สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ศึกษาการผลิตเยลลีจากน้ำสกัดเยื่อหุ้มเมล็ดโกโก้

(Study on the Jelly Processing from Cocoa Pulp Extract)

โดย

ผศ.ดวงใจ โอชัยกุล

RCH
TP
441
.J3
ง 1646
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 42101
วัน, เดือน, ปี 10 พ.ค. 2545

b 1119747X
i.....

ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีงบประมาณ 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

b1119747X

หัวข้อโครงงานวิจัย ศึกษาการผลิตเยลลีจากน้ำสกัดเยื่อหุ้มเมล็ดโกโก้

ผู้วิจัย ผศ.ดวงใจ โอชัยกุล

บทคัดย่อ

โกโก้เป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย นิยมปลูกในแถบภาคใต้และบางจังหวัดทางภาคตะวันออก เมล็ดโกโก้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการผลิตเครื่องดื่มสำเร็จรูป เนยโกโก้ รวมทั้งช็อกโกแลต นอกจากนี้ส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดโกโก้ซึ่งจะถูกกำจัดทิ้งในระหว่างการหมักเมล็ดโกโก้ สามารถนำมาใช้ในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น เยลลีโกโก้ น้ำโกโก้ โดยเฉพาะเยลลีโกโก้ ได้มีการผลิตในระดับอุตสาหกรรมในประเทศบราซิล โดยใช้เป็นอาหารหวานชนิดหนึ่ง จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า คุณสมบัติทางเคมีของน้ำที่สกัดจากเยื่อหุ้มเมล็ดโกโก้ ประกอบด้วย เปกติน 0.07 เปอร์เซ็นต์ กรดซิตริก 0.74 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสามารถนำมาผลิตเยลลีโกโก้ได้ และการศึกษาอัตราส่วนของปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ปริมาณเปกตินต่อวุ้น ปริมาณน้ำตาล และปริมาณกรด พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสม คือ วุ้นต่อเปกติน 1 ต่อ 2 น้ำตาล 16 เปอร์เซ็นต์ และกรดซิตริก 1 เปอร์เซ้นต์ ผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค การผลิตเยลลีโกโก้เป็นการนำวัสดุเหลือใช้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์โดยผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีมูลค่าเพิ่มขึ้น สามารถลดปัญหามลภาวะทางสิ่งแวดล้อมได้อีกทางหนึ่ง รวมทั้งเป็นการเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกร นอกจากการขายเมล็ดโดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Project Study on the Jelly Processing from Cocoa Pup Extract
Researcher Assistant Professor Duangjai Ochaikul

ABSTRACT

Cocoa, an economic crop, has been widely cultivated in southern and eastern provinces of Thailand. There are several products produced from the cocoa bean e.g. chocolate, cocoa butter and chocolate drinks.

Waste products during fermentation have the potential to be used in the production of cocoa jelly or cocoa juices. The economic importance of cocoa jelly is demonstrated by Barzil, where there is a large cocoa jelly production industry. Chemical analysis of cocoa pulp gives concentrations of 0.07% for pectin and 0.74% for citric acid. Various factors : 1) the ratio of pectin to agar, 2) sucrose content and 3) acid content have been studied and the experimentally determined optimum proportion are 1:2, 16% and 1% respectively. Cocoa growers could use the pulp, a previous waste product to produce a new by-product to enhance the value of their crop.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณ ประจำปี 2542 ซึ่งสำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือจากบุคคลดังต่อไปนี้ นางสาวจงกลรัตน์ เอื้อบูรณานนท์ และนางสาวจินตนา จันทะเวียง นักศึกษาภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ทุกท่านได้เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการทดลอง

คณะผู้จัดทำ

กุมภาพันธ์ 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญรูป	จ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.2 ขอบเขตการศึกษา	1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	
2.1 พันธุ์โกโก้	3
2.2 ผลโกโก้	4
2.3 เยลลี	5
2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างเปกติน กรดและน้ำตาล	10
2.5 การบรรจุและการเก็บรักษา	11
2.6 เยลลีโกโก้	13
2.7 การผลิตเยลลีโกโก้	15
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	
3.1 วัตถุดิบ	16
3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือในการผลิตและแปรรูป	16
3.3 อุปกรณ์และเครื่องมือในการตรวจวิเคราะห์	16
3.4 วิธีการทดลอง	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	
4.1 ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของน้ำสกัดเยื่อหุ้มเมล็ดโกโก้	19
4.2 ผลการศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการผลิตเยลลีโกโก้	20
4.3 ผลการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพ และเคมีของเมล็ดโกโก้ในระหว่างการหมักทั้งที่ผ่านและไม่ผ่านการสกัดน้ำจากเยื่อหุ้มเมล็ด	23
4.4 ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทางด้านประสาทสัมผัส	25
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการทดลอง	27
5.2 ข้อเสนอแนะ	27
เอกสารอ้างอิง	28
ภาคผนวก	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 องค์ประกอบของเยื่อหุ้มเมล็ดโกโก้	5
2 ความสัมพันธ์ระหว่างพีเอชและความเข้มข้นของน้ำตาล	7
3 สาเหตุการทำเยลลี่ไม่ได้ผล	12
4 อัตราส่วนผสมในการทำเยลลีโกโก้	14
5 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำสกัดจากเยื่อหุ้มเมล็ดโกโก้	19
6 ปริมาณวุ้นและเปกตินที่มีผลต่อการเกิดเจลของเยลลีโกโก้	20
7 อัตราส่วนของวุ้นต่อเปกตินที่มีผลต่อการเกิดเจลของเยลลีโกโก้	21
8 ความเข้มข้นของน้ำตาลที่มีผลต่อการเกิดเจลของเยลลีโกโก้	22
9 ความเข้มข้นของกรดที่มีผลต่อการเกิดเจลของเยลลีโกโก้	22
10 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของเมล็ดโกโก้ในระหว่างการหมักทั้งที่ผ่านและไม่ผ่านการสกัดน้ำออกจากเยื่อหุ้มเมล็ด	23
11 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง ของเมล็ดโกโก้ในระหว่างการหมักทั้งที่ผ่านและไม่ผ่านการสกัดน้ำออกจากเยื่อหุ้มเมล็ด	24
12 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง ของเยื่อหุ้มเมล็ดโกโก้ในระหว่างการหมักทั้งที่ผ่านและไม่ผ่านการสกัดน้ำออกจากเยื่อหุ้มเมล็ด	24
13 การเปลี่ยนแปลงค่าดรรชนีการหมักของเมล็ดโกโก้ในระหว่างการหมักทั้งที่ผ่านและไม่ผ่านการสกัดน้ำออกจากเยื่อหุ้มเมล็ด	25
14 คะแนนการยอมรับในการเรื่องความหวานของเยลลีโกโก้ที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลแตกต่างกัน	26
15 คะแนนการยอมรับในเรื่องความเปรี้ยวของเยลลีโกโก้ที่มีความเข้มข้นของกรดแตกต่างกัน	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	ลักษณะผลโกโก้สายพันธุ์ฟอราสเตอโร	4
2	โครงสร้างทางเคมีของเปกติน	8
3	กำลังของเยลลี	11
4	ขั้นตอนการผลิตเยลลีโกโก้	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

โกโก้เป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย ปลูกมากในจังหวัดแถบภาคใต้และบางจังหวัดทางภาคตะวันออก ผลโกโก้จะถูกเก็บเมื่อผลแก่จัด เปลือกเป็นสีเหลือง ผ่าผลแกะเอาเฉพาะส่วนเมล็ด เมล็ดโกโก้ที่ได้จะนำมาผ่านกระบวนการหมักก่อนจะนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น เครื่องดื่มสำเร็จรูป ช็อกโกแลต และเนยโกโก้

ในสภาวะปัจจุบัน ประชากรมีจำนวนเพิ่มขึ้นความต้องการผลิตภัณฑ์จากโกโก้มีเพิ่มขึ้น จึงได้มีการนำเมล็ดโกโก้มาใช้ผลิตมากขึ้น ซึ่งในกระบวนการหมักจะสูญเสียส่วนเยื่อหุ้มเมล็ดโกโก้โดยสลายกลายเป็นของเหลวออกไปจากกองหมักเป็นจำนวนมาก ก่อให้เกิดมลภาวะทางสิ่งแวดล้อม

เยื่อหุ้มเมล็ดโกโก้ประกอบด้วย น้ำตาล 10-15 เปอร์เซ็นต์ เปกติน 1 เปอร์เซ็นต์ กรดซิตริก 1.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเหมาะสมสำหรับนำมาทำเยลลี่โกโก้ ในอดีตเกษตรกรจะหมักเมล็ดโกโก้แล้วนำไปขาย ส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดจะสลายเป็นของเหลว แต่ในปัจจุบันได้มีการสกัดเอาของเหลวออกจากเยื่อหุ้มเมล็ดโกโก้ ก่อนนำเอาเมล็ดไปหมัก ส่วนของเหลวที่สกัดได้สามารถนำมาผลิตเป็นเยลลี่โกโก้และน้ำโกโก้ได้

จากการตรวจเอกสาร พบว่าประเทศบราซิลมีการผลิตเยลลี่โกโก้ระดับครัวเรือนและระดับอุตสาหกรรมขนาดเล็ก ในประเทศไทยมีการผลิตกันบ้างเล็กน้อยและส่วนใหญ่ทำกันในระดับครัวเรือน ถ้ามีการส่งเสริมและพัฒนาให้เยลลี่โกโก้ที่ผลิตได้มีรสชาติและกลิ่นรสเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค จะสามารถเพิ่มอัตราการผลิตถึงขั้นระดับอุตสาหกรรมได้ ซึ่งจะเป็นการนำวัสดุเหลือใช้ของโกโก้มาใช้ประโยชน์ในการทำเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่มขึ้น เป็นการเพิ่มรายได้ของเกษตรกรอีกทางหนึ่งด้วย

1.1 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.1.1 ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของเยลลี่โกโก้

1.1.2 ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของปัจจัยต่างๆเพื่อให้ได้เยลลี่ที่มีคุณภาพดีเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

1.2 ขอบเขตการศึกษา

1.2.1ศึกษาลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของน้ำที่สกัดจากเยื่อหุ้มเมล็ดโกโก้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.2 ศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่โกโก้

1.2.3 เปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของเมล็ดโกโก้ในระหว่างการหมักทั้งที่ผ่านและไม่ผ่านการสกัดน้ำจากเยื่อหุ้มเมล็ด

1.2.4 ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทางด้านประสาทสัมผัส

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีมูลค่าเพิ่มขึ้น

1.3.2 เป็นการนำวัสดุเหลือใช้มาใช้ให้เกิดประโยชน์

1.3.3 เพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกร

1.3.4 ลดปัญหามลภาวะทางสิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

โกโก้เป็นพืชที่สามารถเจริญเติบโตตั้งแต่ระดับน้ำทะเล จนถึงสูงกว่าระดับน้ำทะเล 2,000 ฟุต ในแหล่งที่มีฝนตกสม่ำเสมอและมีปริมาณน้ำฝนตั้งแต่ 1,500-2,000 มิลลิลิตรต่อปี ค่าความเป็นกรด-ด่างของดินระหว่าง 5.5-7.0 อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 24-29 องศาเซลเซียส ต้นที่ปลูกจากเมล็ดจะเริ่มให้ผลเมื่อมีอายุประมาณ 2-3 ปี และจะให้ผลผลิตสูงเมื่อมีอายุ 8-15 ปี ดอกและผลจะออกที่ลำต้นและกิ่งแก่ ระยะเวลาตั้งแต่ออกดอกจนผลสุกประมาณ 5-6 เดือน ผลคล้ายมะละกอ ภายในผลมีเมล็ด 25-50 เมล็ด ขึ้นอยู่กับพันธุ์โกโก้ (ประพันธ์ บุญกลิ่นขจร,2525)

ประเทศผู้ผลิตโกโก้รายใหญ่ของโลกมี 28 ประเทศ เช่น ไอเวอรี่โคสท์ กานา บราซิล ไนจีเรีย แคเมอรูนและมาเลเซีย เป็นต้น แหล่งปลูกโกโก้ในประเทศไทย มีปลูกกันมากแถบจังหวัดภาคใต้ตั้งแต่ชุมพรไปจนถึงยะลา นอกจากนี้มีปลูกแถบฝั่งทะเลตะวันออกของอ่าวไทย เช่น ชลบุรี จันทบุรี และทางภาคตะวันตก เช่น สมุทรสงคราม สมุทรสาคร โกโก้เป็นพืชที่มักจำหน่ายในรูปเมล็ดแห้งเป็นส่วนใหญ่ ตลาดรับซื้อจะนำเมล็ดโกโก้แห้งส่งเข้าโรงงาน แปรรูปออกมาเป็นโกโก้ผง โกโก้เหลว และช็อกโกแลต โรงงานอุตสาหกรรมอาหารจะนำผลิตภัณฑ์ดังกล่าว มาผสมเป็นเครื่องดื่มและอาหารชนิดต่าง ๆ เช่น เครื่องดื่มเสริมให้ร่างกายเจริญเติบโต ทำช็อกโกแลต ลูกอม ลูกกวาด เพิ่มกลิ่นและรสชาติอาหาร จำพวกเค้ก คุ้กกี้ และใช้ในอุตสาหกรรมยา โดยนำไปเคลือบหรือผสมกับตัวยา นอกจากนี้ยังใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอาง เช่นน้ำหอม ลิปสติก (ผานิต งานกรณาธิการ และวิทย์ สุวรรณวุธ , 2531)

2.1 พันธุ์โกโก้ แบ่งออกเป็น 3 สายพันธุ์ (ผานิต งานกรณาธิการ , 2532 ; Wood ,1975) คือ

2.1.1 <u>สายพันธุ์คริออลโล</u> (Criollo) ลักษณะผลมีสีแดงหรือเขียว เมื่อสุกจะเลี่ยนเป็นสีเหลือง หรือส้ม เปลือกบาง ผิวขรุขระ ก้นแหลม ผลยาว เมล็ดใหญ่มีสีขาวหรือม่วงอ่อน โกโก้สายพันธุ์นี้จะให้กลิ่นรสชาติดี ซึ่งเหมาะสำหรับทำช็อกโกแลต แต่เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตต่ำและไม่ต้านทานต่อโรคและแมลง จึงไม่ค่อยนิยมปลูก

2.1.2 <u>สายพันธุ์ฟอราสเตอโร</u> (Forastero) มี 2 กลุ่มที่สำคัญ คือ

ก. เวสท์อัฟริกันอะมิโลนาโด (West African Amelonado) ผลสีเขียวยาว เมื่อสุกจะมีสีเหลือง เปลือกหนา ก้นมน เมล็ดแบนกว่าพันธุ์คริออลโล สีแดงเข้มหรือม่วงเข้ม ผลผลิตสูง ต้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

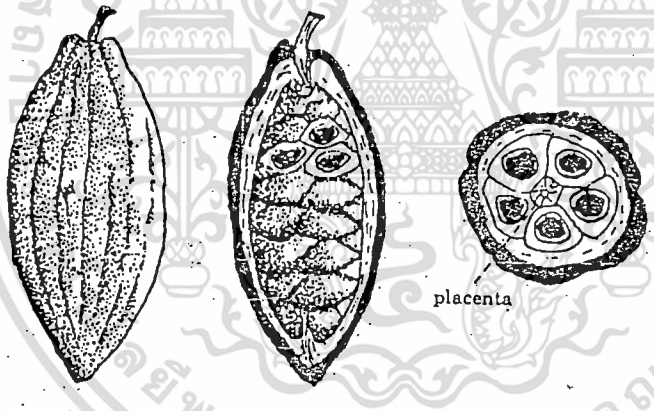
ปลูกด้วยเมล็ดจากพันธุ์นี้ มักจะไม่กลายพันธุ์ เพราะผสมตัวเองได้ แต่จะไม่ทนทานต่อโรคยอดและกิ่งแห้ง

ข. อัปเปอร์อเมซอน (Upper Amazon) ผลอ่อนมีลักษณะสีเขียว เมื่อสุกมีสีเหลือง ขนาดของผลใกล้เคียงกับพันธุ์เวสท์อัฟริกันอะมิโลนาโด แต่มีขนาดเล็กกว่า เมล็ดมีสีม่วงเข้ม ผลผลิตสูง ต้นแข็งแรงเจริญเติบโตดี ทนทานต่อการรบกวนของโรคและแมลงบางชนิด โกโก้พันธุ์นี้เมื่อปลูกจากเมล็ดมักจะให้ผลไม่ตรงตามพันธุ์ เนื่องจากพันธุ์นี้ไม่สามารถผสมตัวเองได้ ต้องอาศัยการผสมข้ามสายพันธุ์

2.1.3 สายพันธุ์ตรินิตาริโอ (Trinitario) ลักษณะผลค่อนข้างใหญ่ ก้นแหลม เมล็ดมีขนาดใหญ่ แต่ผลผลิตต่ำกว่าพันธุ์เวสท์อัฟริกันอะมิโลนาโด เข้าใจว่าโกโก้พันธุ์นี้เป็นพันธุ์ลูกผสมระหว่างพันธุ์ครีออลโลกับพันธุ์เวสท์อัฟริกันอะมิโลนาโด นิยมปลูกด้วยต้นที่ติดตาหรือปักชำ

2.2 ผลโกโก้

ผลโกโก้จะอยู่บนก้านดอก ซึ่งผลโกโก้เจริญมาจากดอก ผิวของผลโกโก้จะมีลักษณะเป็นตุ่ม ๆ ขรุขระเป็นร่อง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ลักษณะผลโกโก้สายพันธุ์ฟอราสเตอโร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายในผลของโกโก้ที่เจริญเต็มที่จะประกอบไปด้วยเมล็ดโกโก้ ซึ่งเมล็ดโกโก้จะถูกล้อมรอบด้วยเยื่อหุ้มที่มีลักษณะเป็นเมือก เหนียว มีสีแตกต่างกัน เช่น ขาว ชมพู ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของโกโก้ (Wood and Lass, 1985) เมื่อนำมาสกัดด้วยวิธีการบีบอัด น้ำสกัดที่ได้มีลักษณะขาวข้น หนืด ในระหว่างการหมักมีการสูญเสียเยื่อหุ้มเมล็ดโกโก้ประมาณ 5-7 เปอร์เซ็นต์ โดยสลายเป็นของเหลวออกไปจากกองหมัก (Adam, 1982) เยื่อหุ้มเมล็ดโกโก้มีน้ำตาลประมาณ 10-15 เปอร์เซ็นต์ เปกติน 1 เปอร์เซ็นต์ และกรดซิตริก 1 เปอร์เซ็นต์ (Dittmar, 1956) ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 องค์ประกอบของเยื่อหุ้มเมล็ดโกโก้

ชนิด	ไนโตรเจน (%)	โปรตีนไม่บริสุทธิ์ (%)	กลูโคส (%)	ซูโครส (%)	น้ำตาลทั้งหมด (%)	โปรตีน (%)	กรดซิตริก (%)
Comum	0.63	0.10	14.46	0.33	14.79	0.90	1.41
Trinitario	0.69	0.11	15.32	0.58	15.90	0.92	1.52
Maranhao	0.56	0.09	14.70	0.11	14.81	1.19	1.38
Para	0.63	0.10	15.11	0.15	15.26	1.05	1.20
Catongo	0.69	0.11	11.60	0.90	12.50	1.02	0.77

ที่มา : Dittmar (1956)

2.3 เยลลี่

เยลลี่ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ซึ่งทำจากน้ำผลไม้ผสมกับสารให้ความหวาน กรดอินทรีย์และเปกติน โดยที่ไม่มีเนื้อผลไม้เจือปน (มาตราฐานอาหารอุตสาหกรรม , 2521)

โดยทั่วไป เยลลี่อาจแบ่งตามองค์ประกอบและการบริโภคได้ 2 ประเภท คือ เยลลี่ที่มีลักษณะคล้ายกับแยม มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดไม่ต่ำกว่า 68 เปอร์เซ็นต์ และมีองค์ประกอบที่เป็นสัดส่วนของน้ำตาล เปกตินและกรดเหมาะสมสำหรับการเกิดเจลที่ดี ใช้ประโยชน์เพื่อประกอบอาหารเช่นเดียวกับแยม ส่วนเยลลี่อีกประเภทหนึ่งที่เรียกว่า fresh jelly มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดไม่เกิน 20 เปอร์เซ็นต์ มีลักษณะใส ลื่น แต่ไม่เยิ้ม ใช้ประโยชน์สำหรับบริโภคโดยตรง (จารุฒม์ , 2532) ซึ่งเป็นประเภทของเยลลี่ที่จะศึกษาครั้งนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 ส่วนประกอบที่สำคัญในการเกิดเจล

ก. สารให้ความหวาน

สารให้ความหวานสามารถแบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกเป็นสารให้ความหวานสมบูรณ์ คือมีคุณสมบัติทั่ว ๆ ไปของสารให้ความหวาน ซึ่งสามารถใช้ได้โดยลำพังของสารเอง กลุ่มที่สองเป็นสารให้ความหวานที่มีรสชาติไม่ปรกติ และไม่สามารถใช้ได้โดยลำพังแต่อาจใช้คุณสมบัติอื่น ๆ เช่น คุณสมบัติการส่งเสริมกลิ่นรสในผลิตภัณฑ์อาหาร (Higginbotham , 1984)

สารให้ความหวานที่นิยมและเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป ได้แก่ น้ำตาล ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มคาร์โบไฮเดรต น้ำตาลเกิดขึ้นอย่างกว้างขวางในธรรมชาติ ในผัก ผลไม้ น้ำผึ้ง นม (Anon , 1979) ซึ่งประเภทของน้ำตาลที่ใช้เป็นสารให้ความหวานโดยทั่วไป คือ น้ำตาลซูโครส เป็นน้ำตาลที่ใช้ประจำบ้านและอุตสาหกรรม ซูโครสเป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่ ประกอบด้วยโมเลกุลของกลูโคสและฟรักโทส น้ำตาลซูโครสได้จากน้ำอ้อยหรือหัวบีทมาทำให้เข้มข้นแล้วตกผลึก และทำให้บริสุทธิ์ แต่ก็ยังมีสารอินทรีย์อื่น ๆ ประมาณ 0.1 เปอร์เซ็นต์ และแร่ธาตุอื่น ๆ ด้วย น้ำตาลซูโครสเป็นผลึกสีขาว มีรสหวาน หลอมตัวที่อุณหภูมิ 54 องศาเซลเซียส มีความสามารถละลายในแอลกอฮอล์ได้น้อย สามารถละลายในน้ำได้ 204 กรัมต่อน้ำ 100 กรัม ที่อุณหภูมิห้อง สารละลายน้ำตาลซูโครสอิ่มตัวจะมีน้ำตาลซูโครส 67.1 กรัมต่อสารละลาย 100 กรัม ที่อุณหภูมิห้อง แต่ถ้าอุณหภูมิเป็น 100 องศาเซลเซียส จะมีน้ำตาลซูโครส 487 กรัมต่อสารละลาย 100 กรัม (Lueck, 1980)

ได้มีการทดลอง ต้มน้ำผลไม้โดยไม่เติมน้ำตาล และต้มน้ำผลไม้โดยเติมน้ำตาลในปริมาณต่าง ๆ กัน พบว่าเมื่อไม่เติมน้ำตาล จะได้เยลลี่ที่มีลักษณะแข็ง สีขุ่นคล้ำ ปริมาณเยลลี่ที่ได้น้อย เมื่อเติมน้ำตาลปริมาณน้อย ๆ ปริมาณเยลลี่ที่ได้จะเพิ่มขึ้น สีอ่อนลง เยลลี่สีใสขึ้น และเนื้อสัมผัสอ่อนลง เมื่อเพิ่มปริมาณน้ำตาลขึ้นอีกจนกระทั่งพอดี จะให้เยลลี่ลักษณะดีตามต้องการ และถ้าเพิ่มปริมาณน้ำตาลต่อไปอีก จะได้ปริมาณเยลลี่มากขึ้น ใสขึ้น แต่จะเหนียวข้นขึ้นด้วย ซึ่งปริมาณของเยลลี่ที่ได้จะมากขึ้นตามปริมาณน้ำตาล

ข. กรดอินทรีย์

กรดซิตริกทำหน้าที่ปรับเยลลี่ให้เป็นกรด ช่วยเพิ่มกลิ่นและรสของอาหาร ช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ กรดจะมีผลต่อปุ่มประสาทรับความรู้สึก ทำให้ผู้บริโภครู้สึกได้ถึงกลิ่นและรสของกรดที่เติมลงไป ช่วยเพิ่มความหวานของน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังสามารถช่วยทำให้เกิดเจลในผลิตภัณฑ์ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรดซิตริกเป็นกรดประเภทไตรคาร์บอกซิลิก (tricarboxylic) นิยมใช้กับผลิตภัณฑ์เยลลี่มากกว่ากรดอื่น ๆ มักใช้ในรูปสารละลาย กรดซิตริกพบในผลไม้ประเภทส้มและมะนาว สามารถละลายน้ำได้ดี มีกลิ่นเป็นที่ยอมรับและเป็น chelating agent ที่มีประสิทธิภาพสูง (ศิวพร , 2529) น้ำผลไม้ที่มีความเป็นกรดสูง จะให้เยลลี่ที่อยู่ตัวกว่าน้ำผลไม้ที่มีความเป็นกรดต่ำ ทั้ง ๆ ที่มีเปกตินเท่ากัน

ในการเกิดเจลพีเอชที่เหมาะสมที่สุดนั้น สัมพันธ์กับปริมาณน้ำตาลที่ใช้ด้วย ดังแสดงในตารางที่ 2 เมื่อกรดสูงขึ้นปริมาณน้ำตาลที่ใช้น้อยลง ความเป็นกรดของน้ำผลไม้ควรจะเป็น 0.5-0.75 เปอร์เซ็นต์ ถ้าความเป็นกรดเกิน 1 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้เยลลี่คืนตัวภายหลังได้

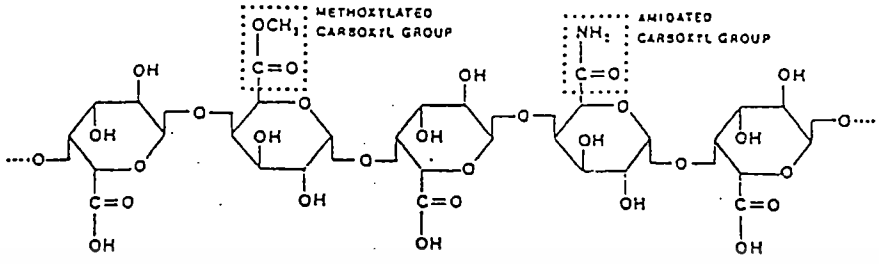
ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างพีเอชและความเข้มข้นของน้ำตาล สำหรับน้ำผลไม้ที่มีเปกติน 1 เปอร์เซ็นต์

พีเอช	เปอร์เซ็นต์น้ำตาล
3.0	60
3.2	65
3.4	70

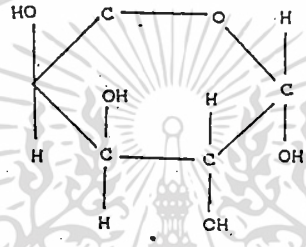
ค. เปกติน

เปกตินเป็นสารประกอบเชิงซ้อนของเอซิดโพลีแซคคาไรด์ (acid polysaccharide) โครงสร้างทางเคมีของเปกตินแสดงได้ในรูปที่ 2 การกระจายและอัตราการแทนที่ของเปกตินโพลีแซคคาไรด์ (pectin polysaccharide) อาจเปลี่ยนแปลงได้ง่ายโดยเอนไซม์ หรือสารเคมีอย่างอื่น คุณสมบัติสำคัญของเปกติน คือความสามารถในการทำให้เกิดเจล (Gelling agents) ด้วยน้ำตาลและกรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Structure of pectin.



α-D-galacturonic acid

รูปที่ 2 แสดงโครงสร้างทางเคมีของเปกติน

เปกตินเป็นสารที่พบอยู่ภายในเนื้อเยื่อพืชบริเวณมิดเดิลลาเมลลา (Middle lamella) เปกตินจะเกิดขึ้นในพืชช่วงที่มีการแบ่งเซล โดยแบ่งเซลออกเป็นสองส่วนในขณะที่เกิดขบวนการแบ่งเซล สารพวกเซลลูโลสจะเกิดขึ้นและรวมกับสารเปกตินตรงส่วนที่เรียกว่า มิดเดิลลาเมลลา ในขณะที่เกิดผนังเซลปฐมภูมิ (Primary cell wall) สารเปกตินเกิดร่วมกับสารเฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose) และลิกนิน (lignin) เปกตินที่ปรากฏในตอนแรก จะเป็นสารที่ไม่ละลายน้ำ คือ โปรโตเปกติน (Protopectin) ซึ่งจะเกิดขึ้นในช่วงของการเจริญเติบโต เมื่อมีการเพิ่มพื้นที่ของผนังเซล

การผลิตเปกตินในเชิงการค้า นิยมผลิตจากกากแอปเปิ้ล หรือส้ม ซึ่งเป็นของเหลือจากอุตสาหกรรมการผลิตผลไม้ กากผลไม้นี้จะต้องทำให้แห้งก่อน เพื่อป้องกันไม่ให้เอนไซม์ทำการสลายเปกตินหลังจากนั้นนำมาสกัดด้วยกรดโดยใช้อุณหภูมิสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของสารเปกติน

เปกตินสามารถละลายน้ำได้ แต่ไม่ละลายในสารอินทรีย์ การละลายในน้ำจะลดลงเมื่อโมเลกุลมีความยาวเพิ่มขึ้น สารละลายเปกติน 1-2 เปอร์เซ็นต์ ทำให้มีความหนืดสูงมาก ความหนืดของเปกตินในน้ำขึ้นอยู่กับน้ำหนักโมเลกุล , ค่าดีอี (DE) , Ionic strength , ความเป็นกรด-ด่างและอุณหภูมิ

เปกตินจะทำให้เกิดเจล เมื่อมีน้ำตาลและกรดอยู่ สารละลายเปกติน 0.3-0.4 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้เกิดเจลในสภาพเยิ้มน้ำ แต่ถ้าปรับสารละลายให้มีเปกติน 2.0-3.5 เปอร์เซ็นต์ และมีน้ำตาลอยู่ 60-65 เปอร์เซ็นต์ ก็จะทำให้เกิดเจลอย่างรวดเร็ว โดยทั่วไปแล้วอัตราการเกิดเจลจะรวดเร็ว เมื่อความเป็นกรด-ด่างและอุณหภูมิต่ำ แต่ความเข้มข้นของน้ำตาลสูงขึ้น

การเกิดเจลมีสาเหตุมาจากการเกิดพันธะไฮโดรเจน (Hydrogen bond) ระหว่างกลุ่มคาร์บอกซิล (Carboxyl groups) อิสระที่อยู่ในโมเลกุลของเปกติน และกลุ่มไฮดรอกซิล (Hydroxyl group) ของโมเลกุลใกล้เคียง โดยเปกตินที่มีเอสเทอร์ (ester) สูง จะมีคาร์บอกซิลอิสระอยู่บ้าง ถ้าคาร์บอกซิลอิสระนี้เกิดไปรวมกับสิ่งอื่นได้ จะไปป้องกันไม่ให้เกิดโครงร่างแห (Net work) ในโมเลกุล จึงจำเป็นต้องลดปริมาณคาร์บอกซิลอิสระที่จะไปรวมกับสิ่งอื่น โดยการปรับระดับความเป็นกรด-ด่างให้อยู่ในช่วง 2.3-2.6 ดังนั้นกรดจึงมีความจำเป็นต่อการทำให้เกิดเจลของเปกติน

การใช้เปกตินในอุตสาหกรรม

ส่วนใหญ่ในอุตสาหกรรมอาหารนิยมใช้ในรูปกัม (gum) เพื่อช่วยปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัส กลิ่นรส และช่วยในการเกิดเจลในผลิตภัณฑ์ขนมหวานที่มีกลิ่นผลไม้ เช่น เยลลี่ นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มความเข้มข้นในผลิตภัณฑ์ขนมหวานที่มีไส้

ในอุตสาหกรรมผลไม้กระป๋องหรือน้ำผลไม้ จะใช้เปกตินเป็นตัวทำให้ส่วนผสมของอาหารเข้มข้นและมีความคงตัวสูงขึ้น

ในอุตสาหกรรมขนมหวาน ใช้เป็นส่วนประกอบในการทำแยมและเยลลี่

ในอุตสาหกรรมนม ใช้เป็นสารทำให้ส่วนผสมเข้มข้นขึ้น ทำให้เกิดเคิร์ด (curd) และเวย์ (whey) ใช้ในการทำน้ำสลัด เป็นต้น

ง. น้ำผลไม้

เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดของการทำเยลลี่จากผลไม้ โดยทั่วไปอาจกล่าวรวม ๆ ได้ว่าผลไม้ทุกชนิดสามารถนำมาทำเยลลี่ได้ แต่จะได้เยลลี่ที่ดีหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของผลไม้นั้นด้วย ฉะนั้นจึงมีผลไม้บางชนิดเท่านั้นที่นิยมนำมาทำเยลลี่ ได้แก่ ส้ม , องุ่น , สัปปะรด ,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สตรอเบอรี่ เป็นต้น ทั้งนี้เพราะผลไม้เหล่านี้มีคุณสมบัติที่ถูกรสนิยมผู้บริโภค คือมีรสดี กลิ่นดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีองค์ประกอบทางเคมีที่เหมาะสมในการทำเยลลี่

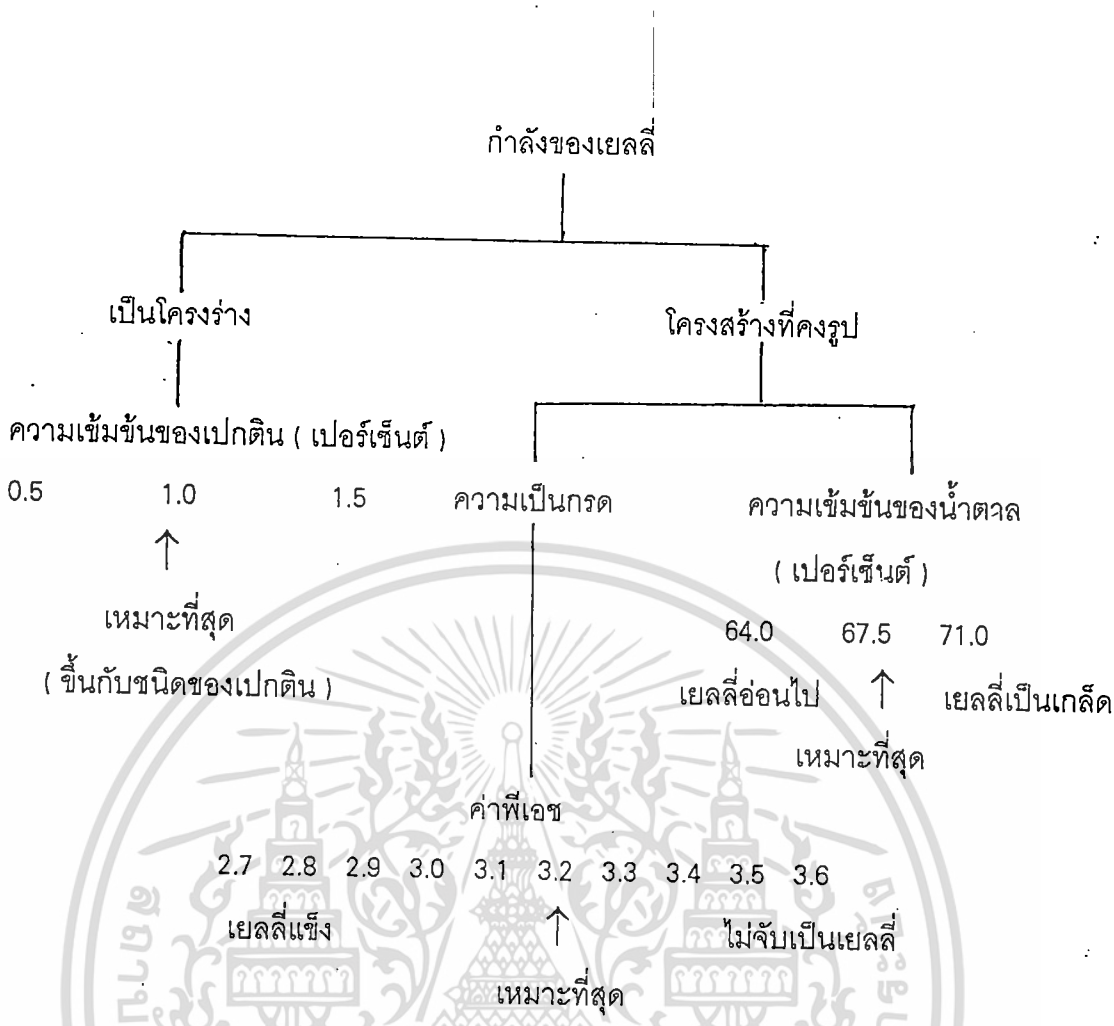
จ. วัตถุปรุงแต่งกลิ่นรส (Flavoring agent)

วัตถุปรุงแต่งกลิ่นรส จัดเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมากในการดึงดูดผู้บริโภค ซึ่งในผลิตภัณฑ์ขนมหวานจะแตกต่างจากผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่มีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบหลักและน้ำตาลจะให้รสหวานอย่างเดียว ฉะนั้นรสชาติของผลิตภัณฑ์ จึงมักได้จากการใช้วัตถุปรุงแต่งกลิ่นรส เช่น กลิ่นส้ม , กลิ่นสตรอเบอรี่ เป็นต้น

2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างเปกติน กรดและน้ำตาล

หน้าที่ของเปกตินในการทำเยลลี่ คือ ในขณะที่ต้มส่วนผสมน้ำผลไม้และน้ำตาล เปกตินที่อยู่ในน้ำผลไม้ มีลักษณะคล้ายร่างแห ละเอียดสลับซับซ้อน เป็นที่เก็บน้ำเชื่อมไว้ ร่างแหนี้จะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของเปกติน ถ้าส่วนผสมน้ำผลไม้มีปริมาณเปกตินน้อย ร่างแหจะยุบตัวไม่สามารถขังน้ำเชื่อม น้ำเชื่อมจะไหลออกมา ซึ่งจะไม่ใช่ส่วนผสมที่แท้จริง กรดจะช่วยให้เจลอยู่ตัวดีขึ้น ทำให้โครงร่างของเยลลี่เหนียวแน่น แต่ถ้ามากไป ทำให้โครงร่างของเยลลี่สลายตัว น้ำตาลที่นิยมใช้ทำเยลลี่ คือน้ำตาลทรายขาว น้ำตาลเป็นองค์ประกอบสำคัญในการทำเยลลี่ เพราะน้ำตาลเป็นตัวช่วยให้เปกตินเกิดโครงสร้างเป็นร่างแห ดังแสดงในรูปที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3 กำลังของเยลลี่

2.5 การบรรจุและการเก็บรักษา

เมื่อต้มส่วนผสมได้ที่แล้ว ช้อนฝ้าออก ตั้งทิ้งไว้ให้อุณหภูมิลดลง เทใส่ภาชนะบรรจุ ไม่ควรยกหม้อเทสูงเกินไป เพราะจะทำให้เกิดฟองอากาศ เยลลี่จะไม่ใส เก็บไว้ในที่เย็น อุณหภูมิในการจับตัวเป็นวุ้นดีที่สุดคือ 70 องศาฟาเรนไฮต์ ถ้าการจับตัวเป็นวุ้นยังไม่ดีพอ อาจนำไปตากแดดให้น้ำระเหยออก ไม่ควรนำไปต้มใหม่

ภาชนะที่บรรจุเยลลี่ ควรเป็นขวดแก้วสะอาดและฆ่าเชื้อด้วยความร้อนแล้ว ลักษณะขวดควรตื้นและกว้าง เพราะเมื่อเทแล้วจะได้พิมพ์ตั้งขึ้นรูป และควรเทเยลลี่ลงขวดขณะยังร้อนอยู่ ปิดด้วยพาราฟินร้อน หรือปิดฝาให้สนิททันที เพื่อป้องกันจุลินทรีย์ขึ้นที่ผิวหน้า เก็บในที่แห้งและเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 สาเหตุการทำเยลลี่ไม่ได้ผล

ปัญหา	สาเหตุ
- การจับตัวเป็นวุ้น	1. กรดและเปกตินน้อยเกินไป 2. น้ำตาลมากเกินไป (เยลลี่จะอ่อนหรือเหนียวเกินไป) 3. ต้มไม่ได้ที่ (เยลลี่จะอ่อนเกินไป)
- เยลลี่แข็งไป	1. น้ำตาลน้อยเกินไป 2. เปกตินมากเกินไป 3. ต้มนานเกินไป
- ไม่ใส	1. กรองน้ำผลไม้ด้วยผ้าบางไปหรือบีบคั้นเวลากรอง 2. ผลไม้ดิบไป 3. เคี่ยวนานเกินไป 4. ก่อนบรรจุทิ้งไว้นานเกินไป 5. ขณะเทบรรจุ ยกหม้อสูงเกินไป 6. ไม่ได้ช้อนฝ้าออก
- เกิดผลึกหรือเป็นเกล็ด	1. น้ำตาลมากเกินไป 2. ต้มนานเกินไป 3. กรดน้อยเกินไป
- คืนตัว (เหลวในภายหลัง)	1. กรดมากเกินไป 2. น้ำตาลหรือเปกตินน้อยเกินไป
- กลิ่นหมัก	1. เกิดการคืนตัวต้องเก็บในที่เย็นและแห้ง
- ขึ้นรา	1. ชื้น 2. ปิดฝาไม่สนิท
- รสจัด. สีคล้ำ	1. ต้มนานเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 อัตราส่วนผสมในการทำเยลลี่โกโก้

ส่วนประกอบ	Serra (1975)	Reis and Sobrinho (1965)	CEPED (Undated) %
เยื่อหุ้มเมล็ดโกโก้ (มล.)	1,000	4,000	1,000
น้ำตาล (กรัม)	500	1,400	1,000
เปกติน (กรัม)	-	-	8.89
กรดซิตริก (กรัม)	-	-	11.11
น้ำ (กรัม)	-	-	222.22
วัตถุกันเสีย (กรัม)	-	-	11.11
ของแข็งที่ละลายได้ ทั้งหมด (บริกซ์)	65-70	-	60
เวลา (นาที)	-	80	30
อุณหภูมิ (°c)	-	-	90
ทั้งหมด	-	2,500	700

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การผลิตเยลลี่โกโก้

รูปที่ 4 ขั้นตอนการผลิตเยลลี่โกโก้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 ผลโกโก้

3.1.2 น้ำตาลทรายขาว

3.1.3 เปกติน

3.1.4 วุ้น

3.1.5 กรดซิตริก

3.1.6 เยลลี่สำเร็จรูปชนิดถ้วย ตราอิมพีเรียล

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือในการผลิตและแปรรูป

3.2.1 เครื่องคั้นน้ำแบบบีบอัด

3.2.2 ตาข่ายพลาสติก

3.2.3 อุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น กะละมัง หม้อ ทัพพี มีด เขียง ฯลฯ

3.2.4 ขวดแยมขนาด 250 มิลลิลิตร

3.2.5 แม่พิมพ์เยลลี่

3.2.6 เทอร์โมมิเตอร์

3.2.7 เตาแก๊ส

3.3 อุปกรณ์และเครื่องมือในการตรวจวิเคราะห์

3.3.1 สารเคมีต่าง ๆ ดังแสดงในภาคผนวก

3.3.2 เครื่องแก้วและอุปกรณ์ในการวิเคราะห์ทางเคมี

3.3.3 เครื่องวัดปริมาณของแข็งในสารละลาย (Refractometer)

3.3.4 เครื่องวัดพีเอช

3.3.5 เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง

3.3.6 เครื่องกรองโดยใช้ความดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 การศึกษาลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของน้ำสกัดจากเยื่อหุ้มเมล็ดโกโก้

นำผลโกโก้มาคัดเลือกผลเน่าออก ชั่งน้ำหนัก ล้างทำความสะอาด จากนั้นผ่าผลโกโก้แยกเอาเมล็ดออกจากเปลือก นำเมล็ดที่ได้ใส่ถุงตาข่ายพลาสติก เข้าเครื่องคั้นน้ำ เพื่อแยกเอาของเหลวออกจากเมล็ดโกโก้ นำน้ำส่วนที่ได้ไปกรองผ่านผ้าขาวบางเพื่อแยกส่วนที่ไม่ต้องการออก นำน้ำสกัดที่ได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งนำมาศึกษาลักษณะทางกายภาพและวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี เช่น ปริมาณกรดในรูปของกรดซิตริก , กรดแอสคอร์บิก , ปริมาณเปกติน อีกส่วนหนึ่งนำมาผลิตเป็นเยลลี่โกโก้

ก. ศึกษาลักษณะทางกายภาพของน้ำสกัดจากเยื่อหุ้มเมล็ดโกโก้

ข. การวิเคราะห์ปริมาณกรดในรูปของกรดซิตริก (Ruck, 1963) ดังแสดงในภาคผนวก

ค. การวิเคราะห์กรดแอสคอร์บิกโดยวิธี Indophenol (Ruck, 1963) ดังแสดงในภาคผนวก

ง. การวิเคราะห์ปริมาณเปกตินในรูปแคลเซียมเปกเตท (Ruck, 1963) ดังแสดงในภาคผนวก

จ. การวัดความเป็นกรด-ด่าง ดังแสดงในภาคผนวก

3.4.2 การศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่โกโก้

นำน้ำสกัดจากเยื่อหุ้มเมล็ดโกโก้ 50 เปอร์เซ็นต์ ตั้งไฟอ่อน ๆ ค่อย ๆ เติมน้ำตาล 20 เปอร์เซ็นต์ กวนจนน้ำตาลละลายหมด เติมเปกติน และกวนจนเปกตินละลายหมดเพิ่มอุณหภูมิถึง 105 องศาเซลเซียส เติมกรดซิตริก บรรจุ ลงขวดที่สะอาดและผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ปิดผนึกด้วยฝาเกลียวที่สะอาด ทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

ก. ศึกษาปริมาณวุ้นและเปกตินที่มีผลต่อการเกิดเจลของเยลลี่โกโก้

ทำการทดลองโดยใช้เปกตินในปริมาณ 1.0 , 2.0 , 3.0 และ 4.0 เปอร์เซ็นต์และวุ้นปริมาณ 0.1 , 0.2 , 0.3 และ 0.4 เปอร์เซ็นต์ ทดสอบการเกิดลักษณะเจลโดยวิธี modified least pectin ดังแสดงในภาคผนวก

ข. ศึกษาอัตราส่วนของวุ้นต่อเปกตินในปริมาณแตกต่างกันที่มีผลต่อการเกิดเจลของเยลลี่โกโก้

ทำการทดลองโดยใช้วุ้นและเปกติน ในอัตราส่วนวุ้นต่อเปกตินเป็น 1: 2 ปริมาณ 0.1 , 0.3 , 0.5 และ 0.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ วุ้นต่อเปกตินในอัตราส่วน 1:3 ปริมาณ 0.1 , 0.3 , 0.5 , 0.7 , 0.9 และ 1.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทำการทดสอบลักษณะเจลเช่นเดียวกับข้อ ก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

42101

ค. ศึกษาความเข้มข้นของน้ำตาลที่มีผลต่อการเกิดเจลของเยลลี่โกโก้

ทำการทดลองโดยใช้ความเข้มข้นของน้ำตาล 10.0 , 12.0 , 14.0 , 16.0 , 18.0 และ 20.0 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ทดสอบการเกิดลักษณะเจลเช่นเดียวกับข้อ ก.

ง. ศึกษาความเข้มข้นของกรดที่มีผลต่อการเกิดเจลของเยลลี่โกโก้

ทำการทดลองโดยใช้ความเข้มข้นของกรด 0.7 , 0.8 , 0.9 , 1.0 และ 1.1 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ทดสอบการเกิดลักษณะเจลเช่นเดียวกับข้อ ก.

เมื่อได้ผลิตภัณฑ์เยลลี่โกโก้แล้วทำการวัดพีเอช และปริมาณของแข็งที่ละลายได้

3.4.3 การเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของเมล็ดโกโก้ในระหว่างการหมักทั้งที่ผ่านและไม่ผ่านการสกัดน้ำจากเยื่อหุ้มเมล็ด

นำเมล็ดที่แกะออกจากผลมาทำการหมักโดย แบ่งเป็น 2 เข่ง เข่งหนึ่งเป็นชุดควบคุมซึ่งเป็นเมล็ดโกโก้ที่ไม่ผ่านการสกัดเยื่อหุ้มออก และอีกเข่งหนึ่งเป็นชุดทดลองซึ่งเป็นเมล็ดโกโก้ที่ผ่านการสกัดน้ำจากเยื่อหุ้มออก ทำการหมัก 7 วัน ระหว่างการหมักทำการเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ค่าต่าง ๆดังนี้ พีเอชของเยื่อหุ้มเมล็ดและเมล็ด ค่าดรรชนีการหมัก รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของกองหมักทั้ง 2 เข่ง เปรียบเทียบกัน

3.4.4 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทางด้านประสาทสัมผัส

ประเมินเจตคติของผู้บริโภคในเรื่องรสชาติของเยลลี่โกโก้ ใช้แบบประเมินผลแบบ Likert จำนวน 10 ข้อ โดยแบ่งคะแนนออกเป็น 5 ระดับดังนี้

5 ชอบมากที่สุด
4 ชอบมาก
3 ปานกลาง
2 ชอบน้อย
1 ชอบน้อยที่สุด

นำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 2 , 3 และ 4 สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีรพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 15 คน แล้วนำข้อมูลมาเปรียบเทียบทางสถิติตามแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของน้ำสกัดจากเยื่อหุ้มเมล็ดโกโก้

ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของน้ำสกัดจากเยื่อหุ้มเมล็ดโกโก้ พบว่ามีสีขาวขุ่น ๆ หนืดเล็กน้อย รสเปรี้ยวอมหวาน กลิ่นหอมอ่อน ๆ การที่น้ำสกัดมีลักษณะขุ่นเนื่องจากมีเยื่อหุ้มเมล็ดบางส่วนปะปนมา ของเหลวที่สกัดได้คิดเป็น 3.42 เปอร์เซ็นต์ของผลและ 17.0 เปอร์เซ็นต์ของเมล็ด เมื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมี พบว่ามีค่าพีเอชค่อนข้างเป็นกรด ปริมาณเปกตินในรูปแคลเซียมเปกเตทค่อนข้างต่ำ ส่วนกรดแอสคอร์บิกมีอยู่ปริมาณเล็กน้อย ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำสกัดจากเยื่อหุ้มเมล็ดโกโก้

องค์ประกอบทางเคมี	น้ำสกัดจากเยื่อหุ้มเมล็ดโกโก้
เปกตินในรูปแคลเซียมเปกเตท (กรัมต่อ100 กรัม)	0.07
กรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก (กรัมต่อ100 กรัม)	0.74
กรดแอสคอร์บิก (มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิตร)	0.14
พีเอช	4.06
ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (องศาบริกซ์)	16.0 - 17.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2. ผลการศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่โกโก้

จากการทดลองผลิตผลิตภัณฑ์เยลลี่โกโก้ โดยการใช้วุ้นหรือเปกตินในปริมาณต่างกัน พบว่า แม้จะมีการใช้เปกตินสูงถึง 4 เปอร์เซ็นต์ ก็ไม่สามารถเกิดสภาพเจลได้ ทั้งนี้เนื่องจากสภาวะไม่เหมาะสมต่อการเกิดเจล กล่าวคือ ปริมาณน้ำตาลและกรดไม่เพียงพอ ส่วนปริมาณวุ้นที่ต่ำสุดที่สามารถทำให้เกิดเจลคือ 0.5 เปอร์เซ็นต์ แต่เจลที่ได้จากวุ้นเป็นเจลที่ขาดความยืดหยุ่น เปราะและไม่เหนียว ซึ่งจัดว่า เป็นสภาพเจลที่ไม่ดีนัก ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ปริมาณวุ้นและเปกตินที่มีผลต่อการเกิดเจลของเยลลี่โกโก้

ปริมาณวุ้นหรือเปกติน (เปอร์เซ็นต์)	สภาพเจล
เปกติน 1.0	ไม่เกิดสภาพเจล
เปกติน 2.0	ไม่เกิดสภาพเจล
เปกติน 3.0	ไม่เกิดสภาพเจล
เปกติน 4.0	ลักษณะเหนียวคล้ายแป้งเปียก ไม่เกิดสภาพเจล
วุ้น 0.1	ไม่เกิดสภาพเจล
วุ้น 0.2	ไม่เกิดสภาพเจล
วุ้น 0.3	ไม่เกิดสภาพเจล
วุ้น 0.4	เยลลี่สามารถคงรูปอยู่ได้ แต่ขาดความยืดหยุ่น ไม่ไหวไปมา แต่เมื่อตัดบางส่วนของเจลพบว่า เจลเปราะ ผิวหน้าไม่เยิ้ม เป็นลักษณะเจลที่ไม่ดี

จากการทดลองผสมวุ้นและเปกตินในอัตราส่วนต่างกัน และใช้ในปริมาณต่างกัน พบว่า อัตราส่วนของวุ้นต่อเปกตินที่ 1:2 ปริมาณ 1.7 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เกิดสภาพเจลที่ดี คือมีลักษณะการยืดหยุ่นของเจลมากขึ้น ดีกว่าการใช้วุ้นหรือเปกตินเพียงอย่างเดียว ดังแสดงในตารางที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 อัตราส่วนของวุ้นต่อเปกตินที่มีผลต่อการเกิดเจลของเยลลี่โกโก้

อัตราส่วนวุ้นต่อเปกติน	ปริมาณที่ใช้ (เปอร์เซ็นต์)	สภาพเจล
1:2	0.1-0.3	ไม่เกิดสภาพเจล
1:2	0.5	เยลลี่คงรูปได้เล็กน้อย ยืดหยุ่น และไหวไปมา เมื่อตัดหรือฝานบางส่วนออกผิวหน้าของเยลลี่จะเยิ้ม แสดงลักษณะเจลที่ไม่ดี
1:2	0.7	เยลลี่คงรูปอยู่ได้ ยืดหยุ่น ไหวไปมาเล็กน้อย เมื่อตัดหรือฝานบางส่วนออกผิวหน้าของเยลลี่จะไม่เยิ้ม ขอบคม แสดงลักษณะเจลที่ดี
1:2	0.9	เยลลี่แข็งตัวมากเกินไป
1:3	0.1- 0.7	ไม่เกิดสภาพเจล
1:3	0.9	เยลลี่คงรูปได้ ยืดหยุ่นและไหวไปมา เมื่อตัดหรือฝานบางส่วนออกผิวหน้าเยิ้ม แสดงลักษณะเจลที่ไม่ดี
1:3	1.1	เยลลี่คงรูปได้ ยืดหยุ่น ไหวไปมาเล็กน้อย เมื่อตัดหรือฝานบางส่วนออกผิวหน้าไม่เยิ้ม ขอบคม แสดงลักษณะเจลที่ดี
1:3	1.3	เยลลี่แข็งตัวมากเกินไป

จากการทดลองศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการเกิดเจลโดยใช้ความเข้มข้นของน้ำตาลและกรดที่แตกต่างกัน พบว่าความเข้มข้นของน้ำตาลที่ทำให้เกิดสภาพเจลที่ดีที่สุดอยู่ในช่วง 16.0-20.0 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 8 ส่วนความเข้มข้นของกรดที่ทำให้เกิดสภาพเจลที่ดีที่สุดอยู่ในช่วง 0.7-1.0 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 ความเข้มข้นของน้ำตาลที่มีผลต่อการเกิดเจลของเยลลี่โกโก้

ความเข้มข้นของน้ำตาล (เปอร์เซ็นต์)	สภาพเจล
1.0-5.0	ไม่เกิดสภาพเจล
6.0-10.0	ไม่เกิดสภาพเจล
11.0-15.0	เยลลี่คงรูปได้เล็กน้อย ไหวไปมามาก เมื่อตัดหรือฝานบางส่วนออกผิวหน้าเยิ้ม แสดงลักษณะเจลที่ไม่ดี
16.0-20.0	เยลลี่คงรูปอยู่ได้ ไหวไปมาเล็กน้อย เมื่อตัดหรือฝานบางส่วนออกผิวหน้าไม่เยิ้ม ขอบคม แสดงลักษณะเจลที่ดี
21.0-25.0	เยลลี่แข็งตัวมากเกินไป ขาดการยืดหยุ่น แสดงลักษณะเจลที่ไม่ดี

ตารางที่ 9 ความเข้มข้นของกรดที่มีผลต่อการเกิดเจลของเยลลี่โกโก้

ความเข้มข้นของกรด (เปอร์เซ็นต์)	สภาพเจล
0.1-0.5	ไม่เกิดสภาพเจล
0.6-1.0	เยลลี่คงรูปได้ ไหวไปมาเล็กน้อย เมื่อตัดหรือฝานบางส่วนออกผิวหน้าไม่เยิ้ม ขอบคม แสดงลักษณะเจลที่ดี
1.1-1.5	เยลลี่แข็งตัวมากเกินไป ขาดการยืดหยุ่น แสดงลักษณะเจลที่ไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3. ผลการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของเมล็ดโกโก้ในระหว่างการหมัก ทั้งที่ผ่านและไม่ผ่านการสกัดน้ำจากเยื่อหุ้มเมล็ด

ในระหว่างการหมักพบว่าชุดการทดลองที่ผ่านการสกัดเยื่อหุ้มเมล็ดโกโก้ออก (Treatment) จะมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นตลอดระยะเวลาการหมัก สำหรับชุดควบคุมที่ไม่ผ่านการสกัดเยื่อหุ้มเมล็ด (Control) จะให้ผลเช่นเดียวกัน และเมื่อนำผลการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในแต่ละวันของทั้ง 2 ชุดการทดลองเปรียบเทียบกัน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของเมล็ดโกโก้ในระหว่างการหมัก ทั้งที่ผ่านและไม่ผ่านการสกัดน้ำออกจากเยื่อหุ้มเมล็ด

กลุ่ม	วัน						
	1	2	3	4	5	6	7
control	^{a}29	^{a}30	^{a}35	^{a}38	^{a}39	^{a}43	^{a}44
treatment	^{a}27	^{a}28	^{a}33	^{a}36	^{a}39	^{a}44	^{a}45

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร (a,b,c,d) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่างในเมล็ดโกโก้ของชุดการทดลองทั้งสอง พบว่าค่าความเป็นกรดด่างในเมล็ดมีค่าลดลงตลอดระยะเวลาการหมัก ในวันสุดท้ายของการหมักมีค่าความเป็นกรด-ด่างของเมล็ดในชุดที่ผ่านการสกัดเยื่อหุ้มเมล็ดและชุดที่ไม่ผ่านการสกัดเยื่อหุ้มเมล็ด มีค่าเป็น 5.66 และ 5.51 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบชุดการทดลองทั้งสองพบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ดังแสดงในตารางที่ 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างของเมล็ดโกโก้ในระหว่างการหมัก ทั้งที่ผ่านและไม่ผ่านการสกัดน้ำออกจากเยื่อหุ้มเมล็ด

กลุ่ม	วัน						
	1	2	3	4	5	6	7
control	[a]7.25	[a]6.80	[a]6.48	[a]6.20	[a]5.98	[a]5.79	[a]5.51
treatment	[a]7.60	[a]6.95	[a]6.78	[a]6.18	[a]5.92	[a]5.85	[a]5.66

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร (a,b,c,d) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างในเยื่อหุ้มเมล็ดโกโก้ของชุดการทดลองทั้งสอง พบว่ามีค่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการหมัก ในวันสุดท้ายของภารหมักมีค่าความเป็นกรด-ด่างของเยื่อหุ้มเมล็ดในชุดที่ผ่านการสกัดเยื่อหุ้มเมล็ดและชุดที่ไม่ผ่านการสกัดเยื่อหุ้มเมล็ด มีค่าเป็น 6.89 และ 6.78 ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างของเยื่อหุ้มเมล็ดโกโก้ทั้งสองชุดการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

ตารางที่ 12 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างของเยื่อหุ้มเมล็ดโกโก้ในระหว่างการหมัก ทั้งที่ผ่านและไม่ผ่านการสกัดน้ำออกจากเยื่อหุ้มเมล็ด

กลุ่ม	วัน						
	1	2	3	4	5	6	7
control	[a]4.33	[a]4.66	[a]4.71	[a]4.96	[a]5.01	[a]5.48	[a]6.78
treatment	[a]4.42	[a]4.75	[a]5.12	[a]5.18	[a]5.85	[a]6.12	[a]6.89

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร (a,b,c,d) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

สำหรับค่าดรรชนีการหมักของชุดการทดลองทั้งสอง พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการหมัก ชุดการทดลองที่ผ่านการสกัดเยื่อหุ้มเมล็ดออกจะมีค่าดรรชนีการหมักสูงกว่าชุดการทดลองที่ไม่ผ่านการสกัดเอาเยื่อหุ้มเมล็ดออก โดยวันสุดท้ายของการหมักพบค่าดรรชนีการหมักในชุดการทดลองที่ผ่านการสกัดเยื่อหุ้มเมล็ดและไม่ผ่านการสกัดเยื่อหุ้มเมล็ดมีค่า 0.857 และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.849 ตามลำดับ แต่จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าชุดการทดลองทั้งสองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

ตารางที่ 13 การเปลี่ยนแปลงค่าดรรชนีการหมักของเมล็ดโกโก้ในระหว่างการหมัก ทั้งที่ผ่านและไม่ผ่านการสกัดน้ำออกจากเยื่อหุ้มเมล็ด

กลุ่ม	วัน						
	1	2	3	4	5	6	7
control	[a] 0.158	[a] 0.328	[a] 0.428	[a] 0.498	[a] 0.592	[a] 0.650	[a] 0.849
treatment	[a] 0.176	[a] 0.333	[a] 0.446	[a] 0.543	[a] 0.612	[a] 0.670	[a] 0.857

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร (a,b,c,d) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

4.4 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทางด้านประสาทสัมผัส

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคในเรื่องรสชาติของเยลลี่โกโก้ โดยใช้อัตราส่วนของวุ้นต่อเปกติน รวมทั้งความเข้มข้นของกรดที่ได้ศึกษามาแล้วว่ามีความเหมาะสมต่อการเกิดเจลของเยลลี่โกโก้ และการทดสอบนี้ได้ใช้ความเข้มข้นของน้ำตาลที่แตกต่างกันดังนี้ คือ 14.0, 16.0, 18.0, 20.0 และ 22.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่าความเข้มข้นของน้ำตาล 18.0 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับสูงสุดคือ 0.73 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ดังแสดงในตารางที่ 14 สำหรับตารางที่ 15 แสดงให้เห็นถึงคะแนนการยอมรับในเรื่องความเปรี้ยวของเยลลี่โกโก้ โดยการใช้อัตราส่วนวุ้นต่อเปกติน และปริมาณน้ำตาลที่ได้ศึกษามาแล้วว่ามีความเหมาะสมต่อการเกิดเจลของเยลลี่โกโก้ ปริมาณกรดที่ใช้แตกต่างกัน คือ 0.7, 0.8, 0.9, 1.0 และ 1.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่าความเข้มข้นของกรดที่ใช้ 1.0 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับสูงสุดคือ 0.68 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14 คะแนนการยอมรับในเรื่องความหวานของเยลลี่โกโก้ที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของน้ำตาล (เปอร์เซ็นต์)	คะแนนเฉลี่ยการยอมรับ
14.0	[a]0.33
16.0	[d]0.43
18.0	[c]0.73
20.0	[b]0.53
22.0	[b]0.53

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร (a,b,c,d) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

ตารางที่ 15 คะแนนการยอมรับในเรื่องความเปรี้ยวของเยลลี่โกโก้ที่มีความเข้มข้นของกรดแตกต่างกัน

ความเข้มข้นของกรด (เปอร์เซ็นต์)	คะแนนเฉลี่ยการยอมรับ
0.7	[a]0.49
0.8	[a]0.58
0.9	[a]0.61
1.0	[a]0.68
1.1	[a]0.65

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร (a,b,c,d) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

จากการทดสอบการยอมรับในเรื่องของสีและกลิ่นของผลิตภัณฑ์ พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ต้องการให้มีการปรับปรุงสีและกลิ่น มีคะแนนเฉลี่ย คือ 2.6 และ 2.2 ตามลำดับ แสดงว่าผู้บริโภคยังไม่มีความพึงพอใจในเรื่องของสีและกลิ่นของผลิตภัณฑ์เยลลี่โกโก้ที่ผลิตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 การศึกษาลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของน้ำสกัดจากเยื่อหุ้มเมล็ดโกโก้ พบว่าลักษณะของเหลวที่สกัดได้จะมีสีขาวขุ่น หนืดเล็กน้อย มีรสเปรี้ยวอมหวาน กลิ่นหอมอ่อน ๆ ปริมาณของน้ำที่สกัดได้คิดเป็น 3.42 เปอร์เซ็นต์ของผล และ 17.0 เปอร์เซ็นต์ของเมล็ด มีค่าพีเอช 4.06 ประกอบด้วยเปกติน (ในรูปแคลเซียมเปกเตท) 0.07 เปอร์เซ็นต์ กรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก 0.74 เปอร์เซ็นต์ กรดแอสคอร์บิก 0.14 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 16 องศาบริกซ์

5.1.2 การศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่โกโก้ พบว่าอัตราส่วนของ วุ้นต่อเปกตินที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่โกโก้คือ 1:2 โดยน้ำหนัก ปริมาณที่เหมาะสมคือ 0.7 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณน้ำตาล 16.0-20.0 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณกรด 0.6-1.0 เปอร์เซ็นต์ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีสีน้ำตาลอ่อน ๆ มีพีเอชประมาณ 3.4 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 18.7 องศาบริกซ์

5.1.3 การเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของเมล็ดโกโก้ในระหว่างการหมักทั้งที่ผ่านและไม่ผ่านการสกัดน้ำจากเยื่อหุ้มเมล็ด พบว่าอุณหภูมิ พีเอชของเมล็ดและเยื่อหุ้ม และค่าดรรชนีการหมักทั้งสองไม่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

5.1.4 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทางด้านประสาทสัมผัส พบว่าการใช้ความเข้มข้นของน้ำตาล 18 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยของการยอมรับ 0.73 ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยสูงสุดของกลุ่มทดลองทั้งหมด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 สำหรับความเข้มข้นของกรด พบว่า การใช้ความเข้มข้นของกรด 1 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยของการยอมรับ 0.68 เป็นค่าเฉลี่ยสูงสุดของกลุ่มทดลองทั้งหมด และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรมีการปรับปรุงสีและกลิ่นของเยลลี่โกโก้ เพื่อให้เป็นที่สะดุดตาและจูงใจผู้บริโภค

5.2.2 ควรศึกษาคุณค่าทางอาหารจากผลิตภัณฑ์ที่ได้ควบคู่ไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

จารุตม์ บรรเจิดประยูร. 2532. การปรับปรุงคุณภาพของเครื่องดื่ม แยม และเยลลี่จากเสาวรส, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 22-32.

ดวงใจ โอชัยกุล. 2539. ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเยื่อหุ้มเมล็ดโกโก้, อาหาร (26)3 , หน้า 168-172

มาตราฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2521. แยม เยลลี่และมาร์มาเลด, สำนักงานมาตราฐานอุตสาหกรรม, กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพ, หน้า 18-19.

ศิวาพร ศิวเวชช. 2529. วัตถุเจือปนในอาหาร เล่มที่ 1, ครั้งที่ 4, คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 128-137.

ศิวาพร ศิวเวชช. 2535. วัตถุเจือปนอาหารในผลิตภัณฑ์อาหาร, ครั้งที่ 1, ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมทางการเกษตรแห่งชาติ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 159-164.

อรพิน ภูมิภมร. 2523. คาร์โบไฮเดรตในอาหาร, คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 2-64.

อำนวย สุขเหมือน. 2527. เยลลี่, วิทยาศาสตร์สำหรับประชาชน ครั้งที่ 389, กรมวิทยาศาสตร์บริการ, กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและพลังงาน, กรุงเทพ. หน้า 1-5.

Adam, M.R.,Dougan,J., Glossop, E.J. and Twiddy, D.R.. 1982. Cocoa sweating and effluent of potential value, Agri. Wastes. 4:225-9 p.

Alan Imeson. 1992. Thickening And Gelling Agents For Food, Blackie Academic & Professional. 25-154 p.

Alex S, Lopez. 1985. International Cocoa Research Conference. 425-514 p.

A.O.A.C. 1984. Official Methods of Analysis of The Association Analytical Chemisis. Washington, D.C.

Bennion, M. 1980. The Science of Food, John Wiley & Sons. 346-368 p.

Berbert, P.R.F. 1979. Contribuicao para O conhecimento dos acucares componentes da amendoa e do mel de cacau. Revista Theobroma(Brasil). 9: 51-61 p.

Chaft, E.M. 1953. Cocoa Cultivation Processing Analysis, Interscience Publisher. 15-27 p.

Comissao Executive Do Plano Da Lavoura Cacaueira (CEPLAC). Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC). 1982. Desenvolvimento da Pesquisa e Experimentacao Agropecuaria. Principais Resultados. Tlheus, BA, Brasil. 854 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dittmar, E.K.1956. A composicao da polpa diferents variedades de cacau da Bahia. Instituto de Technologia da Bahia. Boletim 14. 9 p.

Dominic W.S. Wong, Ph.D. 1989. Mechanism And Theory In Food Chemistry, Van Nostrand Reinhold N.Y., 97-138 p.

Pereira, V. DE. P. and Soares, DE A.J.C.1971. Industrializacao do mel de cacau. In: VII Semana do Fazendeiro e VI Encontro de Tecnicos e Fazendeiros. EMARC, Urucuca, Relatorio. Urucuca, BA, Brasil. 4 p.

Serra, W.S. 1975.Normas para producao de geleia de cacau. *Cacau atualidades* (Brasil).12:4-5 p.

Wood, G.A.R. and Lass, R.A. 1985. Cocoa. 4th ed., Tropical Agriculture Series, Longman, New York.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

1. การวิเคราะห์ปริมาณกรด

1.1 วิธีการ

ปิเปตน้ำโกโก้ 50 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร นำไปไตเตรทด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์มาตรฐานความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล จนตัวอย่างมีพีเอชเท่ากับ 8.1 บันทึกปริมาตรสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้

1.2 การคำนวณ

$$\% \text{ กรดซิตริก} = \frac{0.1 \times 70 \times 100 \times a \times b}{1000 \times w}$$

a = ปริมาตรของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไตเตรท

b = ค่าความเจือจาง

w = น้ำหนักตัวอย่าง

2. การวิเคราะห์ปริมาณกรดแอสคอร์บิกโดยวิธี Indophenol (Ruck, 1963)

2.1 สารเคมีที่ใช้

สารละลายอินโดฟีนอล (Indophenol dye) 0.04 เปอร์เซ็นต์ เตรียมโดยละลาย 2,6-ไดคลอฟีนอล อินโดฟีนอล (2,6-dichlorophenol indophenol) 0.2 กรัม ใส่น้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร ปรับปริมาตร 500 มิลลิลิตร ในขวดแก้วปรับปริมาตร และเก็บสารละลายที่เตรียมนี้ในตู้เย็น

สารละลายกรดออกซาลิกเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ เตรียมโดยละลายกรดออกซาลิก 4 กรัม ด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร

2.2 การหามาตรฐานของสารละลายอินโดฟีนอล

ละลายโปตัสเซียมไอโอไดด์ 2.3 กรัม ด้วยน้ำกลั่นประมาณ 5 มิลลิลิตร แล้วปิเปตสารละลายอินโดฟีนอล 15 มิลลิลิตร และสารละลายกรดเกลือเข้มข้น 1 นอร์มัล ปริมาณ 10 มิลลิลิตร ผสมเข้าด้วยกัน ตั้งทิ้งไว้ 2 นาที นำมาไตเตรทด้วยสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตเข้มข้น 0.01 นอร์มัล (เตรียมขณะทดลอง) โดยใช้ไมโครบิวเรต ค่อย ๆ หยดน้ำแป้ง 1-2 มิลลิลิตร จนสารละลายไม่มีการเปลี่ยนแปลงสี ทำการไตเตรทให้สมบูรณ์ภายใน 1 นาที (สารละลายอินโดฟีนอลต้องมีการไตเตรทหามาตรฐานทุก 48 ชั่วโมง และใช้ให้หมดภายใน 2 สัปดาห์ และเก็บรักษาในตู้เย็นตลอดเวลา) แล้วคำนวณตามสูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

dye equivalent = $\frac{1}{100} \times \frac{88 \times 1000 \times \text{ปริมาตรของโซเดียมไทโอซัลเฟต} \times \text{นอร์มัลลิตี้ของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต}}{\text{ปริมาตรสารละลายอินโดฟีนอล}}$

(โดยน้ำหนักโมเลกุลของกรดแอสคอร์บิกเป็น 88 กรัมต่อโมล)

2.3 วิธีการ

ปิเปตน้ำผลไม้ 10 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดแก้วที่ปรับปริมาตรได้ขนาด 100 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยสารละลายกรดออกซาลิกเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นปิเปตสารละลายนี้มา 5 หรือ 10 มิลลิลิตร ใส่ขวดแก้วขนาด 50 มิลลิลิตร เติมสารละลายกรดออกซาลิกเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ ลงไปประมาณ 15 มิลลิลิตร นำสารละลายที่ได้ไปไตเตรทด้วยสารละลายอินโดฟีนอลเข้มข้น 0.04 เปอร์เซ็นต์ จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูจาง ๆ ปรากฏอยู่นาน 5 - 10 วินาที การไตเตรทต้องทำให้เสร็จสมบูรณ์ภายใน 1 นาที และปริมาตรของสารละลายอินโดฟีนอลที่ใช้ไม่ควรเกิน 1.5 มิลลิลิตร

2.4 การคำนวณ

มิลลิตรของกรดแอสคอร์บิกต่อ 100 มิลลิลิตรน้ำผลไม้ = dye equivalent x titer x dilution

3. การวิเคราะห์ปริมาณเปกตินในรูปแคลเซียมเปกเตท (Ruck, 1963)

3.1 สารเคมีที่ใช้

- สารละลายกรดอะซิติกเข้มข้น 1 นอร์มัล เตรียมโดย ปิเปตสารละลายกรดอะซิติกเข้มข้น 30 มิลลิลิตรแล้วปรับปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น

- สารละลายแคลเซียมคลอไรด์เข้มข้น 1 นอร์มัล เตรียมโดยละลายแคลเซียมคลอไรด์ (ที่ปราศจากน้ำ) 27.5 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร

- สารละลายซิลเวอร์ไนเตรทเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ เตรียมโดยละลายซิลเวอร์ไนเตรท 1 กรัมในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

3.2 วิธีการ

ชั่งตัวอย่างที่ต้องการหาเปกตินมา 50 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 800 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นประมาณ 400 มิลลิลิตร นำไปต้มให้เดือดเบา ๆ นาน 1 ชั่วโมง ขณะที่ต้มต้องคอยเติมน้ำกลั่นเพื่อทดแทนน้ำส่วนที่ระเหยออกไป ทิ้งให้เย็นแล้วปรับปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร ในขวดแก้วที่ปรับปริมาตรได้ จากนั้นกรองเพื่อให้ได้สารละลายใสด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4

ปิเปตสารละลายใสมา 100 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์ขนาด 800 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 300 มิลลิลิตร และเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1 นอร์มัล ปริมาตร 10 มิลลิลิตร กวนสารละลายให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ 1 คืน จากนั้นเติมสารละลายกรดอะซิติกเข้มข้น 1 นอร์มัล ปริมาตร 50 มิลลิลิตร กวนและตั้งทิ้งไว้ 5 นาที เติมสารละลายแคลเซียมคลอไรด์เข้มข้น 1 นอร์มัลปริมาตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

25 มิลลิลิตร แล้วตั้งทิ้งไว้นาน 1 ชั่วโมง ก่อนนำไปต้มให้เดือดเบา ๆ นาน 1 นาที รีบกรองร้อนด้วยกระดาษกรองเบอร์ 41H แล้วล้างตามด้วยน้ำร้อนจนสารละลายใสที่กรองได้ปราศจากคลอไรด์อิสระ (ตรวจสอบโดยไตเตรทกับสารละลายซิลเวอร์ไนเตรทเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์) นำตะกอนเปกตินบนกระดาษกรองเข้าตู้อบอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง และทิ้งให้เย็นในเดซิเคเตอร์ ก่อนชั่งหาน้ำหนักที่แน่นอน

3.3 การคำนวณ

$$\text{เปอร์เซ็นต์แคลเซียมเปกเตท} = \frac{\text{น้ำหนักของแคลเซียมเปกเตท X 100}}{\text{น้ำหนักของตัวอย่าง}}$$

4. การวัดความเป็นกรด-ด่าง

นำตัวอย่าง 10 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 150 มิลลิลิตร เติมน้ำร้อนปริมาตร 90 มิลลิลิตร อย่างช้า ๆ เขย่าแล้วนำไปกรองทำให้เย็นที่อุณหภูมิประมาณ 20-25 องศาเซลเซียส วัดความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่องวัดพีเอช

5. การหาดรรชนีการหมัก (Fermentation Index) (Gouarieva and Tserevitinov, 1979)

5.1 สารเคมี

เตรียมเมทานอลและกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นในอัตราส่วน 97ต่อ3

5.2 วิธีการ

ชั่งเมล็ดโกโก้ที่บดแล้ว ปริมาณ 0.5 กรัม ใส่ในขวดรูปกรวยขนาด 125 มิลลิลิตร เติมสารเคมีที่เตรียมไว้ลงไป 50 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน นำไปเก็บในตู้เย็น (8 องศาเซลเซียส) เป็นเวลานาน 16-18 ชั่วโมง นำสารละลายในขวดไปกรองด้วยระบบสูญญากาศ โดยใช้กระดาษกรองเบอร์ 1 นำสารละลายที่กรองได้ไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 460 และ 530 นาโนเมตร ด้วยเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง

5.3 การคำนวณ

$$\text{ค่าดรรชนีการหมัก} = \frac{\text{ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 460 นาโนเมตร}}{\text{ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 530 นาโนเมตร}}$$

6. การวิเคราะห์ลักษณะเจล โดยวิธี Modified least pectin

นำเยลลี่ที่กวนจนได้ที่แล้ว เทลงในถ้วยแก้วปากดัดขนาด 50 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้จนเยลลี่มีอุณหภูมิลดลงและเจลเกิดการอยู่ตัวเต็มที่ ถ้าเยลลี่มีสภาพเจลที่ดีจะพบว่า เมื่อคว่ำถ้วยแก้วก้อนเจลสามารถคงรูปอยู่ได้เอง มีสภาพความหยืดหยุ่นของเจลดี สังเกตก้อนเจลมีการสั่นไหวไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาได้ดี เมื่อใช้มีดตบด้านข้างเบา ๆ และเมื่อตัดบางส่วนของเยลลี่แล้ว ขอบด้านที่ถูกตัด ต้องมีลักษณะคม ผิวหน้าตัดไม่เยิ้ม

ตารางภาคผนวกที่ 1 การวิเคราะห์ทางสถิติของความหวานของเยลลี่โกโก้ที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลแตกต่างกัน

ANOVA

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	4	33.413	8.353	9.001*
Error	70	73.067	1.044	
Total	74	106.48		

หมายเหตุ * มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

ตารางภาคผนวกที่ 2 การวิเคราะห์ทางสถิติของความเปรี้ยวของเยลลี่โกโก้ที่มีความเข้มข้นของกรดแตกต่างกัน

ANOVA

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	4	7.814	1.954	1.422^{ns}
Error	70	96.133	1.373	
Total	74	103.947		

หมายเหตุ ^{ns} ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างแบบประเมินรสชาติของเยลลี่โกโก้

คำชี้แจง แบบประเมินรสชาติของเยลลี่โกโก้นี้ จะมีข้อความที่เกี่ยวกับความรู้สึกและความคิดเห็นต่อรสชาติของเยลลี่ทั้งหมด 10 ข้อ ให้ท่านพิจารณาประเมินความรู้สึกของท่านตามสภาพความเป็นจริง และทำเครื่องหมาย ลงในช่องว่างทางขวามือตามเงื่อนไขต่อไปนี้

ทำเครื่องหมาย ลงในช่องที่ 5 ถ้าท่านมีความรู้สึกสอดคล้องกับข้อความนั้นมากที่สุด

ทำเครื่องหมาย ลงในช่องที่ 4 ถ้าท่านมีความรู้สึกสอดคล้องกับข้อความนั้นมาก

ทำเครื่องหมาย ลงในช่องที่ 3 ถ้าท่านมีความรู้สึกสอดคล้องกับข้อความนั้นปานกลาง

ทำเครื่องหมาย ลงในช่องที่ 2 ถ้าท่านมีความรู้สึกสอดคล้องกับข้อความนั้นน้อย

ทำเครื่องหมาย ลงในช่องที่ 1 ถ้าท่านมีความรู้สึกสอดคล้องกับข้อความนั้นน้อยที่สุด

ข้อ	ข้อความ	5	4	3	2	1
1.	ท่านชอบรับประทานเยลลี่					
2.	ชุดควบคุมมีความหวานเหมาะสม					
3.	ชุดทดลองที่ 1 มีความหวานเหมาะสม					
4.	ชุดทดลองที่ 2 มีความหวานเหมาะสม					
5.	ชุดทดลองที่ 3 มีความหวานเหมาะสม					
6.	ชุดทดลองที่ 4 มีความหวานเหมาะสม					
7.	ชุดทดลองที่ 5 มีความหวานเหมาะสม					
8.	ท่านคิดว่าเยลลี่โกโก้น่าจะเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค					
9.	ท่านคิดว่าน่าจะมีการปรับปรุงสีของเยลลี่โกโก้					
10.	ท่านคิดว่าน่าจะมีการปรับปรุงกลิ่นของเยลลี่โกโก้					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างแบบประเมินรสชาติของเยลลี่โกโก้

คำชี้แจง แบบประเมินรสชาติของเยลลี่โกโก้นี้ จะมีข้อความที่เกี่ยวกับความรู้สึกและความคิดเห็นต่อรสชาติของเยลลี่ทั้งหมด 10 ข้อ ให้ท่านพิจารณาประเมินความรู้สึกของท่านตามสภาพความเป็นจริง และทำเครื่องหมาย ลงในช่องว่างทางขวามือตามเงื่อนไขต่อไปนี้

ทำเครื่องหมาย ลงในช่องที่ 5 ถ้าท่านมีความรู้สึกสอดคล้องกับข้อความนั้นมากที่สุด

ทำเครื่องหมาย ลงในช่องที่ 4 ถ้าท่านมีความรู้สึกสอดคล้องกับข้อความนั้นมาก

ทำเครื่องหมาย ลงในช่องที่ 3 ถ้าท่านมีความรู้สึกสอดคล้องกับข้อความนั้นปานกลาง

ทำเครื่องหมาย ลงในช่องที่ 2 ถ้าท่านมีความรู้สึกสอดคล้องกับข้อความนั้นน้อย

ทำเครื่องหมาย ลงในช่องที่ 1 ถ้าท่านมีความรู้สึกสอดคล้องกับข้อความนั้นน้อยที่สุด

ข้อ	ข้อความ	5	4	3	2	1
1.	ท่านชอบรับประทานเยลลี่					
2.	ชุดควบคุมมีความเปรี้ยวเหมาะสม					
3.	ชุดทดลองที่ 1 มีความเปรี้ยวเหมาะสม					
4.	ชุดทดลองที่ 2 มีความเปรี้ยวเหมาะสม					
5.	ชุดทดลองที่ 3 มีความเปรี้ยวเหมาะสม					
6.	ชุดทดลองที่ 4 มีความเปรี้ยวเหมาะสม					
7.	ชุดทดลองที่ 5 มีความเปรี้ยวเหมาะสม					
8.	ท่านคิดว่าเยลลี่โกโก้น่าจะเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค					
9.	ท่านคิดว่าน่าจะมีการปรับปรุงสีของเยลลี่โกโก้					
10.	ท่านคิดว่าน่าจะมีการปรับปรุงกลิ่นของเยลลี่โกโก้					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้