สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การผลิตเยลลี่ธัญพืช

PRODUCTION OF CEREALS JELLY

โดย

นางสาวกมลพรรณ ศิริธร

ปีการศึกษา 2547

ส/ว
ก136ก
2547

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 58867
วัน,เดือน,ปี 10 ก.พ. 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

b. 11119591
i.....

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2547

ชื่อเรื่อง การผลิตเยลลี่ธัญพืช

Production of Cereals Jelly.

ชื่อ-สกุล นางสาวกมลพรรณ ศิริธร

สาขาวิชา อุสาหกรรมเกษตร **ภาควิชา** ครุศาสตร์เกษตร

คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาอาจารย์อรุณรัศมี แสงศิลา

บทคัดย่อ

การผลิตเยลลี่ธัญพืช ทำการคัดเลือกชนิดและอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารที่ทำให้เกิดเจลในการผลิตเยลลี่ ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีทดสอบชิม มีคะแนน 1-5 แล้ววิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยวิธี Duncan Multiple Range Test ,DMRT พบว่าผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่ใช้คาราจีแนน 2 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ เพคติน 1 เปอร์เซ็นต์ ได้การยอมรับด้านความอ่อนนุ่ม ความใส ลักษณะคงรูป ความชอบโดยรวมสูงสุด มีคะแนนเฉลี่ย 3.80 3.70 3.85 3.80 ตามลำดับ

จึงทำการศึกษาชนิดของน้ำธัญพืชและอัตราส่วนเนื้อธัญพืชที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่จากธัญพืช ชนิดของน้ำธัญพืชมีทั้งหมด 4 ตัวอย่าง คือ (1) น้ำสกัดจากข้าวเหนียวดำ (2) น้ำสกัดจากลูกเดือย (3) น้ำสกัดจากข้าวเหนียวดำต่อน้ำผลไม้รวม 1:1 และ(4) น้ำสกัดจากลูกเดือยต่อน้ำผลไม้รวม 1:1 ทำการทดสอบชิม โดยมีระดับคะแนน 1-9 พบว่าผลิตภัณฑ์เยลลี่ ตัวอย่างที่ 4 ได้การยอมรับในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงสุด มีคะแนนเฉลี่ย 7.40 6.30 6.95 5.90 6.85 ตามลำดับ เนื่องจากผู้บริโภคเคยชินกับเยลลี่ที่มีกลิ่นรสของน้ำผลไม้

จากนั้นนำมาเสริมเนื้อธัญพืช คือ เนื้อลูกเดือยที่ 0 ,2 ,10 ,15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่าเมื่อเปรียบเทียบระหว่างตัวอย่างที่เสริมเนื้อลูกเดือยที่ 2 และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกันทางสถิติแต่ลำดับคะแนนที่ 2 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนการยอมรับในคุณลักษณะด้านต่างๆสูงที่สุด หากจะเสริมลูกเดือยในเยลลี่ควรเสริมที่ระดับ 2 ถึง 10 เปอร์เซ็นต์จึงจะเหมาะสม ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ที่จะผลิตเยลลี่ที่เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการต่อผู้บริโภคโดยการใช้ประโยชน์จากธัญพืชดังลูกเดือย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การทำปัญหาพิเศษนี้ สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือจากหลายฝ่ายด้วยกัน โดยเฉพาะอาจารย์อรุณรัศมี แสงศิลา อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่าในการให้คำปรึกษาช่วยเหลือ และให้คำแนะนำเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆด้วยดี ตลอดระยะเวลาในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้และขอขอบพระคุณที่ให้ความช่วยเหลือ อำนวยความสะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติการ เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำปัญหาพิเศษ นอกจากนี้ยังได้รับการอำนวยความสะดวกต่างๆจากเจ้าหน้าที่ภาคครุศาสตร์เกษตร รวมทั้งความช่วยเหลือจากเพื่อนๆ ในการทำการทดลองซึ่งทำให้การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี จึงขอขอบคุณทุกท่านที่กล่าวมา ณ โอกาสนี้

ความดีของปัญหาพิเศษเล่มนี้ ขอมอบให้ภัย บิดา มารดา ซึ่งสนับสนุนด้านทุนทรัพย์และกำลังใจ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

กมลพรรณ ศิริธร

พฤษภาคม 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ..... ก

กิตติกรรมประกาศ..... ข

สารบัญ..... ค

สารบัญตาราง..... จ

สารบัญภาพ..... ฉ

บทที่

1 บทนำ..... 1

1.1 ความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์..... 1

1.3 ขอบเขตของปัญหา..... 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 2

2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง..... 3

2.1 เยลลี่..... 3

ก. องค์ประกอบที่สำคัญในการผลิตเยลลี่..... 3

1. สารที่ทำให้เกิดเจล..... 3

2. น้ำตาล..... 20

3. กรด..... 22

ข. การผลิตเยลลี่..... 24

2.2 ธัญพืช..... 31

ก. ลูกเดือย..... 31

ข. ข้าวเหนียว..... 32

3 อุปกรณ์และวิธีการ..... 36

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย..... 36

3.2 วิธีการ..... 37

3.3 สถานที่ทำการวิจัย..... 40

3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย..... 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
4	ผลการวิจัยและวิจารณ์	42
	4.1 การศึกษาชนิดและอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารที่ทำให้เกิดเจลในการผลิตเยลลี่	42
	4.2 การศึกษาชนิดและอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำธัญพืชในการผลิตเยลลี่จากธัญพืช	44
	4.3 การศึกษาอัตราส่วนของเนื้อธัญพืชในการผลิตเยลลี่จากธัญพืช	46
5	สรุปและข้อเสนอแนะ	49
	5.1 การศึกษาชนิดและอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารที่ทำให้เกิดเจลในการผลิตเยลลี่	49
	5.2 การศึกษาชนิดและอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำธัญพืชในการผลิตเยลลี่จากธัญพืช	49
	5.3 การศึกษาอัตราส่วนธัญพืชที่เหมาะในการผลิตเยลลี่จากธัญพืช	50
	5.4 ข้อเสนอแนะ	51
บรรณานุกรม		52
ภาคผนวก		54
	ภาคผนวก ก	55
	ภาคผนวก ข	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1. ลักษณะโครงสร้างและคุณสมบัติของคาราจีแนนชนิดแคปปา แลมบ์ดาและไอโอตา..... 10
2. องค์ประกอบทางเคมีของหัวบุกสดและผงบุก..... 14
3. เปรียบเทียบคุณสมบัติของการผลิตแป้งบุกแบบแห้งและการผลิตแบบเปียก..... 16
4. คุณสมบัติที่ดีของแป้งบุกที่บริสุทธิ์ เปรียบเทียบกับแป้งบุกก่อนนำไปทำให้บริสุทธิ์..... 17
5. อุณหภูมิสุดท้ายของส่วนผสมที่ทำเยลลี่ในระดับพื้นที่ต่าง..... 28
6. สาเหตุการทำเยลลี่ไม่ได้ผล..... 29
7. คุณค่าทางโภชนาการของลูกเดือย..... 32
8. คุณค่าทางโภชนาการของข้าวเหนียว..... 33
9. คะแนนเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่ที่ใช้สารทำให้เกิดเจลในอัตราส่วนต่างๆ..... 42
10. คะแนนเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่ได้จากน้ำธัญพืชชนิดต่างๆ..... 45
11. คะแนนเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่ที่เสริมเนื้อธัญพืชในอัตราส่วนต่างๆ..... 47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.	การเกิดหมู่เอสเทอร์ของหมู่เมทิลบนโซ่ของกรดกาแลคทูโรนิค	4
2.	การเปลี่ยนแปลงของโปรโตเพคติน	5
3.	เจลมิเตอร์	8
4.	กระบวนการผลิตแป้งบุกแบบแห้ง (Dry method)	15
5.	กระบวนการผลิตแป้งบุกโดยวิธีแบบเปียก	16
6.	สูตรโครงสร้างของซูโครส	21
7.	สภาวะที่เหมาะสมของการเกิดเจลของเพคติน	24
8.	การดูลักษณะไหลเป็นแผ่นของเยลลี่ต้มได้ที่	27
9.	รีแฟรคโตมิเตอร์	27
10.	กรรมวิธีการผลิตเยลลี่	30
11.	ขั้นตอนการผลิตเยลลี่	38
ภาคผนวก ข. 1		57
ภาคผนวก ข. 2		58
ภาคผนวก ข. 3		59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันผู้บริโภคมีความระมัดระวังเกี่ยวกับการรักษาสุขภาพมากขึ้น โดยเฉพาะอาหารที่บริโภค เยลลี่ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากน้ำผลไม้ที่ได้จากการคั้นหรือการสกัดจากผลไม้สดหรือน้ำผลไม้ที่ผ่านกรรมวิธีหรือทำให้เข้มข้น ผสมกับสารที่ให้ความหวานและทำให้มีความข้นเหนียวพอเหมาะ (มอก.263, 2521 : 2-6) ซึ่งคนไทยนิยมนำมารับประทานเป็นขนมหวานหรืออาหารว่าง แต่เมื่อพิจารณาคุณค่าทางโภชนาการแล้ว พบว่าสารอาหารหลักของเยลลี่ คือ คาร์โบไฮเดรต ทำให้เยลลี่มีคุณค่าทางอาหารในด้านพลังงานเท่านั้น แนวทางหนึ่งในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภค คือ การเสริมธัญพืชชนิดต่างๆที่อุดมไปด้วยคุณค่าทางอาหาร ธัญพืชที่ผู้บริโภคให้ความสนใจในปัจจุบัน เช่น ลูกเดือย ซึ่งมีสรรพคุณในการบำรุงกำลัง มีองค์ประกอบคือ คาร์โบไฮเดรต 58-62 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 5 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนอยู่ถึง 12 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสอยู่ในปริมาณสูง และมีวิตามินบีหนึ่งมากกว่าข้าวกล้อง การที่มีวิตามินบีหนึ่งสูงจะช่วยในการแก้โรคเหน็บชาได้ (มูลนิธิสุขภาพไทย. 2545 : 13) อาหารที่มีลูกเดือยเป็นส่วนประกอบ ได้แก่ น้ำเต้าหู้ทรงเครื่อง น้ำลูกเดือย ส่วนข้าวเหนียวดำ นอกจากจะให้สีม่วงตามธรรมชาติ เพราะมีสารจำพวก (anthocyanin) เป็นสารที่ละลายได้ดีในน้ำซึ่งสามารถนำไปใช้แต่งสีผสมอาหารได้ (นิจศิริ เรืองรังสี และ พยอม ตันติวัฒน์, 2534 : 100) โดยไม่ต้องพึ่งสีผสมอาหาร ยังนิยมนำมาทำเป็นขนมหวานต่างๆ เช่น ข้าวเหนียวดำหน้า ข้าวเหนียวเปียก

ดั้งนั้นจากประโยชน์ของข้าวเหนียวดำและลูกเดือยดังที่กล่าวมาข้างต้น จึงมีความสนใจที่จะศึกษาเกี่ยวกับการผลิตเยลลี่ที่มีคุณค่าทางโภชนาการ และเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภค โดยการใช้ส่วนผสมจากธัญพืช ได้แก่ ข้าวเหนียวดำและลูกเดือย พร้อมทั้งศึกษาชนิดและอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารที่ทำให้เกิดเจลในการผลิตเยลลี่จากธัญพืช

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1. เพื่อศึกษาชนิดและอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารที่ทำให้เกิดเจลในการผลิตเยลลี่

1.2.2. เพื่อศึกษาชนิดของน้ำธัญพืชที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่จากธัญพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.3. เพื่อศึกษาอัตราส่วนของเนื้อธัญพืชที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่จากธัญพืช

1.3 ขอบเขตของปัญหา

ศึกษาชนิดและอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารที่ทำให้เกิดเจลในการผลิตเยลลี่ ชนิดของสารที่ใช้ คือ ผงบุก , คาราจีแนน และเพคติน จากนั้นจึงศึกษาชนิดและอัตราส่วนที่เหมาะสมของธัญพืช โดยใช้ทั้งส่วนที่เป็นน้ำสกัดและส่วนที่เป็นเนื้อธัญพืช ในการผลิตเยลลี่ ธัญพืชที่ใช้มี 2 ชนิด คือ ข้าวเหนียวดำและลูกเดือย พร้อมทั้งประเมินผลการทดลองโดยการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีทดสอบชิมกับนักศึกษาสาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 20 คน เป็นตัวแทนกลุ่มผู้บริโภคในการชิม สถานที่ทดลองภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1. ได้สูตรที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่จากธัญพืช

1.4.2. เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ที่มีคุณค่าทางโภชนาการออกสู่ตลาด

1.4.3. เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์เยลลี่จากธัญพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 เยลลี่

เยลลี่ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากน้ำผลไม้ที่ได้จากการคั้น การสกัดจากผลไม้สด น้ำผลไม้ที่ผ่านกรรมวิธีการทำให้เข้มข้นหรือ การแช่แข็งผสมกับสารที่ให้ความหวาน หรือการทำให้มีความข้นเหนียวพอเหมาะ โดยไม่มีน้ำผลไม้เจือปน ส่วนประกอบของเยลลี่จะต้องเป็นน้ำผลไม้หรือส่วนที่สกัดได้จากน้ำผลไม้ และผลไม้ที่ใช้ต้องผ่านการกรองเพื่อทำให้ใส ปราศจากชิ้นหรือเศษผลไม้ และอาจทำให้เข้มข้นขึ้นโดยการระเหยน้ำออก ปริมาณน้ำผลไม้หรือน้ำที่สกัดได้จากผลไม้ที่ใช้ทำต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 ของน้ำหนักทั้งหมด เยลลี่ต้องมีลักษณะกึ่งแข็งกึ่งเหลวพอเหมาะสำหรับใช้รับประทาน ต้องมีความใส แสงผ่านได้ ไม่มีชิ้นหรือเศษของผลไม้ปะปนอยู่ มีสี กลิ่นรสตามชนิดของผลไม้มีปะปนอยู่ มีสี กลิ่นรสตามชนิดของผลไม้ที่ใช้ทำ อาจมีสีผสมอาหารได้ ตามที่กฎหมายกำหนดไว้ในการปรุงแต่ง (มอก.263, 2521 : 2-6)

ผลไม้ หมายความรวมถึงผักที่เหมาะสมในการทำแยม เยลลี่ และมาร์มาเลด ซึ่งสดไม่เน่าเสีย ไม่เป็นโรคหรือมีรา ล้างกำจัดผงหรือฝุ่นละออง ยาฆ่าแมลงตกค้างและสิ่งอื่นที่ติดมา หรืออาจใช้ผลไม้แช่แข็ง ผลไม้กระป๋องหรือผลไม้ที่เก็บถนอมไว้ด้วยวิธีอื่นใดที่ถูกสุขลักษณะ (มอก.263 ,2521 : 1)

ก. องค์ประกอบที่สำคัญในการผลิตเยลลี่

องค์ประกอบที่สำคัญในการผลิตเยลลี่มี 3 ประการ คือ

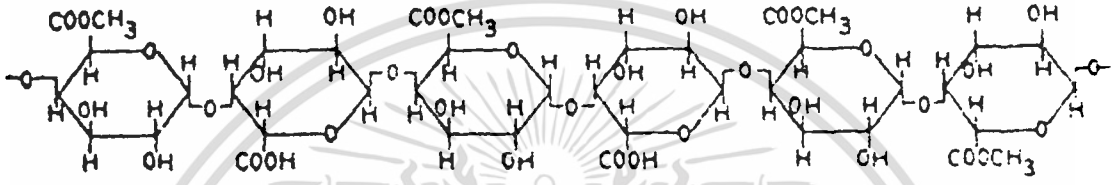
1. สารที่ทำให้เกิดเจล มี

1.1 เพคติน (pectin)

เพคตินจะทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของเจลของผลิตภัณฑ์ ภายหลังการลดอุณหภูมิลง มีศัพท์ที่ใช้เรียกสารในกลุ่มนี้หลายคำ แต่ละคำมีความหมายต่างกัน คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.) สารเพคติน (pectin substance) เป็นสารประกอบเชิงซ้อนของอนุพันธ์ของคาร์โบไฮเดรตที่มีลักษณะเป็นคอลลอยด์ ที่เรียกว่า polygalacturonides ที่ต่อกันด้วยพันธ์ α 1-4 linked galacturonic acid เป็นลูกโซ่ยาว โดยไม่มีแขนงเกิดขึ้นเลย ซึ่งหมู่คาร์บอกซิล (-COOH) ในโครงสร้างส่วนใหญ่เกิดเอสเทอร์กับหมู่เมทิล (methyl group) หรืออาจถูกสะเทินโดยเบสตั้งแต่หนึ่งชนิดขึ้นไป ปริมาณของหมู่เมทิล (methyl ester group) ในโครงสร้างเป็นตัวกำหนดชนิดของสารเพคติน ตัวอย่างสูตรโครงสร้างโซ่ของกรดกาแลคทูโรนิคแสดงดังภาพที่ 1



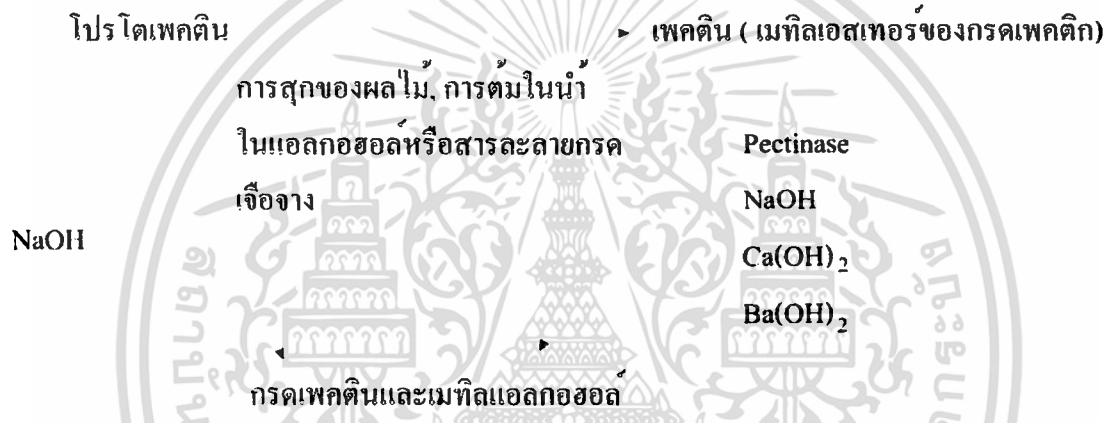
ภาพที่ 1 การเกิดหมู่เอสเทอร์ของหมู่เมทิลบนโซ่ของกรดกาแลคทูโรนิค
ที่มา : กรรณิการ์ เดือนสว่าง, 2544 : 4

ปริมาณของเมทิลเอสเทอร์ที่เกาะกับกรดกาแลคทูโรนิคเป็นตัวสำคัญที่ทำให้เกิดเจล ในการแสดงปริมาณของเอสเทอร์นี้อาจกำหนดในรูปของปริมาณเมทอกซิล (methoxyl content) หรือระดับการเกิดเมทอกซิลเอสเทอร์ซึ่งนิยมเรียกว่า ค่า DMC (degree of methoxylation) ปริมาณเมทอกซิลนั้นจะแสดงถึงน้ำหนักของหมู่เมทอกซิล (-OCH) คิดเป็นร้อยละของน้ำหนักทั้งหมด ปริมาณเมทอกซิลสูงสุดจะมีค่า 16.32 เปอร์เซ็นต์ โดยคิดจากน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยของหมู่เมทอกซิลคือ 31 เทียบกับน้ำหนักโมเลกุลของกรดเมทอกซีกาแลคทูโรนิคคือ 190 ค่า DM จะแสดงถึงร้อยละของกลุ่มคาร์บอกซิลที่เกิดเอสเทอร์คิดเทียบจากปริมาณทั้งหมด ค่า DM สูงสุดจะมีค่า 100 เปอร์เซ็นต์ คือทุกกลุ่มในโมเลกุลจะเกิดเอสเทอร์หมด ดังนั้น ค่า DM 100 เปอร์เซ็นต์ จะเทียบเท่ากับค่าปริมาณเมทอกซิล 16.32 เปอร์เซ็นต์

2.) โปรโตเพคติน (protopectin) เป็นชื่อเรียกสารต้นกำเนิดของสารเพคติน เป็นสารประกอบที่ไม่ละลายน้ำซึ่งมีอยู่ในเนื้อเยื่อพืช สารเหล่านี้เมื่อเกิดไฮโดรไลซิสจะได้เพคตินหรือกรดเพคตินิค โปรโตเพคตินจะมีอยู่ในผลไม้ดิบซึ่งแก่จัดเต็มที่ ระหว่าง ที่ผลไม้สุกเอนไซม์ในผลไม้จะสลายโปโตเพคตินและเกิดเป็นเพคติน เมื่อผลไม้สุกงอมหรือเน่าเสีย จะเกิดการย่อยสลาย เพคตินต่อจนได้กรดเพคตินและเมทิลแอลกอฮอล์ เนื่องจากโปรโตเพคตินเป็นตัวเชื่อมประสานของเซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลไม้ การสลายโปรโตเพคตินเป็นเพคตินซึ่งละลายน้ำจะทำให้พันธะระหว่างเซลล์อ่อนตัวลง ผลไม้จึงมีลักษณะนุ่มขึ้นเมื่อสุก โปรโตเพคติน มีมากในผลไม้ห่าม และเมื่อผลไม้สุก (เริ่มสุก) โปรโตเพคติน จะถูกไฮโรไลซ์ (hydroly) โดยเอนไซม์ให้เปลี่ยนเป็นเพคติน และเมื่อผลไม้สุกเกินไปจนเริ่มเน่า เพคตินส่วนใหญ่จะสลายตัวเพื่อให้เมทิลแอลกอฮอล์ (methyl alcohol) และกรดเพคติน (pectic acid) ดังนั้นการนำเอาผลไม้สุกเกินไปมาทำเยลลี่ ย่อมมีเพคตินไม่เพียงพอ โปรโตเพคตินอาจเกิดปฏิกิริยาซาโพนิฟิเคชั่น (saponification) ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์เกิดกรดเพคตินและเมทิลแอลกอฮอล์ การเปลี่ยนแปลงของโปรโตเพคตินแสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงของโปรโตเพคติน
ที่มา : กรรณิการ์ เดือนสว่าง, 2544 : 5

3.) กรดเพคติก (pectic acid) หมายถึงสารเพคติน ซึ่งส่วนใหญ่ประกอบด้วยกรดโพลีกาแลคทูโรนิคซึ่งเกือบไม่มีเอสเทอร์ในโมเลกุล เกลือของกรดเพคติกอาจมีฤทธิ์เป็นกลางหรือเป็นกรดก็ได้ ในนมธรรมชาติมักไม่พบกรดเพคติก นอกจากการทำการสังเคราะห์เพื่อการทดลอง กรดเพคติกเป็นกรดโพลีกาแลคทูโรนิคซึ่งเกิดจาก D- galacturonic acid unit

4.) เพคตินิค (pectinic acid) ใช้เรียกเมื่อกรดโพลีกาแลคทูโรนิคมี methyl ester group อยู่บางส่วน ภายในโครงสร้างที่มีสภาวะเหมาะสม คือมีส่วนประกอบของน้ำตาลและกรดอยู่ กรดเพคตินิคสามารถเกิดเจลได้ แต่ถ้าปริมาณ methoxyl group (CH_3O) คือส่วนของเมธานอลที่ไปแทนที่ carboxylic acid group ของ galacturonic acid ซึ่งปริมาณ methoxyl group นี้จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้เครื่องวัด degree ของ esterification ดังนั้น esterification หมายถึงจำนวนของ carboxylic group ที่ถูก esterify โดยคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อจำนวน galacturonic acid ทั้งหมด

1.1.1. เพคตินที่ใช้ทางการค้า

สารเพคตินอาจอยู่ในรูปของโปรโตเพคติน กรดเพคติน เพคติน สารเหล่านี้จะเกิดอยู่ในหรือเตรียมได้จากเนื้อเยื่อพืช ซึ่งมีทั้งพวกที่ละลายน้ำได้และละลายน้ำไม่ได้ ผลไม้บางชนิดมีปริมาณเพคตินเพียงพอแก่การเกิดเจลที่ดี บางชนิดจำเป็นต้องเติมเพคตินที่ใช้ในทางการค้าลงไปช่วยในการเกิดเจลหรืออาจใช้ร่วมกับผลไม้อื่นที่มีเพคตินมาก เพคตินที่ใช้ทางการค้าทำจากแอปเปิ้ลหรือพืชตระกูลส้ม ซึ่งมีทั้งรูปผงและของเหลว เพคตินเหลวเมื่อเปิดใช้แล้วเสื่อมคุณภาพง่ายจึงต้องใช้ทันที ส่วนเพคตินผงจะไม่มีรสชาติแรงที่จะไปกลบรสชาติผลไม้ที่นำไปใช้ คุณภาพของเพคติน เรียกว่า " เกรด " หมายถึงความสามารถในการใช้น้ำตาลคือปริมาณน้ำตาลที่ใช้ต่อปริมาณเพคตินที่สามารถทำให้เกิดเยลลี่ชนิดที่เรียกว่า sugar solid jelly 65 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นคุณภาพมาตรฐาน เช่น pectin 150 grade คือ การใช้น้ำตาล 150 กรัม ต่อ เพคติน 1 กรัม ทำให้เกิดเยลลี่ที่มี sugar solid jelly 65 เปอร์เซ็นต์ ถ้าเพคติน 200 grade หมายถึง ปริมาณเพคติน 1 กรัม สามารถทำให้เกิดเยลลี่ที่มี sugar solid jelly 65 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้น้ำตาล 200 กรัม หรือถ้าเป็นเพคตินเหลว 50 grade หมายถึงใช้เพคติน 1 แกลลอน น้ำตาล 50 ปอนด์ ทำให้เกิดเยลลี่ที่มี sugar solid jelly 65 เปอร์เซ็นต์ ในการปรับมาตรฐานเพคตินจะใช้การเติมน้ำตาลเด็กซ์โทรส (dextrose) เพื่อทำให้เนื้อเพคตินเจือจางอยู่ในมาตรฐานที่นำไปใช้ หรือเพื่อที่จะทำผลิตภัณฑ์ให้ได้มาตรฐานที่กำหนดไว้ บางครั้งอาจใช้เกลือของบัฟเฟอร์ เช่น โซเดียมซิเตรท เพื่อทำหน้าที่เป็น stabilizer ที่ควบคุมเวลาในการเกิดเจล เพคตินที่สกัดได้แล้ว โดยทั่วไปจะแบ่งได้ 2 ประเภท คือ

1.) high methoxy pectin คือ เพคตินที่ประกอบด้วยหมู่เมธิลที่มาแทนที่หมู่คาร์บอกซิลใน polygalacturonic acid ตั้งแต่ 50 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า polygalacturonic acid ที่มี degree of esterification ตั้งแต่ 50 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ในการสร้างเจลจะต้องอาศัยน้ำตาลและกรดเข้าช่วย

2.) low methoxy pectin คือ เพคตินที่มี degree of esterification น้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ลงไปในการสร้างเจล ไม่จำเป็นต้องอาศัยน้ำตาลและกรด แต่จะต้องอาศัยเกลือโลหะ โดยทั่วไปจะใช้ Ca^{2+} เข้าช่วยในการสร้างเจล และจากการศึกษาพบว่า low methoxy

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

pectin มีความสามารถในการทำให้เกิดเจลที่คงตัวกับแคลเซียมในช่วง pH กว้าง จึงใช้งานได้มากกว่า high methoxy pectin จึงทำให้เพคตินชนิดนี้มีความสำคัญทางการค้า

1.1.2. หน้าที่ของเพคตินในการทำเยลลี่

หน้าที่ของเพคตินในการทำเยลลี่ในขณะที่ต้มส่วนผสมน้ำผลไม้และน้ำตาล เพคตินที่มีอยู่ในน้ำผลไม้จะตกตะกอนมีลักษณะคล้ายร่างแห่เกาะกันซับซ้อน ซึ่งเป็นที่เก็บน้ำเชื่อมไว้ ร่างแห่นี้จะมีอยู่มากน้อยเพียงใดอยู่ที่ความเข้มข้นของเพคติน ถ้าส่วนผสมน้ำผลไม้มีปริมาณเพคตินน้อย ร่างแห่จะอ่อนตัวไม่สามารถขังน้ำเชื่อมไว้ได้ น้ำเชื่อมจะไหลออกมาได้ในลักษณะเช่นนี้ส่วนผสมนี้จะไม่ใช่เจลที่แท้จริง (ศิริลักษณ์ สินธวาลัย ,2525 :115)

1.1.3. การวัดปริมาณเพคติน

วิธีทดสอบที่ใช้กันมากที่สุดในการหาปริมาณเพคตินในการน้ำผลไม้ที่สกัดได้ คือ การทดสอบด้วยแอลกอฮอล์ (alcohol test) โดยผสมน้ำผลไม้และแอลกอฮอล์ที่ใช้อาจเป็นเอทิลหรือเมทิลแอลกอฮอล์ก็ได้ถ้าในน้ำผลไม้มีปริมาณเพคตินสูง ของผสมจะเกิดเป็นเจลคล้ายเยลลี่ น้ำผลไม้ที่มีปริมาณเพคตินปานกลางจะสังเกตเห็นตะกอนเป็นวุ้นขาวๆ จำนวนหนึ่ง แต่ถ้าน้ำผลไม้มีเพคตินต่ำจะสังเกตเห็นตะกอนน้อยมากหรือเกือบไม่มีเลย (กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์, มปป : 266) เครื่องมือที่นำมาใช้ทดสอบปริมาณและคุณภาพของเพคตินในน้ำผลไม้เรียกว่าเจลมิเตอร์ (jelmeter) มีลักษณะเป็นไปเปต (pipette) ธรรมดา (ภาพที่ 3) ซึ่งจะวัดความหนืดข้นเปรียบเทียบของน้ำผลไม้ได้ ความหนืดของน้ำผลไม้มีความสัมพันธ์กับปริมาณเพคติน ข้างหลอดมีตัวเลขบอกจำนวนถ้วยของน้ำตาล ซึ่งจะเป็นน้ำตาลที่จะใช้ต้มกับผลไม้ 1 ถ้วยตวง น้ำผลไม้ที่จะนำมาวัดจะต้องมีอุณหภูมิของห้อง เพราะความหนืดข้นจะไม่เท่ากัน ถ้าอุณหภูมิต่างกัน ที่อุณหภูมิร้อนน้ำผลไม้จะไหลเร็วกว่า ที่อุณหภูมิเย็นมีสารอื่นในน้ำผลไม้ที่มีผลต่อความหนืดข้นของน้ำผลไม้เหมือนกับสารอื่นก็ตกตะกอนได้ด้วยแอลกอฮอล์ การใช้เจลมิเตอร์ในการทดสอบเพคตินจะทำให้ทราบค่าต่างๆดังนี้

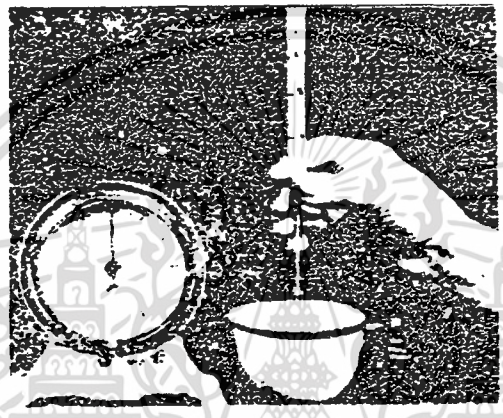
1. ปริมาณสูงสุดของเพคตินที่สกัดได้ในสารละลายกรด
2. ความหนืดข้นสูงของน้ำผลไม้มีความสัมพันธ์กับกำลังในการจับเป็นวุ้น
3. การสกัดน้ำผลไม้โดยการต้ม จะให้เพคตินมากกว่าน้ำผลไม้ที่ไม่ต้ม
4. ถ้าน้ำผลไม้มีเพคตินมาก กรดต่ำ การเติมกรดลงไปช่วยในตอนต้มสกัดจะได้น้ำผลไม้ที่หนืดข้นขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การต้มระยะสั้น (10-20 นาที) จะทำให้น้ำผลไม้ที่มีกำลังในการจับวุ้นได้สูงกว่าการต้มนาน การต้มเพคตินในกรดจะทำให้เพคตินสลายตัวให้กรดเพคติน ซึ่งไม่สามารถจะจับตัวเป็นวุ้นได้

6. น้ำผลไม้จะลดความหนืดตามเวลาที่ตั้งไว้ การลดความหนืดจะเป็นไปเร็วขึ้นที่อุณหภูมิอุ่น แต่ที่อุณหภูมิเย็นก็เกิดขึ้นได้

7. การต้มน้ำผลไม้แล้วบรรจุขวดไว้ ความร้อนที่ใช้ในการฆ่าเชื้อนั้นจะลดความหนืดของผลไม้ได้ แต่ก็ยังใช้ทำเยลลี่ได้



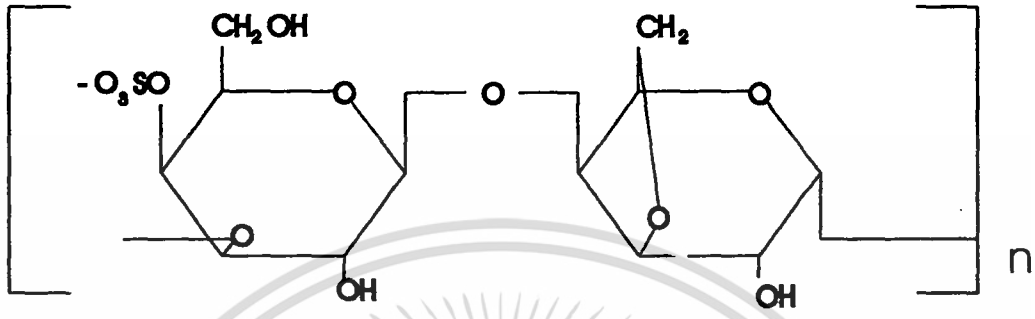
ภาพที่ 3 เจลมิเตอร์
ที่มา : กรรณิการ์ เดือนสว่าง, 2544 : 8

1.2 คาราจีแนน

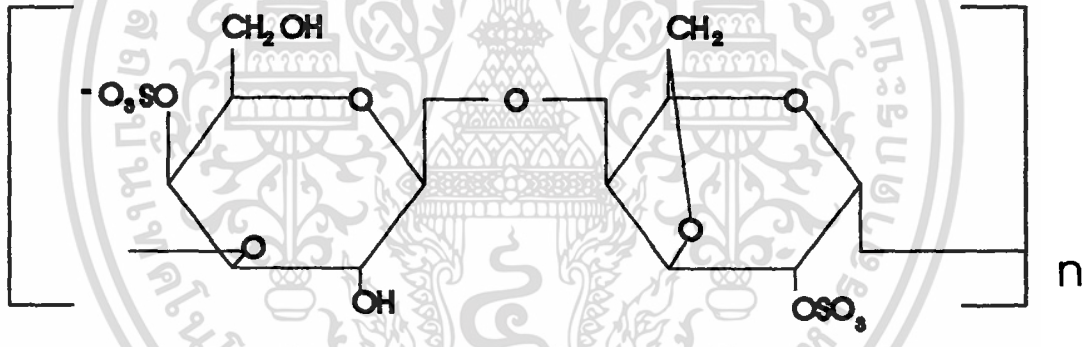
คาราจีแนนเป็นสารพวกไฮโดรฟิลลิกคอลลอยด์ Irish moss (Chondrus crispus) พบมากตามชายฝั่งทะเลของไอร์แลนด์ อังกฤษ ฝรั่งเศษและสเปน โครงสร้างหลักประกอบไปด้วย 1,3-linked α-D galactose และ 1,4 linked 3,6 anhydro-D-galactose (Carabiose) และมีหมู่แทนที่เป็นซัลเฟตเอสเทอร์ คาราจีแนนแบ่งย่อยออกมาตามเปอร์เซ็นต์ของซัลเฟตเอสเทอร์ได้ 5 ชนิด คือ Kappa κ, Lambda λ, lota ι , Mu μ และ Nu ν แต่ที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมมี 3 ชนิดคือ แคปปา (Kappa) แลมบ์ดา (Lambda) และไอโอตา (lota) ซึ่งแต่ละชนิด มีคุณสมบัติแตกต่างกันดังตารางที่ 1 และโครงสร้างแตกต่างกัน ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

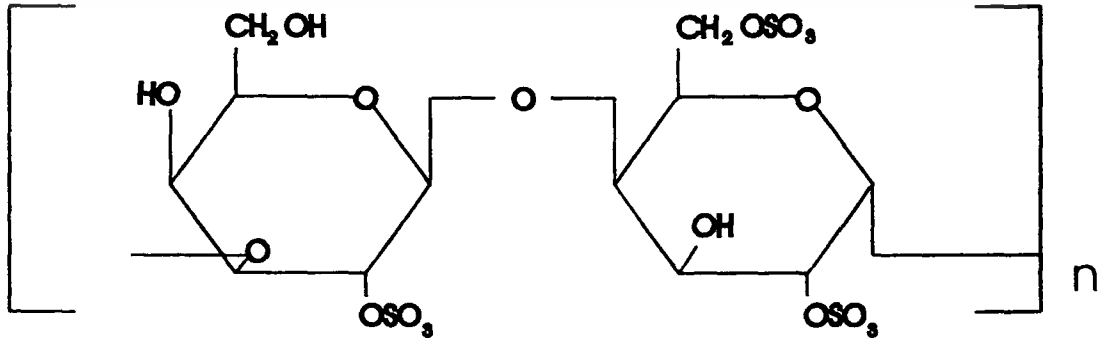
Kappa, K ประกอบด้วย 4-sulfated บนหน่วยย่อย galactose(~25เปอร์เซ็นต์ estersuldated)



Lota, ι ประกอบด้วย 4-sulfated บนหน่วยย่อย galactose และ 2-sulfated บนหน่วยย่อย 3,6-anhydrogalactose (~ 32เปอร์เซ็นต์ estetsulfated)



Lambda, λ, ประกอบด้วย 2-sulfated 1,3-linked α-D galactose และ 2,6-disulfated 1,4-linked β-D-galactose (~35เปอร์เซ็นต์ ester sulfted)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ลักษณะโครงสร้างและคุณสมบัติของคาราจีแนนชนิดแคปปา แลมบ์ดาและไอโอตา

คุณสมบัติของคาราจีแนน	แคปปา	ไอโอตา	แลมบ์ดา
ค่าการละลาย			
น้ำอุณหภูมิ 80 °ซ	ละลาย	ละลาย	ละลาย
น้ำอุณหภูมิ 20 °ซ	ละลายในสารละลายเกลือโซเดียม	ละลายในสารละลายเกลือโซเดียม	ละลาย
น้ำอุณหภูมิ 80 °ซ	ละลาย	ละลาย	ละลาย
น้ำอุณหภูมิ 20 °ซ	ไม่ละลาย	ไม่ละลาย	ละลายน้อย
50 เปอร์เซ็นต์ สารละลายน้ำตาล	ละลายขณะร้อน	ไม่ละลาย	ละลาย
10 เปอร์เซ็นต์ สารละลายเกลือ	ไม่ละลาย	ไม่ละลาย	ละลายขณะร้อน
การเกิดเจล			
เกิดเจล	กับโพแทสเซียมอิออน	กับแคลเซียมอิออน	ไม่เกิดเจล
ลักษณะของเจล	แตกง่าย	ยืดหยุ่น	ไม่เกิดเจล
กลายสภาพเมื่อโดนแรงเฉือน	ไม่กลายสภาพ	กลายสภาพ	ไม่กลายสภาพ
ความคงทนในการแช่แข็งและลาย	ไม่คงทน	คงทน	คงทน
คงทนต่อกรด			
มีความเป็นกรด-เบสมากกว่า 3.5	คงทน	คงทน	คงทน
ทนเกลือ	ทนได้น้อย	ทนได้ดี	ทนได้ดี

คาราจีแนนที่ค่าความเป็นกรด-เบส 7 และเริ่มแตกตัวเล็กน้อยในช่วง 5-7 และแตกตัวอย่างรวดเร็ว เมื่อความเป็นกรด-เบสต่ำกว่า 5 ประโยชน์ของคาราจีแนน คือ ใช้เป็นสารรักษาความคงตัวในนม โดยประจุของคาราจีแนนจะทำปฏิกิริยากับโปรตีนเกิดสารประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชิงซ้อนของโปรตีนคาราจีแนนทำให้นมไม่เกิดการตกตะกอน นอกจากนี้ยังช่วยให้เกิดเจลในผลิตภัณฑ์อาหาร หรือเป็นสารรักษาความคงตัวในผลิตภัณฑ์ไอศกรีม ใช้เป็นสารเพิ่มเนื้อ (body agents) ในอาหารประเภท ซุป ซอส เครื่องดื่มผลไม้ และน้ำหวาน ทำให้เบียร์ใส และเพิ่มความหนืดในน้ำสลัด ใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เพื่อเพิ่มปริมาณ ใช้ป้องกันการเหม็นหืนสำหรับผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ไขมันต่ำ นอกจากนั้นยังนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช่อาหารด้วย เช่น ยาสีฟัน สบู่ แชมพู ครีมนวดผม โลชั่น น้ำยาปรับอากาศ และยารักษาโรค การสกัดคาราจีแนน ทำโดยการนำสาหร่ายสีแดงใส่ลงในถังสกัดเติมสารละลายด่างที่ร้อน กวนอย่างต่อเนื่อง จนสารละลายมีลักษณะเป็นเจลหรือมีความหนืด แยกส่วนใสออกมาทำให้เข้มข้นโดยการระเหยน้ำนำมาตกตะกอนโดยการแช่เยือกแข็ง หรือตกตะกอนในแอลกอฮอล์ ทำให้แห้ง และบดให้เป็นผง

1.3 บุก conjac

บุกเป็นพืชพื้นเมืองของไทยมักขึ้นในที่ชื้นลำต้นมีลายขาว ๆ มีหนามเล็ก ๆ มียางซึ่งหากถูกแล้วจะคัน หัวบุกมีขนาดใหญ่ เนื้อมีสีขาวอมเหลืองละเอียดเป็นเมือกลื่น บุกรับประทานได้ทั้งส่วนใบและหัว หัวบุกมีแป้งประมาณ 67 เปอร์เซ็นต์ มีโปรตีน 5-6 เปอร์เซ็นต์ สารแป้งที่อยู่ในหัวบุกเรียกว่า แมนแนน (mannan) เมื่อสารนี้ถูกทำให้แตกตัวจะได้กลูโคสกับแมนโนส หรือที่เรียกกันว่า กลูโคสแมนแนน (glucomannan) ซึ่งมีคุณสมบัติช่วยลดการดูดซึมของน้ำตาลกลูโคสในระบบทางเดินอาหาร และยังช่วยลดระดับคอเลสเทอรอลและน้ำตาลในเลือด จากการวิจัยพบว่าแมนโนสที่ผ่านกระบวนการย่อยในร่างกายจะถูกดูดซึมช้ากว่ากลูโคส ทำให้น้ำตาลในเลือดเพิ่มขึ้นช้า จึงนิยมให้ผู้ที่เป็นโรคเบาหวานรับประทานบุกนอกจากนี้ยังมีการนำหัวบุกไปทำเป็นผลิตภัณฑ์สำหรับลดน้ำหนักอีกด้วย คนไทยนำหัวบุกมาทำอาหารหลายอย่างทั้งของคาวและของหวาน แต่ต้องต้มในน้ำเดือดเสียก่อน เพื่อไม่ให้เป็นเมือก ก้านของใบอ่อนที่ยังไม่คลี่ เมื่อลอกเอาเยื่อออกแล้วใช้ต้มจิ้มน้ำพริก หรือนำมาแกงได้ เส้นชิราตากิที่ใส่ในสุกี้ญี่ปุ่นก็ทำมาจากแป้งหัวบุก แต่ญี่ปุ่นเรียกแป้งนี้ว่า คอนนิยักกุ (konnvaku) (ชัยพฤกษ์ สวนทรัพยากรณ์, 2530 : 28)

1.3.1. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของบุก

บุกไข่

ชื่อวิทยาศาสตร์ : Amorphophallus mulleri Blume

มีชื่อพ้อง 2 ชื่อ : Amorphophallus oncophvilus Prain

Amorphophallus burmamcus Hook.f.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บุกคางคก

ชื่อวิทยาศาสตร์ : Amorphophallus paeoniifillus Nixcoloson

มีชื่อพ้อง 2 ชื่อ : Amorphophallus campanultus Decne.

นอกจากนี้สามารถเรียกได้อีกหลายชื่อเช่น บุกบ้าน,มันชูรัน (ภาคกลาง),บุกคางคก (ชลบุรี),หัวบุก (ปัตตานี),บักกะเดื่อ (สกลนคร),กระบุก (บุรีรัมย์),เบือ (แม่ฮ่องสอน),อีลอก (ภาคอีสาน)

บุกจัดเป็นไม้ล้มลุกเจริญในฤดูฝนและพักตัวในต้นฤดูหนาว มีหัวใต้ดินสีน้ำตาล จึงมีอายุอยู่ได้นานหลายปี

ใบ ใบเดี่ยวแผ่ออกไปคล้ายกับร่ม หยักเว้าเข้าหาเส้นกลางใบ ก้านใบกลมอวบน้ำ ลักษณะกลมเรียวยาวประมาณ 80-150 ซม.ลายสีเขียวและแดง (แตกต่างตามพันธุ์)

ดอก ดอกช่อแทงจากหัวใต้ดิน ลักษณะเป็นแท่งสีแดงแกมสีน้ำตาล ก้านช่อสั้น ประดับรูปกรวยหุ้นช่อดอก ขอบหยักเป็นคลื่นและบานออกผลเป็นผลสดเนื้อนุ่น สีแดง

การขยายพันธุ์

บุกจะใช้หัวขยายพันธุ์ และฤดูหนาวจะมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตมากที่สุดบุกสามารถขึ้นได้ตามป่า และบริเวณที่มีดินร่วน

การใช้ประโยชน์จากบุก

การใช้ประโยชน์จากบุกในทางยา สามารถใช้ได้จากหัวบุกใช้กัดเสมหะ กัดเถาดานและเลือดก้อน หรือใช้หุงเป็นน้ำมันใส่บาดแผล กัดฝ้า กัดหนอง (สถาบันการแพทย์ไทย, 2528 : 34) ต้นบุก หรือ Konjac ต้นไม้ประเภท Amorphophallus เหมือนกับบุกไทยที่เรานำต้นมาแกงส้ม ลวกจิ้มน้ำพริก หรือเอาหัวฝานเป็นแผ่นไว้นึ่งหรือย่างไฟกินเป็น “ขนมบุก” บุกที่ไทยเรานำต้นมาแกงเป็นชนิด A Mueller Blume เราเรียกว่า’’บุกไข่” ส่วนบุกที่เปลือกเป็นตะปุ่มตะป่ำ ต้องลอกทิ้งเมื่อนำมาทอด เรียกอีกอย่างว่า White spot arum ปัจจุบันถูกนำมาแปรรูปให้เกิดประโยชน์แตกต่างจากเดิมมาก และใช้กันแพร่หลายทั้งในประเทศและต่างประเทศ บุกเป็นพืชที่ ส่วนลำต้นเหนือพื้นดินจะมีวงจรเติบโตระยะสั้น เป็นไม้ล้มลุกเนื้ออ่อนลำต้นสูงประมาณ 3-6 ฟุต จะแตกก้านและใบสวยในหน้าฝน และไม่นานก็จะแห้งตายในที่สุด ผลจะออกในหน้าหนาว ดอกจะสีม่วงเข้มคล้ายดอกหน้าวัวอุต-พิษ จะออกหน้าร้อนบานประมาณ 4 สัปดาห์ หัวบุกเป็นก้อนอยู่ใต้ดิน ซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญบุกมีหลายชนิด บางชนิดมีพิษร้ายแรง แต่ทุกชนิดจะมีสาร “แคลเซียมออกซาแลต” เป็นผลึกรูปเข็ม มีอยู่ทั้งในต้นและหัวบุก ถ้าทำไม่ถูกวิธีจะทำให้คันมาก ซึ่งสามารถแก้ได้หลายวิธี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่น นำไปลวก ต้มในขณะน้ำเดือด หรือนำไป เผาไฟ ก่อนก็จะคลายพิษจากแคลเซี่ยมออกซาเลต ได้คนญี่ปุ่นจะนิยมกินบุกกันมาก โดยจะนำบุกไปสกัดเป็นแป้งเมื่อทำปฏิกิริยากับด่างจะเป็นวุ้นใส ใช้ทำอาหารได้สารพัด เช่น ยำแทนวุ้นเส้น ทำแกงจืด ผัด หั่นเป็นชิ้นแทนปลาหมึก ฯลฯ บุกยังมีคุณสมบัติพิเศษอีกคือ มี "กลูโคสแมนแนน"ซึ่งเป็นแป้งที่มีเส้นใยสามารถดูดน้ำได้มาก ขณะเดียวกันน้ำตาลดี-กลูโคส (D-glucose) และดี-แมนโนส (D-mannose)ในแป้งชนิดนี้ไม่ให้พลังงานและสารอาหาร เมื่อกลืนลงไปแป้งบุกจึงเข้าไปกินเนื้อที่บรรจุอาหารในกระเพาะและน้ำที่เส้นใยดูด ไว้จะช่วยเพิ่มน้ำหนักแก่กากอาหาร สิ่งที่ตามมาคือทำให้กินอาหารได้น้อยลงและกากใยอาหารของบุกก็ยังทำให้ลำไส้เกิดการบีบตัวมากขึ้น เป็นประโยชน์ในเรื่องการขับถ่ายและยังช่วยจับสารพิษไว้ทำให้มีโอกาสสัมผัสกับลำไส้ได้น้อยลง จึงช่วยลดการเกิดมะเร็งลำไส้ไปในตัว ปัจจุบันมีการนำบุกมาบรรจุแคปซูลหรือบรรจุซองละลายน้ำดื่มขายสำหรับคนต้องการลดน้ำหนัก (สถานบันวิจัยโภชนาการมหาวิทยาลัยมหิดล, 2545: 12)

1.3.2. องค์ประกอบที่สำคัญในหัวบุก

ในประเทศญี่ปุ่นพืชหัวที่มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Amorphophallus konjac C.Koch หรือที่รู้จักกันในนามทั่วไปว่า คอนยัค (Konjac) ชาวญี่ปุ่นโบราณรู้จักนำเอาคอนยัคมาทำเป็นเยลลี่รับประทาน โดยเชื่อกันว่าคอนยัคสามารถรักษาสุขภาพรวมทั้งสามารถชำระล้างลำไส้ แต่ในปัจจุบันอาหารประเภทนี้ได้กลายเป็นองค์ประกอบหลักของอาหารลดน้ำหนักร่างกาย จากการค้นคว้าทางด้านเคมี ด้านโภชนาการ และด้านการแพทย์ พบว่าองค์ประกอบหลักของคอนยัคคือกลูโคสแมนแนนซึ่งจะพบสะสมในหัวบุกทั่วไปเป็นสาร โพลีแซคคาไรด์ ที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่ ก่อตัวเป็นไฟเบอร์(Dietary Fiber) ซึ่งก็มีการจัดว่าเป็นสารสำคัญชนิดหนึ่ง เมื่อผสมกับน้ำจะขยายตัวเป็นวุ้นบริโภคเป็นอาหารสมุนไพรเชื่อกันว่า ช่วยระบายของเสียออกจากลำไส้และช่วยให้ระบายดี แต่มีข้อจำกัดว่าผู้บริโภคต้องดื่มน้ำมาก ๆ และเนื่องจากบุกหรือพืชจำพวกนี้มีหลายพันธุ์มีสีของเนื้อในหัวต่างกันได้แก่ เหลืองขาว หรือขาวอมเหลืองเป็นต้น จึงทำให้แป้งที่ผลิตจากพันธุ์ต่างกันมีสีผงแป้งต่างกันรวมถึงสีของผลิตภัณฑ์ด้วย (หรรษา จักรพันธุ์ ณ อยุธยา, 2529:18 – 23) ปัจจุบันผู้บริโภคส่วนใหญ่ใส่ใจในสุขภาพของตนเองมากยิ่งขึ้นส่งผลให้อาหารพลังงานต่ำได้รับความนิยมตามไปด้วยผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จัดเป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่มีการศึกษาถึงการลดปริมาณไขมัน ซึ่งโดยทั่วไปแล้วผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ลดไขมันมีกลิ่นรส และลักษณะทางเนื้อสัมผัสด้อยกว่าผลิตภัณฑ์ (ไขมันสูง) ทั้งนี้เป็นผลเนื่องจากไขมันที่บทบาทต่อกลิ่นรสเนื้อสัมผัสและความรู้สึกในปาก (mouthfeel) ดังนั้นการลดปริมาณไขมันจึงมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคดังนั้นการลดปริมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไขมัน โดยให้มีผลกระทบต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสน้อยที่สุดสามารถทำได้โดยใช้น้ำ สารทดแทนไขมันกลุ่มที่ได้จากโปรตีนเป็นต้น (อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ , 2542 :38)

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของหัวบุกสดและผงบุก

	เปอร์เซ็นต์ (โดยน้ำหนักแห้ง)					
ตัวอย่าง	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เส้นใย	เถ้า	คาร์โบไฮเดรต
- บุกสด[1/]	77.67	19.00	1.99	7.62	17.08	54.65
- ผงบุกตากแห้ง[2/]	12.82	3.13	3.39	2.44	1.93	92.11
- ผงบุกอบแห้ง[2/]	10.98	3.28	0.37	2.37	1.66	92.31
- ผงบุกสกัดด้วยเอทานอล 50 %[2/]	10.02	2.85	0.32	2.57	1.59	92.67
- ผงบุกสกัดด้วยเอทานอล 95 %[2/]	9.87	2.30	0.27	2.99	1.47	92.97

หมายเหตุ 1/ หัวบุกสดอายุประมาณ 1 ปี

2/ ผงบุกที่ได้จากหัวบุกสดอายุมากกว่า 2 ปี

ที่มา : บุปผา เตชะภัทรพร, 2535 : 64

1.3.3 การผลิตแป้งบุก

หัวบุกสดโดยทั่วไปจะมีน้ำประมาณ 80-90 เปอร์เซ็นต์ และส่วนที่เป็นของแข็ง 10-20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในส่วนใหญ่ที่เป็นของแข็งประกอบด้วยส่วนอนุภาคที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 x 10 มิลลิเมตร ประมาณ 60 - 80 เปอร์เซ็นต์ โดยส่วนใหญ่เป็นกลูโคแมนแนนและส่วนที่มีอนุภาคเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 1 x 10 มิลลิเมตร ประมาณ 20-40 เปอร์เซ็นต์ โดยอนุภาคส่วนหลังนี้จัดเป็นสารเจือปน (tachiko component) ที่จำเป็นต้องกำจัดออก ซึ่งได้แก่ แป้ง (starch) โปรตีน และสารระคายเคือง (irritant) เป็นต้น การผลิตแป้งบุกสามารถแบ่งได้ เป็น 2 วิธี

1.) การผลิตแบบแห้ง (traditional method) โดยบดแผ่นบุกแห้งที่มีความหนา 5 มิลลิเมตร ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ ด้วยเครื่อง stamp mill นำส่วนที่บดได้มาแยกแป้งบุกออกจากสารเจือปนโดยใช้การแยกเป่าด้วยลม (air classification) ผลผลิตที่ได้จากวิธีนี้ค่อนข้าง

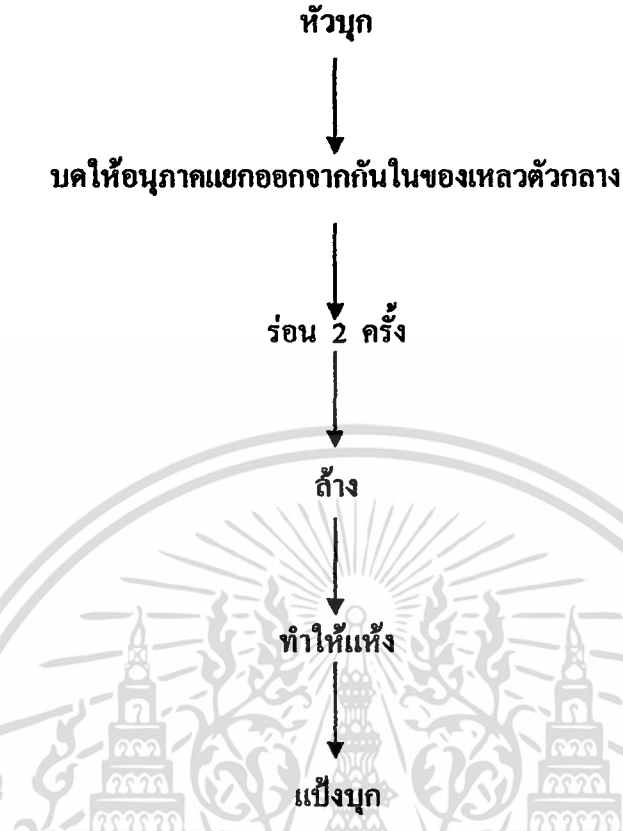
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่ำเนื่องจากเกิดการสูญเสียแป้งบุกไปบางส่วนในกระบวนการเป่าแยกด้วยลมนอกจากนั้นแผ่นบุกแห้งยังมีความแข็งมากทำให้ไม่สะดวกต่อการแยกอนุภาค

ภาพที่ 4 กระบวนการผลิตแป้งบุกแบบแห้ง (Dry method)
ที่มา : บุปผา เตชะภัทรพร, 2535 : 19-21

2.) การผลิตแบบเปียก (Improved Wet Method) โดยบดหัวบุกในตัวทำละลายอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ (Water-Miscible Organic solvent) เช่น เอธิลแอลกอฮอล์ ที่เติมโซเดียมซัลไฟต์ เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงสี ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100-120 เมช ล้างส่วนที่เป็นแป้งบุกด้วยสารละลายข้างต้น จนได้แป้งที่มีสีค่อนข้างขาวหรือถ้าเป็นการผลิตในระดับอุตสาหกรรมจะมีการใช้เครื่องมือบางอย่างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้แก่ Hammer mill centrifugal setting machine polisher และ Differential specific gravity setting tank และ มีระบบการนำ เอธิลแอลกอฮอล์กลับมาใช้ใหม่ได้อีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 กระบวนการผลิตแป้งบุกโดยวิธีแบบเปียก

ที่มา : บุปผา เตชะภัทรพร, 2535 : 19-21

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบคุณสมบัติของการผลิตแป้งบุกแบบแห้งและการผลิตแบบเปียก

คุณสมบัติ	การผลิตแป้งบุกแบบแห้ง	การผลิตแป้งบุกแบบเปียก
ความสามารถละลายน้ำ	แห้งและแข็งกระด้าง	เป็นผง เม็ดร่วน กรอบ
การปนเปื้อนของสาร	มีการปนเปื้อนมาก	มีการปนเปื้อนอยู่มาก
ผลผลิตของแป้งบุก	ต่ำ	สูง
คุณสมบัติการรวมตัวกับน้ำ	รวมตัวกับน้ำได้ดี	รวมตัวกับน้ำได้น้อย
อนุภาคของแป้งบุก	40 เมซ (ไมครอน)	60 เมซ (ไมครอน)
สีของแป้งบุก	สีน้ำตาล	สีขาว

ที่มา : บุปผา เตชะภัทรพร, 2535 : 66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

1.3.4 คุณสมบัติทางกายภาพของแป้งบุก

1. มีสีขาวเหมือนปุยฝ้าย เบา
2. เมื่อละลายน้ำ จะให้สารละลายใส โปร่งแสงและมีความหนืด
3. มีความสามารถในการเกิดเจลได้
4. เมื่อนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องอินฟาเรดแอบซอร์บชั่น พบว่าแป้งบุกที่บริสุทธิ์มีค่าการดูดซับแสงอินฟาเรดที่ 890 m. และ 870 $m.^{-1}$

สรุปคุณสมบัติแป้งบุกที่บริสุทธิ์เปรียบเทียบกับแป้งบุกก่อนการนำไปทำให้บริสุทธิ์ดัง ตารางที่ 4

ตารางที่ 4 คุณสมบัติที่ดีของแป้งบุกที่บริสุทธิ์ เปรียบเทียบกับแป้งบุกก่อนนำไปทำให้บริสุทธิ์

คุณสมบัติ	แป้งบุกบริสุทธิ์	แป้งบุกเริ่มต้น
ความสามารถในการละลายน้ำ	ละลายได้	ละลายได้
ความสามารถในการเกิดเจล	ยังคงมีอยู่	ยังคงมีอยู่
ความสามารถในการละลายใน NaOH 2เปอร์เซ็นต์	ไม่ละลาย	ละลาย
ความสามารถในการรีดิวซ์	ไม่พบ	พบ
เมื่อทำปฏิกริยากับสารละลายในไอโอดีน	ไม่เกิดปฏิกริยา	เกิดปฏิกริยา

ที่มา : บุปผา เตชะภัทรพร, 2535 : 28 – 34

1.3.5 สมบัติบางประการของแป้งบุก

แป้งบุกมีสมบัติหลาย ๆ ด้านด้วยกัน เช่น เป็นสารให้ความข้นหนืดสามารถเกิดเจลได้หรือเป็นสารให้ความคงตัว (stabilizer) หรือสารอิมัลชั่น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการเลือกใช้และลักษณะของผลิตภัณฑ์สมบัติบางประการที่น่าสนใจ ได้แก่

1.) ความข้นหนืด (Water thickening)

เมื่อนำแป้งบุกอนุภาคของแป้งจะดูดซับน้ำเข้าไว้แล้วเกิดการพองตัวทำให้ได้สารละลายที่มีความข้นหนืดเพิ่มขึ้น ลักษณะโซล (sol) ของแป้งบุกจะเป็นแบบซูโดพลาสติก (pseudoplastic) อัตราการดูดซับน้ำ (hydration) จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและเวลา โดยเมื่อเพิ่มอุณหภูมิจะมีผลทำให้อัตราการดูดซับน้ำเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วนอกจากนั้นการเพิ่มอัตราแรงเฉือนก็มีผลทำให้อัตราการดูดซับน้ำเพิ่มขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
58867

2.) การเกิดเจล (Gel formation)

การเกิดเจลของแป้งบุกเป็นเรื่องที่น่าสนใจมาก โดยทั่วไปแล้วเจลที่ได้จากโพลีแซคาไรด์อื่น ๆ เมื่อนำมาให้ความร้อนจนถึงระดับอุณหภูมิหนึ่ง ๆ เจลจะแตกหรือเกิดการแยกตัวของโครงสร้างตาข่ายโพลิเมอร์ (polymer network) ทำให้สูญเสียความเป็นเจลไปในภาวะที่มีด่างอ่อนๆ เช่น โปแตสเซียมคาร์บอเนต แป้งบุกจะให้เจลที่ทนต่อความร้อน (thermal stability) และมีความแข็งแรงมากและยังคงตัวสูงแม้นำไปต้มในน้ำเดือด การให้ความร้อนซ้ำแก่เจลมีส่วนทำให้เจลมีความแข็งแรงและเสถียรภาพเพิ่มขึ้น การเกิดเจลของแป้งบุกสามารถแบ่งได้เป็น2ลักษณะ คือ

2.1.) การใช้ด่างในการเกิดเจลสารละลายด่างที่นิยมใช้ ได้แก่ แคลเซียมไฮดรอกไซด์และโปแตสเซียมคาร์บอเนต เจลที่ได้เป็นชนิดที่ไม่ผันกลับโดยความร้อน (Thermal irreversible gel) แต่การใช้สารละลายด่างในการผลิตการเกิดเจลนั้นทำให้เกิดปัญหาบางประการเช่น เจลที่ได้มีค่า pH สูง มีกลิ่นด่างตกค้างเกิดการสูญเสียน้ำได้ง่ายและขั้นตอนการเตรียมเจลค่อนข้างยากต้องอาศัยผู้ชำนาญพิเศษในการผสมนวดและขึ้นรูปผลิตภัณฑ์

2.2.) การใช้ไฮโดรคอลลอยด์เพื่อช่วยในการเกิดเจล

การเกิดเจลเมื่อใช้ร่วมกับแคปปา-คาราจีแนน (kappa carrageenan) แคปปา-คาราจีแนน ทำให้สารละลายแป้งบุกเกิดเจลได้โดยเจลที่ได้จะมีความยืดหยุ่นและผันกลับได้โดยความร้อน (thermal reversible gel) อัตราส่วนของปริมาณการใช้บุกร่วมกับแคปปา-คาราจีแนนมีผลทำให้เจลที่มีความแข็งแรงแตกต่างกันโดยอัตราส่วนระหว่างแคป-ปา-คาราจีแนนและกลูโคแมนแนน ที่ให้เจลที่มีความแข็งแรงสูงอยู่ในช่วง 70 : 30 ถึง 50 : 50

การเกิดเจลเมื่อใช้ร่วมกับแซนแทนกัม (xanthan gum) การใช้แป้งบุกร่วมกับแซน-แทนกัมจะทำให้เกิดเจล เจลที่ได้จะเป็นเจลที่ไม่ผันกลับโดยความร้อน มีความยืดหยุ่นและความแข็งแรงของเจลจะแตกต่างกันไป ขึ้นกลับอัตราส่วนระหว่างกลูโคแมนแนนและแซนแทนกัมที่ใช้โดยอัตราส่วนที่เหมาะสมเป็น 60 : 40 ถึง 50 : 50

3.) การเกิดฟิล์ม (Film formation)

เมื่อสารละลายแป้งบุกเกิดการสูญเสียน้ำหรือนำไปทำแห้ง จะได้ฟิล์มที่มีลักษณะเหนียว (tough film) ซึ่งฟิล์มที่เกิดขึ้นนี้มีเสถียรภาพทั้งในน้ำร้อน น้ำเย็นหรือ ในระบบที่เป็นกรดและด่างได้ดีและฟิล์มจะมีความคงตัวสูงแม้นำไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลาหลายชั่วโมงก็ตาม ฟิล์มจากแป้งบุกจะมีลักษณะอ่อน (suppleness) และสามารถทำได้ทั้งฟิล์มในลักษณะโปร่งใสโปร่งแสง และทึบแสงการเพิ่มปริมาณของสาร humectant เช่น กลีเซอรีน มีผลทำให้ค่า Film-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

strength ลดลง แต่กลับมีผลให้ค่าลักษณะอ่อนของฟิล์มเพิ่มขึ้นการแพร่ผ่านของน้ำ (Water-permeability) ในฟิล์มชนิดนี้ขึ้นกับสารที่เติมลงไปว่าจะเป็นแบบ Hydrophilic หรือ Hydropobic substance โดยอัตราการแพร่ผ่านของน้ำในฟิล์มจะเพิ่มขึ้นเมื่อใช้ Hydropilic substance เช่นกลีเซอรีน และจะมีค่าการแพร่ผ่านของน้ำลดลงเมื่อใช้ Hydropobic substance เช่นน้ำมันข้าวโพด

4.) ความหนืด (Viscosity)

แป้งบุกได้ถูกนำมาใช้ร่วมกับแป้ง หรือกัมชนิดอื่น ๆ และสารให้ความคงตัว (stabilizer) เพื่อเพิ่มความหนืดของผลิตภัณฑ์ โดยไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านกลิ่นรส (organoleptic) แป้งบุกยังส่งผลให้ความหนืดของแป้งหรือไฮโดรคอลลอยด์ที่ใช้ร่วมด้วยมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมากและรักษาค่าความหนืดของระบบให้คงที่ทั้งในกระบวนการให้ความร้อนและการทำให้เย็นเช่น การใช้แป้งบุกร่วมกับ modified wax maize starch หรือใช้แป้งบุกร่วมกับแป้งข้าวโพด (corn starch) เป็นต้น

1.3.6 การใช้แป้งบุกในผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ

1.) ผลิตภัณฑ์ประเภท แยมและเยลลี่ สมบัติที่สำคัญประการหนึ่งของแป้งบุกคือมีความข้นหนืดและสามารถเกิดเจลได้เมื่อใช้ร่วมกับด่างหรือไฮโดรคอลลอยด์บางชนิด เช่น แคปปา –คาราจีแนน หรือแซนแทนกัม ทำให้นักเทคโนโลยีการอาหารนำแป้งบุกมาผลิตแยมและเยลลี่ ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีลักษณะเนื้อสัมผัสความแข็งแรงของเจลแตกต่างกันไปขึ้นกับวิธีการที่ใช้ โดยวิธีการแบบดั้งเดิมนิยมใช้ด่างเพื่อการเกิดเจลแต่อาจเกิดปัญหาบางประการ เช่น กลิ่นด่างตกค้าง กรรมวิธีการผลิตต้องอาศัยความชำนาญเป็นพิเศษและลักษณะของเจลที่ได้บางครั้งไม่เป็นที่ต้องการนำแซนแทนกัมมาใช้ร่วมกับแป้งบุกในการผลิตแยมและเยลลี่ทั้งในลักษณะ gelatin type และ pectin type นอกจากนี้ในปี Nozaki 1990 ได้ศึกษาถึงการปรับปรุงกระบวนการผลิต konjac jelly และสามารถนำมาใช้เติมใน processed marine food และ processed meat food เพื่อปรับปรุงกลิ่นรส รสชาติ ความอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์รวมทั้งยังเติมลงในโด (dough) ของขนมปังและคุกกี้ ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีกลิ่นรสและลักษณะบางประการดีขึ้น

2.) ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ (Processed meat food) แป้งบุกถูกนำมาใช้เพื่อลดปริมาณไขมันและเป็นตัวช่วยเพิ่มเส้นใยอาหารในผลิตภัณฑ์ให้มากขึ้น ผลิตภัณฑ์ที่ใช้แป้งบุกทดแทนไขมันได้รับการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสทั้งทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัส ลักษณะปรากฏ และกลิ่นรส เป็นต้น ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ที่ได้มีการใช้แป้งบุกเพื่อทดแทนไขมัน เช่น ผลิตภัณฑ์ไส้กรอก สามารถทำได้ 2 วิธีคือนำแป้งบุกมาบดให้เป็นผงละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(microscopicpieces) เติมลงในเนื้อไม่ติดมันบดละเอียดปริมาณไขมันของผลิตภัณฑ์สุดท้ายจะลดลง เนื่องจากการไม่ใช้ไขมันและการใช้เนื้อไม่ติดมันร่วมกับแป้งบุกซึ่งทำหน้าที่ เป็นตัวทำให้สมบัติทางเนื้อสัมผัสแทนไขมัน นอกจากไส้กรอกแล้วยังมีการใช้แป้งบุกในผลิตภัณฑ์อื่น ๆ เช่น แฮมเบอร์เกอร์ ลูกชิ้น เนื้อ มีทโลฟ (meat loaves) shu – mai terrine และอื่น ๆ

3.) ผลิตภัณฑ์แปรรูปที่ไม่เกิดเจล (Un jelled processed food product) แป้งบุกสามารถนำมาใช้เป็นสารให้ความหนืดและสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์แปรรูปที่ไม่เกิดเจลโดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ประเภทอิมัลชั่น เช่น ไอศกรีม, วิปปิ้งครีม, meringues, Cheese spread, Cheese sliced และ Milk drink เป็นต้น การใช้แป้งบุกแทนคารอบกัม (carob gum) ในการผลิตไอศกรีมจะช่วยลดต้นทุนได้เป็นอย่างมาก เนื่องจากแป้งบุกมีราคาที่ถูกกว่าและยังสามารถใช้ในปริมาณที่น้อยกว่าอีกด้วย ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีการยอมรับทางประสาทสัมผัสอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้บริโภคยอมรับได้โดยทั่วไปนิยมใช้แป้งบุกประมาณ 0.1 – 0.5เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ผลิตภัณฑ์ประเภท Condiment เช่น Mayonnaise, Cream spread ก็มีการใช้แป้งบุกเพื่อลดปริมาณไขมันโดยการเตรียมสารละลายแป้งบุกที่มีไขมันอยู่ 1 – 2เปอร์เซ็นต์ เพื่อใช้เป็น Fat – Like system ในการทำ Reduced – fat condiment

4.) ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากแป้ง ผลิตภัณฑ์พาสต้า (pasta product) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเสถียรภาพของอายุการเก็บ (shelf stability) แตกต่างกันขึ้นไปขึ้นกับกระบวนการให้ความร้อนก่อนที่จะนำมาบริโภคซึ่งบ่อยครั้งอาจเกิดปัญหาในเรื่องเนื้อสัมผัสหรือเกิดลักษณะที่ไม่ต้องการ การใช้แป้งบุกร่วมกับแป้งสามารถช่วยปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสให้ดีขึ้น และยังคงรักษาความรู้-สึกทางปาก (Mouthfeel) ของผลิตภัณฑ์หลังจากผ่านการนำไปให้ความร้อนหลาย ๆ ครั้ง แป้งบุกยังถูกนำมาใช้ในการทำเส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีค่าพลังงานต่ำ (Low–caloric noodles) ซึ่งเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ได้จะมีค่าการยอมรับทางประสาทสัมผัสอยู่ในเกณฑ์พอใช้ เนื่องจากการผลิตที่ภาวะด่างมีผลทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวที่ได้มีกลิ่นด่างตกค้างอย่างมากและกำจัดออกได้ยาก

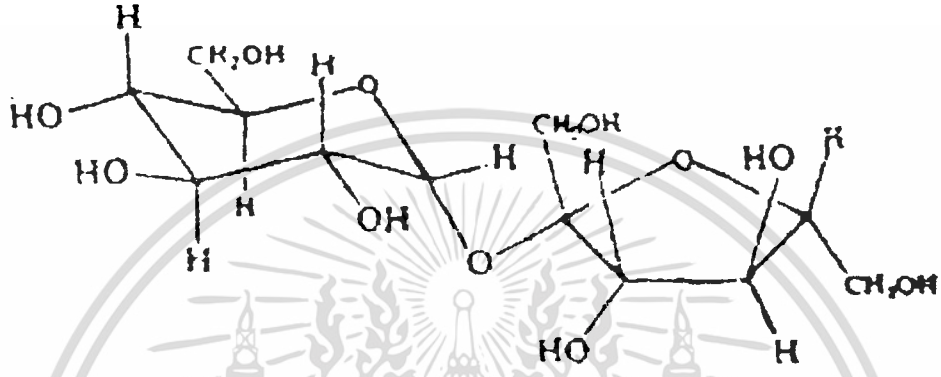
2. น้ำตาล

น้ำตาลจะช่วยให้เกิดเจล โดยการเกิดพันธะไฮโดรเจนกับโมเลกุลของเพคติน หรืออาจจะเนื่องจากน้ำตาลเป็นสารที่หมู่ไฮดรอกซิลมาก จึงอาจเกิดไฮโดรเจนกับน้ำ ทำให้หมู่ไฮดรอกซิลของโมเลกุลเพคตินเป็นอิสระสามารถเกิดพันธะไฮดรอกซิลบนโมเลกุลเพคตินอื่นหรือบนส่วนอื่นของโมเลกุลเพคติน ได้น้ำตาลที่นิยมใช้ในการผลิตเยลลี่มี 3 ชนิด คือ

1.) ซูโครส (sucrose) คือ น้ำตาลทราย ซึ่งจะใช้กันมากในการผลิตเยลลี่ระดับครัวเรือน น้ำตาลทรายเป็นซูโครสซึ่งผลิตจากอ้อยหรือผลิตจากหัวบีท น้ำตาลที่ใช้จะเป็นน้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรายขาว ถ้าใช้น้ำตาลทรายแดงเยลลี่ที่ได้จะมีสีแก่ไม่ใส (ศิริลักษณ์ สินธวาลัย, 2525 : 121) ซูโครสเป็นน้ำตาลนอนรีดิวซ์ ประกอบด้วยน้ำตาลโมโนแซคคาไรด์ 2 ชนิด คือ กลูโคส 1 โมเลกุล และฟรุคโตส 1 โมเลกุล มีชื่อทางเคมีว่า α- D- glucopyranosyl - β- D- fructofuranoside มีสูตรโครงสร้างดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 สูตรโครงสร้างของซูโครส
ที่มา : กรรณิการ์ เดือนสว่าง, 2544 : 9

2.) น้ำตาลอินเวอร์ท (invert sugar) เป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งได้จากการไฮโดรไลซ์น้ำตาลซูโครส การเรียกน้ำตาลชนิดนี้ว่าน้ำตาลอินเวอร์ทเนื่องจากจะมีการบิดระนาบของแสงโพลาไรซ์ไปในทางตรงกันข้าม คือ ซูโครสจะมีค่า $[\alpha]^{20}$ เป็น +52.7 ° และฟรุคโตสมีค่า $[\alpha]^{20}$ เป็น -39.7 ° ซึ่งจะบิดระนาบของแสงโพลาไรซ์ไปในทิศทางตรงกันข้ามกับซูโครส

3.) น้ำเชื่อมกลูโคส (glucose syrup) เป็นผลิตภัณฑ์จากการไฮโดรไลซ์แป้งด้วยกรด เอนไซม์ หรือใช้กรดร่วมกับเอนไซม์ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเป็นส่วนผสมของเดรกซ์ตริน (dextrin) มอลโตส (moltose) และกลูโคสสัดส่วนขององค์ประกอบแต่ละชนิดจะขึ้นกับวิธีและสภาวะที่ใช้ไฮโดรไลซ์ ในต่างประเทศแป้งที่นำมาเป็นวัตถุดิบมักจะเป็นแป้งข้าวโพด ดังนั้นจึงอาจ เรียกว่าน้ำเชื่อมข้าวโพด (corn syrup) ในประเทศไทยรู้จักกันในชื่อ แบะแซ น้ำเชื่อมกลูโคสจะมีความหวานน้อยกว่าน้ำตาลทรายมาก ในผลิตภัณฑ์เยลลี่จะมีการใช้กลูโคสแทนซูโครสในปริมาณ 5-15 เปอร์เซ็นต์ เพื่อลดการตกผลึกของซูโครส นอกจากนั้นยังช่วยเพิ่มความแวววาว ป้องกันการแยกตัวของน้ำออกจากผลิตภัณฑ์ซึ่งเรียกว่า weeping และยังช่วยลดความหวานของผลิตภัณฑ์ลงไม่ให้หวานจนเกินไป ปริมาณน้ำตาลที่ใช้จะมีผลต่อการเลือกชนิดของเพคตินที่จะนำมาใช้ด้วย เมื่อใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำตาลมากกว่า 72 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป ควรใช้เพคตินชนิดเซ็ทตัวช้า แต่ถ้าใช้ปริมาณน้ำตาลต่ำกว่านี้ อาจใช้เพคตินชนิดเซ็ทตัวเร็วหรือช้าก็ได้

3. กรด

กรดที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ มักเป็นกรดอินทรีย์ที่มีอยู่แล้วตามธรรมชาติในผลไม้ที่นำมาใช้ โดยทั่วไปในผลไม้จะมีกรดรวมกันอยู่หลายชนิด แต่กรดที่ให้ผลดีในการทำเยลลี่ คือ กรดทาร์ทาริด ซึ่งมีมากในองุ่น ลูกเกด มะขาม กรดนี้จะให้ผลดีกว่ากรดซิตริก หรือ อาซิติก (ศิริลักษณ์ สินธวาลัย, 2525 : 116) ผลไม้ที่มีกรดต่ำ อาจจะต้องเติมกรดลงไป กรดที่นิยมใช้เติมในผลิตภัณฑ์ คือ กรดซิตริก กรดทาร์ทาริด และกรดแลคติก

pH ที่เหมาะที่สุดนั้น สัมพันธ์กับปริมาณน้ำตาลที่ใช้ด้วย เช่น สำหรับน้ำผลไม้ที่มี pH 3-4 เปอร์เซ็นต์

pH ที่เหมาะสม	เปอร์เซ็นต์ น้ำตาล
3.0	60
3.2	65
3.4	70

อาจกล่าวได้ว่ากรดสูงใช้น้ำตาลน้อย ความเป็นกรดของน้ำผลไม้ควรจะเป็น 0.5 - 0.75 เปอร์เซ็นต์ ถ้าความเป็นกรดเกินกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้เยลลี่คืนตัวภายหลังได้

การควบคุม pH ในการทำเยลลี่อาจทำได้โดย เติมกรดหรือด่างถ้าทำเป็นอุตสาหกรรมจะเติมสารช่วยควบคุมที่เรียก บัฟเฟอร์ (buffer) เป็นเกลือที่มีอยู่โดยธรรมชาติในผลไม้ เช่น โซเดียมซิเตรท แคลเซียมคาร์บอเนต โซเดียมซัลเฟต เป็นต้น จะช่วยเป็นสิ่งควบคุม pHให้คงที่ การใช้บัฟเฟอร์เหล่านี้จะต้องไม่ใช้ในปริมาณมากเกินไป เพราะจะมีผลต่อการเกิดเจลของเพคติน และอาจทำลายกรดแอสคอร์บิคที่มีอยู่ (กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์,มปป. : 255)

กรดจะช่วยในการเกิดเจลของเพคติน โดยในสภาวะที่มีความเป็นกรดด่างสูง หมู่คาร์บอกซิลบนโมเลกุลของเพคตินจะแตกตัว ทำให้โมเลกุลมีประจุและเกิดการผลักกันระหว่างโมเลกุลของเพคตินจะแตกตัว ทำให้โมเลกุลมีประจุด้วยกันจึงเกิดพันธะไฮโดรเจนยาก และเกิดเจลได้ การเกิดในระบบจะช่วยลดการแตกตัวจึงสามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนและเกิดเจลได้ง่ายขึ้น เพคตินชนิดเซ็ทตัวเร็วซึ่งมีค่า DM สูง จะมีการแตกตัวเกิดประจุบนโมเลกุลน้อยกว่า เพราะมีกลุ่มคาร์บอกซิลอิสระน้อยกว่า และต้องการปริมาณกรดในการเกิดเจลน้อยกว่า

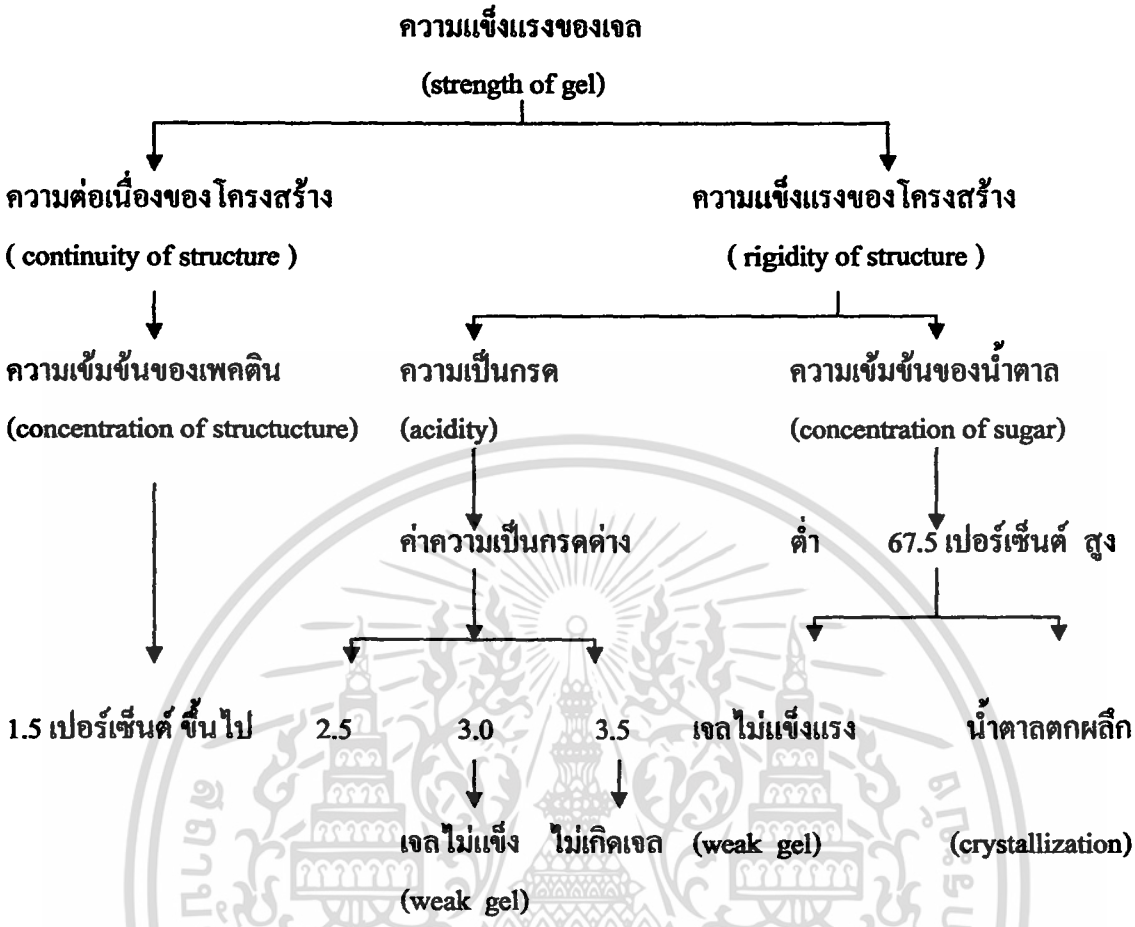
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1. สมดุลองค์ประกอบในผลิตภัณฑ์

การเกิดเจลในผลิตภัณฑ์และลักษณะที่ดีของเจลที่เกิดขึ้นจะเกิดจากสมดุลย์องค์ประกอบที่สำคัญทั้งสามอย่าง คือ มีปริมาณเพคตินมากเพียงพอ มีปริมาณน้ำตาลและปริมาณกรดเหมาะสม ความเหมาะสมของปัจจัยทั้งสามจะทำให้ได้เจลที่แข็งแรง โดยเพคตินจะเป็นตัวโครงสร้างและเกี่ยวข้องกับความต่อเนื่องของโครงสร้างเจล ส่วนน้ำตาลและกรดจะมีผลต่อความแข็งแรงของโครงสร้าง เนื่องจากเพคตินทำหน้าที่เป็นตัวโครงสร้าง จึงต้องมีปริมาณมากพอสมควรจึงจะสามารถเกิดร่างแหโครงสร้างที่ต่อเนื่องได้ ในผลิตภัณฑ์จะต้องมีปริมาณเพคตินตั้งแต่ 1.5 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป ปริมาณน้ำตาลที่ใช้จะอยู่ในช่วง 60 – 85 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นกับชนิดของเพคติน แต่โดยทั่วไปนิยมใช้ 67.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณกรดในผลิตภัณฑ์นั้น จะควบคุมจากค่าความเป็นกรดด่างของผลิตภัณฑ์ควรอยู่ในช่วง 2.9 – 3.1 ถ้าค่าความเป็นกรดด่างต่ำกว่า 2.5 เจลที่ได้จะอ่อนมากและไม่แข็งแรง และที่ค่าความเป็นกรดด่างสูง 3.5 จะไม่เกิดเจลอาจสรุปสภาวะที่เหมาะสมของการเกิดเจลเพคตินได้ในภาพที่ 7

นอกจากการใช้ปริมาณองค์ประกอบต่างๆ ที่เหมาะสมแล้ว ลำดับของการผสมองค์ประกอบต่างๆ ก็มีผลต่อการเกิดเจลที่ดีด้วย ตามปกติจะต้มน้ำผลไม้กับน้ำตาลก่อน เพื่อให้น้ำตาลดึงน้ำออกจากน้ำผลไม้ เมื่อเคี่ยวจนข้นตามต้องการจึงเติมน้ำตาลที่คลุกผสมกับเพคติน ทิ้งไว้จนน้ำตาลและเพคตินละลายหมด จึงเติมกรดรวมทั้งสีและกลิ่นถ้ามีการใช้ และหยุดให้ความร้อน การเติมเพคตินหลังจากการเคี่ยวผลไม้กับน้ำตาลแล้วเป็นเพราะเนื่องจากถ้าเติมในช่วงแรกเพคตินจะถูกให้ความร้อนในสภาวะที่เป็นกรดเป็นเวลานานโมเลกุลจะเกิดการแตกตัวไม่เกิดเจลหรือเกิดเจลที่มีคุณภาพไม่ดีซึ่งเป็นเหตุผลที่ต้องนำกรดมาเติมในช่วงสุดท้ายของการให้ความร้อน เช่นเดียวกันถ้าเติมกรดในช่วงแรกของการให้ความร้อน นอกจากกรดจะสลายโมเลกุลเพคตินแล้วกรดยังสลายซูโครส ทำให้ปริมาณน้ำตาลอินเวอร์ทในผลิตภัณฑ์มากเกินไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 สภาวะที่เหมาะสมของการเกิดเจลของเพคติน
ที่มา : กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์, 2540

ข. การผลิตเยลลี่

1. การเตรียมน้ำผลไม้

ถ้าไม่มีเครื่องมือสำหรับทดสอบส่วนประกอบที่จำเป็น หรือยังไม่ชำนาญพอ ควรจะใช้ผลไม้ที่เคยมีผู้ทดสอบทำได้ผลกันมาแล้ว ทั้งชนิดและความสุกดิบของผลไม้เป็นสิ่งสำคัญที่ต้องนำมาพิจารณา ผลไม้ห่ามดีที่สุด เพราะจะให้รสชาติดี สีใส และปริมาณเพคตินมากพอในการจับตัว เพื่อให้ได้รสชาติดียิ่งขึ้น อาจใช้ผลไม้ห่ามกับสุกปนกัน ล้างผลไม้ให้สะอาดไม่จำเป็นต้องปอกเปลือกหรือแคะเมล็ดในออกนอกจากเปลือกนอกและเมล็ดของผลไม้บางอย่างมีรสขม เช่นมะนาว ส้ม ควรตัดหรือหั่นผลไม้ให้บาง เพื่อให้เพคตินและกรดออกจากผลไม้ได้ง่ายและมาก กระบวนการจะเริ่มต้นจากการสกัดน้ำผลไม้ การต้มจะช่วยให้เนื้อเยื่อผลไม้อ่อนตัวลง ทำให้สามารถสกัดเพคตินและน้ำผลไม้ออกมาได้มาก นอกจากนั้นความร้อนจะทำให้โปรโตเพคตินซึ่งไม่ละลายน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนเป็นเพคตินซึ่งละลายน้ำ เวลาที่ต้มจะขึ้นกับชนิดและเนื้อสัมผัสของผลไม้นั้นว่าแข็งมากน้อยเพียงไร พวกเบอร์รี่ซึ่งมีเนื้อนุ่มจะถูกให้ความร้อนเพียง 2-3 นาที ก็เพียงพอ แอปเปิ้ลจะใช้เวลาประมาณ 20 นาทีหรือน้อยกว่า ผลไม้ตระกูลส้มจะใช้เวลา 30-60 นาที เวลาที่ใช้จะใช้เพียงเพื่อทำให้เนื้อผลไม้นุ่ม สามารถบีบน้ำผลไม้ออกมาได้มากและสะดวกขึ้นเท่านั้น การต้มนานเกินไปจะทำให้ผลไม้สูญเสียกลิ่นรส หรือมีกลิ่นรสผิดแปลกไปและยังทำให้เนื้อผลไม้เละมาก ทำให้ผลไม้ที่คั้นได้ขุ่นและกรองยาก

ผลไม้ที่มีน้ำน้อยอาจจะต้องเติมน้ำลงไประหว่างการต้ม ปริมาณน้ำที่เติมจะต้องพอเหมาะ ผลไม้เนื้อนิ่มมีน้ำมาก เช่น พวกเบอรี่ต่างๆ ไม่จำเป็นต้องเติมน้ำ เพียงแต่บีบให้แหลกแล้วให้ความร้อน ก็สามารถคั้นน้ำได้เลย แอปเปิ้ลจะเติมน้ำ 0.5-1.0 เท่าส่วนส้มซึ่งต้องต้มเป็นเวลานานจะเติมน้ำ 2-3 ครั้ง เท่าโดยปริมาตร ผลไม้ที่มีเพคตินมาก อาจสกัดเพคตินออกมาให้มากที่สุดโดยนำมาต้ม 2-3 ครั้ง การใช้น้ำมากเกินไป จะทำให้น้ำผลไม้ที่ได้ใสมาก ต้องสิ้นเปลืองพลังงานและเวลาในการนำมาทำให้เข้มข้นใหม่อีก แต่ถ้าใช้น้อยเกินไป อาจเกิดการไหม้ระหว่างการใช้ความร้อนหรือได้น้ำผลไม้ปริมาณน้อยและสามารถสกัดเพคตินออกมาได้ในปริมาณต่ำด้วย

หลังจากให้ความร้อน เนื้อผลไม้จะถูกนำมาสกัดน้ำออกโดยนำมาบีบผ่านผ้ากรองขณะร้อนอย่างรวดเร็วเพื่อให้ได้น้ำผลไม้ที่มีปริมาณของแข็งปะปนมาน้อยที่สุดและกากที่ได้แห้งที่สุด สำหรับผลไม้ที่มีราคาแพง กากที่ได้จากการสกัดครั้งแรกอาจนำมาต้มและสกัดใหม่อาจนำมาต้มสกัดใหม่อีกครั้ง แต่สำหรับผลไม้ที่มีราคาถูกการนำมาสกัดใหม่จะไม่คุ้ม ค่าใช้จ่ายที่ต้องเพิ่มขึ้นในการทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น การผลไม้ที่เหลือสามารถนำไปใช้เลี้ยงสัตว์ได้

2. การทำให้น้ำผลไม้ใส

เยลลี่ที่ดีจะต้องมีเนื้อใส น้ำผลไม้มี่ใช้จะต้องผ่านกระบวนการกรองทำใส การทำให้เนื้อใสนี้อาจทำได้หลายวิธี คือ

2.1. การกรอง (filtration) เป็นวิธีที่ทำได้เร็ว ได้น้ำผลไม้ใสพอสมควร ถ้ากรอง 2 ครั้งจะได้น้ำผลไม้ใสมาก ก่อนกรอง ถ้าผสมผงกรอง (filter acid) ในปริมาณ 0.1-1.0เปอร์เซ็นต์ จะช่วยให้การกรองประสบผลสำเร็จมากขึ้น ผงกรองจะเกาะเป็นชั้นบนผ้ากรองและช่วยลดการอุดตันในเนื้อผ้ากรอง ควรกรองน้ำผลไม้ก่อนการเติมน้ำตาล เพราะการเติมน้ำตาลจะทำให้ความหนืดของน้ำผลไม้เพิ่มขึ้น ทำให้กรองได้ยากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2. การทิ้งให้ตกตะกรอง (setting) น้ำผลไม้บางชนิดอาจทำให้ใสได้โดยการทิ้งตกตะกอนค้างคืนในถังลึก 1-3 ฟุต ความลึกของถังไม่ควรมากกว่านี้ เพราะน้ำผลไม้มักจะมีอัตราการตกตะกอนต่ำ การใช้ถังตื้นจะช่วยให้ตะกอนตกถึงก้นถังได้โดยใช้เวลาไม่มากนัก

2.3. การใช้แรงเหวี่ยง (centrifugation) เหวี่ยงด้วยความเร็วสูงจะช่วยทำให้น้ำผลไม้ใสขึ้นบางส่วน ก่อนการหมุนเหวี่ยงควรกำจัดเศษเนื้อผลไม้ชิ้นใหญ่ๆที่ปะปนอยู่ในน้ำผลไม้ออกให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อไม่ให้เกิดการอุดตันเร็วเกินไป วิธีนี้ที่รวดเร็วและเสียค่าใช้จ่ายต่ำ ถ้าต้องการน้ำผลไม้ใสมากหลังจากผ่านเครื่องหมุนเหวี่ยงแล้วควรจะนำไปกรองอีกครั้งหนึ่ง

3. การปรับองค์ประกอบต่างๆ ให้เหมาะสม

น้ำผลไม้ที่ถูกทำให้ใส แล้วจะถูกนำมาปรับองค์ประกอบต่างๆ โดยเติมน้ำตาล เพคติน และปรับค่าความเป็นกรดด่างให้เหมาะสมกับการเกิดเจล น้ำตาลที่เติมจะต้องไม่มากกว่า 55 ส่วนต่อน้ำผลไม้ 45 ส่วน สำหรับการปรับความเป็นกรดนี้ จะทำโดยนำน้ำผลไม้มาไตเตรทกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 นอร์มัล เพื่อหาปริมาณกรดเริ่มต้น จากนั้นจึงใช้กรดหรือเกลือที่เป็นบัฟเฟอร์ปรับหรือลดความเป็นกรดของน้ำผลไม้ให้อยู่ในช่วง 0.75-1.00เปอร์เซ็นต์ กรดที่นิยมใช้ คือ กรดซิตริก หรือทาร์ทาริก ส่วนบัฟเฟอร์ที่นิยมใช้ คือ แคลเซียมคาร์บอเนต โดยใช้ในรูปของสารละลายเข้มข้น 25 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้นจะต้องควบคุมค่าความเป็นกรดด่างให้อยู่ประมาณ 3.0 และไม่เกิน 3.3

4. การให้ความร้อน

การให้ความร้อนเป็นขั้นตอน ที่สำคัญขั้นตอนหนึ่งในการทำเยลลี่ มีจุดประสงค์เพื่อเพิ่มความเข้มข้นของน้ำตาลให้ถึงระดับที่เกิดเจล การให้ความร้อนยังช่วยให้องค์ประกอบต่างๆ ละลายและทำให้สารอินทรีย์ต่างๆ เช่น โปรตีนรวมตัวกันเป็นฟองลอยอยู่ที่ผิวหน้าสามารถแยกออกได้

เวลาที่ใช้ในการให้ความร้อนควรจะน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ การให้ความร้อนนานเกินไปทำให้เกิดความเสื่อมเสียของสีและกลิ่นรส เพคตินจะถูกทำลายจนไม่สามารถเกิดเจลได้ ความเข้มข้นนี้ขึ้นกับปัจจัยหลายประการ เช่น ปริมาณเพคตินและกรด สัดส่วนน้ำตาลต่อเพคตินและเนื้อสัมผัสที่ต้องการของผลิตภัณฑ์

การทดสอบหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการต้ม มีอยู่ 4วิธี คือ

1.) ทดสอบการไหลเป็นแผ่น เมื่อต้มผลไม้กับน้ำตาลแล้วลองใช้พายไม้จุ่มแล้วยกขึ้นมา ส่วนผสมจะหยดจากพายหลายแห่งหลายหยด เมื่อความเข้มข้นของส่วนผสมเข้มข้นขึ้น การหยด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นี้จะมีเพียง 2-3 หยด ตามมาด้วยกัน ต้มต่อไปจะให้ลักษณะไหลเป็นผ่าน (ภาพที่ 8) การดูลักษณะเป็นแผ่นนี้อาจใช้ส้อม เมื่อได้ที่ส่วนผสมจะจับกันเป็นแผ่นระหว่างซี่ส้อม

ภาพที่ 8 การดูลักษณะไหลเป็นแผ่นของเยลลี่ต้มได้ที่
ที่มา : กรรณิการ์ เดือนสว่าง, 2544 : 9

2.) ดูลักษณะฟอง ส่วนที่ต้มในระยะแรกจะเป็นฟองเล็ก เบาสม่ำเสมอเมื่อต้มได้ที่ฟองจะมีขนาดใหญ่ จำนวนน้อยลง และจะกระเด็นออกนอกหม้อ

3.) การทดสอบด้วยเครื่องวัดเปอร์เซ็นต์น้ำตาล (Refractrometer) ชนิดมือถือ เป็นชนิดหนึ่งที่ใช้ง่ายและสะดวก (ภาพที่ 9)

4.) ทดสอบอุณหภูมิ เป็นวิธีที่แน่นอน อุณหภูมิจะเป็นเครื่องชี้ถึงความเข้มข้นของน้ำตาล ตามปกติเมื่ออุณหภูมิของส่วนผสมที่มีสัดส่วนถูกต้องสูงกว่าจุดเดือดของน้ำ 4.5 °ฟ ส่วนผสมนั้นจะสามารถจับตัวเป็นวุ้นได้ทั้งนี้ต้องขึ้นกับระดับพื้นที่ด้วย (ตารางที่ 5)

ภาพที่ 9 รีแฟรคโตมิเตอร์
ที่มา : กรรณิการ์ เดือนสว่าง, 2544 : 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 อุณหภูมิสุดท้ายของส่วนผสมที่ทำเยลลี่ในระดับพื้นที่ต่างๆ

ระดับพื้นที่	°ฟ	°ซ
ระดับน้ำทะเล	221	105.0
สูงกว่าระดับน้ำทะเล 500 ฟุต	220	104.4
สูงกว่าระดับน้ำทะเล 1000 ฟุต	219	103.9
สูงกว่าระดับน้ำทะเล 1000 ฟุต	211	99.4

ที่มา : (ศิริลักษณ์ สินธวาลัย ,2525 :123)

ผลไม้ที่กรดและเพคตินสูง เยลลี่ลักษณะดีถ้าต้มจนอุณหภูมิ103.9°ซ น้ำผลไม้ที่มีกรดต่ำเพคตินน้อยกว่าจะต้องใช้อุณหภูมิ 105 °ซ จึงจะได้เนื้อสัมผัสที่ดี เยลลี่จะต้มจนถึงอุณหภูมิดังกล่าวจะมีความเข้มข้นของน้ำตาลประมาณ 65 เปอร์เซ็นต์

5. การบรรจุและการเก็บรักษา

เมื่อต้มส่วนผสมได้ที่แล้ว ช้อนฝ้าออก รอให้อุณหภูมิลดลงเล็กน้อย เทใส่ภาชนะบรรจุ อย่ายกหม้อสูงเกินไปเพราะจะทำให้เกิดฟองอากาศเยลลี่จะไม่ใส ทิ้งไว้ให้เย็นอุณหภูมิการจับตัวเป็นวุ้นที่ดีที่สุด คือ 70°ฟ ถ้าผลที่ได้ยังจับตัวกันเป็นวุ้นไม่ดีพอ อาจตากแดดให้น้ำระเหยออก อย่านำไปต้มใหม่

ภาชนะที่จะนำมาทำเยลลี่ควรเป็นขวดแก้วสะอาดและร้อน ลักษณะขวดควรเตี้ยและกว้างเพราะเมื่อแล้วจะได้รูปตั้งสวย จะต้องเทเยลลี่ลงบรรจุขณะยังร้อนอยู่ และปิดด้วยพาราฟินร้อนหรือปิดฝาให้สนิททันที เพื่อป้องกันจุลินทรีย์ขึ้นบนผิวหน้า หากบรรจุที่อุณหภูมิ 190° – 200° ฟ ในภาชนะบรรจุที่สะอาด ความร้อนที่เหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์จะสูงพอที่จะฆ่าเชื้อที่มีอยู่ในภาชนะบรรจุได้ แต่ถ้าบรรจุที่อุณหภูมิ 180°ฟ เป็นเวลา 30 นาที เพื่อยืดอายุการเก็บให้นานขึ้น ก่อนบรรจุภาชนะบรรจุควรผ่านการให้ความร้อนก่อน (prchcat) การผลิตเยลลี่ให้ได้ผลดีต้องควบคุมน้ำตาล กรด การต้ม เพื่อจะทำให้เพคตินในจับตัวกันเป็นกันเป็นร่างแหอุ้มน้ำเชื่อมเอาไว้เป็นวุ้น ดังนั้นผู้ทำจึงมักประสบปัญหาต่างๆ อันเป็นสาเหตุของการทำเยลลี่ไม่ได้ผลดังในตารางที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 สาเหตุการทำเยลลี่ไม่ได้ผล

ปัญหา	สาเหตุ
ไม่จับเป็นวุ้น	1. กรดและเพคตินน้อยไป (เยลลี่อ่อนไป) 2. น้ำตาลมากไป (เยลลี่จะอ่อนไปหรือเหนียว) 3. ต้มไม่ได้ที่ (เยลลี่จะอ่อนไป)หรือนานเกินไป
เยลลี่แข็งไป	1. น้ำตาลน้อยไป 2. เพคตินมากไป
ไม่ใส	1. กรองน้ำผลไม้ด้วยผ้าขาวบางไปหรือบีบคั้นเวลากรอง 2. ผลไม้ดิบ 3.เคี่ยวนานเกินไป 4. ก่อนบรรจุทิ้งไว้นานเกินไป 5. วิธีเทตอนบรรจุ ยกหม้อสูงไป 6. ไม่ได้ตักฟองฝ้าออกเวลาทำ
เกิดผลึกหรือเกล็ด	1. น้ำตาลมากไป 2. ต้มนานไป 3. กรดน้อยไป 4. ใส่น้ำตาลช้าไป
คืนตัว (เหลวในภายหลัง)	1. กรดมากไป 2. น้ำตาล หรือ เพคตินน้อยไป
รสจัดสีคล้ำ	ต้มนานไป
เกิดผลึกครีมออฟทาร์ทาร์	จากกรดทาร์ทาริคในผลไม้ เช่นองุ่น ควรต้มแล้วตั้งทิ้งไว้ 12 ช.ม. รินส่วนที่บนหรือกรอง

ที่มา : (ศิริลักษณ์ สินธวาลัย ,2525 :125)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 10 กรรมวิธีการผลิตเยลลี่

ที่มา : กรรณิการ์ เดือนสว่าง, 2544 : 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2. ธัญพืช

ก. ลูกเดือย (Job's tears)

เดือย เป็นธัญพืชชนิดหนึ่งมีชื่อวิทยาศาสตร์ *Coix Lacryma – Jobi L.* หรือเรียกทั่ว ๆ ไปว่า *Coix* อยู่ในวงศ์ *Gramineae* ชื่ออื่นๆ มะเตย (ภาคเหนือ) ลูกเดือยมี 2 ชนิด คือ เดือยข้าวเหนียวและลูกเดือยข้าวเจ้าลูกเดือยในประเทศไทยส่วนใหญ่จะเป็นลูกเดือยข้าวเหนียว ซึ่งปลูกกันมากในภาคเหนือ และภาคอีสาน

1.) ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ต้น เป็นไม้ล้มลุก อายุเพียงหนึ่งปี ลำต้นแตกกิ่งก้าน เล็กน้อย เป็นพืชอยู่ในวงศ์เดียวกับ ข้าว อ้อย ข้าวโพด ลำต้นคล้ายข้าวโพด แต่ขนาดเล็กกว่า

ใบ ป็นใบแคบและยาว ปลายใบแหลม ขอบใบขนานเมื่อลูบ จะรู้สึกคายมือ หูใบสั้น มีสีเขียว

ดอก ออกเป็นช่อ ดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่ต่างช่อดอก แต่อยู่ต้นเดียวกัน

ผล รูปร่างกลมยาว หัวท้ายเล็กลง เปลือกแข็งมาก เนื้อน้อย พอแก่จัดมีสีเทาเงิน

2.) ใช้เป็นอาหาร

เมล็ด ต้ม หรือ นึ่งรับประทานแทนข้าว ทำขนมเปียกลูกเดือย ใส่เต้าทึง น้ำเต้าหู้ ทำแป้ง ทำน้ำลูกเดือย

3.) สรรพคุณทางยา

เมล็ด ชงเป็นอาหารที่มีสำหรับผู้ป่วย กำลังฟื้นไข้ เป็นยาเย็น ช่วยขับปัสสาวะ และยังช่วยบำบัดอาการหลอดลมอักเสบ ปอดอักเสบ ใช้ขนาด 10 – 25 กรัม ทำยาชงขับพยาธิในเด็ก (http://www.kpt.ac.th/etc/herb.htm, 20 กรกฎาคม 2547)

4.) คุณค่าทางโภชนาการ

ลูกเดือยมีกรดอะมิโนทุกชนิดที่สูงกว่าความต้องการตามมาตรฐานขององค์การอนามัยโลก ยกเว้น เมทไธโอนีน และ ไลซีน เช่น กรดกลูตามิกมีปริมาณมาก ตามด้วยลูซิน, อลานีน, โปรลีน, วาลีน, ฟีนนิลอลานีน, ไอโซลูซีน และ อาร์จีนีนลดหลั่นลงมา นอกจากนี้ลูกเดือยยังมีกรดไขมันจำเป็นชนิดที่ไม่อิ่มตัว เช่น กรดโอเลอิก และกรดลิโนเลอิก รวมแล้ว ประมาณ 84 เปอร์เซ็นต์ และเป็นกรดไขมันชนิดอิ่มตัว คือ ปาล์มิติ และสเตียริก เพียง 16 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นลูกเดือยจึงเป็นอาหารที่ดีที่ให้ทั้งพลังงานกรดอะมิโนและไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย (http://www.kpt.ac.th/etc/herb.htm, 20 กรกฎาคม 2547)

ตารางที่ 7 คุณค่าทางโภชนาการของลูกเดือย

องค์ประกอบ	ปริมาณ
- คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	70.65
- โปรตีน (ร้อยละ)	13.48
- ไขมัน (ร้อยละ)	5.03
- แร่ธาตุ (ร้อยละ)	1.39
- วิตามินบี 1 (ไมโครกรัม/100กรัม)	755
- วิตามินบี 2 (ไมโครกรัม/100กรัม)	29
- ฟอสฟอรัส (พีพีเอ็ม)	2516
- โพแทสเซียม (พีพีเอ็ม)	1521
- โซเดียม (พีพีเอ็ม)	181
- เหล็ก (พีพีเอ็ม)	47.4
- สังกะสี (พีพีเอ็ม)	29.5
- แมงกานีส (พีพีเอ็ม)	20.3
- แคลเซียม (พีพีเอ็ม)	18.1
ทองแดง (พีพีเอ็ม)	4.81

ที่มา : (http://www.kpt.ac.th/etc/herb.htm, 20 กรกฎาคม 2547)

ข. ข้าวเหนียว

ข้าวเหนียวเป็นข้าวที่มีเมล็ดข้าวสีขาวขุ่นสำหรับข้าวเหนียวขาว และสีม่วงแดงเข้มเกือบดำสำหรับข้าวเหนียวดำ เพราะมีสารจำพวก anthocyanin เป็นสารที่ละลายได้ดีในน้ำซึ่งสามารถนำไปใช้แต่งสีอาหารได้ (นิจศิริ เรืองรังษีและพยอม ตันติวัฒน์, 2534 : 100) ข้าวเหนียวเมื่อนึ่งจะได้ข้าวสุกที่จับตัวกันเหนียวแน่น ประกอบด้วยแป้งชนิดอะไมโลเพ็คติน (amylopectin) เป็นส่วนใหญ่ มีแป้งอะไมโลส (amylose) เล็กน้อย (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2545: 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวเหนียว

องค์ประกอบข้าวเหนียว	ปริมาณสารอาหาร
ความชื้น	11.9
พลังงาน (แคลอรี่)	366
โปรตีนจากพืช (กรัม)	6.9
ไขมัน (กรัม)	1.0
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	79.7
เส้นใย (กรัม)	0.2
แคลเซี่ยม (มิลลิกรัม)	16
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	95
เหล็ก (มิลลิกรัม)	1.1
ไนอาซิน (มิลลิกรัม)	2.6
วิตามิน บี1 (มิลลิกรัม)	0.13
วิตามิน บี2 (มิลลิกรัม)	0.04

ที่มา : ชวลิต รัตนกุล, ม.ป.ป. : 210

1. คุณภาพทางเคมีของเมล็ดข้าวเหนียว

คุณภาพทางเคมีของเมล็ดข้าว หมายถึง สัดส่วนและองค์ประกอบทางเคมีที่มีผลต่อคุณภาพข้าวสุก โดยมีผลทำให้ข้าวสุกนั้น นุ่ม เหนียว หรือร่วนขึ้นหม้อ ซึ่งมีองค์ประกอบต่างๆ ดังนี้ (ทศรฐ อินแปลง, 2543 : 6)

1.1. ปริมาณอะไมโลสและอะไมโลเพคติน (Amylose and Amylopectin content) อัตราส่วนของอะไมโลสและอะไมโลเพคติน เป็นปัจจัยที่ทำให้ข้าวสุกมีคุณสมบัติแตกต่างกัน โดยปริมาณอะไมโลสทำให้ข้าวสุกมีความเหนียวลดลงหรือร่วนมากขึ้น และทำให้ข้าวนุ่มน้อยลง เนื่องจากคุณสมบัติการคืนตัวของอะไมโลสที่สุกแล้ว เรียกว่าการคืนตัวกลับของแป้ง (Retrogradation) (สถาบันวิจัยข้าว, 2543 : 244) ซึ่งข้าวที่มีอะไมโลสสูงจะดูดน้ำและขยายปริมาตรในขณะหุงต้มได้มากกว่าข้าวอะไมโลสต่ำ เรียกว่าการหุงขึ้นหม้อ ส่วนความนุ่มและความเหนียวของข้าวสุก จะขึ้นกับสัดส่วนอะไมโลเพคตินในสตาร์ช ข้าวเหนียวจะมีอะไมโลเพคตินเกือบทั้งหมด ทำให้ดูดน้ำและขยายตัวน้อยกว่าข้าวเจ้า ทำให้ข้าวสุกที่ได้จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหนียวและนุ่มกว่า (ทศรฐ อินแปลง, 2543 : 6-7) สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณอะไมโลส ทำได้โดยการย้อมสีเมล็ดข้าวกับสารละลายไอโอดีน แล้ววัดความเข้มของสีด้วย Spectrophotometer ที่ช่วงคลื่นแสง 610 นาโนมิเตอร์ โดยข้าวเหนียวจะได้สีน้ำตาลแดง ส่วนข้าวเจ้าได้สีน้ำเงินเข้ม ซึ่งวิธีนี้จะสามารถแยกข้าวเจ้าและเหนียวออกจากกันได้

1.2. ความคงตัวของแป้งสุก (Gel consistency) แม้ปริมาณ อะไมโลสจะทำให้คุณภาพข้าวสุกต่างกัน แต่เมื่อข้าวมีอะไมโลสเท่ากัน อาจจะมีความแข็งของข้าวสุกแตกต่างกัน เนื่องจากคุณสมบัติของแป้งสุกมีอัตราการคืนตัวต่างกัน ทำให้แป้งสุกมีความแข็งและอ่อนต่างกัน โดยข้าวที่มีความคงตัวของแป้งสุกอ่อน (soft gel) เมื่อหุงสุกจะมีความนุ่มกว่าข้าวที่มีความคงตัวของแป้งสุกแข็ง (hard gel) สำหรับการหาค่าความคงตัวของแป้งสุกทำโดยการต้มแป้งให้ใสในสารละลายเบส เช่น สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 0.2 นอร์มอล จำนวน 2 มิลลิลิตร. ต่อแป้ง 100 มิลลิกรัม แล้วทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง และวัดระยะทางที่แป้งไหลเมื่อวางบนพื้นราบ ซึ่งแป้งสุกแข็ง แป้งสุกปานกลาง และแป้งสุกอ่อน มีระยะทางที่แป้งไหล 26-40 มิลลิเมตร, 41-60 มิลลิเมตร และ 61-100 มิลลิเมตร ตามลำดับ (สถาบันวิจัยข้าว, 2543 : 244-245)

1.3. ปริมาณโปรตีน (Protein content) โปรตีนที่อยู่ส่วนนอกของเมล็ดมีส่วนทำให้ระยะเวลาหุงต้มข้าวให้สุกนานขึ้น เนื่องจากโปรตีนเป็นตัวขัดขวางการซึมของน้ำเข้าไปภายในเมล็ดข้าว ทำให้ข้าวสุกมีความนุ่มเหนียวลดลง และข้าวสุกที่มีโปรตีนต่ำจะมีความอ่อนนุ่ม ความเหนียวและกลิ่นรสมากกว่าข้าวที่มีโปรตีนสูง นอกจากนี้ข้าวที่มีโปรตีนสูงยังขัดสีได้ยากและจะให้สีคล้ำเมื่อหุงสุกแล้ว เนื่องจากการเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีน (ทศรฐ อินแปลง, 2543 : 9) สำหรับโปรตีนในข้าวเหนียวนั้นจะมีมากกว่าข้าวเจ้า แต่เป็นโปรตีนที่มีคุณภาพต่ำกว่าข้าวเจ้า โดยข้าวเหนียวที่มีปริมาณโปรตีนสูงได้แก่ ข้าวเหนียวดำ ข้าวเหนียวสันป่าตองและข้าวเหนียว กข 2 (นิศา ตรีภัทรชยากร และสุภาพร จิตรประภาภรณ์, 2538 : 9)

1.4. อุณหภูมิของแป้งสุก (Gelatinization temperature) หมายถึงอุณหภูมิที่เม็ดสตาร์ช (Starch granule) เริ่มพองในน้ำร้อนและเปลี่ยนลักษณะทึบแสงเป็นโปร่งใส โดยข้าวที่มีอุณหภูมิของแป้งสุกสูง จะหุงสุกช้ากว่าข้าวที่มีอุณหภูมิของแป้งสุกต่ำ (ทศรฐ อินแปลง, 2543 : 7) การหาอุณหภูมิของแป้งสุก ทำได้โดยการวัดการแตกตัวของเมล็ดข้าว 6 เมล็ดใน โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 1.7 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 10 มิลลิลิตร นาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

23 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีระดับการให้คะแนนโดยให้คะแนนเป็น 1-7 (นิศา ตรีภัทรชยากร และสุภาพร จิตรประภาภรณ์, 2538 : 8)

1.5. การยืดตัวของเมล็ดข้าวสุก (Elongation ratio) ในระหว่างการหุงต้มเมล็ดข้าวมีการขยายตัวในทุกด้าน โดยเฉพาะในด้านยาวซึ่งเป็นคุณสมบัติพิเศษของข้าว เพราะจะช่วยให้เมล็ดข้าวสุกขยายตัวเพิ่มขึ้นและหากข้าวสุกเป็นข้าวที่ไม่ติดกัน การขยายขนาดของเมล็ดข้าวจะช่วยให้ข้าวขึ้นหม้อดียิ่งขึ้นและยังทำให้ข้าวนุ่มมากขึ้น เพราะการขยายตัวทำให้เนื้อข้าวโปร่งไม่อัดกันแน่น (สถาบันวิจัยข้าว, 2543 : 246)

1.6. กลิ่นหอม (Aroma) ข้าวโดยทั่วไปจะมีสารระเหยอยู่หลายชนิด โดยในข้าวหอมนั้นจะมีสาร 2-acetyl-1-pyloline มากกว่าข้าวทั่วๆ ไป ซึ่งในข้าวสารหอมจะมีสารนี้ประมาณ 0.04-0.09 ไมโครกรัมต่อกรัม ส่วนในข้าวกล้องมีประมาณ 0.1-0.2 ไมโครกรัมต่อกรัม นอกจากนี้สารดังกล่าวยังพบมากในพืชตระกูลใบเตย (*Pandonus amaryllifolius* Roxb. fragrant screw pine) ในการทดสอบข้าวหอมนั้นกระทำโดยแช่เมล็ดข้าวในน้ำเกลือเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ปิดฝาให้แห้งสนิทเพื่อให้สารหอมระเหยออกมา จึงคมแยกข้าวหอมออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

ก. วัตถุดิบ

1. ลูกเดือย
2. น้ำผลไม้รวม (ตรา มาลี)
3. คาราจีแนน
4. ผงบุก
5. เพคติน
6. กรดซิตริค
7. น้ำตาลทรายขาว

ข. อุปกรณ์

1. ผ้าขาวบาง
2. เครื่องชั่ง
3. หม้อ
4. ทัพพี
5. ชาม
6. เตาแก๊ส
7. เทอร์โมมิเตอร์
8. กระดาษลิตมัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วิธีการ

3.2.1 การวางแผนการทดลอง

ก. กรรมวิธีการผลิตเยลลี่ตามสูตรมาตรฐาน (เอกสารประกอบการสอนวิชาแปรรูปผักและผลไม้)

สูตรมาตรฐาน

ส่วนผสม	น้ำหนัก(กรัม)
น้ำผลไม้รวม	250
เกลือ	1
คาราจีแนน	3
น้ำตาลทรายขาว	45
กรดซิตริค	ปรับให้ค่า pH 3.5-4

ขั้นตอนการทำ

1. ชั่งส่วนผสมต่างๆ ได้แก่ น้ำตาลทรายขาว เกลือ และคาราจีแนน แบ่งน้ำตาลทรายขาวเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งนำมาผสมคลุกเคล้ากับคาราจีแนน เพื่อป้องกันการจับตัวเป็นก้อนเมื่อนำไปละลายน้ำ

2. นำน้ำผลไม้ตั้งไฟอ่อนๆ เทส่วนผสมที่ชั่งไว้ ได้แก่ น้ำตาลทรายขาวส่วนที่เหลือและเกลือ ลงในน้ำผลไม้พร้อมทั้งคนจนกระทั่งละลายหมด

3. ค่อย ๆ เทน้ำตาลส่วนที่ผสมกับคาราจีแนนลงไปทีละน้อยพร้อมทั้งคนจนละลายหมด

4. วัดค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยกระดาษลิตมัส จากนั้นปรับค่าด้วยกรดซิตริคให้ได้ ค่า pH 3.5- 4 แล้วเคี่ยวต่ออีกประมาณ 3 นาที ให้ละลายหมด ใช้อุณหภูมิประมาณ 80 °ซ

5. ทิ้งไว้ให้อุณหภูมิลดลง ~ 60-70 °ซ แล้วจึงเทใส่พิมพ์วุ้น เพื่อป้องกันการเกิดฟองอากาศ ในผลิตภัณฑ์เยลลี่ ขั้นตอนการทำเยลลี่ แสดงในภาพที่ 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั่งเกลือ,น้ำตาลทรายขาว,คาราจีแนนตามตัวอย่างมาตราฐาน
(แบ่งน้ำตาลมาเล็กน้อยผสมกับคาราจีแนน)

↓

น้ำผลไม้รวมตั้งไฟอ่อน เทส่วนผสมคนจนกระทั่งละลายหมด

↓

ค่อยๆ เทคาราจีแนนลงไป

↓

ปรับค่า pH ~3.5-4 โดยกรดซิตริด

↓

เคี่ยวต่อ 3 นาที อุณหภูมิ ~ 80° ซ

↓

ทิ้งไว้ให้อุณหภูมิลดลง อุณหภูมิลงเหลือ ~ 60-70 °ซ

↓

เทใส่พิมพ์

ภาพที่ 11 ขั้นตอนการผลิตเยลลี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. การเตรียมน้ำธัญพืช

1. การเตรียมน้ำข้าวเหนียวดำ

1.1. ข้าวเหนียวดำ 1 ถ้วยตวง ล้างน้ำให้ละลาย

1.2. น้ำ 4 ถ้วยตวงกับใบเตยต้มให้เดือด

1.3. นำข้าวเหนียวดำที่ตวงไว้ใส่ลงในน้ำเดือดต้มต่อ 2-5 นาที ให้สีของข้าวเหนียวดำออก นำมากรองเอาส่วนน้ำเพื่อใช้ทดลองต่อไป

2. การเตรียมน้ำลูกเดือย

2.1 ลูกเดือย 1 ถ้วย ล้างน้ำให้สะอาด

2.2. นำลูกเดือยและน้ำ 4 ถ้วย ต้มกับใบเตยให้เดือดแล้วลดไฟลงต้มต่อจนลูกเดือยนิ่ม ใช้เวลาประมาณ 10-15 นาที น้ำกรองแยกส่วนน้ำและเนื้อลูกเดือยออก เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

3.2.2. กรรมวิธีการผลิตเยลลี่จากธัญพืช

ก. ศึกษาชนิดและอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารที่ทำให้เกิดเจล

สารที่ทำให้เกิดเจลที่ใช้ในการทดลองนี้ มี 3 ชนิด คือ คาราจีแนน เพคติน และ ผงบุก โดยมีตัวอย่างการทดลอง 4 ตัวอย่าง ดังนี้

ตัวอย่างที่ 1 ใช้คาราจีแนน 3 เปอร์เซ็นต์

ตัวอย่างที่ 2 ใช้คาราจีแนน 2 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ เพคติน 1 เปอร์เซ็นต์

ตัวอย่างที่ 3 ใช้คาราจีแนน 2 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ ผงบุก 1 เปอร์เซ็นต์

ตัวอย่างที่ 4 ใช้คาราจีแนน 1 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ เพคติน 1 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ ผงบุก 1 เปอร์เซ็นต์

ขั้นตอนในการทำเยลลี่ตามตัวอย่างมาตรฐาน ใช้สารที่ทำให้เกิดเจลตามตัวอย่างการทดลองที่ 1,2,3และ4 ตามลำดับ จากนั้นนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส (hedonic scale) ด้วยวิธีการชิม ผู้ทดสอบชิมคือ นักศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 20 คน เพื่อคัดเลือกชนิดและอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารที่ทำให้เกิดเจล

ข. ศึกษาชนิดของน้ำธัญพืชที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่จากธัญพืช

ชนิดของธัญพืชที่นำมาใช้ในการทดลองนี้ มี 2 ชนิด คือ น้ำข้าวเหนียวดำ และน้ำลูกเดือย โดยมีตัวอย่างการทดลอง 4 ตัวอย่าง ดังนี้

ตัวอย่างที่ 1 น้ำสกัดจากข้าวเหนียวดำ

ตัวอย่างที่ 2 น้ำสกัดจากลูกเดือย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ 3 น้ำสกัดจากข้าวเหนียวดำต่อน้ำผลไม้รวม อัตราส่วน 1:1

ตัวอย่างที่ 4 น้ำสกัดจากลูกเดือยต่อน้ำผลไม้รวม อัตราส่วน 1:1

มีขั้นตอนการผลิตเยลลี่ตามวิธีที่กล่าวมาแล้วในข้อ 3.2.1 (ก). ในแต่ละตัวอย่างจะใช้คาราจีแนน 2 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ เพคติน 1 เปอร์เซ็นต์ เป็นสารที่ทำให้เกิดเจลในการผลิตเยลลี่(ซึ่งคัดเลือกได้จากการศึกษาในข้อ 3.2.2 ก.) จากนั้นนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส (hedonic scale) ด้วยวิธีการชิม โดยผู้ทดสอบชิมคือ นักศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 20 คน เพื่อคัดเลือกชนิดของน้ำธัญพืชที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่จากธัญพืช

ค. ศึกษาอัตราส่วนของเนื้อธัญพืชที่เหมาะสมการผลิตเยลลี่จากธัญพืช

จากการทดลองในข้อ 3.2.2 (ข). ตัวอย่างที่คัดเลือกได้ คือ ตัวอย่างที่ 4 (น้ำสกัดจากลูกเดือยต่อน้ำผลไม้รวม อัตราส่วน 1:1) นำมาศึกษาอัตราส่วนของเนื้อธัญพืชที่เหมาะสม (เนื้อลูกเดือย) โดยมีอัตราส่วนที่ใช้ในการทดลอง ดังนี้

ตัวอย่างที่ 1 เนื้อลูกเดือย 0 เปอร์เซ็นต์

ตัวอย่างที่ 2 เนื้อลูกเดือย 2 เปอร์เซ็นต์

ตัวอย่างที่ 3 เนื้อลูกเดือย 10 เปอร์เซ็นต์

ตัวอย่างที่ 4 เนื้อลูกเดือย 15 เปอร์เซ็นต์

โดยมีขั้นตอนการทำเยลลี่ตามข้อ 3.2.1 (ก) ชนิดของสารที่ทำให้เกิดเจลและชนิดของน้ำธัญพืชที่คัดเลือกได้จากข้อ 3.2.2 (กและข) จากนั้นนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส (hedonic scale) ด้วยวิธีการชิม โดยผู้ทดสอบชิมคือ นักศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 20 คน เพื่อคัดเลือกอัตราส่วนธัญพืชที่เหมาะสม ในการผลิตเยลลี่จากธัญพืช

3.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยใช้ ANOVA(Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติโดยวิธี Duncan Multiple Range Test ,DMRT ระหว่างตัวอย่างทดลอง ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

3.3 สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการเบเกอรี่ ค. 150 อาคารจอมไตร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ตั้งแต่เดือนมกราคม พ. ศ. 2548 ถึงเดือน มีนาคม พ.ศ.2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์

4.1 การศึกษาชนิดและอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารที่ทำให้เกิดเจลในการผลิตเยลลี่

ศึกษาชนิดและอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารที่ทำให้เกิดเจลในการผลิตเยลลี่ โดยตัวอย่างที่ 1 (ใช้คาราจีแนน 3 เปอร์เซ็นต์) ตัวอย่างที่ 2 (ใช้คาราจีแนน 2 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ เพคติน 1 เปอร์เซ็นต์) ตัวอย่างที่ 3 (ใช้คาราจีแนน 2 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ ผงบุก 1 เปอร์เซ็นต์) ตัวอย่างที่ 4 (ใช้คาราจีแนน 1 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ เพคติน 1 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ ผงบุก 1 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ จากนั้นนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านความนุ่ม ด้านความใส ด้านลักษณะคงรูป ความชอบโดยรวม มีเกณฑ์การให้คะแนน 1-5 เพื่อคัดเลือกชนิดและอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่ ใช้ผู้ชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 20 คน มีผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 9 คะแนนเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่ใช้สารทำให้เกิดเจลในอัตราส่วนต่าง

ตัวอย่าง	คะแนนเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์เยลลี่			
	ความอ่อนนุ่ม	ความใสของเยลลี่	ลักษณะคงรูป	ความชอบโดยรวม
1	2.10[b]	2.95[b]	1.80[b]	2.30[b]
2	3.80[a]	3.70[a]	3.85[a]	3.80[a]
3	3.20[a]	2.90[b]	3.45[a]	3.35[a]
4	3.75[a]	3.60[a]	3.85[a]	3.70[a]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

คุณลักษณะด้านความอ่อนนุ่ม จากตารางที่ 9 ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่ในด้านความอ่อนนุ่ม พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่ทั้ง 4 ตัวอย่าง ดังนี้ ตัวอย่างที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 3.80 ซึ่งหมายถึงผู้บริโภคมีความชอบ ในด้านความอ่อนนุ่มของเยลลี่ ส่วนตัวอย่างที่ 4 , 3 , 1 มีคะแนนดังนี้ 3.75 , 3.20 , 2.10 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบ ตัวอย่างที่ 2,3,4 กับตัวอย่างที่ 1 พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \leq 0.05$) ตัวอย่างที่ 2 ใช้ คาราจีแนน 2 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ เพคติน 1 เปอร์เซ็นต์ เป็นสารที่ทำให้เกิดเจลในผลิตภัณฑ์เยลลี่ ได้รับคะแนนด้านความอ่อนนุ่มสูงที่สุดจากผู้บริโภคนั้น เนื่องจากตัวอย่างที่ 1 ใช้คาราจีแนน เป็นสารที่ทำให้เกิดเจลเพียงชนิดเดียว จึงทำให้เยลลี่มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ได้อ่อนนุ่มเกินไปหรืออาจจะเกิดจากการต้มไม่ได้ที่หรือนานเกินไป (ศิริลักษณ์ สินธวาลัย, 2525 : 125) และการเซตไม่ดีเท่าที่ควร เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ 2 , 3 , 4 ส่วนตัวอย่างที่ 2 ใช้คาราจีแนน ร่วมกับ เพคติน เป็นสารที่ทำให้เกิดเจล จึงทำให้เนื้อสัมผัสของเยลลี่อ่อนนุ่มเซตตัวได้ดีกว่าการใช้คาราจีแนนแต่เพียงอย่างเดียว และยังทำให้เนื้อสัมผัสของเยลลี่ที่ได้ละเอียดอีกด้วย ส่วนตัวอย่างที่ 3 ใช้คาราจีแนน ร่วมกับ ผงบุก เป็นสารที่ทำให้เกิดเจล จึงทำให้เนื้อสัมผัสที่ได้มีการเซตตัวมากเกินไป ทำให้เยลลี่มีลักษณะค่อนข้างแข็ง และจากการสังเกตพบว่าส่วนผงบุกที่นำมาใช้ละลายไม่หมดจึง แต่เกิดการพองตัวเป็นเม็ดเล็กๆใส จึงทำให้เนื้อสัมผัสที่ได้หยาบ ส่วนตัวอย่างที่ 4 ใช้ คาราจีแนน ร่วมกับ เพคติน ร่วมกับ ผงบุก ในตัวอย่างนี้มี การใช้ผงบุกเหมือนกับ ตัวอย่างที่ 3 จึงทำให้มีลักษณะคล้ายกัน คือ ผงบุกไม่เกิดการละลาย จึงทำให้เนื้อสัมผัสของเยลลี่หยาบและค่อนข้างแข็ง จึงสรุปได้ว่า ตัวอย่างที่ 2 เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด เพราะเนื้อสัมผัสที่ได้มีความอ่อนนุ่มและการเซตตัวที่ดีไม่แข็งจนเกินไป

คุณลักษณะด้านความใส จากตารางที่ 9 ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่ในด้านความใส พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่ทั้ง 4 ตัวอย่าง ดังนี้ ตัวอย่างที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 3.70 ซึ่งหมายถึงผู้ทดสอบมีความชอบ ในด้านของความใสของเยลลี่ ส่วนตัวอย่างที่ 4 , 3 , 1 มีคะแนนดังนี้ 3.60 , 2.95 , 2.90 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบตัวอย่างที่ 2,4 กับตัวอย่างที่ 1,3 พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \leq 0.05$) ตัวอย่างที่ 2 ใช้ คาราจีแนน 2 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ เพคติน 1 เปอร์เซ็นต์ เป็นสารที่ทำให้เกิดเจล ทำให้ความใสของเยลลี่เป็นที่ยอมรับสูงสุดของผู้บริโภคนั้น เนื่องจากตัวอย่างที่ 1 ใช้คาราจีแนน เยลลี่จะมีลักษณะค่อนข้างขุ่น อาจเป็นเพราะเคี่ยวนานเกินไป หรือไม่ได้ตักฟองฝ้าออกเวลาทำ หรือวิธีเทตอนบรรจุยกหม้อสูงไป (ศิริลักษณ์ สินธวาลัย, 2525 : 125) ตัวอย่างที่ 3 และ 4 ซึ่งมีการใช้ผงบุกเป็นสารที่ทำให้เกิดเจล จากการทดลองพบว่าผงบุกบางส่วนละลายไม่หมด เยลลี่ที่ได้จึงมีลักษณะค่อนข้างขุ่น จึงสรุปได้ว่า ตัวอย่างที่ 2 เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด เพราะตัวอย่างที่ 2 เยลลี่มีลักษณะใสที่สุด

คุณลักษณะด้านลักษณะคงรูป จากตารางที่ 9 ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่ในด้านลักษณะคงรูป พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่ทั้ง 4 ตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนี้ ตัวอย่างที่ 2 , 4 มีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 3.85 ซึ่งหมายถึงผู้ทดสอบมีความชอบ ในด้านลักษณะคงรูปของเยลลี่ ส่วนตัวอย่างที่ 3 , 1 มีคะแนนดังนี้ 3.45 , 1.80 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบตัวอย่างที่ 2,3,4 กับตัวอย่างที่ 1 พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \leq 0.05$) ตัวอย่างที่ 2 , 4 ใช้เพคตินร่วมกับสารอื่นๆ เป็นสารที่ทำให้เกิดเจล ทำให้ด้านลักษณะคงรูปของเยลลี่เป็นที่ยอมรับสูงสุดของผู้บริโภคนั้น เนื่องจากเพคตินจะทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของเจลของเยลลี่ ดีกว่าตัวอย่างที่ใช้คาราจีแนน ร่วมกับ ผงบุก หรือใช้คาราจีแนนเพียงอย่างเดียว และตัวอย่างที่ 2 และ 4 มีลักษณะเยลลี่ที่ได้ คือ มีการเซตตัวที่ดี ยืดหยุ่นดี จึงสรุปได้ว่า ตัวอย่างที่ 2 เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด เพราะตัวอย่างที่ 2 , 4 มีการเซตตัวดีที่สุด และมีการยืดหยุ่นที่ดี

คุณลักษณะด้านความชอบโดยรวม จากตารางที่ 9 ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่ในด้านความชอบโดยรวม พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่ทั้ง 4 ตัวอย่าง ดังนี้ ตัวอย่างที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 3.80 ซึ่งหมายถึงผู้ทดสอบมีความชอบ ในด้านของความชอบโดยรวมของเยลลี่ ส่วนตัวอย่างที่ 4 , 3 , 1 มีคะแนนดังนี้ 3.70 , 3.35 , 2.30 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบ ตัวอย่างที่ 2,3,4 กับตัวอย่างที่ 1 พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \leq 0.05$) ตัวอย่างที่ 2 ใช้ คาราจีแนน 2 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ เพคติน 1 เปอร์เซ็นต์ เป็นสารที่ทำให้เกิดเจล เยลลี่มีคุณลักษณะโดยรวม เช่น ลักษณะเนื้อสัมผัสในด้านความอ่อนนุ่ม ด้านความใส ด้านลักษณะคงรูป จึงทำให้มีความชอบโดยรวมมากที่สุด

4.2 การศึกษาชนิดและอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำธัญพืชในการผลิตเยลลี่จากธัญพืช

การศึกษาชนิดและอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำธัญพืชในการผลิตเยลลี่จากธัญพืช โดย ตัวอย่างที่ 1 ใช้น้ำข้าวเหนียวดำ ตัวอย่างที่ 2 ใช้น้ำลูกเดือย ตัวอย่างที่ 3 ใช้น้ำข้าวเหนียวดำ : น้ำผลไม้รวม (1:1) ตัวอย่างที่ 4 ใช้น้ำลูกเดือย ร่วมกับ น้ำผลไม้รวม (1:1)ตามลำดับ จากนั้นนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส เกณฑ์การให้คะแนน 1-9 เพื่อคัดเลือกชนิดและอัตราส่วนที่เหมาะสมของธัญพืชในการผลิตเยลลี่จากน้ำธัญพืช โดยใช้ผู้ชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 20 คน ผลการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่10คะแนนเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่ได้จากน้ำธัญพืชชนิดต่างๆ

ตัวอย่าง	คะแนนเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์เยลลี่				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
1	6.35^{ab}	5.95^{a}	6.20^{a}	6.65^{a}	6.30^{a}
2	6.65^{ab}	5.95^{a}	6.20^{a}	5.60^{a}	6.40^{a}
3	6.55^{ab}	6.10^{a}	6.60^{a}	5.90^{a}	6.60^{a}
4	7.40^{a}	6.30^{a}	6.95^{a}	5.90^{a}	6.85^{a}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

คุณลักษณะด้านสี จากตารางที่ 10 ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่ในด้านสี พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่ทั้ง 4 ตัวอย่าง ดังนี้ ตัวอย่างที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 7.40 ซึ่งหมายถึงผู้ทดสอบมีความชอบ ในด้านสีของเยลลี่ ส่วนตัวอย่างที่ 2 , 3 , 1 มีคะแนนดังนี้ 6.65 , 6.55 , 6.35 ตามลำดับ พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตัวอย่างที่ 4 ใช้น้ำลูกเดือย : น้ำผลไม้รวม (1:1) ทำผลิตภัณฑ์เยลลี่ ทำให้ด้านสีของเยลลี่เป็นที่ยอมรับสูงสุดของผู้บริโภคนั้น เนื่องจากน้ำลูกเดือยซึ่งมีสีขาวใสส่วนน้ำผลไม้มีสีเข้ม เมื่อผสมเข้าด้วยกัน จึงทำให้สีของน้ำผลไม้ที่เข้มเจือจางลง ดูน่ารับประทานจึงทำให้ผู้ทดสอบให้คะแนนมากที่สุด

คุณลักษณะด้านกลิ่น จากตารางที่ 10 ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่ในด้านกลิ่น พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่ทั้ง 4 ตัวอย่าง ดังนี้ ตัวอย่างที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 6.30 ซึ่งหมายถึงผู้ทดสอบมีความชอบเล็กน้อย ในด้านกลิ่นของเยลลี่ ส่วนตัวอย่างที่ 3 , 2 , 1 มีคะแนนดังนี้ 6.10 , 5.95 , 5.95 ตามลำดับ พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากผลการทดลอง ตัวอย่างที่ 3 และ 4 มีส่วนผสมของน้ำผลไม้ กลิ่นจากน้ำผลไม้ จะช่วยปรับปรุงคุณภาพ ด้านกลิ่นของเยลลี่ให้เป็นที่ยอมรับมากขึ้น และผู้บริโภคส่วนใหญ่ยังยึดติดกับเยลลี่ที่มีกลิ่น รสของผลไม้ ดังนั้นจึงทำให้ด้านกลิ่นของเยลลี่เป็นที่ยอมรับสูงสุดของผู้บริโภค

คุณลักษณะด้านรสชาติ จากตารางที่ 10 ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่ในด้านรสชาติ พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่ทั้ง 4 ตัวอย่าง ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 6.95 ซึ่งหมายถึงผู้ทดสอบมีความชอบเล็กน้อย ในด้านรสชาติของเยลลี่ ส่วนตัวอย่างที่ 3 , 2 , 1 มีคะแนนดังนี้ 6.60 , 6.20, 6.20 ตามลำดับ พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากผลการทดลอง ตัวอย่างที่ 3 และ 4 มีส่วนผสมของน้ำผลไม้ กลิ่นจากน้ำผลไม้ จะช่วยปรับปรุงคุณภาพ ด้านรสชาติของเยลลี่ให้เป็นที่ยอมรับมากขึ้น และผู้บริโภคส่วนใหญ่ยังยึดติดกับเยลลี่ที่มีกลิ่น รสของผลไม้ ดังนั้นทำให้ด้านรสชาติของเยลลี่เป็นที่ยอมรับสูงสุดของผู้บริโภค

คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส จากตารางที่ 10 ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่ในด้านเนื้อสัมผัส พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่ทั้ง 4 ตัวอย่าง ดังนี้ ตัวอย่างที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 6.65 ซึ่งหมายถึงผู้ทดสอบมีความชอบเล็กน้อย ในด้านเนื้อสัมผัสของเยลลี่ ส่วนตัวอย่างที่ 3 , 4 , 2 มีคะแนนดังนี้ 5.90 , 5.90 , 5.60 ตามลำดับ พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตัวอย่างที่ 1 ใช้น้ำข้าวเหนียวดำ ทำผลิตภัณฑ์เยลลี่ ทำให้ด้านเนื้อสัมผัสของเยลลี่เป็นที่ยอมรับสูงสุดของผู้บริโภค

คุณลักษณะด้านความชอบโดยรวม จากตารางที่ 10 ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่ในด้านความชอบโดยรวม พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่ทั้ง 4 ตัวอย่าง ดังนี้ ตัวอย่างที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 6.85 ซึ่งหมายถึงผู้ทดสอบมีความชอบเล็กน้อย ในด้านเนื้อสัมผัสของเยลลี่ ส่วนตัวอย่างที่ 3 , 2 , 1 มีคะแนนดังนี้ 6.60 , 6.40 , 6.30 ตามลำดับ พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกัน ตัวอย่างที่ 4 ใช้น้ำลูกเดือย : น้ำผลไม้รวม (1:1) ผลิตภัณฑ์จะมีคุณลักษณะโดยรวม ดีกว่าทุกตัวอย่างที่ทดลอง เพราะว่าน้ำลูกมีลักษณะขาวใส และเมื่อผสมน้ำผลไม้จะให้กลิ่น รสชาติของผลไม้ และอีกเหตุผลคือ ผู้บริโภคยังยึดกับผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่มีลักษณะ ใส มีกลิ่นรสของน้ำผลไม้ และปราศจากชิ้นหรือเศษผลไม้ (มอก.263 ,2521 : 1) จึงทำให้ตัวอย่างที่ 1 ใช้น้ำข้าวเหนียวดำได้รับคะแนนความชอบน้อยกว่า

4.3 การศึกษาอัตราส่วนของเนื้อธัญพืชในการผลิตเยลลี่จากธัญพืช

การศึกษาอัตราส่วนของเนื้อธัญพืชในการผลิตเยลลี่จากธัญพืช โดยตัวอย่างที่ 1 ใช้เนื้อลูกเดือย 0 เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่างที่ 2 ใช้เนื้อลูกเดือย 2 เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่างที่ 3 ใช้เนื้อลูกเดือย 10 เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่างที่ 4 ใช้เนื้อลูกเดือย 15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากนั้นนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส เกณฑ์การให้คะแนน 1-9 เพื่อคัดเลือกอัตราส่วนของเนื้อธัญพืชที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่จากธัญพืช โดยใช้ผู้ชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 20 คน ผลการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่11 คะแนนเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่เสริมเนื้อธัญพืชในอัตราส่วนต่างๆ

ตัวอย่าง	คะแนนเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์เยลลี่				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
1	6.90^{ab}	6.40^{a}	6.70^{a}	6.80^{a}	7.05^{a}
2	7.05^{a}	6.45^{a}	6.45^{a}	6.35^{ab}	6.50^{ab}
3	6.40^{ab}	6.20^{a}	6.20^{a}	6.30^{ab}	6.35^{ab}
4	6.15^{b}	5.70^{a}	6.25^{a}	5.65^{b}	6.25^{b}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

คุณลักษณะด้านสี จากตารางที่ 11 ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่ในด้านสี พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่ทั้ง 4 ตัวอย่าง ดังนี้ ตัวอย่างที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 7.05 ซึ่งหมายถึงผู้ทดสอบมีความชอบเล็กน้อย ในด้านสีของเยลลี่ ส่วนตัวอย่างที่ 1 , 3 , 4 มีคะแนนดังนี้ 6.90 , 6.40 , 6.15 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบ ตัวอย่างที่ 1, 2 ,3 กับตัวอย่างที่ 4 พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \leq 0.05$) ตัวอย่างที่ 2 ใช้เนื้อลูกเดือย 2 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนการยอมรับสูงสุด ทำผลิตภัณฑ์เยลลี่ เนื่องจากมีเนื้อของลูกเดือยไม่มากจนเกินไปจึงทำให้สีสวยน่ารับประทาน

คุณลักษณะด้านกลิ่น จากตารางที่ 11 ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่ในด้านกลิ่น พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่ทั้ง 4 ตัวอย่าง ดังนี้ ตัวอย่างที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 6.45 ซึ่งหมายถึงผู้ทดสอบมีความชอบเล็กน้อย ในด้านกลิ่นของเยลลี่ ส่วนตัวอย่างที่ 1 , 3 , 4 มีคะแนนดังนี้ 6.40 , 6.20, 5.70 ตามลำดับ พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตัวอย่างที่ 2 ใช้เนื้อลูกเดือย 2 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนการยอมรับสูงสุด เนื่องจากมีเนื้อของลูกเดือยเล็กน้อย จึงทำให้กลิ่นของลูกเดือยไม่มากจนเกินไป

คุณลักษณะด้านรสชาติ จากตารางที่ 11 ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่ในด้านรสชาติ พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่ทั้ง 4 ตัวอย่าง ดังนี้ ตัวอย่างที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 6.95 ซึ่งหมายถึงผู้ทดสอบมีความชอบเล็กน้อย ในด้านรสชาติของเยลลี่ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างตัวอย่างที่มีการเสริมเนื้อลูกเดือย พบว่าตัวอย่างที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนการยอมรับสูงสุด โดยค่าคะแนนเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกัน เนื่องจากผู้บริโภคยังยึดกับผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่มีลักษณะ ใส มีกลิ่นรสของน้ำผลไม้ และปราศจากชิ้นหรือเศษผลไม้ (มอก.263 ,2521 : 1) ดังนั้นรสชาติของเยลลี่เป็นที่ยอมรับสูงสุดของผู้บริโภค

คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส จากตารางที่ 11 ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่ในด้านเนื้อสัมผัส พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่ทั้ง 4 ตัวอย่าง ดังนี้ ตัวอย่างที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 6.80 ซึ่งหมายถึงผู้ทดสอบมีความชอบเล็กน้อย ในด้านเนื้อสัมผัสของเยลลี่ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างตัวอย่างที่มีการเสริมเนื้อลูกเดือย พบว่าตัวอย่างที่ 2 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนการยอมรับสูงสุด พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จึงสามารถเสริมเนื้อลูกเดือยได้ 2-10 เปอร์เซ็นต์

คุณลักษณะด้านความชอบโดยรวม จากตารางที่ 11 ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่ในด้านความชอบโดยรวม พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่ทั้ง 4 ตัวอย่าง ดังนี้ ตัวอย่างที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 7.05 ซึ่งหมายถึงผู้ทดสอบมีความชอบปานกลาง ในด้านรสชาติของเยลลี่ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างตัวอย่างที่มีการเสริมเนื้อลูกเดือย พบว่าตัวอย่างที่ 2 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนการยอมรับสูงสุด พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เนื่องจากผู้บริโภคยังยึดกับผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่มีลักษณะ ใส มีกลิ่นรสของน้ำผลไม้ และปราศจากชิ้นหรือเศษผลไม้ (มอก.263 ,2521 : 1) ดังนั้นทำให้ด้านความชอบโดยรวมของเยลลี่เป็นที่ยอมรับสูงสุดของผู้บริโภค

ดั้งนั้นในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีคุณค่าทางโภชนาการ สามารถเสริมเนื้อลูกเดือยได้ถึง 10 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่ควรมากกว่านี้ เพราะจะทำให้มีผลต่อผลิตภัณฑ์ในด้านของ สี , กลิ่น รสชาติ,เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1. ศึกษาชนิดและอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารที่ทำให้เกิดเจลในการผลิตเยลลี่

การศึกษาชนิดและอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารที่ทำให้เกิดเจลในการผลิตเยลลี่ ชนิดของสารที่ทำให้เกิดเจล ได้แก่ คาราจีแนน เพคติน และผงบุก มีทั้งหมด 4 ตัวอย่าง ได้แก่ ตัวอย่างที่ 1 (ใช้คาราจีแนน 3 เปอร์เซ็นต์) ตัวอย่างที่ 2 (ใช้คาราจีแนน 2 เปอร์เซนต์ ร่วมกับ เพคติน 1 เปอร์เซ็นต์) ตัวอย่างที่ 3 (ใช้คาราจีแนน 2 เปอร์เซนต์ ร่วมกับ ผงบุก 1 เปอร์เซ็นต์) ตัวอย่างที่ 4 (ใช้คาราจีแนน 1 เปอร์เซนต์ ร่วมกับ เพคติน 1 เปอร์เซนต์ ร่วมกับ ผงบุก 1 เปอร์เซ็นต์) แล้วนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านความนุ่ม ด้านความใส ด้านลักษณะคงรูป ความชอบโดยรวม ใช้ผู้ทดสอบชิม 20คน สรุปผลการทดลองได้ดังนี้

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค ที่มีต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่ทั้ง 4 ตัวอย่าง พบว่าผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด ตัวอย่างที่ 2 ใช้คาราจีแนน 2 เปอร์เซนต์ ร่วมกับผงบุก 1 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผู้บริโภคให้คะแนนเฉลี่ยมากที่สุดในด้านความนุ่ม ด้านความใส ด้านความใส ด้านลักษณะคงรูป ความชอบโดยรวม โดยมีคะแนนเฉลี่ย 3.8 3.70 3.85 และ3.80 คะแนน ตามลำดับ มีเกณฑ์การให้คะแนนอยู่ที่ระดับความชอบ เนื่องจากคุณสมบัติของคาราจีแนนและเพคตินที่ใช้ในเยลลี่ เป็นสารที่ทำให้เกิดเจล จึงทำให้เนื้อสัมผัสของเยลลี่อ่อนนุ่มเซตตัวได้ดีกว่า มีลักษณะใสน่ารับประทาน จากการที่เยลลี่ได้มีการใช้คาราจีแนน ร่วมกับ เพคติน ทำให้ด้านลักษณะคงรูปของเยลลี่เป็นที่ยอมรับสูงสุดของผู้บริโภคนั้น เนื่องจาก เพคตินจะทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของเจลของเยลลี่ ดีกว่าตัวอย่างที่ที่ใช้คาราจีแนน ร่วมกับ ผงบุก หรือใช้คาราจีแนนเพียงอย่างเดียว คุณลักษณะเหล่านี้เป็นผลให้ผู้บริโภคเกิดการยอมรับในผลิตภัณฑ์ โดยสังเกตได้จากค่าเฉลี่ยในด้านความชอบโดยรวม ซึ่งตัวอย่างที่ 2 ใช้คาราจีแนน ร่วมกับ เพคติน มีคะแนนสูงสุด

5.2. ศึกษาชนิดและอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำธัญพืชในการผลิตเยลลี่จากธัญพืช

ชนิดและอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารที่ทำให้เกิดเจลในการผลิตเยลลี่ คือคาราจีแนน 2 เปอร์เซนต์ ร่วมกับ เพคติน 1 เปอร์เซ็นต์ จึงนำมาศึกษาการผลิตเยลลี่ธัญพืช โดยศึกษาชนิดและอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำธัญพืชในการผลิตเยลลี่ธัญพืช ชนิดของธัญพืชที่ใช้ ได้แก่ ข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหนียวดำและลูกเดือย มีทั้งหมด 4 ตัวอย่าง ได้แก่ ตัวอย่างที่ 1 ใช้น้ำข้าวเหนียวดำ ตัวอย่างที่ 2 ใช้น้ำลูกเดือย ตัวอย่างที่ 3 ใช้น้ำข้าวเหนียวดำ ร่วมกับ น้ำผลไม้รวมรวม (1:1) ตัวอย่างที่ 4 ใช้น้ำลูกเดือย ร่วมกับ น้ำผลไม้รวม (1:1) แล้วนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบโดยรวม ใช้ผู้ทดสอบชิม 20คน สรุปผลการทดลองได้ดังนี้

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค ที่มีต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่ทั้ง 4 ตัวอย่าง พบว่าผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด คือ ตัวอย่างที่ 4 ซึ่งใช้ น้ำลูกเดือย ร่วมกับ น้ำผลไม้รวม (1:1) ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุดในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ดังนี้ 7.40 6.30 6.95 5.90 และ6.85 คะแนน มีเกณฑ์ของคะแนนอยู่ที่ระดับชอบเล็กน้อย เนื่องจากน้ำลูกเดือยซึ่งมีสีขาวใสส่วนน้ำผลไม้มีสีเข้ม เมื่อผสมเข้าด้วยกัน จึงทำให้สีของน้ำผลไม้ที่เข้มเจือจางลง ดูน่ารับประทาน มีกลิ่นจากน้ำผลไม้ ช่วยปรับปรุงคุณภาพในด้านกลิ่น การใช้น้ำลูกเดือย ร่วมกับ น้ำผลไม้รวม ทำให้เยลลี่มีรสชาติดีขึ้นกว่าการใช้น้ำธัญพืชเพียงอย่างเดียว ส่วนในด้านเนื้อสัมผัสเยลลี่มีความอ่อนนุ่ม ใส คุณลักษณะเหล่านี้เป็นผลให้ผู้บริโภคเกิดการยอมรับในผลิตภัณฑ์ โดยสังเกตได้จากค่าเฉลี่ยในด้านความชอบโดยรวม ซึ่งพบว่าตัวอย่างที่ 4 ใช้น้ำลูกเดือย ร่วมกับ น้ำผลไม้รวม มีคะแนนสูงสุด

5.3. การศึกษาอัตราส่วนธัญพืชที่เหมาะในการผลิตเยลลี่จากธัญพืช

ชนิดและอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำธัญพืชในการผลิตเยลลี่จากธัญพืช คือ ใช้น้ำลูกเดือย ร่วมกับ น้ำผลไม้รวม จึงทำการศึกษาอัตราส่วนธัญพืช ที่จะเสริมในผลิตภัณฑ์เยลลี่ อัตราส่วนที่ใช้ได้แก่ ตัวอย่างที่ 1 ใช้เนื้อลูกเดือย 0 เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่างที่ 2 ใช้เนื้อลูกเดือย 2 เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่างที่ 3 ใช้เนื้อลูกเดือย 10 เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่างที่ 4 ใช้เนื้อลูกเดือย 15 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบโดยรวม ใช้ผู้ทดสอบชิม 20คน สรุปผลการทดลองได้ดังนี้

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค ที่มีต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่ทั้ง 4 ตัวอย่าง พบว่าผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด ตัวอย่างที่ 1 เนื้อลูกเดือย 0 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนในด้านต่างๆสูงที่สุด แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง ตัวอย่างที่เสริมเนื้อลูกเดือย พบว่าตัวอย่างที่ 2 (เนื้อลูกเดือย 2 เปอร์เซ็นต์) มีการยอมรับสูงสุดโดยมีคะแนนเฉลี่ย ดังนี้ 6.90 6.40 6.70 6.80 ซึ่งมีเกณฑ์ของคะแนนอยู่ที่ระดับชอบเล็กน้อย และความชอบโดยรวม 7.05 ซึ่งมีเกณฑ์ของคะแนนอยู่ที่ระดับชอบ เนื่องจากผู้บริโภคยังยึดกับผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่มีลักษณะ ใส มีกลิ่นรสของน้ำผลไม้ และปราศจากชิ้นหรือเศษผลไม้ ดังนั้นหากต้องผลิตเยลลี่ที่มีคุณค่าทางโภชนาการ และเป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภค โดยการใช้ประโยชน์จากธัญพืช ควรจะใช้ลูกเดือยทั้งส่วนที่เป็นน้ำและเนื้อ เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบในการทำผลิตภัณฑ์เยลลี่ เพราะ ลูกเดือย มี สรรพคุณในการบำรุงกำลัง มีองค์ประกอบคือ คาร์โบไฮเดรต 58-62 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 5 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนอยู่ถึง 12 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสอยู่ในปริมาณสูง และมีวิตามินบีหนึ่งมากกว่าข้าวกล้อง การที่มีวิตามินบีหนึ่งสูงจะช่วยในการแก้โรคเหน็บชาได้ (มูลนิธิสุขภาพไทย. 2545 : 13)

5.4. ข้อเสนอแนะ

1. ลูกเดือยและข้าวเหนียวดำ ที่ใช้ในการทำเยลลี่ธัญพืชควรเป็นธัญที่ใหม่ ไม่มีมอดและแมลงต่างๆ เพราะจะทำให้มีกลิ่นสาบ

2. ควรนำธัญพืชชนิดอื่น นอกเหนือจากลูกเดือยและข้าวเหนียวดำ มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เยลลี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรรณิการ์ เดือนสว่าง. 2544. การผลิตเยลลี่สะระแน่. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 46 น.

กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์. 2540. ผักและผลไม้. มปพ. : ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

การแพทย์แผนไทย.,สถาบัน. 2528. อาหารพื้นบ้านรักษาโรค. กรุงเทพฯ สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. 55 น.

ชวลิต รัตนกุล. ม.ป.ป. ตำราโภชนาการเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ไทวัฒนาพานิช. 298 น.

ชัยพฤกษ์ สวนทรัพยากรณ์. 2530. "บุกญี่ปุ่น คอนเปียคุ" วารสารพืชสวน. ปีที่ 4 เล่ม 39 (มีนาคม-เมษายน 2530). น.21-28

ทศรฐ อินแปลง. 2543. การศึกษากระบวนการผลิตข้าวเหนียวสำเร็จรูปบรรจุกระป๋อง. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 137 น.

นิจศิริ เรืองรังษี. และ พยอม ตันติวัฒน์. 2534. พืชสมุนไพร. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์. 243 น

นิศา ตรีภัทรชยากร และ สุภาพร จิตรประภาภรณ์. 2538. การศึกษาคุณสมบัติของข้าวเจ้าและข้าวเหนียวเพื่อใช้ในการผลิตขนมขบเคี้ยวจากเครื่องเอ็กซ์ทรูดเดอร์แบบสกรูคู่. กรุงเทพฯ : ปัญหาพิเศษปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 106 น.

บุปผา เตชะภัทรพร. 2535. การสกัดแป้งบุกจากหัวบุกและการเตรียมผลิตภัณฑ์เจล. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิตมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. น. 48

โภชนาการมหาวิทยาลัยมหิดล ,สถาบันวิจัย. 2545. พืชหัวสมุนไพร. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยมหิดล. 258 น.

มงคล เกษประเสริฐ. 2543. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการการผลิตบุกเนื้อทรายหรือบุกเพื่อการอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ. กองพฤษชีพการวิทยา. 22 น.

ไพโรจน์ ยางนอก. 2546. การผลิตเนื้อเทียมจากแป้งบุก. กรุงเทพฯวิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 59 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. 2521. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุสาหกรรม แยม เยลลี่ มาร์เลด, มอก.263-2521. กรุงเทพฯ : กระทรวงอุตสาหกรรม. 24 น.

วิชาการเกษตร ,กรม, สถาบันวิจัยข้าว. 2543. เอกสารการฝึกอบรมความรู้เรื่องข้าว. กรุงเทพฯ : ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. 314 น.

ศศิเกษม ทองยงค์ และพรรณ เดชกำแหง, รองศาสตาจารย์. 2530. เคมีอาหารเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : โอ. เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์. 211 น.

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย. 2525. ทฤษฎีอาหาร เล่ม 2 หลักการถนอมอาหารและการควบคุมคุณภาพอาหาร. ม.ป.พ. 263 น.

ส่งเสริมการเกษตร, กรม. 2545. ข้าวพันธุ์ดี. ม.ป.พ. 168 น.

เสาวภวา บูรณวัฒนาโชค. 2540. คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของแป้ง. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. 205 น.

หรรษา จักรพันธ์ ณ อยุธยา. 2531. เรื่องของกะบุกหรือบุกเป็นพืชสมุนไพร. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์เคหะการเกษตร. 141 น.

อดิศักดิ เอกโสวรรณ. "แป้งบุก การผลิตและการนำไปใช้ประโยชน์" วารสารอาหารปีที่ 4 เล่มที่ 22 (กุมภาพันธ์ 2542). น.38

มูลนิธิสุขภาพไทย. 2545. "ลูกเดือย" ธัญพืชเพื่อสุขภาพ. แหล่งที่มา : http://www.khonnaruk.com/html/verandah/herb/h_241.html, 10 มีนาคม 2548

ศูนย์สุขภาพไบโอติค. 2547. "ลูกเดือย" คุณค่าอาหารของนมธัญพืชและน้ำผัก แหล่งที่มา : http://www.kpt.ac.th/etc/herb.htm, 20 กรกฎาคม 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ เยลลี่ธัญพืช

ชื่อผู้ทดสอบชิม.....**วันที่**.....

<u>คำชี้แจง</u> : กรุณาทดสอบตัวอย่างผลิตภัณฑ์เยลลี่ธัญพืชต่อไปนี้ เพื่อให้ระดับความชอบหรือไม่ชอบผลิตภัณฑ์ ทางด้านความอ่อนนุ่ม ความใส ลักษณะคงรูป และความชอบโดยรวม โดยให้คะแนนตามระดับต่อไปนี้ และ<u>กรุณาบ้วนปากระหว่างตัวอย่าง</u>

ระดับคะแนน	ระดับความชอบ
5	ชอบมากที่สุด
4	ชอบ
3	ระบุไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ
2	ไม่ชอบ
1	ไม่ชอบมากที่สุด

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะที่ต้องการประเมิน				
	สีภายใน	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
635					
714					
859					
363					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ขอบคุณทุกท่าน

นางสาวกมลพรรณ ศิริธร สาขาอุตสาหกรรมเกษตร 2/1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ เยลลี่ธัญพืช

ชื่อผู้ทดสอบชิม.....**วันที่**.....

<u>คำชี้แจง</u> : กรุณาทดสอบตัวอย่างผลิตภัณฑ์เยลลี่ธัญพืชต่อไปนี้ เพื่อให้ระดับความชอบหรือไม่ชอบผลิตภัณฑ์ ทางด้านความสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยให้คะแนนตามระดับต่อไปนี้ และกรุณาบ้วนปากระหว่างตัวอย่าง

ระดับคะแนน	ระดับความชอบ
9	ชอบมากที่สุด
8	ชอบมาก
7	ชอบปานกลาง
6	ชอบเล็กน้อย
5	เฉยๆ
4	ไม่ชอบเล็กน้อย
3	ไม่ชอบปานกลาง
2	ไม่ชอบมาก
1	ไม่ชอบมากที่สุด

รหัสตัวอย่าง	ลักษณะที่ต้องการประเมิน				
	สีภายใน	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
688					
252					
169					
754					

ข้อเสนอแนะ

.....

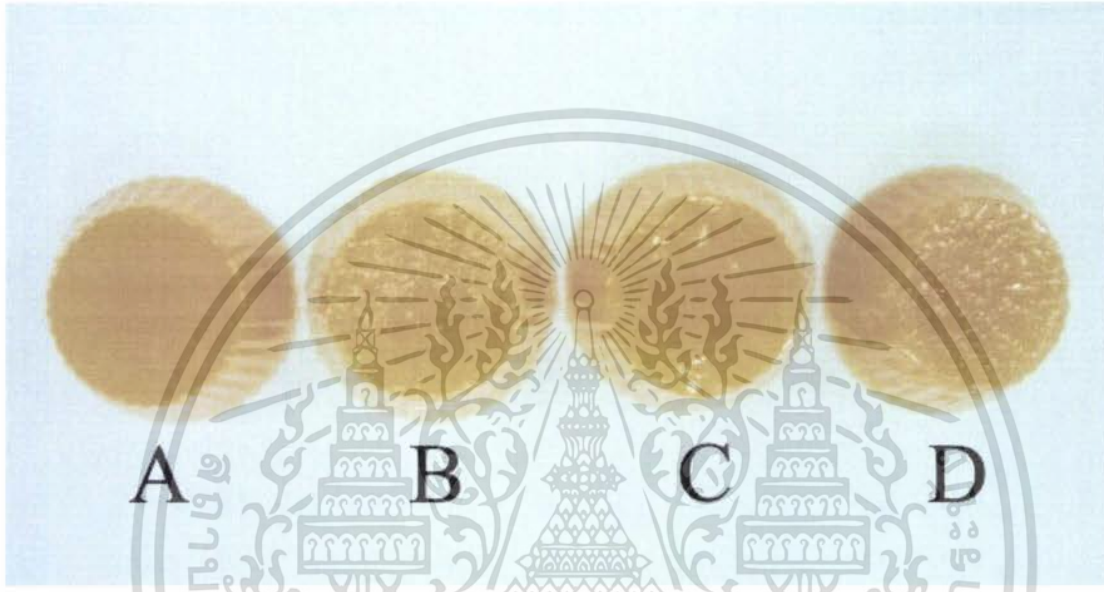
.....

ขอบคุณทุกท่าน

นางสาวกมลพรรณ ศิริชร สาขาอุตสาหกรรมเกษตร 2/1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.



ภาพผนวก ข. 1 ลักษณะของเยลลี่

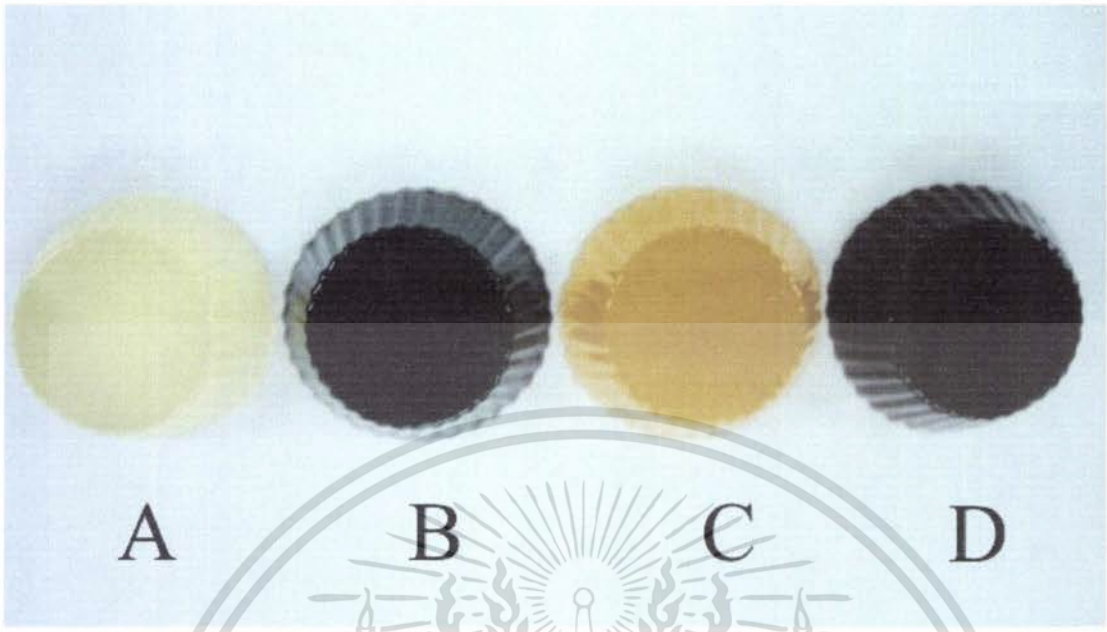
A = เยลลี่ที่ใช้คาราจีแนน 3 %

B = เยลลี่ที่ใช้คาราจีแนน 2 % ร่วมกับ ผงบุก 1 %

C = เยลลี่ที่ใช้คาราจีแนน 2 % ร่วมกับ เพคติน 1 %

D = เยลลี่ที่ใช้คาราจีแนน 1 % ร่วมกับ เพคติน 1% ร่วมกับ ผงบุก 1 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวก ข. 2 ลักษณะของเยลลี่

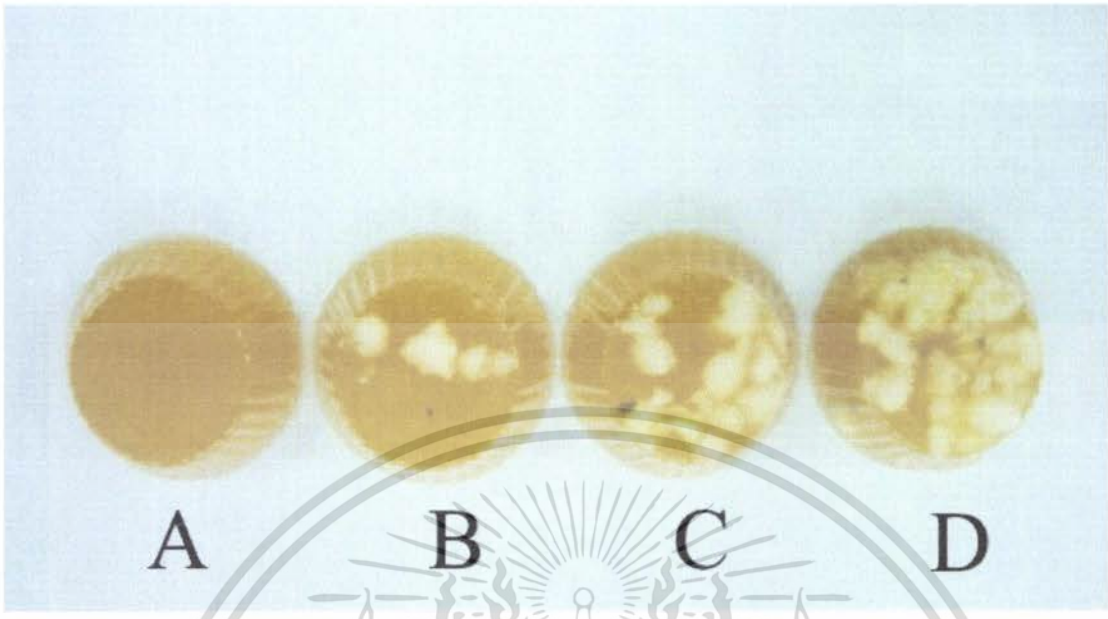
A = เยลลี่ที่ใช้น้ำลูกเดือย

B = เยลลี่ที่ใช้น้ำข้าวเหนียวดำ

C = เยลลี่ที่ใช้น้ำลูกเดือย : น้ำผลไม้รวม (1:1)

D = เยลลี่ที่ใช้น้ำข้าวเหนียวดำ : น้ำผลไม้รวม (1:1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวก ข. 3 ลักษณะของเยลลี่

A = เยลลี่ที่ใช้เนื้อลูกเดือย 0 เปอร์เซ็นต์

B = เยลลี่ที่ใช้เนื้อลูกเดือย 2 เปอร์เซ็นต์

C = เยลลี่ที่ใช้เนื้อลูกเดือย 10 เปอร์เซ็นต์

D = เยลลี่ที่ใช้เนื้อลูกเดือย 15 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้