

## ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การผลิตวุ้นสวรรค์จากน้ำสับปะรด

Nata de Pina



ป.พ.  
ก 4257  
2542

เลขหม.....

เลขทะเบียน.....36250

วัน, เดือน, ปี.....20 ก.ค. 2543

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคามหลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2542

ชื่อเรื่อง การผลิตวุ้นสวรรค์จากน้ำสับปะรด

Nata de Pina

ชื่อ-สกุล กาญจนา อุตตะกะ

สาขาวิชา อุตสาหกรรมเกษตร

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์จินตนา บุนนาค

อาจารย์วันชัย สิทธิรัตน์

บทคัดย่อ

สับปะรดเป็นผลผลิตทางการเกษตรที่ผลิตได้ทุกฤดูกาล ทำให้ผลผลิตมีราคาต่ำ และผลผลิตที่ได้มีขนาดและคุณภาพ ไม่ได้ตามมาตรฐานของโรงงานแปรรูปสับปะรด ด้วยเหตุนี้จึงได้นำสับปะรดมาทำการศึกษาการทำวุ้นสวรรค์เพื่อใช้ประโยชน์จากสับปะรดให้ได้สูงสุด โดยศึกษาถึงอัตราส่วนเนื้อสับปะรดต่อน้ำที่เหมาะสมในการทำวุ้นสวรรค์โดยปรับอัตราส่วนเนื้อสับปะรดต่อน้ำเป็น 1:1 1:2 1:3 และ 1:4 และพบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมต่อการทำวุ้นสวรรค์ คือ 1:1 และ 1:2 จะได้แผ่นวุ้นที่มีลักษณะเหนียวนุ่ม หนา 2 เซนติเมตร และ 1.5 เซนติเมตรตามลำดับ จากการทดสอบด้านประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 10 คน พบว่าด้านสีผู้ทดสอบให้การยอมรับวุ้นสวรรค์ที่ได้จากอัตราส่วน 1:3 มากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ย 8.30 ด้านกลิ่นผู้ทดสอบให้การยอมรับวุ้นสวรรค์ที่อัตราส่วน 1:1 มากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ย 7.20 ด้านรสชาติผู้ทดสอบให้การยอมรับที่อัตราส่วน 1:2 และ 1:3 มากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากันคือ 6.90 และด้านเนื้อสัมผัสผู้ทดสอบให้การยอมรับที่อัตราส่วน 1:2 มากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ย 7.40 จากผลการทดลองทั้งหมดสามารถสรุปได้ว่าวุ้นสวรรค์ที่ทำจากเนื้อสับปะรดต่อน้ำที่อัตราส่วน 1:2 ทำให้ได้วุ้นสวรรค์ที่มี สี กลิ่น รสชาติและเนื้อสัมผัสดี และ เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด โดยใช้ระยะเวลาในการหมักนาน 15 วัน มีความหนา 1.5 เซนติเมตร จากการทดลองที่ได้ สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการผลิตวุ้นสวรรค์จากน้ำสับปะรดเพื่อเป็นการค้าต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลงได้อย่างสมบูรณ์ด้วยความช่วยเหลือจาก อาจารย์จินตนา บุนนาค และ อาจารย์วันชัย สิริสินธุ์ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำแก้ไข ปัญหาข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยดี ตลอดระยะเวลาการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ นอกจากนี้ยังได้รับการ อำนวยความสะดวกในด้านอื่น ๆ จากเจ้าหน้าที่ภาคครุศาสตร์เกษตร รวมทั้งความช่วยเหลือจาก เพื่อน ๆ และน้อง ๆ ในการทำการทดลอง ซึ่งทำให้การทดลองมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น จึง ขอขอบพระคุณทุกท่านที่กล่าวมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณท่านหัวหน้าคณะเทคโนโลยีการอาหาร สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตปทุมธานี ที่ให้ความอนุเคราะห์การใช้สถานที่ในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้

ความดีของปัญหาพิเศษในครั้งนี้ ขอมอบให้กับ บิดา มารดา ที่ให้การสนับสนุนในด้าน ทุนทรัพย์และกำลังใจรวมทั้งครูอาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน

กาญจนา อุตตะกะ

มีนาคม 2543

## สารบัญ

|   | หน้า |
|---|------|
| บทคัดย่อปัญหาพิเศษ.....                     | ก    |
| กิตติกรรมประกาศ.....                        | ข    |
| สารบัญ.....                                 | ค    |
| สารบัญตาราง.....                            | จ    |
| สารบัญภาพ.....                              | ฉ    |
| บทที่                                       |      |
| 1 บทนำ                                      | 1    |
| 1.1 ความสำคัญของปัญหาพิเศษ.....             | 1    |
| 1.2 วัตถุประสงค์.....                       | 2    |
| 1.3 ขอบเขตของปัญหา.....                     | 2    |
| 1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ.....                  | 2    |
| 2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง.....          | 3    |
| 2.1 การแปรรูปผลิตภัณฑ์จากสับปะรด.....       | 5    |
| 2.2 คุณค่าทางโภชนาการของสับปะรด.....        | 6    |
| 2.3 ฐานสวรรค์.....                          | 7    |
| 2.3.1 ปัจจัยสำคัญในการผลิตฐานสวรรค์.....    | 8    |
| 2.3.2 วิธีการผลิตฐานสวรรค์.....             | 12   |
| 2.3.3 การแปรรูปฐานสวรรค์.....               | 12   |
| 2.3.4 อาหารจากฐานสวรรค์.....                | 15   |
| 2.3.5 ประโยชน์ของฐานสวรรค์.....             | 16   |
| 3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการดำเนินการทดลอง..... | 17   |
| 3.1 วัสดุ.....                              | 17   |
| 3.2 อุปกรณ์.....                            | 17   |
| 3.3 วิธีการดำเนินการทดลอง.....              | 18   |
| 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล.....               | 26   |
| 5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....                    | 31   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ(ต่อ)

|                  | หน้า |
|------------------|------|
| บรรณานุกรม ..... | 33   |
| ภาคผนวก ก .....  | 35   |
| ภาคผนวก ข .....  | 57   |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

| ตารางที่  | หน้า |
|---|------|
| 1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารอาหารในวุ้นสวรรค์.....         | 15   |
| 2 ปริมาณสารอาหารที่เติมในชุดตัวอย่าง.....               | 21   |
| 3 ปริมาณความหวานของชุดตัวอย่าง.....                     | 21   |
| 4 อัตราส่วนเนื้อวุ้นสวรรค์ ต่อ น้ำตาล.....              | 25   |
| 5 ผลการผลิตแผ่นวุ้นสวรรค์.....                          | 27   |
| 6 คะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสของวุ้นสวรรค์..... | 30   |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ

| ภาพที่   | หน้า |
|--|------|
| 1 สับปะรด .....                                  | 3    |
| 2 การแปรรูปสับปะรดเป็นผลิตภัณฑ์รูปแบบต่าง ๆ..... | 6    |
| 3 แผนผังการผลิตและแปรรูปวุ้น.....                | 14   |
| 4 แผนผังการเตรียม Starter.....                   | 19   |
| 5 ขวดเลี้ยงกล้าเชื้อ ( Starter ).....            | 20   |
| 6 การหมักแผ่นวุ้นสวรรค์ .....                    | 22   |
| 7 แผนผังการเลี้ยงแผ่นวุ้นสวรรค์ .....            | 24   |
| 8 แผ่นวุ้นสวรรค์แต่ละชุดตัวอย่าง.....            | 28   |
| 9 ผลิตภัณฑ์วุ้นสวรรค์บรรจุขวดฝาเกลียว.....       | 29   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญของปัญหา

สับปะรด (Pineapple) มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Ananas Comosus* Mers. ในตระกูล *Bromeliaceae*. เนื่องจากสับปะรดเป็นผลผลิตที่มีอยู่มากในประเทศของเราและเป็นผลผลิตทางการเกษตรที่สามารถผลิตได้ตลอดฤดูกาล เนื่องจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีทางการเกษตร ทำให้เกษตรกรสามารถบังคับให้สับปะรดออกผลได้ทุกฤดูกาลเป็นผลให้ราคาของสับปะรดมีราคาต่ำ สาเหตุมาจากเกษตรกรขาดการวางแผนในการผลิตและมาจากเกษตรกรผู้ปลูกพืชรายอื่นหันมาปลูกสับปะรดแทนพืชไร่บางชนิด เช่น เกษตรกรที่เคยปลูกอ้อยจะหันมาปลูกสับปะรด เพราะจะทนต่ออากาศแห้งแล้งได้ดีกว่าอ้อย ทำให้เมื่อที่ปลูกสับปะรดเพิ่มขึ้นทุก ๆ ปี เป็นผลให้ผลผลิตล้นตลาดและราคาตกต่ำ นอกจากนี้ผลผลิตสับปะรดที่ออกสู่ตลาดของเกษตรกรนั้นก็มีขนาดไม่เหมาะสมกับความต้องการของโรงงานผลิตสับปะรดกระป๋อง หรือโรงงานแปรรูปสับปะรดในรูปแบบต่าง ๆ ก็จะทำให้โรงงานไม่รับซื้อสับปะรดของเกษตรกร เพราะถ้าวัตถุดิบมีคุณภาพไม่ดี จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ ไม่ได้มาตรฐานและผู้บริโภคไม่ยอมรับอีกด้วย

จากแผนพัฒนาเศรษฐกิจฉบับที่ 8 ของรัฐบาล ยังมีนโยบายที่จะมุ่งเน้นให้มีการแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าของสินค้าและแก้ปัญหาการค้าวัตถุดิบทางการเกษตรตกต่ำ นอกจากนี้ผลผลิตทางการเกษตรยังเน่าเสียได้ง่าย และไม่สามารถเก็บได้นานทำให้ราคาไม่แน่นอน และยังขึ้นอยู่กับภาวะตลาดของผลผลิตว่าออกมาสู่ตลาดมากหรือน้อย ดังนั้นการแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรเป็นการเพิ่มคุณค่าและมูลค่าของวัตถุดิบ และยังสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานหรือแปรสภาพจากวัตถุดิบที่มีราคาต่ำให้มีมูลค่าสูงได้ สามารถสร้างกำไรให้กับเกษตรกรได้

ปัจจุบันการนำสับปะรดมาแปรรูปเป็นวันสับปะรดยังไม่แพร่หลาย เป็นที่รู้จักของประชาชนมากน้อยมากจะเป็นในรูปแบบของงานวิจัย แต่จะนิยมนำสับปะรดไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดอื่น เช่น นำไปทำน้ำสับปะรด สับปะรดเชื่อม สับปะรดกวนและรับประทานสด อย่างไรก็ตามการแปรรูปสับปะรดเป็นผลิตภัณฑ์วันสวรรค์เป็นวิธีการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากวัตถุดิบทางการเกษตรทำให้มีมูลค่าเพิ่มสูงขึ้น ได้อีกวิธีหนึ่งและยังเป็นการเพิ่มชนิดของผลิตภัณฑ์อาหารในการนำสับปะรด และส่วนที่เหลือทิ้งไปทำเป็นผลิตภัณฑ์ได้มากขึ้น และสามารถเก็บไว้รับประทานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยาวนานขึ้นอีกด้วย ดังนั้นจึงได้ทำการผลิตวันสวรรคตจากน้ำสับประรด และศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์วันสวรรคตจากน้ำสับประรด

## 1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาอัตราส่วนเนื้อสับประรดต่อน้ำในการผลิตวันสวรรคตต่อการยอมรับของผู้บริโภค
2. เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์วันสวรรคตที่ผลิตได้

## 1.3 ขอบเขตของปัญหา

ศึกษาอัตราส่วนของเนื้อสับประรดต่อน้ำที่ใช้ผลิตวันสวรรคตจากสับประรด ที่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด

## 1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

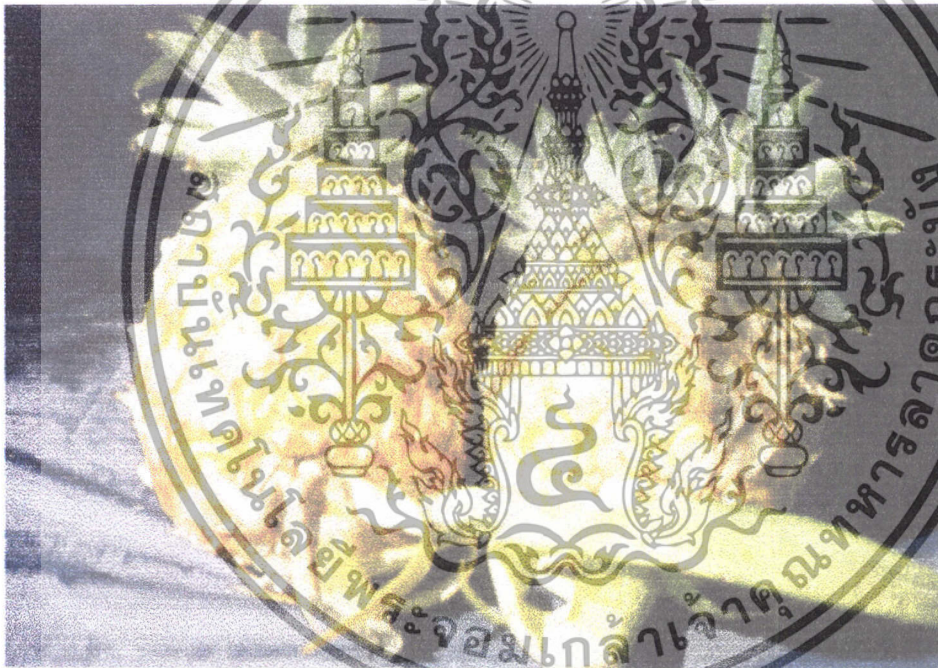
1. ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์วันสวรรคตจากน้ำสับประรด
2. ได้สูตรในการทำวันสวรรคต เช่น อัตราส่วน เนื้อสับประรดต่อน้ำที่เหมาะสมในการหมักวันสวรรคต และการใช้ประโยชน์จากสับประรด เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิตทางการเกษตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

สับปะรดเป็นพืชที่มีความต้านทานต่อสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดีสามารถปลูกในดินทุกแห่งของประเทศไทย แต่แหล่งปลูกที่สำคัญ ๆ ของประเทศไทยอยู่ในบริเวณพื้นที่ที่อยู่ใกล้ทะเล ได้แก่ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เพชรบุรี ชลบุรี ระยอง จันทบุรี ตราด และจังหวัดต่าง ๆ ในภาคใต้



ภาพที่ 1 สับปะรด

#### ลักษณะโดยทั่วไป

สับปะรดเป็นพืชที่อยู่ในตระกูล *Bromeliaceae* มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Ananas comosus* Mers. ดังในภาพที่ 1 ( ธงชัย นมขุนทด, 2531: 71 ) เป็นพืชที่ต้องการอากาศค่อนข้างร้อน ปริมาณน้ำฝนที่ต้องการอยู่ในช่วง 1,000 – 1,500 มิลลิเมตร / ปี และควรกระจายสม่ำเสมอตลอดปี ความชื้นในอากาศสูง สับปะรดสามารถขึ้นได้ในดินแทบทุกชนิดแต่ชอบดินร่วนปนทราย ดินทราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ๆ ในดินเหนียวก็สามารถขึ้นได้แต่ต้องกรองเพื่อป้องกันน้ำท่วมหรือน้ำขังที่สำคัญคือต้องมีการระบายน้ำดี

การปลูกสับปะรดบนพื้นที่ที่อยู่ใกล้ทะเลจะต้องคำนึงถึงความชื้นในอากาศเป็นสำคัญ เพราะมีผลต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของผลดังนั้นควรเลือกปลูกสับปะรดในบริเวณที่มีความชื้นในอากาศสูง เช่น ที่ราบระหว่างภูเขา ที่ลาดเชิงเขา ใกล้ป่าหรือใกล้แหล่งน้ำ

**พันธุ์สับปะรดที่สำคัญ ได้แก่**

สับปะรดที่ปลูกในประเทศไทยสามารถแยกออกได้เป็น 5 พันธุ์ คือ

1. พันธุ์ปัตตาเวียหรือกัลกัตตา เป็นพันธุ์ที่ปลูกเพื่อใช้ในอุตสาหกรรม สับปะรดกระป๋อง และเพื่อขายสด ผลมีขนาดใหญ่หนักประมาณ 2 – 6 กิโลกรัม ก้านผลสั้น เปลือกมีสีเหลืองอมแดง หรือเขียวคล้ำ เนื้อสีเหลืองอ่อน รสหวานฉ่ำ มีน้ำมาก
2. พันธุ์พื้นเมือง เป็นพันธุ์ที่ปลูกเพื่อขายผลสดหรือบริโภคในครัวเรือน ลักษณะผลกลม ป้อมหรือยาว เนื้อสีเหลืองหรือเหลืองจัด มีความฉ่ำดี
3. พันธุ์ภูเก็ต ปลูกเพื่อขายผลสดหรือบริโภคในครัวเรือน ขนาดผลเล็กกว่าพันธุ์พื้นเมือง ผลมีรูปร่างทรงกระบอก เนื้อมีกลิ่นหอมและรสชาติดีมาก
4. พันธุ์อินทรีขีดหรือพันธุ์ขาว ขอบใบมีหนาม ใบมีแถบสีม่วง เป็นพันธุ์รับประทานสด ปลูกมากทางตะนาวศรี
5. พันธุ์นางนวล นำมาจากสิงคโปร์ ปลูกมากทางเชียงราย เนื้อกรอบหวานแหลม สีน้ำผึ้ง

**ประโยชน์ของสับปะรด**

สับปะรดมีส่วนต่างๆที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง ดังต่อไปนี้

(ธงชัย นมขุนทด, 2531: 71)

เนื้อ ใช้รับประทานสด และนำไปทำเป็นสับปะรดกระป๋อง น้ำที่คั้นได้จากเนื้อใช้ดื่มสด หรือจะบรรจุเป็นน้ำสับปะรดกระป๋องก็ได้ กากที่คั้นเอาน้ำออกมาแล้ว ยังสามารถนำไปกวนทำแยมขาย ทำเป็นอาหารสัตว์หรือจะนำไปหมักทำเป็นปุ๋ยก็ได้

เปลือก สามารถที่จะนำไปใช้ป้อนอาหารสัตว์ หรือจะคั้นเอาน้ำออกจากเปลือกของสับปะรดไปเป็นน้ำส้มสายชู บรันดี ไวน์ แอลกอฮอล์ และผงชูรส สำหรับกากของเปลือกสับปะรดที่คั้นเอาน้ำออกแล้วยังสามารถที่จะนำไปใช้ทำอาหารสัตว์และปุ๋ยได้

ต้น ในลำต้นของสับปะรดมีสารชนิดหนึ่ง เมื่อสกัดเอาออกมาสามารถใช้พอกหนัง  
ในโรงงานอุตสาหกรรมได้

ใบ ดังได้ดังกล่าวมาแล้วใบสับปะรดมีเส้นใยอยู่มากมาย สามารถนำไปใช้ทำ  
เสื้อผ้า แห อวน เชือก หรืออื่น ๆ อีกมากมาย

นอกจากนี้ คนทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ยังใช้เนื้อสับปะรดผสมกับปลาและเกลือ ไว้  
รับประทานเป็นเครื่องจิ้มหรือจะใช้เป็นกับข้าวที่อร่อยดียิ่งนัก

สับปะรดหนึ่งผลจะมีส่วนผสมต่าง ๆ ดังนี้

|               |       |                      |
|---------------|-------|----------------------|
| น้ำหนักผล     | 2,414 | กรัม                 |
| น้ำหนักจุก    | 495   | กรัม                 |
| น้ำหนักเปลือก | 655   | กรัม                 |
| น้ำหนักเนื้อ  | 647   | กรัม                 |
| น้ำหนักแกน    | 235   | กรัม                 |
| กรด           | 0.95  | เปอร์เซ็นต์          |
| pH            | 3.5   |                      |
| วิตามินซี     | 7.45  | มิลลิกรัม / 100 กรัม |

## 2.1 การแปรรูปผลิตภัณฑ์จากสับปะรด

สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียหรือกัลกัตตา เป็นพันธุ์ที่ปลูกเพื่อใช้ในอุตสาหกรรม สับปะรด  
กระป๋องและบริโภคสด สำหรับสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียนี้จะนิยมปลูกมากและนิยมนำมาแปรรูป  
เป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ มากมาย ( ภาพที่ 2 ) เช่น สับปะรดแห้ง แยมสับปะรด น้ำสับปะรดคั้น ไวน์  
สับปะรด มาร์มาเลตสับปะรด สับปะรดแช่แข็ง เป็นต้น ( ธงชัย นมขุนทด, 2531: 71 )

ผลผลิตพลอยได้จากสับปะรด ( Collins,1960 อ้างโดย ธงชัย นมขุนทด, 2531: 71 )

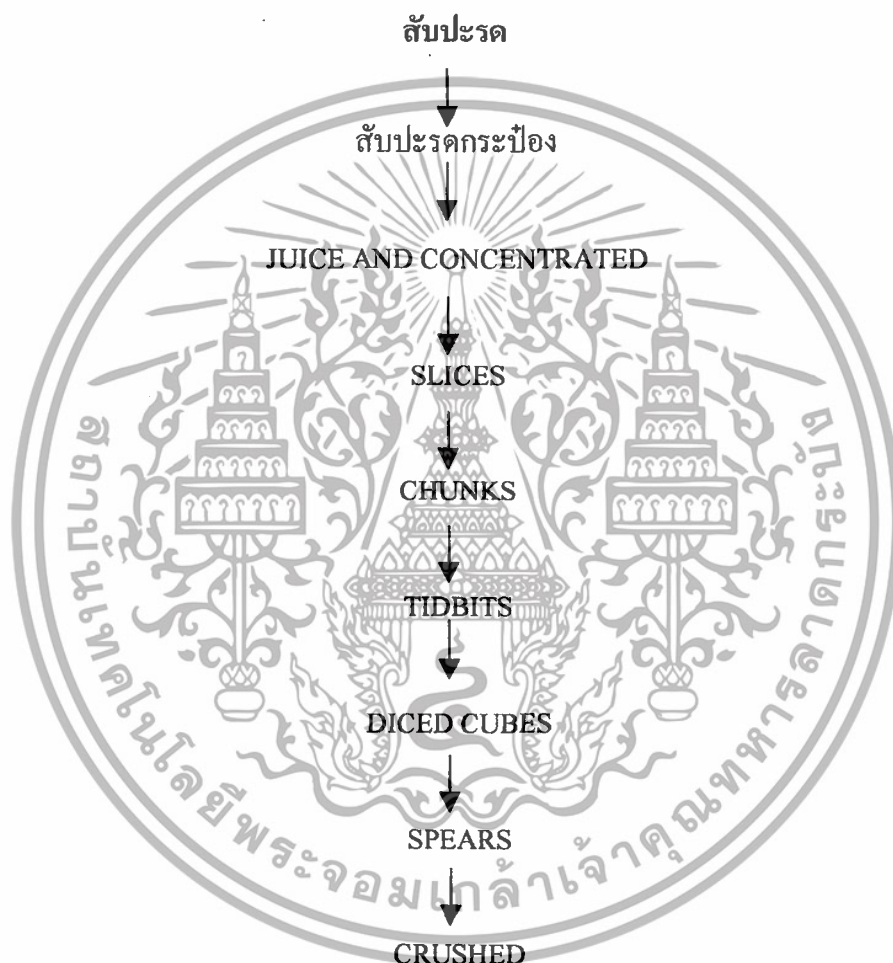
ผลผลิตพลอยได้จากสับปะรดอาจได้จากเศษเหลือในระหว่างการทำอุตสาหกรรมบรรจุ  
กระป๋องเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้ยังได้จากใบและส่วนของต้นสับปะรดอีกด้วย แต่ถือว่าเป็นเพียง  
ส่วนเล็กน้อย ทั้งนี้เพราะงานด้านค้นคว้าวิจัยด้านนี้ยังไม่เจริญรุดหน้าไปเท่าที่ควรนั่นเอง

ผลผลิตพลอยได้จากเศษเหลือของผลสับปะรดที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้มีอยู่ 8 อย่าง คือ

- 1) น้ำเชื่อม ( sugar-syrup)
- 2) แอลกอฮอล์ ( alcohol)
- 3) น้ำส้มสายชูและไวน์ ( vinegar and wine)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 4) อาหารสำหรับเลี้ยงสัตว์ (cattle feed)
- 5) กรดอินทรีย์ (organic acid)
- 6) บรอมมีเลน (pineapple proteases)
- 7) เส้นใยจากใบสับปะรด (fibres)
- 8) เยื่อกระดาษจากใบสับปะรด (paper product)



ภาพที่ 2 การแปรรูปผลสับปะรดเป็นผลิตภัณฑ์รูปแบบต่างๆ

## 2.2 คุณค่าทางโภชนาการของสับปะรด

ผลิตภัณฑ์สับปะรดกระป๋องในรูปแบบต่าง ๆ ที่มีผู้นิยมบริโภคกันทั่วโลกนั้นนับว่ามีคุณค่าทางอาหารอยู่ไม่น้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิตามิน ซึ่งมีผู้พบว่าในน้ำสับปะรดจะประกอบด้วยวิตามินเอ จำนวน 30 Sherman units วิตามินบี 1 จำนวน 20 Sherman units วิตามินบี 2 จำนวน 2.5

Sherman units และวิตามินซี 40 International units ดังนั้นเราจึงถือได้ว่าน้ำสับประคระป้องเป็นแหล่งของวิตามินเอ วิตามินบี 1 ที่มีปริมาณสูง ส่วนวิตามินซีและบี 2 นั้นนับว่ามีอยู่พอประมาณ (รงชัย นมขุนทด, 2531: 71)

#### กรดอินทรีย์ (organic acids)

กรดอินทรีย์ที่เป็นผลพลอยได้จากต้นและผลสับประคมีอยู่ 3 ชนิดด้วยกัน คือ กรดซิตริก (citric acids) กรดมาลิก (malic acid) กรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) กรดที่สามารถนำมาสกัดและทำให้บริสุทธิ์ได้ง่ายที่สุดคือกรดซิตริก อัตราส่วนของกรดอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดในเนื้อเยื่อของสับประคก็แตกต่างกันไป เช่น ในผลสับประคจะมีอัตราส่วนระหว่าง citric acid : malic acids : ascorbic acids เท่ากับ 80 : 20 : 2 แต่ในใบสับประคจะมีอัตราส่วนเท่ากับ 40 : 30 : 1 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีส่วนกรดอื่น ๆ ปะปนอยู่ในอัตราส่วนน้อย เช่น oxalic acids ใบและลำต้น

#### เส้นใยจากใบสับประค (pineapple fibres)

เนื่องจากผ้าใยสับประคจากฟิลิปปินส์ที่เรียกว่า “บารอง” (barong) ได้รับความนิยมกันมากและมีราคาสูง ด้วยเหตุนี้จึงมีผู้ทดลองที่จะสกัดเอาใยสับประคจากใบมาทอเป็นผ้า แต่ก็พบว่าสับประคที่ปลูกกันเอาผลทั่วๆ ไปนี้ถ้าเอาใบมาทำเป็นผ้าอย่างเดียวกันจะไม่คุ้มทุนการที่จะเอาใยสับประคที่มีคุณภาพที่สุดนั้น จะต้องได้จากต้นที่ปลูกให้ได้แคดเต็มที่ไม่มีต้นไม้บัง มีใบเล็ก คิวติน(cutin) หนา ซึ่งก็สกัดเอาเส้นใยออกได้ยากมาก (collins, 1960 อ้างโดย รงชัย นมขุนทด, 2531: 71)

แต่จากรายงานบางฉบับกล่าวว่าเส้นใยที่ดีที่สุดได้จากสับประคจำพวก Spanish – type เช่น พันธุ์อินทรชิตของไทย ซึ่งปลูกในที่ร่มรำไร ได้แสงแดดพอสมควร (Philippines Recommends Series : Pineapple)

### 2.3 วุ้นสวรรค์

วุ้นสวรรค์ ที่มีชื่อเสียงหลายอย่าง เช่น วุ้นมะพร้าว หรือ เห็ดศรีษะเซีย หากทำจากน้ำมะพร้าวภาษาฟิลิปปินส์ เรียกว่า “Nata de coco” แต่ถ้าทำจากน้ำสับประค เรียกว่า “Nata de Pina” เป็นผลิตภัณฑ์ อาหารซึ่งรับประทานเป็นของหวาน โดยเชื่อมในน้ำเชื่อมหรือน้ำผลไม้ คำว่า “Nata” เป็นภาษาท้องถิ่น หมายถึง วุ้นซึ่งแบคทีเรียที่ผลิตกรดน้ำส้มพวก *Acetobacter* สร้างขึ้นจากการหมักน้ำมะพร้าว หรือน้ำผลไม้ ลักษณะของวุ้นสวรรค์ คล้ายวุ้นธรรมชาติที่ใช้ทำขนม แต่เหนียวกว่าและมีองค์ประกอบทางเคมี และคุณลักษณะทางกายภาพแตกต่างกัน โดยวุ้นธรรมชาติประกอบด้วยน้ำตาลกาแลคโตส และ 3,6 anhydrogalactose ต่อกันด้วยพันธะ  $\beta(1-4)$  หลอมเหลวที่อุณหภูมิ 85 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซลเซียส และแข็งตัวที่อุณหภูมิที่ 40 องศาเซลเซียส ( นัยทัศน์ ภูศรีณย์, 2527 ) แต่วันสวรรค เป็นองค์ประกอบพวกเซลลูโลส (cellulose) โดยมีน้ำตาลกลูโคสเป็นส่วนใหญ่ ต่อกันด้วยพันธะ  $\beta(1-4)$  มีคุณสมบัติอื่นๆ เหมือนเซลลูโลส ที่ได้จากฝ้าย เมื่อต้มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ก็ไม่ละลาย ( Dimaguila, 1967a อ้างโดย นัยทัศน์ ภูศรีณย์, 2527 )

ปัจจุบันมีผู้ให้ความสนใจในการผลิตวันสวรรคกันมาก เนื่องจากสามารถใช้น้ำมะพร้าวแก่ซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากครัวเรือน และจากอุตสาหกรรมแปรรูปมะพร้าว หรือใช้น้ำผลไม้จากวัสดุเหลือทิ้งจากการแปรรูปผลไม้มาเป็นวัตถุดิบในการผลิตได้ นอกจากนี้แผ่นวันที่ได้จากการหมักสามารถนำมาแปรรูปเป็นอาหารได้หลายชนิด นอกเหนือจากการเชื่อมวันในน้ำเชื่อมหรือผสมกับน้ำผลไม้ หรือรับประทานกับไอศกรีม และอาหารหวานชนิดต่าง ๆ แล้ว ยังสามารถนำไปประกอบอาหารเป็นอาหารคาวชนิดต่าง ๆ โดยใช้เป็นอาหารมังสวิรัตื แทนเนื้อปลาหมึก หรือแมงกะพรุน ( สมคิด ธรรมรัตน์, 2531: 250 – 262 ) อย่างไรก็ตามยังมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์วันสวรรคเพื่อให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากขึ้น โดยการนำผลิตภัณฑ์วันสวรรคที่ได้มาผสมกับน้ำผลไม้ เช่น ลิ้นจี่ (วารวูฒิ ครูต่ง, 2531: 5 – 9 )

### 2.3.1 ปัจจัยสำคัญในการผลิตวันสวรรค

สิ่งที่สำคัญที่สุดในการผลิตวันสวรรค คือ แบคทีเรียที่ใช้ในการหมักวัน ซึ่งมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Acetobacter aceti* subspecies *xylinum* หรือ *Acetobacter xylinum* เป็นแบคทีเรียในกลุ่มที่ผลิตน้ำส้มสายชูซึ่งสามารถสร้างแผ่นวันที่มีองค์ประกอบเป็นเซลลูโลส พบโดยทั่วไปในธรรมชาติ โดยเฉพาะในผักผลไม้ที่เน่าเสีย หรือในน้ำผลไม้ที่ทิ้งทิ้งไว้ให้เกิดการหมัก หลังจาก 36-48 ชั่วโมง จะสังเกตเห็นแผ่นฝ้าบางๆ สีขาวขุ่น คล้ายแผ่นวันอยู่บริเวณผิวหน้าน้ำผลไม้ ซึ่งแผ่นวันนี้จะหนาขึ้นเรื่อยๆ และเกิดกรดอะซิติกขึ้นไปพร้อมกัน เมื่อภาชนะถูกกระทบกระเทือน หรือทำให้แผ่นวันจมลงก้นภาชนะ ก็จะเกิดแผ่นวันใหม่ขึ้นมาอีกบริเวณผิวหน้า แผ่นวันนี้ก็คือวันสวรรคนั่นเอง ( สมคิด ธรรมรัตน์, 2529 )

การแยกเชื้อแบคทีเรียชนิดนี้ออกจากเชื้อบริสุทธิ์สามารถทำได้โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อที่มีน้ำตาลทรายและน้ำผลไม้ หรือยีสต์สกัดเป็นองค์ประกอบ นัยทัศน์ (2527) ได้ทำการแยกเชื้อจากผลไม้หลายชนิด เช่น สับปะรด ฝรั่ง ตะมุข แดงกวา และน้ำมะพร้าว ฯลฯ พบว่าเชื้อที่แยกได้เป็น *Acetobacter sp. Aceti subsp. xylinum* เชื้อนี้มีลักษณะเป็นท่อนสั้น ๆ ขนาด 0.5 x 0.8 ไมครอนถึง 1 ไมครอน จัดเรียงตัวต่อกันเป็นสายสั้น ๆ ไม่เคลื่อนที่ สร้างแคปซูลได้ ติดสีแกรมทั้งบวกและลบ (ขึ้นอยู่กับอายุของเซลล์) catalase positive เมื่อเลี้ยงบนอาหารวัน โคลินีมีขนาด 1 - 2 มิลลิเมตร หากมีอายุ 6 วัน โคลินีมีขนาดเล็กกลม หนูน แยกเป็น โคลินีเดี่ยว ๆ ชัดเจน ไสหรือขุ่น เหนียว มีสี

น้ำตาลอ่อน เมื่ออายุมากขึ้นความเหนียวจะเพิ่มขึ้น และยึดเซลล์แบคทีเรียเข้าด้วยกันทำให้แต่ละโคโลนีจับตัวรวมกัน เมื่อดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน จะเห็นชั้นเมือกห่อหุ้มรอบผนังเซลล์ของจุลินทรีย์ (Dimaguila, 1967a อ้างโดย นัยทัศน์ ภูศรีณย์, 2527)

การผลิตวันสวรรค์ที่มีคุณภาพดี คือ ได้ผลผลิตสูง วันมีสีขาว เนื้อสัมผัสเนียนนุ่มเหนียวพอเหมาะ ไม่มีเส้นใยนั้นจะต้องควบคุมสภาวะในการหมักให้เหมาะสมกับการเจริญของแบคทีเรียที่ใช้ ซึ่งปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรียชนิดนี้ มีดังนี้

1. วัตถุดิบ วัตถุดิบที่นิยมใช้ในการผลิตวันสวรรค์ คือ น้ำมะพร้าวแก่ เนื่องจากเป็นวัสดุเหลือใช้ และมีสารอาหารเหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมะพร้าวแตกต่างกันไปตามอายุ พันธุ์ และแหล่งที่ปลูก ได้มีการวิเคราะห์สารอาหารต่าง ๆ ในน้ำมะพร้าวพบว่า นอกจากประกอบด้วยองค์ประกอบหลักคือ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เกลือ แคลเซียม ฟอสฟอรัส แล้ว ยังประกอบไปด้วยวิตามินหลายชนิด คือ กรดนิโคตินิก ไบโอติน กรดแพนโทนิค ไรโบฟลาวิน กรดฟอลิก ในปริมาณ 0.01 0.02 0.52 0.01 และ 0.03 ไมโครกรัมตามลำดับ ส่วนโทอะมิน ไนอะซิน และวิตามินซี มีปริมาณน้อยมาก

น้ำมะพร้าวที่ใช้ในการหมักควรเป็นน้ำมะพร้าวสดไม่เน่าเสีย นำมาต้มเพื่อให้ไขมันละลาย และฆ่าเชื้อจุลินทรีย์อื่นที่ปะปนมา การเจือจางน้ำมะพร้าวก่อน จะทำให้ผลผลิตของวันสวรรค์ลดลง ( สมคิด ธรรมรัตน์, 2531 )

นอกจากนี้ยังสามารถใช้เศษวัสดุเหลือจากผลไม้ เช่น น้ำสับปะรด น้ำอ้อย หรือน้ำผลไม้ชนิดอื่น ๆ เป็นวัตถุดิบในการผลิตได้เช่นกัน ประรณ และวิระ (2535) พบว่าการใช้น้ำมะพร้าวผสมน้ำสับปะรดในอัตราส่วน 80 : 20 เพื่อวันสวรรค์สามารถสร้างแผ่นวันได้หนากว่าการใช้น้ำมะพร้าวเพียงอย่างเดียว แต่ถ้าใช้น้ำสับปะรดในอัตราส่วนที่สูงขึ้น ความหนาของแผ่นวันจะลดลง

2. แหล่งคาร์บอน แหล่งคาร์บอนที่ *Acetobacter xylinum* สามารถใช้ในการเจริญเติบโตและสร้างแผ่นวันก็คือ น้ำตาล ซึ่งแบคทีเรียชนิดนี้สามารถใช้ได้หลายชนิด เช่น ซูโครส มอลโทส แล็กโทส กาแล็กโทส และเดกซ์โทรส เป็นแหล่งคาร์บอน (Lapuz และคณะ 1967 อ้างโดย สมคิด ธรรมรัตน์, 2531 : 250 – 262 ) พบว่า เชื้อตัวนี้สามารถสร้างวันได้หนาที่สุดเมื่อใช้น้ำตาลเดกซ์โทรสเป็นแหล่งคาร์บอน รองลงมาเป็นน้ำตาลซูโครส ซึ่งหาซื้อได้ง่ายและราคาถูกกว่า จึงเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการผลิตวันสวรรค์ในทางการค้า โดยปริมาณที่เหมาะสมที่สุดในการสร้างแผ่นวันของเชื้อคือร้อยละ 10

( Alaban 2527 อ้างโดย สมคิด ธรรมรัตน์, 2531: 250 – 262 ) พบว่า ปริมาณน้ำตาลซูโครสที่เหมาะสมคือ ร้อยละ 5-8 ถ้าใช้น้ำตาลน้อยกว่าร้อยละ 5 จะทำให้เนื้อวันมะพร้าวที่ได้มีนัยทัศน์ (2527) พบว่าปริมาณที่ใช้น้ำตาลร้อยละ 0 – 15 ในน้ำมะพร้าวซึ่งมีความ

เข้มข้น 5.7 องศาปริศความหนาของแผ่นวุ้นที่ได้ไม่ต่างกันมากนัก จึงไม่จำเป็นต้องเติมน้ำตาลในการเลี้ยงเชื้อ

สมศรี (2531: 239 – 249) พบว่าการเติมน้ำตาลทรายลงไปใต้น้ำมะพร้าวที่มีความเข้มข้น 5 องศาปริศอีกร้อยละ 5 จะทำให้เชื้อ *Acetobacter xylinum*. สร้างแผ่นวุ้นได้หนาที่สุด

ปรารณา และวีระ (2535) พบว่าการใช้น้ำมะพร้าวผสมกับน้ำสับปะรดในอัตราส่วน 80 : 20 ซึ่งมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด 65.5 กรัม ต่อ ลิตร *Acetobacter xylinum* TITSTR 107 และ AGR60 สามารถสร้างวุ้นได้หนาที่สุด เมื่อเทียบกับการใช้อาหารที่มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด 22.0 43.5 85.0 และ 107 กรัมต่อลิตร

3. ในโตรเจน การเติมสารประกอบในการหมักวุ้นสวรรค์จะช่วยเร่งให้การผลิตแผ่นวุ้นได้หนาในเวลาอันสั้น สารที่ใช้ได้คือคือ แอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต ( $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ) แอมโมเนียมซัลเฟต [ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ] โดยใช้ปริมาณ 0.05 – 0.06 % และถ้าใส่ในปริมาณมากกว่านี้จะทำให้ผลผลิตลดลง

นัยทัศน์ (2527) พบว่าการใช้  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  ร้อยละ 0.05 ในน้ำมะพร้าวให้ผลผลิตวุ้นสวรรค์สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ยูเรีย เป็นแหล่งไนโตรเจน

4. ปริมาณเชื้อเริ่มต้น การผลิตวุ้นสวรรค์ที่มีคุณภาพดี ควรใช้เชื้อบริสุทธิ์ที่ได้คัดเลือกสายพันธุ์ที่เหมาะสม ปริมาณเชื้อที่ใช้เติมลงในน้ำมะพร้าวควรมีปริมาณที่มากพอเพื่อเชื้อจะเจริญเติบโต และสร้างวุ้นได้ทันกับเชื้อที่อาจปนเปื้อนมากับน้ำมะพร้าว หรือในระหว่างการหมักโดยพบว่าการใช้เชื้อเริ่มต้นร้อยละ 10-20 ของอาหารเลี้ยงเชื้อจะทำให้ได้ผลผลิตวุ้นดีที่สุด แต่ถ้าใช้เชื้อเริ่มต้นมากขึ้นผลผลิตกลับลดต่ำ (สมคิด ธรรมรัตน์, 2529)

การเตรียมเชื้อเริ่มต้น ทำได้โดยการนำเชื้อจากหลอดอาหารวุ้นเอียงใส่ในอาหารเหลวซึ่งประกอบด้วยน้ำมะพร้าว น้ำตาลทราย ไนโตรเจนที่เหมาะสมกับเชื้อที่ใช้ แล้วนำมาเขย่าเพื่อให้อากาศ หรือตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง

5. เอรทานอลและกรดอะซิติก เนื่องจากแบคทีเรียในกลุ่ม *Acetobacter* สามารถออกซิไดซ์เอทานอลไปเป็นกรดอะซิติกได้ แต่การสร้างวุ้นจะไม่เกิดขึ้นถ้าหากไม่มีกลูโคสในอาหาร นอกจากนี้แบคทีเรียในกลุ่มนี้ไม่สามารถเจริญในอาหารที่มีเอทานอลได้ ถ้าหากไม่มีการเติมกรดอะซิติก เกลืออะซิเตทหรือกลูโคสลงไป ทั้งเอทานอลและกรดเป็นแหล่งของคาร์บอนและพลังงานทำให้ผลผลิตวุ้นสูงขึ้นในระยะเวลาสั้น และเอทานอลยังมีผลไปยับยั้งจุลินทรีย์ชนิดอื่นซึ่งปนเปื้อนมากับน้ำมะพร้าว และกรรมวิธีการผลิตได้

นัยทัศน์ (2527) พบว่าการใช้เอทานอลร้อยละ 54 ในน้ำมะพร้าวสามารถเก็บเกี่ยววุ้นที่หนาพอได้ถึง 3 ครั้ง

สมคิด (2531) รายงานการทดลองของกลุ่มงานวิเคราะห์หิวจัดวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร และอุตสาหกรรม กองเกษตรเคมี ว่า การเติมกรดอะซิติกร้อยละ 1-2 จะได้วุ้นที่มีความหนา 1-1.5 เซนติเมตร ในเวลา 10 วัน แต่ถ้าต้องการวุ้นหนา 1.5-2.5 เซนติเมตร จะต้องเติมกรดอะซิติกร้อยละ 2-2.5 และใช้เวลาในการหมักนานกว่า 10 วัน

สมศรี (2531) พบว่าเชื้อสร้างแผ่นวุ้นได้หนาที่สุด เมื่อเติมเอทานอลร้อยละ 6 โดยปริมาตร

ปรารณา และวีระ (2535) ได้ทำการทดลองโดยเติมเอทานอลในน้ำมะพร้าวผสมกับน้ำตาลปรครร้อยละ 0 ถึง 6 พบว่า ที่ระดับเอทานอลร้อยละ 1 ให้ผลผลิตที่สูงสุด หนา 2.6 – 2.85 เซนติเมตรในเวลา 14 วัน โดยที่ความหนาของวุ้นเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารที่ไม่เติมเอทานอล และส่วนที่เติมเอทานอลมากกว่าร้อยละ 1 นอกจากนี้การเติมเอทานอลร้อยละ 1 ทำให้เนื้อสัมผัสวุ้นนุ่มขึ้น ไม่เหนียวมาก

6. ความเป็นกรดต่าง (Lapuz และGalardo 1967 อ้างโดย นัยทัศน์ ภูศรีณย์, 2527) พบว่า *Acetobacter xylinum* สามารถเจริญได้ในอาหารที่มีพีเอชอยู่ในช่วง 3.5-7.5 แต่พีเอชที่เหมาะสมในการสร้างวุ้นที่มีความหนาและมีคุณภาพดีในอาหารเลี้ยงเชื้อ nutrient broth คือ 4.5 – 6 ส่วนถ้าเลี้ยงในน้ำมะพร้าวพีเอชที่เหมาะสมในการสร้างวุ้นคือ 5-5.5

(Dimaguila 1967a อ้างโดย นัยทัศน์ ภูศรีณย์, 2527) พบว่า พีเอชที่เหมาะสมที่สุดในการสร้างวุ้นของเชื้อคือ พีเอช 4.0 และสมศรี (2531) พบว่าการใช้กรดอะซิติกปรับพีเอชของน้ำมะพร้าวเป็น 4.5 เชื้อสามารถสร้างแผ่นวุ้นที่มีความหนามากที่สุด 1.35 เซนติเมตร

7. อุณหภูมิ (Lapuz และ Gallardo 1967 อ้างโดย นัยทัศน์ ภูศรีณย์, 2527) ทดลองเลี้ยง *Acetobacter xylinum* ที่อุณหภูมิ 10-40 องศาเซลเซียส พบว่าที่อุณหภูมิ 10 15 35 และ 40 องศาเซลเซียส ไม่มีการสร้างวุ้น แต่ที่อุณหภูมิห้อง (28-31 องศาเซลเซียส) หลังจากการบ่ม 72 ชั่วโมง จะเกิดแผ่นวุ้นขึ้น ในขณะที่อุณหภูมิ 20 และ 25 องศาเซลเซียสสามารถเกิดแผ่นวุ้นหลังจากการบ่มเป็นเวลา 7 วัน ดังนั้นอุณหภูมิห้องจึงเป็นช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการสร้างวุ้นของเชื้อ *A.xylinum*

8. ออกซิเจน เนื่องจากแบคทีเรียชนิดนี้ต้องการออกซิเจนในการเจริญดังนั้นในการผลิตวุ้น สวรรค์ควรเลือกใช้ภาชนะที่มีปากกว้าง หรือผิวหน้ากว้าง เพราะเชื้อจะสร้างวุ้นเฉพาะส่วนบนของน้ำมะพร้าวเท่านั้น และระหว่างการหมักต้องระวังไม่ให้มีการกระทบกระเทือนเพราะแผ่นวุ้นจะจม เชื้อจะสร้างแผ่นวุ้นแผ่นใหม่บนผิวหน้าของน้ำมะพร้าวทำให้ได้แผ่นวุ้นที่บาง นอกจากนี้วัสดุที่ใช้ปิดปากภาชนะควรจะระบายอากาศได้ดี เช่น ผ้าขาวบาง ไม่ควรใช้วัสดุที่หนาเกินไป (สมคิด, 2531)

### 2.3.2 วิธีการผลิตวุ้นสวรรค์โดยใช้เชื้อ *Acetobacter xylinum*

มีการคัดเลือกเชื้อแบคทีเรีย *A. xylinum* สำหรับการผลิตวุ้นสวรรค์ซึ่งจะผลิตได้ในปริมาณสูงในเวลาอันสั้น วุ้นที่ได้มีคุณภาพดี มีเนื้อเนียน มีความนุ่มและหนึบพอเหมาะ การผลิตได้ด้วยวิธีง่ายๆ แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ การเตรียมเชื้อหมัก การหมักวุ้น และการแปรรูป

1. การเตรียมเชื้อหมัก (Starter) ใช้น้ำมะพร้าวสดและใหม่จำนวน 300 ml. เติมน้ำตาล 15 กรัม (5%) นำไปนึ่งฆ่าเชื้อหรือต้มให้เดือด บรรจุในขวดแก้วที่สะอาด ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วเติมเชื้อบริสุทธิ์ *A. xylinum* ปิดภาชนะด้วยสำลีหรือผ้าขาวบาง ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 1-2 วัน จนเกิดเป็นชั้นของวุ้นบาง ๆ บนผิวหน้า

2. การผลิตวุ้นสวรรค์โดยใช้เชื้อ *Acetobacter xylinum* เตรียมน้ำมะพร้าว 1.5 ลิตร เติมน้ำตาลทราย 75 กรัม นำไปต้มเดือด บรรจุในภาชนะที่ทนกรด และมีปากกว้างเพื่อให้เชื้อได้รับออกซิเจนและสะดวกในการเก็บผลผลิต เช่น โหลแก้ว ถาดสแตนเลส หรืออ่างเคลือบทิ้งไว้ให้เย็น เติมน้ำส้มเข้มข้น 7.5 ml. เติมน้ำเกลือที่เตรียมไว้ อาจเติมแอมโมเนียมซัลเฟต 0.5% เพื่อให้เกิดแผ่นวุ้นที่หนาและเร็วขึ้น ปิดผ้าขาวบาง 3 - 4 ชั้น ตั้งทิ้งไว้โดยระมัดระวังไม่ให้กระทบกระเทือน เพราะแผ่นวุ้นจะจม หากแผ่นวุ้นจมจะได้แผ่นวุ้นไม่หนาและเชื้อจะสร้างวุ้นแผ่นใหม่ขึ้นที่หน้าแทนวุ้นเดิม เมื่อครบ 10-15 วัน ที่จะได้แผ่นวุ้นหนา 1.0 - 2.5 ซม. จึงเก็บแผ่นวุ้นขึ้นโดยระมัดระวังเรื่องความสะอาดของวัสดุที่ใช้เก็บ เพื่อป้องกันการปะปนของเชื้อรา เพราะน้ำที่เหลือเมื่อตั้งทิ้งไว้จะได้แผ่นวุ้นเกิดขึ้นใหม่และเก็บต่อไปได้อีกจนกว่าน้ำจะแห้ง หรือจะแบ่งน้ำที่เหลือจากการหมักนี้ไปทำเชื้อหมักในการหมักครั้งต่อไปหรือนำไปกรองให้ใส แล้วต้มพอเดือดจะได้น้ำส้มสายชูหมักไว้ใช้เป็นผลพลอยได้อีกอย่างหนึ่งด้วย

3. การแปรรูป แผ่นวุ้นสวรรค์ที่เราผลิตได้สามารถเก็บไว้ได้นานหลายเดือนเมื่อทิ้งไว้ในน้ำมะพร้าวที่หมักและเมื่อเก็บขึ้นแล้วนำมาล้างจะเก็บโดยแช่น้ำสะอาดไว้ในตู้เย็นได้ 1 - 2 เดือน แต่ถ้านำมาต้มให้สุกจะเก็บได้นานเท่าวันที่ยังไม่ได้ต้ม แผ่นวุ้นสวรรค์ที่เก็บใหม่ ๆ จะมีรสเปรี้ยว และมีกรดน้ำส้มปะปนอยู่ ก่อนนำไปประกอบอาหารจะต้องล้างให้สะอาด ถ้าต้องการให้มีสีขาวใสจะนำไปแช่ในไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ( $H_2O_2$ ) 2 % ประมาณ 6-12 ชม. หรือแช่ค้ำคืน แล้วจึงนำมาต้มและแช่น้ำไว้เปลี่ยนน้ำ 2-3 ครั้ง จนหายเปรี้ยวและหมดกลิ่นกรด จึงนำมาประกอบอาหาร

### 2.3.3 การแปรรูปวุ้นสวรรค์เชิงการค้าส่วนใหญ่ทำในรูปวุ้นน้ำเชื่อม โดยมีขั้นตอนการทำดังนี้

1. **Leaching of Nata** เป็นการสกัดเอากรดน้ำส้มในแผ่นวุ้นออก ทำได้โดยนำวุ้นที่ได้มาล้างทำความสะอาด หั่นเป็นรูปสี่เหลี่ยมลูกเต๋า ต้มในน้ำเดือด 2-3 ครั้ง โดยการเปลี่ยนน้ำใหม่ทุกครั้ง

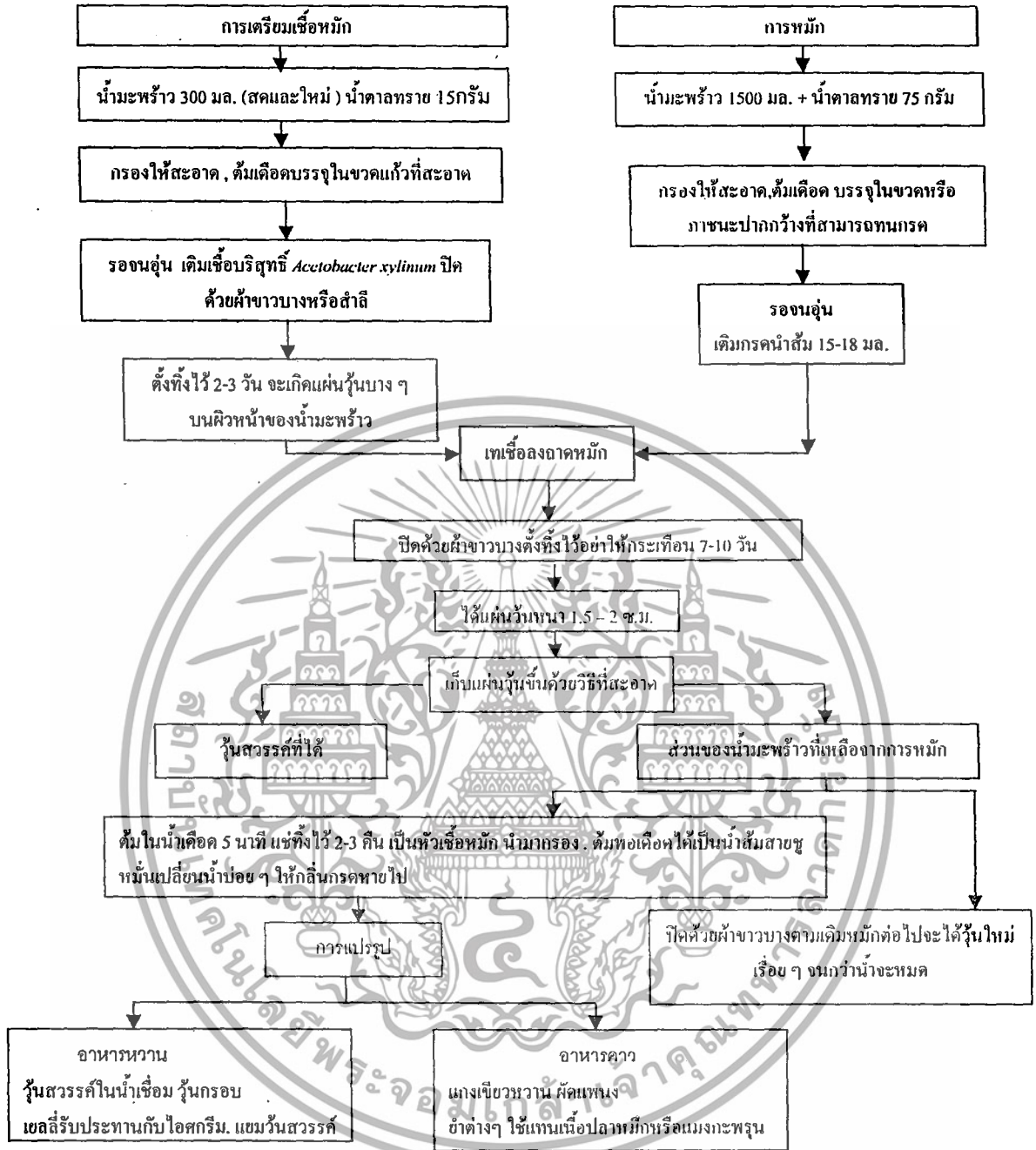
ครั้งจากนั้นแช่น้ำค้างคืนไว้จนวันปราศจากกลิ่นกรดน้ำส้ม นอกจากนี้หากวันมีสีไม่สวยอาจทำการฟอกด้วยสารละลาย ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ หรือ คลอรีน

2. **Syruping** เป็นขั้นตอนการทำวุ้นน้ำเชื่อมโดยนำวุ้นที่ผ่านการหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ และสกัดเอากรดและอาจทำการฟอกสีให้ขาวแล้วนำมาต้มในสารละลายน้ำตาลเป็นเวลา 5 นาที แล้วปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง เก็บรักษาไว้ในตู้เย็น ทิ้งไว้เวลา 1 คืน จากนั้นเพิ่มความเข้มข้นของน้ำตาลมากขึ้น ปล่อยให้เกิดแล็กเพลย์นมวลสาร จนได้ความหวานตามที่ต้องการ

3. **Fortification** เป็นขั้นตอนการเสริมสารอาหารที่มีคุณค่าเช่น โนอาซีน ไทอามีน ไรโบฟลาวิน วิตามินบี แคลเซียม ฟอสฟอรัส สารให้กลิ่นรส เช่น กลิ่นสังเคราะห์ลงไปในการเชื่อม

4. **Packing** ภาชนะที่นิยมใช้บรรจุวุ้นสวรรค์ในน้ำเชื่อมมักเป็นขวดใส ชนิดปากกว้าง ขนาดต่าง ๆ





ภาพที่ 3 แผนผังการผลิตและแปรรูปวุ้นสวรรค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.4 อาหารจากวุ้นสวรรค์

อาหารจากวุ้นสวรรค์ได้มาจากน้ำมะพร้าวที่แก่ที่สุดและสะอาด ผ่านกรรมวิธีการหมักด้วยเชื้อ *Acetobacter xylinum* สายพันธุ์ที่ได้คัดเลือกเป็นพิเศษ เช่น Agr.60 ของกองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร ในสภาวะที่เหมาะสม จะได้แผ่นวุ้นสีขาวนวล ที่เรียกว่าวุ้นสวรรค์ สามารถนำมาประกอบอาหารได้มากมายหลายชนิดทั้งอาหารคาวและอาหารหวาน ซึ่งมีคุณประโยชน์ต่อร่างกาย เพราะใช้วุ้นสวรรค์นอกจากจะมีใยอาหารสูงและแคลอรีต่ำ แต่ยังมีแร่ธาตุอื่น ๆ ด้วย ดังผลการวิเคราะห์ต่อไปนี้ (อมรศรี ตูยระพิงค์, 2542 : 101 - 103 )

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารอาหารในวุ้นสวรรค์

| สารอาหาร                  | กรมวิทยาศาสตร์ | กองเกษตรเคมี |
|---------------------------|----------------|--------------|
| น้ำ(%)                    | 94.40          | 94.60        |
| ไขมัน(%)                  | 0.50           | 0.60         |
| ไฟเบอร์(%)                | 1.10           | 1.15         |
| โปรตีน(%)                 | 0.68           | 0.84         |
| เถ้า(%)                   | 0.77           | 0.10         |
| คาร์โบไฮเดรต(%)           | 3.00           | 3.20         |
| แคลเซียม(mg./100 mg)      | 34.50          | 5.20         |
| เหล็ก(mg./100 mg)         | 0.20           | -            |
| ฟอสฟอรัส(mg./100 mg)      | 22.0           | 5.70         |
| วิตามิน บี 1(mg./100 mg)  | 0.10           | -            |
| วิตามิน บี 2 (mg./100 mg) | 0.02           | -            |
| ไนอาซีน(mg./100 mg)       | 0.22           | 0.22         |

เนื่องจากวุ้นสวรรค์มีปริมาณเส้นใยอาหารอยู่มาก เป็น Micro - Fiber Cellulose ที่มีความละเอียดนุ่มกว่า Dietary Fiber ที่พบในผัก ผลไม้ เมื่อรับประทานเข้าไปแล้วจะช่วยในการย่อยและขับถ่ายของเสียสามารถช่วยระบายพิษและลดปัญหาเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหารและระบบขับถ่ายได้เป็นอย่างดี คุณประโยชน์ของการบริโภคอาหารที่มีเส้นใยสูงจะช่วยในการควบคุมน้ำหนัก ช่วยในการป้องกันโรคท้องผูก โรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ โรคริดสีดวงทวาร ลดการเกิดคอเลสเตอรอลในเส้นเลือด และยังลดการดูดซึมสารพิษต่าง ๆ ในระบบการย่อยของร่างกายด้วย การบริโภคอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นใยเป็นประจำจึงมีผลดีต่อสุขภาพ โดยเฉพาะผู้ที่ไม่ชอบรับประทานผักผลไม้หรือผู้ที่กลัวสารพิษตกค้าง ยาฆ่าแมลงในผักผลไม้ อาจหันมาบริโภควันสวรรคตแทนได้

### 2.3.5 ประโยชน์ของวันสวรรคต

1. ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์อาหารที่หลากหลายมากขึ้น
2. เป็นการลดต้นทุนการผลิต
3. สามารถใช้วัตถุดิบเหลือทิ้งให้เกิดประโยชน์สูงสุด
4. เป็นการเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกร
5. เพื่อเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรให้สูงขึ้น
6. สามารถนำไปประกอบอาหารได้ ทั้งอาหารคาวและอาหารหวาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### บทที่ 3

#### วัสดุอุปกรณ์และวิธีดำเนินการทดลอง

##### 3.1 วัสดุ

วัตถุดิบเตรียมหัวเชื้อยูนมะพร้าว ( Starter )

1. น้ำ
2. น้ำตาลทราย
3. แอม โมเนียมซัลเฟต  $(NH_4)_2SO_4$
4. Glacial acetic acid
5. เชื้อ *Acetobacter xylinum*

การเตรียมน้ำสับประรดเลี้ยงแผ่นยูน

1. น้ำสับประรด
2. น้ำตาลทราย
3. น้ำ
4. แอม โมเนียมซัลเฟต
5. Glacial acetic acid
6. Alcoho 70%

##### 3.2 อุปกรณ์

1. เครื่องแก้ว
  - 1.1 หลอดทดลอง
  - 1.2 ขวดแก้ว
  - 1.3 บีเปตขนาด 10 ml.
  - 1.4 กระจกบอควงขนาด 100 ml.
  - 1.5 บีกเกอร์ขนาด 250 ml.
2. เครื่องครัว
  - 2.1 เครื่องปั่นน้ำผลไม้

- 2.2 มีด
- 2.3 เขียง
- 2.4 หม้อสแตนเลส
- 2.5 กระละมั่งขนาดเล็ก
- 2.6 เต้าแก๊ส
3. ตะเกียงแอลกอฮอล์
4. ถาดพลาสติก สีเหลืองกันดื่น
5. ผ้าขาวบาง หรือกระดาษหนังสือพิมพ์
6. เครื่องชั่งละเอียด
7. Autocave
8. สำลี
9. กระดาษฟอยล์
10. Hand Refractometer
11. pH paper

### 3.3 วิธีดำเนินการทดลอง

การศึกษ้อัตราส่วนน้ำสับปะรด ต่อ น้ำ ที่ผลิตวันสวรรคตเพื่อเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. การศึกษ้อัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่าง เนื้อสับปะรด ต่อ น้ำ ในการหมักแผ่นวันสวรรคต
2. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค ต่อผลิตภัณฑ์วันสวรรคตที่ผลิตได้

#### ขั้นตอนการผลิตวันสวรรคต

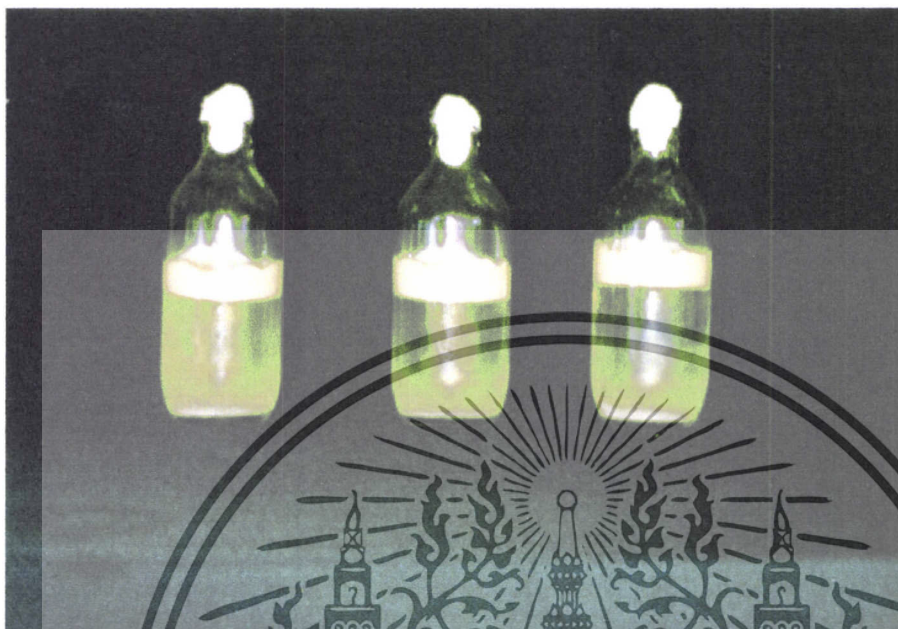
1. การเตรียมหัวเชื้อจากหลอดอาหารเอียงที่เก็บเชื้อไว้ ( Slant ) โดยเตรียมในอาหารเหลว ซึ่งประกอบด้วย  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  0.5 g น้ำตาลทราย 5 g กรดน้ำส้ม 1.2 มิลลิตร ต่อน้ำมะพร้าว 100 มิลลิตร และวางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 2 – 3 วัน เพื่อให้เชื้อ *A. xylinum* เจริญในอาหารเลี้ยงหัวเชื้อ
2. การเตรียมกล้าเชื้อ ( Starter ) ( ภาพที่ 4 ) นำเชื้อ *A. xylinum* ในข้อ 1. มาเพิ่ม

จำนวนหัวเชื้อให้มากยิ่งขึ้นด้วยการเลี้ยงในอาหารเหลว ซึ่งประกอบด้วย น้ำตาลทราย 50 g กรดน้ำส้ม 12 มิลลิตร ต่อน้ำมะพร้าว 1,000 มิลลิตร และวางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 2 – 3 วัน ให้เกิดเป็นแผ่นวุ้นบาง ๆ บริเวณผิวน้ำมะพร้าวดังภาพที่ 5 จากนั้นนำส่วนที่เป็นน้ำไปใช้ในการเลี้ยงแผ่นวุ้นสวรรค์ต่อไป



ภาพที่ 4 การเตรียม Starter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 ขวดเลี้ยงกล้าเชื้อ (Starter)

1. การเตรียมน้ำสับประรดสำหรับเลี้ยงแผ่นวันสวรรคต ใช้สับประรดที่สุก หรือแก่จัด นำผลสับประรดมาล้างปอกเปลือก และล้างด้วยน้ำสะอาดอีกครั้งหนึ่ง จากนั้นนำมาหั่นเอาแต่เนื้อสับประรด จากนั้นนำมาหั่นให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ และนำเข้าเครื่องปั่นพร้อมกับน้ำ จากนั้นนำน้ำสับประรดที่ได้ นำมารองด้วยผ้าขาวบางแยกส่วนที่เป็นกากของสับประรดออก

2. การปรับอัตราส่วนการเตรียมน้ำสับประรดที่ใช้สำหรับเลี้ยงแผ่นวันสวรรคตจะใช้ อัตราส่วนของเนื้อสับประรด ต่อ น้ำ ดังนี้คือ

ตัวอย่างที่ 1:1 เนื้อสับประรด 1000 g ต่อ น้ำ 1000 g

ตัวอย่างที่ 1:2 เนื้อสับประรด 1000 g ต่อ น้ำ 2000 g

ตัวอย่างที่ 1:3 เนื้อสับประรด 1000 g ต่อ น้ำ 3000 g

ตัวอย่างที่ 1:4 เนื้อสับประรด 1000 g ต่อ น้ำ 4000 g

และนำเนื้อสับประรดต่อ น้ำ แต่ละตัวอย่างมาเพียงตัวอย่างละ 1000 ml.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การเลี้ยงแผ่นวัฒนธรรมอาหารสำหรับแผ่นวัฒนธรรมจากเนื้อสัตว์ประคด ค่อน้ำจำนวน 1000 มิลลิลิตร จะมีสูตรอาหารดังในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณสารอาหารที่เติมในชุดตัวอย่าง

| ตัวอย่างที่ | อัตราส่วน | ปริมาณ<br>(ml) | ปริมาตร $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$<br>(g) | กรคน้ำส้ม<br>(ml) |
|-------------|-----------|----------------|---|-------------------|
| 1           | 1:1       | 1000           | 5   | 12                |
| 2           | 1:2       | 1000           | 5   | 12                |
| 3           | 1:3       | 1000           | 5   | 12                |
| 4           | 1:4       | 1000           | 5   | 12                |

การเติมสารอาหารเพื่อช่วยให้เชื้อ *A. xylinum* เจริญเติบโตได้เร็วขึ้น เนื่องจากน้ำสัตว์ประคดเพียงอย่างเดียวอาจยังมีสารอาหารไม่เพียงพอต่อการเจริญของเชื้อจึงมีการเติมแอมโมเนียมซัลเฟต  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  เพื่อเป็นแหล่งไนโตรเจนในน้ำสัตว์ประคด หลังจากนั้นจะต้องปรับความหวานเพื่อให้เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อ *A. xylinum* (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ปริมาณความหวานของชุดตัวอย่าง

| ตัวอย่างที่ | อัตราส่วน<br>เนื้อสัตว์ประคด ค่อน้ำ | ความหวานเริ่มต้น<br>(B°) | ปริมาณน้ำตาลที่เติม<br>(g) | ความหวานสุดท้าย<br>(B°) |
|-------------|-------------------------------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 1           | 1:1                                 | 8                        | 50                         | 12                      |
| 2           | 1:2                                 | 6                        | 50                         | 10                      |
| 3           | 1:3                                 | 4                        | 50                         | 9                       |
| 4           | 1:4                                 | 3.6                      | 50                         | 8.6                     |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 6. การปรับความเป็นกรด – ด่าง

หลังจากเติมสารอาหารต่าง ๆ สำหรับเลี้ยงแผ่นวุ้นสวรรค์ ในข้อ 5 เสร็จแล้วจากนั้นก็นำมาปรับค่าความเป็นกรด ซึ่งค่า pH ที่เหมาะสมที่เชื้อ *A. xylum* เจริญและสร้างแผ่นวุ้นได้ดีที่ pH 4.5 – 5.5 โดยการเติมกรดน้ำส้มเข้มข้น หรือ Glacial Acetic acid สำหรับน้ำสับปรดที่ใช้ในการเลี้ยงแผ่นวุ้นนั้นจะมีค่า pH 4.0 – 4.5 แล้ว จึงไม่จำเป็นต้องมีการปรับค่า pH ของน้ำสับปรดที่ใช้ในการหมัก แต่ยังคงจำเป็นต้องมีการเติม กรด Glacial Acetic acid ลงไปในน้ำสับปรดที่ใช้หมัก เพื่อเป็นสารตั้งต้นในขบวนการเกิดปฏิกิริยาการหมัก ( Fermentation ) ของเชื้อ *A. xylum*

## 7. การหมัก

นำน้ำสับปรดค่อน้ำที่ผ่านการเติมน้ำตาลทราย เติมน้ำ  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  แล้วนำมาคนให้ละลาย แล้วนำไปตั้งไฟให้เดือดประมาณ 15 นาที เพื่อทำการฆ่าเชื้อจากนั้นรอจนอุ่นจึงเติม กรดน้ำส้มเข้มข้น ( Glacial Acetic acid ) ลงไป 12 มิลลิลิตร ค่อน้ำหมัก 1000 มิลลิลิตร จากนั้นคนให้กระจายแล้วเติมหัวเชื้อ 10 เปอร์เซ็นต์ คือ น้ำสับปรด 1000 มิลลิลิตร เติมหันเชื้อ ( starter ) 100 มิลลิลิตร แล้วใช้แท่งแก้วที่ทำให้ปลอดเชื้อแล้วคนให้เชื้อกระจายอย่างทั่วถึงปิดด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ที่ฆ่าเชื้อ แล้วนำมาตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องให้เกิดแผ่นวุ้นสวรรค์ โดยใช้ระยะเวลาในการหมักนาน 15 วัน ดังภาพที่ 6 เพื่อให้เชื้อสร้างแผ่นวุ้นที่หนาประมาณ 1-2.5 ซม.



ภาพที่ 6 การหมักแผ่นวุ้นสวรรค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 8. การเก็บแผ่นวุ้นสวรรค์

เมื่อเชื้อ *A. xylinum* ที่หมักจนสามารถสร้างแผ่นวุ้นหนาประมาณ 1–2.5 ซม. แล้วก็ทำการเก็บแผ่นวุ้นขึ้นด้วยวิธีที่สะอาดและปลอดเชื้อ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์อื่น ๆ

## 9. การแปรรูปแผ่นวุ้นสวรรค์

1. Leaching of Nata เป็นการสกัดเอากรดน้ำส้มในแผ่นวุ้นออก ทำได้โดยนำวุ้นที่ได้มาล้างทำความสะอาด หั่นเป็นสี่เหลี่ยมลูกเต๋า ต้มในน้ำเดือด 2–3 ครั้ง โดยการเปลี่ยนน้ำใหม่ทุกครั้ง จากนั้นแช่ในน้ำค้างคืนไว้จนวุ้นปราศจากกรดน้ำส้ม ถ้าพบว่าแผ่นวุ้นมีสีไม่สวย อาจทำการฟอกด้วยสารละลาย ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ หรือสารละลายคลอรีน

2. Syruping เป็นขั้นตอนการทำวุ้นเชื่อม โดยนำวุ้นที่ผ่านการหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ และสกัดเอากรด และอาจทำการฟอกสีให้ขาว แล้วต้มในสารละลายน้ำตาลเป็นเวลานาน 5 นาที ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้องเก็บรักษาไว้ในตู้เย็น ซึ่งไว้เป็นเวลา 1 คืน เป็นการเพิ่มความเข้มข้นของน้ำตาลมากขึ้น ปล่อยให้เกิดการแลกเปลี่ยนมวลสารจนได้ความหวานที่ต้องการ

3. Fortification เป็นขั้นตอนการเสริมสารอาหารที่มีคุณค่า เช่น โนอาซีน โทอามีน ไรโบฟลาวิน วิตามินบี แคลเซียม ฟอสฟอรัส การให้กลิ่นรส เช่น การตั้งเคราะห์ลงไปให้น้ำเชื่อม

4. Packing ภาชนะที่นิยมใช้บรรจุวุ้นสวรรค์ในน้ำเชื่อมมักเป็นขวดใสชนิดปากกว้างขนาดต่าง ๆ

สรุปขั้นตอนการเลี้ยงแผ่นวุ้นสวรรค์จนถึงการแปรรูปบรรจุขวดฝากฎีเยวต์ดังในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 การเลี้ยงแผ่นวุ้นสวรรค์

#### การเก็บผลการทดลอง

เก็บผลการทดลองเมื่อครบตามเวลาที่กำหนด 15 วัน หรือเมื่อเชื้อ *A. xylinum* สร้างแผ่นวุ้นสวรรค์มีความหนา 1-2.5 ซม. โดยให้นำมาเปรียบเทียบความหนาของแต่ละตัวอย่าง และชั่งน้ำหนักแผ่นวุ้นสวรรค์ทั้งหมดที่ได้ของแต่ละตัวอย่าง และนำไปทำการเชื่อมกับน้ำตาลในอัตราส่วนของเนื้อวุ้นสวรรค์ 1 ส่วน ต่อ น้ำตาล 1 ส่วน ( ตารางที่ 4 ) เพื่อนำไปทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้าน สี กลิ่น รส เนื้อสัมผัสในแต่ละตัวอย่าง

ตารางที่ 4 อัตราส่วนเนื้อวุ้นสวรรค์ต่อน้ำตาลที่ใช้ในการแปรรูป

| ตัวอย่าง | อัตราส่วน | น้ำหนักเนื้อวุ้นสวรรค์ | น้ำหนักน้ำตาล |
|----------|-----------|------------------------|---------------|
| 1        | 1:1       | 350 g                  | 350 g         |
| 2        | 1:2       | 225 g                  | 225 g         |
| 3        | 1:3       | 80 g                   | 80 g          |

#### การวิเคราะห์ผลการทดลอง

วิเคราะห์ข้อมูลการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้าน สี กลิ่น รส เนื้อสัมผัสของวุ้นสวรรค์โดยวิธี Hedonic Rating Scale และนำข้อมูลไปวิเคราะห์โดยใช้ Analysis of Variance และใช้แผนการทดลองแบบ RCBD ( Randomized Complete Block Design ) และเปรียบเทียบความแตกต่างโดยใช้วิธี DMRT ( Duncan's new Multiple Range test ) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



## บทที่ 4

### ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

การศึกษาการผลิตวุ้นสวรรค์จากสับประรด โดยการศึกษาอัตราส่วนของเนื้อสับประรดต่อน้ำ ในอัตราส่วนต่าง ๆ ดังนี้ คือ 1:1 1:2 1:3 และ 1:4 โดยใช้ระยะเวลาในการหมักนาน 15 วัน ซึ่งจะทำให้ได้แผ่นวุ้นหนา 1 – 2.5 เซนติเมตร โดยแบ่งการรายงานการทดลองเป็น 2 ส่วน คือ

1. การศึกษาอัตราส่วน เนื้อสับประรดต่อน้ำในการผลิตวุ้นสวรรค์
2. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์วุ้นสวรรค์ที่ผลิตได้

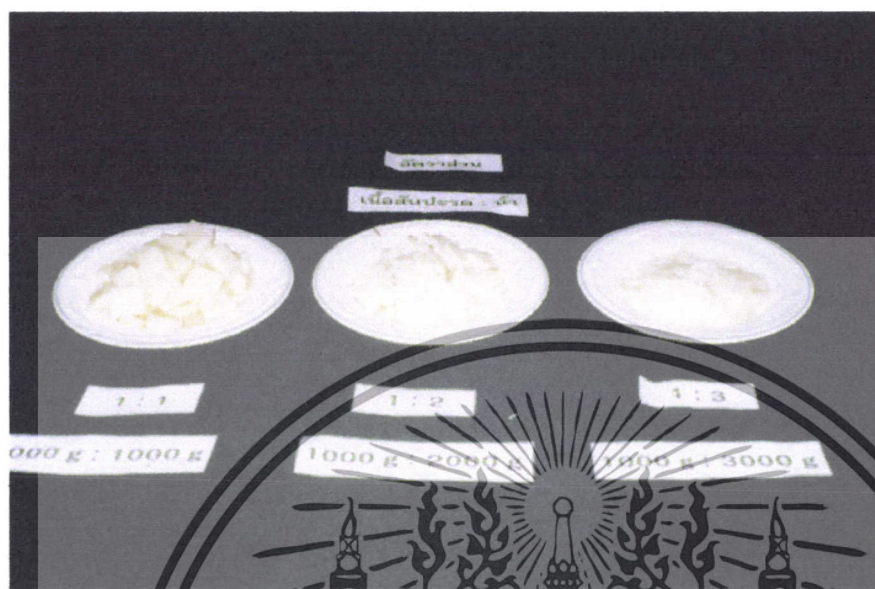
#### 1. การศึกษาอัตราส่วนระหว่างเนื้อสับประรดต่อน้ำในการผลิตวุ้นสวรรค์

การศึกษาอัตราส่วนระหว่างเนื้อสับประรดต่อน้ำในการผลิตวุ้นสวรรค์โดยมีอัตราส่วนเนื้อสับประรดต่อน้ำที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 1:1 1:2 1:3 และ 1:4 โดยใช้สูตรอาหารในการเลี้ยงวุ้นสวรรค์ดังได้กล่าวไว้ในวิธีการทดลอง โดยหมักเป็นระยะเวลา 15 วัน จะได้ความหนาของแผ่นวุ้นสวรรค์ ดังในตารางที่ 5 (ภาพที่ 8)

ตารางที่ 5 ผลการผลิตแผ่นวุ้นสวรรค์

| ตัวอย่างที่ | อัตราส่วน | ความหนาของวุ้นสวรรค์<br>( เซนติเมตร )                              | สี                                      | กลิ่น  | เนื้อสัมผัส            |
|-------------|-----------|--|---|--|------------------------|
| 1           | 1:1       | 2  | สีเหลือง<br>อ่อน ๆ                      | กรดน้ำส้ม<br>มีกลิ่นของ<br>สับปะรด             | นุ่มเหนียว<br>หนึบหนับ |
| 2           | 1:2       | 1.5  | สีเหลือง<br>จางกว่า<br>อัตรา<br>ส่วนแรก | กรดน้ำส้ม<br>และมีกลิ่น<br>สับปะรด<br>เล็กน้อย | นุ่มเหนียว<br>หนึบหนับ |
| 3           | 1:3       | 0.5  | สีค่อนข้าง<br>ขาวขุ่น                   | กรดน้ำส้ม<br>มีกลิ่นของ<br>สับปะรด<br>เล็กน้อย | นุ่มเหนียว<br>หนึบหนับ |
| 4           | 1:4       | แผ่นวุ้นที่เกิดขึ้นมีความ<br>บางมาก ๆ จนไม่สามารถ<br>นำมาแปรรูปได้ |   |  |                        |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8 แผ่นวุ้นสวรรค์แต่ละชุดตัวอย่าง

ผลการทดลอง พบว่าทั้ง 4 อัตราส่วนมีการผลิตวุ้นสวรรค์ที่แตกต่างกันโดยอัตราส่วนที่ 1:1 แผ่นวุ้นสวรรค์มีความหนามากที่สุด 2 เซนติเมตร และอัตราส่วนที่ 1:2 แผ่นวุ้นสวรรค์มีความหนา 1.5 เซนติเมตร และอัตราส่วนที่ 1:3 แผ่นวุ้นสวรรค์มีความหนา 0.5 เซนติเมตร ส่วนอัตราส่วนสุดท้ายคือ อัตราส่วนที่ 1:4 แผ่นวุ้นสวรรค์มีความบางมาก ๆ จนไม่สามารถวัดความหนาของแผ่นวุ้นสวรรค์ได้เลย

ดังนั้นในการผลิตวุ้นสวรรค์จากสับปะรด ควรปรับอัตราส่วนระหว่างเนื้อสับปะรดต่อน้ำในอัตราส่วน 1:1 และ 1:2 ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่เชื้อ *A. xylinum* สามารถสร้างแผ่นวุ้นได้หนากว่าอัตราส่วนอื่น ๆ คือ มีความหนาของแผ่นวุ้นสวรรค์ 2 เซนติเมตร และ 1.5 เซนติเมตร อีกทั้งยังเป็นการลดต้นทุนในการผลิตได้มากอีกด้วย

จากการรายงานการศึกษาการใช้วัสดุเหลือใช้ของผลิตผลทางการเกษตร เช่น น้ำอ้อย สับปะรด หรือน้ำผลไม้ชนิดอื่น ๆ เป็นวัตถุดิบในการผลิตวุ้นสวรรค์ได้เช่นกัน ประธนา และ วีระ (2535) พบว่าการใช้น้ำมะพร้าวผสมน้ำสับปะรดในอัตราส่วน 80 : 20 เชื้อวุ้นสวรรค์สามารถสร้างแผ่นวุ้นได้หนากว่าการใช้น้ำมะพร้าวเพียงอย่างเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค ต่อผลิตภัณฑ์วุ้นสวรรค์ที่ผลิตได้

เมื่อครบกำหนดตามระยะเวลาที่หมักไว้ 15 วัน โดยที่เชื้อ *A. xylinum* สร้างแผ่นวุ้นสวรรค์ได้หนา 1 – 2.5 เซนติเมตร แล้ว จึงเก็บแผ่นวุ้นขึ้นจากถาดที่หมัก แล้วทำความสะอาดจากนั้น จึงนำไปแปรรูปดั่งได้กล่าวไว้แล้วใน บทที่ 3 ( ตารางที่ 4 ) เมื่อได้แผ่นวุ้นสวรรค์ที่เชื่อมกับ น้ำตาล ในอัตราส่วนต่าง ๆ ที่บรรจุขวดฝาเกลียว ดังในภาพที่ 9



ภาพที่ 9 ผลิตภัณฑ์วุ้นสวรรค์บรรจุขวดฝาเกลียวแต่ละอัตราส่วน

นำวุ้นสวรรค์ที่ได้จากการหมักทั้ง 3 อัตราส่วน มาทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการชิมและให้คะแนนความชอบจาก ชอบมากที่สุดให้ 9 คะแนน จนถึงไม่ชอบมากที่สุด 1 คะแนน จากผลการทดลองชิม ดังแสดงในตารางที่ 5 ด้าน สี ผู้บริโภค ให้การยอมรับอัตราส่วน 1:3 มากที่สุด โดยให้คะแนนเฉลี่ย 8.30 และทั้ง 3 อัตราส่วนมีค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $P < 0.05$ ) ด้าน กลิ่น ของผู้บริโภคให้การยอมรับในอัตราส่วน 1:1 มากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ย 7.20 และทั้ง 3 อัตราส่วน ไม่มีค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $P > 0.05$ ) ด้านรสชาติของผู้บริโภคให้การยอมรับอัตราส่วน 1:2 และ 1:3 มากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากันคือ 6.90 และทั้ง 3 อัตราส่วน ไม่มีค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

95% (  $P > 0.05$  ) และด้านเนื้อสัมผัส ผู้บริโภคให้การยอมรับอัตราส่วน 1:2 มากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ย 7.40 และทั้ง 3 อัตราส่วน ไม่มีค่าความแตกต่างทางสถิติที่มีระดับความเชื่อมั่น 95% (  $P > 0.05$  ) ดังได้แสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 คะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสของวุ้นสวรรค์

| ตัวอย่าง      | คุณสมบัติที่ทดสอบ   |                   |                   |                   |
|---------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|               | สี                  | กลิ่น             | รส                | เนื้อสัมผัส       |
| อัตราส่วน 1:1 | 6.40 <sup>c1/</sup> | 7.20 <sup>a</sup> | 6.70 <sup>a</sup> | 6.50 <sup>a</sup> |
| อัตราส่วน 1:2 | 7.20 <sup>b</sup>   | 7.10 <sup>a</sup> | 6.90 <sup>a</sup> | 7.40 <sup>a</sup> |
| อัตราส่วน 1:3 | 8.30 <sup>a</sup>   | 6.50 <sup>a</sup> | 6.90 <sup>a</sup> | 6.90 <sup>a</sup> |
| MEAN          | 7.30                | 6.93              | 6.83              | 6.93              |

<sup>1/</sup> อักษรที่ต่างกันที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (  $P < 0.05$  )

## บทที่ 5

### สรุปและข้อเสนอแนะ

ได้ทำการทดลองในการผลิตแผ่นวุ้นสวรรค์จากสับปะรดโดยได้แบ่งการศึกษาทดลองเป็น 2 ส่วน คือ การศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของเนื้อสับปะรดต่อน้ำในการผลิตวุ้นสวรรค์ และการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทางด้าน สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส โดยใช้ชุดการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมจำนวน 10 คน

#### 1. การศึกษาอัตราส่วนเนื้อสับปะรดต่อน้ำ

ในการศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของเนื้อสับปะรดต่อน้ำโดยการปรับอัตราส่วนความเข้มข้นระหว่างสับปะรดต่อน้ำ 4 อัตราส่วนคือ 1:1 1:2 1:3 และ 1:4 เมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนการสร้างแผ่นวุ้นสวรรค์และความหนาของแผ่นวุ้นสวรรค์แล้วอัตราส่วน 1:1 (เนื้อสับปะรด 1000 g ต่อน้ำ 1000 ml.) และ 1:2 (เนื้อสับปะรด 1000 g ต่อน้ำ 2000 ml.) มีความเหมาะสมมากที่สุดในการผลิตวุ้นสวรรค์จากสับปะรด เพราะแผ่นวุ้นที่ได้มีความหนา 2.0 และ 1.5 เซนติเมตร ตามลำดับ และลักษณะของวุ้นที่ได้มีลักษณะสีค่อนข้างเหลือง เหนียวเหนียวดี และเมื่อนำไปต้มจะมีสีขาวและใสขึ้นอีกด้วย เนื้อสัมผัสยังคงเดิม

#### 2. การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์วุ้นสวรรค์ที่ผลิตได้

การหมักวุ้นสวรรค์ทั้ง 3 อัตราส่วนเมื่อครบกำหนดตามเวลาแล้วนำเนื้อวุ้นสวรรค์มาทำการแปรรูปโดยเชื่อมกับน้ำตาล ที่อัตราส่วน 1:1 (เนื้อวุ้นสวรรค์ 1 ส่วน ต่อน้ำตาล 1 ส่วน) หลังจากนั้นนำไปทดสอบชิม พบว่าที่อัตราส่วน 1:1 ผู้บริโภคให้การยอมรับในเรื่องกลิ่นมากที่สุด และอัตราส่วน 1:2 ผู้บริโภคให้การยอมรับในเรื่องรสชาติ และเนื้อสัมผัสมากที่สุด ส่วนอัตราส่วน 1:3 ผู้บริโภคให้การยอมรับเรื่อง สี มากที่สุด

ดังนั้น ในการผลิตวุ้นสวรรค์ควรใช้อัตราส่วนเนื้อสับปะรดต่อน้ำ 1:2 ระยะเวลาในการหมักนาน 15 วัน วุ้นสวรรค์ที่ได้มีความหนา 1.5 เซนติเมตรและมี สี กลิ่น รสชาติและเนื้อสัมผัสเหมาะสมสำหรับผู้บริโภคมากที่สุด

### ข้อเสนอแนะ

การทดลองการผลิตวุ้นสวรรค์จากสับปะรด ได้มีการศึกษาอัตราส่วนระหว่างเนื้อสับปะรด ต่อน้ำที่ทำให้เกิดแผ่นวุ้นสวรรค์ที่มีความหนา 1.5 ซม. และมีเนื้อสัมผัสเหนียวหนึบดี ควรได้มีการศึกษาปริมาณสารอาหารที่เติมลงไปในการเลี้ยงแผ่นวุ้นสวรรค์มีผลต่อความหนาของแผ่นวุ้นสวรรค์ และมีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อ *A. xylinum* หรือปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการแปร รูปให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภครวมทั้งควรมีการเติม สี กลิ่น รส ในน้ำเชื่อมเพื่อปรับปรุงคุณภาพ ทางประสาทสัมผัสของวุ้นสวรรค์ให้นำรับประทานมากยิ่งขึ้น และนำวุ้นสวรรค์ที่ได้ไปใช้ในการ ทำผลิตภัณฑ์ที่แปลกใหม่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

ธงชัย นมขุนทด. 2531. การปลูกสับปะรด. กรุงเทพฯ : เรื่องแสงการพิมพ์. 71 น.

นัยทัศน์ ภูศรีณย์. 2537. ศึกษาการทำวันสวรรคต รายงานการวิจัยการใช้มะพร้าวและผลพลอยได้  
ทางอุตสาหกรรมเกษตรอย่างมีประสิทธิภาพของภาคใต้. คณะทรัพยากรธรรมชาติ  
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ปรารธนา เกิดบัว และวีระ อวิคุณประเสริฐ. 2535. การศึกษาการผลิตวันสวรรคตจากน้ำมะพร้าว  
ผสมน้ำสับปะรด. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วราวุฒิ ครุสง. 2539. เทคโนโลยีการหมัก. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. ภาควิชาเทคโนโลยี  
การเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

\_\_\_\_\_. 2531. การพัฒนาผลิตภัณฑ์วันสวรรคตในน้ำดื่ม วารสารอุตสาหกรรมเกษตร.  
ปีที่ 2 ฉบับที่ 2 น. 5-9

สมคิด ธรรมรัตน์. 2529. วันมะพร้าว เอกสารเผยแพร่ กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร.  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (พิมพ์)

\_\_\_\_\_. 2531. การผลิตวันน้ำมะพร้าวและการแปรรูป วารสารอาหาร. ปีที่ 18 เล่ม 4. น.  
250 - 262

\_\_\_\_\_. 2541. เอกสารประกอบคำบรรยาย มหกรรมเทคโนโลยีรู้แล้วรวย คณะเทคโนโลยี  
การอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (พิมพ์)

สมศรี ลีพัฒนวิทย์. 2531. การหาสารที่เหมาะสมสำหรับทำวันสวรรคตจากน้ำมะพร้าวแก่.  
วารสารอาหาร. ปีที่ 18 เล่ม 4. น. 239 - 249.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อมรศรี ตูยระพิงค์. 2542. น้ามะพร้าวแก่ของเหลือใช้แปรรูปให้เป็นวุ้น. วารสารเทคโนโลยีชาว-  
บ้าน. เล่ม 10 น. 101 – 103.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ภาคผนวก ก.

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธี Analysis of Variance และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละตัวอย่าง ในการทดลองการยอมรับทางประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบชิมจำนวน 10 คน วางแผนการทดลองแบบ RCBD ( Randomized Complete Block Design ) และเปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิธี DMRT ( Duncan's new Multiple Range test ) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก. การคำนวณหาค่า Analysis of variance จากการทดลองชิมของชุดตัวอย่างด้าน  
 ถี

| หมายเลขผู้<br>ทดลองชิม | ตัวอย่างอาหาร |     |     | Grand Total<br>(G.T.) |
|------------------------|---------------|-----|-----|-----------------------|
|                        | A             | B   | C   |                       |
| 1                      | 6             | 8   | 8   | 22                    |
| 2                      | 7             | 8   | 9   | 24                    |
| 3                      | 7             | 8   | 9   | 24                    |
| 4                      | 5             | 6   | 7   | 18                    |
| 5                      | 5             | 7   | 7   | 19                    |
| 6                      | 7             | 8   | 8   | 23                    |
| 7                      | 6             | 9   | 8   | 23                    |
| 8                      | 7             | 8   | 6   | 21                    |
| 9                      | 6             | 7   | 8   | 21                    |
| 10                     | 7             | 8   | 9   | 24                    |
| Sum                    | 63            | 77  | 79  | 219                   |
| Mean                   | 6.3           | 7.7 | 7.9 | 21.9                  |

<sup>1/</sup> ตัวอย่าง

A = ปริมาณเนื้อสับประรด 1000 กรัม คือน้ำ 1000 กรัม

B = ปริมาณเนื้อสับประรด 1000 กรัม คือน้ำ 2000 กรัม

C = ปริมาณเนื้อสับประรด 1000 กรัม คือน้ำ 3000 กรัม

<sup>2/</sup> คะแนน

1 = ไม่ชอบมากที่สุด

6 = ชอบเล็กน้อย

2 = ไม่ชอบมาก

7 = ชอบปานกลาง

3 = ไม่ชอบปานกลาง

8 = ชอบมาก

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

9 = ชอบมากที่สุด

5 = ชอบและไม่ชอบก้ำกึ่งกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน ( Analysis of variance )

| Source of Vaiation | Degree of Freedom | Sum of Square                            | Mean Square | F |
|--------------------|-------------------|--|-------------|---|
| Sample             | $r - 1$           | $\frac{R_1^2 + \dots + R_r^2}{T} - C.F.$ |             |   |
| Judge              | $t - 1$           | $\frac{T_1^2 + \dots + T_t^2}{r} - C.F.$ |             |   |
| Error              | $(r - 1)(t - 1)$  | SS Total - SS Sample - SS Judge          |             |   |
| Total              | $tr - 1$          | $\sum x_{ij}^2 - C.F.$                   |             |   |

$r =$  จำนวนตัวอย่าง

$t =$  จำนวนผู้ชม

1. การคำนวณหา C.F ( Correction factor )

$$= \frac{(G.T)^2}{tr}$$

$$= \frac{(219)^2}{30}$$

30

$$= 1598.7$$

2. การคำนวณหา SS ( Sum of square )

2.1 SS sample

$$= \frac{R_1^2 + \dots + R_r^2}{t} - C.F.$$

t

$$= \frac{63^2 + \dots + 79^2}{10} - 1598.7$$

10

$$= 14.6$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 SS judge ( The judge of sum square )

$$\begin{aligned}
 &= \frac{T_1^2 + \dots + T_r^2}{r} - C.F. \\
 &= \frac{22^2 + \dots + 24^2}{3} - 1598.7 \\
 &= 13.6
 \end{aligned}$$

## 2.3 SS total ( The total of sum square )

$$\begin{aligned}
 &= \sum x_{ij}^2 - C.F. \\
 &= [6^2 + 7^2 + \dots + 8^2 + 9^2] - 1598.7 \\
 &= 1635 - 1598.7 \\
 &= 36.3
 \end{aligned}$$

## 2.4 SS error ( Error of sum square )

$$\begin{aligned}
 &= SS \text{ total} - SS \text{ judge} - SS \text{ sample} \\
 &= 36.3 - 13.6 - 14.6 \\
 &= 8.1
 \end{aligned}$$

## 3. การคำนวณหาค่า df ( degree of freedom )

$$\begin{aligned}
 3.1 \text{ df sample} &= r - 1 \\
 &= 3 - 1 \\
 &= 2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3.2 \text{ df judge} &= t - 1 \\
 &= 10 - 1 \\
 &= 9
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3.3 \text{ df total} &= tr - 1 \\
 &= 30 - 1 \\
 &= 29
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3.4 \text{ df error} &= \text{df total} - \text{df judge} - \text{df sample} \\
 &= 29 - 9 - 2 \\
 &= 18
 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4. การคำนวณหา MS ( Mean square )

$$\begin{aligned}
 4.1 \text{ MS sample} &= \frac{\text{SS sample}}{\text{df sample}} \\
 &= \frac{14.6}{2} \\
 &= 7.3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4.2 \text{ MS jude} &= \frac{\text{SS jude}}{\text{df jude}} \\
 &= \frac{13.6}{9} \\
 &= 1.5
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4.3 \text{ MS error} &= \frac{\text{SS error}}{\text{df error}} \\
 &= \frac{8.1}{18} \\
 &= 0.46
 \end{aligned}$$

#### 5. หาค่า F ( Variance ratio )

$$\begin{aligned}
 5.1 \text{ หาค่า F ของ sample} &= \frac{\text{Ms sample}}{\text{Ms error}} \\
 &= \frac{7.3}{0.46} \\
 &= 15.8
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 5.2 \text{ หาค่า F ของ jude} &= \frac{\text{Ms jude}}{\text{Ms error}} \\
 &= \frac{1.5}{0.46} \\
 &= 3.2
 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก คะแนนค่าความแปรปรวนของปริมาณชุดตัวอย่างด้านสี

| Source of variation | DF | SS   | MS   | F      |
|---------------------|----|------|------|--------|
| Sample              | 2  | 14.6 | 7.3  | 15.8** |
| Judges              | 9  | 13.6 | 1.5  | 3.2**  |
| Error               | 18 | 8.1  | 0.46 |        |
| Total               | 29 | 36.3 |      |        |

CV = 8.2 %

\*\* = Significant at 1% Level.

6. นำค่า F ไปพิจารณาหาค่า P โดยเปิดตารางที่ 3 ( Variance ratio )

6.1 พิจารณา % ( Significant difference level of sample )

$$F_{\text{sample}} = 15.8$$

$$F_{\text{total}, P=0.05} \text{ ที่ } \begin{matrix} df, \text{ sample } y_1, 2 \\ df, \text{ error } y_2, 18 \end{matrix}$$

จากการคำนวณ  $F_{\text{sample}}$  ที่คำนวณได้ 15.8 มีค่ามากกว่าค่า  $F$  ในตารางที่ระดับ  $P = 0.05$  ได้ 3.55 แสดงว่าแต่ละตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

7. พิจารณาความแตกต่างระหว่าง ตัวอย่างที่ระดับ  $P \leq 0.05$  โดยใช้ DMRT

ตารางภาคผนวก ก การวิเคราะห์ ค่าความแตกต่างโดยใช้วิธี DMRT

| TREATMENT | RANKS | MEANS             |
|-----------|-------|-------------------|
| 1 : 1     | 3     | 6.40 <sup>c</sup> |
| 1 : 2     | 2     | 7.20 <sup>b</sup> |
| 1 : 3     | 1     | 8.30 <sup>a</sup> |
| MEAN      |       | 7.30              |

ทั้ง 3 ตัวอย่าง มีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ  $P \leq 0.05$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก จ การคำนวณหาค่า Analysis of variance จาก การทดลองชิมของตัวอย่างด้าน  
กลิ่น

| หมายเลขผู้<br>ทดสอบชิม | ตัวอย่างอาหาร |     |     | Grand Total<br>(G.T.) |
|------------------------|---------------|-----|-----|-----------------------|
|                        | A             | B   | C   |                       |
| 1                      | 7             | 7   | 6   | 20                    |
| 2                      | 7             | 8   | 9   | 24                    |
| 3                      | 8             | 6   | 7   | 21                    |
| 4                      | 7             | 5   | 6   | 18                    |
| 5                      | 8             | 6   | 6   | 20                    |
| 6                      | 5             | 6   | 7   | 18                    |
| 7                      | 9             | 6   | 8   | 23                    |
| 8                      | 7             | 7   | 7   | 21                    |
| 9                      | 7             | 6   | 7   | 20                    |
| 10                     | 8             | 8   | 7   | 23                    |
| Sum                    | 73            | 65  | 70  | 208                   |
| Mean                   | 7.3           | 6.5 | 7.0 | 20.9                  |

<sup>1/</sup> ตัวอย่าง

A = ปริมาณเนื้อสับประรด 1000 กรัม ต่อน้ำ 1000 กรัม

B = ปริมาณเนื้อสับประรด 1000 กรัม ต่อน้ำ 2000 กรัม

C = ปริมาณเนื้อสับประรด 1000 กรัม ต่อน้ำ 3000 กรัม

<sup>2/</sup> คะแนน

1 = ไม่ชอบมากที่สุด

6 = ชอบเล็กน้อย

2 = ไม่ชอบมาก

7 = ชอบปานกลาง

3 = ไม่ชอบปานกลาง

8 = ชอบมาก

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

9 = ชอบมากที่สุด

5 = ชอบและไม่ชอบก้ำกึ่งกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1. หาค่า C.F. ( Correction factor )

$$= \frac{(G.T)^2}{tr}$$

tr

$$= \frac{(208)^2}{30}$$

30

$$= 1442.1$$

## 2. การคำนวณหา SS. ( Sum of square )

## 2.1 SS sample

$$= \frac{R_1^2 + \dots + R_r^2}{t} - C.F.$$

t

$$= \frac{[73^2 + 65^2 + 70^2]}{10} - 1442.13$$

10

$$= 3.2$$

## 2.2 SS judge ( The judge of sum square )

$$= \frac{T_1^2 + \dots + T_r^2}{r} - C.F.$$

r

$$= \frac{[20^2 + \dots + 23^2]}{3} - 1442.13$$

3

$$= 12.58$$

## 2.3 SS Total ( The total of sum square )

$$SS \text{ Total} = \sum x_{ij}^2 - C.F.$$

$$= [7^2 + 7^2 + \dots + 7^2 + 7^2] - 1442.13$$

$$= 49.87$$

## 2.4 SS error ( Error of sum square )

$$SS \text{ error} = SS \text{ total} - SS \text{ judge} - SS \text{ sample}$$

$$= 49.87 - 12.53 - 3.27$$

$$= 34.07$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. การคำนวณหาค่า df ( degree of freedom )

$$\begin{aligned} 3.1 \text{ df sample} &= r - 1 \\ &= 3 - 1 \\ &= 2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3.2 \text{ df judge} &= t - 1 \\ &= 10 - 1 \\ &= 9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3.3 \text{ df total} &= tr - 1 \\ &= 30 - 1 \\ &= 29 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3.4 \text{ df error} &= \text{df total} - \text{df judge} - \text{df sample} \\ &= 29 - 9 - 2 \\ &= 18 \end{aligned}$$

### 4. การคำนวณหา MS ( Mean square )

$$\begin{aligned} 4.1 \text{ MS sample} &= \frac{\text{SS sample}}{\text{df sample}} \\ &= \frac{3.27}{2} \\ &= 1.63 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4.2 \text{ MS judge} &= \frac{\text{SS judge}}{\text{df judge}} \\ &= \frac{12.53}{9} \\ &= 1.39 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4.3 \text{ MS error} &= \frac{\text{SS error}}{\text{df error}} \\ &= \frac{34.07}{18} \\ &= 1.89 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. หาค่า F ( Variance ratio )

$$\begin{aligned}
 5.1 \text{ หาค่า F ของ sample} &= \frac{\text{MS sample}}{\text{MS error}} \\
 &= \frac{1.63}{1.89} \\
 &= 0.86
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 5.2 \text{ หาค่า F ของ judge} &= \frac{\text{MS judge}}{\text{MS error}} \\
 &= \frac{1.39}{1.89} \\
 &= 0.73
 \end{aligned}$$

ตารางภาคผนวก ๓ คะแนนค่าความแปรปรวนของชุดตัวอย่าง

| Square of variation | DF | SS    | MS  | F                  |
|---------------------|----|-------|-----|--------------------|
| Sample              | 2  | 3.2   | 1.6 | 0.86 <sup>ns</sup> |
| Judges              | 9  | 12.5  | 1.3 | 0.73 <sup>ns</sup> |
| Error               | 29 | 34.07 | 1.8 |                    |
| Total               | 18 | 49.8  |     |                    |

CV = 15.4 %

ns = not significant

6. นำค่า F ไปพิจารณาหาค่า P โดยเปิดตารางที่ ( Variance ratio )

พิจารณา % ( Significant difference level of sample )

$$\begin{aligned}
 F \text{ sample} &= 0.86 \\
 F \text{ Total, p} &= 0.05 \text{ ที่ } df, \text{ sample } n_1, 2 \\
 &\quad df, \text{ error } n_2, 29
 \end{aligned}$$

จากการคำนวณ F sample ที่คำนวณได้ 0.86 มีค่าน้อยกว่าค่า F ในตารางที่ระดับ P = 0.05 ได้ 3.33 แสดงว่าแต่ละตัวอย่าง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P ≤ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. พิจารณาความแตกต่างระหว่างตัวอย่างที่ระดับ  $P \leq 0.05$

ตารางภาคผนวก ข การวิเคราะห์ค่าความแตกต่างโดยใช้วิธี DMRT

| TREATMENT | RANKS | MEANS             |
|-----------|-------|-------------------|
| 1:1       | 1     | 7.20 <sup>a</sup> |
| 1:2       | 2     | 7.10 <sup>a</sup> |
| 1:3       | 3     | 6.50 <sup>a</sup> |
| MEAN      |       | 6.93              |

แต่ละชุดตัวอย่างไม่มีค่าความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น  $P \leq 0.05$  %



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข การคำนวณค่า Analysis of variance จากการทดลองชิมของตัวอย่างด้านรสชาติ

| หมายเลขผู้<br>ทดสอบชิม | ตัวอย่างอาหาร |     |     | Grand Total<br>(G.T) |
|------------------------|---------------|-----|-----|----------------------|
|                        | A             | B   | C   |                      |
| 1                      | 7             | 5   | 8   | 20                   |
| 2                      | 7             | 8   | 9   | 24                   |
| 3                      | 8             | 8   | 8   | 24                   |
| 4                      | 6             | 3   | 2   | 11                   |
| 5                      | 5             | 8   | 5   | 18                   |
| 6                      | 6             | 7   | 8   | 21                   |
| 7                      | 6             | 8   | 6   | 20                   |
| 8                      | 6             | 8   | 7   | 21                   |
| 9                      | 6             | 8   | 9   | 23                   |
| 10                     | 6             | 8   | 9   | 23                   |
| Sum                    | 63            | 71  | 71  | 205                  |
| Mean                   | 6.3           | 7.1 | 7.1 | 18.8                 |

1/ ตัวอย่าง

A = ปริมาณเนื้อสับละครด 1000 กรัม ต่อน้ำ 1000 กรัม

B = ปริมาณเนื้อสับละครด 1000 กรัม ต่อน้ำ 2000 กรัม

C = ปริมาณเนื้อสับละครด 1000 กรัม ต่อน้ำ 3000 กรัม

2/ คะแนน

1 = ไม่ชอบมากที่สุด

6 = ชอบเล็กน้อย

2 = ไม่ชอบมาก

7 = ชอบปานกลาง

3 = ไม่ชอบปานกลาง

8 = ชอบมาก

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

9 = ชอบมากที่สุด

5 = ชอบและไม่ชอบก้ำกึ่งกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1. การคำนวณหา C.F. ( Correction factor )

$$= (G.T^2)$$

tr

$$= (205^2)$$

30

$$= 1400.8$$

## 2. การคำนวณหา SS ( Sum of square )

$$2.1 \text{ SS sample} = \frac{R_1^2 + \dots + R_t^2}{t} - C.F.$$

$$= \frac{[63^2 + \dots + 71^2]}{10} - 1400.8$$

$$= 4.3$$

## 2.2 SS judge ( The judge of sum square )

$$= \frac{T_1^2 + \dots + T_r^2}{r} - C.F.$$

$$= \frac{[20^2 + \dots + 23^2]}{3} - 1400.8$$

$$= 44.8$$

## 2.3 SS Total ( The total of sum square )

$$\text{SS Total} = \sum x_{ij}^2 - C.F.$$

$$= [7^2 + 7^2 + \dots + 9^2 + 9^2] - 1400.8$$

$$= 82.2$$

## 2.4 SS error ( Error of sum square )

$$\text{SS error} = \text{SS total} - \text{SS judge} - \text{SS simple}$$

$$= 82.2 - 44.8 - 4.3$$

$$= 33.1$$

## 3. การคำนวณหาค่า df ( degree of freedom )

$$3.1 \text{ df sample} = r - 1$$

$$= 3 - 1$$

$$= 2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
 3.2 \text{ df judge} &= t - 1 \\
 &= 10 - 1 \\
 &= 9 \\
 3.3 \text{ df total} &= tr - 1 \\
 &= 30 - 1 \\
 &= 29 \\
 3.4 \text{ df error} &= \text{df total} - \text{df judge} - \text{df simple} \\
 &= 29 - 9 - 2 \\
 &= 18
 \end{aligned}$$

#### 4. การคำนวณหา MS ( Mean square )

$$\begin{aligned}
 4.1 \text{ MS sample} &= \frac{\text{SS sample}}{\text{df sample}} \\
 &= \frac{4.3}{2}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4.2 \text{ MS. judge} &= \frac{\text{SS judge}}{\text{df judge}} \\
 &= \frac{44.8}{9} \\
 &= 4.9
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4.3 \text{ MS error} &= \frac{\text{SS error}}{\text{df error}} \\
 &= \frac{33.1}{18} \\
 &= 1.8
 \end{aligned}$$

#### 5. หาค่า F ( Variance ratio )

$$\begin{aligned}
 5.1 \text{ หาค่า F ของ sample} &= \frac{\text{MS sample}}{\text{Ms error}} \\
 &= \frac{2.1}{1.8}
 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
 &= 1.1 \\
 5.2 \text{ ค่า } F \text{ ของ judge} &= \frac{MS_{\text{judge}}}{MS_{\text{error}}} \\
 &= \frac{4.9}{1.8} \\
 &= 2.7
 \end{aligned}$$

ตารางภาคผนวก ๓ คะแนนค่าความแปรปรวนของชุดตัวอย่างด้านรสชาติ

| Source of variation | DF | SS   | MS  | F                 |
|---------------------|----|------|-----|-------------------|
| Sample              | 2  | 4.3  | 2.1 | 1.1 <sup>ns</sup> |
| Judges              | 9  | 44.8 | 4.9 | 2.7*              |
| Error               | 18 | 33.1 | 1.8 |                   |
| Total               | 29 | 82.2 |     |                   |

CV = 19.2 %

\* = significant at 5 % level

6. นำค่า F ไปพิจารณาหาค่า P โดยค้นตารางที่ 3 ( Variance ratio ) พิจารณา % ( Significant difference level of sample )

$$F_{\text{sample}} = 1.1$$

$$F_{\text{Total}, P} = 0.05 \text{ ที่ } \begin{matrix} df, \text{ sample } n_1, 2 \\ df, \text{ error } n_2, 18 \end{matrix}$$

จากการคำนวณ  $F_{\text{sample}}$  ที่คำนวณได้ 1.1 มีค่าน้อยกว่าค่า  $F$  ในตารางที่ระดับ  $P = 0.05$  ได้ 3.55 แสดงว่าแต่ละตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

7. พิจารณาความแตกต่างระหว่างตัวอย่างที่ระดับ  $P \leq 0.05$  โดยใช้ DMRT

ตารางภาคผนวก ๓ การวิเคราะห์ค่าความแตกต่างระหว่างตัวอย่างโดยใช้วิธี DMRT

| TREATMENT | RANKS | MEANS             |
|-----------|-------|-------------------|
| 1 : 1     | 2     | 6.70 <sup>a</sup> |
| 1 : 2     | 1     | 6.90 <sup>a</sup> |
| 1 : 3     | 1     | 6.90 <sup>a</sup> |
|           |       | 6.83              |

ทั้ง 3 ตัวอย่างไม่มีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ  $P \leq 0.05$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ๑ การคำนวณหาค่า Analysis of variance จากการทดลองชิมของตัวอย่าง ด้านเนื้อสัมผัส

| หมายเลขผู้<br>ทดสอบชิม | ตัวอย่างอาหาร |     |     | Grand Total<br>(G.T.) |
|------------------------|---------------|-----|-----|-----------------------|
|                        | A             | B   | C   |                       |
| 1                      | 7             | 7   | 8   | 22                    |
| 2                      | 9             | 8   | 8   | 25                    |
| 3                      | 6             | 7   | 7   | 20                    |
| 4                      | 3             | 5   | 7   | 15                    |
| 5                      | 7             | 9   | 5   | 21                    |
| 6                      | 7             | 6   | 8   | 21                    |
| 7                      | 5             | 8   | 6   | 19                    |
| 8                      | 7             | 8   | 6   | 21                    |
| 9                      | 6             | 7   | 6   | 21                    |
| 10                     | 8             | 9   | 8   | 23                    |
| Sum                    | 65            | 74  | 69  | 208                   |
| Mean                   | 6.5           | 7.4 | 6.9 | 20.8                  |

1/ ตัวอย่าง

A = ปริมาณเนื้อสับประรด 1000 กรัม ค่อน้ำ 1000 กรัม

B = ปริมาณเนื้อสับประรด 1000 กรัม ค่อน้ำ 2000 กรัม

C = ปริมาณเนื้อสับประรด 1000 กรัม ค่อน้ำ 3000 กรัม

2/ คะแนน

1 = ไม่ชอบมากที่สุด

6 = ชอบเล็กน้อย

2 = ไม่ชอบมาก

7 = ชอบปานกลาง

3 = ไม่ชอบปานกลาง

8 = ชอบมาก

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

9 = ชอบมากที่สุด

5 = ชอบและไม่ชอบก้ำกึ่งกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1. การคำนวณหา C.F. ( Correction factor )

$$= \frac{(G.T.)^2}{tr}$$

tr

$$= \frac{(208^2)}{30}$$

30

$$= 43264$$

30

$$= 1442$$

## 2. การคำนวณหา SS ( Sum of square )

## 2.1 SS sample

$$= R_1^2 + \dots + R_r^2 - C.F.$$

T

$$= 65^2 + \dots + 69^2 - 1442$$

10

$$= 14462$$

10

$$= 4$$

## 2.2 SS judge ( The judge of sum square )

$$= T_1^2 + \dots + T_r^2 - C.F.$$

r

$$= 22^2 + \dots + 23^2$$

3

$$= 21$$

## 2.3 SS Total ( The total of sum square )

$$= SS \text{ Total}$$

$$= \sum x^2_{ij} - C.F.$$

$$= [7^2 + 9^2 + \dots + 9^2 + 8^2] - 1442$$

$$= 54$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4 SS error

$$= SS \text{ total} - SS \text{ judge} - SS \text{ sample}$$

$$= 54 - 20.6 - 4.2$$

$$= 29$$

## 3. การคำนวณหาค่า df ( degree of freedom )

$$3.1 \text{ df sample} = r - 1$$

$$= 3 - 1$$

$$= 2$$

$$3.2 \text{ df judge} = t - 1$$

$$= 10 - 1$$

$$= 9$$

$$3.3 \text{ df total} = tr - 1$$

$$= 30 - 1$$

$$= 29$$

$$3.4 \text{ df error} = \text{df total} - \text{df judge} - \text{df sample}$$

$$= 29 - 9 - 2$$

$$= 18$$

## 4. การคำนวณหา MS ( Mean square )

$$4.1 \text{ MS sample} = \frac{SS \text{ sample}}{df \text{ sample}}$$

$$= \frac{4.2}{2}$$

$$= 2$$

$$4.2 \text{ MS judge} = \frac{SS \text{ judge}}{df \text{ judge}}$$

$$= \frac{20.6}{9}$$

$$= 2.3$$

$$= 2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
 4.3 \text{ MS error} &= \frac{\text{SS error}}{\text{df error}} \\
 &= \frac{29.2}{18} \\
 &= 2
 \end{aligned}$$

## 5. ทาค่า F ( Variance ratio )

$$5.1 \text{ ทาค่า F ของ sample} = \frac{\text{MS sample}}{\text{MS error}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{2.1}{1.6} \\
 &= 1.3
 \end{aligned}$$

$$5.2 \text{ ทาค่า F ของ judge} = \frac{\text{MS judge}}{\text{MS error}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{2.2}{1.6} \\
 &= 1.3
 \end{aligned}$$

ตารางภาคผนวกที่ ๓ คะแนนค่าความแปรปรวนของชุดตัวอย่างด้านเนื้อสัมผัส

| Source of variation | DF | SS | MS | F                  |
|---------------------|----|----|----|--------------------|
| Sample              | 2  | 4  | 2  | 1.30 <sup>ns</sup> |
| Judges              | 9  | 21 | 2  | 1.30 <sup>ns</sup> |
| Error               | 18 | 29 | 2  |                    |
| Total               | 29 | 54 |    |                    |

CV = 18.4 %

ns = not significant

## 6. ค่า F ไปพิจารณาหาค่า P โดยเปิดตารางที่ 3 ( Variance ration )

### 6.1 พิจารณา % ( Significance difference level of sample )

$$F \text{ sample} = 1.30$$

$$F \text{ Total , } P = 0.05 \text{ ที่ } df, \text{ sample } n_1, 2$$

$$df, \text{ error } n_2, 18$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการคำนวณ F sample ที่คำนวณได้ 1.30 มีค่าน้อยกว่าค่า F ในตารางที่ระดับ  $P = 0.05$  ได้ 3.55 แสดงว่าแต่ละตัวอย่าง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**ตารางภาคผนวก ๑** การวิเคราะห์ค่าความแตกต่างโดยใช้ วิธี DMRT

| TREATMENT | RANKS | MEANS             |
|-----------|-------|-------------------|
| 1 : 1     | 3     | 6.50 <sup>a</sup> |
| 1 : 2     | 1     | 7.40 <sup>a</sup> |
| 1 : 3     | 2     | 6.90 <sup>a</sup> |
| MEAN      |       | 6.93              |

ทั้ง 3 ตัวอย่าง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น  $P \leq 0.05$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ข.

## ตัวอย่างแบบทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของวุ้นสวรรค์จากสับปะรด

ชื่อ ..... วันที่ .....

จงทดสอบคุณภาพด้านสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส ของวุ้นสวรรค์จากน้ำสับปะรดแต่ละตัวอย่าง โดยให้คะแนนตาม ความชอบ - ไม่ชอบ ดังนี้

|                      |       |   |
|----------------------|-------|---|
| ชอบมากที่สุด         | ..... | 9 |
| ชอบมาก               | ..... | 8 |
| ชอบปานกลาง           | ..... | 7 |
| ชอบเล็กน้อย          | ..... | 6 |
| ชอบและไม่ชอบเท่าๆกัน | ..... | 5 |
| ไม่ชอบเล็กน้อย       | ..... | 4 |
| ไม่ชอบปานกลาง        | ..... | 3 |
| ไม่ชอบมาก            | ..... | 2 |
| ไม่ชอบมากที่สุด      | ..... | 1 |

| ตัวอย่างเลขที่ | คะแนน |       |    |             |
|----------------|-------|-------|----|-------------|
|                | สี    | กลิ่น | รส | เนื้อสัมผัส |
|                |       |       |    |             |
|                |       |       |    |             |
|                |       |       |    |             |
|                |       |       |    |             |
|                |       |       |    |             |
|                |       |       |    |             |
|                |       |       |    |             |

หมายเหตุ .....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้