

รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

“การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร”

“FOOD PRODUCTS DEVELOPMENT”



รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชา 305499 สหกิจศึกษา

สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร

สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วันที่ 31 สิงหาคม ถึง 9 ธันวาคม 2542

รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา  
“การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร”  
“FOOD PRODUCTS DEVELOPMENT”



โดย

นาย อธิธิพล ขวัญกลาง

รหัส B3851975

ปฏิบัติงาน ณ

โรงงานน้ำผลไม้บรรจุกระป๋อง และโรงงานอบผลไม้แห้ง

โครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดา

พระราชวังดุสิต สวนจิตรลดา ถนนราชวิถี แขวงจิตรลดา เขตดุสิต

กรุงเทพมหานคร 10303

วันที่ 9 ธันวาคม 2542

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร คร.ปิยะวรรณ กาสลัก

ตามที่ข้าพเจ้า นาย อิทธิพล ขวัญกลาง นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร  
สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้ไปปฏิบัติงานสหกิจศึกษา  
(305 499) ระหว่างวันที่ 31 สิงหาคม ถึง 9 ธันวาคม พ.ศ. 2542 ในตำแหน่ง เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน  
โรงงานน้ำผลไม้บรรจุกระป๋อง ณ โรงงานน้ำผลไม้บรรจุกระป๋อง โครงการสวนพระองค์ สวน  
จิตรลดา และได้รับมอบหมายจาก Job supervisor ให้ทำรายงานเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์  
อาหาร (FOOD PRODUCTS DEVELOPMENT)

บัดนี้การปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ได้สิ้นสุดลงแล้วข้าพเจ้าจึงขอส่งรายงานดัง  
กล่าวมาพร้อมนี้ จำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ



( นาย อิทธิพล ขวัญกลาง )

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

## กิตติกรรมประกาศ

## Acknowledgement

การที่ข้าพเจ้าได้มาปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ โรงงานน้ำผลไม้บรรจุกระป๋อง โครงการสวนพระองค์ สวนจิตรลดา ตั้งแต่วันที่ 31 สิงหาคม ถึง 9 ธันวาคม พ.ศ. 2542 ส่งผลให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ ที่มีค่ามากมาย อีกทั้งการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่ได้รับมอบหมายนั้น ยังได้รับการสนับสนุนจากทางโครงการสวนพระองค์ สวนจิตรลดา เป็นอย่างดี ข้าพเจ้าจึงใคร่ขอขอบพระคุณ โครงการสวนพระองค์ สวนจิตรลดา ที่ให้ความสำคัญและให้โอกาสในการปฏิบัติงานครั้งนี้ และรายงานวิชาการสหกิจศึกษา ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความร่วมมือและสนับสนุนจากหลายฝ่าย ดังนี้

1. คุณสรินทร์ สมิตพิณฑุร รองผู้อำนวยการโครงการสวนพระองค์ สวนจิตรลดา ฝ่ายบริหาร
2. คุณนาฏยา บาติ ผู้จัดการโรงงานน้ำผลไม้บรรจุกระป๋องและโรงงานอบผลไม้แห้ง
3. คุณมณฑิรา สาลักษณ์ หัวหน้าฝ่ายทรัพยากรบุคคล
4. คุณน้ำทิพย์ กุหลาบ Job supervisor ที่คอยให้คำปรึกษาทั้งเรื่องของโครงการและการปฏิบัติงานตลอดระยะเวลาที่ปฏิบัติงานสหกิจศึกษา
5. บุคลากรภายในโครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดา ทุกท่านที่ให้ความสะดวกและข้อมูลต่างๆ ประกอบการทำรายงาน

ข้าพเจ้าจึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่มีวนสนับสนุนให้รายงานวิชาการนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี



( นายอิทธิพล ขวัญกลาง )

ผู้จัดทำรายงาน

9 ธันวาคม 2542

## คำนำ

รายงานนี้จัดทำขึ้นระหว่างการศึกษาปฏิบัติงานในโรงงานน้ำผลไม้บรรจุกระป๋อง โครงการสวนพระองค์ สวนจิตรลดา โดยมีเนื้อหาคือโครงการที่จัดทำ ได้แก่ เยลลี่ส้ม, มะละกอแช่อิ่มอบแห้ง, น้ำข้าวกล้อง ถั่วแดงบรรจุกระป๋อง, น้ำผักผลไม้รวมบรรจุกระป๋อง

ทั้งนี้ข้าพเจ้าหวังเป็นอย่างยิ่งว่าเนื้อหาภายในรายงาน คงจะเป็นประโยชน์ต่อท่านผู้อ่าน เพื่อนำไปใช้เป็นพื้นฐานสำหรับการพัฒนาและปรับปรุงผลิตภัณฑ์ต่อไป



(นาย อธิธิพล ขวัญกลาง)

ผู้จัดทำรายงาน

9 ธันวาคม 2542



## บทคัดย่อ

(Abstract)

ทำการพัฒนาและปรับปรุงผลิตภัณฑ์ เพื่อนำไปผลิตจริงต่อไป โดยได้ทำโครงการทั้งหมด 4 โครงการ ตั้งแต่ 31 สิงหาคม ถึง 9 ธันวาคม แต่ระยะเวลาทำจริงๆ เพียง 20 วัน ได้แก่ เยลลี่ส้ม โดยมีส่วนผสมของน้ำผลไม้ 65% พบว่า เยลลี่ส้มที่ใช้คาราจีแนนของ บริษัท ไทยฟู้ด แอนด์ เคมิคอล จำกัด ในปริมาณ 0.7% มีความเหมาะสม เนื่องจากมีรสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดี เมื่อมีการประเมินทางประสาทสัมผัสพบว่า มีผู้ชอบเยลลี่ส้ม 77.78% โครงการที่ 2 เครื่องดื่มธัญพืช ใช้ข้าวกล้องและถั่วแดง พบว่า ไม่มีความจำเป็นในการเพิ่มกรดอินทรีย์ในน้ำธัญพืชเนื่องจากมีความคงตัวอยู่แล้ว และอัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับน้ำข้าวกล้องและน้ำถั่วแดง คือ 1:2 โครงการที่ 3 ผลไม้แช่อิ่มอบแห้ง โดยใช้วัตถุดิบเป็น มะละกอ พบว่า ในการใช้มะละกอสุก ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะละไม่น่าทาน ส่วนมะละกอห่ามนั้นมีความเหมาะสมมากกว่า โครงการที่ 4 น้ำผักและผลไม้รวมบรรจุกระป๋อง มี 3 treatment ที่เหมาะสมตามอัตราส่วน โดยเป็นส่วนประกอบของน้ำผลไม้ 60% น้ำแครอท: น้ำส้ม: น้ำสับปะรด: น้ำมะนาว เท่ากับ 30:15:10:5, 15:30:10:5, และ 17.5:15:22.5:5 ตามลำดับ



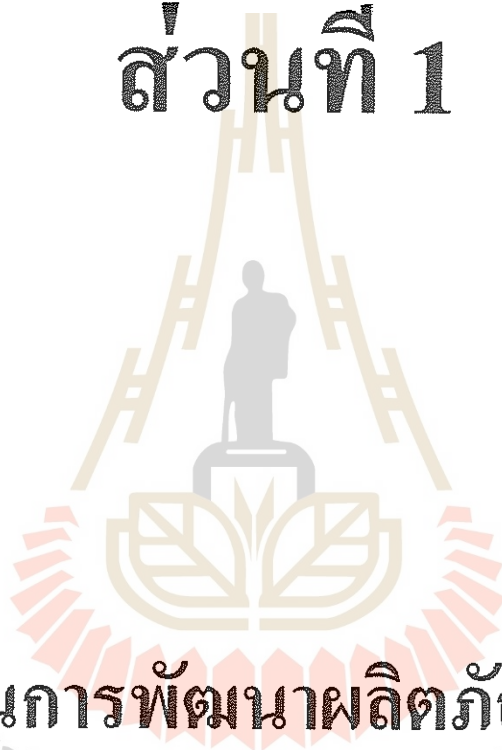
## สารบัญเรื่อง

| เรื่อง                                                                                        | หน้า |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| จดหมายนำส่ง                                                                                   | i    |
| กิตติกรรมประกาศ                                                                               | ii   |
| คำนำ                                                                                          | iii  |
| บทคัดย่อ                                                                                      | iv   |
| สารบัญเรื่อง                                                                                  | v    |
| สารบัญตาราง                                                                                   | vi   |
| สารบัญภาพ                                                                                     | vii  |
| <br>                                                                                          |      |
| <b>ส่วนที่ 1 โครงการงานการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร</b>                                             |      |
| เยลลี่ส้ม                                                                                     | 1    |
| น้ำข้าวกล้อง ถั่วแดงบรรจุกระป๋อง                                                              | 14   |
| มะละกอแช่อิ่มอบแห้ง                                                                           | 22   |
| เครื่องดื่มผักผลไม้รวมบรรจุกระป๋อง                                                            | 27   |
| <br>                                                                                          |      |
| <b>ส่วนที่ 2 ลักษณะการประกอบการของสถานประกอบการ<br/>และวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของนักศึกษา</b> |      |
| ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ                                                                | 33   |
| ลักษณะของสถานประกอบการ                                                                        | 33   |
| ตำแหน่งและลักษณะงานที่รับผิดชอบ                                                               | 38   |
| วัตถุประสงค์ของการสหกิจศึกษา                                                                  | 38   |
| สรุปผลการปฏิบัติงานโครงการสหกิจศึกษา                                                          | 39   |
| โครงสร้างองค์กร ของสถานประกอบการ                                                              | 40   |
| <br>                                                                                          |      |
| <b>ภาคผนวก</b>                                                                                | 41   |
| <b>เอกสารอ้างอิง</b>                                                                          | 48   |

## สารบัญตาราง

| ตารางที่                                                                                | หน้า |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>ส่วนที่ 1</b>                                                                        |      |
| <b>เยลลี่ผลไม้</b>                                                                      |      |
| 1.1 แสดงส่วนประกอบของผลลัมที่รับประทานได้ จำนวน 100 กรัม                                | 3    |
| 1.2 แสดงสมบัติบางประการของคาร์ราจีแนน                                                   | 6    |
| 1.3 แสดงค่า °Brix, pH เริ่มต้นและสุดท้ายของเยลลี่ลัมในการทดลองครั้งที่ 1                | 8    |
| 1.4 แสดงผลการทดลองโดยแสดงค่า pH และ °Brix ในการทดลองครั้งที่ 2                          | 9    |
| 1.5 แสดงลักษณะของเนื้อลัมผลที่ได้ของเยลลี่ลัมในแต่ละ Treatment1                         | 0    |
| 1.6 แสดงผลประเมินทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เยลลี่ลัม                                   | 11   |
| <b>บทที่ 2 เครื่องดื่มธัญพืช</b>                                                        |      |
| 2.1 ส่วนประกอบของข้าวหอมมะลิอนามัย โครงการสวนพระองค์ สวนจิตรลดา เมื่อข้าวมีความชื้น 14% | 14   |
| 2.2 ส่วนประกอบทางเคมีที่สำคัญของเมล็ดถั่วแดง                                            | 16   |
| 2.3 แสดงการเปรียบเทียบค่าทางโภชนาการกับพืชตระกูลถั่วต่างๆ                               | 17   |
| 2.4 แสดงผลการทดลอง โดยแสดงค่า °Brix, pH ที่ได้ ณ ขั้นตอนต่างๆ                           | 19   |
| 2.5 แสดงผลการทดลอง โดยแสดงค่า °Brix, pH ที่ได้ ณ ขั้นตอนต่างๆ                           | 20   |
| 2.6 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำข้าวกล้อง ถั่วแดงบรรจุกระป๋อง                    | 20   |
| <b>บทที่ 3 ผลไม้แช่อิ่มอบแห้ง</b>                                                       |      |
| 3.1 แสดง %ความชื้นหลังการอบแห้งแล้ว                                                     | 25   |
| 3.2 ลักษณะเนื้อลัมผลของมะละกอแช่อิ่มอบแห้ง เมื่อมีอายุการเก็บ 1 วัน                     | 26   |
| <b>บทที่ 4 เครื่องดื่มน้ำผักและผลไม้บรรจุกระป๋อง</b>                                    |      |
| 4.1 คุณค่าทางอาหารต่อร่างกายของแครอท 100 กรัมในส่วนที่กินได้                            | 27   |
| 4.2 คุณค่าทางอาหารต่อร่างกายของสับปะรดในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม                    | 28   |
| 4.3 คุณค่าทางอาหารต่อร่างกายของส้มเขียวหวานในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม               | 29   |
| 4.4 คุณค่าทางอาหารต่อร่างกายของมะนาวในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม                      | 30   |
| 4.5 แสดงปริมาณน้ำผักผลไม้ในแต่ละ Treatment                                              | 31   |
| 4.6 แสดงค่า °Brix, pH เริ่มต้นและสุดท้ายของน้ำผักและผลไม้รวม                            | 32   |
| ในแต่ละ Treatment                                                                       |      |

# ส่วนที่ 1



โครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เยลลี่ส้ม

ORANGE JELLY

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

## เยลลี่ผลไม้

### เยลลี่ส้ม (Orange jelly)

#### วัตถุประสงค์

1. ศึกษาผลของคาร์ราจีแนนต่อน้ำผลไม้เยลลี่
2. เปรียบเทียบคาร์ราจีแนนจาก 2 สถานประกอบการ (บริษัท นูรพีพ จำกัด และ บริษัท ไทยฟู้ด แอนด์ เคมิคอล จำกัด)
3. เพื่อเพิ่มชนิดของผลิตภัณฑ์ ภายในสถานประกอบการ โดยใช้วัตถุดิบที่มีอยู่ภายในโรงงาน

#### บทนำ

##### เยลลี่

หมายถึง ผลิตภัณฑ์ซึ่งทำมาจากน้ำผลไม้ที่ได้จากการคั้นหรือสกัดจากผลไม้สดหรือน้ำผลไม้ที่ผ่านกรรมวิธีหรือทำให้เข้มข้นหรือแช่แข็งผสมกับสารที่ให้ความหวาน และทำให้มีความข้นเหนียวพอเหมาะโดยไม่มีเนื้อผลไม้เจือปน (มอก. 236-2521) ซึ่งมีส่วนประกอบ คือ น้ำผลไม้ หรือส่วนที่สกัดได้จากผลไม้ที่ใช้ทำต้องผ่านการกรองให้ใสปราศจากชิ้นหรือเศษของผลไม้ และอาจทำให้ข้นขึ้นโดยการระเหยน้ำออก และต้องมีปริมาณน้ำผลไม้ในเยลลี่ไม่น้อยกว่า 20% ของน้ำหนัก

##### คุณลักษณะที่ต้องการ

มีลักษณะกึ่งแข็งกึ่งเหลวเหมาะสำหรับใช้ทำ ต้องใสแสงผ่านได้ไม่มีชิ้นหรือเศษของผลไม้ปะปนอยู่ มีกลิ่นรสตามชนิดของผลไม้ที่ใช้ทำ อาจใช้ส่วนผสมอาหารตามข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้

โดยทั่วไปเยลลี่มักนิยมบริโภคเป็นอาหารว่างซึ่งสามารถใช้ผลไม้เกือบทุกชนิดที่จะนำมาทำเป็นเยลลี่ เช่น แอปเปิ้ล องุ่น ส้มฝรั่ง สับปะรด เป็นต้น สิ่งสำคัญในการพิจารณาผลไม้ที่จะนำมาทำเยลลี่ คือ ความแก่อ่อนของผลไม้ควรเป็นผลไม้ในช่วงห่ามถึงสุก ซึ่งจะช่วยให้เยลลี่มีลักษณะใสและมีปริมาณเพคตินมากพอที่จะรวมเป็นเจล โดยทั่วไปมักใช้สารเพคตินเป็นสารช่วยในการเกิดเจล เนื่องจากปกติผลไม้จะมีเพคตินปริมาณหนึ่งอยู่แล้ว นอกจากนี้อาจใช้สารเคมีตัวอื่นๆ ที่มีคุณสมบัติคล้ายๆ กัน เช่น คาร์ราจีแนน กัม มาใช้ในการผลิตเยลลี่ได้

## ส้ม

### ส้มเขียวหวาน

ชื่อสามัญว่า

Mandarin หรือ Tanger

มีชื่อวิทยาศาสตร์

*Citrus reticulata* Blanco หรือ *Citrus nobilis* Andrew อยู่

ในวงศ์ Rutaceae

ส้มเขียวหวานเป็นผลไม้ชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศ เป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิตามินซี เป็นที่รู้จักและนิยมบริโภคของคนทั่วไป เนื่องจากมีรสชาติถูกใจคนไทย ส้มเขียวหวาน เป็นไม้ผลยืนต้น จัดอยู่ในตระกูลส้ม มีถิ่นกำเนิดดั้งเดิมอยู่ในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และได้แพร่กระจายไปยังเขตร้อนและกึ่งร้อนแถบทั่วโลก การนำส้มเขียวหวานเข้ามาปลูกในประเทศไทย ยังไม่มีหลักฐานชัดเจนนัก เชื่อว่าชาวจีน เป็นผู้นำเข้ามาเมื่อประมาณ พุทธศักราช 2400-2410 และได้พันธุ์เพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน เนื่องจากสภาพดินฟ้าอากาศในประเทศไทยเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของส้มมาก ส้มเขียวหวานนี้ปลูกกันอยู่ทั่วไป พบว่าเป็นชนิดเดียวกัน มีลักษณะที่เหมือนๆ กัน จนไม่สามารถที่จะแยกจากกันได้อย่างชัดเจน

### ลักษณะทั่วไปของส้มเขียวหวาน

ส้มเขียวหวานเจริญเติบโตได้ดีทั้งเขตร้อนและกึ่งร้อน เป็นไม้ผลที่มีทรงพุ่มขนาดกลาง มีเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 4-8 เมตร ทรงพุ่มแน่นทึบ ใบมีขนาดเล็กบาง ดอกเป็นดอกเดี่ยวขนาดเล็กสีขาว ผลมีทรงกลมแป้นเล็กน้อย คือ มีส่วนกว้างของผลมากกว่าส่วนสูง ฐานผลกลมมน ด้านล่างเป็นแอ่งตื้น โดยทั่วไปจะไม่มีจุดอยู่ทั่วผล นอกจากบางพันธุ์ ผิวผลเรียบเปลือกบาง มีต่อมน้ำมันอยู่ตรงผิวเปลือกเป็นจำนวนมาก ผิวผลเมื่อแก่จัดจะออกสีเหลืองอมเขียว รสหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย กลีบแยกออกจากกันได้ง่าย โดยทั่วไปจะมีประมาณ 10-11 กลีบ ผนังกลีบบาง มีรกหรือเส้นใย ชันนึ่ม ฉ่ำน้ำ และมีเมล็ดน้อย

### แหล่งปลูกส้มเขียวหวาน

สำหรับแหล่งปลูกส้มเขียวหวานของประเทศไทยที่สำคัญ คือ ภาคเหนือที่ น่าน แพร่ สุโขทัย ลำพูน เชียงใหม่ ภาคกลางที่ ปทุมธานี กรุงเทพมหานคร สระบุรี ภาคใต้ที่ สุราษฎร์ธานี

ยะลา เป็นต้น นอกจากนี้ สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ได้สำรวจหาพื้นที่ แหล่งผลิตแหล่งใหม่ พบว่า จังหวัดสิงห์บุรี อ่างทอง และราชบุรี มีความเหมาะสมอีกด้วย

#### พันธุ์ส้มเขียวหวาน

ส้มเขียวหวาน ที่นิยมปลูกในปัจจุบัน มี 3 ชนิด คือ

1. ส้มเขียวหวานแหลมทอง มีขนาดผลปานกลางและมีรสหวานจัด แม้ผลส้มยังไม่ถึงอายุการเก็บเกี่ยว รสส้มก็ไม่เปรี้ยว ลำต้นใหญ่ ออกดอกออกผลเล็กน้อย ให้ผลผลิตปานกลาง ปัจจุบันนิยมปลูกแถวทำสวน วัดเพลง จังหวัดราชบุรี

2. ส้มเขียวหวานพันธุ์ผิวเรียบ มีขนาดผลพอสมควร และมีรสหวานดี เปลือกบาง ส้มชนิดนี้เรียกว่า ส้มบางกลาง ปัจจุบันส้มชนิดนี้ปลูกแถวบางมด บางขุนเทียน เป็นต้น

3. ส้มเขียวหวานชนิดเปลือกค่อนข้างหนา ผลมีขนาดใหญ่ มีลูกน้อย รสชาดหวานปานกลาง ผลผลิตได้น้ำหนักดี ส้มชนิดนี้เรียกว่า ส้มบางมด ปัจจุบันปลูกมากที่รังสิต นครปฐม และดำเนินสะดวก

#### คุณค่าทางโภชนาการ

ส้มเขียวหวานเป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางอาหารสูง ดังข้อวิเคราะห์ข้อมูลของกรมอนามัย พบว่า จากส่วนของผลส้มที่รับประทานได้จำนวน 100 กรัม จะมีปริมาณสารอาหารต่างๆ ดังนี้

| ส่วนประกอบ   | ปริมาณ (ต่อ 100 กรัม) |
|--------------|-----------------------|
| คาร์โบไฮเดรต | 9.9 กรัม              |
| โปรตีน       | 0.6 กรัม              |
| ไขมัน        | 0.2 กรัม              |
| แคลเซียม     | 31 มิลลิกรัม          |
| เหล็ก        | 0.8 มิลลิกรัม         |
| ฟอสฟอรัส     | 18 มิลลิกรัม          |
| วิตามินเอ    | 4000 หน่วย            |
| วิตามินซี    | 18 มิลลิกรัม          |
| วิตามินบี 1  | 0.04 มิลลิกรัม        |
| วิตามินบี 2  | 0.05 มิลลิกรัม        |
| เส้นใย       | 0.2 กรัม              |

| ส่วนประกอบ | ปริมาณ (ต่อ 100 กรัม) |
|------------|-----------------------|
| ความชื้น   | 88.7 กรัม             |
| แคลอรี     | 44 Kcal               |

ตารางที่ 1.1 แสดงส่วนประกอบของผลส้มที่รับประทานได้ จำนวน 100 กรัม

### คาร์ราจีแนน (Carrageenans)

คาร์ราจีแนนเป็นโพลีโคคอลลอยด์ที่ละลายน้ำได้ดีมีความสำคัญในอุตสาหกรรมอาหารผลิตได้มาจากสาหร่ายสีแดงเช่นกัน องค์ประกอบทางเคมีของคาร์ราจีแนนเป็นพวก Highly sulfated galactans คล้ายคลึงกับวุ้นแต่มีลักษณะโครงสร้างและการวางตัวของโมเลกุลพื้นฐานแตกต่างกันเล็กน้อย คือ ส่วนประกอบของน้ำตาล galactose ในคาร์ราจีแนน นั้นมี configuration เป็นแบบ D-galactopyranose ไม่มี L-configuration ที่สลับกันแบบในวุ้น ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าเป็น Polysaccharides ที่ประกอบด้วย D-galactopyranoses Unit และอนุพันธ์ที่เป็น D-configuration เท่านั้น อาจจะได้ด้วยเหตุผลนี้เอง การเกิด sulfated substitution บนพอลิเมอร์จึงมีสูงมากปริมาณซัลเฟตในพวกคาร์ราจีแนนพบตั้งแต่ 9 ถึง 25 เปอร์เซ็นต์ และเช่นเดียวกัน ในการสกัดคาร์ราจีแนนจึงจำเป็นต้องทำ alkali treatment เพื่อขจัดหมู่ซัลเฟต และเพิ่มปริมาณ 3,6 anhydro-D-galactose residue ในขณะเดียวกันนั่นเอง

สาหร่ายทะเลที่เป็นวัตถุดิบในการสกัดสารคาร์ราจีแนนนั้นมีมากมายหลายชนิด เกิดตามธรรมชาติในแถบต่างๆ ของโลก ในประเทศตะวันตก สาหร่ายสีแดงตระกูล *Chondrus crispus* และ *Gigartina stellata* เป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตคาร์ราจีแนนซึ่งมีประเภทต่างๆ ในแถบทวีปเอเชีย และประเทศตะวันออก สาหร่ายตระกูล *Eucheuma* ซึ่งมีหลายสายพันธุ์เป็นแหล่งวัตถุดิบที่ดี ปัจจุบันประเทศฟิลิปปินส์และอินโดนีเซีย เป็นแหล่งผลิตสาหร่ายดังกล่าวป้อนอุตสาหกรรมการแปรรูปทั้งภายในและภายนอกประเทศ ทำรายได้ให้แก่ประชากรที่อยู่ตามชายฝั่งทะเลเป็นอย่างดี

คาร์ราจีแนนมีโครงสร้างที่มีความแตกต่างกันเล็กน้อยตามตำแหน่งของ sulfated substitution บนโมเลกุลของน้ำตาล galactose ที่เป็นองค์ประกอบ สาหร่ายที่เป็นวัตถุดิบที่ต่างตระกูลต่างสายพันธุ์ที่ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีโครงสร้างต่างๆ กัน เช่น *Chondrus crispus* เป็นสาหร่ายทะเลที่ใช้สกัด kappa และ lambda-carrageenan ซึ่งเป็นชนิดที่ใช้มากในอุตสาหกรรมอาหารจำพวกขนมซ็อกโกแลตให้เป็นเนื้อเดียวกัน สำหรับสาหร่ายจำพวก *Eucheuma cottonii* และ *E. striatum* เป็นวัตถุดิบในการสกัด kappa carrageenan ในขณะที่ *Eucheuma spinosum* เป็นแหล่งวัตถุดิบสำหรับ iota carrageenan นอกจากนี้ยังมีพวก *Hypnea*

*musciiformis* ซึ่งให้พวก kappa carrageenan เช่นกัน แต่ปัจจุบันเลิกใช้เป็นวัตถุดิบเพราะความยุ่งยากในการผลิต

องค์ประกอบทางเคมีของคาร์ราจีแนน

คาร์ราจีแนนเป็น polysaccharides ที่เป็นสายตรงซึ่งประกอบด้วยหมู่  $\beta$ -D-galactopyranosyl ต่อกับ  $\alpha$ -D-galactopyranosyl units โดยสลับพันธะระหว่าง 1,3-linked กับ 1,4-glycosidic linkage ตรงที่มี 1,3 linked units มักพบหมู่ sulfated substitutions อยู่ที่ตำแหน่ง 2 และ 4 ส่วนตรงที่มี 1,4 linked units ของน้ำตาล มักมีหมู่ sulfated substitution อยู่ที่ตำแหน่ง 2 และ 2 ถึง 6 disulfated กับ 3,6 anhydride และ 3,6-anhydride-2 sulfate อยู่บ้าง กลุ่มของคาร์ราจีแนนอาจแยกออกเป็น 3 family ได้แก่ Beta-family, kappa-family และ lambda-family แต่ละ family ยังมีโครงสร้างย่อยมีแตกต่างกันเล็กน้อยดังแสดงดังรูป

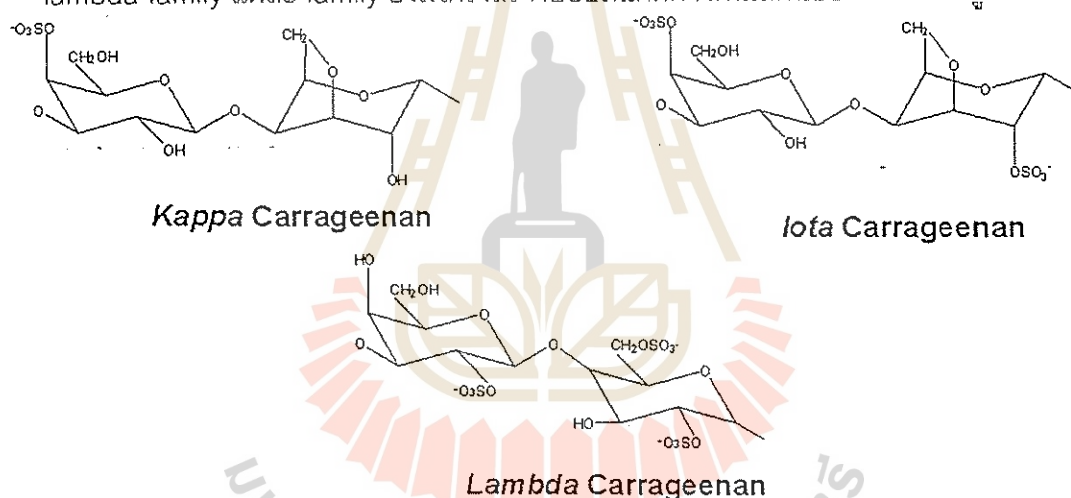


Fig. 1. Structures of the disaccharide repeat residues of the three principle carrageenans used in the food industry.

การประยุกต์ใช้คาร์ราจีแนนในอุตสาหกรรมนั้นขึ้นอยู่กับสมบัติทางกายภาพด้าน Rheological property ของมัน คาร์ราจีแนนเป็นพอลิเมอร์ที่เป็นสายยาวละลายน้ำได้เป็นของเหลวเหนียวข้น ทั้งนี้เนื่องมาจากโครงสร้างโมเลกุลของมันเป็นเส้นยาวไม่มีกิ่งก้านสาขา และมีสมบัติเป็น polyelectrolytes การมีหมู่ sulfate เกาะอยู่บนโมเลกุลเป็น half ester ก่อให้เกิดประจุลบซึ่งเมื่ออยู่ใกล้กันก็ผลักกันออกตามความยาวของพอลิเมอร์ ทำให้โมเลกุลยืดยาวออกไปจนสุดสายได้ ขณะเดียวกันส่วนของ Hydrophilic nature ของมันถูกล้อมรอบด้วยโมเลกุลของน้ำที่เกาะติดแน่นเป็นแผ่นไม่เคลื่อนที่ ด้วยสมบัติที่กล่าวมานี้ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดความต้านทานการไหล จึงทำให้มันเหนียวข้นได้

ความหนืดของคาร์ราจีแนนขึ้นอยู่กับความเข้มข้น อุณหภูมิ ความเกี่ยวข้องกับตัวทำละลายอื่นๆ อยู่รอบ และชนิดของคาร์ราจีแนน ตลอดจนน้ำหนักโมเลกุลของมันด้วย สมบัติบางอย่างของคาร์ราจีแนน มีดังนี้

ตารางที่ 1.2 แสดงสมบัติบางประการของคาร์ราจีแนน

| สมบัติของคาร์ราจีแนน                                     | Kappa                                                                                | Lota                                                              | Lambda                       |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 1. การละลาย<br>ในน้ำ 80 °C<br><br>ในน้ำ 20 °C            | ละลายได้<br>Na+ Salt ละลาย<br>K+, Ca+ และ<br>NH <sub>4</sub> + salt ของมัน<br>บวมน้ำ | ละลายได้<br><br>Na+ Salt ละลาย<br>Ca+ บวมน้ำและ<br>กระจายตัวในน้ำ | ละลายได้<br><br><br>ละลายได้ |
| 2. การละลายในนม<br>ในนม 80 °C<br>ในนม 20 °C              | ละลายได้<br>ไม่ละลาย                                                                 | ละลายได้<br>ไม่ละลาย                                              | ละลายได้<br>ข้นแข็งตัว       |
| 3. ในสารละลาย<br>น้ำตาล 50%                              | ร้อนขึ้น                                                                             | ไม่ละลาย                                                          | ละลายได้                     |
| 4. ในน้ำเกลือ 10%                                        | ไม่ละลาย                                                                             | ร้อนขึ้น                                                          | ร้อนขึ้น                     |
| 5. การเกิดเจล (Gelation)<br>เจลแข็งที่สุด<br>gel texture | กับ K+ ion<br>เปราะแตกได้                                                            | กับ Ca+ ion<br>elastic                                            | ไม่เกิดเจล<br>ไม่เกิดเจล     |
| 6. การคายน้ำของเจล<br>(syneresis)                        | คายน้ำได้                                                                            | ไม่คายน้ำ                                                         | ไม่คายน้ำ                    |
| 7. Freeze/thaw stability                                 | ไม่คงตัว                                                                             | คงตัว                                                             | คงตัว                        |
| 8. Acid stability<br>เจลที่ pH > 3.5                     | คงตัว                                                                                | คงตัว                                                             | คงตัว                        |
| 9. ความคงทนต่อเกลือ                                      | ไม่ดี                                                                                | ดี                                                                | ดี                           |

สมบัติบางอย่างที่สำคัญดังกล่าวนี้ ย่อมใช้เป็นแนวทางในการนำสารคาร์ราจีแนนชนิดต่างๆ ไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม ต่อไปนี้ ประเทศไทยนำสารคาร์ราจีแนนชนิดต่างๆ เข้ามา

ใช้ในอุตสาหกรรมนม และอาหารอื่นๆ มากมาย โดยใช้ชื่อต่างๆ เช่น Gelcarin, Viscarin, Lactarin และ Sea Kem เป็นต้น สาหร่ายที่เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตคาร์ราจีแนนในประเทศไทยยังไม่ได้ดำเนินการขึ้นอุตสาหกรรม อย่างไรก็ตาม ในบริเวณชายฝั่งทะเลที่ยาวหลายพันกิโลเมตรของประเทศเรามีศักยภาพและความเหมาะสมที่เป็นไปได้ในการขยายพันธุ์สาหร่ายที่ให้คาร์ราจีแนน ซึ่งอาจนำสาหร่ายพันธุ์จากต่างประเทศมาขยายการเพาะเลี้ยงได้ ดังเช่น ที่ประเทศเพื่อนบ้านใกล้เคียงได้ประสบผลสำเร็จแล้ว และสามารถเกิดเป็นธุรกิจอุตสาหกรรมบริเวณชายฝั่ง และทำรายได้แก่ชาวประมงในท้องถิ่นต่อไป

#### อุปกรณ์และสารเคมี

1. ผลลัม
2. คาร์ราจีแนน
3. น้ำตาลทราย
4. กรดซิตริก
5. น้ำสะอาด
6. ถ้วยสำหรับใส่เยลลี่
7. Thermometer
8. Refractometer
9. pH meter
10. เครื่องชั่งน้ำหนัก 4 ตำแหน่ง
11. เครื่องชั่งน้ำหนักมาตรฐาน
12. เตาแก๊ส หรือ Hot plate
13. อุปกรณ์เครื่องครัว เช่น ไม้พาย ทัพพี เป็นต้น

#### แผนการทดลอง

##### การทดลองครั้งที่ 1

กำหนดชุดการทดลอง มี 2 treatment ดังนี้

Treatment 1 คาร์ราจีแนน ของ บริษัท นูรพซีฟ จำกัด

Treatment 2 คาร์ราจีแนน ของ บริษัท ไทยฟู้ด แอนด์ เคมิคอล จำกัด

## วิธีการทดลอง

### ส่วนผสมที่ใช้

|             |       |   |
|-------------|-------|---|
| น้ำผลไม้    | 65    | % |
| น้ำ         | 20    | % |
| คาร์ราจีแนน | 0.9   | % |
| น้ำตาลทราย  | 14.05 | % |
| กรดซิตริก   | 0.05  | % |

### การเตรียมน้ำผลไม้

1. น้ำส้มมาทำความสะอาด จากนั้นหั่นส้มออกเป็น 2 ส่วน
2. นำเข้าเครื่องคั้น จะได้น้ำส้มออกมา
3. วัด pH, °Brix บันทึกผล

### วิธีการทำเยลลี่

1. เตรียมส่วนผสมให้พร้อม โดยนำน้ำตาลทรายและคาร์ราจีแนนแช่เย็น ผสมให้เข้ากันเสียก่อน
2. เตรียมกรดซิตริกให้เป็นสารละลายโดยการผสมกับน้ำสะอาด
3. ตั้งน้ำสะอาดให้อุ่น จากนั้นเทส่วนผสมของน้ำตาลทรายและคาร์ราจีแนนลงไป กวนให้เข้ากัน ในช่วงนี้อุณหภูมิจะอยู่ในช่วง 65-80 องศาเซลเซียส
4. เมื่อละลายเข้ากันแล้วเทน้ำผลไม้ลงไปผสมกวนให้เข้ากันจนกระทั่งมีอุณหภูมิประมาณ 70-75 องศาเซลเซียส ทิ้งให้อุณหภูมิคงที่ประมาณ 3 นาที จึงหยุดให้ความร้อน
5. นำเยลลี่เหลวที่ได้ เทใส่ภาชนะที่ต้องการ ตักฟองบนผิวหน้าออก เพื่อความสวยงาม
6. ปิดฝา แล้วนำไปแช่ในตู้เย็น จนพร้อมที่จะรับประทาน

### ผลการทดลอง

ตารางที่ 1.3 แสดงค่า °Brix และ pH เริ่มต้นและสุดท้ายของเยลลี่ส้มในการทดลองครั้งที่ 1

|             | เริ่มต้น |      | สุดท้าย |    |
|-------------|----------|------|---------|----|
|             | °Brix    | PH   | °Brix   | pH |
| Treatment 1 | 3.20     | 3.52 | -       | -  |
| Treatment 2 |          |      | -       | -  |

°Brix และ pH สุดท้ายไม่สามารถวัดได้เนื่องจากเมื่อเยลลี่เย็นแล้วจะมีลักษณะหนืดและแข็ง

จากการทดลองครั้งที่ 1 เป็นการเปรียบเทียบคุณภาพของคารัรราจีแนน จาก 2 บริษัท คือ บริษัท บุรพชีพ จำกัด และบริษัท ไทยฟู้ด แอนด์ เคมีคอล จำกัด พบว่าคารัรราจีแนนจากบริษัทบุรพชีพ จำกัด นั้น มีผลทำให้เยลลี่มีกลิ่นและรสชาติไม่ดีเท่าที่ควร กล่าวคือมีกลิ่นของสาหร่ายอย่างชัดเจน ได้กลิ่นของผลไม้้น้อยมาก ส่วนคุณภาพของเนื้อสัมผัสจะดีพอๆ กับคารัรราจีแนนจากบริษัท ไทยฟู้ด แอนด์ เคมีคอล จำกัด ดังนั้นจึงใช้คารัรราจีแนนจากบริษัท ไทยฟู้ด แอนด์ เคมีคอล จำกัด ในการทดลองครั้งที่ 2

## การทดลองครั้งที่ 2

### แผนการทดลอง

กำหนดชุดการทดลอง ทั้ง 3 treatment ใช้คารัรราจีแนน ของ บริษัท ไทยฟู้ด แอนด์ เคมีคอล จำกัด โดยจะต่างกันที่ปริมาณของคารัรราจีแนน ดังนี้

- Treatment 1    0.8% carrageenan
- Treatment 2    0.7% carrageenan
- Treatment 3    0.6% carrageenan

### วิธีการทดลอง

เช่นเดียวกับวิธีการทดลองในครั้งที่ 1 เพียงแต่ใช้คารัรราจีแนนในปริมาณที่ต่างกันเท่านั้น

### ผลการทดลอง

ตารางที่ 1.4 แสดงผลการทดลองโดยแสดงค่า pH และ °Brix ในการทดลองครั้งที่ 2

|             | เริ่มต้น |      | สุดท้าย |    |
|-------------|----------|------|---------|----|
|             | °Brix    | PH   | °Brix   | pH |
| Treatment 1 | 3.4      | 3.66 | -       | -  |
| Treatment 2 | 3.8      | 3.52 | -       | -  |
| Treatment 3 | 3.2      | 3.55 | -       | -  |

ตารางที่ 1.5 แสดงลักษณะสัมผัสที่ได้ของเยลลี่ส้มในแต่ละ Treatment

|             | ลักษณะสัมผัส                                                                     |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Treatment 1 | มีสีส้ม มีเนื้อสัมผัสที่หยุ่นน้อยที่สุดใน 3 treatment รสส้มแบบเปรี้ยวอมหวาน      |
| Treatment 2 | มีสีส้ม มีเนื้อสัมผัสค่อนข้างยืดหยุ่น และไม่แข็งมาก มีรสส้มออกหวานมากกว่าเปรี้ยว |
| Treatment 3 | มีสีส้มอ่อน มีเนื้อสัมผัสค่อนข้างเหลว จับตัวเป็นก้อนได้น้อย มีรสหวานมาก          |

นำไปตรวจสอบอายุการเก็บพบว่า

เมื่อเก็บที่อุณหภูมิห้อง สามารถเก็บได้ไม่เกิน 5 วัน

เมื่อเก็บที่อุณหภูมิตู้เย็น สามารถเก็บได้ไม่ต่ำกว่า 1 เดือน

ผลการทดสอบประสาทสัมผัส โดยวิธี Hedonic scoring test

ผู้เข้าทดสอบ มีจำนวนทั้งสิ้น 18 คน

เมื่อ ระดับคะแนน

|   |                      |                     |
|---|----------------------|---------------------|
| 5 | แทน ชอบมาก           | (Like very much)    |
| 4 | แทน ชอบ              | (Like)              |
| 3 | แทน ไม่มีความแตกต่าง | (indifferent)       |
| 2 | แทน ไม่ชอบ           | (Dislike)           |
| 1 | แทน ไม่ชอบมาก        | (Dislike very much) |

ตารางที่ 1.6 แสดงผลประเมินทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์เยลลี่ส้ม

| ลักษณะ         | ระดับคะแนน |       |           |       |           |       |           |       |           |       | เฉลี่ย |
|----------------|------------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|--------|
|                | 1          |       | 2         |       | 3         |       | 4         |       | 5         |       |        |
|                | จำนวน (คน) | %     | จำนวน(คน) | %     | จำนวน(คน) | %     | จำนวน(คน) | %     | จำนวน(คน) | %     |        |
| กลิ่น          | 1          | 5.56  | 1         | 5.56  | 5         | 27.78 | 7         | 38.89 | 4         | 22.22 | 3.83   |
| สี             | 0          | 0     | 0         | 0     | 7         | 38.89 | 6         | 33.33 | 5         | 27.78 | 3.89   |
| รสชาติ         | 0          | 0     | 6         | 33.33 | 3         | 16.67 | 3         | 16.67 | 6         | 33.33 | 3.50   |
| เนื้อสัมผัส    | 2          | 11.11 | 4         | 22.22 | 4         | 22.22 | 5         | 27.78 | 3         | 16.67 | 3.17   |
| ความพอใจโดยรวม | 1          | 5.56  | 3         | 16.67 | 3         | 16.67 | 7         | 38.89 | 4         | 38.89 | 3.56   |

### วิจารณ์ผลการทดลอง

1. ในกระบวนการผลิตเยลลี่ จะมีการสูญเสียรสชาติ และกลิ่นไปจำนวนหนึ่ง เนื่องจากการให้ความร้อนเป็นเวลานานแก่น้ำผลไม้ ดังนั้นเราจึงต้องมีการทำที่รวดเร็ว เพื่อลดการสูญเสียดังกล่าว
2. การคั้นน้ำผลไม้โดยเฉพาะส้ม ควรจะคั้นเบาๆ เพื่อมิให้น้ำจากเปลือกกรวมกับน้ำส้มซึ่งจะมีผลทำให้รสชาติของน้ำส้มขมได้

### สรุปผลการทดลอง

1. จากการทดลองครั้งที่ 1 เพื่อเปรียบเทียบผลของคุณภาพคาราจีแนนจากทั้ง 2 บริษัท ปรากฏว่า ของบริษัท ไทยฟู้ด แอนด์ เคมิคอล จำกัด มีความเหมาะสมสำหรับการทำเยลลี่ผลไม้มากกว่าอีกบริษัทหนึ่ง
2. ในการทดลองครั้งที่ 2 พบว่า Treatment 2 ซึ่งเติม 0.7% Carrageenan มีลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ดี กล่าวคือ มีสีส้มและมีกลิ่น รสชาติของส้มอยู่ สิ่งสำคัญก็คือ ลักษณะเนื้อสัมผัส มีความยืดหยุ่นที่ไม่แข็งหรือไม่อ่อนจนเกินไป เหมือนกับ Treatment 1 และ 3 ตามลำดับ
3. การทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Hedonic scoring test โดยใช้ เยลลี่ส้มที่ใช้คาราจีแนนของ บริษัทไทยฟู้ด แอนด์ เคมิคอล จำกัด 0.7% พบว่ามีค่าเฉลี่ยโดยมีคะแนนเต็ม 5 ค่าของลักษณะกลิ่น สี รสชาติ เนื้อสัมผัส อยู่ในระดับ 3.83, 3.89, 3.50 และ 3.17 ตามลำดับ และความพอใจโดยรวมอยู่ในระดับ 3.56 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าเยลลี่ส้มนี้ผู้ประเมินส่วนใหญ่ค่อนข้างชอบผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ เนื่องจากค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3 (เฉยๆ) จนถึง 4 (ชอบ) แต่ถ้ารวมเป็น % แล้ว พบว่า ร้อยละ 77.78 ( $(3.89+3.89)$ ) มีความชอบผลิตภัณฑ์ชนิดนี้

### ข้อเสนอแนะ

1. การคัดเลือกผลไม้เพื่อนำมาผลิตเยลลี่ ควรมีการควบคุมคุณภาพที่เพียงพอ เนื่องจากจะทำให้รสชาติ สี กลิ่นของผลิตภัณฑ์ เปลี่ยนแปลงไปมาก
2. การยืดอายุการเก็บเยลลี่ส้มนี้ ควรจะแช่ที่อุณหภูมิต่ำประมาณ 4-10 องศาเซลเซียส เพื่อชะลอและยับยั้งการเจริญของ Spoilage bacterias

3. เพื่อลดการปนเปื้อนจากสิ่งปนเปื้อนต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น Bacteria หรืออื่นๆ ควรทำในปริมาณน้อยๆ เพื่อลดเวลาที่สัมผัสกับอากาศให้น้อยที่สุด และภาชนะบรรจุจำเป็นต้องสะอาดด้วย



น้ำข้าวกล้อง ถั่วแดง บรรจุกะป๋อง

Mill and unpolished rice

with

Rice bean Drink

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

## เครื่องตีมัญพิช

### น้ำข้าวกล้อง ถั่วแดง บรรจุกระป๋อง

#### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาถึงวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องตีมัญพิช โดยเฉพาะจากข้าวกล้องและถั่วแดง
2. เพื่อเป็นการพัฒนาและปรับปรุงผลิตภัณฑ์เครื่องตีมัญพิช
3. เพื่อนำธัญพืชชนิดต่างๆ มาแปรรูปในรูปแบบของเครื่องตีม

#### บทนำ

#### ข้าว (Rice)

เป็นเมล็ดของพืชจำพวกหญ้า วงศ์ Gramineae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Oryza sativa* L. (วิทย์, 2541) นิยมบริโภคกันในลักษณะข้าวสารที่ขัดสีเปลือกแข็งออกแล้วหุงต้มแบบต่างๆ

ข้าวกล้อง (Milled and unpolished rice) หมายถึง ข้าวเจ้าที่แฉ้วหรือตำให้เปลือกออก แต่ยังไม่ได้ขัดให้ขาว มีเกลบริบ์ปนอยู่ เป็นข้าวที่กระเทาะเปลือกหรือเกลบออก ยังมีส่วนของจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวหรือรำอยู่ โดยทั่วไปมีสีน้ำตาลอ่อน มีคุณค่าทางอาหารมากกว่าข้าวขาว สำหรับโครงการเครื่องตีมน้ำข้าวกล้อง ถั่วแดงบรรจุกระป๋องนี้ ใช้ข้าวกล้องที่ผลิตได้จากโรงสีข้าวภายในโครงการสวนพระองค์ สวนจิตรลดา เป็นข้าวหอมมะลิอนามัย โดยมึคุณค่าทางโภชนาการ ดังแสดงตามตาราง

ตารางที่ 2.1 ส่วนประกอบที่สำคัญของข้าวหอมมะลิอนามัย โครงการสวนพระองค์ สวนจิตรลดา เมื่อข้าวมีความชื้น 14%

| คุณค่าทางโภชนาการ | ปริมาณ  |                |
|-------------------|---------|----------------|
| โปรตีน            | 7.2     | %              |
| เส้นใย            | 0.9     | %              |
| วิตามินบี 1       | 2.9-6.1 | ไมโครกรัม/กรัม |
| วิตามินบี 2       | 0.4-1.4 | ไมโครกรัม/กรัม |
| วิตามินบี 6       | 5.0-9.0 | ไมโครกรัม/กรัม |

| คุณค่าทางโภชนาการ | ปริมาณ                  |
|-------------------|-------------------------|
| วิตามินอี         | 9.0-25.0 ไมโครกรัม/กรัม |
| แคลเซียม          | 0.1-0.5 มิลลิกรัม/กรัม  |
| แมกนีเซียม        | 0.2-1.5 มิลลิกรัม/กรัม  |
| ฟอสฟอรัส          | 1.7-4.3 มิลลิกรัม/กรัม  |
| โปแตสเซียม        | 0.6-2.8 มิลลิกรัม/กรัม  |

#### คุณค่าทางอาหารของข้าวกล้อง

1. วิตามินบี 1 : ป้องกันโรคเหน็บชา
2. วิตามินบี 2 : ป้องกันโรคปากเปื่อย โรคปากนกกระจอก โรคเบื่ออาหาร
3. วิตามินบี 6 : บำรุงระบบผิวหนังและเส้นประสาท
4. แคลเซียมและฟอสฟอรัส : ป้องกันโรคปลายประสาทอักเสบ ช่วยบำรุงสมอง บรรเทาอาการอ่อนเพลีย ช่วยให้เจริญอาหาร
5. เหล็ก : ป้องกันและรักษาโรคโลหิตจาง
6. แมงกานีส : ช่วยกระตุ้นเอนไซม์และการเจริญเติบโต
7. ทองแดง : ช่วยเสริมสร้างเม็ดเลือดและสารฮีโมโกลบินในเลือด
8. โปรตีน : ช่วยเสริมสร้างส่วนที่สึกหรอ
9. ไขมัน : ให้พลังงานแก่ร่างกาย โดยเฉพาะในข้าวกล้องนั้นเป็นไขมันที่ไม่มีคอเลสเตอรอล
10. คาร์โบไฮเดรต : ช่วยให้พลังงานแก่ร่างกาย
11. เส้นใย : ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในของระบบขับถ่าย ป้องกันโรคท้องผูก ช่วยป้องกันโรคเบาหวานและ โรคมะเร็งลำไส้ใหญ่

#### ถั่วแดง (Rice Bean)

ถั่วแดง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Vigna umbellata* (Thumb.) Ohwi et Ohashi เป็นพืชในวงศ์ Leguminosae (Fabaceae) (เขียวชัย, 2540) และมีชื่อวิทยาศาสตร์อีกหลายชื่อ ได้แก่ *Azuki umbellata* (Thumb.) Ohiwi, *Phaseolus calcaratus* Roxb., และ *Phaseolus pubescens* B1 (Duke, 1981) นอกจากนี้ชื่อที่ใช้เรียกทั่วไปในภาษาอังกฤษนอกจาก rice

bean แล้ว ยังสามารถเรียกว่า red bean, climbing mountain bean, Mambi bean และ oriental bean (Duke, 1981; Mejia, 1984) และสามารถเรียกในภาษาสเปนว่า frijol arroz, frijol de arroz, judia arroz, kanime, และ poroto arroz (Mejia, 1984)

ลักษณะโดยทั่วไปของเมล็ดถั่วแดง คือมีสีน้ำตาลออกแดง เมื่อโตเต็มที่มีความยาวเฉลี่ย 6 มิลลิเมตร ความกว้างเฉลี่ย 4 มิลลิเมตร มีผิวของเมล็ดเรียบลื่น มีลักษณะโค้งคล้ายไต ของมนุษย์

## ตารางที่ 2.2 ส่วนประกอบทางเคมีที่สำคัญของเมล็ดถั่วแดง

| ส่วนประกอบ            | ปริมาณ (ต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง) |
|-----------------------|----------------------------------|
| Moisture              | 13.3 %                           |
| Calories              | 327.0                            |
| Protein               | 20.9 g                           |
| Crude Protein         | -                                |
| Fat                   | 0.9 g                            |
| Total carbohydrate    | 60.7 g                           |
| Crude Fibre           | 4.8 g                            |
| Ash                   | 4.2 g                            |
| Nitrogen Free Extract | -                                |
| Calcium               | 200.0 mg                         |
| Phosphorus            | 390.0 mg                         |
| Iron                  | 10.9 mg                          |
| Thiamin               | 0.49 mg                          |
| Riboflavin            | 0.21 mg                          |
| Niacin                | 2.4 mg                           |

จาก Duke (1981)

ตารางที่ 2.3 แสดงการเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการกับพืชตระกูลถั่วต่างๆ

| Species                                                 | Calories<br>Kcal | Protein<br>(g) | Fat<br>(g) | Total Carbohydrate<br>(g) | Fibre<br>(g) | Ash<br>(g) |
|---------------------------------------------------------|------------------|----------------|------------|---------------------------|--------------|------------|
| <i>Arachis hypogaea</i><br>(peanut)                     | 587              | 24.8           | 47.9       | 24.6                      | 3.1          | 2.7        |
| <i>Glycine max</i><br>(soybean)                         | 444              | 39.0           | 19.6       | 35.5                      | 4.7          | 5.5        |
| <i>Phaseolus vulgaris</i><br>(common bean)              | -                | 22.3           | 1.5        | 61.2                      | 4.4          | 3.8        |
| <i>Psophocarpus<br/>tetragonolobus</i><br>(winged bean) | 450              | 36.4           | 18.8       | 40.5                      | -            | 4.4        |
| <i>Vigna umbellata</i><br>(rice bean)                   | 390              | 21.5           | 1.2        | 71.6                      | 3.4          | 2.3        |

ข้อมูลจาก National Academy of Sciences (1979) โดย J.A. Duke

#### อุปกรณ์และสารเคมี

1. ข้าวหอมมะลิอินทรีย์
2. เมล็ดถั่วแดง
3. เพคติน
4. น้ำต้มสุก
5. ผ้ากรองหรือถุงกรอง
6. กระป๋องสำหรับบรรจุเครื่องดื่ม
7. Thermometer
8. Refractometer
9. เครื่องชั่งน้ำหนัก
10. เตาแก๊ส หรือ Hot plate
11. เครื่องปั่น

## 12. อุปกรณ์เครื่องครัว เช่น ไม้พาย กระบวย หม้อ เป็นต้น

### แผนการทดลอง

#### การทดลองครั้งที่ 1

กำหนดคุณสมบัติสุดท้าย ของน้ำข้าวกล้อง ถั่วแดง บรรจุกระป๋อง

°Brix สุดท้าย เท่ากับ 11

อัตราส่วนระหว่าง น้ำถั่วแดง : ข้าวกล้อง = 2 : 1

เมล็ดถั่วแดง<sup>a</sup> : น้ำ = 1 : 4

เมล็ดข้าวกล้อง<sup>a</sup> : น้ำ = 1 : 5

หมายเหตุ a : เป็นน้ำหนักก่อนการแช่น้ำ

มี 3 Treatment โดยมี Treatment ละ 5 ข้าว รวม 15 กระป๋อง ดังนี้

Treatment 1 CONTROL

Treatment 2 0.3% PECTIN

Treatment 3 0.5% PECTIN

#### วิธีทำ

##### การเตรียมน้ำถั่วแดง

1. ชั่งเมล็ดถั่วแดง ตามอัตราส่วนที่ต้องการ นำไปทำความสะอาด จากนั้นนำไปแช่น้ำ ทิ้งไว้ 1 คืน (~12 ชั่วโมง)
2. เมื่อแช่ได้ตามเวลาที่ต้องการแล้ว นำมาสะเด็ดน้ำ นำมาปั่นกับน้ำต้มสุกที่มีอุณหภูมิ ประมาณ 80 องศาเซลเซียส ในอัตราส่วนที่กำหนด (ถั่วแดง : น้ำ = 1:4) เพื่อยับยั้งการเกิด กลิ่นเหม็นเขียวจากถั่วแดง
3. กรอง ใช้เฉพาะส่วนที่เป็นน้ำ วัด pH, °Brix เริ่มต้น บันทึกผล

##### การเตรียมน้ำข้าวกล้อง

วิธีการเช่นเดียวกับการเตรียมน้ำถั่วแดง แต่ใช้เวลาในการแช่ข้าว 1 ชั่วโมง

##### วิธีการทำน้ำข้าวกล้อง ถั่วแดง

1. นำน้ำที่เตรียมได้ (น้ำข้าวกล้อง, น้ำถั่วแดง) มาผสมในอัตราส่วนที่กำหนด (น้ำถั่วแดง : น้ำข้าวกล้อง = 2:1) วัด pH, °Brix ของน้ำผสม

2. คำนวณปริมาณน้ำเชื่อมที่ต้องใช้ในการเติมน้ำผสม เพื่อให้ได้ Brix สุดท้ายเท่ากับ 11 ซึ่งน้ำเชื่อมเตรียมไว้
3. นำน้ำผสมตั้งไฟอ่อนๆ คนอย่างสม่ำเสมอ เติมน้ำเชื่อมคนให้เข้ากัน จากนั้นวัด Brix ใช้น้ำเชื่อมปรับ °Brix ให้ได้ตามที่ต้องการ ( 11 °Brix ) ต้มต่อจนอุณหภูมิของน้ำอยู่ในช่วง 70-80 องศาเซลเซียส
4. นำน้ำที่ได้ไปบรรจุกระป๋อง ที่ผ่านการลวกแล้ว
5. ปิดฝา จากนั้นนำไปผ่านเครื่องไล่อากาศ แล้วผนึกฝา
6. นำเข้า retort ที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที

หมายเหตุ วิธีการดังกล่าวเป็นวิธีทำของ Treatment 1 ส่วน Treatment 2 และ 3 มีวิธีทำเช่นเดียวกับ Treatment 1 แต่ต้องเติม Pectin ในช่วง การเติมน้ำเชื่อม โดยต้องผสม pectin ให้เข้ากับน้ำเชื่อมเสียก่อนนำไปผสมกับน้ำผสม

#### ผลการทดลอง

ตารางที่ 2.4 แสดงผลการทดลอง โดยแสดง °Brix, pH ที่ได้ ณ ขั้นตอนต่างๆ

|             | น้ำถั่วแดง |      | น้ำข้าวกล้อง |      | น้ำข้าวกล้อง ถั่วแดง |      |         |      |
|-------------|------------|------|--------------|------|----------------------|------|---------|------|
|             |            |      |              |      | เริ่มต้น             |      | สุดท้าย |      |
|             | °Brix      | pH   | °Brix        | PH   | °Brix                | pH   | °Brix   | pH   |
| Treatment 1 | 3          | 6.51 | 0            | 6.40 | 1.7                  | 6.50 | 14      | 6.17 |
| Treatment 2 |            |      |              |      |                      |      | 15      | 5.88 |
| Treatment 3 |            |      |              |      |                      |      | 13      | 5.80 |

จากการทดลองในครั้งที่ 1 พบว่า Treatment ที่เหมาะสมเพื่อนำไปทดลองในการทดลองครั้งที่สอง คือ Treatment 1 คือ Treatment ที่ไม่มีการเติม Pectin ลงไปเป็นส่วนผสม

#### การทดลองครั้งที่ 2

กำหนดคุณสมบัติสุดท้าย ของน้ำข้าวกล้อง ถั่วแดง บรรจุกระป๋อง

°Brix สุดท้าย เท่ากับ 11

อัตราส่วนระหว่าง น้ำถั่วแดง : ข้าวกล้อง = 2 : 1

มี 4 Treatment โดยมี Treatment ละ 5 ขั้ว รวม 20 กระป๋อง ดังนี้

- Treatment 1    เมล็ดถั่วแดง : น้ำ = 1 : 4 ; เมล็ดข้าวกล้อง : น้ำ = 1 : 5  
 Treatment 2    เมล็ดถั่วแดง : น้ำ = 1 : 3 ; เมล็ดข้าวกล้อง : น้ำ = 1 : 5  
 Treatment 3    เมล็ดถั่วแดง : น้ำ = 1 : 4 ; เมล็ดข้าวกล้อง : น้ำ = 1 : 4  
 Treatment 4    เมล็ดถั่วแดง : น้ำ = 1 : 4 ; เมล็ดข้าวกล้อง : น้ำ = 1 : 4

### วิธีทำ

วิธีการเตรียมน้ำถั่วแดง น้ำข้าวกล้อง และวิธีทำน้ำข้าวกล้อง ถั่วแดง เหมือนวิธีทำในครั้งที่ 1 แต่เปลี่ยนจากการแช่ถั่วแดง 1 คืน เป็นการต้มถั่วแดงที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 ชั่วโมง เพื่อให้ถั่วแดงสุก และลดระยะเวลาในการทำ

### ผลการทดลอง

ตารางที่ 2.5 แสดงผลการทดลอง โดยแสดง °Brix, pH ที่ได้ ณ ขั้นตอนต่างๆ

|             | น้ำถั่วแดง |      | น้ำข้าวกล้อง |      | น้ำข้าวกล้อง ถั่วแดง |      |         |      |
|-------------|------------|------|--------------|------|----------------------|------|---------|------|
|             |            |      |              |      | เริ่มต้น             |      | สุดท้าย |      |
|             | °Brix      | pH   | °Brix        | pH   | °Brix                | PH   | °Brix   | PH   |
| Treatment 1 | 3          | 6.49 | 0            | 6.48 | 2                    | 6.49 | 13      | 6.35 |
| Treatment 2 | 2          | 6.52 | 0            | 6.51 | 2                    | 6.51 | 11      | 6.32 |
| Treatment 3 | 3          | 6.49 | 0            | 6.48 | 2                    | 6.49 | 12      | 6.39 |
| Treatment 4 | 2          | 6.52 | 0            | 6.51 | 2                    | 6.52 | 12      | 6.40 |

ตารางที่ 2.6 แสดงผลการทดสอบประสาทสัมผัสของน้ำข้าวกล้อง ถั่วแดงบรรจุกระป๋อง

|             | ลักษณะเนื้อสัมผัส                                                                                          |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Treatment 1 | มีเนื้อสัมผัส รสชาติ กลิ่นอ่อนที่สุดในบรรดา 4 Treatment                                                    |
| Treatment 2 | มีสีแดงเข้ม เข้มกว่า Treatment อื่นๆ มีกลิ่นของถั่วแดงชัดเจน<br>มีกลิ่นของข้าวกล้องอยู่พอประมาณ มีรสชาติดี |
| Treatment 3 | มีสีแดงอ่อนรองจาก treatment 2 และ 4 แต่มีกลิ่นของข้าวกล้องชัดเจน<br>มีรสชาติดีปานกลาง                      |
| Treatment 4 | มีสีแดงเข้มที่สุด มีทั้งกลิ่นของถั่วแดงและข้าวกล้องอย่างชัดเจน มีรสชาติดี                                  |

### วิจารณ์ผลการทดลอง

1. การทดลองครั้งที่ 1 เป็นการทดสอบผลของเพคตินต่อการคงตัวของน้ำข้าวกล้อง ถั่วแดง พบว่า Treatment ที่ไม่เพิ่มเพคตินก็มีความคงตัวที่เหมาะสมเพียงพอแล้ว จึงไม่จำเป็นที่จะต้องเพิ่มเพคตินลงไปอีก
2. น้ำธัญพืชมีลักษณะข้นเพิ่มขึ้นหลังจากผ่านการฆ่าเชื้อที่ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที แล้ว อาจเกิดจากการเกิดกระบวนการ gelatinization เนื่องจากธัญพืชจำพวกนี้จะมีสารประกอบจำพวกแป้งสูง
3. pH และ °Brix ของทั้งน้ำถั่วแดง และน้ำข้าวกล้องมีความแตกต่างกันไม่มากนัก เมื่อนำมาผสมกันในอัตราส่วนที่ต้องการจึงเห็นการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก

### สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองโครงการการผลิตเครื่องดื่มธัญพืช โดยใช้ส่วนผสม ได้แก่ ข้าวกล้องและถั่วแดง พบว่าไม่มีความจำเป็นที่จะต้องมีการเพิ่มเพคตินลงไป เนื่องจากมีความตัวเครื่องดื่มเองมีความคงตัวเพียงพอแล้วและในการทดลองครั้งที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของรสชาติ เนื้อสัมผัส กลิ่น สี เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของน้ำข้าวกล้องและถั่วแดง Treatment 4 มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับการผลิตเครื่องดื่มชนิดนี้ แต่จะต้องใช้ปริมาณ ข้าวกล้องและถั่วแดงสูงกว่า Treatment อื่นๆ ดังนั้น Treatment 2 จึงเป็นตัวเลือกที่ดีรองลงมาจาก Treatment 4

### ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการกรองน้ำข้าวกล้อง และน้ำถั่วแดงให้ใสมากที่สุด เท่าที่จะทำได้ก่อนการผลิต เพื่อลดปัญหาการเกิดกระบวนการ gelatinization ของแป้ง
2. ควรทำให้ถั่วแดงสุกก่อนการผลิตเป็นน้ำ เพื่อยับยั้งปัญหาการเกิดกลิ่นเหม็นเขียว

มะละกอเชื่อมอบแห้ง

Dried Papaya Candy

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



## การทำผักและผลไม้แช่อิ่ม

### วัตถุดิบ

1. ผักและผลไม้ ต้องเลือกผักและผลไม้ที่เก็บสุก มีเนื้อแข็งแน่นไม่นุ่มและไม่น่าเสีย และอยู่ในฤดูกาลของมัน ซึ่งจะทำให้วัตถุดิบมีราคาถูกและมีปริมาณมาก เพียงพอที่จะทำการแปรรูปได้

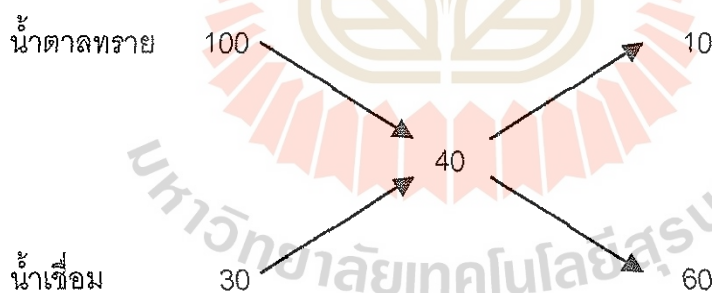
ผลไม้ : มะละกอ, มะม่วงและ สับปะรด

ผัก : มะเขือเทศ หรือพริกเขียว

2. น้ำตาลทราย มีสีขาวบริสุทธิ์
3. กรดมะนาวใช้กรดสำหรับอาหาร
4. โซเดียมเมตาไบซัลเฟต
5. แคลเซียมคลอไรด์

### การปรับความเข้มข้นของน้ำเชื่อมให้สูงขึ้นโดยการเติมน้ำตาลทรายลงไป

เมื่อต้องการเตรียมน้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้น  $40^{\circ}\text{Brix}$  จากน้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้น  $30^{\circ}\text{Brix}$  โดยการเติมน้ำตาลที่มีคุณสมบัติ เท่ากับ  $100^{\circ}\text{Brix}$  โดยใช้สูตรเพียร์สันสแควร์ ดังนี้



ดังนั้นในการเตรียมน้ำเชื่อมความเข้มข้น  $40^{\circ}\text{Brix}$  จากน้ำเชื่อม  $30^{\circ}\text{Brix}$  โดยการเติมน้ำตาลทราย ซึ่งเราถือว่ามีความสมบัติ เท่ากับ  $100^{\circ}\text{Brix}$  ลงไปในน้ำเชื่อมเข้มข้น  $30^{\circ}\text{Brix}$

ถ้ามีน้ำเชื่อม  $30^{\circ}\text{Brix}$  อยู่ 1 กิโลกรัม จะต้องเติมน้ำตาล  $(10/60) \times 1000 = 166.67$  กรัม จะทำให้ได้น้ำเชื่อม  $40^{\circ}\text{Brix}$  ในปริมาณ  $1000 + 166.67 = 1166.67$  กรัม

### แผนการทดลอง

กำหนดให้ °Brix สุดท้ายของน้ำเชื่อม เท่ากับ 65 °Brix และให้มี 2 treatment คือ Treatment ของมะละกอดูก และมะละกอกห้าม โดยแต่ละ Treatment จะมี sub treatment ดังนี้

#### Treatment 1 มะละกอดูก

|                  |                                            |
|------------------|--------------------------------------------|
| Subtreatment 1.1 | 0.5% แคลเซียมคลอไรด์                       |
| Subtreatment 1.2 | 0.8% แคลเซียมคลอไรด์                       |
| Subtreatment 1.3 | 0.5% แคลเซียมคลอไรด์ + 0.02% KMS (30 นาที) |

#### Treatment 2 มะละกอกห้าม

|                  |                                              |
|------------------|----------------------------------------------|
| Subtreatment 2.1 | Control                                      |
| Subtreatment 2.2 | 0.5% แคลเซียมคลอไรด์ + 0.02% KMS (30 นาที)   |
| Subtreatment 2.3 | 0.5% แคลเซียมคลอไรด์ + 0.02% KMS (1 ชั่วโมง) |

### อุปกรณ์และสารเคมี

1. มะละกอนิดสุกและห้ามอย่างละ 1 ส่วน
2. กรดซิตริก
3. KMS (โปตัสเซียมเมตาไบซัลเฟต)
4. แคลเซียมคลอไรด์
5. น้ำสะอาด
6. น้ำตาลทรายขาว
7. เครื่องชั่ง
8. ขวดโหลสำหรับบรรจุผลไม้แช่อิ่ม
9. Thermometer
10. Refractometer
11. เตาแก๊ส หรือ Hot plate
12. เครื่องมือทำครัว เช่น หม้อ ผ้ากรอง มีด เขียง เป็นต้น

### วิธีการทดลอง

1. ทำความสะอาดมะละกอด้วยน้ำสะอาด นำไปหั่นให้เป็นรูปลูกเต๋า
2. นำไปแช่ในกรดซิตริก 0.5% (W/V) เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นนำไปสะเด็ดน้ำ

3. นำไปแช่แคลเซียมคลอไรด์ตามข้อกำหนดของแต่ละ Treatment ส่วนที่ไม่ได้กำหนดเวลาไว้ให้แช่ 30 นาที (ยกเว้น ชุด control ไม่ต้องนำไปแช่สารละลายแคลเซียมคลอไรด์) ล้างน้ำให้สะอาด ทิ้งให้สะเด็ดน้ำ
4. นึ่งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที หรือจนกว่าซึ่มะละกอกจะนิ่ม
5. เตรียมน้ำเชื่อม 35 °Brix เติมกรดซิตริก 0.2% ของน้ำหนักน้ำเชื่อม จากน้ำเดิม KMS ตามที่กำหนด (เฉพาะ sub treatment 1.3, 2.2, และ 2.3)
6. บรรจุใส่ในโหล โดยให้ชั้นของมะละกอกจมน้ำอยู่ตลอดเวลา ทิ้งไว้ค้างคืน
7. เมื่อครบ 1 คืนแล้ว นำส่วนของซึ่มะละกอกออกให้เหลือแต่น้ำเชื่อม จากนั้นวัด °Brix เพื่อเพิ่ม °Brix เข้าไปอีก 10 ทำเช่นนี้ทุกวันจนน้ำเชื่อมมี °Brix เท่ากับ 65 ทิ้งค้างไว้ 1 คืน
8. นำซึ่มะละกอกออกมาสะเด็ดน้ำ จากนั้นนำไปอบแห้ง ด้วยเครื่อง Solar Dryer หรือ Hot air ก็ได้
9. นำซึ่มะละกอกที่ได้มาวัด %ความชื้น บันทึกผล ตรวจสอบสี เนื้อสัมผัส และรสชาติ

#### ผลการทดลอง

##### ตารางที่ 3.1 แสดงปริมาณความชื้นหลังการอบแห้งแล้ว

|                  | %ความชื้น |          |        |
|------------------|-----------|----------|--------|
|                  | ซ้ำที่ 1  | ซ้ำที่ 2 | เฉลี่ย |
| Subtreatment 1.1 | 11.85     | 11.42    | 11.635 |
| Subtreatment 1.2 | 11.88     | 12.60    | 12.240 |
| Subtreatment 1.3 | 10.99     | 10.60    | 10.795 |
| Subtreatment 2.1 | 10.75     | 11.54    | 11.145 |
| Subtreatment 2.2 | 10.05     | 10.13    | 10.090 |
| Subtreatment 2.3 | 12.11     | 12.15    | 12.130 |

ตารางที่ 3.2 แสดงลักษณะเนื้อสัมผัสของมะละกอแช่อิ่มอบแห้ง

| Treatment        | ลักษณะเนื้อสัมผัส                                                      |
|------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Subtreatment 1.1 | ทั้ง 3 มีลักษณะดีแฉงสด เนื้อสัมผัสและ เมื่อมีการสัมผัส                 |
| Subtreatment 1.2 |                                                                        |
| Subtreatment 1.3 |                                                                        |
| Subtreatment 2.1 | มีสีแฉงซีด แข็ง มีความหวานน้อยที่สุดในบรรดา 3 subtr. ที่ใช้มะละกอห่าม  |
| Subtreatment 2.2 | มีสีแฉงสด เนื้อสัมผัสค่อนข้างแข็ง รสชาติหวานมีกลิ่นหอม แต่มีผลึกน้ำตาล |
| Subtreatment 2.3 | มีสีแฉงสด เนื้อสัมผัสค่อนข้างนุ่ม มีรสหวาน กลิ่นหอม ไม่มีผลึกน้ำตาล    |

#### วิจารณ์ผลการทดลอง

1. การแช่มะละกอ หรือผลไม้ต่างๆ ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ก่อนการแช่อิ่มนั้นช่วยในการรักษาเนื้อสัมผัสให้มีความคงตัวและแน่นเพิ่มขึ้น ทำให้เนื้อสัมผัสไม่เปื่อยยุ่ยในระหว่างการแช่อิ่ม
2. มีการเติมกรดซิตริกเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการตกผลึกของน้ำตาลเมื่อมีความเข้มข้นเกิน 65 °Brix ขึ้นไป จะช่วยให้น้ำตาลบางส่วนเปลี่ยนเป็นน้ำตาลอินเวอร์ท์ได้
3. ในการอบแห้งนั้นระหว่างการใช้เครื่อง Solar dryer และ เครื่องเป่าลมร้อน จะทำให้มะละกออบแห้งที่ได้มีความแตกต่างกัน คือ Solar dryer จะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะของเนื้อสัมผัส สี กลิ่น และรสชาติที่ดีกว่า การใช้เครื่องเป่าลมร้อน และใช้ระยะเวลาในการอบน้อยกว่าอีกด้วย

#### สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองการทำมะละกอแช่อิ่มอบแห้ง พบว่า เมื่อนำวัตถุดิบเริ่มต้น คือ มะละกอสุกและมะละกอห่าม มาเปรียบเทียบ มะละกอสุกจะให้เนื้อสัมผัสที่นุ่มและ ไม่นำรับประทานแต่จะให้สีสดกว่า มะละกอห่าม %ความชื้นจะอยู่ในช่วงระหว่าง 10-12%

#### ข้อเสนอแนะ

ควรหั่นมะละกอในลักษณะลูกเต๋าที่มีขนาดพอประมาณ จะไม่ทำให้เมื่ออบแห้งแล้ว มะละกอแห้งจนเกินไป ไม่นำรับประทาน

# เครื่องดื่มผักผลไม้รวมบรรจุกระป๋อง



## เครื่องดื่มน้ำผักและผลไม้รวม ( แครอท : สับปะรด : ส้ม : มะนาว )

### วัตถุประสงค์

1. เพิ่มมูลค่าให้กับวัตถุดิบ ภายในสถานประกอบการ
2. เพื่อศึกษาวิธีการผลิตน้ำผักผลไม้รวมบรรจุกระป๋อง
3. เพื่อทำการพัฒนาและปรับปรุงผลิตภัณฑ์

### บทนำ

#### แครอท

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Daucus carota*

วงศ์ : Umbelliferae

แครอทเป็นพืชที่มีปลูกทั่วไปในเขตอบอุ่น ออกดอกประมาณเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม ดอกชั้นนอกสีชมพู ตรงกลางสีม่วงแดง หัวแครอทมีลักษณะคล้ายหัวผักกาด เปลือกและเนื้อมีสีส้ม แครอทมีคุณค่าทางอาหารดังแสดงในตารางที่ 4.1 และพบว่าคนที่รับประทานแครอทจะมีโอกาสเสี่ยงต่อการเป็นโรคมะเร็งบางชนิดน้อยลง เช่น มะเร็งในกระเพาะ ในลำไส้ คอหอย ปอด และกระเพาะปัสสาวะ

ตารางที่ 4.1 คุณค่าทางอาหารต่อร่างกายของแครอท 100 กรัม ในส่วนที่กินได้

| คุณค่าทางอาหาร      | ปริมาณ |
|---------------------|--------|
| แคลอรี (หน่วย)      | 56     |
| คาร์โบไฮเดรต (กรัม) | 12.5   |
| โปรตีน (กรัม)       | 1.5    |
| ไขมัน (กรัม)        | 0.5    |
| เส้นใย (กรัม)       | 1.0    |
| แคลเซียม (มก.)      | 58     |
| เหล็ก (มก.)         | 1.8    |
| ฟอสฟอรัส (มก.)      | 26     |
| วิตามินเอ (หน่วย)   | 18,550 |

| คุณค่าทางอาหาร    | ปริมาณ |
|-------------------|--------|
| วิตามินบี 1 (มก.) | 0.04   |
| วิตามินบี 2 (มก.) | 0.04   |
| ไนอะซิน (มก.)     | 0.6    |
| วิตามินซี (มก.)   | 9.0    |

### สับปะรด

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Ananas comosus* Linn.

วงศ์ : Bromeliaceae

สับปะรดเป็นพืชที่เจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อน บริเวณใกล้ชายทะเลมีระดับอุณหภูมิและความชื้นไม่แปรปรวนมากนัก พันธุ์สับปะรดที่นิยมปลูกกันมากคือพันธุ์ปัตตาเวีย เพราะมีคุณสมบัติเหมาะสมทั้งในการใช้บริโภคผลสด และใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม ผลผลิตส่วนใหญ่จะแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์สับปะรดกระป๋องชนิดต่างๆ สับปะรดนั้นเป็นผลไม้ที่มีทั้งวิตามิน เกลือแร่ และกากใยอาหาร ในเนื้อหรือน้ำสับปะรดมีเอนไซม์โบรมิเลน (bromelain) เป็นน้ำย่อยที่ช่วยย่อยพวกเนื้อสัตว์ให้อ่อนนุ่ม ช่วยลดภาระน้ำย่อยในร่างกายและยังเป็นยาช่วยเจริญอาหารด้วย คุณค่าทางอาหารของสับปะรดนั้นแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 4.2 คุณค่าทางอาหารของสับปะรดจากส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม

| คุณค่าทางอาหาร       | ปริมาณ |
|----------------------|--------|
| พลังงาน (กิโลแคลอรี) | 47     |
| โปรตีน (กรัม)        | 0.7    |
| ไขมัน (กรัม)         | 0.3    |
| คาร์โบไฮเดรต (กรัม)  | 11.6   |
| แคลเซียม (มก.)       | 8.48   |
| ฟอสฟอรัส (มก.)       | 11.34  |
| เหล็ก (มก.)          | 0.27   |
| วิตามินบี 1 (มก.)    | 0.06   |
| วิตามินบี 2 (มก.)    | 0.03   |

| คุณค่าทางอาหาร     | ปริมาณ |
|--------------------|--------|
| ไนอาซีน (มก.)      | 0.3    |
| วิตามินซี (มก.)    | 22     |
| เบต้า-แคโรทีน (RE) | 1.83   |
| ใยอาหาร (กรัม)     | 1.2    |

### ส้มเขียวหวาน

ชื่อสามัญ : Mandarin หรือ Tangerine

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Citrus reticulata* Blanco หรือ *C.nobilis* Andrews (non Lour.)

วงศ์ : Rutaceae

ส้มเขียวหวานนั้นมีปลูกอยู่ทุกภาคของประเทศไทยและเป็นผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ส้มเขียวหวานนั้นเป็นที่นิยมในการบริโภคเป็นอาหารว่าง อีกทั้งยังมีคุณค่าทางอาหารสูง ซึ่งแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 4.3 คุณค่าทางอาหารของส้มเขียวหวานจากส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม

| คุณค่าทางอาหาร        | ปริมาณ |
|-----------------------|--------|
| คาร์โบไฮเดรต (กรัม)   | 9.9    |
| โปรตีน (กรัม)         | 0.6    |
| ไขมัน (กรัม)          | 0.2    |
| แคลเซียม (มก.)        | 31     |
| เหล็ก (มก.)           | 0.8    |
| ฟอสฟอรัส (มก.)        | 18     |
| วิตามินเอ (หน่วยสากล) | 4,000  |
| วิตามินซี (มก.)       | 18     |
| วิตามินบี 1 (มก.)     | 0.04   |
| วิตามินบี 2 (มก.)     | 0.05   |
| เส้นใย (กรัม)         | 0.2    |
| ความชื้น (กรัม)       | 88.7   |
| แคลอรี (หน่วย)        | 44     |

## มะนาว

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Citrus aurantifolia* (Christm) Swing

วงศ์ : Rutaceae

มะนาวเป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็ก เจริญเติบโตได้ในดินทุกชนิด ผลมีลักษณะกลมเปลือกบางเรียบ มีน้ำมากรสเปรี้ยวจัด ช่วงผลที่แก่จัดของมะนาวเปลือกจะมีรสขมของน้ำมันหอมระเหยซึ่งมีฤทธิ์ในการช่วยขับลมได้ดี แก้วทั้งขีดท้องเพื่อได้ ส่วนน้ำมะนาวมีสารเคมีหลายชนิดที่มีคุณสมบัติเป็นยาขับเสมหะ รักษาโรคเลือดออกตามไรฟัน ลดอาการไอ มะนาวมีคุณค่าทางอาหารดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4.4 คุณค่าทางอาหารแก่ร่างกายของมะนาว 100 กรัม ในส่วนที่รับประทานได้

| คุณค่าทางอาหาร      | ปริมาณ |
|---------------------|--------|
| แคลอรี (หน่วย)      | 40     |
| คาร์โบไฮเดรต (กรัม) | 6.3    |
| โปรตีน (กรัม)       | 0.8    |
| ไขมัน (กรัม)        | 2.4    |
| เส้นใย (กรัม)       | 0.3    |
| แคลเซียม (มก.)      | 17     |
| เหล็ก (มก.)         | 0.1    |
| ฟอสฟอรัส (มก.)      | 11     |
| วิตามินเอ (หน่วย)   | 30     |
| วิตามินบี 1 (มก.)   | 0.02   |
| วิตามินบี 2 (มก.)   | 0.02   |
| ไนอะซิน (มก.)       | 0.2    |
| วิตามินซี (มก.)     | 52     |

### แผนการทดลอง

°Brix สูดท้ายของน้ำผักผลไม้ เท่ากับ 13

### ส่วนผสม

น้ำผักผลไม้ : น้ำ = 60 : 40

ตารางที่ 4.5 แสดงปริมาณน้ำผักผลไม้ใน Treatment ต่างๆ

|             | น้ำแครอท | น้ำส้ม | น้ำสับปะรด | น้ำมะนาว |
|-------------|----------|--------|------------|----------|
| Treatment 1 | 15%      | 15%    | 15%        | 15%      |
| Treatment 2 | 30%      | 15%    | 10%        | 5%       |
| Treatment 3 | 15%      | 30%    | 10%        | 5%       |
| Treatment 4 | 17.5%    | 15%    | 22.5%      | 5%       |

### วิธีการทดลอง

1. นำน้ำผักและน้ำผลไม้ที่ได้เตรียมไว้ผสมกันในอัตราส่วนตามตาราง วัด pH, °Brix เริ่มต้น เพื่อใช้ในการคำนวณปริมาณน้ำเชื่อมที่ต้องเติมลงไป
2. นำน้ำผสมไปตั้งไฟจนอุ่น จากนั้นเติมน้ำเชื่อมที่คำนวณแล้วลงไป กวนให้เข้ากัน อย่างสม่ำเสมอ
3. ใช้ น้ำเชื่อมปรับจนได้ °Brix ตามต้องการ จากนั้นเพิ่มความร้อนต่อไปจนกระทั่งถึง 70 องศาเซลเซียส แล้วยกลง
4. บรรจุลงในกระป๋องที่ทำความสะอาดแล้ว ปิดฝา
5. นำเข้าเครื่องได้อากาศ ผนึกฝากระป๋อง จากนั้นนำเข้าเครื่องฆ่าเชื้อ ที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที นำออกมาหล่อเย็น แล้วจึงนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสต่อไป

### ผลการทดลอง

|          |       |               |
|----------|-------|---------------|
| น้ำส้ม   | °Brix | เริ่มต้น 9.2  |
|          | pH    | เริ่มต้น 4.02 |
| น้ำมะนาว | °Brix | เริ่มต้น 6.2  |
|          | pH    | เริ่มต้น 2.70 |

น้ำแครอท      °Brix เริ่มต้น 4.0  
                          pH เริ่มต้น 6.09  
 น้ำสับปะรด    °Brix เริ่มต้น 12.2  
                          pH เริ่มต้น 3.77

ตารางที่ 4.6 แสดงค่า °Brix, pH เริ่มต้นและสุดท้ายของน้ำผักผลไม้รวม ใน treatment ต่างๆ

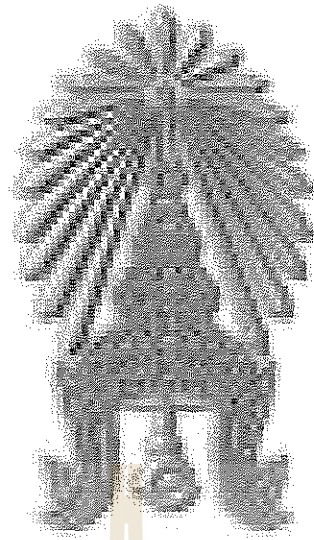
|             | °Brix เริ่มต้น | pH เริ่มต้น | °Brix สุดท้าย | pH สุดท้าย |
|-------------|----------------|-------------|---------------|------------|
| Treatment 1 | 4.4            | 3.72        | 15.5          | 3.16       |
| Treatment 2 | 3.8            | 3.51        | 13.0          | 3.43       |
| Treatment 3 | 4.2            | 3.52        | 13.0          | 3.45       |
| Treatment 4 | 5.0            | 3.44        | 12.5          | 3.37       |

หมายเหตุ: โครงการงานเรื่องนี้ผู้ประกอบการให้หาสูตรของน้ำที่เหมาะสมเท่านั้น

สรุป

สูตรที่เหมาะสม คือ Treatment 2, 3 และ 4

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



ส่วนที่ 2

โรงน้ำผลไม้บรรจุกระป๋อง

โรงอบผลไม้แห้ง

โครงการสวนพระองค์ สวนจิตรลดา

ROYAL CHITRALADA PROJECT

## รายงานสหกิจศึกษา

### เรื่อง

### ลักษณะการประกอบการของสถานประกอบการ และวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของนักศึกษา

#### บทนำ

#### ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ

โรงงานน้ำผลไม้บรรจุกระป๋อง และโรงอบผลไม้แห้ง ตั้งอยู่ในโครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดา พระราชวังดุสิต สวนจิตรลดา ถนนราชวิถี แขวงสวนจิตรลดา เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10303 ติดต่อโครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดา โทร. ๒๔๒-๘๒๐๐, ๒๔๒-๐๔๒๐

#### ลักษณะของสถานประกอบการ

โดยที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ได้เสด็จเยี่ยมราษฎรในทั่วทุกภูมิภาคของประเทศ และได้ทราบถึงปัญหาต่างๆ ที่สร้างความเดือดร้อนให้กับพสกนิกรของพระองค์ โดยเฉพาะทางด้านการเกษตร การเลี้ยงสัตว์ และอื่นๆ จึงมีพระราชดำริที่จะแก้ไขปัญหาลำนั้น



โดยใช้พื้นที่ส่วนหนึ่งในบริเวณพระตำหนักจิตรลดารโหฐานเป็นที่ตั้งของโครงการส่วนพระองค์เกี่ยวกับการเกษตร คล้ายกับจำลองความเป็นอยู่และการประกอบอาชีพของราษฎรจากภาคต่างๆทั่วประเทศมาอยู่ในบริเวณที่ประทับ เพื่อจะได้ทดลองหาวิธีแก้ไขปัญหาดังกล่าวให้ถูกต้องและตรงจุดด้วยพระองค์เอง



โครงการส่วนพระองค์แบ่งออกเป็น ๒ แบบ คือ

๑. โครงการแบบไม่ใช่ธุรกิจ
๒. โครงการแบบกึ่งธุรกิจ

วัตถุประสงค์ในการดำเนินงาน

๑. เป็นโครงการทดลอง
๒. เป็นโครงการตัวอย่าง
๓. เป็นโครงการซึ่งไม่หวังผลกำไรตอบแทน

ในการดำเนินงานของโครงการส่วนพระองค์นั้น ได้เน้นหนักให้เห็นถึงการใช้อย่างมีประสิทธิภาพ ทรัพยากรธรรมชาติ และปัจจัยทางการเกษตรที่ประเทศไทยเรามีอยู่ นำมาใช้สอยอย่างประหยัด และให้ได้ประโยชน์สูงสุด ด้วยขั้นตอนการผลิตที่สามารถทำได้ไม่ยากนัก โดยคำนึงถึงการใช้อย่างประหยัดทั้งงบประมาณและเวลา อีกทั้งอาศัยความเจริญทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการศึกษา ค้นคว้า และทดลอง เพื่อรวบรวมข้อมูลและผลที่ได้จากการทดลองนำไปเผยแพร่เพื่อเป็นตัวอย่างสำหรับการเกษตร และประชาชนทั่วไปที่สนใจในโครงการส่วนพระองค์นี้

โครงการแบบไม่ใช่ธุรกิจ เป็นโครงการที่สนองแนวพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เกี่ยวกับการพัฒนาประสิทธิภาพการผลิตทางการเกษตร ทรงให้ความสำคัญกับการเพิ่มพูนคุณภาพชีวิตของเกษตรกรในระยะยาวโดยมีแนวทางที่สำคัญคือ การทำให้เกษตรกรสามารถพึ่งตนเองได้ทางด้านอาหาร และสนับสนุนให้มีรายได้เพิ่มขึ้นนอกเหนือไป จากภาคเกษตร อีกทั้งเน้นการพัฒนาและอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ ตัวอย่างโครงการเหล่านี้ได้แก่

- ☸ ปลาหมอเทศ
- ☸ ปลานิล
- ☸ การผลิตแก๊สชีวภาพ
- ☸ นาข้าวทดลอง
- ☸ ป่าไม้สาธิต
- ☸ เชื้อเพลิงเขียว
- ☸ โครงการบำบัดน้ำเสีย
- ☸ เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช
- ☸ โครงการหวาย
- ☸ โครงการทดลองปลูกพืชโดยปราศจากดิน
- ☸ โรงหล่อเทียนหลวง
- ☸ สหรัยเกลียวทอง
- ☸ ห้องปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์

โครงการกึ่งธุรกิจ เป็นโครงการทดลองแปรรูปผลิตภัณฑ์จากการเกษตร ซึ่งมีการจัดผลิตภัณฑ์ออกจำหน่ายในราคาย่อมเยาในรูปแบบที่ไม่หวังผลกำไร แต่มุ่งส่งเสริมให้ประชาชนบริโภคสินค้าที่ผลิตได้ในประเทศไทยซึ่งมีคุณภาพและราคาไม่แพงโครงการเหล่านี้ได้แก่

- ☸ โรงโคนมสวนจิตรลดา
- ☸ ศูนย์รวมนม
- ☸ โรงนมผงสวนดุสิต
- ☸ โรงนมเม็ด

- ☸ โรงเนยแข็ง-ไอศกรีม
- ☸ โรงผลิตน้ำผลไม้
- ☸ โรงอบผลไม้
- ☸ โรงผลิตน้ำผลไม้กระป๋อง
- ☸ โรงสีข้าวทอดลง
- ☸ โรงบด-อัดแกลบ
- ☸ โรงกระดาษสา
- ☸ โรงปุ๋ยอินทรีย์
- ☸ โรงอาหารปลา
- ☸ โรงเพาะเลี้ยงเห็ด



### โรงน้ำผลไม้บรรจุกระป๋อง

ในปี พ.ศ. ๒๕๓๕ ได้ก่อสร้าง โรงน้ำผลไม้บรรจุกระป๋อง เพื่อเป็นโรงงานต้นแบบ และครบวงจรของการผลิตน้ำผลไม้ ซึ่งได้จัดทำไปแล้ว อันได้แก่ การผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น น้ำผลไม้พาสเจอร์ไรส์ น้ำผลไม้บรรจุกระป๋อง เพื่อเป็นต้นแบบให้แก่เกษตรกรและ

ผู้ที่สนใจ สามารถเข้ามาศึกษานำความรู้ในการ ผลิตน้ำผลไม้แต่ละชนิดไปใช้ประโยชน์ต่อไป

ผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้บรรจุกระป๋องที่ผลิตได้ มีดังต่อไปนี้

น้ำเห็ดหลินจือผสมน้ำผึ้ง

Ganoderma drink with honey

น้ำมะตูม

Bael fruit drink

น้ำตะไคร้

Lemongrass drink

น้ำแห้ว

Water Chestnut drink

น้ำมะขาม

Tamarind juice

น้ำเก๊กฮวย

Chrysanthemum drink

น้ำลำไย

Longan juice

น้ำขิง

Ginger drink

น้ำมะม่วง

Mango juice

กาแฟดำ

Black coffee

น้ำมะนาว

Lime juice

น้ำขึ้นฉ่าย

Celery drink

น้ำมะเขือเทศ

Tomato juice

น้ำส้ม

Orange juice

น้ำสับปะรด

Pineapple juice

น้ำสับปะรดผสมแพชชั่น

Pineapple with passion fruit juice

น้ำกระเจี๊ยบ

Roselle drink

น้ำเห็ดหลินจือผสมเก็กฮวย

Ganoderma with Chrysanthemum drink

น้ำหวานลำไย

Longan flavoured drink

น้ำมะนาวรสน้ำผึ้ง

Honey flavoured lime juice

นอกจากจะผลิตน้ำผลไม้บรรจุกระป๋องแล้ว ยังมีการผลิตผลิตภัณฑ์อื่นๆ ได้แก่ ใจัก  
กระป๋อง เป็นต้น



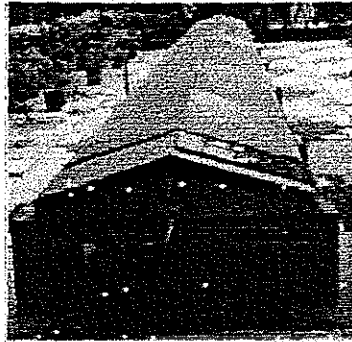
### โรงอบผลไม้แห้ง

ในปี พ.ศ. ๒๕๒๗ โครงการส่วนพระองค์  
สวนจิตรลดา ได้รับพระราชทานเครื่องอบผลไม้  
จากบริษัท ศิริวัฒน์ จำกัด ได้น้อมเกล้าถวาย  
สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี  
หลายปีแล้วไม่ได้ใช้งาน ระยะแรกเครื่องใช้งานใช้  
งานไม่ได้ผลดี จึงมีการปรับปรุง โดยได้รับความ  
ร่วมมือจากห้องปฏิบัติการพัฒนากระบวนการผลิต

สาขาวิจัยอุตสาหกรรม สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย โดยคุณ  
สมพงษ์ ซึ่งเสร็จสิ้นใช้งานได้ในปลายปี พ.ศ. ๒๕๒๘ และโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา  
ได้นำไปอบกระเทียมอบแห้ง

นอกจากจะผลิตกระเทียมอบแห้งแล้ว ยังสามารถผลิตกล้วยตาก คุกกี้กล้วยตาก แยม  
ผลไม้ น้ำผึ้งบรรจุหลอดและขวด อีกด้วย

## เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์



ในปี พ.ศ.2538 ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากรร่วมกับ สถาบันวิศวกรรมเกษตรสำหรับเมืองร้อน และเขตกึ่งเมืองร้อน มหาวิทยาลัยไฮเซนไฮม์ และภาคเอกชน สถาบันไอเซลเลน และบริษัทเกอสมูลเลอร์ประเทศเยอรมัน น้อมเกล้าฯ ถวายเครื่องอบแห้งพลังงาน

อาทิตย์ซึ่งสามารถอบผลิตผลทางการเกษตรต่างๆ เช่น เมล็ดธัญพืช เมล็ดถั่ว ผัก และผลไม้ พืชสมุนไพร ผลิตภัณฑ์เนื้อ และผลิตภัณฑ์ประมงเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์อบแห้งของโครงการสวนพระองค์ฯ ซึ่งเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ สามารถเป็นเครื่องต้นแบบให้เกษตรกรที่ทำอุตสาหกรรมกล้วยตากอบแห้งได้นำไปเป็นต้นแบบในการผลิตได้

### ตำแหน่งและลักษณะงานที่รับผิดชอบ

ตำแหน่งงาน เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานโรงงานน้ำผลไม้บรรจุกระป๋อง

งานที่ได้รับมอบหมาย ปฏิบัติงานในสายการผลิตน้ำผลไม้บรรจุกระป๋องชนิดต่างๆ การผลิตแยมผลไม้ การผลิตไส้บรรจุกระป๋อง การผลิตผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ การคำนวณต้นทุน กำไรผลิตภัณฑ์ต่างๆ ภายในโรงงาน จัดทำเอกสารวิธีการใช้และวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์ต่างๆ และจัดทำโครงการในส่วนที่ 1

Co-op Supervisor คุณน้ำทิพย์ กุหลาบ

ระยะเวลาในการปฏิบัติงาน 31 สิงหาคม – 9 ธันวาคม 2542

### วัตถุประสงค์ของการสหกิจศึกษา

1. เพื่อฝึกการปฏิบัติงานและนำความรู้ความสามารถไปใช้ได้
2. เพื่อฝึกทักษะในการแก้ปัญหา
3. เพื่อฝึกการปรับตัวและการทำงานร่วมกับผู้อื่น

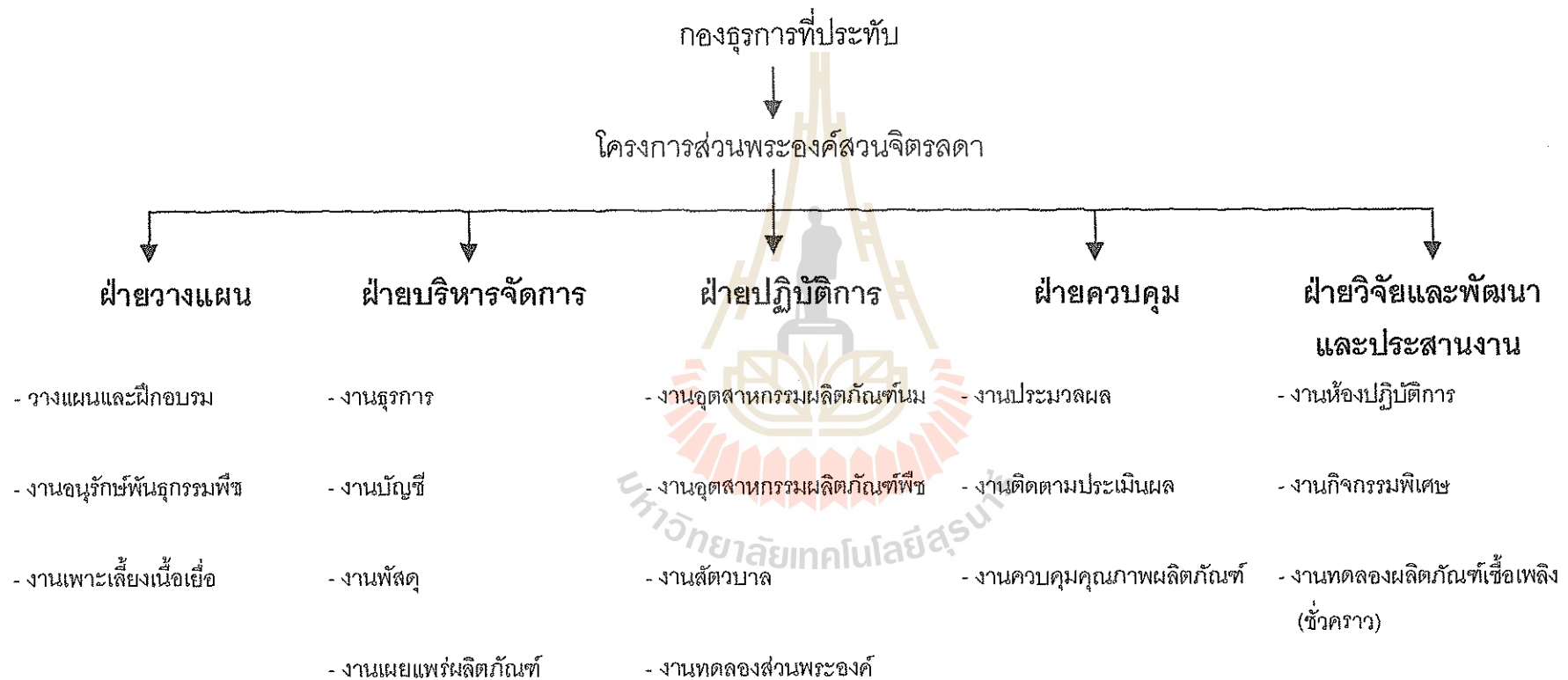
### สรุปผลการปฏิบัติงานโครงการสหกิจศึกษา

ในช่วงเวลา 16 สัปดาห์ ตั้งแต่ 31 สิงหาคม จนกระทั่งถึง 9 ธันวาคม 2542 ข้าพเจ้าได้รับมอบหมายในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม 2 ชนิด คือ น้ำข้าวกล้องงอกด้วยผงบรรจุกระป๋อง และน้ำผักผลไม้รวมบรรจุกระป๋อง (มะนาว-ส้ม-สับปะรด-แครอท) ผลิตภัณฑ์เยลลี่ 1 ชนิด คือ เยลลี่ส้ม และผลิตภัณฑ์แช่อิ่มอบแห้งอีก 1 ชนิด คือ มะละกอแช่อิ่มอบแห้ง แต่ในระยะเวลาอันจำกัดโครงการของข้าพเจ้าอาจยังไม่สมบูรณ์ 100% แต่ข้าพเจ้าคิดว่าโครงการของข้าพเจ้าสามารถนำไปเป็นพื้นฐานในการปรับปรุงและพัฒนาผลิตภัณฑ์ดังกล่าวได้ ในการปฏิบัติงานตามโครงการสหกิจศึกษานี้ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ คือ

1. เพื่อนำความรู้ที่ได้เรียนมาประยุกต์ใช้กับสถานประกอบการได้
2. สามารถแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้
3. สามารถปรับตัวและร่วมงานกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี

## การจัดองค์กรและการบริหารงาน

แผนผังการจัดองค์กรภายในโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา



\* โรงงานน้ำผลไม้บรรจุกระป๋องและโรงอบผลไม้แห้งอยู่ในส่วนของงานอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พืชโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา

# ภาคผนวก



ตารางที่ 1 Hydrocolloid use and function

| TYPE                | SOURCE           | FUNCTION                                                                  | EFFECT                                                                                                          |
|---------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Alginate<br>(ionic) | Brown Seaweed    | Stabilizer,<br>Suspending,<br>Thickening,<br>Emulsification,<br>Gelation, | No known risk<br>Exceptin excess<br>consumption as<br>soluble fibre                                             |
| Pectin              | Plant Cell Walls | Emulsifier,<br>Gelling Agent                                              | No risk<br>Reduction blood<br>cholesterol                                                                       |
| Agar                | Red seaweed      | Gelation,<br>Thickening,<br>Stabilizing,<br>Humectant                     | Flatulence<br>Temporary flatulence<br>Soluble Fibre                                                             |
| Carrageenan         | Irish Moss       | Stabilizing,<br>Thickening,<br>Suspending,<br>Gelling                     | No "Official" risk, but<br>some doubts of<br>carcinogenesis<br><u>synergistic</u> with N-<br>nitrosomethyl urea |
| Locust Bean Gum     | Carob tree       | Gelling,<br>Stabilizing,<br>Emulsifying,<br>Thickening                    | No risk<br>Possible reduction of<br>blood cholesterol<br>Soluble fibre                                          |
| Guar                | Leguminous tree  | Thickener,<br>Emulsion,<br>Stabilizer,<br>Suspending Agent                | No risk<br>Reduction of blood<br>cholesterol<br>Sugar control in<br>diabetics                                   |
| Tragacanth          | Tree exudate     | Emulsifier,<br>Stabilizer,<br>Thickener                                   | No risk<br>Contact dermatitis<br>reported                                                                       |

| TYPE               | SOURCE       | FUNCTION          | EFFECT                |
|--------------------|--------------|-------------------|-----------------------|
| Arabic<br>(acacia) | Tree exudate | Emulsifier,       | No risk               |
|                    |              | Stabilizer,       | Slight blood          |
|                    |              | Thickener         | cholesterol reduction |
| Xanthan            | Fermentation | Emulsifier,       | No risk               |
|                    |              | Stabilizer,       | Reduced serum         |
|                    |              | Thickener,        | cholesterol           |
|                    |              | Pseudoplasticiser |                       |

:the data concerning carrageenan is more properly assigned to low molecular weight fragments rather than the polymer itself.

#### ตารางที่ 2 Additives to avoid

| TYPE        | EFFECT                                   |
|-------------|------------------------------------------|
| Carrageenan | Possible link to liver damage            |
|             | Link to ulcers in colon and fetal damage |
| Tragacanth  | May cause intolerance                    |
|             | Linked to liver damage                   |

#### ตารางที่ 3 Percentage yield of carrageenan from various seaweed samples extracted for 3 hours at 90 °C - 100 °C in different

| Source of<br>carrageenan | Percentage yield, % |          |          |                         |
|--------------------------|---------------------|----------|----------|-------------------------|
|                          | Water               | 0.2%NaCl | 0.2%NaOH | 0.2%Ca(OH) <sub>2</sub> |
| <i>Acanthophora</i> sp   | 30.5                | 44.3     | 44.0     | 28.9                    |
| <i>Halymenia</i> sp.     | 31.6                | 39.4     | 35.2     | 35.2                    |
| <i>Hypnea</i> sp. 1      | 45.5                | 50.5     | 52.3     | 50.6                    |
| <i>Hypnea</i> sp. 2      | 55.2                | 59.2     | 57.0     | 57.4                    |
| <i>Laurencia</i> sp.     | 23.0                | 27.5     | 26.4     | 25.6                    |
| <i>Eucheuma cottonii</i> | 65.0                | 69.9     | 58.0     | 62.8                    |

(Ahmad, F.B. and Williams, P.A., 1992)

ตารางที่ 4 Physicochemical properties of carrageenan extracted from various species of seaweed.

| Source of carrageenan  | Intrinsic viscosity dl/g | 3,6-A.G % | Ester sulphate % | Gel strength G/cm <sup>3</sup> |
|------------------------|--------------------------|-----------|------------------|--------------------------------|
| <i>Acanthophora</i> sp | 9.00                     | 5.0       | 30.1             | Does not gel                   |
| <i>Halymenia</i> sp.   | 6.55                     | 32.0      | 17.5             | 300.9                          |
| <i>Hypnea</i> sp. 1    | 6.35                     | 35.0      | 16.1             | 310.0                          |
| <i>Hypnea</i> sp. 2    | 6.70                     | 34.5      | 17.2             | 305.8                          |
| <i>Laurencia</i> sp.   | 8.50                     | 5.6       | 29.2             | does not gel                   |
| <i>E. cottonii</i>     | 6.40                     | 38.5      | 17.8             | 320.8                          |

(Ahmad, F.B. and Williams, P.A., 1992)

ตารางที่ 5 Chemical compounds in Rice bean (/100 g sample of dried seed)

|                     |         |
|---------------------|---------|
| Thiamine (mg)       | 0.49    |
| Riboflavin (mg)     | 0.21    |
| Niacin (mg)         | 2.4     |
| Amino acid (mg/g N) |         |
| Arginine            | 462     |
| Histidine           | 380     |
| Leucine             | 606     |
| Isoleucine          | 387     |
| Lysine              | 769     |
| Methionine          | 769     |
| Cystine             | 44      |
| Phenylalanine       | 325     |
| Tyrosine            | 262     |
| Threonine           | 294     |
| Valine              | 394     |
| Fatty acid (%)      |         |
| Myristic acid       | 6.3-7.3 |
| Palmitic acid       | 5.6-6.0 |

|                 |           |
|-----------------|-----------|
| Stearic acid    | 2.1-4.4   |
| Behenic acid    | 4.6-5.2   |
| Arachidic acid  | 3.0-3.9   |
| Lignoceric acid | 2.9-3.2   |
| Linoleic acid   | 7.5-12.0  |
| Oleic acid      | 61.3-68.0 |

นอกจากนี้ถั่วแดงยังมี  $\beta$ -sitosterol, Trypsin inhibitor และ Chymotrypsin inhibitor แต่ไม่มี Cyanogenic glycosides

ตารางที่ 6 Chemical composition (%) of rice bean

| Strain               | Crude protein <sup>a</sup><br>(N x 6.25) | Lipid | Crude fiber <sup>a</sup> | Ash <sup>a</sup> | Free reducing sugars | Free non-reducing sugar <sup>a</sup> | starch <sup>a</sup> |
|----------------------|------------------------------------------|-------|--------------------------|------------------|----------------------|--------------------------------------|---------------------|
| GRRS <sup>b</sup> -1 | 18.9                                     | 1.6   | 4.0                      | 3.87             | 0.08                 | 5.37                                 | 65.87               |
| GRRS-2               | 21.6                                     | 1.0   | 3.3                      | 4.00             | 0.09                 | 5.07                                 | 64.45               |
| GRRS-3               | 19.6                                     | 1.1   | 4.6                      | 3.81             | 0.08                 | 5.19                                 | 65.34               |
| GRRS-4               | 17.8                                     | 1.1   | 3.8                      | 4.31             | 1.10                 | 5.17                                 | 67.33               |
| GRRS-5               | 25.2                                     | 1.0   | 3.5                      | 4.06             | 0.09                 | 5.18                                 | 60.64               |
| GRRS-6               | 22.0                                     | 1.1   | 4.8                      | 4.02             | 0.06                 | 5.71                                 | 64.03               |

a : All values on moisture and fat free basis

b : GRRS --- denotes genetic resources rice bean selections

จาก Singh, S.P., Misra, B.K., Chandel, K.P.S., and Pant, K.C., *J. Food Sci., Technol.*, 17, 23, 1980. With permission

ตารางที่ 7 Distribution of protein fractions in rice bean

| Strain | Albumin <sup>a</sup> | Globulin <sup>a</sup> | Prolamin <sup>a</sup> | Glutelin <sup>a</sup> | Residue <sup>a</sup> | Recovery % |
|--------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|------------|
| GRRS-1 | 6.9                  | 18.0                  | 2.8                   | 6.9                   | 21.5                 | 86.2       |
| GRRS-2 | 11.6                 | 44.1                  | 2.1                   | 10.7                  | 18.3                 | 86.9       |
| GRRS-3 | 10.9                 | 44.9                  | 3.6                   | 8.6                   | 19.6                 | 87.5       |
| GRRS-4 | 11.0                 | 47.9                  | 1.9                   | 7.8                   | 20.3                 | 88.9       |

| Strain | Albumin <sup>a</sup> | Globulin <sup>a</sup> | Prolamin <sup>a</sup> | Glutelin <sup>a</sup> | Residue <sup>a</sup> | Recovery<br>% |
|--------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|---------------|
| GRRS-5 | 11.7                 | 42.2                  | 1.5                   | 8.5                   | 21.8                 | 85.7          |
| GRRS-6 | 10.6                 | 44.6                  | 1.9                   | 7.8                   | 20.3                 | 85.2          |

a : %crude protein basis

จาก Singh, S.P., Misra, B.K., Sikka, K.C., Chandel, K.P.S., and Pant, K.C., *J. Food Sci. and Technol.*, 22, 180, 1985. With permission.

ตารางที่ 8 Mineral Constituents in rice bean strain

| Strain               | Mineral (mg/100g) |     |     |
|----------------------|-------------------|-----|-----|
|                      | Ca                | Fe  | P   |
| GRRS <sup>b</sup> -1 | 450               | 1.0 | 258 |
| GRRS-2               | 405               | 5.0 | 393 |
| GRRS-3               | 392               | 0.0 | 255 |
| GRRS-4               | 421               | 2.0 | 20  |
| GRRS-5               | 315               | 1.0 | 210 |
| GRRS-6               | 432               | 2.0 | 197 |

จาก Singh, S.P., Misra, B.K., Sikka, K.C., Chandel, K.P.S., and Pant, K.C., *J. Food Sci. and Technol.*, 17, 23, 1980. With permission.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

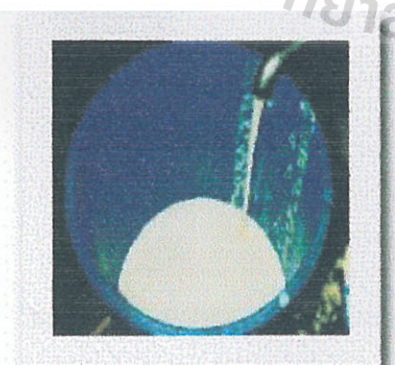
## ตัวอย่างขั้นตอนการผลิตน้ำสับปะรดบรรจุกระป๋อง



1. วัตถุดิบในที่นี้คือ สับปะรด นำมาทำความสะอาด ปอกและหั่นเพื่อนำเข้าเครื่องปั่น



2. ปั่นเนื้อให้ละเอียด



3. นำสับปะรดที่ทำการปั่นแล้วนำมาเข้าเครื่องแยกกาก



4. นำสับปะรดที่ได้ นำมาผสมน้ำเชื่อมฟรุคโตสใน  
ถังผสมที่อุณหภูมิไม่เกิน  $50^{\circ}\text{C}$



5. เมื่อได้น้ำผลไม้เรียบร้อยแล้วจะส่งไปยังถังบรรจุ  
และบรรจุลงกระป๋อง



6. เมื่อเสร็จแล้วนำเข้าเครื่องไล่อากาศที่อุณหภูมิ  
ประมาณ  $80^{\circ}\text{C}$



7. เมื่อผ่านเข้าเครื่องไล่อากาศแล้วจึงนำกระป๋อง  
มาปิดผนึกฝากระป๋อง



8. แล้วจึงนำมาเรียงใส่ถาด เพื่อรอเข้าเครื่องฆ่าเชื้อโรคที่อุณหภูมิ  $121^{\circ}\text{C}$  เวลา 10 นาที



9. ทำการ Cooling ด้วยการปล่อยน้ำเย็นหรือแช่กระป๋องด้วยน้ำเย็น



## บรรณานุกรม

หน่วยวิจัยไบโอโพลิเมอร์ (1988) ผลิตภัณฑ์เพิ่มมูลค่าจากการแปรรูปสาหร่ายทะเล. ภาควิชาเคมี  
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. กรุงเทพฯ.

Lawande, K.M., Kadam, S.S. (1989) CRC Handbook of world legumes. Chapman and  
Hall. New York.

Matthew, A.R., Bernard, Q. (1999) Measurement of carrageenan: Trend in Food Science  
and Technology.vol. 10. Elsevier. London. 169-181.

Nwokoio, E., Smart, J. (1996) Food and Feed from Legumes and oilseed. Chapman and  
Hall. New York.

Phillips, G.O., Williams, P.A., Wedlock, D.J. (1992) Gum and stabilisers for the Food  
Industry6. Chapman and Hall. Oxford.

Ruth, H.M. (1989) Legume "Chemistry, Technology, and human nutrition". Marcel and  
Decker, Inc. New York.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี