

วิทยาลัยสมเด็จกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การผลิตน้ำมะม่วงผง

(Production of powder mamaow juice)



T096457

นางสาวปทุมวดี พำขุนทด

รหัสประจำตัว 44040201



๗๓.

๗158๓

๕54๗

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน..... 96457

วัน,เดือน,ปี.....

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การผลิตน้ำมะม่วงผง

(Production of powder mamaow juice)

จัดทำโดย

นางสาวปทุมวดี พ่าขุนทด รหัสประจำตัว 44040201

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

๒๕ / ๒๕๕ / ๕๕

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ
(ผศ.ดร.กิตติพงษ์ ท่วงรักษ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาวปทุมวดี พำขุนทด.2547. การผลิตมะม่วง (Production of mamaow juice powder) :
ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.กิตติพงษ์ ห่วง
รักษ์.

จากทดลองนำมะม่วงมาทำเป็นน้ำมะม่วงพบว่าวิธีที่เหมาะสมคือ นำมะม่วงมาคั้นน้ำแล้ว
ผสมกับกรดซิตริก นำไประเหยน้ำบางส่วน จากนั้นนำน้ำมะม่วงที่ได้เทใส่ถาดสูงจากพื้นถาด
ประมาณ 2-3 มิลลิเมตร แล้วนำเข้าเครื่องอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70°C อบจนน้ำมะม่วงขึ้นเหนียว แล้ว
โรยน้ำตาลทรายลงไปผสม นำไปอบต่อจนแห้ง นำมะม่วงแห้งที่ได้มาผสมกับน้ำตาลทรายที่
เหลือและมอลโทเดกซ์ตริน 20 % ของน้ำหนักน้ำมะม่วง แล้วนำไปบดให้เป็นผงละเอียดอีกครั้ง
หลังจากนั้นนำมะม่วงแห้งที่ได้มาคั้นรูปแล้วทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสเปรียบเทียบกับน้ำมะม่วง
สด ซึ่งจากการทดสอบพบว่าลักษณะทางประสาทสัมผัสคือ ความเข้มข้น ความชอบสี ความเข้มข้น
กลิ่น ความชอบกลิ่น ความฝาด ความชอบรสชาติ และความยอมรับโดยรวม ของน้ำมะม่วงคั้นรูป
และน้ำมะม่วงสดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่คะแนน
อยู่ในช่วงยอมรับได้

ปทุมวดี พำขุนทด
ลายมือนักศึกษา


ลายมืออาจารย์ที่ปรึกษา

๒๕ ๒๕๕๖ ๒๕
วัน เดือน ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษเรื่อง การผลิตน้ำมะม่วง สามารถสำเร็จลงได้ด้วยดี ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผศ. ดร. กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์ ที่ให้เกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาที่คอยดูแลเอาใจใส่และให้ความเมตตา ให้คำปรึกษาแนะนำและชี้แนะแนวทางในการแก้ปัญหาต่างๆ และตรวจแก้ไขปัญหาพิเศษฉบับนี้ ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณพี่ธง พี่ไช้ และเพื่อนๆ ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือในทุกๆด้านและให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

และสุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อคุณแม่และพี่ชายที่คอยเป็นห่วงคอยเอาใจใส่และให้กำลังใจเสมอมา

ขอขอบพระคุณ

ปทุมวดี พำขุนทด

18/04/05



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

| | หน้า |
|---|------|
| บทคัดย่อ | ก |
| กิตติกรรมประกาศ | ง |
| สารบัญ | จ |
| สารบัญตาราง | ฉ |
| สารบัญรูปภาพ | ช |
| บทที่ 1 บทนำ | 1 |
| บทที่ 2 วารสารปริทัศน์ | 2 |
| 2.1 ลักษณะทั่วไปของมะเมาะ | 2 |
| 2.2 น้ำผลไม้ | 3 |
| 2.3 ส่วนประกอบของน้ำมะเมาะ | 3 |
| 2.3.1 น้ำ | 3 |
| 2.3.2 มอลโทเดกซ์ตริน | 4 |
| 2.3.3 น้ำตาล | 5 |
| 2.3.4 กรดซิตริก | 6 |
| 2.4 การอบแห้งน้ำผลไม้ | 7 |
| 2.5 การอบแห้ง | 10 |
| บทที่ 3 วัตถุประสงค์ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง | 14 |
| 3.1 อุปกรณ์ และ วัสดุ | 14 |
| 3.2 สารเคมีที่ใช้ | 15 |
| 3.3 วัตถุประสงค์ | 15 |
| 3.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการทดลอง | 15 |
| บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง | 18 |
| 4.1 การศึกษาอัตราส่วนของมะเมาะต่อน้ำที่เหมาะสม | 18 |
| 4.2 การศึกษาปริมาณมอลโทเดกซ์ตรินที่เหมาะสม | 20 |
| 4.3 การศึกษาวิธีที่เหมาะสมในการทำแห้งน้ำมะเมาะ | 22 |
| 4.4 การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำแห้ง | 24 |
| 4.5 การศึกษาความแตกต่างของน้ำมะเมาะคั้นรูปจากมะเมาะผงบ เปรียบเทียบกับน้ำมะเมาะสด | 28 |
| บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ | 31 |
| เอกสารอ้างอิง | 33 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้า |
|--|------|
| 3.1 แสดงวิธีที่ใช้ในการทำแห้งมะม่วง | 16 |
| 4.1 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมะม่วงที่ใช้อัตราส่วนระหว่างผลมะม่วงต่อน้ำต่างกัน | 19 |
| 4.2 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมะม่วงที่ใช้นอลโทเดกซ์ตรินในปริมาณต่างกัน | 20 |
| 4.3 แสดงเวลาที่ใช้ในการทำแห้งมะม่วงทั้ง 3 วิธีและลักษณะมะม่วงที่ได้ | 22 |
| 4.4 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมะม่วงที่ได้จากการผลิตที่ต่างกัน | 23 |
| 4.5 แสดง % การดูดซับน้ำและค่าการละลายของมะม่วงที่ได้จากการใช้อุณหภูมิที่ต่างกัน | 25 |
| 4.6 แสดงค่าที่ได้จากการวัดสี โดยใช้เครื่อง Chroma meter ของน้ำมะม่วงที่ได้จากการอบแห้งที่อุณหภูมิต่างกัน | 25 |
| 4.7 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมะม่วงจากมะม่วงแห้งที่ใช้อุณหภูมิต่างกัน | 26 |
| 4.8 ค่าที่ได้จากการวัดสี ของน้ำมะม่วงคั้นรูปเปรียบเทียบกับน้ำมะม่วงสดโดยใช้เครื่อง Chroma meter | 28 |
| 4.9 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมะม่วงคั้นรูปเปรียบเทียบกับน้ำมะม่วงสด | 29 |

สารบัญภาพ

| รูปที่ | หน้า |
|--|------|
| 2.1 แสดงลักษณะของผลมะเฒ่าขณะดิบและเริ่มจะสุก | 2 |
| 4.1 น้ำมะเฒ่าที่ใช้อัตราส่วนระหว่างผลมะเฒ่าต่อน้ำต่างกัน คือ 1:2 1:4 1:6 1:8 1:10 | 18 |
| 4.2 แสดงลักษณะของมะเฒ่าผงที่ได้จากการทำมะเฒ่าผงที่แตกต่างกัน 3 วิธี | 22 |
| 4.3 แสดงลักษณะของมะเฒ่าผงที่ได้จากการใช้อุณหภูมิที่ต่างกัน คือ 60 70 และ 80°C | 24 |
| 4.4 แสดงสีของน้ำมะเฒ่าคั้นรูปและมะเฒ่าสด | 28 |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ปัจจุบันประชาชนเริ่มหันมาใส่ใจดูแลสุขภาพกันมากขึ้น ประกอบกับรัฐบาลณรงค์ให้มีการนำเอาวัตถุดิบพื้นบ้านมาแปรรูปเพื่อเสริมสร้างรายได้ จึงมีการนำเอาผลไม้พื้นบ้านมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ขึ้น โดยผลไม้ที่น่าสนใจจะนำมาแปรรูป คือ มะเฒ่า ซึ่งมีสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย อีกทั้งยังมีสรรพคุณเป็นยาระบายอ่อน ๆ หากบริโภคในปริมาณที่เหมาะสม

ปัจจุบันมักนำผลมะเฒ่าสดมารับประทาน แต่เนื่องจากผลสดนั้นหากไม่เก็บไว้ที่อุณหภูมิที่เหมาะสมจะมีอายุการเก็บรักษาค่อนข้างสั้น เพราะเกิดการเน่าเสีย จึงทดลองนำมาแปรรูปเป็นน้ำมะเฒ่าผง โดยมีการศึกษาปริมาณมอลโทเดกซ์ตรินที่เพิ่มลงไป เพื่อเพิ่มเนื้อสัมผัสของน้ำมะเฒ่าเมื่อคืนรูปให้ดียิ่งขึ้น

การผลิตมะเฒ่าผงจากมะเฒ่าเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่วัตถุดิบได้ นอกจากนั้นเนื่องจากมะเฒ่าออกผลตามฤดูกาลคือช่วงเดือนสิงหาคมถึงตุลาคมเท่านั้น ดังนั้นการนำมะเฒ่ามาแปรรูปเป็นมะเฒ่าผงจะช่วยในการเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ได้นานอีกด้วย

วัตถุประสงค์

- 1 เพื่อหาอัตราส่วนระหว่างผลมะเฒ่าต่อน้ำที่เหมาะสมในการผลิตน้ำมะเฒ่า
- 2 เพื่อศึกษาปริมาณมอลโทเดกซ์ตรินที่เหมาะสม
- 3 เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งมะเฒ่า

บทที่ 2 วารสารปริทัศน์

2.1 ลักษณะทั่วไปของมะเฒ่า

มะเฒ่าจัดเป็นผลไม้ยืนต้นไม่ผลัดใบ จัดอยู่ในวงศ์ Stilaginaceae ชื่อทางวิทยาศาสตร์ *Cgamus antidesma* เจริญเติบโตเป็นต้นเดี่ยวสูง 6 - 12 เมตร เนื้อไม้แข็ง กิ่งแขนงแตกเป็นพุ่มทรงกลม (รูป 2.1) ใบเป็นใบเดี่ยว ออกเรียงสลับเป็นรูปรีแกมขอบขนานหรือรูปรีแกมรูปไข่ ปลายและโคนใบแหลม ผิวใบเรียบทั้ง 2 ด้านเป็นสีเขียวสด ดอกสีขาวอมเหลือง ขนาดเล็ก เป็นช่อ ผลมีลักษณะค่อนข้างกลม ขนาดเล็ก แน่นตามแกนช่อดอก ผลอ่อนสีอมขาว พอสุกจะเป็นสีแดงแกมม่วงหรือม่วงเข้มขึ้นอยู่กัประยะความแก่และสุก ออกดอกในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงกรกฎาคม และผลจะสุกในเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม ผลสุกมีความหวานอยู่ในระดับ 13 - 21 ° Brix ผลมะเฒ่าสุกมีสารอาหารที่จำเป็นต่อความต้องการของร่างกายมนุษย์หลายชนิด เช่น Ca Fe Zn Vitamin B1 Vitamin B2 และ Vitamin E และที่สำคัญที่สุดคือมีกรดอะมิโนมากกว่า 18 ชนิด ในจำนวนดังกล่าว มีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย (essential amino acids) ที่ร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์ได้ นอกจากนั้นยังใช้เป็นยาตามภูมิปัญญาชาวบ้าน การบริโภคมะเฒ่าสุกในปริมาณที่พอเหมาะจะมีสรรพคุณเป็นยาระบายและช่วยบำรุงสายตา (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ, 2547)

2.1.1 สรรพคุณ

1. แก้กษัย
2. ขับปัสสาวะ บำรุงไต
3. แก้มดลูกพิการ แก่ตกรขาว และ แก้มดลูกอักเสบซ้ำบวม
4. แก้เอ็นพิการ แก้ปวดเมื่อยตามร่างกาย
5. ช่วยขับโลหิตและน้ำคาวปลา (ไพฑูรย์, 2546)



รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะของผลมะเฒ่าขณะดิบและเริ่มจะสุก

ที่มา : ไพฑูรย์, 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 น้ำผลไม้

ประเภทของน้ำผลไม้สามารถแบ่งออกได้ตามกรรมวิธีการผลิตและความนิยมของตลาดได้ดังนี้

2.2.1 น้ำผลไม้เข้มข้น โดยผลิตจากการนำผลไม้ทั้งจากธรรมชาติไปคั้นภายใต้สุญญากาศเพื่อระเหยน้ำบางส่วนออกจนได้น้ำผลไม้ที่เข้มข้น เมื่อนำมาบริโภคต้องนำมาผสมน้ำเพื่อเจือจางเสียก่อน น้ำผลไม้ประเภทนี้นิยมผลิตเพื่อส่งออกเป็นหลัก เนื่องจากสะดวกต่อการนำไปใช้และประหยัดค่าขนส่ง ทั้งนี้ น้ำผลไม้เข้มข้นส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มต่างๆ

2.2.2 น้ำผลไม้พร้อมดื่ม เป็นชนิดที่สามารถดื่มได้ทันทีซึ่งมีปริมาณของน้ำผลไม้แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของผลไม้ที่นำมาเป็นวัตถุดิบและวิธีการผลิตของโรงงาน โดยสามารถแบ่งออกได้เป็นอีก 2 ประเภทย่อย คือ

2.2.2.1 น้ำผลไม้ 100 % เช่น น้ำส้ม และ น้ำสับปะรด เป็นต้น

2.2.2.2 น้ำผลไม้ 25 - 50 % เช่น น้ำฝรั่ง และน้ำมะม่วง ซึ่งไม่สามารถผลิตเป็นน้ำผลไม้พร้อมดื่ม 100 % ได้ ต้องนำมาเจือจางและปรุงแต่งรสชาติก่อน

2.2.3 น้ำผลไม้ปรุงแต่งกลิ่น ผลิตโดยการใช้น้ำผลไม้หรือเนื้อผลไม้ประมาณ 25 % ขึ้นไป เจือสีสังเคราะห์แล้วทำให้เข้มข้นด้วยน้ำตาล โดยก่อนจะดื่มต้องนำไปผสมน้ำตามอัตราส่วนที่ระบุเพื่อลดความเข้มข้น ทั้งนี้ น้ำผลไม้ประเภทปรุงแต่งกลิ่นของแต่ละผู้ผลิตจะมีอัตราส่วนของการทำให้เจือจางแตกต่างกัน

2.2.4 น้ำผลไม้สำเร็จรูปชนิดผง เป็นการผลิตโดยการนำผลไม้มาคั้น ระเหยน้ำออก แล้วบดให้เป็นผง นำมาบรรจุในถุง แล้วใช้ละลายในน้ำเพื่อความสะดวกในการบริโภค น้ำผลไม้สำเร็จรูปชนิดผงที่เห็นกันมากที่สุด ได้แก่ ส้ม มะตูม จิง เป็นต้น (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2544)

2.3 ส่วนประกอบของน้ำมะพร้าว

2.3.1 น้ำ

น้ำเป็นส่วนประกอบหลักในผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ จึงเป็นปัจจัยที่ส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ แต่น้ำที่ใช้ในการผลิตน้ำผลไม้ยังไม่มีความมาตรฐานคุณภาพโดยเฉพาะ จึงยังคงยึดตามมาตรฐานของน้ำดื่มอยู่

2.3.1.1 ชนิดของน้ำ

น้ำจำแนกตามปริมาณของอินทรีย์สารและเกลือแร่ที่ละลายอยู่ในน้ำเป็น 6 ชนิดด้วยกัน คือ

1. น้ำอ่อน เป็นน้ำที่มีปริมาณของแร่ธาตุละลายอยู่ต่ำ
2. น้ำกระด้าง จะมีพวกแร่ธาตุละลายอยู่ในปริมาณสูง น้ำกระด้างนี้อาจเป็นน้ำกระด้าง

ชั่วคราว (temporary hardness) หรือน้ำกระด้างถาวร (permanent hardness) ก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการเรียนการสอนเท่านั้น เมื่อผู้ผู้จัดทำเห็นประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. น้ำด่าง (alkaline water) เป็นน้ำที่มีพวกโซเดียมไบคาร์บอเนตอยู่
4. น้ำที่มีความเป็นกรด (acid water) มักพบในที่ที่เป็นเหมืองแร่ และเป็นน้ำที่ได้รับจากน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรม น้ำที่มีความเป็นกรดนั้นไม่ค่อยมีในธรรมชาติ
5. น้ำเกลือ (saline water) จะมีพวกเกลือปนอยู่บ้าง ทำให้มีรสเค็ม
6. น้ำที่มีสารแขวนลอย (turbid water) น้ำทุกชนิดที่กล่าวมาข้างต้นอาจเป็นน้ำประเภทนี้ได้ โดยเกิดมีสารแขวนลอย เช่น ดินเหนียว ทรายละเอียด ตะกอน หรืออื่นๆ ปนอยู่

2.3.1.2 การปรับปรุงคุณภาพน้ำที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิต

1. การแกว่งสารส้ม
2. การกรองด้วยทราย
3. การกำจัดเหล็กและแมงกานีส ทำโดยการทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันและกรองด้วยทราย
4. การกำจัดด่างด้วยการแลกเปลี่ยนประจุ (ion exchange)
5. การลดความกระด้างด้วยการแลกเปลี่ยนประจุ
6. การใช้ระบบ reverse osmosis

2.3.2 มอลโทเดกซ์ตริน

2.3.2.1 คำจำกัดความของมอลโทเดกซ์ตริน

มอลโทเดกซ์ตริน $[(C_6H_{10}O_5)_n \cdot H_2O]$ คือ สายโพลีเมอร์ของโพลีแซคคาไรด์ที่ประกอบด้วย D - glucose หลายหน่วยต่อกันด้วยแขนงชนิด α - 1 - 4 และมีค่าสมมูลเดกซ์โตรส (dextrose equivalent หรือ DE) ต่ำกว่า 20 เตรียมได้จากการไฮโดรไลซ์สตาร์ชข้าวโพดด้วยกรดหรือเอนไซม์ มอลโทเดกซ์ตรินมีลักษณะเป็นผงสีขาว มีความหวานเล็กน้อยหรือไม่หวานเลยขึ้นอยู่กับค่า DE มีความชื้นประมาณ 3-5% มีความหนาแน่นปรากฏอยู่ในช่วง 0.31-0.61 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร สามารถใช้มอลโทเดกซ์ตรินได้ในปริมาณที่เหมาะสมกับชนิดของอาหาร

2.3.2.2 คุณสมบัติและหน้าที่ของมอลโทเดกซ์ตริน

1. ง่ายต่อการย่อย
2. เป็นแหล่งของพลังงาน
3. จะให้พลังงาน 4 แคลอรี ต่อกรัม
4. สามารถละลายน้ำได้ที่อุณหภูมิห้อง สารละลายที่ได้อาจใสหรือขุ่นขึ้นอยู่กับชนิดของมอลโทเดกซ์ตรินที่นำมาใช้
5. สารละลายที่ได้มีคุณสมบัติด้านความเป็นเนื้อ (body) มีความหนืดสม่ำเสมอ มีเนื้อสัมผัสเรียบเนียน
6. มีความหวานน้อย หรือ ไม่มีเลย
7. มีความสามารถในการดูดความชื้นต่ำ (low hygroscopicity) โดยเฉพาะพวกที่มี DE ต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8 มีจุดเยือกแข็งคงที่และสามารถควบคุมการเกิดลีน้าตาลได้เป็นอย่างดี ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้เกิดลีน้าตาลน้อยลงมาก

9 สามารถละลายได้ในอาหารที่เป็นของเหลว เช่น ชูป น้ำผลไม้ เป็นต้น โดยอาจเติมในลักษณะที่เป็นผงโดยตรงหรือนำมาละลายในน้ำก่อน

มอลโทเดกซ์ตรินสามารถนำมาใช้เพิ่มปริมาณของแข็งให้กับวัตถุดิบก่อนที่จะนำเข้าสู่เครื่องทำแห้ง และยังช่วยลดการดูดความชื้นกลับในผลิตภัณฑ์ผงซึ่งมีน้ำตาลเป็นองค์ประกอบสูง เช่น น้ำผลไม้ผง เป็นต้น (Macrae, 1974)

2.3.3 น้ำตาล

น้ำตาลเป็นองค์ประกอบของเครื่องดื่มน้ำที่มีความสำคัญมาก นอกจากจะเป็นสารให้ความหวานและรสชาติแก่เครื่องดื่มแล้ว ยังทำให้เกิดความสมดุลของรสชาติอื่น ๆ ที่มีในเครื่องดื่ม อย่างเช่นรสเปรี้ยว เค็ม และขม เป็นต้น นอกจากนี้ น้ำตาลยังเป็นสารให้ความหนืดและเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ของเนื้อ (body) ของเครื่องดื่ม (กล้าณรงค์, 2532)

2.3.3.1 ชนิดของน้ำตาลที่ใช้

น้ำตาลที่นิยมใช้ในการแปรรูปผักผลไม้มีหลายชนิดคือ

2.3.3.1.1 ซูโครส (sucrose) เป็นน้ำตาลที่ใช้มากในอุตสาหกรรมแปรรูปผักผลไม้ ในประเทศไทย น้ำตาลที่นิยมใช้กันมากคือ น้ำตาลทราย ซึ่งเป็นซูโครสที่ผลิตจากอ้อย ส่วนประเทศในเขตนานาจะผลิตซูโครสจากบีต น้ำตาลจากอ้อยและบีตนี้จะมีสูตรโครงสร้างเหมือนกัน

ซูโครสเป็นน้ำตาลอนรีดิวิซ ประกอบด้วยน้ำตาลโมโนแซคคาไรด์ 2 ชนิด คือ กลูโคส 1 โมเลกุลและฟรุกโตส 1 โมเลกุล มีชื่อทางเคมีว่า α -D-glucopyranosyl- β -D-fructofuranoside ซูโครสมีสูตรเคมีไพริกัล $C_{12}H_{22}O_{11}$ และมีน้ำหนักโมเลกุล 342.3 สารละลายเข้มข้น 26% ที่ 20 °C จะมีความหนาแน่น 1.108175 kg/m³ และมีดัชนีหักเห 1.3740 ซูโครสมีจุดหลอมเหลวที่ 188 °C (370 °F) และจะสลายตัวเมื่อหลอมเหลว ซูโครสละลายน้ำได้ดีและจะละลายเล็กน้อยในเอทานอลที่ 20 °C (68 °F) สารละลายอิ่มตัวของซูโครสในน้ำจะมีความเข้มข้น 67.09% โดยน้ำหนัก และในแอลกอฮอล์จะมีความเข้มข้น 0.9% โดยน้ำหนัก ซูโครสจะละลายในเมทานอลน้อยมากและไม่ละลายในอีเทอร์หรือคลอโรฟอร์ม

2.3.3.1.2 น้ำตาลอินเวอร์ต (invert sugar) เป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งได้จากการไฮโดรไลซ์น้ำตาลซูโครส การเรียกน้ำตาลชนิดนี้ว่า น้ำตาลอินเวอร์ต เนื่องจากจะมีการบิเคราะห์ของแสงโพลาไรซ์ไปในทางตรงกันข้ามกับซูโครส

2.3.3.1.3 น้ำเชื่อมกลูโคส (glucose syrup) เป็นผลิตภัณฑ์จากการไฮโดรไลซ์แป้งด้วยกรดเอนไซม์ หรือการใช้กรดร่วมกับเอนไซม์ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเป็นส่วนผสมของเดกซ์ตริน (dextrin)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มอลโตส (maltose) และกลูโคส สัดส่วนขององค์ประกอบแต่ละชนิดจะขึ้นกับวิธีและสภาวะที่ใช้ไฮโดรไลซ์ (กิตติพงษ์, 2535)

2.3.3.1.2 หน้าที่ของน้ำตาล

- 1 ให้ความหวาน
- 2 เพิ่มคุณค่าทางอาหาร
- 3 ให้กลิ่นรสแก่อาหาร
- 4 น้ำตาลจะทำหน้าที่ไม่ให้ส่วนประกอบจับตัวกัน ทำให้ส่วนประกอบกระจายตัวสม่ำเสมอ
- 5 ช่วยทำให้เพคตินเกิดเจลได้ดียิ่งขึ้น
- 6 น้ำตาลมีคุณสมบัติป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ถ้ามีความเข้มข้นสูง เช่น แยม ผลไม้แช่อิ่ม อาหารพวกนี้มีน้ำตาล 66% ซึ่งสูงมากพอที่จะทำให้อาหารเก็บได้นานโดยไม่เสีย เนื่องจากน้ำตาลจะดึงน้ำออกจากเซลล์ของจุลินทรีย์จนกระทั่งจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ (ศิริลักษณ์, 2525)

2.3.4 กรดซिटริก

กรดที่พบมากที่สุดในพืชที่นำมาบริโภคได้คือกรดซिटริกและมาลิก ซึ่งแต่ละชนิดอาจมีปริมาณสูงกว่า 2% ของน้ำหนักสด มะนาวจะมีกรดซिटริกมากกว่า 3% ผักผลไม้ส่วนใหญ่จะมีกรดซिटริกหรือกรดมาลิกเพียงอย่างใดอย่างหนึ่งในปริมาณมากที่สุด แต่อาจมีข้อยกเว้นสำหรับพืชบางชนิด เช่น แบลคเคอแรนท์จะมีกรดไอโซซิทริกมากแทนที่จะเป็นกรดซिटริก องุ่นจะมีกรดทาร์ทาริกมาก ส่วน อะโวคาโดจะมีกรดซिटริกและมาลิกในปริมาณต่ำ

กรดซिटริกพบมากในผลไม้ตระกูลส้ม แบลคเคอแรนท์ เรดเคอแรนท์ ราสป์เบอร์รี่ แพร์ ถั่ว โลแกนเบอร์รี่ สตรอเบอร์รี่ แครนเบอร์รี่ บลูเบอร์รี่ สับปะรด ทับทิม มันฝรั่ง มันเทศ ผักใบหลายชนิด มะเขือเทศ และบีท

สัดส่วนของกรดชนิดต่าง ๆ ในเนื้อเยื่อพืชที่ยังมีชีวิตจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ เมื่อผลไม้สุกจะมีปริมาณกรดลดลง ส่วนต่าง ๆ ของพืชก็มีสัดส่วนของกรดชนิดต่าง ๆ ไม่เท่ากัน (กิตติพงษ์, 2535)

ในการทำน้ำผลไม้ มักนิยมใช้ กรดซिटริกผสมรวมกับน้ำตาลทราย เพราะ กรดซिटริกจะทำให้ได้รสกลิ่นที่เป็นธรรมชาติมากกว่า แทนที่จะเป็นรสกลิ่นที่ออกเป็นน้ำเชื่อม หรือน้ำหวาน (เฉลิมพงษ์ และ วิภาดา, 2546)

2.4 การอบแห้งน้ำผลไม้

การที่จะเก็บน้ำผลไม้ไว้บริโภคได้นาน ๆ นั้น ต้องเสียค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างสูง ดังนั้นจึงมีการนำเอาน้ำผลไม้มาอบแห้ง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีลักษณะเป็นอนุภาคขนาดเล็ก มีน้ำหนักและปริมาตรลดลงประมาณ 8 และ 4 เท่าตามลำดับ เมื่อเติมน้ำลงไปแล้วจะทำให้ได้น้ำผลไม้ซึ่งคล้ายกับน้ำผลไม้สด เพื่อให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยทั่วไปผลิตภัณฑ์หลังการอบแห้งจะต้องมีคุณสมบัติที่ดีคือ สามารถทำให้กลับคืนรูปเดิมได้อย่างรวดเร็วโดยน้ำเย็นภายในเวลา 1-2 นาที มีสี รส และกลิ่น ใกล้เคียงกับน้ำผลไม้สดมากที่สุด และสามารถเก็บรักษาเอาไว้ได้นานโดยไม่สูญเสียคุณภาพ

2.4.1 วิธีการอบแห้งน้ำผลไม้

มีหลายวิธีเช่น

1. การอบแห้งแบบแช่แข็ง โดยนำน้ำผลไม้มาแช่แข็ง แล้วอบภายใต้สุญญากาศที่ต่ำพอ ทั้งนี้เพื่อให้น้ำแข็งในน้ำผลไม้ระเหิดกลายเป็นไอ ส่วนที่เป็นของแข็งจะคงลักษณะเดิม ดังนั้นผลิตภัณฑ์หลังอบแห้งจึงมีลักษณะเปิดเป็นรูพรุน สามารถทำให้กลับคืนรูปเดิมได้ง่าย เนื่องจากการอบแห้งแบบนี้มีข้อจำกัดเกี่ยวกับอัตราการอบแห้งที่ค่อนข้างต่ำ ทำให้เสียค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้นจึงไม่เหมาะกับการผลิตน้ำผลไม้แห้ง ซึ่งควรใช้วิธีการอบแห้งอื่น เช่น การอบแห้งแบบพuff เป็นต้น การอบแห้งแบบแช่แข็งนี้เหมาะกับผลิตภัณฑ์ประเภท โปรตีน เนื้อสัตว์

2. การอบแห้งแบบพuff โดยนำน้ำผลไม้เข้มข้นมาอบแห้งภายในห้องสุญญากาศที่ต่ำพอ ทำให้เกิดการขยายตัวของอากาศและไอน้ำ เป็นผลให้ปริมาตรของน้ำผลไม้เพิ่มขึ้นประมาณ 20 เท่า ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงมีสภาพ โครงสร้างเหมือนปุยขนนก เหมาะกับการทำให้กลับคืนรูปเดิมได้โดยง่าย ความดันที่ใช้กันโดยทั่วไป 2-6 mm Hg อุณหภูมิ 60-71°C ตัวผลิตภัณฑ์อาจมีอุณหภูมิต่ำถึง -16 °C ในช่วงต้นของการอบแห้ง และอุณหภูมิจะสูงขึ้นถึง 60-71 °C เมื่อการอบแห้งใกล้สิ้นสุด ใช้เวลาประมาณ 90-300 นาที ความชื้นหลังอบแห้งประมาณ 3 % ก่อนนำผลิตภัณฑ์ออกจากตู้อบต้องทำให้เย็นลงก่อน เพื่อป้องกันการพังทลายของโครงสร้างแบบปุยขนนก ซึ่งจะเหมือนพลาสติกเมื่อยังร้อนอยู่

3. การอบแห้งแบบพ่นฝอย การอบแห้งแบบพ่นฝอยเสียค่าใช้จ่ายต่ำกว่าการอบแห้งภายใต้สุญญากาศ แต่คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ต่ำกว่า การอบแห้งแบบพ่นฝอยเริ่มจากการทำให้น้ำผลไม้กลายเป็นหยดทรงกลมเล็ก ๆ โดยอาจใช้หัวฉีดความดันสูงหรือจานหมุนความเร็วรอบสูง แบบจานหมุนจะเหมาะสมกับน้ำผลไม้ที่มีเยื่อปนอยู่มาก เพราะจะไม่มีปัญหาเรื่องการอุดตัน หยดทรงกลมเล็ก ๆ เหล่านี้จะตกลงโดยแรงโน้มถ่วง และจะแห้งเมื่อถึงทางออกของเครื่องอบ จากนั้นจะถูกพาไปเข้าไซโคลน เพื่อแยกเอาผลิตภัณฑ์แห้งออกจากกระแสอากาศ การอบแห้งแบบพ่นฝอยมีข้อเสียคือ ผลิตภัณฑ์มักเสียนเนื่องมาจากความร้อนสูงและผลิตภัณฑ์ที่ได้มีขนาดเล็กมาก แต่โครงสร้างไม่เปิดเป็นรูพรุนทำให้กลับคืนรูปเดิมได้ยาก เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอบแห้งภายใต้สุญญากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อช่วยให้การอบแห้งแบบพ่นฝอยเป็นไปด้วยดี อาจแบ่งการอบแห้งแบบพ่นฝอยเป็น 3 ระยะ โดยที่ระยะที่ 1 จะใช้อุณหภูมิสูงมากประมาณ 204-316 °C และใช้กระแสอากาศที่ปั่นป่วน ทั้งนี้เพื่อให้การระเหยน้ำเป็นไปอย่างรวดเร็ว ระยะที่ 2 ใช้กระแสอากาศอุ่น 60 - 93 °C เพื่อให้การอบแห้งในช่วงนี้ซึ่งเป็นช่วงอัตราการอบแห้งลดลงไม่มีปัญหาด้านการสูญเสียคุณภาพ อันเนื่องมาจากความร้อนสูง ระยะที่ 3 (ที่ใกล้ทางออกของเครื่องอบ) ใช้กระแสอากาศเย็นแต่แห้งเพื่อทำให้อุณหภูมิแห้ง และป้องกันการเกาะติดกับผิวของเครื่องอบและไซโคลนที่ใช้แยกอนุภาคออกจากกระแสอากาศที่ใช้อบแห้ง

ปัญหาในการอบแห้งแบบพ่นฝอยอีกประการหนึ่งคือการไหม้และการเปลี่ยนสี (scorching) ซึ่งสามารถป้องกันได้โดยการใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ความเข้มข้น 200 ppm ในน้ำผลไม้ที่มีปริมาณของแข็ง 20%

4. การอบแห้งแบบพ่นฝอยโดยมีการผสมก๊าซ วิธีการอบแห้งแบบนี้คล้ายกับการอบแห้งแบบพ่นฝอย แต่มีข้อแตกต่าง คือมีการใส่ก๊าซบางอย่าง เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ ในโตรเจน หรืออากาศลงในน้ำผลไม้ก่อนอบแห้ง เมื่อน้ำผลไม้ได้รับความร้อน ก๊าซที่อยู่ภายในจะเกิดการขยายตัว ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์หลังอบแห้งที่มีลักษณะเป็นทรงกลมกลวง ซึ่งทำให้ความสามารถในการกลับคืนรูปเดิมสูงกว่าของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยไม่มีการผสมก๊าซ

5. การอบแห้งในรูปของชั้นโฟม โดยการทำน้ำผลไม้เข้มข้นมากให้อยู่ในรูปของ โฟมที่มีเสถียรภาพ โดยใช้สารที่ทำให้เกิดเสถียรภาพ รับประทานได้ และใส่ก๊าซเข้าไปในน้ำผลไม้เข้มข้นนั้น จากนั้นจึงนำโฟมที่ได้ใส่เข้าสายพาน โดยทำให้เป็นชั้นบาง ๆ สายพานนี้จะมีร่องเพื่อให้อากาศร้อนไหลผ่านได้ หรืออาจอบบนถาดที่มีร่องก็ได้เช่นกัน ผลิตภัณฑ์หลังอบแห้งจะมีโครงสร้างที่พรุน เมื่อนำไปบดเป็นผงจะสามารถทำให้กลับคืนรูปเดิมได้เร็วมาก

ตัวทำให้เกิดเสถียรภาพที่ใช้กันโดยทั่วไปเช่น glyceryl monostearate solubilized soya protein propylene glycol monostearate sucrose palmitate เป็นต้น ส่วนก๊าซที่ใช้เช่น ไนโตรเจน อากาศ ไนตรัสออกไซด์ ความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์หลังใส่ก๊าซแล้วประมาณ 0.5-0.6 g/ml ความหนาแน่นต่ำสุดที่เคยทำกันประมาณ 0.1 g/ml ความหนาแน่นต่ำสุดที่เคยทำกันประมาณ 0.1 g/ml สำหรับความหนาของชั้นโฟมประมาณ 3 มิลลิเมตร อาจใช้เวลาลดความชื้นประมาณ 15 นาที เมื่อใช้อุณหภูมิอากาศร้อนประมาณ 71 °C ความชื้นสุดท้ายที่ได้ประมาณ 2%

6. การอบแห้งแบบดั่งหมูน โดยการป้อนน้ำผลไม้เข้มข้นลงบนผิวของดั่งหมูนทรงกระบอก ซึ่งร้อนได้ที่เป็นชั้นบาง ๆ จะเกิดการระเหยของน้ำขณะดั่งหมูนเคลื่อนที่ ผลิตภัณฑ์จะแห้งพอดีเมื่อดั่งหมูนหมุนครบหนึ่งรอบและจะถูกขูดออกโดยใบมีด การอบแห้งแบบนี้เสียค่าใช้จ่ายต่ำสุดเมื่อเทียบกับวิธีการอื่นที่กล่าวมาข้างต้น แต่ผลิตภัณฑ์ที่ได้ก็มีคุณภาพต่ำ กล่าวคือมีการสูญเสียคุณภาพเนื่องจากความร้อนสูง และผลิตภัณฑ์มีลักษณะเป็นแผ่นเงา มีความหนาแน่นสูง ซึ่งทำให้กลับคืนรูปแบบเดิมได้ช้าเมื่อผสมน้ำ (สมชาติ, 2540)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 หลักการผลิตน้ำผลไม้แห้งให้มีคุณภาพดี

ในการผลิตน้ำผลไม้แห้งให้ได้คุณภาพดีนั้น จะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

2.4.3.1 คุณภาพของวัตถุดิบ

คุณภาพของน้ำผลไม้แห้งจะดีได้ก็ต่อเมื่อ วัตถุดิบที่ใช้ในผลิตภัณฑ์นั้นมีคุณภาพดี กล่าวคือ การเตรียมน้ำผลไม้เข้มข้นโดยหม้อต้มระเหยจะต้องระวังเรื่องการสูญเสียกลิ่นและสี โดยทั่วไปจะสามารถต้มระเหยน้ำผลไม้ที่อุณหภูมิ 54 °C เป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง โดยไม่สูญเสียกลิ่นและสี หากใช้อุณหภูมิ 63°C จะสามารถตรวจพบการสูญเสียกลิ่นได้ง่าย การนำน้ำผลไม้เข้มข้นที่สูญเสียกลิ่นแล้วมาอบแห้งจะได้ผลิตภัณฑ์หลังอบแห้งที่ไม่มีกลิ่นเช่นกัน

2.4.3.2 โครงสร้างภายในของผลิตภัณฑ์หลังการอบแห้ง

โครงสร้างภายในของผลิตภัณฑ์หลังการอบแห้งควรมีลักษณะเป็นรูพรุน โครงสร้างดังกล่าว จะช่วยให้การกลับคืนรูปเดิมเมื่อเติมน้ำลงไปเป็นไปอย่างรวดเร็ว

2.4.3.3 อุณหภูมิอบแห้ง

อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งไม่ควรสูงจนเกินไป เพราะจะทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์เสียหาย อันเนื่องมาจากความร้อน วิธีการหลีกเลี่ยงความเสียหายดังกล่าว อาจทำได้โดยการแบ่งการอบแห้งเป็นหลายช่วง โดยช่วงแรกความชื้นของวัตถุดิบยังสูงอยู่ก็ใช้อุณหภูมิสูงในการให้ความร้อน เมื่อความชื้นลดลงบ้างแล้ว อุณหภูมิที่ใช้ก็ลดตามลงไปด้วย ผลที่ได้คือผลิตภัณฑ์จะไม่เสียหายอันเนื่องมาจากความร้อน และอัตราการอบแห้งก็ยังคงค่อนข้างสูงด้วย

2.4.3.4 วัตถุเจือปนอาหาร (additives)

วัตถุเจือปนอาหารที่ใช้ในการผลิตน้ำผลไม้แห้ง อาจแบ่งได้เป็นสารที่ช่วยในการถนอมรักษาคุณภาพ (preservative or chemical effect) และสารที่ช่วยในการสร้างโครงสร้างภายในของผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสม (physical effect) สารประเภทแรกได้แก่ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งช่วยป้องกันการเปลี่ยนสี การสูญเสียกลิ่นอันเนื่องมาจากความร้อนสูง นอกจากนี้ยังช่วยรักษาสีและกลิ่นในระหว่างการเก็บรักษาด้วย ส่วนสารประเภทหลังได้แก่ อากาศ หรือก๊าซต่าง ๆ ที่ใช้ในการทำโฟม รวมถึงตัวทำให้โฟมมีเสถียรภาพ เช่น alginates soya protein หรือ glyceryl mono stearate (สมชาติ, 2540)

2.4.3.5 Agglomeration

Agglomeration หมายถึง การนำผลิตภัณฑ์แห้งที่มีลักษณะเป็นผงละเอียดมาทำให้ชิ้นเล็กลง เพื่อให้ผงขนาดเล็กเหล่านี้เกาะติดกัน ทำให้มีขนาดใหญ่ขึ้น แล้วนำไปอบแห้งอีกครั้งหนึ่ง จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่โครงสร้างเปิดเป็นรูพรุน สามารถทำให้กลับคืนรูปได้เร็ว เพราะมีอิทธิพลของคาพิลลารี ช่วยให้น้ำเคลื่อนที่ไปตามรูพรุนได้ดี

2.4.4 การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการอบแห้งน้ำผลไม้

ในระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการอบแห้งน้ำผลไม้นั้นควรพิจารณาถึงสิ่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ใช้ซิลเฟอร์ไดออกไซด์เพื่อป้องกันการเปลี่ยนสี
2. เก็บในที่ที่มีความชื้นต่ำ ความชื้นของผลิตภัณฑ์ประมาณ 1% จะสามารถเก็บได้นาน 6 เดือนที่อุณหภูมิ 38°C หรือเก็บในที่แห้งที่มีสารดูดความชื้น หรือเก็บในสถานะสุญญากาศ
3. เก็บในที่บรรยากาศที่เป็นก๊าซเฉื่อย เพื่อป้องกันการออกซิไดซ์โดยก๊าซออกซิเจน ซึ่งเป็นตัวการที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสี และสูญเสียกลิ่น
4. เก็บในที่อุณหภูมิต่ำ (สมชาติ, 2540)

2.5 การอบแห้ง

2.5.1 หลักการอบแห้ง

ปริมาณน้ำหรือความชื้นที่มีอยู่ในอาหารสูง ๆ จะทำให้อาหารเน่าเสียง่าย ทั้งเนื่องจากจุลินทรีย์ และปฏิกิริยาเคมี ดังนั้นการนำน้ำออกจากอาหารจนมีความชื้นลดลงพอเหมาะจะทำให้อาหารนั้นเก็บรักษาได้นานขึ้น ทั้งนี้หลักการของการอบแห้งอาหารจะเกี่ยวเนื่องกับจุดประสงค์ของการอบแห้ง ซึ่งมีอยู่ 2 ประการคือ

1. เพื่อต้องการลดปริมาณน้ำในอาหาร เป็นการป้องกันการเน่าเสียของอาหารเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ โดยพบว่าปริมาณความชื้นในอาหารที่จะป้องกันการเสื่อมเสียของอาหารเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ โดยทั่วไปควรคือน้ำออกจกนน้ำในอาหารเหลือต่ำกว่า 10% ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารเป็นสำคัญ
2. เพื่อต้องการลดน้ำหนักของอาหาร เพื่อสะดวกต่อการขนส่ง เนื่องจากการขนส่งผลิตภัณฑ์บางชนิดในสภาพของสดจะใช้เนื้อที่มากและดูแลรักษาลำบาก ถ้าทำเป็นอาหารแห้งแล้วการบรรจุขนส่งก็จะสะดวกและประหยัดขึ้น (สมบัติ, 2529)

2.5.2 ปัจจัยในการควบคุมการอบแห้ง

โดยทั่วไปการทำอาหารให้อยู่ในสภาพแห้ง นิยมใช้อัตราในการทำแห้งที่เร็วที่สุด ปัจจัยที่จะทำให้อัตราการส่งถ่ายความร้อนและมวลเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วมีดังนี้

1. พื้นที่ผิว (surface area) อาหารที่มีลักษณะเป็นชิ้นเล็ก แบน หรือบาง จะถูกทำให้แห้งได้อย่างรวดเร็ว เพราะการส่งถ่ายความร้อนและมวลเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วเนื่องจาก ประการแรกเมื่ออาหารมีพื้นที่ผิวมากทำให้อาหารมีพื้นที่สัมผัสกับความร้อนมากขึ้น และพื้นที่ที่จะสูญเสียความชื้นก็มีมากขึ้นเช่นกัน ประการที่สอง ถ้าอาหารมีลักษณะเป็นชิ้นเล็ก แบน หรือบาง จะช่วยลดระยะที่ความร้อนจะซึมผ่านเข้าบริเวณกึ่งกลางของอาหารเพื่อจะสัมผัสอาหารและระเหยออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่อผู้ผู้ใดเห็นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. อุณหภูมิ (temperatures) อัตราการส่งถ่ายความร้อนเข้าไปในอาหารยิ่งเร็วขึ้นหากมีความแตกต่างกันมากของอุณหภูมิระหว่างอาหารและสื่อความร้อน ลมอุณหภูมิสูงที่อยู่โดยรอบของอาหารที่กำลังทำให้แห้ง สามารถจับความชื้นที่กำลังออกมาจากอาหารนั้น ได้สูงกว่าเมื่อใช้ลมที่อุณหภูมิต่ำ

3. ความเร็วลม (air velocity) อากาศที่เคลื่อนที่ในอัตราเร็วจะมีผลต่อการทำแห้งมาก เพราะอากาศจะดึงเอาความชื้นที่ผิวอาหารออกไปและยังป้องกัน ไม่ให้เกิดอากาศที่อึดตัวด้วยไอน้ำได้อีกด้วย

4. ความแห้งของอากาศ (dryness of air) ถ้าอากาศที่ใช้ทำแห้งเป็นลมที่อยู่ในสภาพที่แห้งมาก จะช่วยให้อัตราการทำแห้งรวดเร็วขึ้น อากาศแห้งสามารถดูดซึมและเก็บความชื้นได้มากกว่าอากาศชื้น ปกติแล้วอาหารแต่ละชนิดจะมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่สมดุลเฉพาะของอาหารชนิดนั้น ๆ อาหารจะคงอยู่ในสภาพแห้งได้ก็ต่อเมื่ออาหารนั้นอยู่ในระดับความชื้นสัมพัทธ์ที่ต่ำกว่าความชื้นของบรรยากาศ และพบว่าเมื่ออาหารมีค่าความชื้นสัมพัทธ์สมดุลสูงกว่าระดับความชื้นของบรรยากาศ นอกจากจะไม่สามารถทำให้แห้งได้แล้ว อาหารนั้นยังดูดความชื้นเข้าไปในอาหารอีกด้วย

5. ความดันบรรยากาศและสภาพสุญญากาศ (atmospheric pressure and vacuum) ปกติน้ำจะเดือดที่อุณหภูมิ 100°C ที่ความดัน 1 บรรยากาศ แต่เมื่อลดความดันลงพบว่า น้ำจะเดือดที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100°C ดังนั้นถ้านำอาหารไปผ่านความร้อนภายใต้สภาวะสุญญากาศ จะสามารถดึงความชื้นออกจากอาหารได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่าเมื่อไม่ใช้สุญญากาศ ซึ่งปัจจัยนี้มีความสำคัญต่อการทำแห้งอาหารที่ไวต่อความร้อน เพราะอุณหภูมิจากที่ใช้ในการทำแห้งอยู่ในระดับต่ำและใช้เวลาน้อย

6. เวลาและอุณหภูมิ (time and temperature) การทำให้ผลิตภัณฑ์แห้ง โดยอาศัยความร้อน มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะคำนึงถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เพราะส่วนประกอบของอาหารจะสูญเสียสภาพได้ง่ายเมื่อกระทบกับความร้อน ดังนั้นจึงต้องมีการเลือกใช้อัตราการทำแห้งให้เหมาะสมโดยมีการควบคุมเวลาเพื่อรักษาคุณสมบัติของอาหาร

2.5.3 การอบแห้งแบบลาด

การอบแห้งแบบลาดอาศัยหลักการถ่ายเทความร้อนแบบการพาความร้อน (air convection) โดยการทำให้อากาศร้อน แล้วไหลผ่านอาหารภายในตู้ แล้วพาเอาไอน้ำที่ระเหยจากอาหารออกไป ลมร้อนที่ได้ อาจจะได้จากกระแสไฟฟ้าผ่านขดลวดที่ร้อนแล้วผ่านไปยังอาหารที่ต้องการทำแห้งโดยตรง

2.5.3.1 เครื่องอบแห้งแบบถาด (tray dryer)

มีลักษณะเป็นตู้ทรงสูงสี่เหลี่ยมผืนผ้า ภายในอาจวางถาดได้ตั้งแต่ 5 ชั้นถึง 8 ชั้น มีส่วนประกอบดังนี้

1. ตู้เหล็กฉนวนทรงสูง รูปร่างสี่เหลี่ยม ภายในวางอาหารที่จะอบได้ 5 ชั้นถึง 8 ชั้น (ในอุตสาหกรรมอาจใช้ตู้ใหญ่ มีจำนวนชั้นเป็นสิบชั้น)
2. ถาดที่ใช้วางอาหารควรทำด้วยเหล็กปลอดสนิม
3. มอเตอร์(เพื่อทำหน้าที่หมุนเวียนลมร้อน)
4. ขดลวดร้อนให้ความร้อนสูงเกิน 100°C (อาจใช้ไอน้ำหรือแก๊สเป็นแหล่งของความร้อนก็ได้)
5. เครื่องควบคุมอุณหภูมิภายในตู้อบ ซึ่งปกติแล้วหากอุณหภูมิสูงเกิน 70°C อาหารจะแห้งเร็วเกินไป โปรตีนจะเกิดการตกตะกอนและอาหารจะเกิดสีคล้ำ

2.5.3.2 ลักษณะการทำงานของเครื่องอบแห้งแบบถาด

การทำงานของเครื่องอบแห้งแบบถาดจะมีลักษณะทำเป็นกะ เมื่อใส่อาหารที่ต้องการไว้ในถาดหรือแขวนไว้ในตู้แล้วแต่กรณี ให้ความร้อนแก่ถาดจนได้อาหารแห้งที่ความชื้นพอเหมาะแล้วก็นำออกจากตู้อบ แล้วใส่อาหารชุดใหม่เข้าไปอบแห้งเป็นชุด ๆ ไป ดังนั้นการทำงานของตู้อบแบบนี้ การควบคุมความชื้นของอาหารแห้งที่ต้องการจึงสังเกตได้จากหลายทาง เช่น

1. ตั้งระยะเวลาการอบแห้ง (drying time) ในกรณีเคยทำการอบแห้งอาหารประเภทนั้นซึ่งทราบคุณสมบัติของอาหารสดก่อนเข้าตู้อบมาแล้วและเคยทำการอบแห้งมาแล้วหลายครั้ง ก็จะทราบเวลาที่จะใช้ในการอบแห้ง เมื่อสถานะของตู้อบคงที่หรืออยู่ในสภาพใกล้เคียงกัน
2. การตรวจสอบคุณสมบัติของอากาศร้อนขึ้นที่ไหลออกจากตู้ทำให้ทราบได้ว่าอาหารนั้นแห้งและได้ความชื้นที่พอเหมาะหรือยัง

2.5.4 การแปรรูปผักผลไม้ผง

วิธีการแปรรูปผักผลไม้ผง

ในการทดลองเลือกใช้ผลไม้ 3 ชนิดคือ ส้มเขียวหวาน ใช้พันธุ์บางมดเปลือกเขียวอมส้ม สับปะรด ใช้พันธุ์ศรีราชาเนื้อสีเหลืองใส และ แครอท ใช้พันธุ์ไทยเปลือกสีส้มถึงแดง จากนั้นนำผลไม้ที่เลือกแล้วมาทำการคั้นน้ำ โดยนำส้มมาล้างให้สะอาด สะเด็ดน้ำจนแห้ง นำมาผ่าครึ่งเป็น 2 ซีกแล้วนำเข้าเครื่องคั้นน้ำส้ม สับปะรดและแครอท นำมาล้างให้สะอาด สะเด็ดน้ำจนแห้ง ปอกเปลือกและหั่นเป็นชิ้นขนาด 2 นิ้ว นำเข้าเครื่องปั่นแยกกาก นำน้ำผักผลไม้แต่ละชนิดเทใส่ถาดแยกชนิดกัน เทน้ำผักผลไม้สูงจากถาด 2-3 มิลลิเมตร แล้วนำไปเข้าตู้อบ tray dryer ที่อุณหภูมิ 60°C นานประมาณ 2 ชั่วโมง หรือเมื่อน้ำผักผลไม้มีลักษณะขุ่นหนืด แล้วโรยน้ำตาลทรายบดหยาบลงไปคลุกในถาดในอัตราส่วนผักผลไม้ต่อน้ำตาลทราย 2.5:1 คลุกให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียวกันเพื่อป้องกันการแข็งตัวในระหว่างการอบแห้ง เมื่ออบแห้งดีแล้วเก็บใส่ถุงพลาสติก

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั่วหลังจากนั้นนำไปอบต่อ ประมาณ 2-3 ชั่วโมงหรือ จนเป็นผงแห้งสนิทนำผักผลไม้ผงแต่ละชนิดจากตูบมาป่นในเครื่องป่นจนได้น้ำผักผลไม้ผงที่ละเอียด (เฉลิมพงษ์ และ วิภาดา, 2546)

2.5.5 การแปรรูปมะนาวผง

วิธีการแปรรูปมะนาวผง

เตรียมน้ำมะนาวสด โดยใช้มะนาวสดเขียว ล้างน้ำสะอาด ผ่าครึ่งผล และบีบคั้นน้ำ กรองผ่านตะแกรงเบอร์ 25 เพื่อแยกเมล็ดออก จากนั้นนำน้ำมะนาวมาอุ่นให้ร้อนประมาณ 60°C เติมมอลโทเดกซ์ตรินในปริมาณ 20% ของน้ำหนักมะนาวสดที่ได้ เพื่อช่วยเพิ่มปริมาณผลผลิต และช่วยการกระจายตัวของน้ำมะนาวในขณะที่ทำแห้ง ปั่นน้ำมะนาวและสารมอลโทเดกซ์ตรินจน ส่วนผสมเป็นเนื้อเดียวกัน นำเข้าเครื่องทำอาหารแห้งแบบพ่นฝอย (spray dryer) ควบคุมอุณหภูมิ กระแสลมร้อนเข้าที่ 160°C และกระแสลมร้อนออกที่ 90°C จะได้มะนาวผง 24% ของน้ำมะนาวสดหรือนำเข้าเครื่องอบลมร้อนนานประมาณ 2 ชั่วโมง จะได้ผลผลิตเป็นมะนาวผงบรรจุใน ถุงโพลีเอทิลีนชนิดหนาหรือถุงอะลูมิเนียมฟอยล์กลามิเนต จะเก็บได้นาน 1 ปี ที่อุณหภูมิ 15°C ในการนำไปใช้นั้น ให้น้ำมะนาวผง 1 ส่วน เติมน้ำสะอาด 3 ส่วน จะได้มะนาวที่มีรสกลืนใกล้เคียง น้ำมะนาวสด (อารี, 2545)

บทที่ 3

วัตถุดิบ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

3.1 อุปกรณ์ และ ครุภัณฑ์

1. บีเปต 10 ml
2. บีวเรต 50 ml
3. ขาดั่ง พร้อมที่หนีบ
4. บีกเกอร์ขนาด 100 และ 250 ml
5. Erlenmeyer flask 1000 ml
6. ขวดรูปทรงพู่ขนาด 250 ml
7. กรวยแก้ว
8. จุกยางใหญ่
9. กระบอกตวง 250 ml
10. อะลูมิเนียมแกน
11. หลอด Centrifuge
12. Thermometer
13. ทัพพี
14. เตาแก๊ส
15. หม้อสเตนเลส ขนาด 24 นิ้ว
16. ขวดน้ำ 1500 ml
17. ถาดสเตนเลส
18. กะละมังสเตนเลส ขนาด 24 นิ้ว
19. Hand refractometer ATAGO รุ่น N1 Brix 0-32%
20. เครื่องปั่นน้ำผลไม้แบบแยกกาก kenwood
21. เครื่องปั่นแห้ง kenwood
22. เครื่อง Centrifuge centrikon รุ่น T-42k
23. เครื่อง Chroma meter Minolta รุ่น DP 301
24. เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง Mettler รุ่น PE3000
25. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง Mettler รุ่น AJ100
26. ตู้อบลมร้อน Patch รุ่น OV663
27. Hot air oven WBT binder รุ่น E53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 สารเคมีที่ใช้

- 1 ฟีนอล์ฟทาลิน 1 %
- 2 มอลโทเดกซ์ตริน (food grade)
- 3 โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 N
- 4 กรดซิตริก (food grade) จากบริษัทวิทยาสรรพจำกัด

3.4 วัตถุดิบ

- 1 ผลมะเมาะ จากจังหวัดสกลนคร
- 2 น้ำกลั่น
- 3 น้ำตาลทราย มิตรผล

3.5 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการทดลอง

3.5.1 การศึกษาอัตราส่วนของผลมะเมาะต่อน้ำปลาที่เหมาะสม

ทำการผลิตน้ำมะเมาะ โดยใช้อัตราส่วนระหว่างผลมะเมาะและน้ำที่แตกต่างกัน 5 อัตราส่วน คือ 1:2 1:4 1:6 1:8 และ 1:10 โดยนำผลมะเมาะมาปั่นด้วยเครื่องปั่นน้ำผลไม้พร้อมกับน้ำบางส่วนแล้วนำไปกรองเอากากออกด้วยเครื่องคั้นแยกกากจะได้น้ำมะเมาะ ซึ่งนำหนักน้ำมะเมาะที่ได้และนำตัวอย่างมาไตเตรทหาปริมาณกรดคิดเป็น % กรดซิตริก และวัดปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมดคำนวณปริมาณกรดและน้ำตาลที่ต้องใช้ (ภาคผนวก ก) เพื่อปรับปริมาณกรดและปริมาณของแข็งที่ละลายโดยให้มีปริมาณกรด 0.45% คิดเป็นกรดซิตริกและมีปริมาณของแข็งที่ละลาย 15 ° Brix ค่าปริมาณกรดและปริมาณของแข็งที่ละลายที่ปรับนี้ เป็นค่าเฉลี่ยจากตัวอย่างน้ำผลไม้พร้อมคั้นที่วางขายตามท้องตลาด หลังจากนั้นเติมกรดซิตริกและน้ำตาลตามที่คำนวณไว้ลงในน้ำมะเมาะ นำตัวอย่างน้ำมะเมาะที่ได้มาเปรียบเทียบความเข้มข้นและทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านความเข้มข้น ความชอบสี ความฝาด ความชอบรสชาติ และความชอบโดยรวม ใช้แบบทดสอบดังกล่าว ผนวก ง.1 โดยใช้ผู้ทดสอบเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 3 และ 4 จำนวน 20 คน ทำการทดลอง 2 ขั้ว วิเคราะห์ข้อมูลตามแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 11 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test เพื่อเลือกอัตราส่วนระหว่างผลมะเมาะและน้ำที่เหมาะสม

3.5.2 การศึกษาปริมาณมอลโทเดกซ์ตรินที่เหมาะสม

จากอัตราส่วนที่เลือกไว้ในข้อ 3.5.1 ศึกษาปริมาณมอลโทเดกซ์ตรินที่เหมาะสม โดยนำตัวอย่างมาเติมมอลโทเดกซ์ตรินที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 10 20 และ 30% ของน้ำหนักน้ำมะเมาะ นำตัวอย่างน้ำมะเมาะที่ได้มาทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านความหวาน ความเปรี้ยว

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความฝาด ความชอบรสชาติ ความรู้สึกในปาก และความยอมรับโดยรวม ใช้แบบสอบถามดังภาคผนวก ง.2 ใช้แผนการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 3.5.1 เพื่อเลือกปริมาณมอลโทเดกซ์ตรินที่เหมาะสม

3.5.3 การศึกษาวิธีที่เหมาะสมในการทำแห้งน้ำมะม่วง

หลังจากที่ได้ปริมาณมอลโทเดกซ์ตรินที่เหมาะสมแล้วจะศึกษากระบวนการทำแห้งที่เหมาะสมโดยนำผลมะม่วงมาปั่นแล้วกรองแยกกากออกได้น้ำมะม่วง นำน้ำมะม่วงที่ได้มาผสมกับกรดซิตริกที่คำนวณไว้ตามข้อ 3.5.1 แล้วนำมาเคี่ยวในหม้อสแตนเลสเพื่อระเหยน้ำจนได้น้ำมะม่วงเข้มข้นที่มีปริมาตรประมาณครึ่งหนึ่งของน้ำมะม่วงเริ่มต้น นำน้ำมะม่วงเข้มข้นเทใส่ถาดให้สูงจากพื้นถาดประมาณ 2-3 มิลลิเมตร แล้วนำไปเข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 °C นานประมาณ 2 ชั่วโมงหรือจนน้ำมะม่วงมีลักษณะขุ่นหนืด ศึกษาเปรียบเทียบกระบวนการทำแห้ง 3 วิธี ดังตาราง 3.1

ตาราง 3.1 แสดงวิธีที่ใช้ในการทำแห้งมะม่วง

| วิธีที่ | วิธีทำ |
|---------|---|
| 1 | อบต่อน้ำมะม่วงแห้งสนิท แล้วนำมะม่วงที่ได้มาบดและผสมกับน้ำตาลที่คำนวณไว้ |
| 2 | โรยน้ำตาลทรายบดหยาบลงไปคลุกในถาดให้ทั่ว นำไปอบต่อนเป็นผงแห้งสนิท แล้วบดให้ละเอียด |
| 3 | โรยน้ำตาลทรายบดละเอียดลงไปคลุกในถาดให้ทั่ว หลังจากนั้นอบต่อนเป็นผงแห้งสนิทแล้วบดละเอียด |

เดิมมอลโทเดกซ์ตรินตามปริมาณที่เหมาะสมจากข้อ 3.5.2 จะได้น้ำมะม่วง เปรียบเทียบลักษณะมะม่วงที่ได้จากแต่ละวิธี และเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง น้ำมะม่วงที่ได้จากแต่ละวิธีมาละลายน้ำโดยใช้สัดส่วนตามตัวอย่างการคำนวณในภาคผนวก ข เพื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านความเข้มข้น ความชอบสี ความชอบกลิ่น ความชอบกลืน ความฝาด ความชอบรสชาติ และความยอมรับโดยรวม ใช้แบบสอบถามดังภาคผนวก ง.3 วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของผลการทดลองโดยใช้แผนการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 3.5.1 เพื่อเลือกวิธีทำแห้งที่เหมาะสม

3.5.4 การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำแห้ง

หลังจากที่ได้วิธีที่เหมาะสมจากข้อ 3.5.3 แล้วทดลองทำแห้งมะม่วงโดยใช้อุณหภูมิที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 60 70 และ 80 °C จะได้น้ำมะม่วง เปรียบเทียบลักษณะมะม่วงที่ได้จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ละอุณหภูมิ นำตัวอย่างมะเมาะผงที่ได้มาละลายน้ำโดยใช้สัดส่วนตามตัวอย่างการคำนวณในภาคผนวก ๗ และตรวจสอบ

1. อัตราการละลาย (Anderson, 1969)

2. วัดสีด้วยเครื่องวัดสี Chroma meter

3. ทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านความเข้มข้น ความชอบสี ความเข้มข้น ความชอบกลิ่น ความฝาด ความชอบรสชาติ และความยอมรับโดยรวมใช้แบบทดสอบดังภาคผนวก ง.4

วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของผลการทดลองข้อ 1 และ 2 โดยใช้แผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ส่วนข้อ 3 วิเคราะห์ผลการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 3.5.1 เพื่อเลือกอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำมะเมาะผง

3.5.5 การศึกษาความแตกต่างของน้ำมะเมาะที่ได้จากมะเมาะผงและมะเมาะสด

ทดลองทำมะเมาะผงตามกระบวนการที่เลือกจากข้อ 3.5.3 โดยใช้อุณหภูมิที่เหมาะสมจากข้อ

3.5.4 นำตัวอย่างมาละลายน้ำโดยใช้สัดส่วนตามตัวอย่างการคำนวณในภาคผนวก ๗ เปรียบเทียบสีที่ได้กับน้ำมะเมาะสด จากนั้นนำมาเปรียบเทียบกับน้ำมะเมาะสดในด้าน

1. วัดสีด้วยเครื่องวัดสี Chroma meter

2. ทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านความเข้มข้น ความชอบสี ความเข้มข้น ความชอบกลิ่น ความฝาด ความชอบรสชาติ และความยอมรับโดยรวมใช้แบบทดสอบดังภาคผนวก ง.5

วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของผลการทดลองข้อ 1 โดยใช้แผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ส่วนข้อ 2 วิเคราะห์ผลการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 3.5.1 เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของน้ำมะเมาะจากมะเมาะผงกับน้ำมะเมาะสด

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 การศึกษาอัตราส่วนของมะเขีต่อน้ำที่เหมาะสม

จากการทดลองเพื่อศึกษาอัตราส่วนของมะเขีต่อน้ำที่เหมาะสม โดยทดลองทำน้ำมะเขีที่ใช้อัตราส่วนของผลมะเขีต่อน้ำที่ต่างกัน 5 ระดับ คือ 1:2 1:4 1:6 1:8 1:10 ได้ผลดังรูป 4.1



รูป 4.1 น้ำมะเขีที่ใช้อัตราส่วนระหว่างผลมะเขีต่อน้ำที่ต่างกันคือ 1:2 1:4 1:6 1:8 1:10

จากรูปเมื่อใช้อัตราส่วนของผลมะเขีต่อน้ำที่ต่างกันคือ 1:2 1:4 1:6 1:8 1:10 จะทำให้สีของน้ำมะเขีที่ได้ลดลง โดยการใช้อัตราส่วน 1:2 จะมีความเข้มของสีน้ำมะเขีมากที่สุด คือมีสีออกม่วงเขียว แต่เมื่อใช้อัตราส่วน 1:4 ความเข้มสีของน้ำมะเขีจะลดลง น้ำมะเขีที่ได้จะมีสีอ่อนลงโดยมีสีออกม่วงแดง เมื่อใช้อัตราส่วน 1:6 และ 1:8 น้ำมะเขีที่ได้มีสีไม่แตกต่างกันมากนัก คือมีสีแดงเข้ม และเมื่อใช้อัตราส่วน 1:10 น้ำมะเขีที่ได้จะมีสีแดง

เมื่อนำน้ำมะเขีที่ใช้อัตราส่วนของผลมะเขีต่อน้ำที่ต่างกัน มาทดสอบทางประสาทสัมผัส ได้ผลการทดลองดังตาราง 4.1

ตาราง 4.1 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมะเมาะที่ใช้อัตราส่วนระหว่างผลมะเมาะค่อน้ำต่างกัน

| ลักษณะที่ทดสอบ | คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบ±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน | | | | |
|--------------------------------|--|------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
| | 1:2 | 1:4 | 1:6 | 1:8 | 1:10 |
| ความเข้มข้น | 3.97±1.01 ^a | 3.53±0.77 ^b | 3.04±0.63 ^c | 2.65±0.82 ^{cd} | 2.40±0.99 ^d |
| ความชอบสี | 3.23±0.99 ^b | 3.28±0.40 ^b | 3.90±0.74 ^a | 3.47±0.80 ^{ab} | 2.59±0.96 ^c |
| ความฝาด ^{ns} | 2.21±0.96 | 2.03±0.81 | 2.04±0.82 | 2.09±0.97 | 2.99±1.02 |
| ความชอบรสชาติ ^{ns} | 3.13±1.00 | 3.15±0.75 | 3.42±0.81 | 3.35±0.64 | 3.30±0.83 |
| ความยอมรับโดยรวม ^{ns} | 3.23±0.87 | 3.08±0.63 | 3.45±0.90 | 3.30±0.67 | 3.36±1.03 |

หมายเหตุ 1) คะแนนเฉลี่ยเฉลี่ยภายใต้ตัวอักษรเดียวกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2) ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ด้านความเข้มข้น จะเห็นว่าการใช้อัตราส่วนของผลมะเมาะค่อน้ำต่างกันทำให้ความเข้มข้นของน้ำมะเมาะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยเมื่อใช้อัตราส่วน 1:2 1:4 และ 1:6 ความเข้มข้นของสีจะต่างกัน แต่เมื่อใช้ในอัตราส่วน 1:6 และ 1:8 ความเข้มข้นของสีจะไม่ต่างกัน และเมื่อใช้อัตราส่วน 1:8 และ 1:10 ความเข้มข้นของสีก็ไม่ต่างกัน โดยความเข้มข้นของสีจะลดลงเมื่อใช้ปริมาณน้ำเพิ่มขึ้น

ด้านความชอบสี จะเห็นว่าการใช้อัตราส่วนของผลมะเมาะค่อน้ำต่างกันทำให้ความชอบสีของน้ำมะเมาะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อใช้อัตราส่วน 1:2 1:4 และ 1:8 ความชอบสีจะไม่ต่างกัน โดยคะแนนอยู่ในระดับชอบ และเมื่อใช้อัตราส่วน 1:6 และ 1:8 จะได้คะแนนความชอบสีไม่ต่างกันและสูงที่สุด ส่วนการใช้อัตราส่วน 1:10 จะได้คะแนนความชอบสีต่ำสุดเพราะสีน้ำมะเมาะจะจางมาก

ด้านความฝาด จะเห็นว่าการใช้อัตราส่วนของผลมะเมาะค่อน้ำต่างกันทำให้คะแนนความฝาดของน้ำมะเมาะที่ได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ด้านความชอบรสชาติ จะเห็นว่าการใช้อัตราส่วนของผลมะเมาะค่อน้ำต่างกันทำให้คะแนนความชอบรสชาติของน้ำมะเมาะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทั้งนี้เป็นเพราะว่าตัวอย่างน้ำมะเมาะทั้งหมดมีความฝาดไม่ต่างกัน ประกอบกับมีการควบคุมปริมาณน้ำตาลและปริมาณกรดซิตริกสุดท้ายให้มีค่าเท่ากัน จึงไม่ทำให้เกิดความแตกต่างในด้านของรสชาติ

ด้านความยอมรับโดยรวม จะเห็นว่าการใช้อัตราส่วนของผลมะเข่าต่อน้ำต่างกันทำให้คะแนนความยอมรับโดยรวมของตัวอย่างน้ำมะเข่าทั้งหมดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

จากการสังเกตสีของน้ำมะเข่าในรูป 4.1 พบว่าน้ำมะเข่าที่ใช้อัตราส่วน 1:6 และ 1:8 ได้สีที่ไม่เข้มหรืออ่อนจนเกินไปน่าจะได้รับการยอมรับมากที่สุด ประกอบกับคะแนนที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบสีน้ำมะเข่าเมื่อใช้อัตราส่วน 1:6 และ 1:8 ก็ไม่ต่างกันและเป็นคะแนนสูงสุด จึงเลือกอัตราส่วนผลมะเข่าต่อน้ำที่ 1:8 เพื่อเป็นการประหยัดต้นทุนในการผลิต

4.2 การศึกษาปริมาณมอลโทเดกซ์ตรินที่เหมาะสม

จากการทดลองเพื่อเลือกปริมาณมอลโทเดกซ์ตรินที่เหมาะสมในการทำน้ำมะเข่า โดยใช้ปริมาณมอลโทเดกซ์ตรินที่แตกต่างกัน 3 ระดับ เมื่อนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสได้ผลการทดลองดังตาราง 4.2

ตาราง 4.2 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมะเข่าที่ใส่มอลโทเดกซ์ตรินในปริมาณต่างกัน

| ลักษณะที่ทดสอบ | คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบ±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน | | |
|-----------------------|--|------------------------|------------------------|
| | 10 % | 20% | 30% |
| ความหวาน | 2.7±0.67 ^a | 3.1±0.71 ^b | 3.6±0.85 ^a |
| ความเปรี้ยว | 3.4±0.84 ^a | 3.3±0.73 ^{ab} | 2.9±0.74 ^b |
| ความฝาด ^{ms} | 2.0±0.86 | 2.3±0.93 | 2.1±0.86 |
| ความชอบรสชาติ | 3.2±0.65 ^b | 3.5±0.66 ^a | 3.6±0.65 ^a |
| ความรู้สึกลงในปาก | 2.7±0.90 ^b | 3.0±0.93 ^{ab} | 3.2±0.83 ^a |
| ความยอมรับโดยรวม | 3.3±0.64 ^b | 3.7±0.63 ^a | 3.5±0.79 ^{ab} |

หมายเหตุ 1) คะแนนเฉลี่ยภายใต้ตัวอักษรเดียวกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2) ms คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ด้านความหวาน จะเห็นว่าการใช้ปริมาณมอลโทเดกซ์ตรินที่ต่างกันทำให้ความหวานของน้ำมะเข่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยปริมาณมอลโทเดกซ์ตรินที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ความหวานเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เป็นเพราะมอลโทเดกซ์ตรินจะมีรสหวานอ่อน ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านความเปรี้ยว จะเห็นว่าการใช้ปริมาณมอลโทเดกซ์ตรินที่ต่างกันทำให้ความเปรี้ยวของน้ำมะเฒ่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อใช้ปริมาณมอลโทเดกซ์ตริน 10 และ 20% คะแนนความเปรี้ยวจะไม่ต่างกัน และเมื่อใช้ปริมาณมอลโทเดกซ์ตริน 20 และ 30% คะแนนความเปรี้ยวก็ไม่ต่างกัน โดยความเปรี้ยวจะลดลงตามปริมาณมอลโทเดกซ์ตรินที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากรสหวานจากมอลโทเดกซ์ตรินจะทำให้รสเปรี้ยวลดลง

ด้านความฝาด จะเห็นว่าการใช้ปริมาณมอลโทเดกซ์ตรินต่างกันทำให้คะแนนความฝาดของน้ำมะเฒ่าที่ได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ด้านความชอบรสชาติ จะเห็นว่าการใช้ปริมาณมอลโทเดกซ์ตรินต่างกันทำให้ความชอบรสชาติของน้ำมะเฒ่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยเมื่อใช้ปริมาณมอลโทเดกซ์ตริน 20 และ 30% ความชอบรสชาติจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจะต่างจากเมื่อใช้ปริมาณมอลโทเดกซ์ตริน 10%

ด้านความรู้สึกลิ้นปาก จะเห็นว่าการใช้ปริมาณมอลโทเดกซ์ตรินต่างกันทำให้คะแนนความรู้สึกลิ้นปากของน้ำมะเฒ่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยเมื่อใช้ปริมาณมอลโทเดกซ์ตริน 10 และ 20% ความรู้สึกลิ้นปากของน้ำมะเฒ่าจะไม่ต่างกัน และเมื่อใช้ปริมาณมอลโทเดกซ์ตริน 20 และ 30% ความรู้สึกลิ้นปากก็ไม่ต่างกัน คะแนนที่ได้จะเพิ่มขึ้นตามปริมาณที่ใช้เพิ่มขึ้น เพราะมอลโทเดกซ์ตรินจะช่วยเพิ่มเนื้อสัมผัสให้กับน้ำมะเฒ่า

ความยอมรับโดยรวม จะเห็นว่าการใช้ปริมาณมอลโทเดกซ์ตรินต่างกันทำให้คะแนนความยอมรับโดยรวมของน้ำมะเฒ่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยเมื่อใช้ปริมาณมอลโทเดกซ์ตริน 10 และ 30% ความยอมรับโดยรวมของน้ำมะเฒ่าจะไม่ต่างกัน และเมื่อใช้ปริมาณมอลโทเดกซ์ตริน 20 และ 30% ความยอมรับโดยรวมก็ไม่ต่างกัน

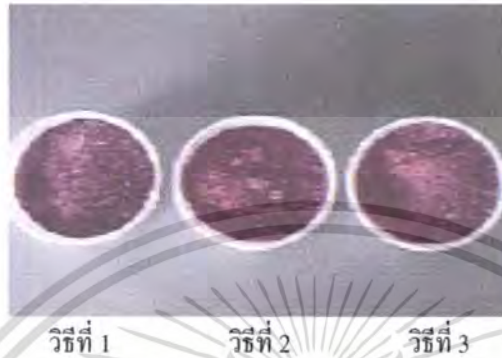
จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสจะเห็นว่าปริมาณมอลโทเดกซ์ตรินที่ 20% มีคะแนนในด้านต่าง ๆ ค่อนข้างสูงและคะแนนการยอมรับโดยรวมเมื่อใช้ปริมาณมอลโทเดกซ์ตริน 20 และ 30% ไม่มีความแตกต่างและได้คะแนนสูงสุด จึงเลือกใช้ปริมาณมอลโทเดกซ์ตริน 20% เพื่อเป็นการประหยัดต้นทุนในการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

4.3 การศึกษาวิธีที่เหมาะสมในการทำแห้งน้ำมะเฒ่า

จากการศึกษากระบวนการทำแห้งที่เหมาะสม โดยการใช้วิธีในการทำแห้งต่างกัน 3 วิธี ลักษณะของมะเฒ่าผงที่ได้แสดงในรูป 4.2 เวลาที่ใช้ในการทำแห้งและลักษณะของมะเฒ่าผงที่ได้จากแต่ละวิธีแสดงในตาราง 4.3



รูป 4.2 แสดงลักษณะของมะเฒ่าผงที่ได้จากการทำมะเฒ่าผงที่แตกต่างกัน 3 วิธี

ตาราง 4.3 แสดงเวลาที่ใช้ในการทำแห้งมะเฒ่าผงทั้ง 3 วิธีและลักษณะมะเฒ่าผงที่ได้

| วิธีที่ | เวลาที่ใช้ในการทำแห้ง | ลักษณะมะเฒ่าผงที่ได้ |
|---------|-----------------------|---|
| 1 | ประมาณ 24 ชั่วโมง | มีลักษณะเม็ดเล็ก ๆ สีม่วงเข้มผสมกับสีขาวๆ |
| 2 | ประมาณ 8-10 ชั่วโมง | สีม่วงเป็นเนื้อเดียวกัน |
| 3 | ประมาณ 12-14 ชั่วโมง | สีม่วงอ่อนเป็นเนื้อเดียวกัน |

หมายเหตุ รายละเอียดของวิธีทำน้ำมะเฒ่า ทั้ง 3 วิธี ดูจากตาราง 3.1 หน้า 16

จะเห็นว่าลักษณะของมะเฒ่าผงที่ได้จากวิธีที่ต่างกัน 3 วิธี มีลักษณะค่อนข้างใกล้เคียงกันแต่เวลาที่ใช้ในการทำแห้งต่างกัน โดยวิธีที่ 1 ใช้เวลานานที่สุด วิธีที่ 3 ใช้เวลาประมาณครึ่งหนึ่งของวิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 ใช้เวลาในการทำแห้งน้อยที่สุด

เมื่อนำมะเฒ่าผงที่ใช้วิธีทำแห้งต่างกันมาผสมส่วนผสมอื่น แล้วนำมาคั้นรูป เมื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสได้ผลการทดลองดังตาราง 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมะเมาะผง
ที่ได้จากการผลิตที่ต่างกัน

| ลักษณะที่ทดสอบ | คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบ±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน | | |
|--------------------------------|--|------------------------|------------------------|
| | วิธีที่ 1 | วิธีที่ 2 | วิธีที่ 3 |
| ความเข้มข้น | 4.12±0.47 ^a | 3.25±0.66 ^b | 3.05±0.61 ^b |
| ความชอบสี | 3.01±0.76 ^b | 3.88±0.50 ^a | 3.82±0.61 ^a |
| ความเข้มข้นกลิ่น | 3.21±0.98 ^a | 2.78±0.86 ^b | 2.78±1.01 ^b |
| ความชอบกลิ่น ^{ns} | 3.16±0.74 | 3.23±0.61 | 3.17±0.69 |
| ความฝาด ^{ns} | 2.07±0.95 | 2.12±0.95 | 2.00±0.81 |
| ความชอบรสชาติ ^{ns} | 3.34±0.97 | 3.63±0.56 | 3.50±0.58 |
| ความยอมรับโดยรวม ^{ns} | 3.39±0.97 | 3.72±0.63 | 3.60±0.60 |

หมายเหตุ 1) คะแนนเฉลี่ยภายใต้ตัวอักษรเดียวกันในแนวนอน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2) ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3) รายละเอียดของวิธีทำน้ำมะเมาะ ทั้ง 3 วิธี ดูจากตาราง 3.1 หน้า 16

ด้านความเข้มข้น จะเห็นว่าการใช้วิธีในการทำแห้งต่างกันทำให้คะแนนความเข้มข้นของน้ำมะเมาะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อใช้วิธีที่ 2 และ 3 คะแนนความเข้มข้นของสีจะไม่ต่างกันแต่จะต่างจากการใช้วิธีที่ 1 ซึ่งมีความเข้มข้นสูงที่สุด รองลงมาคือวิธีที่ 2 และ 3

ด้านความชอบสี จะเห็นว่าการใช้วิธีในการทำแห้งต่างกันทำให้คะแนนความชอบสีของน้ำมะเมาะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อใช้วิธีที่ 2 และ 3 น้ำมะเมาะที่ได้จะมีคะแนนความชอบของสีไม่ต่างกันและมีค่าสูงสุด แต่จะต่างจากการใช้วิธีที่ 1 ซึ่งมีคะแนนต่ำสุด

ด้านความเข้มข้นกลิ่น จะเห็นว่าการใช้วิธีในการทำแห้งต่างกันทำให้คะแนนความเข้มข้นของน้ำมะเมาะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อใช้วิธีที่ 2 และ 3 คะแนนความเข้มข้นของกลิ่นจะไม่ต่างกันแต่จะต่างจากการใช้วิธีที่ 1 ซึ่งมีคะแนนความเข้มข้นสูงที่สุด รองลงมาคือวิธีที่ 2 และ 3

ด้านความชอบกลิ่น จะเห็นว่าการใช้วิธีในการทำแห้งต่างกันทำให้ความชอบกลิ่นของน้ำมะเมาะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ด้านความฝาด จะเห็นว่าการใช้วิธีในการทำแห้งต่างกันทำให้ความฝาดของน้ำมะเมาไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ด้านความชอบรสชาติ จะเห็นว่าการใช้วิธีในการทำแห้งต่างกันทำให้ความชอบรสชาติของน้ำมะเมาไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ด้านความยอมรับโดยรวม จะเห็นว่าการใช้วิธีในการทำแห้งต่างกันทำให้ความยอมรับโดยรวมของน้ำมะเมาไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่ในการทำแห้งวิธีที่ 2 ใช้เวลาในการทำแห้งน้อยที่สุด ดังนั้นจึงเลือกวิธีที่ 2 ในการทำแห้งน้ำมะเมาเพื่อเป็นการประหยัดต้นทุนในการผลิต

4.4 การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำแห้ง

จากการศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการผลิตมะเมาผง โดยใช้อุณหภูมิต่างกัน 3 ระดับ คือ 60 70 และ 80°C ได้มะเมาผงที่มีลักษณะต่างกันดังรูป 4.3



รูป 4.3 แสดงลักษณะมะเมาผงที่ได้จากการใช้อุณหภูมิที่ต่างกัน คือ 60 70 และ 80°C

จากรูปจะเห็นว่ามะเมาผงที่ใช้อุณหภูมิ 60°C มีสีม่วงอ่อนที่สุด เมื่อใช้ที่ 70°C จะมีสีม่วงเข้มขึ้น ส่วนการใช้อุณหภูมิ 80°C มะเมาผงที่ได้จะมีสีน้ำตาล ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการใช้ อุณหภูมิ 80 °C จะทำให้น้ำตาลที่เดิมลงไปและน้ำตาลที่อยู่ในน้ำมะเมาเกิด caramelization เมื่อนำมะเมาผงมาละลายน้ำแล้วศึกษาการดูดซับและค่าการละลาย ได้ผลดังตาราง 4.5

ตาราง 4.5 แสดง % การดูดซับน้ำและค่าการละลายของมะเมาะผงที่ได้จากการใช้อุณหภูมิที่ต่างกัน

| | ค่าที่ได้จากการทดลอง±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน | | |
|------------------|--|-------------------------|--------------------------|
| | 60°C | 70°C | 80°C |
| การดูดซับน้ำ (%) | 0.85±0.06 ^a | 2.21±0.27 ^a | 1.52±1.42 ^b |
| ค่าการละลาย | 90.46±5.33 ^a | 83.64±9.93 ^b | 91.16±12.51 ^a |

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยภายใต้ตัวอักษรเดียวกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ด้านการดูดซับน้ำ จะเห็นว่าการทำแห้งมะเมาะที่ใช้อุณหภูมิต่างกันทำให้ค่าการดูดซับน้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยการใช้อุณหภูมิ 70°C จะทำให้การดูดซับน้ำสูงที่สุดรองลงมาก็คือการใช้อุณหภูมิ 80 และ 60°C ตามลำดับ

ค่าการละลาย จะเห็นว่าการทำแห้งมะเมาะที่ใช้อุณหภูมิต่างกันทำให้ค่าการละลายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยการใช้อุณหภูมิ 60 และ 80°C ค่าการละลายไม่แตกต่างกันและมีค่าสูงสุดแต่จะต่างจากการใช้อุณหภูมิ 70°C

เมื่อนำมะเมาะมาละลายน้ำ ทำการวัดสีได้ผลการทดลองดังตาราง 4.6

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าที่ได้จากการวัดสีโดยใช้เครื่อง Chroma meter ของน้ำมะเมาะผงที่ได้จากการอบแห้งที่อุณหภูมิต่างกัน

| | ค่าที่ได้จากการวัด±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน | | |
|---|--|-------------------------|-------------------------|
| | 60°C | 70°C | 80°C |
| L | 31.50±1.90 ^a | 27.63±1.79 ^b | 26.12±0.57 ^b |
| a | 8.88±1.65 ^a | 7.04±3.92 ^a | 3.46±0.81 ^b |
| b | 3.26±0.89 ^a | 1.63±1.35 ^b | 0.53±0.28 ^c |

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยภายใต้ตัวอักษรเดียวกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่า L จากการวัดค่าสีโดยใช้เครื่อง chroma meter เป็นค่าที่บอกถึงความสว่างของสี จะเห็นว่า การอบมะเมาะที่อุณหภูมิต่างกัน มีผลทำให้ค่า L มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยการใช้อุณหภูมิ 70 และ 80°C ได้ค่าความสว่างไม่แตกต่างกัน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือมีสีออกเป็นสีคล้ำแดง แต่จะต่างจากการใช้อุณหภูมิที่ 60°C ซึ่งสีของน้ำมะเมาะที่ได้จะสว่างมากกว่า

สำหรับค่า a จะเห็นว่าการผลิตมะเมาะแห้งที่ใช้อุณหภูมิต่างกันมีผลทำให้ค่า a มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยเมื่อใช้อุณหภูมิ 60 และ 70°C ค่า a ที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันคือมีสีออกเป็นสีแดงเข้ม แต่จะต่างจากการใช้อุณหภูมิ 80°C ซึ่งสีที่ได้จะมีสีแดงจาง ๆ

สำหรับค่า b จะเห็นว่าการผลิตมะเมาะแห้งที่ใช้อุณหภูมิต่างกันมีผลทำให้ค่า b มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยเมื่อใช้อุณหภูมิ 60°C ค่า b จะสูงที่สุดซึ่งหมายความว่าสีออกสีน้ำเงินมากที่สุด และการใช้อุณหภูมิ 70°C จะได้ค่า b รองลงมาคือมีสีน้ำเงินผสมเหลืองเล็กน้อย ส่วนการใช้อุณหภูมิ 80°C จะได้ค่า b ต่ำที่สุด หมายความว่าไม่มีสีเหลืองอยู่มากที่สุด

เมื่อนำมะเมาะผงมาละลายน้ำแล้วทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส ได้ผลการทดลองดังตาราง 4.7

ตาราง 4.7 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมะเมาะจากมะเมาะแห้งที่ใช้อุณหภูมิต่างกัน

| ลักษณะที่ทดสอบ | คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบ±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน | | |
|-----------------------|--|---------------------------|---------------------------|
| | 60°C | 70°C | 80°C |
| ความเข้มสี | $2.33\pm 0.63^{\text{c}}$ | $3.47\pm 0.56^{\text{b}}$ | $4.06\pm 0.70^{\text{a}}$ |
| ความชอบสี | $3.19\pm 0.92^{\text{b}}$ | $3.70\pm 0.71^{\text{a}}$ | $2.28\pm 0.89^{\text{c}}$ |
| ความเข้มกลิ่น | $2.25\pm 0.73^{\text{c}}$ | $3.04\pm 0.69^{\text{b}}$ | $3.47\pm 0.91^{\text{a}}$ |
| ความชอบกลิ่น | $2.64\pm 0.75^{\text{c}}$ | $3.52\pm 0.80^{\text{a}}$ | $2.97\pm 1.06^{\text{b}}$ |
| ความฝาด ^{ns} | 2.31 ± 0.88 | 2.48 ± 0.89 | 2.58 ± 0.99 |
| ความชอบรสชาติ | $2.56\pm 0.81^{\text{b}}$ | $3.73\pm 0.81^{\text{a}}$ | $2.83\pm 0.92^{\text{b}}$ |
| ความยอมรับ โดยรวม | $2.75\pm 0.79^{\text{b}}$ | $3.88\pm 0.64^{\text{a}}$ | $2.85\pm 0.80^{\text{b}}$ |

หมายเหตุ 1) คะแนนเฉลี่ยภายใต้ตัวอักษรเดียวกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2) ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ด้านความเข้มสี จะเห็นว่าการทำแห้งมะเมาะที่อุณหภูมิต่างกันทำให้ความเข้มสีของน้ำมะเมาะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยน้ำมะเมาะที่ได้จากการอบที่เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิ 80 °C มีคะแนนความเข้มสีสูงที่สุดมีสีน้ำตาล เพราะการใช้อุณหภูมิสูงทำให้น้ำมะเฒ่าเกิด caramelization น้ำมะเฒ่าที่อบแห้งอุณหภูมิ 70 °C ได้คะแนนความเข้มสีรองลงมา และน้ำมะเฒ่าที่ได้จากการอบที่อุณหภูมิ 60 °C ได้คะแนนความเข้มสีต่ำที่สุด โดยอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะทำให้การสูญเสียสีม่วงของมะเฒ่าเพิ่มขึ้น

ด้านความชอบสี จะเห็นว่าการทำงานแห้งมะเฒ่าที่อุณหภูมิต่างกันมีผลทำให้คะแนนความชอบสีของน้ำมะเฒ่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยน้ำมะเฒ่าที่ใช้อุณหภูมิต่ำที่ 70 °C ได้คะแนนความชอบสีสูงที่สุด น้ำมะเฒ่าที่อบที่อุณหภูมิ 60 °C ได้คะแนนความชอบสีรองลงมาและน้ำมะเฒ่าที่ใช้อุณหภูมิ 80 °C ได้คะแนนความชอบสีต่ำที่สุดเพราะจะมีสีออกเป็นสีน้ำตาลซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

ด้านความเข้มกลิ่น จะเห็นว่าการทำงานแห้งมะเฒ่าโดยใช้อุณหภูมิต่างกันทำให้คะแนนความเข้มกลิ่นของน้ำมะเฒ่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยน้ำมะเฒ่าผงที่ได้จากการใช้อุณหภูมิ 80 °C ได้คะแนนความเข้มกลิ่นสูงที่สุดและมีกลิ่นคล้ายกลิ่นน้ำตาลไหม้ น้ำมะเฒ่าผงที่ได้จากการใช้อุณหภูมิ 70 และ 60 °C ได้คะแนนรองลงมาตามลำดับ

ด้านความชอบกลิ่น จะเห็นว่าการทำงานแห้งมะเฒ่าที่อุณหภูมิต่างกันทำให้คะแนนความชอบกลิ่นของน้ำมะเฒ่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยน้ำมะเฒ่าที่ได้เมื่อใช้อุณหภูมิ 70 °C ได้คะแนนความชอบกลิ่นสูงที่สุด รองลงมาคือน้ำมะเฒ่าที่ใช้อุณหภูมิ 80 และ 60 °C ตามลำดับ

ด้านความฝาด พบว่าการทำงานแห้งมะเฒ่าที่อุณหภูมิต่างกันทำให้ความฝาดของน้ำมะเฒ่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ด้านความชอบรสชาติ จะเห็นว่าการทำงานแห้งมะเฒ่าที่อุณหภูมิต่างกันทำให้คะแนนความชอบรสชาติของน้ำมะเฒ่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อใช้อุณหภูมิ 60 และ 80 °C น้ำมะเฒ่าที่ได้จะได้อะไรคะแนนความชอบรสชาติไม่ต่างกันแต่จะต่างจากเมื่อใช้อุณหภูมิ 70 °C ซึ่งได้คะแนนสูงกว่า

ด้านการยอมรับโดยรวม จะเห็นว่าการทำงานแห้งมะเฒ่าที่อุณหภูมิต่างกันทำให้คะแนนความยอมรับโดยรวมของน้ำมะเฒ่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อใช้อุณหภูมิ 60 และ 80 °C น้ำมะเฒ่าที่ได้จะได้อะไรคะแนนความยอมรับโดยรวมไม่ต่างกัน แต่ต่างจากเมื่อใช้อุณหภูมิ 70 °C ซึ่งได้คะแนนสูงกว่าผลการทดลองนี้สอดคล้องกับผลด้านความชอบรสชาติ

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสจะเห็นว่าน้ำมะเฒ่าเมื่อใช้อุณหภูมิ 70 °C ในการอบแห้งได้คะแนนการยอมรับสูงกว่า จึงเลือกใช้อุณหภูมิ 70 °C เพื่ออบแห้งมะเฒ่าต่อไป

4.5 การศึกษาความแตกต่างของน้ำมะเม่าคั้นรูปจากมะเม่าผงเปรียบเทียบกับน้ำมะเม่าสด

เมื่อน้ำมะเม่าผงที่ได้จากการทดลองมาละลายน้ำและเปรียบเทียบระหว่างน้ำมะเม่าคั้นรูปกับน้ำมะเม่าสดจะได้ดังรูป 4.4 เมื่อวัดความเข้มสีโดยใช้เครื่อง Chroma meter ได้ผลดังตาราง 4.8



รูป 4.4 แสดงสีของน้ำมะเม่าคั้นรูปและมะเม่าสด

ตารางที่ 4.8 ค่าที่ได้จากการวัดสี ของน้ำมะเม่าคั้นรูปเปรียบเทียบกับน้ำมะเม่าสด โดยใช้เครื่อง Chroma meter

| | ค่าที่ได้จากการวัดค่าเฉลี่ยเบนมาตรฐาน | |
|-----------------|---------------------------------------|-------------------------|
| | น้ำมะเม่าสด | น้ำมะเม่าผง |
| L | 24.99±0.95 ^a | 23.77±0.86 ^b |
| a ^{ns} | 13.42±2.15 | 14.78±1.00 |
| b ^{ns} | 4.69±1.32 | 4.29±0.40 |

หมายเหตุ 1) ค่าเฉลี่ยภายใต้ตัวอักษรเดียวกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2) ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากการวัดค่าสีโดยใช้เครื่อง Chroma meter ของน้ำมะเม่าผงและสด พบว่า มีความแตกต่างกันของค่า L ซึ่งบอกถึงความสว่างของน้ำมะเม่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยส่วนน้ำมะเม่าสดจะมีค่าความสว่างมากกว่า ส่วนค่า a และ b นั้นไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เมื่อนำน้ำมะเม่าคั้นรูปและน้ำมะเม่าสดมาทดสอบทางประสาทสัมผัสได้ผลการทดลองดังตาราง 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมะเมาะ
คั้นรูปเปรียบเทียบกับน้ำมะเมาะสด

| ลักษณะที่ทดสอบ | คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบ±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน | |
|-----------------------|--|------------------------|
| | น้ำมะเมาะสด | น้ำมะเมาะผง |
| ความเข้มข้น | 3.12±0.69 ^b | 3.98±0.70 ^a |
| ความชอบสี | 3.97±0.56 ^a | 2.51±0.84 ^b |
| ความเข้มข้นกลิ่น | 3.27±0.93 ^a | 2.61±0.99 ^b |
| ความชอบกลิ่น | 3.51±0.83 ^a | 2.65±0.85 ^b |
| ความฝาด ^{ns} | 2.08±0.96 | 2.09±0.99 |
| ความชอบรสชาติ | 3.81±0.65 ^a | 2.65±0.91 ^b |
| ความยอมรับโดยรวม | 3.89±0.63 ^a | 2.74±0.77 ^b |

หมายเหตุ 1) คะแนนเฉลี่ยภายใต้ตัวอักษรเดียวกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2) ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ด้านความเข้มข้น จะเห็นว่าความเข้มข้นจะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยน้ำมะเมาะคั้นรูปมีคะแนนความเข้มข้นสูงกว่าน้ำมะเมาะสด ทั้งนี้เป็นเพราะว่าน้ำมะเมาะคั้นรูปผ่านกระบวนการให้ความร้อนอย่างการอบแห้ง จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีเข้มกว่าของสด

ด้านความชอบสี จะเห็นว่าคะแนนความชอบสีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยน้ำมะเมาะสดมีคะแนนความชอบสีสูงกว่าน้ำมะเมาะคั้นรูป อาจเนื่องมาจากน้ำมะเมาะคั้นรูปมีสีคล้ำกว่า ทำให้ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

ด้านความเข้มข้นกลิ่น จะเห็นว่าคะแนนความเข้มข้นกลิ่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยน้ำมะเมาะสดได้คะแนนความเข้มข้นกลิ่นสูงกว่าน้ำมะเมาะคั้นรูป ทั้งนี้เป็นเพราะในการให้ความร้อนเพื่อทำแห้งมะเมาะ กลิ่นของมะเมาะอาจสูญเสียพร้อมกับน้ำที่ระเหยออกไป จึงทำให้น้ำมะเมาะคั้นรูปมีกลิ่นอ่อนกว่า

ด้านความชอบกลิ่น จะเห็นว่าได้คะแนนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยน้ำมะเมาะสดได้คะแนนความชอบกลิ่นสูงกว่าน้ำมะเมาะคั้นรูป เพราะน้ำมะเมาะสดมีกลิ่นของมะเมาะเข้มข้นกว่าน้ำมะเมาะคั้นรูป

ด้านความฝาด พบว่าคะแนนที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ด้านความชอบรสชาติ จะเห็นว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยน้ำมะเข่าสดได้คะแนนของความชอบรสชาติสูงกว่าน้ำมะเข่าคั้นรูป

ด้านความยอมรับโดยรวม จะเห็นว่าคะแนนที่ได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยน้ำมะเข่าสดมีคะแนนของความยอมรับโดยรวมสูงกว่าน้ำมะเข่าคั้นรูป เพราะน้ำมะเข่าคั้นรูปมีการสูญเสียคุณสมบัติทางกายภาพในด้านรส สี กลิ่น เนื่องจากความร้อน

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสจะเห็นว่าน้ำมะเข่าคั้นรูปและสดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกด้านยกเว้นด้านความฝาด โดยน้ำมะเข่าสดได้คะแนนด้านความยอมรับโดยรวมสูงกว่า อย่างไรก็ตามคะแนนของน้ำมะเข่าคั้นรูปในด้านความยอมรับโดยรวมยังอยู่ในช่วงยอมรับได้ จึงสามารถทำการผลิตมะเข่าผงได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดลอง

1. การเลือกอัตราส่วนของมะเข่าต่อน้ำเปล่าที่เหมาะสม

การใช้ผลมะเข่าต่อน้ำที่อัตราส่วน 1:8 ในการทำน้ำมะเข่า ได้รับการยอมรับในด้านสีจากผู้ทดสอบไม่แตกต่างจากที่อัตราส่วน 1:6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อคิดในด้านต้นทุนการผลิต การใช้น้ำมะเข่าน้อยทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำลง

2. การเลือกปริมาณมอลโทเดกซ์ตรินที่เหมาะสม

การใช้ปริมาณมอลโทเดกซ์ตรินในปริมาณสูงจะช่วยทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสและรสชาติของน้ำมะเข่าดีขึ้น แต่การใช้ปริมาณมอลโทเดกซ์ตรินที่ 20 และ 30% ทำให้ความยอมรับโดยรวมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงเลือกปริมาณมอลโทเดกซ์ตรินที่ 20% ของน้ำหนักน้ำมะเข่า เมื่อคิดในด้านต้นทุนการผลิต การใช้ปริมาณมอลโทเดกซ์ตรินน้อยทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำลง

3. การเลือกวิธีที่เหมาะสมในการทำแห้งมะเข่าผง

ในการผลิตมะเข่าผง โดยใช้การโรยน้ำตาลบดหยาบลงไป จะใช้เวลาในการทำแห้งน้อยที่สุด และได้รับคะแนนการยอมรับโดยรวมจากผู้บริโภคมากที่สุด เมื่อคิดในด้านต้นทุนการผลิต การใช้เวลาในการอบแห้งน้อยทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำลง

4 การเลือกอุณหภูมิที่เหมาะสมในการผลิตมะเข่าผง

ในการผลิตมะเข่าผงอุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 70°C เนื่องจากได้รับความยอมรับโดยรวมจากผู้บริโภคมากที่สุด

5 การศึกษาความแตกต่างของน้ำมะเข่าคั้นรูปจากมะเข่าผงเปรียบเทียบกับน้ำมะเข่าสด

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างของน้ำมะเข่าคั้นรูปและน้ำมะเข่าสดมีความแตกต่างกันในทุก ๆ ด้านยกเว้นความฝาด น้ำมะเข่าสดจะได้รับความยอมรับมากกว่าน้ำมะเข่าคั้นรูป เพราะอุณหภูมิสูงในการทำแห้งทำให้คุณสมบัติทางกายภาพ เช่น สี กลิ่น รส ของมะเข่าสูญเสียไปเนื่องจากความร้อน แต่คะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคและมะเข่าผงที่ได้มีอัตราในการละลายสูง

ข้อเสนอแนะ

1. ในการคลุกน้ำตาลในขณะที่อบแห้งนั้น ต้องค่อยเติมน้ำตาลทีละน้อย จึงจะไม่ทำให้เกิดการละลายของน้ำตาลขึ้น
2. หลังจากอบมะม่วงแห้งให้เป็นผงแล้ว จะต้องรีบเก็บมะม่วงแห้งใส่ภาชนะที่ปิดสนิท เพราะมะม่วงแห้งมีส่วนประกอบของน้ำตาลสูง ทำให้จะดูดความชื้นค่อนข้างง่าย
3. ควรลองใช้เครื่องอบแห้งชนิดอื่น เช่น spray dryer หรือ Drum dryer เพื่อศึกษาว่าเครื่องอบแห้งชนิดใดเหมาะกับการทำแห้งน้ำมะม่วง
4. หากระเหยน้ำมะม่วงโดยระบบสุญญากาศ น่าจะได้น้ำมะม่วงแห้งที่มีคุณภาพในด้าน รส สี กลิ่นมากยิ่งขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- กิตติพงษ์ ห่วงรัญจ. 2535. ผักและผลไม้. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ
- กล้าณรงค์ ศรีรอด. 2532. เทคโนโลยีน้ำตาล เล่ม 1. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ
- เฉลิมพงษ์ ตันเจริญทรัพย์ และ วิภาดา ตรงต่อศักดิ์. 2546. การผลิตผักผลไม้ผงและการนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตภัณฑ์นมอัดเม็ดและคุกกี้. ปัญหาพิเศษ. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ
- นิริยา รัตนาปนนท์. 2545. เคมีอาหาร. โอเคียนส์โตร์ กรุงเทพฯ
- ไพฑูรย์ ศรีฟ้า. 2546. “มะเม่า” เข้าถึงได้จาก <http://www.winedesmui.com>
- วุฒิ วุฒิชรรณเวช. 2546. เกษตรกรรมไทยและสรรพคุณสมุนไพร. ศิลป์สยามบรรณภัณฑ์และการพิมพ์ กรุงเทพฯ
- ศิริลักษณ์ สีนชวลิต. 2525. ทฤษฎีอาหารเล่ม 1 หลักการประกอบอาหาร. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ
- ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ. 2547. ความรู้เรื่องไวน์. คณะวิชาเทคโนโลยีการอาหาร สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตกาฬสินธุ์
- ศูนย์วิจัยกสิกรรมไทย. 2544. “ตลาดน้ำผลไม้ไทย” เข้าถึงได้จาก <http://www.manager.co.th>
- สมชาติ โสภณธรรมฤทธิ์. 2540. การอบแห้งเมล็ดพืชและอาหารบางประเภท. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ
- สมบัติ ขอทวีวัฒนา. 2529. กรรมวิธีการอบแห้ง. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ
- อารี ชูวิสิฐกุล. 2545. "การแปรรูปมะนาวผง" เข้าถึงได้จาก http://www.rdi.ku.ac.th/FOOD/PrasartS/index_lemon_powder.html
- Anderson R.A. 1969. Gelatinization of Congrits by row and extrusion cooking. Cereal Sci Today. 14:4-11
- A.O.A.C, 1990. Official Method of Analysis. 15th ed. Association of official Analytical Kenneth Helrich Arlington.
- Macrae, R. Robinson, R.K. and Sadler, M.J, 1974 อ้างในธงชัย พุฒทองศิริ. 2542. แป้งขนมจีนสำเร็จรูป. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
การวิเคราะห์หา % กรดซิตริกของน้ำผลไม้ (A.O.A.C. 1990)

สารเคมีที่ใช้

1. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 N
2. phenolphthalein 1%

วิธีวิเคราะห์

1. เหย่าน้ำผลไม้ที่ต้องการจะวัดค่าความเป็นกรดให้ผสมกันให้ดี แล้วกรองด้วยผ้าขาวบางที่แห้งและสะอาด
2. สำหรับน้ำผลไม้ที่มีสีเข้มต้องนำมาเจือจางกับน้ำกลั่นที่เพิ่งต้มใหม่ ๆ โดยใช้ปิเปตดูดน้ำผลไม้มา 1 ml เจือจางกับน้ำกลั่น 100 ml ใส่ลงไปในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 ml
3. หยด phenolphthalein 1% 2 หยด เหย้าให้เข้ากัน
4. นำสารละลายที่ได้ไปไตเตรทด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ ขณะไตเตรท เหย้าให้ตัวอย่างและสารละลายเข้ากันถึงจุดยุติ สีจะเปลี่ยนจากไม่มีสีเป็นสีชมพูอ่อน ทำการทดลองซ้ำอีก 2 ครั้ง
5. คำนวณปริมาณกรดในตัวอย่างในรูปของกรดซิตริก

การคำนวณ

$$\% \text{ กรดซิตริก} = \frac{V \times N \times \text{milliequivalent ของกรด} \times 100}{W}$$

เมื่อ

N คือ Normality

V คือ ปริมาณของ NaOH ที่ไตเตรทได้ (มิลลิลิตร)

W คือ จำนวนมิลลิลิตรหรือกรัมของตัวอย่างที่ใช้

Milliequivalent(น้ำหนักสมมูลของกรด) ของกรดซิตริก = 0.064

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การเตรียมสารละลายมาตรฐาน NaOH 0.1 N

การเตรียมสารละลายมาตรฐาน โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 นอร์มอล
ขั้นตอน

1. ชั่ง โซเดียมไฮดรอกไซด์ 50 กรัม ในกระชอนาฬิกา ละลายสารด้วยน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้สักครู่ พร้อมปิดปากบีกเกอร์ด้วยกระชอนาฬิกา
2. ดูดสารละลายส่วนที่ใส่ในบีกเกอร์ประมาณ 5.5 มิลลิลิตร ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 1000 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร ปิดจุกเขย่าให้สารละลายผสมกันด้วยดี
3. ชั่ง Potassium phthalate ($\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$) อบแห้งที่อุณหภูมิ 120°C นาน 2 ชั่วโมง ด้วยตาชั่งละเอียด 0.6000-0.7000 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร และเติมด้วยน้ำกลั่น 50-70 มิลลิลิตร
4. หยดสารละลาย phenolphthalein 1% จำนวน 2 หยด ในสารละลาย Potassium phthalate แล้วเขย่าให้ละลายจนหมด
5. นำสารละลาย potassium phthalate ไปไตเตรทกับสารละลายด่างที่บรรจุอยู่ในบิวเรตจนสารละลาย Potassium phthalate เปลี่ยนจากไม่มีสีเป็นสีชมพูอ่อน และสีชมพูจะคงสภาพได้ประมาณ 1 นาที
6. ทำซ้ำโดยใช้สารละลายด่างในขวดที่เตรียมไว้ 2 ครั้ง บันทึกปริมาตร (มิลลิลิตร) ของสารละลายที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา
7. คำนวณค่า Normality ของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เตรียมจากสูตร

$$\text{Normality NaOH} = \frac{\text{น้ำหนักเป็นกรัมของ KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4 \times 1000}{\text{มิลลิลิตร NaOH} \times 204.229}$$

ภาคผนวก ก

การปรับความหวานให้ได้ความเข้มข้นของน้ำผลไม้ตามต้องการ

ในการปรับความเข้มข้นของสารละลายจะใช้วิธีของ Pearson's square ดังนี้คือ กำหนดรูปสี่เหลี่ยมขึ้นมา กึ่งกลางเขียนความเข้มข้นสุดท้ายที่ต้องการ มุมด้านบนเขียนความเข้มข้นของวัตถุดิบที่จะนำมาใช้ โดยมุมบนด้านซ้ายเขียนความเข้มข้นของวัตถุดิบที่มากกว่า ในกรณีที่ใช้น้ำตาลจะใช้ค่าเป็น 100 มุมบนขวาเป็นความเข้มข้นของวัตถุดิบซึ่งมีค่าต่ำกว่า ในกรณีที่ใช้น้ำจะมีค่าเป็น 0 แต่จากการทดลองนั้นใช้น้ำมะพร้าว จึงต้องทำการวัดค่าปริมาตรของแข็งที่ละลายในน้ำด้วยเครื่อง Refractometer ซึ่งค่าที่อ่านได้เป็นค่าความเข้มข้นของวัตถุดิบที่มีค่าต่ำกว่า หาผลต่างในแนวทแยงของสี่เหลี่ยม แล้วคำนวณปริมาณวัตถุดิบที่จะใช้ ตัวเลขที่ได้จะเป็นสัดส่วนกับวัตถุดิบทั้ง 2 ชนิด โดยมุมล่างซ้ายจะเป็นของวัตถุดิบที่มีความเข้มข้นสูงกว่า และมุมล่างขวาก็จะเป็นวัตถุดิบที่มีความเข้มข้นน้อยกว่า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการคำนวณ การทำน้ำมะม่วง

ในการทำน้ำมะม่วงต้องใช้อัตราส่วนผลมะม่วงต่อน้ำเป็น 1:8

ผลมะม่วง 1000 g ใช้น้ำเปล่า 8000 g ได้น้ำมะม่วง 8600 g

การเตรียมน้ำมะม่วงจากผลมะม่วง 1000 g ได้น้ำมะม่วง 600 g วัดความเข้มข้นได้ 11° Brix

หมายความว่า น้ำมะม่วง 100 g มีน้ำตาล 11 g

น้ำมะม่วง 600 g มีน้ำตาล $\frac{600 \times 11}{100} = 66$ g

100

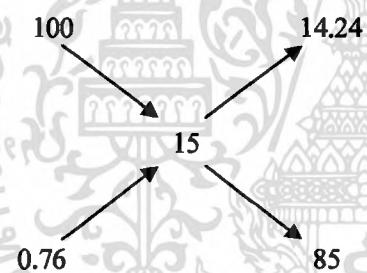
น้ำมะม่วง 8600 g มีน้ำตาล 66 g

น้ำมะม่วง 100 g มีน้ำตาล $\frac{66 \times 100}{8600} = 0.76$ °Brix

8600

ในการทดลองต้องการให้มะม่วงมีความเข้มข้นสุดท้ายเป็น 15° Brix จะต้องใช้อัตราส่วนของน้ำมะม่วงต่อน้ำตาลทรายเท่าไร

น้ำตาลมีความเข้มข้น = 100



ดังนั้น ถ้าต้องการให้ความเข้มข้นสุดท้ายเป็น 15° Brix จะต้องใช้น้ำมะม่วง 85 ส่วน ต่อน้ำตาลทราย 14.24 ส่วนโดยน้ำหนัก

ถ้าใช้น้ำมะม่วงปริมาตร 8600 g จะต้องใช้น้ำตาลทราย $\frac{8600 \times 14.24}{85} = 1440.75$ g

85

ภาคผนวก ง 1
แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ชื่อผู้ทดสอบ..... เพศ อายุ..... วันที่.....

ในการศึกษาอัตราส่วนผลมะเข่าค่อน้ำมีตัวอย่างให้ 5 รหัส คือ .157...081..351..418...512..... ให้ผู้ทดสอบชิมน้ำมะเข่าทั้ง 5 รหัส แล้วทำเครื่องหมาย (/) ลงบนเส้นพร้อมใส่รหัสบนสัญลักษณ์บนเส้นให้ตรงกับความรู้สึกรู้สึกของผู้ทดสอบ ระหว่างการเปลี่ยนตัวอย่างควรคืมน้ำเพื่อล้างปากก่อนชิมตัวอย่างถัดไป

1. สี

ความเข้มสี

จางมาก จาง ปานกลาง เข้ม เข้มมาก

ความชอบสี

ไม่ชอบ ไม่ค่อยชอบ เฉยๆ ชอบ ชอบที่สุด

2.รสชาติ

ฝาด

ไม่ฝาด ไม่ค่อยฝาด ฝาดปานกลาง ฝาด ฝาดมาก

ความชอบรสชาติ

ไม่ชอบ ไม่ค่อยชอบ เฉยๆ ชอบ ชอบที่สุด

3.การยอมรับโดยรวม

ไม่ชอบ ไม่ค่อยชอบ เฉยๆ ชอบ ชอบที่สุด

หมายเหตุ.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง 2

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ชื่อผู้ทดสอบ..... เพศ อายุ..... วันที่.....

ในการศึกษาปริมาณมอลโทเดกซ์ทรินมีตัวอย่างให้ 3 รหัส คือ301.....418.. 150.....ให้ผู้ทดสอบชิม น้ำมะเม่าทั้ง 3 รหัส แล้วทำเครื่องหมาย (/) ลงบนเส้นพร้อมใส่รหัสบนสัญลักษณ์บนเส้นให้ตรงกับความรู้สึก ของผู้ทดสอบ ระหว่างการเปลี่ยนตัวอย่างควรคิมน้ำเพื่อล้างปากก่อนชิมตัวอย่างถัดไป

1. รสชาติ

เปรี้ยว

ไม่เปรี้ยว ไม่ค่อยเปรี้ยว เปรี้ยวปานกลาง เปรี้ยว เปรี้ยวมาก

ฝาด

ไม่ฝาด ไม่ค่อยฝาด ฝาดปานกลาง ฝาด ฝาดมาก

หวาน

ไม่หวาน ไม่ค่อยหวาน หวานปานกลาง หวาน หวานมาก

ความชอบรสชาติ

ไม่ชอบ ไม่ค่อยชอบ เฉยๆ ชอบ ชอบที่สุด

2. ความรู้สึกในปาก (Body)

ไม่มี น้อย ปานกลาง มาก มากที่สุด

3. การยอมรับโดยรวม

ไม่ชอบ ไม่ค่อยชอบ เฉยๆ ชอบ ชอบที่สุด

หมายเหตุ.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง 3

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ชื่อผู้ทดสอบ..... เพศ อายุ..... วันที่.....

ในการศึกษาวิธีในการทำแห้งน้ำมะเม่ามีตัวอย่างให้ 3 รหัส คือ ...051....918....201....ให้ผู้ทดสอบชิมน้ำมะเม่าทั้ง 3 รหัส แล้วทำเครื่องหมาย (/) ลงบนเส้นพร้อมใส่รหัสบนสัญลักษณ์บนเส้นให้ตรงกับความรู้สึกของผู้ทดสอบ ระหว่างการเปลี่ยนตัวอย่างควรดื่มน้ำเพื่อล้างปากก่อนชิมตัวอย่างถัดไป

1. สี

ความเข้มสี

| | | | | |
|--------|-----|---------|------|---------|
| จางมาก | จาง | ปานกลาง | เข้ม | เข้มมาก |
|--------|-----|---------|------|---------|

ความชอบสี

| | | | | |
|--------|------------|------|-----|-----------|
| ไม่ชอบ | ไม่ค่อยชอบ | เฉยๆ | ชอบ | ชอบที่สุด |
|--------|------------|------|-----|-----------|

2. กลิ่น

ความเข้มกลิ่น

| | | | | |
|--------|-----|---------|------|---------|
| จางมาก | จาง | ปานกลาง | เข้ม | เข้มมาก |
|--------|-----|---------|------|---------|

ความชอบกลิ่น

| | | | | |
|--------|------------|------|-----|-----------|
| ไม่ชอบ | ไม่ค่อยชอบ | เฉยๆ | ชอบ | ชอบที่สุด |
|--------|------------|------|-----|-----------|

2. รสชาติ

ฝาด

| | | | | |
|--------|------------|------------|-----|--------|
| ไม่ฝาด | ไม่ค่อยฝาด | ฝาดปานกลาง | ฝาด | ฝาดมาก |
|--------|------------|------------|-----|--------|

ความชอบรสชาติ

| | | | | |
|--------|------------|------|-----|-----------|
| ไม่ชอบ | ไม่ค่อยชอบ | เฉยๆ | ชอบ | ชอบที่สุด |
|--------|------------|------|-----|-----------|

3. การยอมรับโดยรวม

| | | | | |
|--------|------------|------|-----|-----------|
| ไม่ชอบ | ไม่ค่อยชอบ | เฉยๆ | ชอบ | ชอบที่สุด |
|--------|------------|------|-----|-----------|

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง 4

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ชื่อผู้ทดสอบ..... เพศ อายุ..... วันที่.....

ในการศึกษาอุณหภูมิที่ใช้มีตัวอย่างให้ 3 รหัส คือ ...110...351....418....ให้ผู้ทดสอบชิมน้ำมะนาวทั้ง 3 รหัส แล้วทำเครื่องหมาย (/) ลงบนเส้นพร้อมใส่รหัสบนสัญลักษณ์บนเส้นให้ตรงกับความรู้สึกของผู้ทดสอบ ระหว่างการเปลี่ยนตัวอย่างควรคิมน้ำเพื่อล้างปากก่อนชิมตัวอย่างถัดไป

1. สี

ความเข้มสี

| | | | | |
|--------|-----|---------|------|---------|
| จางมาก | จาง | ปานกลาง | เข้ม | เข้มมาก |
|--------|-----|---------|------|---------|

ความชอบสี

| | | | | |
|--------|------------|------|-----|-----------|
| ไม่ชอบ | ไม่ค่อยชอบ | เฉยๆ | ชอบ | ชอบที่สุด |
|--------|------------|------|-----|-----------|

2. กลิ่น

ความเข้มกลิ่น

| | | | | |
|--------|-----|---------|------|---------|
| จางมาก | จาง | ปานกลาง | เข้ม | เข้มมาก |
|--------|-----|---------|------|---------|

ความชอบกลิ่น

| | | | | |
|--------|------------|------|-----|-----------|
| ไม่ชอบ | ไม่ค่อยชอบ | เฉยๆ | ชอบ | ชอบที่สุด |
|--------|------------|------|-----|-----------|

2. รสชาติ

ฝาด

| | | | | |
|--------|------------|------------|-----|--------|
| ไม่ฝาด | ไม่ค่อยฝาด | ฝาดปานกลาง | ฝาด | ฝาดมาก |
|--------|------------|------------|-----|--------|

ความชอบรสชาติ

| | | | | |
|--------|------------|------|-----|-----------|
| ไม่ชอบ | ไม่ค่อยชอบ | เฉยๆ | ชอบ | ชอบที่สุด |
|--------|------------|------|-----|-----------|

3. การยอมรับโดยรวม

| | | | | |
|--------|------------|------|-----|-----------|
| ไม่ชอบ | ไม่ค่อยชอบ | เฉยๆ | ชอบ | ชอบที่สุด |
|--------|------------|------|-----|-----------|

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง 5
แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ชื่อผู้ทดสอบ..... เพศ อายุ..... วันที่.....

ในการเปรียบเทียบมะม่วงและมะม่วงศมีตัวอย่างให้ 2 รหัส คือ351.....418.....ให้ผู้ทดสอบชิม น้ำมะม่วงทั้ง 2 รหัส แล้วทำเครื่องหมาย (/) ลงบนเส้นพร้อมใส่รหัสบนสัญลักษณ์บนเส้นให้ตรงกับความรู้สึกของผู้ทดสอบ ระหว่างการเปลี่ยนตัวอย่างควรคั้นน้ำเพื่อล้างปากก่อนชิมตัวอย่างถัดไป

1. สี

ความเข้มสี

จางมาก จาง ปานกลาง เข้ม เข้มมาก

ความชอบสี

ไม่ชอบ ไม่ค่อยชอบ เฉยๆ ชอบ ชอบที่สุด

2. กลิ่น

ความเข้มกลิ่น

จางมาก จาง ปานกลาง เข้ม เข้มมาก

ความชอบกลิ่น

ไม่ชอบ ไม่ค่อยชอบ เฉยๆ ชอบ ชอบที่สุด

2.รสชาติ

ฝาด

ไม่ฝาด ไม่ค่อยฝาด ฝาดปานกลาง ฝาด ฝาดมาก

ความชอบรสชาติ

ไม่ชอบ ไม่ค่อยชอบ เฉยๆ ชอบ ชอบที่สุด

3.การยอมรับโดยรวม

ไม่ชอบ ไม่ค่อยชอบ เฉยๆ ชอบ ชอบที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ
การวิเคราะห์ทางกายภาพและด้านเคมี

การวิเคราะห์ทางกายภาพ

การวัดค่าสี (คัดแปลงจากวิธีของ Polar Cano และคณะ, 1990)

อุปกรณ์

เครื่องวัดสี Colorimeter ยี่ห้อ Minolta รุ่น DP 301

วิธีการทดลอง

1. ทำการ Calibrate เครื่องวัดสี โดยใช้ดิสก์เซรามิกสีขาวที่มีมากับเครื่อง
2. ตั้งค่าการวัดของเครื่องเป็นระบบ L, a, b
3. นำตัวอย่างใส่ภาชนะแล้วนำมาวัดค่าสี

ความหมายของค่าสีในระบบ Hunter color (L, a, b)

ระบบ Hunter Color

สามารถวัดค่าออกมาเป็นค่า L, a, b โดยความหมายดังนี้คือ

1. ค่า Hunter L : เป็นค่าความสว่าง (lightness) มีค่าตั้งแต่ 0-100
 ถ้าค่า L = 0 หมายถึง เป็นค่าที่มืดที่สุด (ดำ)
 ถ้าค่า L = 100 หมายถึง เป็นค่าที่สว่างที่สุด (ขาว)
2. ค่า Hunter a : เป็นค่าที่แสดงความเป็นสีแดงไปจนถึงความเป็นสีเขียว
 ถ้าค่า a = ค่าบวก (+) หมายถึง เป็นค่าที่แสดงถึงค่อย ๆ แดง
 ถ้าค่า a = ค่าลบ (-) หมายถึง เป็นค่าที่แสดงถึงค่อย ๆ เขียว
3. ค่า Hunter b : เป็นค่าแสดงความเป็นสีเหลืองไปจนถึงความเป็นสีน้ำเงิน
 ถ้าค่า b = ค่าบวก (+) หมายถึง เป็นค่าที่แสดงถึงค่อย ๆ น้ำเงิน
 ถ้าค่า b = ค่าลบ (-) หมายถึง เป็นค่าที่แสดงถึงค่อย ๆ เหลือง

$$\text{ค่าความเข้มของสี (Chroma)} = [(a)^2 + (b)^2]^{1/2}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

วิธีวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การดูดซับน้ำ (WAI) และวิธีวิเคราะห์ค่าการละลาย (WSI)

1. ชั่งตัวอย่างมะเฝ้าผง 2.5 กรัมลงในหลอดทดลองพลาสติกสำหรับปั่นเหวี่ยงที่ทราบน้ำหนักเริ่มต้นแล้ว
2. เติมน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน
3. นำมาปั่นในเครื่องปั่น cenifuge ที่ทราบความเร็วรอบ 3000 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 30 °C เป็นเวลา 30 นาที
4. แยกส่วนใส (supernatant) ที่ได้ใส่ลงใน aluminium can ที่ทราบน้ำหนักแล้ว และชั่งน้ำหนักตะกอนแข็งที่กั้นหลอด เพื่อใช้ในการคำนวณความสามารถในการดูดซับน้ำของมะเฝ้าผง
5. นำส่วนใสไปอบในตู้อบ ที่อุณหภูมิ 70 เป็นเวลา 12 ชั่วโมง หรือจนแห้ง แล้วจึงนำมาทำให้เย็นใน discator ประมาณ 30 นาที นำมาชั่งน้ำหนักเพื่อใช้ในการคำนวณ

$$\text{WAI กรัม/กรัม} = \frac{\text{น้ำหนักตะกอนหลังการเหวี่ยง}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

$$\text{WSI \%} = \frac{\text{น้ำหนักส่วนใสหลังอบแห้ง}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}} \times 100$$

ผลการหาความสามารถในการดูดซับน้ำ

| อุณหภูมิทำแห้ง | น.น.หลอด Centrifuge+ฝา (กรัม) | น.น.มะเเผ่ผง (กรัม) | น้ำหนักตะกอน (กรัม) | ค่าการดูดซับน้ำ (กรัม) |
|----------------|-------------------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------|
| 60°C | 24.2375 | 2.5272 | 2.2390 | 0.89 |
| 60°C | 24.2209 | 2.5567 | 2.0355 | 0.80 |
| | | | เฉลี่ย | 0.85 |
| 70°C | 24.1984 | 2.5196 | 5.0815 | 2.02 |
| 70°C | 24.2483 | 2.5203 | 5.0401 | 2.40 |
| | | | เฉลี่ย | 2.21 |
| 80°C | 24.2411 | 2.5089 | 6.3143 | 2.52 |
| 80°C | 24.1566 | 2.5575 | 1.3060 | 0.51 |
| | | | เฉลี่ย | 1.52 |

ผลการหาค่าการละลาย

| อุณหภูมิทำแห้ง | น.น. aluminium can + ฝา (กรัม) | น.น.มะเเผ่ผง (กรัม) | น้ำหนักหลังการ อบแห้ง (กรัม) | ค่าการละลาย (%) |
|----------------|--------------------------------------|------------------------|---------------------------------|--------------------|
| 60°C | 17.6685 | 2.5272 | 2.1908 | 86.69 |
| 60°C | 17.7006 | 2.5567 | 2.4091 | 94.23 |
| | | | เฉลี่ย | 90.46 |
| 70°C | 17.5351 | 2.5196 | 2.3401 | 90.66 |
| 70°C | 19.3922 | 2.5203 | 1.9479 | 76.62 |
| | | | เฉลี่ย | 83.64 |
| 80°C | 16.5310 | 2.5089 | 2.0652 | 82.31 |
| 80°C | 16.2950 | 2.5575 | 2.5590 | 100 |
| | | | เฉลี่ย | 91.16 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
วิธีวิเคราะห์ความชื้น

1. ชั่งน้ำหนัก aluminium can พร้อมฝาที่สะอาดและผ่านการอบแห้งมาก่อน
2. ใส่ตัวอย่างอาหาร 2–5 g ปิดฝาแล้วนำไปชั่งด้วยตาชั่งละเอียด (10^{-4} g)
3. นำไปอบในตู้อบ โดยเปิดฝา aluminium can ใช้อุณหภูมิ 130°C นาน 2 ชั่วโมง
4. เมื่อครบกำหนดเวลาที่อบ ปิดฝา aluminium can นำมาทำให้เย็นใน desiccator ก่อนนำมาชั่งน้ำหนัก
5. $\text{คำนวณ \% ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักสด} - \text{น้ำหนักแห้ง}}{\text{น้ำหนักสด}} \times 100$

ผลการหาค่าความชื้น

| อะลูมิเนียมแคน+ฝา | นน.มะเขี | อะลูมิเนียมแคน+ฝา+มะเขีหลังอบ | นน.หลังอบ | % ความชื้น |
|-------------------|----------|-------------------------------|-----------|------------|
| 16.8767 | 5.05 | 17.3672 | 0.4905 | 90.29 |
| 17.5032 | 4.8058 | 17.9645 | 0.4613 | 90.40 |
| 17.4369 | 4.5442 | 17.8720 | 0.4351 | 90.43 |
| | | | เฉลี่ย | 90.37 |

น้ำมะเขีสด 100 g มีน้ำ 90.37 g มีของแข็ง 9.63 g

ภาคผนวก ซ
อัตราส่วนการละลาย

จากการทดลองใช้อัตราส่วนระหว่างผลมะเม่ากับน้ำ 1:8 โดยใช้ผลมะเม่า 1000 g ต่อน้ำ 8000 g
ได้น้ำมะเม่า 8650 g โดยมีของแข็งที่ละลายได้ 0.8° Brix และ % acid 0.19
ใช้การคำนวณดังภาคผนวก ค ในการทำแห้งมะเม่าผงใช้อัตราส่วนดังนี้

น้ำตาลทราย 1315 g

กรดซิตริก 22.6 g

มอลโทเดกซ์ตริน 130 g

ของแข็งในมะเม่า 62.6 g

รวมของแข็งทั้งหมด 1530.2 g

น้ำที่ใช้ $8650 - 62.6 = 8587.4$ g

| | | | |
|---------------|----------|-----------|--|
| ถ้า น้ำที่ใช้ | 8587.4 g | มีของแข็ง | 1530.2 g |
| ถ้า น้ำ | 200 g | มีของแข็ง | $\frac{200 \times 1530.2}{8587.4} = 35.64$ g |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ศ
การวิเคราะห์ทางสถิติ

1. การเลือกอัตราส่วนของมะเม่าค่อน้ำปลาที่เหมาะสม

ใช้แผนการทดลองแบบ RCBD ได้ตาราง ANOVA วิเคราะห์ความแปรปรวนดังนี้

การยอมรับในด้านความเข้มข้น

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|---------|----|-------|---------|
| Treatment | 32.959 | 4 | 8.24 | 17.073* |
| Paul | 33.020 | 19 | 1.738 | 3.601 |
| Error | 36.678 | 76 | 0.483 | |
| Total | 102.657 | 99 | | |

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับในด้านความชอบสี

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|--------|----|-------|--------|
| Treatment | 17.867 | 4 | 4.467 | 5.710* |
| Paul | 12.560 | 19 | 0.661 | 0.845 |
| Error | 59.454 | 76 | 0.782 | |
| Total | 89.881 | 99 | | |

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับในด้านความเปรี้ยว

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|--------|----|-------|---------------------|
| Treatment | 3.078 | 4 | 0.77 | 1.202* |
| Paul | 32.440 | 19 | 1.707 | 2.667 ^{ns} |
| Error | 48.650 | 76 | 0.640 | |
| Total | 84.169 | 99 | | |

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{ns} ผู้ชิม ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การยอมรับในด้านความฟาด

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|--------|----|-------|---------------------|
| Treatment | 0.474 | 4 | 0.118 | 0.268* |
| Paul | 58.540 | 19 | 3.081 | 6.972 ^{ns} |
| Error | 33.585 | 76 | 0.442 | |
| Total | 92.598 | 99 | | |

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{ns} ผู้ชมไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับในด้านความหวาน

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|--------|----|-------|---------------------|
| Treatment | 1.353 | 4 | 0.338 | 0.466* |
| Paul | 31.920 | 19 | 1.680 | 2.312 ^{ns} |
| Error | 55.224 | 76 | 0.727 | |
| Total | 88.498 | 99 | | |

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{ns} ผู้ชมไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับในด้านความชอบรสชาติ

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|--------|----|-------|---------------------|
| Treatment | 1.311 | 4 | 0.328 | 0.646* |
| Paul | 24.507 | 19 | 1.290 | 2.543 ^{ns} |
| Error | 38.550 | 76 | 0.507 | |
| Total | 64.368 | 99 | | |

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{ns} ผู้ชมไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การยอมรับในด้านความรู้สึกในปาก

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|---------|----|-------|----------------------|
| Treatment | 0.318 | 4 | 7.951 | 0.253* |
| Paul | 102.023 | 19 | 5.370 | 17.076 ^{ns} |
| Error | 23.898 | 76 | 0.314 | |
| Total | 126.239 | 99 | | |

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{ns} ผู้ชิมไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับในด้านความยอมรับโดยรวม

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|--------|----|-------|---------------------|
| Treatment | 1.598 | 4 | 0.400 | 0.592* |
| Paul | 13.856 | 19 | 0.729 | 1.081 ^{ns} |
| Error | 51.285 | 76 | 0.675 | |
| Total | 66.740 | 99 | | |

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{ns} ผู้ชิมไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2. การเลือกปริมาณมอลโทเดกซ์ทรินที่เหมาะสม

ใช้แผนการทดลองแบบ RCBD ได้ตาราง ANOVA วิเคราะห์ความแปรปรวนดังนี้

การยอมรับในด้านความเปรี้ยว

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|--------|-----|-------|--------|
| Treatment | 4.618 | 2 | 2.309 | 3.793* |
| Paul | 12.875 | 19 | 0.678 | 1.113 |
| Error | 59.655 | 98 | 0.609 | |
| Total | 77.148 | 119 | | |

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับในด้านความฉลาด

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|--------|-----|-------|---------------------|
| Treatment | 2.139 | 2 | 1.070 | 1.849* |
| Paul | 34.605 | 19 | 1.821 | 3.148 ^{ns} |
| Error | 56.703 | 98 | 0.579 | |
| Total | 93.447 | 119 | | |

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{ns} ผู้ชมไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับในด้านความหวาน

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|--------|-----|-------|---------|
| Treatment | 14.355 | 2 | 7.177 | 15.547* |
| Paul | 21.354 | 19 | 1.124 | 2.434 |
| Error | 45.244 | 98 | 0.462 | |
| Total | 80.952 | 119 | | |

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับในด้านความชอบรสชาติโดยรวม

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|--------|-----|-------|--------|
| Treatment | 4.701 | 2 | 2.350 | 5.658* |
| Paul | 9.385 | 19 | 0.494 | 1.189 |
| Error | 40.707 | 98 | 0.415 | |
| Total | 54.794 | 119 | | |

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับในด้านประสาทสัมผัส

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|--------|-----|-------|--------|
| Treatment | 4.667 | 2 | 2.333 | 2.825* |
| Paul | 11.630 | 19 | 0.612 | 0.741 |
| Error | 80.935 | 98 | 0.826 | |
| Total | 97.231 | 119 | | |

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การยอมรับในด้านความยอมรับโดยรวม

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|--------|-----|-------|--------|
| Treatment | 4.321 | 2 | 2.161 | 4.337* |
| Paul | 6.528 | 19 | 0.344 | 0.690 |
| Error | 48.825 | 98 | 0.498 | |
| Total | 59.673 | 119 | | |

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3. การคัดเลือกวิธีทำเหมืองแร่ผงที่เหมาะสม

ใช้แผนการทดลองแบบ RCBD ได้ตาราง ANOVA วิเคราะห์ความแปรปรวนดังนี้

การยอมรับในด้าน ความเข้มของสี

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|--------|-----|--------|---------|
| Treatment | 26.069 | 2 | 13.035 | 37.918* |
| Paul | 5.961 | 19 | 0.314 | 0.913 |
| Error | 33.688 | 98 | 0.344 | |
| Total | 65.718 | 119 | | |

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับในด้านความชอบสี

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|--------|-----|-------|---------|
| Treatment | 18.752 | 2 | 9.376 | 23.536* |
| Paul | 7.670 | 19 | 0.404 | 1.013 |
| Error | 39.040 | 98 | 0.398 | |
| Total | 65.461 | 119 | | |

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับในด้านความเข้มกลิ่น

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|---------|-----|-------|--------|
| Treatment | 4.842 | 2 | 2.421 | 4.165* |
| Paul | 48.629 | 19 | 2.559 | 4.403 |
| Error | 56.972 | 98 | 0.581 | |
| Total | 110.443 | 119 | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์และใช้เฉพาะเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับในด้านความชอบกลิ่น

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|--------|-----|-------|---------------------|
| Treatment | 0.115 | 2 | 5.760 | 0.137* |
| Paul | 13.316 | 19 | 0.701 | 1.670 ^{ns} |
| Error | 41.117 | 98 | 0.420 | |
| Total | 54.548 | 119 | | |

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{ns} ผู้ชิม ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับในด้านความเปรี้ยว

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|--------|-----|-------|--------|
| Treatment | 5.363 | 2 | 2.682 | 6.005* |
| Paul | 20.869 | 19 | 1.098 | 2.460 |
| Error | 43.759 | 98 | 0.447 | |
| Total | 69.991 | 119 | | |

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับในด้านความฝาด

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|--------|-----|-------|---------------------|
| Treatment | 0.274 | 2 | 0.137 | 0.234* |
| Paul | 38.805 | 19 | 2.042 | 3.491 ^{ns} |
| Error | 57.339 | 98 | 0.585 | |
| Total | 96.419 | 119 | | |

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{ns} ผู้ชิม ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การยอมรับในด้านความหวาน

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|--------|-----|-------|--------|
| Treatment | 3.020 | 2 | 1.510 | 3.221* |
| Paul | 22.523 | 19 | 1.185 | 2.529 |
| Error | 45.944 | 98 | 0.469 | |
| Total | 71.487 | 119 | | |

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับในด้านความชอบรสชาติ

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|--------|-----|-------|---------------------|
| Treatment | 1.775 | 2 | 0.887 | 1.720* |
| Paul | 11.099 | 19 | 0.584 | 1.133 ^{ns} |
| Error | 50.552 | 98 | 0.516 | |
| Total | 63.426 | 119 | | |

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{ns} ผู้ชิมไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับในด้านความรู้สึกลิ้นปาก

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|---------|-----|-------|---------------------|
| Treatment | 1.337 | 2 | 0.668 | 0.865* |
| Paul | 41.878 | 19 | 2.204 | 2.853 ^{ns} |
| Error | 75.721 | 98 | 0.773 | |
| Total | 118.936 | 119 | | |

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{ns} ผู้ชิมไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับในด้านกรยอมรับโดยรวม

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|--------|-----|-------|---------------------|
| Treatment | 2.181 | 2 | 1.090 | 2.018* |
| Paul | 13.379 | 19 | 0.704 | 1.303 ^{ns} |
| Error | 52.956 | 98 | 0.540 | |
| Total | 68.516 | 119 | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{ns} ผู้ชิม ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4. การเลือกอุณหภูมิที่เหมาะสมในการผลิตมะม่วง

4.1 การหาอัตราการละลาย

ใช้แผนการทดลองแบบ CBD ได้ตาราง ANOVA วิเคราะห์ความแปรปรวนดังนี้
ค่าการดูดความชื้น

| Source | SS | df | MS | F |
|------------|-------|----|-------|-------|
| Between G. | 1.863 | 2 | 0.932 | 1.333 |
| Within G. | 2.096 | 3 | 0.699 | |
| Total | 3.960 | 5 | | |

ค่าการละลาย

| Source | SS | df | MS | F |
|------------|---------|----|--------|-------|
| Between G. | 68.980 | 2 | 34.490 | 0.365 |
| Within G. | 283.455 | 3 | 94.485 | |
| Total | 352.435 | 5 | | |

4.2 การวัดสี

ใช้แผนการทดลองแบบ CBD ได้ตาราง ANOVA วิเคราะห์ความแปรปรวนดังนี้

ค่า L

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|---------|----|--------|---------------------|
| Treatment | 92.187 | 2 | 46.093 | 19.754* |
| Paul | 12.324 | 5 | 2.465 | 1.056 ^{ns} |
| Error | 23.333 | 10 | 2.333 | |
| Total | 127.843 | 17 | | |

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{ns} ผู้ชิม ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า a

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|---------|----|--------|---------------------|
| Treatment | 91.157 | 2 | 45.578 | 5.589* |
| Paul | 12.283 | 5 | 2.457 | 0.301 ^{ns} |
| Error | 81.545 | 10 | 8.155 | |
| Total | 184.985 | 17 | | |

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{ns} ผู้ชม ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่า b

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|--------|----|--------|---------------------|
| Treatment | 22.629 | 2 | 11.315 | 9.041* |
| Paul | 0.893 | 5 | 0.179 | 0.143 ^{ns} |
| Error | 12.514 | 10 | 1.251 | |
| Total | 36.036 | 17 | | |

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{ns} ผู้ชม ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4.3 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

ใช้แผนการทดลองแบบ RCBD ได้ตาราง ANOVA วิเคราะห์ความแปรปรวนดังนี้

การยอมรับในด้าน ความเข้มของสี

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|---------|-----|--------|----------|
| Treatment | 61.696 | 2 | 30.848 | 103.213* |
| Paul | 17.647 | 19 | 0.929 | 3.108 |
| Error | 29.290 | 98 | 0.299 | |
| Total | 108.632 | 119 | | |

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การยอมรับในด้านความชอบสี

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|---------|-----|--------|---------|
| Treatment | 41.409 | 2 | 20.705 | 36.214* |
| Paul | 27.388 | 19 | 1.441 | 2.521 |
| Error | 56.030 | 98 | 0.572 | |
| Total | 124.828 | 119 | | |

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับในด้านความเข้มกลิ่น

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|---------|-----|--------|---------|
| Treatment | 30.816 | 2 | 15.408 | 39.480* |
| Paul | 33.329 | 19 | 1.754 | 4.495 |
| Error | 38.246 | 98 | 0.390 | |
| Total | 102.391 | 119 | | |

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับในด้านความชอบกลิ่น

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|---------|-----|-------|---------|
| Treatment | 15.972 | 2 | 7.986 | 15.979* |
| Paul | 41.454 | 19 | 2.182 | 4.365 |
| Error | 48.979 | 98 | 0.500 | |
| Total | 106.405 | 119 | | |

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับในด้านความเปรี้ยว

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|--------|-----|-------|---------|
| Treatment | 16.890 | 2 | 8.445 | 26.195* |
| Paul | 25.515 | 19 | 1.343 | 4.165 |
| Error | 31.595 | 98 | 0.322 | |
| Total | 74.000 | 119 | | |

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การยอมรับในด้านความฉลาด

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|---------|-----|-------|---------------------|
| Treatment | 1.483 | 2 | 0.742 | 1.986* |
| Paul | 62.733 | 19 | 3.302 | 8.842 ^{ns} |
| Error | 36.593 | 98 | 0.373 | |
| Total | 100.809 | 119 | | |

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{ns} ผู้ชมไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับในด้านความหวาน

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|--------|-----|-------|---------|
| Treatment | 10.555 | 2 | 5.278 | 12.073* |
| Paul | 33.896 | 19 | 1.784 | 4.081 |
| Error | 42.839 | 98 | 0.437 | |
| Total | 87.290 | 119 | | |

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับในด้านความชอบรสชาติ

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|---------|-----|--------|---------|
| Treatment | 30.606 | 2 | 15.303 | 35.505* |
| Paul | 42.084 | 19 | 2.215 | 5.139 |
| Error | 42.240 | 98 | 0.431 | |
| Total | 114.931 | 119 | | |

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับในด้านความรู้สึกลิ้นปาก

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|--------|-----|--------|---------|
| Treatment | 20.284 | 2 | 10.142 | 46.580* |
| Paul | 58.322 | 19 | 3.070 | 14.098 |
| Error | 21.338 | 98 | 0.218 | |
| Total | 99.944 | 119 | | |

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การยอมรับในด้านการยอมรับ โดยรวม

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|--------|-----|--------|---------|
| Treatment | 31.275 | 2 | 15.638 | 45.337* |
| Paul | 31.462 | 19 | 1.656 | 4.801 |
| Error | 33.802 | 98 | 0.345 | |
| Total | 96.539 | 119 | | |

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

5. การศึกษาความแตกต่างของน้ำมะพร้าวที่ได้จากมะพร้าวผึ่งและมะพร้าวสด

5.1 การวัดสี

ใช้แผนการทดลองแบบ CBD ได้ตาราง ANOVA วิเคราะห์ความแปรปรวนดังนี้

ค่า L

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|--------|----|-------|---------|
| Treatment | 4.453 | 1 | 4.453 | 10.055* |
| Paul | 5.985 | 5 | 1.197 | 2.703 |
| Error | 2.214 | 5 | 0.443 | |
| Total | 12.652 | 11 | | |

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่า a

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|--------|----|-------|--------|
| Treatment | 5.549 | 1 | 5.549 | 1.252* |
| Paul | 5.881 | 5 | 1.176 | 0.265 |
| Error | 22.165 | 5 | 4.433 | |
| Total | 33.594 | 11 | | |

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า b

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|--------|----|-------|--------|
| Treatment | 0.464 | 1 | 0.464 | 0.357* |
| Paul | 3.055 | 5 | 0.611 | 0.470 |
| Error | 6.502 | 5 | 1.300 | |
| Total | 10.021 | 11 | | |

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

5.2 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

ใช้แผนการทดลองแบบ RCBD ได้ตาราง ANOVA วิเคราะห์ความแปรปรวนดังนี้
การยอมรับในด้านความเข้มข้น

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|--------|----|--------|---------|
| Treatment | 14.655 | 1 | 14.655 | 39.866* |
| Paul | 15.911 | 19 | 0.837 | 2.278 |
| Error | 21.689 | 59 | 0.368 | |
| Total | 52.255 | 79 | | |

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับในด้านความชอบสี

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|--------|----|--------|----------|
| Treatment | 42.647 | 1 | 42.647 | 107.412* |
| Paul | 16.147 | 19 | 0.850 | 2.140 |
| Error | 23.425 | 59 | 0.397 | |
| Total | 82.219 | 79 | | |

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับในด้านความเข้มข้น

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|--------|----|-------|---------|
| Treatment | 8.791 | 1 | 8.791 | 14.783* |
| Paul | 36.811 | 19 | 1.937 | 3.258 |
| Error | 35.087 | 59 | 0.595 | |
| Total | 80.689 | 79 | | |

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับในด้านความชอบกลิ่น

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|--------|----|--------|---------|
| Treatment | 14.009 | 1 | 14.809 | 27.580* |
| Paul | 23.401 | 19 | 1.232 | 2.294 |
| Error | 31.680 | 59 | 0.537 | |
| Total | 69.891 | 79 | | |

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับในด้านความเปรี้ยว

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|--------|----|--------|---------|
| Treatment | 23.534 | 1 | 23.534 | 44.903* |
| Paul | 26.334 | 19 | 1.386 | 2.645 |
| Error | 30.922 | 59 | 0.524 | |
| Total | 80.789 | 79 | | |

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับในด้านความฝาด

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|--------|----|-------|--------|
| Treatment | 2.813 | 1 | 2.813 | 0.001* |
| Paul | 44.166 | 19 | 2.325 | 4.554 |
| Error | 30.117 | 59 | 0.510 | |
| Total | 74.283 | 79 | | |

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับในด้านความหวาน

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|--------|----|-------|---------|
| Treatment | 8.515 | 1 | 8.515 | 21.594* |
| Paul | 24.529 | 19 | 1.291 | 3.274 |
| Error | 23.265 | 59 | 0.394 | |
| Total | 56.309 | 79 | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับในด้านความชอบรสชาติ

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|--------|----|--------|---------|
| Treatment | 27.040 | 1 | 27.040 | 49.958* |
| Paul | 16.974 | 19 | 0.893 | 1.651 |
| Error | 31.934 | 59 | 0.541 | |
| Total | 75.948 | 79 | | |

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับในด้านเนื้อสัมผัส

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|--------|----|-------|---------|
| Treatment | 7.158 | 1 | 7.158 | 18.848* |
| Paul | 31.857 | 19 | 1.677 | 4.415 |
| Error | 22.407 | 59 | 0.380 | |
| Total | 61.422 | 79 | | |

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับในด้านความยอมรับโดยรวม

| Source | SS | df | MS | F |
|-----------|--------|----|--------|---------|
| Treatment | 26.669 | 1 | 26.689 | 69.012* |
| Paul | 15.606 | 19 | 0.821 | 2.126 |
| Error | 22.800 | 59 | 0.386 | |
| Total | 65.075 | 79 | | |

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาว ปทุมวดี พ้าขุนทด เกิดเมื่อวันที่ 4 พฤศจิกายน 2525 จังหวัดนครราชสีมา สำเร็จ การศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เมื่อปี 2544 จากโรงเรียนสุนารีวิทยา จังหวัดนครราชสีมา และจบการศึกษาระดับปริญญาตรีหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการจัดตั้งคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้