ใบรับรองปัญหาพิเศษ

การะ

Product

นาง 72

นางสาวสิริกร เล่าสกุล รหัสประจำตัว 47040179

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

.... อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

...22.../...5.../...2551...

(รศ.ดร.กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากผลมะม่วงหิมพานต์

Production of Fermented Vinegar from Cashew Apple

จัดทำโดย

นางส

นางส

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

ปพ.
ว491ก
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 85373
วัน,เดือน,ปี 11 พ.ย. 2551

b 12010844
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วาสนา ลิ้มจำเริญ และ สิริกร เล่าสกุล. 2550 : การผลิตน้ำส้มสายชูจากผลมะม่วงหิมพานต์ (Production of Fermented Vinegar from Cashew Apple) ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ.ดร.กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์

บทคัดย่อ

เมื่อทดลองศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มสายชู พบว่ายีสต์ที่เหมาะสมสำหรับการผลิตแอลกอฮอล์ คือ ยีสต์ขนมปัง ซึ่งมีอัตราการผลิตแอลกอฮอล์ไม่ต่างจากการใช้ *S. cerevisiae* TISTR 5194 และ [illegible] อ *A. aceti* TISTR 102 ซึ่งสามารถผ[illegible] งประสาทสัมผัส ไม่แตกต่างจากก[illegible] ษาผลของการใส่ ไดแอมโมเนียมไ[illegible] DAP ในระดับ 0 0.2 และ 0.4 เปอร์[illegible] ดของกรดอะซิติก และการยอมรับใ[illegible] ศึกษาผลของการ ทำแห้งวัตถุดิบต่[illegible] อบแห้งซึ่งนำมา คืนรูปให้มีความชื้[illegible] ต่ออัตราการเพิ่ม ขึ้นสูงสุดของกรด[illegible] ภาพด้านกลิ่นและ ความชอบโดยรวม[illegible]

วาสนา ลิ้มจำเริญ
สิริกร เล่าสกุล
....
ลายมือนักศึกษา

....
(รศ.ดร.กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์)
อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

22/5/51
....
วัน/เดือน/ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดีด้วยการให้คำปรึกษา และคำแนะนำต่าง ๆ รวมทั้งตรวจทานแก้ไขรูปเล่มปัญหาพิเศษจาก รศ.ดร.กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณอาจารย์บุญเทียม พันธุ์เพ็ง ที่ให้เกียรติเป็นคณะกรรมการในการสอบปัญหาพิเศษ และให้คำปรึกษาจนปัญหาพิเศษฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ รวมถึงขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์การอาหารให้แก่ข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุ ... สาหกรรมเกษตร และพี่ ๆ เพื่อน ๆ ... อด้วยดีตลอดมา

สุดท้ายขอรำ ... บสนุน และเป็นกำลังใจมาโดยตล ... ทำขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ลิ้มจำเริญ

เล่าสกุล

าคม 2551

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ ก

กิตติกรรมประกาศ ข

สารบัญ ค

สารบัญรูป จ

สารบัญตาราง ฉ

บทที่ 1 บทนำ 1

บทที่ 2 วารสารปริ 2

2.1 ผลมะม่วง 2

2.2 น้ำส้มสาย 5

2.3 การทำแห้ 18

บทที่ 3 อุปกรณ์แ 22

3.1 วัตถุดิบ 22

3.2 เชื้อจุลินท 22

3.3 สารเคมี 22

3.4 สารอาหา 22

3.5 เครื่องมือ 23

3.6 ขั้นตอนแ 24

3.6.1 กระบวนการผลิตน้ำส้มสายชูหมัก 24

3.6.2 การเตรียมหัวเชื้อยีสต์ตั้งต้นในการหมักให้เกิดแอลกอฮอล์ 25

3.6.3 การเตรียมหัวเชื้อแบคทีเรียตั้งต้นในการหมักให้เกิดกรดอะซิติก 25

3.6.4 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มสายชู 25

3.6.5 การศึกษาผลของการใส่ไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (DAP) ในการหมักกรดอะซิติก 26

3.6.6 การศึกษาผลของการทำแห้งวัตถุดิบต่อคุณภาพด้านสีและกลิ่นของน้ำส้มสายชูหมัก 26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลวิเคราะห์และวิจารณ์ผลการทดลอง	27
4.1 ผลของการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มสายชู	27
4.2 ผลของการใส่ไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟส (DAP) ในการหมักกรดอะซิติก	34
4.3 ผลของการทำแห้งวัตถุดิบต่อคุณภาพของน้ำส้มสายชูหมัก	38
บทที่ 5 สรุปผลกา	42
บรรณานุกรม	43
ภาคผนวก ก การห	45
ภาคผนวก ข การบ	46
ภาคผนวก ค การวิ	47
ภาคผนวก ง ผลวิเ	50
ภาคผนวก จ แบบ	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า

2.1 มะม่วงหิมพานต์ 2

2.2 การเจริญของยีสต์ที่เวลาต่าง ๆ 9

4.1 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในระหว่างการหมักแอลกอฮอล์ 28

4.2 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแอลกอฮอล์ในระหว่างการหมักแอลกอฮอล์ 28

4.3 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดในระหว่างการหมักขั้นผลิตกรดอะซิติก 30

4.4 การเปลี่ยนแป [illegible] ริม

DAP ในระดับ [illegible] 35

4.5 การเปลี่ยนแป [illegible] ช้

วัตถุดิบในลัก [illegible] 39

รูปผนวกที่

ข.1 การคำนวณต [illegible] 46

ค.1 ลักษณะของแ [illegible] 48

ค.2 แผ่นอ่านเปอร์ [illegible] 48

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1 องค์ประกอบทางเคมีของผลมะม่วงหิมพานต์ 4

4.1 ปริมาณแอลกอฮอล์และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในไวน์ที่ได้จากการหมัก โดยใช้สภาวะการหมักที่ต่างกันผลการวิเคราะห์สารประกอบให้กลิ่นในตัวอย่าง ไวน์มะม่วงหิมพานต์ 27

4.2 อัตราการลดลงสูงสุดของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ และอัตราการเพิ่มขึ้น สูงสุดของป [illegible] อล์ 29

4.3 ปริมาณกร [illegible] รีย ต่างกัน 30

4.4 อัตราการเพิ่ [illegible] 31

4.5 ผลการวิเคร [illegible] าวะ การหมักแต [illegible] 32

4.6 ปริมาณกร [illegible] คือ 0 0.2 [illegible] 34

4.7 ผลการวิเคร [illegible] ในน้ำหมัก [illegible] (โดยน้ำหนั [illegible] 35

4.8 ผลการวิเคร [illegible] าร เติม DAP ในระดับที่ต่างกัน คือ 0 0.2 และ 0.4 เปอร์เซ็นต์ (โดยน้ำหนักของน้ำหมัก) 36

4.9 ปริมาณกรดอะซิติกที่ได้จากการหมักโดยการใช้ผลสดและผลอบแห้ง 38

4.10 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของอัตราการเพิ่มขึ้นสูงสุดของปริมาณกรดอะซิติก ในน้ำหมักเมื่อใช้วัตถุดิบในลักษณะที่ต่างกัน คือ ผลสดและผลอบแห้ง 39

4.11 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสเมื่อใช้ ผลมะม่วงหิมพานต์สดและผลมะม่วงหิมพานต์แห้งมาผลิตน้ำส้มสายชู 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่ **หน้า**

ง1 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าอัตราการลดลงสูงสุดของปริมาณของแข็งที่ละลายได้เมื่อสภาวะการหมักต่างกัน 50

ง2 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าอัตราการเพิ่มขึ้นสูงสุดของปริมาณแอลกอฮอล์เมื่อสภาวะการหมักต่างกัน 50

ง3 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าอัตราการเพิ่มขึ้นสูงสุดของปริมาณกรดอะซิติกเมื่อสภาวะก 50

ง4 ผลการวิเคร ความเข้มสีฯ 51

ง5 ผลการวิเคร ความชอบสี 51

ง6 ผลการวิเคร ความแรงก 51

ง7 ผลการวิเคร ความชอบโ 52

ง8 ผลการวิเคร ติก ในน้ำหมักเ 52

ง9 ผลการวิเคร ความเข้มสีของน้ำส้มสายชูเมื่อเติม DAP ในระดับที่ต่างกัน 52

ง10 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบสีของน้ำส้มสายชูเมื่อเติม DAP ในระดับที่ต่างกัน 52

ง11 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความแรงกลิ่นแปลกปลอมของน้ำส้มสายชูเมื่อเติม DAP ในระดับที่ต่างกัน 53

ง12 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของน้ำส้มสายชูเมื่อเติม DAP ในระดับที่ต่างกัน 53

ง13 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของอัตราการเพิ่มขึ้นสูงสุดของปริมาณกรดอะซิติกในน้ำหมักเมื่อใช้วัตถุดิบในลักษณะที่ต่างกันผลิตน้ำส้มสายชู 53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่ **หน้า**

ง14 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน ความเข้มสีของน้ำส้มสายชูเมื่อใช้วัตถุดิบในลักษณะที่ต่างกันผลิตน้ำส้มสายชู 53

ง15 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน ความชอบสีของน้ำส้มสายชูเมื่อใช้วัตถุดิบในลักษณะที่ต่างกันผลิตน้ำส้มสายชู 54

ง16 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน ความแรงก[illegible]ชู 54

ง17 ผลการวิเคร[illegible]น ความชอบโ[illegible] 54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

มะม่วงหิมพานต์เป็นพืชที่ให้ผลผลิตตามฤดูกาล ผลมะม่วงหิมพานต์เป็นส่วนเหลือทิ้ง และเน่าเสียเป็นจำนวนมากจากอุตสาหกรรมแปรรูปเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ มีการศึกษาพบว่าในผลมะม่วงหิมพานต์มีคุณค่าสารอาหารครบทุกหมู่และมีองค์ประกอบทางเคมีต่าง ๆ มากมาย จากเหตุนี้จึงทำให้เกิดการแปรรูปผล [illegible] น้ำผลไม้ ไวน์ และน้ำส้มสายชูหมัก [illegible]

น้ำส้มสาย [illegible] านานที่อุณหภูมิปกติ รวมทั้งใช้เป็ [illegible] อื่น ได้แก่ ซอสมะเขือเทศ น้ำสลั [illegible] หมักเป็นน้ำส้มสายชูแต่ใช้ระยะ [illegible] การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ [illegible] มะม่วงหิมพานต์จะมีเป็นฤดูกาลใ [illegible] รถแปรรูปได้ทันการทำแห้งเป็นกร [illegible] ศึกษาผลของการทำแห้งวัตถุดิบต่อ [illegible]

1.2 ขอบเขตของ [illegible]

งานวิจัยนี้เ [illegible] งหิมพานต์ซึ่งเป็นของเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ โดยใช้ถังหมักแบบให้อากาศอย่างง่าย

1.3 วัตถุประสงค์

1. ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มสายชูจากผลมะม่วงหิมพานต์
2. ศึกษาผลของการใส่ไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (DAP) ในการหมักกรดอะซิติก
3. ศึกษาผลของการทำแห้งวัตถุดิบต่อคุณภาพด้านสีและกลิ่นของน้ำส้มสายชูหมัก

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพิ่มแนวทางการแปรรูปและมูลค่าผลิตผลทางการเกษตร
2. เป็นแนวทางในการพัฒนากระบวนการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากผลมะม่วงหิมพานต์ในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วารสารปริทัศน์

2.1 ผลมะม่วงหิมพานต์

2.1.1 ลักษณะทั่วไป

มะม่วงหิมพานต์เป็นไม้ยืนต้นในตระกูลเดียวกับมะม่วง (Family Anacardiaceae) ซึ่งเป็นพืชพื้นเมืองของประเทศบราซิล ชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า *Anacardium occidentals* L. ชื่อสามัญ (Common Name) คื ... เรียกว่า มะม่วงหิมพานต์ ซึ่งเป็นชื่ ... ะเรียกชื่อมะม่วงหิมพานต์แตกต่างกั ... ยาร่อง

รูปที่ 2.1 มะม่วงหิ...
ที่มา : http://th.wiki...

ดั้งเดิมมะม่วงหิมพานต์เป็นไม้ผลพื้นเมืองของทวีปอเมริกาใต้ มีปลูกอยู่ทั่วไปตั้งแต่เม็กซิโกจนถึงเปรู และปลูกกันมากที่ประเทศบราซิล ต่อมาได้ขยายพันธุ์ออกไปอย่างกว้างขวางในประเทศต่าง ๆ รวมทั้งในประเทศไทยด้วย ประมาณปีพ.ศ. 2444 มีการทดลองปลูกที่จังหวัดระนองเป็นจังหวัดแรก ดังนั้นจึงพบมากในแถบภาคใต้ของประเทศไทย มะม่วงหิมพานต์เป็นไม้ผลเมืองร้อน ปลูกขึ้นอยู่ทั่วไปในที่ที่มีอากาศร้อนและฝนตกชุก เป็นพันธุ์ไม้ยืนต้นไม่ผลัดใบ (Evergreen Tree) ปลูกขึ้นง่าย ทนแล้งได้ดี ไม่เลือกดิน ในประเทศไทยส่วนใหญ่ปลูกกันแบบตามบุญตามกรรมไม่ค่อยมีการเอาใจใส่ มะม่วงหิมพานต์ให้ผลผลิตเมื่ออายุ 3 ปีขึ้นไปและจะให้ผลผลิตเต็มที่ในช่วงระหว่าง 10-15 ปี ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 2,500-3,000 ผลต่อต้น มะม่วงหิมพานต์ใช้ระยะเวลาออกดอกประมาณ 2 เดือนครึ่ง ประมาณเดือนมกราคมถึง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กุมภาพันธ์ ฉะนั้นการเก็บเกี่ยวก็จะเริ่มตั้งแต่กลางเดือนมีนาคมเป็นต้นไป เมื่อผลสุกแล้วจะรอให้ผลร่วงหล่นเองตามธรรมชาติ และปลิดเอาเฉพาะส่วนเมล็ดไปใช้ในอุตสาหกรรมเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ ส่วนผลมะม่วงหิมพานต์มีการบริโภคน้อยมากเนื่องจากมีแทนนินสูงทำให้มีรสฝาด โดยทั่วไปจึงมักจะทิ้งส่วนผล แต่ชาวบ้านภาคใต้ของไทย นิยมนำผลห่ามแกงส้ม ออกรสเปรี้ยว ส่วนผลดิบรับประทานกับเกลือเป็นของกินเล่น ผลมะม่วงหิมพานต์มีเปลือกบางและอ่อน ถูกทำลายง่ายด้วยจุลินทรีย์ ผลที่สุกงอมอยู่ในสภาพที่บอบช้ำง่าย มีการเสื่อมเสียสูงถึง 65 เปอร์เซ็นต์ภายใน 24 ชั่วโมงหลังจากการเก็บเกี่ยว ดังนั้นเมื่อนำมาแปรรูปจะส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์มาก จึงต้องมีวิธีการเก็บรักษาผลมะม่วงหิมพานต์สดไว้ไม่ให้เน่าเสียได้ง่ายด้วยวิธีดังนี้

- ก... อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สามาร... มีผลต่อการนำไปแปรรูป

- ก... สามารถเก็บรักษาผลสดไว้ได้นานถึ... 2534)

2.1.2 สรรพ...

ผลมะ... แก้ปวดฟัน และบรรเทาอาการอัก... กระเพาะ โรคบิด แก้การอาเจียน เจ็... กลิ่นฉุน แต่กลิ่นดังกล่าวประกอ... น้ำหอมได้ (พิชัย สราญรมย์, 2535)

2.1.3 องค์ประกอบทางเคมี

จากองค์ประกอบทางเคมีของผลมะม่วงหิมพานต์ดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่ามีสารอาหารครบทุกหมู่ ไม่ว่าจะเป็นโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต วิตามิน และแร่ธาตุ ผลมะม่วงหิมพานต์มีปริมาณน้ำตาลและวิตามินซีสูง ทั้งยังมีธาตุซัลเฟอร์ ฟอสฟอรัส เหล็ก ในปริมาณปานกลาง และมีเพคติน คาร์โบไฮเดรต กรดอะมิโนอิสระ และ Crude Protein ในปริมาณต่ำ (ทิพาพร อยู่วิทยา, 2534)

เมื่อพิจารณาถึงคุณค่าทางอาหารของผลมะม่วงหิมพานต์แล้ว น่าจะนำมาใช้ประโยชน์โดยการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เพื่อบริโภคนอกเหนือไปจากการรับประทานแบบสดของชาวบ้าน หรือทิ้งให้เป็นอาหารของนกเสียส่วนใหญ่ดังที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน ทั้งนี้ยังเป็นการเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกมะม่วงหิมพานต์อีกทางหนึ่งด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของผลมะม่วงหิมพานต์

องค์ประกอบ	ปริมาณ
ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	87.8
โปรตีน (เปอร์เซ็นต์)	0.2
ไขมัน (เปอร์เซ็นต์)	0.1
คาร์โบไฮเดรต (เปอร์เซ็นต์)	11.6
Crude Fiber (เปอร์เซ็นต์)	0.9
แคลเซียม (มก./100 ก.)	10
ฟอส	
เหล็	
แร่ธ	
วิตา	
ไทอ	
ไรโ	
กรด	
วิตา	
แทน	84

ที่มา : ทิพาพร อยู่

2.1.4 ประโย

ทิพาพร อยู่วิทยา (2534) กล่าวว่า ผลมะม่วงหิมพานต์สามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้หลายชนิด ดังนี้

- เนื้อ สามารถนำมาแปรรูปเป็นแยม ผลไม้กวน แช่อิ่ม คอง
- น้ำ ทำน้ำผลไม้พร้อมดื่ม น้ำผลไม้เข้มข้น น้ำผลไม้ผสม หรือน้ำส้มสายชูหมัก ไวน์ และ บรั่นดี เป็นต้น
- กาก ใช้เป็นอาหารสัตว์โดยตรงหรือนำมาเป็นอาหารสำหรับเลี้ยงเชื้อราเพื่อผลิตโปรตีนสำหรับเลี้ยงสัตว์

ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์ที่มีแนวโน้มว่าน่าจะผลิตออกจำหน่ายและเป็นที่ยอมรับของท้องตลาดก็คือ น้ำส้มสายชู ไวน์ และ น้ำผลไม้ผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 น้ำส้มสายชู (Vinegar)

2.2.1 ความหมาย

น้ำส้มสายชู หรือ กรดอะซิติก หรือ Vinegar มาจากรากศัพท์จากภาษาฝรั่งเศสว่า "Vinaigre" หมายถึง ไวน์เปรี้ยว เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้จากการหมักโดยใช้กระบวนการหมักในสภาพอาหารเหลว ซึ่งนับเป็นองค์ประกอบสำคัญอย่างหนึ่งในการปรุงแต่งรสของอาหาร และยังเป็นวัตถุดิบมูลฐานของอุตสาหกรรมต่าง ๆ อีกหลายประเภท เช่น ซอส น้ำสลัด เป็นต้น น้ำส้มสายชูส่วนใหญ่ผลิตได้จากวัตถุดิบที่เป็นแป้งหรือน้ำตาล เช่น น้ำผลไม้ กากน้ำตาล น้ำเชื่อม เป็นต้น

วราวุฒิ [illegible] สายชูเป็นเครื่องปรุงรสที่ผลิตได้ [illegible] ล้วตามด้วยการออกซิไดซ์แอลกอ [illegible] ซึ่งอาจจะไม่มีสีหรือมีสีของวัตถุดิ [illegible] 2-3.5 นอกจากนี้แล้วปริมาณขอ [illegible] รประกอบต่าง ๆ ที่มีอยู่ในวัตถุดิบ [illegible]

ตามปร [illegible] องน้ำส้มสายชูกำหนดให้น้ำส้ม [illegible] ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นเพื่อจุดประสง [illegible] ส้มสายชู และให้ความหมายรวม [illegible] า 4 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร ที่ 27 อง [illegible] 0.5 เปอร์เซ็นต์

2.2.2 ชนิดข [illegible]

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 204 พ.ศ. 2543 ให้แบ่งน้ำส้มสายชูเป็น 3 ชนิด ตามกรรมวิธีการผลิต คือ

1. <u>น้ำส้มสายชูหมัก</u> ทำจากการหมักน้ำตาลหรือผลไม้ที่มีน้ำตาลและข้าวเหนียวด้วยยีสต์ให้เป็นแอลกอฮอล์ แล้วจึงหมักต่อกับเชื้อน้ำส้มสายชูตามกรรมวิธีธรรมชาติ ซึ่งจะเปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์ให้เป็นกรดอะซิติกหรือกรดน้ำส้ม น้ำส้มสายชูที่ได้จะมีสีเหลืองอ่อนไปจนถึงสีน้ำตาล มีกลิ่นหอมปนกลิ่นเฉพาะของกรดน้ำส้ม ส่วนประกอบของน้ำส้มสายชูหมักที่ได้ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต หากทำจากน้ำผลไม้จะมีกลิ่นผลไม้ติดมาด้วย และมีกลิ่นฉุนน้อยกว่าน้ำส้มสายชูกลั่นเนื่องจากมีระยะเวลาบ่มนานกว่า น้ำส้มสายชูที่ได้จะถูกนำไปทำให้ใสโดยการเติมสารบางชนิดแล้วกรอง จากนั้นจึงนำไปฆ่าเชื้อแบบพาสเจอร์ไรซ์ ซึ่งน้ำส้มสายชูชนิดนี้ไม่ค่อยมีจำหน่ายในท้องตลาด เนื่องจากกรรมวิธีในการผลิตที่ไม่สะดวก และเก็บไว้ได้ไม่นาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. <u>น้ำส้มสายชูกลั่น</u> ทำจากการนำแอลกอฮอล์ที่ได้จากการหมักมากลั่นเสียก่อน แล้วจึงนำไปหมักกับเชื้อน้ำส้มสายชูทีหลัง ซึ่งจะได้น้ำส้มสายชูที่ไม่มีสี อาจแต่งเติมให้เป็นสีเหลืองอ่อนด้วยน้ำตาลเคี่ยวไหม้ น้ำส้มสายชูกลั่นมีกลิ่นกรดอ่อนๆ มีความบริสุทธิ์สูงกว่าน้ำส้มสายชูหมักและเป็นที่นิยมในหมู่ผู้บริโภค

3. <u>น้ำส้มสายชูเทียม</u> ได้จากการนำเอากรดน้ำส้ม (Acetic Acid) อย่างเข้มข้นซึ่งได้จากการสังเคราะห์ขึ้นตามกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์มาเจือจางให้มีคุณภาพหรือมาตรฐานตามกฎหมายกำหนด คือให้มีความเข้มข้นของกรดเหลือ 4-7 เปอร์เซ็นต์ น้ำส้มสายชูชนิดนี้มีลักษณะใส ไม่มีสี มีกลิ่นฉุนของกรดน้ำส้ม มีราคาถูก และไม่อนุญาตให้เติมแต่งสี

น้ำส้ม ... ชนิดหนึ่งที่เป็นอันตราย คือ น้ำ ... วบรรจุขวดขาย หัวน้ำส้มดังกล่าว ... นัง ขนสัตว์ ไหม ไม่ปลอดภัยต่อก ... กรดกำมะถันมาทำหัวน้ำส้ม แต่ไ ... วยเพื่อทำให้กลิ่นเหมือนน้ำส้มสาย ... ลำไส้จนเกิดแผล หรืออาจถึงขั้นกร ...

2.2.3 องค์ปร ...

น้ำส้ม ... ก และสารอื่น ๆ อีกเล็กน้อย กรด ... น่าเสีย เป็นตัวทำละลายที่ดี ส่วนส ... น้ำส้มสายชูมีกลิ่นรสดีกว่าน้ำส้มสา ... ที่ใช้ในการหมัก หรือเป็นสารที่เกิ ... าปฏิกิริยากับกรดอะซิติกเป็นเอทิลอะซิเตท ซึ่งเป็นสารให้กลิ่นรสในน้ำส้มสายชูที่ได้จากกรรมวิธีการหมักแบบธรรมชาติ โดยทั่วไปจะพบสารระเหย 4 ชนิด ได้แก่ อะซิตัลดีไฮด์ (Acetaldehyde) อะซิตัล (Acetal) เอทิลอะซิเตท (Ethyl Acetate) และเอทธานอล (Ethanol) สารที่ทำให้กลิ่นรสของน้ำส้มสายชูดี คือ คาร์บอนิล (Carbonyl) แอลกอฮอล์ (Alcohol) และ เอสเทอร์ (Ester)

สารที่ทำให้น้ำส้มสายชูมีรสชาติดี ได้แก่ กรดพี-ไฮดรอกซีซินามิก (p-Hydroxycinamic Acid), กรดวานิลลิก (Vanillic Acid), กรดไซรินจิก (Syringic Acid), กรดโปรโทคาเทอิก (Protocatehic Acid) นอกจากนั้นชนิดของสารประกอบในน้ำส้มสายชูยังสามารถบอกชนิดของน้ำส้มสายชูได้ เช่น สารที่มีเฉพาะในน้ำส้มสายชูองุ่น จะไม่พบในน้ำส้มสายชูอื่น ได้แก่ กรดคาเฟอิก (Cafeic Acid), กรดแกลลิก (Gallic Acid), กรดโคลเกนิก (Chlorgenic Acid), กรดเฟรูลิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Ferulic Acid), กรดพี-ไฮดรอกซีซินามิก, กรดเจนทิสติก (Gentistic Acid), กรดซาลิไซลิก (Salicylic Acid) และพี-ไฮดรอกซีเบนซอลดีไฮด์ (p-Hydroxybenzaldehyde) ส่วนน้ำส้มสายชูหมักจากแอปเปิล พบสารคล้ายน้ำส้มสายชูจากองุ่น แต่ตรวจไม่พบกรดไซรินจิก, กรดคาเฟอิก และกรดพี-ไฮดรอกซีซินามิก (ดวงศิริ ดวงแว่ว และ สุวณีย์ เก็งวิเชียรไชย, 2548)

2.2.4 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำส้มสายชู

วราวุฒิ ครูส่ง และ รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต (2532) กล่าวถึงน้ำส้มสายชูที่ได้จากการหมักว่า น้ำส้มสายชูหมักจะมีลักษณะเฉพาะตัว จึงทำให้น้ำส้มสายชูแตกต่างจากน้ำเจือจางกรดอะซิติก อีกทั้งน้ำส้มสายชูที่ผลิตขึ้นมาจากวัตถุดิบที่แตกต่างก็จะให้คุณสมบัติที่แตกต่างกัน ซึ่งวัตถุดิบที่ใช้ในการหม ... ณภาพของน้ำส้มสายชูที่ได้ ดังนั้น ... ลไม้เป็นวัตถุดิบ ผลไม้จะต้องสุกแ ... มใส สะอาด และปราศจากสิ่งเจือป ... อกได้ดังนี้

- ผักแล ... จที่ให้น้ำตาลและสามารถนำมาหมั ... ar, Fruit Vinegar เป็นต้น หรืออาจใ ... ะหลัง ทั้งนี้แป้งที่มีในผักต้องถูกนำ ... อน โดยนำผักมาผ่านการให้ความ ... นไซม์อะไมเลสบริสุทธิ์

- ธัญพื ... เจ้า และข้าวโพดเป็นต้น ธัญพืชเหล ... ปเป็นน้ำตาลก่อน น้ำส้มสายชูจากวัต ... Malt Vinegar, Rice Vinegar เป็นต้น

- วัตถุดิบพวกน้ำตาล เช่น กากน้ำตาล น้ำผึ้ง น้ำอ้อย น้ำเชื่อม เป็นต้น น้ำส้มสายชูจากวัตถุดิบเหล่านี้ ได้แก่ Sugar Vinegar (ใช้น้ำเชื่อมหรือกากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบ) Glucose Vinegar, Whey Vinegar เป็นต้น

- แอลกอฮอล์เพื่อใช้ในการหมักโดยตรง เช่น แอลกอฮอล์เจือจาง แอลกอฮอล์ที่สูญเสียสภาพธรรมชาติแล้ว (Denatured Ethyl Alcohol) รวมถึงน้ำทิ้งจากโรงงานเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ เช่น โรงงานเบียร์ซึ่งมีปริมาณแอลกอฮอล์เหลืออยู่ น้ำส้มสายชูจากวัตถุดิบเหล่านี้ได้แก่ Distilled Vinegar เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 เชื้อจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องในการหมักน้ำส้มสายชู

วราวุฒิ ครูส่ง และ รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต (2532) ได้กล่าวว่า ในการผลิตน้ำส้มสายชู ถ้าใช้วัตถุดิบประเภทต่าง ๆ ที่ไม่ใช่แอลกอฮอล์จะต้องมีการนำวัตถุดิบนั้นมาหมักให้ได้แอลกอฮอล์ก่อนด้วยเชื้อยีสต์ จากนั้นจึงจะนำแอลกอฮอล์ที่ได้มาใช้ในการหมักเพื่อผลิตกรดอะซิติกอีกต่อหนึ่งโดยใช้เชื้อแบคทีเรียกลุ่มที่ผลิตกรดอะซิติกได้ ดังนั้นเชื้อจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องในการผลิตกรดอะซิติกจึงแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

2.2.5.1 ยีสต์

ยีสต์ที่ใช้ในการหมักเพื่อผลิตกรดอะซิติกหรือน้ำส้มสายชูเป็นเชื้อชนิดเดียวกันที่ใช้ในการหมักให้เกิดแ [illegible] ในการหมักด้วยแบคทีเรียอีกต่อห [illegible] ด โดยยีสต์แต่ละชนิดจะให้กลิ่นแล [illegible] ยุโรปตะวันออกส่วนใหญ่จะใช้ยี [illegible] ใช้ยีสต์สายพันธุ์ *S. cerevisiae* var. [illegible] *is* sp. ในขณะที่ประเทศอิตาลีใช้ [illegible] var. *ellipsoideus* สำหรับการผลิต [illegible] *visiae* เนื่องจากสามารถหมักได้ดี [illegible] การผลิตไวน์ยังขึ้นกับชนิดของ [illegible] *S. cerevisiae* var. *burgundy* ส่วนกา [illegible] *llipspoideus* และ *S. cerevisiae* var. [illegible] ูลย์, 2549)

สำหรับ [illegible]

1) <u>ระยะเริ่มต้น</u> (Lag Phase) เป็นระยะ [illegible] กับสิ่งแวดล้อมใหม่เพื่อเริ่มการเจริญ ระยะนี้ใช้เวลาสั้น ๆ ประมาณ 1-6 ชั่วโมง ขึ้นกับการเตรียมหัวเชื้อ ความแข็งแรงของเซลล์ และสารอาหารที่มีอยู่ในน้ำผลไม้เป็นสำคัญ
2) <u>ระยะการเจริญ</u> (Log Phase) หลังระยะเริ่มต้นเสร็จสิ้นประมาณ 30 นาที เซลล์ยีสต์เริ่มแตกหน่อเพื่อเพิ่มจำนวน ระยะนี้จำนวนเซลล์จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเป็นทวีคูณหรือเพิ่มแบบค่า log ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะเรียกระยะนี้ตามค่าคณิตศาสตร์ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ก็จะเพิ่มขึ้นมากขึ้นจนเห็นเป็นฟองอากาศผุดขึ้นมามากมาย ขณะเดียวกันเซลล์ยีสต์ก็เริ่มจับกลุ่มกันเองมากขึ้น แอลกอฮอล์จึงเริ่มผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) <u>ระยะคงที่</u> (Stationary Phase) เมื่อสารอาหารเริ่มหมดลง การเจริญหรือการแบ่งเซลล์จะลดน้อยลงด้วย ทำให้จำนวนเซลล์รวมค่อนข้างคงที่ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะลดน้อยลง เซลล์ยีสต์เริ่มตกตะกอนมากขึ้น แอลกอฮอล์จะเพิ่มจนสูงสุด
4) <u>ระยะตาย</u> (Death Phase) เป็นระยะที่เซลล์จะตาย ตะกอนเซลล์จะมีมากขึ้น ปริมาณแอลกอฮอล์จะคงที่ ไวน์ที่ได้จะค่อย ๆ เริ่มใสมากขึ้น

รูปที่ 2.2 การเจริญ ... ระยะการเจริญ
สูงสุด ระ ...
ที่มา : ไพบูลย์ ค่า ...

ในปัจจุ ... ผลิตกรดอะซิติกโดยตรง เช่น กรณ ... ซึ่งเป็นเชื้อที่ถูกคัดเลือกมาให้หมั ... ที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ยังมียีสต์ที่สามารถใช้หมักแอลกอฮอล์เพื่อเป็นวัตถุดิบในการหมักน้ำส้มสายชูอีกหลายสายพันธุ์ ได้แก่ *S. cerevisiae*, *S. diastaticus* และ *S. carlsbergensis* เป็นต้น

2.2.5.2 แบคทีเรีย

เชื้อ *Acetobacter* sp. มีความสำคัญในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำส้มสายชู จึงได้ชื่อว่า Acetic Acid Bacteria เช่น *A. aceti* โดยทำให้เกิดกรดอะซิติก ภายหลังจากได้แอลกอฮอล์ซึ่งเป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการหมักโดยยีสต์แล้ว ในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำส้มสายชูจะใช้เชื้อที่ทนต่อกรดอะซิติกเข้มข้นสูง และทนต่อผลรวมของความเข้มข้นของเอทานอลและความเข้มข้นของกรดอะซิติก (Total Concentration) ต้องการสารอาหารปริมาณน้อย และไม่เกิด Overoxidation แบคทีเรียที่พบในน้ำส้มสายชูเป็นแบคทีเรียจำพวกสร้างกรดอะซิติก ซึ่งแบคทีเรียกลุ่มนี้อยู่ในตระกูล Acetobacteraceae ซึ่งปัจจุบันได้การจำแนกออกเป็น 3 จีนัส คือ Acetobacter,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Gluconobacter และ Asaia ซึ่งแต่ละจีนัสมีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกัน มีลักษณะเฉพาะโดยทั่วไป คือ เซลล์จะพบได้หลายลักษณะ (Pleomorphic) แต่ที่พบโดยมากจะมีรูปร่างเป็นท่อนหรือรูปไข่ ขนาดกว้างประมาณ 0.6-0.8 ไมครอน การเรียงตัวของเซลล์อาจพบเซลล์เดี่ยวหรืออยู่เป็นคู่ เป็นสายยาวและสายสั้น ๆ สามารถเคลื่อนที่ด้วยแฟลกเจลาที่ขั้วเซลล์ (Polar Flagella) ไม่พบเอนโดสปอร์ เซลล์อ่อนไม่ติดสี (Gram Negative) เมื่อเซลล์อายุมากขึ้นอาจพบเป็น Gram Variable ส่วนบางชนิดไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ เช่น *A. xylinum*

จุลินทรีย์สายพันธุ์นี้ต้องการอากาศในการดำรงชีวิต (Obligate Aerobes) เนื่องจากไม่สามารถใช้สารอื่นนอกจากออกซิเจนเป็นตัวรับไฮโดรเจนตัวสุดท้ายในกระบวนการเปลี่ยนอาหารเป็นพลังงาน สำ [illegible] ฮอล์ไปเป็นกรดอะซิติกขึ้นอยู่กั [illegible] ารี, 2534) ซึ่งเชื้อส่วนใหญ่จะเจริญ [illegible] ป็นกรดด่าง (pH) ค่อนข้างต่ำ พบว่ [illegible] าน้อยเท่านั้น เชื้อชนิดนี้สามารถใ [illegible] ารถออกซิไดซ์เอทานอลเป็นก [illegible]) ในสภาพที่ไม่มีเอทานอลแต่มีก [illegible] คออกไซด์และน้ำ เรียกกระบวนการ [illegible]

A. acet [illegible] จะถูกเปลี่ยนเป็นกลูโคเนท (Glucor [illegible] เปอร์เซ็นต์ตามวิถีเฮกโซไคเนส (Hex [illegible] ophosphate Cycle) ส่วนน้ำตาลอื่นๆ [illegible] ป็นกรดที่เกี่ยวข้องได้ แต่น้ำตาลเหล่ [illegible] มสายชูส่วนใหญ่ *A. aceti* สายพันธุ์ต่าง ๆ จะสามารถออกซิไดซ์แมนนิตอล ฟรุคโตส แมนโนส กาแล็กโตส ไซโลส กลีเซอรอล อิริธริตอล (Eryhritol) โซเดียมแล็กเตท เอทานอล และโซเดียมอะซิเตทได้ รวมทั้งสามารถใช้เกลือแอมโมเนียมเป็นแหล่งไนโตรเจนได้ (ไพโรจน์ วิริยจารี, 2534)

เชื้อ *Acetobacter* sp. สามารถสังเคราะห์กรดอะมิโนจากอนินทรีย์ไนโตรเจนได้ เริ่มจากการสังเคราะห์กลูตาเมทโดยเอนไซม์กลูตามิกดีไฮโดรจีเนส (Glutamic Dehydrogenase) ทำปฏิกิริยากับแอมโมเนียม และ 2-ออกซิกลูตาเรท (2-Oxyglutarate) ซึ่งเกิดจากวัฏจักรกรดไตรคาร์บอกซิลิกได้กลูตาเมท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดวงศิริ ดวงแว่ว และ สุวณีย์ เก็งวิเชียรไชย (2548) ศึกษาปริมาณกล้าเชื้อ *A. aceti* เริ่มต้นที่เหมาะสมในการหมักน้ำส้มสายชูจากฟักเขียวและมะม่วงแก้ว โดยเปรียบเทียบการใช้กล้าเชื้อเริ่มต้นที่ 3 ระดับ พบว่าการใช้กล้าเชื้อ 10 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ (โดยปริมาตรของน้ำหมัก) ไม่ทำให้ปริมาณกรดอะซิติกที่เกิดขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นในการหมักจึงควรใช้ปริมาณกล้าเชื้อ 10 เปอร์เซ็นต์ เพื่อเป็นการประหยัดต้นทุน

2.2.6 การออกซิไดซ์เอทธานอลเป็นกรดอะซิติก

วราวุฒิ ครูส่ง และ รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต (2532) กล่าวถึงกลไกการผลิตน้ำส้มสายชูจากวัตถุดิบประเภทน้ำตาลว่า มี 2 ขั้นตอนด้วยกัน คือ

1. การ ... และอาศัยเชื้อยีสต์ในสกุล *S. ce* ...

$C_6H_{12}O_6$ ... (1)

กลูโคส

อย่างไ ... าลนี้จะต้องอาศัยปฏิกิริยาหลายขั้ ... ด์หลายชนิด เช่น กลีเซอรอล รวมทั ...

2. การ ... มอะซิติกแอซิดแบคทีเรีย ทำการ ... อะซิตัลดีไฮด์ (Acetaldehyde) โ ... ase) ดังสมการที่ 2

CH_3CH_2OH ... (2)

เอทธานอ..

จากนั้นจะเป็นการสร้างกรดอะซิติกจากอะซิตัลดีไฮด์ ปฏิกิริยาแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรกอะซิตัลดีไฮด์รวมกับน้ำเป็นไฮเดรตเตดอะซิตัลดีไฮด์ (Hydrated Acetaldehyde) ดังสมการที่ 3 จากนั้นเกิดปฏิกิริยาขั้นตอนถัดไปคือ ไฮเดรตเตดอะซิตัลดีไฮด์ถูกออกซิไดซ์หรือดีไฮโดรจิเนท (Dehydrogenate) เป็นกรดอะซิติกโดยเอนไซม์อะซิตัลดีไฮด์ดีไฮโดรจิเนส (Acetaldehyde Dehydrogenase) ทำให้โปรตอน 2 ตัวของไฮเดรตเตดอะซิตัลดีไฮด์ถูกส่งผ่านไปสู่อะตอมของออกซิเจน ดังสมการที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$CH_3CHO + H_2O \longrightarrow CH_3C(H)(OH)-OH \qquad (3)$$

อะซิตัลดีไฮด์ **ไฮเดรตเตตอะซิตัลดีไฮด์**

$$CH_3C(H)(OH)-OH + O \xrightarrow{\text{Acetaldehyde Dehydrogenase}} CH_3COOH + H_2O \qquad (4)$$

ไฮเดรตเตตอ: ...

เมื่อเติ ... ัลไฟต์ (Calcium Bisulfite) ซึ่งสาม ... ชู พบว่าไม่มีกรด อะซิติกเพิ่มขึ้น ... ป็นสารตัวกลาง (Intermediate) ใ ...

$$2CH_3CHO \; \ldots \qquad (5)$$

อะซิตั ... ลดีไฮด์ 2 โมเลกุล จากสมการที่ 2 ท ... ึ่งเรียกว่าปฏิกิริยา แคนนิซซาโร (Ca ... อีกเป็นวัฏจักรจน กระทั่งกลายเป็นกรดอะซิติกทั้งหมด ในทางทฤษฎีพบว่าเอทธานอล 1 ลิตร สามารถเปลี่ยนเป็นกรดอะซิติกได้ 1.036 กิโลกรัม (Adams and Moss, 1995)

$$CH_3CHO + CH_3CHO \xrightarrow{H_2O} CH_3COOH + CH_3CH_2OH \qquad (6)$$

อะซิตัลดีไฮด์ **กรดอะซิติก** **เอทธานอล**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.7 การผลิตน้ำส้มสายชู

ในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำส้มสายชูจากวัตถุดิบประเภทน้ำตาลจะสามารถแบ่งได้เป็น 6 ขั้นตอน (วราวุฒิ ครูส่ง และ รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต, 2532) ดังนี้

2.2.7.1 <u>การเตรียมวัตถุดิบ</u> (Raw Material Preparation)

วัตถุดิบที่ใช้โดยทั่วไปจะเป็นผลไม้ ธัญพืช ได้แก่ แอปเปิล องุ่น ส้ม หรือสารประกอบอื่น ๆ ซึ่งสามารถหมักแอลกอฮอล์ได้ ถ้าวัตถุดิบเริ่มต้นเป็นแป้งจะต้องนำแป้งไปผ่านการให้ความร้อนเพื่อเจลาติไนส์ แล้วย่อยสลายต่อด้วยเอนไซม์เพื่อผลิตน้ำตาลที่สามารถหมักได้

2.2.7.2 <u>การหมักครั้งที่ 1</u>

การหม [illegible] กาศด้วยเชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* ที่นิ [illegible] อล์ได้สูง ในการหมักนี้ถ้ามีการป [illegible] ติกได้ ก็สามารถยับยั้งการเจริญขอ [illegible] เฟอร์ไดออกไซด์ (125 ส่วนในล้าน [illegible] ป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อรา [illegible] ลงไปกับวัตถุดิบก่อนที่จะเติมเชื้อยี [illegible]

2.2.7.3 [illegible]

การออ [illegible] อากาศโดยอาศัยแบคทีเรีย Acetob [illegible] งกับการผลิตกรดอะซิติก ได้แก่ *A.* [illegible] ปริมาตรน้ำหมัก 3 ใน 4 ของถังหม [illegible] ลยการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจะไม่ม [illegible] ละไม่จำเป็นต้องเติมสารอาหารใด ๆ ให้แก่แบคทีเรียชนิดให้กรดอะซิติกหากมีสารอาหารที่เพียงพอต่อการเจริญอยู่แล้วในน้ำผลไม้หรือสารละลายมอลท์ แต่การผลิตน้ำส้มสายชูกลั่นจากแอลกอฮอล์โดยตรง การเปลี่ยนแอลกอฮอล์เป็นกรดอะซิติกจะต้องทำให้แอลกอฮอล์เคลื่อนที่และต้องเติมสารประกอบอินทรีย์และอนินทรีย์ต่าง ๆ ให้ เช่น ไดเบสิกแอมโมเนียมฟอสเฟต (Dibasic Ammonium Phosphate) ยูเรีย เปปโตน สารสกัดจากยีสต์ กลูโคส เป็นต้น เพื่อให้แบคทีเรียชนิดให้กรดอะซิติกสามารถเจริญได้ กรดอะซิติกจะได้ปริมาณน้อยหรือมากขึ้นอยู่กับปริมาณของแอลกอฮอล์ที่เกิดจากการหมักยีสต์ และปริมาณการเจริญของฟิล์มยีสต์หรือรา ซึ่งสามารถออกซิไดซ์แอลกอฮอล์ได้เช่นกันแต่ไม่ให้กรดอะซิติก แบคทีเรียชนิดให้กรดอะซิติกจะเจริญเป็นฟิล์มอยู่ที่ผิวของของเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และออกซิไดซ์แอลกอฮอล์เป็นกรดอะซิติก ซึ่งอาจใช้เวลามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับวิธีการที่อุณหภูมิประมาณ 21-29 องศาเซลเซียส

ประดิษฐ์ ครุวัณณา (2521) ศึกษาการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากเปลือกและแกนสับปะรด โดยนำไวน์ที่มีแอลกอฮอล์ 10 เปอร์เซ็นต์ (โดยปริมาตร) มาหมักกับเชื้อ *A. aceti* ใช้อัตราส่วนของหัวเชื้อ *A. aceti* ต่อน้ำไวน์เท่ากับ 1 ต่อ 1 เปรียบเทียบวิธีการหมักโดยการตั้งทิ้งไว้เฉย ๆ ที่อุณหภูมิห้อง กับการใช้เครื่องเขย่าด้วยความเร็ว 100 รอบต่อนาที พบว่าการตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง ใช้เวลา 6 วัน ส่วนการใช้เครื่องเขย่าจะใช้เวลาเพียง 4 วัน เพื่อหมักให้ได้กรดอะซิติก 6-7 เปอร์เซ็นต์ (โดยปริมาตร)

2.2.7.4 [illegible]

ตามปร[illegible]ระกอบที่สามารถละลายในน้ำหมัก[illegible]ไม่สามารถละลายในน้ำหมักได้เหลื[illegible]มีความสม่ำเสมอ ดังนั้นจึงจำเป็นที่[illegible]ายเดือน ทั้งนี้เพื่อตกตะกอนเอาส[illegible]การตกตะกอนสารประกอบดังก[illegible]ารหมักสิ้นสุดลง โดยถ้ามีความเข้[illegible]ลงมาในอัตราสูง จึงใช้เวลาในช่วง[illegible]

ในช่วง[illegible]คุณภาพของน้ำส้มสายชูดีขึ้น ทั้งนี้เ[illegible]ซิติก เกิดเป็นสารเอสเทอร์ที่มีผลต่[illegible]รถใช้คุณภาพของน้ำส้มสายชู เป็น[illegible]มสายชูที่หมักในสภาพอาหารเหลวมีคุณภาพต่ำ แสดงว่าจะต้องเกิดปัญหาขึ้นระหว่างการหมัก ทั้งนี้อาจจะมีสาเหตุจากความเข้มข้นของกรดอะซิติกต่ำเกินไป ความเข้มข้นของสารอาหารสูงเกินไป แบคทีเรียที่ใช้มีสมบัติไม่ดี หรือการให้อากาศไม่เพียงพอ เป็นต้น

ภายหลังจากการบ่ม ซึ่งทำให้น้ำส้มสายชูมีการพัฒนาทางด้านคุณภาพและความใสแล้ว หลังจากนี้จึงนำมากรองเพื่อแยกตะกอนออกไป โดยการกรองที่ใช้ แบ่งได้เป็น 2 ระบบคือ

1. การเติมสารที่ช่วยทำให้ใส (Refining Agent) หรือสารที่ช่วยในการกรอง (Filter Aids) เช่น ทรายละเอียด (Diatomaceous Earth) หรือดินเหนียว (Bentonite) เป็นต้น ลงไปในน้ำส้มสายชู แล้วผสมกันอย่างดี สารเหล่านี้จะจับเอาอนุภาคสารประกอบที่ยังเหลือและกระจายอยู่ในน้ำส้มสายชูให้ตกตะกอนลงมา จึงช่วยทำให้น้ำส้มสายชูใสขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การกรองผ่านเครื่องกรอง (Filter) ซึ่งอาจใช้ "Plate Filter" โดยจะช่วยทำให้น้ำส้มสายชูใสอย่างรวดเร็ว แต่ค่าใช้จ่ายสูงมาก นอกจากนี้ในปัจจุบันยังนิยมใช้เครื่องกรองแบบ Membrane Ultrafiltration Process ซึ่งเป็นระบบการกรองที่อาศัยความดันเข้ามาช่วย จึงทำให้สามารถกรองได้อย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง ตามปกติจะสามารถใช้ได้อย่างอัตโนมัติอีกด้วย

2.2.7.5 <u>การใช้ความร้อนและการเติมสารเคมี</u>

ก่อนที่จะทำการบรรจุน้ำส้มสายชูใส่ขวด โดยมากมักจะนำน้ำส้มสายชูไปผ่านความร้อนในระดับพาสเจอไรเซชัน โดยให้ความร้อนที่ 60-66 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ทั้งนี้เพื่อทำลายสิ่งปนเปื้อนที่อาจจะเป็นสาเหตุให้น้ำส้มสายชูเกิดการเสื่อมเสียได้ อย่างไรก็ตาม การให้ความร้อนนี้จะกระทำเมื่อระบบ [illegible] m) ที่ใช้กันอยู่ในขั้นตอนการทำใ [illegible] การให้ความร้อนแล้ว ในบางประเ [illegible] น 50 มิลลิกรัมต่อน้ำส้มสายชู 1 ลิต [illegible] ก่อนจะนำน้ำส้มสายชูบรรจุลงขว [illegible] ระสิทธิภาพอย่างรวดเร็ว

2.2.7.6 [illegible]

ตามป [illegible] วดพลาสติกที่ทำด้วยโพลิไวนิลค [illegible] ม่ให้อากาศเข้าไปได้ อย่างไรก็ตาม [illegible] 5-25 ลิตร เพื่อใช้ในห้องอาหารห [illegible] Steel) เพื่อใช้ในโรงงานอุตสาหก [illegible]

2.2.8 สารอา [illegible]

ตามปกติในการหมักเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์จะต้องมีการเติมสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ แต่ทั้งนี้ขึ้นกับส่วนประกอบที่มีอยู่ในวัตถุดิบที่ใช้ในการหมักเป็นสำคัญ เช่น การหมักน้ำส้มสายชูจากน้ำแอปเปิลหรือ Cider Vinegar จำเป็นจะต้องเติมแหล่งไนโตรเจนเพิ่ม โดยอาจเติมในรูปเกลือแอมโมเนียมฟอสเฟต (0.1 กรัม ต่อน้ำหมัก 1 ลิตร) ส่วนการหมักน้ำส้มสายชูจากไวน์หรือ Wine Vinegar จำเป็นต้องเติมเกลือแอมโมเนียมฟอสเฟตเช่นกันในระดับความเข้มข้น 0.4 กรัมต่อน้ำหมัก 1 ลิตร ทั้งนี้เพื่อให้การหมักเกิดขึ้นในระดับที่น่าพอใจ

ในการหมักน้ำส้มสายชูจากแอลกอฮอล์โดยตรงหรือ Distilled Vinegar ด้วยเชื้อในจีนัส Acetobacter จำเป็นจะต้องเติมสารอาหารต่างๆ ลงในน้ำหมักดังนี้ น้ำตาลกลูโคส 0.5-1.0 กรัมต่อน้ำหมัก 1 ลิตร เกลือของโพแทสเซียม แมกนีเซียม แคลเซียม และแอมโมเนียม ในรูปของเกลือ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟอสเฟต ซัลเฟต และคลอไรด์ ให้มีความเข้มข้นรวมเท่ากับ 0.3 กรัมต่อน้ำหนัก 1 ลิตร นอกจากนี้ยังต้องเติมแร่ธาตุ (Trace Elements) เช่น เหล็ก แมงกานีส โคบอลต์ ทองแดง โมลิบดีนัม และวาเนเดียม (Vanadium) ลงไปในปริมาณเล็กน้อย รวมทั้งต้องเติมแคลเซียมคาร์บอเนต (0.1 กรัมต่อน้ำหนัก 1 ลิตร) และโซเดียมคลอไรด์ (0.1 กรัมต่อน้ำหนัก 1 ลิตร) ลงไปในน้ำที่ใช้อีกด้วย

การเติมสารอาหารต่าง ๆ อย่างเพียงพอ จะทำให้การหมักเพื่อผลิตกรดอะซิติก (Acetous Fermentation) เกิดขึ้นอย่างน่าพอใจ อย่างไรก็ตาม ในการผลิตระดับอุตสาหกรรม มักจะต้องเติมอาหารเสริม เช่น มอลท์สกัด (Malt Extract) หรือยีสต์แห้ง (Dried Yeast) ในความเข้มข้นไม่เกิน 0.2 กรัมต่อน้ำหนัก 1 ลิตร ทั้งนี้เพื่อก่อให้เกิดการหมักขึ้นอีกครั้งอย่างรวดเร็ว ในกรณีที่การหมักถูกหยุดชะงักเนื่อ [illegible] ในการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ขอ [illegible]

ดวงศิริ [illegible] ริมาณสารอาหารเสริมที่เหมาะสม [illegible] ะม่วงแก้ว ได้แก่ DAP 0.2 เปอร์เซ็ [illegible] เปอร์เซ็นต์ (โดยน้ำหนักของน้ำห [illegible] ะซิติก สามารถให้ปริมาณกรดได้สูง [illegible]

นอกจ [illegible] งคำนึงถึงอีกก็คือน้ำที่ใช้ในการเต [illegible] งปนเปื้อน ไม่มีสีไม่มีกลิ่น และไม่ [illegible] มักได้ นอกจากนี้แล้วน้ำที่ใช้นี้จำ [illegible] lized) แล้วจึงเติมเกลือแร่ที่ต้องการ [illegible] านเรือนซึ่งจำเป็นจะต้องนำไปผ่า [illegible] ลกระทบต่อเชื้อแบคทีเรียที่ใช้ในการผลิตกรดอะซิติกได้

2.2.9 การเปลี่ยนแปลงของเชื้อ Acetobacter ในระหว่างการหมักเพื่อผลิตน้ำส้มสายชู

2.2.9.1 ผลของการขาดออกซิเจน

เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่า การหมักเพื่อผลิตน้ำส้มสายชูนี้เป็นการหมักในสภาพที่ต้องการอากาศ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการให้อากาศ (Aeration) อย่างต่อเนื่อง ถ้าการให้อากาศเกิดขัดข้องขึ้นมาในระหว่างการหมักจะเกิดผลกระทบต่อเชื้อ Acetobacter อย่างมากเพราะเชื้อนี้จะตายลงอย่างรวดเร็ว

ผลของการทำลายเซลล์ Acetobacter ในระหว่างการขาดออกซิเจนนี้ยังเกี่ยวข้องกับปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการหมักอีกด้วย ได้แก่ ความเข้มข้นทั้งหมดของกรดอะซิติกและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

แอลกอฮอล์ในน้ำหมัก (Total Concentration) ความเข้มข้นของกรดอะซิติก (Acetic Acid Concentration) อัตราเร็วของการหมัก (Fermentation Rate) เป็นต้น นอกจากนี้ยังรวมถึงระยะเวลาที่ขาดออกซิเจนอีกด้วย

2.2.9.2 ผลของการขาดแอลกอฮอล์

เชื้อ Acetobacter จะถูกทำลายลงไปเมื่อการหมักเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ คือ เมื่อปริมาณแอลกอฮอล์ในน้ำหมักถูกออกซิไดซ์จนหมด และมีการเติมอาหารเลี้ยงเชื้อใหม่ที่มีแอลกอฮอล์เป็นองค์ประกอบลงไปในน้ำหมักนั้นช้าเกินไป ผลของการทำลายเซลล์ Acetobacter อันเนื่องมาจากการขาดแอลกอฮอล์นี้เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของกรดอะซิติกและแอลกอฮอล์ทั้งหมดที่มีอยู่ในน้ำหมักและระ ... กับกรณีการขาดออกซิเจน

ศุภมาศ ... โดยทดลองใช้ท่อแก้วขนาดเส้นผ่า ... ลวม ๆ เพื่อเป็นที่เกาะของเชื้อ *A. ac* ... ยปริมาตร) ลงมาจากด้านบนของท่ ... าเพียง 60 ชั่วโมงจะได้กรดอะซิติก ... อากาศมากขึ้นจะส่งผลให้ปริมาณ ... เอะซิติกจากการระเหย

2.2.9.3 ...

การหมั ... หว่าง 32 และ 26 องศาเซลเซียสทุก ... กไม่ให้สูงเกินไปด้วยระบบหล่อเย็ ... ณหภูมิสูงขึ้นจนกระทั่งจะทำลายเซลล์ Acetobacter ได้ ซึ่งในที่สุดจะทำให้การหมักสิ้นสุดลง

นอกจากการปัจจัยที่กล่าวมาแล้วนี้ในบางครั้งการทำลายเซลล์ Acetobacter อาจจะเกี่ยวข้องกับอัตราการเจริญเติบโตที่จำเพาะ (Specific Growth Rate) ของเชื้อและความเข้มข้นของกรดอะซิติกกับแอลกอฮอล์ที่มีอยู่ในน้ำหมักอีกด้วย แต่อย่างไรก็ตาม ผลจากการขาดออกซิเจน การขาดแอลกอฮอล์ และอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงเป็นปัจจัยหลักที่เราต้องคำนึงถึงก่อนเสมอ

85373

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.10 การเสื่อมเสียของน้ำส้มสายชู (Vinegar Defects)

การเสื่อมเสียของน้ำส้มสายชู อาจจะเนื่องมาจากสาเหตุดังนี้

1. โลหะและเกลือของโลหะที่มีอยู่ในน้ำหมักอาจทำให้น้ำหมักขุ่นขึ้นมาได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าในน้ำหมักมีเฟอรัสไอออน ไอออนนี้อาจจะถูกออกซิไดซ์เป็นเฟอริคไอออน ซึ่งจะไปรวมตัวกับแทนนิน เกลือฟอสเฟต หรือโปรตีนในน้ำหมักเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่ทำให้น้ำหมักขุ่น และอาจจะทำให้น้ำส้มสายชูมีสีเข้มขึ้น

2. หนอนนีมาโทด ในสกุลของ *Anguillula aceti* มักเจริญเติบโตอยู่ในบริเวณที่ทำการหมักน้ำส้มสายชู โดยเฉพาะอย่างยิ่งการหมักในอดีตที่ทำแบบพื้นบ้าน หรืออาจจะติดมากับผลไม้ที่ใช้เป็นวัตถุดิบ หนอ ... เหน้าของน้ำหมักจมลงสู่ก้นถัง ทำ ... ม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ แต่หากพบ ...

3. จุลินท ... c ซึ่งมักจะทำให้น้ำส้มสายชูมีกลิ่น ... เจริญเป็นฝ้า หรือที่เรียกว่า Film Ye ... ซิติกในสภาพที่มีอากาศได้ จึงทำใ ...

2.3 การทำแห้งอา

สุคนธ์ชื่ ... เของอาหารจนถึงระดับที่สามารถยั ... หารแห้งแต่ละชนิดจะมีความชื้นใน ... ที่ความชื้น 15-20 เปอร์เซ็นต์ แต่ถ้า ...

การทำแห้งอาหารนอกจากจะเป็นการถนอมอาหารแล้วยังจัดเป็นการแปรรูปวิธีหนึ่งด้วย ตามปกติผลิตภัณฑ์อาหารที่ได้จากการทำแห้งนั้นเป็นอาหารที่มีความชื้นต่ำ (Low Moisture Food) ซึ่งโดยทั่วไปมีความชื้นไม่เกิน 25 เปอร์เซ็นต์ และอาจนำอาหารแห้งนั้นมาบริโภคได้เลย เช่น เนื้อแห้ง ผลไม้แห้ง หรือเป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องนำมาคืนสภาพ (Rehydration) เพื่อให้ดูดน้ำกลับเข้าไปในอาหารก่อนบริโภค เช่น ผักแห้ง นมผง น้ำผลไม้ผง เป็นต้น

การทำแห้งส่วนใหญ่จะอาศัยความร้อนในการระเหยน้ำ (Vaporization) ออกจากอาหาร แต่อย่างไรก็ตามวิธีทำแห้งมีหลายวิธี จำแนกได้ 2 วิธีใหญ่ ๆ (สมบัติ ขอทวีวัฒนา, 2529) คือ การทำแห้งโดยวิธีธรรมชาติ (Natural Drying) ได้แก่ การตากแดด และการทำแห้งแบบตู้อบพลังแสงอาทิตย์ (Solar Drying) อีกวิธีหนึ่งคือการทำแห้งด้วยวิธีเชิงกล (Artificial หรือ Mechanical Drying)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้แก่ การทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาดหรือแบบชั้น (Tray Dryer) และ การทำแห้งด้วยเครื่องแบบลูกกลิ้งทรงกระบอก (Drum or Roller Dryer)

2.3.1 การทำแห้งผลไม้

กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์ (2539) กล่าวว่า เมื่อผลไม้ถูกทำแห้ง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำในผลไม้จะมีความเข้มข้นสูงขึ้นจนเพียงพอที่จะยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งถือเป็นเพียงกรรมวิธีในการเก็บรักษาผลไม้ให้นานขึ้น แต่ไม่ได้ช่วยปรับปรุงสมบัติของผลิตภัณฑ์ ปริมาณความเข้มข้นของของแข็งนี้จะต่างกันไปตามชนิดของผลไม้ และมีผลต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์ เช่น สี รสชาติ และเนื้อสัมผัส

การเลือก ... มเปลืองค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด แต่จะ ... เดดเป็นวิธีที่เสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุ ... อกจากนี้ยังรักษาความสะอาดได้ย ... ลาทันทีหลังจากเก็บเกี่ยวโดยไม่ต้ ... งฤดูได้

2.3.2 การทำแ ...

เครื่องอบ ... ภายในประกอบด้วยถาดเตี้ยที่มีช่อ ... างใช้ตู้ใหญ่ซึ่งมีจำนวนชั้นมากขึ้ ... วยฉนวน อากาศร้อนจะไหลหมุนเ ... ายเทไปยังผิวของอาหาร และน้ำใน ... นี้จะถูกพัดพาไปโดยลมร้อนที่เคลื่ ... มาก (1-20 ตันต่อวัน) เครื่องอบแห้ ... และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากเครื่องควบคุมอุณหภูมิภายในตู้ (ทั่วไปควบคุมอุณหภูมิ 50-70 องศาเซลเซียส) บางครั้งหากอุณหภูมิเกิน 70 องศาเซลเซียส อาหารจะแห้งเร็วเกินไป ทำให้โปรตีนตกตะกอนและอาหารมีสีคล้ำ

2.3.3 การเปลี่ยนแปลงของอาหารเนื่องจากการอบแห้ง

สุคนธ์ชื่น ศรีงาม (2540) กล่าวว่า การอบแห้งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอาหารมากหรือน้อยขึ้นกับธรรมชาติของอาหารและสภาวะที่ใช้ในการอบแห้ง ดังนี้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การหดตัว

การเสียน้ำทำให้เซลล์อาหารหดตัวจากผิวนอก ส่วนที่แข็งจะคงสภาพได้ ส่วนที่อ่อนกว่าจะเว้าลงไป อาหารที่มีน้ำมากจะหดตัวบิดเบี้ยวมาก การทำแห้งอย่างรวดเร็วจะหดตัวน้อยกว่าการทำแห้งอย่างช้า ๆ

2. การเปลี่ยนสี

อาหารที่ผ่านการทำแห้งมักมีสีเข้มขึ้น เนื่องจากความร้อนหรือปฏิกิริยาเคมีการเกิดสีน้ำตาล อุณหภูมิและช่วงเวลาที่อาหารมีความชื้น 10-20 เปอร์เซ็นต์ มีผลต่อความเข้มสี จึงควรหลีกเลี่ยงอุณหภูมิสูงในช่วงความชื้นนี้

3. การเกิด

เป็นลักษ ในช่วงแรกให้น้ำ ระเหยเร็วเกินไป โปรตีนเคลื่อนที่ มาแข็งตัวที่ผิว ห ไม่ให้ผิวอาหาร แห้งก่อนเวลาอัน

4. การเสีย

อาหารแ ไม่ได้เหมือนเดิม เพราะเซลล์อาหาร มารถในการดูดน้ำ อาหารที่ทำแห้ง เพราะไม่ได้ใช้ ความร้อนที่จะทำ

5. การเสีย

เกิดการ ฟลาวินจากแสง ไทอะมีนจากความร้อน ยิ่งใช้เวลาทำแห้งนานการสูญเสียก็ยิ่งมาก โปรตีนมีการสูญเสียบางส่วนด้วยความร้อนเช่นเดียวกัน การสูญเสียสารระเหยเนื่องจากความร้อนทำให้กลิ่นของอาหารแห้งลดน้อยลงหรือแตกต่างไปจากเดิม

ศิริชัย สมคะเนย์ และ อำนาจ ภูมิจันทึก (2544) ศึกษาถึงความแตกต่างด้านประสาทสัมผัสของขนมถ้วยฟูเผือกที่ได้จากส่วนผสมสดและขนมถ้วยฟูที่ได้จากแป้งผสมสำเร็จรูปที่มีส่วนประกอบของแป้งเผือกที่ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง พบว่าขนมถ้วยฟูจากเผือกสดมีการยอมรับของผู้บริโภคด้านสีและกลิ่นดีกว่าขนมถ้วยฟูแป้งเผือกสำเร็จรูป เนื่องจากแป้งเผือกที่ผ่านการทำแห้งจะมีสีซีดกว่าเผือกสดและกลิ่นบางส่วนหายไปกับการให้ความร้อนในการทำแห้ง แต่ขนมถ้วยฟูแป้งเผือกสำเร็จรูปมีการยอมรับในด้านเนื้อสัมผัสที่ดีกว่า เนื่องจากเผือกที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ่านการทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งจะถูกบดอัดและมีโมเลกุลขนาดเล็กลง ทำให้แป้งเผือกที่ได้มีการละลายและการคืนรูปที่ดี ส่งผลให้ได้ขนมที่มีเนื้อสัมผัสเรียบเนียน

2.3.4 การคืนรูปของอาหารแห้ง

กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์ (2539) กล่าวว่า การคืนรูปของอาหารแห้งหมายถึง การดูดน้ำกลับคืนของอาหารแห้งเพื่อเข้าสู่สภาพเดิมคล้ายก่อนการทำแห้ง แต่จะไม่มีลักษณะเป็นการย้อนกลับของการทำแห้งเนื่องจากเหตุผลหลายประการ คือ เกิดจากปฏิกิริยาที่ผันกลับไม่ได้ขององค์ประกอบ หรือเกิดจากการพองตัวของผิวด้านนอกเมื่อดูดน้ำเข้าไปก่อน และส่วนนี้จะกดทับอาหารที่หดตัวอยู่ด้านในไม่ให้คืนรูป หรือจากการที่มีตัวถูกละลายบางส่วนจากอาหารละลายออกมากับน้ำที่ใช้คืนรูป ทำให้เกิดการหดต

ในกรณีข [illegible] หรือหั่นสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ การคืนร [illegible] อบของอาหารที่สามารถยึดเกาะน้ [illegible] นในระหว่างการทำแห้งด้วยความร้ [illegible]

กรวิกา หา [illegible] กรัม ประมาณ 30 นาที เมื่อนำน้ำส้มแ [illegible] งน้ำส้มแขกต่อน้ำที่แตกต่างกัน 4 ร [illegible] ริมาณของแข็งที่ละลายน้ำเริ่มต้น [illegible] 4.5 หมักโดยใช้ *S. cerevisiae* เป็น [illegible] บมากที่สุด ทั้งสี กลิ่น รส คือ 50:50 [illegible] ะเวลาหมัก 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

1. ผลมะม่วงหิมพานต์ จากอำเภอทับสะแก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
2. น้ำตาลทรายขาว ตรามิตรผล บริษัท น้ำตาลมิตรผล จำกัด

3.2 เชื้อจุลินทรีย์

1. *Saccha* ... *cter aceti* TISTR 102 จากศูนย์จุลิน ... ว.)
2. ยีสต์ผง ... ทำขนมปังหวาน จากบริษัท ดีเอสเ...

3.3 สารเคมี

1. ไดอะต...
2. สารละ...
3. สารละ... กอฮอล์ ความเข้มข้น 95 เ...
4. กรดซิต...
5. เอทธิล...
6. แคลเซี...

3.4 สารอาหาร

1. กลูโคส
2. ยีสต์สกัด (Yeast Extract)
3. ผงวุ้นสำหรับทำอาหารเลี้ยงเชื้อ (Agar)
4. ไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (DAP)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 เครื่องมือและอุปกรณ์

ชื่อเครื่องมือ	**ประเทศ**
1. หม้อนึ่งความดัน (Autoclave) TOMY ss-325	ญี่ปุ่น
2. ตู้บ่มเชื้อ Memmert BE-400	เยอรมันนี
3. เครื่องเขย่าสารละลาย (Shaker) GFL 3017	เยอรมันนี
4. เครื่องชั่งชนิดละเอียด OHAUS AR2140	สหรัฐอเมริกา
5. เครื่องชั่งชนิดหยาบ Sartorius BP3100s	เยอรมันนี
6. เครื่องวัดค่าความเป็นกรดด่าง (pH meter) Mettler Toledo	สวิสเซอร์แลนด์
7. เครื่อง[illegible]	จีน
8. ตู้อบล[illegible]	เยอรมันนี
9. เครื่อง[illegible] ARCU[illegible]	ฝรั่งเศส
10. เครื่อง[illegible] ATAG[illegible]	ญี่ปุ่น
11. เครื่อง[illegible]	ญี่ปุ่น
12. ชุดอุป[illegible]	
13. ขวดน้ำ[illegible]	
14. สายยา[illegible]	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 ขั้นตอนและวิธีการ

3.6.1 กระบวนการผลิตน้ำส้มสายชูหมัก

นำผลมะม่วงหิมพานต์มาสับละเอียด

↓

นำไปผสมน้ำในอัตราส่วนน้ำหนักเนื้อมะม่วงหิมพานต์ต่อน้ำเท่ากับ 1 ต่อ 2

↓

ปรับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำเป็น 20 องศาบริกซ์ด้วยการเติมน้ำตาลทราย
และปรับค่าความเป็นกรดด่างให้เป็น 3.5-4.0 ด้วยการเติมกรดซิตริก

↓

นำไปให้ควา ... ก้วบรรจุในถัง

ยีสต์ขนมปัง 0.1 ... ยีสต์ธรรมชาติ

โดยน้ำหนักขอ ... ลภาชนะบรรจุน้ำหมักทิ้งไว้

เขย่า ... มิห้อง

วิเคราะห์ ... งทุก ๆ วัน

... าร

กรองผ่านไต ... องศาเซลเซียส

เป็นเวลา 5 นาที

↓

นำไวน์มะม่วงหิมพานต์ใสที่ได้มาหมักน้ำส้มสายชูในสภาวะ

↓

A. aceti TISTR 102 10 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตรของน้ำหมัก | แบคทีเรียผลิตกรดอะซิติกในธรรมชาติ โดยไม่ต้องเติมหัวเชื้อน้ำส้มสายชู

↓

หมักแบบให้อากาศที่อุณหภูมิห้องจนได้กรดอะซิติก 5 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร

↓

สิ้นสุดกระบวนการหมักน้ำส้มสายชู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2 การเตรียมหัวเชื้อยีสต์ตั้งต้นในการหมักให้เกิดแอลกอฮอล์

1. ทำหัวเชื้อตั้งต้นจากน้ำคั้นสับปะรด ที่ปรับปริมาณน้ำตาลให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ 20 องศาบริกซ์ และปรับค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ให้เป็น 3.5-4.0 บรรจุลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร นำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งไอน้ำที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ทิ้งไว้ให้อาหารเย็น

2. เขี่ยเชื้อ *S. cerevisiae* var *ellipsoideus* TISTR 5194 ที่เลี้ยงไว้ในอาหาร MY Agar slant ที่บ่มเป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง ลงในน้ำสับปะรด แล้วนำเข้าเครื่องเขย่าที่ความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป

3.6.3 การเ ...

1. เตรียม ... ร นำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งไอน้ำที่อุ ...

2. เขี่ยเชื้ ... GYE broth แล้วนำเข้าเครื่องเขย่า ... ต่อไป

3.6.4 ศึกษ ...

<u>ช่วงที่ 1</u>

เป็นการหม ... รทดลองโดยปรับปริมาณของแข็ง ... 0 องศาบริกซ์ เพื่อเป็นแหล่งกลูโคส ... ค่าความเป็นกรดด่างที่ยีสต์เจริญได ...

1. การเติ ... ก

2. การใ ... งต้น (Starter) ในปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรของน้ำหมัก

3. การใช้ยีสต์ในธรรมชาติ โดยปิดภาชนะที่บรรจุน้ำหมักทิ้งไว้ให้เกิดการหมักขึ้นเอง

วัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำและปริมาณแอลกอฮอล์ทุกวันด้วยเครื่อง Refratometer และ Ebulliometer ตามลำดับ จนกระทั่งได้ปริมาณแอลกอฮอล์ 8 เปอร์เซ็นต์

ทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของผลการทดลองในด้านอัตราการลดลงสูงสุดของปริมาณของแข็งที่ละลาย และอัตราการเพิ่มขึ้นสูงสุดของปริมาณแอลกอฮอล์ โดยใช้แผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS Version 15 for Windows เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เพื่อเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการหมักน้ำส้มสายชู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ช่วงที่ 2</u>

เมื่อได้น้ำหมักที่มีปริมาณแอลกอฮอล์ 8 เปอร์เซ็นต์ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน เพื่อหมักให้เกิดกรดแบบต้องการอากาศที่อุณหภูมิห้อง โดยศึกษาเปรียบเทียบระหว่าง 2 สภาวะ คือ

1. การใช้ *A. aceti* TISTR 102 เตรียมเป็นเชื้อตั้งต้นในปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรของน้ำหมัก

2. การหมักที่ใช้แบคทีเรียตามธรรมชาติผลิตกรดอะซิติกโดยไม่ต้องเติมหัวเชื้อน้ำส้มสายชูลงไป

วิเคราะห์ปริมาณกรดที่เกิดขึ้นทุกวัน (AOAC, 2000) เป็นเวลา 8 วัน นำน้ำส้มสายชูหมักที่ได้มาทดสอบทางปร [illegible] รับ (ภาคผนวก จ) โดยใช้นักศึกษาค [illegible] วกัน

ทดลอง 3 ซ [illegible] อัตราการเพิ่มขึ้นสูงสุดของปริมาณ [illegible] ผลการทดลองในด้านการทดสอบท [illegible] ete Block Design (RCBD) และเปรี [illegible] แอลกอฮอล์) เพื่อเลือกสภาวะที่เหม [illegible]

3.6.5 ศึกษ [illegible] หมักกรดอะซิติก

เลือกสภาว [illegible] หมักน้ำส้มสายชูจากการศึกษาใน [illegible] ดกรดอะซิติกในระดับที่ต่างกัน [illegible] องการอากาศที่อุณหภูมิห้อง

วิเคราะห์ป [illegible] สอบคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของน้ำส้มสายชู รวมทั้งวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เช่นเดียวกับข้อ 3.6.4

3.6.6 ศึกษาผลของการทำแห้งวัตถุดิบต่อคุณภาพด้านสีและกลิ่นของน้ำส้มสายชูหมัก

เลือกสภาวะที่เหมาะสมในการหมักแอลกอฮอล์และกรดอะซิติกในการหมักน้ำส้มสายชูจากการศึกษาในข้อ 3.6.4 และ 3.6.5 เปรียบเทียบการใช้วัตถุดิบในลักษณะที่ต่างกัน 2 ลักษณะ คือ การใช้ผลมะม่วงหิมพานต์สด และผลมะม่วงหิมพานต์แห้งที่ได้จากการอบผลสดด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาด จนกระทั่งได้ความชื้น 12 เปอร์เซ็นต์ ผลอบแห้งที่ได้นี้จะนำมาคืนรูปโดยการเติมน้ำลงไปทดแทนน้ำที่ระเหยไปในการอบแห้งให้มีความชื้นเท่ากับผลสดแล้วนำมาผลิตน้ำส้มสายชูหมัก

วิเคราะห์ปริมาณกรดที่เกิดขึ้นทุกวัน (AOAC, 2000) เป็นเวลา 8 วันและทดสอบคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของน้ำส้มสายชู รวมทั้งวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เช่นเดียวกับข้อ 3.6.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลวิเคราะห์และวิจารณ์ผลการทดลอง

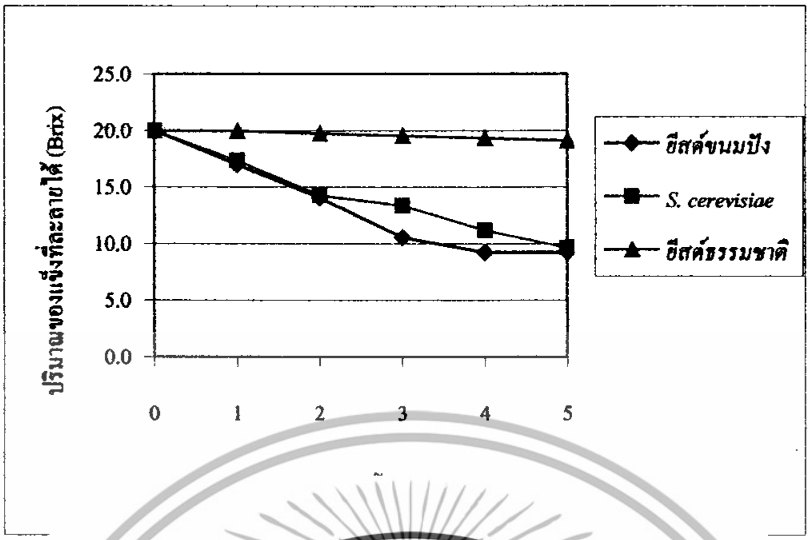
4.1 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มสายชู

การศึกษาในขั้นการผลิตแอลกอฮอล์ เพื่อเลือกสภาวะการหมักที่เหมาะสม โดยเปรียบเทียบระหว่างสภาวะการหมักโดยยีสต์ที่ต่างกัน 3 สภาวะ หมักจนได้ปริมาณแอลกอฮอล์สุดท้าย 8 เปอร์เซ็นต์ (โดยปริมาตร) ปริมาณแอลกอฮอล์และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในไวน์เมื่อใช้สภาวะการหมักต่างกันในระยะเวลา 5 วัน แสดงในตารางที่ 4.1 เมื่อนำค่าจากตารางไปเขียนกราฟ จะได้ดังรูปที่ 4.1 [illegible]

ตารางที่ 4.1 ปริม[illegible]การหมักโดยใช้สภา[illegible]

เวลา (วัน)	ยี[illegible]		[illegible]		[illegible]ธรรมชาติ	
	ปริมาณของแข็งละลายได้ (องศาบริก[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]ซ์)	ปริมาณแอลกอฮอล์ (เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร)
0	20.0	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0
1	17.0	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0.70
2	14.0	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0.81
3	10.5	7.69	13.4	5.18	19.5	0.86
4	9.2	8.53	11.2	7.17	19.3	1.13
5	9.2	8.53	9.6	8.43	19.1	1.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 การเปลี่ย ... กอฮอล์

รูปที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแอลกอฮอล์ในระหว่างการหมักแอลกอฮอล์

จากรูปที่ 4.1 พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้จะมีค่าลดลงตลอดระยะเวลาในการหมัก ในขณะที่ปริมาณแอลกอฮอล์ในรูปที่ 4.2 จะค่อย ๆ เพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากน้ำตาลถูกเปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์ในระหว่างการหมักแอลกอฮอล์โดยยีสต์

เมื่อนำอัตราการลดลงสูงสุดของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ และอัตราการเพิ่มขึ้นสูงสุดของปริมาณแอลกอฮอล์ในระหว่างกระบวนการหมักขั้นผลิตแอลกอฮอล์เมื่อสภาวะการหมักต่างกัน ที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ทางสถิติ จะได้ผลวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 อัตราการลดลงสูงสุดของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ และอัตราการเพิ่มขึ้นสูงสุดของปริมาณแอลกอฮอล์ในระหว่างกระบวนการหมักขั้นผลิตแอลกอฮอล์

ชนิดของยีสต์	อัตราการลดลงสูงสุดของปริมาณของแข็งที่ละลาย	อัตราการเพิ่มขึ้นสูงสุดของปริมาณแอลกอฮอล์
ยีสต์ขนมปัง	3.50 ± 1.39[a]	2.92 ± 1.03[a]
S. cerevisiae TISTR 5194	3.07 ± 0.99[a]	1.99 ± 0.44[a]
ยีสต์ [illegible]	[illegible]	[illegible] 0[b]

<u>หมายเหตุ</u> ตัวอักษ [illegible] ถิติที่ระดับความเชื่อมั่น [illegible]

จากตารา [illegible] สูงสุดของปริมาณของแข็งที่ละลาย [illegible] สำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่ [illegible] อฮอล์ในระหว่างกระบวนการหมัก [illegible] ker's Yeast) และ *S. cerevisiae* TIS [illegible] จากอัตราการเพิ่มของแอลกอฮอล์เ [illegible] ยีสต์ธรรมชาติจะมีค่าต่ำกว่า เนื่อง [illegible] ไม่ใช่สายพันธุ์ที่สามารถผลิตแอลกอฮอล์ได้ในอัตราที่สูง

หลังจากสิ้นสุดกระบวนการหมักแอลกอฮอล์แล้ว นำน้ำหมักที่ได้หลังจากการใช้ยีสต์แต่ละสภาวะมาแบ่งเป็นสองส่วนเพื่อเปรียบเทียบอัตราการผลิตกรดอะซิติกระหว่างสภาวะการใช้อะซิติกแอซิดแบคทีเรียที่ต่างกัน 2 สภาวะ คือใช้ *A. aceti* TISTR 102 และใช้อะซิติกแอซิดแบคทีเรียธรรมชาติ (Natural Acetic Acid Bacteria) ปริมาณกรดอะซิติกที่ได้จากการหมักเมื่อสภาวะการใช้อะซิติกแอซิดแบคทีเรียต่างกันในระยะเวลา 8 วัน แสดงในตารางที่ 4.3 เมื่อนำค่าจากตารางไปเขียนกราฟจะได้ดังรูปที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ปริมาณกรดอะซิติกที่ได้จากการหมักเมื่อสภาวะการใช้อะซิติกแอซิดแบคทีเรียต่างกัน

ชนิดของยีสต์	ชนิดของแบคทีเรียผลิตกรดอะซิติก	ปริมาณกรดอะซิติก (เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร)								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
ยีสต์ขนมปัง	*A. aceti* TISTR 102	1.262	1.367	1.548	1.818	1.938	2.134	2.164	2.074	2.014
	แบคทีเรียผลิตกรดอะซิติกตามธรรมชาติ	1.262	1.262	1.232	1.307	1.292	1.322	1.352	1.352	1.337
S. cerevisiae TISTR 5194	*A. aceti* TISTR 102	1.277	1.412	1.638	1.755	1.893	2.066	2.224	1.848	1.758
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1.262	1.247
ยีสต์ธรรมชาติ	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1.803	1.698
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1.187	1.187

รูปที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดในระหว่างการหมักขั้นผลิตกรดอะซิติก

จากตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.3 พบว่ากรดอะซิติกจะมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงระยะเวลาหนึ่งของการหมักในสภาพที่มีการให้อากาศที่อุณหภูมิห้อง เนื่องจากอะซิติกแอซิดแบคทีเรียในน้ำหมักสามารถเจริญและอาศัยพลังงานจากการเปลี่ยนแอลกอฮอล์ไปเป็นกรดอะซิติก จากนั้นปริมาณกรดอะซิติกจะค่อย ๆ ลดต่ำลง อาจเนื่องมาจากเกิด Overoxidation ในสภาพที่มีการให้อากาศแต่ไม่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอลกอฮอล์ที่เป็นสับสเตรท ทำให้กรดอะซิติกเปลี่ยนเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ (กำนิด สุภัณวงษ์, 2534) หรือเพราะอัตราการให้อากาศมากเกินไปทำให้สูญเสียแอลกอฮอล์และกรดอะซิติกในน้ำหมักจากการระเหยได้ (ศุภมาศ ภมรบุตร, 2519)

และเมื่อนำอัตราการเพิ่มขึ้นสูงสุดของปริมาณกรดอะซิติกในระหว่างกระบวนการหมักโดยใช้ *A. aceti* TISTR 102 และอะซิติกแอซิดแบคทีเรียตามธรรมชาติ ที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ทางสถิติ ได้ผลวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 อัตราการเพิ่มขึ้นสูงสุดของปริมาณกรดอะซิติกในขั้นการผลิตกรดอะซิติก

ชนิดของยีสต์	ชนิดของแบคทีเรียผลิต[illegible]	[illegible]ริมาณกรดอะซิติก
ยีสต์ขนมปัง	[illegible]	[illegible][a]
	[illegible]	[illegible][b]
S. cerevisiae TISTR 5194	[illegible]	[illegible][a]
	[illegible]	[illegible][b]
ยีสต์ธรรมชาติ	[illegible]	[illegible][a]
	[illegible]	[illegible][b]

<u>หมายเหตุ</u> ตัวอักษร [illegible]ติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.4 พบว่าสภาวะการหมักที่ต่างกันมีผลทำให้อัตราการเพิ่มขึ้นสูงสุดของกรดอะซิติกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยอัตราการเพิ่มขึ้นสูงสุดของปริมาณกรดในระหว่างกระบวนการหมักขั้นผลิตกรดอะซิติกเมื่อใช้ *A. aceti* TISTR 102 มีความแตกต่างจากสภาวะการหมักด้วยแบคทีเรียผลิตกรดอะซิติกตามธรรมชาติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยจะมีค่าสูงกว่า เนื่องจากการใช้ *A. aceti* TISTR 102 ซึ่งเป็นกล้าเชื้อบริสุทธิ์ที่แข็งแรงเติมลงในน้ำหมัก จะทำให้จำนวนเชื้อเริ่มต้นที่ใช้ในการผลิตกรดอะซิติกมีปริมาณมากกว่าการใช้แบคทีเรียผลิตกรดอะซิติกตามธรรมชาติ นอกจากนี้ในธรรมชาติอาจมีทั้งแบคทีเรียผลิตกรดอะซิติกและจุลินทรีย์อื่น ๆ ซึ่งสามารถใช้แอลกอฮอล์เป็นแหล่งพลังงานได้เช่นเดียวกัน ทำให้เกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแย่งอาหาร จนกระทั่งปริมาณแอลกอฮอล์หมดลงและไม่มีการออกซิไดส์แอลกอฮอล์เป็นกรดอะซิติกได้อีก เพราะฉะนั้นการใช้ *A. aceti* TISTR 102 ที่เตรียมเป็นเชื้อตั้งต้น (Starter) จะทำให้กระบวนการหมักน้ำส้มสายชูเกิดขึ้นได้ดีกว่า จึงเกิดการเปลี่ยนแอลกอฮอล์เป็นกรดอะซิติกมากกว่าตามไปด้วย

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสภาวะการใช้ยีสต์และอะซิติกแอซิดแบคทีเรียที่แตกต่างกันในการผลิตน้ำส้มสายชู ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำส้มสายชูหมัก แสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสเมื่อสภาวะการหมัก

ลักษณะทดสอบ	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	ยีสต์ธรรมชาติ	
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]ceti [illegible]R 102	แบคทีเรียผลิตกรดอะซิติกตามธรรมชาติ
ความเข้มสี	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]0.59^{a}	1.90±0.49^{b}
ความชอบสี	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]0.86^{b}	3.36±0.80^{a}
ความแรงกลิ่น (แปลกปลอม)^{ns}	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]0.76	2.27±0.47
ความชอบโดยรวม^{ns}	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]0.89	3.16±0.67

<u>หมายเหตุ</u> 1) ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

2) ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.5 สภาวะการใช้ยีสต์และอะซิติกแอซิดแบคทีเรียที่แตกต่างกันในการผลิตน้ำส้มสายชู มีผลทำให้ความเข้มและความชอบสีต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีผลทำให้ความแรงกลิ่นแปลกปลอม และความชอบโดยรวมของน้ำส้มสายชูที่ได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มและความชอบสีน้ำส้มสายชู จากการทดลองจะเห็นว่าเมื่อใช้สภาวะการหมักต่างกัน มีผลทำให้ความเข้มและความชอบสีของน้ำส้มสายชูต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการผลิตน้ำส้มสายชูที่มีการใช้ *A. aceti* TISTR 102 จะทำให้น้ำส้มสายชูมีคะแนนความเข้มสีสูงกว่าการใช้แบคทีเรียผลิตกรดอะซิติกตามธรรมชาติ ผู้ทดสอบให้คะแนนความเข้มและความชอบสีของน้ำส้มสายชูที่ใช้ *A. aceti* TISTR 102 ในระดับปานกลางและเฉย ๆ ตามลำดับ ต่างจากคะแนนความเข้มและความชอบสีของน้ำส้มสายชูที่ได้จากการใช้แบคทีเรียผลิตกรดอะซิติกตามธรรมชาติ ซึ่งได้คะแนนในระดับอ่อนและชอบ ตามลำดับ อาจเนื่องมาจากความเข้มสีของหัวเชื้อตั้งต้นของ *A. aceti* TISTR 102 ที่เลี้ยงในอาหาร GYE broth ซึ่งสูตรอาหารดังกล่าวมีน้ำตาลกลูโคส และสารสกัดยีสต์เป็นองค์ประ ้อน ดังนั้นเมื่อเติม
ลงในน้ำหมักจึงท จกน้ำตาล

ความแร ได้จากสภาวะการ
หมักที่แตกต่างกั กลิ่นน้ำส้มสายชู
ต่างกันอย่างมีนั ปลอมในระดับ
มีกลิ่นเล็กน้อย อ มักโดยใช้หัวเชื้อ
ตั้งต้นของ *A. acet* รเลี้ยงเชื้อดังกล่าว
หลงเหลืออยู่ ใน ก็ทำให้เกิดกลิ่น
แปลกปลอมขึ้น ่นผลไม้ที่ใช้เป็น
วัตถุดิบ เนื่องจาก ม้สายชูหมักโดย
จุลินทรีย์ชนิดอื่น

ความชอ ะการหมักต่างกัน
ไม่มีผลทำให้คะแ ให้คะแนนความ
ชอบโดยรวมของน้ำส้มสายชูในระดับเฉย ๆ ถึงแม้คะแนนความเข้มและความชอบสีแตกต่างกัน แต่ไม่มีผลทำให้คะแนนความชอบโดยรวมต่างกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะความแรงของกลิ่นแปลกปลอมในน้ำส้มสายชูไม่แตกต่างกัน จึงมีผลทำให้คะแนนความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกันด้วย

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้ แสดงให้เห็นว่าน้ำส้มสายชูที่ผลิตจากสภาวะการหมักโดยใช้ *A. aceti* TISTR 102 ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบสีต่ำกว่าการใช้แบคทีเรียผลิตกรดอะซิติกตามธรรมชาติ แต่ในด้านความแรงของกลิ่นแปลกปลอมที่ไม่มีความแตกต่างกันนั้นอาจเป็นผลให้คะแนนความชอบโดยรวมไม่มีความแตกต่างกันด้วย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าคุณสมบัติด้านกลิ่นของน้ำส้มสายชูหมักในการทดลองนี้จะมีผลต่อการยอมรับรวมของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นการศึกษาในขั้นตอนต่อไปจะเลือกใช้ยีสต์ขนมปัง เพราะมีอัตราการผลิตแอลกอฮอล์ที่ไม่แตกต่างจากการใช้ *S. cerevisiae* TISTR 5194 นอกจากนี้การใช้ยีสต์ขนมปังซึ่งมีลักษณะเป็นยีสต์แห้งจะสะดวกต่อการใช้งานมากกว่าการใช้ *S. cerevisiae* TISTR 5194 เพราะไม่ต้องเสียเวลาในการเตรียมหัวเชื้อตั้งต้น การหาซื้อ ขนส่ง และเก็บรักษาง่าย เมื่อต้องการใช้ก็สามารถเติมลงไปในน้ำหมักได้เลย และจะใช้ *A. aceti* TISTR 102 ที่เตรียมเป็นเชื้อตั้งต้นในการหมักกรดอะซิติก เพราะมีอัตราการผลิตกรดอะซิติกสูงกว่าการใช้แบคทีเรียผลิตกรดอะซิติกตามธรรมชาติ ทำให้สามารถเปลี่ยนแอลกอฮอล์เป็นกรดอะซิติกได้มากกว่าในระยะเวลาที่สั้นกว่า และน้ำส้มสายชูที่ได้มีคะแนนการยอมรับจากจากผู้บริโภคไม่แตกต่างจากการใช้แบคทีเรียผลิตกรดอะซิติกตามธรรมชาติ

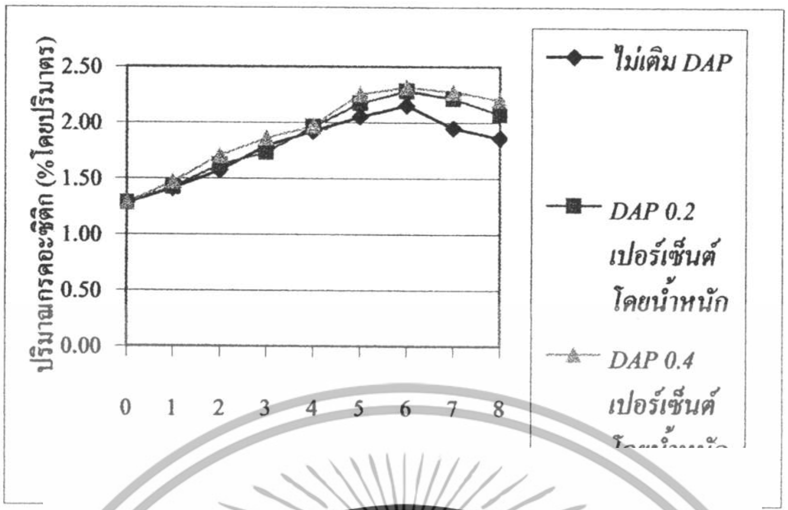
4.2 ผลของการใส่ [illegible] **ติก**

จากสภาว [illegible] ล์ และใช้ *A. aceti* TISTR 102 เพื่อผ [illegible] ไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเ [illegible] เกิดกรดอะซิติก ปริมาณกรดอะซิติ [illegible] อนำค่าจากตาราง ไปเขียนกราฟจะไ [illegible]

ตารางที่ 4.6 ปริมา [illegible] งกัน คือ 0 0.2 และ [illegible]

ปริมาณ DA[illegible] (เปอร์เซ็นต์โ[illegible] น้ำหนักของน้ำ[illegible]	[illegible] ร)								
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	7	8
0	1.282	1.412	1.573	1.793	1.923	2.053	2.154	1.948	1.863
0.2	1.282	1.422	1.623	1.733	1.963	2.174	2.284	2.214	2.073
0.4	1.282	1.473	1.705	1.863	1.968	2.254	2.317	2.274	2.204

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 การเปลี่ ... าเมื่อเติม DAP ในระดั ...

จากตาราง ... ยะเวลาหนึ่งของการหมักในสภาพ ... ทีเรียในน้ำหมักสามารถเจริญและ ... านั้นปริมาณกรดอะซิติกจะค่อย ๆ ... กอฮอล์และกรดอะซิติกในน้ำหมัก ...

และเมื่อน ... ระบวนการหมักโดยเติม DAP ในระ ... องน้ำหมัก) ที่ได้จากการทดลองมาวิ ...

ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของอัตราการเพิ่มขึ้นสูงสุดของปริมาณกรดอะซิติกในน้ำหมักเมื่อเติม DAP ในระดับที่ต่างกัน คือ 0 0.2 และ 0.4 เปอร์เซ็นต์ (โดยน้ำหนักของน้ำหมัก)

ลักษณะทดสอบ	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	ไม่เติม	0.2 เปอร์เซ็นต์	0.4 เปอร์เซ็นต์
อัตราการเพิ่มขึ้นสูงสุดของกรดอะซิติก^{ns}	0.27±0.05	0.29±0.05	0.29±0.04

__หมายเหตุ__ ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.7 พบว่าเมื่อเติมไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟส (DAP) ในระดับที่ต่างกันลงในน้ำหมักก่อนขั้นตอนการหมักให้เกิดกรดอะซิติกในการทดลองนี้ ไม่มีผลทำให้ค่าอัตราการเพิ่มขึ้นสูงสุดของกรดอะซิติกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ถึงแม้ว่า DAP ซึ่งเป็นสารอาหารที่มีไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบที่จำเป็นต่อการเจริญของจุลินทรีย์ และมีผลให้เกิดการหมักเพื่อผลิตกรดอะซิติกในระดับที่ดี (วราวุฒิ ครูส่ง และ รุ่งนภา พงษ์สวัสดิ์มานิต, 2532) แต่จากการทดลองพบว่าไม่ส่งผลต่ออัตราการเพิ่มขึ้นสูงสุดของกรดอะซิติก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในการหมักแบบไม่ต่อเนื่องนี้ แอลกอฮอล์อาจถูกเปลี่ยนเป็นกรดอะซิติกในขณะที่ *A. aceti* TISTR 102 เข้าสู่ช่วงที่มีอัตราการเจริญเติบโตของเซลล์คงที่ (Stationary phase) ซึ่งจุลินทรีย์ ... ารเพิ่มสารอาหารที่เป็นแหล่งไนโ ... งเซลล์ในช่วงนี้มากนัก อัตราการ ... รเติมหรือไม่เติม DAP ในการทดล ... ตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิ ... ะฟอสฟอรัสต่ออัตราการเพิ่มขึ้นข ... ศึกษาและอ้างอิงมากนัก

เมื่อเปรียบ ... 4 เปอร์เซ็นต์ (โดยน้ำหนักของ ... งคะแนนการทดสอบทางประส ...

ตารางที่ 4.8 ผลก ... มื่อมีการเติม DAP ... องน้ำหมัก)

ลักษณะทดสอบ	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	ไม่เติม	DAP 0.2 เปอร์เซ็นต์	DAP 0.4 เปอร์เซ็นต์
ความเข้มสี^{ns}	3.25±0.63	3.41±0.62	3.19±0.55
ความชอบสี^{ns}	3.07±0.96	2.88±0.81	3.29±0.74
ความแรงกลิ่น (แปลกปลอม)^{ns}	2.34±0.99	2.30±0.75	2.18±0.79
ความชอบโดยรวม^{ns}	2.80±1.15	3.03±0.83	3.13±0.89

หมายเหตุ ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.8 เมื่อเติม DAP ในระดับที่ต่างกัน ไม่มีผลทำให้ความเข้มและความชอบสี ความแรงของกลิ่นแปลกปลอม และความชอบโดยรวมของน้ำส้มสายชูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ความเข้มและความชอบสีน้ำส้มสายชู จากการทดลองจะเห็นว่าการเติม DAP ในระดับที่ต่างกัน ไม่มีผลทำให้คะแนนความเข้มสีน้ำส้มสายชูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งน้ำส้มสายชูทั้งที่หมักโดยมีการเติมและไม่เติม DAP จะมีคะแนนความเข้มสีไม่แตกต่างกัน คือ สีเหลืองออกน้ำตาลใส ผู้ทดสอบให้คะแนนความเข้มและความชอบสีน้ำส้มสายชูในระดับปานกลางและเฉย ๆ ตามลำดับ อาจเนื่องมาจาก DAP เป็นเกลือแอมโมเนียมที่มีลักษณะเป็นผงสีขาว ซึ่งเป็นแหล่งไนโตรเจนที่เป็นสารอนินทรีย์ที่ไม่มีสีเมื่อละลายน้ำ มักมีผลเกี่ยวกับเรื่องค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ซึ่งเมื่อแอมโมเนี [illegible] ณวงษ์, 2534) และการเปลี่ยนแปลง [illegible] ป็นรงควัตถุที่ให้สีตามธรรมชาติใน [illegible] io, 2006) ที่มีอยู่ในน้ำหมักมากนัก [illegible] แปรรูปอื่น ๆ หรือการออกซิเดชัน [illegible] ะแนนความเข้มสีของน้ำส้มสายชู [illegible] มสายชูที่มีการเติมและไม่เติม DAP [illegible]

ความแร [illegible] ในระดับที่ต่างกัน ไม่มีผลทำให้คะ [illegible] งสถิติ โดยการเติม DAP ในปริมาณ [illegible] ทดสอบให้คะแนนความแรงของกลิ่ [illegible] ฉย อาจเนื่องมาจากการที่น้ำหมักยัง [illegible] เกลือแอมโมเนียมที่ไม่มีกลิ่น และตามปกติเมื่อละลายน้ำแอมโมเนียมไอออนจะถูกใช้หมดไปก่อนในกระบวนการหมักระยะแรก (สมใจ ศิริโภค, 2547) จึงไม่มีผลทำให้คะแนนกลิ่นแปลกปลอมของน้ำส้มสายชูที่มีการเติมและไม่เติม DAP แตกต่างกัน

ความชอบโดยรวม จากการทดลองจะเห็นว่าการเติม DAP ในระดับที่ต่างกัน ไม่มีผลทำให้คะแนนความชอบโดยรวมต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คะแนนความชอบโดยรวมของน้ำส้มสายชูที่หมักโดยเติม DAP ปริมาณ 0.2 และ 0.4 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของน้ำหมักอยู่ในระดับเฉย ๆ เช่นเดียวกับการไม่เติม DAP เนื่องจากไม่มีความแตกต่างทั้งในด้านความเข้มและความชอบสีและความแรงของกลิ่นแปลกปลอมในน้ำส้มสายชู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้ แสดงให้เห็นว่าการเติม DAP ลงในน้ำหมักในการทดลองนี้ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มและความชอบสี ความแรงของกลิ่นแปลกปลอมในน้ำส้มสายชู และความชอบโดยรวม รวมทั้งไม่ทำให้อัตราการเพิ่มขึ้นสูงสุดของกรดอะซิติกต่างจากการที่ไม่เติม DAP ดังนั้นในการทดลองขั้นต่อไปจึงเลือกใช้แบบไม่เติม เนื่องจากสะดวกกว่าและมีต้นทุนต่ำ

4.3 ผลของการทำแห้งวัตถุดิบต่อคุณภาพของน้ำส้มสายชูหมัก

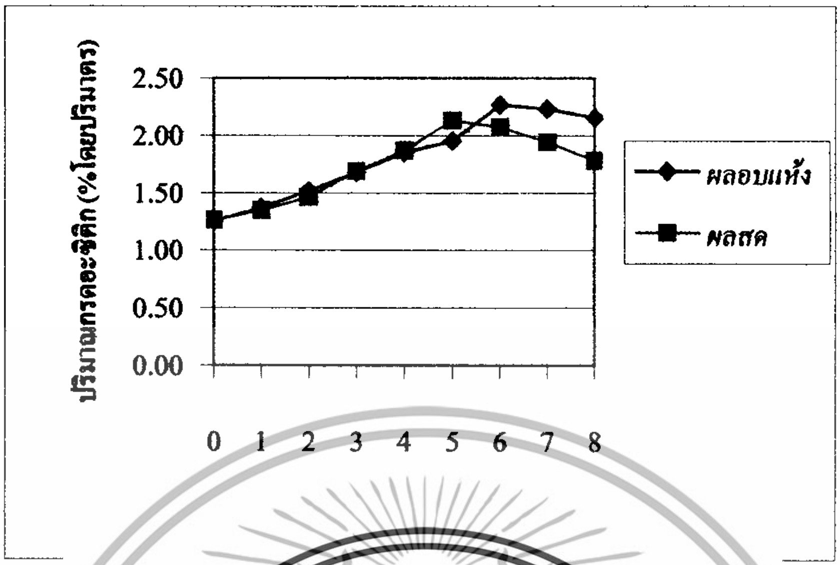
จากสภาวะการหมักน้ำส้มสายชูโดยใช้ยีสต์ขนมปังในการผลิตแอลกอฮอล์ และใช้ *A. aceti* TISTR 102 เพื่อผลิตกรดอะซิติก จากข้อ 4.1 ทำการหมักเพื่อเปรียบเทียบผลของการใช้วัตถุดิบในลักษณะที่ต่างกัน 2 [illegible] นต์แห้งที่ได้จากการอบผลสดด้วย [illegible] ลอบแห้งที่ได้จะนำมาคืนรูปให้มีค [illegible] ซิติกที่ได้จากการหมักในระยะเวลา [illegible] ได้ดังรูปที่ 4.5

ตารางที่ 4.9 ปริมา [illegible]

ลักษณะวัตถุดิ[illegible]	[illegible]	7	8
ผลสด	[illegible]	2.234	2.156
ผลอบแห้ง	[illegible]	1.946	1.781

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 การเปลี่ ... กเมื่อใช้วัตถุดิบ
ในลักษ ...

จากตารา ... คือ ผลสดและผล อบแห้งในการหม ... ยะเวลาหนึ่งของ การหมักในสภาพ ... ะค่อย ๆ ลดต่ำลง เช่นเดียวกันทั้งก ... ion หรือสูญเสีย แอลกอฮอล์และก ...

เมื่อนำอัต ... ถุดิบในลักษณะ ที่ต่างกัน ที่ได้จาก ...

ตารางที่ 4.10 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของอัตราการเพิ่มขึ้นสูงสุดของปริมาณกรดอะซิติกใน น้ำหมักเมื่อใช้วัตถุดิบในลักษณะที่ต่างกัน คือ ผลสดและผลอบแห้ง

ลักษณะทดสอบ	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	ผลสด	ผลอบแห้ง
อัตราการเพิ่มขึ้นสูงสุดของกรดอะซิติก[ns]	0.31±0.03	0.32±0.03

<u>หมายเหตุ</u> ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.10 พบว่าเมื่อใช้วัตถุดิบในลักษณะที่ต่างกัน คือ ผลสดและผลอบแห้งในการหมักน้ำส้มสายชู ไม่มีผลทำให้ค่าอัตราการเพิ่มขึ้นสูงสุดของกรดอะซิติกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ อาจเนื่องมาจากการทำแห้งผลมะม่วงหิมพานต์นั้นทำให้ปริมาณน้ำอิสระลดลงเป็นหลัก ซึ่งแม้อาจเกิดการสูญเสียสารอาหารพวกน้ำตาลและกรดอะมิโนไปบางส่วนจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด สูญเสียสารระเหยเนื่องจากความร้อน หรือการลดลงของวิตามินที่ละลายน้ำในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบสำหรับทำแห้ง แต่ปริมาณการสูญเสียสารอาหารซึ่งจำเป็นสำหรับจุลินทรีย์ที่ใช้ในกระบวนการหมักอาจไม่มากและยังคงเหลือสารอาหารเพียงพอต่อการเจริญและผลิตกรด ดังนั้นเมื่อนำผลอบแห้งมาคืนรูปและผลิตน้ำส้มสายชูหมัก จึงไม่ส่งผลให้อัตราการเพิ่มขึ้นสูงสุดของ[illegible]นัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อเปรีย[illegible]ในการผลิตน้ำส้มสายชู ผลจากการ[illegible]ของน้ำส้มสายชูหมักแสดงดังตาร[illegible]

ตารางที่ 4.11 ผล[illegible]เมื่อใช้ผลมะม่วงหิ[illegible]

ลักษณะ[illegible]	[illegible]	[illegible]าน
	[illegible]	[illegible]อบแห้ง
ความ[illegible]	[illegible]	[illegible]8±0.47[b]
ความ[illegible]	[illegible]	[illegible]2±0.68[b]
ความแรงกลิ่น[illegible]	[illegible]	[illegible]9±1.08
ความชอบ[illegible]	[illegible]	[illegible]5±0.88

<u>หมายเหตุ</u> 1) ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

2) ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.11 เมื่อใช้ผลมะม่วงหิมพานต์ในลักษณะที่ต่างกันมาผลิตน้ำส้มสายชู มีผลทำให้ความเข้มและความชอบสีของน้ำส้มสายชูมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีผลทำให้ความแรงของกลิ่นแปลกปลอม และความชอบโดยรวมต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มและความชอบสีน้ำส้มสายชู จากการทดลองจะเห็นว่าเมื่อใช้มะม่วงหิมพานต์ผลสดและผลอบแห้งมาผลิตน้ำส้มสายชู มีผลทำให้คะแนนความเข้มและความชอบสีของน้ำส้มสายชูต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยน้ำส้มสายชูที่ผลิตโดยใช้ผลอบแห้งมีคะแนนความเข้มสีสูงกว่าการใช้ผลสด ผู้ทดสอบให้คะแนนความเข้มและความชอบสีน้ำส้มสายชูจากผลสดในระดับปานกลางและชอบ ตามลำดับ ต่างจากน้ำส้มสายชูที่ผลิตจากผลอบแห้งที่มีคะแนนในระดับเข้มและเฉย ๆ ตามลำดับ อาจเนื่องมาจากเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล (Maillard reaction) ขึ้นในผลมะม่วงหิมพานต์ระหว่างการทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาด ซึ่งเป็นปฏิกิริยาระหว่างหมู่คาร์บอนิลในน้ำตาลและหมู่อะมิโนในโปรตีน ซึ่งทำให้เกิดโพลิเมอร์สีน้ำตาลที่ไม่ละลายน้ำ ทำให้น้ำส้มสายชูหมักที่ได้จากกา: ... าว่าการใช้ผลสดตามไปด้วย

ความแร: ... และผลอบแห้งมาผลิตเป็นน้ำส้มส ... กต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิ ... น้ำส้มสายชูที่ผลิตจากผลสดและผล ... ยังคงมีกลิ่นของอาหารเลี้ยงเชื้อห ... ักษณะเฉพาะตัวขึ้นในผลมะม่วง ... และน้ำตาลในผลมะม่วงหิมพานต์ ... าจไม่รุนแรงมากจึงไม่ส่งผลให้คะ ... กผลอบแห้งและผลสดแตกต่างกัน

ความชอ ... ห้งมาผลิตน้ำส้มสายชู ไม่มีผลทำใ ... โดยผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบโดยรวมของน้ำส้มสายชูที่ผลิตจากผลสดและผลอบแห้งในระดับเฉย ๆ ถึงแม้คะแนนความเข้มและความชอบสีแตกต่างกัน แต่ไม่มีผลทำให้คะแนนความชอบโดยรวมต่างกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากคะแนนความแรงของกลิ่นแปลกปลอมของน้ำส้มสายชูนั้นไม่มีความแตกต่างกัน จึงส่งผลให้คะแนนความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกันด้วย

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้ แสดงให้เห็นว่าสามารถเก็บรักษาผลมะม่วงหิมพานต์ไว้ในรูปของผลอบแห้งโดยอบผลสดด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาด จนกระทั่งมีความชื้น 12 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำมาคืนรูปให้มีความชื้นเท่ากับผลสดโดยการเติมน้ำก่อนนำมาผลิตน้ำส้มสายชูได้ โดยอาจทำให้คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสีต่างกัน แต่ไม่ทำให้คุณภาพด้านกลิ่นและความชอบโดยรวมของน้ำส้มสายชูหมักที่ได้ต่างจากน้ำส้มสายชูที่หมักจากผลสด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. จากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มสายชู พบว่ายีสต์ที่เหมาะสมสำหรับการผลิตแอลกอฮอล์ คือ ยีสต์ขนมปัง เพราะมีอัตราการผลิตแอลกอฮอล์ไม่ต่างจากการใช้ *S. cerevisiae* TISTR 5194 อีกทั้งยังสะดวกต่อการใช้งาน และอะซิติกแอซิดแบคทีเรียที่เหมาะสมในขั้นการผลิตกรดอะซิติก คือ *A. aceti* TISTR 102 ซึ่งจะสามารถผลิตน้ำส้มสายชูได้โดยใช้ระยะเวลาที่สั้น และเมื่อนำน้ำส้มสายชูหมักที่ได้มาทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส พบว่ามีคะแนนการยอมรับจากผู้ทดสอบไม่แตกต

2. จากการศึกษา … รหมักกรดอะซิติก พบว่าการเติม DA …) ไม่มีผลต่ออัตราการเพิ่มขึ้นสูงสุด … าการไม่เติม DAP มีความเหมาะสม … และความชอบสีความแรงกลิ่นแป … ากว่า

3. จากการศึกษ … พบว่าการใช้ผลมะม่วงหิมพานต์ … น้ำแล้วนำมาผลิตน้ำส้มสายชู ไม่มี … มักที่ได้จะมีสีเข้มกว่า แต่ไม่ทำให้คุ … คจากผลสด

ข้อเสนอแนะ

1. ในขั้นตอนการผลิตกรดอะซิติกควรเลือกใช้ *A. aceti* สายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพสูงเพื่อให้สามารถผลิตกรดอะซิติกในปริมาณที่สูงยิ่งขึ้นในระยะเวลาสั้น

2. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องของปริมาณความต้องการสารอาหารของ *A.aceti* TISTR 102 อุณหภูมิ และปริมาณการให้อากาศที่เหมาะสมในการหมักน้ำส้มสายชูจากผลมะม่วงหิมพานต์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตกรดให้มากยิ่งขึ้น

3. ควรมีการศึกษาเพื่อหาวิธีการอื่น ๆ เพิ่มเติมในการที่จะลดกลิ่นแปลกปลอมที่เกิดขึ้นจากการหมักน้ำส้มสายชูจากผลมะม่วงหิมพานต์ เพื่อให้มีการยอมรับจากผู้บริโภคมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรวิกา หาญกิตติชัย. 2543. การศึกษาปริมาณแอลกอฮอล์ในไวน์ส้มแขก. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

กำเนิด สุภัณวงษ์. 2534. **จุลชีวอุตสาหกรรม.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์. 2539. **กระบวนการแปรรูปอาหาร.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ดวงศิริ ดวงแว่ว แ [illegible] น้ำส้มสายชูหมัก จากฟักเขีย [illegible] ษปริญญาตรี. ภาควิชาวิท [illegible] นโลยี มหาวิทยาลั [illegible]

ทิพาพร อยู่วิทยา. [illegible] ปีที่ 14 (ฉบับที่ 1 มิถุนายน 2 [illegible]

นพรัตน์ บำรุงรัก [illegible] ไรามิด. 147-154.

นภษร บุญเพ็ชรแ [illegible] สูงที่ให้อากาศ อย่างต่อเนื่ [illegible] การคณะ อุตสาหกรร [illegible] ัง.

นิธิยา รัตนาปนน [illegible]

ประดิษฐ์ ครุวัณ [illegible] และแกน สับปะรด. รายงานการวิจัยประจำปี : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

พิชัย สราญรมย์. 2535. **รายงานการศึกษาวิจัยเรื่อง พันธุ์มะม่วงหิมพานต์ที่เหมาะสมในดินทราย ชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของประเทศไทย.** วิทยาลัยรำไพพรรณี : จันทบุรี. 100-107.

ไพบูลย์ ค่านวิรุทัย และ พัฒนา เหล่าไพบูลย์. 2549. **ไวน์ผลไม้และสาโท ผลิตด้วยความมั่นใจได้อย่างไร.** พิมพ์ครั้งที่ 2. ขอนแก่น : โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา.

ไพบูลย์ ค่านวิรุทัย. 2520. **หลักการของเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการหมัก.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ไพโรจน์ วิริยจารี. 2534. **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการหมัก.** ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วราวุฒิ ครูส่ง และ รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2532. **เทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

วลัย หุตะโกวิท และคณะ. 2547. การศึกษาการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำคั้นเปลือกสับปะรด. **วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตโชติเวช.**

วิกิพีเดีย. 2551. **มะม่วงหิมพานต์.** [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://th.wikipedia.org/wiki/มะม่วงหิมพานต์

ศิริชัย สมคะเนย์ และ อำนาจ ภูมิจันทึก. 2544. ขนมถ้วยฟูจากแป้งเผือกสำเร็จรูป. ปัญหาพิเศษ ปริญญาตรี [illegible] าร สถาบัน เทคโนโล [illegible]

ศุภมาศ กมรบุตร [illegible] โดยวิธีการหมัก แบบเร็ว. [illegible] ิค บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกร [illegible]

สมใจ ศิริโภค. 2 [illegible]

สมใจ ศิริโภค. 2 [illegible] เสื่อเสริมกรุงเทพ.

สมบัติ ขอทวีวัฒ [illegible] ตภัณฑ์ คณะอุตส [illegible]

สุคนธ์ชื่น ศรีงาม [illegible] ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ [illegible]

Adams, M.R. an [illegible] The Royal Society of Chemistry.

AOAC. 2000. Official Method of Analysis of Association of Official Analytical Chemists. 17th ed. Gaithersburg. Maryland.

Enayde de Almeida Melo and Ana Carla da Silva Caetano. 2006. **Polyphenol, Ascorbic Acid and Total Carotenoid Contents in Common Fruit and Vegetables.** Brazilian Journal of Food Technology 9 (2), 89-94.

Heloisa M. Cecchi and Delia B. Rodriguez-Amaya. 1981. **Carotenoid Composition and Vitamin A Value of Fresh and Pasteurized Cashew-Apple Juice.** Journal of Food Science 46 (1), 147-146.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. อาหาร MY Agar

มีองค์ประกอบดังนี้

กลูโคส (D-Glucose)	5.0	กรัม
เพพโทส (Peptose)	2.5	กรัม
สารสกัดมอลท์ (Malt Extract)	1.5	กรัม

ละลายส่วนผ ปฆ่าเชื้อที่หม้อนึ่ง
ความดันที่อุณหภู ที

2. อาหาร Gluc

มีองค์ปร

ละลายส่วนผสมทั้งหมดในน้ำด้วยการให้ความร้อนจน Agar ละลาย แล้วนำไปฆ่าเชื้อที่หม้อนึ่งความดันที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

3. อาหาร Glucose Yeast Extract Broth (GYE broth)

มีองค์ประกอบดังนี้

กลูโคส	100.0	กรัม
สารสกัดยีสต์	10.0	กรัม
น้ำกลั่น	1000.0	กรัม

ละลายส่วนผสมลงในน้ำให้เข้ากัน แล้วนำไปฆ่าเชื้อที่หม้อนึ่งความดันที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำผลไม้

การปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของน้ำมะม่วงหิมพานต์ โดยการคำนวณตามหลักการของ Pearson's Square (ไพบูลย์ ด่านวิรุทัย และ พัฒนา เหล่าไพบูลย์, 2549)

1. เขียนปริมาณของแข็งที่ละลายได้ที่ต้องการไว้ตรงกลาง เช่น ต้องการให้น้ำผลไม้มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้เริ่มต้น 20 องศาบริกซ์ ให้เขียนเลข 20 ไว้ตรงกลาง (รูปผนวกที่ ข.1)

2. เขียนปริมาณของแข็งที่ละลายได้ที่จะใช้ไว้มุมซ้ายมือด้านบน เช่น ถ้าเป็นน้ำตาลทราย ให้เขียนเป็นน้ำตา ... 0 องศาบริกซ์ ให้เขียนเป็นน้ำเชื่อม

3. เขียนป ... ้านล่าง

4. นำตัวเ ... งมุมขวาล่าง และตัวเลขจากมุมซ้าย ... างมุมขวาบน

<u>ตัวอย่าง</u> ... นวน 5 กิโลกรัม ที่มีปริมาณของแข็ ... ได้ดังนี้

น้ำตาลทรา ... (กิโลกรัม)

าบริกซ์

น้ำผลไ ... ม้ที่ใช้ (กิโลกรัม)

รูปผนวกที่ ข.1 ก

ตัวเลขที่ได้ทางด้านขวาบนและล่าง หมายถึงสัดส่วนของน้ำตาลทรายต่อน้ำผลไม้ที่ใช้ ซึ่งหมายถึงต้องเติมน้ำตาลทราย 12 กิโลกรัม ลงในน้ำผลไม้ 80 กิโลกรัม จึงจะทำให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้เพิ่มขึ้นจาก 8 องศาบริกซ์ เป็น 20 องศาบริกซ์ และได้ของผสมรวม 12+80 = 92 กิโลกรัม แต่ในความเป็นจริงมีน้ำผลไม้เพียง 5 กิโลกรัม ให้นำอัตราส่วนนี้มาใช้คำนวณ โดยใช้บัญญัติไตรยางศ์ ดังนี้

น้ำผลไม้ 80 กิโลกรัมต้องเติมน้ำตาลทรายลงไป = 12 กิโลกรัม

ถ้ามีน้ำผลไม้ 5 กิโลกรัมต้องเติมน้ำตาลทราย = $\frac{12 \times 5}{80}$ = 0.75 กิโลกรัม

ดังนั้นจะต้องเติมน้ำตาลทรายจำนวน 0.75 กิโลกรัม ลงไปในน้ำผลไม้ 5 กิโลกรัม และได้ของผสมรวม (น้ำผลไม้ + น้ำตาลทราย) เท่ากับ 5+0.75 = 5.75 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
การวิเคราะห์ทางเคมี

1. การวิธีวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์โดยวิธี Ebulliometric Analysis

วิธีการ

1.1 <u>การหาจุดเดือดของน้ำบริสุทธิ์</u>

1.1.1 ตวงน้ำกลั่นบริสุทธิ์ 50 มิลลิลิตร ใส่ลงใน Boiling Chamber (A) ดังรูปผนวกที่ ค.1

1.1.2 ใส่เทอร์โมมิเตอร์ (C) ให้ปลายอยู่เหนือน้ำใน Boiling Chamber

1.1.3 ต้ม ... อุณหภูมิจะคงที่ประมาณ 15-30 วิ ...

1.1.4 จา ... ปตั้งในแผ่นอ่านเปอร์เซ็นต์แอล ... นใน) ให้ตรงกับแอลกอฮอล์ 0.0 เ ... รูปผนวกที่ ค.2

1.2 <u>การหาจุ</u> ...

1.2.1 ตว ...

1.2.2 เติ ...

1.2.3 ใส่ ...

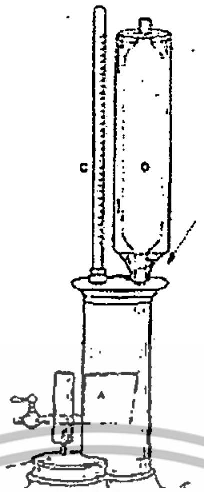
1.2.4 ต้ม ... สารตัวอย่างแบบเดียวกับข้อ 1.1.3

1.2.5 อ่า ... อยู่ตรงกับจุดเดือดของสารตัวอย่างที่ได้จากข้อ 1.2.4 (ดูสเกลด้านใน) จากแผ่นอ่านเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ที่ตั้งค่าจุดเดือดของน้ำบริสุทธิ์ไว้แล้ว

หมายเหตุ

1. ควรล้างทำความสะอาดเครื่องมือทุกครั้งที่เปลี่ยนสารตัวอย่าง
2. ในส่วนของ Boiling Chamber ถ้ามีคราบของสารตัวอย่างติดอยู่ให้ล้างด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 เปอร์เซ็นต์ (1% NaOH)

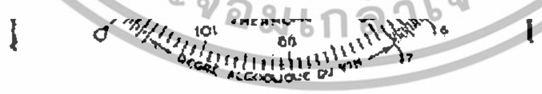
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปผนวกที่ ค.1 ลัก ng Chamber (A),

ตะ

ที่มา : ไพบูลย์ ค่า



รูปผนวกที่ ค.2 แผ่นอ่านเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์

ที่มา : ไพบูลย์ ค่านวิรุทัย และ พัฒนา เหล่าไพบูลย์ (2549)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การวิเคราะห์หาปริมาณกรดอะซิติกโดยวิธีการไตเตรท (ดัดแปลงจาก AOAC, 2000)

2.1 <u>สารเคมี</u>

2.1.1 น้ำกลั่นปราศจากคาร์บอนไดออกไซด์โดยเตรียมได้จากการต้มน้ำกลั่นเดือด 20 นาที

2.1.2 สารละลายมาตรฐาน 0.1 นอร์มัลโซเดียมไฮดรอกไซด์ เตรียมโดยชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 4 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 1 ลิตร เก็บไว้ในขวดแก้ว ก่อนใช้ควรนำมาหาความเข้มข้นมาตรฐาน

2.1.3 สารละลายฟีนอล์ฟทาลีน ชั่ง 1 กรัม ละลายในแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ 100 มิลลิลิตร

2.2 <u>วิธีวิเครา</u>

นำตัวอย่ ... 20 มิลลิลิตร หยด ฟีนอล์ฟทาลีน 2-3 ... ไฮดรอกไซด์ จน กระทั่งถึงจุดยุติสี

ปริมาณกรดอะ

กำหนดให้ N

ยมไฮดรอกไซด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ผลวิเคราะห์ทางสถิติ

ตาราง ง1 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าอัตราการลดลงสูงสุดของปริมาณของแข็งที่ละลายได้เมื่อสภาวะการหมักต่างกัน (ดูตาราง 4.2)

sv	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	19.296	2	9.648	9.834	.013*
Replication	5.887	6	.981		
Total	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	

*มีความแตกต่างอย่[illegible]

ตาราง ง2 ผลการวิ[illegible]กอฮอล์เมื่อสภาวะการหม[illegible]

sv	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	Sig.
Treatment	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	.008*
Replication	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
Total	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	

*มีความแตกต่างอย่[illegible]

ตาราง ง3 ผลการวิ[illegible]อะซิติกเมื่อสภาวะการหม[illegible]

sv	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	Sig.
Treatment	.154	5	.031	40.085	.000*
Replication	.005	6	.001		
Total	.159	11			

*มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ง4 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความเข้มสีของน้ำส้มสายชูเมื่อสภาวะการหมักต่างกัน (ดูตาราง 4.5)

sv	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	22.699	5	4.540	24.240	.000*
Block	17.478	19	.920	4.912	.000
Error	17.792	95	.187		
Total	57.970	119			

*มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง ง5 ผลการ[illegible]นความชอบสีของน้ำส้ม[illegible]

sv	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	Sig.
Treatment	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	.004*
Block	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	.692
Error	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
Total	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	

*มีความแตกต่างอย่[illegible]

ตาราง ง6 ผลการ[illegible]นความแรงกลิ่นแปลกป[illegible]

sv	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	Sig.
Treatment	2.060	5	.412	.939	.460
Block	11.348	19	.597	1.361	.166
Error	41.685	95	.439		
Total	55.093	119			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ง7 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของน้ำส้มสายชูเมื่อสภาวะการหมักต่างกัน (ดูตาราง 4.5)

sv	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	5.918	5	1.184	1.725	.136
Block	19.027	19	1.001	1.460	.119
Error	65.172	95	.686		
Total	90.117	119			

ตาราง ง8 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าอัตราการเพิ่มขึ้นสูงสุดของปริมาณกรดอะซิติกในน้ำหมั[illegible]

sv	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	Sig.
Treatment	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	.857
Replication	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
Total	[illegible]	[illegible]	[illegible]		

ตาราง ง9 ผลการ[illegible]นความเข้มสีของน้ำส้ม[illegible]

sv	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	Sig.
Treatment	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	.284
Block	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	.001
Error	[illegible]	[illegible]	[illegible]		
Total	21.003	59			

ตาราง ง10 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบสีของน้ำส้มสายชูเมื่อเติม DAP ในระดับที่ต่างกัน (ดูตาราง 4.8)

sv	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	1.644	2	.822	1.251	.298
Block	15.327	19	.807	1.227	.287
Error	24.976	38	.657		
Total	41.947	59			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ง11 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความแรงกลิ่นแปลกปลอมของน้ำส้มสายชูเมื่อเติม DAP ในระดับที่ต่างกัน (ดูตาราง 4.8)

sv	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	.291	2	.145	2.270	.117
Block	38.959	19	2.050	31.991	.000
Error	2.436	38	.064		
Total	41.686	59			

ตาราง ง12 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของน้ำ [illegible]

sv	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	Sig.
Treatment	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	.356
Block	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	.001
Error	[illegible]	[illegible]	[illegible]		
Total	[illegible]	[illegible]			

ตาราง ง13 ผลการ [illegible] ะซิติกในน้ำหมักเมื่อใช้ [illegible]

sv	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	Sig.
Treatment	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	.945
Replication	[illegible]	[illegible]	[illegible]		
Total	.005	7			

ตาราง ง14 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความเข้มสีของน้ำส้มสายชูเมื่อใช้วัตถุดิบในลักษณะที่ต่างกันผลิตน้ำส้มสายชู (ดูตาราง 4.11)

sv	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	1.225	1	1.225	5.588	.029*
Block	5.830	19	.307	1.400	.235
Error	4.165	19	.219		
Total	11.220	39			

*มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ง15 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบสีของน้ำส้มสายชูเมื่อใช้วัตถุดิบในลักษณะที่ต่างกันผลิตน้ำส้มสายชู (ดูตาราง 4.11)

sv	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Treatment	10.712	1	10.712	22.533	.000*
Block	7.189	19	.378	.796	.688
Error	9.033	19	.475		
Total	26.934	39			

*มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตาราง ง16 ผลการ [illegible] นความแรงกลิ่นแปลกเ [illegible] 4.11)

sv	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	Sig.
Treatment	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	.070
Block	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	.000
Error	[illegible]	[illegible]	[illegible]		
Total	[illegible]	[illegible]			

ตาราง ง17 ผลการ [illegible] วามชอบโดยรวมเมื่อใช้ [illegible]

sv	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	Sig.
Treatment	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	.464
Block	16.246	19	.855	.985	.513
Error	16.486	19	.868		
Total	33.216	39			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ชื่อ...**วันที่**......................................

ผลิตภัณฑ์ : **น้ำส้มสายชูหมักจากผลมะม่วงหิมพานต์**

คำชี้แจง : กรุณาทดสอบตัวอย่าง และขีดเครื่องหมายเส้นตรง (|) ลงบนเส้นของแต่ละปัจจัย**ตามที่ท่านรู้สึก**

ความเข้มสี

อ่อนมาก มาก

ความชอบสี

ไม่ชอบมาก มาก

ความแรงกลิ่น (แ

ไม่มีกลิ่น รงมาก

ความชอบโดยรวม

ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉย ๆ	ชอบ	ชอบมาก

ข้อเสนอแนะ..

....

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้