รายงานฉบับสมบูรณ์

น้ำส้มสายชูจากเปลือกและเนื้อมะม่วงเพื่อเอกลักษณ์ไทย

(Exotic Mango Vinegar from Peel and Flesh for Thai Brand)

โดย

รศ.ดร.วราวุฒิ ครูส่ง

เสนอ

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

กันยายน 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	X4
รายละเอียดข้อเสนอโครงการวิจัย	1
การผลิตไวน์จากเปลือกและเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้	10
การปรับสภาพเชื้อ *Acetobacter aceti* ให้เหมาะสมกับการหมักไวน์มะม่วง	15
การหมักน้ำส้มสายชูจากไวน์มะม่วงในถังหมัก Stirred Tank Reactor	18
การหมักน้ำส้มสายชูจากไวน์มะม่วงในระบบการหมักแบบ Semi - continuous	20
การเปรียบเทียบกลิ่นของน้ำส้มสายชูจากมะม่วงกับน้ำส้มสายชูที่นำเข้าจากต่างประเทศ	23
ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติต้านอนุมูลอิสระ DPPH ในน้ำส้มสายชูหมักจากไวน์มะม่วง	28
คุณภาพของน้ำส้มสายชูหมักจากไวน์มะม่วงด้วยหัวเชื้อน้ำส้ม WK	30
สรุปผลการทดลอง	32
ภาคผนวก	33

RCH
TP
429
J325ง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....83634
วัน,เดือน,ปี.....10 ก.ย. 2551

b.....11981398
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การหมักไวน์จากเนื้อมะม่วงด้วยเชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* M30 : (ก) ถังหมัก Stainless ขนาด 400 ลิตร ที่ใช้ในการหมัก; (ข) ลักษณะของเนื้อมะม่วงที่ลอยอยู่บนผิวหน้าน้ำหมักในระหว่างการหมักไวน์	11
2	ลักษณะการหมักไวน์จากเปลือกมะม่วงด้วยเชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* M30 ในถังหมักที่เป็นถังพลาสติกขนาด 100 ลิตร	11
3	ลักษณะปรากฏของน้ำไวน์ที่ผ่านการกรอง : (ก) ไวน์เนื้อมะม่วง; (ข) ไวน์เปลือกมะม่วง	12
4	การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณน้ำตาล Invert sugar ปริมาณเชื้อยีสต์ ค่า pH และค่าความเป็นกรดในระหว่างการหมักไวน์เนื้อมะม่วงด้วยเชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* M30 ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส	12
5	การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณน้ำตาล Invert sugar ปริมาณเชื้อยีสต์ ค่า pH และค่าความเป็นกรดในระหว่างการหมักไวน์เปลือกมะม่วงด้วยเชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* M30 ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส	13
6	ลักษณะการทดลองปรับสภาพหัวเชื้อน้ำส้ม WK ในฟลาสก์	16
7	ประสิทธิภาพการทนกรดของหัวเชื้อน้ำส้ม WK เมื่อทำการปรับสภาพเป็นจำนวน 14 cycle เป็นเวลา 100 วัน	16
8	ประสิทธิภาพการหมักน้ำส้มสายชูของหัวเชื้อ WK ในสภาพที่ไม่เพิ่มปริมาณแอลกอฮอล์ในน้ำหมักเป็นเวลา 30 วัน และในสภาพที่เพิ่มปริมาณแอลกอฮอล์เพิ่มขึ้นอีก 30 วันถัดไป	17
9	ลักษณะของถังหมัก Stirred Tank Reactor ที่ใช้ในการหมักน้ำส้มสายชูหมักจากไวน์มะม่วงด้วยหัวเชื้อน้ำส้ม WK ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส	18
10	การติดตามการหมักน้ำส้มสายชูจากไวน์มะม่วงด้วยหัวเชื้อน้ำส้ม WK โดยทำการหมักในถังหมัก Stirred Tank Reactor (STR) ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส	19
11	แผนภาพแสดงลักษณะการหมักน้ำส้มสายชูจากไวน์มะม่วงด้วยหัวเชื้อน้ำส้ม WK ในลักษณะ Semi – continuous Fermentation	20
12	ผลของอัตราการเติมน้ำไวน์มะม่วงใหม่เข้าถังหมัก STR ในการหมักแบบ Semi – continuous: (ก) 10%; (ข) 20%; (ค) 30% และ (ง) 40% ของปริมาตรน้ำไวน์ที่ใช้	21
13	ตัวอย่างของน้ำส้มสายชูหมักที่นำเข้าจากต่างประเทศ	23
14	ลักษณะของน้ำส้มสายชูมะม่วงที่ได้จากการวิจัยโดยเปรียบเทียบกับไวน์มะม่วง (ขวดซ้ายมือ)	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปริมาณ Ethyl alcohol และ Methyl alcohol ในไวน์เนื้อมะม่วงและไวน์เปลือกมะม่วงที่ผ่านการวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการกลางตรวจสอบผลิตภัณฑ์เกษตรและอาหาร	14
2	ตัวอย่างน้ำส้มสายชูจากต่างประเทศ ลักษณะปรากฏและผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส	24
3	ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติต้านอนุมูลอิสระ DPPH ในไวน์มะม่วงและน้ำส้มสายชูหมักจากไวน์มะม่วง	29
4	ผลการวิเคราะห์น้ำส้มสายชูมะม่วงจากห้องปฏิบัติการกลางตรวจสอบผลิตภัณฑ์เกษตรและอาหาร	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Abstract

Wine from flesh and peel part of mango were prepared as substrate for vinegar fermentation. Higher alcohol content, 12.6%v/v, in flesh mango wine was observed while 8.2% was found in peel mango wine. By observation of wine characteristic especially in colour and odour, the flesh mango wine was accepted for vinegar production.

After adaptation of *Acetobacter aceti* WK, an vinegar producing bacteria, for 3 months, the WK was used for vinegar production by using flesh mango wine as substrate. When vinegar production was conducted in stirred tank reactor (STR) at 32^{o}C for 30 days, the WK culture was quickly adapted in fermenting broth within 7 days. The 5 cycles of vinegar production were obtained while the acid contents were among 4.8 – 6.3%. In case of semi-continuous process for mango vinegar was developed. The 30% of fresh mango wine was recommended to feed in STR. The vinegar product contained average acid content at 5.5 – 6%. The fermentation was 4.2 day/cycle.

Sensory evaluation of mango vinegar was investigated. The mango odor was still detected in the product. The chemical analysis of mango vinegar by third party laboratory was done. The mango vinegar samples containing 5.7% acetic acid, limited amount of heavy metal within the state regulation, more L – ascorbic acid were analyzed. Additionally, the total poly-phenol content and free radical scavenging capacity in term of DPPH was analyzed. Both mango wine and mango vinegar contained total poly-phenol and DPPH. However, more content of total poly-phenol and DPPH was found in mango wine. The amount of total poly-phenol and DPPH in mango vinegar depended on that found in mango wine.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ **แบบ ว-1ด**

(ฉบับปรับปรุงปี 2547)

แบบเสนอโครงการวิจัย

ประกอบการเสนอของบประมาณ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2550

ส่วน ก : ลักษณะโครงการวิจัย

◉ โครงการวิจัยใหม่

○ โครงการวิจัยต่อเนื่องระยะเวลา.....ปี ปีนี้เป็นปีที่.....รหัสโครงการวิจัย.....

- **โปรดระบุความสอดคล้องของโครงการวิจัยกับแผนการบริหารราชการแผ่นดิน พ.ศ. 2548-2551 ซึ่งประกอบด้วย 9 ยุทธศาสตร์** (กรุณาจัดเรียงลำดับความสอดคล้อง จากมากที่สุดไปสู่น้อยที่สุด โดยระบุหมายเลข 1-9 ทั้งนี้ ถ้ามีความสอดคล้องมากที่สุด จะเป็นยุทธศาสตร์หลัก ให้ระบุหมายเลข 1)

☐ ยุทธศาสตร์ที่ 1 การขจัดความยากจน
☐ ยุทธศาสตร์ที่ 2 การพัฒนาคนและสังคมที่มีคุณภาพ
☐ ยุทธศาสตร์ที่ 3 การปรับโครงสร้างเศรษฐกิจให้สมดุลและแข่งขันได้
☐ ยุทธศาสตร์ที่ 4 การบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
☐ ยุทธศาสตร์ที่ 5 การต่างประเทศและเศรษฐกิจระหว่างประเทศ
☐ ยุทธศาสตร์ที่ 6 การพัฒนากฎหมายและส่งเสริมการบริหารกิจการบ้านเมืองที่ดี
☐ ยุทธศาสตร์ที่ 7 การส่งเสริมประชาธิปไตยและกระบวนการประชาสังคม
☐ ยุทธศาสตร์ที่ 8 การรักษาความมั่นคงของรัฐ
☐ ยุทธศาสตร์ที่ 9 การรองรับการเปลี่ยนแปลงและพลวัตรโลก

ส่วน ข : องค์ประกอบในการจัดทำโครงการวิจัย

1. ชื่อโครงการวิจัย :

   (ภาษาไทย) **น้ำส้มสายชูจากเปลือกและเนื้อมะม่วงเพื่อเอกลักษณ์ไทย**

   (ภาษาอังกฤษ) Exotic Mango Vinegar from Peel and Flesh for Thai Brand

2. หน่วยงานหลักที่รับผิดชอบงานวิจัย และสถานที่ตั้ง

   โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

   ถ.ฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพ 10520

3. คณะผู้วิจัย บทบาทของนักวิจัยแต่ละคนในการทำวิจัย และสัดส่วนที่ทำการวิจัย (%)

   นายวราวุฒิ ครูส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รองศาสตราจารย์ ระดับ 9

สัดส่วนที่ทำการวิจัย 100%

4. ประเภทของการวิจัย การวิจัยประยุกต์

5. สาขาวิชาการและกลุ่มวิชาที่ทำการวิจัย สาขาเกษตรศาสตร์และชีววิทยา

6. คำสำคัญ (keywords) ของโครงการวิจัย

น้ำส้มสายชู, เปลือกมะม่วง, เนื้อมะม่วง

Vinegar, mango peel, mango flesh

7. ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

น้ำส้มสายชูเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีผลิตมานานมาก แต่น้ำส้มสายชูที่ผลิตในประเทศไทยมักนิยมผลิตน้ำส้มสายชูกลั่นซึ่งตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำส้มสายชู (มอก. 83-2527) ได้แบ่งชนิดของน้ำส้มสายชูกลั่นออกเป็น 2 ประเภท คือ Distilled vinegar (หมายถึง น้ำส้มสายชูที่ได้จากการกลั่นน้ำส้มสายชูหมัก) และ Spirit vinegar (หมายถึงน้ำส้มสายชูที่ได้จากการหมักเอทานอลเจือจางกับเชื้อน้ำส้มสายชูตามกรรมวิธีการผลิตแล้วนำไปกลั่นหรือกรอง) (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2527) โดยที่น้ำส้มสายชูกลั่นดังกล่าวน่าที่จะอยู่ในลักษณะของ Spirit vinegar อนึ่งรสชาติและเนื้อสัมผัสของน้ำส้มสายชูได้แตกต่างออกไปจากน้ำส้มสายชูหมักมาตรฐานและยังทำให้ราคาที่จัดจำหน่ายอยู่ในระดับที่ต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำส้มสายชูหมักที่นำเข้าจากต่างประเทศ

ในขณะที่ในต่างประเทศน้ำส้มสายชูที่ผู้บริโภคได้รับประทานเป็นประจำ ได้แก่ น้ำส้มสายชูหมักซึ่งเกิดจากขั้นตอนการหมัก 2 ขั้นตอนซึ่งประกอบด้วย การหมักผลไม้หรือวัตถุดิบให้เป็นไวน์ด้วยเชื้อยีสต์ในสภาพที่ไม่มีการให้อากาศ และขั้นตอนการหมักน้ำส้มสายชูจากไวน์ที่ได้ในขั้นตอนแรกด้วยเชื้อแบคทีเรีย *Acetobacter aceti* ในสภาพที่มีการให้อากาศ น้ำส้มสายชูที่กล่าวถึงนั้น ประกอบด้วย Champagne vinegar, Wine vinegar, Balsamic vinegar, Malt vinegar, Cider vinegar, Rice vinegar และ White rice vinegar ทั้งนี้เมื่อติดตามรายละเอียดจะพบว่าน้ำส้มสายชูแต่ละชนิดจะมีลักษณะของน้ำส้มสายชูที่แตกต่างกันทั้งรสชาติและคุณสมบัติ ซึ่งจะสามารถนำไปใช้ในการปรุงแต่งรสชาติอาหารได้หลากหลาย อีกทั้งยังสามารถนำมาใช้ในการดูแลสุขภาพ เช่น ในกรณีที่ดื่มเป็นประจำเพื่อลดปริมาณของคลอเลสเตอรอลในร่างกายได้

จากสาเหตุที่กล่าวถึงข้างต้น ผู้วิจัยซึ่งได้ดำเนินการวิจัยด้านน้ำส้มสายชูหมักอย่างต่อเนื่อง ทั้งจากวัตถุดิบที่มีปริมาณน้ำตาลมาก เช่น น้ำอ้อย และวัตถุดิบที่เป็นของเหลือทิ้งจากขั้นตอนการผลิต (By product) เช่น น้ำลวกข้าวโพดฝักอ่อน เป็นต้น ทั้งนี้ผู้วิจัยพบว่า ลักษณะของน้ำส้มสายชูที่ได้จะมีลักษณะที่แตกต่างกันและมีลักษณะของกลิ่นของน้ำส้มสายชูที่แปรไปตามชนิดของวัตถุดิบ ประกอบกับผู้วิจัยได้พัฒนากระบวนการหมักจากการหมักในสภาพนิ่งซึ่งต้องใช้เวลาในการหมักประมาณ 1 – 2 เดือน เพื่อให้ปริมาณกรดตามที่ต้องการ (ประมาณ 4 – 5%) มาเป็นการหมักในสภาพกึ่งอัตโนมัติ (Semi – continuous process) ซึ่งสามารถหมักได้กรดตามที่ระบุไว้ในระยะเวลาประมาณ 4 – 7 วัน หลังจากที่ระบบการหมักผ่านการปรับสภาพเบื้องต้นแล้ว จากประสบการณ์ดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการผลิตน้ำส้มสายชูซึ่งมีลักษณะที่บ่งชี้ถึงความเป็นไทย โดยเลือกใช้ผลไม้ไทยที่มีลักษณะที่เฉพาะโดยมะม่วงน้ำดอกไม้สามารถจัดเป็นผลไม้ที่บ่งชี้ลักษณะดังกล่าวได้ โดยผู้วิจัยมีเป้าหมายที่จะผลิตน้ำส้มสายชูจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มะม่วงน้ำดอกไม้ทั้งจากเปลือกและจากเนื้อเพื่อให้มีเอกลักษณ์ที่มีกลิ่นหอมน่ารับประทานและสามารถผลิตได้เร็วในในสภาพการหมักกึ่งอัตโนมัติ (Semi – continuous process)

8. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

8.1 พัฒนากระบวนการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากเปลือกมะม่วงและเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้ในสภาพกึ่งอัตโนมัติ

8.2 พัฒนารสชาติด้านกลิ่นของน้ำส้มสายชูจากมะม่วงเพื่อเป็นเอกลักษณ์ของไทย

9. ขอบเขตของโครงการวิจัย

มุ่งเน้นการวิจัยถึงศักยภาพในการนำเปลือกมะม่วงและเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้มาใช้ในการผลิตไวน์ จากนั้นจึงนำไวน์เปลือกมะม่วงและไวน์เนื้อมะม่วงมาใช้เป็นวัตถุดิบในการหมักเพื่อผลิตน้ำส้มสายชูหมักในสภาพการหมักแบบกึ่งต่อเนื่องเพื่อให้ได้ผลผลิตที่สูง เพื่อให้ได้น้ำส้มสายชูที่มีรสชาติเป็นเอกลักษณ์ของไทย

10. การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

กระบวนการหมักน้ำส้มสายชูจำเป็นต้องอาศัยปฏิกิริยาออกซิเดชันเพื่อเปลี่ยนแอลกอฮอล์หรือไวน์ให้เป็นน้ำส้มสายชูหรือกรดอะซิติค (Acetic acid) โดยเชื้อแบคทีเรีย *Acetobacter aceti* ในสภาพที่มีอากาศ ในปัจจุบันการผลิตน้ำส้มสายชูในโรงงานต่างๆในประเทศยังคงทำการผลิตกรดอะซิติคในลักษณะของน้ำส้มสายชูกลั่น ซึ่งตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำส้มสายชู (มอก. 83-2527) ได้แบ่งชนิดของน้ำส้มสายชูกลั่นออกเป็น 2 ประเภท คือ Distilled vinegar (หมายถึง น้ำส้มสายชูที่ได้จากการกลั่นน้ำส้มสายชูหมัก) และ Spirit vinegar (หมายถึง น้ำส้มสายชูที่ได้จากการหมักเอทานอลเจือจางกับเชื้อน้ำส้มสายชูตามกรรมวิธีการผลิต แล้วนำไปกลั่นหรือกรอง) (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2527) โดยที่น้ำส้มสายชูกลั่นดังกล่าวน่าที่จะอยู่ในลักษณะของ Spirit vinegar โดยทำการผลิตในถังหมักที่มีการกวนอย่างต่อเนื่อง (Continuous Stirred Tank Reactor; CSTR) ในสภาพที่ให้อากาศ ที่เรียกว่า Acetator ซึ่งเป็น Know-how ที่ต้องนำเข้าและยังจำเป็นต้องซื้อหัวเชื้อและหัวอาหารจากต่างประเทศ

น้ำส้มสายชูได้มีการผลิตและการศึกษากันเป็นระยะเวลายาวนาน ทำให้สามารถที่จะสรุปการค้นคว้าวิจัยและพัฒนาทางด้านการผลิตน้ำส้มสายชูออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ การคัดเลือกเชื้อ *Acetobacter aceti* ที่เหมาะสมต่อการผลิตน้ำส้มสายชูในสภาพการหมักที่ใช้ วัตถุดิบที่เหมาะสม และการพัฒนากระบวนการผลิต

การค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับการคัดเลือกเชื้อ *Acetobacter aceti* นั้นได้ดำเนินการมาโดยนักวิจัยหลายกลุ่ม ดังเช่น รสสุคนธ์ (2528) ได้ทำการคัดเลือกเชื้อกลุ่ม acetic acid bacteria จากลูกแป้งต่างๆ จนถึง Potacharoen et al. (1999) ได้ทำการแยกเชื้อจากไวน์ข้าว ข้าวหมาก และปลาหมัก (เช่น ปลาจ่อม) แต่เชื้อ acetic acid bacteria ที่คัดเลือกไว้ยังไม่ได้นำมาใช้ในการผลิตในระดับอุตสาหกรรม ในขณะที่ Entani et al.(1987) ได้จดสิทธิบัตร US Patent (US 4654306) สำหรับเชื้อ *Acetobacter altoacetigenes* MH-24 (FERM BP-491) ซึ่งได้แจ้งว่าเป็นเชื้อที่เหมาะสมต่อการผลิตน้ำส้มสายชูคุณภาพสูงและยังให้ผลผลิตสูงด้วย เป็นต้น

ในขณะที่การค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับวัตถุดิบนั้น โดยส่วนใหญ่มุ่งเน้นที่วัตถุดิบที่เหมาะสมต่อการหมักไวน์เพื่อใช้ในการหมักน้ำส้มสายชูอีกต่อหนึ่ง ดังเช่น Cider (Softly and Huang, 1987; US Patent 4701336) ข้าว (Kubotaet al., 1990 กล้วยสุก (Surash and Ethiraj, 1991) เศษเหลือทิ้งจากกระบวนการแปรรูปมะม่วง (Ethiraj

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

and Surash, 1992) มะม่วง (Gard et al., 1995) น้ำมะพร้าวแก่ (Krishnankutty, 1995) acid whey (Tuckett et al., 1996) หัวหอมสายพันธุ์ญี่ปุ่น (Horiuchi et al., 1999) รวมถึงจากอ้อยด้วย

สำหรับการพัฒนากระบวนการผลิตน้ำส้มสายชูได้มีการค้นคว้าวิจัยในหลายรูปแบบ ประกอบ ด้วย Two stage fermentation ในถังหมักแบบ Continuous Stirred Tank Reactor (Aeschbach, 1982, US 4358463; Nodes, 1986, US4569845) ระบบการควบคุมสภาพการหมัก (Enenkel, 1988; US 4773315) กระบวนการผลิตในถังหมักทรงสูงที่ใช้ตัวกลางประเภท lipophilic fibrous support บรรจุอยู่ในถังหมัก (Okuhara, 1987; US 4661356) Trickle Process (Fleury et al., 1995; US Patent 5427803) กระบวนการผลิตแบบต่อเนื่องโดยใช้ high cell density (Tamai et al., 1997) และ Packed Bed Bioreactor (Horiuchi et al.,2000) เป็นต้น

จากแนวทางการศึกษาวิจัยที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า การพัฒนากระบวนการผลิตน้ำส้มสายชูยังคงเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นต่อการผลิตในระดับอุตสาหกรรม การหมักในสภาพถังหมักทรงสูงที่ให้อากาศอย่างต่อเนื่องซึ่งเป็นการหมักแบบ submerged fermentation จึงเป็นแนวทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจเพื่อให้สามารถพัฒนากระบวนการผลิตในลักษณะของ Fed batch และ Continuous fermentation ต่อไป นอกจากนี้แล้วยังสามารถที่จะประยุกต์การใช้ตัวกลางเพื่อใช้ยึดเกาะหัวเชื้อ *Acetabacter aceti* ที่ใช้ในการผลิตกรดอะซิติคได้อีกเช่นกัน ดังเช่นที่พบจาก Okuhara (1987) ได้เลือกใช้ ตัวกลางประเภท lipophilic fibrous support เช่น Polypropylene, Polyethylenes, Polystyrenes, Polyethyleneterephthalate หรือ Polyurethane (US 4661356) เป็นต้น

ยีสต์ที่ใช้ในการผลิตแอลกอฮอล์ด้ผ่านการคัดเลือกขึ้นมานับตั้งแต่ บุญเทียม (2523) จรูญ (2523และ 2524) เป็นต้นมา เป็นที่สังเกตว่าเชื้อยีสต์ที่ผ่านการคัดเลือกได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องจนถึงการคัดเลือกยีสต์ที่ตกตะกอนง่ายซึ่งพบว่า เชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* M30 เป็นเชื้อยีสต์ตกตะกอนที่เหมาะสมสายพันธุ์หนึ่งซึ่งสามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส และมีความสามารถในการหมักแอลกอฮอล์ได้ดีเท่าเทียมกับยีสต์ *S. cerevisiae* SC90 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่ไม่ตกตะกอนและเป็นที่นิยมใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมส่วนมาก (จรูญ, 2523และ 2524) สำหรับแหล่งที่ของ *S. cerevisiae* M30 คือ Mutant ที่ได้จาก spontaneous mutation ของยีสต์ *S. cerevisiae* SC90 ในโรงงานสุราอยุธยา(จรูญ, 2523และ2524; นงพงา, 2530)

มะม่วงเป็นพืชที่ให้ประโยชน์แก่มนุษย์ เนื้อมะม่วงสามารถให้คุณค่าทางโภชนาการทั้งในด้านคาร์โบไฮเดรต โดยเฉพาะน้ำตาล รวมถึงเกลือแร่และแร่ธาตุ ทั้งนี้ปริมาณน้ำตาลในมะม่วงสุกจะมีมากกว่าในมะม่วงดิบ (ไชยา, 2532)

ในงานวิจัยนี้จึงเป็นงานวิจัยที่มุ่งเน้นการวิจัยตั้งแต่กระบวนการหมักไวน์จากเปลือกมะม่วง และจากเนื้อมะม่วงด้วยเชื้อยีสต์ตกตะกอน *S. cerevisiae* M30 ในถังหมักระบบหมุนเวียนเซลล์เพื่อนำไวน์ที่ผลิตได้ไปหมักน้ำส้มสายชูด้วยหัวเชื้อ *Acetobacter aceti* ในถังหมักที่มีการกวนและให้อากาศอย่างต่อเนื่อง

11. ทฤษฎี สมมุติฐาน หรือกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

การผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากเปลือกและเนื้อมะม่วงสามารถดำเนินการได้ 2 ขั้นตอน กล่าวคือ ขั้นตอนแรกเป็นขั้นตอนการหมักไวน์จากเปลือกมะม่วงและจากเนื้อมะม่วงด้วยเชื้อยีสต์ตกตะกอน *S. cerevisiae* M30 ในถังหมักระบบหมุนเวียนเซลล์ จากนั้นขั้นตอนที่สองเป็นการไวน์ที่ผลิตได้ไปหมักน้ำส้มสายชูด้วยหัวเชื้อ *Acetobacter*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

aceti ในถังหมักที่มีการกวนและให้อากาศอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้โดยมีเป้าหมายให้ได้น้ำส้มสายชูที่ให้กลิ่นมะม่วงและได้อัตราการผลิตที่เร็ว

12. เอกสารอ้างอิงของโครงการวิจัย

จรูญ คำนวนตา กณิษฐา สังคะหะ วิชชุพร ว่องสุวรรณเลิศ จรัญ เจตนะจิตร. 2526. การคัดเลือกสายพันธุ์ยีสต์เพื่อหมักแอลกอฮอล์. วารสารชมรมผู้หมักแอลกอฮอล์แห่งประเทศไทย. ปีที่ 2 ฉบับที่ 2.

จรูญ คำนวนตา. 2523และ2524. การปรับปรุงประสิทธิภาพการหมักเพื่อผลิตแอกอฮอล์. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ไชยา อุ้ยสูงเนิน. 2532. การปลูกมะม่วง. สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม. กรุงเทพ. 130 น.

นงพงา คุณจักร. 2530. การปรับปรุงความทนเค็มของยีสต์ที่ผลิตเอธานอลโดยโปรโตพลาสฟิวชั่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท (จุลชีววิทยา) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บุญเทียม พันธุ์เพ็ง. 2523. การคัดเลือกสายพันธุ์ยีสต์เพื่อหมักแอลกอฮอล์จากกากน้ำตาลและน้ำอ้อย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท (จุลชีววิทยา) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

รสสุคนธ์ เหล่าไพบูลย์. 2528. การคัดเลือกสายพันธุ์เชื้อน้ำส้มสายชูที่เหมาะสมต่อวิธีการผลิตแบบต่างๆ. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพ.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2527. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำส้มสายชู. มอก. 83-2527. กระทรวงอุตสาหกรรม. ISBN 974-8119-64-5.

Aeschbach, H.A. 1982. Method for the Production of Fermentation Vinegar. Patent US4358463.

Enenkel, A. 1988. Control Arrangement for a Vinegar Fermentation Process. Patent US4773315.

Entani, E., S. Fujiyama, S. Ohmori, H. Masai. 1987. Novel Bacterium, *Acetobacter altoacetogenes* MH-24, Useful for the Fermentation Production of Vinegar. Patent US4654306.

Ethiraj, S. and E.R. Suresh. 1992. Studies on the Mango Processing Wastes for Production of Vinegar. J. Food Sci.Tech.Mysore. 29 (1) : 48-50.

Fleury, K., V. Kalina and J. Zell. 1995. Trickle Process for Vinegar Production. Patent US5427803.

Gard, N., D.K. Tandon, S.K. Kalra and N. Garg. 1995. Production of Mango Vinegar by Immobilized Cells of *Acetobacter aceti*. J.Food Sci.Tech.Mysore. 32 (3) : 216-218.

Horiuchi, J., T. Kanno and M. Kobayashi. 1999. New Vinegar Production from Onions. J.Biosci. Bioeng. 88 (1) : 107-109.

Horiuchi, J., K. Tabata, T. Kanno and M. Kobayashi. 2000. Continuous Acetic acid Production by a Packed Bed Bioreactor Employing Charcoal Pellects Derived from Waste Mushroom Medium. J.Biosci.Bioeng. 89 (2) : 126-130.

Kumnuanta, J. and V. Vongsuvanlert. 1982. Ethanol Fermentation by Flocculating Yeast at High Temperature. Proceedings Fifth Inter. Alc. Fuel. Technol. Symposium. Vol.1, Auckland, New Zealand. P.1-205-1-215.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Krishnankutty, S. 1995. Products from Matured Coconut Water. Indian Coconut J. 26 (1-2) : 12-13.

Kubota, T., I. Itoh, S. Tanijiri. 1990. Process for Producing Rice Vinegar. Patent US4897272.

Okuhara, A. 1987. Production of Vinegar with Bacteria on a Support. Patent US4661356.

Potachareon W., R.R. Navarro, P. Budhaka, K. Suzuki and K. Komagata. 1999. Isolation and Identification of Acetic Acid Bacteria from Fermented Foods in Thailand. Proceedings of International Conference on Asian Network on Microbial Research. November 29-December1, 1999. ChiangMai, Thailand.

Softly, B.J., A.S. Huang. 1987. Cider Vinegar Flavor. Patent US4701336.

Suresh, E.R. and S. Ethiraj. 1991. Utilization of Overripe Bananas for Vinegar Production. Tropical Sci. 31 (3) : 317-320.

Tamai, M., O. Maruko and T. Kado. 1997. Improvement of the Vinegar Brewing Process Using Bioreactor. VI. Effect of Medium Feeding Rate on Continuous Production of Vinegar at High Acidity by Partial Discharging of Cell Concentration Broth. J. Japanese Society of Food Sci.Tech. 44 (12) : 862-870.

Tuckett, H.M., A.W. Nichol and T.J. Harden. 1996. Production of Pickling Vinegar from Acid Whey. Australian J.Dairy Tech. 51 (1) : 53-57.

13. วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

13.1 การหมักเพื่อผลิตไวน์จากเปลือกมะม่วงและเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้

นำมะม่วงน้ำดอกไม้มาผ่านการล้างและปอกเปลือก จากนั้นทำการแยกเปลือกมะม่วงและเนื้อมะม่วงออกจากกัน นำเปลือกมะม่วงและเนื้อมะม่วงไปทำการหมักแยกกัน โดยทำการปรับสภาพความหวานในน้ำหมักเท่ากับ 18 องศาบริกซ์ pH เท่ากับ 4.5 และเติมแอมโมเนียมซัลเฟต 0.05% และแมกนีเซียมซัลเฟต 0.2% (Kumnuanta and Vongsuvanlert, 1982) จากนั้นนำไปผ่านการฆ่าเชื้อด้วย KMS แล้วจึงนำไปหมักด้วยเชื้อยีสต์ตกตะกอน *Saccharomyces cerevisiae* M30 เป็นเวลา 3 – 4 วัน ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส

เมื่อการหมักสิ้นสุดให้นำน้ำไวนีที่ได้ไปผ่านขั้นตอนการพาสเจอไรส์ก่อนที่จะนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการหมักน้ำส้มสายชูต่อไป

13.2 การปรับสภาพเชื้อ *Acetobacter aceti* ให้เหมาะสมกับการหมักไวน์มะม่วงในระดับหลอดทดลอง

นำสารละลายไวน์มะม่วงที่มีปริมาณแอลกอฮอล์ 8% มาปรับสภาพด้วยการเติมน้ำส้มสายชูในปริมาณ 1 % ก่อนที่นำไปเลี้ยงเชื้อ *A. aceti* (สายพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือกและเลี้ยงไว้ในอาหาร GYP Broth ซึ่งเก็บรักษาไว้ที่ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีการหมัก โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯลาดกระบัง) ที่อุณหภูมิ 38 – 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน ก่อนที่จะนำสารละลายเชื้อไปถ่ายต่อเนื่องกันเป็นเวลา 3 เดือน

13.3 การหมักน้ำส้มสายชูจากไวน์เปลือกมะม่วงและไวน์มะม่วง

ทำการปรับสภาพน้ำไวน์มะม่วงด้วยกรดอะซิติคความเข้มข้น 1% ปริมาณแอลกอฮอล์ 8% และเติมแอมโมเนียมซัลเฟต 1% (วราวุฒิ, Unpublished data) ก่อนที่จะถ่ายเชื้อจากข้อ 3.2 ทำการหมักในถังหมัก CSTR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาด 50 ลิตร โดยติดตามการเปลี่ยนแปลงของ pH ปริมาณแอลกอฮอล์ ค่าความเป็นกรดในระหว่างการหมักเพื่อนำมาวิเคราะห์หาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการหมักแบบ Semi – continuous

13.4 การหมักน้ำส้มสายชูจากไวน์เปลือกมะม่วงและไวน์มะม่วงในการหมักแบบ Semi – continuous

ทำการปรับสภาพน้ำหมักตามข้อ 13.3 ก่อนมาดำเนินการหมักในถังหมัก CSTR ขนาด 50 ลิตร ทำการศึกษาอัตราการแทนที่น้ำหมักในอัตรา 10% 20% 30% และ 40% ติดตามการเปลี่ยนแปลงของ pH ปริมาณแอลกอฮอล์ ค่าความเป็นกรดในระหว่างการหมัก

13.5 การเปรียบเทียบกลิ่นของน้ำส้มสายชูจากมะม่วงกับน้ำส้มสายชูที่นำเข้าจากต่างประเทศ

นำน้ำส้มสายชูที่ได้ไปผ่านการกรองและทำการเปรียบเทียบกลิ่นและรสของน้ำส้มสายชูที่ได้โดยอาศัยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทั้งนี้ทำการเปรียบเทียบกับกลิ่นของน้ำส้มสายชูที่นำเข้าจากต่างประเทศ

13.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ CRD และทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test

14. ระยะเวลาทำการวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย (ให้ระบุขั้นตอนอย่างละเอียด)

ระยะเวลาในการทำการวิจัย 12 เดือน โดยมีแผนการดำเนินการดังนี้

การดำเนินการ	เดือน											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
การหมักเพื่อผลิตไวน์จากเปลือกมะม่วงและเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้												
การปรับสภาพเชื้อ *Acetobacter aceti* ให้เหมาะสมกับการหมักไวน์มะม่วงในระดับหลอดทดลอง												
การหมักน้ำส้มสายชูจากไวน์เปลือกมะม่วงและไวน์มะม่วง												
การหมักน้ำส้มสายชูจากไวน์เปลือกมะม่วงและ ไวน์มะม่วงในการหมักแบบ Semi – continuous												
การเปรียบเทียบกลิ่นของน้ำส้มสายชูจากมะม่วง กับน้ำส้มสายชูที่นำเข้าจากต่างประเทศ												
สรุปและรายงานผล												

15. ผลสำเร็จของการวิจัยที่คาดว่าจะได้รับ และหน่วยงานที่จะนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลสำเร็จของการวิจัยที่คาดว่าจะได้รับ ประกอบด้วย

- กระบวนการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากเปลือกมะม่วงและเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้ในสภาพกึ่งอัตโนมัติ
- น้ำส้มสายชูจากมะม่วงซึ่งเป็นเอกลักษณ์ของไทย

16. แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย

อาศัยการเผยแพร่ด้านการประชาสัมพันธ์ผ่านสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และการเข้าร่วมการประชุมทางวิชาการ ประกอบกับการจัดฝึกอบรมผ่านทางโครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

17. ปัจจัยที่เอื้อต่อการวิจัย (อุปกรณ์การวิจัย, โครงสร้างพื้นฐาน ฯลฯ)

17.1 ที่มีอยู่แล้ว

17.1.1	ตู้บ่มเชื้อ	Heraeus	รุ่น D-63450	เยอรมัน
17.1.2	เครื่องวัดค่า pH	inoLab	รุ่น pH Level 1 P-82362	เยอรมัน
17.1.3	ตู้อบลมร้อน	TUTTLINGEN	รุ่น WTB binder 7.200	เยอรมัน
17.1.4	หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ	TOMY SEIKO	รุ่น Tomy ss-245	ญี่ปุ่น
17.1.5	เครื่อง Shaker	BADC	รุ่น Gerhard	เบลเยียม
17.1.6	เครื่องชั่งอิเลคทรอนิค	Ohaus Coorperation	รุ่น Navigator™	สวิตเซอร์แลนด์
17.1.7	ตู้เขี่ยเชื้อ Laminar Flow			ไทย
17.1.8	ห้องเย็น			
17.1.9	Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR) ขนาด 50 ลิตร			ไทย

17.2 ที่ต้องการเพิ่มเติม -

18. งบประมาณของโครงการวิจัย

งบประมาณค่าใช้จ่ายตลอดโครงการ	225,000	บาท
<u>หมวดค่าจ้างชั่วคราว</u>	75,000	บาท
ผู้ช่วยวิจัย 1 คน วุฒิปริญญาตรี อัตรา 5,000 บาท ต่อเดือน เป็นเวลา 6 เดือน	30,000 บาท	
ค่าตอบแทนหัวหน้าโครงการ อัตรา 7,500 บาท ต่อเดือน เป็นเวลา 6 เดือน	45,000บาท	
<u>หมวดค่าใช้สอย</u>	45,000	บาท
ประกอบด้วย		
ค่าจ้างเหมาวิเคราะห์คุณภาพของน้ำส้มสายชู	40,000 บาท	
ค่าถ่ายเอกสาร	2,000 บาท	
ค่าพิมพ์เอกสาร	3,000 บาท	
<u>หมวดวัสดุ</u>	105,000	บาท
ประกอบด้วย		
วัสดุวิทยาศาสตร์ สารเคมี และอาหารเลี้ยงเชื้อ	50,000 บาท	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุเครื่องแก้ว	10,000	บาท
วัสดุตัวอย่าง (ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายและวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต)	40,000	บาท
วัสดุสำนักงาน	5,000	บาท
วัสดุไฟฟ้า	-	บาท
วัสดุงานบ้าน	-	บาท

19. โครงการวิจัยนี้อยู่ระหว่างเสนอของบประมาณจากแหล่งเงินทุนอื่น หรือเป็นการวิจัยต่อยอดจากโครงการวิจัยอื่น (ถ้ามี)

ไม่ได้ของบประมาณจากแหล่งทุนอื่น

(รศ.ดร.วราวุฒิ ครูส่ง)
หัวหน้าโครงการวิจัย
วันที่ 13 เดือน กันยายน พ.ศ 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผลิตไวน์จากเปลือกและเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้

เนื่องจากการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจำเป็นต้องมีวัตถุดิบหลักคือ ไวน์หรือแอลกอฮอล์ที่เชื้อยีสต์สร้างขึ้น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการหมักไวน์เปลือกมะม่วงและเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการหมักน้ำส้มสายชูจากไวน์ดังกล่าว

การเตรียมหัวเชื้อยีสต์

เชื้อยีสต์ที่ใช้ในการหมักไวน์ คือ เชื้อยีสต์ *Saccharomyce cerevisiae* M30 ซึ่งต่อไปในรายงานจะเรียกว่า " **เชื้อยีสต์** M30 " เป็นเชื้อยีสต์ในกลุ่มเชื้อยีสต์ตกตะกอน (Flocculate yeast) ซึ่งได้รับอนุเคราะห์จาก ดร.จรูญ คำนวนตา อดีตผู้อำนวยการ สกว. ฝ่าย 5 และ รศ.ดร. สาวิตรี ลิ่มทอง ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในการเตรียมหัวเชื้อยีสต์ทำโดยการเขี่ยเชื้อยีสต์ M30 ที่เลี้ยงในอาหาร MY agar slant นาน 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง ลงในอาหารเหลว MY 100 มล. นำไปเขย่าที่ความเร็วรอบ 100 rpm นาน 24 ชั่วโมง เพื่อใช้เป็นหัวเชื้อในการหมักไวน์ต่อไป

การหมักไวน์จากเปลือกและเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้ด้วยเชื้อยีสต์ M30

นำมะม่วงน้ำดอกไม้มาทำการล้างและปอกเปลือก จากนั้นทำการแยกเปลือกมะม่วงและเนื้อมะม่วงออกจากกัน นำเปลือกมะม่วงและเนื้อมะม่วงไปทำการหมักแยกกัน ปรับความหวานในน้ำหมักเท่ากับ 20% pH เท่ากับ 4.5 เติมแอมโมเนียนซัลเฟต 0.05% และแมกนีเซียมซัลเฟต 0.2% (Kumnuanta and Vongsuvanlert, 1982) นำไปผ่านการฆ่าเชื้อด้วย KMS (Potassium metabisulfite) แล้วจึงนำไปหมักด้วยเชื้อยีสต์ M30 ที่เตรียมขึ้นในปริมาณ 5% ทำการหมักเป็นเวลา 3 – 4 วัน ที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 32 องศาเซลเซียส) ทำการติดตามสภาพการหมักโดยการวัดปริมาณแอลกอฮอล์ด้วยเครื่อง Ebuliometer ปริมาณน้ำตาล Invert sugarโดย Lane and Enon (AOAC, 1995) ปริมาณเชื้อยีสต์ด้วย Haemacytometer ค่า pH ด้วยเครื่อง pH meter (Jenway 3510; UK) ค่าความเป็นกรด (Acidity) โดยการไตเตรทตามวิธีการของ AOAC (1995)

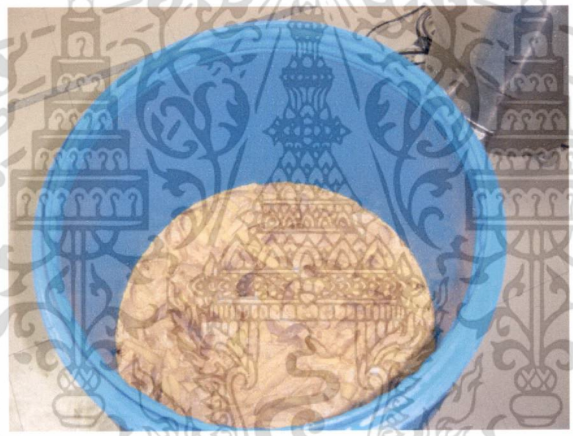
เมื่อการหมักสิ้นสุดให้นำน้ำไวน์ที่ได้ไปผ่านขั้นตอนการพาสเจอไรส์ก่อนที่จะนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการหมักน้ำส้มสายชูต่อไป

ผลการทดลอง

ในการหมักไวน์จากเนื้อมะม่วงทำการหมักในถังหมักขนาด 400 ลิตร โดยใช้น้ำหมัก 150 ลิตร ดังแสดงในภาพที่ 1ก และลักษณะการหมักภายในถังหมักดังกล่าวแสดงในภาพที่ 1ข ส่วนการหมักไวน์จากเปลือกมะม่วงนั้นทำการหมักในถังพลาสติกสีน้ำเงินขนาด 100 ลิตร ซึ่งเป็น Food grade plastic ดังแสดงในภาพที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 1 การหมักไวน์จากเนื้อมะม่วงด้วยเชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* M30 : (ก) ถังหมัก Stainless ขนาด 400 ลิตร ที่ใช้ในการหมัก; (ข) ลักษณะของเนื้อมะม่วงที่ลอยอยู่บนผิวหน้าน้ำหมักในระหว่างการหมักไวน์

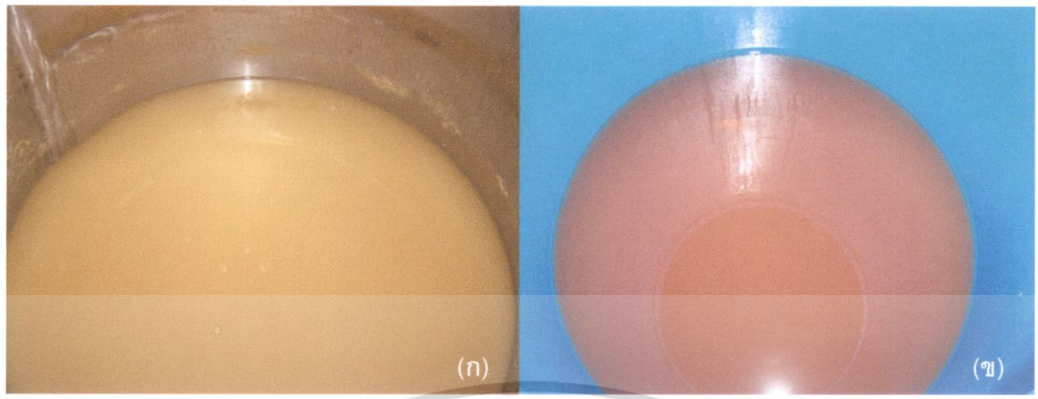


ภาพที่ 2 ลักษณะการหมักไวน์จากเปลือกมะม่วงด้วยเชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* M30 ในถังหมักที่เป็นถังพลาสติกขนาด 100 ลิตร

ผลจากการเตรียมสภาพน้ำหมัก พบว่า ในการเตรียมน้ำหมัก (ก่อนการหมัก) จากมะม่วงนั้นสามารถดำเนินการได้ง่ายและเติมน้ำตาลเพื่อปรับความหวานไม่มากนัก เนื่องจากในเนื้อมะม่วงมีปริมาณน้ำตาลอยู่มากแล้วนั่นเอง ส่วนในกรณีของการเตรียมน้ำหมักจากเปลือกมะม่วง พบว่า จำเป็นต้องเติมน้ำตาลในปริมาณที่สูงกว่ามาก อีกทั้งปริมาณเปลือกมะม่วงก็มีปริมาณไม่มากนัก

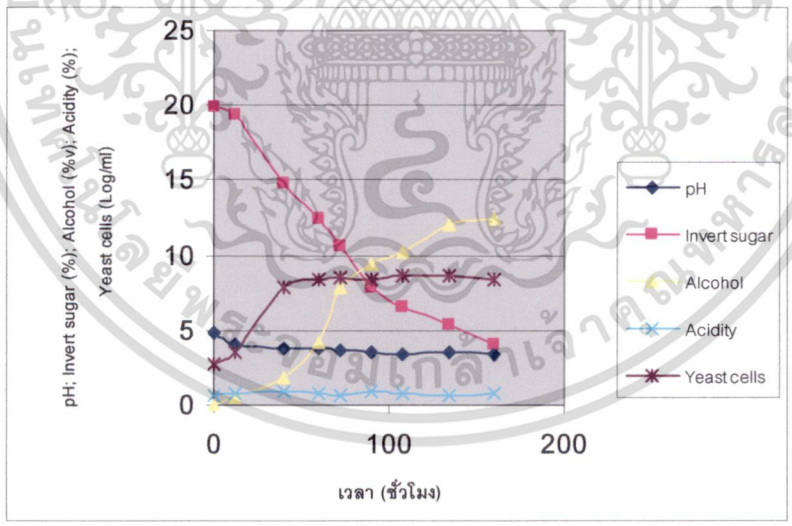
สำหรับภาพที่ 3 แสดงลักษณะปรากฏของน้ำไวน์ที่ผ่านการกรองแล้วทั้งไวน์เนื้อมะม่วง (ภาพที่ 3ก) และไวน์เปลือกมะม่วง (ภาพที่ 3ข) พบว่า น้ำไวน์ที่ได้จากเนื้อมะม่วงมีลักษณะปรากฏโดยเฉพาะคุณภาพด้านสีที่ดีกว่าน้ำไวน์ที่ได้รับจากเปลือกมะม่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 ลักษณะปรากฏของน้ำไวน์ที่ผ่านการกรอง : (ก) ไวน์เนื้อมะม่วง; (ข) ไวน์เปลือกมะม่วง

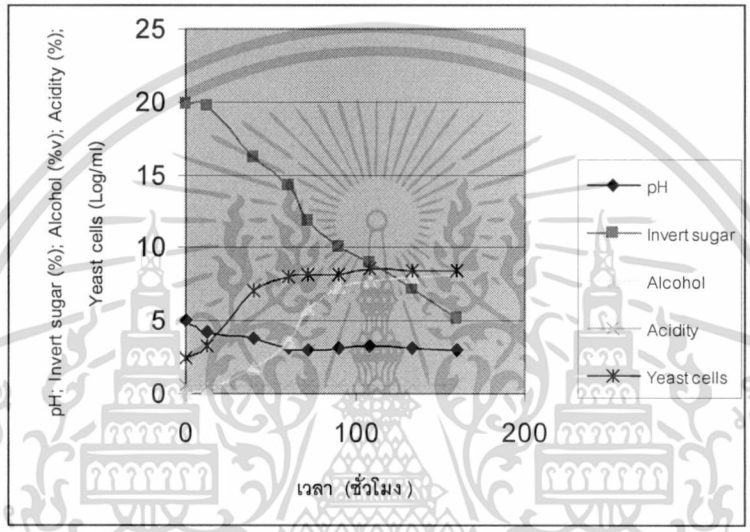
ในการติดตามการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณน้ำตาล Invert sugar ปริมาณเชื้อยีสต์ ค่า pH และค่าความเป็นกรดในระหว่างการหมักไวน์เนื้อมะม่วงแสดงในภาพที่ 4 พบว่า เชื้อยีสต์ M30 สามารถทำงานได้อย่างดีมีการเพิ่มจำนวนได้อย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะในช่วง 48 ชั่วโมงแรกของการหมัก ทำให้ได้แอลกอฮอล์เกิดขึ้นได้ 12.6% ภายใน 160 ชั่วโมง นอกจากนี้ยังสังเกตพบว่า pH ของน้ำหมักลดลงถึง 3 – 3.5 ซึ่งเป็นคุณสมบัติปกติของเชื้อยีสต์ M30



ภาพที่ 4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณน้ำตาล Invert sugar ปริมาณเชื้อยีสต์ ค่า pH และค่าความเป็นกรดในระหว่างการหมักไวน์เนื้อมะม่วงด้วยเชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* M30 ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการติดตามการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณน้ำตาล Invert sugar ปริมาณเชื้อยีสต์ ค่า pH และค่าความเป็นกรดในระหว่างการหมักไวน์เปลือกมะม่วงแสดงในภาพที่ 5 พบว่า เชื้อยีสต์ M30 สามารถทำงานได้อย่างดีมีการเพิ่มจำนวนได้อย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะในช่วง 48 ชั่วโมงแรกของการหมักเช่นเดียวกับที่พบในการหมักไวน์เนื้อมะม่วง (ดังแสดงในภาพที่ 4) แต่ปริมาณแอลกอฮอล์ที่ได้ต่ำกว่ากล่าวคือ สามารถผลิตแอลกอฮอล์ได้ 8.2% ภายใน 160 ชั่วโมง ส่วนการเปลี่ยนแปลงของค่า pH และค่าความเป็นกรดให้ผลเช่นเดียวกับในการหมักไวน์เนื้อมะม่วง



ภาพที่ 5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณน้ำตาล Invert sugar ปริมาณเชื้อยีสต์ ค่า pH และค่าความเป็นกรดในระหว่างการหมักไวน์เปลือกมะม่วงด้วยเชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* M30 ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส

จากลักษณะปรากฏของน้ำไวน์โดยเฉพาะด้านสี (ภาพที่ 3) และกลิ่น รวมถึงปริมาณแอลกอฮอล์ที่ได้ (ภาพที่ 4 และ 5) พบว่า ไวน์เนื้อมะม่วงให้ผลที่ดีกว่าไวน์เปลือกมะม่วง ดังนั้นไวน์เนื้อมะม่วงจึงมีความเหมาะสมในการนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากมะม่วงต่อไป

อย่างไรก็ตามเมื่อนำไวน์มะม่วงทั้งที่ผลิตจากเนื้อมะม่วงและเปลือกมะม่วง ไปวิเคราะห์คุณภาพจากห้องปฏิบัติการกลางตรวจสอบผลิตภัณฑ์เกษตรและอาหาร พบว่า ทั้งไวน์เปลือกมะม่วงและไวน์เนื้อมะม่วงมีปริมาณแอลกอฮอล์ในรูปของ Ethyl alcohol (หรือ Ethanol) แตกต่างกันโดยที่ไวน์เนื้อมะม่วงมีปริมาณแอลกอฮอล์ 13.04%v/v ในขณะที่ไวน์เปลือกมะม่วงมี 8.76%v/v อีกทั้งไวน์ทั้งสองยังตรวจไม่พบปริมาณเมธานอล (Methanol หรือ Methyl alcohol) ทั้งนี้ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ปริมาณ Ethyl alcohol และ Methyl alcohol ในไวน์เนื้อมะม่วงและไวน์เปลือกมะม่วงที่ผ่านการวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการกลางตรวจสอบผลิตภัณฑ์เกษตรและอาหาร

ชนิดของแอลกอฮอล์	ไวน์เนื้อมะม่วง	ไวน์เปลือกมะม่วง
Ethyl alcohol (%v/v)	13.04	8.76
Methyl alcohol (%v/v)	Not Detected	Not Detected

หมายเหตุ : วิธีทดสอบอ้างอิง In house Method Based on AOAC (2000) 983.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปรับสภาพเชื้อ *Acetobacter aceti* ให้เหมาะสมกับการหมักไวน์มะม่วง

หัวเชื้อน้ำส้มสายชูที่ใช้

หัวเชื้อที่ใช้ คือ *A. aceti* WK (ซึ่งต่อไปจะเรียกว่า " หัวเชื้อน้ำส้ม WK ") ซึ่งคัดเลือกและปรับปรุงตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 – ปัจจุบัน ที่ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีการหมัก คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯลาดกระบัง

การปรับสภาพหัวเชื้อน้ำส้มสายชู

จากเดิมได้วางแผนการทดลองโดยการนำสารละลายไวน์มะม่วงที่มีปริมาณแอลกอฮอล์ 8% มาปรับสภาพด้วยการเติมน้ำส้มสายชูในปริมาณ 1 % ก่อนที่นำไปเลี้ยงหัวเชื้อน้ำส้ม WK (สายพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือกและเลี้ยงไว้ในอาหาร GYP Broth) โดยนำสารละลายเชื้อไปถ่ายต่อเนื่องกันเป็นเวลา 3 เดือน

แต่เนื่องจากได้ดำเนินการพัฒนาการปรับสภาพหัวเชื้อน้ำส้ม พบว่า การปรับสภาพหัวเชื้อ ควรปรับให้หัวเชื้ออยู่ในสภาพทนกรดและสภาพทนแอลกอฮอล์ ดังนั้นการปรับสภาพหัวเชื้อน้ำส้ม WK จึงได้ดำเนินการทดลองเป็นการปรับสภาพหัวเชื้อน้ำส้มสายชูให้ทนสภาพกรด และการปรับสภาพหัวเชื้อน้ำส้มสายชูให้สามารถหมักไวน์มะม่วงน้ำดอกไม้

นอกจากนี้แล้วในการปรับหัวเชื้อน้ำส้มนี้ได้เลือกใช้ไวน์เนื้อมะม่วงเพื่อใช้ในการพัฒนาต่อไป เนื่องจากปัญหาด้านคุณภาพของไวน์เปลือกมะม่วงดังที่กล่าวถึงมาหัวข้อการผลิตไวน์จากเปลือกและเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้ ทั้งนี้ในการทดลองต่อไปจะเรียก " **ไวน์เนื้อมะม่วง** " ว่า " **ไวน์มะม่วง** " ตลอดการทดลองต่อไป

การปรับสภาพหัวเชื้อน้ำส้ม WKให้ทนสภาพกรด

นำไวน์มะม่วงมาปรับปริมาณแอลกอฮอล์ 3.5% ใส่ลงในฟลาสก์หมักพร้อมกับปรับปริมาณกรดเริ่มต้น 4.5% ทำการถ่ายหัวเชื้อน้ำส้ม WK เลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิห้อง และสุ่มตัวอย่างเพื่อทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด - ด่างและปริมาณแอลกอฮอล์ทุกวัน

เมื่อปริมาณแอลกอฮอล์ในน้ำหมักลดลงเหลือประมาณ 0.5% ให้ทำการเพิ่มปริมาณกรดในไวน์มะม่วงเพิ่มขึ้นทุก 0.5% โดยที่รักษาปริมาณแอลกอฮอล์เท่ากับ 3.5% ตรวจติดตามการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลกอฮอล์และปริมาณกรดเช่นเดิม ดำเนินการปรับสภาพติดต่อกันประมาณ 3 เดือน ก่อนที่จะเก็บเชื้อไปใช้ในการปรับสภาพให้สามารถหมักน้ำส้มสายชูได้เพิ่มขึ้น

การปรับสภาพหัวเชื้อน้ำส้มสายชูให้สามารถหมักไวน์มะม่วง

ทำปรับไวน์มะม่วงให้มีปริมาณแอลกอฮอล์ 3.5% และปรับปริมาณกรดเริ่มต้น 4.5% ใส่ลงในฟลาสก์หมัก ถ่ายเชื้อที่ผ่านการปรับสภาพจากการปรับสภาพให้ทนกรด ทำการสุ่มตัวอย่างเพื่อทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด - ด่าง และปริมาณแอลกอฮอล์ทุกวัน

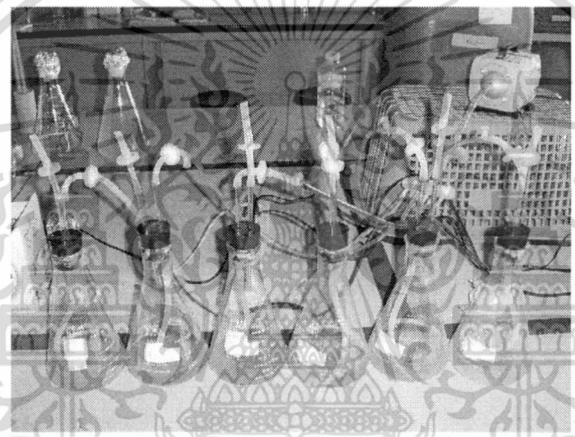
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อปริมาณแอลกอฮอล์ลดลงเหลือ 0.5% แล้วให้ทำการเพิ่มปริมาณแอลกอฮอล์ในไวน์มะม่วงทุก 0.5% โดยรักษาปริมาณกรดคงที่เท่ากับ 4.5% ตรวจติดตามการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลกอฮอล์และปริมาณกรดเช่นเดิม ดำเนินการปรับสภาพติดต่อกันประมาณ 10 cycle ก่อนที่จะเก็บเชื้อไปใช้ในการปรับสภาพให้สามารถหมักน้ำส้มสายชูได้เพิ่มขึ้น

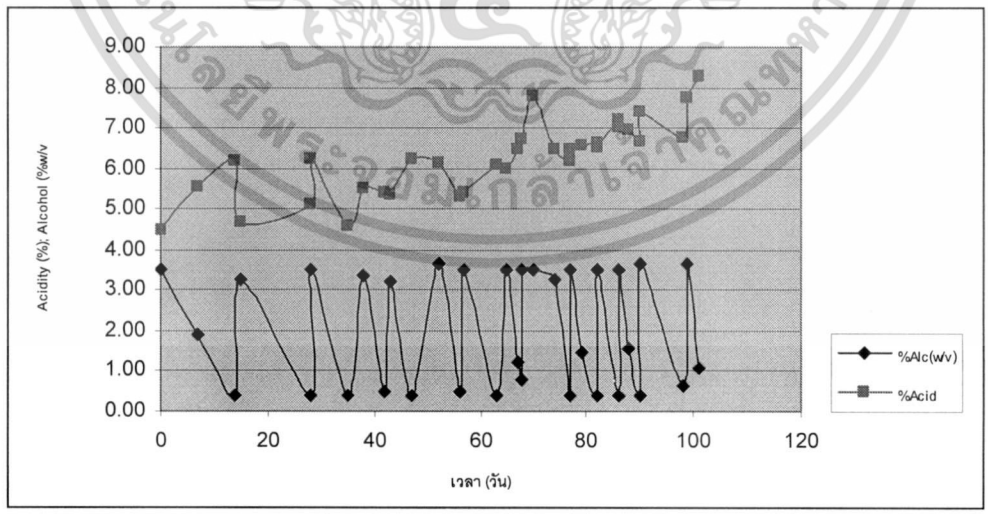
ผลการทดลอง

การปรับสภาพหัวเชื้อน้ำส้มสายชูให้ทนสภาพกรด

ในการปรับสภาพหัวเชื้อน้ำส้ม WK ให้ทนสภาพกรดนั้น ลักษณะการทำการทดลองแสดงอยู่ในภาพที่ 6 และผลของการปรับสภาพของหัวเชื้อน้ำส้ม WK แสดงอยู่ในภาพที่ 7



ภาพที่ 6 ลักษณะการทดลองปรับสภาพหัวเชื้อน้ำส้ม WK ในฟลาสก์



ภาพที่ 7 ประสิทธิภาพการทนกรดของหัวเชื้อน้ำส้ม WK เมื่อทำการปรับสภาพเป็นจำนวน 14 cycle เป็นเวลา 100 วัน

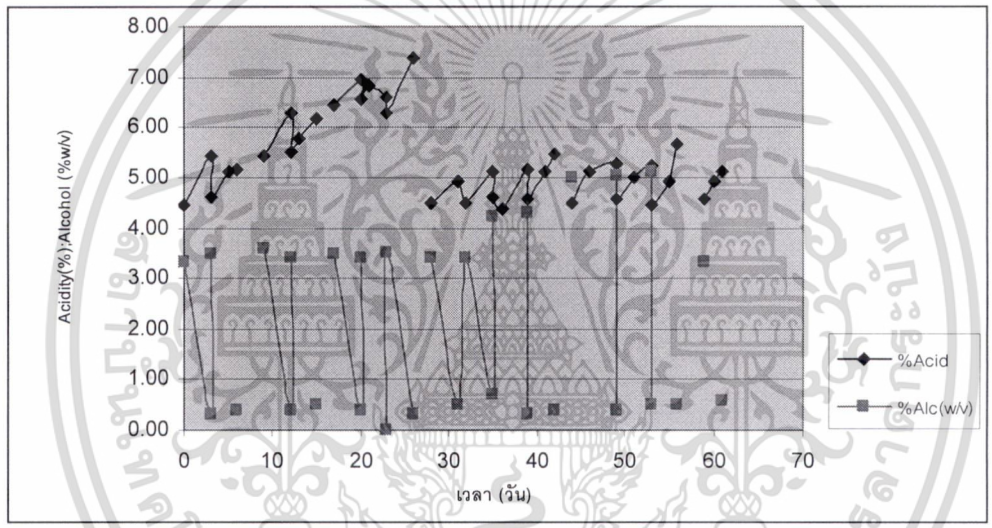
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

จากผลการทดลองที่ได้ (ภาพที่ 7) แสดงให้เห็นว่า ในช่วงเริ่มต้น (Cycle 1) หัวเชื้อน้ำส้ม WK ต้องใช้เวลาในการปรับสภาพนานประมาณ 16 วัน จึงสามารถเริ่มต้นปรับสภาพใน Cycle 2 ได้และหัวเชื้อน้ำส้ม WK ยังต้องใช้เวลาในการปรับสภาพอีกประมาณ 12 วัน จากนั้นในช่วง Cycle ต่อๆมาหัวเชื้อน้ำส้ม WK สามารถปรับสภาพได้รวดเร็วขึ้น แต่จะมีบางช่วงที่อาจจะใช้เวลานานมากแต่จากผลการทดลองก็ยังแสดงว่าหัวเชื้อน้ำส้ม WK สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพน้ำหมักที่มีปริมาณกรดสูงขึ้นเรื่อยๆ ได้ ทั้งนี้อาศัยการสังเกตจากการเพิ่มปริมาณกรดขึ้นไปและการลดลงของปริมาณแอลกอฮอล์อย่างต่อเนื่อง

การปรับสภาพหัวเชื้อน้ำส้มสายชูให้สามารถหมักไวน์มะม่วง

ผลของการเพิ่มประสิทธิภาพการหมักน้ำส้มสายชูจากไวน์มะม่วงของหัวเชื้อน้ำส้ม WK แสดงในภาพที่ 8



ภาพที่ 8 ประสิทธิภาพการหมักน้ำส้มสายชูของหัวเชื้อ WK ในสภาพที่ไม่เพิ่มปริมาณแอลกอฮอล์ในน้ำหมักเป็นเวลา 30 วัน และในสภาพที่เพิ่มปริมาณแอลกอฮอล์เพิ่มขึ้นอีก 30 วันถัดไป

ในการเพิ่มประสิทธิภาพการหมักน้ำส้มสายชูของหัวเชื้อน้ำส้ม WK (ภาพที่ 8) พบว่า ในช่วง 30 วันแรกของการปรับสภาพการหมัก หัวเชื้อน้ำส้ม WK สามารถผลิตน้ำส้มสายชูได้ปริมาณกรดเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนสามารถได้ปริมาณกรด 7.4% ใน Cycle 7 ของการหมัก ขณะเดียวกันพบว่ารอบการหมักของการผลิตกรดอะซิติกอยู่ในช่วง 3 – 4 วัน อย่างไรก็ตามเมื่อเพิ่มปริมาณแอลกอฮอล์ให้สูงขึ้นในช่วงการหมักใน 30 วันถัดไป พบว่า เมื่อปริมาณแอลกอฮอล์เพิ่มสูงขึ้นกลับได้ปริมาณแอลกอฮอล์อยู่ในช่วง 4.5 – 5.5% ภายในระยะเวลาการหมัก 3 – 4 วัน ทั้งนี้แสดงว่าหัวเชื้อน้ำส้ม WK ได้ปรับสภาพเหมาะสมกับสภาพการหมักที่กำหนดไว้ตั้งแต่แรก คือ ปริมาณกรด 4.5% และปริมาณแอลกอฮอล์ 3.5% ซึ่งรวมแล้วมีความเข้มข้นทั้งหมด (Total concentration) เท่ากับ 8% นั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
83634

การหมักน้ำส้มสายชูจากไวน์มะม่วงในถังหมัก Stirred Tank Reactor

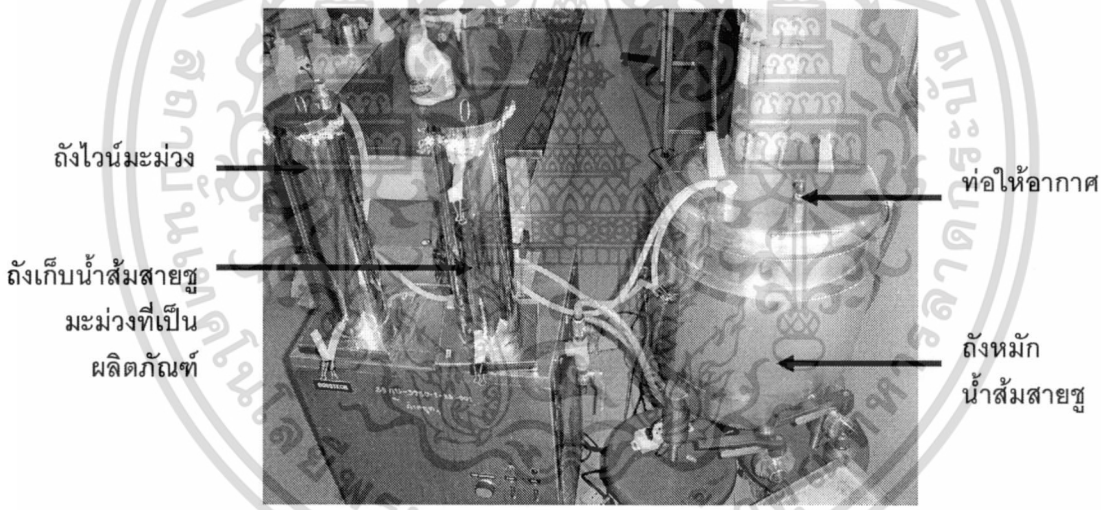
หัวเชื้อน้ำส้มสายชูที่ใช้

หัวเชื้อน้ำส้มสายชูที่ใช้ คือ หัวเชื้อน้ำส้ม WK ที่ผ่านการปรับสภาพจากการศึกษาที่ผ่านมา

การเตรียมการหมักน้ำส้มสายชูจากไวน์มะม่วง

ทำการหมักน้ำส้มสายชูจากไวน์มะม่วงในถังหมัก Stirred Tank Reactor (STR) ขนาด 50 ลิตร โดยใช้น้ำหมัก 20 ลิตร (ดังแสดงในภาพที่ 9) ทั้งนี้น้ำหมักประกอบด้วย ไวน์มะม่วงที่ปรับแอลกอฮอล์เท่ากับ 3.5% ปริมาณกรด 4.5% เติมยีสต์สกัด 1% $(NH_4)_2 SO_4$ 0.05% และ $MgSO_4.7H_2O$ 0.02% ถ่ายหัวเชื้อน้ำส้ม WK เท่ากับ 5% ทำการหมักที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส ติดตามการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด ปริมาณแอลกอฮอล์ และค่า pH

เมื่อปริมาณแอลกอฮอล์ในน้ำหมักลดลงถึงประมาณ 0.5% ให้ทำการเติมน้ำหมักใหม่เข้าไปในระบบและดำเนินการติดตามสภาพการหมักเช่นเดิม



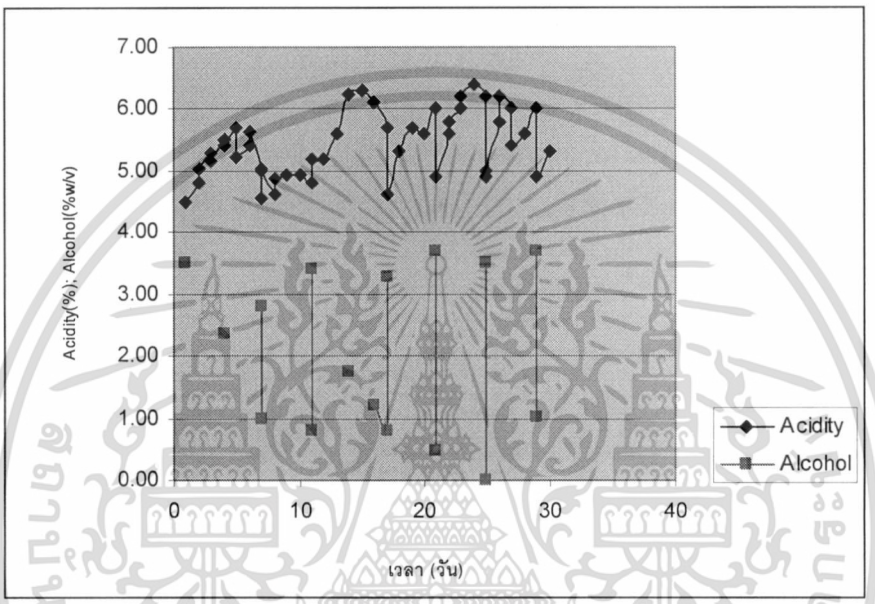
ภาพที่ 9 ลักษณะของถังหมัก Stirred Tank Reactor ที่ใช้ในการหมักน้ำส้มสายชูหมักจากไวน์มะม่วงด้วยหัวเชื้อน้ำส้ม WK ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส

ผลการทดลอง

จากการหมักน้ำส้มสายชูจากไวน์มะม่วงที่ทำการหมักในถังหมัก STR ดังแสดงในภาพที่ 9 นั้น เมื่อทำการหมักเป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่า สามารถดำเนินการหมักในลักษณะ Semi-continuous fermentation ได้ติดต่อกันประมาณ 6 Cycle ดังแสดงในภาพที่ 10 ทั้งนี้โดยอาศัยการเติมไวน์มะม่วงใหม่ 30% ขณะเดียวกันก็ดึงผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูออก 30% เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการติดตามการหมักใน Cycle 1 พบว่า หัวเชื้อน้ำส้ม WK สามารถปรับสภาพเพื่อเริ่มต้นการหมักได้ภายใน 7 วัน ซึ่งถือว่าหัวเชื้อน้ำส้ม WK มีประสิทธิภาพในการปรับตัวได้อยู่ในเกณฑ์ที่ดี เนื่องจากปกติแล้วหัวเชื้อน้ำส้มสายชูในเชิงการค้าจะใช้เวลาในการปรับตัวประมาณ 7 – 15 วัน สำหรับผลผลิตที่ได้จากการหมักอีก 5 Cycle ภายหลังจาก Cycle แรกได้ปริมาณกรดของน้ำส้มสายชูจากไวน์มะม่วงอยู่ระหว่าง 4.8 – 6.3% โดยแต่ละ Cycle ของการหมักภายในระยะเวลาการหมัก 3 – 4 วัน



ภาพที่ 10 การติดตามการหมักน้ำส้มสายชูจากไวน์มะม่วงด้วยหัวเชื้อน้ำส้ม WK โดยทำการหมักในถังหมัก Stirred Tank Reactor (STR) ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส

จากผลการหมักน้ำส้มสายชูจากไวน์มะม่วงด้วยหัวเชื้อน้ำส้ม WK ที่ได้ แสดงให้เห็นว่า มีความเป็นไปได้สูงในการผลิตน้ำส้มสายชูจากไวน์มะม่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหมักน้ำส้มสายชูจากไวน์มะม่วงในระบบการหมักแบบ Semi – continuous

หัวเชื้อน้ำส้มสายชูที่ใช้

หัวเชื้อน้ำส้มสายชูที่ใช้ คือ หัวเชื้อน้ำส้ม WK ที่ผ่านการปรับสภาพจากการศึกษาที่ผ่านมา

การเตรียมการหมักน้ำส้มสายชูจากไวน์มะม่วง

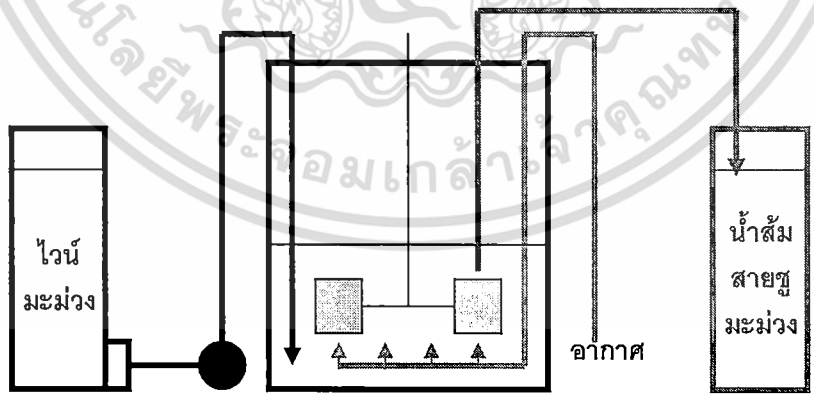
ทำการเตรียมการหมักน้ำส้มสายชูจากไวน์มะม่วงในถังหมัก STR ขนาด 50 ลิตร โดยใช้น้ำหมัก 20 ลิตร (ดังแสดงในภาพที่ 9) เช่นเดียวกับหัวข้อที่ผ่านมาโดยใช้น้ำหมักซึ่งประกอบด้วย ไวน์มะม่วงที่ปรับแอลกอฮอล์เท่ากับ 3.5% ปริมาณกรด 4.5% เติมยีสต์สกัด 1% $(NH_4)_2 SO_4$ 0.05% และ $MgSO_4.7H_2O$ 0.02% ถ่ายหัวเชื้อน้ำส้ม WK เท่ากับ 5% ทำการหมักที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส

การหมักน้ำส้มสายชูจากไวน์มะม่วงในลักษณะ Semi – continuous Fermentation

ดำเนินการหมักน้ำส้มสายชูจากไวน์มะม่วงด้วยหัวเชื้อน้ำส้ม WK ใน Cycle แรกจากขั้นตอนการเตรียมการหมักน้ำส้มสายชูจากไวน์มะม่วง เมื่อปริมาณแอลกอฮอล์ในน้ำหมักลดลงถึงประมาณ 0.5% ให้ทำการเติมน้ำหมักใหม่เข้าไปในระบบและดำเนินการศึกษาอัตราการแทนที่น้ำหมักในอัตรา 10% 20% 30% และ 40% ติดตามการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแอลกอฮอล์ ค่าความเป็นกรดในระหว่างการหมัก

ผลการทดลอง

ลักษณะการหมักแบบ Semi – continuous แสดงในภาพที่ 11 โดยการเริ่มต้นระบบจะต้องดำเนินการหมักน้ำส้มสายชูด้วยหัวเชื้อ WK ใน Cycle 1 ก่อนจนกระทั่งปริมาณแอลกอฮอล์ในน้ำหมักลดลงถึงประมาณ 0.5% ซึ่ง

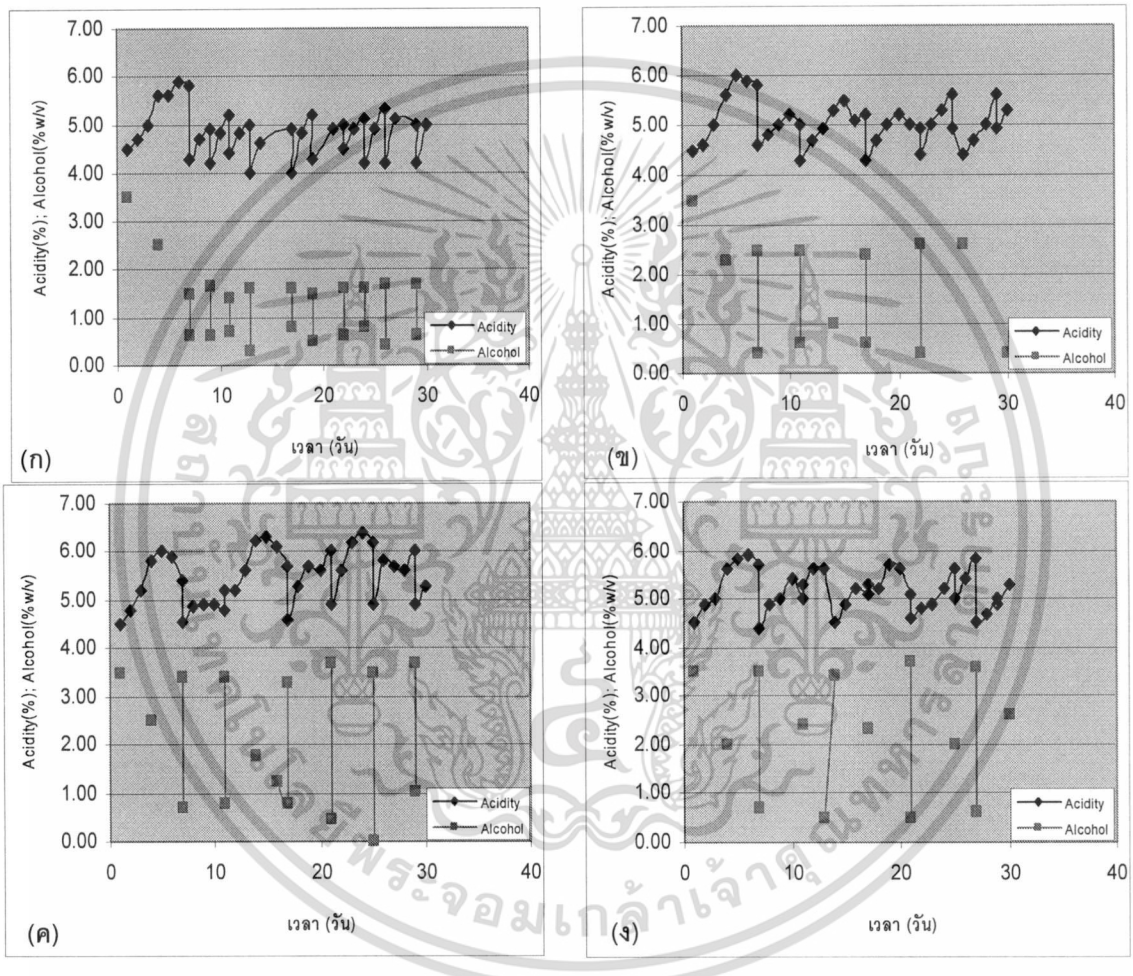


ภาพที่ 11 แผนภาพแสดงลักษณะการหมักน้ำส้มสายชูจากไวน์มะม่วงด้วยหัวเชื้อน้ำส้ม WK ในลักษณะ Semi – continuous Fermentation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงว่าหัวเชื้อน้ำส้ม WK สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพการหมักในถังหมัก STR ที่ใช้แล้ว จึงเริ่มต้นการให้น้ำไวน์มะม่วงใหม่เข้าไปในถังหมัก STR ขณะเดียวกันน้ำส้มสายชูที่อยู่ในถังหมัก STR ก็จะไหลออกจากถังหมัก STR ในอัตราที่เท่ากัน

ผลของอัตราการเติมน้ำไวน์มะม่วงใหม่เข้าถังหมัก STR ในการหมักแบบ Semi – continuous แสดงในภาพที่ 12



ภาพที่ 12 ผลของอัตราการเติมน้ำไวน์มะม่วงใหม่เข้าถังหมัก STR ในการหมักแบบ Semi – continuous: (ก) 10%; (ข) 20%; (ค) 30% และ (ง) 40% ของปริมาตรน้ำไวน์ที่ใช้

ใน 7 วันแรกของการหมักน้ำส้มสายชูจากไวน์มะม่วงด้วยหัวเชื้อน้ำส้ม WK ซึ่งเป็นช่วงที่หัวเชื้อน้ำส้ม WK ปรับสภาพกับการหมัก Batch ใหม่ พบว่า หัวเชื้อน้ำส้ม WK สามารถปรับตัวได้ในลักษณะเดียวกันดังแสดงในภาพที่ 12ก – 12ง แสดงว่า หัวเชื้อน้ำส้ม WK สามารถปรับตัวเข้ากับการหมักน้ำส้มสายชูจากไวน์มะม่วงได้ดีอย่างชัดเจน ดังนั้นในการเติมไวน์มะม่วงใหม่เพื่อติดตามประสิทธิภาพของการหมักในอัตรา 10% 20% 30% และ 40% ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาตรน้ำหมักทั้งหมดในถังหมัก STR จึงเริ่มต้นในวันที่ 7 ของการหมักซึ่งเป็นวันที่ปริมาณแอลกอฮอล์ลดลงเหลือประมาณ 0.3 – 0.7%

ในกรณีของการเติมไวน์มะม่วงใหม่เข้าไปในระบบในอัตรา 10% ของปริมาตรน้ำหมักทั้งหมด (ดังแสดงในภาพที่ 12ก) พบว่า สามารถดำเนินการหมักได้ประมาณ 9 Cycle ของการหมักภายใน 21 วัน ซึ่งใช้เวลาในการหมักเฉลี่ย 2.3 วัน ต่อ 1 Cycle ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณแอลกอฮอล์ที่เติมเข้าไปในระบบมีปริมาณที่ไม่มากนัก (ประมาณ 1.4 – 1.6%) ทำให้หัวเชื้อน้ำส้ม WK สามารถหมักแอลกอฮอล์ให้เป็นน้ำส้มสายชูได้อย่างรวดเร็ว แต่ข้อเสียของกรณีนี้ คือ ปริมาณกรดที่ได้จากการหมักมีปริมาณโดยเฉลี่ย 4.5 – 5.0% ในปริมาณ 2 ลิตร

กรณีการเติมไวน์มะม่วงใหม่เข้าไปในระบบในอัตรา 20% ของปริมาตรน้ำหมักทั้งหมด หรือ เท่ากับ 4 ลิตร (ดังแสดงในภาพที่ 12ข) พบว่า ปริมาณแอลกอฮอล์ใหม่ที่เติมเข้าไปในระบบประมาณ 2.5 – 2.7% ซึ่งส่งผลทำให้ปริมาณกรดที่ผลิตได้สูงขึ้นประมาณ 4.8 – 5.2% แต่สามารถผลิตได้เพียง 4 Cycle ภายใน 21 วัน ซึ่งคิดเป็นเวลาเฉลี่ยประมาณ 5.25 วัน ต่อ 1 Cycle

สำหรับกรณีการเติมไวน์มะม่วงใหม่เข้าไปในระบบในอัตรา 30% ของปริมาตรน้ำหมักทั้งหมด หรือ เท่ากับ 6 ลิตร(ดังแสดงในภาพที่ 12ค) พบว่า การหมักสามารถดำเนินได้อย่างดี ปริมาณกรดที่ได้เฉลี่ยประมาณ 5.5 - 6% ภายในระยะเวลาเฉลี่ยประมาณ 4.2 วันต่อ 1 Cycle อย่างไรก็ตามเมื่อเติมไวน์มะม่วงใหม่เข้าไปในระบบในอัตรา 40% ของปริมาตรน้ำหมักทั้งหมด หรือ เท่ากับ 8 ลิตร(ดังแสดงในภาพที่ 12ง) พบว่า ประสิทธิภาพของการหมักลดลงเนื่องจากเกิดการเจือจางของน้ำหมักมากจนเกินไป ถึงแม้ว่าปริมาณกรดที่ได้จะยังคงสูงเฉลี่ย 5.2 – 5.4% แต่ระยะเวลาในการหมักแต่ละ Cycle ของการหมักประมาณ 7 วัน

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าในการหมักน้ำส้มสายชูจากไวน์มะม่วงด้วยหัวเชื้อน้ำส้ม WK ในระบบการหมักแบบ Semi – continuous อัตราการเติมไวน์มะม่วงใหม่ 30% ในแต่ละ Cycle ของการหมักเป็นอัตราที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปรียบเทียบกลิ่นของน้ำส้มสายชูจากมะม่วงกับน้ำส้มสายชูที่นำเข้าจากต่างประเทศ

นำน้ำส้มสายชูมะม่วงที่ได้ไปผ่านขั้นตอนการกรองและทำการเปรียบเทียบกลิ่นและรสของน้ำส้มสายชูมะม่วงโดยอาศัยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทั้งนี้ทำการเปรียบเทียบกับกลิ่นของน้ำส้มสายชูที่นำเข้าจากต่างประเทศดังแสดงในภาพที่ 13

ภาพที่ 13 ตัวอย่างของน้ำส้มสายชูหมักที่นำเข้าจากต่างประเทศ

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสน้ำส้มสายชูหมัก

นำน้ำส้มสายชูมาเจือจางก่อนการทดสอบด้านประสาทสัมผัส โดยนำน้ำส้มสายชู 1% เจือจางด้วยน้ำ จากนั้นเติมเกลือ NaCl 1.5% เพื่อทำให้ความเป็นกรดของน้ำส้มสายชูนุ่มขึ้น

นำน้ำส้มสายชูที่เจือจางมาใส่แก้ว เพื่อสังเกตสี ดมกลิ่น และชิมรส ทั้งนี้ทำการทดสอบวันละ 3 ตัวอย่าง เนื่องจากผู้ชิมที่คุ้นเคยกับน้ำส้มสายชูสามารถปรับสภาพตัวเองได้โดยไม่เกิดอคติจากผลกระทบระหว่างตัวอย่างด้วยกัน

สำหรับรายละเอียดตัวอย่างน้ำส้มสายชูต่างประเทศที่ซื้อมาเพื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสแสดงอยู่ในตารางที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ตัวอย่างน้ำส้มสายชูจากต่างประเทศ ลักษณะปรากฏและผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ชนิด	ยี่ห้อ / Brand	ขนาด (มล.) & เปอร์เซนต์กรด	ประเทศ	ลักษณะปรากฏและผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส
Balsamic vinegar of Modena	Ortalli	250 มล. 6%	อิตาลี	- ส่วนประกอบ : Vinegar 60% น้ำองุ่น 38% - บรรจุในขวดทึบแสง ผลิตภัณฑ์สีเข้ม - กลิ่น: คล้ายไวน์ที่เกิดการ oxidized - สี : สีเข้มออกน้ำตาล - รส : เปรี้ยวอมหวาน ไม่ได้รับรสขององุ่น
Balsamic vinegar of Modena	Bertolli	250 มล. 6%	อิตาลี	- ส่วนประกอบ : ทำจากน้ำองุ่น 100% - บรรจุในขวดทึบแสง ผลิตภัณฑ์สีเข้ม - กลิ่น: คล้ายไวน์ที่เกิดการ oxidized - สี : สีเข้มออกน้ำตาล - รส : เปรี้ยวอมหวาน ไม่ได้รับรสขององุ่น
Balsamic vinegar of Modena	Filippo	250 มล. 6%	อิตาลี	- ส่วนประกอบ : ทำจากน้ำองุ่น - บรรจุในขวดทึบแสง ผลิตภัณฑ์สีเข้ม - กลิ่น: คล้ายไวน์ที่เกิดการ oxidized - สี : สีเข้มออกน้ำตาล - รส : เปรี้ยวอมหวาน ไม่ได้รับรสขององุ่น
Aceto Balsamico di Modena	Acetum	500 มล. 6%	อิตาลี	- บรรจุในขวดทึบแสง ผลิตภัณฑ์สีเข้ม - กลิ่น: กลิ่นเปรี้ยวอมหวาน - สี : สีเข้มออกน้ำตาล - รส : เปรี้ยวอมหวาน
Vinaigre Balsamique de Modene	Carrefour	500 กรัม 6%	ฝรั่งเศส	- บรรจุในขวดใส ผลิตภัณฑ์สีเข้มออกน้ำตาลผสมดำ - กลิ่น: เปรี้ยว - สี : สีเข้มออกน้ำตาลผสมดำ - รส : เปรี้ยว
Vinaigre Balsamique de Modene	Maille	500 มล. 6%	ฝรั่งเศส	- ส่วนประกอบ : ทำจากน้ำองุ่น - บรรจุในขวดทึบ ผลิตภัณฑ์สีเข้ม - กลิ่น: เปรี้ยว - สี : สีเข้มออกน้ำตาล - รส : เปรี้ยวอมหวาน ไม่ได้รับรสขององุ่น
Aceto Balsamico di Modena	De Nigris	250 มล. 6%	อิตาลี	- ส่วนประกอบ : ทำจากเหล้าองุ่น 40% น้ำองุ่น 50% - บรรจุในขวดทึบแสง ผลิตภัณฑ์สีเข้ม - กลิ่น: เปรี้ยวผสมไวน์ - สี : สีเข้มออกน้ำตาล - รส : เปรี้ยวอมหวาน ไม่ได้รับรสขององุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ชนิด	ยี่ห้อ / Brand	ขนาด (มล.) & เปอร์เซนต์กรด	ประเทศ	ลักษณะปรากฏและผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส
Aceto Balsamico di Modena	Monari Federzoni	500 มล. 6%	อิตาลี	- บรรจุในขวดเขียวทึบ ผลิตภัณฑ์สีเข้ม - กลิ่น: เปรี้ยว - สี : สีเข้มออกน้ำตาล - รส : เปรี้ยว
Balsamic Apple Cider Vinegar : I Frutta Ii Wine Vinegar	De Nigris	250 มล. 4%	อิตาลี	- บรรจุในขวดเขียวทึบ ผลิตภัณฑ์สีเข้ม - กลิ่น: เปรี้ยวผสมไวน์ - สี : สีเข้มออกน้ำตาล - รส : เปรี้ยว ไม่ได้รับรสขององุ่น
Heinz Salad Vinegar	Heinz	355 มล. 5%	สหรัฐอเมริกา	- บรรจุในขวดใส ผลิตภัณฑ์สีชา - กลิ่น: เปรี้ยว ไม่หอม - สี : สีน้ำตาลอ่อน - รส : เปรี้ยวอมหวาน
Heinz Courmet Malt Vinegar	Heinz	355 มล. 5%	สหรัฐอเมริกา	- บรรจุในขวดใส ผลิตภัณฑ์สีชาเข้มออกดำ - กลิ่น: เปรี้ยว ได้กลิ่นมอลท์ - สี : สีชาเข้มออกดำ - รส : เปรี้ยว
Vinagre de Jerez : Sherry Vinegar	Rioja Vina	375 มล. 7%	สเปน	- บรรจุในขวดสีน้ำตาลเข้ม ผลิตภัณฑ์สีชาเข้มออกดำ - กลิ่น: เปรี้ยว ไม่ได้กลิ่นเชอรี่ - สี : สีชาเข้มออกดำ - รส : เปรี้ยว
Vinaigre de vin Blanc (ไวน์ขาวกลิ่นวอลนัต)	Carrefour	500 กรัม 6%	ฝรั่งเศส	- บรรจุในขวดใส ผลิตภัณฑ์สีชาเข้ม - กลิ่น: เปรี้ยว - สี : สีชาเข้ม - รส : เปรี้ยว
Vinaigre de vin (ไวน์แดงและหอมแดง)	Carrefour	750 กรัม 6%	ฝรั่งเศส	- บรรจุในขวดใส ผลิตภัณฑ์สีแดงเข้ม - กลิ่น: เปรี้ยว ได้กลิ่นหอมเล็กน้อย - สี : สีแดงเข้ม - รส : เปรี้ยว
Vinaigre de vin Rouge (Red Wine Vinegar)	Carrefour	750 กรัม 7%	ฝรั่งเศส	- บรรจุในขวดใส ผลิตภัณฑ์สีแดง - กลิ่น: เปรี้ยวผสมกลิ่นไวน์เล็กน้อย - สี : สีแดง - รส : เปรี้ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ชนิด	ยี่ห้อ / Brand	ขนาด (มล.) & เปอร์เซนต์กรด	ประเทศ	ลักษณะปรากฏและผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส
Apple Vinegar	Rioja Vina	750 มล. 5%	สเปน	- บรรจุในขวดใส ผลิตภัณฑ์สีชา - กลิ่น: เปรี้ยว ไม่ได้กลิ่นแอปเปิ้ล - สี : สีชา - รส : เปรี้ยว ไม่ได้รสแอปเปิ้ล
Apple Cider Vinegar	SW	473 มล. 5%	สหรัฐอเมริกา	- บรรจุในขวดใส ผลิตภัณฑ์สีชาเข้ม - กลิ่น: เปรี้ยว ไม่ได้กลิ่นแอปเปิ้ล - สี : สีชาเข้ม - รส : เปรี้ยว ไม่ได้รสแอปเปิ้ล
Red Wine Vinegar	Bertolli	500 มล. 6%	อิตาลี	- บรรจุในขวดใส ผลิตภัณฑ์สีแดงเข้ม - กลิ่น: เปรี้ยวผสมไวน์ - สี : สีแดงเข้ม - รส : เปรี้ยว ไม่ได้รับรสขององุ่น
White Wine Vinegar	Carbonell	350 มล. 6%	สเปน	- บรรจุในขวดใส ผลิตภัณฑ์สีชาเข้ม - กลิ่น: เปรี้ยวผสมไวน์ - สี : สีชาเข้ม - รส : เปรี้ยว ไม่ได้รับรสขององุ่น
Mango Vinegar	Kaesad	500 มล. 5.8%	สจล,	- บรรจุในขวดใส ทรงสูง ผลิตภัณฑ์สีชาอ่อน - กลิ่น: เปรี้ยว - สี : สีชาอ่อน - รส : เปรี้ยว ได้รับรสของมะม่วงช่วงปลายการชิม

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำส้มสายชูมะม่วงแสดงดังตารางที่ 2 ซึ่งมีลักษณะดังนี้

- กลิ่น: เปรี้ยว
- สี : สีชาอ่อน
- รส : เปรี้ยว ได้รับรสของมะม่วงช่วงปลายการชิม

อนึ่งลักษณะของน้ำส้มสายชูจากมะม่วงที่ผลิตได้แสดงในภาพที่ 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 14 ลักษณะของน้ำส้มสายชูมะม่วงที่ได้จากการวิจัยโดยเปรียบเทียบกับไวน์มะม่วง (ขวดซ้ายมือ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติต้านอนุมูลอิสระ DPPH ในน้ำส้มสายชูหมักจากไวน์มะม่วง

เนื่องจากสมบัติต้านอนุมูลอิสระในผลิตภัณฑ์เป็นสิ่งที่สำคัญสำหรับสุขภาพของผู้บริโภค ดังนั้นการวิเคราะห์หาสมบัติต้านอนุมูลอิสระ DPPH ในน้ำส้มสายชูหมักจะเป็นสิ่งชี้บ่งคุณค่าของน้ำส้มสายชูหมักเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามสมบัติต้านอนุมูลอิสระมักจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด ในการศึกษานี้จึงทำการวิเคราะห์หาทั้งปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติต้านอนุมูลอิสระ DPPH ในน้ำส้มสายชูหมักจากไวน์มะม่วง

การวิเคราะห์หาปริมาณสารโพลีฟีนอลทั้งหมดและความสามารถในการต่อต้านอนุมูลอิสระ

การวิเคราะห์หาปริมาณสารโพลีฟีนอลทั้งหมด (ซึ่งเป็นดัชนีบ่งชี้ถึงความสามารถในการต่อต้านอนุมูลอิสระ) อาศัยวิธีการของ Singleton and Rossi (1965) โดยอาศัยการเปรียบเทียบกับกรดแกลลิค และการวิเคราะห์ความสามารถในการต่อต้านอนุมูลอิสระ (Free radical scavenging capacity) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของตัวอย่าง อาศัยวิธี DPPH free radical scavenging assay (Brand – Williams *et.al.*,1995) โดยเปรียบเทียบกับวิตามินซีซึ่งเป็นสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันมาตรฐาน

(Brand – Williams, W., Cuvelier, M.E. and Berset, C.1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensm. Wiss. Tech. 28 : 25-30.; Singleton, V.L. and Rossi, Jr. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. Am.J.Enol.Vitic. 76 : 270 – 276.)

สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (Free radical scavenging capacity) ประกอบด้วย

- Ethanol 95%
- 2,2 – Diphenyl – 1 – picrylhydrazyl (DPPH) Sigma Chemical, USA
- DL – alpha – tocopherol Sigma Chemical, USA

สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด (Total polyphenol contents) ประกอบด้วย

- Ethanol
- Sodium carbonate Merck, Germany
- Folin – Ciocalteau Carlo, Italy
- Gallic acid Fluka, Switzerland

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อุปกรณ์เครื่องแก้ว
- เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (UV – VIS Spectrophotometer) Shimadzu, Japan

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ ประกอบด้วย

- ไวน์มะม่วงหรือไวน์เนื้อมะม่วงที่หมักจากเชื้อยีสต์ M30
- น้ำส้มสายชูหมักจากไวน์มะม่วงซึ่งหมักด้วยหัวเชื้อน้ำส้ม WK

ผลการทดลอง

ผลของการวิเคราะห์ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติต้านอนุมูลอิสระ DPPH ในไวน์มะม่วงและน้ำส้มสายชูหมักจากไวน์มะม่วงแสดงอยู่ในตารางที่ 3 ซึ่งพบว่าปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติต้านอนุมูลอิสระ DPPH ในไวน์มะม่วงมีค่ามากกว่าที่พบในน้ำส้มสายชูหมัก ทั้งนี้เนื่องจากในกระบวนการหมักน้ำส้มสายชูจากไวน์มะม่วงนั้นไม่ได้ใช้ไวน์มะม่วงอย่างเดียว แต่มีการเติมน้ำเพื่อปรับความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในไวน์มะม่วงด้วยจึงเปรียบเสมือนการทำการเจือจางไวน์มะม่วงด้วย

ตารางที่ 3 ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติต้านอนุมูลอิสระ DPPH ในไวน์มะม่วงและน้ำส้มสายชูหมักจากไวน์มะม่วง

ตัวอย่าง	ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด (ไมโครกรัม / มิลลิลิตร)	สมบัติต้านอนุมูลอิสระ (ไมโครกรัมสมมูลย์ของกรดแอสคอร์บิก/มิลลิลิตร)
ไวน์มะม่วง	289	50.6
น้ำส้มสายชูหมักจากไวน์มะม่วง	158	35.4

จากผลการทดลองที่ได้สามารถสรุปได้ว่าสมบัติต้านอนุมูลอิสระ DPPH ที่พบในน้ำส้มสายชูหมักจากไวน์มะม่วงน่าจะเป็นผลมาจากไวน์มะม่วง อีกทั้งสมบัติต้านอนุมูลอิสระ DPPH มีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณภาพของน้ำส้มสายชูหมักจากไวน์มะม่วงด้วยหัวเชื้อน้ำส้ม WK

ตัวอย่างน้ำส้มสายชูมะม่วงจำนวน 2 ตัวอย่างซึ่งได้จากการหมักน้ำส้มสายชูด้วยหัวเชื้อน้ำส้ม WK จากไวน์มะม่วงต่าง Batch การผลิต ทั้งนี้เพื่อยืนยันความสามารถในการผลิตน้ำส้มสายชูจากกระบวนการหมักในถังหมัก Stirred Tank Reactor

ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำส้มสายชูมะม่วงจากห้องปฏิบัติการกลางตรวจสอบผลิตภัณฑ์เกษตรและอาหาร แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์น้ำส้มสายชูมะม่วงจากห้องปฏิบัติการกลางตรวจสอบผลิตภัณฑ์เกษตรและอาหาร

รายการทดสอบ	น้ำส้มสายชู ตัวอย่างที่ 1	น้ำส้มสายชู ตัวอย่างที่ 2	มาตรฐาน*
Total acidity as acetic acid (g/100ml)	5.58	5.82	มีกรดน้ำส้มไม่น้อยกว่า 4g/100ml
L-ascorbic acid (g/100ml)	0.84	2.14	〈400 mg/kg
Free mineral acid	Not detected	Not detected	
Sulfur dioxide (mg/L)	〈10	〈10	〈70 mg/kg
Ethyl alcohol (%v/v)	Not detected	2.01	〈0.5%
Methyl alcohol (%v/v)	Not detected	Not detected	
Arsenic (As) (mg/kg)	Not detected	Not detected	〈1 mg/kg
Lead (Pb) (mg/kg)	〈0.075	Not detected	〈1 mg/kg
Copper (Cu) (mg/kg)	〈1.000	〈1.000	〈10 mg/kg
Zinc (Zn) (mg/kg)	7.019	1.056	〈10 mg/kg
Iron (Fe) (mg/kg)	45.681	Not detected	〈10 mg/kg

* มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม น้ำส้มสายชู มอก. 83 – 2527 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, /2527)

จากผลการวิเคราะห์ที่แสดงในตารางที่ 4 ในน้ำส้มสายชูมะม่วงตัวอย่างที่ 1 พบปริมาณ L – ascorbic acid และแร่ธาตุเหล็ก สูงกว่ามาตรฐาน ในขณะที่น้ำส้มสายชูมะม่วงตัวอย่างที่ 2 มีปริมาณ L – ascorbic acid สูงกว่ามาตรฐานเช่นกัน อีกทั้งยังมีปริมาณ Ethyl alcohol เหลืออยู่เกินมาตรฐาน แสดงว่าในตัวอย่างที่ 2 ยังคงสามารถดำเนินการหมักเพื่อให้ได้ปริมาณกรดเพิ่มขึ้นได้อีก

จากปริมาณ L – ascorbic acid ที่พบมากเกินปริมาณที่กำหนด เนื่องมาจากปริมาณ L – ascorbic acid ที่มีอยู่ในมะม่วงน้ำดอกไม้ที่เป็นวัตถุดิบนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้แล้วในน้ำส้มสายชูมะม่วงทั้งสองชนิดยังตรวจไม่พบ Methyl alcohol ซึ่งแสดงว่าน้ำส้มสายชูที่ผลิตได้ยังคงมีความปลอดภัย

อนึ่งใบรายงานผลการวิเคราะห์แสดงอยู่ในภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

- การหมักไวน์เนื้อมะม่วงและไวน์เปลือกมะม่วงเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตน้ำส้มสายชูหมัก พบว่า ปริมาณแอลกอฮอล์ที่ได้จากไวน์เนื้อมะม่วงให้ผลที่ดีกว่าไวน์เปลือกมะม่วง โดยไวน์เนื้อมะม่วงมีปริมาณแอลกอฮอล์เท่ากับ 12.6% ในขณะที่ไวน์เปลือกมะม่วงมีปริมาณแอลกอฮอล์เท่ากับ 8.2% แต่เมื่อพิจารณาลักษณะปรากฏของน้ำไวน์ที่ได้ น้ำไวน์จากเนื้อมะม่วงให้ลักษณะปรากฏโดยเฉพาะสีและกลิ่นที่ดีกว่าน้ำไวน์จากเปลือกมะม่วง ดังนั้นไวน์เนื้อมะม่วงจึงมีความเหมาะสมในการนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำส้มสายชูหมักที่ดีกว่าไวน์เปลือกมะม่วง
- การปรับสภาพหัวเชื้อน้ำส้ม WK ในระยะเวลา 3 เดือน สามารถทำให้หัวเชื้อน้ำส้ม WK สามารถทนกรดได้สูงและเมื่อนำมาพัฒนาประสิทธิภาพการหมักน้ำส้มสายชูในระยะเวลา 2 เดือน พบว่าสภาพที่เหมาะสมในการหมักน้ำส้มสายชูของหัวเชื้อน้ำส้ม WK ประกอบด้วย ปริมาณกรด 4.5% และปริมาณแอลกอฮอล์ 3.5% หรือปริมาณความเข้มข้นทั้งหมด (Total concentration) เท่ากับ 8 โดยสามารถผลิตกรดได้ Cycle ละ 3 - 4 วัน
- การหมักน้ำส้มสายชูจากไวน์มะม่วงเป็นเวลา 30 วัน ในถังหมัก Stirred Tank Reactor ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส หัวเชื้อน้ำส้ม WK สามารถปรับสภาพเพื่อเริ่มต้นการหมักใน Cycle แรกได้ภายใน 7 วัน ส่วนผลผลิตที่ได้จากการหมักใน 5 Cycle ต่อมา ได้ปริมาณกรดของน้ำส้มสายชูจากไวน์มะม่วงอยู่ระหว่าง 4.8 – 6.3% โดยใช้เวลาในแต่ละ Cycle ประมาณ 3 – 4 วัน
- การหมักน้ำส้มสายชูจากไวน์มะม่วงด้วยหัวเชื้อน้ำส้ม WK ในระบบการหมักแบบ Semi – continuous อัตราการเติมไวน์มะม่วงใหม่ 30% ในแต่ละ Cycle ของการหมักเป็นอัตราที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากการหมักสามารถดำเนินได้อย่างดี ปริมาณกรดที่ได้เฉลี่ยประมาณ 5.5 - 6% ภายในระยะเวลาเฉลี่ยประมาณ 4.2 วันต่อ 1 Cycle
- ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำส้มสายชูมะม่วง พบว่า ยังคงมีกลิ่นของมะม่วงช่วงปลายการชิม
- ในไวน์มะม่วงและน้ำส้มสายชูจากไวน์มะม่วงมีปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติต้านอนุมูลอิสระ DPPH ในระดับที่สูงพอสมควร แต่ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดและสมบัติต้านอนุมูลอิสระ DPPH ที่พบในไวน์มะม่วงจะมีมากกว่าที่พบในน้ำส้มสายชูจากไวน์มะม่วง นอกจากนี้สมบัติต้านอนุมูลอิสระ DPPH ในทั้งไวน์มะม่วงและน้ำส้มสายชูจากไวน์มะม่วงมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดที่พบในไวน์มะม่วงและน้ำส้มสายชูจากไวน์มะม่วงด้วย
- ผลการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำส้มสายชูมะม่วงที่ผลิตจากห้องปฏิบัติการตรวจสอบผลิตภัณฑ์เกษตรและอาหาร พบว่า น้ำส้มสายชูมะม่วงมีปริมาณกรดในรูปของกรดอะซิติกเฉลี่ย 5.7% แต่ยังคงมีปริมาณ L – ascorbic acid สูงกว่ามาตรฐาน โลหะหนักส่วนใหญ่อยู่เกณฑ์มาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

- ใบรายงานผลการทดสอบน้ำส้มสายชูมะม่วง ตัวอย่างที่ 1 ห้องปฏิบัติการกลางตรวจสอบผลิตภัณฑ์เกษตรและอาหาร

ห้องปฏิบัติการกลางตรวจสอบผลิตภัณฑ์เกษตรและอาหาร
Laboratory Center for Food and Agricultural Products : LCFA
สำนักงานใหญ่และสาขากรุงเทพฯ : 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 ประเทศไทย
Head Office & Bangkok Branch : 50 Phaholyothin Road, Ladyao, Jatujak, Bangkok 10900 Thailand
Tel : (662) 940 6881-3, (662) 940 5993 Fax : (662) 940 6668 (Office), (662) 579 4895 (Lab)
http://www.foodsafety-lcfa.com E-mail:center@foodsafety-lcfa.com

วันที่ออก : 27 สิงหาคม 2550
เลขที่รายงาน : TR 50/14564
หน้า : 1/2

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
รายละเอียดตัวอย่าง	น้ำส้มสายชู ตัวอย่าง 1
รหัสตัวอย่าง	50/36573
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ตัวอย่างบรรจุในขวดพลาสติก เก็บที่อุณหภูมิห้อง ปริมาตร 1.25 ลิตร จำนวน 1 ขวด สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	14 สิงหาคม 2550
วันที่ทดสอบ	16 - 24 สิงหาคม 2550

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	วิธีทดสอบอ้างอิง
Total acidity as acetic acid	5.58	g/100mL	In house method based on AOAC (2000), 942.15
L-ascorbic acid	0.84	g/100mL	Compendium of methods for food analysis (2003), P2-112 to 2-114
Free mineral acid	Not Detected	-	In house method based on TIS. 83-2527
Sulfur dioxide	<10	mg/L	AOAC (2000), 990.28
Ethyl alcohol	Not Detected	%(v/v)	In house method based on AOAC (2000), 983.13
Methyl alcohol	Not Detected	%(v/v)	

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น
รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ
FM-QP-24-01-001-R01(09/11/47)P1/2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใบรายงานผลการทดสอบน้ำส้มสายชูมะม่วง ตัวอย่างที่ 1 ห้องปฏิบัติการกลางตรวจสอบผลิตภัณฑ์เกษตรและอาหาร (ต่อ)

3/7

ห้องปฏิบัติการกลางตรวจสอบผลิตภัณฑ์เกษตรและอาหาร
Laboratory Center for Food and Agricultural Products : LCFA
สำนักงานใหญ่และสาขากรุงเทพฯ : 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 ประเทศไทย
Head Office & Bangkok Branch : 50 Phaholyothin Road, Ladyao, Jatujak, Bangkok 10900 Thailand
Tel : (662) 940 6881-3, (662) 940 5993 Fax : (662) 940 6668 (Office), (662) 579 4895 (Lab)
http://www.foodsafety-lcfa.com E-mail:center@foodsafety-lcfa.com
LCFA

วันที่ออก : 27 สิงหาคม 2550
เลขที่รายงาน : TR 50/14564
หน้า : 2 / 2

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	วิธีทดสอบอ้างอิง
Arsenic (As)	Not Detected	mg/kg	In house method based on AOAC (2000), by ICP-MS
Lead (Pb)	<0.075	mg/kg	
Copper (Cu)	<1.000	mg/kg	In house method based on AOAC (2000), by ICP-OES
Zinc (Zn)	7.019	mg/kg	
Iron (Fe)	45.681	mg/kg	

หมายเหตุ : LOD (Limit of Detection) for As = 0.145 mg/kg

อนุมัติผลโดย
(นางอารมย์ แสงวนิชย์)
ผู้จัดการห้องปฏิบัติการ
สาขา กรุงเทพฯ

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น
รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเผยแพร่เพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ
FM-QP-24-01-001-R01(09/11/47)P2/2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใบรายงานผลการทดสอบน้ำส้มสายชูมะม่วง ตัวอย่างที่ 2 ห้องปฏิบัติการกลางตรวจสอบผลิตภัณฑ์เกษตรและอาหาร

ห้องปฏิบัติการกลางตรวจสอบผลิตภัณฑ์เกษตรและอาหาร
Laboratory Center for Food and Agricultural Products : LCFA
สำนักงานใหญ่และสาขากรุงเทพฯ : 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 ประเทศไทย
Head Office & Bangkok Branch : 50 Phaholyothin Road, Ladyao, Jatujak, Bangkok 10900 Thailand
Tel : (662) 9406881-3, (662) 9405993 Fax : (662) 9406668 (Office), (662) 5794895 (Lab)
http://www.foodsafety-lcfa.com E-mail:center@foodsafety-lcfa.com
LCFA

วันที่ออก.: 27 สิงหาคม 2550
เลขที่รายงาน : TR 50/14565
หน้า : 1/2

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
รายละเอียดตัวอย่าง	น้ำส้มสายชู ตัวอย่าง 2
รหัสตัวอย่าง	50/36574
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ตัวอย่างบรรจุในขวดพลาสติก เก็บที่อุณหภูมิห้อง ปริมาตร 1.5 ลิตร จำนวน 1 ขวด สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	14 สิงหาคม 2550
วันที่ทดสอบ	16 - 24 สิงหาคม 2550

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	วิธีทดสอบอ้างอิง
Total acidity as acetic acid	5.82	g/100mL	In house method based on AOAC (2000), 942.15
L-ascorbic acid	2.14	g/100mL	Compendium of methods for food analysis (2003), P2-112 to 2-114
Free mineral acid	Not Detected	-	In house method based on TIS. 83-2527
Sulfur dioxide	<10	mg/L	AOAC (2000), 990.28
Ethyl alcohol	2.01	%(v/v)	In house method based on AOAC (2000), 983.13
Methyl alcohol	Not Detected	%(v/v)	

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น
รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ
FM-QP-24-01-001-R01(09/11/47)P1/2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใบรายงานผลการทดสอบน้ำส้มสายชูมะม่วง ตัวอย่างที่ 2 ห้องปฏิบัติการกลางตรวจสอบผลิตภัณฑ์เกษตรและอาหาร (ต่อ)

5/2

ห้องปฏิบัติการกลางตรวจสอบผลิตภัณฑ์เกษตรและอาหาร
Laboratory Center for Food and Agricultural Products : LCFA
สำนักงานใหญ่และสาขากรุงเทพฯ : 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 ประเทศไทย
Head Office & Bangkok Branch : 50 Phaholyothin Road, Ladyao, Jatujak, Bangkok 10900 Thailand
Tel : (662) 940 6881-3, (662) 940 5993 Fax : (662) 940 6668 (Office), (662) 579 4895 (Lab)
http://www.foodsafety-lcfa.com E-mail:center@foodsafety-lcfa.com

LCFA

วันที่ออก : 27 สิงหาคม 2550
เลขที่รายงาน : TR 50/14565
หน้า : 2 / 2

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	วิธีทดสอบอ้างอิง
Arsenic (As)	Not Detected	mg/kg	In house method based on AOAC (2000), by ICP-MS
Lead (Pb)	Not Detected	mg/kg	
Copper (Cu)	<1.000	mg/kg	In house method based on AOAC (2000), by ICP-OES
Zinc (Zn)	1.056	mg/kg	
Iron (Fe)	Not Detected	mg/kg	

หมายเหตุ : LOD (Limit of Detection) for As = 0.145 mg/kg, Pb = 0.040 mg/kg, Fe = 0.650 mg/kg

อนุมัติผลโดย
(นางสาวนิภา แสงวนิชย์)
ผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
CERTIFIED
สาขา กรุงเทพฯ

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น
รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ
FM-QP-24-01-001-R01(09/11/47)P2/2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใบรายงานผลการทดสอบไวน์เปลือกมะม่วง (ไวน์ตัวอย่างที่ 1) ห้องปฏิบัติการกลางตรวจสอบผลิตภัณฑ์เกษตรและอาหาร

ห้องปฏิบัติการกลางตรวจสอบผลิตภัณฑ์เกษตรและอาหาร
Laboratory Center for Food and Agricultural Products : LCFA
สำนักงานใหญ่และสาขากรุงเทพฯ : 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 ประเทศไทย
Head Office & Bangkok Branch : 50 Phaholyothin Road, Ladyao, Jatujak, Bangkok 10900 Thailand
Tel : (662) 9406881-3, (662) 9405993 Fax : (662) 9406668 (Office), (662) 5794895 (Lab)
http://www.foodsafety-lcfa.com E-mail:center@foodsafety-lcfa.com

วันที่ออก : 27 สิงหาคม 2550
เลขที่รายงาน : TR-50/14566
หน้า : 1 / 1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
รายละเอียดตัวอย่าง	ไวน์ ตัวอย่าง 1
รหัสตัวอย่าง	50/36575
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ตัวอย่างบรรจุในขวดพลาสติก เก็บที่อุณหภูมิห้อง ปริมาตร 350 มิลลิลิตร จำนวน 1 ขวด สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	14 สิงหาคม 2550
วันที่ทดสอบ	21 - 23 สิงหาคม 2550

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	วิธีทดสอบอ้างอิง
Ethyl alcohol	8.76	%(v/v)	In house method based on AOAC (2000), 983.13
Methyl alcohol	Not Detected	%(v/v)	

(นางสาวนิตยา เกษวานิชย์)
ผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
CERTIFIED

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น
รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ
FM-QP-24-01-001-R01(09/11/47)P1/1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใบรายงานผลการทดสอบไวน์เนื้อมะม่วง (ไวน์ตัวอย่างที่ 2) ห้องปฏิบัติการกลางตรวจสอบผลิตภัณฑ์เกษตรและอาหาร

ห้องปฏิบัติการกลางตรวจสอบผลิตภัณฑ์เกษตรและอาหาร
Laboratory Center for Food and Agricultural Products : LCFA
สำนักงานใหญ่และสาขากรุงเทพฯ : 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 ประเทศไทย
Head Office & Bangkok Branch : 50 Phaholyothin Road, Ladyao, Jatujak, Bangkok 10900 Thailand
Tel : (662) 940 6881-3, (662) 940 5993 Fax : (662) 940 6668 (Office), (662) 579 4895 (Lab)
http://www.foodsafety-lcfa.com E-mail: center@foodsafety-lcfa.com

วันที่ออก : 27 สิงหาคม 2550
เลขที่รายงาน : TR 50/14567
หน้า : 1 / 1

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
รายละเอียดตัวอย่าง	ไวน์ ตัวอย่าง 2
รหัสตัวอย่าง	50/36576
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ตัวอย่างบรรจุในขวดพลาสติก เก็บที่อุณหภูมิห้อง ปริมาตร 350 มิลลิลิตร จำนวน 1 ขวด สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	14 สิงหาคม 2550
วันที่ทดสอบ	21 - 23 สิงหาคม 2550

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	วิธีทดสอบอ้างอิง
Ethyl alcohol	13.04	%(v/v)	In house method based on AOAC (2000), 983.13
Methyl alcohol	Not Detected	%(v/v)	

อนุมัติผลโดย

(นางอารมย์ แสงวนิชย์)
ผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการ
สาขา กรุงเทพฯ

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น
รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ
FM-QP-24-01-001-R01(09/11/47)P1/1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้