

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาปริมาณแอลกอฮอล์ในไวน์ส้มแขก

(Study on alcohol in Garcinia wine)



โดย

นางสาวกรวิกา หาญกิตติชัย

ฟพ,
ก 152 ก
2542

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน.....36251

วัน, เดือน, ปี.....20 ก.ค. 2543

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2542

ชื่อเรื่อง การศึกษาปริมาณแอลกอฮอล์ในไวน์ส้มแขก

Study on alcohol content in Garcinia wine

ชื่อ-สกุล นาวสาวกรวิกา หาญกิตติชัย

สาขาวิชา อุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชา วิศวกรรมเกษตร

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ชุตินา สังข์พาลี

บทคัดย่อ

ส้มแขกเป็นพืชพื้นเมืองทางภาคใต้ของประเทศไทย มีสาร HCA (Hydroxycitric acid) เป็นส่วนประกอบที่สำคัญ ซึ่งสารชนิดนี้มีคุณสมบัติพิเศษสามารถลดไขมันและลดน้ำหนัก โดยไปยับยั้งการสะสมไขมันในร่างกาย เร่งการเผาผลาญไขมันในร่างกายที่สะสมไว้ เพิ่มการสร้างพลังงานสะสมในตับและกล้ามเนื้อในรูปของไกลโคเจนซึ่งไม่มีผลทำให้อ้วน และร่างกายไม่ขาดพลังงานสำรอง ดังนั้นผลส้มแขกจึงเหมาะที่จะนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ลดน้ำหนักได้ดีรวมถึงเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ประเภทไวน์ได้ ซึ่งการทดลองนี้ได้ทำการศึกษาสภาวะต่างๆ ที่เหมาะสมสำหรับการหมักไวน์ส้มแขก ได้แก่ อัตราส่วนน้ำส้มแขกต่อน้ำที่เหมาะสมในการหมักไวน์ส้มแขก โดยแปรความเข้มข้นของอัตราส่วนน้ำส้มแขกต่อน้ำที่ 4 ระดับคือ 100:0, 75:25, 50:50, และ 25:75 และได้ทำการศึกษาปริมาณความหวานเริ่มต้นในการหมักไวน์ส้มแขก โดยแปรปริมาณความหวานเริ่มต้นแตกต่างกัน 4 ระดับคือ 10, 15, 20 และ 25°Brix ใช้เวลาในการหมัก 6 วัน โดยเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* จากนั้นทำการทดสอบการยอมรับต่อสี กลิ่น รส และปริมาณแอลกอฮอล์ที่ผู้บริโภคยอมรับได้มากที่สุด โดยใช้ผู้ชิมทดสอบจำนวน 10 คน จากการหมักได้มีการตรวจสอบทางเคมีและทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส พบว่าอัตราส่วนน้ำส้มแขกต่อน้ำที่เหมาะสมสำหรับการหมักไวน์ส้มแขกได้แก่ 50:50 ทำให้ได้ไวน์ส้มแขกที่มีกลิ่นรสดีเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด (5.3%) โดยใช้ปริมาณความหวานเริ่มต้นที่ 20°Brix ซึ่งมีกลิ่นรสและปริมาณแอลกอฮอล์ที่ผู้บริโภคยอมรับได้มากที่สุดเท่ากับ 3.45% โดยใช้เวลาในการหมัก 6 วัน ซึ่งผลจากการเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดลองนี้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไวน์ส้มแขกต่อไปได้ ซึ่งหากต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณแอลกอฮอล์สูงขึ้นก็สามารถทำได้โดยเพิ่มจำนวนวันหมักให้มากขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงด้วยดีด้วยความช่วยเหลือจาก อาจารย์ชุตติมา สังข์พาลี อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยดีตลอดระยะเวลาในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ นอกจากนี้ยังได้รับการอำนวยความสะดวกในด้านอื่นๆ จากเจ้าหน้าที่ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร รวมทั้งความช่วยเหลือจากเพื่อนๆ และน้องๆ ในการทำการทดลอง ซึ่งทำให้การทดลองมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น จึงขอขอบพระคุณทุกท่านที่กล่าวมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่เคหะกิจการเกษตร จังหวัดนครราชสีมา ที่ให้ความอนุเคราะห์ผลส้มแขก ในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้

ความดีของปัญหาพิเศษในครั้งนี้ขอมอบให้กับ บิดา มารดา พี่ๆ ที่ให้การสนับสนุนทุนทรัพย์และกำลังใจ รวมทั้งครู อาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน

กรวิกา หาญกิตติชัย

มีนาคม 2543

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษ.....	ก
กิตติกรรมประกาศ.....	ข
สารบัญ.....	ค
สารบัญตาราง.....	ง
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่	
1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของปัญหาพิเศษ.....	2
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตของปัญหา.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 สัมแขก.....	3
2.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์.....	3
2.3 คุณค่าทางโภชนาการ.....	4
2.4 การแปรรูปผลิตภัณฑ์จากผลส้มแขก.....	4
2.5 ไวน์.....	5
3 วัสดุอุปกรณ์สารเคมีและวิธีการดำเนินงาน	13
3.1 วัสดุ.....	13
3.2 อุปกรณ์.....	14
3.3 สารเคมี.....	14
3.4 วิธีการดำเนินงาน.....	14
4. ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล.....	21
5. สรุปและข้อเสนอแนะ.....	32
บรรณานุกรม.....	35
ภาคผนวก ก.....	37
ภาคผนวก ข.....	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตเดินทางไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ค.....	41
ภาคผนวก ง.....	43



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ขั้นตอนการผลิตไวน์.....	12
2 ผลส้มแขกที่ใช้ในการหมักไวน์ส้มแขก.....	15
3 เชื้อยีสต์ <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ที่ใช้ในการหมักไวน์.....	16
4 ขั้นตอนการผลิตไวน์ส้มแขก.....	20
5 ปริมาณแอลกอฮอล์ในน้ำหมักที่อัตราส่วนต่าง ๆ.....	23
6 ปริมาณกรดทั้งหมดในน้ำหมักที่อัตราส่วนต่าง ๆ.....	26
7 ปริมาณแอลกอฮอล์ที่ความหวานเริ่มต้นระดับต่าง ๆ.....	28
6 ปริมาณกรดทั้งหมดที่ความหวานเริ่มต้นระดับต่าง ๆ.....	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ส้มแขกเป็นพืชพื้นเมืองในสี่จังหวัดภาคใต้ (นราธิวาส ปัตตานี ยะลา สงขลา) มีชื่อเรียกแตกต่างกันไปในแต่ละท้องถิ่น เช่น ส้มแขกควาย ลูกวา ลูกกะวา มะขามแขก หรือที่เรียกในภาษามลายูท้องถิ่นว่า กลูโฆ ส้มแขกอยู่ในวงศ์เดียวกับมังคุด คือ วงศ์ Guttiferae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Garcinia atroviridis* Griff ผลส้มแขกมีส่วนประกอบที่สำคัญได้แก่ HCA (Hydroxycitric acid) ซึ่งสารชนิดนี้ให้รสเปรี้ยวและมีคุณสมบัติพิเศษคือสามารถลดไขมันและลดน้ำหนักโดยไปยับยั้งการสะสมไขมันในร่างกาย ช่วยเร่งการเผาผลาญไขมันที่ร่างกายสะสมไว้ เพิ่มการสร้างพลังงานสะสมในตับและกล้ามเนื้อในรูปของไกลโคเจน ซึ่งไม่มีผลทำให้อ้วนและร่างกายไม่ขาดพลังงานสำรอง (ตุลา ธีรชุตติมานันท์ และคณะ, 2541:24)

จากคุณสมบัติของส้มแขกปัจจุบันได้มีการนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ลดน้ำหนัก ลูกอม ส้มแขก ส้มแขกแก้ว น้ำส้มแขกคั้น น้ำส้มแขกเข้มข้น เป็นต้น เนื่องจากบุคคลทั่วไปนิยมบริโภค น้ำส้มแขกเข้มข้นเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพกันมากขึ้น ดังนั้นจึงนำที่จะนำผลส้มแขกแห้งมาผลิตเป็นเครื่องดื่มประเภทแอลกอฮอล์จำพวกไวน์ เพื่อเป็นทางเลือกใหม่สำหรับผู้รักสุขภาพนอกเหนือจากผลิตภัณฑ์ลดน้ำหนักที่มีอยู่ทั่วไป โดยส่วนใหญ่นิยมใช้เชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ในการเปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์ ไม่ผ่านการกลั่น ไม่มีการเจือปนกลิ่นรส ไวน์จัดเป็นเครื่องดื่มที่ประโยชน์ต่อร่างกาย มีส่วนประกอบที่สำคัญคือ เอธิลแอลกอฮอล์ น้ำตาล คาร์โบไฮเดรต สารประกอบโพลีฟีนอล อัลดีไฮด์ ีโตน รงควัตถุ วิตามิน เกลืออนินทรีย์ และกรดอินทรีย์ ดังนั้นหากนำผลส้มแขกที่มีอยู่มากมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตไวน์ถือเป็นการใช้ประโยชน์จากผลส้มแขกอีกทางหนึ่ง นับเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลผลิตทางการเกษตร และเป็นการเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรมากขึ้น

ดังนั้นในการทดลองนี้จึงเป็นการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการไวน์ส้มแขก ได้แก่ อัตราส่วนน้ำส้มแขกต่อน้ำ ปริมาณความหวานเริ่มต้นที่เหมาะสมในการหมักไวน์ส้มแขก ปริมาณกรดทั้งหมด กลิ่นรส ปริมาณแอลกอฮอล์ของไวน์ส้มแขกที่ผู้บริโภคยอมรับได้ และการวิเคราะห์หาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมดในไวน์ส้มแขกที่เหลืออยู่เกินมาตรฐานกำหนดไว้ประมาณ

100-200 ppm หรือไม่เพราะซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เหลือตกค้างอยู่มากจะเป็นอันตรายต่อระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หายใจ และระบบทางเดินอาหารของผู้บริโภคได้ เพื่อเป็นข้อมูลนำไปใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไวน์ส้มแขกต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาอัตราส่วนน้ำส้มแขกต่อน้ำ ปริมาณความหวานเริ่มต้น ปริมาณกรดที่เหมาะสมในการหมักไวน์ส้มแขก
2. เพื่อศึกษากลิ่นรส และแอลกอฮอล์ในไวน์ส้มแขกที่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค
3. วิเคราะห์หาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมดในไวน์ส้มแขกเกินมาตรฐานอาหารกำหนดไว้หรือไม่

1.3 ขอบเขตของปัญหา

ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการหมักไวน์ส้มแขก พร้อมศึกษากลิ่นรส ปริมาณน้ำตาล และปริมาณแอลกอฮอล์ของผลิตภัณฑ์ไวน์ส้มแขกที่ผู้บริโภคยอมรับได้ รวมทั้งวิเคราะห์หาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เหลือทั้งหมดในไวน์ส้มแขก

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ทราบถึงสภาวะที่เหมาะสมในการหมักไวน์ส้มแขก
2. เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ลดน้ำหนักที่ได้จากผลส้มแขก
3. เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาไวน์ส้มแขกในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 ส้มแขก

ส้มแขกมีชื่อเรียกแตกต่างกันแต่ละท้องถิ่น เช่น ส้มแขกควาย ลูกวา ลูกกะวา มะขามแขก หรือในภาษามลายูท้องถิ่นเรียกว่า “กลู โฆ” ส้มแขกอยู่ในวงศ์เดียวกับมังคุด คือวงศ์ Guttiferae มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Gracinia atroviridis Griff* เป็นไม้ยืนต้น ต้มส้มแขกจะออกดอกในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ผลแก่จัดประมาณเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม พบมากในป่าแถบพื้นที่ราบต่ำจนถึงความสูงของภูเขา 600 เมตร ต้นส้มแขกพบมากทางตอนเหนือของประเทศพม่าและประเทศมาเลเซีย ส่วนในประเทศไทยพบมากในพื้นที่ 4 จังหวัดทางภาคใต้ ได้แก่ นราธิวาส ปัตตานี ยะลา และสงขลา (ตุลา ชีรชุติมานันท์ และคณะ, 2541 : 24)

2.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ลำต้น

ส้มแขกเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางสูงประมาณ 5-27 เมตร ขนาดลำต้นโดยรอบ 70 เซนติเมตร ต้มส้มแขกเป็นทรงพุ่มคล้ายกรวยคว่ำ ลักษณะเช่นเดียวกับต้นมังคุด (ตุลา ชีรชุติมานันท์ และคณะ, 2541 : 24)

ใบ

ผิวใบเป็นมันสีเขียว ใบคอกเป็นพุ่มสวยงามลักษณะใบมีก้านใบยาวประมาณ 15-20 มิลลิเมตร รูปทรงของใบคล้ายใบลั่นทม มีขนาด 14 x 4 - 25 x 7 เซนติเมตร ปลายใบแหลมเมื่อหักจะมีน้ำยางสีเหลืองไหลออกมา (ตุลา ชีรชุติมานันท์ และคณะ, 2541 : 24)

ดอก

ลักษณะดอกของส้มแขกคล้ายกับดอกมังคุด ออกดอกตามปลายยอด ประกอบด้วย ก้านดอกยาวประมาณ 3.5 เซนติเมตร เมื่อดอกบานจะมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 37 มิลลิเมตร กลีบเลี้ยง 4 กลีบ สีแดง และกลีบดอก 4 กลีบ สีเหลืองนวล (ตุลา ชีรชุติมานันท์ และคณะ, 2541 : 24)

เมล็ด

เมล็ดของส้มแขกมีลักษณะแบน ๆ แข็งติดแน่นในเนื้อของผล แต่ละผลจะมีเมล็ดประมาณ 2-3 เมล็ด (ตุลา ชีรชุติมานันท์ และคณะ, 2541 : 24)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผล

ผลอ่อนมีสีเขียว เมื่อแก่จะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเข้ม ผลสดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของผลประมาณ 7-10 เซนติเมตร ลักษณะผลกลมค่อนข้างแป้น มีก้านเลี้ยงที่ขั้วผลจำนวน 5 ก้าน ขั้วผลยาวประมาณ 2.5 เซนติเมตร ส่วนบนของผลบริเวณขั้วมีลักษณะกว้าง และเป็นเสี้ยวร่องตื้นๆ คล้ายผลฟักทอง ผลแก่มีรสเปรี้ยวมากเนื่องจากในผลส้มแขกมีส่วนประกอบที่สำคัญคือกรดไฮดรอกซีซิตรีค (Hydroxycitric acid) นอกจากนี้ผลยังให้กลิ่นหอมและรสชาติเฉพาะอีกด้วย (ตุลา ธีรชุติมานันท์ และคณะ, 2541 : 24)

การขยายพันธุ์

ใช้เมล็ดในการขยายพันธุ์ ซึ่งต้นพันธุ์จะมีทั้งต้นตัวผู้และตัวเมีย ในการให้ผลนั้นจะให้เฉพาะต้นที่เป็นตัวเมียเท่านั้น ดังนั้นเพื่อลดความเสี่ยงในการขยายพันธุ์ก็จะมี การเสียบยอดพันธุ์ดีของต้นตัวเมียบนตอต่อที่เพาะจากเมล็ดอีกครั้งหนึ่ง (ตุลา ธีรชุติมานันท์ และคณะ, 2541 : 24)

2.3 คุณค่าทางโภชนาการ

ผลส้มแขกเป็นผลไม้ที่ยังไม่นิยมบริโภคกันมากนักในบุคคลทั่วไป เนื่องจากว่าประเทศไทยมีผลไม้ให้เลือกรับประทานกันมากมายหลายชนิดตามแต่ละฤดูกาล อีกทั้งผลส้มแขกสดยังมีรสเปรี้ยวมากเนื่องจากในผลส้มแขกมีกรดไฮดรอกซีซิตรีค (Hydroxycitric acid) จึงนิยมนำส้มแขกไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ผลิตภัณฑ์ลดน้ำหนัก ลูกอมส้มแขก น้ำส้มแขกคั้น น้ำส้มแขกเข้มข้น เป็นต้น (ตุลา ธีรชุติมานันท์ และคณะ, 2541 : 24) ในความเป็นจริงผลส้มแขกมีคุณค่าทางอาหารอย่างมาก จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของส้มแขกผงคิดเป็นร้อยละต่อตัวอย่างส้มแขกสด 100 กรัม พบว่าส้มแขกผงมี ความชื้น ร้อยละ 8.44, โปรตีน ร้อยละ 2.07, ไขมัน ร้อยละ 1.62, คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 84.48, เยื่อใย ร้อยละ 1.47 และเถ้าร้อยละ 1.92 ตามลำดับ (สุวรรณี อางหาญณรงค์, 2539 : 33)

2.4 การแปรรูปผลิตภัณฑ์จากผลส้มแขก

ส้มแขกเป็นพืชสมุนไพรชนิดหนึ่งมีสรรพคุณทางยา พิเศษวิริยะจิตรา และคณะ (อ้างโดย ตุลา ธีรชุติมานันท์ และคณะ, 2541 : 27) กล่าวว่า ในผลส้มแขกมีสารที่สำคัญอย่างหนึ่งซึ่งเรียกว่ากรดไฮดรอกซีซิตรีค (Hydroxycitric acid) สารชนิดนี้ให้รสเปรี้ยวและมีคุณสมบัติในการลดไขมันและเผาผลาญไขมันส่วนเกินในร่างกายไปพร้อมกันได้ อีกทั้งยังช่วยลดคอเลสเตอรอล (cholesterol) ชะลอความหิวทำให้รูปร่างเพรียวในเวลาอันรวดเร็วเข้าทำนอง “รูปร่างสวยด้วยผลส้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แขก” ดังนั้นจึงมีการศึกษาการใช้ประโยชน์จากผลส้มแขก โดยการนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ มากมาย เช่น น้ำผลไม้เข้มข้น ส้มแขกผง สารสกัดจากผลส้มแขก เป็นต้น

สุวรรณี อางหาญรงค์, (2539 : 30-33) ได้ศึกษาการทำส้มแขกผงเป็นสารสเปรี้ยวในตั้ม ยำก่อนแทนน้ำมะนาว พบว่าจากการเปรียบเทียบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ใช้สารให้ความเปรี้ยวของ ส้มแขกผง 2 กรัม กรดซิตริก 1.20 กรัม และน้ำมะนาว 10 มิลลิลิตร พบว่าผู้ทดสอบยอมรับตั้มยำที่ใช้ น้ำมะนาว ส้มแขกผง และกรดซิตริก ตามลำดับ

ขั้นตอนการแปรรูปเป็นส้มแขกผงมีวิธีการดังนี้ นำส้มแขกแห้งมาทำการคัดคุณภาพ โดยคัดเอาขั้วและสิ่งแปลกปลอมต่าง ๆ ออกก่อน นำไปแช่น้ำในอัตราส่วนน้ำต่อส้มแขกแห้ง (1 : 2.5) เป็นเวลา 60 นาที จากนั้นนำไปต้มให้เดือดประมาณ 20 นาที จะได้ส้มแขกที่มีลักษณะนุ่มขึ้นจึงนำไปบดด้วยเครื่องบดอาหาร 2 ใบมีด ความเร็วเบอร์ 3 นาน 3 นาที นำไปอบให้แห้ง โดยใช้ตู้อบชนิดลมร้อน ที่อุณหภูมิ 60° องศาเซลเซียส นาน 8 ชั่วโมง แล้วนำบดด้วยเครื่องบดแบบหมุนห่วย ร่อนผ่านตะแกรง 750 และ 250 ไมโครเมตร ตามลำดับจะได้ส้มแขกชนิดผงสำหรับนำไปใช้เป็นสารให้รสเปรี้ยวในตั้มยำก่อน (สุวรรณี อางหาญรงค์, 2539 : 90)

ตุลา ธีรชุตินานันท์ และคณะ, (2541 : 32) ได้ทดลองนำผลส้มแขกสุกมาแปรรูปเป็นน้ำส้มแขกเข้มข้นเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพสำหรับผู้ต้องการลดน้ำหนักและไขมันในร่างกาย ซึ่งสามารถทำได้ง่ายโดยการ นำผลส้มแขกสุก 3 ผล ล้างน้ำให้สะอาด ใส่หม้อเติมน้ำประมาณ 3 ลิตร ตั้งไฟให้เดือดประมาณ 20 นาที เติมน้ำตาลประมาณ 350 กรัม ยกออกจากเตา กรองด้วยผ้าขาวบาง บรรจุใส่ภาชนะที่ผ่านการฆ่าเชื้อเรียบร้อยแล้ว ผลปรากฏว่าผู้บริโภคให้ความนิยมเป็นอย่างมากหากดื่มเป็นประจำนอกจากจะช่วยลดน้ำหนักและไขมันในร่างกายแล้ว ยังสามารถลดความดันโลหิต ได้อีกด้วย

2.5 ไวน์ (Wine)

ไวน์ เป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ชนิดหนึ่งเช่นเดียวกับเหล้า และวีสกี แต่ต่างกันที่ไวน์ไม่มีการกลั่นและไวน์ทำจากน้ำผลไม้ (นวลพรรณ ณ ระนอง, 2541: 1) โดยทั่วไป “ไวน์” หมายถึงเฉพาะที่หมักจากน้ำองุ่นเท่านั้น ไวน์ที่หมักจากแอปเปิ้ลเรียกว่า ไชเดอร์ ส่วนไวน์ผลไม้อื่น ๆ ก็เรียกชื่อตามด้วยชื่อผลไม้ นั้น ๆ เช่น ไวน์สับปะรด ไวน์มะขม ไวน์ส้ม เป็นต้น

ผลไม้ในประเทศไทยมีมากมายหลายประเภท ซึ่งสามารถนำมาผลิตไวน์และเครื่องดื่มน้ำผลไม้ได้เป็นอย่างดี เนื่องจากมีกลิ่นหอม รสชาติชวนดื่ม มีปริมาณน้ำตาลสูง มีปริมาณมาก และมีราคาถูก ซึ่งผลไม้ต่างๆ แม้ว่าจะสุกงอมก็สามารถนำมาผลิตเป็นเครื่องดื่มประเภทไวน์ได้ แต่คุณภาพ รสชาติและกลิ่น อาจจะด้อยกว่าไวน์ที่ผลิตมาจากวัตถุดิบที่สุกพอดี ผลไม้ที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มประเภทไวน์ ได้แก่ องุ่น สับปะรด กระจับปี่ ลูกหว้า ขนุน เชอร์รี่ ระกำ และมะขม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นต้น (ลูกจันทร์ ภักฤษพันธุ์, 2524 : 5-19) ในไวน์ประกอบด้วยเอซิลแอลกอฮอล์ น้ำตาล คาร์โบไฮเดรต โพลีฟีนอล (polyphenol) อัลดีไฮด์ (aldehyde) คีโตน (ketone) เอนไซม์ (enzyme) สารให้สี (pigment) วิตามินและแร่ธาตุ ๆ ประมาณ 15-20 ชนิด นอกจากนี้ยังมีกรดอินทรีย์มากกว่า 22 ชนิด รวมทั้งสารอื่นๆ ที่ยังไม่ได้จำแนกอีก ในไวน์ผลไม้โดยทั่วไปมีความเป็นกรดประมาณ 0.60 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งความเป็นกรดค่อนข้างต่ำเนื่องจากใช้เวลาในการบ่มไม่นานเหมือนไวน์องุ่นมีกรดประมาณ 0.7 เปอร์เซ็นต์ (สันติ วงศ์สุวรรณ, 2532 : 2)

ไวน์เป็นเครื่องดื่มที่นิยมดื่มกันมานานแล้วในประเทศแถบยุโรป เช่น ฝรั่งเศส และอิตาลี เป็นต้น ส่วนคนไทยเริ่มหันมาดื่มไวน์กันมากขึ้นในปัจจุบัน แต่ยังไม่แพร่หลายมากนักเหมือนต่างประเทศ ไวน์ที่ดื่มโดยทั่วไปสามารถแบ่งออกอย่างกว้าง ๆ เป็น 2 กลุ่ม คือ

1. ไวน์ธรรมชาติ คือไวน์ที่ได้จากการหมักจนสมบูรณ์ ซึ่งหมายถึงน้ำตาลที่มีอยู่ในผลองุ่น ถูกเปลี่ยนไปเป็นเอซิลแอลกอฮอล์ประมาณ 10-15% และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ถ้าหากไม่ได้มีการเติมน้ำตาลจากภายนอกลงไป ไวน์ชนิดนี้สามารถเก็บไว้ได้นานโดยไม่เสื่อมเสีย เนื่องจากขาดน้ำตาลและธาตุอาหารสำหรับการเจริญของจุลินทรีย์ที่ใช้หมัก ไวน์ธรรมชาติ ยังสามารถแบ่งได้ตามปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็น still wine หรือ table wine (ไวน์ที่ไม่มีแก๊ส CO₂) สำหรับ still wine หรือ table wine นั้นยังสามารถแบ่งออกได้ตามความหวานของไวน์ เป็นไวน์ชนิดที่ไม่หวานเลย (dry wine) ตามวิชาการแล้ว ไวน์ชนิดนี้จะไม่มียีสที่หมักเหลืออยู่ ไวน์ที่มีรสหวานเล็กน้อย และไวน์หวาน (ลูกจันทร์ ภักฤษพันธุ์, 2534 : 5) สำหรับสีของไวน์เหล่านี้จะมีอยู่ 3 สี คือ สีขาว (white wine) สีแดง (red wine) และสีชมพู (pink or rose' wine) สำหรับ sparkling wine หรือ Champagne (ไวน์ที่มีแก๊ส CO₂) เป็นไวน์ที่ผ่านการหมัก 2 ขั้นตอน การหมักครั้งแรกจะทำเช่นเดียวกับไวน์ธรรมชาติ แต่ในการหมักขั้นที่สองปริมาณแก๊สจะถูกเก็บไว้ในขวดเพื่อให้เกิดความซ่าเมื่อเปิดและรินใส่แก้ว (ลูกจันทร์ ภักฤษพันธุ์, 2534 : 6)

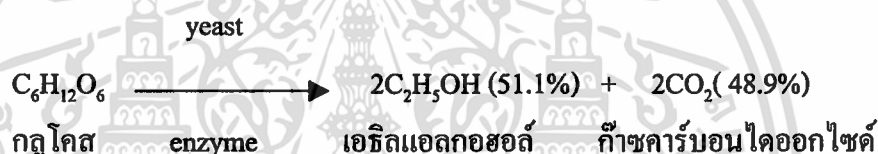
2. ไวน์อย่างแรง (Dessert หรือ Appetizer wine) ไวน์ชนิดนี้มีแอลกอฮอล์สูงถึง 14-21 % โดยการเติมแอลกอฮอล์กลับลงไป สาเหตุของการเพิ่มปริมาณแอลกอฮอล์มีไว้เพื่อทำให้เป็นเครื่องดื่มอย่างแรงเพื่อเอาใจลูกค้าแต่อย่างใด แต่เป็นการระงับการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ซึ่งอาจจะปะปนมาได้ ทั้งนี้เพราะไวน์ชนิดนี้เป็นไวน์หวาน โดยการเติมน้ำตาลลงไปหรืออาจจะหมักไม่ให้น้ำตาลหมดเลยก็ได้ ถ้าหากแอลกอฮอล์ไม่สูงพอไวน์จะเสียได้ ไวน์ชนิดนี้ยังแบ่งออกตามกลิ่นรสเป็นไวน์หวาน (sweet wine) เชอรี (sherry) และ ไวน์ที่ผสมเครื่องเทศ (flavor wine) (ลูกจันทร์ ภักฤษพันธุ์, 2534 : 6)

2.5.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการหมักไวน์ (จรูญ คำนวนตา, 2532 : 125)

1. การคัดเลือกสายพันธุ์ยีสต์

ในกระบวนการหมักแอลกอฮอล์มีจุลินทรีย์ที่สำคัญที่สุดคือยีสต์ โดยเฉพาะ *Saccharomyces cerevisiae* ยีสต์ชนิดนี้มีคุณสมบัติที่สามารถเปลี่ยนน้ำตาลในน้ำผลไม้เป็นแอลกอฮอล์ได้ในปริมาณสูง มีการเจริญได้ดี ทนต่อความเป็นกรดของน้ำผลไม้ได้ดี ทนต่อความเข้มข้นของน้ำตาลในน้ำผลไม้ได้ดี ทนต่อแอลกอฮอล์ในไวน์ได้ดี ทำให้ไวน์มีความใสแยกตะกอนออกได้ง่าย

กระบวนการหมักแอลกอฮอล์เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีที่เกิดขึ้น โดยปฏิกิริยาของเอนไซม์จากเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ในการเปลี่ยนแปลงสารอาหาร เช่น น้ำตาลกลูโคสในน้ำผลไม้ภายใต้สภาวะไม่มีอากาศให้เป็นแอลกอฮอล์ (51.1%) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (48.9%) ดังสมการ (วรวิณี ครูส่งและรุ่งนภา พงษ์สวัสดิ์มานิต, 2532 : 21)



2. น้ำผลไม้ที่ใช้ทำไวน์

ผลไม้ที่จะนำมาไวน์ควรมีรสเปรี้ยวอมหวานรสฝาดเล็กน้อยไม่เ็น่าเสียไม่มี เพคตินมาก เพราะถ้าหากมีเพคตินจะทำให้ไวน์ขุ่นไม่ใสตามที่ต้องการ มีกลิ่นหรือรสดี มีความหวานประมาณ 20-25°Brix มีความเป็นกรด-ด่างประมาณ 3.2-4.0 และมีราคาถูกสามารถหาซื้อได้ง่าย

3. ปริมาณกล้าเชื้อเริ่มต้นต่อการหมัก

ปริมาณกล้าเชื้อเริ่มต้นต่อการหมักที่เหมาะสมประมาณ 10% จะมีจำนวนเซลล์เริ่มต้นสูง การหมักเกิดขึ้นได้รวดเร็วและได้แอลกอฮอล์สูงกว่าในเวลาอันสั้น ถ้าปริมาณกล้าเชื้อเริ่มต้นต่ำประมาณ 1 หรือ 2% จะมีผลต่อประสิทธิภาพการหมักทำให้ได้ปริมาณแอลกอฮอล์ต่ำ ในขณะที่เดียวกันถ้าปริมาณกล้าเชื้อเริ่มต้นสูงเกินไป ทำให้การหมักเกิดแอลกอฮอล์และอุณหภูมิเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อยีสต์ที่ไม่สามารถปรับตัวได้ทันที

4. อุณหภูมิในการหมัก

อุณหภูมินับว่ามีความสำคัญมาก ระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำงานของยีสต์ที่หมักแอลกอฮอล์อยู่ในช่วง 30-35 องศาเซลเซียส และจะทนอุณหภูมิได้ถึง 37 องศาเซลเซียส แต่ถ้าอุณหภูมิสูงถึง 40 องศาเซลเซียส ส่วนใหญ่แล้วยีสต์จะชะงักการเจริญเติบโต สำหรับการหมักเพื่อให้ได้แอลกอฮอล์ปริมาณสูงๆ ประมาณ 15-20 % และให้กลิ่นรสดี เช่น การหมักไวน์และสาเก จะเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้อุณหภูมิในการหมักไม่เกิน 15 องศาเซลเซียส การหมักที่อุณหภูมิสูงจะทำให้เกิดแอลกอฮอล์หนัก (fusel oil) มากขึ้น ซึ่งจะมีผลต่อผู้บริโภคทำให้เกิดอาการมึนและปวดศีรษะ

5. ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ยีสต์สามารถเจริญได้ดีในสภาพที่เป็นกรด pH ประมาณ 3.8-5.5 ถ้าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 3.5 การเจริญลดลง ถ้าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 3 หรือกว่านั้นก็ไม่มีเจริญเลย ดังนั้นในการหมักจึงนิยมปรับให้มีความเป็นกรด-ด่าง 4 - 4.5 นอกจากนี้ยีสต์จะเจริญได้ดีแล้วที่ระดับความเป็นกรด-ด่างดังกล่าว ยังมีผลต่อการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียส่วนใหญ่ด้วย เพราะแบคทีเรียทั่วไปเจริญได้ดีในสภาพที่ระดับความเป็นกรด-ด่างปานกลาง (pH 6-7) แต่ก็มีแบคทีเรียบางชนิดโดยเฉพาะแบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติกที่สามารถเจริญได้ดีในระดับความเป็นกรด-ด่างที่ยีสต์เจริญได้

6. ความเข้มข้นของน้ำตาลต่อการหมัก

ความเข้มข้นของน้ำตาลในปริมาณที่เหมาะสมต่อการหมักไวน์ประมาณ 22-24°Brix จะทำให้ยีสต์หมักแอลกอฮอล์ได้สูงขึ้น โดยในสภาพการหมักที่ดีจะต้องไม่มีน้ำตาลเหลืออยู่เลย ถ้าหากความเข้มข้นของน้ำตาลสูงเกินไปความสามารถของยีสต์ที่จะใช้ได้ เช่น สูงถึง 32°Brix จะมียับยั้งต่อการหมักของยีสต์ทำให้แอลกอฮอล์ได้น้อยลง ทั้งนี้เนื่องจากน้ำตาลที่ความเข้มข้นสูงจะมี Osmotic pressure สูงด้วย ซึ่งจะยับยั้งการเจริญและการทำงานของยีสต์ ถ้าความเข้มข้นน้ำตาลเริ่มต้นต่ำจะทำให้หมักแอลกอฮอล์ได้น้อย สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายและผลผลิตต่ำ เพราะในการหมักยีสต์ใช้น้ำตาลในน้ำผลไม้เปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์ (ลูกจันทร์ ภักฤษพันธุ์, 2524 :13)

7. สารอาหาร

ในการทำไวน์จากน้ำผลไม้บางชนิด อาจจะมีอาหารสำหรับยีสต์น้อยเกินไปหรือน้ำผลไม้มีไขมันมากเกินไป ทำให้ขาดอาหารสำหรับการเจริญเติบโตของยีสต์เล็กน้อย เมื่อนำไปหมักไวน์จะทำให้การหมักเป็นไปอย่างช้าๆ ซึ่งจะมีผลต่อปริมาณแอลกอฮอล์ที่ได้ด้วย ดังนั้นจึงต้องการเติมธาตุอาหารเสริมพวกเกลือแอมโมเนียม เช่น แอมโมเนียมฟอสเฟตเพื่อเป็นแหล่งไนโตรเจนสำหรับยีสต์ใช้ในการเจริญเติบโต ยีสต์ใช้ในโตรเจนเป็นแหล่งพลังงาน แอมโมเนียมคลอไรด์ แอมโมเนียมซัลเฟต และแอมโมเนียมคาร์บอเนต เป็นต้น

2.5.2 หลักการทำไวน์

1. การเตรียมน้ำผลไม้

การเตรียมน้ำผลไม้ ผลไม้ที่จะนำมาทำไวน์นั้นควรจะมีรสเปรี้ยวอมหวาน รสฝาดเล็กน้อย ไม่เมาเสีย ไม่มีเพคตินมาก (เพื่อสะดวกในการทำไวน์ให้ใส) นอกจากนี้ยีสต์ควรมีกลิ่นหอมเล็กน้อย หลังทำความสะอาดผลไม้และคั้นน้ำผลไม้แล้วก็ควรทำให้น้ำผลไม้มีลักษณะที่เหมาะสมทั้งในเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณน้ำตาล เพื่อให้มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของยีสต์ ซึ่งโดยปกติแล้วความเป็นกรด-ด่าง ที่เหมาะสมคือ 3.2-3.8 และความหวานที่เหมาะสมประมาณ 20-25°Brix วัดโดย Hand refractometer (พรทิภา ฤกษ์รัตนวราพร, 2531 : 5)

2. การยับยั้งหรือการทำลายจุลินทรีย์ในน้ำผลไม้

การเติมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในรูปของเกลือโปตัสเซียมซัลเฟต เพื่อใช้ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการในไวน์และป้องกันไม่ให้เกิดแก๊สก่อนกำหนด ซัลเฟอร์ไดออกไซด์เมื่อแตกตัวจะอยู่ในรูปซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์รวมตัวกับสารอื่น และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมด ซึ่งซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในรูปอิสระเท่านั้นมีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์แต่พบในปริมาณเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ดังนั้นในการวิเคราะห์หาซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เหลืออยู่ในไวน์จึงต้องวิเคราะห์ในรูปซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมดว่าเหลือตกค้างเกินกฎหมายกำหนดไว้ประมาณ 100-200 ppm หรือไม่ หากพบในปริมาณเกินกว่ากฎหมายกำหนดจะมีผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจและระบบทางเดินอาหารของผู้บริโภคได้ (ไพบูลย์ ชรรมรัตน์วาลิก, 2535 : 117)

3. การเตรียมกล้าเชื้อ (starter).

เริ่มจากการแบ่งน้ำผลไม้ที่เตรียมได้มาประมาณ 2-5 % เพื่อให้ยีสต์มีการเพิ่มจำนวนมากขึ้น ก่อนที่จะนำไปเติมในน้ำผลไม้ทั้งหมด เรียกว่าการทำกล้าเชื้อ (starter) (เชิดชัย เชี่ยวธีรกุล และคณะ, 2519 : 30) ขั้นตอนนี้สำคัญมาก เพราะถ้าจุดเริ่มต้นไม่ดีย่อมทำให้ไวน์มีคุณภาพไม่ดีด้วย การทำสตาร์ทเตอร์ทำได้โดยการเขี่ยเชื้อจาก PDA Slant ที่มีอายุประมาณ 18-24 ชั่วโมง ใส่ลงในน้ำผลไม้ที่แบ่งไว้ เมื่อ starter อายุประมาณ 18-24 ชั่วโมง จึงทำการถ่ายลงในน้ำผลไม้ทั้งหมด ใช้อากาศเป่าเพื่อให้ยีสต์กระจายตัวไปทั่วทุกจุดหรือเขย่าไปมา 4-5 เที้ยว หลังจากเติมกล้าเชื้อลงไปประมาณ 10 ชั่วโมง จะเห็นปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงขึ้นจนทำให้เนื้อของผลไม้ลอยตัวมาปิดผิวหน้า เมื่อทิ้งไว้จะเห็นว่าปริมาณก๊าซลดลงจนกระทั่งสิ้นสุดการหมัก จะได้ไวน์ที่เรียกว่าไวน์สด ซึ่งไวน์สดจะมีกลิ่นรสไม่กลมกล่อม ไม่หอม (พรทิภา ฤกษ์รัตนวราพร, 2531 : 7)

4. การทำไวน์ให้ใส

การทำไวน์ให้ใสจะต้องทราบสาเหตุก่อนว่าไวน์นั้นขุ่นเนื่องจากอะไร และมีระดับความใสที่ต้องการเพียงใด สารที่ช่วยในการตกตะกอนสามารถแบ่งได้เป็น 3 พวกคือ โปรตีน adsorbent และโลหะ ตัวอย่างโปรตีนที่ใช้ในการทำไวน์ให้ใส ได้แก่ Egg albumin, pectinase adsorbent ที่ใช้กันมากคือ bentonite และโลหะที่ใช้กัน เช่น โพแทสเซียม เหล็ก ทองแดง แมกนีเซียม เป็นต้น (เชิดชัย เชี่ยวธีรกุล และคณะ, 2529 : 85)

5. หยุดการหมัก (Stop)

เนื่องจากไวน์สดมีรสชาติที่ไม่กลมกล่อม ไม่หอม และเก็บได้ไม่นาน จึงมีการนำไวน์สดมาผ่านขบวนการต่อๆ ไป เริ่มจากการคูดไวน์ส่วนที่ใสมาทำการพาสเจอร์ไรส์ และแยกเอากากออกจากไวน์สดเพราะในกากนี้จะมียีสต์ที่ตายแล้วเป็นจำนวนมาก ซึ่งยีสต์จะย่อยตัวเอง (autolysis) ทำให้เกิดกลิ่นรสที่ไม่ต้องการและยังเป็นอาหารอย่างดีของเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอีกด้วย (พรทิกา ฤกษ์รัตนวราพร, 2531 : 7)

6. การบ่มไวน์ (Aging)

หมายถึงกรรมวิธีการพักไวน์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อยีสต์แล้วในภาชนะที่ปิดสนิทภายใต้อุณหภูมิที่ควบคุมเพื่อวัตถุประสงค์ให้ไวน์นั้นมีการเปลี่ยนแปลงด้านเคมี เพื่อความหวาน เพื่อให้สารแขวนลอยบางชนิดตกตะกอนและเพื่อลดความขมของไวน์

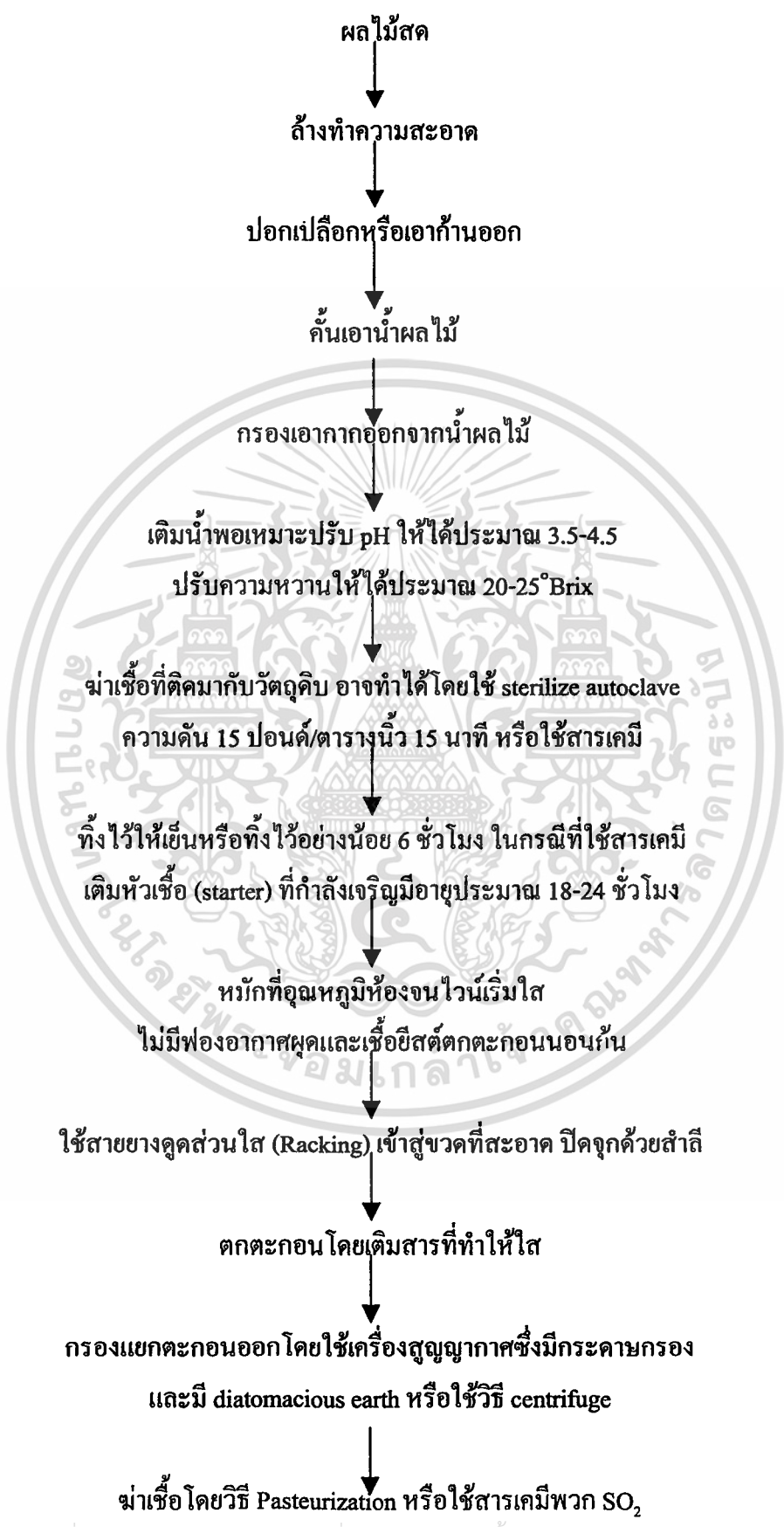
7. การบรรจุขวด

ไวน์จากถังบ่มจะถูกคูดนำไปบรรจุขวดคอยาวซึ่งผ่านการฆ่าเชื้อแล้วการบรรจุขวดควรให้เหลือที่ว่างน้อยที่สุดเพื่อป้องกันการเสียวของไวน์เนื่องจากออกซิเจน แล้วรีบเปิดจุกทันทีด้วยจุกคอร์กหรือจุกพลาสติก ตามด้วยฝาเกลียวป้องกันอากาศเข้า (สันติ วงศ์สุวรรณ, 2532 : 46)

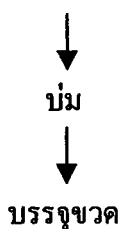
2.5.3 ปัญหาการทำไวน์ผลไม้ที่ควรระมัดระวัง

1. ผลไม้ส่วนใหญ่ไม่ค่อยมีความหวานตามต้องการ จึงต้องเติมน้ำตาลเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ยังมีกรดไม่พอจำเป็นต้องเติมกรดลงไป ซึ่งหากเติมเกินมากเกินไปจะทำให้รสฝืด-ขม
2. การตีปั่นผลไม้ ถ้าหยาบเกินไปทำให้ได้น้ำผลไม้ที่น้อย แต่ถ้าละเอียดเกินไปทำให้น้ำผลไม้ขุ่น และให้สีได้ยาก
3. การเติมน้ำนั้นต้องเติมให้พอเหมาะ เพื่อรักษากลิ่นรสของผลไม้ นั้น ๆ
4. เลือกสายพันธุ์ยีสต์ที่เหมาะสม
5. น้ำผลไม้ส่วนใหญ่ขาดแร่ธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของยีสต์
6. แป้งและเพคตินในน้ำผลไม้ทำให้ไวน์ขุ่นไม่ใสตามต้องการ แม้ว่าจะทำให้ตกตะกอนหรือกรอง
7. เป็นการยากที่จะควบคุมรสชาติของไวน์ที่ผลิตให้มีสีของผลไม้ นั้นๆ ได้
8. ปัญหาในการรักษากลิ่นรสของผลไม้ นั้นๆ ในไวน์
9. ปัญหาการเก็บรักษาไวน์ได้ไม่นานนัก เก็บนานคุณภาพไม่ดีขึ้น แต่กลิ่นรสก็เปลี่ยนแปลงไปในทางที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการผลิตไวน์ (สันติ วงศ์สุวรรณ, 2532 : 33)

2.5.4 คุณประโยชน์ของเครื่องดื่มประเภทแอลกอฮอล์ (ประดิษฐ์ กรวิวัฒนา, 2520 : 63, สมยศ จรรยาวิลาส, 2529 : 112)

1. เป็นอาหารเสริมสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน ซึ่งดื่มเครื่องดื่มประเภทมีน้ำตาลไม่ได้
2. ใช้ดื่มแก้หนาวเพราะแอลกอฮอล์ดูดซึมได้เร็ว และให้พลังงานทันที
3. ใช้ดื่มก่อนอาหารใช้เป็นตัวกระตุ้นหรือเรียกน้ำย่อย และช่วยให้อาหารอื่นดูดซึมง่าย
4. ใช้ปรุงอาหารผสมลงในอาหารก่อนหรือหลังปรุงเสร็จ
5. ใช้ดื่มคู่กับอาหารซึ่งเป็นประเพณีของชาวยุโรป เช่น ดื่มไวน์แดงกับอาหารพวกเนื้อวัวหรือหมู และไวน์ขาวกับปลา เป็นต้น
6. ใช้ทางการแพทย์ ใช้ไวน์บำบัดความเจ็บปวดเล็กน้อย ๆ น้อย ๆ ใช้เป็นยาระงับความตื่นตันทันที ช่วยให้เห็นเลือดขยายตัวในคนไข้ที่เป็นความดันต่ำ ช่วยให้ขับถ่ายปัสสาวะสะดวก

2.5.5 โทษของเครื่องดื่มประเภทแอลกอฮอล์ (สมยศ จรรยาวิลาส, 2529 : 115) จะเกิดขึ้นเมื่อดื่มเกินขนาดดังนี้

1. ทำให้ขาดสารอาหาร เนื่องจากเอธิลแอลกอฮอล์ให้พลังงาน 7.0 kcal/g หรือ 5.6 kcal/cc และให้โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ซึ่งให้พลังงานอีกประมาณ 4.0 kcal/g ดังนั้นเมื่อดื่มมากทำให้รู้สึกไม่หิว และไม่รับประทานอาหารอื่น
2. ทำให้เกิดโรคตับแข็ง เพราะขาดโปรตีน และเมื่อร่างกายอ่อนเพลีย ไม่มีความต้านทานโรค ก็เป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคแทรก
3. เมื่อดื่มพร้อมอาหาร ทำให้เกิดโทษเพราะเอธิลแอลกอฮอล์ให้พลังงานเพียงพอแล้ว จึงทำให้เหลือไขมันและคาร์โบไฮเดรต ทำให้อ้วน เส้นเลือดอุดตัน ความดันสูง โรคหัวใจ ยังผลให้ระบบประสาทมีนเมา
4. เกิดปัญหาสังคม เมื่อดื่มมากเกิดความร้อเงิน ขาดความรับผิดชอบในงาน ความสุขในครอบครัว เกิดปัญหาอาชญากรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

วัสดุ

1. ผลส้มแขกแห้ง (*Garcinia atroviridis* Griff)
2. เชื้อยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*)
3. น้ำตาลทราย
4. น้ำ

อุปกรณ์

1. เครื่องแก้ว
 - 1.1 ขวดแก้วรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 200 มิลลิลิตร
 - 1.2 ขวดปรับปริมาตร (volumetric flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร
 - 1.3 ปิเปต ขนาด 5 มิลลิลิตร
 - 1.4 กระบอกตวง ขนาด 50 มิลลิลิตร
 - 1.5 บิวเรต (Burette) 25 มิลลิลิตร
2. เครื่องครัว
 - 2.1 หม้อสแตนเลส
 - 2.2 ชามผสม
 - 2.3 ทัพพี
 - 2.4 เตาแก๊ส
 - 2.5 กะละมังขนาดเล็ก
3. เครื่องมือวัดปริมาณน้ำตาล (Hand Refractometer)
4. เครื่องชั่งบอกความละเอียด 2 ตำแหน่ง
5. เทอร์โมมิเตอร์
6. เครื่องวัด pH (pH meter)
7. สายยาง
8. สำลี
9. ผ้าขาวบาง
10. อลูมิเนียมฟอยล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารเคมี

1. โปตัสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ ($K_2S_2O_8$, KMS)
2. แอมโมเนียมซัลเฟต $[(NH_4)_2SO_4]$
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น (NaOH) 0.1%, 5 นอร์มัล
4. กรดเกลือเข้มข้น (Hydrochloric acid : HCl) 5 นอร์มัล
5. สารละลายไอโอดีนมาตรฐานเข้มข้น 0.02 นอร์มัล
6. สารละลายน้ำแข็งเข้มข้น ร้อยละ 1
7. ฟีนอล์ฟทาลีน (phenolphthalein)

วิธีการดำเนินงาน

การศึกษาปริมาณแอลกอฮอล์ในไวน์ส้มแขก เพื่อให้เป็นที่ยอมรับแก่ผู้บริโภค ได้แบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

1. ศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการหมักไวน์ส้มแขก
2. ศึกษากลิ่น รส ปริมาณน้ำตาล และแอลกอฮอล์ในไวน์ส้มแขกที่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค
3. วิเคราะห์หาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมดที่เหลืออยู่หลังการหมักไวน์ส้มแขก

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. การเตรียมน้ำส้มแขก

ส้มแขกแห้ง 50 กรัม

น้ำ 1,000 กรัม

วิธีทำ

เตรียมได้โดยนำผลส้มแขกแห้งล้างน้ำให้สะอาด จากนั้นนำไปต้มรวมกับน้ำในอัตราส่วนผลส้มแขกแห้ง 50 กรัมต่อน้ำ 1,000 กรัม (คิดเป็นความเข้มข้น 5%) ประมาณ 30 นาที จะได้น้ำส้มแขกสีน้ำตาลเล็กน้อย มีค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 2 (วัดโดย pH meter) และมีค่าความหวานเริ่มต้นประมาณ 2.5°Brix (วัดโดย Hand refractometer) นำน้ำส้มแขกที่เตรียมได้ไปใช้ในการทดลองขั้นต่อไป



ภาพที่ 2 ผลส้มแขกแห้งที่ใช้ในการหมักไวน์ส้มแขก

2. การเตรียมกล้าเชื้อ (starter)

การเตรียมสตาร์ทเตอร์ โดยใช้เชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* เพื่อใช้เป็นกล้าเชื้อในการหมักไวน์ ซึ่งจะให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่าการถ่ายเชื้อยีสต์โดยตรงในน้ำส้มแขก เพราะเชื้อยีสต์ในสตาร์ทเตอร์มีการแบ่งตัวจำนวนมาก ทำให้การหมักมีประสิทธิภาพมากขึ้นและทำให้การหมักเป็นไปได้ด้วยดี การเตรียมกล้าเชื้อทำโดยใช้น้ำส้มแขก 5 % ที่เตรียมไว้ โดยต้องทำการปรับสภาพของน้ำส้มแขกให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของเชื้อยีสต์ก่อน เพื่อให้ยีสต์สามารถเจริญได้และเพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น ซึ่งความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นของน้ำส้มแขกที่เตรียมได้มีค่าประมาณ 2 จัคว่ามีความเป็นกรดสูง เชื้อยีสต์ไม่สามารถเจริญได้ ดังนั้นจึงต้องทำการปรับให้น้ำส้มแขกมีความเป็นกรดลดลง คือความเป็นกรด-ด่างประมาณ 4.5 ซึ่งเป็นช่วงความกรด-ด่างที่เชื้อยีสต์สามารถเจริญได้ดี โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 นอร์มัล (ที่ฆ่าเชื้อแล้ว) นอกจากความเป็นกรด-ด่างจะมีผลต่อการเจริญของเชื้อยีสต์แล้ว ปริมาณน้ำตาลของน้ำส้มแขกเริ่มต้นก็มีผลต่อการเจริญของเชื้อยีสต์เช่นกัน โดยทั่วไปปริมาณความหวานที่เหมาะสมที่ใช้ประมาณ 23°Brix ซึ่งน้ำส้มแขกที่เตรียมได้มีความหวานประมาณ 2.5°Brix ดังนั้นจึงต้องปรับโดยใช้น้ำตาลทราย เพื่อให้ความหวานเป็น 23°Brix คำนวณปริมาณน้ำตาลทรายที่ต้องใช้ได้โดยใช้กฎ Pearson's square (ภาคผนวก ก) ปริมาณน้ำตาลทรายที่ใช้ 168 กรัม ในการเตรียมกล้าเชื้อจำนวน 800 มิลลิลิตร และใส่สารเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอมโมเนียมซัลเฟต $[(NH_4)_2SO_4]$ ในอัตราส่วน 1 กรัมต่อน้ำส้มแขก 1 ลิตร (0.1%) เพื่อเป็นแหล่งไนโตรเจนสำหรับยีสต์ เตรียมกล้าเชื้อในพลาสติกขนาด 250 มิลลิลิตร และทำการถ่ายเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* เขย่าให้เชื้อกระจาย ปิดพลาสติกโดยใช้จุกสำลี จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 วัน เพื่อให้เชื้อยีสต์เจริญเติบโต สังเกตได้จากการเขย่าขวดหมักจะเห็นฟองเกิดขึ้นจำนวนมาก



ภาพที่ 3 เชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ที่ใช้ในการหมักไวน์ส้มแขก

3. ศึกษาอัตราส่วนน้ำส้มแขกต่อน้ำที่เหมาะสมในการหมักไวน์ส้มแขก

การศึกษ้อัตราส่วนน้ำส้มแขกต่อน้ำที่เหมาะสมในการหมักไวน์ส้มแขก เพื่อต้องการศึกษาอัตราส่วนน้ำส้มแขกต่อน้ำที่เหมาะสมสำหรับการเจริญของยีสต์และการหมักแอลกอฮอล์ การหมักที่อัตราส่วนน้ำส้มแขกต่อน้ำสูงเกินไปจะเพิ่มความเป็นกรดให้กับน้ำหมัก ซึ่งจะมีผลไปยับยั้งการผลิตแอลกอฮอล์ของเชื้อยีสต์ทำให้ได้แอลกอฮอล์ต่ำ ขณะเดียวกันที่อัตราส่วนน้ำส้มแขกต่อน้ำเจือจางมากเกินไปจะทำให้ปริมาณสารอาหารสำหรับยีสต์ใช้ในการเจริญและหมักแอลกอฮอล์มีน้อยซึ่งจะมีผลทำให้ปริมาณแอลกอฮอล์น้อยลงด้วยเช่นกัน สาเหตุที่ไม่นำน้ำส้มแขก 5% ที่เตรียมได้จากข้อ 1 มาหมักเลย เนื่องจากปริมาณแอลกอฮอล์ที่หมักได้มีน้อยมาก แสดงว่าเป็นไม่ใช่อัตราส่วนที่เหมาะสมในการหมักไวน์ส้มแขก ยีสต์ และเพื่อการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 การเตรียมน้ำส้มแขกต่อน้ำสำหรับหมักไวน์ โดยใช้อัตราส่วนน้ำส้มแขก 5% จากข้อ 1 ต่อน้ำเท่ากับ 25:75, 50:50, 75:25 และ 100:0 วิธีการทำเช่นเดียวกันการเตรียมน้ำส้มแขกสำหรับเตรียมกล้าเชื้อ ปริมาณน้ำตาลที่ใช้เพื่อปรับความหวานเริ่มต้น 23 °Brix แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณน้ำตาลที่ใช้เพื่อปรับค่าความหวานเริ่มต้นให้เท่ากับ 23°Brix ของแต่ละชุดตัวอย่าง

ตัวอย่างที่	อัตราส่วน น้ำส้มแขก:น้ำ	ความหวานเริ่มต้น (°Brix)	ปริมาณน้ำตาลที่ใช้เดิม (กรัม)
1	25:75	0.25	256
2	50:50	0.5	220
3	75:25	1.5	210
4	100:0	2.5	205

เติมโปตัสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ (KMS) ในอัตราส่วน 0.2 กรัมต่อลิตร เพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ตัวอื่นที่ไม่ต้องการที่อาจปนเปื้อนอยู่ จากนั้นเติมน้ำส้มแขกที่เตรียมได้ใส่ขวดแก้วที่ใช้หมักขวดละ 200 มิลลิลิตร ปิดจุกด้วยสำลี ตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง เพื่อให้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์รวมตัวกับน้ำตาลและสารประกอบอื่น ๆ และออกฤทธิ์ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์เสียก่อน จึงเติมกล้าเชื้อ (ทำการทดลอง 2 ซ้ำ)

3.2 การหมักน้ำตาลเชื้ออายุ 2 วัน ถ่ายลงในขวดหมักปริมาณ 20 มิลลิลิตรต่อน้ำส้มแขก 200 มิลลิลิตร (10%) ทำการหมักที่อุณหภูมิห้อง (25°C) โดยใช้เวลาในการหมัก 2, 4, และ 6 วัน

3.3 ตรวจสอบผลการหมัก

ก. สังเกตผลการหมักในช่วงระยะเวลา 0, 2, 4, และ 6 วัน และสังเกตการเจริญของเชื้อยีสต์

ข. เก็บตัวอย่างน้ำส้มแขกที่หมักไว้ในอัตราส่วนละ 10 มิลลิลิตร ทุก ๆ 48 ชั่วโมง เป็นเวลา 6 วัน (ทำการทดลอง 2 ซ้ำ) จากนั้นนำไปวิเคราะห์

- เปอร์เซนต์แอลกอฮอล์โดยประมาณ (ค่าของ°Brix ที่ลดลงจากวันที่เริ่มทำการทดลองคูณด้วย 0.575 เท่ากับเปอร์เซนต์แอลกอฮอล์) (วันชัย สิทธิโนน, 2541 : 2)

- เปอร์เซนต์กรดซิตริกโดยการไตเตรท (AOAC : 1975)

3.4 เมื่อหมักครบ 6 วัน ทำการหยุดการผลิตแอลกอฮอล์ โดยการดูดเอาส่วนที่ใสข้างบนโดยใช้สายยางฆ่าเชื้อแล้ว นำไวน์ที่ได้ไปพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 65°C เป็นเวลา 30 นาที

บรรจุไว้ในขวดที่ผ่านการลวกหรือฆ่าเชื้อแล้ว ส่วนล่างของไวน์จะมีตะกอนของเซลยีสต์อยู่ถ้าดูติดไปด้วยจะทำให้ไวน์มีสีขุ่น

3.5 วิเคราะห์หาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมด โดยวิธีของ Monier-Williams (ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาลิก, 2535 : 117)

3.6 ทดสอบรสชาติที่ยอมรับได้มากที่สุดที่ระดับแอลกอฮอล์ต่างกัน 4 ระดับ เมื่อหมักครบ 6 วัน โดยใช้แบบทดสอบ Hedonic test (ภาคผนวก ค)

4. ศึกษาปริมาณความหวานเริ่มต้นที่เหมาะสมในการหมักไวน์ส้มแขก

การศึกษปริมาณความหวานเริ่มต้นที่เหมาะสมในการหมักไวน์ส้มแขก เพื่อหาปริมาณความหวานเริ่มต้นที่เหมาะสมสำหรับการเจริญและการหมักแอลกอฮอล์ของยีสต์ การเพิ่มความหวานของน้ำตาลให้สูงขึ้นในปริมาณ 20-25°Brix ยีสต์จะทำการหมักแอลกอฮอล์ได้สูงสุด โดยไม่มีน้ำตาลเหลือตกค้างอยู่เลย ถ้าปริมาณความหวานเริ่มต้นต่ำการหมักแอลกอฮอล์ได้น้อย ทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการกลั่นสูง ถ้าปริมาณความหวานเริ่มต้นสูงเกินไปจะมีผลยับยั้งการหมักของยีสต์ทำให้การหมักแอลกอฮอล์ได้น้อยลงเช่นกัน ทั้งนี้เนื่องจากความเข้มข้นน้ำตาลสูงจะทำให้เกิด osmotic pressure ซึ่งจะไปยับยั้งการเจริญและการทำงานของเชื้อยีสต์ (อรพิน ภูมิภมร, 2536 : 42) และเพื่อการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค

4.1 เตรียม โดยใช้อัตราส่วนน้ำส้มแขกต่อน้ำที่เหมาะสมจากผลที่ได้จากข้อ (3) โดยปรับความหวานเริ่มต้นเท่ากับ 10, 15, 20 และ 25°Brix คำนวณปริมาณน้ำตาลทราย โดยวิธี Pearson's square (ภาคผนวก ก) ปริมาณน้ำตาลที่ใช้แสดงดังตารางที่ 2 โดยใช้ปริมาตรขวดละ 200 มิลลิลิตร ทำการทดลอง 2 ข้าง

ตารางที่ 2 ปริมาณน้ำตาลที่ใช้ในการปรับความหวานเริ่มต้น

ตัวอย่างที่	ความหวานเริ่มต้น (°Brix)	ปริมาณน้ำตาลที่ใช้เดิม (กรัม)
1	10	76
2	15	117
3	20	157
4	25	197

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 เตรียมกล้าเชื้อ ทำเช่นเดียวกับข้อ (2)

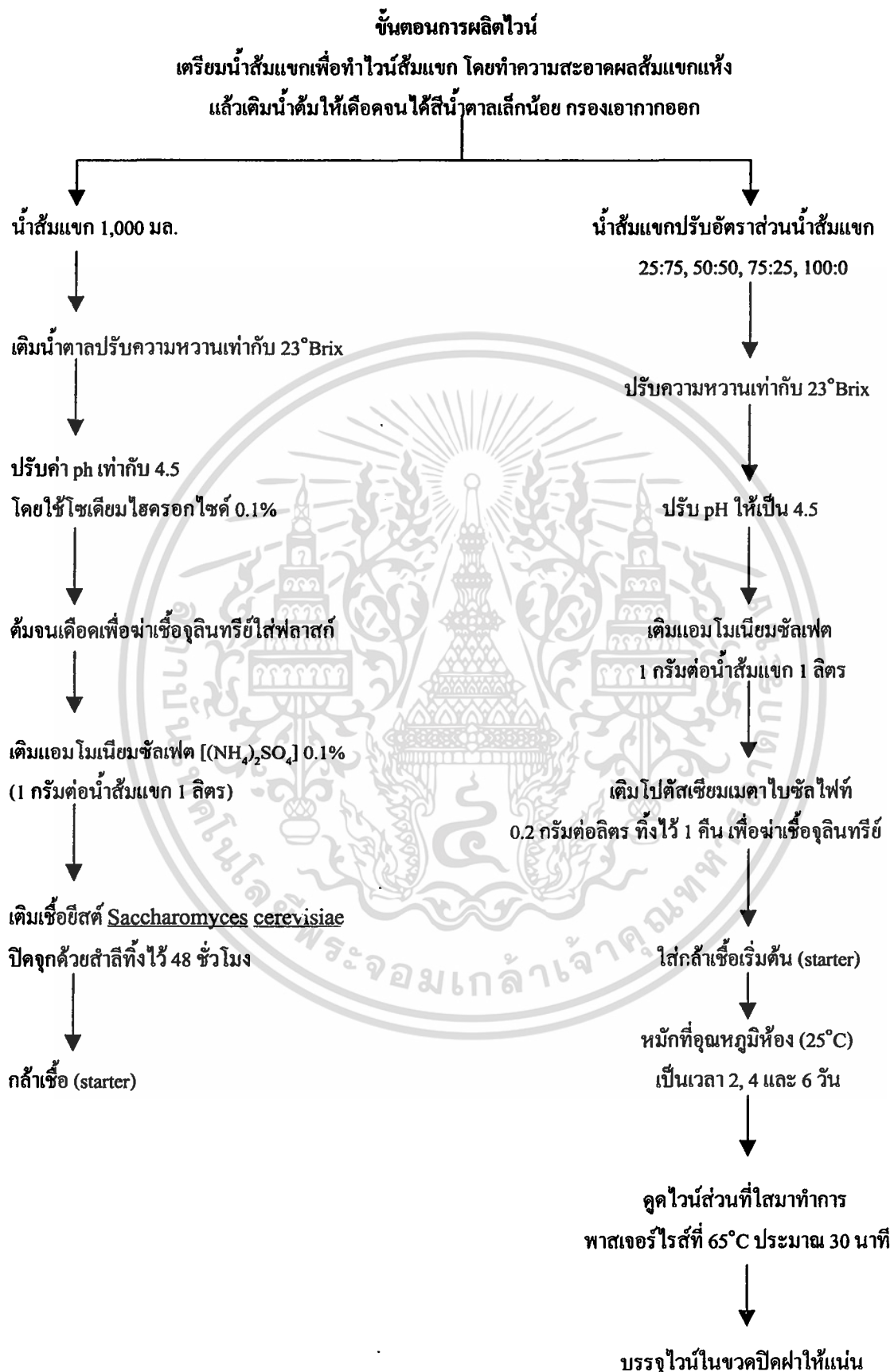
4.3 การหมัก นำกล้าเชื้อถ่ายลงไปในช่วงหมักในปริมาตร 20 มิลลิลิตร ต่อน้ำส้มแฉก 200 มิลลิลิตร ทำการหมักที่อุณหภูมิห้อง (25°C) โดยใช้เวลาหมัก 2, 4, และ 6 วัน

4.4 การตรวจสอบการหมักทำเช่นเดียวกับข้อ 3.3-3.6

5. การวางแผนการทดลอง

การวางแผนการทดลองแบบและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ RCBD (Randomized complete block desing) ทำการทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้าน สี กลิ่น และรสชาติ การยอมรับต่อปริมาณแอลกอฮอล์ของผู้บริโภคโดยใช้ Analysis of Variance และเปรียบเทียบคะแนนความแตกต่างของแต่ละตัวอย่าง โดยใช้ LSD (Least significant difference) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้าม **ภาพที่ 4 ขั้นตอนการผลิตไวน์ส้มแขก** อิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

การศึกษาปริมาณแอลกอฮอล์ในไวน์ส้มแขกที่ผู้บริโภคมารับได้ โดยการทำศึกษาอัตราส่วนน้ำส้มแขกต่อน้ำที่เหมาะสมในการหมักไวน์ส้มแขก โดยใช้อัตราส่วนน้ำส้มแขก (5%) ต่อน้ำเท่ากับ 25:75, 50:50, 75:25 และ 100:0 จากนั้นทำการศึกษาปริมาณความหวานเริ่มต้นที่เหมาะสม โดยใช้อัตราส่วนน้ำส้มแขกต่อน้ำที่เหมาะสมที่ได้จากทดลองขั้นแรก โดยปรับความหวานเริ่มต้นเป็น 4 ระดับคือ 10, 15, 20, และ 25°Brix ใช้เวลาในการหมัก 6 วัน ซึ่งอัตราส่วนของแต่ละความเข้มข้นและปริมาณความหวานเริ่มต้นที่แตกต่างกันจะมีผลต่อปริมาณแอลกอฮอล์และรสชาติในไวน์ส้มแขก การหมักโดยอาศัยเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevesiae* ในการเปลี่ยนน้ำตาลที่มีอยู่ในน้ำส้มแขกให้เป็นแอลกอฮอล์ซึ่งปริมาณน้ำตาลที่คำนวณได้จะมีค่าแปรผกผันกับปริมาณแอลกอฮอล์ในไวน์ส้มแขก และทำการวิเคราะห์หาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมดที่เหลือในไวน์ส้มแขก โดยผลการทดลองเป็น 3 ส่วนดังนี้

1. อัตราส่วนระหว่างน้ำส้มแขกต่อน้ำที่เหมาะสมในการหมักไวน์ส้มแขก

การหมักไวน์ส้มแขกโดยใช้อัตราส่วนน้ำส้มแขกต่อน้ำที่แตกต่างกัน 4 ระดับคือ 25:75, 50:50, 75:25 และ 100:0 (โดยปริมาตร) ใช้ความหวานเริ่มต้นเท่ากับ 23 °Brix ปรับค่าความเป็นกรดต่างเท่ากับ 4.5 หมักโดยเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevesiae* เป็นเวลา 6 วัน โดยเก็บผลการหมักในช่วงระยะเวลา 0, 2, 4, และ 6 วัน การใช้อัตราส่วนน้ำส้มแขกต่อน้ำที่ 50:50 (โดยปริมาตร) จะมีปริมาณน้ำตาลลดลงมากกว่าอัตราส่วน 25:75, 75:25, และ 100:0 (โดยปริมาตร) ตามลำดับ และการหมักที่อัตราส่วน 50:50 (โดยปริมาตร) จะให้ปริมาณแอลกอฮอล์สูงสุด รองลงมาคือ 75:25, 100:0, และ 25:75 (โดยปริมาตร) ตามลำดับ เพราะที่อัตราส่วนความเข้มข้นของน้ำส้มแขกต่อน้ำสูงจะเพิ่มค่าความเป็นกรดให้กับน้ำส้มแขกซึ่งจะไปยับยั้งการเจริญและเพิ่มจำนวนของเชื้อยีสต์ทำให้ปริมาณแอลกอฮอล์ที่ได้ลดลง ในขณะที่เดียวกันที่อัตราส่วนความเข้มข้นของน้ำส้มแขกต่อน้ำเจือจางมากเกินไปจะทำให้ปริมาณสารอาหารในน้ำส้มแขกที่เชื้อยีสต์ต้องการใช้เพื่อการเจริญมีปริมาณน้อยทำให้แอลกอฮอล์ที่ลดลงด้วยเช่นกัน(อรพิน ภูมิภมร, 2526 : 41) ผลการหมักแสดงในตารางที่ 3, 4 และรูปภาพที่ 5, 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

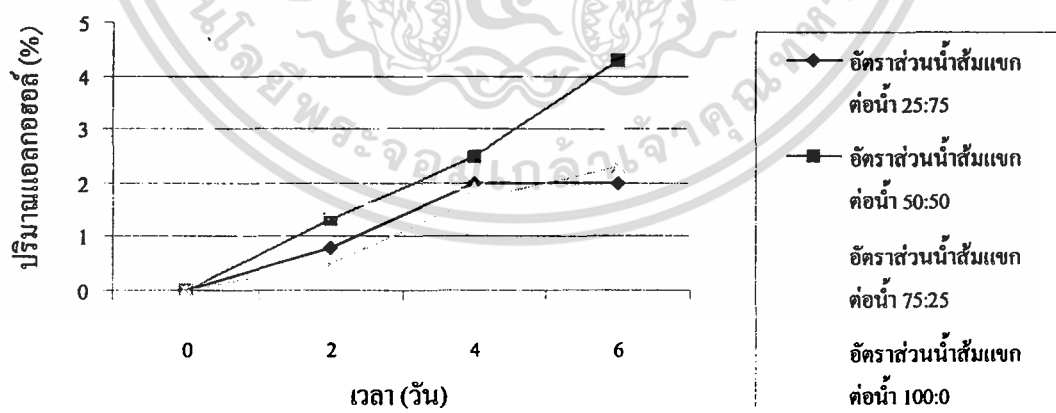
ตารางที่ 3 ปริมาณแอลกอฮอล์ในน้ำหมักที่อัตราส่วนต่าง ๆ

เวลา (วัน)	อัตราส่วน น้ำส้มแขก(5%):น้ำ	ปริมาณแอลกอฮอล์ (%)	เปรียบเทียบผลการหมัก
0	25:75	0	ทุกอัตราส่วนความเข้มข้น ไม่มี แอลกอฮอล์เกิดขึ้น เนื่องจากเป็นช่วง วันแรกของการหมักไวน์ เชื้อยีสต์ยัง ไม่มีการเจริญและเพิ่มจำนวน
	50:50	0	
	75:25	0	
	100:0	0	
2	25:75	0.8	ทุกอัตราส่วนมีปริมาณแอลกอฮอล์สูง ขึ้น โดยที่อัตราส่วนน้ำส้มแขกต่อน้ำ 75:25 และ 50:50 มีปริมาณแอลกอฮอล์ สูงเกือบจะเท่ากัน เนื่องจากอัตราส่วน ความเข้มข้นต่างกันไม่มากนัก ที่อัตรา ส่วนน้ำส้มแขกต่อน้ำ 25:75 กับ 100:0 มีการหมักเกิดขึ้นน้อยมากสังเกตได้ จากปริมาณแอลกอฮอล์มีน้อยมาก การ เจริญและเพิ่มจำนวนของเชื้อยีสต์เกิด ขึ้นอย่างช้า ๆ
	50:50	1.3	
	75:25	1.5	
	100:0	0.5	
4	25:75	2.0	ที่อัตราส่วนความเข้มข้นทุกระดับมี ปริมาณแอลกอฮอล์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ที่อัตราส่วนน้ำส้มแขกต่อน้ำ 50:50 ยังคงมีปริมาณแอลกอฮอล์ สูงสุด ปริมาณแอลกอฮอล์ต่ำสุด โดยที่อัตรา ส่วนน้ำส้มแขกต่อน้ำ 100:0 เนื่องจาก ความเป็นกรดสูงจะไปยับยั้งการเจริญ ของเชื้อยีสต์ที่อัตราส่วนน้ำส้มแขกต่อ น้ำ 25:75 และ 75:25 มีปริมาณ แอลกอฮอล์ใกล้เคียงกัน ซึ่งในระยะนี้ เชื้อยีสต์มีการเจริญและการหมักเกิดขึ้น มาก
	50:50	2.5	
	75:25	1.9	
	100:0	1.7	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 (ต่อ)

เวลา (วัน)	อัตราส่วน น้ำส้มแขก(5%):น้ำ	ปริมาณแอลกอฮอล์ (%)	เปรียบเทียบผลการหมัก
6	25:75	2.0	เมื่อหยุดการหมักแล้ว พบว่าที่อัตราส่วนน้ำส้มแขกต่อ น้ำ 50:50 มีปริมาณแอลกอฮอล์สูงกว่าอัตราส่วนอื่น ที่อัตราส่วนน้ำส้มแขกต่อ น้ำ 25:75 มีปริมาณแอลกอฮอล์ไม่เพิ่มขึ้นนับจากวันที่ 4 ทั้งนี้เนื่องมาจากอัตราการผลิตแอลกอฮอล์มากเกินไป ทำให้สารอาหารในน้ำหมักมีน้อยไม่เพียงพอต่อความต้องการของเชื้อยีสต์ ที่อัตราส่วนน้ำส้มแขก 100:0 มีปริมาณแอลกอฮอล์ต่ำสุดจากทุกอัตราส่วน เพราะมีปริมาณความเป็นกรดสูง
	50:50	4.3	
	75:25	3.1	
	100:0	2.3	



ภาพที่ 5 ปริมาณแอลกอฮอล์ในน้ำหมักที่อัตราส่วนต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้อัตราส่วนน้ำส้มแขกต่อน้ำที่ 100:0 (โดยปริมาตร) จะมีปริมาณกรดทั้งหมดสูงถึง 0.84% รองลงมาคือ 75:25, 50:50, และ 25:75 (โดยปริมาตร) ตามลำดับ การวิเคราะห์หาความเป็นกรดในไวน์ส้มแขกซึ่งเป็นส่วนประกอบของสาร HCA (Hydroxycitric acid) ในผลส้มแขกปริมาณกรดทั้งหมดในไวน์ส้มแขกจะค่อย ๆ เพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ตลอดระยะเวลาการหมัก เพราะเชื้อยีสต์ทำการหมักน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์ ยังผลให้ความหวานลดลง ความเป็นกรดจึงเพิ่มสูงขึ้น (อรพิน ภูมิภมร, 2526 : 46)

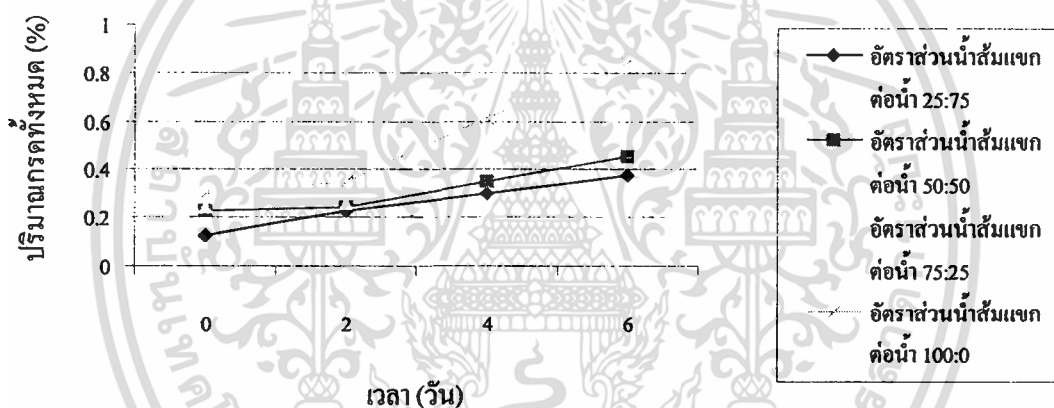
ตารางที่ 4 ปริมาณกรดทั้งหมดในน้ำหมักที่อัตราส่วนต่าง ๆ

เวลา (วัน)	อัตราส่วน น้ำส้มแขก(5%):น้ำ	ปริมาณกรดทั้งหมด (%)	เปรียบเทียบผลการหมัก
0	25:75	0.13	ปริมาณกรดทั้งหมดในแต่ละอัตราส่วนความเข้มข้นมีปริมาณแตกต่างกัน เนื่องจากอัตราการเจือจางที่ต่างกันทำให้ปริมาณกรดทั้งหมดไม่เท่ากัน ปริมาณกรดทั้งหมดสูงสุดที่อัตราส่วนน้ำส้มแขกต่อน้ำ 100:0 รองลงมาคือ 75:25, 50:50 และ 25:75 ตามลำดับ
	50:50	0.23	
	75:25	0.24	
	100:0	0.30	
2	25:75	0.23	ปริมาณกรดทั้งหมดแต่ละอัตราส่วนเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อย จากวันเริ่มต้นการหมักเมื่อเปรียบเทียบปริมาณความเป็นกรดในแต่ละอัตราส่วนของกรหมักในวันที่ 2
	50:50	0.24	
	75:25	0.26	
	100:0	0.35	
4	25:75	0.30	ปริมาณกรดทั้งหมดในแต่ละความเข้มข้นเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งจะมีผลต่อการเจริญของเชื้อยีสต์ทำให้แอลกอฮอล์ลดลง
	50:50	0.35	
	75:25	0.55	
	100:0	0.61	
6	25:75	0.38	เมื่อสิ้นสุดการหมักพบว่าที่อัตราส่วนน้ำส้มแขกต่อน้ำ 100:0 มีปริมาณกรดทั้งหมดสูงสุด รองลง
	50:50	0.45	
	75:25	0.53	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 (ต่อ)

เวลา (วัน)	อัตราส่วน น้ำส้มแขก(5%):น้ำ	ปริมาณทั้งหมด (%)	เปรียบเทียบผลการหมัก
	100:0	0.84	มาคือ 75:25, 50:50, และ 75:25 ปริมาณความเป็นกรดที่เหมาะสมในไวน์ขาวประมาณ 0.6% ที่อัตราส่วนน้ำส้มแขกต่อน้ำ 75:25 มีปริมาณความเป็นกรดใกล้เคียงกับไวน์ขาวมากที่สุด



ภาพที่ 6 ปริมาณกรดทั้งหมดในน้ำหมักที่อัตราส่วนต่าง ๆ

จากนั้นนำไวน์ที่ได้จากการหมักนาน 6 วัน มาหยุดการผลิตแอลกอฮอล์ (stop) แล้วนำไปทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 10 คน (แบบทดสอบชิมแสดงในภาคผนวก ข)

การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ที่อัตราส่วนน้ำส้มแขกต่อน้ำต่างกัน 4 ระดับ พบว่ามีความแตกต่างกันทางด้านสี กลิ่น และรส อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ที่อัตราส่วนน้ำส้มแขกต่อน้ำ 50:50 มีค่าเฉลี่ยการยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุดทั้งทางด้านสี (5.3) กลิ่น (5.1) รส (4.7) สูงกว่าที่อัตราส่วนน้ำส้มแขกต่อน้ำ 25:75, 75:25, และ 100:0 ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ไวน์ส้มแขกที่มีอัตราส่วน 50:50 มีสีเหลืองอ่อน มีความใส และมีตะกอนน้อยกว่าอัตราส่วนอื่น เพราะที่อัตราส่วนความเข้มข้นน้ำส้มแขกต่อน้ำสูงจะให้ไวน์ส้มแขกที่มีสีเหลืองเข้มและเกิดตะกอนมากด้วยเช่นกัน เพราะความเป็นกรดสูงมีผลทำให้เกิดการตกเอกลสารเป็นเอกลสารที่ส่งวันไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตะกอนของไวน์ (ไพโรจน์ วิริยะจารี, 2535 : 62) ปริมาณแอลกอฮอล์ที่ผู้บริโภครับมากที่สุดที่อัตราส่วนน้ำส้มแขกต่อน้ำ 50:50 (โดยปริมาตร) (5.3) รองลงมาคือ 25:75 (4.9) , 100:0 (4.6) และ 75:25 (4.5) ตามลำดับ เนื่องจากที่อัตราส่วนความเข้มข้นน้ำส้มแขกสูงและต่ำมากเกินไปมีปริมาณแอลกอฮอล์ที่เกิดขึ้นน้อยมากและมีน้ำตาลเหลือจากการหมักมากทำให้ไวน์ที่ได้มีรสหวานของผู้บริโภคไม่ให้การยอมรับ

ตารางที่ 5 คะแนนเฉลี่ยด้าน สี กลิ่น และรสของไวน์ส้มแขกที่อัตราส่วนต่างๆ

คุณสมบัติที่ทดสอบ	ตัวอย่าง			
	368	432	579	638
สี	4.5 ^b	5.3 ^a	3.4 ^d	3.6 ^c
กลิ่น	4.2 ^c	5.1 ^a	4.8 ^b	4.8 ^b
รส	4.0 ^c	4.7 ^a	3.9 ^d	4.2 ^b
การยอมรับรวม	4.9 ^b	5.3 ^a	4.5 ^d	4.6 ^c

a b c และ d คือคะแนนเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$)

ตัวอย่างที่ใช้ทดสอบมีดังนี้คือ

368 = อัตราส่วนความเข้มข้นระหว่างน้ำส้มแขกต่อน้ำ 25:75

432 = อัตราส่วนความเข้มข้นระหว่างน้ำส้มแขกต่อน้ำ 50:50

579 = อัตราส่วนความเข้มข้นระหว่างน้ำส้มแขกต่อน้ำ 75:25

638 = อัตราส่วนความเข้มข้นระหว่างน้ำส้มแขกต่อน้ำ 100:0

ดังนั้นในการผลิตไวน์ส้มแขก ควรปรับอัตราส่วนน้ำส้มแขกต่อน้ำในอัตราส่วน 50:50 ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่ผู้บริโภครับมากที่สุด และให้ไวน์ที่ใสกว่าอัตราส่วนอื่น

2. ปริมาณความหวานเริ่มต้นที่เหมาะสมในการหมักไวน์ส้มแขก

จากการทดลองหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการหมักไวน์ส้มแขก พบว่าอัตราส่วนน้ำส้มแขกต่อน้ำที่เหมาะสมและผู้บริโภคยอมรับเท่ากับ 50:50 นำมาใช้เป็นอัตราส่วนในการทดลองหาปริมาณความหวานเริ่มต้นในการหมักไวน์ส้มแขก เพื่อศึกษาปริมาณแอลกอฮอล์ ความหวานเริ่มต้นที่เหมาะสมและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคในการหมักไวน์ส้มแขก และวิเคราะห์หาความเป็นกรดทั้งหมดในไวน์ส้มแขก (ผลการหมักแสดงในตารางที่ 6, 7 และรูปภาพที่ 7, 8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองปรับปริมาณความหวานเริ่มต้นแตกต่างกัน 4 ระดับ เท่ากับ 10, 15, 20 และ 25°Brix ในการผลิตไวน์ส้มแขก พบว่าปริมาณความหวานเริ่มต้น 25°Brix จะให้ปริมาณแอลกอฮอล์สูงสุด(4.8%) รองลงมาคือ 20°Brix (3.45%), 15°Brix (2.87%) และ 10°Brix(1.75%) ตามลำดับ จากนั้นทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสต่อปริมาณแอลกอฮอล์ในไวน์ส้มแขกที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยการชิมและให้คะแนนความชอบจาก ชอบมากที่สุดให้ 5 คะแนน จนไม่ชอบให้ 1 คะแนน ผลการชิมพบว่าที่ปริมาณความหวานเริ่มต้น 20°Brix ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด (3.3%) รองลงมาคือ 15 (2.87%), 25 (4.8%), และ 10°Brix (1.75%) ตามลำดับ ปริมาณความหวานเริ่มต้นน้อยจะทำให้เปอร์เซ็นต์การยอมรับของผู้บริโภคลดลงรวมถึงปริมาณแอลกอฮอล์ที่ได้ลดลงด้วย ผลวิเคราะห์ความเป็นกรดทั้งหมดในไวน์ส้มแขกพบว่า ที่ปริมาณความหวานเริ่มต้น 25°Brix มีปริมาณกรดทั้งหมดสูงสุด (0.38%) เนื่องจากมีความหวานเริ่มต้นสูงทำให้ยีสต์เปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์ได้มากเช่นกัน ไวน์ที่มีคุณภาพดีจะต้องปริมาณกรดทั้งหมด 0.65-0.95 % (ลูกจันทร์ ภักร์ชพันธุ์, 2534:16) ทั้งนี้ปริมาณกรดทั้งหมดที่พบในไวน์ส้มแขกค่อนข้างต่ำ เพราะใช้เวลาในการหมักเพียง 6 วัน และไม่มีกรบ่มไวน์

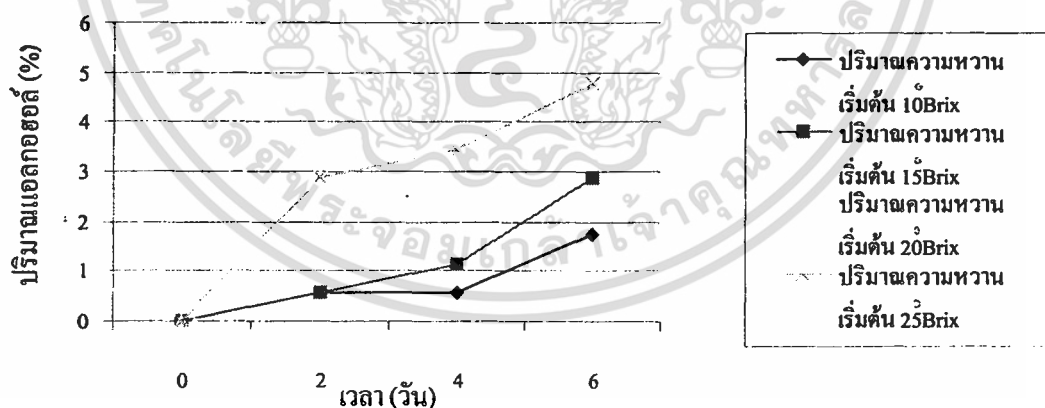
ตารางที่ 6 ปริมาณแอลกอฮอล์ที่ความหวานเริ่มต้นระดับต่าง ๆ

เวลา (วัน)	ปริมาณความหวานเริ่มต้น (°Brix)	ปริมาณแอลกอฮอล์ (%)	เปรียบเทียบผลการหมัก
0	10	0	ทุกระดับความหวานเริ่มต้น ไม่มีแอลกอฮอล์เกิดขึ้น เนื่องจากเป็นวันเริ่มต้นของการหมักยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น
	15	0	
	20	0	
	25	0	
2	10	0.575	ที่ระดับความหวานเริ่มต้น 15, 20 และ 25°Brix การผลิตแอลกอฮอล์โดยเชื้อยีสต์นั้นยังคงเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ที่ระดับความหวานเริ่มต้นมีปริมาณแอลกอฮอล์เท่ากัน 20 และ 25°Brix มีปริมาณแอลกอฮอล์สูงกว่า เนื่องจากความเข้มข้นของ น้ำตาลในการเปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์มากกว่า
	15	0.575	
	20	2.87	
	25	2.87	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 (ต่อ)

เวลา (วัน)	ปริมาณความหวาน เริ่มต้น (°Brix)	ปริมาณแอลกอฮอล์ (%)	เปรียบเทียบผลการหมัก
4	10	0.575	ที่ระดับความหวานเริ่มต้น 15, 20 และ 25°Brix การผลิตแอลกอฮอล์โดยเชื้อยีสต์นั้นยังคงเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ที่ระดับความหวานเริ่มต้น 10°Brix ปริมาณแอลกอฮอล์เท่ากับวันที่ 2 แสดงว่าปริมาณน้ำตาลในน้ำหมักใกล้จะหมดแล้ว
	15	1.15	
	20	3.45	
	25	3.45	
6	10	1.75	เมื่อสิ้นสุดการหมักพบว่าที่ระดับความหวานเริ่มต้น 25°Brix มีปริมาณแอลกอฮอล์สูงสุด รองลงมาคือ 20, 15 และ 10°Brix ตามลำดับ
	15	2.87	
	20	3.45	
	25	4.8	



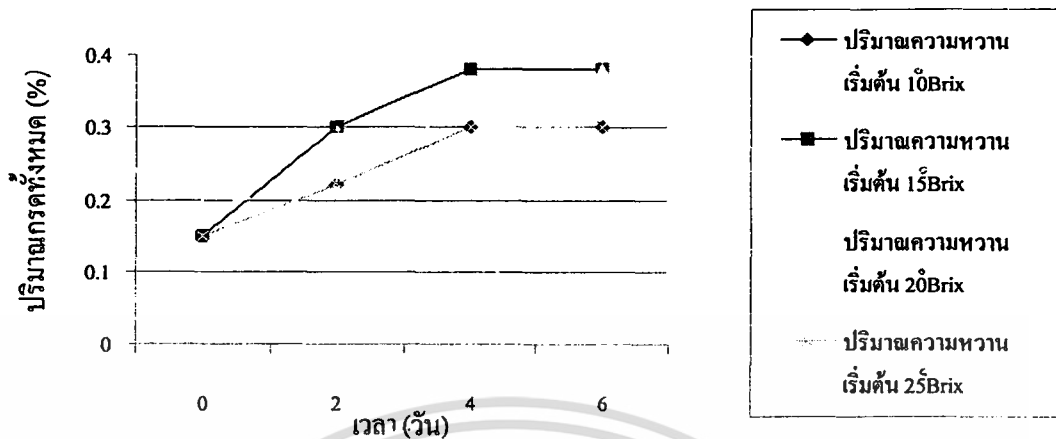
ภาพที่ 7 ปริมาณแอลกอฮอล์ที่ความหวานเริ่มต้นระดับต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 ปริมาณกรดทั้งหมดที่ความหวานเริ่มต้นระดับต่าง ๆ

เวลา (วัน)	ปริมาณความหวาน เริ่มต้น (°Brix)	ปริมาณทั้งหมด(%)	เปรียบเทียบผลการหมัก
0	10	0.15	ปริมาณกรดทั้งหมดในแต่ละระดับ ความหวานเริ่มต้นมีประมาณเท่ากัน เนื่องจากอยู่ในระยะแรกของการ หมัก
	15	0.15	
	20	0.19	
	25	0.15	
2	10	0.22	ปริมาณกรดทั้งหมดในแต่ละระดับ ความหวานเริ่มต้นสูงขึ้นเล็กน้อย ที่ ความหวานเริ่มต้น 25 (°Brix) มี ปริมาณกรดทั้งหมดสูงสุด เนื่องจาก มีแอลกอฮอล์เกิดขึ้นกว่าความ หวานเริ่มต้นอื่น ๆ
	15	0.30	
	20	0.22	
	25	0.22	
4	10	0.30	ปริมาณกรดทั้งหมดเพิ่มสูงขึ้นทุก ความหวานเริ่มต้นที่แตกต่างกัน ตามปริมาณแอลกอฮอล์ที่สูงขึ้น
	15	0.38	
	20	0.34	
	25	0.30	
6	10	0.30	เมื่อสิ้นสุดการหมัก พบว่าความเป็น กรดในไวน์ที่คำนวณได้ค่อนข้างต่ำ เนื่องจากเวลาที่ใช้ในการหมักน้อย ที่ความหวานเริ่มต้น 25 (°Brix) มี ปริมาณกรดสูงสุด ต่ำสุดที่ความ หวานเริ่มต้น 10 (°Brix)
	15	0.38	
	20	0.38	
	25	0.30	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8 ปริมาณกรดทั้งหมดในความหวานเริ่มต้นระดับต่าง ๆ

3. ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมดในไวน์ส้มแขก

การวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมดในไวน์ส้มแขก โดยวิธีของ Monier-Williams เพื่อหาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมดที่เหลือในไวน์ส้มแขกอยู่ในระดับที่กฎหมายอนุญาตให้มีได้หรือไม่ ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่กฎหมายให้มีได้ไม่เกิน 100-200 ppm (ส่วนในล้านส่วน) ถ้ามีซัลเฟอร์ไดออกไซด์เหลือตกค้างในไวน์มากกว่านี้จะไปมีผลต่อระบบการหายใจและระบบทางเดินอาหารของผู้บริโภคได้ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เติมลงไปอยู่ในรูปของเกลือโปตัสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ 0.2 กรัม ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เติมจะอยู่ในรูปซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมด และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่รวมตัวอยู่กับสารอื่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระเท่านั้นที่มีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการในไวน์ได้และป้องกันการแตกตัวของกรดก่อนกำหนด แต่จะพบซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระน้อยมาก เนื่องจากซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เติมลงไปจะแตกตัวให้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระเพียงเล็กน้อยเท่านั้น นอกจากนั้นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ยังสามารถรวมตัวกับกลูโคสกลายเป็นกลูโคซัลเฟตได้อีกด้วย (ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาศิก, 2535:117) ดังนั้นในการวิเคราะห์หาซัลเฟอร์ไดออกไซด์ จึงอยู่ในรูปซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมดที่เหลือไวน์ส้มแขก คำนวณโดยวิธี Monier-Williams (ภาคผนวก ค) โดยทำการปรับปริมาณความหวานเริ่มต้นแตกต่างกัน 4 ระดับ 10, 15, 20 และ 25°Brix หมักเป็นเวลา 6 วัน พบว่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมดที่เหลือในไวน์ส้มแขกที่มีปริมาณความหวานเริ่มต้นต่างกัน 4 ระดับ มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมดที่เหลือในปริมาณไม่เท่ากัน เนื่องจากซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในรูปรวมตัวสามารถรวมกับน้ำตาลกลูโคสกลายเป็นสารประกอบชนิดใหม่ได้ ในการปรับความหวานเริ่มต้นแต่ละตัวอย่างใช้น้ำตาลในปริมาณไม่เท่ากัน จึงทำให้ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมดที่เหลือใน ไวน์ส้มแขกมีปริมาณ ไม่เท่ากันด้วยเช่นกัน โดยที่ระดับปริมาณความหวานเริ่มต้น 25°Brix มีค่าปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมดเหลือมากที่สุด (37.12 ml/ ลิตร) รองลงมาคือที่ระดับปริมาณความหวานเริ่มต้น 20°Brix (26.88 ml/ ลิตร), 15°Brix (24.96 ml/ ลิตร) และ 10°Brix (21.12 ml/ ลิตร) ตามลำดับ ซึ่งซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมดเหลืออยู่ในไวน์ส้มแขกมีปริมาณไม่เกินที่กฎหมายกำหนดไว้ ดังนั้นจึงไม่เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค

ตารางที่ 7 ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมดในไวน์ส้มแขก

ความหวานเริ่มต้น (°Brix)	ปริมาณ I ₂ ที่ใช้ไตเตรท (ml)		ปริมาณ SO ₂ ทั้งหมด ml/l
	C	D	
10	2.4	0.75	21.12
15	2.4	0.5	24.96
20	3.6	0.7	26.88
25	2.6	0.5	37.12

ค่า C = ปริมาณ I₂ ที่ใช้ในการไตเตรท ครั้งที่ 1

ค่า D = ปริมาณ I₂ ที่ใช้ในการไตเตรท ครั้งที่ 2

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

ส้มแขกเป็นพืชสมุนไพรที่มีสรรพคุณทางยามีสาร HCA (Hydroxycitric acid) เป็นส่วนประกอบสำคัญ มีคุณสมบัติลดไขมันส่วนเกินในร่างกาย และยังช่วยลดคอเลสเตอรอลในเลือดได้อีกด้วย นอกจากการนำผลส้มแขกไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ลดน้ำหนัก น้ำผลไม้เข้มข้น ส้มแขกผง สารสกัดจากผลส้มแขกแล้ว หากนำมาแปรรูปเป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์จำพวกไวน์จะให้สี กลิ่น และรสชาติเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค นับเป็นการใช้วัตถุดิบทางการเกษตรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด เป็นการเพิ่มมูลค่าของวัตถุดิบ และเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ลดน้ำหนักที่ได้จากผลส้มแขก

การทดลองนี้ได้แบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ส่วน โดยการศึกษาอัตราส่วนน้ำส้มแขกต่อน้ำที่เหมาะสม ศึกษาปริมาณความหวานเริ่มต้นที่เหมาะสมในการหมักไวน์ส้มแขก ศึกษากลิ่น รส แอลกอฮอล์ในไวน์ส้มแขกที่ผู้บริโภคมอบรับได้ โดยใช้ชุดการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส และผู้ทดสอบจำนวน 10 คน และวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมดในไวน์ส้มแขก

1. ศึกษาอัตราส่วนน้ำส้มแขกต่อน้ำที่เหมาะสมในการหมักไวน์ส้มแขก

ในการศึกษาอัตราส่วนน้ำส้มแขกต่อน้ำที่เหมาะสมในการหมักไวน์ส้มแขก โดยใช้อัตราส่วนน้ำส้มแขก 5% ต่อน้ำเท่ากับ 25:75, 50:50, 75:25 และ 100:0 จากการทดลองวิเคราะห์ผลทางเคมีและเปรียบเทียบการให้คะแนนการทดสอบด้านประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิม พบว่าอัตราส่วนน้ำส้มแขกต่อคือ 50:50 ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด ทั้งด้านสี กลิ่น รส แตกต่างจากอัตราส่วนอื่นกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และมีปริมาณแอลกอฮอล์สูง (5%) กว่าอัตราส่วนอื่น แต่ต่ำกว่ามาตรฐานไวน์โดยทั่วไปมีแอลกอฮอล์ประมาณ 10-12 % เนื่องจากระยะเวลาหมักน้อยเกินไปจึงทำให้แอลกอฮอล์ที่น้อยเกินไปและเหลือน้ำตาลในการหมักมากทำให้ไวน์มีรสหวานมาก

2. การศึกษาหาปริมาณความหวานเริ่มต้นที่เหมาะสมในการหมักไวน์ส้มแขก

ในการศึกษาหาปริมาณความหวานเริ่มต้นที่เหมาะสมของไวน์ส้มแขก โดยปรับปริมาณความหวานเริ่มต้นแตกต่างกัน 4 ระดับคือ 10, 15, 20 และ 25°Brix จากการทดลองพบว่าปริมาณเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำตาลเริ่มต้นที่เหมาะสมคือ 25°Brix ปริมาณน้ำตาลที่สูงจะมีผลต่อการเจริญของเชื้อยีสต์ และยังผลให้ปริมาณแอลกอฮอล์สูงขึ้น ซึ่งจะไปยังการเจริญของเชื้อยีสต์ทางอ้อม นอกจากนั้นแล้ว ปริมาณน้ำตาลที่สูงเกินไปจะมีผลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อยีสต์เนื่องจากความเข้มข้นของ น้ำตาลที่สูงมากจะเกิด Osmotic pressure จนเป็นอันตรายต่อเซลล์ยีสต์ได้ (ลูกจันทร์ ภัคทรัพย์, 2534: 18) แต่ถ้าปริมาณน้ำตาลเริ่มต้นต่ำก็จะทำให้ได้ปริมาณแอลกอฮอล์น้อย เมื่อเปรียบเทียบคะแนนการยอมรับต่อปริมาณแอลกอฮอล์จากผู้ทดสอบชิม พบว่าไวน์ที่มีความหวานเริ่มต้น 20°Brix แอลกอฮอล์ 3.45% ได้รับการยอมรับต่อปริมาณแอลกอฮอล์มากที่สุด แต่ปริมาณแอลกอฮอล์ในแต่ละตัวอย่างไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทั้งนี้เนื่องจาก ปริมาณแอลกอฮอล์ที่ได้มีปริมาณใกล้เคียงกันทำให้ผู้ทดสอบไม่สามารถบอกความแตกต่างได้ ดังนั้นในการหมักไวน์ส้มแขกให้ได้ปริมาณแอลกอฮอล์ 3.45% ควรหมักไวน์ในอัตราส่วนน้ำส้มแขก ต่อ น้ำเท่ากับ 50:50 ปรับปริมาณความหวานเริ่มต้นเท่ากับ 20°Brix หมักเป็นเวลา 6 วัน จะได้ไวน์รสชาติดี สีใสไม่ขุ่น

3. การวิเคราะห์หาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมดในไวน์ส้มแขก

ในการวิเคราะห์หาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในรูปซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมดที่เหลือในไวน์ส้มแขก โดยปรับปริมาณความหวานเริ่มต้นแตกต่างกัน 4 ระดับคือ 10, 15, 20 และ 25°Brix หลังจากการหมักครบ 6 วัน พบว่าที่ระดับปริมาณความหวานเริ่มต้น 25°Brix มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์มากที่สุด (37.12 ml/l) รองลงมาคือ 20, 15 และ 10 °Brix ตามลำดับ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการและป้องกันไม่ให้กรดแตกตัวก่อนกำหนด โดยกฎหมายกำหนดให้มีซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้ไม่เกิน 100-200 ppm ถ้าเกินกว่านี้อาจจะเป็นอันตรายต่อระบบการหายใจและระบบทางเดินอาหารของผู้บริโภคได้ การผลิตไวน์ส้มแขกไม่จำเป็นต้องเติมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในรูปของเกลือโปตัสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ก็ได้ เพราะโดยธรรมชาติของผลส้มแขกแล้วมีความเป็นกรดสูงสามารถป้องกันจุลินทรีย์ที่อาจจะปนเปื้อนได้เช่นกัน นอกจากนั้นแล้วผู้บริโภคยังไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับการตกค้างของซัลเฟอร์ในไวน์ด้วย

ข้อเสนอแนะ

1. การหมักไวน์ส้มแขกในการทดลองครั้งนี้ใช้เวลา 6 วัน ทำให้ได้ปริมาณแอลกอฮอล์ต่ำเกินไป ไวน์โดยปกติทั่วไปมีแอลกอฮอล์ประมาณ 10-12 % ควรเพิ่มระยะเวลาในการหมักให้นานขึ้นเป็น 9-11 วัน เพื่อให้ได้แอลกอฮอล์ที่สูงขึ้น และเหลือน้ำตาลในการหมักน้อยที่สุด

2. ในการหมักไวน์ส้มแขกไม่จำเป็นต้องเติมโปตัสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ (KMS) 0.2 กรัมต่อลิตร เพราะน้ำส้มแขกมีความเป็นกรดสูงซึ่งจะเป็นตัวช่วยยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการได้

3. การปรับความหวานเป็นกรด-ด่างในน้ำส้มแขกด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1% ต้องใช้ปริมาณมาก ถ้าหาร่างกายได้รับมากเกินไปอาจเป็นอันตรายต่อกระเพาะอาหาร ดังนั้นควรปรับความเป็นกรด-ด่าง ด้วยแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์แทนซึ่งสามารถสลายตัวได้เองไม่เป็นอันตรายต่อร่างกายเมื่อดื่มเข้าไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- จินตนา บุนนาค . 2542. เอกสารประกอบการสอนการวิเคราะห์ความเป็นกรด. ภาควิชาครุศาสตร์
เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
- จรรยา คำนวดตา. 2538. เอกสารประกอบการอบรมภาคฤดูร้อนเรื่องการควบคุมขบวนการหมัก
แอลกอฮอล์. ภาควิชาจุลชีววิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 4 น.
- เจ็ดชัย เชี่ยวธีรกุล และคณะ. “การทำไวน์จากผลไม้เมืองร้อน” วารสารอาหาร. ปีที่ 8 เล่มที่ 2
(เมษายน-มิถุนายน 2529). 142 น.
- ทองยศ อเนกะเวียง. 2534. ผลิตภัณฑ์นมในครัวเรือน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 151 น.
- ตุลา ชีรชุติมานันท์และคณะ. 2541. อนุรักษ์พันธุ์พืชไทย. สงขลา : สำนักพิมพ์เทียมการพิมพ์. 32 น.
- นवलพรรณ ณ ระนอง. 2541. เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่องเทคโนโลยีการหมัก.
ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง. 50 น.
- ประดิษฐ์ ครัววัฒนา. 2520. เอกสารไวน์. กรุงเทพฯ : สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 28 น.
- พรทิภา ฤกษ์รัตนวราพร. 2531. ไวน์ส้ม. กรุงเทพฯ : ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตร์บัณฑิต สถาบัน
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 44 น.
- ไพบุลย์ ชรรมรัตน์วาลิก. 2535. กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ไอเดียนสโตร.
250 น.
- ไพโรจน์ วิริยจารี. 2535. วิธีทางอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการ-
อาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 197 น.
- ถูกจันทร์ ภักวีชพันธ์. 2534. อุตสาหกรรมการหมักคอง. ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะอุตสาหกรรม-
กรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 161 น.
- วารวุฒิ ทรูส่ง. 2529. เทคโนโลยีการหมัก. คณะเทคโนโลยีการเกษตรศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 230 น.
- วันชัย สิทธิหนู่น. 2541. เอกสารผลิตไวน์. ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 25 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุมาลี เหลืองสกุล. 2537. จุลชีววิทยาทางอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. 250 น.

สุวรรณณี อางหาญณรงค์. 2539. การใช้ส้อมแชกเป็นสารให้รสเปรี้ยวในต้มยำก๋อน. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยปริญาตกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร. 340 น.

สันติ วงศ์สุวรรณ. 2532. การทำไวน์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : พิมพ์โดยโครงการหนังสือเกษตรชุมชน. 240.

อรพิน ภูมิภมร. 2536. จุลินทรีย์ในเครื่องคัมประเภทแอลกอฮอล์และอาหารหมักพื้นเมือง. ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร. 166 น.

AOAC . 1975. Official method of analysis. 12¹ of ed. Washington D.C. George Banta Co., Inc. 1018p.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การปรับมาตรฐานความหวานของน้ำส้มแช่ โดยการคำนวณด้วยวิธี Pearson' s square
 Pearson' s square เป็นวิธีที่ใช้คำนวณเพื่อปรับมาตรฐานความหวานของน้ำเชื่อม โดยการ
 สร้างรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขึ้น เขียนค่าความหวาน ($^{\circ}$ Brix) ที่ต้องการตรงกลางรูปสี่เหลี่ยมมุมซ้ายทั้ง
 สองจะเขียนค่าความหวาน ($^{\circ}$ Brix) ที่นำมาปรับให้ได้มาตรฐาน

วิธีการ (Procedure) มี 2 ขั้นตอนคือ

ขั้นที่ 1 การคำนวณของวิธีของ Pearson' s square

1.1 ทำตารางของ Pearson' s square ดังนี้

ค่าความหวานเริ่มต้น... $^{\circ}$ Brix



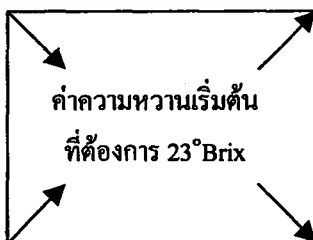
ค่าความหวานที่นำมาปรับ... $^{\circ}$ Brix

1.2 บรรจุนตัวเลขลงในช่องว่าง (.....) ดังนี้คือ

ตัวอย่าง อัตราส่วนน้ำส้มแช่ต่อน้ำที่ 100:0 มีค่าความหวาน 2 $^{\circ}$ Brix ใช้น้ำตาลทรายที่มีค่าความ
 หวาน 100 $^{\circ}$ Brix มาปรับโดยผสมอัตราส่วนน้ำส้มแช่เข้าด้วยกันให้มีค่าความหวานเป็น 23 $^{\circ}$ Brix
 ต้องการ 1,000 มิลลิลิตร

ค่าความหวานน้ำตาล 100 $^{\circ}$ Brix

$$(23-2) = 21$$



ค่าความหวานน้ำส้มแช่ 2 $^{\circ}$ Brix

$$(100-23) = 77$$

1.3 นำตัวเลข 2 ตัวที่เรียงตามลูกศรกลับกัน เอาตัวเลขที่มีค่ามากที่สุดแล้วลบด้วยตัวเลขที่มีค่าน้อยกว่า ซึ่งจะได้ผลออกมาดังนี้คือ

13.1 ลบตัวเลขตามลูกศรชี้ จากมุมซ้ายบน (2) มามุมล่างขวา (23-2) จะได้ 21 แล้วนำตัวเลข 21 มาตั้งไว้ที่มุมล่างขวา

13.2 ลบตัวเลขตามแนวลูกศรชี้ จากมุมล่างซ้าย (100) มามุมบนขวา (100-23) จะได้ 77 แล้วนำมาตั้งไว้ที่มุมขวาบน

จากการลบตัวเลขนี้ แสดงให้เห็นว่าต้องใช้อัตราส่วนน้ำส้มแขกต่อน้ำ ที่มีค่าความหวาน 2°Brix จำนวน 77 ส่วน ผสมกับน้ำตาลทราย 100°Brix จำนวน 21 ส่วน จึงจะได้ของผสมที่มีค่าความหวานเป็น 23°Brix

ขั้นที่ 2 คำนวณหาปริมาณของน้ำส้มแขกที่ปรับอัตราส่วน และจำนวนน้ำตาลทรายที่จะนำมาผสมกันเป็นของผสมที่มีค่าความหวานเป็น 23°Brix จำนวนของผสม 800 มิลลิลิตร โดยวิธีเทียบบัญญัติไตรยางค์ ดังต่อไปนี้คือ

จากตัวเลขในตาราง Pearson's square นำมาคำนวณดังนี้
น้ำส้มแขกที่มีความหวาน 23°B จำนวน 98 มล. เตรียมได้จากน้ำส้มแขก 77 มล. น้ำตาลทราย 21 กรัม

น้ำส้มแขกที่ต้องการ จำนวน 800 มล. ต้องใช้น้ำส้มแขก $\frac{77 \times 800}{98} = 628.5$ มล.
ใช้น้ำตาลทราย $\frac{21 \times 800}{98} = 171.4$ กรัม

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแบบทดสอบคุณภาพอาหารโดยวิธีทางประสาทสัมผัสของไวน์ส้มแขก

แบบทดสอบคุณภาพอาหารโดยวิธีทางประสาทสัมผัสของไวน์ส้มแขก

ชื่อผู้ทดสอบ.....

ชื่อตัวอย่างไวน์ส้มแขก.....

วันที่.....

คำชี้แจง

- ล้างบ้วนปากด้วยน้ำเปล่าที่จัดไว้ ก่อนการทดสอบตัวอย่างทุกครั้ง
- อย่ากลืนน้ำเปล่า ตัวอย่างอาจกลืนได้หลังการประเมินผล
- ให้ทดสอบตัวอย่างซึ่งมีรหัสกำกับไว้เป็นลำดับ คือ 368 432 579 และ 638 ในการทดสอบนี้ผู้ทดสอบสามารถทำการทดสอบซ้ำได้ โดยประเมินผลดังนี้

3.1 ประเมินระดับความชอบ ซึ่งสามารถแบ่งย่อยไปเป็น ความชอบรวม ความชอบต่อคุณลักษณะต่าง ๆ เช่น สี กลิ่น รส โดยให้คะแนนเป็น 7 แต้ม

3.2 การพิจารณาการยอมรับแบ่งคะแนนตาม

ชอบมากที่สุด	เท่ากับ	7	คะแนน
ชอบมาก	เท่ากับ	6	คะแนน
ชอบ	เท่ากับ	5	คะแนน
เฉย ๆ	เท่ากับ	4	คะแนน
ไม่ชอบ	เท่ากับ	3	คะแนน
ไม่ชอบมาก	เท่ากับ	2	คะแนน
ไม่ชอบมากที่สุด	เท่ากับ	1	คะแนน

คุณลักษณะ/รหัส	368	432	579	638
กลิ่น				
รสชาติ				
สี				
การยอมรับรวม				

หมายเหตุ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไวน์ส้มแขก

วันที่ทำการทดสอบ.....

จงทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสต่อ ปริมาณแอลกอฮอล์โดยให้คะแนนตามความชอบ-ไม่ชอบดังนี้

ชอบมากที่สุด	5	คะแนน
ชอบมาก	4	คะแนน
ชอบปานกลาง	3	คะแนน
ชอบเล็กน้อย	2	คะแนน
ไม่ชอบ	1	คะแนน

ค่าการยอมรับ ปริมาณแอลกอฮอล์	ชอบมากที่สุด	ชอบมาก	ชอบปานกลาง	ชอบเล็กน้อย	ไม่ชอบ
368					
432					
579					
638					

หมายเหตุ.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการ

1. ปิเปตสารละลายตัวอย่าง 50 มิลลิลิตร เดิมโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 5 นอร์มัล ปริมาณ 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ระวังอย่าเขย่าจนอากาศเข้าไปในสารละลาย ตั้งทิ้งไว้ 20 นาที

2. เติมกรดเกลือเข้มข้น 5 นอร์มัล ปริมาณ 7 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน

3. ไตเตรททันทีด้วยสารละลายไอโอดีน โดยมีน้ำแบ่งเป็น indicator จนได้สารละลายสีน้ำเงินเข้ม สมมุติได้ค่าไตเตรท = C ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 10 นาที เขย่าให้เข้ากันดี

4. ไตเตรทอย่างรวดเร็วด้วยสารละลายไอโอดีน โดยมีน้ำแบ่งเป็น indicator จนได้สารละลายสีน้ำเงินเข้ม สมมุติได้ค่าไตเตรท = D

5. คำนวณหาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมด (ml/l)

$$= \frac{(C-D) \times N \text{ NaOH} \times 32 \times 1,000}{\text{ปริมาตรตัวอย่าง}}$$

ปริมาตรตัวอย่าง

ภาคผนวก ง

การคำนวณหาค่า Analysis of Variance และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละตัวอย่าง ใน การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสต่อปริมาณแอลกอฮอล์ของไวน์ส้มแขกจากผู้ทดสอบชิม 10 คน

ตารางที่ 1ง ผลการให้คะแนนการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสต่อปริมาณแอลกอฮอล์ของไวน์ส้มแขก จากผู้ทดสอบ 10 คน

จำนวนผู้ชิม	ตัวอย่างอาหาร				Grand Total (G.T)
	A	B	C	D	
1	3	4	4	5	16
2	4	5	2	1	12
3	3	5	4	1	13
4	2	3	3	4	12
5	3	2	4	5	14
6	1	3	2	2	8
7	1	1	3	2	7
8	4	4	5	1	14
9	5	3	2	1	11
10	3	2	4	5	14
Total	29	32	33	27	121
Mean	2.9	3.2	3.3	2.7	12.1

ตัวอย่าง

A = ปริมาณแอลกอฮอล์ 1.75 เปอร์เซ็นต์

B = ปริมาณแอลกอฮอล์ 2.87 เปอร์เซ็นต์

C = ปริมาณแอลกอฮอล์ 3.45 เปอร์เซ็นต์

D = ปริมาณแอลกอฮอล์ 4.8 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การให้คะแนน

5 = ชอบมากที่สุด

4 = ชอบมาก

3 = ชอบปานกลาง

2 = ชอบเล็กน้อย

1 = ไม่ชอบ

ตารางที่ 2 ง การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of variance)

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Square	Mean Square	F
Sample	r-1	$R_1^2 + \dots + R_t^2 - C.F$		
Judge	t-1	$T_1^2 + \dots + T_r^2 - C.F$		
Error	(r-1)(t-1)	SS Total - SS Sample - SS Judge		
Total	Tr-1	$\sum X_{ij}^2 - C.F.$		

r = จำนวนตัวอย่าง

t = จำนวนผู้ชม

1. การคำนวณหา C.F (Correction factor)

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

tr

$$= \frac{(121)^2}{40}$$

40

$$= 366.02$$

2. การคำนวณหา SS (Sum of square)

2.1 SS sample

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
 &= \frac{R_1^2 + \dots + R_t^2}{t} - C.F \\
 &= \frac{[29^2 + 32^2 + 33^2 + 27^2]}{10} - 366.02 \\
 &= 2.28
 \end{aligned}$$

2.2 SS judge (The judge of sum square)

$$\begin{aligned}
 &= \frac{T_1^2 + \dots + T_r^2}{r} - C.F \\
 &= \frac{[16^2 + 12^2 + \dots + 11^2 + 14^2]}{4} - 366.02 \\
 &= 17.73
 \end{aligned}$$

2.3 SS Total (The total of sum square)

$$\begin{aligned}
 \text{SS Total} &= \sum X_{ij}^2 - C.F. \\
 &= [3^2 + 4^2 + \dots + 1^2 + 5^2] - 366.02 \\
 &= 72.98
 \end{aligned}$$

2.4 SS error (Error of sum square)

$$\begin{aligned}
 \text{SS error} &= \text{SS Total} - \text{SS judge} - \text{SS sample} \\
 &= 72.98 - 17.73 - 2.28 \\
 &= 52.97
 \end{aligned}$$

3. การคำนวณหาค่า df (degree of freedom)

$$\begin{aligned}
 3.1 \text{ df sample} &= t-1 \\
 &= 4-1 \\
 &= 3
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 3.3 \text{ df total} &= tr-1 \\
 &= 40-1 \\
 &= 39
 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
 3.4 \text{ df error} &= \text{df total} - \text{df judge} - \text{df sample} \\
 &= 39 - 9 - 3 \\
 &= 27
 \end{aligned}$$

4. การคำนวณหา MS (Mean Square)

$$\begin{aligned}
 4.1 \text{ MS sample} &= \frac{\text{SS sample}}{\text{df sample}} \\
 &= \frac{2.28}{3}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4.2 \text{ MS judge} &= \frac{\text{SS judge}}{\text{df judge}} \\
 &= \frac{17.73}{9} \\
 &= 1.97
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4.3 \text{ MS error} &= \frac{\text{SS error}}{\text{df error}} \\
 &= \frac{52.97}{27} \\
 &= 1.96
 \end{aligned}$$

5. หาค่า F (Variance ratio)

$$\begin{aligned}
 5.1 \text{ หาค่า F ของ sample} &= \frac{\text{MS sample}}{\text{MS error}} \\
 &= \frac{0.76}{1.96} \\
 &= 0.003
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 5.2 \text{ หาค่า F ของ judge} &= \frac{\text{MS judge}}{\text{MS error}} \\
 &= \frac{1.97}{1.96} \\
 &= 1.005
 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ง คะแนนค่าความแปรปรวนของปริมาณแอลกอฮอล์ที่ทดสอบ

Source of variation	DF	SS	MS	F
Sample	3	2.28	0.76	0.003
Judges	9	17.73	1.97	1.005
Error	27	52.97	1.96	
Total	39	72.98	4.69	

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

$$F(\text{Sample}) = 0.003$$

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

$$df, \text{ error}_2$$

จากการคำนวณ F sample ที่คำนวณไว้ 0.003 มีค่าน้อยกว่าค่า T ในตารางที่ P = 0.05 แสดงว่าตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

7. พิจารณาความแตกต่างระหว่างอย่างทีระดับ $P \leq 0.05$ โดยใช้ Turkey's test

จากคะแนนเฉลี่ย (จัดเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย)

C	B	A	D
3.3	3.2	2.9	2.7

7.1 หาค่า Standard error (SE)

$$\text{กำหนดให้ SE sample} = \frac{\text{MS Error}}{\text{Judge}}$$

$$= \frac{1.96}{10}$$

$$= 0.19$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.2 เปิดตารางที่ 4 หาค่า Significant student t rang (SSR) ที่ $t = 4$ ค่า $df \text{ error} = 27$ จากการเปิดตารางค่าที่ได้ = 3.87

7.3 คำนวณค่า LSD (Least significant difference) ค่าความแตกต่างระหว่างตัวอย่างที่ต่ำสุด

$$\begin{aligned} \text{LSD} &= \text{SE} \times \text{SSR} \\ &= 0.19 \times 3.87 \\ &= 0.73 \end{aligned}$$

7.4 เปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยระหว่างตัวอย่างกับค่า LSD ค่าความแตกต่างให้เรียงจากค่าสูงสุด เมื่อค่าความแตกต่างระหว่างตัวอย่างมีค่ามากกว่า LSD ที่คำนวณได้แสดงว่าตัวอย่างนั้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (significant) และถ้าค่าความแตกต่างมีค่าน้อยกว่า LSD แสดงว่าตัวอย่างนั้น ไม่มีความแตกต่างกัน หรือ ไม่มีนัยสำคัญ (non significant)

$$\begin{aligned} \text{A-D} &= 2.9 - 2.7 = 0.2 < 0.73 && \text{ไม่มีความแตกต่างกัน} \\ \text{A-B} &= 2.9 - 3.2 = -1.2 < 0.73 && \text{ไม่มีความแตกต่างกัน} \\ \text{A-C} &= 2.9 - 3.3 = -0.4 < 0.73 && \text{ไม่มีความแตกต่างกัน} \\ \text{C-D} &= 3.3 - 2.7 = 0.6 < 0.73 && \text{ไม่มีความแตกต่างกัน} \\ \text{C-B} &= 3.3 - 3.2 = 0.1 < 0.73 && \text{ไม่มีความแตกต่างกัน} \\ \text{B-D} &= 3.2 - 2.7 = 0.5 < 0.73 && \text{ไม่มีความแตกต่างกัน} \end{aligned}$$

ตารางที่ 4ง. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการยอมรับทางประสาทสัมผัสต่อปริมาณแอลกอฮอล์

C	B	C	D
3.3 ^a	3.2 ^a	2.9 ^a	2.7 ^a

แสดงว่าปริมาณแอลกอฮอล์ใน ไวน์ส้มแขกแต่ละตัวอย่าง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%