สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การใช้ประโยชน์จากกากกาแฟสด เพื่อผลิตเครื่องดื่มสุขภาพ

T058545

นางสาวพุทธรักษ์ ศิริรัตน์
นางสาววาสิตา อ่อนจับ
นายวิศาล วสินสกุล

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2546

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 58545
วัน,เดือน,ปี 25 ส.ค. 2549
.b.....
.i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Utilization of fresh coffee waste for health drinking production

Miss Pootarak Sirirat

Miss Vasita Onjub

Mr. Wisan Wasinsakun

A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement for the Degree of

Bacherlor of Science

Department of Applied Biology

Faculty of science

King Mongkut' s Institute of Technology Ladkrabang

Academic year 2003

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ การใช้ประโยชน์จากกากกาแฟสดเพื่อผลิตเครื่องดื่มสุขภาพ

โดย นางสาวพุทธรักษ์ ศิริรัตน์

นางสาววาสิตา อ่อนจับ

นายวิศาล วศินสกุล

ภาควิชา ชีววิทยาประยุกต์

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์มาริสา จาตุพรพิพัฒน์

ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้โครงงานพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการตรวจสอบ	ลายมือชื่อ
ประธานกรรมการ ผศ.ดวงใจ โอชัยกุล	
กรรมการ ผศ.มาริสา จาตุพรพิพัฒน์	
กรรมการ อาจารย์ลินจง สุขลำภู	

.....

(รศ.ดร.นวลพรรณ ณ ระนอง)

หัวหน้าภาควิชา

ลิขสิทธิ์ของภาควิชา ชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ การใช้ประโยชน์จากกากกาแฟสดเพื่อผลิตเครื่องดื่มสุขภาพ
โดย นางสาวพุทธรักษ์ ศิริรัตน์
นางสาววาสิตา อ่อนจับ
นายวิศาล วศินสกุล
ภาควิชา ชีววิทยาประยุกต์
สาขาวิชา เทคโนโลยีชีวภาพ
ปีการศึกษา 2546
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.มาริสา จาตุพรพิพัฒน์

บทคัดย่อ

โครงงานพิเศษนี้ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการนำกากกาแฟสด ซึ่งเป็นวัสดุเศษเหลือทิ้งจากร้านกาแฟมาใช้เป็นวัตถุดิบในการนำมาผลิตเครื่องดื่มสุขภาพเนื่องจากกากกาแฟสดยังมีสารต่างๆที่มีประโยชน์ต่อร่างกายเหลืออยู่ ได้แก่ ไขมัน โปรตีน เถ้า ความชื้น เส้นใยหยาบ คาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ และคาเฟอีน ปริมาณร้อยละ 31.47 9.78 1.13 65.42 1.78 2.19 และ 0.58 ตามลำดับ ในการผลิตเครื่องดื่มสุขภาพโดยการนำกากกาแฟสดมาคั้นน้ำแล้วทำการผสมกับน้ำสับปะรด และใช้เชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* สายพันธุ์ 5109 ในการหมัก โดยศึกษาปัจจัยระหว่างอัตราส่วนน้ำกากกาแฟกับน้ำสับปะรดคือ 1:1 1:4 และ 1:8 ผลที่ได้พบว่าอัตราส่วน 1:8 จะให้ปริมาณของแข็งที่เหลืออยู่ แอลกอฮอล์ พีเอช และปริมาณกรดทั้งหมดดังนี้ 5.00 15.50 3.85 และ 1.07 ตามลำดับ และมีปริมาณคาเฟอีนในไวน์ที่อัตราส่วน 1:1 1:4 และ 1:8 ที่อุณหภูมิ 15 และ 30 องศาเซลเซียส ร้อยละ 0.28 0.26 0.12 0.11 0.05 และ 0.05 ตามลำดับ เมื่อนำมาทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส พบว่าที่อัตราส่วน 1:8 เป็นที่ยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด เนื่องจากมี ความใส สี และรส เป็นที่ยอมรับจากผู้บริโภค ยกเว้นเรื่องกลิ่น เนื่องจากมีกลิ่นของกาแฟเจือจางที่สุด จึงควรมีการปรับปรุงเรื่องกลิ่นเนื่องจากผู้บริโภคต้องการให้มีกลิ่นกาแฟเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title Utilization of fresh coffee waste for health drinking production

Name Miss Pootarak Sirirat

Miss Vasita Onjub

Mr. Wisan Wasinsakun

Department Applied Biology

Program Biotechnology

Academic Year 2003

Spacial Project Advisor Asst. Prof. Marisa Jatupornpipat

Abstract

Fresh coffee waste , unvaluable waste from coffee shop , still have nutritional value , such as crude fat , crude protein ,ash , moisture , crude fiber ,N.F.E (Nitrogen free extract) and cafeine in amount of 31.47 , 9.78 , 1.13 , 65.42 , 1.78 , 2.19 and 0.58 % respectively was use as raw material for health drinking production. Process by extract coffee from fresh coffee waste then mixed coffee extracted with pineapple juice by using *Saccharomyces cerevisiae* strain 5109. The ratio of coffee extracted : pineapple juice was 1:1 , 1:4 and 1:8 respectively. The total solubles solid , alcohol , pH and total acid of sample number 3 (ratio 1:8) are 5.00, 15.50, 3.85 and 1.07 respectively. Ratio of wine 1:1 , 1:4 and 1:8 at temperature 15 and 30 ^{O}C have caffeine in amount of 0.28 , 0.26 , 0.12 , 0.11 , 0.05 and 0.05 % respectively . In the Hedonic scale test method was use for consumer pleasure measuring, sample number 3 received the most consumer acception because of it's clearance , colour and flavour, but less smell than other sample in the next experiment should improved by added more coffee flavour.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษนี้ได้จัดทำขึ้นตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ ซึ่งสามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องด้วยความอนุเคราะห์จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์มาริสา จาตุพรพิพัฒน์ ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา และเป็นผู้ชี้แนะแนวทางในการทำโครงงานพิเศษ ซึ่งทางคณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์มาริสา จาตุพรพิพัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษที่กรุณาให้คำปรึกษาระหว่างการค้นคว้าวิจัย และตรวจทานแก้ไขโครงงานพิเศษให้ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ดวงใจ โอชัยกุล และอาจารย์ลินจง สุขสำภู รวมถึงอาจารย์ทุกท่านที่ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อโครงงานพิเศษนี้

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิทยาประยุกต์ เจ้าหน้าที่ธุรการ บิดา มารดาและพี่ๆเพื่อนๆนักศึกษา รุ่นน้องภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ รวมทั้งผู้มีอุปการะคุณที่มิอาจกล่าวนามไว้ครบถ้วนที่ได้ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการทำโครงงานพิเศษนี้แก่คณะผู้จัดทำเป็นอย่างดีตลอดมา

นางสาวพุทธรักษ์ ศิริรัตน์
นางสาววาสิตา อ่อนจับ
นายวิศาล วศินสกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ซ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาของโครงงานพิเศษ	1
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	4
1.4 ขั้นตอนของการวิจัยและวิธีการดำเนินงาน	4
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	
2.1 ประวัติของกาแฟ	5
2.2 การตลาดของกาแฟ	6
2.3 ชนิดและพันธุ์ของกาแฟ	8
2.4 ลักษณะของผลกาแฟ	11
2.5 การเก็บเกี่ยวและทำสารกาแฟ	12
2.6 สารในเมล็ดกาแฟ	16
2.7 ประโยชน์และโทษของกาแฟ	17
2.8 ประวัติศาสตร์และวิวัฒนาการของการผลิตไวน์	21
2.9 คุณประโยชน์ของไวน์	23
2.10 กระบวนการทำไวน์ผลไม้	23
2.11 ยีสต์	32
2.12 การวิเคราะห์ไวน์เพื่อให้ได้คุณภาพ	37
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 วัตถุดิบ	41
3.2 อุปกรณ์	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	42
บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผล	
4.1 ผลการวิเคราะห์ทางอาหารของกากกาแฟสดที่ผ่านการชงแล้ว 1 ครั้ง	47
4.2 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณคาเฟอีนและซัลเฟอร์ในไวน์ระหว่างบ่ม	47
4.3 ผลการศึกษาการหมักไวน์ที่สภาวะต่างๆ	49
4.4 ผลการทดสอบการยอมรับผู้บริโภค	62
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	65
เอกสารอ้างอิง	66
ภาคผนวก ก	70
ภาคผนวก ข	82
ภาคผนวก ค	83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ตัวอย่างปริมาณของคาเฟอีน 18

2.2 แสดงการแบ่งชนิดไวน์ตามความหวาน 38

4.1 แสดงผลการวิเคราะห์อาหารของกากกาแฟสดที่ผ่านการชงแล้ว 1 ครั้ง 47

4.2 แสดงปริมาณคาเฟอีนและซัลเฟอร์ในไวน์ระหว่างบ่ม 47

4.3 แสดงผลของเวลาและอุณหภูมิในการหมักไวน์กาแฟ โดยใช้อัตราส่วนน้ำกากกาแฟต่อน้ำสับปะรดคือ 1:1 ใช้เชื้อ *S. cerevisiae* 5109 ภายใต้สภาวะอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีค่าความหวานเริ่มต้นเท่ากับ 22 บริกซ์ และค่าพีเอชอยู่ในช่วง 3.5 –4.0 50

4.4 แสดงผลของเวลาและอุณหภูมิในการหมักไวน์กาแฟ โดยใช้อัตราส่วนน้ำกากกาแฟต่อน้ำสับปะรดคือ 1:1 ใช้เชื้อ *S. cerevisiae* 5109 ภายใต้สภาวะอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีค่าความหวานเริ่มต้นเท่ากับ 22 บริกซ์ และค่าพีเอชอยู่ในช่วง 3.5 –4.0 52

4.5 แสดงผลของเวลาและอุณหภูมิในการหมักไวน์กาแฟ โดยใช้อัตราส่วนน้ำกากกาแฟต่อน้ำสับปะรดคือ 1:4 ใช้เชื้อ *S. cerevisiae* 5109 ภายใต้สภาวะอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีค่าความหวานเริ่มต้นเท่ากับ 22 บริกซ์ และค่าพีเอชอยู่ในช่วง 3.5 –4.0 54

4.6 แสดงผลของเวลาและอุณหภูมิในการหมักไวน์กาแฟ โดยใช้อัตราส่วนน้ำกากกาแฟต่อน้ำสับปะรดคือ 1:4 ใช้เชื้อ *S. cerevisiae* 5109 ภายใต้สภาวะอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีค่าความหวานเริ่มต้นเท่ากับ 22 บริกซ์ และค่าพีเอชอยู่ในช่วง 3.5 –4.0 56

4.7 แสดงผลของเวลาและอุณหภูมิในการหมักไวน์กาแฟ โดยใช้อัตราส่วนน้ำกากกาแฟต่อน้ำสับปะรดคือ 1:8 ใช้เชื้อ *S. cerevisiae* 5109 ภายใต้สภาวะอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีค่าความหวานเริ่มต้นเท่ากับ 22 บริกซ์ และค่าพีเอชอยู่ในช่วง 3.5 –4.0 58

4.8 แสดงผลของเวลาและอุณหภูมิในการหมักไวน์กาแฟ โดยใช้อัตราส่วนน้ำกากกาแฟต่อน้ำสับปะรดคือ 1:8 ใช้เชื้อ *S. cerevisiae* 5109 ภายใต้สภาวะอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีค่าความหวานเริ่มต้นเท่ากับ 22 บริกซ์ และค่าพีเอชอยู่ในช่วง 3.5 –4.0 60

4.9 แสดงค่าต่างๆ ในไวน์ที่เปลี่ยนแปลงไป ที่วัดได้ในวันที่ 15 ของการหมัก 61

4.10 แสดงคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคตามคุณลักษณะต่างๆ ของไวน์กาแฟ 62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 รูปแสดงลักษณะของผล ดอก และใบของกาแฟ 11

2.2 ลักษณะทางกายวิภาคของเมล็ดกาแฟเมื่อตัดขวาง 12

2.3 แผนภาพแสดงการผลิตกาแฟแบบเปียก 15

2.4 แสดงกระบวนการทำไวน์ผลไม้ 24

3.1 ถังที่ใช้ในการหมักไวน์กาแฟ 46

4.1แสดงผลของเวลาและอุณหภูมิในการหมักไวน์กาแฟ โดยใช้อัตราส่วนน้ำกากกาแฟต่อน้ำสับปะรดคือ 1:1 ใช้เชื้อ *S. cerevisiae* 5109 ภายใต้สภาวะอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีค่าความหวานเริ่มต้นเท่ากับ 22 บริกซ์ และค่าพีเอชอยู่ในช่วง 3.5 – 4.0 49

4.2แสดงผลของเวลาและอุณหภูมิในการหมักไวน์กาแฟ โดยใช้อัตราส่วนน้ำกากกาแฟต่อน้ำสับปะรดคือ 1:1 ใช้เชื้อ *S. cerevisiae* 5109 ภายใต้สภาวะอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีค่าความหวานเริ่มต้นเท่ากับ 22 บริกซ์ และค่าพีเอชอยู่ในช่วง 3.5 – 4.0 51

4.3แสดงผลของเวลาและอุณหภูมิในการหมักไวน์กาแฟ โดยใช้อัตราส่วนน้ำกากกาแฟต่อน้ำสับปะรดคือ 1:4 ใช้เชื้อ *S. cerevisiae* 5109 ภายใต้สภาวะอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีค่าความหวานเริ่มต้นเท่ากับ 22 บริกซ์ และค่าพีเอชอยู่ในช่วง 3.5 – 4.0 53

4.4แสดงผลของเวลาและอุณหภูมิในการหมักไวน์กาแฟ โดยใช้อัตราส่วนน้ำกากกาแฟต่อน้ำสับปะรดคือ 1:4 ใช้เชื้อ *S. cerevisiae* 5109 ภายใต้สภาวะอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีค่าความหวานเริ่มต้นเท่ากับ 22 บริกซ์ และค่าพีเอชอยู่ในช่วง 3.5 – 4.0 55

4.5แสดงผลของเวลาและอุณหภูมิในการหมักไวน์กาแฟ โดยใช้อัตราส่วนน้ำกากกาแฟต่อน้ำสับปะรดคือ 1:8 ใช้เชื้อ *S. cerevisiae* 5109 ภายใต้สภาวะอุณหภูมิ15 องศาเซลเซียส มีค่าความหวานเริ่มต้นเท่ากับ 22 บริกซ์ และค่าพีเอชอยู่ในช่วง 3.5 – 4.0 57

4.6แสดงผลของเวลาและอุณหภูมิในการหมักไวน์กาแฟ โดยใช้อัตราส่วนน้ำกากกาแฟต่อน้ำสับปะรดคือ 1:8 ใช้เชื้อ *S. cerevisiae* 5109 ภายใต้สภาวะอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีค่าความหวานเริ่มต้นเท่ากับ 22 บริกซ์ และค่าพีเอชอยู่ในช่วง 3.5 – 4.0 59

4.7 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักไวน์ ที่อัตราส่วนต่างๆ ด้วยเชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* 5109 64

ก-1เครื่องกลั่นเพื่อทำการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน 72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
ก-2 เครื่องวิเคราะห์หาปริมาณเส้นใยหยาบ	74
ก-3 เครื่องวิเคราะห์หาปริมาณเส้นใยหยาบ	76
ก-4 เครื่องมือวัดปริมาณแอลกอฮอล์ Ebullinometer	78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงงานพิเศษ

ในปัจจุบันกาแฟเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลายจนกลายเป็นเครื่องดื่มประจำครัวเรือนและประจำสำนักงานหรือแม้กระทั่งการจัดประชุมสัมมนา ไม่ว่าจะเป็นการติดต่อธุรกิจ หรือการพบปะสังสรรค์ สืบเนื่องมาจากวิถีชีวิตที่เปลี่ยนแปลงไปของคนไทย โดยเฉพาะคนในเขตเมืองที่มักมีความเครียดมากขึ้นหรือเกิดภาวการณ์เร่งรีบจากวิกฤตการจราจร จึงทำให้มีจำนวนผู้ที่เปลี่ยนมาดื่มกาแฟเพื่อผ่อนคลายความเครียดหรือเพื่อความสดชื่นหรือแม้แต่เป็นส่วนหนึ่งของอาหารเช้าเพิ่มเป็นจำนวนมาก ก่อให้เกิดวัฒนธรรมการดื่มกาแฟมากขึ้นจนกลายเป็นความนิยมในผู้บริโภคทั้งหลาย ไม่ว่าจะเป็นนักธุรกิจ คนทำงานในสำนักงาน คนเดินทาง ตลอดจนผู้ใช้แรงงาน ผู้ที่ทำงานกลางคืนหรือแม้แต่นักศึกษาที่ต้องคร่ำเคร่งกับตำรา จากความนิยมของการบริโภคกาแฟดังกล่าวทำให้ตลาดผลิตภัณฑ์กาแฟเกิดการขยายตัวอย่างมาก ทั้งตลาดกาแฟสำเร็จรูป กาแฟกระป๋อง และร้านกาแฟพรีเมี่ยม ศูนย์วิจัยกสิกรไทยได้คาดว่าในปี 2545 มูลค่าธุรกิจของผลิตภัณฑ์กาแฟทั้งระบบสูงถึงกว่า 10,000 ล้านบาท โดยแบ่งเป็นผลิตภัณฑ์กาแฟสำเร็จรูป 5,600 ล้านบาท กาแฟสำเร็จรูปพร้อมดื่ม 6,000 ล้านบาท และร้านกาแฟพรีเมี่ยม 3,000 ล้านบาท ซึ่งตลาดของร้านกาแฟพรีเมี่ยม เริ่มมีการขยายตัวมากในช่วง 4-5 ปีที่ผ่านมา เนื่องจากมีช่องว่างการตลาดในเรื่องของช่องทางการจัดจำหน่ายสำหรับคนไทยที่นิยมรสชาติของกาแฟคั่วบดอยู่ นอกจากนี้คนไทยเริ่มมีการยอมรับรสชาติของกาแฟแท้ๆเพิ่มมากขึ้นเพื่อเป็นการตอบสนองกับพฤติกรรมการบริโภคกาแฟที่กำลังเปลี่ยนแปลงไป ทำให้จำนวนร้านกาแฟทั้งแบบตะวันตกและร้านกาแฟสดเพิ่มมากขึ้น จนมีมูลค่าตลาดเป็นพันล้านบาท จากมูลค่ากาแฟทั้งหมดนับหมื่นล้านบาท โดยปัจจุบันเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของร้านกาแฟจากรถเข็นมาเปิดเป็นร้านกาแฟที่มีความหรูหรามากขึ้น ด้วยการใช้เงินทุนในจำนวนที่ไม่สูงมากประมาณ 2-3 ล้านบาท เมื่อเทียบกับการลงทุนในธุรกิจกาแฟสำเร็จรูปและกาแฟกระป๋องทำให้เกิดการขยายตัวของธุรกิจร้านกาแฟ พรีเมี่ยมเป็นจำนวนมาก จะเห็นได้จากมีการเปิดร้านกาแฟทั้งรายเล็กและรายใหญ่เพิ่มขึ้นถึง 60 แห่ง หรือเพิ่มขึ้นเกือบ 6 เท่าตัว เมื่อเทียบกับจำนวนร้านกาแฟพรีเมี่ยมในปี 2540 โดยมีนักลงทุนในประเทศและต่างประเทศมากมายหลายราย เช่น แบล็คแคนยอน (Black Canyon) คอฟฟี่บัคส์ (Coffeebucks) บ้านไร่กาแฟ กาแฟบ้านเรา สตาร์บัคส์ (Starbucks) และคอฟฟี่เวิลด์ (Coffee World) เข้ามาลงทุนในตลาดกาแฟพรีเมี่ยม จากการที่มองเห็นโอกาสทาธุรกิจที่ยังเปิดกว้าง โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวเลขสถิติปริมาณการบริโภคกาแฟของคนไทยยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำ คือคนไทยดื่มกาแฟโดยเฉลี่ย 200 แก้วต่อคนต่อปี เมื่อเทียบกับคนญี่ปุ่นซึ่งดื่มกาแฟมากถึง 500 แก้วต่อคนต่อปี และสหรัฐอเมริกา 700 แก้วต่อคนต่อปี จึงทำให้มีโอกาสในการขยายธุรกิจได้ในอนาคตโดยเฉพาะร้านกาแฟพรีเมี่ยมของคนไทยที่เป็นของนักลงทุนไทยแท้ที่สร้างยี่ห้อของตนเองให้เป็นที่รู้จักในตลาดการดื่มกาแฟสด ดังเช่น ร้านกาแฟสด "บ้านไร่กาแฟ" ของบริษัท ออกแบบไร่นา (ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งเป็นผู้ประกอบธุรกิจร้านกาแฟพรีเมี่ยมที่ถือเป็นต้นแบบของการดำเนินธุรกิจกาแฟในสถานีการน้ำมันโดยภายในระยะเวลา 2-3 ปี มีการขยายสาขากว่า 80 สาขาทั่วประเทศ (ปัทมา ,2545)

กาแฟได้จากเมล็ดของต้นกาแฟ หลังจากเก็บเกี่ยวแล้วนำมาทำความสะอาด มีการแยกส่วนเปลือกของเมล็ดออกในวันแรกของการเก็บเกี่ยว เพื่อป้องกันไม่ให้คุณภาพเสื่อม การหมักในเมล็ดกาแฟจะมีการสลายตัวของเมือก ลอกเมล็ดโดยกระบวนการย่อยสลายของจุลินทรีย์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติ เมื่อกำจัดเนื้อเยื่อออกมาแล้วเอามาทำให้แห้งแล้วคั่ว ซึ่งการคั่วก็ใช้เทคนิคต่างๆกัน การดื่มกาแฟมีประโยชน์คือ กาแฟจะกระตุ้นระบบประสาทส่วนกลางทำให้ไม่ง่วง สมาธิในการทำงานดีขึ้น ผู้ที่ดื่มกาแฟจะทำให้ไม่ง่วงนอน มีสมาธิในการทำงาน และยังทำให้ความสามารถในการทำงานดีขึ้น และยังลดอาการปวดเมื่อยเนื่องจากไข้หวัด ผลต่อสมรรถภาพของร่างกายดีขึ้น เช่น การขี่จักรยาน การว่ายน้ำ เล่นกีฬาได้นานขึ้นผลดีของกาแฟจะทำให้ไม่ง่วงนอนโดยเฉพาะผู้ที่ทำงานเป็นกะ และช่วยลดอุบัติเหตุขณะขับรถกระตุ้นอวัยวะของร่างกายและเพิ่มการเผาผลาญไขมันและช่วยลดน้ำหนักได้ด้วย กาแฟจะมีฤทธิ์ขับปัสสาวะอ่อนๆดังนั้นขณะออกกำลังกายหรือหลังออกกำลังกายไม่ควรรับเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของกาแฟ

ในเมล็ดกาแฟมีองค์ประกอบดังนี้ กรด (Acidity) ซึ่งเป็นน้ำมันหอมระเหย มีแร่ธาตุแอลคารอยด์และคาเฟอีนผสมอยู่ เช่น Pantothenic acid , Folic acid และกรดแทนนิคเป็นตัวทำให้กาแฟมีรสขม แต่ถ้าผ่านการอบนานๆ ความขมจะเจือจางไปด้วย กากกาแฟ (body) และกลิ่นหอม (Aroma) ซึ่งกลิ่นหอมนี้ ถ้ามีการเก็บรักษาอย่างถูกวิธีตั้งแต่เริ่มต้น เก็บเมล็ดจากต้นมาแล้ว จะสามารถรักษากลิ่นหอมอยู่ได้นานถึง 2 ปี แม้คาเฟอีนจะเป็นหลักในกาแฟ แต่ก็ไม่ได้มีคาเฟอีนเพียงอย่างเดียว ยังมีสารที่เป็นวิตามินและธาตุอื่นๆ ที่มีผลต่อร่างกายอีกกว่า 300 ชนิด เช่น เส้นใยอาหาร เมื่อผ่านการอบแล้วเส้นใยนี้จะกลายเป็นคาร์โบไฮเดรตและกรดแลคติกรวมกันกลายเป็นสีกาแฟ ไนอาซิน เป็นสารอาหารที่ร่างกายสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เกิดขึ้นในกระบวนการคั่วเมล็ดกาแฟ กาแฟ 1 ถ้วยจะให้ไนอาซิน 1 มิลลิกรัม นอกจากนี้ยังมีไขมัน คาร์โบไฮเดรตอีกเล็กน้อย (http://www.chiangmaicoffee.com/cofferconner.html)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การชงกาแฟสด เราจะชงแบบกาแฟสำเร็จรูปไม่ได้ เพราะกาแฟสดจะมีกากซึ่งเมื่อชงเสร็จจะต้องทิ้ง การชงกาแฟสดตามร้านขายกาแฟโดยทั่วไปจะใช้เครื่องบดและเครื่องชงกาแฟซึ่งจะมีราคาแพง การชงกาแฟตามบ้านหรือที่ทำงานโดยทั่วไปจึงมักใช้เหยือกชงกาแฟ หรือใช้การชงกาแฟสดอย่างง่ายซึ่งทำได้โดยการใช้กระดาษกรอง(รูปสามเหลี่ยม)ในการชง โดยตักกาแฟสดใส่ในกระดาษกรองแล้วเทน้ำร้อนผ่าน ก็จะได้กาแฟสดสำหรับดื่ม ส่วนกากที่เหลือจากการชงต้องทิ้งจะนำมาใช้ใหม่อีกไม่ได้ (http://www.thaifoodcorner.com/thaifreshcoffee/AboutUs.asp)

ปัจจุบันคนไทยนิยมบริโภคเครื่องดื่มสุขภาพ และเครื่องดื่มสุขภาพมีวางจำหน่ายอยู่มากมาย ในท้องตลาดหลายรูปแบบเช่น นมข้าวโพด น้ำข้าวกล้อง ไวน์สมุนไพร ชาเขียว ปัจจุบันสถาบันการศึกษาต่าง ๆ ที่มีคณะหรือภาควิชาเกี่ยวกับอาหารและเครื่องดื่ม ต่างพากันวิจัยและพัฒนากระบวนการผลิตไวน์ไทย จากทั้งผลไม้และสมุนไพรต่าง ๆ หลายสิบชนิด นอกจากนั้นยังมีกลุ่มชาวบ้านต่าง ๆ รวมตัวกันผลิตไวน์เป็นธุรกิจประเภท SME นอกจากสับปะรดที่เราคุ้นเคยกันแล้ว ขณะนี้มีไวน์ไทยจากผลไม้ประเภทต่าง ๆ เช่น มะม่วง ฝรั่งพื้นเมือง ฝรั่งไส้แดง มะขวิด มะเกี๋ยง เล็บเหยี่ยว ตะลิงปิง มะยม มังคุด ลูกหม่อน ฯลฯ นอกจากนั้นยังมีดอกไม้บางชนิด เช่น ดอกอัญชัญ ฯลฯ รวมทั้งผักต่าง ๆ โดยเฉพาะ ผักตบชวา มีผู้ผลิตออกมาหลายสูตรผลไม้ไทยดังกล่าว รวมทั้งองุ่นที่ปลูกในเมืองไทยยังมีปัญหาในเรื่องของความหวานที่มีมากเกินไป เป็นอุปสรรคถ้าจะผลิตไวน์เลียนแบบองุ่น จึงต้องพยายามเปลี่ยนความคิดของผู้คนให้มองว่านี่คือ “ไวน์ผลไม้” ไม่ใช่ “ไวน์”ซึ่งคำนี้ความหมายที่แท้จริงคือเหล้าหมักจากองุ่นเท่านั้น(http://bangkok.mweb.co.th/restaurant/Wine_Recommend2.html) และเนื่องจากมีผู้นิยมบริโภคกันมากส่งผลให้มีกากกาแฟเหลือทิ้งเป็นจำนวนมาก โครงงานพิเศษนี้จึงสนใจที่จะนำกากกาแฟมาใช้ให้เป็นประโยชน์โดยการนำมาผลิตเป็นเครื่องดื่มสุขภาพ โดยใช้กระบวนการหมักทางชีวภาพเพื่อแก้ปัญหาทางมลภาวะทางด้านสิ่งแวดล้อม

1.2 วัตถุประสงค์

1. ศึกษาองค์ประกอบทางเคมี คุณค่าทางอาหาร และคุณสมบัติทางกายภาพ จากตัวอย่างกากกาแฟสดเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบมาผลิตเป็นเครื่องดื่มสุขภาพ

2. ศึกษาสูตรที่เหมาะสมต่อการผลิตเครื่องดื่มสุขภาพ ดังนั้นโครงงานพิเศษจึงศึกษาการนำกากกาแฟซึ่งเป็นวัสดุเศษเหลือทิ้งจากร้านกาแฟสด แต่สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการนำมาผลิตเครื่องดื่มสุขภาพได้ดี เนื่องจากกากกาแฟสดดังกล่าวยังคงมีสารหลงเหลืออีกมากมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ทำการศึกษาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี ทางกายภาพ คุณค่าทางอาหารของกากกาแฟที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเครื่องดื่มสุขภาพ หาสูตรที่เหมาะสมต่อการผลิตเครื่องดื่มสุขภาพ ทดสอบชิม เลือกสูตรที่เหมาะสม

1.4 ขั้นตอนการวิจัยและวิธีการดำเนินงาน

ขั้นที่ 1 ตรวจเอกสารเพิ่มเติม เตรียมอุปกรณ์ สารเคมีและเครื่องมือที่จำเป็นสำหรับใช้ในงานวิจัย

ขั้นที่ 2 ศึกษาคุณสมบัติของกากกาแฟ และวิเคราะห์คุณค่าทางอาหาร

ขั้นที่ 3 เตรียมเชื้อและทำการผลิตเครื่องดื่มสุขภาพ

ขั้นที่ 4 ทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มสุข ภาพ

ขั้นที่ 5 วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการทดลองและจัดทำรายงาน

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

เป็นการนำกากกาแฟที่เหลือทิ้งในโรงงานอุตสาหกรรมมาใช้ให้เป็นประโยชน์

เป็นการลดต้นทุนในการผลิตเครื่องดื่มสุขภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 <u>ประวัติของกาแฟ</u> (สมาคมพฤกษศาสตร์แห่งประเทศไทย, ม.ป.ป.)

กาแฟเป็นเครื่องดื่มที่เกือบจะกล่าวได้ว่า ทุกคนที่ดื่มทุกเพศ ทุกวัย เพราะมีกลิ่นหอมชวนรับประทานแต่ประวัติของกาแฟกล่าวย่อๆพอสังเขปไว้ดังนี้ บางท่านได้กล่าวว่ากาแฟต้นแรกถูกนำมายังอาราเบียจากเมืองคัฟฟา (Kaffa) ในแอฟริกาภาคตะวันออก ชาวอาราเบียนเรียกพืชนี้ว่า "คาวาฮ์" (Kawah) หรือ เคอะเวอะฮ์ (Keweh) ต่อมาชาวเตอรกีเรียกว่า " คาเวอะฮ์" (Kaveh) นานๆเข้าการออกเสียงก็เพี้ยนไปเป็น "คัฟฟี่" (Kaffee) ต่อมาอีกระยะหนึ่งก็กลายเป็น "คอฟฟี่" (Coffee) ดังเป็นที่รู้จักกันทั่วไปในประเทศที่พูดภาษาอังกฤษ จนกระทั่งถึงประเทศไทยได้เรียกมันว่า "โกปี๊", "ข้าวแฝ่" และ "กาแฟ" การรับประทานกาแฟในสมัยแรกๆนั้น จะเคี้ยวผลโดยไม่ได้คั่วหรือปิ้ง ตัวอย่างจากนิยายโบราณของชาวอาหรับหลายเรื่องเล่าติดต่อกันมานานว่า การใช้กาแฟในครั้งแรกเป็นเรื่องของ Sheileh Hadi Omar ในสมัยแรกของมอสเลม (Moslem) โดย Sheileh Hadi Omar ได้ถูกเนรเทศจากเมือง Mocha ในฐานยักยอกเงินหลวงไปสู่ป่าเปลี่ยวห่างจากเมืองเมกกะมาก ไม่มีอาหารเกิดความเจ็บปวดจวนตายเพราะความหิวโหย เขาพบต้นกาแฟเล็กๆขึ้นอยู่ใกล้ทางเขาได้เคี้ยวใบและผลของกาแฟแทนอาหาร ความระโหยโรยแรงนั้นได้กลับกระปรี้กระเปร่า สุขภาพกลับดีและแข็งแรง จิตใจผ่องใส ทำให้เขามีชื่อเสียงและได้รับอภัยโทษ ประชาชนถึงกับแสดงความกตัญญูกตเวทีโดยการสร้างวิหารให้เขาจำศีลเป็นฤาษี

นอกจากนี้ยังมีนิยายของชาวอาหรับได้เล่าต่อๆมาถึงคาลดิ(Kaldi)ได้เห็นฝูงแพะที่เขาเลี้ยงหลังกินผลและกิ่งของกาแฟแล้ว กลับตื่นเต้นรื่นเริง เขาแปลกใจจึงลองกินดูบ้าง ปรากฏว่าจิตใจตื่นเต้น กระตุ้นให้เขาเต้นไปในหมู่แพะ ภายใต้แสงแดดอันร้อนโดยไม่รู้สึกตัว ต่อมาหมู่พระของชาวมอสเล็มได้ทราบจากเด็กเลี้ยงแพะของคาลดิ ก็ไปเก็บผลมากินบ้างปรากฏว่ามีความรู้สึกกระตุ้นให้เกิดความเข้มแข็ง สดชื่น หายอ่อนเพลีย ทำให้สวดมนต์ได้ยาวนานโดยไม่ง่วงนอน จากนั้นก็ได้แพร่หลายไปสู่ส่วนต่างๆของโลก

ในสมัยนั้นชาวอาหรับรู้ว่ากาแฟ เป็นยามีคุณสมบัติช่วยกระตุ้นความรู้สึก และเพิ่มความสดชื่นแข็งแรง และใช้เป็นยามาก่อนชาวยุโรปและอเมริกาถึง 250 ปี กล่าวว่าเป็นยาบำรุงสมอง แก้ปวดศีรษะ แก้ไอ แก้วัณโรค แก้ลมชัก และแก้เป็นง่อย นอกจากเมล็ดแล้วยังกินใบกินผล เช่นใช้ใบที่ได้บดจนละเอียด คลุกกับเมล็ดกาแฟและไขมัน ปั้นเป็นก้อนรับประทาน เนื้อของผลสุกมีรสหวานมีคาเฟอีน ผลแห้งเก็บมาเคี้ยว เมล็ดของกาแฟทำเป็นอาหารแห้งสำหรับนำไประยะทางไกลๆอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช็อกโกแลต ชาวอาบิสซีเนียนใช้ทำเป็นอาหารแห้งสำหรับพวกขี่อูฐโดยอัดเป็นแผ่นเหมือนขนมกินกับอินทผาลัม และเชื่อว่าพวกชาวป่าแอฟริกากลางไม่เคยดื่มน้ำกาแฟมากกว่ากินเป็นอาหารแห้งหรือปั่นปั้นผสมกับไขมันสัตว์ทำเป็นผลกลมๆขนาดลูกบิลเลียดแทนอาหารในการเดินทางของหมู่คาราวาน หรือเมื่อไปล่าสัตว์

ใน Galla ใช้เมล็ดกาแฟปิ้งผสมกับเนยหรือน้ำมันปั้นเป็นก้อนยาวๆกินเพื่อให้เกิดพลังงาน ในสมัยโบราณชาวอาหรับใช้เมล็ดกาแฟแทนเงินตรา ชาวอาหรับนอกจากใช้กาแฟเป็นเครื่องดื่มเป็นยาแล้ว กาแฟยังมีส่วนสัมพันธ์กับขนบธรรมเนียมประเพณีของชาวอาหรับในสมัยโบราณอยู่มากแม้แต่ในพิธีสมรส ชาวอาหรับเป็นชาติแรกที่รู้วิธีทดลองกาแฟแล้วนำมาบดชงกินกับน้ำตาลภายหลัง รู้สึกว่ามีกลิ่นหอมและให้ความรู้สึกกระตุ้นประสาทรุนแรงกว่า กาแฟจึงเป็นเครื่องดื่มที่ให้ความสุขสดชื่นและกระตุ้นประสาท หรือเครื่องดื่มที่หรูหราก้าวขวางในสังคม

การดื่มกาแฟ ได้เริ่มดื่มอย่างกว้างขวางในระหว่าง ค.ศ. 1470-1500 ที่เมกกะ เมดีนะ และได้เริ่มมีร้านกาแฟที่เอเดน ต่อมาใน ค.ศ.1500 ได้มีร้านกาแฟในกรุงไคโร ประเทศอียิปต์ถึง1000 ร้าน ต่อจากนั้นก็แพร่ไปยังกรุงคอนแสตนติโนเปิลใน ค.ศ. 1554 และต่อมาแพร่ไปยังเวนิช และแพร่ไปยังอังกฤษ สมัยพระเจ้าชาร์ลที่ 22 ได้เปิดร้านกาแฟขึ้นที่ออกซฟอร์ดใน ค.ศ. 1650 และได้ขยายไปยังเมืองใหญ่ๆได้อย่างรวดเร็ว ทั้งๆที่มีการเก็บภาษีในการค้าและร้านกาแฟ ในระหว่าง คริสตวรรษที่ 16 นี้ร้านกาแฟได้เปิดขึ้นในปารีส ค.ศ. 1657 ต่อมาก็แพร่ไปยังเบอร์ลิน เยอรมันนี และเวียนนาในออสเตรียอย่างกว้างขวาง ภายหลังได้ข้ามไปยังเมืองขึ้นในอเมริกา และทางกลุ่มลาตินอเมริกา ในที่สุดก็กระจายไปทั่วโลก ดังที่เห็นในปัจจุบันนี้

ในปัจจุบันประเทศโบลิเวีย(Bolivia), บราซิล(Brazil), โคลัมเบีย(Colombia), คอสตาริกา (Costa rica), คิวบา (Cuba), สาธารณรัฐโดมินิกัน (Dominican – republic), เอกวาดอ (Equador), กัวเตมาลา(Guatemala), เฮติ(Haiti), ฮอนดูรัส(Honduras), เมกซิโก(Mexico), นิคารากัว (Nicaragua),ปานามา (Panama), เปรู(Peru), เอลซัลวาดอร์(Salvador) และ เวเนซูเอล่าร์ (Venuzuala) เหล่านี้ปลูกกาแฟกันทั้งสิ้น ในกลุ่มประเทศผู้ผลิตกาแฟเหล่านี้ มี 2 ประเทศที่ผลิตกาแฟได้มากซึ่ง บราซิลเป็นที่ 1 เพราะเป็นประเทศผู้ผลิตที่ใหญ่ที่สุด และ โคลัมเบียไม่เฉพาะแต่เพียงเป็นประเทศผู้ผลิตที่ใหญ่ที่สุดเป็นที่ 2 เท่านั้น แต่ยังเป็นประเทศที่มีธรรมชาติเหมาะสำหรับอุตสาหกรรมกาแฟ มีการปฏิบัติบำรุงอย่างประณีตด้วยความเอาใจใส่อย่างจริงจัง

2.2 <u>การตลาดของกาแฟ</u>

การตลาดภายในประเทศ

การจำหน่ายกาแฟของเกษตรกรอาจแบ่งได้ 3 ลักษณะ คือ

1. เกษตรกรเป็นผู้จำหน่ายกาแฟให้ผู้ส่งออกโดยตรง ซึ่งไปติดต่อรับซื้อถึงแหล่งผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และรวบรวมผลผลิตที่ได้ขนส่งโดยรถบรรทุกมาเก็บไว้ที่โกดังในกรุงเทพฯ เพื่อรอการส่งออกต่อไป หรือเกษตรกรบางรายอาจจะนำผลผลิตกาแฟของตนไปจำหน่ายให้ถึงบริษัทผู้ส่งออกโดยตรงซึ่งตั้งอยู่ใกล้ๆบริเวณแหล่งผลิต

2. กลุ่มเกษตรกรสหกรณ์การเกษตร ตลาดกลางกลุ่มเกษตรกร หรือพ่อค้าท้องถิ่นจะทำหน้าที่รวบรวมผลผลิตกาแฟจากเกษตรกร เพื่อจำหน่ายให้กับผู้ส่งออกหรือโรงงานแปรรูปกาแฟดิบภายในประเทศ ซึ่งประกอบด้วยโรงงานผลิตกาแฟสำเร็จรูป และโรงงานคั่ว โดย 2 กลุ่มแรกจะจ่ายเงินให้เกษตรกรไปก่อนจำนวนหนึ่ง ถ้ามีความจำเป็นต้องใช้เงินก่อน เมื่อราคากาแฟดีและจำหน่ายกาแฟได้แล้วก็จะหักค่าบริการของเกษตรกรและตลาดกลางที่เหลือเป็นราคาที่เกษตรกรได้รับ ส่วนพ่อค้าท้องถิ่นนั้นการซื้อขายส่วนใหญ่หรือเกือบทั้งหมดเป็นการซื้อขายด้วยเงินสด โดยยึดถือราคารับซื้อของผู้ส่งออกเป็นหลักหักด้วยค่าใช้จ่ายต่างๆและกำไร ต่อจากนั้นก็นำผลผลิตที่ได้มาขายส่งที่กรุงเทพฯ

3. เกษตรกรเป็นผู้จำหน่ายกาแฟให้กับโรงงานแปรรูปกาแฟดิบโดยตรงซึ่งไปรับซื้อกาแฟถึงแหล่งผลิต หรือมีข้อผูกพันกับโรงงานแปรรูปกาแฟดิบที่จะต้องจำหน่ายกาแฟให้ โดยโรงงานเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือ หรือให้สินค้าเชื่อแก่เกษตรกรด้านเงินทุน เพื่อการดูแลบำรุงรักษา ค่าปุ๋ย ยาปราบศัตรูพืช และอื่นๆ เป็นต้น

การตลาดต่างประเทศ

ปัจจุบันการส่งออกกาแฟของประเทศไทยแบ่งได้ 2 ประเภท คือ

การส่งออกไปประเทศภาคีสมาชิกองค์การกาแฟระหว่างประเทศ ประเทศไทยสามารถส่งกาแฟทุกชนิดออกไปได้ในจำนวนที่ได้รับโควต้าส่งออกจากองค์การกาแฟ

การส่งออกไปนอกประเทศนอกภาคีสมาชิกองค์การกาแฟระหว่างประเทศ ประเทศไทยสามารถส่งกาแฟทุกชนิดออกไปได้โดยไม่จำกัดจำนวน

การใช้สารกาแฟภายในประเทศ ส่วนใหญ่แล้วใช้ใน 2 รูปแบบคือ ใช้ทำผลิตภัณฑ์กาแฟผงสำเร็จรูป (Instant Coffee) ส่วนใหญ่ทำจากกาแฟโรบัสต้า และใช้ทำกาแฟคั่ว (Roast Coffee) ซึ่งทำจากกาแฟอาราบิก้า

การจำหน่ายกาแฟ จะแบ่งเป็น 3 กลุ่มด้วยกันคือ

1. กาแฟคั่วบด คือกาแฟสำหรับตลาดระดับบน เป็นกาแฟเมล็ดที่คั่วแล้ว และนำมาบดชงให้ลูกค้าดื่ม ในการทำธุรกิจตลาดนี้มักใช้ สายพันธุ์อาราบิก้า นำมาคั่วบดซึ่งจะมีความหอมชวนดื่มมากกว่า

2.กาแฟผงสำเร็จรูป เป็นกาแฟผงที่ใช้ชงกันตามบ้าน ซึ่งมีการบริโภคกันมากที่สุด

3.กาแฟพร้อมดื่ม คือกาแฟกระป๋อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำกาแฟคั่วมี 2 ลักษณะคือ ชนิดที่ทำจากกาแฟโรบัสต้า ซึ่งไม่เป็นที่นิยมของผู้บริโภค เพราะใช้วัสดุอื่นเข้าไปปลอมปน มีการใช้เมล็ดกาแฟดิบไม่น้อยกว่า 9,500 ตันต่อปี กับชนิดที่ทำจากกาแฟอาราบิก้าล้วนๆ เป็นที่นิยมของผู้บริโภคปัจจุบันมีกำลังการผลิตได้ไม่เกิน 100 ตันต่อปี ส่วนผลผลิตกาแฟอราบิก้าถูกใช้เป็นตัวผสมเพื่อใช้ปรับปรุงคุณภาพของกาแฟผงสำเร็จรูป

ปริมาณการผลิตกาแฟของโลกนั้น สามารถเรียงตามลำดับ ได้ดังนี้ คือ

1. กลุ่มประเทศบราซิล ผู้ผลิตอันดับ 1 ของโลก ผลิตประมาณได้ 1.6 ล้านตันต่อปี
2. กลุ่มประเทศเอเชีย ผลิตได้ประมาณ 1.3 – 1.5 ล้านตันต่อปี
3. ประเทศเขตแอฟริกา ผลิตได้ประมาณ 1 ล้านตันต่อปี
4. โคลัมเบีย ประเทศผู้ผลิตอันดับ 2 ผลิตได้ ประมาณ 0.72 ล้านตันต่อปี

จากข้อมูลในปัจจุบัน บราซิลเป็นแหล่งผลิตเมล็ดกาแฟรายใหญ่ โดยเฉลี่ยปีหนึ่งผลิตได้ถึง 4 ล้านตัน คิดเป็น 1 ใน 3 ของผลผลิตกาแฟทั้งโลก แหล่งผลิตที่สำคัญอื่นๆ เช่น โคลัมเบีย อินโดนีเซีย เม็กซิโก และไอเวอรี่โคสต์ ที่ถือว่าเป็นแหล่งผลิตกาแฟติดอันดับ Top 5 ของโลก

การปลูกกาแฟในประเทศไทยและข้อมูลทางเศรษฐกิจที่เกี่ยวข้อง (ชัยชาญ และอุดม 2542)

ในปี พ.ศ. 2536 ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกกาแฟรวมทั้งสิ้นประมาณ 494,400 ไร่ การเพาะปลูกกาแฟกระจายอยู่ตามจังหวัดต่างๆ ในภาคใต้เป็นส่วนใหญ่และบางจังหวัดในภาคเหนือ โดยมีผลผลิตจากภาคใต้รวมทั้งสิ้นร้อยละ 96.8 ที่เหลือเป็นจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และจังหวัดอื่นๆ ผลผลิตกาแฟดิบในประเทศไทยเมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตกาแฟดิบของประเทศผู้ผลิตสำคัญอื่นๆ จะมีเพียงร้อยละ 1.2 เท่านั้น ซึ่งคิดเป็นส่วนแบ่งตลาดร้อยละ 1.4 ของกาแฟดิบของโลก

ตลาดส่งออกใหญ่ที่สุดของกาแฟดิบไทยคือ สหรัฐอเมริกา ซึ่งคิดเป็นครึ่งหนึ่งของปริมาณกาแฟดิบที่ส่งออก ส่วนตลาดอื่นได้แก่ เกาหลีใต้ ญี่ปุ่น และบางประเทศในยุโรป โดยในปี พ.ศ. 2536 มียอดส่งออกรวมมูลค่าประมาณ 1,240.9 ล้านบาท และประเทศไทยมีการนำเข้ากาแฟซึ่งส่วนใหญ่เป็นกาแฟผลสำเร็จ ในปี พ.ศ. 2536 ประเทศไทยได้นำเข้ากาแฟทั้งหมดมีมูลค่า 74.1 ล้านบาท ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 88.4 ของมูลค่านำเข้ากาแฟทั้งหมด แหล่งนำเข้ากาแฟผงสำเร็จของไทยที่สำคัญที่สุดคือ ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยมีมูลค่า 55.8 ล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 85.2 ของมูลค่านำเข้ากาแฟผงสำเร็จทั้งหมด แหล่งนำเข้ากาแฟผงสำเร็จอื่นๆ ได้แก่ ประเทศสวิสเซอร์แลนด์ (5.2 ล้านบาท) เกาหลีใต้ (2.35 ล้านบาท) และเนเธอร์แลนด์ (1.08 ล้านบาท)

2.3 <u>ชนิดและพันธุ์ของกาแฟ</u> (พงษ์ศักดิ์,สุนันท์ และธีรภัทร 2531)

พฤกษศาสตร์ (Botany) ของกาแฟจัดไว้ดังนี้

Family : *Rubiaceae*

Genus : *Coffea*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Coffea arabica L.*

ใน Family *Rubiaceae* มีอยู่ด้วยกันมากกว่า 4,000 species และมีอยู่ราว 350 genera จากการค้นคว้าของนักพฤกษศาสตร์ทั้งหลายได้พบว่า กาแฟเท่าที่สำรวจมีราว 100 พันธุ์ แต่อยู่ภายในความสนใจของนักพฤกษศาสตร์เพียง 60 พันธุ์เท่านั้น ซึ่งที่จะนำมากล่าวในที่นี้ก็คือ พันธุ์ที่ชาวโลกนิยมปลูกเป็นการค้า(Important species of coffee in commerce) กับพันธุ์ที่สำรวจพบในประเทศไทยเพื่อทราบไว้

พืชใน Geneus Coffea นี้มีหลายชนิดรวมทั้งชนิดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจได้แก่

1. กาแฟอาราบิก้า - *C. arabica Linn.*
2. กาแฟแคนิโฟรา - *C. canephora Pierer ex Frochrer* ในพวกนี้ มีกาแฟโรบัสต้า - *C. robusta linden* รวมอยู่ด้วย
3. กาแฟไลเบริก้า - *C. liberica Bull ex Hiern*
4. กาแฟเอ็กเซลซ่า - *C. excelsa*

อย่างไรก็ตาม กาแฟส่วนใหญ่มีพื้นเพในเขตโซนร้อน และกึ่งร้อนในเขตทวีปแอฟริกา มีพันธุ์กาแฟป่าบางชนิดของ Geneus *Coffea* พบในอินเดีย พม่า ไทย มลายู ศรีลังกา และอินโดนีเซีย

ผลแห่งความแตกต่างทั้ง 3 พันธุ์นั้น คือ อราบิก้าน้ำหนัก 1 ปอนด์ เท่ากับจำนวนเมล็ดกาแฟแห้ง 1,200 เมล็ด แคนิโฟรา 1 ปอนด์ เท่ากับเมล็ดกาแฟแห้ง 1,600 เมล็ด ส่วนไลเบริก้านั้นเพียง 800 เมล็ด

กาแฟพันธุ์อาราบิก้า (*Coffea arabica*)

Arabica (2n = 44) เป็นกาแฟพันธุ์ที่มนุษย์เริ่มปลูกเป็นครั้งแรก และยั่งยืนมานานเป็นพันธุ์ที่มีคุณภาพดี เหมาะแก่การค้าอย่างดี ซึ่งเรารู้จักกันมานานกว่ากาแฟพันธุ์อื่น เป็นต้นไม้ขนาดเล็ก มีสีเทา หรือสีน้ำตาลอ่อน จัดเป็นไม้พุ่ม มีก้านที่ไม่กอดก่ายกันค่อนข้างเป็นระเบียบ ใบมีสีเขียวเข้ม ดอกมีสีขาว มีกลีบดอก 5 กลีบ มีความเป็นหมู่อยู่ที่ข้อใบ ดอกจะบานภายใน 9 – 10 วัน หลังจากที่ได้รับน้ำฝนเป็นผลอยู่ประมาณ 8 – 9 เดือน แต่ละผลจะให้ 2 เมล็ด ผลกาแฟเมื่ออ่อนจะมีสีขาวอ่อน สีจะเข้มขึ้นเมื่อแก่จัด แล้วจะเปลี่ยนเป็นสีแดง ถึงม่วง ผลติดเป็นพวงรอบกิ่ง เมื่อเริ่มสุกจะสุกเต็มที่เมื่อกระเทาะเอาเปลือกนอกออกแล้ว จะเหลือเมล็ดกาแฟซึ่งมีปลอกบางๆ สีขาวหุ้มอยู่ โดยมีเมือกหุ้มอยู่อีกชั้นหนึ่ง เมื่อทำการขัดเมือกลื่นออก โดยวิธีหมักและล้างด้วยน้ำจนเหลือเมล็ดหุ้มด้วยปลอกสีขาว นำไปตากให้แห้งเรียกว่า Coffee Parchment หรือกาแฟกะลา เมื่อนำไปขัดสีเอาปลอกหุ้มเมล็ดออกจะได้สารกาแฟที่มีคุณภาพ เรียกว่า Clean coffee หรือ Green coffee ใบและดอกขนาดเล็กกาแฟพันธุ์อาราบิก้าเป็นที่นิยมปลูกมากที่สุด ประมาณร้อยละ 70 ของทั้งหมด เป็นพันธุ์ที่ดีที่สุด ปลูกยาก ดูแลยาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กาแฟพันธุ์โรบัสต้า (*Coffea canephora*)

Robusta (2n = 22) หลายประเทศที่ปลูกกาแฟพันธุ์อาราบิก้า แล้วทนโรครัสต์ไม่ไหว ถึงกับต้องเปลี่ยนมาปลูกพันธุ์โรบัสต้า เพราะเป็นพันธุ์ที่แข็งแรงทนทานเติบโตเร็ว แตกกิ่งก้านสาขามาก ต้านทานโรคได้ทุกชนิดตลอดจนโรครัสต์และหิมะได้เริ่มปลูกในยะวา อินโดนีเซียในปี ค.ศ. 1900 และทางฝั่งตะวันออกของแอฟริกา ปลูกง่ายโตเร็วกว่าพันธุ์ อาราบิก้า แม้ฝนจะน้อย ดินจะหนัก หรือดินเป็นด่างมากก็ปลูกได้ จำนวนคาเฟอีนในเมล็ดร้อยละ 1.5 – 2.5

โรบัสต้าเป็นต้นไม้ทรงพุ่มใหญ่กว่าอาราบิก้า ใบกว้างและใหญ่กว่า สีใบอ่อนกว่า ดอกสีขาวและมีกลิ่นหอม ช่อดอกใหญ่ จำนวนดอกมากกว่าอาราบิก้า การติดผลต้องอาศัยการผสมเกสรข้ามต้น ผลจะมีขนาดเล็ก ปริมาณผลต่อช่อจะมากกว่าอาราบิก้า ผลสุกภายใน 10 – 11 เดือน หลังจากการผสมติด ผลสุกต้องเก็บเองไม่ค่อยร่วงง่าย ฉะนั้นกาแฟโรบัสต้าจะเก็บเกี่ยวได้ช้ากว่ากาแฟอาราบิก้าประมาณ 2 เดือน เป็นกาแฟที่มีระบบรากตื้นแผ่กว้าง รสดีมาก เหมาะสำหรับเป็นการค้าได้ดี เป็นที่นิยมในตลาดกาแฟแต่เป็นพันธุ์กาแฟที่ไม่ค่อยดีนักมักนิยมเอามาทำกาแฟสำเร็จรูป หรือนำไปผสมกับพันธุ์อื่นๆ

กาแฟพันธุ์ไลเบริก้า (*Coffea Liberica*)

ลิเบอริกา เป็นพันธุ์กาแฟป่าแถบฝั่งทะเลตะวันตกของแอฟริกาโดยเฉพาะคองโกกลางและอีกหลายประเทศ ซึ่งตั้งชื่อตามประเทศลิเบอเรีย ค.ศ. 1875 และ 1880 โดย Bull และ Hiern เริ่มปลูกกันใน ค.ศ. 1864-1881 ลักษณะต้นดอกใบคล้ายพันธุ์เอกเซลซ่า (Excelsa) ผลเล็กคล้ายอาราบิก้าเป็นพันธุ์ที่ทนทาน และต่อต้านโรครัสต์และโรคอื่นๆได้ดี ปลูกง่ายโตเร็วพุ่มใหญ่สูง สูงขนาด 30 – 45 ฟุต แต่เมื่อปลูกควรตัดแต่งไว้ให้สูงเพียง 8 – 10 ฟุต อายุ 4 – 5 ปีตกผล ปลูกได้ตั้งแต่ระดับน้ำทะเลจนถึงระดับสูง 1,800 ฟิต หนึ่งเอเคอร์ปลูกได้ 320 ต้น ไร่ละ 128 ต้น เก็บผลที่ล้างสะอาดแล้วเฉลี่ยเอเคอร์ละ 400 ปอนด์ เท่ากับ ไร่ละ 160 กิโลกรัม จำนวนเมล็ดหนัก 1 ปอนด์ เท่ากับ 800 เมล็ด คาเฟอีนในเมล็ดร้อยละ 1.4 – 1.6 ลักษณะใบขนาดกลาง ดอกขนาดใหญ่ ออกดอกตลอดปี ผลใหญ่ผลสุกต้องเก็บเองไม่ร่วงง่าย ชอบปลูกโดยมีไม้บังเงาเหมาะสำหรับปลูกเป็นการค้าได้ดี ประเทศที่ปลูกโดยมากครั้งแรกปลูกอาราบิก้า ต่อมาทนโรครัสต์ไม่ค่อยได้ จึงเปลี่ยนมาปลูกไลเบริก้า เช่น ยะวา คองโก กินเนียฝรั่งเศส (French Guinea) ไอวอรี่โคสต์ (Ivory Coast)

สำหรับประเทศไทยมีการปลูกทั้งพันธุ์อาราบิก้า และโรบัสต้า โดยพันธุ์อาราบิก้านิยมปลูกกันมาก บนที่ราบสูงตอนเหนือของไทย ส่วนพันธุ์โรบัสต้าปลูกกันมากทางภาคใต้ของประเทศ โดยเฉพาะจังหวัดชุมพร รองลงมาคือจังหวัดนครศรีธรรมราช ขณะที่ประเทศไทยมีผลผลิตประมาณ 40,000 ตันต่อปี แต่ความต้องการในการผลิตกาแฟสำเร็จรูปมีประมาณ 60,000 ตัน กาแฟอราบิก้ายังไม่เพียงพอกับปริมาณที่ใช้บริโภคภายในประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ลักษณะของผลกาแฟ

ต้นกาแฟเป็นไม่พุ่มที่โตเต็มที่จะมีความสูง 2 – 5 เมตร ใบจะมีลักษณะมันวาวสีเข้ม ดอกจะมีลักษณะเป็นกลุ่มคล้ายดาว สีขาวหอมกรุ่น ผลกาแฟจะมีเมล็ด 2 เมล็ด และจะมีสีแดงเข้มเมื่อโตเต็มที่

รูปที่2.1 รูปแสดงลักษณะของผล ดอก และใบของกาแฟ

ที่มา: http://www.ico.org/home.htm#

Purseglove (1974) ศึกษาพบว่า ผลกาแฟจะถูกเก็บเกี่ยวในอเมริกากลางจากปลายเดือนสิงหาคมถึงมีนาคม กาแฟที่ปลูกในที่ต่ำจะเจริญเติบโตเต็มที่ได้ง่ายกว่ากาแฟที่ปลูกในที่สูงขึ้นอยู่กับความสูงจากระดับน้ำทะเล จะเก็บเกี่ยวผลกาแฟเมื่อถึงเวลาสุกซึ่งจะแสดงให้เห็นโดยผลจะมีสีแดงเข้ม

เมื่อตัดผลกาแฟตามขวางดังรูป จะแสดงลักษณะทางกายวิภาคได้ 4 ส่วน ได้แก่

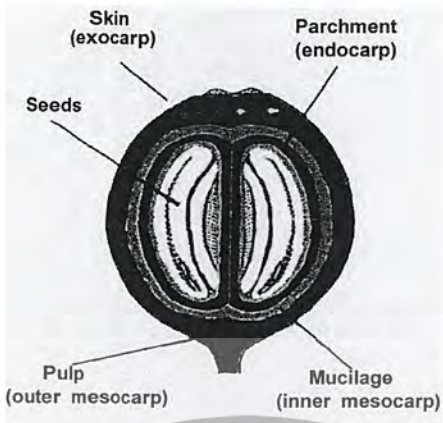
1.เมล็ดกาแฟ(coffee bean) หรือ endosperm ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อที่สะสมอาหารอยู่ภายในเมล็ด

2.เยื่อหุ้มเมล็ด(parchment,hull)หรือ endocarp จะมีเส้นใยที่มีสีเขียวออกเทาๆ

3.ชั้นของเมือก(mucilage)หรือ mesocarp จะเป็นส่วนที่บางเหนียว เป็นชั้นที่มีน้ำสูง

4.ส่วนที่เป็นเนื้อ(pulp) หรือ esocarp จะมีสีออกเหลืองๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 ลักษณะทางกายวิภาคของเมล็ดกาแฟเมื่อตัดขวาง
ที่มา: Avallone และคณะ(2000)

เมล็ดกาแฟจะมีผิวหน้าแบนเรียบ ในแต่ละเมล็ดจะล้อมรอบด้วยเนื้อเยื่อ spermoderm ซึ่งเป็นที่รู้จักกันว่า silver skin และถูกยึดอยู่ในเยื่อหุ้ม endocarp ซึ่งเป็นที่รู้จักกันว่า parchment หรือ coffee hull ซึ่งจะล้อมอยู่รอบเมล็ด และเมื่อแห้งจะแตกออก รอบๆ hull จะมีชั้นเมือกซึ่งหนา 0.5-2 มิลลิเมตร และตัวมันเองจะถูกล้อมรอบด้วยชั้นเมือกที่หนาประมาณ 5 มิลลิเมตร มีลักษณะคล้ายฟองน้ำเรียกว่าเนื้อกาแฟ (pulp)จะมีการหมักโดยธรรมชาติในแทงค์เพื่อให้เอาส่วนเมือกออกไปเพื่อสะดวกในการทำให้แห้งและสี เนื่องจากธรรมชาติของเมือกจะมีลักษณะเหนียว มีแรงกดดันอ่อนๆ พอที่จะขับเมล็ด 2 เมล็ดออกมาจากผลกาแฟลักษณะเช่นนี้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการแยกเมล็ดออกจากส่วนประกอบของโครงสร้างอื่นของผล (Bressani and Braham 1980)

2.5 <u>การเก็บเกี่ยวและทำสารกาแฟ</u>(พงษ์ศักดิ์,สุนันท์ และธีรภัทร 2531)

การเก็บกาแฟ (Harvesting)

ควรเก็บกาแฟที่แก่เต็มที่แล้วเท่านั้น ซึ่งจะตรวจสอบได้โดยทดลองบีบผลกาแฟ ถ้าผลกาแฟเต็มที่เมล็ดกาแฟจะถูกบีบให้หลุดออกมาโดยง่าย กาแฟที่ยังไม่สุก จะทำให้การปอกเปลือกทำได้ยากขึ้น จะทำให้รสกาแฟถูกบีบให้หลุดออกมาโดยง่าย กาแฟที่แก่เกินควร อาจจะเกิดกลิ่นที่เรียกว่า " FOXY" ได้ การเก็บผลกาแฟ ไม่จำเป็นต้องเก็บทุกวัน แต่อาจแบ่งเป็นช่วงๆ สำหรับการทำสารกาแฟโดยวิธีเปียก หรือแช่น้ำควรมีช่วงการเก็บอาทิตย์ละครั้ง สำหรับวิธีตากแห้ง ช่วงการเก็บควรเป็น 2 สัปดาห์ต่อครั้ง ทั้งนี้เพื่อที่เก็บแต่ละรุ่นไม่ปะปนกัน

การผลิตเมล็ดกาแฟ มี 2 วิธี คือ แบบเปียก กับแบบตากแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำสารกาแฟโดยวิธีหมักหรือวิธีเปียก (Wet Method of wash Method)

การหมักแบบเปียกนั้นเกิดจากท้องถิ่นบางแห่งที่ไม่สามารถจะตากให้แห้งจากแสงอาทิตย์ได้สะดวกเพราะฝนตกมาก กลางคืนมีน้ำค้างมาก ความชุ่มชื้นในอากาศสูง เมฆหมอกมาก แสงอาทิตย์ไม่ร้อนแรงสม่ำเสมอ ไม่สะดวกแก่การใช้แบบตากแห้ง เพราะแบบตากแห้งต้องรีบตากให้แห้งโดยเร็วที่สุด จึงจะดีทั้งคุณภาพ เป็นการประหยัดแรงงานและเวลา เมื่ออากาศไม่อำนวยพอที่จะตากให้แห้งเร็ว ซึ่งนอกจากเป็นการเปลืองเวลาแล้วยังทำให้ผลกาแฟเกิดรา ซึ่งเสื่อมคุณภาพได้ง่าย จึงเกิดวิธีทำแบบแช่น้ำกันขึ้นมา แบบแช่น้ำก็คือ เป็นวิธีการอย่างหนึ่งที่จะเอาเปลือกและเนื้อที่ผลกาแฟกับเมือกที่ห่อหุ้มผลกาแฟออกเสียก่อน ให้เหลือแต่ผลกาแฟที่มีแต่เปลือกแข็ง มาตาก ย่อมแห้งเร็วกว่าที่ตากทั้งเปลือกนอกซึ่งมีเนื้อติดอยู่ด้วย เป็นการตัดทอนเวลาตากให้แห้งน้อยลง มีวิธีทำคือ

1. การปลอกเปลือก (pulping)

ผลกาแฟที่เก็บมาจากต้น ควรนำไปปลอกเปลือกทันที แต่ถ้าจำเป็นต้องเก็บ ไม่ควรเก็บไว้เกิน 36 ชั่วโมง หากปริมาณมากก็ใช้เครื่องกระเทาะเปลือก โดยนำกาแฟที่ตากแดดจนแห้งสนิทดีแล้วมาเข้าเครื่องกระเทาะเปลือก หากไม่มีเครื่องกระเทาะเปลือกกาแฟอาจใช้ครกตำหรือเครื่องสีข้าวก็ได้โดยปรับเครื่องสีให้ได้ขนาดเมล็ดกาแฟ หลังจากปอกเปลือกออกแล้ว จะต้องขจัดเนื้อหุ้มเมล็ดกาแฟ ซึ่งเป็นเมือกลื่นๆ ออกเสียก่อนที่จะนำไปตากแห้ง ทั้งนี้กระได้โดยการหมักเมล็ดกาแฟ

2. การหมักกาแฟ (Fermentation)

นำผลกาแฟที่ปอกเปลือกออกแล้ว ใส่ในบ่อซีเมนต์ หรือถังน้ำมัน (200 ลิตร) ซึ่งมีทางระบายด้านล่าง ใส่ผลกาแฟประมาณ 3/5 ของถัง ใช้น้ำล้างผลกาแฟและระบายน้ำทิ้ง คลุมถังด้วยผ้าพลาสติกหรือผ้าใบ เอนไซม์ภายในผลกาแฟจะย่อยเมือกหุ้มเมล็ดกาแฟออกภายในเวลา 36 – 72 ชั่วโมง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและลักษณะของเมล็ดกาแฟ ระหว่างที่หมักกาแฟนี้ ไม่ควรแช่เมล็ดกาแฟใต้น้ำ

3. การล้างเมล็ดกาแฟ (Washing)

เมล็ดกาแฟที่ผ่านการหมักแล้ว อาจจะนำไปตากแดดได้โดยไม่ต้องนำมาล้างก่อน แต่จะต้องใช้เวลาตากแดดนานกว่า และในช่วงแรกๆ เมล็ดกาแฟจะติดตัวกันง่าย ทำให้การตากแดด การเกลี่ยทำได้ยากขึ้น วิธีนี้ควรใช้ในบริเวณที่ไม่มีน้ำสะอาดเพียงพอ

ที่ถูกแล้วควรล้างเมล็ดกาแฟเสียก่อน น้ำเย็นจะล้างเมือกออกได้ช้ากว่า จึงต้องใช้น้ำอุ่นปริมาณมากขนาดที่พอจะจุ่มลงไปได้สักครู่ก็ใช้ได้ การล้างเมือกนี้จะกินเวลาประมาณ 3 – 5 นาที ไม่ควรล้างน้ำนานกว่านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การตาก (Drying)

เมล็ดกาแฟนั้นควรจะมีความชื้นประมาณ 50 – 55 การตากจะกระทำได้โดยใช้ลานตากที่สะอาดแห้ง (หากเป็นไปได้ควรเป็นคอนกรีต) กาแฟที่ตากบนลานนี้อาจจะกองได้นานถึง 5 – 10 ชั่วโมง (ควรจะน้อยกว่านี้หากไม่ได้ตากบนพื้นคอนกรีต ระหว่างที่ตากแดดนี้ควรใช้คราดเกลี่ยทุกๆ ชั่งโมง เพื่อกลับเมล็ดกาแฟด้านล่างขึ้นมาด้านบน)

เมล็ดกาแฟที่แห้งจะสังเกตได้จาก

- กะลาที่หุ้มเมล็ดจะแตกออกโดยง่ายเมื่อใช้มือบีบ
- ใช้เล็บจิกเมล็ดกาแฟได้ยาก
- ถ้าลองเอาเมล็ดกาแฟมากัดดู เมล็ดจะแห้งแตกออก (แข็งเปาะ) ส่วนเมล็ดกาแฟที่ยังชื้นจะนุ่มกว่า

สารกาแฟที่แห้งดีแล้ว ควรรีบบรรจุลงกระสอบทันที ไม่ควรตากต่อไป เพราะจะทำให้คุณภาพลดลงได้ ความชื้นที่ร้อยละ 12 เป็นช่วงที่เหมาะที่สุด การเก็บเมล็ดกาแฟที่มีความชื้นเกินร้อยละ 15 ทำได้ไม่ง่ายนักเพราะเชื้อราจะเติบโตได้รวดเร็วมาก และยังอาจทำให้คุณภาพด้านกลิ่นรส เสียไป

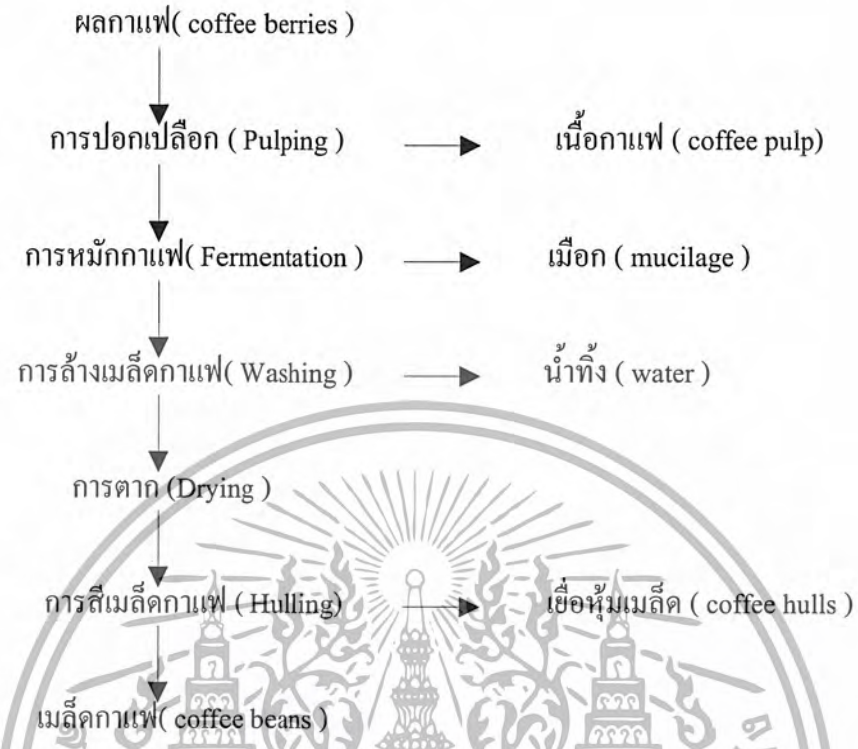
5. การบรรจุ (Packaging)

การเก็บสารกาแฟควรเก็บไว้ในรูปกาแฟกะลา (parchment) เป็นกาแฟที่เหลือปลอกสีขาวบางๆหุ้มอยู่โดยกำจัดเมื่อกออกไปแล้ว เพราะจะสามารถรักษาเนื้อ กาแฟได้ดี ป้องกันความชื้นได้ดีด้วย การบรรจุควรใช้กระสอบใหม่ และสะอาด ควรกลับด้านในออกและผึ่งลมก่อนนำไปใช้ กระสอบป่านเป็นภาชนะที่ดีสำหรับผลิตผลกาแฟ

6. การสีเมล็ดกาแฟ (Hulling)

เมล็ดกาแฟที่แห้งแล้ว นำเข้าเครื่องสีเพื่อสีเอาเปลือกบางๆที่เรียกว่า กะลาออก หรืออาจใช้วิธีตำ ซึ่งต้องระวังให้เมล็ดกาแฟแตกหักน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 แผนภาพแสดงการผลิตกาแฟแบบเปียก
ที่มา: Bressani and Braham (1980)

การผลิตกาแฟโดยวิธีแห้ง (dry Method or Natural Method)

แบบตากแห้งเป็นเป็นวิธีโบราณสมัยเก่าครั้งชาวอาหรับทำแต่แรกเริ่ม และคงใช้ต่อมาจนถึงปัจจุบันนี้ ประเทศที่ปลูกกาแฟในโลกส่วนมากใช้ แบบตากแห้ง เช่น บราซิล แองโกลา อาระเบีย และประเทศอื่นๆ

ผลของกาแฟจะถูกนำมาตากบนลานที่แห้ง และสะอาด ความหนาของชั้นกาแฟบนลานอยู่ระหว่าง 2 – 8 ซม. (บนลานซีเมนต์) เกลี่ยผลกาแฟบนลานตากอย่างน้อยชั่วโมงละ 1 ครั้ง (ถ้าหากว่ากองหนามากถึง 8 ซม. ควรจะเกลี่ยบ่อยกว่านี้) ตอนเย็นให้โกยกาแฟผล รวมกองไว้ แล้วคลุมด้วยผ้าพลาสติกหรือผ้าใบเพื่อกันน้ำค้างและฝน ทั้งจะช่วยให้ความชื้นของกาแฟในกองเสมอกัน

ตอนเช้าหลังจากตากกาแฟแห้งแล้ว จึงเกลี่ยกาแฟออกตากตามปกติ การตากกาแฟนี้จะกินเวลาประมาณ 12 – 15 วัน ในช่วงที่แดดดีๆ กาแฟที่แห้งเต็มที่ เมื่อเขย่าดูจะมีเสียงกาแฟกระทบกับเปลือก (เสียงกราวๆ) เหมาะที่จะนำไปเข้าเครื่องสีต่อไป เครื่องสีจะสีเอากาแฟออกมาทางหนึ่ง และเปลือกหุ้มเมล็ดที่แห้งออกมาอีกทางหนึ่ง นำสารกาแฟมาบรรจุในกระสอบใหม่ที่สะอาด เพื่อนำจำหน่ายต่อไป ส่วนเปลือกหุ้มเมล็ดนั้น ควรเอาไปหมักรวมกลับปุ๋ยคอก ไว้ใช้ใส่เป็นปุ๋ยต้นกาแฟต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 สารในเมล็ดกาแฟ (พีรศักดิ์ และคณะ 2544)

องค์ประกอบส่วนใหญ่ในเมล็ดกาแฟเป็นเอนโดสเปิร์ม สารที่เป็นองค์ประกอบของเมล็ดกาแฟหนัก 100 กรัมได้แก่ น้ำ 10-13 กรัม โปรตีนและกรดอมิโนอิสระ 11-16 กรัม ไขมัน 12-14 กรัม ซูโครส และ reducing sugar 5-9 กรัม เซลลูโลสและโพลีแซคคาไรด์อื่นๆ 32-48 กรัม กรดคลอโรจีนิคและกรดอื่นๆ 10-15 กรัม เถ้าและแร่ธาตุ 4 กรัม สารคาเฟอีนในกาแฟอาราบิก้ามีค่าร้อยละ 0.6-1.7 และในโรบัสต้ามีค่าร้อยละ 1.5-3.3 ในระหว่างการคั่วเมล็ดกาแฟน้ำส่วนใหญ่ระเหยหมดไป น้ำตาลเปลี่ยนรูปไปเป็นคาราเมล และโพลีแซคคาไรด์เปลี่ยนรูปไปเป็นถ่าน สารประกอบอื่นๆจะเปลี่ยนรูปไปเป็นสารระเหย ซึ่งคาเฟอีนเป็นสารประกอบหลักในกาแฟ มีชื่อทางเคมีว่า 1,3,7-trimethylxanthine ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของยาขยายหลอดลม theophylline มีลักษณะเป็นผงสีขาว มีรสขมมีฤทธิ์กระตุ้นหัวใจ และระบบประสาทส่วนกลางอย่างอ่อน

Clifford and Ramirer(1991) ได้ศึกษาเกี่ยวกับสารฟีนอลและคาเฟอีนในเมล็ดกาแฟและเนื้อกาแฟในการผลิตกาแฟแบบเปียก ซึ่งจะทำการวิเคราะห์เมล็ดกาแฟและเนื้อกาแฟในตัวอย่าง 5 ตัวอย่างซึ่งได้จากกาแฟ 2 สายพันธุ์และมีพันธุ์ผสมร่วมด้วย 2 สายพันธุ์ พบว่าในเนื้อกาแฟจะมี caffeoylquinic acids, feruloylquinic acids และ dicaffeolyquinic น้อยกว่าในเมล็ดกาแฟ แต่จะไม่พบ caffeoylferuloylquinic acids ในเนื้อกาแฟพันธุ์โรบัสต้า ในเนื้อกาฟพันธุ์โรบัสต้าจะมีปริมาณคาเฟอีนต่ำกว่าพันธุ์อราบิก้าซึ่งผันแปรกับปริมาณคาเฟอีนที่มีอยู่ในเมล็ดกาแฟ

Trugo and Macrae(1984) ได้ศึกษาการคั่วกาแฟที่มีผลต่อกรดคลอโรจีนิคในกาแฟพันธุ์โรบัสต้าและอราบิก้า ที่เป็นองค์ประกอบของเมล็ดกาแฟโดยใช้ HPLC ซึ่งพบว่าจะมีการลดลงของกรดคลอโรจีนิคในระหว่างการคั่ว และภายใต้สภาวะการคั่วที่ไม่รุนแรงมากเกินไปจะมีการสูญเสียกรดคลอโรจีนิคร้อยละ 60 และภายหลังจากการคั่วกาแฟที่สภาวะรุนแรงจะมีการสูญเสียกรดคลอโรจีนิคร้อยละ 100 องค์ประกอบของกรดคลอโรจีนิคจะเปลี่ยนแปลงโดยผ่านกระบวนการคั่วบด ดังนั้นการคั่วกาแฟจะมีอิทธิพลโดยตรงกับกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์กาแฟสุดท้าย

Oosterveld; Voragen and Schols (2003) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการคั่วเมล็ดกาแฟที่มีผลต่อองค์ประกอบของคาโบไฮเดรตในเมล็ดกาแฟคั่วบดพันธุ์อราบิก้าและโรบัสต้า ซึ่งจะวิเคราะห์องค์ประกอบต่างๆคือโพลีแซคคาไรด์ โอลิโกแซคคาไรด์ และโมโนแซคคาไรด์ ซึ่งคาร์โบไฮเดรตที่พบในเมล็ดกาแฟคั่วส่วนมากจะเป็นโพลีแซคคาไรด์ซึ่งจะมีส่วนของโอลิโกเมอร์และโมโนเมอร์อยู่น้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.7 ประโยชน์และโทษของกาแฟ (พิทักษ์ , 2529)

ส่วนประกอบที่สำคัญของกาแฟคือคาเฟอีน(caffeine) ถูกสกัดครั้งแรกในห้องปฏิบัติการในปี ค.ศ. 1821 โดยนักเคมีชาวฝรั่งเศสชื่อ Pierre Jean Robiquet มีสมบัติเป็นตัวกระตุ้น เพิ่มความว่องไว เพิ่มการนึกคิด ทำให้ไม่ง่วงนอนช่วยทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นแต่มีข้อเสียเช่น ทำให้การเต้นของหัวใจเร็วขึ้น ความดันโลหิตสูงขึ้น ทำให้แผลหายช้า ระคายเคือง เกิดความเครียด ทำลายระบบประสาท ตาลาย เวียน ศีรษะ หน้ามืด เป็นต้นอย่างไรก็ตามคาเฟอีนมีคุณสมบัติช่วยให้ระบบการขับถ่ายปัสสาวะได้ดี

คาเฟอีนสามารถพบได้ในหลายชนิดได้แก่ เมล็ดกาแฟ ใบชา โคลา คาเฟอีนถูกผสมลงในน้ำอัดลม ยาแก้หวัดบางชนิด ยาแก้ปวด ยาลดน้ำหนักกาแฟจะถูกดูดซึมอย่างรวดเร็วหลังจากที่เราดื่มกาแฟและจะถูกขับออกไปครึ่งหนึ่งในเวลาประมาณ 4 ชั่วโมงกาแฟจะไม่สะสมในร่างกายโดยจะถูกทำลายและขับออกหมด ผู้ที่สูบบุหรี่จะมีการขับถ่ายกาแฟมากกว่าผู้ที่ไม่สูบดังนั้นคนที่สูบบุหรี่หากต้องการการกระตุ้นของกาแฟจะต้องดื่มกาแฟบ่อยกว่าคนที่ไม่สูบบุหรี่ คนท้องและผู้ที่กินยาคุมกำเนิดจะมีการขับกาแฟน้อยกว่าคนทั่วไป กาแฟจะออกฤทธิ์โดยการกระตุ้นสมองทำให้รู้สึกสดชื่นและมีสมาธิ ปริมาณคาเฟอีนที่มีในเครื่องดื่มแต่ละชนิดขึ้นกับความเข้มข้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

58545

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างปริมาณของคาเฟอีน

ชนิดของเครื่องดื่ม	ปริมาณ	Range*
Coffee (150ml cup)		
ต้ม, drip method	115	60-180
เครื่องต้มกาแฟ	80	40-170
กาแฟสำเร็จ	65	30-120
Decaffeinated	3	2-5
Espresso (30ml cup)	40	30-50
Teas (150ml cup)		
ชาที่ต้ม	40	20-90
ชาเป็นซอง	30	25-50
ชาเย็น (240ml glass)	45	45-50
น้ำอัดลม (180ml)	18	15-30
Cocoa beverage (150ml)	4	2-20
นมรสChocolate (240ml)	5	2-7
Chocolateนม (30g)	6	1-15
Dark chocolate, semi-sweet (30g)	20	5-35
Cooking chocolate (30g)	26	26

ที่มา :www.coffeeresearch.com

นักวิทยาศาสตร์ประมาณว่าวันหนึ่งๆเราจะรับสารคาเฟอีนประมาณ 250-600 มิลลิกรัม ซึ่งไม่เกิดผลข้างเคียงต่อร่างกาย

James(2534) ได้สรุปลักษณะอาการทั่วไปของการเกิดพิษอย่างเฉียบพลันจากการได้รับแคฟเฟอีนเกินขนาดดังนี้

1. มีอาการกระสับกระส่าย หายใจลึกและเร็ว
2. คลื่นไส้อาเจียน ปวดท้องแบบตะคริว
3. มีอาการทางระบบประสาทส่วนกลางคือ เกร็ง เกร็งหลังแอ่น และชัก
4. มีอาการทางด้านระบบไหลเวียนโลหิตคือ หัวใจเต้นเร็วและผิดปกติ ใจสั่น และอาจมีความดันโลหิตสูงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ขาดสมดุลของน้ำและเกลือแร่ในร่างกาย อันเกิดจากการอาเจียน และปัสสาวะบ่อย โดยเฉพาะมีโพแทสเซียมในเลือดต่ำ

แคฟเฟอีนไม่จัดเป็นยาเสพติดตามเกณฑ์ DSM-IV ของสมาคมจิตแพทยศาสตร์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา และนิยมเรียกพฤติกรรมการบริโภคแคฟเฟอีนว่าบริโภคจนเป็นนิสัยหรือติดมากกว่า การดื่มเครื่องดื่มที่มีแคฟเฟอีนติดต่อกันนานๆ ในขนาดสูงกว่าวันละ 350 มิลลิกรัม อาจทำให้เกิดการติดแคฟเฟอีนได้ ขนาดดังกล่าวเทียบเท่ากับกาแฟ 4 – 5 ถ้วย กาแฟกระป๋องพร้อมดื่ม 2 – 4 กระป๋อง ชา 10 ถ้วย เครื่องดื่มชูกำลัง 7 ขวด หรือน้ำอัดลมประเภทโคล่า 8 – 9 กระป๋อง ถ้าดื่มจนติดเป็นนิสัยและไม่ได้รับแคฟเฟอีนจะเกิดอาการปวดศีรษะภายใน 6 ชั่วโมง ตามมาด้วยอาการอ่อนเพลีย น้ำมูกไหล เหงื่อออกมาก ปวดกล้ามเนื้อ วิตกกังวล กระวนกระวาย อาการเหล่านี้จะคงอยู่ไม่ต่ำกว่า 72 ชั่วโมง อาการขาดแคฟเฟอีนจะรุนแรงน้อยกว่าอาการถอนเฮโรอีน สุรา หรือยานอนหลับมาก องค์ประกอบที่ทำให้เกิดการติดแคฟเฟอีนคือ ปริมาณของแคฟเฟอีนที่ได้รับต่อวัน ระยะเวลาการบริโภค ผลที่พึงประสงค์ที่เกิดจากแคฟเฟอีน สภาวะแวดล้อมและสังคม รสชาติของผลิตภัณฑ์ที่บริโภค (ชัยชาญ และอุดม, 2542)

ผลดีของกาแฟ (คองบรรณาธิการเฉพาะกิจฐานเกษตรกรรม 2530)

กาแฟจะกระตุ้นระบบประสาทส่วนกลางทำให้ไม่ง่วง สมาธิในการทำงานดีขึ้น ผู้ที่ดื่มกาแฟจะทำให้ไม่ง่วงนอน มีสมาธิในการทำงาน และยังทำให้ความสามารถในการทำงานดีขึ้น และยังลดอาการปวดเมื่อยเนื่องจากไขหวัด ผลต่อสมรรถภาพของร่างกายดีขึ้น เช่นการขี่จักรยาน การว่ายน้ำ เล่นกีฬาได้นานขึ้น ผลดีของกาแฟจะทำให้ไม่ง่วงนอน โดยเฉพาะผู้ที่ทำงานเป็นกะ และช่วยลดอุบัติเหตุขณะขับรถ กระตุ้นอวัยวะของร่างกายและเพิ่มการเผาผลาญไขมันและช่วยลดน้ำหนักได้ด้วย กาแฟจะมีฤทธิ์ขับปัสสาวะอ่อนๆดังนั้นขณะออกกำลังกายหรือหลังออกกำลังกายไม่ควรรับเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของกาแฟเพราะจะทำให้ร่างกายขาดน้ำ

องค์การอนามัยโลกกล่าวว่าไม่มีหลักฐานว่ากาแฟจะเป็นสารซึ่งหากดื่มนานๆแล้วจะเสพติด การดื่มกาแฟจะเป็นนิสัยมากกว่าเสพติดเนื่องจากไม่จำเป็นต้องเพิ่มปริมาณของกาแฟ และเมื่อหยุดกาแฟบางคนก็เกิดอาการปวดหรือมึนศีรษะเพียงเล็กน้อย

ผลดีของกาแฟต่อสุขภาพ

1. โรคหอบหืด มีรายงานว่าการดื่มกาแฟวันละ 3 แก้วจะลดอาการหอบหืด หากดื่มมากกว่า 6 แก้ว การทดสอบสมรรถภาพปอดจะดีขึ้น
2. กาแฟก็เหมือนกับพืชอื่นๆมีสาร flavanoid ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การดื่มกาแฟจะลดอาการง่วงนอน และทำให้มีสมาธิในการทำงานดีขึ้นโดยเฉพาะผู้ที่ทำงานเป็นกะ และลดอุบัติเหตุขณะขับขี่
4. กาแฟช่วยลดอาการซึมเศร้าและคลายความวิตกกังวล
5. การดื่มกาแฟเป็นประจำจะลดอุบัติการณ์การเกิดนิ่วในทางเดินปัสสาวะ และยังลดอุบัติการณ์ของนิ่วในถุงน้ำดี
6. มีรายงานว่าการดื่มกาแฟอาจจะมีผลป้องกันโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่

Snyder and ladre (1986)ได้อ้างถึงการศึกษาของกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ญี่ปุ่นว่า แคฟเฟอีน ขนาด 150 มิลลิกรัม ทำให้ผู้รับการทดลองใช้เวลาเฉลี่ย 126 นาทีจึงจะหลับและนอนหลับได้เป็นเวลาเฉลี่ยเพียง 281 นาที เมื่อเทียบกับผู้ที่ไม่ได้รับแคฟเฟอีนซึ่งใช้เวลาเพียง 29 นาที และนอนหลับได้นานถึง 444 นาที เมื่อทำการบันทึกคลื่นสมองของผู้ที่ได้รับแคฟเฟอีนก็พบลักษณะที่แตกต่างจากการนอนหลับปกติ นอกจากนี้ยังตื่นง่ายเมื่อมีเสียงดัง นอนกระสับกระส่าย และทำให้คุณภาพในการนอนหลับลดลง

Palmer; et. al. (1995) ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการดื่มกาแฟและโรคกล้ามเนื้อหัวใจตายในสตรีที่มีอายุ 45 – 69 ปี กลุ่มที่เข้าร่วมการศึกษาเป็นผู้ที่มีโรคกล้ามเนื้อหัวใจตายจำนวน 858 ราย และกลุ่มควบคุม 858 ราย ผลการศึกษาพบว่า การดื่มกาแฟน้อยกว่าวันละ 5 ถ้วย วันละ 5 –6 ถ้วย และ 7 – 9 ถ้วย จะไม่เพิ่มอัตราเสี่ยง ส่วนการดื่มกาแฟมากกว่าวันละ 10 ถ้วย จะเพิ่มอัตราอย่างมีนัยสำคัญ 2.5 เท่า

Willet; et. al. (1996)รายงานการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการดื่มกาแฟและการเกิดโรคหลอดโลหิตหัวใจตีบในสตรีจำนวน 85 ,747 ราย ที่มีอายุระหว่าง 34 –59 ปี โดยเริ่มเก็บข้อมูลในปี 2523 และติดตามผลเป็นระยะเวลา 10 ปีจนถึงปี 2533 การศึกษาครั้งนี้ได้นำปัจจัยเสี่ยงต่าง ๆ เช่น การสูบบุหรี่และอายุมาพิจารณาด้วย พบว่าการดื่มกาแฟมากกว่าวันละ 6 ถ้วยไม่ทำให้อัตราเสี่ยงของการเกิดโรคหลอดโลหิตตีบเพิ่มขึ้นในสตรีเหล่านี้

Wahrburg; et. al.(1994) ศึกษาถึงการดื่มกาแฟชนิดธรรมดาและกาแฟที่สกัดแคฟเฟอีนออกต่อระดับโคเลสเตอรอลในเลือด ในอาสาสมัคร 119 ราย โดยให้อาสาสมัครดื่มกาแฟชนิดธรรมดาวันละ 750 – 1,000 มิลลิลิตรเป็นเวลา 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นแบ่งอาสาสมัครเป็น 2 กลุ่ม โดยให้กลุ่มแรกดื่มกาแฟชนิดธรรมดาต่อไปอีก 6 สัปดาห์ ส่วนอีกกลุ่มให้ให้เปลี่ยนมาดื่มกาแฟที่สกัดแคฟเฟอีนออกเป็นเวลา 6 สัปดาห์เช่นกัน ผลการศึกษาพบว่าระดับโคเลสเตอรอลของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน ผลการศึกษาทั้งหมดสนับสนุนว่า แคฟเฟอีนไม่ใช่สารที่มีฤทธิ์เพิ่มโคเลสเตอ-รอลในเลือด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Harris and Dawson(1994) รายงานในทำนองเดียวกันว่า แคฟเฟอีนไม่เพิ่มการขับแคลเซียมออกมาทางปัสสาวะในสตรีวัยหมดประจำเดือน ปกติการเสียสมดุลของแคลเซียมเพียงเล็กน้อยแก้ไขได้โดยการได้รับแคลเซียมจากอาหารเพิ่มขึ้น (Holbrook และคณะ ปี 2531 , Recker และคณะ ปี 2535 , Reid และคณะ ปี 2536 และ Barrett-Connor และคณะ ปี 2537)

Vecchia; et. al. (1989) ทำการศึกษาในชาวอิตาลี 750 ราย พบว่าการดื่มกาแฟไม่มีส่วนสัมพันธ์กับการเกิดมะเร็งของระบบย่อยอาหาร เช่น มะเร็งหลอดอาหาร กระเพาะอาหาร ตับอ่อน และตับ และยังสังเกตว่าการดื่มกาแฟกลับลดอุบัติการณ์การเกิดมะเร็งของลำไส้ใหญ่และทวารหนักอีกด้วย

2.8 ประวัติศาสตร์และวิวัฒนาการของการผลิตไวน์ (โชคชัย , นันทกร และลำไพร 2546)

ไวน์(wine) เครื่องดื่มประเภทแอลกอฮอล์ซึ่งเกิดจากการหมักน้ำองุ่นคั้นด้วยเชื้อยีสต์ โดยมีขบวนการควบคุมอย่างเหมาะสม ไวน์ที่เกิดจากการหมักผลไม้อื่น เรียกว่า ไวน์ผลไม้ นอกจากนี้ไวน์ยังอาจทำได้จากผัก ใบไม้ และดอกไม้อีกด้วย

ไวน์เป็นเครื่องดื่มประเภทสุราแช่ ทำจากการหมักน้ำผลไม้หรือผลไม้ลูกเล็กๆ โดยทั่วไปความหมายของไวน์จะหมายถึงน้ำไวน์ที่ได้จากการหมักผลองุ่นสดหากเป็นผลไม้อื่นๆ มักจะใส่ชื่อผลไม้นั้นๆ ลงไปด้วย น้ำไวน์จะมีองค์ประกอบหลักเป็น เอทธิลแอลกอฮอล์ (ethyl alcohol, C_2H_5OH) น้ำตาล ธาตุ วิตามิน สารเคมีจำพวก polyphyenole, aldehydes, ketones และกรดอินทรีย์อีกไม่น้อยกว่า 22 ชนิด สารเคมีเหล่านี้จะรวมตัวกันในน้ำ มีรสชาติที่ทำให้คนทั่วโลกนิยมชมชอบ

ไวน์มีประวัติศาสตร์ที่มีการบันทึกไว้นานกว่า 6,000 ปี ในสมัยที่อียิปต์ยังเรืองอำอาจมีการหมักองุ่น (โดยใช้เชื้อยีสต์ที่ติดมากับผิวองุ่นและเปลือกไม้โอ๊ก) เพื่อทำเป็นไวน์ เชื่อกันว่ามีการผลิตไวน์กันเป็นครั้งแรกในบริเวณ Caucasia ตอนใต้หรือปัจจุบันเป็นประเทศตุรกีและอิหร่าน ต่อมามีการแพร่กระจายการปลูกองุ่นขึ้นครอบคลุมพื้นที่รอยต่อระหว่างทวีปเอเชียและยุโรป หรือที่เรียกกันว่า Eurasia ในขณะนั้นการผลิตไวน์มีการนิยมมากขึ้นและได้แพร่กระจายเข้าสู่เขต Caucasus และ Mesopotamia ตอนเหนือ (หรือทวีปยุโรปในปัจจุบัน) ยังไม่มีหลักฐานใดๆ ชี้ชัดว่าทวีปอเมริกามีการดื่มไวน์ก่อนชาวยุโรป

การเพาะปลูกองุ่นเพื่อทำไวน์ปรากฏอย่างจริงจังในราวปี 4000 ก่อนคริสตกาล ในบริเวณแถบภูเขาระหว่างทะเลดำ (Black sea) และทะเลคาสเบี้ยน (Caspian) โดยมีผู้พบ หลักฐานสำคัญที่ชี้ให้เห็นว่ามีการเพาะปลูกไร่องุ่นในประเทศซูเมเรีย (Sumaria) นอกจากนี้ยังพบพื้นที่ตั้งเตาไฟสำหรับการทำไวน์ การผลิตได้แพร่กระจายไปสู่ทางทิศตะวันออกของยุโรปจนถึงประเทศอิหร่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบัน ต่อมาก็ได้แพร่ถึงประเทศอาฟกานิสถาน ประเทศอินเดียและประเทศจีน แล้วต่อขึ้นไปยังทิศเหนือเข้าไปสู่ประเทศรัสเซีย

จากประเทศในแถบยุโรปได้มีการแพร่กระจายออกไปอีกหลายเส้นทาง อาทิ ไปสู่ประเทศต่างๆ ในแถบสแกนดิเนเวีย (Scandinavia) และทวีปอาฟริกาตอนเหนือ ในช่วงราวปี 1500 ก่อนคริสตกาล จากหลักฐานทางประวัติศาสตร์ยืนยันเป็นที่แน่ชัดว่ามีการใช้ไวน์ในพิธีการและประเพณีในกรีก และมีการนำไวน์จากประเทศกรีซเข้าไปสู่ประเทศอิตาลีโดยชาวอาณานิคมจนเป็นที่แพร่กระจายในอิตาลีทุกวันนี้ ชาวโรมันมีการบันทึกมากมายเกี่ยวกับไวน์ ขั้นตอนการทำไวน์เคียงคู่กับการพบแผนที่หยาบๆ ของการชนะสงครามของกรุงโรม (ประเทศอิตาลี)

ชาวโรมันได้บุกรุกประเทศต่างๆ เส้นทางของไวน์จากกรุงโรมได้มุ่งเหนือสู่เมืองเกาล์ (ประเทศฝรั่งเศสในปัจจุบัน) ชาวโรมันไปที่ใดก็ถากถางเอาพื้นที่เพื่อการปลูกองุ่นไปด้วยกัน นับตั้งแต่ปี 600 ก่อนคริสตกาล พวกโรมันก็ได้เคลื่อนกองทัพมุ่งสู่หุบเขาโรน (Rhone valley) และเข้าไปในแคว้น Languedoc พวกเขาเหล่านั้นได้ทำลายป่าเพื่อเพาะปลูก และขยายอาณาจักรเข้าสู่แคว้น Bordeaux ณ ที่แห่งนี้เหล้าองุ่นหรือไวน์ได้ถูกพัฒนาจนกลายเป็นศูนย์รวมสินค้าที่สำคัญเพื่อนำไปขายในประเทศอิตาลีอีกทอดหนึ่ง เมื่อยุโรปเจริญเติบโตเต็มที่ แคว้น Bordeaux จึงกลายเป็นศูนย์กลางการค้าไวน์ที่สำคัญที่สุดในโลกจนถึงปัจจุบัน

นับตั้งแต่สมัยอาณาจักรโรมันเรืองอำนาจจนถึงสมัยคริสตกาลได้มีการสะสมความชำนาญของอารยธรรมสามารถพัฒนากระบวนการผลิตไวน์ให้มีรสชาติเป็นเลิศในแถบยุโรปจนถึงศตวรรษที่ 15 และ 16 ชาวยุโรปได้พัฒนาการปลูกองุ่นชนิด *Vitis vinifera* กันอย่างเป็นล่ำเป็นสัน สายพันธุ์องุ่นชนิดใหม่ๆ เริ่มเป็นที่ยอมรับมากขึ้น มีการแพร่กระจายของสายพันธุ์องุ่นไปสู่อาฟริกา โปรตุเกส หมู่เกาะต่างๆ ข้ามมหาสมุทรแอตแลนติก ในขณะเดียวกันก็นำองุ่นสายพันธุ์ชนิดใหม่กลับมาสู่ยุโรป จนในปี ค.ศ. 1492 โคลัมบัส (Columbus) ได้พบทวีปอเมริกา และการบุกรุกของชาวสเปนในเขตลาตินอเมริกา (โดยเฉพาะประเทศเม็กซิโก) ในราวปี ค.ศ. 1520 มีการนำเอาวัฒนธรรมการปลูกองุ่นและการทำไวน์มาเผยแพร่สู่ทวีปอเมริกาได้อย่างรวดเร็ว จากนั้นในราวปี ค.ศ. 1530 ก็มีการปราบปรามชุมชนกลุ่ม Inca ในแถบประเทศเปรู โบลิเวีย และโคลัมเบีย และตามด้วยในรายปี ค.ศ. 1540-1550 พบว่าเริ่มมีการปลูกองุ่นในประเทศชิลี อีกไม่กี่ปีต่อมาก็ได้ขยายเข้าสู่ประเทศอาเยนตินา นั่นคือราวปี ค.ศ. 1770 ถึง 1780 ไวน์จากเม็กซิโกก็ได้แพร่กระจายขึ้นเหนือเข้าสู่ประเทศอเมริกาที่รัฐคาลิฟอร์เนีย ด้วยสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมทำให้รัฐคาลิฟอร์เนียสามารถพัฒนาเทคนิคการทำไวน์ได้ดี จนทำให้ปัจจุบันไวน์สหรัฐอเมริกากลายเป็นประเทศคู่แข่งที่น่ากลัวของไวน์ยุโรป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในราวปี ค.ศ. 1860 มีการค้นพบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในการหมักไวน์โดยหลุยปาสเตอร์ (Pasteur) จนก่อให้เกิดองค์ความรู้มากมายด้านจุลชีววิทยาในปัจจุบัน และในศตวรรษที่ 20 เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างขนานใหญ่ด้านอุตสาหกรรมมีการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมากมาย การผลิตไวน์ก็เช่นกัน ประเทศอเมริกา ออสเตรเลีย และชิลีก็ได้พัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาช่วยในการผลิตตั้งแต่การปลูกจนถึงการบรรจุไวน์ ต่างจากผู้ผลิตตามประเพณีดั้งเดิมอย่างในยุโรปยังคงพยายามอนุรักษ์วิธีการเก่าๆ ไว้ ซึ่งก็เป็นเสน่ห์อย่างหนึ่งของไวน์ยุโรปที่หาได้ยากในปัจจุบัน

2.9 <u>คุณประโยชน์ของไวน์</u>

1. ใช้ในการปรุงอาหาร โดยผสมลงไปในอาหารก่อนหรือหลังปรุงเรียบร้อยแล้ว
2. ดื่มก่อนรับประทานอาหารช่วยกระตุ้นให้อยากอาหาร
3. ใช้ดื่มคู่กับอาหารซึ่งเป็นประเพณีของชาวยุโรปนานมาแล้ว เช่น ดื่มไวน์แดงกับอาหารจำพวกเนื้อวัวหรือหมู พวกไวน์ขาวกับปลา เป็นต้น
4. ใช้ในทางการแพทย์ เพื่อรักษาโรคหรือความเจ็บป่วยบางชนิด แพทย์ได้ใช้ไวน์ในการบำบัดความเจ็บปวดเล็กๆ น้อยๆ ใช้เป็นยาระงับความตื่นเต้น หรือกังวลใจ
5. ช่วยให้เส้นเลือดขยายตัวในคนที่เป็นไข้ที่เป็นความดันโลหิตสูง ช่วยให้การขับถ่ายปัสสาวะสะดวก เป็นอาหารเสริมสำหรับผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวาน เป็นต้น

Michael; Creina and Clare (1999) ได้ทดลองเรื่องการบริโภคไวน์เพื่อบรรเทาและ ป้องกันการชักนำของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ที่ทำให้เกิดการเสียหายของดีเอ็นเอ โดยมีอาสาสมัครเพศชาย 4 คน ที่บริโภคไวน์ที่มีสารประกอบฟีนอล ทำการเก็บตัวอย่างเลือดชั่วโมงที่ 1 3 8 และ 24 พบว่าพลาสมาป้องกันการเสียหายของดีเอ็นเอในลิมโฟไซท์ จากไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

Anil (2000) ได้ทำการทดลองไวน์กับสุขภาพ พบว่าการบริโภคไวน์แดงจะช่วยลดโรคหัวใจลงได้ โดยไวน์แดงจะมีสารฟีนอลช่วยในการลดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นในร่างกายมนุษย์ ซึ่งสารฟีนอลได้จากผิวและเมล็ดของผลองุ่นแดง

Weiping; et. al. (2002) ได้ทดลองเกี่ยวกับการป้องกันโรค coronary artery disease ของไวน์แดง โดยศึกษาผลกระทบของไวน์แดงที่มีต่อโฮโมซีสทีอีน โดยใช้หัวใจหมูในการทดลอง พบว่าไวน์แดงช่วยในการลดความร้ายแรงของผลจากการชักนำของโฮโมซีสทีอีนได้

2.10 <u>กระบวนการทำไวน์ผลไม้</u>

การทำไวน์ผลไม้แต่ละชนิด มีขั้นตอนการทำที่แตกต่างกันเล็กน้อย เนื่องจากผลไม้แต่ละชนิดมีลักษณะที่ไม่เหมือนกัน ขั้นตอนที่สำคัญในการทำไวน์ผลไม้ มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.4 แสดงกระบวนการทำไวน์ผลไม้

ที่มา : โชคชัย , นันทกร และลำไพร (2546)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.1 การคัดเลือกผลไม้

ผลไม้ที่จะนำมาทำไวน์ควรมีคุณสมบัติดังนี้

1. มีความสุกพอดี
2. ไม่เน่าเสีย
3. มีกลิ่นหอม
4. มีสีที่น่ารับประทาน

2.10.2 การเตรียมน้ำหมัก

การเตรียมน้ำผลไม้สำหรับการหมักไวน์ผลไม้ เป็นขั้นตอนที่สำคัญมากในการทำไวน์ผลไม้ เพราะว่าคุณภาพของน้ำหมักมีผลต่อลักษณะและคุณภาพของไวน์ที่หมักได้ทั้งหมด วิธีการเตรียมน้ำหมักสามารถทำได้ 2 วิธี คือ

1. การหมักทั้งผล ผลไม้ที่เหมาะสมในการหมักทั้งผล คือ ผลไม้ที่ต้องการสกัดสีออกจากผิวของผลไม้หรือผลไม้ที่มีความนุ่ม เละ โดยการแช่ผลไม้นั้นๆ ลงในน้ำในปริมาณที่เหมาะสม

2. การหมักเฉพาะน้ำผลไม้ ผลไม้โดยทั่วไปจะทำการบีบคั้นน้ำออกจากผลไม้ โดยการบีบอัดแล้วผสมน้ำตามเหมาะสม

เมื่อสกัดน้ำผลไม้ได้แล้วทำการเตรียมน้ำหมักโดยการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่มีในธรรมชาติของผลไม้และปรับประมาณสารอาหารให้พอดีกับความต้องการของยีสต์ที่จะใช้ในการหมัก วิธีการทำลายจุลินทรีย์สามารถทำได้ 2 วิธีคือ

1. การต้ม ผลไม้ที่จะเตรียมน้ำหมักโดยวิธีการต้ม ควรเป็นผลไม้ที่มีความแข็ง และต้องการสกัดสีของผลไม้ การต้มมีผลเสียต่อคุณภาพของน้ำหมัก ดังนี้

- เกิดปัญหาทำให้ไวน์ขุ่น ยากในการทำให้ใสได้
- ความร้อนทำให้กลิ่นและรสชาติของน้ำผลไม้โดยธรรมชาติสูญเสียไป
- การต้มผลไม้ ทำให้เกิดกลิ่นสุก (cooked) ของผลไม้ ทำให้ไวน์มีกลิ่น และรสชาติที่เปลี่ยนไปจากธรรมชาติ

ในทางตรงกันข้าม การต้มผลไม้ก่อนการหมักไวน์ ก็มีข้อดีบางอย่าง เช่น ช่วยทำให้การสกัดสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญของยีสต์ และสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภคไวน์ผลไม้ได้มากกว่าการไม่ต้ม ซึ่งจะช่วยทำให้ได้ไวน์ผลไม้ที่มีความเข้มข้น (body) สูง

2. การใช้สารเคมี สารเคมีที่นิยมใช้ในการทำลายจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการก่อนการหมักไวน์ คือ โซเดียมหรือโปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ ในปริมาณร้อยละ 0.01–0.02 ขึ้นอยู่กับชนิดของผลไม้ที่จะนำมาทำไวน์ ถ้าเป็นผลไม้ที่สกปรกมาก และเน่าเสียง่าย ควรใช้ในปริมาณที่มากกว่าผลไม้ที่สะอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีของการใช้สารเคมี

1. ช่วยทำให้เกิดการสร้างสารกลีเซอรอล (glycerol) ในปริมาณที่เหมาะสม ที่จะช่วยปรับปรุงคุณภาพของไวน์ในด้านความเข้มข้นของไวน์ และทำให้ไวน์มีรสชาติที่กลมกล่อม

2. ช่วยป้องกันการเปลี่ยนแปลงสี กลิ่น และรสของไวน์ในระหว่างการหมักและเก็บบ่ม

3. ช่วยรักษาปริมาณไวตามินซีที่มีในน้ำหมัก

อย่างไรก็ตาม สารประกอบซัลไฟท์ก็มีข้อเสีย คือ ถ้าใช้ในปริมาณที่มากจะทำให้เกิดความเป็นพิษ และยังเป็นสารฟอกสีกับผลไม้บางชนิด

การปรับปริมาณกรดและน้ำตาลในน้ำหมัก

เมื่อเตรียมน้ำผลไม้แล้วจะต้องทำการปรับปริมาณกรดและน้ำตาลในน้ำหมัก ให้มีปริมาณที่เหมาะสมและเพียงพอที่ยีสต์จะเจริญและใช้ในการสร้างแอลกอฮอล์ในปริมาณระหว่างร้อยละ 9-14 โดยปริมาตร ปริมาณกรดที่เหมาะสมอยู่ระหว่างร้อยละ 0.4-0.6 และปริมาณน้ำตาล 200-250 กรัมต่อลิตร

2.10.3 การหมักน้ำหมัก (Fermentation)

ชนิดของการหมัก

1. การหมักเฉพาะน้ำผลไม้ นิยมใช้ในการหมักไวน์ขาว

2. การหมักทั้งเนื้อและน้ำผลไม้ นิยมใช้ในการหมักไวน์แดง เพื่อทำการสกัดสีแดงออกจากผิวหรือเปลือกของผลไม้ โดยทั่วไป สีของผลไม้ที่เปลือกจะสกัดได้น้อยโดยน้ำเย็น แต่จะสามารถสกัดได้ดีในน้ำร้อนและน้ำที่มีปริมาณแอลกอฮอล์ โดยทั่วไปจะทำการหมักทั้งเนื้อและน้ำผลไม้ ในถังปากกว้าง เป็นเวลา ประมาณ 1 สัปดาห์ก่อน เพื่อให้ง่ายในการแยกเอากากผลไม้ออก หลังจากนั้นจึงทำการหมักในถังปากแคบต่อไป

การเตรียมหัวเชื้อ

วัตถุประสงค์ของการเตรียมหัวเชื้อ เพื่อที่จะขยายปริมาณเชื้อยีสต์ที่จะใช้ในการหมัก และให้ยีสต์ปรับตัวเพื่อให้พร้อมในการใช้น้ำตาลเพื่อสร้างแอลกอฮอล์

การเติมสารอาหารให้กับเชื้อยีสต์

ในตอนแรกเริ่มของการหมักยีสต์จำเป็นต้องได้รับสารอาหารพวกโปแตสเซียม แมกนีเซียม เหล็ก ฟอสฟอรัส ซัลเฟต ไนโตรเจน และไวตามินเป็นต้น เพื่อให้ยีสต์มีความแข็งแรง และแบ่งเซลล์ได้ในปริมาณที่เหมาะสมในการหมัก ดังนั้นถ้าผลไม้ชนิดไหนมีปริมาณสารอาหารเหล่านี้ต่ำ โดยเฉพาะผลไม้ที่มีการเจือจางด้วยน้ำมาก จึงจำเป็นต้องเติมสารอาหารเหล่านี้ลงไป ไนโตรเจนเป็นสารอาหารหลักที่ยีสต์ต้องการ โดยจะใช้ในรูปของไดแอมโมเนียมฟอสเฟต ($(NH_4)_2PO_4$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณสารอาหารที่ควรเติมให้ยีสต์

โปแตสเซียมฟอสเฟต ควรใช้ประมาณ ¼ - ½ ช้อนชาต่อน้ำหมักประมาณ 5 ลิตร ถ้าใช้ในปริมาณมากจะเป็นสาเหตุให้ไวน์ขุ่น เนื่องจากการตกตะกอนของเกลือโปแตสเซียมทาร์เทรท (cream of tartar)

แอมโมเนียมฟอสเฟต ควรใช้ในปริมาณ ½ ช้อนชาต่อน้ำหมัก 5 ลิตร ซึ่งสารตัวนี้จะให้สารไนโตรเจนและฟอสเฟตกับยีสต์

ไวตามินบีหนึ่ง หรือไธอามีนไฮโดรคลอไรด์ ควรใช้สารละลายของไธอามีน และไฮโดรคลอไรด์ในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 ในปริมาณ 3 มิลลิลิตรต่อน้ำหมัก 5 ลิตร

สารอาหารเหล่านี้ควรเติมในน้ำหมักก่อนการเติมยีสต์ เพื่อให้ยีสต์ใช้ในการเจริญเติบโตและแบ่งเซลล์ในปริมาณที่สูงสุดซึ่งจะอยู่ในช่วง 2-3 วันแรกของการหมัก

2.10.4 การหมัก (Fermentation)

การหมักเป็นกระบวนการเปลี่ยนน้ำตาลที่มีในน้ำหมักให้เป็นเอทธิลแอลกอฮอล์ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ กระบวนการหมักแบ่งเป็น 2 ช่วง ช่วงแรกเป็นช่วงที่ยีสต์ทำการแบ่งเซลล์ให้มีปริมาณมากที่สุด ในช่วงนี้จำเป็นต้องให้อากาศกับยีสต์ ช่วงที่ 2 เป็นช่วงของการเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์ในช่วงนี้ยีสต์ไม่ต้องการอากาศ ดังนั้นในการหมักจึงจำเป็นต้องมีจุกปิดถังหมักชนิดพิเศษที่ไม่ให้อากาศเข้า แต่สามารถปล่อยให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการหมักออกได้ซึ่งจะเรียกจุกชนิดนี้ว่า แอร์ล็อก

การหมักในสภาพที่มีอุณหภูมิสูง (มากกว่า 28 องศาเซลเซียส) จะทำให้เกิดการหมักอย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นสภาพการหมักที่ไม่ดี เพราะในระหว่างการหมักจะเกิดความร้อนขึ้นด้วย จึงทำให้ยีสต์ตายได้ ซึ่งจะมีผลต่อความสามารถในการทนต่อปริมาณแอลกอฮอล์ของยีสต์ลดลง และชักนำให้เกิดกรด และการระเหยของแอลกอฮอล์อุณหภูมิที่เหมาะสมในการหมัก คือ ที่ 20 องศาเซลเซียส

ดังนั้น ทันทีที่กระบวนการหมักเริ่มต้น ควรทำการลดอุณหภูมิการหมักลงเพื่อให้เกิดการหมักที่ช้าลงและใช้เวลานาน เพื่อให้ได้ไวน์ที่มีคุณภาพดี และเมื่อกระบวนการหมักใกล้สิ้นสุดลงควรเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นเล็กน้อย ประมาณ 24-26 องศาเซลเซียส เพื่อช่วยให้ยีสต์ใช้น้ำตาลที่มีในน้ำหมักจนหมด

Kourkoutas; et. al. (2002) ได้ทำการทดลองหมักไวน์โดยใช้เชื้อ *S. cerevisiae* AXAZ – 1 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่แยกได้จากประเทศกรีก ใช้น้ำองุ่นเข้มข้นเป็นวัตถุดิบในการหมักไวน์ โดยการหมักแบบต่อเนื่อง อุณหภูมิ 5 10 และ 15 พบว่าปริมาณกรดรวมและสารระเหย ไม่แตกต่างกับการหมักที่อุณหภูมิปกติของการหมักโดยทั่วไป คือที่อุณหภูมิประมาณ 22-25 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Kourkoutas; et. al. (2002) ได้ทำการลองหมักไวน์แบบต่อเนื่องโดยใช้เชื้อยีสต์ขนิดไซโครฟิลิค *S. cerevisiae* AXAZ-1 โดยตรึงเชื้อยีสต์เหล่านั้นไว้บนผลแอปเปิ้ลหั่น ในอุณหภูมิต่างๆ กัน ระหว่าง 5-30 องศาเซลเซียส จากการทดลองพบว่า ไวน์ที่ทำการหมักแบบต่อเนื่อง ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสจะมี Ethyl acetate , Proanol-1 มากกว่า และมี Acetaldehyde , Isobutyl alcohlo , Amyl alcohol น้อยกว่าไวน์ที่หมักแบบไม่ต่อเนื่องตามปกติ และจากการทดสอบรสสัมผัสเบื้องต้น ได้คะแนนทางรสชาติและกลิ่น มากกว่าไวน์ที่มีอยู่ทั่วไปขนิดเดียวกัน และ ผู้ทดสอบทั้งหมด 10 คน ให้การยอมรับไวน์รูปแบบนี้

Coello; et. al. (2002) ได้ทำการทดลองศึกษาถึงอิทธิพลของอุณหภูมิในการบ่มไวน์ต่อปริมาณของสารให้กลิ่นในไวน์ โดยการเปรียบเทียบไวน์ที่บ่มในสถานที่เก็บอุณหภูมิปกติ และไวน์ที่ผ่านการบ่มที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส โดยใช้ตัวอย่างไวน์ทั้งหมด 90 ตัวอย่าง ทำการบ่มและตรวจวัดระยะเวลา 1 และ 2 ปี จากการทดลองพบว่า ไวน์ที่ผ่านการบ่ม จะมีปริมาณของ Ethyl 4-hydroxybutyrate และ Isoamyl acetate ลดน้อยลง และ ปริมาณของ Ethyl lactate, diethyl succinate , ethyl monosuccinate , diethyl malate มีปริมาณเพิ่มขึ้น โดยพบว่า ไวน์ที่ผ่านการบ่มที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีอัตราการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าไวน์ที่บ่มในอุณหภูมิปกติ จึงเชื่อได้ว่าการบ่มที่อุณภูมิต่ำจะช่วยยืดอายุของไวน์ได้

Torija; et. al. (2002) ได้ทำการทดลองศึกษาผลอุณหภูมิของการหมักต่อจำนวนของเชื้อ *S. cerevisiae* ในระหว่างการหมัก โดยใช้เชื้อ *S. cerevisiae* จำนวน 12 สายพันธุ์ ที่พบตามธรรมชาติในประเทศสเปน โดยใช้อุณหภูมิหมัก 15 20 25 30 และ 35 องศาเซลเซียส จากการทดลองพบว่าอุณหภูมิหมัก 35 องศาเซลเซียส ให้ปริมาณเชื้อได้มากที่สุดเร็วที่สุดในวันที่ 2 และ อุณหภูมิ 15 องศา ในปริมาณเชื้อมากที่สุดช้าที่สุดในวันที่ 6 อุณหภูมิการหมัก 20 องศาเซลเซียส ให้ปริมาณเชื้อมากที่สุด และนอกจากนี้ยังพบว่า อัตราการเกิดของผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้นตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น

2.10.5 การแยกส่วนใส (Racking)

การดูดแยกส่วนของไวน์ออกจากตะกอนทันทีหลังการหมักสิ้นสุดลงนี้จะช่วยป้องกันการเกิดกลิ่น และรสชาติที่ไม่ดีของไวน์ ที่เกิดขึ้นเนื่องจากเซลล์ยีสต์ที่ตายแล้ว นอกจากนี้ยังเป็นการกำจัดยีสต์ออกให้มากที่สุดเพื่อป้องกันไม่ให้ไวน์มีปัญหาเนื่องจากยีสต์ที่หลงเหลือ เมื่อเก็บไวน์ไว้ที่อุณหภูมิสูงจะทำให้เกิดการหมักอีกครั้งได้ การเปลี่ยนไวน์ไปใส่ถังใหม่ที่สะอาดจะช่วยให้ได้ไวน์ที่บริสุทธิ์ และป้องกันการเกิดตะกอนหรือความขุ่นขึ้นในไวน์ภายหลัง หลังจากนั้น ทำการทำลายยีสต์ที่หลงเหลือเพื่อหยุดปฏิกิริยาการหมักของยีสต์ โดยการใช้สารโปแตสเซียมหรือโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ ในปริมาณ 0.15-0.25 กรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.6 การบ่มหรือเก็บ (Aging หรือ Maturation)

ควรเก็บไวน์ที่แยกส่วนใสและหยุดปฏิกิริยาการหมักไว้ที่ที่มีอุณหภูมิต่ำ ประมาณ 0-15 องศาเซลเซียสในระหว่างการเก็บจะยังคงมีการตกตะกอนของไวน์เกิดขึ้น จึงควรทำการแยกส่วนใสอีกครั้งหลังจากครั้งแรก 3-4 สัปดาห์ การแยกส่วนใสออกจากตะกอนบ่อยๆ เป็นสิ่งดี เพราะจะไม่ทำให้เกิดปัญหาการเกิดการหมักอีก หลังจากการบรรจุไวน์ลงในขวดแล้ว ซึ่งเมื่อเก็บไว้นานขึ้นจะทำให้ขวดเกิดการระเบิดได้ ดังนั้น จึงต้องแน่ใจก่อนว่าการหมักได้ยุติลง และไม่เกิดการหมักอีกครั้ง ก่อนการบรรจุ ควรเติมโปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟท์อีก 0.05 กรัมต่อลิตร เพื่อป้องกันการเกิออกซิเดชั่นของไวน์ และการปนเปื้อนของแบคทีเรีย และจุลินทรีย์อื่นๆอีก

การบ่มเป็นช่วงเวลาที่สำคัญที่ทำให้ได้ไวน์ที่มีคุณภาพดี การบ่มช่วยให้ไวน์มีกลิ่นหอมของดอกไม้นานาชนิด (bouquet) และมีรสชาติดีขึ้น ไวน์ทุกชนิดควรบ่มให้เพียงพอเพื่อให้เกิดการพัฒนาของกลิ่นหอมที่สมบูรณ์ที่สุด ไวน์แต่ละชนิดอาจใช้เวลาเป็นปี หรือมากกว่านั้น

ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาในการบ่ม

1.ปริมาณออกซิเจน การทำให้เกิดกลิ่นหอมต้องการอากาศที่เพียงพอ ทำให้เกิดการออกซิเดชั่น แต่ถ้ามากเกินไปจะทำให้ไวน์มีกลิ่น และรสชาติที่เสียไป

2.แสงแดด แสงแดดทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีที่ไม่ต้องการ ซึ่งทำให้กลิ่น และรสชาติของไวน์เสียไป นอกจากนี้ แสงแดดยังทำให้ไวน์แดงมีสีที่จางลงอีกด้วย

3.อุณหภูมิ ควรทำการบ่มไวน์ในที่เย็น อุณหภูมิไม่เกิน 7 องศาเซลเซียส

4.ปริมาณของไวน์ที่บ่ม ไวน์ที่มีคุณภาพที่ดีที่สุดจะใช้เวลาในการพัฒนากลิ่นหอมที่นาน ดังนั้นการบ่มไวน์ในถังที่เต็มจะทำได้ง่าย และดีกว่าการบ่มในขวดเล็กๆ

5.ภาชนะบรรจุ ไวน์ที่เก็บในถังโอ๊คจะให้ไวน์ที่มีคุณภาพดี เพราะถังโอ๊คมีคุณสมบัติที่ให้อากาศผ่านเข้าออกได้ช้าๆ และสม่ำเสมอ จึงไม่ทำให้เกิดปัญหาการที่ไวน์สัมผัสกับอากาศมากเกินไป ถ้าใช้ขวดแก้วหรือถังสเตนเลสซึ่งมีคุณสมบัติที่ไม่ให้มีการผ่านเข้าออกของอากาศ ก็ควรทำการเปลี่ยนถ่ายถังทุกๆ เดือน เพื่อให้ได้สัมผัสกับอากาศบ้าง สำหรับถังพลาสติกไม่ควรนำมาใช้บรรจุไวน์เพื่อการบ่มที่ใช้เวลานาน เพราะออกซิเดชั่นมากเกินไป ทำให้ได้ไวน์ที่มีสี กลิ่น และรสชาติที่เปลี่ยนไป

2.10.7 การทำให้ไวน์ใส (Wine Clarification)

การทำให้ไวน์ใสเป็นปัญหาที่สำคัญอันหนึ่งที่พบในการทำไวน์ โดยทั่วไปในการทำไวน์จะทิ้งให้ไวน์ตกตะกอนโดยธรรมชาติจนกว่าไวน์จะใส แต่ถ้าไวน์นั้นไม่ใส จำเป็นต้องมีการเติมสารช่วยตกตะกอน หรือกรอง การเติมสารละลายซัลไฟท์หลังการแยกส่วนใสออก จะช่วยในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้ไวน์ใสด้วย เพราะซัลไฟท์ทำให้เกิดการรวมตัวของตะกอน และตกไปที่ก้นถัง นอกจากนี้ ซัลไฟท์ยังช่วยป้องกันไม่ให้มีการเจริญและพัฒนาของยีสต์ด้วย

สาเหตุและการกำจัดความขุ่นของไวน์

สาเหตุที่ทำให้ไวน์ผลไม้ขุ่น มักเกิดจากธรรมชาติของผลไม้นั้นๆ เช่น

1. เพคติน (pectin) เป็นสารที่มีตามธรรมชาติในผลไม้ เพคตินมีอิทธิพลอย่างมากต่อความขุ่นของไวน์ ไวน์ที่มีเพคตินมากยากที่จะทำให้ใสได้ เพราะเพคตินมีคุณสมบัติเป็นสารแขวนลอยอื่นๆ หรือสารที่ทำให้เกิดความขุ่นมีความคงตัว ไวน์ที่ทำจากผลไม้ที่มีเพคตินต่ำโดยธรรมชาติจะสามารถทำให้ใสได้เร็วหลังจากปฏิกิริยาการหมักหยุดลง ดังนั้น การควบคุมปริมาณเพคตินในไวน์เป็นวิธีที่ควรทำอย่างยิ่งเพื่อให้ไวน์ใส

2. แป้ง (starch) ผลไม้บางชนิด เช่น มะม่วง ลิ้นจี่ อาจมีปริมาณของแป้งมาก แป้งทำให้ไวน์ขุ่น ได้เช่นกันถ้าความขุ่นของไวน์เกิดจากแป้ง สามารถทำการกำจัดได้โดยใช้เอนไซม์ amylase

สารช่วยตกตะกอน (Fining agent)อย่างไรก็ตาม ถ้าการกำจัดโดยใช้เอนไซม์แล้วไวน์ยังไม่ใส ก็สามารถใช้สารช่วยตกตะกอนช่วยได้ สารช่วยตกตะกอนที่นิยมใช้ เช่น

1. ไข่ขาว เหมาะสำหรับไวน์แดง หรือไวน์ที่มีปริมาณแทนนินสูงเพราะไข่ขาวจะไปจับกับแทนนินที่มีในไวน์ ไข่ขาว 1 ฟอง สามารถตกตะกอนไวน์ได้ประมาณ 20 ลิตร โดยการตีไข่ขาวให้กระจายแต่ไม่ให้เป็นฟองแล้วเทลงในไวน์ คนให้ทั่ว ให้ความร้อนประมาณ 50-60 องศาเซลเซียส เพื่อให้ไข่ขาวแข็งตัว แล้วตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนจนใส ใช้เวลาประมาณ 3-4 วัน จึงดูดเอาเฉพาะส่วนใส

2. เจลาติน (gelatin) เตรียมโดยการแช่เจลาติน 1 กรัม ในน้ำเย็น 25 มิลลิลิตร ประมาณ 2-3 ชั่วโมง เพื่อให้ดูดน้ำ และพองตัว เกิดเป็นก้อนใหญ่และมีความนิ่ม หลังจากนั้น ทำการละลายโดยการเติมน้ำร้อนให้ได้ปริมาตร 100 มล. แล้วเติมลงในไวน์ที่ต้องการทำให้ใส เจลาตินจะใช้ได้ผลดีกับไวน์ที่มีปริมาณแทนนินสูง

2. เคซีน (casein) ทำจากกรดอะมิโนที่พบในนม หรือเนย ก่อนใช้จำเป็นต้องทำการละลายในสารละลายด่างก่อน เตรียมได้โดยใช้สารละลายแอมโมเนีย หรือโซเดียมไบคาร์บอเนต 5 มิลลิลิตร ผสมน้ำ 100 มิลลิลิตร เติมเคซีน 6 กรัม ลงในสารละลายด่างที่เตรียมไว้ แล้วต้มเพื่อระเหยแอมโมเนียออก จากนั้นเทใส่ขวดแก้วปรับปริมาตรขนาด 300 มิลลิลิตร และเติมน้ำจนถึงขีดเพื่อเจือจางให้ได้สารละลายร้อยละ 2 ถ้ามีโซเดียมหรือโปแตสเซียมเคซิเนต ใช้สารนี้ 2 กรัม ละลายในน้ำ 100 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เบนโทไนท์ (bentonite) เตรียมสารละลายร้อยละ 5 ในน้ำเพื่อให้เกิดการพองตัว โดยค่อยเทผงเบนโทไนท์ลงในน้ำร้อน และคนตลอดเวลาเพื่อให้เกิดการกระจายตัว เมื่อกระจายตัวดีแล้วจึงใช้เติมในไวน์ในปริมาณ 20-100 มิลลิลิตรต่อไวน์ 5 ลิตร ซึ่งขึ้นกับความขุ่นของไวน์ เบนโทไนท์ เป็นสารช่วยตกตะกอนที่ดี และปลอดภัยที่สุด

4. นม (milk) นมประกอบด้วยเคซีนเป็นหลัก นิยมใช้เพื่อลดสีของไวน์ลง เมื่อไวน์มีสีเข้มเกินไป นมใช้เป็นสารช่วยตกตะกอนที่ดีในไวน์ที่มีปริมาณแทนนิน

ศิวาพร(2535) ได้ทำการทดลองโดยใช้เจลาตินร่วมกับโซเดียมอัลจิเนตในผลิตภัณฑ์ไวน์ พบว่าโซเดียมอัลจิเนตจะช่วยขจัดสารประกอบไนโตรเจน แทนนินและรงควัตถุต่างๆด้วย ซึ่งปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้อธิบายไว้ว่าโซเดียมอัลจิเนตจะแตกตัวให้โซเดียมไอออน และตะกอนที่ไม่ละลายน้ำของกรดอัลจินิก และเกลือของเหล็กและทองแดง

2.10.8 การบรรจุขวด (Filling)

การบรรจุขวดเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากในการทำไวน์เช่นกัน ต้องทำด้วยความระมัดระวังมีดังนี้

1. การเลือกชนิดของขวด สีของขวดไวน์เป็นสิ่งที่ควรคำนึง ไวน์ที่อยู่ในขวดสีเข้มมีแนวโน้มที่จะเกิดการออกซิไดซ์น้อยกว่าไวน์ที่บรรจุในขวดสีจาง ไวน์แดงควรบรรจุในขวดสีน้ำตาลเข้ม หรือเขียวเข้ม เพื่อป้องกันการเปลี่ยนสี ส่วนไวน์ขาวอาจบรรจุในขวดใสได้ ควรใช้ขวดที่กลม และมีขนาดสม่ำเสมอ เพื่อให้ง่ายในการเก็บ

2. การล้างและฆ่าเชื้อโรค ขวดทุกใบควรทำความสะอาดอย่างดีด้วยความร้อน และน้ำยาล้าง และใช้แปรงขัดให้ทั่ว และล้างด้วยน้ำสะอาดอีกครั้ง คว่ำไว้ การฆ่าเชื้อโรคในขวดทำได้โดยแช่ในสารละลายซัลเฟอร์ไดออกไซด์ร้อยละ 2 ทิ้งไว้ให้นาน 15 นาที และรินออกจากนั้นใช้น้ำร้อนเขย่าอีกครั้ง และคว่ำให้สะเด็ดน้ำ ปิดฝาเก็บไว้จนกว่าจะใช้ หรืออาจฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำก็ได้ โดยการนึ่งประมาณ 10 นาที

3. จุกคอร์ก คอร์กที่ใช้ควรแข็งและมีลักษณะของความพรุนที่ละเอียด และยืดหยุ่นได้ ก่อนใช้ควรทำความสะอาดโดยแช่ในสารละลายซัลเฟอร์ไดออกไซด์ร้อยละ 1 ที่เติมกลีเซอรีนเล็กน้อย ประมาณ 2 ชั่วโมง กลีเซอรีนช่วยให้ปิดจุกคอร์กได้ง่าย และป้องกันไม่ให้คอร์กเกิดการแข็งตัว ไม่ควรต้มจุกคอร์กเพราะจะทำให้คอร์กแข็งและเปราะ

4. การบรรจุไวน์ลงขวด ควรบรรจุโดยใช้ระบบท่อหรือสายยาง ให้มีช่องว่างที่คอขวดเหลือประมาณ 1-1.5 นิ้ว และควรปิดจุกทันที เพื่อป้องกันการสัมผัสกับอากาศซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดออกซิเดชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การปิดจุกคอร์ก และฝาครอบ ควรปิดจุกคอร์กให้พอดีกับปากขวด หรือโผล่พ้นปากขวดเล็กน้อยหลังจากปิดจุกคอร์กแล้วตั้งขวดทิ้งไว้ 2-3 วัน เพื่อให้จุกแห้ง หลังจากนั้นนอนขวดทิ้งไว้ 3-4 วัน เพื่อทดสอบว่าคอร์กรั่วหรือไม่ หรือคอร์กเปียกหรือไม่ ขวดที่คอร์กแห้งดีแล้ว จึงทำการหุ้มพลาสติก หรือฟอยล์หด เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดเชื้อราขึ้น ถ้าใช้ฟอยล์ตรงส่วนที่อยู่บนจุกคอร์ก เพื่อให้อากาศผ่านเข้าออกได้

การเก็บไวน์ อาจเก็บไว้โดยไม่หุ้มพลาสติกหรือฟอยล์ก็ได้ อาจเก็บโดยจุ่มขวดที่ปิดจุกคอร์กแล้วในสารละลายของไขผึ้ง 1 ส่วน กับพาราฟิน 1 ส่วน ที่อุ่นลึกประมาณ 0.5-1 นิ้ว

2.10.9 การปิดฉลาก (Labilling)

ก่อนเก็บไวน์ควรปิดฉลากก่อน เพื่อให้ทราบว่าไวน์ชุดนี้มีอายุเท่าไร ทำจากอะไร หรือข้อมูลอื่นๆฉลากควรปิดตรงกลางขวด และปิดด้วยกาวที่ไม่ละลายน้ำ หรือลอกออกด้วยน้ำ เพื่อทำให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ควรจดข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับไวน์ที่เก็บไว้ในสมุดบันทึกด้วย

2.10.10 การเก็บไวน์ผลไม้

ไวน์ผลไม้ที่ทำการบรรจุขวดแล้ว ควรเก็บในที่ที่มีอุณหภูมิไม่เกิน 25 องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลง สี กลิ่น และรสชาติ ถ้าเป็นไวน์ที่บรรจุและปิดด้วยจุกคอร์กควรเก็บโดยการวางขวดในแนวนอน เพื่อให้จุกคอร์กเปียกตลอดเวลา ป้องกันไม่ให้มีอากาศเข้าไปในน้ำไวน์มากเกินไป

2.11 <u>ยีสต์</u>

การหมักแอลกอฮอล์คือการเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอทธิลแอลกอฮอล์หรือเอทธานอล (ethanol) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยยีสต์ ในทางทฤษฎีหากใช้น้ำตาล 10 กิโลกรัมจะได้เอทธานอล 6.5 ลิตรหรือ 5.1 กิโลกรัมและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 4.9 กิโลกรัม และได้พลังงานในรูปของความร้อน 2.6 เมกาจูลต่อกิโลกรัมของเอธานอล ในทางปฏิบัติจะไม่สามารถผลิตเอทธานอลได้ถึง 5.1 กิโลกรัมหรือ 51 เท่าของน้ำตาล เนื่องจากน้ำตาลส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้ในการเจริญของยีสต์ ส่วนมากจะได้ประมาณ 1.5 ถึง 1.8 กิโลกรัมต่อน้ำตาล 10 กิโลกรัม ในการผลิตไวน์ยีสต์จะเป็นตัวเปลี่ยนน้ำตาลในองุ่นหรือผลไม้ให้เป็นแอลกอฮอล์ รสชาติและกลิ่นของไวน์จะได้มาจากยีสต์ส่วนหนึ่ง แต่หลักๆ แล้วรสชาติและกลิ่นจะมาจากผลไม้ซึ่งเกี่ยวข้องกับการบำรุงรักษาสภาพดินและภูมิอากาศในช่วงการปลูกมากกว่า อย่างไรก็ตามมีผู้พัฒนาสายพันธุ์ยีสต์เป็นจำนวนมากที่สามารถทำให้ยีสต์สามารถเพิ่มรสชาติและกลิ่นของไวน์ให้ดีขึ้น นอกเหนือจากความสามารถในการให้ปริมาณและทนทานต่อแอลกอฮอล์ได้ดีกว่าในอดีตมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2 + \text{ความร้อน}$$

น้ำตาลกลูโคส เอทธานอล คาร์บอนไดออกไซด์

ยีสต์เป็นสิ่งมีชีวิตจัดอยู่ในจำพวกราเซลล์เดี่ยว ยีสต์ที่ใช้ในการผลิต เอทธานอลจะอยู่ในสกุล *Saccharomyces sp.* ซึ่งมีหลายชนิดได้แก่ *S. cerevisiae, S. bayanus, S. carlsbergensis* และ *S. fermentati* ยีสต์เหล่านี้สามารถหมักได้อย่างรวดเร็ว ให้ปริมาณแอลกอฮอล์สูง และทนทานต่อสภาพแวดล้อม เช่น ดีกรีแอลกอฮอล์ อุณหภูมิ และค่าพีเอช นอกจากนี้ยีสต์ที่ดีควรตกตะกอนเองได้ง่ายเพื่อง่ายต่อการทำไวน์ให้ใส ยีสต์เป็นสิ่งมีชีวิตที่สามารถอยู่ได้ทั้งในสภาพมีและไม่มีก๊าซออกซิเจนได้ ในการหมักเริ่มต้นจะใช้ก๊าซออกซิเจนช่วยเพื่อเพิ่มอัตราการแบ่งเซลล์ (แตกหน่อ) เรียกว่า aerobic เมื่อมีการเจริญมากพอระดับหนึ่ง แล้วจะไม่ให้อากาศ สภาวะนี้เรียกว่า anaerobic เซลล์ก็จะเริ่มผลิตเอทธานอล หากในช่วงที่มีการผลิตเอทธานอลนี้เซลล์ยีสต์ได้รับออกซิเจนมาก กลไกของเซลล์จะไม่ยอมผลิตเอทธานอลแต่จะสร้างกรดน้ำส้มแทนหรือภาษาชาวบ้านเรียกว่า บูด นั่นเอง

Romano; et. al. (2003) ได้ศึกษาการเจริญของยีสต์ในไวน์โดยใช้ยีสต์สายพันธุ์ต่างๆคือ 127 *S. cerevisiae,* 84*Hanseniaspora uvarum,* 25 *C. stellata,* 25 *Zygosaccharomyces fermentati* และ 25 *Saccharo-mycodesludwigii* โดยการหมักน้ำองุ่นที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ซึ่งพบว่าการเจริญของยีสต์ในไวน์แต่ละสายพันธุ์จะมีกิจกรรมเมตาบอลิซึมที่เฉพาะ ซึ่งจะเป็นตัวกำหนด องค์ประกอบกลิ่นรสในผลิตภัณฑ์สุดท้ายของไวน์ และพบว่าในการทำหมักไวน์ควรใช้หัวเชื้อจาก *S. cerevisiae* วัตถุประสงค์เพื่อนำไปสู่การหมักที่น่าเชื่อถือและรวดเร็วเป็นผลให้ไวน์มีคุณภาพสม่ำเสมอและทำให้เกิดกลิ่นรสที่ซับซ้อนและดีกว่า

Polychroniadou; et. al. (2002) ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับการหมักไวน์องุ่นและไวน์แอปเปิ้ลโดยใช้เชื้อ *S. cerevisiae* และทำการทดลอง 2 ซ้ำ ซึ่งปรับน้ำผลไม้ที่ใช้เป็นวัตถุดิบให้มีความหวานเป็น 7.5 10 และ 11.5 บริกซ์ ไม่มีการปรับค่าพีเอช และหมักที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เก็บตัวอย่าง ณ วันสิ้นสุดการหมักเพื่อวิเคราะห์หาสารระเหยต่างๆ ให้ผลของแอลกอฮอล์คือ ในไวน์ที่มีความหวานมาก จะมีแอลกอฮอล์มากไปด้วย

Frank (1994) ได้ศึกษาถึงผลกระทบในการเติมสารเมตาไบซัลไฟล์ต่อปริมาณเปอเซ็นต์แอลกอฮอล์ ในไวน์ปาล์ม โดยการทดลอง จะทำการเติมสารเมตาไบซัลไฟล์ปริมาณ 80 160 320 480 และ 640 mg dm^{-3} ก่อนทำการหมัก และทำการวัดปริมาณแอลกอฮอล์ที่เกิดขึ้นทุกๆ 24 ชั่วโมง จากการทดลองพบว่าไวน์ที่ได้รับการเติมเมตาไบซัลไฟล์ จะมีปริมาณร้อยละแอลกอฮอล์เพิ่มมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากไวน์ที่ไม่ได้รับการเติม โดยไวน์ที่ได้รับการเติมสารเมตาไบซัลไฟล์ปริมาณ 320 $mgdm^{-3}$ จะให้ปริมาณแอลกอฮอล์มากที่สุดคือ ร้อยละ 13.9

การเจริญของเซลล์ยีสต์สามารถแบ่งได้เป็น 4 ระยะคือ

1. ระยะเริ่มต้น (lag phase) เป็นระยะที่เซลล์กำลังปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมใหม่เพื่อเริ่มการเจริญ ระยะนี้จะใช้เวลาสั้น ๆ ประมาณ 1-6 ชั่วโมง ขึ้นกับการเตรียม หัวเชื้อ ความแข็งแรงของเซลล์ ความสดใหม่ของเซลล์ และสารอาหารที่มีอยู่ในน้ำผลไม้ เป็นสำคัญ
2. ระยะการเจริญ (log phase หรือ exponential phase) หลังระยะเริ่มต้นเสร็จสิ้นประมาณ 30 นาที เซลล์ยีสต์เริ่มแตกหน่อเพื่อเพิ่มจำนวน ระยะนี้จำนวนเซลล์จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเป็นทวีคูณหรือเพิ่มแบบค่า log ทางคณิตศาสตร์จึงเรียกระยะนี้ตามค่าคณิตศาสตร์ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ก็จะเพิ่มมากขึ้นจนทำให้เห็นฟองก๊าซผุดขึ้นมามากมาย ขณะเดียวกันเซลล์ยีสต์ก็เริ่มจับกลุ่มกันเองมากขึ้น แอลกอฮอล์จะเริ่มผลิต
3. ระยะคงที่ (stationary phase) เมื่อสารอาหารเริ่มหมดลงการเจริญหรือการแบ่งเซลล์จะลดน้อยลงด้วย ทำให้จำนวนเซลล์รวมค่อนข้างคงที่ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะลดน้อยลง เซลล์ยีสต์เริ่มตกตะกอนมากขึ้น แอลกอฮอล์จะเพิ่มจนสูงสุด
4. ระยะตาย (death phase) เป็นระยะที่เซลล์ตาย ตะกอนเซลล์จะมีมากขึ้น ปริมาณแอลกอฮอล์จะคงที่ ไวน์ที่ได้จะค่อยๆ เริ่มใสขึ้นเรื่อยๆ

2.11.1 ลักษณะของยีสต์

หากดูรูปร่างของยีสต์ตามสายพันธุ์ต่างๆ ด้วยกล้องจุลทรรศน์แล้วจะเห็นได้ว่าไม่มีความแตกต่างกันมากนัก ความแตกต่างของแต่ละสายพันธุ์จะอยู่ที่ความสามารถในการผลิตแอลกอฮอล์ ความสามารถทนทานต่อดีกรีแอลกอฮอล์ การให้กลิ่น สี ความเร็วที่ใช้หมัก ปริมาณฟองที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมัก ปริมาณการเกิดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์และผลิตภัณฑ์อื่นๆ เช่นแอลกอฮอล์ชนิดหมัก (isoamyl alclhol) และสารพิษต่างๆ

ในการทำไวน์ไม่ว่าโรงไวน์จะขนาดเล็กหรือใหญ่ มักนิยมใช้ยีสต์เพียงไม่กี่สายพันธุ์ที่เขาคุ้นเคย มากกว่าการเปลี่ยนสารพันธุ์ยีสต์ไปเรื่อยๆ ดังนั้นนักทำไวน์สมัครเล่นอย่างเราๆ คงไม่จำเป็นต้องสั่งซื้อยีสต์หลายๆ สายพันธุ์มาทดลอง เพียงแต่ต้องมั่นใจแหล่งผลิตและเลือกคุณสมบัติของยีสต์ที่ตนเองต้องการใช้ก็น่าจะพอเพียงแล้ว ยีสต์ที่มีจำหน่ายทั่วไปอาจทำให้นักทำไวน์อย่างเราๆ สับสนได้ง่าย เช่นยีสต์สายพันธุ์ Pasteur Champagne เป็นยีสต์ไวน์ทั่วไปไม่ใช่สำหรับการทำไวน์ซ่าหรือแชมเปญ แต่ถ้าเป็นสายพันธุ์ California Champagne หรือ Prise de Mousse จะเหมาะสมกับการหมักครั้งที่สองของการทำไวน์ซ่าแทน ชื่อที่ทำให้สับสนเหล่านี้เป็นชื่อสถานที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือเมืองที่ใช้ผลิตยีสต์ แชมเปญ (Champagne) เป็นชื่อเมืองหนึ่งในประเทศฝรั่งเศส ดังนั้นก่อนการสั่งซื้อจึงควรตรวจสอบให้ดีก่อน

การใช้ยีสต์ขนมปัง (Baker's yeast) มาหมักแอลกอฮอล์นั้น ยีสต์ขนมปังจะกินน้ำตาลมากแต่ให้แอลกอฮอล์ต่ำ ประมาณร้อยละ 14 ในขณะที่ยีสต์สำหรับทำไวน์สามารถให้แอลกอฮอล์ได้สูงถึงร้อยละ 20 ใช้น้ำตาลน้อยกว่า และให้กลิ่นหอมที่ดีกว่ายีสต์ขนมปังมาก นอกจากนี้ยีสต์ทำไวน์ยังมีคุณสมบัติในการให้สารอินทรีย์อื่นๆ ในปริมาณน้อยกว่ามาก ได้แก่ อัลดีไฮด์ ฟูเซลออย เอสเทอร์ เป็นต้น ซึ่งสารเหล่านี้ส่วนมากเป็นอันตรายต่อระบบ ตับ ไต และทำให้เกิดอาการปวดหัวและเมาค้าง ดังนั้น จึงควรเลือกใช้ยีสต์สำหรับทำไวน์จะเหมาะสมมากกว่า

2.11.2 ชนิดของยีสต์

ยีสต์ที่มีจำหน่ายโดยทั่วไปจะมี 2 ลักษณะคือ แบบของเหลวหรืออยู่ในสารอาหารเหลว และแบบแห้ง ยีสต์แบบของเหลวมักไม่สะดวกต่อการขนส่ง การใช้งาน และการจัดเก็บ เพราะอายุค่อนข้างสั้นและต้องเก็บไว้ในที่เย็น มักนิยมใช้แบบแห้งมากกว่า บริษัทลาลวิน (Lalvin) เป็นผู้ผลิตรายใหญ่ของโลก ยีสต์แต่ละสายพันธุ์จะมีคุณสมบัติแตกต่างกันไป

2.11.3 สารอาหาร

เมื่อสารอาหารในน้ำไวน์หมดลงเมื่อไร การหมักก็จะหยุดลงด้วย เรียกว่า stuck fermentation การเติมน้ำตาลลงไปเพิ่มอาจไม่สามารถช่วยให้การหมักเกิดขึ้นทุกครั้งไปขึ้นกับสายพันธุ์ของยีสต์เป็นสำคัญด้วย เนื่องจากในน้ำไวน์จะมีโปรตีนที่ผลิตจากยีสต์และน้ำผลไม้เองเป็นจำนวนมาก โปรตีนหลายชนิดสามารถยับยั้งการเจริญของยีสต์ได้ นอกจากปริมาณน้ำตาลแล้ว ปัจจัยของสารอาหารหลายชนิดอาจจะไม่เพียงพอในการช่วยให้การหมักสมบูรณ์ การเติมเซลล์ยีสต์ใหม่ลงไปไม่สามารถช่วยได้มากนัก เนื่องจากในสารอาหารมีแอลกอฮอล์อยู่ด้วย แอลกอฮอล์จะทำลายเซลล์ที่เพิ่งเจริญได้ ดังนั้นเพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้การหมักต้องถูกหยุดลง ต้องตรวจสอบคุณภาพของน้ำองุ่น หรือน้ำผลไม้ และความสมบูรณ์ของหัวเชื้อยีสต์เริ่มต้นก่อนเสมอ

ยีสต์แห้งที่บริษัทผลิตมานั้นมักจะมีเซลล์ยีสต์ประมาณ 1-3 หมื่นล้านเซลล์ต่อกรัม อาจมีเชื้อแบคทีเรียอื่นๆ ปนเปื้อนมาบ้างยีสต์แห้งที่บรรจุในซองหรือกระป๋องจะสามารถเก็บไว้ได้นานกว่า 2 ปีในตู้เย็น (4 องศาเซลเซียส) การใช้ยีสต์แห้งนั้นก่อนใช้ ต้องนำมาแช่น้ำอุ่นอุณหภูมิ 38-41 องศาเซลเซียส เขย่าเล็กน้อย นานประมาณ 10-20 นาที เพื่อเป็นการปลุกเซลล์ยีสต์ให้ตื่นและชุ่มน้ำ (rehydration) แล้วนำสารละลายยีสต์มาใส่ในน้ำองุ่นหรือน้ำผลไม้ ตามอัตราส่วนของแต่ละบริษัทกำหนด สารละลายยีสต์นี้ไม่สามารถเก็บไว้ได้นานนักควรรีบใช้ทันที

เซลล์ยีสต์แต่ละเซลล์จะใช้เวลาประมาณ 3 ชั่วโมงในการแบ่งตัว ซึ่งช้ากว่าแบคทีเรียมาก (ใช้เวลา 20-30 นาที) ดังนั้นในการเตรียมยีสต์เพื่อใช้เป็นหัวเชื้อควรเตรียมในอาหารสำเร็จรูปหรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้น้ำอุ่นหรือน้ำผลไม้ที่สกัดได้แล้วเติมน้ำตาล อีกประการหนึ่งสำหรับผู้ที่ใช้ยีสต์แห้งควรทดสอบการเจริญของยีสต์ก่อน โดยเติมยีสต์ลงในสารละลายน้ำตาลทรายเล็กน้อย ทิ้งไว้ 2-3 ชั่วโมง ให้สังเกตการเกิดฟองและความขุ่นที่มากขึ้น แสดงว่ายีสต์ผงยังใช้ได้ดี นอกจากนี้การใช้ยีสต์หลายสายพันธุ์พร้อมๆ กันนั้นสามารถทำได้ เช่น สายพันธุ์ที่หนึ่งให้แอลกอฮอล์ต่ำแต่ให้กลิ่นที่ดี มาผสมกับสายพันธุ์ที่ให้แอลกอฮอล์สูงแต่ให้กลิ่นธรรมชาติ ก็จะทำให้ได้ไวน์ที่มีแอลกอฮอล์สูงและมีกลิ่นที่ดี

2.11.4 ปัจจัยควบคุมการเจริญของยีสต์

ปัจจัยที่ใช้ในการควบคุมการเจริญของยีสต์จึงมีค่อนข้างมาก ได้แก่

1. ก๊าซออกซิเจน

ในสภาวะที่มีอากาศหรือออกซิเจนยีสต์จะสามารถแบ่งตัวเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าได้ในเวลาไม่ถึงชั่วโมงในระยะเจริญ และจะได้เซลล์ยีสต์เป็นหลายล้านเซลล์เมื่อเวลาผ่านไปภายใน 24 ชั่วโมง การเจริญของยีสต์ในช่วงนี้แต่จะให้ปริมาณแอลกอฮอล์น้อยมาก อีกประการหนึ่งในสภาวะที่มีอากาศนั้นยีสต์จะผลิตกรดน้ำส้มขึ้นมาแทน ทำให้ไวน์ที่ได้มีรสเปรี้ยวและมีกลิ่นบูด ในทำนองตรงกันข้าม ในสภาวะที่ไม่มีอากาศยีสต์จะแบ่งเซลล์ได้น้อยกว่าแต่จะให้แอลกอฮอล์ได้ดีกว่า ในการหมักด้วยถังขนาดเล็กจึงควรใช้อุปกรณ์ดักอากาศ หรือ air lock โดยเติมน้ำสะอาดลงในอุปกรณ์เท่านั้นก็สามารถป้องกันไม่ให้อากาศจากภายนอกเข้าสู่ถังได้ แต่จะยอมให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผลิตจากยีสต์ออกมาจากถังได้แทน

2. ไนโตรเจน

การเจริญของยีสต์ต้องการสารอาหารจำพวกโปรตีนมากเพื่อใช้สร้างเซลล์ใหม่ โปรตีนจะได้จากการสังเคราะห์ภายในเซลล์ของยีสต์โดยใช้ธาตุไนโตรเจนเป็นหลัก โดยปกติปริมาณของไนโตรเจนในน้ำอุ่นจะมีมากเพียงพอ เช่นเดียวกับผลไม้ชนิดอื่นๆ ในบ้านเราเนื่องจากได้รับแร่ธาตุในดิน อย่างไรก็ตามผลไม้บางชนิดเช่น มะขาม มะยม รวมถึงอุ่นบางสายพันธุ์บางพื้นที่ปลูก ก็อาจไนโตรเจนไม่เพียงพอ เมื่อหมักน้ำผลไม้เหล่านี้ได้สักระยะหนึ่งกระบวนการหมักก็จะหยุดลงทำให้ได้แอลกอฮอล์ต่ำกว่าที่ควร วิธีแก้ไขทำได้ง่ายโดยการเติมสารที่ให้ไนโตรเจน ที่นิยมใช้คือ diammonium phosphate (DAP) ในปริมาณที่แตกต่างกันตามคุณภาพของน้ำอุ่น ตั้งแต่ร้อยละ 0.01 ถึง 0.1

3. สารอาหารเสริม (Micronutrients)

เช่นเดียวกับไนโตรเจน ยีสต์ก็ต้องการสารอาหารเสริมเพื่อใช้เป็นสารช่วยเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์ต่างๆ ในเซลล์ สารอาหารเสริมเหล่านี้ ได้แก่ วิตามิน และแร่ธาตุ ปริมารที่เซลล์ยีสต์ต้องการนั้นน้อยมาก ซึ่งส่วนมากมักมีอยู่แล้วในน้ำอุ่นและน้ำผลไม้ต่างๆ อย่างไรก็ตามบางพื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลูกสภาพพื้นดินขาดสารเหล่านี้ซึ่งสามารถแสดงออกได้จากอาการของโรคต่างๆ ในต้น ผลผลิตเหล่านี้เมื่อนำมาทำเป็นไวน์จึงจำเป็นต้องเติมเพิ่มด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเตรียมหัวเชื้อยีสต์ก่อนการหมักจริง มีผู้ผลิตสารอาหารเสริมเหล่านี้เป็นจำนวนมาก นักทำไวน์อาจหาซื้อมาทดลองใช้ก็ได้ เช่น superfood เป็นต้น มีผู้พบว่ายีสต์หลายสายพันธุ์สามารถให้ก๊าซไข่เน่ามากเนื่องจากขาดวิตามินบี ชนิดกรด pantothenic ทำให้ได้ไวน์ที่มีกลิ่นไม่ดีนัก นักทำไวน์อาจหาซื้อได้จากร้านขายยาทั่วไปหรืออาจใช้วิตามินรวม (B complex) แทนก็ได้ โดยใช้ตั้งแต่ 0.1-0.4 มิลลิกรัมต่อลิตรของน้ำผลไม้

Ayogu (1998) ได้ทำการทดลองแยกเชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* จาก Nigerian palm wine และนำเชื้อที่แยกได้มาหมักไวน์โดยใช้น้ำสับปะรด ทำการเตรียมหัวเชื้อโดยใช้เชื้อยีสต์ 3 ลูป และเขย่านาน 24 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง (28 + 1 ^{o}C) พบว่าได้ผลของแอลกอฮอล์ปริมาณร้อยละ 10.2 ซึ่งมีค่าเทียบเท่ากับไวน์ควบคุมที่ใช้ยีสต์ผลิตไวน์ตามท้องตลาดทั่วไป

2.12 <u>การวิเคราะห์ไวน์เพื่อให้ได้คุณภาพ</u>

หลังจากสิ้นสุดการหมักแล้วและพร้อมที่จะทำการบรรจุขวด จำเป็นจะต้องมีการวิเคราะห์ส่วนประกอบของไวน์ ซึ่งได้แก่

1. Soluble solid : หาปริมาณน้ำตาลที่เหลือ
2. ความเป็นกรด : ปริมาณกรดรวม, pH และชนิดของกรด เช่น มาลิก แลคติก ทาร์ทาลิก และอะซิติก
3. แอลกอฮอล์ : ได้แก่ เอทธานอล เมทานอล กลีเซอรอล
4. สารอื่น ๆ

Balli; et. al. (2003) ได้ทำการศึกษาผลของยีสต์ตรึงเซลล์และอุณหภูมิที่มีต่อปริมาณ กลีเซอรอลในการหมักแอลกอฮอล์ โดยใช้ยีสต์ *S. cerevisiae* สายพันธุ์ AXAZ-1 ซึ่งตรึงเซลล์ในการหมักแบบแบช ในอาหารสังเคราะห์และน้ำองุ่น ซึ่งผลก็คือจะผลิตกลีเซอรอลให้ผลเป็นบวก ซึ่งในยีสต์ตรึงเซลล์จะผลิตกลีเซอรอลได้ 11.5-14.9 กรัมต่อลิตร และในเซลล์ยีสต์อิสระจะผลิตกลีเซอรอลได้ 10.2-12.8 กรัมต่อลิตร ที่อุณหภูมิ 5-30 องศาเซลล์เซียส ซึ่งพบว่าที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลล์เซียสจะให้ปริมาณกลีเซอรอลมากที่สุด ความเข้มข้นของกลีเซอรอลในน้ำองุ่นจะสูงกว่าการหมักในอาหารสังเคราะห์ ความเข้มข้นของกลีเซอรอลมีผลต่อกลิ่นรสในไวน์และความนุ่มที่น่าประทับใจในไวน์

หลังจากการหมักสิ้นสุดลงปริมาณน้ำตาลจะมีเหลือน้อยมากหรือไม่มีเลย และแอลกอฮอล์ชนิดเอทธานอลจะต้องมีมากถึงร้อยละ 12-15 ไม่ควรมีเมทานอลเพราะเป็นแอลกอฮอล์ที่เป็นพิษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และถ้าพบว่ามีแอลกอฮอล์ชนิดอื่นๆ เกิดขึ้นมากแสดงว่ามีการปนเปื้อนด้วยจุลินทรีย์ อื่น ๆ ในกระบวนการหมัก

ไวน์ที่ไม่มีน้ำตาลเหลืออยู่หรือมีน้อยเรียกว่า ไดร์ไวน์ (Dry wine) บางครั้งผู้ผลิตจะมีการเติมบรั่นดีหรือเหล้ากลั่นลงไปในไวน์ให้มีแอลกอฮอล์สูงขึ้นเพื่อยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาต่อหรือเพิ่มให้มีความฉุนมากขึ้น ไวน์ชนิดนี้เรียกว่า fortified wine (ไวน์ปรุงแต่ง)

ตารางที่ 2.2 แสดงการแบ่งชนิดไวน์ตามความหวาน

ชนิดไวน์	ค่าความถ่วงจำเพาะ	ปริมาณน้ำตาล (%)
Dry Wine	1.085 – 1.100	0 – 0.3
Medium Sweet Wine	1.120 – 1.140	1 – 5
Sweet Wine	1.140 – 1.160	5 - 15

ไวน์ที่มีคุณภาพดีควรมีสมดุลหรือความกลมกลืนระหว่างแอลกอฮอล์ กรด กลิ่น และส่วนประกอบต่าง ๆ ของไวน์เมื่อดื่มแล้วจะมีความรู้สึกว่ากลมกลืนกันดี ไวน์ที่ทำการบ่มไม่สมบูรณ์มักมีรสเปรี้ยวของกรดมาลิก และถ้ามีรสเปรี้ยวและมีกลิ่นฉุนของน้ำส้มสายชูแสดงว่ามีกรดอะซิติกสูง ซึ่งเกิดจากการปนเปื้อนของจุลินทรีย์และมีอากาศเข้าไปในถังหมักมากในระหว่างการหมักทำให้เกิดการบูด

หลักในการจำแนกชนิดของเหล้าไวน์

1. Table wine
2. Sparking wine
3. Dessert wine
4. Appertizer wine

Table wine องค์ประกอบของไวน์ประเภทนี้ประกอบด้วย

1. แอลกอฮอล์ white table wine, red table wine จะมีเปอร์เซ็นต์แอลกฮอล์ประมาณร้อยละ 11-14 โดยใช้น้ำตาลเริ่มต้น 20-29 องศาบริกซ์

2. น้ำตาล dry white table wine และ dry red table wine เป็นไวน์ที่ไม่มีน้ำตาลอยู่ และส่วน medium white table wine และ medium dry red table wine จะมีน้ำตาลร้อยละ 1-2 ส่วน sweet white table wine และ sweet dry red table wine จะมีน้ำตาลอยู่ร้อยละ 2.5-3.0

3. ปริมาณของแข็งทั้งหมด (total acid)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

dry wine จะมีปริมาณของแข็งทั้งหมด 2.1 กรัมต่อ 100 ลิตร

medium wine จะมีปริมาณของแข็งทั้งหมด 4.8 กรัมต่อ 100 ลิตร

sweet wine จะมีปริมาณของแข็งทั้งหมด 6.8 กรัมต่อ 100 ลิตร

4. น้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar)

dry wine จะมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ 1.07 กรัมต่อ 100 ลิตร

medium wine จะมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ 2.6 กรัมต่อ 100 ลิตร

sweet wine จะมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ 4.6 กรัมต่อ 100 ลิตร

5. ความเป็นกรดทั้งหมด (Total acidity) อยู่ระหว่างร้อยละ 0.5-0.68 ค่าสูงสุดในค่าร้อยละ 0.75 ค่าต่ำสุดอยู่ในค่าร้อยละ 0.45

6. กรดที่ระเหยได้ (Volatile compound) ไวน์จะมีค่าไม่เกิน 0.06 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร ของไวน์ ค่าต่ำสุดของกรดที่ระเหยได้มีค่าเท่ากับ 0.1 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร

Sparking wine (Champange) องค์ประกอบของไวน์ประเภทนี้ประกอบด้วย

1. แอลกอฮอล์ อยู่ในช่วงร้อยละ 11.5-13.5 โดยใช้น้ำตาลเริ่มต้น 20-23 องศาบริกซ์
2. น้ำตาล จะมีน้ำตาลอยู่ในช่วงร้อยละ 0-3.0
3. ปริมาณของแข็งทั้งหมด (total acid) อยู่ในช่วงร้อยละ 3-7
4. น้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar) อยู่ในช่วงร้อยละ 0.5-4.5
5. ความเป็นกรดทั้งหมด (Total acidity) อยู่ในช่วงร้อยละ 0.5-0.8
6. กรดที่ระเหยได้ (Volatile compound) อยู่ในช่วงร้อยละ 0.04-0.09

Dessert wine องค์ประกอบของไวน์ประเภทนี้ประกอบด้วย

1. แอลกอฮอล์ อยู่ในช่วงร้อยละ 19-20
2. น้ำตาล จะมีน้ำตาลอยู่ในช่วงร้อยละ 5.5-12
3. ปริมาณของแข็งทั้งหมด (total acid) อยู่ในช่วงร้อยละ 9.1-18
4. น้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar) อยู่ในช่วงร้อยละ 6.6-14.4
5. ความเป็นกรดทั้งหมด (Total acidity) อยู่ในช่วงร้อยละ 0.3-0.5
6. กรดที่ระเหยได้ (Volatile compound) อยู่ในช่วงร้อยละ 0.02-0.065

Appertizer wine องค์ประกอบของไวน์ประเภทนี้ประกอบด้วย

1. แอลกอฮอล์ อยู่ในช่วงร้อยละ 19-20
2. น้ำตาล ถ้าเป็น dry wine ร้อยละ 0 ถ้าเป็น sweet wine ร้อยละ 9-12
3. ปริมาณของแข็งทั้งหมด (total acid) ถ้าเป็น dry type ร้อยละ 3-6 sweet type ร้อยละ 9.1-18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. น้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar) dry type ร้อยละ 0.5-2.4 sweet type ร้อยละ 7-12
5. ความเป็นกรดทั้งหมด (Total acidity) อยู่ในช่วงร้อยละ 0.32-0.75
6. กรดที่ระเหยได้ (Volatile compound) อยู่ในช่วงร้อยละ 0.03-0.07

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัตถุดิบ

1. กากกาแฟสดที่ผ่านการชงแล้ว ได้รับความอนุเคราะห์จากกลุ่มผู้ประกอบการร้านกาแฟสด นำไปคั้นด้วยน้ำสะอาดที่ร้อนในอัตราส่วน กากกาแฟ 1 ส่วน และน้ำ 2 ส่วน จากนั้นใช้ผ้าขาวบางกรองเพื่อเอากากกาแฟออก
2. ใช้สับปะรดพันธุ์ศรีราชา นำมาปอกเปลือกและเอาตาออก หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ และนำไปปั่น จากนั้นใช้ผ้าขาวบางกรองเพื่อเอากากสับปะรดออก
3. เชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* 5109 ได้รับความอนุเคราะห์จากห้องปฏิบัติการภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
4. น้ำตาลทรายขาว
5. กรดซิตริก
6. diammonium phosphate (DAP)

3.2 อุปกรณ์

1. เครื่องแก้ว
   - 1.1 ขวดแก้วรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask)
   - 1.2 กระบอกตวง
   - 1.3 บิวเรต
   - 1.4 ปิเปต
   - 1.5 จานเพาะเชื้อ
   - 1.6 หลอดทดลอง
2. เครื่องครัว
   - 2.1 หม้อสแตนเลส
   - 2.2 กะละมัง
   - 2.3 ทัพพี
   - 2.4 เตาแก๊ส
   - 2.5 ตาชั่ง
3. เครื่องมือวัดปริมาณน้ำตาล (Hand Refractometer)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เครื่องวัดความเป็นกรดเป็นกรดเป็นด่าง
5. เครื่องมือวัดแอลกอฮอล์ (Ebullinometer)
6. เทอร์โมมิเตอร์
7. เครื่องชั่งบอกความละเอียด 4 ตำแหน่ง
8. สายยาง
9. สำลี

3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

การวิเคราะห์ส่วนประกอบและคุณค่าทางอาหารของกากกาแฟสด

ทำการวิเคราะห์หาปริมาณขององค์ประกอบในอาหารแบบ Proximate analysis คือการวิเคราะห์โดยประมาณ ประกอบด้วยการหา ปริมาณความชื้น(Moisture) เถ้า (Ash) โปรตีน (Crude protein) ไขมัน(Crude fat) เส้นใยหยาบ (Crude fiber) และปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ (N.F.E.) ซึ่งใช้วิธีวิเคราะห์ของ AOAC Official Methods Of Analysis (1980)

และวิเคราะห์หาปริมาณคาเฟอีนในกากกาแฟโดยใช้วิธีวิเคราะห์ของ AOAC Official Methods Of Analysis (1980)

2. ขั้นตอนการเตรียมหัวเชื้อเริ่มต้น (starter)

2.1 นำผลสับปะรดมาปอกเปลือก นำเฉพาะเนื้อมาคั้นเพื่อให้ได้น้ำสับปะรด

2.2 นำกากกาแฟมาต้มเอาเฉพาะน้ำ ในอัตราส่วนกากกาแฟสดกับน้ำที่สะอาดเป็น 1:2

2.3 นำน้ำสับปะรดและน้ำกาแฟที่ต้มได้จากข้อ 3.3.1.1 และ 3.3.1.2 มาผสมกัน

2.4 ปรับปริมาณความหวานเริ่มต้นที่ 22 องศาบริกซ์ ด้วยน้ำตาลทรายและวัดด้วย Hand Refractometer

2.5 ปรับค่าพีเอช ให้อยู่ในระดับ 3.5 – 4.0 โดยใช้กรดซิตริก วัดด้วยเครื่องวัด พีเอช

2.6 ใส่ diammonium phosphate ปริมาณร้อยละ 0.1

2.7 นำส่วนผสมที่ได้ปริมาตร 500 มิลลิลิตร ใส่ฟลาสก์ขนาด 1,000 มิลลิลิตร นึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอ (Autoclave) ที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

2.8 ทิ้งไว้ให้เย็น

2.9 ใช้เข็มเขี่ยเชื้อยีสต์ประมาณ 3 ลูป ใส่ลงในฟลาสก์ที่เตรียมไว้ ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ (Aseptic technique)

2.10 ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 18 –24 ชั่วโมง โดยทำการเขย่าเพื่อให้อากาศด้วยเครื่องเขย่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศึกษาปัจจัยในการผลิตไวน์กาแฟ ได้แก่

ก. แปรผันอัตราส่วนความเข้มข้นของน้ำกากกาแฟต่อน้ำสับปะรดที่เหมาะสมสำหรับหมักไวน์ที่อัตราส่วน 1:1 1:4 และ 1:8

ข. แปรผันอุณหภูมิในการหมักไวน์คือ อุณหภูมิ 30 และ 15 องศาเซลเซียส

การทดลองที่ 1

1. นำน้ำกากกาแฟที่คั้นได้มาผสมกับน้ำสับปะรดในอัตราส่วน 1:1 ทำการฆ่าเชื้อโดยการเติมสารโปตัสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ ($K_2S_2O_5$, KMS) ตั้งทิ้งไว้หนึ่งคืน
2. วัดความหวานเริ่มต้นและปรับให้อยู่ในระดับ 22 องศาบริกซ์ วัดพีเอช เริ่มต้นให้อยู่ในระหว่าง 3.5 – 4.0
3. เติมหัวเชื้อเริ่มต้นลงไปที่ระดับร้อยละ 5
4. หมักทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 30 และ 15 องศาเซลเซียส
5. เก็บตัวอย่างทุก 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 15 วัน นำมาวิเคราะห์หา
   ก. ปริมาณแอลกอฮอล์ด้วยเครื่องวัดแอลกอฮอล์
   ข. ค่าพีเอชที่เปลี่ยนไป
   ค. ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด
6. ภายหลังสิ้นสุดการหมัก นำไวน์นั้นมาทำการฆ่าเชื้อโดยการต้มให้อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 70-78 องศาเซลเซียส
7. นำไวน์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วไปบ่มต่อจนครบ 1 เดือน
8. นำมาวิเคราะห์หา
   ก. ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด
   ข. ปริมาณแอลกอฮอล์
   ค. ค่าพีเอช
   ง. ปริมาณซัลเฟอร์โดยการวัดซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระ (AOAC, 1980)
   จ. ปริมาณกรดทั้งหมด (AOAC, 1980)
   ฉ. ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคด้วยวิธี Hedonic Rating Scale

การทดลองที่ 2

1. นำน้ำกากกาแฟที่คั้นได้มาผสมกับน้ำสับปะรดในอัตราส่วน 1:4 ทำการฆ่าเชื้อโดยการเติมสารโปตัสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ ($K_2S_2O_5$, KMS) ตั้งทิ้งไว้หนึ่งคืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วัดความหวานเริ่มต้นและปรับให้อยู่ในระดับ 22 องศาบริกซ์ วัดพีเอช เริ่มต้นให้อยู่ในระหว่าง 3.5 – 4.0
3. เติมหัวเชื้อเริ่มต้นลงไปที่ระดับร้อยละ 5 หมักทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 30 และ 15 องศาเซลเซียส
4. เก็บตัวอย่างทุก 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 15 วัน นำมาวิเคราะห์หา
   ก. ปริมาณแอลกอฮอล์ด้วยเครื่องวัดแอลกอฮอล์
   ข. ค่าพีเอช ที่เปลี่ยนไป
   ค. ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด
5. ภายหลังสิ้นสุดการหมัก นำไวน์นั้นมาทำการฆ่าเชื้อโดยการต้มให้อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 70-78 องศาเซลเซียส
6. นำไวน์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วไปบ่มต่อจนครบ 1 เดือน
7. นำมาวิเคราะห์หา
   ก. ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด
   ข. ปริมาณแอลกอฮอล์
   ค. ค่าพีเอช
   ง. ปริมาณซัลเฟอร์โดยการวัดซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระ (AOAC, 1980)
   จ. ปริมาณกรดทั้งหมด (AOAC, 1980)
   ฉ. ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคด้วยวิธี Hedonic Rating Scale

การทดลองที่ 3

1. นำน้ำกากกาแฟที่คั้นได้มาผสมกับน้ำสับปะรดในอัตราส่วน 1:8 ทำการฆ่าเชื้อโดยการเติมสารโปตัสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ ($K_2S_2O_5$, KMS) ตั้งทิ้งไว้หนึ่งคืน
2. วัดความหวานเริ่มต้นและปรับให้อยู่ในระดับ 22 องศาบริกซ์ วัดพีเอช เริ่มต้นให้อยู่ในระหว่าง 3.5 – 4.0
3. เติมหัวเชื้อเริ่มต้นลงไปที่ระดับร้อยละ 5
4. หมักทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 30 และ 15 องศาเซลเซียส
5. เก็บตัวอย่างทุก 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 15 วัน นำมาวิเคราะห์หา
   ก. ปริมาณแอลกอฮอล์ด้วยเครื่องวัดแอลกอฮอล์
   ข. ค่าพีเอช ที่เปลี่ยนไป
   ค. ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ภายหลังสิ้นสุดการหมัก นำไวน์นั้นมาทำการฆ่าเชื้อโดยการต้มให้อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 70-78 องศาเซลเซียส
7. นำไวน์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วไปบ่มต่อจนครบ 1 เดือน
8. นำมาวิเคราะห์หา
   ก. ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด
   ข. ปริมาณแอลกอฮอล์
   ค. ค่าพีเอช
   ง. ปริมาณซัลเฟอร์โดยการวัดซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระ (AOAC, 1980)
   จ. ปริมาณกรดทั้งหมด (AOAC, 1980)
   ฉ. ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคด้วยวิธี Hedonic Rating Scale

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

นำไวน์ในแต่ละอัตราส่วน คือ 1:1 1:4 และ 1:8 ไปทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยผู้ทำการทดสอบชิมไวน์จำนวน 20 คน ใช้วิธีของ Hedonic scale เมื่อได้ผลนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ (ปัณฑิตา, ภัทราวรรณ และอุสุมาวะดี 2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.1 ถังที่ใช้ในการหมักไวน์กาแฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและอภิปราย

4.1 ผลการวิเคราะห์ทางอาหารของกากกาแฟสดที่ผ่านการชงแล้ว 1 ครั้ง

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการวิเคราะห์อาหารของกากกาแฟสดที่ผ่านการชงแล้ว 1 ครั้ง

ตัวอย่าง	ไขมัน (ร้อยละ)	โปรตีน (ร้อยละ)	เถ้า (ร้อยละ)	ความชื้น (ร้อยละ)	เส้นใยหยาบ (ร้อยละ)	NFE (ร้อยละ)	คาเฟอีน (ร้อยละ)
กากกาแฟ	20.97 ± 0.26	8.51 ± 1.90	1.13 ± 0.06	65.42 ± 0.08	1.78 ± 0.72	2.19 ± 0.08	0.58±0.00

จากตารางที่ 4.1 ในการวิเคราะห์สารอาหารของกากกาแฟสดโดยใช้วิธี AOAC พบว่าในกากกาแฟสดมีปริมาณไขมัน โปรตีน เถ้า ความชื้น เส้นใยหยาบ NFE และคาเฟอีน ร้อยละ 20.97 8.51 1.13 65.42 1.78 2.19 และ 0.58 ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับองค์ประกอบส่วนใหญ่ในเมล็ดกาแฟ ซึ่งสารที่เป็นองค์ประกอบของเมล็ดกาแฟหนัก 100 กรัมได้แก่ น้ำ 10-13 กรัม โปรตีนและกรดอมิโนอิสระ 11-16 กรัม ไขมัน 12-14 กรัม ซูโครส และ reducing sugar 5-9 กรัม เซลลูโลสและโพลีแซคคาไรด์อื่นๆ 32-48 กรัม กรด คลอโรจีนิคและกรดอื่นๆ 10-15 กรัม เถ้าและแร่ธาตุ 4 กรัม สารคาเฟอีนในกาแฟอาราบิก้ามีค่า ร้อยละ 0.6-1.7 (พีรศักดิ์ และคณะ 2544)

4.2 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณคาเฟอีนและซัลเฟอร์ในไวน์ระหว่างบ่ม

ตารางที่ 4.2 แสดงปริมาณคาเฟอีนและซัลเฟอร์ในไวน์ระหว่างบ่ม

ตัวอย่าง	ปริมาณคาเฟอีน(ร้อยละ)	ปริมาณซัลเฟอร์(มิลลิกรัมต่อลิตร)
1:1/15 ^{O}C	0.28±0.002	10.67±0.533
1:1/30 ^{O}C	0.26±0.003	10.13±0.533
1:4/15 ^{O}C	0.12±0.001	8.53±0.533
1:4/30 ^{O}C	0.11±0.001	9.07±0.533
1:8/15 ^{O}C	0.05±0.001	9.60±0.000
1:8/30 ^{O}C	0.05±0.001	9.60±0.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

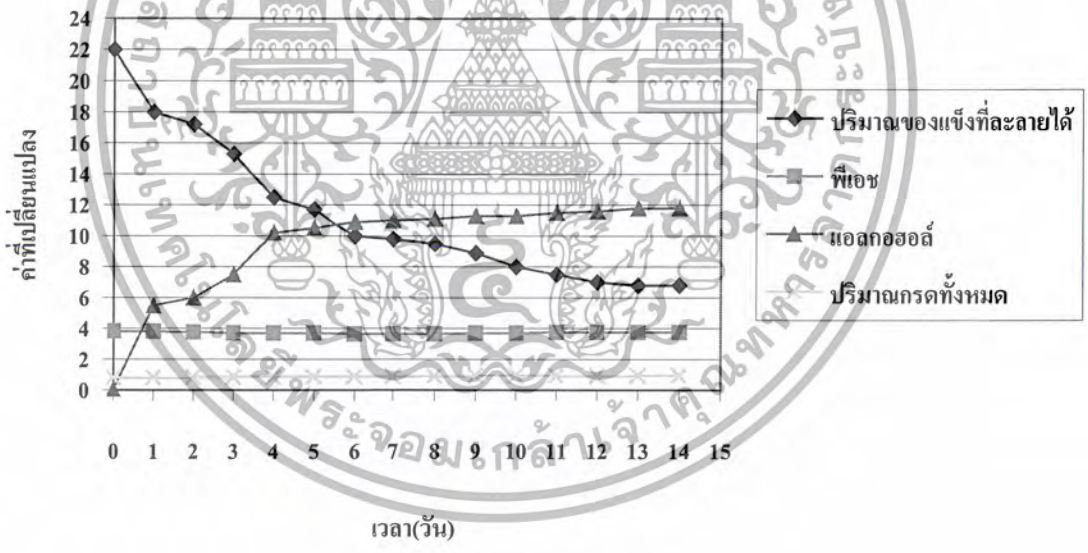
จากตารางที่ 4.2 ในการวิเคราะห์ปริมาณคาเฟอีนและซัลเฟอร์ในไวน์ระหว่างบ่มพบว่าปริมาณคาเฟอีนและซัลเฟอร์ในไวน์ที่กาแฟต่อน้ำสับปะรดอัตราส่วน 1:1 มีปริมาณคาเฟอีนและซัลเฟอร์ มากที่สุดโดยมีปริมาณไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทั้งอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส โดยจะมีปริมาณคาเฟอีนที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ30 องศาเซลเซียส ร้อยละ 0.28 และ 0.26 ตามลำดับ และมีปริมาณซัลเฟอร์ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส 10.67 และ 10.13 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ และปริมาณคาเฟอีนและซัลเฟอร์ในไวน์ที่กาแฟต่อน้ำสับปะรดอัตราส่วน 1:4 มีปริมาณคาเฟอีนและ ซัลเฟอร์รองลงมา โดยมีปริมาณไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทั้งอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส โดยจะมีปริมาณคาเฟอีนที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ร้อยละ 0.12 และ 0.11 ตามลำดับ และมีปริมาณซัลเฟอร์ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส 8.53 และ 9.07 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ และปริมาณคาเฟอีนและซัลเฟอร์ในไวน์ที่กาแฟต่อน้ำสับปะรดอัตราส่วน 1:8 มีปริมาณคาเฟอีนและซัลเฟอร์ น้อยที่สุดโดยมีปริมาณไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทั้งอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส โดยจะมีปริมาณคาเฟอีนที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ30 องศาเซลเซียส ร้อยละ 0.05 ทั้ง 2 อุณหภูมิและมีปริมาณซัลเฟอร์ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส 9.60 มิลลิกรัมต่อลิตรทั้ง 2 อุณหภูมิ ซึ่งตามกฎหมายระบุว่าในไวน์ไม่ควรมีซัลเฟอร์เกิน 30 มิลลิกรัมต่อลิตร(โชคชัย , นันทกร และลำไพร 2546)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการศึกษาการหมักไวน์ที่สภาวะต่างๆ

4.3.1 ผลการหมักไวน์ที่อัตราส่วนของน้ำกาแฟต่อน้ำสับปะรด 1:1 ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส

การหมักไวน์ที่อัตราส่วนของน้ำกากกาแฟต่อน้ำสับปะรด 1:1 ทำการหมักที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสที่ปริมาณความหวานเริ่มต้น 22 บริกซ์ ปริมาณความหวานหลังจากทำการหมักเป็นเวลา 8 วัน มีแนวโน้มที่จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยมีค่าปริมาณความหวานอยู่ที่ 8.0 บริกซ์ มีปริมาณความหวาน ณ วันสิ้นสุดการหมักเท่ากับ 6.8 บริกซ์ สอดคล้องกับปริมาณแอลกอฮอล์ที่เกิดขึ้นระหว่างการหมัก โดยปริมาณแอลกอฮอล์หลังจากวันที่ 8 ของการหมัก มีแนวโน้มที่จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีปริมาณแอลกอฮอล์เท่ากับร้อยละ 11.00 และมีปริมาณแอลกอฮอล์ ณ จุดสิ้นสุดการหมัก เท่ากับร้อยละ 11.8 ซึ่งปริมาณของแข็งที่ละลายได้ที่ลดลงจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณแอลกอฮอล์ที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากกิจกรรมการใช้น้ำตาลของยีสต์แล้วเปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์



รูปที่ 4.1 แสดงผลของเวลาและอุณหภูมิในการหมักไวน์กาแฟ โดยใช้อัตราส่วนน้ำกากกาแฟต่อน้ำสับปะรดคือ 1:1 ใช้เชื้อ *S. cerevisiae* 5109 ภายใต้สภาวะอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีค่าความหวานเริ่มต้นเท่ากับ 22 บริกซ์ และค่าพีเอชอยู่ในช่วง 3.5 – 4.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 แสดงผลของเวลาและอุณหภูมิในการหมักไวน์กาแฟ โดยใช้อัตราส่วนน้ำกากกาแฟต่อน้ำสับปะรดคือ 1:1 ใช้เชื้อ *S. cerevisiae* 5109 ภายใต้สภาวะอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีค่าความหวานเริ่มต้นเท่ากับ 22 บริกซ์ และค่าพีเอชอยู่ในช่วง 3.5 –4.0

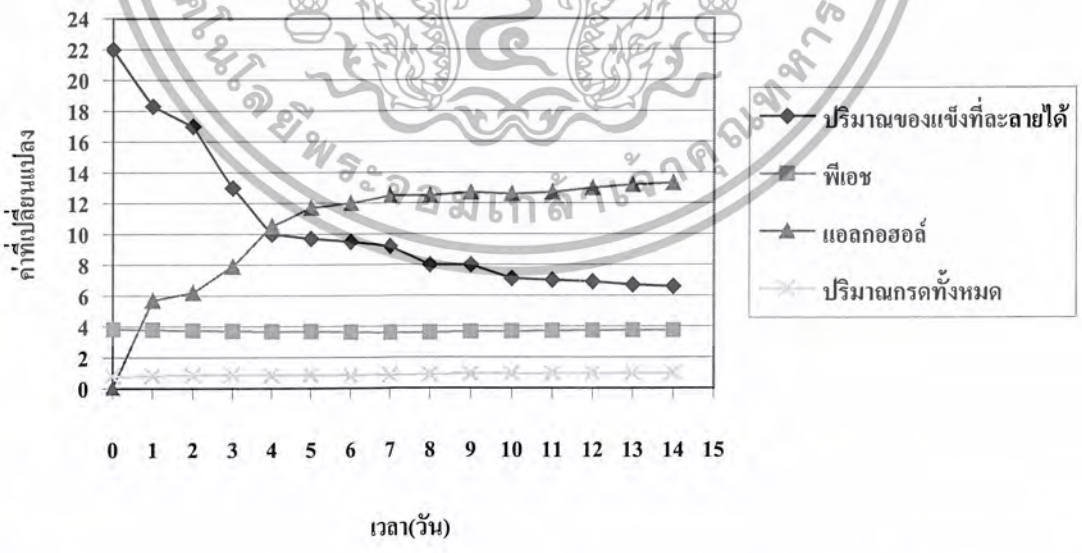
วันที่	ของแข็งที่ละลายได้ (บริกซ์)	แอลกอฮอล์ (ร้อยละ)	พีเอช	กรดทั้งหมด (ร้อยละ)
1	22.0^{a}	0^{i}	3.83^{a}	0.8^{g}
2	18.0^{b}	5.5^{h}	3.82^{a}	0.81^{gf}
3	17.2^{c}	6.0^{g}	3.77^{b}	0.83^{gfe}
4	15.3^{d}	7.5^{f}	3.71^{c}	0.84^{gfe}
5	12.5^{e}	10.2^{e}	3.70^{c}	0.86^{fed}
6	11.7^{f}	10.5^{d}	3.70^{c}	0.87^{fed}
7	10.0^{g}	10.9^{dc}	3.65^{d}	0.88^{edcb}
8	9.8^{g}	11.0^{dc}	3.64^{d}	0.87^{fed}
9	9.5^{gh}	11.1^{cb}	3.65^{d}	0.92^{dcba}
10	8.9^{h}	11.3^{cba}	3.70^{c}	0.93^{ba}
11	8.0^{i}	11.3^{cba}	3.71^{c}	0.93^{cba}
12	7.5^{ij}	11.5^{ba}	3.75^{b}	0.93^{a}
13	7.0^{j}	11.6^{a}	3.76^{b}	0.92^{cba}
14	6.8^{j}	11.8^{a}	3.75^{b}	0.94^{a}
15	6.8^{j}	11.8^{a}	3.76^{b}	0.94^{a}

หมายเหตุ ในแต่ละสดมภ์ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันหมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยการวิเคราะห์ด้วยวิธี DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 ผลการหมักไวน์ที่อัตราส่วนของน้ำกากกาแฟต่อน้ำสับปะรด 1:1 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

การหมักไวน์ที่อัตราส่วนของน้ำกากกาแฟต่อน้ำสับปะรด 1:1 ทำการหมักที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นอัตราส่วนที่มีปริมาณของน้ำสับปะรดน้อยที่สุด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้เริ่มต้นเท่ากับ 22 บริกซ์ หลังจากการหมักไปเป็นเวลา 7 วัน ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ มีแนวโน้มที่จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยมีปริมาณของแข็งละลายได้เท่ากับ 9.46 บริกซ์ และมีปริมาณของแข็งละลายได้ ณ วันสิ้นสุดการหมัก 6.6 บริกซ์ สอดคล้องกับปริมาณแอลกอฮอล์ที่เกิดขึ้นระหว่างการหมัก โดยหลังจากวันที่ 6 ของการหมัก ปริมาณแอลกอฮอล์มีแนวโน้มที่จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยมีปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 11.70 และมีปริมาณแอลกอฮอล์ ณ วันสิ้นสุดการหมักเท่ากับร้อยละ 13.3 ซึ่งปริมาณของแข็งที่ละลายได้ที่ลดลงจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณแอลกอฮอล์ที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากกิจกรรมการใช้น้ำตาลของยีสต์แล้วเปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์ ส่วนค่าพีเอชที่เปลี่ยนแปลงตลอดการหมัก มีการเปลี่ยนแปลงในช่วงแคบๆ ไกลเคียงกัน มีแนวโน้มที่จะลดลงโดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ตลอดการหมัก โดยค่าพีเอช ณ วันสิ้นสุดของการหมักเท่ากับ 3.74 ปริมาณกรดรวมที่เกิดขึ้น การเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ตลอดการหมัก โดยมีปริมาณกรด ณ วันสิ้นสุดการหมักร้อยละ 0.99



รูปที่ 4.2 แสดงผลของเวลาและอุณหภูมิในการหมักไวน์กาแฟ โดยใช้อัตราส่วนน้ำกากกาแฟต่อน้ำสับปะรดคือ 1:1 ใช้เชื้อ *S. cerevisiae* 5109 ภายใต้สภาวะอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีค่าความหวานเริ่มต้นเท่ากับ 22 บริกซ์ และค่าพีเอชอยู่ในช่วง 3.5 – 4.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 แสดงผลของเวลาและอุณหภูมิในการหมักไวน์กาแฟ โดยใช้อัตราส่วนน้ำกากกาแฟต่อน้ำสับปะรดคือ 1:1 ใช้เชื้อ *S. cerevisiae* 5109 ภายใต้สภาวะอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีค่าความหวานเริ่มต้นเท่ากับ 22 บริกซ์ และค่าพีเอชอยู่ในช่วง 3.5 – 4.0

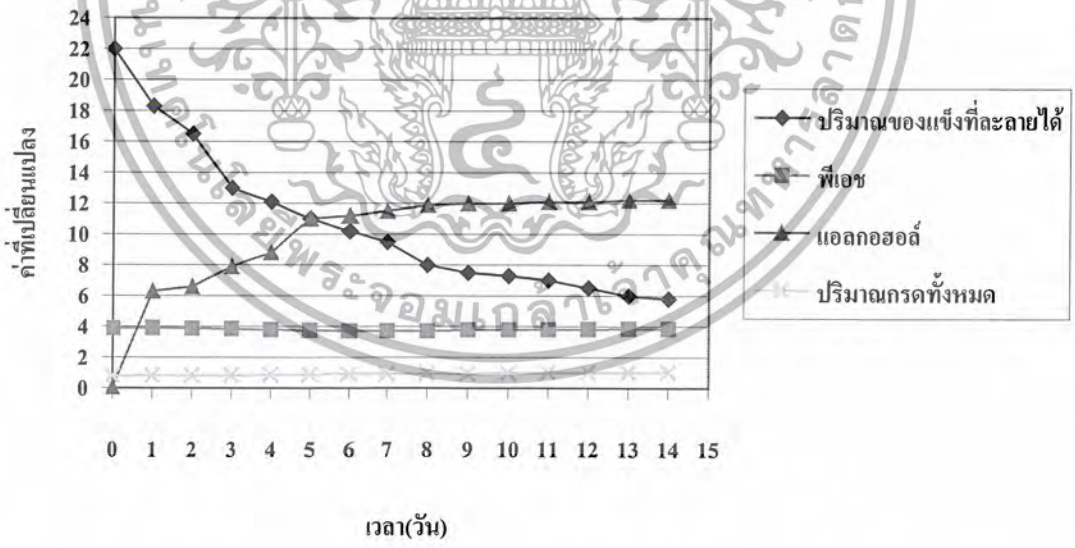
วันที่	ของแข็งที่ละลายได้ (บริกซ์)	แอลกอฮอล์ (ร้อยละ)	พีเอช	กรดทั้งหมด (ร้อยละ)
1	22.0^{a}	0^{l}	3.83^{a}	0.79^{h}
2	18.3^{b}	5.7^{h}	3.80^{ab}	0.81^{hg}
3	17.0^{c}	6.2^{g}	3.75^{cb}	0.84^{gfe}
4	13.0^{d}	7.9^{f}	3.70^{cdc}	0.88^{ed}
5	10.0^{e}	10.5^{e}	3.69^{fed}	0.83^{hgf}
6	9.7^{f}	11.7^{d}	3.68^{fe}	0.84^{gfe}
7	9.5^{gf}	12.0^{d}	3.63^{gf}	0.83^{gfe}
8	9.2^{g}	12.5^{b}	3.60^{g}	0.85^{hgf}
9	8.0^{ih}	12.5^{b}	3.60^{g}	0.89^{fed}
10	8.0^{h}	12.7^{cb}	3.67^{fe}	0.91^{dc}
11	7.1^{j}	12.6^{cb}	3.68^{fed}	0.94^{cb}
12	7.0^{ij}	12.7^{cb}	3.70^{cdc}	0.94^{cba}
13	6.9^{i}	13.0^{ab}	3.74^{dc}	0.96^{ab}
14	6.7^{jk}	13.2^{a}	3.76^{cd}	0.97^{ab}
15	6.6^{k}	13.3^{a}	3.75c^{c}	0.99^{a}

หมายเหตุ ในแต่ละสดมภ์ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันหมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยการวิเคราะห์ด้วยวิธี DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 ผลการหมักไวน์ที่อัตราส่วนของน้ำกากกาแฟต่อน้ำสับปะรด 1:4 ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส

การหมักไวน์ที่อัตราส่วนของน้ำกากกาแฟต่อน้ำสับปะรด 1:4 ทำการหมักที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสปริมาณของแข็งที่ละลายได้มีการลดลงอย่างรวดเร็วในระยะแรก จนถึงวันที่ 11 ของการหมัก ปริมาณความหวานมีแนวโน้มที่จะลดลงโดยไม่มีความแตกต่างอย่างที่มีความแตกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้อยู่ที่ 7.3 บริกซ์ และมีปริมาณ ณ วันสิ้นสุดการหมัก 5.8 บริกซ์ สอดคล้องกับค่าปริมาณแอลกอฮอล์ที่เกิดขึ้นระหว่างการหมัก โดยปริมาณแอลกอฮอล์ที่เกิดขึ้น ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ในวันที่ 10 ของการหมัก โดยมีปริมาณแอลกอฮอล์เท่ากับร้อยละ 12.00 และมีปริมาณแอลกอฮอล์ ณ วันสิ้นสุดการหมักร้อยละ 12.2 ซึ่งปริมาณของแข็งที่ละลายได้ที่ลดลงจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณแอลกอฮอล์ที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากกิจกรรมการใช้น้ำตาลของยีสต์แล้วเปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์ ค่าพีเอชที่มีการเปลี่ยนแปลง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) มีแนวโน้มที่จะลดลง ตลอดการหมักพีเอชเริ่มต้นที่ 3.9 และพีเอช ณ วันสิ้นสุดการหมัก มีค่าเท่ากับ 3.85 ปริมาณกรดรวมที่เกิดขึ้น มีการเพิ่มขึ้นอย่างมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ตลอดการหมัก มีปริมาณกรดรวม ณ วันสิ้นสุดการหมักร้อยละ 1.04



รูปที่ 4. 3 แสดงผลของเวลาและอุณหภูมิในการหมักไวน์กาแฟ โดยใช้อัตราส่วนน้ำกากกาแฟต่อน้ำสับปะรดคือ 1:4 ใช้เชื้อ *S. cerevisiae* 5109 ภายใต้สภาวะอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีค่าความหวานเริ่มต้นเท่ากับ 22 บริกซ์ และค่าพีเอชอยู่ในช่วง 3.5 – 4.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 แสดงผลของเวลาและอุณหภูมิในการหมักไวน์กาแฟ โดยใช้อัตราส่วนน้ำกากกาแฟต่อน้ำสับปะรดคือ 1:4 ใช้เชื้อ *S. cerevisiae* 5109 ภายใต้สภาวะอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีค่าความหวานเริ่มต้นเท่ากับ 22 บริกซ์ และค่าพีเอชอยู่ในช่วง 3.5 – 4.0

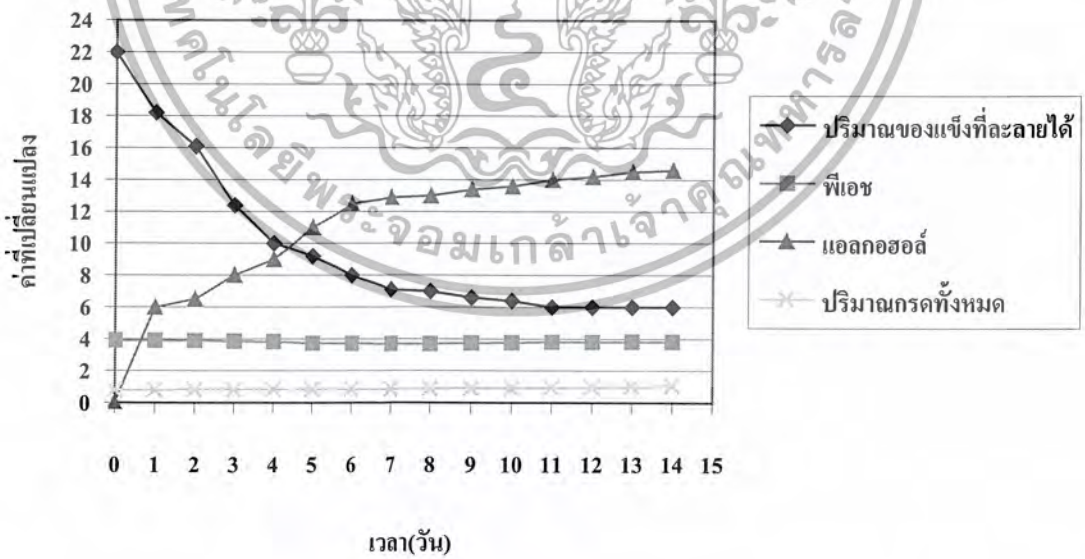
วันที่	ของแข็งที่ละลายได้ (บริกซ์)	แอลกอฮอล์ (ร้อยละ)	พีเอช	กรดทั้งหมด (ร้อยละ)
1	22.0^{a}	0^{h}	3.90^{ab}	0.76^{h}
2	18.3^{b}	6.3^{g}	3.91^{a}	0.81^{h}
3	16.5^{c}	6.6^{g}	3.88^{b}	0.82^{hg}
4	13.0^{d}	7.9^{f}	3.85^{c}	0.85^{hg}
5	12.1^{e}	8.8^{e}	3.80^{fc}	0.87^{gf}
6	11.0^{f}	11.0^{d}	3.75^{g}	0.88^{gfe}
7	10.2^{g}	11.2^{dc}	3.72^{h}	0.92^{fed}
8	9.5^{h}	11.5^{cb}	3.70^{h}	0.93^{fed}
9	8.0^{i}	11.9^{ab}	3.70^{hf}	0.95^{dc}
10	7.5^{j}	12.0^{a}	3.79^{f}	0.94^{edc}
11	7.3^{kj}	12.0^{a}	3.80^{fe}	0.98^{dcb}
12	7.0^{k}	12.1^{a}	3.82^{ed}	1.00^{cba}
13	6.5^{l}	12.1^{a}	3.84^{dc}	1.02^{ab}
14	6.0^{ml}	12.2^{a}	3.85^{c}	1.03^{ab}
15	5.8^{m}	12.2^{a}	3.85^{c}	1.05^{a}

หมายเหตุ ในแต่ละสดมภ์ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันหมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยการวิเคราะห์ด้วยวิธี DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.4 ผลการหมักไวน์ที่อัตราส่วนของน้ำกากกาแฟต่อน้ำสับปะรด 1:4 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

การหมักไวน์ที่อัตราส่วนของน้ำกากกาแฟต่อน้ำสับปะรด 1:4 ทำการหมักที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ที่มีการเปลี่ยนแปลง จะมีการลดลงอย่างรวดเร็วในระยะแรก จนถึงวันที่ 9 ของการหมัก ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้มีแนวโน้มที่จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยมีปริมาณของแข็งละลายได้อยู่ที่ 6.60 บริกซ์ หลังจากทำการหมักสิ้นสุด มีปริมาณของแข็งละลายได้อยู่ที่ 7.06 บริกซ์ สำหรับปริมาณแอลกอฮอล์ที่เกิดขึ้น มีการเพิ่มขึ้นโดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และหลังจากวันที่ 10 ของการหมัก ค่าปริมาณแอลกอฮอล์มีแนวโน้มที่จะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยมีค่าปริมาณแอลกอฮอล์เท่ากับร้อยละ 13.43 และมีปริมาณแอลกอฮอล์ ณ วันสิ้นสุดการหมักร้อยละ 14.6 ซึ่งปริมาณของแข็งที่ละลายได้ที่ลดลงจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณแอลกอฮอล์ที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากกิจกรรมการใช้น้ำตาลของยีสต์แล้วเปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์ ค่าพีเอชที่มีการเปลี่ยนแปลง มีการเปลี่ยนแปลงในช่วงแคบๆ ระหว่าง 3.86-3.90 มีแนวโน้มที่จะมีค่าต่ำลงโดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยมีพีเอช ณ วันสิ้นสุดการหมัก 3.86 สอดคล้องกับค่าปริมาณกรดรวมที่เกิดขึ้น ที่มีจะมีการเพิ่มขึ้นโดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ตลอดการหมัก โดยมีค่ากรดรวม ณ วันสิ้นสุดการหมักเท่ากับร้อยละ 1.05



รูปที่ 4.4 แสดงผลของเวลาและอุณหภูมิในการหมักไวน์กาแฟ โดยใช้อัตราส่วนน้ำกากกาแฟต่อน้ำสับปะรดคือ 1:4 ใช้เชื้อ *S. cerevisiae* 5109 ภายใต้สภาวะอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีค่าความหวานเริ่มต้นเท่ากับ 22 บริกซ์ และค่าพีเอชอยู่ในช่วง 3.5 – 4.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 แสดงผลของเวลาและอุณหภูมิในการหมักไวน์กาแฟ โดยใช้อัตราส่วนน้ำกากกาแฟต่อน้ำสับปะรดคือ 1:4 ใช้เชื้อ *S. cerevisiae* 5109 ภายใต้สภาวะอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีค่าความหวานเริ่มต้นเท่ากับ 22 บริกซ์ และค่าพีเอชอยู่ในช่วง 3.5 – 4.0

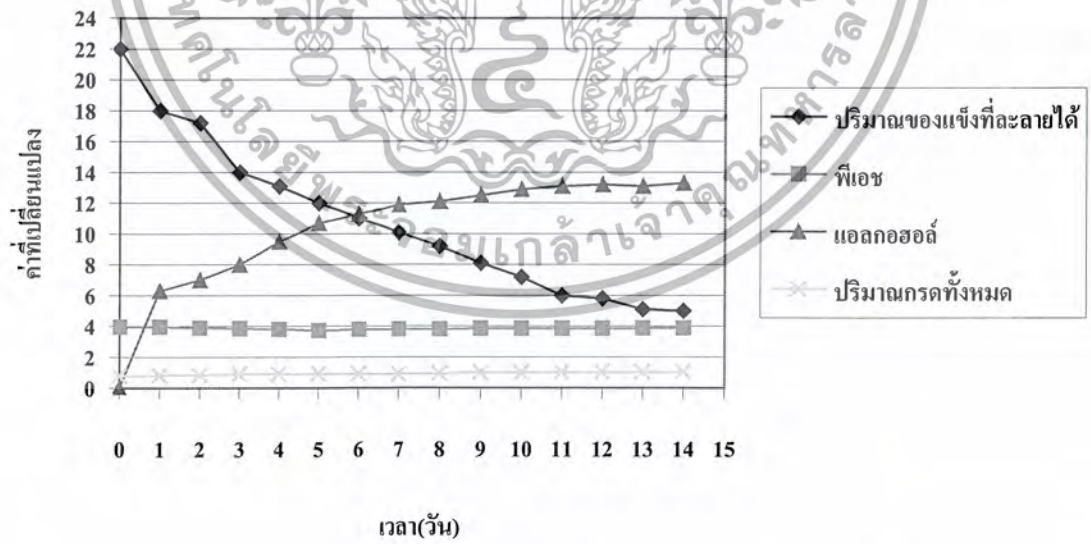
วันที่	ของแข็งที่ละลายได้ (บริกซ์)	แอลกอฮอล์ (ร้อยละ)	พีเอช	กรดทั้งหมด (ร้อยละ)
1	22.0^{a}	0^{k}	3.90^{a}	0.810^{i}
2	18.2^{b}	6.0^{j}	3.90^{a}	0.810^{i}
3	16.1^{c}	6.5^{i}	3.88^{a}	0.82^{i}
4	12.4^{d}	8.0^{h}	3.85^{ab}	0.83^{ih}
5	10.0^{e}	9.0^{g}	3.83^{b}	0.84^{ihg}
6	9.2^{f}	11.0^{f}	3.72^{fe}	0.84^{ihg}
7	8.0^{g}	12.5^{e}	3.70^{fe}	0.86^{hgf}
8	7.0^{h}	12.9^{d}	3.69^{f}	0.87^{gf}
9	7.2^{h}	13.0^{d}	3.68^{f}	0.89^{fe}
10	6.6^{i}	13.4^{c}	3.75^{ed}	0.89^{fe}
11	6.4^{i}	13.6^{c}	3.77^{dc}	0.93^{ed}
12	6.0^{j}	14.0^{b}	3.80^{dcb}	0.95^{dc}
13	6.0^{j}	14.2^{b}	3.80^{dcb}	0.97^{bc}
14	6.0^{j}	14.5^{a}	3.82^{cd}	1.01^{b}
15	6.0^{j}	14.6^{a}	3.82^{cd}	1.06^{a}

หมายเหตุ ในแต่ละสดมภ์ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันหมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยการวิเคราะห์ด้วยวิธี DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.5 ผลการหมักไวน์ที่อัตราส่วนของน้ำกากกาแฟต่อน้ำสับปะรด 1:8 ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส

ทำการหมักไวน์ที่มีอัตราส่วนของน้ำกากกาแฟต่อน้ำสับปะรด 1:8 ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ในระยะแรกของการหมัก ปริมาณของแข็งที่ละลายได้มีการลดลงอย่างรวดเร็วเช่นเดียวกันกับการหมักที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จากค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้เริ่มต้น 22 บริกซ์ และหลังจากวันที่ 12 ของการหมัก พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิต ($P<0.05$) โดยมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้อยู่ที่ 6.00 บริกซ์ และมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ณ วันสิ้นสุดการหมัก 5.00 บริกซ์ ปริมาณแอลกอฮอล์ มีการเพิ่มขึ้นในระยะแรกของการหมัก และหลังจากวันที่ 12 ของการหมักปริมาณแอลกอฮอล์ มีการเพิ่มขึ้นโดยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยมีปริมาณแอลกอฮอล์เท่ากับร้อยละ 13.1 และมีปริมาณแอลกอฮอล์ ณ วันสิ้นสุดการหมักเท่ากับร้อยละ 13.3 ซึ่งปริมาณของแข็งที่ละลายได้ที่ลดลงจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณแอลกอฮอล์ที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากกิจกรรมการใช้น้ำตาลของยีสต์แล้วเปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์ ค่าพีเอช ที่เปลี่ยนแปลง เริ่มต้นที่ 3.95 และ หลังจากสิ้นสุดการหมัก มีค่าพีเอช 3.87 มีการเปลี่ยนแปลงในช่วงแคบๆ มีแนวโน้มที่จะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ตลอดทำการหมัก ส่วนปริมาณกรดทั้งหมดที่เกิดขึ้น สอดคล้องกับค่าพีเอช คือ มีการเพิ่มขึ้นโดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ตลอดการหมัก แต่เกิดขึ้นในช่วงแคบๆ



รูปที่ 4.5 แสดงผลของเวลาและอุณหภูมิในการหมักไวน์กาแฟ โดยใช้อัตราส่วนน้ำกากกาแฟต่อน้ำสับปะรดคือ 1:8 ใช้เชื้อ *S. cerevisiae* 5109 ภายใต้สภาวะอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีค่าความหวานเริ่มต้นเท่ากับ 22 บริกซ์ และค่าพีเอชอยู่ในช่วง 3.5 – 4.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 แสดงผลของเวลาและอุณหภูมิในการหมักไวน์กาแฟ โดยใช้อัตราส่วนน้ำกากกาแฟต่อน้ำสับปะรดคือ 1:8 ใช้เชื้อ *S. cerevisiae* 5109 ภายใต้สภาวะอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีค่าความหวานเริ่มต้นเท่ากับ 22 บริกซ์ และค่าพีเอชอยู่ในช่วง 3.5 – 4.0

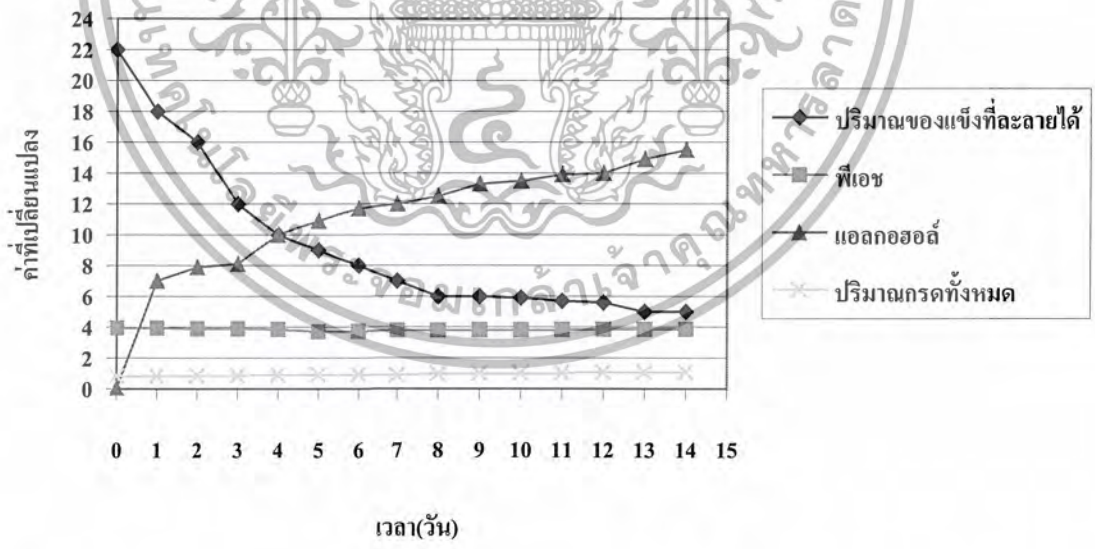
วันที่	ของแข็งที่ละลายได้ (บริกซ์)	แอลกอฮอล์ (ร้อยละ)	พีเอช	กรดทั้งหมด (ร้อยละ)
1	22.0 [a]	0 [k]	3.95 [a]	0.80 [e]
2	18.0 [b]	6.3 [j]	3.95 [a]	0.81 [e]
3	17.2 [c]	7.0 [I]	3.90 [b]	0.84 [de]
4	14.0 [d]	8.0 [h]	3.85 [cd]	0.89 [cd]
5	13.1 [e]	9.5 [g]	3.82 [d]	0.90 [cd]
6	12.0 [f]	10.7 [f]	3.74 [e]	0.92 [c]
7	11.0 [g]	11.3 [e]	3.79 [e]	0.91 [c]
8	10.1 [h]	11.9 [d]	3.82 [d]	0.89 [cd]
9	9.2 [i]	12.1 [d]	3.82 [d]	0.94 [c]
10	8.1 [j]	12.5 [c]	3.85 [cd]	0.99 [ab]
11	7.2 [k]	12.9 [b]	3.85 [cd]	1.01 [a]
12	6.0 [l]	13.1 [ab]	3.86 [c]	1.02 [a]
13	5.8 [l]	13.2 [a]	3.86 [c]	1.03 [a]
14	5.1 [m]	13.1 [a]	3.87 [bc]	1.04 [a]
15	5.0 [m]	13.3 [a]	3.87 [bc]	1.05 [a]

หมายเหตุ ในแต่ละสดมภ์ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันหมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยการวิเคราะห์ด้วยวิธี DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.6 ผลการหมักไวน์ที่อัตราส่วนของน้ำกากกาแฟต่อน้ำสับปะรด 1:8 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

ทำการหมักไวน์ที่มีอัตราส่วนของน้ำกากกาแฟต่อน้ำสับปะรด 1:8 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส พบว่าในระยะแรกของการหมัก ปริมาณของแข็งที่ละลายได้มีการลดลงอย่างรวดเร็ว จากค่าเริ่มต้น 22 บริกซ์ จนถึงวันที่ 9 ของการหมัก พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้อยู่ที่ 6.03 บริกซ์ และมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ณ วันสิ้นสุดการหมัก 5.00 บริกซ์ ซึ่งเป็นค่าต่ำสุดของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ส่วนปริมาณแอลกอฮอล์ ก็มีการเพิ่มขึ้นในระยะแรกเช่นเดียวกัน โดยหลังจากวันที่ 10 ของการหมัก การเพิ่มขึ้นของปริมาณแอลกอฮอล์ มีแนวโน้มที่จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยมีปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 13.3 และมีปริมาณแอลกอฮอล์ ณ วันสิ้นสุดการหมักร้อยละ 15.5 ซึ่งปริมาณของแข็งที่ละลายได้ที่ลดลงจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณแอลกอฮอล์ที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากกิจกรรมการใช้น้ำตาลของยีสต์แล้วเปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์ ส่วนค่าพีเอช มีแนวโน้มที่จะลดลง มีการเปลี่ยนแปลงในช่วงแคบๆ โดยมีค่าพีเอชสุดท้าย ณ วันสิ้นสุดการหมัก มีค่าเท่ากับ 3.85 ปริมาณกรดทั้งหมดที่เกิดขึ้นตลอดการหมัก มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น มีค่าการเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกัน ณ วันสิ้นสุดการหมัก ปริมาณกรดทั้งหมดมีปริมาณร้อยละ 0.98



รูปที่ 4.6 แสดงผลของเวลาและอุณหภูมิในการหมักไวน์กาแฟ โดยใช้อัตราส่วนน้ำกากกาแฟต่อน้ำสับปะรดคือ 1:8 ใช้เชื้อ *S. cerevisiae* 5109 ภายใต้สภาวะอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีค่าความหวานเริ่มต้นเท่ากับ 22 บริกซ์ และค่าพีเอชอยู่ในช่วง 3.5 – 4.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 แสดงผลของเวลาและอุณหภูมิในการหมักไวน์กาแฟ โดยใช้อัตราส่วนน้ำกากกาแฟต่อน้ำสับปะรดคือ 1:8 ใช้เชื้อ *S. cerevisiae* 5109 ภายใต้สภาวะอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีค่าความหวานเริ่มต้นเท่ากับ 22 บริกซ์ และค่าพีเอชอยู่ในช่วง 3.5 – 4.0

วันที่	ของแข็งที่ละลายได้ (บริกซ์)	แอลกอฮอล์ (ร้อยละ)	พีเอช	กรดทั้งหมด (ร้อยละ)
1	22.00^{a}	0.00^{k}	3.95^{a}	0.82^{i}
2	18.10^{b}	7.00^{j}	3.94^{a}	0.82^{i}
3	16.00^{c}	7.90^{i}	3.90^{b}	0.84i^{hi}
4	12.06^{d}	8.06^{i}	3.89b^{c}	0.85i^{hi}
5	10.03^{e}	10.00^{h}	3.86d^{c}	0.88^{gh}
6	8.96^{f}	10.90^{g}	3.72^{g}	0.91^{efg}
7	8.00^{g}	11.70^{f}	3.73^{g}	0.92^{def}
8	7.03^{h}	12.00^{f}	3.80^{f}	0.88^{hg}
9	6.03^{i}	12.50^{e}	3.80^{f}	0.95^{cde}
10	6.00^{i}	13.30^{d}	3.81^{f}	0.96^{cd}
11	5.86^{i}	13.50^{d}	3.82^{ef}	0.98^{bc}
12	5.73^{i}	13.90^{c}	3.84^{de}	1.00^{b}
13	5.60^{i}	14.00^{c}	3.85^{de}	1.04^{a}
14	5.00^{j}	14.90^{b}	3.85^{de}	1.05^{a}
15	5.00^{j}	15.50^{a}	3.85^{de}	1.06^{a}

หมายเหตุ ในแต่ละสดมภ์ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันหมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยการวิเคราะห์ด้วยวิธี DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าต่างๆ ในไวน์ที่เปลี่ยนแปลงไป ที่วัดได้ในวันที่ 15 ของการหมัก

ชนิดของไวน์	ของแข็งที่ละลายได้ (บริกซ์)	แอลกอฮอล์ (ร้อยละ)	พีเอช	กรดทั้งหมด (ร้อยละ)
1:1/15°C	6.80[a]	10.50[d]	3.76[b]	0.94[c]
1:1/30°C	6.63[a]	11.00[c]	3.75[b]	0.99[b]
1:4/15°C	5.80[b]	12.20[b]	3.85[a]	1.05[a]
1:4/30°C	6.0[b]	13.30[a]	3.82[a]	1.06[a]
1:8/15°C	5.0[c]	13.30[a]	3.86[a]	1.05[a]
1:8/30°C	5.0[c]	13.57[a]	3.85[a]	1.07[a]

หมายเหตุ ในแต่ละสดมภ์ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันหมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยการวิเคราะห์ด้วย DMRT

จากการทดลองหมักไวน์กาแฟจนถึงวันที่ 15 พบว่าอัตราส่วนของน้ำกากกาแฟต่อน้ำสับปะรดที่อัตราส่วน1:1มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดอยู่มากสุดโดยพบว่าการหมักไวน์ที่อุณหภูมิ 15 และอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยจะมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 6.80 และ 6.63 องศาบริกซ์ ตามลำดับ อัตราส่วนที่รองลงมาคือ 1:4 โดยพบว่าการหมักไวน์ที่อุณหภูมิ 15 และอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยจะมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 5.80 และ 6.00 องศาบริกซ์ ตามลำดับ ส่วนอัตราส่วน 1:8 จะมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดอยู่น้อยที่สุดโดยพบว่าการหมักไวน์ที่อุณหภูมิ 15 และอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยจะมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 5 องศาบริกซ์ ทั้ง 2 อุณหภูมิ ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการทดลองของ Kourkoutas และคณะ , (2002)

และในการหมักไวน์กาแฟในวันที่ 15 พบว่าที่อัตราส่วน 1:8 ที่อุณหภูมิ 15 และอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีปริมาณแอลกอฮอล์ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับอัตราส่วน 1:4 ที่อุณหภูมิห้องโดยจะมีปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 13.30 13.57 และ 13.30 ตามลำดับ และที่อัตราส่วน 1:4 ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 11 โดยที่อัตราส่วน 1:1 ที่อุณหภูมิ 15 และอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญโดยจะมีปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 10.5 และ 11.00 ตามลำดับ ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการทดลองของ Kourkoutas และคณะ , (2002) คือ ที่อุณหภูมิ 15 และ 30 องศาเซลเซียส ปริมาณแอลกอฮอล์จะไม่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และพบว่าน้ำกากกาแฟต่อน้ำสับปะรดที่อัตราส่วน 1:1 ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสมีค่าพีเอชไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับไวน์ที่หมักในอุณภูมิ 30 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าพีเอชอยู่ที่ 3.75 และ 3.76 ตามลำดับส่วนไวน์ที่หมักที่อัตราส่วน 1:4 และ 1:8 ทั้งที่หมักในอุณหภูมิ 15 และอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส พบว่าค่าพีเอชไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ คือ ที่อัตราส่วน 1:4 และ 1:8 ที่อุณหภูมิ 15 และอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีค่ากรดรวมเท่ากับ 3.85 3.82 3.86 และ 3.85 ตามลำดับ

และพบว่าน้ำกากกาแฟต่อน้ำสับปะรดที่อัตราส่วน 1:1 มีปริมาณกรดรวมอยู่ที่ร้อยละ 0.94 ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับไวน์ที่หมักในอุณภูมิ 30 องศาเซลเซียส ซึ่งมีปริมาณกรดรวมมากกว่าโดยมีปริมาณกรดรวมร้อยละ 0.985 ส่วนไวน์ที่หมักที่อัตราส่วน 1:4 และ 1:8 ทั้งที่หมักในอุณหภูมิ 15 และอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส พบว่าค่าปริมาณกรดรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ คือ ที่อัตราส่วน 1:4 และ 1:8 ที่อุณหภูมิ 15 และอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีค่ากรดรวมร้อยละ 1.05 1.06 1.05 และ 1.06 ตามลำดับ

4.4 ผลการทดสอบการยอมรับผู้บริโภค

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการชิมไวน์ของผู้ทำการทดสอบ จำนวน 20 คน ซึ่งในการทดสอบคุณลักษณะของไวน์กำหนดการให้คะแนนความชอบตามลำดับดังนี้คือ 5 หมายถึง ชอบมาก 4 หมายถึง ชอบ 3 หมายถึง เฉยๆ 2 หมายถึง ไม่ชอบ และ 1 หมายถึง ไม่ชอบมาก

ตารางที่ 4.10 แสดงคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคตามคุณลักษณะต่างๆ ของไวน์กาแฟ

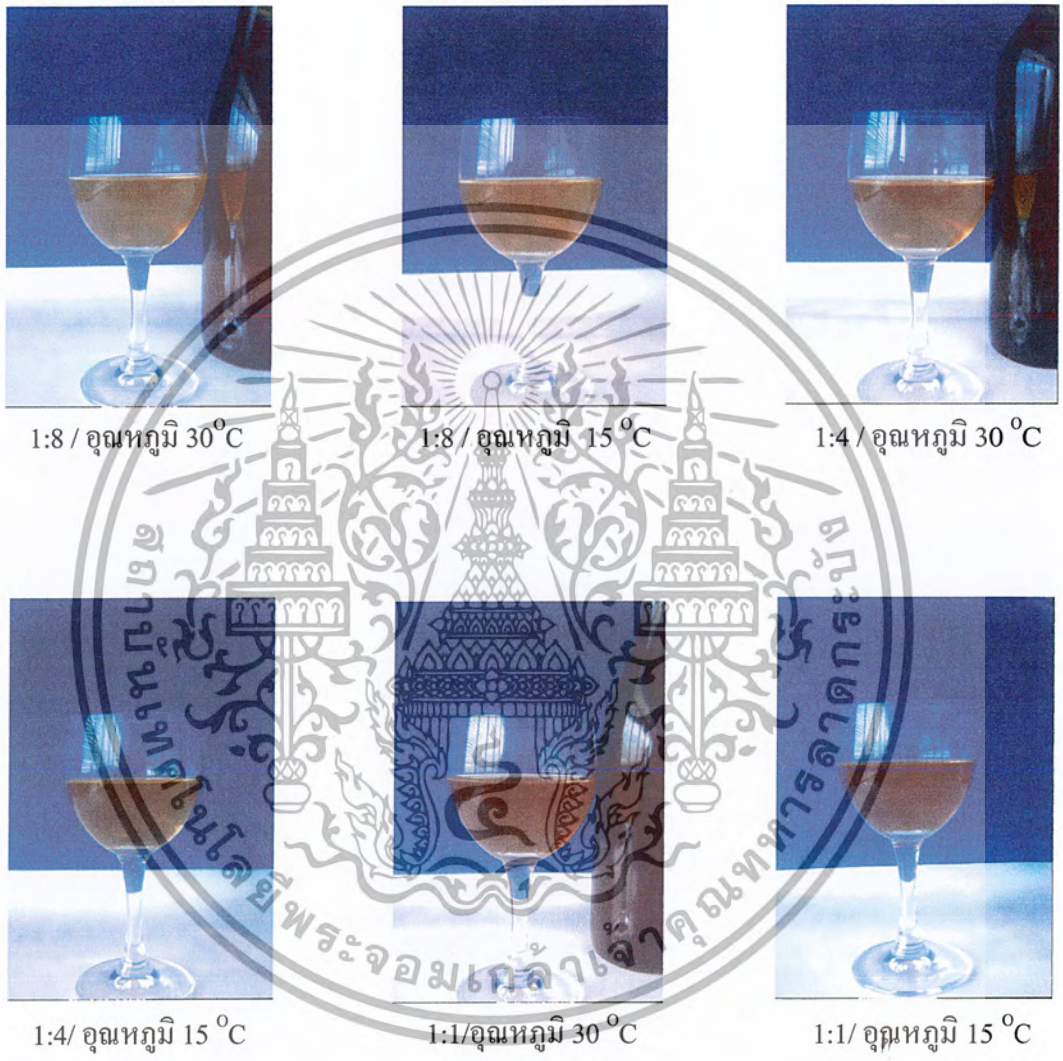
ตัวอย่างไวน์กาแฟ	คะแนนการยอมรับ				
	ความใส	สี	กลิ่น	รสชาติ	การยอมรับ
1:1/15°C	2.50^{c}	2.40^{dc}	3.15^{a}	2.30^{cd}	2.40^{b}
1:1/30°C	2.35^{c}	2.25^{c}	3.30^{a}	2.10^{d}	2.40^{b}
1:4/15°C	2.90^{b}	2.85^{bc}	2.50^{b}	2.70^{ab}	2.70^{b}
1:4/30°C	3.05^{b}	2.75^{cd}	2.50^{b}	2.55^{bc}	2.75^{b}
1:8/15°C	3.45^{a}	3.25^{a}	2.3^{b}	3.00^{a}	3.15^{a}
1:8/30°C	3.55^{a}	3.15^{ab}	2.20^{b}	2.95^{a}	3.25^{a}

หมายเหตุ ในแต่ละสดมภ์ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันหมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยการวิเคราะห์ด้วย DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำมาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคในแต่ละอัตราส่วนโดยวิธี Hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 20 คน เมื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าทางสถิติผลปรากฏว่า อัตราส่วนที่ได้รับการยอมรับด้านความใสมากที่สุดคืออัตราส่วน 1:8 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) กับอัตราส่วน 1:8 ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เนื่องจากในอัตราส่วนนี้ใช้น้ำกาแฟ 1 ส่วน น้ำสับปะรด 8 ส่วน ซึ่งในการใช้น้ำสับประรดมากกว่าจะทำไวน์มีความใสกว่า อัตราส่วนที่ได้รับการยอมรับรองลงมาคืออัตราส่วน 1:4 และ 1:1 ตามลำดับซึ่งไวน์จะยิ่งขุ่นมากขึ้นถ้าน้ำกาแฟมากขึ้น ส่วนอัตราส่วนที่ได้รับการยอมรับด้านสีมากที่สุดคืออัตราส่วน 1:8 ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) กับอัตราส่วน 1:8 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส สีในอัตราส่วนนี้จะมีสีออกเหลืองอำพัน ส่วนอัตราส่วนที่ได้รับการยอมรับรองลงมาคืออัตราส่วน 1:4 และ 1:1 ตามลำดับ เนื่องจากยิ่งมีการใช้น้ำกาแฟมากสีจะยิ่งเข้มทำให้ไวน์มีสีไม่เป็นที่นิยม ส่วนกลิ่นที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากสุดคือ อัตราส่วน 1:1 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($P < 0.05$) กับอัตราส่วน 1:1 ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ซึ่งอัตราส่วนนี้จะมีกลิ่นของกาแฟอยู่มากที่สุดซึ่งเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคส่วนอัตราส่วนที่ได้รับการยอมรับรองลงมาคืออัตราส่วน 1:4 และ 1:8 ตามลำดับ เนื่องจากทั้ง 2 อัตราส่วนมีสับปะรดในปริมาณที่มากกว่าทำให้กลิ่นของกาแฟค่อนข้างเจือจาง ส่วนอัตราส่วนที่ได้รับการยอมรับด้านรสชาติมากที่สุดคืออัตราส่วน 1:8 ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) กับอัตราส่วน 1:8 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ซึ่งอัตราส่วนนี้ให้รสชาติของไวน์กลมกล่อมที่สุด ไม่ค่อยมีรสขมของกาแฟเนื่องจากมีปริมาณสับปะรดอยู่มากกว่า อัตราส่วนที่ได้รับการยอมรับรองลงมาคืออัตราส่วน 1:4 และ 1:1 ตามลำดับ เนื่องจากทั้ง 2 อัตราส่วนยังมีรสขมของกาแฟอยู่ จึงไม่เป็นที่นิยมของผู้บริโภคเท่าที่ควร และอัตราส่วนที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุดคืออัตราส่วน 1:8 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) กับอัตราส่วน 1:8 ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสอัตราส่วนที่ได้รับการยอมรับรองลงมาคืออัตราส่วน 1:4 และ 1:1 ตามลำดับ เนื่องจากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคด้านความใส สี และรส ที่อัตราส่วนนี้ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากสุดแต่ควรมีการปรับปรุงด้านกลิ่นให้มีกลิ่นกาแฟมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 ผลิตที่ได้จากการหมักไวท์กาแฟ ที่อัตราส่วน ต่างๆ ด้วยเชื้อยีสต์ *S.cersvisiae* 5109

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองผลิตไวน์กาแฟ โดยการแปรผันอัตราส่วนระหว่าง น้ำกากกาแฟ กับน้ำสับปะรด ที่ 3 ระดับคือ อัตราส่วน 1:1, 1:4 และ 1:8 และแปรผันอุณหภูมิที่ใช้ในการหมักไวน์ โดยให้แต่ละอัตราส่วน หมักที่อุณหภูมิ 30 และอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส และเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์เป็นเวลา 15 วัน จากวันที่ 1 ถึง 15 ผลปรากฏว่าปริมาณแอลกอฮอล์มีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะแรกของการหมัก และคงที่ในที่สุด ส่วนปริมาณค่าความหวาน มีการลดลงอย่างรวดเร็วในระยะแรกของการหมัก และมีปริมาณคงที่ เมื่อสิ้นสุดการหมัก เช่นเดียวกัน สำหรับปริมาณกรดรวมและพีเอชในน้ำหมัก ไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก และเมื่อนำไวน์มาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคของผู้บริโภคในแต่ละอัตราส่วนโดยวิธี Hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 20 คน ผลปรากฏว่า อัตราส่วนที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดในการทำการทดลองครั้งนี้คือ อัตราส่วน 1:8 ที่ผ่านการหมักที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P< 0.05$) กับการหมักที่อัตราส่วน 1:8 ที่ผ่านการหมักที่ 15 องศาเซลเซียส ซึ่งมีปริมาณความหวาน 5 บริกซ์ และมีปริมาณแอลกอฮอล์ หลังจากบ่มแล้วร้อยละ 13.57 ซึ่งไวน์จะมีรสเปรี้ยวเล็กน้อย ส่วนอัตราส่วน 1:4 และ 1:1 จะมีสีขุ่นและมีรสขมของกาแฟมากเกินไปจึงไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรวิกา หาญกิตติชัย. 2542. การศึกษาปริมาณแอลกอฮอล์ในไวน์ส้มแขก. ปัญหาพิเศษ สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กองบรรณาธิการเฉพาะกิจฐานเกษตรกรรม. 2530. กาแฟ. หน้า 1-9 , 51-56.พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม.

โชคชัย วนภู, นันทกร บุญเกิด และลำไพร ดิษฐวิบูลย์. 2546. คนทำไวน์. หน้า 1-7 , 34-41 , 50-54 , 66-71 , 130-141 , 174-181 พิสิษฐ์ ตั้งสิทธิโรจน์. พิมพ์ครั้งที่ 1. นครราชสีมา: สมบูรณ์พริ้นติ้ง

ชัยชาญ แสงดี และอุดม จันทรารักษ์ศรี. 2542. แคฟเฟอีน Facts and Issues. หน้า 12-21. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สมาคมเภสัชวิทยาแห่งประเทศไทย.

ปัณฑิตา ถาดสระน้อย, ภัทราวรรณ ถนอมกลาง และอุสุมาวะดี พิทักษ์. 2543. การผลิตไวน์เสาวรส. ปัญหาพิเศษ สาขาวิชาอุตสาหกรรมการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พงษ์ศักดิ์ อังกสิทธิ์, สุนันท์ อองศรี และธีรภัทร สันติเมทีคล. 2531.จากฝันสู่กาแฟ. หน้า 59-64. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ .

พิทักษ์ อาภาศิริผล. 2529. การปลูกกาแฟ. หน้า 1-2 , 34-36. พิมพ์ครั้งที่ 5 . กรุงเทพฯ.

พีรศักดิ์ วรสุนทโรสก, ดุริยะ ประพันธ์, ทักษิณ อาชวาคม, สายันต์ ตันพานิช, ชลธิชา นิวาส ประกฤติ และปรียานันท์ พรสูงเนิน. 2544. พืชที่ให้สารกระตุ้น. หน้า84. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ:ชวนพิมพ์.

ศิวาพร ศิวเวช. 2535. วัตถุเจือปนในผลิตภัณฑ์อาหาร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุขใจ ชูจันทร์. 2546. การวิเคราะห์อาหาร. อ้างจาก AOAC (Association of official Analytical Chemists), 1980

AOAC (Association of official Analytical Chemists),1990. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. In: Helrich, K.(Ed.), Food Composition; Additives; Natural Contaminants, 15 th ed. Virginia, USA, p. 1298

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bressani, R.and Braham, J. 1980. Utilization of coffee pulp as animal feed. In:Association Scientifique International du café (Ed.), ASIC, Ninth Colloquium on Coffee, London. Pp. 303-323.

Polychroniadou, E.; Kanellake, M.; Iconomopoulou, M.; Koutinas, A.A.; Marchant, R. and Banat, I.M. 2002. Grape and apple wines volatile fermentation products and possible relation to spoilage. Bioresource Technology. 87 :337-339.

Frank Morah, N.I.1994. Effect of metabisulphite on alcohol production in palm-wine. Food Chemistry. 53 : 153-156.

Harris ,S.S. and Dawson Hughes, B. 1994. Caffeine and bone loss in healthy posminopausal women. 1 : 60 : 573-8

James, J.E .1991. Caffeine and Health. London : Academic Press.

Trugo, L.C. and Macrae, R. 1984. A study of the effect of roasting on the chlorogenic acid composition of coffee using HPLC. Food Chemistry. 15(3): 219-227.

Vecchia, C.; Yalamini, R.; Decarli, A.; D'Avanzo, B.; Gallotti, L.; Gentile, A. and Franceschi, S.1988. A case-control study of diet and colo-rectal cancer in northern Italy. Int J Cancer. 41 : 492 –8.

Clifford, M.N. and Ramirez Martinez, J.R. 1991. Phenols and caffeine in wet-processed coffee beans and coffee pulp. Food Chemistry. 40(1): 35-42.

Pérez Coello, M.S.; González Viñas, M.A.; García Romero, E.; Díaz Maroto, M.C. and Cabezudo, M.D. 2003. Influence of storage temperature on the volatile compounds of young white wines. Food Control. 14(5): 301-306.

Jesus Torija, Ma. ; Rozes, N.; Poblet, M. ;Guillamon, J.M. and Albert Mas.2001. Effects of fermentation temperature on the strain population of *Saccharomyces cerevisiae.* International Journal of Food Microbiology . 80 :47-53.

Oosterveld Voragen ,A.G.J. and Schols, H.A. 2003. Effect of roasting on the carbohydrate composition of Coffea arabica beans . Carbohydrate Polymers. 54(2): 183-192.

Snyder, S.H. and Lader, M.H. 1986. Caffeine's effect on the brain, behavior, Mood and sleep. Caffeine: The most poppular stimulant. 75-85.

Ayogu, T.E. 1998. Evaluation of the performance of a yeast isolate from Nigerian palm wine in wine production from pineapple fruits. Bioresource Technology. 69 : 189-190 .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Wahrbugg, U.; Martin, H.; Schulte, H.; Walek, T. and Assmann, G .1994. Effects of two kinds of decaffeinated coffee on serum lipid profiles in young healthy adults. 48 : 172-9.

Willett, W.C.; Stampfer, M.J.; Manson, J.E.; Colditz, G.A.; Rosner, B.A.; Speizwe, F.E. and Hennekens, C.H. 1996. Coffee consumption and coronary heart disease in women. A ten – year follow – up. 275 : 453-62.

Kourkoutas, Y.; Koutinas, A.A.; Kanellaki, M.; Banat, I.M. and Marchant R.2002. Continuous wine fermentation using a psychrophilic yeast immobilized on apple cuts at different temperatures. Food Microbiology. 19 : 127-134

http://bangkok.mweb.co.th/restaurant/Wine_Recommend2.html

www.coffeeresearch.com

http://www.ico.org/home.htm#

www.vegweb.com/composting/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
วิธีการวิเคราะห์และวิธีการเตรียมสาร

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนในอาหาร สามารถทำได้หลายวิธี แต่วิธีที่นิยมกันอย่างแพร่หลายมากที่สุด คือ วิธีทางเคมี เพราะเหตุผลที่สามารถทำได้ง่าย อุปกรณ์ที่ใช้ราคาไม่สูงมากนัก และให้ผลที่มีความถูกต้องสูงในการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนโดยวิธีทางเคมี วิธีของเจดาล (Kjeldahl) เป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายทั่วโลก

หลักการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนโดยวิธีนี้คือ ก็คือ หาปริมาณไนโตรเจนที่มีอยู่ในโปรตีน เพราะโมเลกุลของโปรตีนจะมีกรดอะมิโนซึ่งมีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบจับด้วยพันธะเปปไทด์ โปรตีนในอาหารแต่ละชนิดจะมีปริมาณไนโตรเจนต่างกันตามแต่กรดอะมิโนที่ประกอบกันเป็นโปรตีน ดังนั้นถ้าทราบปริมาณไนโตรเจนที่มีอยู่ในโปรตีน เราก็จะสามารถทราบโปรตีนได้ เพื่อเป็นการสะดวกในการเปลี่ยนปริมาณไนโตรเจนที่มีอยู่ในโปรตีนเป็นปริมาณโปรตีนนั้น จึงคำนวณออกมาเป็นค่าคงที่ หรือที่เรียกว่า Kjeldahl factor และค่าที่นิยมใช้กันมากที่สุดในการวิเคราะห์อาหารก็คือ 6.25 (โดยทั่วไปโปรตีนมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 16 ดังนั้นถ้าไนโตรเจน 1 กรัมมาจากโปรตีน 100/16 = 6.25 กรัม)

วิธีทดลองแบ่งได้ 5 ขั้นตอน คือ

1.การเตรียมสารตัวอย่างที่จะมาวิเคราะห์

2. การย่อย

3. การกลั่น

4. การไตเตรต

5. การคำนวณ

1. การเตรียมสารตัวอย่างที่จะนำมาวิเคราะห์ โดยน้ำหนักสารตัวอย่างที่ใช้ อยู่ในช่วง 0.5 -5 กรัม

2. การย่อย (digestion)

ใช้กรดซัลฟิวริกเข้มข้น เป็นสารที่ใช้ในการย่อย ปริมาณของกรดที่ใช้ขึ้นกับปริมาณสารตัวอย่าง และองค์ประกอบหรือส่วนผสมอื่น ขั้นตอนการย่อยนี้จำเป็นอย่างยิ่ง ที่ต้องใส่ตัวเร่งปฏิกิริยาลงไปด้วยเพื่อให้เกิดการย่อยได้ดี ที่นิยมใช้คือเกลือของทองแดง เพื่อช่วยให้จุดเดือดสูงขึ้น หรือเป็นตัวเพิ่มอุณหภูมิ ในการย่อยจะใช้อุณหภูมิประมาณ 400 ถึง 450 องศาเซลเซียส สารละลายที่ได้จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การย่อยสมบูรณ์จะใส หรือเป็นสีเหลืองใส หรือสีฟ้าใสจากนั้นจึงย่อยต่อไปด้วยไฟแรงประมาณ 10 นาที เพื่อให้แน่ใจว่า โปรตีนถูกย่อยเป็นแอมโมเนียมซัลเฟต$(NH_4)_2SO_4$หมด ส่วนคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2), ซัลเฟอร์(SO_2) และน้ำจะระเหยออกไป

3. การกลั่น (Distillation)

เครื่องกลั่นประกอบด้วยส่วนสำคัญ 4 ส่วน คือ

1. ขวดย่อยและกลั่น (Kjeldahl flask)
2. กระเปาะพักก๊าซ (Kjeldahl connecting bulb)
3. เครื่องควบแน่น (Condenser)
4. ภาชนะจับก๊าซ (Receiving flask)

เมื่อประกอบเครื่องมือเสร็จแล้ว เติมน้ำ 100 มิลลิลิตรลงในขวดย่อย และกลั่น แล้วเติมด่าง (NaOH)ใช้NaOHเข้มข้นร้อยละ 40 ปริมาตร 100 มิลลิลิตร พร้อมใส่ลูกแก้ว 5-10 เม็ด เพื่อป้องกันการเดือดของสารละลายรุนแรงเกินไป ทำการกลั่นไล่ แอมโมเนีย(NH3)ให้ผ่านเครื่องควบแน่น แอมโมเนียจะควบแน่นเป็นของเหลวลงสู่ภาชนะที่มีกรดบอริก 50 มิลลิลิตร เป็นตัวจับแอมโมเนีย จะกลั่นจนแอมโมเนียหมด จึงนำไปไตเตรต

4. การไตเตรต

จะใช้กรดซัลฟิวริก ในการไตเตรต และใช้ เมทธิลเรด เป็นอินดิเคเตอร์ โดยหยด 2-3 หยด ลงในฟลาสก์ที่มีกรดบอริกกับแอมโมเนีย แล้วจึงไตเตรต เมื่อถึงจุดที่ปฏิกิริยาสมบูรณ์ จะได้สารละลายสีชมพู นำปริมาตรของกรดซัลฟิวริกที่ใช้ไปคำนวณหาปริมาณไนโตรเจนหรือโปรตีนต่อไป ในการวิเคราะห์ทุกครั้งต้องทำแบลงค์

5. การคำนวณ

กรดซัลฟิวริกเข้มข้น 0.1 โมล่าร์ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ทำปฏิกิริยาพอดีกับ ไนโตรเจน 0.0014 กรัม

ความเข้มข้นของซัลฟิวริก = A Normal

ใช้กรดซัลฟิวริกในการไตเตรตกับตัวอย่าง = B มิลลิลิตร

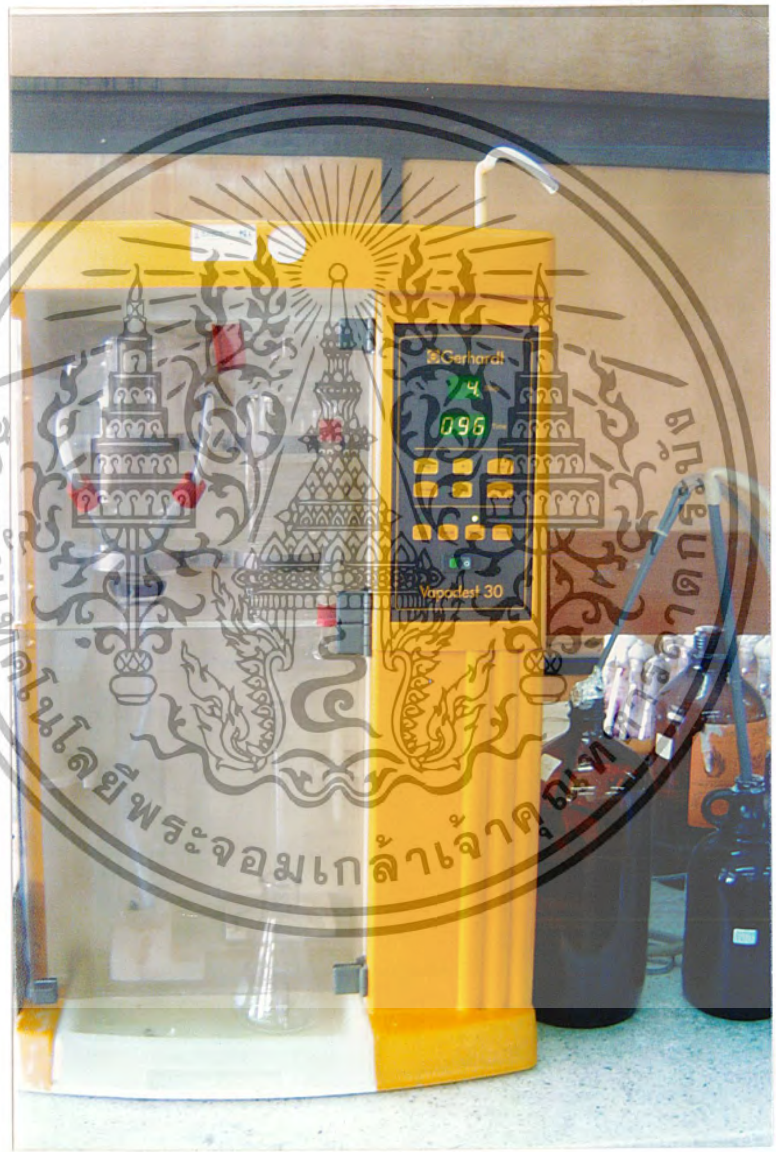
ใช้กรดซัลฟิวริกในการไตเตรตกับแบลงค์ = D กรัม

จะได้ไนโตรเจนร้อยละ $= \frac{0.0014 \times A \times (B-C) \times 100}{0.1 \times D}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{โปรตีนร้อยละ} = \frac{0.0014 \times A \times (B-C) \times 100 \times 6.25}{0.1 \times D}$$

(สุขใจ,ม.ป.ป. อ้างจาก AOAC,1980)



รูปที่ ก-1 เครื่องกลั่นเพื่อทำการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ไขมัน

การวิเคราะห์ไขมันจะใช้อีเทอร์เป็นตัวสกัด ทั้งปิโตรเลียมอีเทอร์ และไดอีเทอร์ ซึ่งเป็นสารละลายที่ไม่มีขั้ว สารที่ได้จากการสกัดภายหลังที่ได้ระเหยอีเทอร์ออกหมดแล้ว เรียกว่า ไขมันที่แท้จริง (Crude fat)การสกัด ให้ได้ lipid ทั้งหมดในอาหารต้องทำการไฮโดรไลซ์ ตัวอย่างอาหารด้วยกรดหรือด่างก่อน พวกไขมันที่รวมอยู่กับสารอื่น เช่นโปรตีน และคาร์โบไฮเดรท จะถูกไฮโดรไลซ์ได้เป็นไขมันอิสระ ทำให้สกัดออกได้ง่าย

การวิเคราะห์ไขมันที่แท้จริงโดยวิธีซอกเลก(soxhlet)

สารเคมีและอุปกรณ์ ได้แก่ปิโตรเลียมอีเทอร์, ชุดอุปกรณ์สกัดไขมัน(soxhlet apparatus) ทิมเบิล(fat extraction themble) และตู้อบ

วิธีทดลอง

1. ตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ไขมัน ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการวิเคราะห์หาความชื้นมาแล้ว โดยใช้ตัวอย่างประมาณ 2 – 5 กรัม ใส่ในทิมเบิล ปิดด้านบนด้วยสำลีหรือตัดกระดาษกรองวางตอนบนเพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายของตัวอย่าง ในกรณีที่เป็นตัวอย่างใหม่ ชั่งตัวอย่าง 5 กรัม ใส่ในทิมเบิลอุดด้วยสำลีที่ปราศจากไขมันนำไปอบในตู้อบที่ 97 – 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

2. นำทิมเบิลใส่ลงในหลอดซอกเลก(soxhlet tube) และประกบเข้ากับเครื่องควบแน่นและฟลาสก์ที่สะอาด และทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้ว

3. เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ ลงไปให้มากเกินพอในการสกัดต้องให้ความร้อนซึ่งอาจใช้Water bath โดยต้องปรับระดับความร้อนจนอีเทอร์ระเหยเป็นไอ และควบแน่นหยดลงบนตัวอย่างอย่างต่อเนื่องกันเป็นเวลา 2 ชั่วโมง

4. นำฟลาสก์ที่มีสารที่สกัดได้ไประเหยจนแห้ง แล้วอบในเตาอบที่ 100 องศาเซลเซียส นาน 30 นาทีปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นในเครื่องดูดความชื้นแล้วชั่งจนได้น้ำหนักที่คงที่ น้ำหนักของฟลาสก์ที่เพิ่มขึ้น เป็นน้ำหนักของไขมันที่แท้จริง แล้วคำนาณหาร้อยละของไขมันที่แท้จริงต่อไป

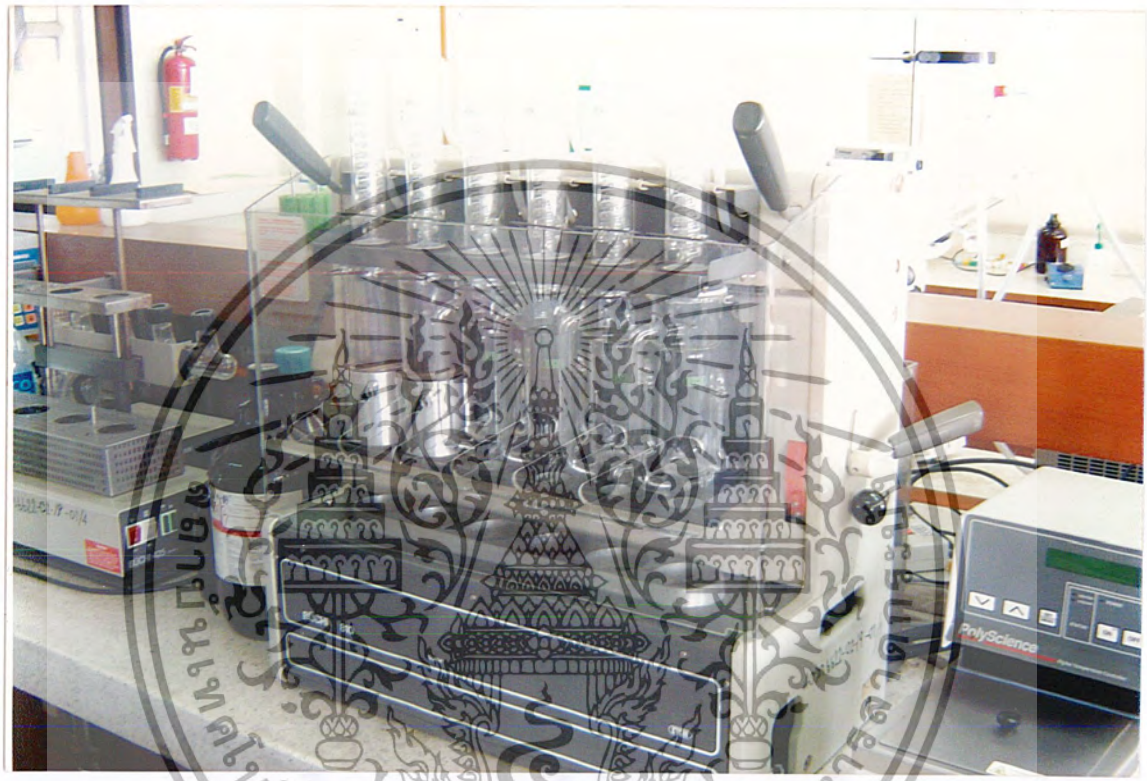
โดย จะมีไขมันที่แท้จริงในอาหาร = $\frac{(B-A)x100}{W}$

A = น้ำหนักของฟลาสก์ที่รองรับ

B = น้ำหนักของฟลาสก์+น้ำหนักของไขมันที่แท้จริง

W = น้ำหนักของตัวอย่างอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก-2 เครื่องวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์หาเถ้า

การวิเคราะห์หาเถ้าในอาหารหาได้โดยการนำอาหารไปเผาอุณหภูมิสูงๆ(500-600°C)สารอินทรีย์จะถูกเผาไหม้กลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนที่เหลือเรียกว่าเถ้า

สารเคมีและอุปกรณ์ได้แก่ เตาเผา,ครูซิเบิล(cruecible) และเครื่องดูดความชื้น

วิธีการทดลอง

1. ชั่งตัวอย่างอาหาร 2 – 5 กรัม ใส่ในครูซิเบิลที่ทราบน้ำหนักแน่นอน นำไปเผาจนหมดควัน แล้วนำไปเผาต่อในเตาเผาที่ตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 500 °C จนกระทั่งเถ้าเป็นสีขาว (ประมาณ 3-4 ชั่วโมง)

2. นำไปทำให้เย็นในเครื่องดูดความชื้นแล้วชั่งน้ำหนักของสารที่เหลือเป็นน้ำหนักของเถ้า แล้วคำนวณเป็นร้อยละ

โดยจะเป็นเถ้าในอาหารร้อยละ = $\frac{(b-a)x100}{W}$

a = น้ำหนักครูซิเบิล

b = น้ำหนักครูซิเบิล + น้ำหนักเถ้าภายหลังการเผา

W = น้ำหนักตัวอย่างอาหาร

การวิเคราะห์หา Crude Fiber

1. ชั่งตัวอย่างอาหารหนักประมาณ 1 กรัม ใส่ในถ้วยแก้วที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว

2. วิเคราะห์ด้วยเครื่องวิเคราะห์เส้นใยหยาบ โดยเติม กรดซัลฟิวริก 1.25 เปอร์เซ็นต์ ที่ต้มให้ร้อนแล้ว จนถึงระดับ 150 มิลลิลิตร เติม N-octanol 3-5 หยด ต้มให้เดือนเป็นเวลานาน 30 นาที ระบาย H_2SO_4 ออก ล้างด้วยน้ำกลั่นร้อน 3 ครั้ง หลังจากนั้นเติม โปแตสเซียมไฮดรอกไซด์1.25 เปอร์เซ็นต์ ที่ต้มให้ร้อน 150 มิลลิลิตร เติม N-octanol 3-5 หยด ต้มให้เดือดเป็นเวลานาน 30 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่นร้อน 3 ครั้ง ตามด้วยน้ำกลั่นเย็นอีก 1 ครั้ง และอะซีโตนอีก 3 ครั้ง

3. นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส

4. ชั่งหาน้ำหนักที่แน่นอน น้ำหนักที่ได้คือน้ำหนักของเส้นใยหยาบรวมกับเถ้า

5. นำไปเผาที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมงชั่งหาน้ำหนักของเถ้าที่เหลือ

สูตรคำนวณหาเปอร์เซ็นต์เส้นใยหยาบ = $\frac{\text{น้ำหนักเส้นใยหยาบ x100}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างอาหาร}}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก-3 เครื่องวิเคราะห์หาปริมาณเส้นใยหยาบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาความชื้น

วิธีการทดลอง

ชั่งตัวอย่างอาหารที่ต้องการวิเคราะห์หาความชื้นใส่ใน porcelain ที่ทราบน้ำหนักแน่นอน ให้ได้น้ำหนัก 2-5 กรัม นำไปอบในเตาอบที่มีอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง เสร็จแล้วนำออกมาทำให้เย็นใน desicator ที่มีสารดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนัก นำกลับเข้าไปในเตาอบแล้วทำตามขั้นตอนเดิม นำมาชั่งจนได้น้ำหนักคงที่ ดังนั้นน้ำหนักที่หายไป จะเป็นน้ำหนักของความชื้นที่มีอยู่ในอาหาร จากนั้นนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นในอาหารต่อไป

การคำนวณ

$$P = \frac{100\ (A - D)}{C}\ \%$$

เมื่อ P คือ เปอร์เซ็นต์ความชื้นในอาหาร

A คือ น้ำหนักของ porcelain กับน้ำหนักอาหารก่อนอบ

B คือ น้ำหนักของ porcelain กับน้ำหนักอาหารภายหลังการอบ

C คือ น้ำหนักตัวอย่างอาหารก่อนการอบ

การหาคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ (Nitrogen free extract : NFE)

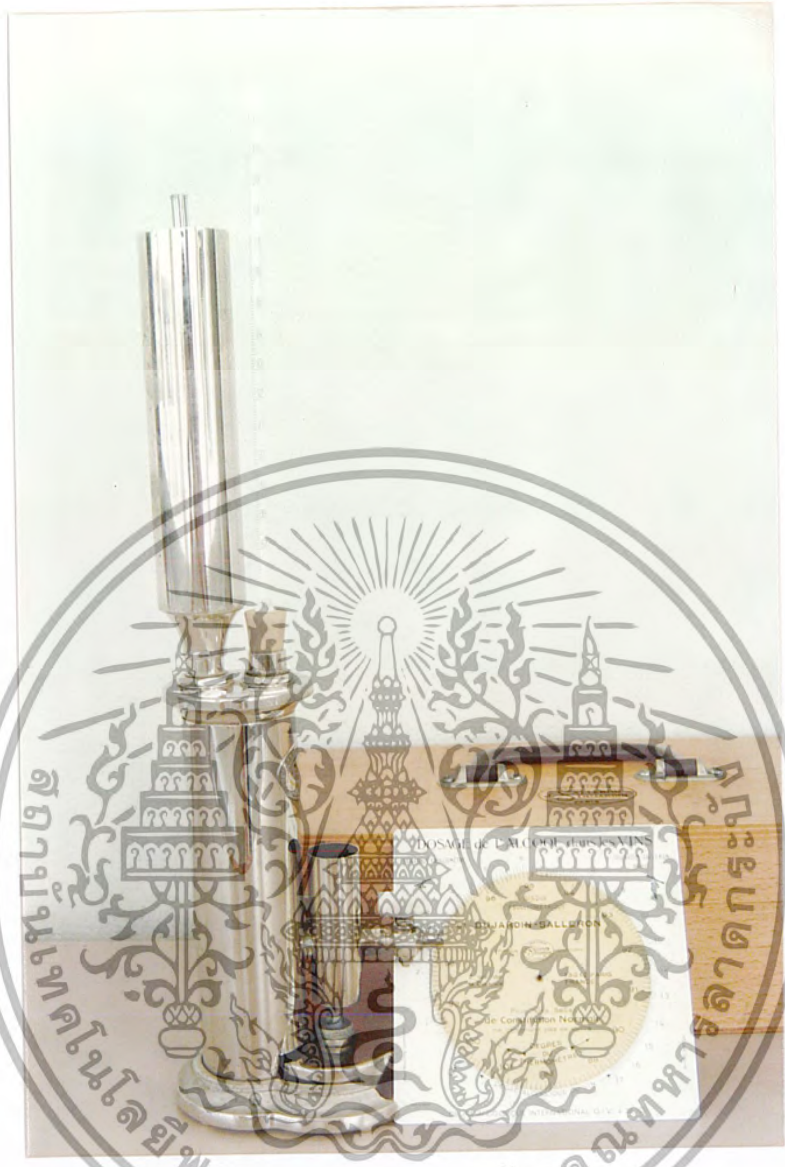
คาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ (NFE) จะได้จากการคำนวณโดยเอาร้อยละนของความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน และเส้นใยหยาบ ที่ได้จากการวิเคราะห์มารวมกัน แล้วลบออกจาก 100 ก็จะได้ร้อยละของ NFE

NFE = 100-(%moisture + %crude protein + %crude fat + %crude fiber + %crude ash)

การวัดปริมาณแอลกอฮอล์

ในการวัดปริมาณแอลกอฮอล์จะใช้เครื่องมือ Ebullinometer ซึ่งอาศัยจุดเดือดของแอลกอฮอล์ในไวน์มีความแตกต่างจากน้ำ อุปกรณ์นี้ทำมาจากแสตนเลส ทองแดง หรือทองเหลือง มีราคาตั้งแต่ 2-5 หมื่นบาท (รูป ก-1) วิธีการให้เติมน้ำ 50 มิลลิลิตรลงในกระบอกของเครื่องแล้วกลั่น อ่านค่าอุณหภูมิจุดเดือด จากนั้นเปลี่ยนเป็นไวน์ปริมาตร 50 มิลลิลิตรเท่ากัน กลั่น อ่านค่าอุณหภูมิของจุดเดือด นำค่าอุณหภูมิทั้งสองค่าไปเปรียบเทียบบนจานเทียบค่า ค่าที่ได้จะเป็นเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ อุปกรณ์นี้เป็นที่นิยมใช้ในโรงงานสุราและโรงไวน์ขนาดใหญ่ทั่วไป ใช้เวลาทดสอบน้อย ให้ค่าที่ถูกต้องกว่าอุปกรณ์ที่กล่าวมาข้างต้น แต่ก็มีข้อเสียเหมือนกับวิธีอื่นโดยเฉพาะปริมาณน้ำตาลที่จะทำให้จุดเดือดของไวน์เปลี่ยนแปลงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก-4 เครื่องมือวัดปริมาณแอลกอฮอล์ Ebullinometer

การวัดปริมาณกรดรวม (Total acidity)

ในการวิเคราะห์หาปริมาณกรดจะใช้ไทเทรท (titration) จึงเรียกค่าปริมาณกรดรวมว่า Titratable acid (TA) เป็นการหาปริมาณกรดอินทรีย์ทั้งในน้ำผลไม้และไวน์ ค่าที่เหมาะสมสำหรับการหมักควรอยู่ระหว่าง 0.7 ถึง 0.9% ดังนั้นถ้าน้ำผลไม้มีค่าเป็นกรดน้อยควรเติมกรดเช่น กรดซิตริกหรือกรดแลคติก ในทำนองตรงกันข้ามถ้ามีกรดมากเกินไปให้เติมสารละลายด่างเช่น แคลเซียมคาร์บอเนต ในขณะที่หมักไวน์นั้นกรดจะถูกใช้ไปจึงทำให้ค่าปริมาณกรดรวมลดลงอย่างต่อเนื่อง และจะคงที่หลังจากการหมักเสร็จสิ้นลงอีกหลายเดือนต่อมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการวิเคราะห์นิยมใช้การไทเทรทด้วยด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 0.1 N และใช้สี phenolpthalein เป็นตัวบอกความพอดี (end point) คือ ถ้าเป็นกรดจะออกสีแดง ถ้าเป็นด่างจะใสไม่มีสี และจุดเป็นกลางจะเป็นสีชมพูอ่อน โดยใส่ไวน์ปริมาตร 100 มิลลิลิตรลงในขวดชมพู่ขนาด 200 มิลลิลิตร หยดสี phenolpthalein 2-3 หยด เขย่า แล้วหยดด่างผ่านบิวเล็ต (burette) พร้อมกับเขย่าขวดชมพู่ จนสีกลายเป็นชมพู จดค่าปริมาตรด่าง นำค่าปริมาณด่างที่เติมลงไปพอดีนั้นมาคำนวณตามสูตร ดังนี้

$$\%TA = 0.15 \times \text{มิลลิลิตรของด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์}$$

อย่างไรก็ตามการไทเทรทจะเหมาะสมกับน้ำผลไม้ที่ไม่มีสีหรือสีอ่อน เช่นไวน์ขาว ส่วนไวน์แดงเข้มๆ จะไม่สามารถดูสีได้ อาจต้องทำให้เจือจางหลายเท่า ในทางปฏิบัติจะนิยมใช้การวัดค่า pH แทน

การวัดปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระ (Free sulfur dioxide)

ไวน์ที่พร้อมบรรจุลงขวดจะควบคุมปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระไม่ให้เกิน 20 ถึง 40 มิลลิลิตรต่อลิตร ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระจะสลายตัวเองทำให้มีค่าลดลงเรื่อยๆตามเวลา หากมีปริมาณลดลงจนหมดอาจทำให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์อื่นๆ ได้ง่าย จำเป็นต้องเติมเพื่อรักษาความเข้มข้นไว้จนถึงขั้นการบรรจุลงขวด

การวิเคราะห์จะใช้หลักการไทเทรทคล้ายกับการหาปริมาณกรดรวม แต่จะใช้สารละลายแป้งข้าวโพด 1% ที่ต้มสุกแล้ว และสารละลายไอโอดีน (Iodine) ความเข้มข้น 0.01N โดยดูดน้ำไวน์ 10 มิลลิลิตรลงในขวดชมพูขนาด 250 มิลลิลิตร เติมกรดกำมะถันเจือจาง 4 เท่า (กรดเข้มข้น 1 ส่วน น้ำกลั่น 3 ส่วน) ปริมาตร 5 มิลลิลิตร เติมสารละลายแป้ง 2-3 มิลลิลิตร เขย่าแล้วไทเทรทกับสารละลายไอโอดีนจนกระทั่งสีม่วงเข้มเปลี่ยนเป็นสีม่วงอ่อน จดปริมาตรสารละลายไอโอดีน

เมื่อได้ค่าปริมาตรไอโอดีนให้นำมาคำนวณตามสูตร ดังนี้

SO_2 = 3200 x ปริมาตรไอโอดีน (มิลลิลิตร) x ความเข้มข้นไอโอดีน (N)

ค่าที่ได้จะมีหน่วยเป็นมิลลิกรัมซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ปริมาณคาเฟอีน

สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. สารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 30
2. สารละลายคลอโรฟอร์ม
3. สารซีไลต์ 545
4. ขวดปรับปริมาตร (Volumetric flask) ขนาด 50 มิลลิลิตร
5. ขวดปรับปริมาตร (Volumetric flask) ขนาด 100 มิลลิลิตร
6. อ่างน้ำร้อน
7. ปิเปต 10 มิลลิลิตร
8. บีกเกอร์ 100 มิลลิลิตร
9. เครื่อง Ultraviolet Spectrophotometer
10. คาเฟอีนบริสุทธิ์ เกรด USP

วิธีการวิเคราะห์

การเตรียม Standard

- สารละลายมาตราฐาน 1 : สารละลายคาเฟอีนบริสุทธิ์ ความเข้มข้น 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เตรียมโดยเจือจางคาเฟอีนบริสุทธิ์ 50 กรัม ด้วยคลอโรฟอร์ม ในขวดปรับปริมาตร 100 มิลลิลิตร
- สารละลายมาตราฐาน 2 : สารละลายคาเฟอีนบริสุทธิ์ ความเข้มข้น 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เตรียมโดยดูดสารละลายมาตราฐาน 1 ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ใส่ในขวดปรับปริมาตร 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยคลอโรฟอร์ม

การเตรียมตัวอย่าง

- ชั่งตัวอย่าง 1 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ 100 มิลลิลิตร เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 30 นำไปอุ่นในอ่างน้ำร้อนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 5 นาที
- ดูดตัวอย่างมาใส่ในขวดปรับปริมาตร 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 30
- ดูดตัวอย่างมา 5 มิลลิลิตร เติม celite 545 ปริมาณ 6 กรัม เติมคลอโรฟอร์ม ให้ได้ 100 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการวิเคราะห์

- ดูดตัวอย่างมา 10 มิลลิลิตร เติมลงใน ขวดปรับปริมาตร มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วย สารละลายคลอโรฟอร์ม
- ดูดตัวอย่างในขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร มา 10 มิลลิลิตร เติมลงในขวดปรับปริมาตร 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วย สารละลายคลอโรฟอร์ม
- ดูดตัวอย่างมา 20 มิลลิลิตร เติมเติมลงในขวดปรับปริมาตร 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วย สารละลายคลอโรฟอร์ม อีกครั้ง
- นำตัวอย่างที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 276 นาโนเมตร โดยใช้สารละลายคลอโรฟอร์ม เป็นแบลงค์

การคำนวณปริมารคาเฟอีน

ปริมารคาเฟอีน จะสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์คาเฟอีน} = \frac{\text{ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง} \times \text{ความเข้มข้นของสารมาตราฐาน}}{\text{ค่าการดูดกลืนแสงของแบลงค์} \quad \text{ความเข้มข้นของตัวอย่าง}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส Hedonic scale

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ต้องการและตัวเลข ทดสอบคุณลักษณะของตัวอย่างและให้คะแนนความชอบตามลำดับคะแนนดังนี้

วัน เดือน ปี.....

ชื่อผู้ชิม.....

เพศ ○ หญิง ○ ชาย

ผลิตภัณฑ์ ไวน์กาแฟ

5 หมายถึง ชอบมาก

4 หมายถึง ชอบ

3 หมายถึง เฉยๆ

2 หมายถึง ไม่ชอบ

1 หมายถึง ไม่ชอบมาก

หมายเลขไวน์	ความใส	สี	กลิ่น	รส	ความยอมรับ
.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะและวิจารณ์.....

.....

.....

.....

.....

ขอขอบคุณทุกท่านที่ได้เสียสละเวลาและให้ความร่วมมือในการทดสอบครั้งนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ตารางแสดงข้อมูลและการยอมรับทางสถิติ

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติทางด้านประสาทสัมผัสที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

Oneway

ANOVA

		Sum of Square	df	Mean Square	F	Sig.
ความใส	Between Groups	23.667	5	4.733	14.906	.000
	Within Groups	36.200	114	.318		
	Total	59.867	119			
สี	Between Groups	15.775	5	3.155	9.187	.000
	Within Groups	39.150	114	.343		
	Total	54.925	119			
กลิ่น	Between Groups	20.842	5	4.168	11.835	.000
	Within Groups	40.150	114	.352		
	Total	60.992	119			
รส	Between Groups	12.700	5	2.540	7.600	.000
	Within Groups	38.100	114	.334		
	Total	50.800	119			
ยอมรับ	Between Groups	13.075	5	2.615	7.123	.000
	Within Groups	41.850	114	.367		
	Total	54.925	119			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

ความใส

Duncan

Sensory test	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
1:1/30 °C	20	2.3500		
1:1/15 °C	20	2.5000		
1:4/15 °C	20		2.9000	
1:4/30 °C	20		3.0500	
1:8/15 °C	20			3.4500
1:8/30 °C	20			3.5500
Sig.		.402	.402	.576

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000.

สี

Duncan

Sensory test	N	Subest for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
1:1/30°C	20	2.2500				
1:1/15°C	20	2.4000	2.4000			
1:4/30°C	20		2.7500	2.7500		
1:4/15°C	20			2.8500	2.8500	
1:8/30°C	20				3.1500	3.1500
1:8/15°C	20					3.2500
Sig.		.420	.061	.591	.108	.591

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลิ่น

Duncan

Sensory test	N	Subest for alpha = .05	
		1	2
1:8/30°C	20	2.2000	
1:8/15°C	20	2.3000	
1:4/15°C	20	2.5000	
1:4/30°C	20	2.5000	
1:1/15°C	20		3.1500
1:1/30°C	20		3.3000
Sig.		.149	.426

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000.

รส

Duncan

Sensory test	N	Subest for alpha = .05			
		1	2	3	4
1:1/30°C	20	2.1000			
1:1/15°C	20	2.3000	2.3000		
1:4/30°C	20		2.5500	2.5500	
1:4/15°C	20			2.7000	2.7000
1:8/30°C	20				2.9500
1:8/15°C	20				3.0000
Sig.		.276	.174	.414	.124

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยอมรับ

Duncan

Sensory test	N	Subest for alpha = .05	
		1	2
1:1/15°C	20	2.4000	
1:1/30°C	20	2.4000	
1:4/15°C	20		2.9000
1:4/30°C	20		2.9000
1:8/15°C	20		3.1500
1:8/30°C	20		3.2500
Sig.		1.000	.105

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 20.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์สถิติค่าต่างๆในไวน์ที่เปลี่ยนแปลงไปในวันที่ 15 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

Oneway

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ปริมาณของแข็งที่เหลืออยู่ทั้งหมด	Between Groups	8.949	5	1.790	50.341	.000
	Within Groups	.427	12	.036		
	Total	9.376	17			
ปริมาณแอลกอฮอล์	Between Groups	25.631	5	5.126	214.586	.000
	Within Groups	.287	12	.024		
	Total	25.918	17			
พีเอช	Between Groups	.037	5	.007	11.450	.000
	Within Groups	.008	12	.001		
	Total	.044	17			
ปริมาณกรดทั้งหมด	Between Groups	.038	5	.008	38.912	.000
	Within Groups	.002	12	.000		
	Total	.040	17			
ปริมาณซัลเฟอร์	Between Groups	8.533	5	1.707	3.000	.055
	Within Groups	6.827	12	.569		
	Total	15.360	17			
ปริมาณคาเฟอีน	Between Groups	.152	5	.030	3805.200	.000
	Within Groups	.000	12	.000		
	Total	.152	17			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด

Duncan

TYPE	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
1:8/15°C	3	5.0000		
1:8/30°C	3	5.0000		
1:4/15°C	3		5.8000	
1:4/30°C	3		6.0000	
1:1/30°C	3			6.6333
1:1/15°C	3			6.8000
Sig.		1.000	.218	.300

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ปริมาณแอลกอฮอล์

Duncan

TYPE	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
1:1/15°C	3	10.5000			
1:1/30°C	3		11.0000		
1:4/15°C	3			12.2000	
1:4/30°C	3				13.3000
1:8/15°C	3				13.3000
1:8/30°C	3				13.5667
Sig.		1.000	1.000	1.000	.067

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พีเอช

Duncan

TYPE	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
1:1/15°C	3	3.7467	
1:1/30°C	3	3.7600	
1:4/30°C	3		3.8200
1:4/15°C	3		3.8500
1:8/30°C	3		3.8500
1:8/15°C	3		3.8600
Sig.		.530	.097

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ปริมาณกรดทั้งหมด

Duncan

TYPE	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
1:1/15°C	3	.94000		
1:1/30°C	3		.98500	
1:4/15°C	3			1.04500
1:8/15°C	3			1.05333
1:4/30°C	3			1.05500
1:8/130°C	3			1.06500
Sig.		1.000	1.000	.128

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณซัลเฟอร์

Duncan

TYPE	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
1:4/15°C	3	8.5333		
1:4/30°C	3	9.0667	9.0667	
1:8/15°C	3	9.6000	9.6000	9.6000
1:8/30°C	3	9.6000	9.6000	9.6000
1:1/30°C	3		10.1333	10.1333
1:1/15°C	3			10.6667
Sig.		.134	.134	.134

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ปริมาณคาเฟอีน

Duncan

TYPE	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
1:8/15°C	3	.0500				
1:8/30°C	3	.0540				
1:4/30°C	3		.1100			
1:4/15°C	3			.1170		
1:1/30°C	3				.2550	
1:1/15°C	3					.2840
Sig.		.109	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้