

## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	(1)
สารบัญเรื่อง	(5)
สารบัญตาราง	(8)
สารบัญรูป	(10)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(12)
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
วัตถุประสงค์	3
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม	4
1. เม่าและองค์ประกอบของเม่า	4
2. ไวน์และองค์ประกอบของไวน์	6
2.1 บทบาทของยีสต์และสายพันธุ์ยีสต์ต่อคุณภาพไวน์	6
2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพและกระบวนการหมักของยีสต์	7
2.3 บทบาทของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ต่อคุณภาพไวน์	12
2.4 บทบาทของสารประกอบคาร์บอนิลต่อกระบวนการผลิตไวน์	13
2.5 บทบาทของสารประกอบไนโตรเจนต่ออัตราการหมักไวน์	15
2.6 บทบาทของการหมักไวน์แบบมาโลแลคติก	16
2.7 ประโยชน์ของการหมักแบบมาโลแลคติก	19
2.8 บทบาทสารให้กลิ่นรสในไวน์	22
3. บทบาทของสารต่อต้านอนุมูลอิสระ	31
3.1 บทบาทสารต่อต้านอนุมูลอิสระในไวน์	36
3.2 การตรวจหาฤทธิ์สารต้านอนุมูลอิสระ	36
บทที่ 3 ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย	39
ตอนที่ 1 ศึกษากระบวนการที่เหมาะสมของไวน์เม่า	39
1.1 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของน้ำเม่า	39
1.2 ศึกษาสายพันธุ์ยีสต์และปริมาณแอมโมเนียมฟอสเฟตที่เหมาะสมต่อการผลิตไวน์เม่า	40

## สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
1.3 ศึกษาการทำมาโลแลคติกและคุณภาพของไวน์เม่า	41
ตอนที่ 2 ศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัส	43
2.1 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer test)	43
2.2 การประเมินคุณลักษณะคุณภาพด้านกลิ่นของไวน์เม่า	43
บทที่ 4 ผลการวิจัย	47
ตอนที่ 1 ศึกษากระบวนการผลิตที่เหมาะสมของไวน์เม่า	47
1.1 องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของน้ำเม่า	47
1.2 ความสัมพันธ์ของสายพันธุ์ยีสต์และปริมาณแอม โมเนียมฟอสเฟตที่เหมาะสมต่อการผลิตไวน์เม่า	50
1.3 ผลการหมักแบบมาโลแลคติกไวน์เม่า	58
1.3.1 องค์ประกอบทางเคมีของไวน์เม่าที่ผ่านการหมักแบบมาโลแลคติก	58
1.3.2 อนุพันธ์แอนโทไซยานิน ฟีนอล และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ	64
1) ชนิดและปริมาณของอนุพันธ์แอนโทไซยานิน	64
2) ปริมาณแอนโทไซยานิน	68
3) ปริมาณสารประกอบฟีนอล	69
4) ปริมาณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ	70
1.3.3 ชนิดและปริมาณของสารให้กลิ่นในไวน์เม่า	72
1.3.4 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส	88
ตอนที่ 2 ศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัส	93
2.1 การยอมรับและการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคไวน์เม่าเปรียบเทียบกับไวน์องุ่นเชิงพาณิชย์	93
2.2 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบเชิงพรรณนา	100
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	110
ข้อเสนอแนะ	112
บรรณานุกรม	114
ภาคผนวก	141

## สารบัญ (ต่อ)

ภาคผนวก ก	142
ภาคผนวก ข	147
ประวัติคณะผู้วิจัย	165

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตัวอย่างสายพันธุ์ยีสต์หรือรหัสทางการค้าสำหรับเครื่องดื่มแอลกอฮอล์	9
2.2 สารประกอบสำคัญที่เกิดขึ้นในการหมักแบบมาโลแลคติก	20
2.3 สารให้กลิ่นรสที่พบในไวน์	26
2.4 สารประกอบซัลเฟอร์ที่พบในไวน์	27
2.5 ค่า Relative factor ของสารให้กลิ่นรสในไวน์เม่าที่หมักด้วยยีสต์ SIHA3 ร่วมกับการใช้สารเสริมต่างชนิด	29
2.6 ชนิดแอนโธไซยานินที่เกิดจากการแทนที่ของหมู่ไฮดรอกซีและเมทิลในตำแหน่ง R	32
3.1 คุณลักษณะกลิ่นของไวน์เม่าจากผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสและการเตรียมตัวอย่างมาตรฐานสำหรับฝึกฝนผู้ทดสอบ	46
4.1 องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของน้ำเม่าและน้ำหมัก	48
4.2 สายพันธุ์ยีสต์และปริมาณแอมโมเนียมฟอสเฟตที่มีผลต่อพารามิเตอร์การหมักไวน์เม่า	52
4.3 การหมักแบบมาโลแลคติกที่มีผลต่อพารามิเตอร์การหมักของไวน์เม่า	61
4.4 เปรียบเทียบคุณภาพชนิดของกรดก่อนและหลังการหมักแบบมาโลแลคติกในไวน์เม่า	61
4.5 เปรียบเทียบชนิด และ Peak area contribution ของอนุพันธ์แอนโธไซยานินที่พบในไวน์เม่า	67
4.6 ปริมาณของอนุพันธ์แอนโธไซยานินบางชนิดที่พบในไวน์เม่า	68
4.7 ปริมาณแอนโธไซยานิน ปริมาณฤทธิ์ต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารต้านอนุมูลอิสระ และสารประกอบฟีนอลในน้ำเม่าและไวน์เม่าหลังยุติการหมักแบบมาโลแลคติก	69
4.8 ค่า % Peak area contribution และคุณลักษณะของสารให้กลิ่นระเหยในไวน์	78
4.9 Relative factor เปรียบเทียบความเข้มของสารให้กลิ่นระเหยระหว่างไวน์ทั้ง 3 ชนิด	83
4.10 ปริมาณของสารให้กลิ่นระเหยในไวน์เม่าเมื่อเทียบกับสารมาตรฐาน	86
4.11 ระดับคะแนนเฉลี่ยแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ไวน์เม่าที่ผ่านการหมักแบบมาโลแลคติก	89
4.12 ร้อยละของคุณลักษณะด้านกลิ่นของไวน์เม่า	89
4.13 ร้อยละของคุณลักษณะด้านรสชาติของไวน์เม่า	90
4.14 ข้อมูลทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถาม	93
4.15 ข้อมูลพฤติกรรมกรรมการบริโภคไวน์	96
4.16 ความสำคัญของปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจเลือกซื้อไวน์	97

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.17 เปรียบเทียบคะแนนทางประสาทสัมผัสของไวน์เม่าและไวน์องุ่นเชิงพาณิชย์แบบ Central location test	98
4.18 การยอมรับและการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคที่มีต่อไวน์เม่าและไวน์องุ่นเชิงพาณิชย์	98
4.19 เปรียบเทียบการยอมรับและการซื้อผลิตภัณฑ์ไวน์เม่าก่อนและหลังจากการรับทราบประโยชน์ของสารต้านอนุมูลอิสระ	99
4.20 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการยอมรับและการตัดสินใจซื้อไวน์เม่าของผู้บริโภคก่อนและหลังทราบข้อมูลการได้รับสารต้านอนุมูลอิสระ โดยใช้เทคนิค McNemar Test	99
4.21 ค่าความเข้ม (Intensity) ของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของไวน์เม่าที่ผ่านการหมักแบบมาโลแลคติก	104
4.22 ค่า Factor loading ของตัวแปรในการจัดกลุ่มตัวแปร (Factor 1-6) ของไวน์เม่าที่หมักด้วยยีสต์สายพันธุ์ Rhöne2323 ร่วมกับแอมโมเนียมฟอสเฟต 300 มิลลิกรัม/ลิตร และผ่านการหมักแบบมาโลแลคติก	107
4.23 ค่า Factor loading ของตัวแปรในการจัดกลุ่มตัวแปร (Factor1-6) ของไวน์เม่าที่หมักด้วยยีสต์สายพันธุ์ Rhöne2323 ร่วมกับแอมโมเนียมฟอสเฟต 500 มิลลิกรัม/ลิตร และผ่านการหมักแบบมาโลแลคติก	108
4.24 ค่า Factor loading ของตัวแปรในการจัดกลุ่มตัวแปร (Factor1-6) ของไวน์เม่าที่หมักด้วยยีสต์สายพันธุ์ GHM ร่วมกับแอมโมเนียมฟอสเฟต 500 มิลลิกรัม/ลิตร และผ่านการหมักแบบมาโลแลคติก	109

## ตารางผนวกที่

1 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมัก เมื่อใช้สายพันธุ์ยีสต์และปริมาณไคแอมโมเนียมฟอสเฟตที่แตกต่างกัน	142
2 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมักแบบมาโลแลคติก เมื่อใช้สายพันธุ์ยีสต์และปริมาณไคแอมโมเนียมฟอสเฟตที่แตกต่างกัน	143
3 แบบรายงานผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในระดับห้องปฏิบัติการ	144
4 แบบรายงานผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer Test)	146

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ตัวอย่างยีสต์เชิงพาณิชย์สำหรับทำไวน์และสุรา	12
2.2 สมการการหมักแบบมาโลแลคติก (Malolactic Fermentation)	16
2.3 วงจรการเจริญเติบโตของแลคติกแอซิดแบคทีเรียในระหว่างการหมักและการบ่มไวน์	17
2.4 แผนผังกระบวนการสังเคราะห์สารประกอบให้กลิ่นรสจากเมตาบอไลต์ของไวน์ยีสต์ จากน้ำตาล กรดอะมิโน และซัลเฟอร์	23
2.5 สูตรโครงสร้างของแอนโทไซยานิน	32
2.6 วิธีการสังเคราะห์แอนโทไซยานิน	34
2.7 สูตรโครงสร้างของ 2, 2 - Diphenyl -1 - picrylhydrazyl (DPPH)	37
2.8 สูตรโครงสร้างของ ABTS ที่อยู่ในรูปไม่ใช่อนุมูลอิสระ (A) และเป็นอนุมูลอิสระ(B)	38
4.1 ลักษณะปรากฏของผลเม่าพันธุ์ฟ้าประทานที่เก็บเกี่ยวในพ.ศ. 2553 เขต อ.ภูพาน จ.สกลนคร	47
4.2 น้ำเม่าสำหรับทำไวน์	47
4.3 ลักษณะปรากฏของกากเม่า	47
4.4 ปริมาณกรดอินทรีย์ในน้ำเม่าและน้ำหมักที่ใช้ในการผลิตไวน์เม่า	49
4.5 ปริมาณน้ำตาลในน้ำเม่าและน้ำหมักที่ใช้ในการผลิตไวน์เม่า	49
4.6 สายพันธุ์ยีสต์และปริมาณแอมโมเนียมฟอสเฟตที่มีผลต่อการสร้างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างการหมักไวน์เม่า	50
4.7 ลักษณะปรากฏของไวน์ตัวอย่างที่ได้จากการศึกษาสายพันธุ์ยีสต์และปริมาณแอมโมเนียมฟอสเฟต	51
4.8 สายพันธุ์ยีสต์และปริมาณแอมโมเนียมฟอสเฟตที่มีผลต่อชนิดและปริมาณของกรดอินทรีย์ในการหมักไวน์เม่า	53
4.9 สายพันธุ์ยีสต์และปริมาณแอมโมเนียมฟอสเฟตที่มีผลต่อชนิดและปริมาณของน้ำตาลในการหมักไวน์เม่า	54
4.10 การหมักน้ำเม่าร่วมกับกากเม่าที่มีผลต่อการสร้างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระหว่างการหมักไวน์เม่า	59
4.11 ลักษณะปรากฏของไวน์เม่าตัวอย่างที่ได้จากการศึกษาการหมักแบบมาโลแลคติก	60
4.12 การหมักแบบมาโลแลคติกที่มีผลต่อชนิดและปริมาณของน้ำตาลในการหมักไวน์เม่า	62
4.13 การหมักแบบมาโลแลคติกที่มีผลต่อชนิดและปริมาณของกรดอินทรีย์ในการหมักไวน์เม่า	63

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.14 ตัวอย่างโครมาโตแกรมที่ได้จากการวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินในน้ำเม่าด้วยวิธี HPLC/MS	66
4.15 กราฟมาตรฐานของ Gallic acid สำหรับปริมาณสารประกอบฟีนอล	71
4.16 กราฟมาตรฐานของ Trolox สำหรับฤทธิ์ต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารต้านอนุมูลอิสระ	72
4.17 ตัวอย่างโครมาโตแกรมที่ได้จากการวิเคราะห์ชนิดสารให้กลิ่นในไวน์เม่าด้วยวิธี GC/MS	87
4.18 ตัวอย่างโครมาโตแกรมที่ได้จากการวิเคราะห์ปริมาณสารให้กลิ่นในไวน์เม่าด้วยวิธี GC/MS	87
4.19 ความถี่ร้อยละของระดับคะแนนคุณลักษณะกลิ่นของไวน์เม่าตัวอย่างที่ใช้ยีสต์สายพันธุ์ Rhône2323 vs. ร่วมกับแอมโมเนียมฟอสเฟต 300, และ 500 มิลลิกรัม/ลิตร, และการใช้ยีสต์สายพันธุ์ GHM ร่วมกับแอมโมเนียมฟอสเฟต 500 มิลลิกรัม/ลิตร	90
4.20 ความถี่ร้อยละของระดับคะแนนคุณลักษณะรสชาติของไวน์เม่าตัวอย่างที่ใช้ยีสต์สายพันธุ์ Rhône2323 vs. ร่วมกับแอมโมเนียมฟอสเฟต 300, และ 500 มิลลิกรัม/ลิตร, และการใช้ยีสต์สายพันธุ์ GHM ร่วมกับแอมโมเนียมฟอสเฟต 500 มิลลิกรัม/ลิตร	91
4.21 การประเมินการยอมรับและการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคที่มีต่อไวน์เม่า แบบ Central location test ณ ศาลาว่าการอำเภอภูพาน จ. สกลนคร ในเทศกาลวันหมากเม่าประจำปี ระหว่าง 2-4 กันยายน 2554	95
4.22 Component plot in Rotate space ของไวน์เม่าที่ผ่านการหมักด้วยยีสต์และแอมโมเนียมฟอสเฟตแตกต่างกัน (a) ยีสต์ Rhône2323 ร่วมกับแอมโมเนียมฟอสเฟต 300 มิลลิกรัม/ลิตร (b) ยีสต์ Rhône2323 ร่วมกับแอมโมเนียมฟอสเฟต 500 มิลลิกรัม/ลิตร (c) ยีสต์ GHM ร่วมกับแอมโมเนียมฟอสเฟต 500 มิลลิกรัม/ลิตร และผ่านการหมักแบบมาโลแลคติก	105
4.23 วงล้อกลิ่นหรือผังลักษณะกลิ่นของไวน์เม่า (Aroma wheel)	106
<b>รูปผนวกที่</b>	
1 เครื่องมือวัดแอลกอฮอล์แบบอิมูลิโอมิเตอร์	149

## คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย

AIS	Peak area of internal standard
AS	Peak area of sample
<sup>0</sup> Brix	Degree Brix
<sup>0</sup> C	Celcius
cm	Centimetre
CO <sub>2</sub>	Carbon dioxide
DAP	Diammonium hydrogenphosphate
g	Gram
VA	Volatile acid (compared with acetic acid)
GC-MS	Gas Chromatography-Mass Spectroscopy
HPLC	High Pressure Liquid Chromotography
L	Litre
D	Day
ml	Millilitre
nm	Nanometre
pH	-Log [H+conc.]
SO <sub>2</sub>	Sulphur dioxide
kg	Kilogram
mg	Milligram