ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณเมทิลแอลกอฮอล์และคุณภาพของไวน์หม่อน *Morus alba* L.

นางสาว ภัทราภรณ์ ศรีสมรรถการ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2542
ISBN 974-333-190-5
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I19396637

FACTORS AFFECTING METHYL ALCOHOL CONTENT AND QUALITY OF MULBERRY *Morus alba* L. WINE

Miss Pattharaporn Srisamatthakarn

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Food Technology
Department of Food Technology
Faculty of Science
Chulalongkorn University
Academic Year 1999

ISBN 974-333-190-5

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณเมทิลแอลกอฮอล์และคุณภาพของไวน์หม่อน *Morus alba* L.
โดย	นางสาวภัทราภรณ์ ศรีสมรรถการ
ภาควิชา	เทคโนโลยีทางอาหาร
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. รมณี สงวนดีกุล
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธีรวัลย์ ชาญฤทธิเสน

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย โพธิ์พิจิตร)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ชัยยุทธ ธัญพิทยากุล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร. รมณี สงวนดีกุล)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธีรวัลย์ ชาญฤทธิเสน)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. วรรณา ตุลยธัญ)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทธิศักดิ์ สุขในศิลป์)

ภัทราภรณ์ ศรีสมรรถการ: ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณเมทิลแอลกอฮอล์และคุณภาพของไวน์หม่อน *Morus alba* L. (FACTORS AFFECTING METHYL ALCOHOL CONTENT AND QUALITY OF MULBERRY *Morus alba* L.WINE) อ.ที่ปรึกษา: อ.ดร.รมณี สงวนดีกุล, อ.ที่ปรึกษาร่วม: ผศ.ธีรวัลย์ ชาญฤทธิเสน; 218 หน้า ISBN 974-333-190-5

ผลหม่อนเป็นผลไม้ที่มีศักยภาพในการทำไวน์ เนื่องจากมีสีแดงเข้มคล้ายไวน์แดง มีกลิ่น รสชาติ และคุณภาพดีเป็นที่ยอมรับในระดับหนึ่ง แต่การวิเคราะห์เบื้องต้นพบว่าไวน์หม่อนมีปริมาณเมทิลแอลกอฮอล์ค่อนข้างสูง (334 mg/L) ปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีผู้ศึกษาเกี่ยวกับสาเหตุ หรือปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการเกิดเมทิลแอลกอฮอล์ในไวน์ผลไม้ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณเมทิลแอลกอฮอล์และคุณภาพของไวน์หม่อน ได้แก่ ปริมาณกรดเริ่มต้น 2 ระดับคือ 0.4 % และ 0.6 % การเติมเพคติเนสเอนไซม์ 2 ขั้นตอนคือ เติมในน้ำหมัก และเติมหลังหมัก และปริมาณเอนไซม์ที่เติม 3 ระดับคือ 110, 130 และ 150 mg/kg โดยใช้ผลหม่อนพันธุ์จีนสุก ผ่านการแช่เย็น มีความชื้น 78.55 % โปรตีน 2.59 % ไขมัน 0.27 % เถ้า 0.86 % เส้นใย 1.39 % คาร์โบไฮเดรท 17.18 % เพคติน 0.46 % ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS) 18 °Brix น้ำตาลรีดิวซ์ 15.32 % ปริมาณกรดทั้งหมด (TA) 0.44 % ค่า pH 5.11 สารฟีนอลิค และแอนโธไซยานิน 2444.20 และ 550.89 mg/L ตามลำดับ มีค่ากิจกรรมของเอนไซม์ pectinesterase และ polygalacturonase 6.0 PMU/ml และ 1.28 PGu/ml ตามลำดับ จากการศึกษาพบว่าปัจจัยหลักคือการปรับกรดเริ่มต้น 0.4 % มีผลให้ไวน์หม่อนมีปริมาณเมทิลแอลกอฮอล์สูงกว่าการปรับกรดเริ่มต้น 0.6 % การเติมเพคติเนสในน้ำหมักมีผลให้ปริมาณเมทิลแอลกอฮอล์สูงกว่าการเติมหลังหมัก และปริมาณเอนไซม์ระดับ 130 mg/kg มีผลให้ปริมาณเมทิลแอลกอฮอล์สูงกว่าปริมาณเอนไซม์ที่ระดับ 110 และ 150 mg/kg และไวน์หม่อนที่ปรับกรดเริ่มต้น 0.4 % เติมเพคติเนสในน้ำหมัก 150 mg/kg มีเมทิลแอลกอฮอล์หลังการบ่มสูงสุด (347.47 mg/L) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) นอกจากนี้ไวน์หม่อนที่ปรับกรดเริ่มต้น 0.6 % มีผลให้สารฟีนอลิค แอนโธไซยานิน เอสเทอร์ ค่า TSS ค่า TA ความใส free SO_2 และ total SO_2 สูงกว่าไวน์หม่อนที่ปรับกรดเริ่มต้น 0.4 % แต่มีอะเซทัลดีไฮด์ และ pH ต่ำกว่า การเติมเอนไซม์ในน้ำหมักมีผลให้สารฟีนอลิค แอนโธไซยานิน กรดระเหย เอสเทอร์ ความใส และ bound SO_2 ของไวน์หม่อนสูงกว่าการเติมหลังหมัก แต่อะเซทัลดีไฮด์ และ free SO_2 ต่ำกว่า ส่วนปริมาณเอนไซม์พบว่าที่ระดับ 150 mg/kg มีผลให้สารฟีนอลิค แอนโธไซยานิน ค่า Hue อะเซทัลดีไฮด์ เอสเทอร์ และความใสสูงกว่าที่ระดับอื่นๆ แต่ปัจจัยด้านปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ไม่มีผลต่อปริมาณแอลกอฮอล์ของไวน์หม่อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$) การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่าไวน์หม่อนที่ปรับกรดเริ่มต้น 0.4 % ได้คะแนนเฉลี่ยด้าน aftertaste และคะแนนรวมสูงกว่าไวน์หม่อนที่ปรับกรดเริ่มต้น 0.6 % แต่ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ($p\geq0.05$) ในคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ และคุณภาพโดยรวม ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ ปริมาณเอนไซม์ และอิทธิพลร่วมของปัจจัยทั้งหมดไม่มีผลต่อคะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสทุกด้าน ไวน์หม่อนที่ได้จัดเป็นไวน์ระดับที่ดีถึงค่อนข้างดีเยี่ยม

ภาควิชา...เทคโนโลยีทางอาหาร..... ลายมือชื่อนิสิต.....ภัทราภรณ์ ศรีสมรรถการ.....

สาขาวิชา...เทคโนโลยีทางอาหาร..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา.....2542..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4072347823 : MAJOR FOOD TECHNOLOGY

KEY WORD METHYL ALCOHOL/ MULBERRY WINE/ PECTINASE ENZYME

PATTHARAPORN SRISAMATTHAKARN: FACTORS AFFECTING METHYL ALCOHOL CONTENT AND QUALITY OF MULBERRY *Morus alba* L. WINE. THESIS ADVISOR: ROMMANEE SANGUANDEEKUL, Ph.D., THESIS COADVISOR: ASSIST. PROF. THIRAWAN CHANRITTISEN. 218 pp. ISBN 974-333-190-5

Mulberry (*Morus alba* L.) is the fruit which has high trend for making fruit wine, due to its deep red color, strong aroma, and good taste. From the preliminary study, it was found that mulberry wine has quite high methyl alcohol (MeOH) content. In Thailand, factors affecting the formation of methyl alcohol during fruit wine making was not yet studied. In this research, the factors of total acidity (TA), as citric acid, in must (0.4 and 0.6 %), content of pectinase enzyme (110, 130, and 150 mg/kg) and step of enzyme addition (in must ;M, and after fermentation; YW) were studied. The frozen mulberry, Chinese variety, was used. The chemical content are as follows: 78.55 % moisture, 2.59 % protein, 0.27 % fat, 0.86 % ash, 1.39 % crude fiber, 17.18 % carbohydrate, 0.46 % pectin, TSS 18 °Brix, 15.32 % reducing sugar, 0.44 % total acidity, pH 5.11, 2444.20 mg/L phenolic compounds (PC), 550.89 mg/L anthocyanin (ACy), 6.0 PMU/ml pectinesterase activity and 1.28 PGu/ml polygalacturonase activity. The results showed that MeOH formation in mulberry wine was influenced by all three main factors. The must of 0.4 % TA affected to the formation of higher MeOH content than that of 0.6 %. Addition of pectinases in M tended to produce higher MeOH content than YW. The content of pectinase adding of 130 mg/kg induced higher MeOH formation in mulberry wine than that of 110 and 150 mg/kg. Furthermore, some physicochemical properties of mulberry wine were influenced by all three main factors, as well. Phenolic compounds, ACy, ester, TSS, TA, free and bound SO_2 and wine clarity were higher in the wine of 0.6 % TA must than that of 0.4 %. The phenolic compounds, ACy, volatile acidity, ester, wine clarity and bound SO_2 in mulberry wine of M were higher than YM. Adding 150 mg/kg of pectinase produced the highest PC, ACy, Hue, acetaldehyde, ester, and clarity of mulberry wine. Alcohol content was not influenced by all main factors *i.e.* total acidity in must, step of enzyme and content of pectinase enzyme. There was no significant difference ($p \geq 0.05$) in the mean scores for sensory evaluation due to all main factors except only the aftertaste was influenced by TA of the must. The wine of 0.4 % TA must got higher mean scores than 0.6 % TA must. However, all mulberry wine treatments were evaluated as very good to extremely good quality.

ภาควิชา...เทคโนโลยีทางอาหาร.....ลายมือชื่อนิสิต.....ศรีสมรรถการ.....

สาขาวิชา...เทคโนโลยีทางอาหาร.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา.....2542.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่ออาจารย์ ดร. รมณี สงวนดีกุล อาจารย์ที่ปรึกษา และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธีรวัลย์ ชาญฤทธิเสน จากงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมในวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาเสียสละเวลาให้คำแนะนำปรึกษาด้านการทำวิจัย ด้านวิชาการตลอดจนความช่วยเหลือในทุกๆด้านตลอดระยะเวลาในการทำงานวิจัย รวมทั้งการตรวจ แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อให้วิทยานิพนธ์นี้สมบูรณ์มากขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ชัยยุทธ ธัญพิทยากุล ในฐานะประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.วรรณา ตุลยธัญ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทธิศักดิ์ สุขในศิลป์ ที่ได้กรุณาสละเวลาเป็นกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์ รวมทั้งได้กรุณาให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่อวิทยานิพนธ์

ขอแสดงความขอบพระคุณต่องานหม่อนไหม และงานปฏิบัติงานกลาง สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง ที่ให้ความอนุเคราะห์ผลหม่อน และอำนวยความสะดวกด้านสถานที่ที่ใช้ในการทำงานวิจัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร ที่ให้ความอนุเคราะห์ และความสะดวกในการใช้สถานที่ อุปกรณ์ เครื่องมือต่างๆ รวมทั้งให้การสนับสนุนด้านสารเคมี และวัสดุวิทยาศาสตร์บางส่วนที่ใช้ในการทำงานวิจัย ตลอดระยะเวลาที่ข้าพเจ้าทำงานวิจัย รวมทั้งสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง ที่อนุญาตให้ข้าพเจ้าลาศึกษาต่อ และให้การสนับสนุนทุนการศึกษากับข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงสำหรับพี่ๆ และเจ้าหน้าที่ที่แสนดีทุกๆท่านในงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง สำหรับคำแนะนำ กำลังใจ และความมีน้ำใจ ตลอดจนความช่วยเหลือในทุกๆด้าน ตลอดระยะเวลาในการทำงานวิจัย

ขอขอบคุณต่อเพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ ที่น่ารักทุกท่าน ในภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำหรับความช่วยเหลือ ข้อปรึกษา เป็นกำลังใจ และความมีน้ำใจต่อข้าพเจ้าตลอดระยะเวลาที่ศึกษา และทำงานวิจัย และเนื่องจากทุนการวิจัยครั้งนี้ในบางส่วน ได้รับมาจากทุนอุดหนุนการวิจัยของบัณฑิตวิทยาลัย จึงขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยมา ณ ที่นี้ด้วย

และสุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงสุดต่อ บิดา-มารดา และพี่ๆ ที่มีพระคุณของข้าพเจ้าที่ให้กำลังใจ และทุนสนับสนุนด้านการศึกษาเป็นอย่างดีมาตลอด

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญตาราง..... ช

สารบัญตารางภาคผนวก..... ฌ

สารบัญรูป..... ฎ

สารบัญรูปภาคผนวก..... ด

บทที่

1. บทนำ..... 1
2. วารสารปริทัศน์..... 3
3. การทดลอง..... 49
4. ผลการทดลอง..... 61
5. วิจารณ์ผลการทดลอง..... 104
6. สรุปผลการทดลอง..... 132

รายการอ้างอิง..... 134

ภาคผนวก..... 145

ภาคผนวก ก..... 146

ภาคผนวก ข..... 169

ภาคผนวก ค..... 172

ภาคผนวก ง..... 216

ประวัติผู้เขียน..... 218

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ปริมาณและมูลค่าภาษีไวน์นำเข้าจากต่างประเทศ ปีพ.ศ.2539-2541	2
2.1 องค์ประกอบต่างๆ ในผลหม่อนโดยคิดจากส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม	5
2.2 ปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบทที่ใช้ในไวน์ก่อนการบรรจุขวด	25
2.3 รายชื่อผู้ผลิตเพคติเนสเอนไซม์ และการใช้งาน	29
2.4 องค์ประกอบต่างๆ ที่พบในไวน์	47
3.1 ทรีตเมนต์ที่ได้จากการแปรปริมาณกรดเริ่มต้น (ในรูปกรดซิตริก) ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ที่เติม	55
4.1 องค์ประกอบทางเคมีต่างๆ ของผลหม่อน	61
4.2 ค่ากิจกรรมของเอนไซม์ PE และ PG ในผลหม่อน	62
4.3 ค่ากิจกรรมของเอนไซม์ PE และ PG ในเพคติเนสเอนไซม์	62
4.4 องค์ประกอบต่างๆ และสมบัติทางกายภาพของน้ำหมัก	63
4.5 คะแนนเฉลี่ยของคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไวน์หม่อนที่เป็นผลจากอิทธิพลของปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ ปริมาณเอนไซม์ และการบ่ม	102
4.6 คะแนนเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไวน์หม่อนที่เป็นผลจากอิทธิพลร่วมของปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์	103

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่	หน้า
ก.1 Shaffer-Somogyi dextrose (glucose)-thiosulfate equivalent	154
ก.2 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมดในไวน์บางชนิด	156
ก.3 ปริมาณเมทิลแอลกอฮอล์ในไวน์แดงที่นำเข้าจากต่างประเทศในปี พ.ศ. 2529	162
ก.4 ปริมาณอะเซทัลดีไฮด์ที่พบในไวน์ (table wine) ประเทศต่างๆ	164
ก.5 ค่า Hue ของไวน์หม่อนที่ผ่านการบ่มนานประมาณ 6 เดือน วัดค่าสีโดยใช้ spectrophotometer ที่ 520 และ 420 นาโนเมตร และเครื่องวัดสี Minolta	165
ข.1 แบบใบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส	169
ค.1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (total soluble solid) ในระหว่างการหมักไวน์หม่อน	172
ค.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลกอฮอล์ ในระหว่างการหมักไวน์หม่อน	173
ค.3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปกรดซิตริก) ในระหว่างการหมักไวน์หม่อน	173
ค.4 การเปลี่ยนแปลงค่า pH ในระหว่างการหมักไวน์หม่อน	174
ค.5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเมทิลแอลกอฮอล์ ในระหว่างการหมักและบ่มไวน์หม่อน	174
ค.6 อิทธิพลของปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ ปริมาณเอนไซม์ และการบ่มที่มีต่อปริมาณเมทิลแอลกอฮอล์	175
ค.7 อิทธิพลร่วมของปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ ที่มีต่อปริมาณเมทิลแอลกอฮอล์ของไวน์หม่อน	176
ค.8 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลิคในระหว่างการหมักและบ่มไวน์หม่อน	177
ค.9 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอนโธไซยานินในระหว่างการหมักและบ่มไวน์หม่อน	177
ค.10 การเปลี่ยนแปลงค่าสี (Hue)ในระหว่างการหมักและบ่มไวน์หม่อน	178
ค.11 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดระเหยในระหว่างการหมักและบ่มไวน์หม่อน	178
ค.12 การเปลี่ยนแปลงปริมาณอะเซทัลดีไฮด์ในระหว่างการหมักและบ่มไวน์หม่อน	179
ค.13 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเอสเทอร์ในระหว่างการหมักและบ่มไวน์หม่อน	179
ค.14 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลกอฮอล์ในระหว่างการหมักและบ่มไวน์หม่อน	180
ค.15 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในระหว่างการหมักและบ่มไวน์หม่อน	180
ค.16 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในระหว่างการหมักและบ่มไวน์หม่อน	181
ค.17 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดในระหว่างการหมักและบ่มไวน์หม่อน	181
ค.18 การเปลี่ยนแปลงค่า pH ในระหว่างการหมักและบ่มไวน์หม่อน	182
ค.19 การเปลี่ยนแปลงค่าความใสในระหว่างการหมักและบ่มไวน์หม่อน	182

ตารางภาคผนวกที่ หน้า

ค.20 การเปลี่ยนแปลงปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระในระหว่างการบ่ม ไวน์หม่อน 183
ค.21 การเปลี่ยนแปลงปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ถูกตรึงในระหว่างการบ่ม ไวน์หม่อน 183
ค.22 การเปลี่ยนแปลงปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมดในระหว่างการบ่ม ไวน์หม่อน 184
ค.23 อิทธิพลของปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ ปริมาณเอนไซม์ และการบ่มที่มีต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิค แอนโธไซยานินและค่าสี (Hue) ของไวน์หม่อน 185
ค.24 อิทธิพลของปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ ปริมาณเอนไซม์ และการบ่มที่มีต่อปริมาณกรดระเหย อะเซทัลดีไฮด์ และเอสเทอร์ (ในรูปเอทิลอะซีเตท) ของไวน์หม่อน 186
ค.25 อิทธิพลของปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ ปริมาณเอนไซม์ และการบ่มที่มีต่อปริมาณแอลกอฮอล์ น้ำตาลรีดิวซ์ และของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของไวน์หม่อน 187
ค.26 อิทธิพลของปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ ปริมาณเอนไซม์ และการบ่มที่มีต่อปริมาณกรดทั้งหมด ค่า pH และความใส (% Transmittance) ของไวน์หม่อน 188
ค.27 อิทธิพลของปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ที่มีต่อปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ถูกตรึง และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมดในไวน์หม่อน 189
ค.28 อิทธิพลร่วมของปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ที่มีต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิค แอนโธไซยานิน และค่าสีของไวน์หม่อน 190
ค.29 อิทธิพลร่วมของปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ที่มีต่อปริมาณอะเซทัลดีไฮด์ เอสเทอร์ และกรดระเหยของไวน์หม่อน 191
ค.30 อิทธิพลร่วมของปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ที่มีต่อปริมาณแอลกอฮอล์ น้ำตาลรีดิวซ์ และของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของไวน์หม่อน 192
ค.31 อิทธิพลร่วมของปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ที่มีต่อปริมาณกรดทั้งหมด ค่า pH และความใสของไวน์หม่อน 193

ตารางภาคผนวกที่ หน้า

ค.32 อิทธิพลร่วมของปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ที่มีต่อปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ถูกตรึง และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมดของไวน์หม่อน 194
ค.33 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณเมทิลแอลกอฮอล์ของไวน์หม่อน 195
ค.34 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณสารประกอบฟีนอลิคของไวน์หม่อน 196
ค.35 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณแอนโธไซยานินของไวน์หม่อน 197
ค.36 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าสี (Hue) ของไวน์หม่อน 198
ค.37 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณกรดระเหยของไวน์หม่อน 199
ค.38 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณอะเซทัลดีไฮด์ของไวน์หม่อน 200
ค.39 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณเอสเทอร์ของไวน์หม่อน 201
ค.40 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณแอลกอฮอล์ของไวน์หม่อน 202
ค.41 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของไวน์หม่อน 203
ค.42 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของไวน์หม่อน 204
ค.43 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณกรดทั้งหมดของไวน์หม่อน 205
ค.44 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่า pH ของไวน์หม่อน 206
ค.45 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของค่าความใส (% Transmittance) ของไวน์หม่อน 207
ค.46 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระของไวน์หม่อน 208
ค.47 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ถูกตรึงของไวน์หม่อน 208
ค.48 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมดของไวน์หม่อน 209
ค.49 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของคะแนนด้านลักษณะปรากฏของไวน์หม่อน 210
ค.50 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของคะแนนด้านกลิ่นของไวน์หม่อน 211
ค.51 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของคะแนนด้านรสชาติของไวน์หม่อน 212
ค.52 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของคะแนนด้าน aftertaste ของไวน์หม่อน 213
ค.53 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของคะแนนด้านคุณภาพโดยรวม (overall) ของไวน์หม่อน 214
ค.54 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของคะแนนรวมคุณภาพทั้งหมด (total) ของไวน์หม่อน 215

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 กระบวนการทำไวน์ผลไม้	26
2.2 โครงสร้างเพคตินและการเข้าทำปฏิกิริยาของเพคติเนสเอนไซม์	27
2.3 การเปลี่ยนแปลงของสารประกอบเพคตินโดยเพคติเนสเอนไซม์	28
2.4 การเข้าทำปฏิกิริยาของเพคตินเอสเทอเรสเอนไซม์	32
2.5 การสร้างกลีเซอรอลจากการ reduction ของ dihydroxyacetone phosphate	33
2.6 โครงสร้างของฟลาวิลเลี่ยมแคทไอออน	37
2.7 โครงสร้างแอนโธไซยานิดินส์ และแอนโธไซยานินส์	37
2.8 แอนโธไซยานิดินที่พบโดยทั่วไป	38
2.9 สูตรโครงสร้างของกรดแกลลิก	39
2.10 สูตรโครงสร้างของ condensed tannin	40
3.1-1 กระบวนการทำไวน์หม่อนที่เติมเพคติเนสเอนไซม์ในน้ำหมัก	59
3.1-2 กระบวนการทำไวน์หม่อนที่เติมเพคติเนสเอนไซม์หลังหมัก	60
4.1 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณของของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในระหว่างการหมักไวน์หม่อนที่ปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ต่างกัน	65
4.2 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแอลกอฮอล์ในระหว่างการหมักไวน์หม่อนที่ปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ต่างกัน	66
4.3 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรด (ในรูปกรดซิตริก) ในระหว่างการหมักไวน์หม่อนที่ปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ต่างกัน	67
4.4 การเปลี่ยนแปลงของค่า pH ในระหว่างการหมักไวน์หม่อนที่ปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ต่างกัน	68
4.5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเมทิลแอลกอฮอล์ที่เกิดขึ้นที่ระยะเวลาต่างๆเนื่องจากอิทธิพลร่วมระหว่างปริมาณกรดเริ่มต้นของน้ำหมัก ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ต่างกัน	69
4.6 อิทธิพลของปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ ปริมาณเอนไซม์ที่เติม และการบ่มที่มีต่อปริมาณเมทิลแอลกอฮอล์ของไวน์หม่อน	71
4.7 อิทธิพลร่วมของปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ที่เติมที่มีต่อปริมาณเมทิลแอลกอฮอล์ของไวน์หม่อน	72
4.8 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารประกอบฟีนอลิคที่ระยะเวลาต่างๆ เนื่องจากอิทธิพลร่วมระหว่างปริมาณกรดเริ่มต้นของน้ำหมัก ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ต่างกัน	73

รูปที่ หน้า

4.9 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอนโธไซยานินที่เกิดขึ้นที่ระยะเวลาต่างๆ เนื่องจากอิทธิพลร่วมระหว่างปริมาณกรดเริ่มต้นของน้ำหมัก ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ต่างกัน 74

4.10 การเปลี่ยนแปลงค่าสี (Hue) ที่ระยะเวลาต่างๆ เนื่องจากอิทธิพลร่วมระหว่างปริมาณกรดเริ่มต้นของน้ำหมัก ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ต่างกัน 74

4.11 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดระเหยที่เกิดขึ้นที่ระยะเวลาต่างๆ เนื่องจากอิทธิพลร่วมระหว่างปริมาณกรดเริ่มต้นของน้ำหมัก ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ต่างกัน 75

4.12 การเปลี่ยนแปลงปริมาณอะเซทัลดีไฮด์ที่เกิดขึ้นที่ระยะเวลาต่างๆเนื่องจากอิทธิพลร่วมระหว่างปริมาณกรดเริ่มต้นของน้ำหมัก ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ต่างกัน 76

4.13 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเอสเทอร์ที่เกิดขึ้นที่ระยะเวลาต่างๆเนื่องจากอิทธิพลร่วมระหว่างปริมาณกรดเริ่มต้นของน้ำหมัก ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ต่างกัน 77

4.14 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอลกอฮอล์ที่ระยะเวลาต่างๆเนื่องจากอิทธิพลร่วมระหว่างปริมาณกรดเริ่มต้นของน้ำหมัก ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ต่างกัน 78

4.15 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่ระยะเวลาต่างๆ เนื่องจากอิทธิพลร่วมระหว่างปริมาณกรดเริ่มต้นของน้ำหมัก ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ต่างกัน 79

4.16 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดที่ระยะเวลาต่างๆ เนื่องจากอิทธิพลร่วมระหว่างปริมาณกรดเริ่มต้นของน้ำหมัก ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ต่างกัน 80

4.17 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรด (ในรูปกรดซิตริก) ที่ระยะเวลาต่างๆ เนื่องจากอิทธิพลร่วมระหว่างปริมาณกรดเริ่มต้นของน้ำหมัก ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ต่างกัน 80

4.18 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช (pH) ที่ระยะเวลาต่างๆ เนื่องจากอิทธิพลร่วมระหว่างปริมาณกรดเริ่มต้นของน้ำหมัก ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ต่างกัน 81

4.19 การเปลี่ยนแปลงค่าความใส (% Transmittance) ที่ระยะเวลาต่างๆ เนื่องจากอิทธิพลร่วมระหว่างปริมาณกรดเริ่มต้นของน้ำหมัก ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ต่างกัน 81

รูปที่ หน้า

4.20 การเปลี่ยนแปลงปริมาณ free SO_2 ที่ระยะเวลาต่างๆ เนื่องจากอิทธิพลร่วมระหว่างปริมาณกรดเริ่มต้นของน้ำหมัก ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ต่างกัน 82

4.21 การเปลี่ยนแปลงปริมาณ bound SO_2 ที่ระยะเวลาต่างๆ เนื่องจากอิทธิพลร่วมระหว่างปริมาณกรดเริ่มต้นของน้ำหมัก ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ต่างกัน 82

4.22 การเปลี่ยนแปลงปริมาณ total SO_2 ที่ระยะเวลาต่างๆ เนื่องจากอิทธิพลร่วมระหว่างปริมาณกรดเริ่มต้นของน้ำหมัก ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ต่างกัน 83

4.23 อิทธิพลของปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ ปริมาณเอนไซม์ที่เติม และการบ่มที่มีต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิค (ในรูปกรดแกลลิค) ของไวน์หม่อน 84

4.24 อิทธิพลของปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ ปริมาณเอนไซม์ที่เติม และการบ่มที่มีต่อปริมาณแอนโธไซยานินของไวน์หม่อน 85

4.25 อิทธิพลของปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ ปริมาณเอนไซม์ที่เติม และการบ่มที่มีต่อค่าสี (Hue) ของไวน์หม่อน 85

4.26 อิทธิพลของปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ ปริมาณเอนไซม์ที่เติม และการบ่มที่มีต่อปริมาณกรดระเหย (ในรูปของกรดอะซีติก) ของไวน์หม่อน 86

4.27 อิทธิพลของปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ ปริมาณเอนไซม์ที่เติม และการบ่มที่มีต่อปริมาณอะเซทัลดีไฮด์ของไวน์หม่อน 86

4.28 อิทธิพลของปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ ปริมาณเอนไซม์ที่เติม และการบ่มที่มีต่อปริมาณเอสเทอร์ (ในรูปของเอทิลอะซีเตท) ของไวน์หม่อน 87

4.29 อิทธิพลของปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ ปริมาณเอนไซม์ที่เติม และการบ่มที่มีต่อปริมาณแอลกอฮอล์ของไวน์หม่อน 87

4.30 อิทธิพลของปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ ปริมาณเอนไซม์ที่เติม และการบ่มที่มีต่อปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (ในรูปกลูโคส) ของไวน์หม่อน 88

4.31 อิทธิพลของปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ ปริมาณเอนไซม์ที่เติม และการบ่มที่มีต่อปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ($^{\circ}$ Brix) ของไวน์หม่อน 88

4.32 อิทธิพลของปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ ปริมาณเอนไซม์ที่เติม และการบ่มที่มีต่อปริมาณกรด (ในรูปกรดซิตริก) ของไวน์หม่อน 89

4.33 อิทธิพลของปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ ปริมาณเอนไซม์ที่เติม และการบ่มที่มีต่อค่าพีเอช (pH) ของไวน์หม่อน 89

รูปที่ หน้า

4.34 อิทธิพลของปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ ปริมาณเอนไซม์ที่เติม และการบ่มที่มีต่อความใส (% Transmittance) ของไวน์หม่อน 90
4.35 อิทธิพลของปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ที่เติมต่อปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์อิสระของไวน์หม่อน 91
4.36 อิทธิพลของปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ที่เติมต่อปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ถูกตรึงของไวน์หม่อน 92
4.37 อิทธิพลของปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ที่เติมต่อปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมดของไวน์หม่อน 92
4.38 อิทธิพลร่วมของปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ที่เติมต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิค (ในรูปกรดแกลลิค) ของไวน์หม่อน 93
4.39 อิทธิพลร่วมของปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ที่เติมต่อปริมาณแอนโธไซยานินของไวน์หม่อน 94
4.40 อิทธิพลร่วมของปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ที่เติมต่อค่าสี (Hue) ของไวน์หม่อน 94
4.41 อิทธิพลร่วมของปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ที่เติมต่อปริมาณกรดระเหย (ในรูปของกรดอะซีติก) ของไวน์หม่อน 95
4.42 อิทธิพลร่วมของปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ที่เติมต่อปริมาณอะเซทัลดีไฮด์ของไวน์หม่อน 95
4.43 อิทธิพลร่วมของปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ที่เติมต่อปริมาณเอสเทอร์ (ในรูปของเอทิลอะซีเตท) ของไวน์หม่อน 96
4.44 อิทธิพลร่วมของปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ที่เติมต่อปริมาณแอลกอฮอล์ ของไวน์หม่อน 96
4.45 อิทธิพลร่วมของปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ที่เติมต่อปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (ในรูปของกลูโคส) ของไวน์หม่อน 97
4.46 อิทธิพลร่วมของปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ที่เติมต่อปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (° Brix) ของไวน์หม่อน 97
4.47 อิทธิพลร่วมของปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ที่เติมต่อปริมาณกรด (ในรูปกรดซิตริก) ของไวน์หม่อน 98
4.48 อิทธิพลร่วมของปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ที่เติมต่อค่าพีเอช (pH) ของไวน์หม่อน 98

รูปที่ หน้า
4.49 อิทธิพลร่วมของปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ที่เติมต่อความใส (% Transmittance) ของไวน์หม่อน 99
4.50 อิทธิพลร่วมของปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ที่เติมต่อปริมาณซัลเฟอร์ไดออกอิสระของไวน์หม่อน 100
4.51 อิทธิพลร่วมของปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ที่เติมต่อปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ถูกตรึงของไวน์หม่อน 101
4.52 อิทธิพลร่วมของปริมาณกรดเริ่มต้น ขั้นตอนการเติมเพคติเนสเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ที่เติมต่อปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมดของไวน์หม่อน 101

สารบัญภาพภาคผนวก

รูปภาคผนวกที่	หน้า
ก.1 กราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ $Na_2S_2O_3$ กับปริมาณกลูโคส	155
ก.2 กราฟมาตรฐานความสัมพันธ์ระหว่างค่า absorbance กับปริมาณสารประกอบฟีนอลิค	157
ก.3 กราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารละลายมาตรฐาน $Na_2S_2O_3$ กับ reducing power ที่เกิดขึ้นจาก galacturonic acid ที่ความเข้มข้นต่างกัน	160
ก.4 กราฟมาตรฐานความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ใต้กราฟ (peak) กับปริมาณเมทิลแอลกอฮอล์	161
ก.5 โครมาโตแกรมของเมทิลแอลกอฮอล์ที่ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้ Gas Chromatography	161
ก.6 เครื่อง aspirator สำหรับวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์	168
ง.1 ต้นหม่อนพันธุ์จีนที่ใช้ในงานวิจัย	216
ง.2 ผลหม่อนพันธุ์จีนที่ใช้ในงานวิจัย	216
ง.3 ไวน์หม่อนในทรีตเมนต์ต่างๆ ที่ได้จากงานวิจัย	217