

ปัจจัยที่มีผลในการหมักและการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีระหว่างการบ่มไวน์หม่อน

นางสาว ศิริพร แก้วแดง



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2540

ISBN 974-638-962-9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**FACTORS AFFECTING FERMENTATION AND CHEMICAL CHANGE ON  
MELLOWING MULBERRY *Morus alba* WINE**



**Miss Siriporn Kaewdang**

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science in Food Technology**

**Department of Food Technology**

**Graduate School**

**Chulalongkorn University**


**Academic Year 1997**

**ISBN 974-638-962-9**


หัวข้อวิทยานิพนธ์      ปัจจัยที่มีผลในการหมักและการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมี  
ระหว่างการบ่มไวน์หม่อน  
โดย                              นางสาวศิริพร แก้วแดง  
ภาควิชา                        เทคโนโลยีทางอาหาร  
อาจารย์ที่ปรึกษา            อาจารย์ ดร. รมณี สงวนศิริกุล


---

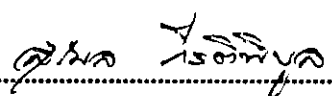
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของ  
การศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต


  
.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
( ศาสตราจารย์ นายแพทย์ สุภวัฒน์ ชูติวงศ์ )

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทธิศักดิ์ สุขในศิลป์ )

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
( อาจารย์ ดร. รมณี สงวนศิริกุล )

  
..... กรรมการ  
( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุวิมล กิริติพิบูล )

  
..... กรรมการ  
( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุเมธ ตันตระเชิธร )

ศิริพร แก้วแดง : ปัจจัยที่มีผลในการหมักและการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีระหว่างการบ่มไวน์หม่อน  
(FACTORS AFFECTING FERMENTATION AND CHEMICAL CHANGE ON MELLOWING  
MULBERRY *Morus alba* WINE ) อ.ที่ปรึกษา : อ.ดร. รณฉัตร สงวนดีกุล, 136 หน้า. ISBN 974-638-929-9.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่นำผลหม่อนมาผลิตเป็นไวน์ โดยศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลในการหมักไวน์หม่อน และศึกษาการเปลี่ยนแปลงของไวน์หม่อนระหว่างการบ่ม ขึ้นแรกได้ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบ คือผลหม่อน สีแดงซึ่งเป็นผลที่เริ่มสุกอายุประมาณ 50 วัน มีความชื้น 88.56% โปรตีน 2.24% ไขมัน 1.17% เส้นใย 6.93% เถ้า 0.16% และผลสีม่วงซึ่งสุกจัดอายุประมาณ 60 วัน มีความชื้น 90.01% โปรตีน 1.38% ไขมัน 1.07% เส้นใย 6.76% เถ้า 0.11% กรดอินทรีย์หลักในผลหม่อนคือ กรดซิตริก และรงควัตถุที่พบในผลหม่อนคือแอนโทไซยานิน ชนิด cyanidin 3-glucoside จากนั้นได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลในการหมักไวน์หม่อนโดยศึกษาเชื้อยีสต์ 2 สายพันธุ์เปรียบเทียบกับคือ *Saccharomyces cerevisiae* สายพันธุ์ Montrachet และ Burgundy ปัจจัยแรกที่ศึกษาคือปริมาณไดออกไซด์ของกำมะถันที่เติมลงในไวน์หม่อนเพื่อป้องกันการเกิดออกซิเดชัน โดยแปรปริมาณเป็น 6 ระดับคือ 0.00, 0.01, 0.03, 0.05, 0.07 และ 0.09% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร จากประสิทธิภาพการหมักพบว่าปริมาณไดออกไซด์ของกำมะถันที่เติมในไวน์หม่อนที่เหมาะสมคือเชื้อยีสต์ทั้ง 2 สายพันธุ์คือ 0.03% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร จากนั้นศึกษาระดับ pH เริ่มต้นของน้ำหมักที่เหมาะสมต่อการหมักไวน์หม่อน แปรระดับที่ศึกษา 4 ระดับ คือ pH 3.0 3.5 4.0 และ 4.3 พบว่าที่ pH 3.0 3.5 และ 4.0 ให้ประสิทธิภาพการหมักที่ดี ดังนั้นในการหมักไวน์หม่อนขึ้นต่อไปเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการบ่มจึงเลือกใช้ปริมาณไดออกไซด์ของกำมะถันที่เติมในไวน์หม่อน 0.03% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร และ pH ของน้ำหมักในช่วง 3.5 - 4.0 เมื่อการหมักสิ้นสุดลงไวน์ที่ไดจะถ่ายใส่ขวดแก้วใบใหม่และเก็บบ่มในตู้เย็นอุณหภูมิ  $15 \pm 1$  องศาเซลเซียส ระหว่างการบ่มติดตามผลโดยการวิเคราะห์ปริมาณสารที่มีความสำคัญทางประสาทสัมผัสของไวน์ และการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ พบว่าเมื่อบ่มไวน์หม่อนนาน 8 สัปดาห์ ไวน์หม่อนที่หมักโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet มีปริมาณกรดทั้งหมด 0.65 g/100ml กรดอะซิติก 0.06 g/100ml กรดไมระเทอ 0.59 g/100ml เอธิลอะซิเตท 378.4 mg/L อะเซทาลดีไฮด์ 95.3 mg/L กลีเซอรอล 0.69 g/100ml ฟีนอล 95 mg/L ค่า  $L^*$  22.65  $a^*$  +59.37  $b^*$  +37.13 และไวน์หม่อนที่หมักโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy มีปริมาณกรดทั้งหมด 0.65 g/100ml กรดอะซิติก 0.05 g/100ml กรดไมระเทอ 0.60 g/100ml เอธิลอะซิเตท 292.6 mg/L อะเซทาลดีไฮด์ 135.4 mg/L กลีเซอรอล 0.54 g/100ml ฟีนอล 94 mg/L ค่า  $L^*$  21.08  $a^*$  +59.07  $b^*$  +34.87 และการประเมินทางประสาทสัมผัสไวน์หม่อนที่หมักด้วยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านความใส สี กลิ่น และบอดี้สูงกว่าไวน์หม่อนที่หมักด้วยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p > 0.05$ ) ส่วนค่านรส และคะแนนรวม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

# MC727324 : MAJOR FOOD TECHNOLOGY

KEY WORD MULBERRY WINE / WINE / *Morus alba* / MULBERRY / FERMENTATION / MELLOWING

SIRIPORN KAEWDANG : FACTORS AFFECTING FERMENTATION AND CHEMICAL CHANGE ON MELLOWING

MULBERRY *Morus alba* WINE. THESIS ADVISOR : ROMANEE SANGUANDEEKUL, Ph.D., 136 pp.,

ISBN 974-638-929-9.

This research aims to the use of mulberry *Morus alba* to produce red wine. Factors that affect mellowing and the changes in and during fermentation process were studied. Red mulberry (50 days from flowering) contained 88.56% moisture, 2.24% fat, 6.39% fiber and 0.11% ash. Purple mulberry (60 days from flowering) contained 90.01% moisture, 1.38% protein, 1.07% fat, 6.67% fiber and 0.11% ash. The principle organic acid found in mulberry (*Morus alba*) was citric acid while anthocyanin (cyanidin 3-glucoside) was the pigment found. Two strains of yeasts, *Saccharomyces cerevisiae* var. Montrachet and Burgundy were used to ferment wine. Diammonium hydrogen phosphate (DAP) was used as nitrogen source for yeast. The level of DAP was varied at 0.00, 0.01, 0.03, 0.05, 0.07 and 0.09% weight by volume (w/v) and 0.03% (w/v) of DAP was found to be the most appropriate level for both strains. Fermentation was studied by adjusting the initial pH of the must to 3.0, 3.5, 4.0 and 4.4. The effective fermentation were found at pH 3.0, 3.5 and 4.0 for both strains. Then further studies were set at initial pH 3.5-4.0 and 0.03% w/v of DAP for fermentation. After fermentation complete, wine was racked into new glass bottles and mellowing in the refrigerator at  $15 \pm 1$  °C. After 8 weeks, the analysis of mellowed wine from Montrachet strain shown 0.65 g/100ml total acids, 0.06 g/100ml volatile acids, 0.59 g/100ml non-volatile acids, 378.5 mg/L ethyl acetate, 95.3 mg/L acetaldehyde, 0.69 g/100ml glycerol, 95 mg/L phenol, L\*value = 22.65, a\*value = +59.37 and b\*value = +37.13. While mellowed wine from Burgundy strain contained 0.65 g/100ml total acids, 0.05 g/100ml volatile acids, 0.60 g/100ml non-volatile acids, 292.6 mg/L ethyl acetate, 135.4 mg/L acetaldehyde, 0.54 g/100ml glycerol, 94 mg/L phenol, L\*value = 21.08, a\*value = +59.07 and b\*value = +34.87. The sensory evaluation found that mulberry (*Morus alba*) wine from Montrachet strain was well accepted from panelist in term of clearness, color, flavors and bodies over the one from Burgundy strain but with no significant different ( $p > 0.05$ ). There were significant different ( $p \leq 0.05$ ) only in term of taste and total score.

ภาควิชา.....เทคโนโลยีทางอาหาร.....

สาขาวิชา.....เทคโนโลยีทางอาหาร.....

ปีการศึกษา.....2540.....

ลายมือชื่อนิสิต.....*ศิริพร แก้วแดง*.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....*Prof. Romanee Sanguandee Kul*.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....



## กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงต่ออาจารย์ ดร.รมณี สงวนดีกุล อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำปรึกษาด้านวิชาการและความช่วยเหลือทุกๆด้านตลอดระยะเวลาที่ทำงานวิจัย รวมทั้งการตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อให้วิทยานิพนธ์นี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอแสดงความขอบพระคุณต่อคุณวิโรจน์ แก้วเรืองที่เป็นผู้ประสานงาน ในการติดต่อขอรับวัตถุดิบ จากสถานีวิจัยหม่อนไหมต่างๆ ที่ให้ความอนุเคราะห์ผลหม่อนเพื่อใช้ในงานวิจัย และขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่าน จากสถานีวิจัยหม่อนไหมจังหวัดเชียงใหม่ สกนนคร อุดรดิตถ์ แพร์ อุดรธานี และสถาบันวิจัยหม่อนไหมกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ที่อำนวยความสะดวกด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทธิศักดิ์ สุขในศิลป์ ในฐานะประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุวิมล กิรดิพิบูล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุเมธ ดันตระเชียร ที่ได้กรุณาใช้เวลาเป็นกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์ รวมทั้งได้กรุณาให้ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์

ขอขอบคุณอย่างสูงสำหรับเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆที่นํารักทุกคน ในภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย รวมทั้งเพื่อนๆที่แสนดีทุกคน สำหรับความช่วยเหลือ คำแนะนำ ข้อปรึกษา เป็นกำลังใจ และได้แสดงความมีน้ำใจต่อข้าพเจ้าตลอดระยะเวลาที่ศึกษา และทำงานวิจัย

ขอขอบคุณต่อเจ้าหน้าที่ทุกคน ในภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ตลอดเวลาและให้ความช่วยเหลือทุกด้าน ตลอดระยะเวลาที่ข้าพเจ้าทำงานวิจัย

ขอขอบคุณ บัณฑิตวิทยาลัย ที่ให้การสนับสนุนด้านเงินทุนในการทำวิจัยบางส่วน และสุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงต่อ คุณพ่อและคุณแม่ ที่ให้กำลังใจ และให้ทุนสนับสนุนด้านการศึกษาอย่างค้ำคูณตลอด

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 องค์ประกอบต่างๆในผลหม่อนโดยคิดจากส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม.....	4
2.2 ระดับคะแนนสำหรับลักษณะต่างๆ ของไวน์.....	17
4.1 องค์ประกอบทางเคมี-กายภาพของผลหม่อน .....	29
4.2 ผลการวิเคราะห์กรดอินทรีย์หลักที่มีในผลหม่อน โดยวิธี HPLC.....	30
4.3 ผลการวิเคราะห์ชนิดของรงควัตถุในผลหม่อน โดยวิธี HPLC .....	31
4.4 ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายได้กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อนโดย เชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy เมื่อเติมโคแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟตระดับ ต่างกัน .....	34
4.5 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อนโดย เชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy เมื่อเติมโคแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟตระดับ ต่างกัน .....	35
4.6 ค่าเฉลี่ยปริมาณแอลกอฮอล์กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อนโดย เชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy เมื่อเติมโคแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟตระดับ ต่างกัน .....	37
4.7 ค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมัก ไวน์หม่อนเมื่อแปรปริมาณโคแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟตระดับต่างกัน.....	37
4.8 ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายได้กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อนโดย เชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet เมื่อเติมโคแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟตระดับ ต่างกัน .....	39
4.9 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อนโดย เชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet เมื่อเติมโคแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟตระดับ ต่างกัน .....	40
4.10 ค่าเฉลี่ยปริมาณแอลกอฮอล์กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อนโดย เชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet เมื่อเติมโคแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟตระดับ ต่างกัน .....	42

4.11	ค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อนเมื่อแปรปริมาณ ไคแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟตระดับต่างกัน.....	42
4.12	ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อนโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy เมื่อปรับ pH ของน้ำหมักเริ่มต้นต่างกัน.....	47
4.13	ค่าเฉลี่ยปริมาณแอลกอฮอล์กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อนโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy เมื่อปรับ pH ของน้ำหมักเริ่มต้นต่างกัน.....	47
4.14	ค่าเฉลี่ย pH กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อน โดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy เมื่อปรับ pH ของน้ำหมักเริ่มต้นต่างกัน.....	49
4.15	ค่าเฉลี่ยปริมาณความเป็นกรดกับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อนโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet เมื่อปรับ pH ของน้ำหมักเริ่มต้นต่างกัน.....	49
4.16	ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อนโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet เมื่อปรับ pH ของน้ำหมักเริ่มต้นต่างกัน.....	51
4.17	ค่าเฉลี่ยปริมาณแอลกอฮอล์กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อนโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet เมื่อปรับ pH ของน้ำหมักเริ่มต้นต่างกัน.....	51
4.18	ค่าเฉลี่ย pH กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อน โดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet เมื่อปรับ pH ของน้ำหมักเริ่มต้นต่างกัน.....	53
4.19	ค่าเฉลี่ยปริมาณความเป็นกรดกับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อนโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy เมื่อปรับ pH ของน้ำหมักเริ่มต้นต่างกัน.....	53
4.20	ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณแอลกอฮอล์ pH และความเป็นกรด กับระยะเวลาในการหมักไวน์หม่อนที่หมักด้วยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy เมื่อมีการเติมไคแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต 0.03% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร และไม่ปรับ pH ของน้ำหม่อนก่อนการหมัก.....	58
4.21	ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณแอลกอฮอล์ pH และความเป็นกรด กับระยะเวลาในการหมักไวน์หม่อนที่หมักด้วยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet เมื่อมีการเติมไคแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต 0.03% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร และไม่ปรับ pH ของน้ำหม่อนก่อนการหมัก.....	58
4.22	องค์ประกอบทางเคมีของไวน์หม่อนที่หมักโดยเชื้อยีสต์ต่างสายพันธุ์เมื่อเวลาต่างๆ.....	65



ตารางที่	หน้า
4.23 ค่าเฉลี่ยค่า $L^*$ , $a^*$ และ $b^*$ ของไวน์หม่อน ซึ่งหมักโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy ที่เวลาต่างๆ.....	68
4.24 ค่าเฉลี่ยค่า $L^*$ , $a^*$ และ $b^*$ ของไวน์หม่อน ซึ่งหมักโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet ที่เวลาต่างๆ.....	68
4.25 ค่าเฉลี่ยปริมาณกรดระเหย กรดไม่ระเหย อะเซทาลดีไฮด์ เอทิลอะซิเตท กลีเซอรอล และฟีนอล ของไวน์หม่อนที่หมักโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy เมื่อเวลาต่างๆ.....	69
4.26 ค่าเฉลี่ยปริมาณกรดระเหย กรดไม่ระเหย อะเซทาลดีไฮด์ เอทิลอะซิเตท กลีเซอรอล และฟีนอล ของไวน์หม่อนที่หมักโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet เมื่อเวลาต่างๆ.....	70
4.27 คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสของไวน์หม่อน เมื่อหมักโดยเชื้อยีสต์ต่างสายพันธุ์.....	72

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางที่	หน้า
ก.1 ค่า Rf ของสารแอนโทไซยานินชนิดต่างๆ.....	119
ก.2 ค่า Rf ของสารแอนโทไซยานินชนิดต่างๆ.....	120
ก.3 ปริมาณกรดระเหยมากที่สุดที่ยอมให้มีในไวน์.....	124
ก.4 ปริมาณกลีเซอรอลที่พบในไวน์ประเทศต่างๆ.....	126
ก.5 ปริมาณอะเซทาลดีไฮด์ที่พบในไวน์(table wine)ประเทศต่างๆ.....	128
ก.6 ปริมาณของฟีนอลทั้งหมดในไวน์บางชนิด.....	129

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 โครงสร้างของ ฟลาวิลเทียมแคทไอออน(flavylium cation).....	13
2.2 สูตรโครงสร้างของแอนโทไซยานิดินที่พบโดยทั่วไป.....	14
2.3 สูตรโครงสร้างของ gallic acid และ ellagic acid.....	15
2.4 สูตรโครงสร้างของ condensed tannin .....	15
3.1 ผังการผลิตไวน์หม่อน .....	25
4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายได้กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมัก ไวน์หม่อน โดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy เมื่อเติมโคแอมโมเนียมไฮโดรเจน- ฟอสเฟตระดับต่างกัน .....	33
4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณร้อยละน้ำตาลรีดิวซ์กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมัก ไวน์หม่อนโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy เมื่อเติมโคแอมโมเนียมไฮโดรเจน- ฟอสเฟตระดับต่างกัน .....	33
4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณร้อยละแอลกอฮอล์กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมัก ไวน์หม่อนโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy เมื่อเติมโคแอมโมเนียมไฮโดรเจน- ฟอสเฟตระดับต่างกัน .....	36
4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy กับระยะเวลาที่ใช้ใน การหมักไวน์หม่อน เมื่อเติมโคแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟตระดับต่างกัน.....	36
4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายได้กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมัก ไวน์หม่อนโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet เมื่อเติมโคแอมโมเนียมไฮโดรเจน- ฟอสเฟตระดับต่างกัน .....	38
4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณร้อยละน้ำตาลรีดิวซ์กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมัก ไวน์หม่อนโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet เมื่อเติมโคแอมโมเนียมไฮโดรเจน- ฟอสเฟตระดับต่างกัน .....	38
4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณร้อยละแอลกอฮอล์กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมัก ไวน์หม่อนโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet เมื่อเติมโคแอมโมเนียมไฮโดรเจน- ฟอสเฟตระดับต่างกัน .....	41

4.8	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อน เมื่อเติมโคแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟตระดับต่างกัน.....	41
4.9	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณร้อยละน้ำตาลรีดิวซ์กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อนโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy เมื่อปรับ pH ของน้ำหมักเริ่มต้นต่างกัน .....	46
4.10	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณร้อยละแอลกอฮอล์กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อนโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy เมื่อปรับ pH ของน้ำหมักเริ่มต้นต่างกัน .....	46
4.11	ความสัมพันธ์ระหว่าง pH กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อนโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy เมื่อปรับ pH ของน้ำหมักเริ่มต้นต่างกัน .....	48
4.12	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณร้อยละความเป็นกรดกับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อนโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy เมื่อปรับ pH ของน้ำหมักเริ่มต้นต่างกัน .....	48
4.13	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณร้อยละน้ำตาลรีดิวซ์กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อนโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet เมื่อปรับ pH ของน้ำหมักเริ่มต้นต่างกัน .....	50
4.14	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณร้อยละแอลกอฮอล์กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อนโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet เมื่อปรับ pH ของน้ำหมักเริ่มต้นต่างกัน .....	50
4.15	ความสัมพันธ์ระหว่าง pH กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อนโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet เมื่อปรับ pH ของน้ำหมักเริ่มต้นต่างกัน .....	52
4.16	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณร้อยละความเป็นกรดกับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อนโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet เมื่อปรับ pH ของน้ำหมักเริ่มต้นต่างกัน .....	52
4.17	การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณแอลกอฮอล์ ค่า pH ปริมาณความเป็นกรดกับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อน โดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy เมื่อมีการเติมโคแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต 0.03 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร และไม่ปรับ pH ของน้ำหม่อน.....	57

4.18	การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณแอลกอฮอล์ ค่า pH ปริมาณความเป็นกรดกับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อน โดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet เมื่อมีการเติมโคแอมโนเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต 0.03 โดยน้ำหนักต่อปริมาตรและไม่ปรับ pH ของน้ำหม่อน.....	57
4.19	การเปลี่ยนแปลงของกรดทั้งหมดกับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักและบ่มไวน์หม่อนโดยเชื้อยีสต์ต่างสายพันธุ์.....	60
4.20	การเปลี่ยนแปลงของกรดระเหยกับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักและบ่มไวน์หม่อนโดยเชื้อยีสต์ต่างสายพันธุ์.....	60
4.21	การเปลี่ยนแปลงของกรดไม่ระเหยกับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักและบ่มไวน์หม่อนโดยเชื้อยีสต์ต่างสายพันธุ์.....	61
4.22	การเปลี่ยนแปลงของปริมาณเอทธิลอะซิเตทกับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักและบ่มไวน์หม่อนโดยเชื้อยีสต์ต่างสายพันธุ์.....	61
4.23	การเปลี่ยนแปลงของปริมาณอะเซทาตดีไฮด์กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักและบ่มไวน์หม่อนโดยเชื้อยีสต์ต่างสายพันธุ์.....	62
4.24	การเปลี่ยนแปลงของปริมาณกลีเซอรอลกับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักและบ่มไวน์หม่อนโดยเชื้อยีสต์ต่างสายพันธุ์.....	62
4.25	การเปลี่ยนแปลงของปริมาณฟีนอลกับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักและบ่มไวน์หม่อนโดยเชื้อยีสต์ต่างสายพันธุ์.....	63
4.26	การเปลี่ยนแปลงของค่า L* กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักและบ่มไวน์หม่อนโดยเชื้อยีสต์ต่างสายพันธุ์.....	63
4.27	การเปลี่ยนแปลงของค่า a* กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักและบ่มไวน์หม่อนโดยเชื้อยีสต์ต่างสายพันธุ์.....	64
4.28	การเปลี่ยนแปลงของค่า b* กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักและบ่มไวน์หม่อนโดยเชื้อยีสต์ต่างสายพันธุ์.....	64

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง .....	ช
สารบัญตารางภาคผนวก.....	ญ
สารบัญรูป .....	ฎ
สารบัญรูปภาคผนวก .....	ด
บทที่	
1. บทนำ .....	1
2. วารสารปริทัศน์ .....	3
3. การทดลอง .....	18
4. ผลการทดลอง .....	29
5. วิจัยผลลัพธ์การทดลอง .....	73
6. สรุปผลการทดลอง .....	96
รายการอ้างอิง .....	97
ภาคผนวก.....	102
ภาคผนวก ก .....	103
ภาคผนวก ข .....	131
ภาคผนวก ค .....	132
ประวัติผู้เขียน.....	136

## สารบัญรูปภาคผนวก

รูปที่	หน้า
ก.1 โครมาโทแกรมของกรดอินทรีย์มาตรฐานทาร์ทริก.....	110
ก.2 กราฟมาตรฐานความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ใต้กราฟกับปริมาณกรดทาร์ทริก.....	111
ก.3 โครมาโทแกรมของกรดอินทรีย์มาตรฐานมาติก.....	112
ก.4 กราฟมาตรฐานความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ใต้กราฟกับปริมาณกรดมาติก.....	113
ก.5 โครมาโทแกรมของกรดอินทรีย์มาตรฐานซิดริก.....	114
ก.6 กราฟมาตรฐานความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ใต้กราฟกับปริมาณกรดซิดริก.....	115
ก.7 โครมาโทแกรมของกรดอินทรีย์มาตรฐานซัคซินิก.....	116
ก.8 กราฟมาตรฐานความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ใต้กราฟกับปริมาณกรดซัคซินิก.....	117
ก.9 เครื่อง Ebulliometer.....	122
ก.10 แผ่นเปรียบเทียบอุณหภูมิที่ใช้ในการหาปริมาณแอลกอฮอล์โดยเครื่อง Ebulliometer.....	122
ก.11 กราฟมาตรฐานความสัมพันธ์ระหว่างค่าดูดกลืนแสงกับปริมาณฟีนอล.....	130
ค.1 ผลหมอนสดที่ใช้ในงานวิจัย.....	132
ค.2 โครมาโทแกรมของกรดอินทรีย์ในผลหมอน โดยวิธี HPLC.....	133
ค.3 โครมาโทแกรมของสารสกัดสีจากผลหมอนสีม่วง โดยวิธีโครมาโทกราฟีกระดาษ แบบ 1 มิติ ในระบบสารละลายต่างๆ.....	134
ค.4 โครมาโทแกรมของรงควัตถุจากผลหมอน โดยวิธี HPLC.....	135