บทที่ 4

ผลการทดลอง

1. <u>การวิเคราะห์วัตถุดิบ</u>

1.1 องค์ประกอบทางเคมีของผลหม่อน

ผลหม่อนที่ใช้วิเคราะห์เป็นพันธุ์บุรีรัมย์ 60 ผลสีแดงคือผลที่เริ่มสุกมีอายุประมาณ 50 วัน ผลสีม่วงคือผลที่สุกจัดมีอายุประมาณ 60 วัน ได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบทางเคมี-กายภาพของผลหม่อน

องค์ประกอบทางเคมี	ผลสีแดง	ผลสีม่วง
%ความชื้น	88.66 ± 1.08	90.01 ± 1.43
%โปรตีน	2.24 ± 0.06	1.38 ± 0.07
%ไขมัน	1.17 ± 0.08	1.07 ± 0.05
%เส้นใยทั้งหมด	6.93 ± 0.09	6.76 ± 0.11
%เถ้า	0.16 ± 0.01	0.11 ± 0.03
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (°Brix)	6.00 ± 0.10	18.80 ± 0.10
%น้ำตาลรีดิวซ์	5.10 ± 0.21	16.81 ± 0.13
%ความเป็นกรด(คิดในรูปกรดซิตริก)	4.71 ± 0.01	2.49 ± 0.01
พีเอช	3.64 ± 0.02	4.04 ± 0.03

ผลหม่อนสีแดงมีปริมาณของความชื้น ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ น้ำตาลรีดิวซ์ และค่า pH ต่ำกว่าผลหม่อนสีม่วง ส่วนปริมาณของโปรตีน ไขมัน เส้นใยทั้งหมด เถ้า และความเป็นกรดในผลหม่อนสีม่วงมีค่าสูงกว่าผลหม่อนสีแดง

1.2 การวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของกรดอินทรีย์ในผลหม่อน

นำผลหม่อนสีแดงและสีม่วงมาคั้นน้ำ เพื่อวิเคราะห์หาชนิดของกรดอินทรีย์หลักในผลหม่อนโดยทำการตรวจสอบโดยวิธี HPLC ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.2 (ภาคผนวก ก.7, ง.2)

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์กรดอินทรีย์หลักที่มีในผลหม่อน โดยวิธีHPLC[a]

กรดอินทรีย์	ค่าเฉลี่ย[b] ปริมาณกรดอินทรีย์ (กรัม/ 100 ml)	
	ผลหม่อนสีแดง	ผลหม่อนสีม่วง
กรดซิตริก	3.022 ± 0.153	1.202 ± 0.096
กรดมาลิก	0.621 ± 0.013	0.609 ± 0.074
กรดซักซินิก	0.513 ± 0.023	0.434 ± 0.483
กรดทาร์ทาริก	0.289 ± 0.009	0.188 ± 0.008
รวม	4.443 ± 0.110	2.434 ± 0.500

a ภาวะที่ทำการทดลอง

Column : LiChrosher® 5 μm reverse phase 125 x 4 mm. i.d.

Mobile phase : phosphoric acid 0.2 M.

Flow rate : 0.8 ml/min.

Detector : UV 210 nm.

b ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 4 ซ้ำ

กรดซิตริกเป็นกรดอินทรีย์ที่มีปริมาณมากจึงเป็นกรดหลักในผลหม่อนทั้งสีแดงและสีม่วง นอกจากนี้ยังมีกรดอินทรีย์ชนิดอื่นอีกคือ กรดมาลิก กรดซักซินิก และกรดทาร์ทาริก ในปริมาณที่มากไปน้อยเรียงตามลำดับ

1.3 การตรวจสอบชนิดของรงควัตถุในผลหม่อน

1.3.1 การตรวจสอบโดยวิธีโครมาโทกราฟีแบบกระดาษ

นำผลหม่อนสีม่วงมาสกัดสี และตรวจหาชนิดของแอนโธไซยานิน และแอนโธไซยานิดินในระบบตัวทำละลายต่างๆ วัดค่าRf (ภาคผนวก ก.9,ง.3)ได้ผลการทดลองดังนี้

developing solvents : Forestal ค่า Rf = 0.50

Formic ค่า Rf = 0.22

BAW ค่า Rf = 0.37

BuHCl ค่า Rf = 0.26

จากค่า Rf ที่ได้ในระบบ Forestal และ Formic มีค่าใกล้เคียงกับของ cyanidin (0.49 และ 0.22 ตามลำดับ จากตารางที่ ก.1) และ ค่า Rf จากระบบ BAW และ BuHCl มีค่าใกล้เคียงกับ cyanidin 3-glucoside (0.38 และ 0.25 ตามลำดับ จากตารางที่ ก.2)

1.3.2 การตรวจสอบโดยวิธีโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง

นำสารสกัดสีจากผลหม่อนมาทำการตรวจสอบชนิดและปริมาณของรงควัตถุ จากโครมาโทแกรม (ภาคผนวก ง.4) ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.3 (ภาคผนวก ก.10)

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ชนิดของรงควัตถุในผลหม่อน โดยวิธี HPLC[a]

retention time (นาที)	พื้นที่ใต้กราฟ
4.40	52,516
12.00	276,921
13.33	148,476
14.43	24,642
15.93	20,174
16.63	22,013

a ภาวะที่ทดลอง

Column : LiChrocart C-18 reverse phase 10μm 250 x 4.6 mm i.d.

Mobile phase : formic acid:water (5:95,v/v) , methanol

Detecter : UV 280 nm

Flow rate : 1.5 ml/min.

Injection volume : 5 μL

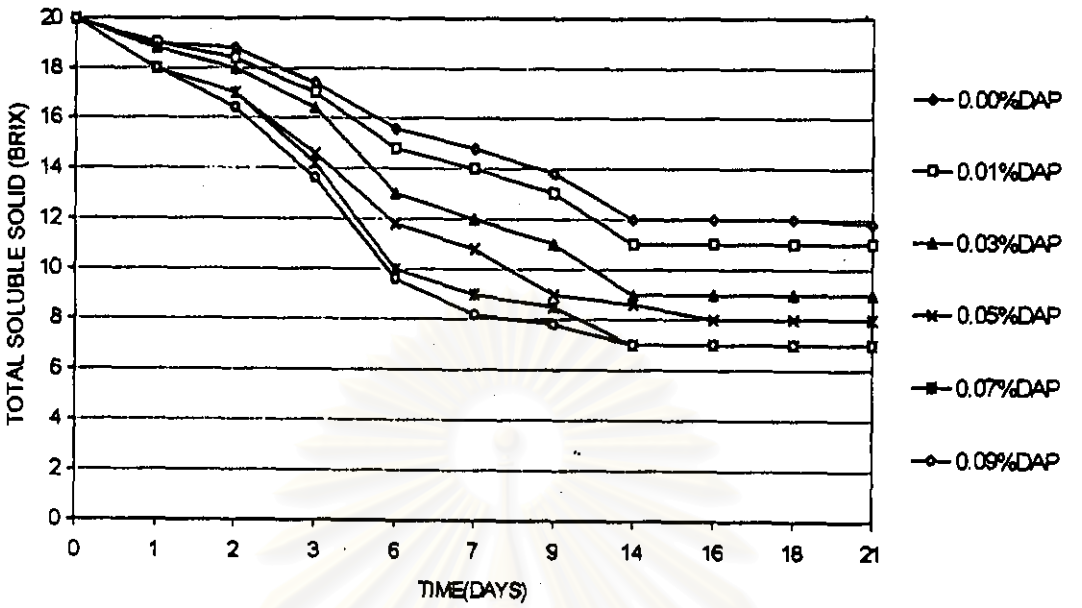
โดยวิธี HPLC สามารถแยกสารแอนโธไซยานินได้ แต่เนื่องจากไม่มีสารมาตรฐานทำให้ไม่สามารถบอกได้ว่าเป็นแอนโธไซยานินชนิดใด

2. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการหมักไวน์หม่อน

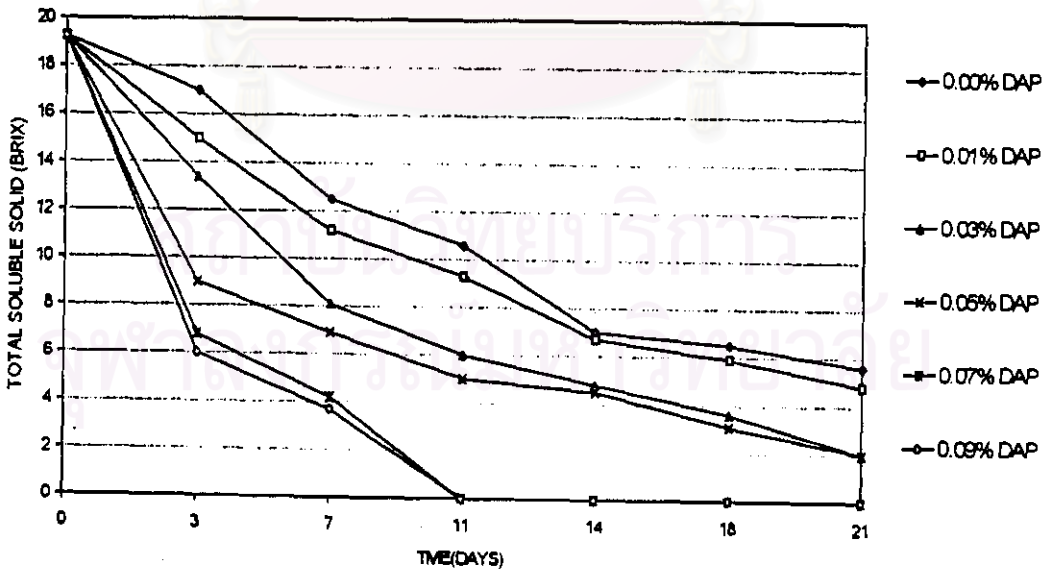
2.1 ศึกษาปริมาณสารอาหารที่ใช้เป็นแหล่งไนโตรเจนที่เหมาะสมในการหมักไวน์หม่อน

ในงานวิจัยนี้ได้ทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการหมักไวน์หม่อน โดยใช้เชื้อยีสต์ 2 สายพันธุ์เปรียบเทียบกัน คือ *Saccharomyces cerevisiae* var. Burgundy และ *Saccharomyces cerevisiae* var. Montrachet จากการศึกษา ปริมาณสารอาหารที่ใช้เป็นแหล่งไนโตรเจนที่เหมาะสมในการหมักไวน์หม่อน ใช้ไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต(diammomiun hydrogen phosphate, DAP, $(NH_4)_2HPO_4$) เป็นแหล่งไนโตรเจน ปริมาณสารอาหารที่ศึกษา 6 ระดับ คือ 0 0.01 0.03 0.05 0.07 และ 0.09 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร pH เริ่มต้นของน้ำหมักเท่ากับ 4.06 อุณหภูมิระหว่างการหมัก 30 ± 5 องศาเซลเซียส batch size ขนาด 2.5 ลิตร ระหว่างการหมักติดตามวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณแอลกอฮอล์ และปริมาณเชื้อยีสต์ที่เปลี่ยนแปลง ได้ผลการทดลองดังแสดงในรูปที่ 4.1-4.4 และตารางที่ 4.4-4.7 สำหรับไวน์หม่อนที่หมักด้วยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy รูปที่ 4.5-4.8 และตารางที่ 4.8-4.11 สำหรับไวน์หม่อนที่หมักด้วยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายได้กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อน โดยใช้เชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy เมื่อเติมไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟตระดับต่างกัน



รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณร้อยละน้ำตาลรีดิวซ์กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อน โดยใช้เชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy เมื่อเติมไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟตระดับต่างกัน

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายได้กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อนโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy เมื่อเติมไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟตระดับต่างกัน

ระยะเวลา (วัน)	ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (°Brix)					
	0.00%DAP	0.01%DAP	0.03%DAP	0.05%DAP	0.07%DAP	0.09%DAP
0	20.0±0.00	20.0±0.00	20.0±0.00	20.0±0.00	20.0±0.00	20.0±0.00
1	19.0±0.08	19.0±0.06	18.8±0.12	18.0±0.13	18.0±0.11	18.0±0.05
2	18.8±0.06	18.4±0.03	18.0±0.11	17.0±0.07	17.0±0.09	16.4±0.05
3	17.4±0.01	17.0±0.04	16.4±0.05	14.6±0.03	14.2±0.03	13.6±0.07
6	15.6±0.03	14.8±0.03	13.0±0.08	11.8±0.13	10.0±0.19	9.6±0.03
7	14.8±0.05	14.0±0.00	12.0±0.09	10.8±0.18	9.0±0.10	8.2±0.11
9	13.8±0.08	13.0±0.02	11.0±0.10	9.0±0.03	8.5±0.08	7.8±0.13
14	12.0±0.09	11.0±0.05	9.0±0.02	8.6±0.01	7.0±0.03	7.0±0.00
16	12.0±0.02	11.0±0.09	9.0±0.04	8.0±0.00	7.0±0.01	7.0±0.02
18	12.0±0.02	11.0±0.00	9.0±0.02	8.0±0.02	7.0±0.00	7.0±0.01
21	11.8±0.01[a]	11.0±0.02[b]	9.0±0.02[c]	8.0±0.00[d]	7.0±0.00[e]	7.0±0.02[e]

DAP = ไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (%w/v)

a,b,c,d,e ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

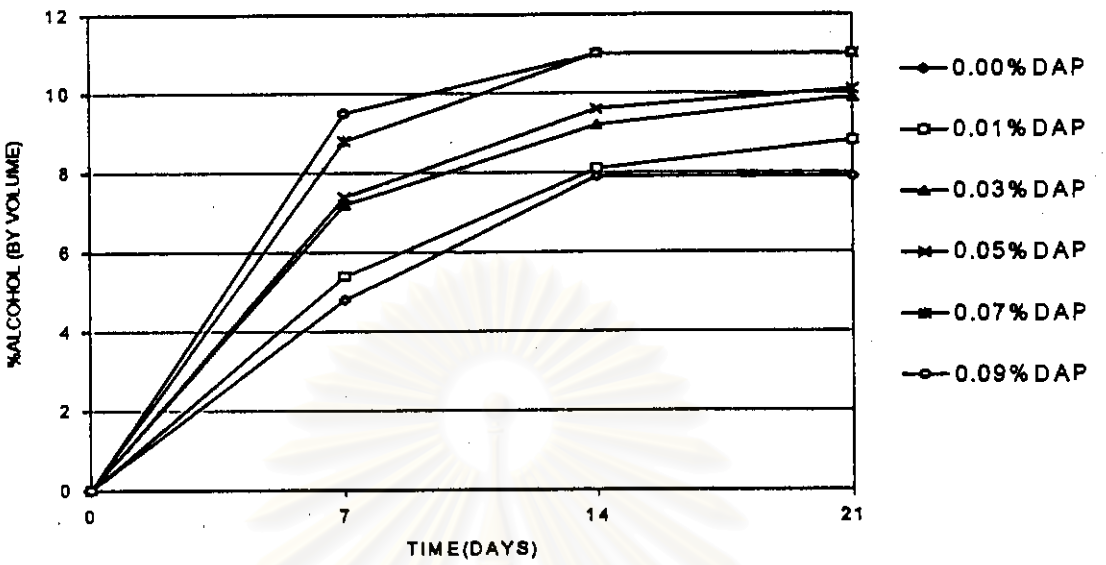
ตารางที่ 4.5 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อนโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy เมื่อเติมไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟตระดับต่างกัน

ระยะเวลา (วัน)	ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (g/100ml)					
	0.00%DAP	0.01%DAP	0.03%DAP	0.05%DAP	0.07%DAP	0.09%DAP
0	19.2±0.02	19.2±0.02	19.2±0.02	19.2±0.02	19.2±0.02	19.2±0.02
3	17.0±0.23	15.0±0.14	13.4±0.17	9.0±0.09	6.8±0.12	6.0±0.28
7	12.5±0.00	11.2±0.07	8.1±0.19	6.9±0.24	4.2±0.09	3.7±0.20
11	10.6±0.07	9.3±0.14	6.0±0.19	5.0±0.09	0.0±0.02	0.0±0.04
14	7.0±0.14	6.7±0.15	4.8±0.11	4.5±0.12	0.0±0.01	0.0±0.02
18	6.5±0.12	5.9±0.09	3.6±0.20	3.1±0.15	0.0±0.03	0.0±0.01
21	5.6±0.28^{a}	4.8±0.12^{b}	2.0±0.10^{c}	2.0±0.17^{c}	0.0±0.04^{d}	0.0±0.01^{d}

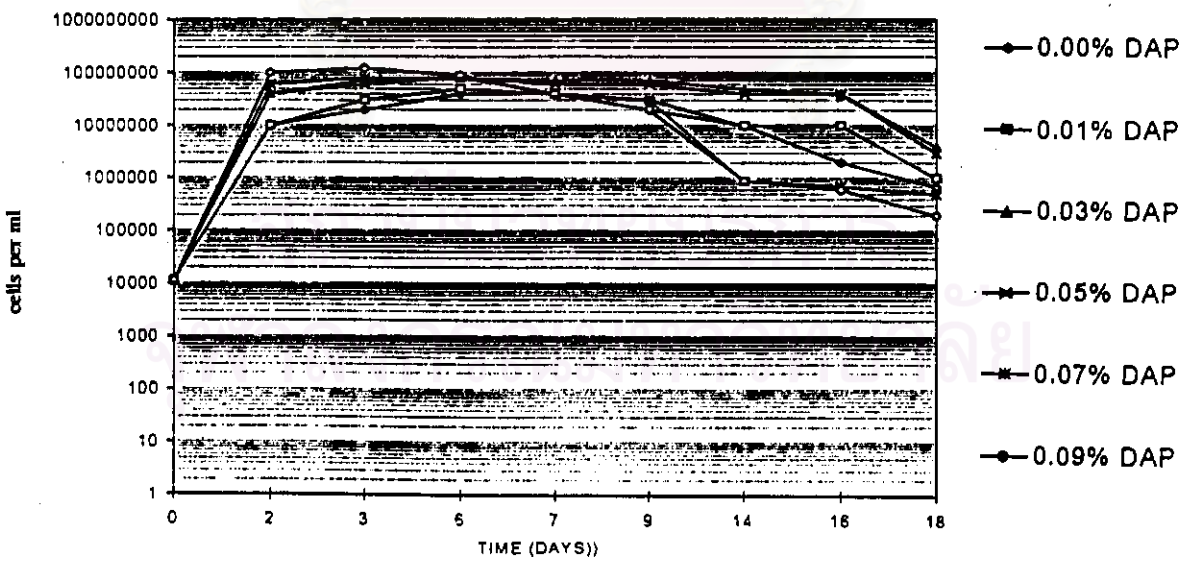
DAP = ไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (%w/v)

a,b,c,d ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณร้อยละแอลกอฮอล์กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อน โดยใช้เชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy เมื่อเติมไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟตระดับต่างกัน



รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อน เมื่อเติมไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต ระดับต่างกัน

ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยปริมาณแอลกอฮอล์กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อนโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy เมื่อเติมไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟตระดับต่างกัน

ระยะเวลา (วัน)	ค่าเฉลี่ยปริมาณแอลกอฮอล์ (%v/v)					
	0.00%DAP	0.01%DAP	0.03%DAP	0.05%DAP	0.07%DAP	0.09%DAP
0	0.0±0.00	0.0±0.00	0.0±0.00	0.0±0.00	0.0±0.00	0.0±0.00
7	4.8±0.20	5.4±0.16	7.2±0.00	7.4±0.13	8.8±0.21	9.5±0.07
14	7.9±0.10	8.1±0.07	9.2±0.10	9.6±0.00	11.0±0.14	11.0±0.10
21	7.9±0.17^{c}	8.8±0.09^{c}	9.9±0.14^{b}	10.1±0.07^{b}	11.0±0.14^{a}	11.0±0.11^{a}

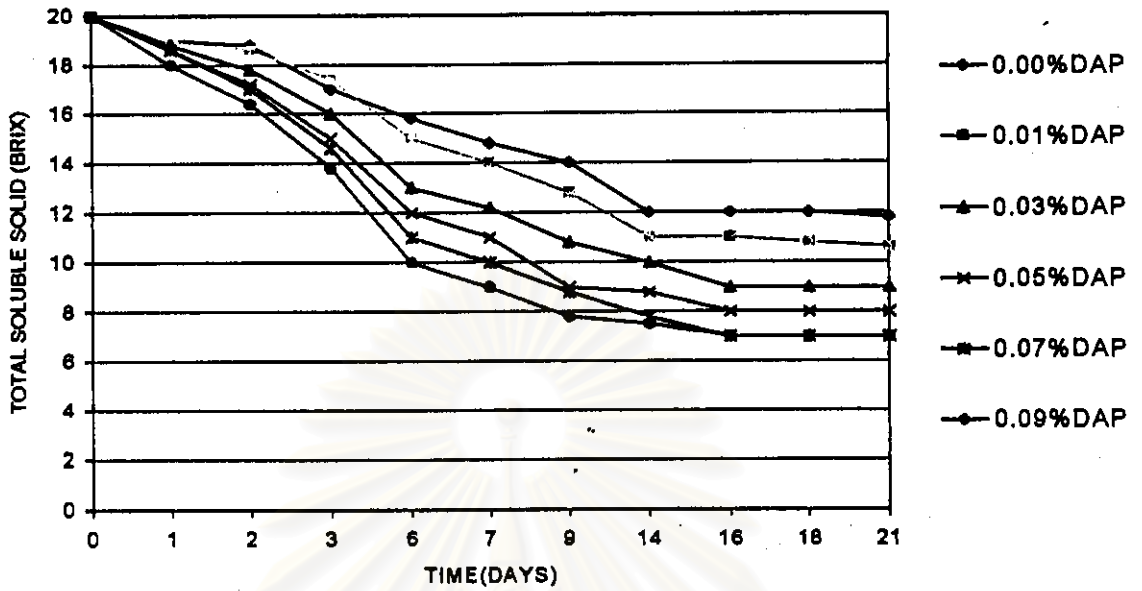
DAP = ไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (%w/v)

a,b,c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

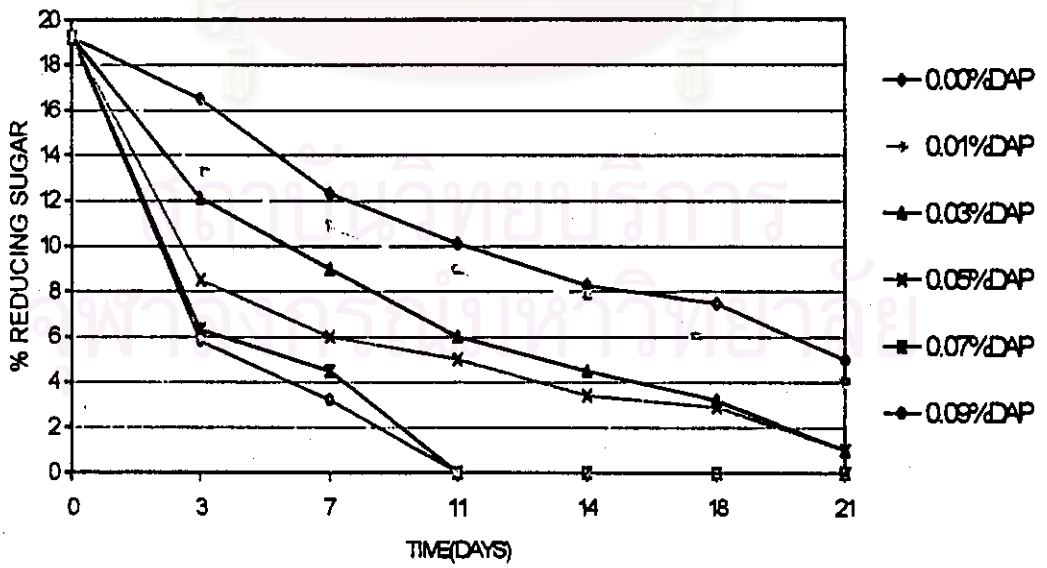
ตารางที่ 4.7 ค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundyกับระยะเวลาที่ใช้หมักไวน์หม่อน เมื่อเติมไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟตระดับต่างกัน

ระยะเวลา (วัน)	ค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy (cells per ml x 10^{6})					
	0.00%DAP	0.01%DAP	0.03%DAP	0.05%DAP	0.07%DAP	0.09%DAP
0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
2	30	40	80	110	130	260
3	50	70	110	130	140	170
6	40	80	100	100	100	140
7	40	80	130	70	70	50
9	40	20	40	40	30	30
14	10	10	30	40	0.9	0.9
16	0.9	11	0.8	0.4	0.1	-
18	0.11	0.20	0.16	0.130	0.09	0.09

DAP = ไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (%w/v)



รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายได้กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อน โดยใช้เชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet เมื่อเติมไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟตระดับต่างกัน



รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณร้อยละน้ำตาลรีดิวซ์กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อม โดยใช้เชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet เมื่อเติมไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟตระดับต่างกัน

ตารางที่ 4.8 ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายได้กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หมอนโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet เมื่อเติมไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟตระดับต่างกัน

ระยะเวลา (วัน)	ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (°Brix)					
	0.00%DAP	0.01%DAP	0.03%DAP	0.05%DAP	0.07%DAP	0.09%DAP
0	20.0±0.00	20.0±0.00	20.0±0.00	20.0±0.00	20.0±0.00	20.0±0.00
1	19.0±0.16	19.0±0.14	18.8±0.11	18.0±0.12	18.0±0.06	18.0±0.09
2	18.8±0.04	18.4±0.16	18.0±0.08	17.0±0.07	17.0±0.08	16.4±0.09
3	17.4±0.05	17.0±0.20	16.4±0.13	14.6±0.09	14.2±0.12	13.6±0.15
6	15.6±0.06	14.8±0.18	13.0±0.21	11.8±0.14	10.0±0.08	9.6±0.008
7	14.8±0.15	14.0±0.09	12.0±0.16	10.8±0.06	9.0±0.13	8.2±0.02
9	13.8±0.03	13.0±0.03	11.0±0.09	9.0±0.06	8.5±0.02	7.8±0.16
14	12.0±0.00	11.0±0.15	9.0±0.05	8.6±0.03	7.0±0.15	7.0±0.14
16	12.0±0.02	11.0±0.01	9.0±0.03	8.0±0.00	7.0±0.05	7.0±0.04
18	12.0±0.02	11.0±0.09	9.0±0.01	8.0±0.00	7.0±0.05	7.0±0.02
21	11.8±0.03[a]	11.0±0.03[b]	9.0±0.01[c]	8.0±0.02[d]	7.0±0.00[e]	7.0±0.03[e]

DAP = ไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (%w/v)

a,b,c,d,e ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

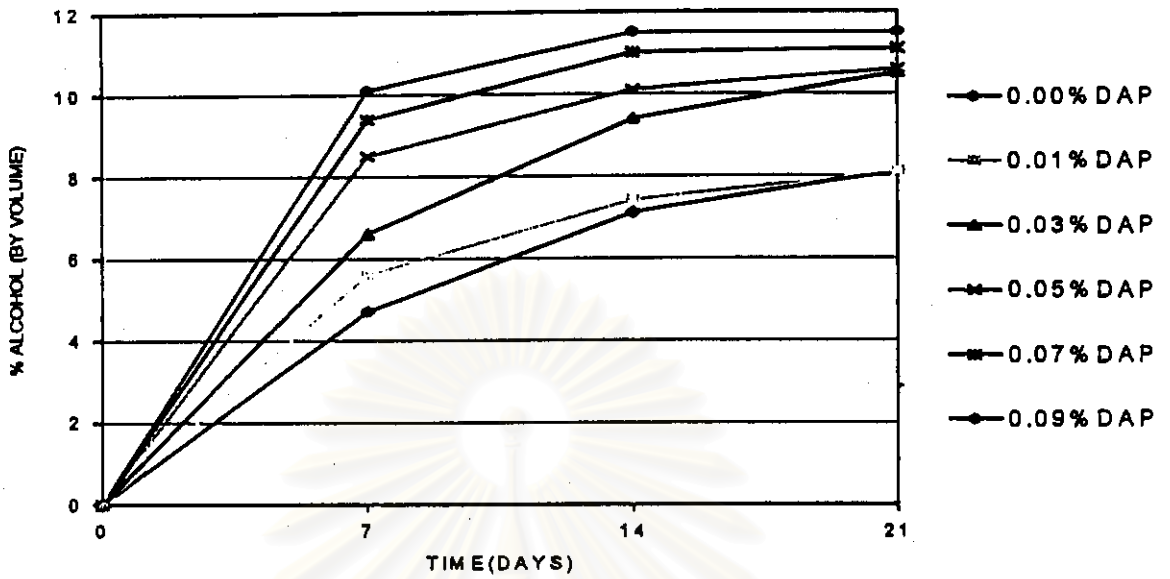
ตารางที่ 4.9 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อนโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet เมื่อเติมไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟตระดับต่างกัน

ระยะเวลา (วัน)	ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์(g/100ml)					
	0.00%DAP	0.01%DAP	0.03%DAP	0.05%DAP	0.07%DAP	0.09%DAP
0	19.2±0.02	19.2±0.02	19.2±0.02	19.2±0.02	19.2±0.02	19.2±0.02
3	16.5±0.08	13.2±0.12	12.1±0.09	8.5±0.19	6.3±0.17	5.8±0.07
7	12.3±0.22	10.8±0.14	9.0±0.15	6.0±0.21	4.5±0.18	3.2±0.07
11	10.1±0.21	8.9±0.19	6.0±0.11	5.0±0.26	0±0.05	0±0.03
14	8.3±0.03	7.8±0.24	4.5±0.00	3.4±0.16	0±0.04	0±0.02
18	7.5±0.28	5.6±0.15	3.2±0.08	2.9±0.12	0±0.03	0±0.02
21	5.0±0.13[a]	4.0±0.11[b]	1.0±0.08[c]	1.0±0.07[c]	0±0.03[d]	0±0.01[d]

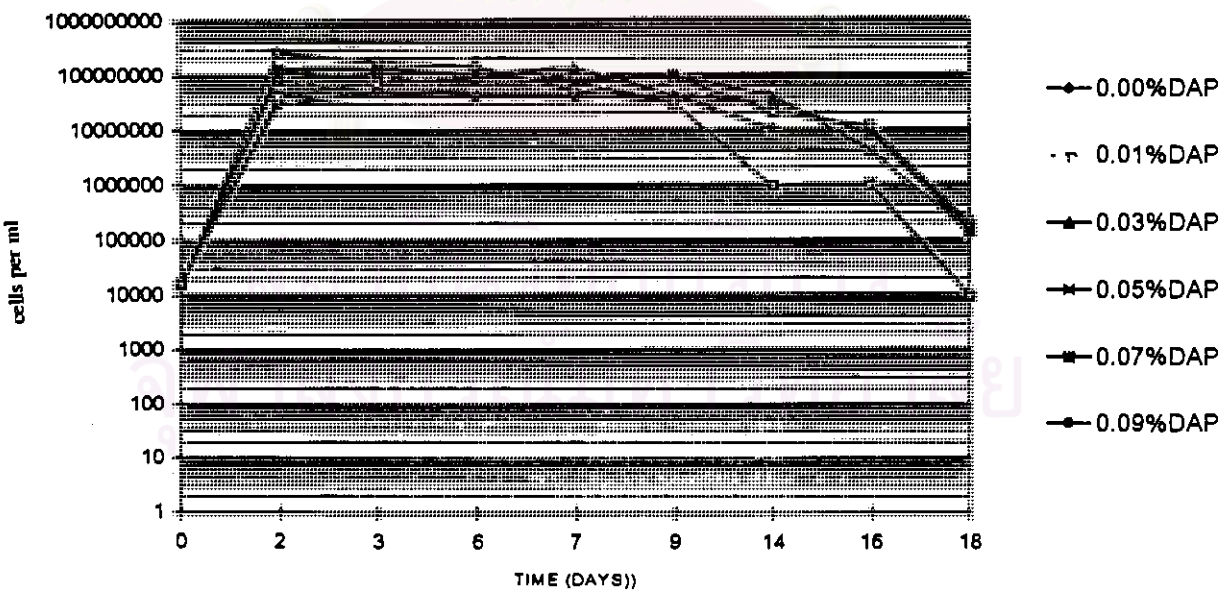
DAP = ไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (%w/v)

a,b,c,d ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณร้อยละแอลกอฮอล์กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อน โดยใช้เชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet เมื่อเติมไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟตระดับต่างกัน



รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อน เมื่อเติมไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟตระดับต่างกัน

ตารางที่ 4.10 ค่าเฉลี่ยปริมาณแอลกอฮอล์กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อนโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet เมื่อเติมไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟตระดับต่างกัน

ระยะเวลา (วัน)	ค่าเฉลี่ยปริมาณแอลกอฮอล์ (%v/v)					
	0.00%DAP	0.01%DAP	0.03%DAP	0.05%DAP	0.07%DAP	0.09%DAP
0	0.0±0.00	0.0±0.00	0.0±0.00	0.0±0.00	0.0±0.00	0.0±0.00
7	4.7±0.07	5.6±0.07	6.6±0.14	8.5±0.17	9.4±0.17	10.1±0.21
14	7.1±0.28	7.4±0.09	9.4±0.14	10.1±0.20	11.0±0.03	11.5±0.014
21	8.1±0.17	8.1±0.07^{c}	10.5±0.03b	10.6±0.08^{b}	11.1±0.04^{a}	11.5±0.15^{a}

DAP = ไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (%w/v)

a,b,c,d ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.11 ค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อน เมื่อเติมไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟตระดับต่างกัน

ระยะเวลา (วัน)	ค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet (cells per ml)					
	0.00%DAP	0.01%DAP	0.03%DAP	0.05%DAP	0.07%DAP	0.09%DAP
0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
2	30	40	80	110	130	260
3	50	70	110	130	140	170
6	40	80	100	100	100	140
7	40	80	130	70	70	50
9	40	20	40	40	30	30
14	10	10	30	40	0.9	0.9
16	0.9	11	0.8	0.4	0.1	0.09
18	0.11	0.20	0.16	0.130	0.09	0.09

DAP = ไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (%w/v)

การหมักไวน์หม่อนโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy จะมีค่าของแข็งที่ละลายได้ (°Brix) จากรูปที่ 4.1 และตารางที่ 4.4 และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (g/100ml) ดังแสดงในรูปที่ 4.2 และตารางที่ 4.5 มีค่าลดลงตลอดการหมัก ส่วนในรูปที่ 4.3 และตารางที่ 4.6 ปริมาณของแอลกอฮอล์จะมีค่าเพิ่มขึ้นตลอดการหมัก เมื่อสิ้นสุดการหมักในชุดการทดลองที่ไม่ได้เติม DAP จะมีค่าของแข็งที่ละลายได้ และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์สูงกว่าในชุดการทดลองที่มีการเติม DAP ก่อนการหมัก และมีปริมาณแอลกอฮอล์น้อยที่สุด คือ 7.9 % โดยปริมาตร ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในชุดที่แปรปริมาณ DAP 0.01% , 0.03% , 0.05% , 0.07% และ 0.09% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เมื่อสิ้นสุดการหมักจะมีค่าเท่ากับ 11.0 , 9.0 , 8.0 , 7.0 และ 7.0 ตามลำดับ ส่วนปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์จะมีค่าเท่ากับ 4.8 , 2.0 , 2.0 g/100ml และไม่เหลือน้ำตาลรีดิวซ์ในชุดที่เติม DAP 0.07% 0.09% ปริมาณแอลกอฮอล์ในชุดทดลองที่เติม DAP 0.07% , 0.09% มีค่าสูงสุดคือ 11% โดยปริมาตร ในชุดที่เติม DAP 0.05% , 0.03% และ 0.01% มีปริมาณแอลกอฮอล์เท่ากับ 10.1 , 9.8 และ 8.8 % โดยปริมาตร ตามลำดับ

ไวน์หม่อนที่ได้จากการหมักด้วยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet จะให้ผลเช่นเดียวกับไวน์หม่อนที่หมักด้วยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy ในชุดที่ไม่มีการเติม DAP จะมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (ดังแสดงในรูปที่ 4.5 และตารางที่ 4.8) และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (รูปที่ 4.6 และตารางที่ 4.9) ที่เหลืออยู่ในไวน์สูงกว่าในชุดที่ไม่มีการเติม DAP และได้ปริมาณแอลกอฮอล์ (รูปที่ 4.7 และตารางที่ 4.10) ต่ำกว่า คือเท่ากับ 8.1 %โดยปริมาตร ในชุดที่มีการเติม DAP 0.07% และ 0.09% เมื่อหมักได้ 14 วันค่าของปริมาณของแข็งที่ละลายได้และน้ำตาลรีดิวซ์ก็จะคงที่ เมื่อสิ้นสุดการหมักจะได้ปริมาณแอลกอฮอล์เท่ากับ 11.1 และ 11.5 % โดยปริมาตรตามลำดับ ส่วนในชุดที่เติม DAP 0.01% , 0.03% และ 0.05% เมื่อสิ้นสุดการหมักจะมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ เท่ากับ 10.6 , 9.0 และ 8.0 ส่วนปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่เหลืออยู่มีค่าเท่ากับ 4.0 , 1.0 และ 1.0 g/100ml ปริมาณแอลกอฮอล์ที่ได้คือ 8.1 , 10.5 และ 10.6 % โดยปริมาตร ตามลำดับ

ช่วงสัปดาห์แรกของการหมัก การเติมสารอาหารที่เป็นแหล่งไนโตรเจนให้กับเชื้อยีสต์จะมีผลทำให้เร่งการเจริญของเชื้อยีสต์ได้ จากรูปที่ 4.4 (ตารางที่ 4.7) และ รูปที่ 4.8 (ตารางที่ 4.11) เมื่อเทียบกับชุดที่ไม่มีการเติม DAP จะมีจำนวนของยีสต์ในน้ำหมักน้อยกว่าในชุดที่เติม DAP น้ำหมักที่มีปริมาณ DAP มากจะมีการเจริญของเชื้อมากเช่นกัน หลังจากการหมักผ่านไป 7 วันการเจริญของเชื้อยีสต์จะเริ่มคงที่ และลดลงในบางชุดการทดลอง ซึ่งการเจริญของเชื้อยีสต์ที่ใช้หมักไวน์หม่อนทั้ง 2 สายพันธุ์นี้จะให้ผลเหมือนกัน ดังที่กล่าวแล้วข้างต้น

จากค่าของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่ลดลงจนเป็น 0 ในวันที่ 11 ของการหมักในชุดการทดลองที่เติม DAP 0.07 และ 0.09% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเลือก

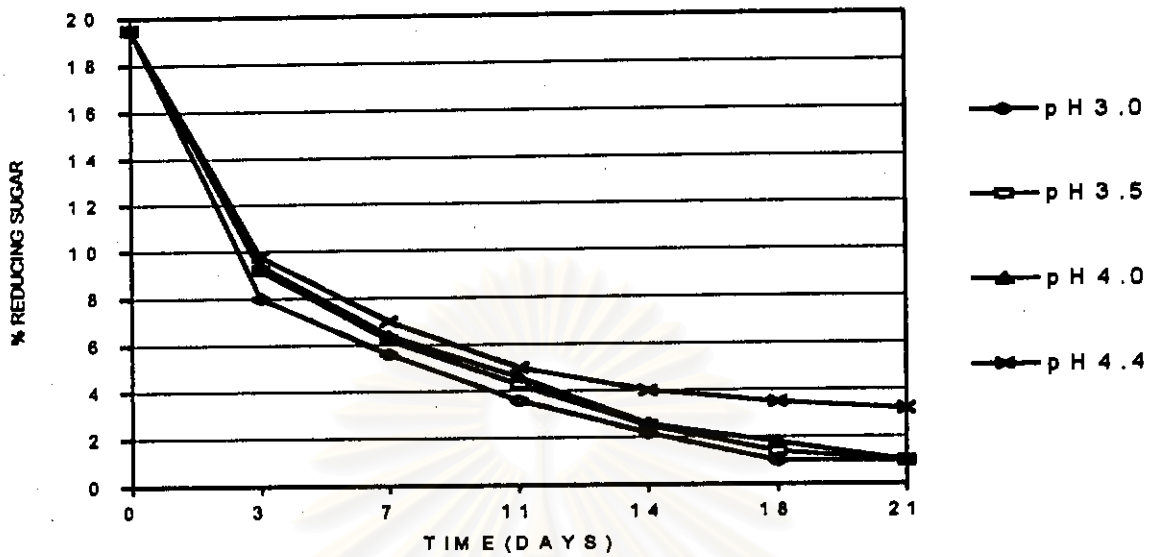
จึงไม่นำมาพิจารณาเลือกระดับ DAP ที่ 0.07 และ 0.09 %โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เพื่อเป็นแหล่งของไนโตรเจนให้กับเชื้อยีสต์ในการหมักไวน์หม่อน ส่วนในชุดที่ไม่เติม DAP และเติม 0.01% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เมื่อสิ้นสุดการหมักปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ยังเหลืออยู่ในน้ำหมักสูงกว่าชุดที่เติม DAP 0.03% และ 0.05% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เมื่อพิจารณาจากปริมาณแอลกอฮอล์เมื่อสิ้นสุดการหมัก ชุดการทดลองที่เติม DAP 0.03% และ 0.05% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร มีปริมาณแอลกอฮอล์สูงกว่าชุดการทดลองที่ไม่เติมDAP และเติม 0.01% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร อย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แต่ชุดที่เติม DAP 0.03% และ 0.05% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ปริมาณแอลกอฮอล์เมื่อสิ้นสุดการหมักไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ซึ่งผลการทดลองการหมักไวน์หม่อนโดยเชื้อยีสต์ สายพันธุ์ Burgundy และ Montrachet ให้ผลเช่นเดียวกัน ดังนั้นการทดลองขั้นต่อไปจึงเลือกปริมาณของ DAP ที่เติมในน้ำหมักเพื่อเป็นแหล่งของสารไนโตรเจนแก่เชื้อยีสต์ในปริมาณ 0.03% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

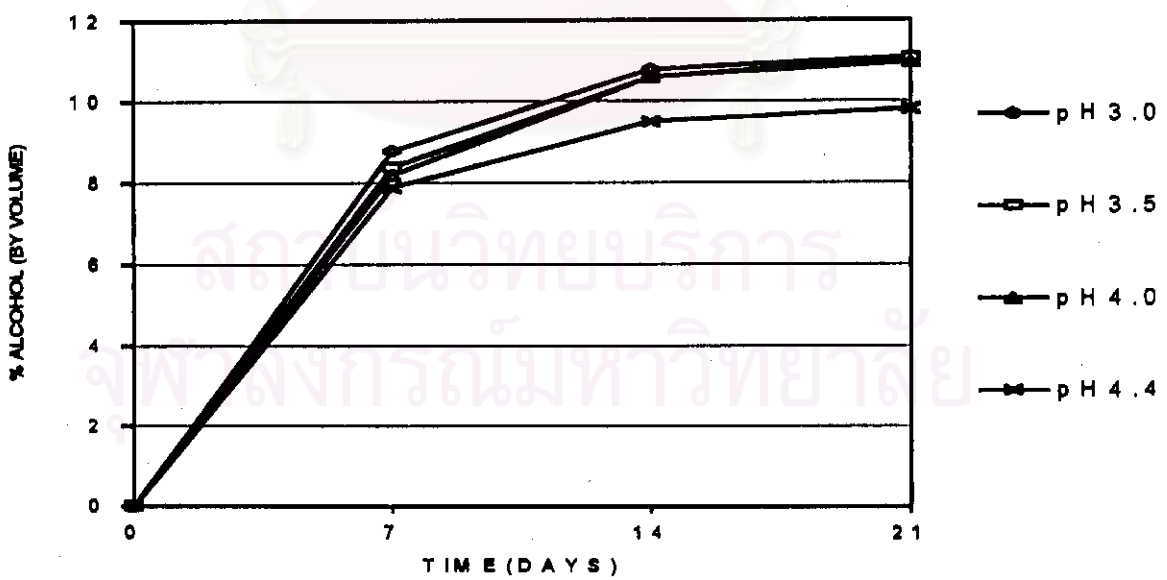
2.2 ศึกษาระดับ pH เริ่มต้นที่เหมาะสมในการหมักไวน์หม่อน

ศึกษาระดับ pH เริ่มต้นที่เหมาะสมต่อการหมักไวน์หม่อนโดยเชื้อยีสต์ที่ใช้ศึกษามี 2 สายพันธุ์คือ สายพันธุ์ Burgundy และ Montrachet ระดับ pH เริ่มต้นที่ศึกษาแปรเป็น 4 ระดับ คือ 3.0 3.5 4.0 และ 4.4 และก่อนการหมักเติมไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (diammomiun hydrogen phosphate, DAP, $(NH_4)_2HPO_4$) 0.03 %โดยน้ำหนักต่อปริมาตร อุณหภูมิระหว่างการหมัก 30 + 5 องศาเซลเซียส ระหว่างการหมักสุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณความเป็นกรด(คิดในรูปกรดซิตริก) และค่า pH ที่เปลี่ยนแปลง ได้ผลการทดลองดังแสดงในรูปที่ 4.9-4.12 และตารางที่ 4.12-4.15 สำหรับไวน์หม่อนที่หมักด้วยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy รูปที่ 4.13-4.16 และตารางที่ 4.16-4.19 สำหรับไวน์หม่อนที่หมักด้วยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณร้อยละน้ำตาลรีดิวซ์ กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อน โดยใช้เชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy เมื่อปรับ pH ของน้ำหมักเริ่มต้นต่างกัน



รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณร้อยละแอลกอฮอล์กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อนโดยใช้เชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy เมื่อปรับ pH ของน้ำหมักเริ่มต้นต่างกัน

ตารางที่ 4.12 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อนโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy เมื่อปรับ pH ของน้ำหมักเริ่มต้นต่างกัน

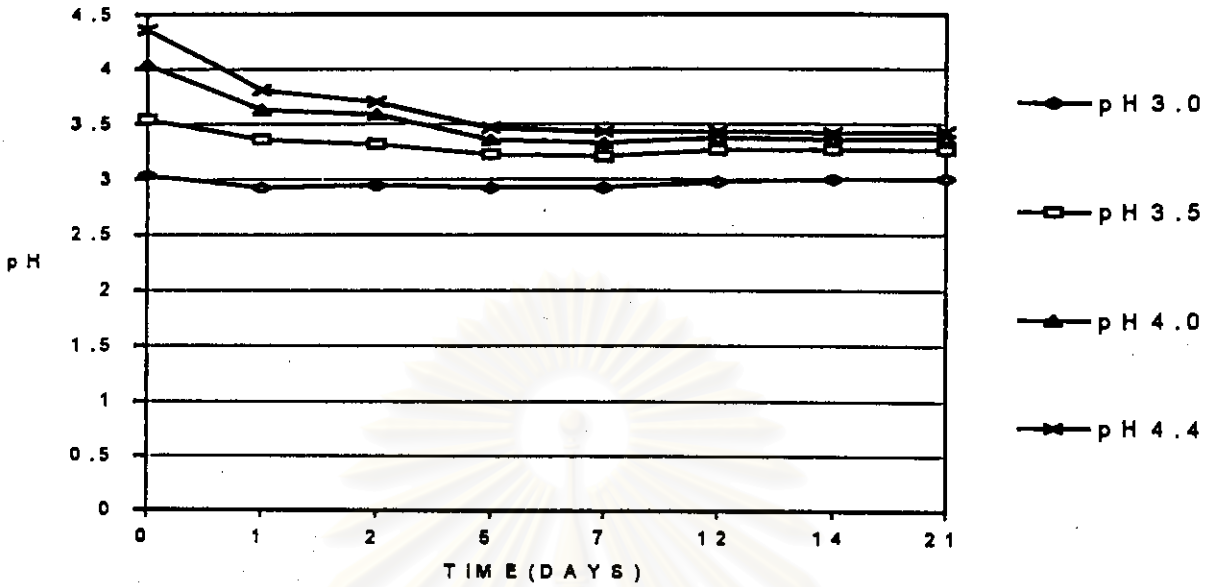
ระยะเวลา (วัน)	ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์(g/100ml)			
	pH3.0	pH3.5	pH4.0	pH4.4
0	19.5±0.05	19.5±0.05	19.5±0.05	19.5±0.05
3	8.0±0.20	9.2±0.09	9.4±0.29	9.8±0.12
7	5.6±0.28	6.2±0.07	6.4±0.18	7.0±0.21
11	3.6±0.16	4.3±0.21	4.6±0.14	5.0±0.28
14	2.2±0.07	2.5±0.15	2.6±0.14	4.0±0.21
18	1.0±0.18	1.4±0.23	1.8±0.09	3.5±0.11
21	1.0±0.19[b]	1.0±0.18[b]	1.0±0.26[b]	3.2±0.23[a]

a,b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

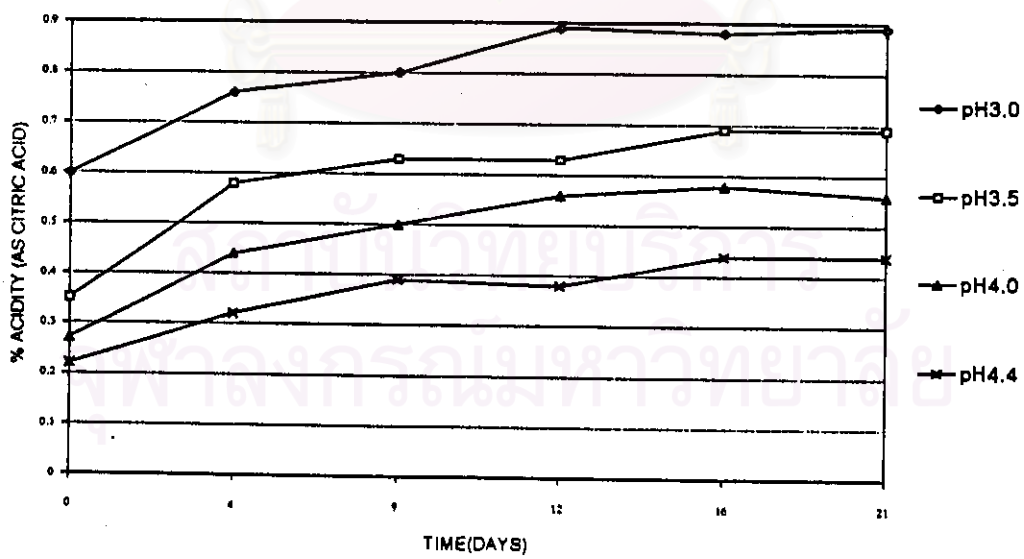
ตารางที่ 4.13 ค่าเฉลี่ยปริมาณแอลกอฮอล์กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อนโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy เมื่อปรับ pH ของน้ำหมักเริ่มต้นต่างกัน

ระยะเวลา (วัน)	ค่าเฉลี่ยปริมาณแอลกอฮอล์ (%v/v)			
	pH3.0	pH3.5	pH4.0	pH4.4
0	0.0±0.00	0.0±0.00	0.0±0.00	0.0±0.00
7	8.8±0.15	8.4±0.10	8.2±0.07	7.9±0.04
14	10.8±0.0	10.6±0.1	10.6±0.2	9.5±0.00
21	11.1±0.1[a]	11.1±0.1[a]	11.0±0.2[a]	9.8±0.07[b]

a,b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่าง pH กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อนโดยใช้เชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy เมื่อปรับ pH ของน้ำหมักเริ่มต้นต่างกัน



รูปที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณร้อยละความเป็นกรดกับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อน โดยใช้เชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy เมื่อปรับ pH ของน้ำหมักเริ่มต้นต่างกัน

ตารางที่ 4.14 ค่าเฉลี่ย pH กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อนโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy เมื่อปรับ pH ของน้ำหมักเริ่มต้นต่างกัน

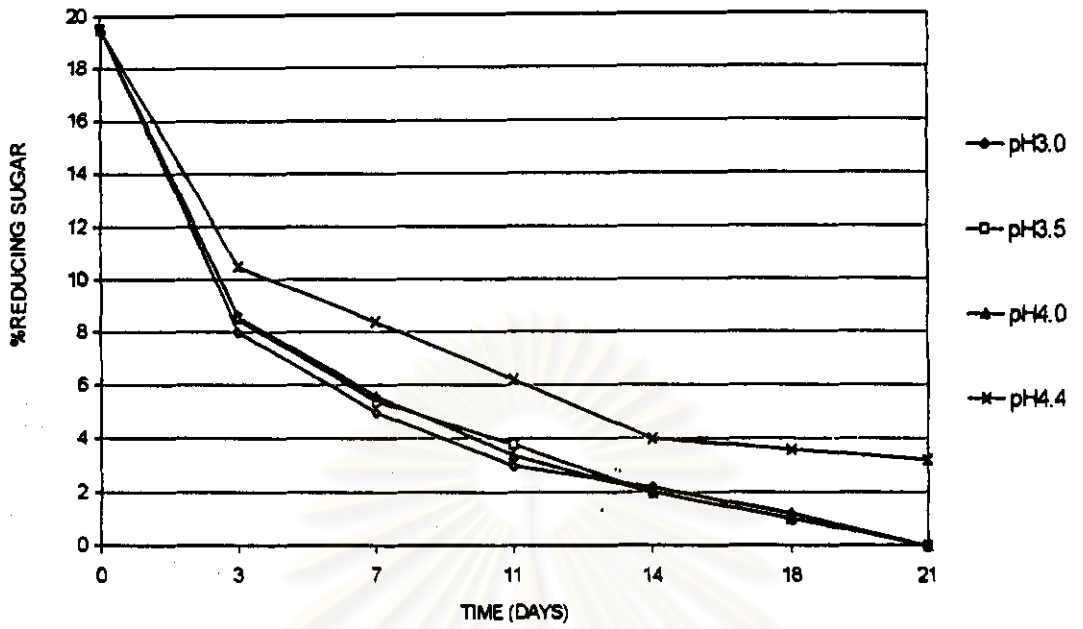
ระยะเวลา (วัน)	ค่าเฉลี่ย pH			
	pH3.0	pH3.5	pH4.0	pH4.4
0	3.0+0.08	3.5+0.10	4.0+0.11	4.4+0.06
1	2.9±0.05	3.4±0.08	3.6±0.11	3.8±0.13
2	3.0±0.28	3.3±0.23	3.6±0.15	3.7±0.20
5	2.9±0.08	3.2±0.12	3.4±0.18	3.5±0.27
7	2.9±0.28	3.2±0.20	3.3±0.15	3.4±0.31
12	3.0±0.10	3.3±0.14	3.4±0.19	3.4±0.11
14	3.0±0.27	3.3±0.30	3.4±0.15	3.4±0.09
21	3.0±0.08^{b}	3.3±0.20^{ab}	3.3±0.11^{ab}	3.4±0.15^{a}

a,b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

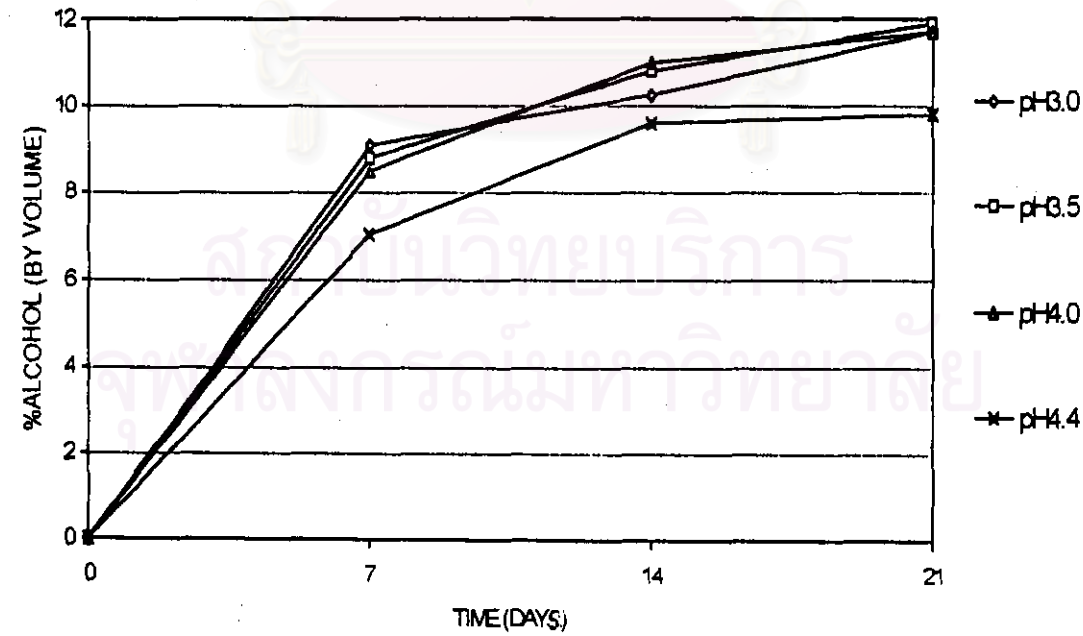
ตารางที่ 4.15 ค่าเฉลี่ยปริมาณความเป็นกรดกับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อนโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy เมื่อปรับ pH ของน้ำหมักเริ่มต้นต่างกัน

ระยะเวลา (วัน)	ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด (g/100ml as citric acid)			
	pH3.0	pH3.5	pH4.0	pH4.4
0	0.6±0.11	0.4±0.13	0.3±0.09	0.2±0.08
4	0.8±0.13	0.6±0.18	0.4±0.24	0.3±0.20
9	0.8±0.21	0.6±0.07	0.5±0.07	0.4±0.14
12	0.9±0.13	0.6±0.16	0.6±0.20	0.4±0.14
16	0.9±0.07	0.7±0.14	0.6±0.11	0.4±0.09
21	0.9±0.14^{a}	0.7±0.03^{b}	0.6±0.17^{b}	0.4±0.04^{c}

a,b,c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณร้อยละน้ำตาลรีดิวซ์กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อน โดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet เมื่อปรับ pH เริ่มต้นของน้ำหมักที่ระดับต่างกัน



รูปที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณร้อยละแอลกอฮอล์กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อน โดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet เมื่อปรับ pH เริ่มต้นของน้ำหมักที่ระดับต่างกัน

ตารางที่ 4.16 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อนโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet เมื่อปรับ pH ของน้ำหมักเริ่มต้นต่างกัน

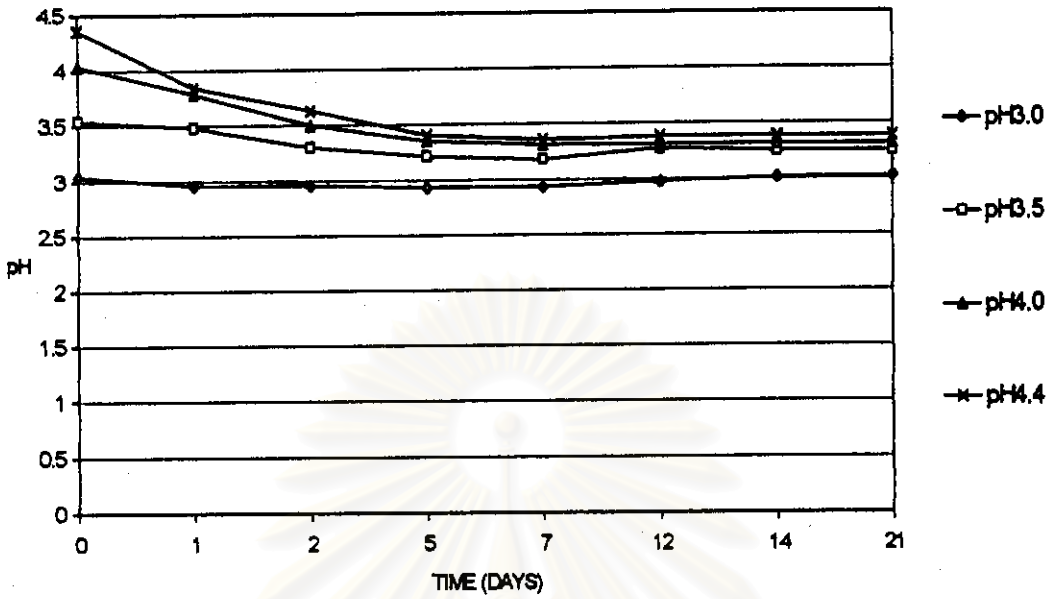
ระยะเวลา (วัน)	ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (g/100ml)			
	pH3.0	pH3.5	pH4.0	pH4.4
0	19.5+0.05	19.5+0.05	19.5+0.05	19.5+0.05
3	8.0±0.24	8.5±0.12	8.60.17	10.5±0.2
7	5.0±0.17	5.4±0.08	5.6±0.27	8.4±0.13
11	3.0±0.26	3.8±0.23	3.4±0.11	6.2±0.22
14	2.2±0.10	2.0±0.07	2.0±0.21	4.0±0.15
18	1.2±0.21	1.0±0.14	1.0±0.23	3.6±0.08
21	0±0.15[b]	0±0.13[b]	0±0.10[b]	3.2±0.03[a]

a,b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

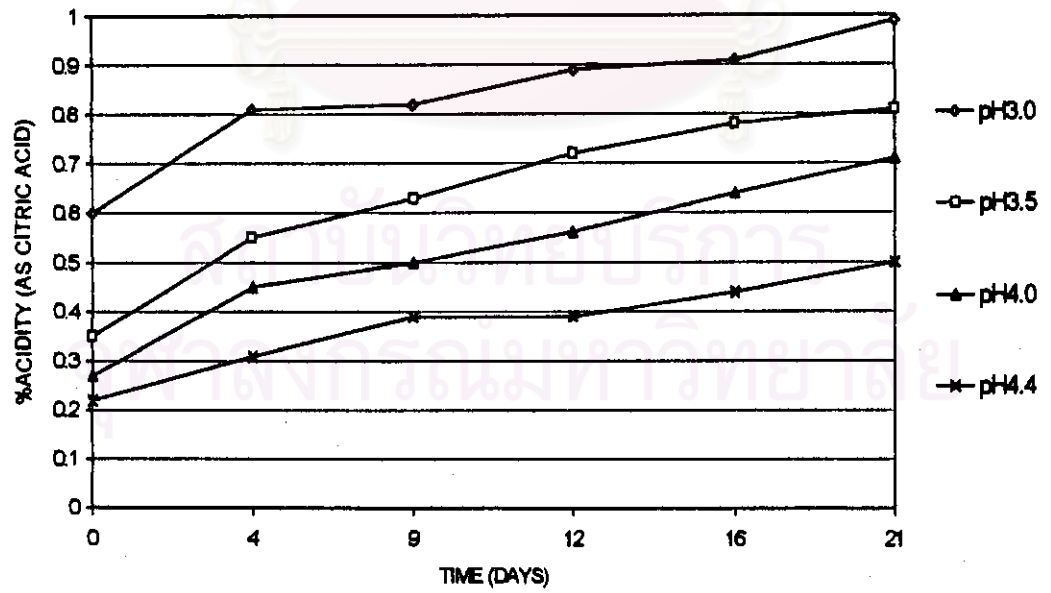
ตารางที่ 4.17 ค่าเฉลี่ยปริมาณแอลกอฮอล์กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อนโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet เมื่อปรับ pH ของน้ำหมักเริ่มต้นต่างกัน

ระยะเวลา (วัน)	ค่าเฉลี่ยปริมาณแอลกอฮอล์ (%v/v)			
	pH3.0	pH3.5	pH4.0	pH4.4
0	0.0±0.00	0.0±0.00	0.0±0.00	0.0±0.00
7	9.1±0.21	8.8±0.10	8.5±0.28	7.0±0.17
14	10.2±0.0	10.8±0.2	11.0±0.1	9.6±0.04
21	11.7±0.1[a]	11.9±0.1[a]	11.7±0.1[a]	9.8±0.15[b]

a,b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างpHกับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อนโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet เมื่อปรับ pH เริ่มต้นของน้ำหมักที่ระดับต่างกัน



รูปที่ 4.16 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณร้อยละความเป็นกรดกับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อนโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet เมื่อปรับ pH เริ่มต้นของน้ำหมักที่ระดับต่างกัน

ตารางที่ 4.18 ค่าเฉลี่ย pH กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หมอนโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet เมื่อปรับ pH ของน้ำหมักเริ่มต้นต่างกัน

ระยะเวลา (วัน)	ค่าเฉลี่ย pH			
	pH3.0	pH3.5	pH4.0	pH4.4
0	3.0±0.08	3.5±0.10	4.0±0.11	4.4±0.06
1	3.0±0.28	3.5±0.31	3.8±0.09	3.8±0.12
2	3.0±0.09	3.3±0.13	3.5±0.18	3.6±0.15
5	2.9±0.18	3.2±0.15	3.4±0.09	3.4±0.11
7	2.9±0.22	3.2±0.09	3.3±0.17	3.4±0.19
12	3.0±0.23	3.3±0.07	3.3±0.15	3.4±0.17
14	3.0±0.01	3.2±0.05	3.3±0.12	3.4±0.09
21	3.0±0.07^{b}	3.2±0.13^{ab}	3.3±0.03^{ab}	3.4±0.05^{a}

a,b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.19 ค่าเฉลี่ยปริมาณความเป็นกรดกับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์หมอนโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet เมื่อปรับ pH ของน้ำหมักเริ่มต้นต่างกัน

ระยะเวลา (วัน)	ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด (g/100ml as citric acid)			
	pH3.0	pH3.5	pH4.0	pH4.4
0	0.6±0.11	0.4±0.13	0.3±0.09	0.2±0.08
4	0.8±0.10	0.6±0.12	0.4±0.06	0.3±0.08
9	0.8±0.17	0.6±0.09	0.5±0.11	0.4±0.21
12	0.9±0.20	0.7±0.17	0.6±0.13	0.4±0.16
16	0.9±0.13	0.8±0.20	0.6±0.14	0.5±0.09
21	1.0±0.10^{a}	0.8±0.07^{b}	0.7±0.10^{c}	0.5±0.15^{d}

a,b,c,d ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

การหมักไวน์หม่อนโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy โดยมีการปรับ pH ก่อนการหมัก จะพบว่ามีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ลดลง (รูปที่ 4.9 ตารางที่ 4.12) และปริมาณแอลกอฮอล์เพิ่มขึ้น (รูปที่ 4.10 ตารางที่ 4.13)เมื่อระยะเวลาของการหมักเพิ่มขึ้น ในชุดการทดลองที่มี pH เริ่มต้น4.4 จะมีค่าของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (g/100ml) เหลืออยู่สูงกว่าในชุดการทดลองอื่น และมีค่าของปริมาณแอลกอฮอล์ต่ำกว่า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยเมื่อสิ้นสุดการหมักจะมีค่าของน้ำตาลรีดิวซ์เท่ากับ 3.2 g/100ml และปริมาณแอลกอฮอล์ 9.82 % โดยปริมาตร ในชุดการทดลองที่มี pH เริ่มต้น 3.0, 3.5 และ 4.0 จะมีน้ำตาลรีดิวซ์เมื่อสิ้นสุดการหมักเท่ากับ 1.0 g/100ml และมีปริมาณแอลกอฮอล์เท่ากับ 11.1 , 11.07 และ 10.96 % โดยปริมาตรตามลำดับ จากการคำนวณทางสถิติพบว่าปริมาณแอลกอฮอล์ทั้ง 3 ชุดการทดลองนี้ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ส่วนรูปที่ 4.12 (ตารางที่ 4.15) ค่าความเป็นกรดจะมีค่าเพิ่มขึ้นตลอดการทดลอง ชุดการทดลองที่มี pH เริ่มต้น 3.0 , 3.5 , 4.0 และ 4.4 มีค่าความเป็นกรดเริ่มต้นเท่ากับ 0.6 , 0.35 , 0.27 และ 0.22 g/100ml ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการหมักมีค่าความเป็นกรดเท่ากับ 0.89 , 0.69 , 0.56 และ 0.44 g/100ml ตามลำดับ ค่า pH ของน้ำหมักแสดงในรูปที่ 4.11 (ตารางที่ 4.14) ในวันแรกของการหมักจะมีการเปลี่ยนแปลงลดลงอย่างมาก ในระหว่างการหมักค่า pH มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย เมื่อสิ้นสุดการหมักค่า pH จะลดลงต่ำกว่าค่า pH เริ่มต้น ในชุดการทดลองที่มี pH เริ่มต้น 3.0 , 3.5 , 4.0 และ 4.4 เมื่อสิ้นสุดการหมักจะมีค่า pH เท่ากับ 3.01 , 3.27, 3.37 และ 3.43 ตามลำดับ

ไวน์หม่อนที่ได้จากการหมักด้วยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet ให้ผลการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาล ปริมาณแอลกอฮอล์ ค่าเป็นกรด และ pH เช่นเดียวกับไวน์หม่อนที่ได้จากการหมักด้วยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy เมื่อสิ้นสุดการหมักชุดการทดลอง pH 4.4 จะมีน้ำตาลรีดิวซ์ (รูปที่ 4.13 ตารางที่ 4.16) เหลืออยู่ 3.2 g/100ml ปริมาณแอลกอฮอล์ (รูปที่ 4.14 ตารางที่ 4.17) 9.82 % โดยปริมาตร ส่วนชุดการทดลองที่มี pH เริ่มต้น 3.0, 3.5 และ 4.0 เมื่อสิ้นสุดการหมักจะไม่เหลือน้ำตาลรีดิวซ์อยู่ในไวน์ และได้ปริมาณแอลกอฮอล์เท่ากับ 11.7, 11.9 และ 11.7 % โดยปริมาตรตามลำดับ ซึ่งปริมาณแอลกอฮอล์ทั้ง 3 ชุดการทดลองมีค่ามากกว่าชุดที่มี pH 4.4 อย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แต่ในทั้ง 3 ชุดการทดลองปริมาณแอลกอฮอล์เมื่อสิ้นสุดการหมักไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) การเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดแสดงในรูปที่ 4.16 (ตารางที่ 4.19) จะมีค่าเพิ่มขึ้นตลอดการทดลอง เมื่อสิ้นสุดการหมักชุดการทดลองที่มี pH เริ่มต้น 3.0, 3.5 , 4.0 และ 4.4 มีค่าความเป็นกรดเท่ากับ 0.99, 0.81, 0.71 และ 0.50 g/100ml ตามลำดับ การเปลี่ยนแปลงของค่า pH แสดงในรูปที่ 4.15 (ตารางที่ 4.18) หลังการหมักชุดการทดลองที่มี pH เริ่มต้น 3.0, 3.5 , 4.0 และ 4.4 จะมีค่า pH เท่ากับ 3.02 , 3.25 , 3.31 และ 3.38 ตามลำดับ

ค่า pH ของน้ำหมักเริ่มต้นที่เหมาะสมต่อการหมักไวน์หม่อน โดยเชื้อยีสต์ทั้งสายพันธุ์ Burgundy และ Montrachet คือช่วง pH 3.0 - 4.0 ดังนั้นในการทดลองขั้นต่อไป ก่อนหมักจะไม่ปรับ pH เริ่มต้นของน้ำหมักเนื่องจาก pH ของน้ำหม่อนเองจะมีค่าอยู่ในช่วง pH 3.7 - 4.0

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของไวน์หมักระหว่างการหมักและการบ่ม

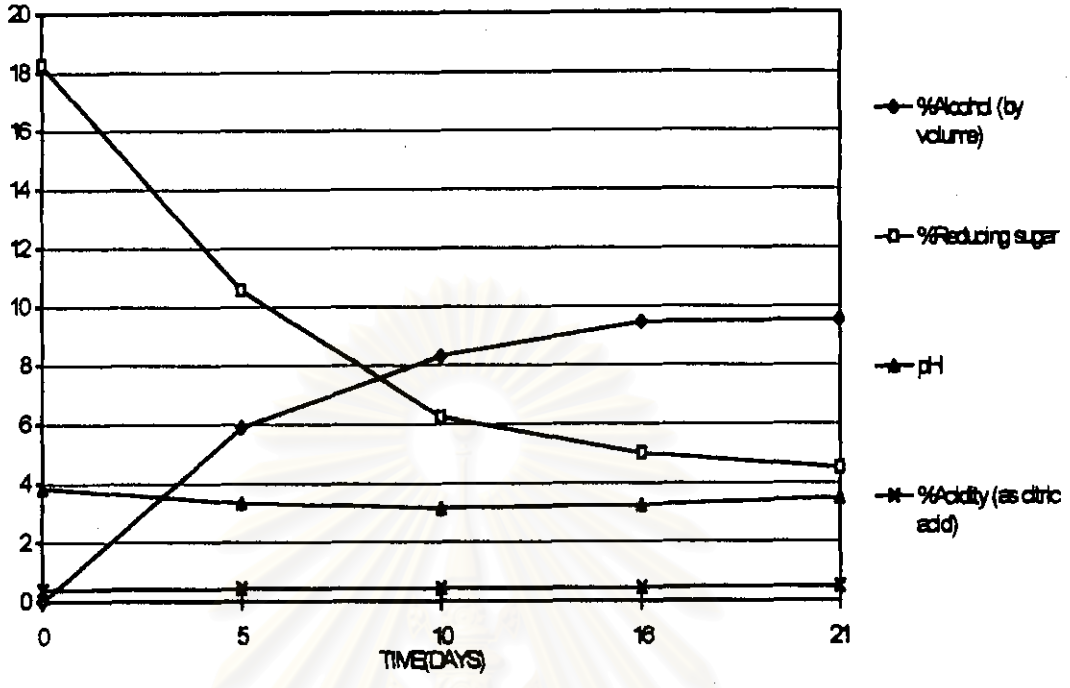
จากการทดลองข้อ 2 ปริมาณของไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟตที่เหมาะสมสำหรับเชื้อยีสต์ทั้ง 2 สายพันธุ์ คือร้อยละ 0.03 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร และระดับ pH ของน้ำหมักเริ่มต้นที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 3.0-4.0 ดังนั้นในขั้นตอนนี้ได้เริ่มหมักไวน์หมักใหม่โดยใช้ภาวะที่ได้จากข้อ 2 ในการปรับน้ำหมักก่อนจะหมักไวน์หมัก

3.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของไวน์หมักระหว่างการหมัก

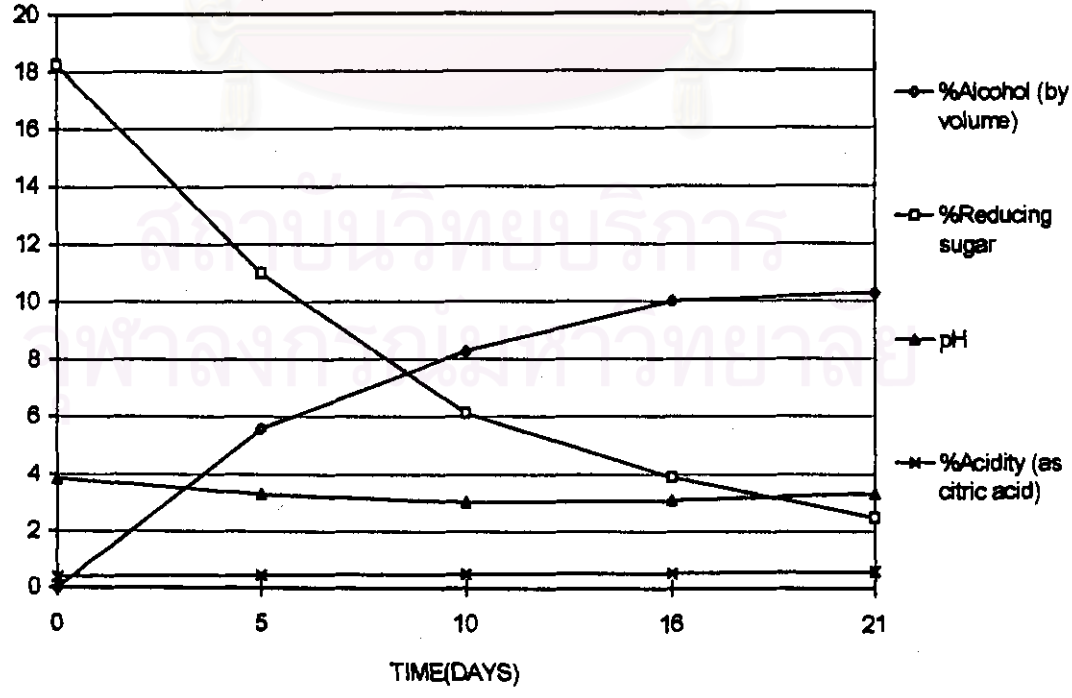
จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีระหว่างการบ่มไวน์หมัก โดยการหมักไวน์หมักใช้เชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy และ Montrachet เปรียบเทียบกัน ระหว่างการหมักวัดปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณความเป็นกรด (คิดในรูปกรดซิตริก) และค่า pH ที่เปลี่ยนแปลงได้ผลดังแสดงในรูปที่ 4-17,4.18 และตารางที่ 4.20,4.21

การเปลี่ยนแปลงระหว่างการหมักของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ และปริมาณแอลกอฮอล์จะมีความสัมพันธ์ที่เป็นปฏิภาคกันคือ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์จะลดลงตลอดระหว่างการหมัก ส่วนปริมาณแอลกอฮอล์จะเพิ่มขึ้นระหว่างการหมัก ส่วนปริมาณความเป็นกรดจะมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ค่า pH จะลดลงในช่วง 10 วันแรกของการหมัก จากนั้นค่าจะเพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการหมักค่า pH ของไวน์จะมีค่าต่ำกว่าในน้ำหมัก ในการหมักไวน์หมักด้วยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy และ Montrachet ให้ผลในทำนองเดียวกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.17 ความสัมพันธ์ของปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ pH และความเป็นกรด กับระยะเวลาในการหมัก ของไวน์หม่อนที่หมักด้วยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy



รูปที่ 4.18 ความสัมพันธ์ของปริมาณแอลกอฮอล์ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ pH และความเป็นกรด กับระยะเวลาในการหมัก ของไวน์หม่อนที่หมักด้วยเชื้อยีสต์สายพันธุ์Montrachet

ตารางที่ 4.20 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณแอลกอฮอล์ pH และความเป็นกรด กับระยะเวลาในการหมักไวน์หม่อนที่หมักด้วยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy เมื่อมีการเติมไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต 0.03% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร และไม่ปรับ pH ของน้ำหม่อนก่อนการหมัก

ระยะเวลา (วัน)	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (g/100ml)	ปริมาณแอลกอฮอล์ (%v/v)	pH	ความเป็นกรด (g/100ml as citric acid)
0	18.23±1.50	0.00±0.00	3.86±0.11	0.38±0.20
5	10.58±1.25	5.91±0.97	3.34±0.12	0.44±0.03
10	6.24±0.89	8.33±0.56	3.14+0.05	0.44±0.10
16	5.02±0.65	9.45±0.32	3.25+0.08	0.46±0.08
21	4.01±1.12	9.55±0.74	3.50±0.15	0.50±0.11

ตารางที่ 4.21 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ปริมาณแอลกอฮอล์ pH และความเป็นกรด กับระยะเวลาในการหมักไวน์หม่อนที่หมักด้วยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet เมื่อมีการเติมไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต 0.03% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร และไม่ปรับ pH ของน้ำหม่อนก่อนการหมัก

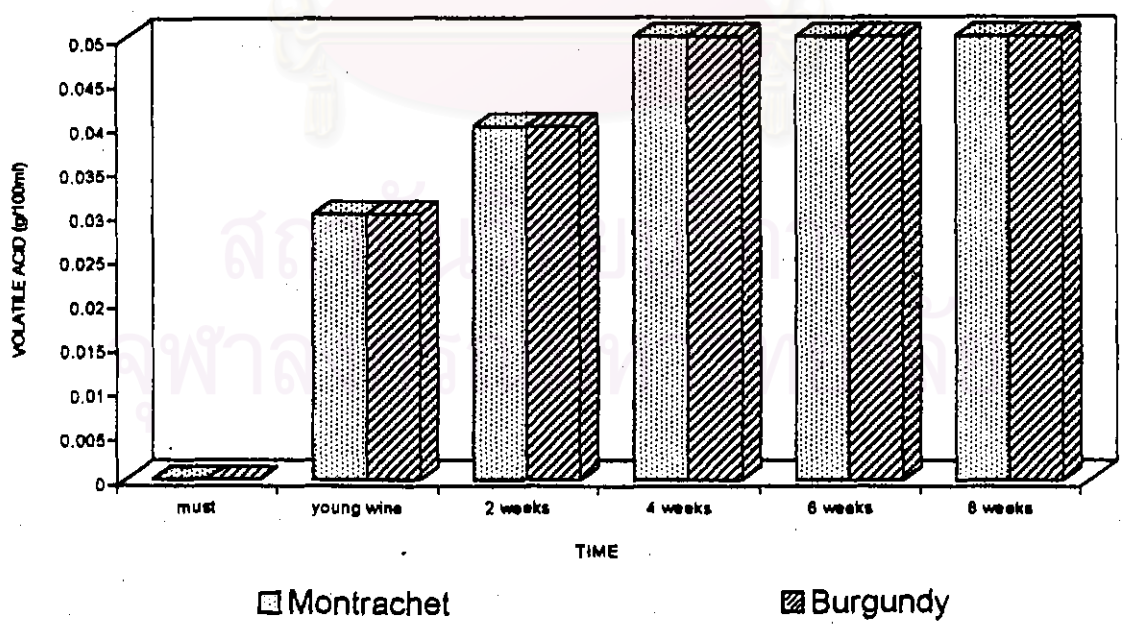
ระยะเวลา (วัน)	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (g/100ml)	ปริมาณแอลกอฮอล์ % โดยปริมาตร	pH	ความเป็นกรด(g/100ml คิดในรูปกรดซิตริก)
0	18.23±1.50	0.00±0.00	3.86±0.11	0.38±0.20
5	11.00±066	5.60±0.71	3.31±0.22	0.44±0.05
10	6.12±1.30	8.33±0.39	3.03+0.15	0.50±0.12
16	3.95±0.94	10.02±0.85	3.16+0.28	0.54±0.18
21	2.51±1.10	10.30±0.59	3.34±0.16	0.58±0.11

3.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพบางประการระหว่างการบ่ม

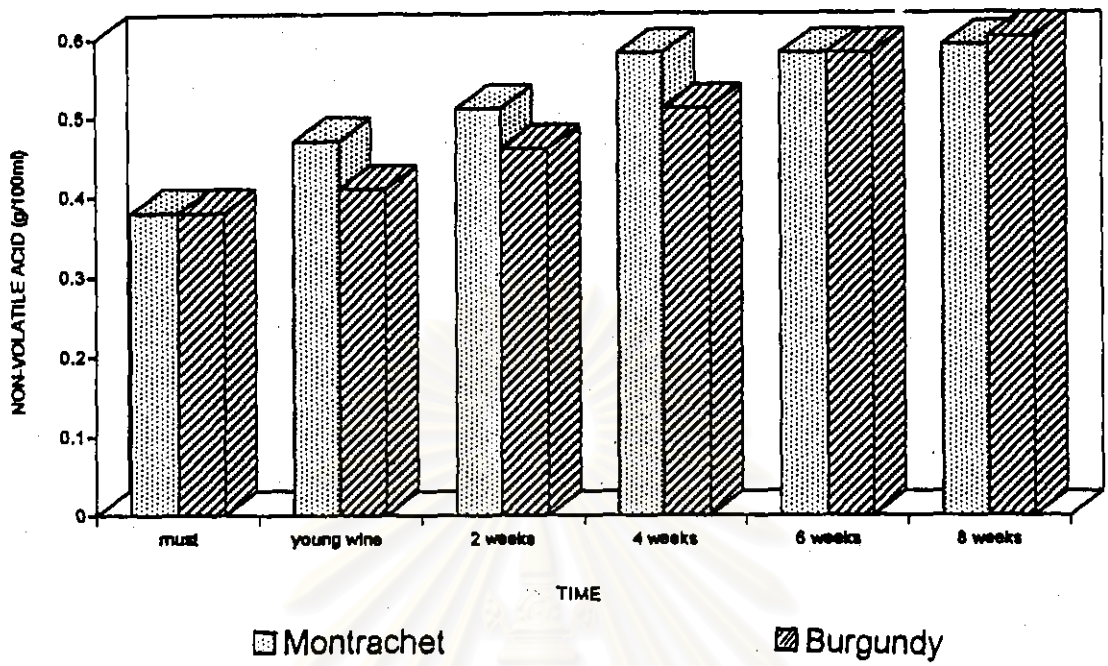
หลังการหมักนาน 21 วัน ถ่ายไวน์ที่ได้ใส่ขวดใหม่ที่สะอาดขนาด 1 ลิตร บรรจุเต็มขวด ปิดจุก เก็บในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 15 ± 1 องศาเซลเซียส นาน 8 สัปดาห์ เก็บตัวอย่างวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดทั้งหมด (คิดในรูปกรดซิตริก) ปริมาณกรดระเหย (คิดในรูปกรดอะซีติก) ปริมาณกรดไม่ระเหย ปริมาณเอทธิลอะซิเตท ปริมาณอะเซทาลดีไฮด์ ปริมาณกลีเซอรอล ปริมาณฟีนอล ค่า L* a* และ b* ทุก 2 สัปดาห์ ผลการทดลองแสดงดังรูปที่ 4.19-4.28 และตารางที่ 4.22-4.24

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

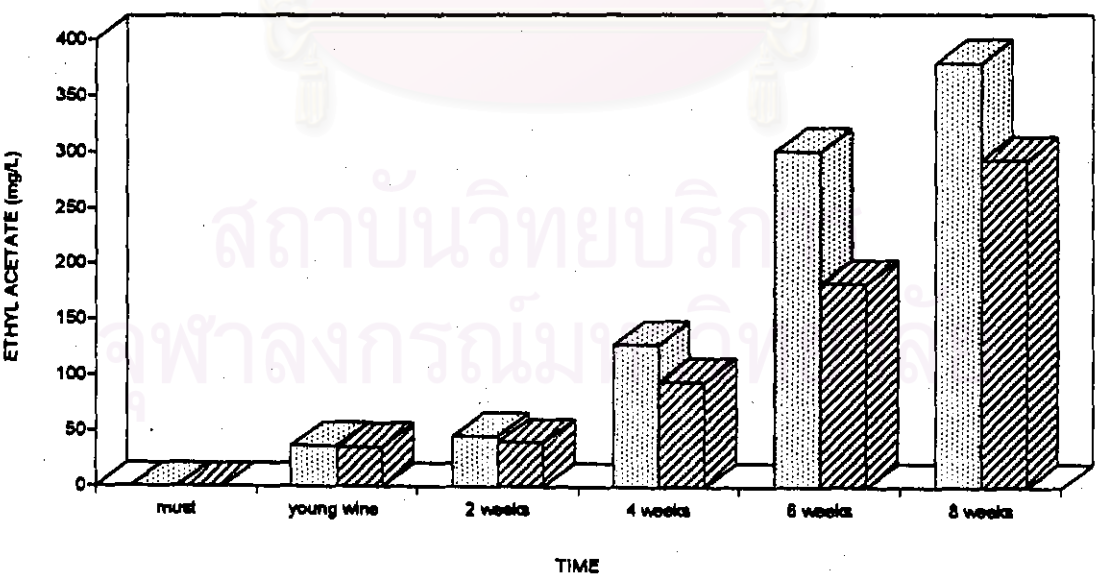
รูปที่ 4.19 การเปลี่ยนแปลงของกรดทั้งหมดกับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักและบ่มไวน์หม่อน โดยเชื้อยีสต์ต่างสายพันธุ์



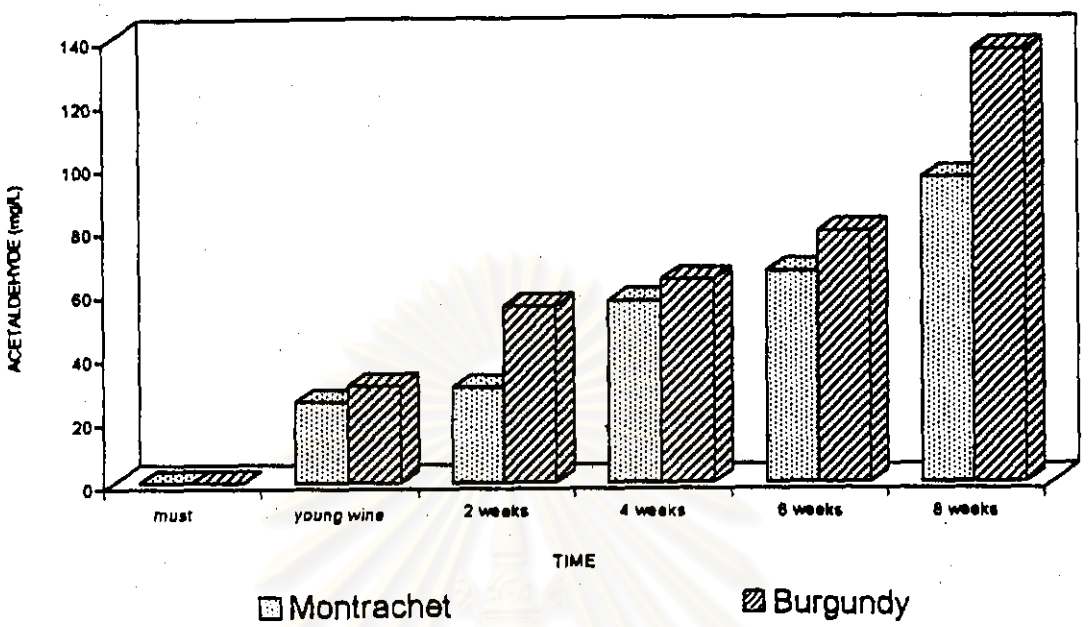
รูปที่ 4.20 การเปลี่ยนแปลงของกรดระเหยกับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักและบ่มไวน์หม่อน โดยเชื้อยีสต์ต่างสายพันธุ์



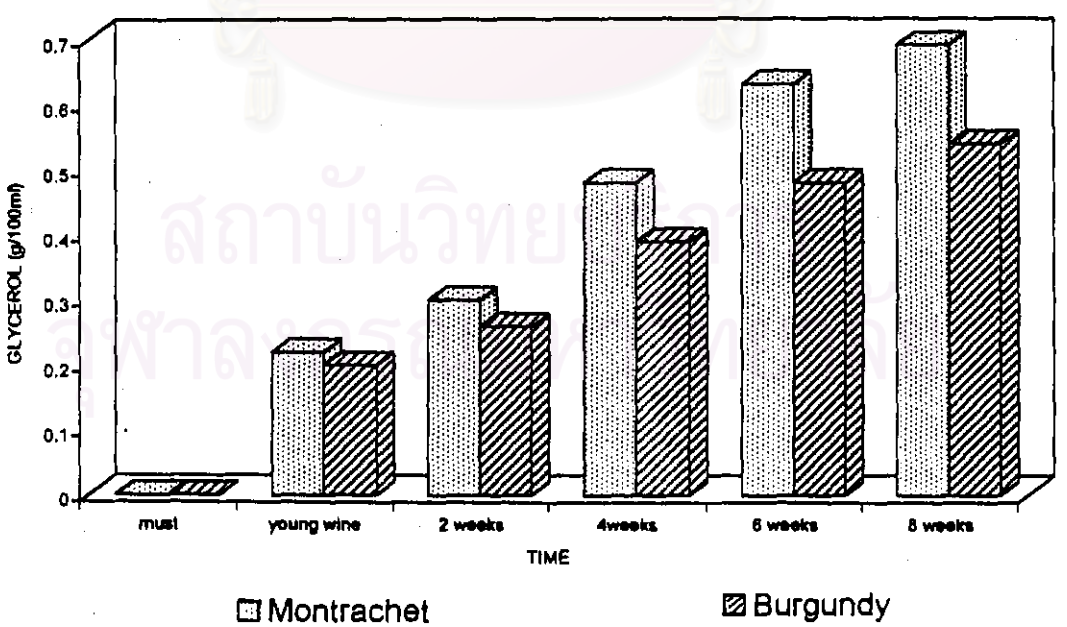
รูปที่ 4.21 การเปลี่ยนแปลงของกรด ไม่ระเหยกับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักและบ่มไวน์หม่อน โดยเชื้อยีสต์ต่างสายพันธุ์



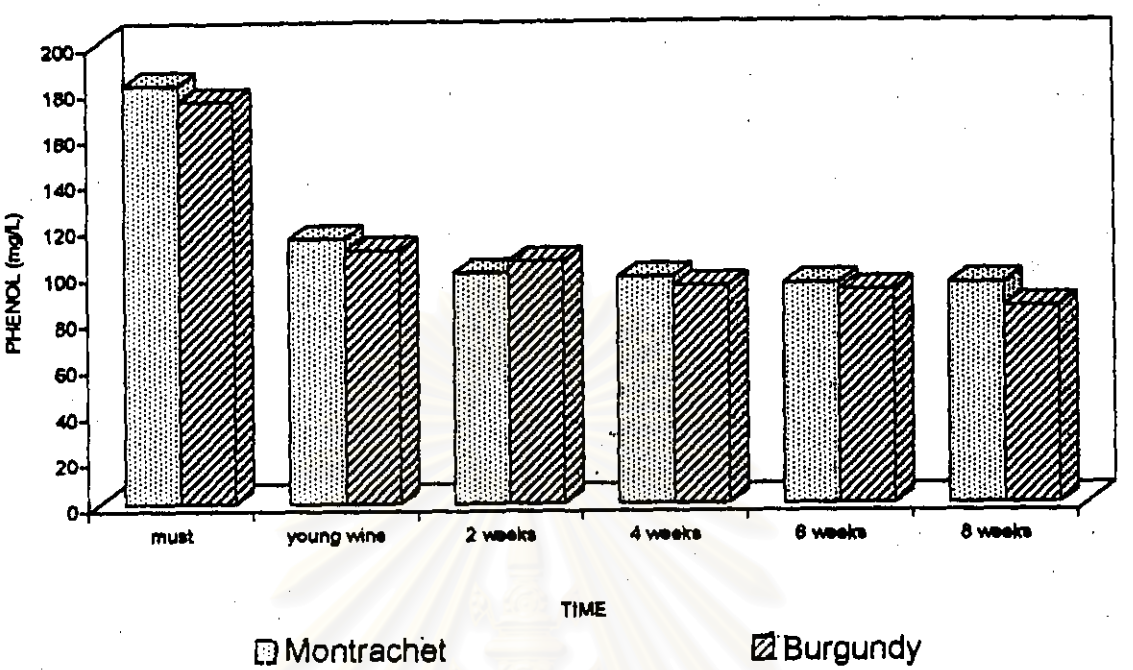
รูปที่ 4.22 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณเอทธิลอะซิเตทกับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักและบ่มไวน์หม่อน โดยเชื้อยีสต์ต่างสายพันธุ์



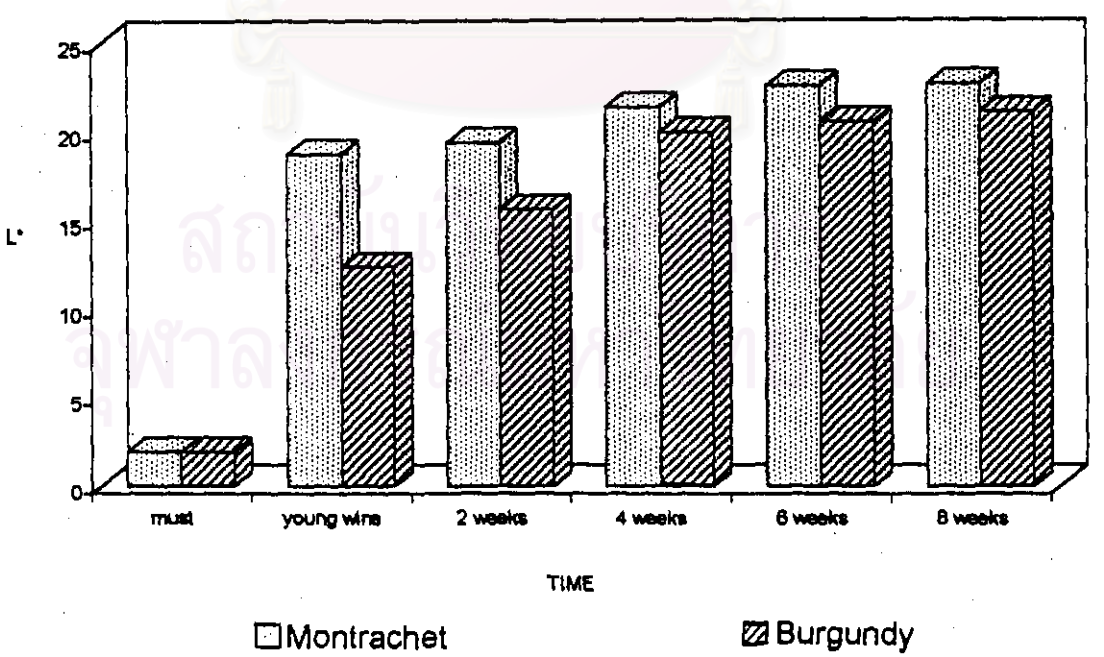
รูปที่ 4.23 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณอะเซทาลดีไฮด์กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักและบ่มไวน์หม่อน โดยเชื้อยีสต์ต่างสายพันธุ์



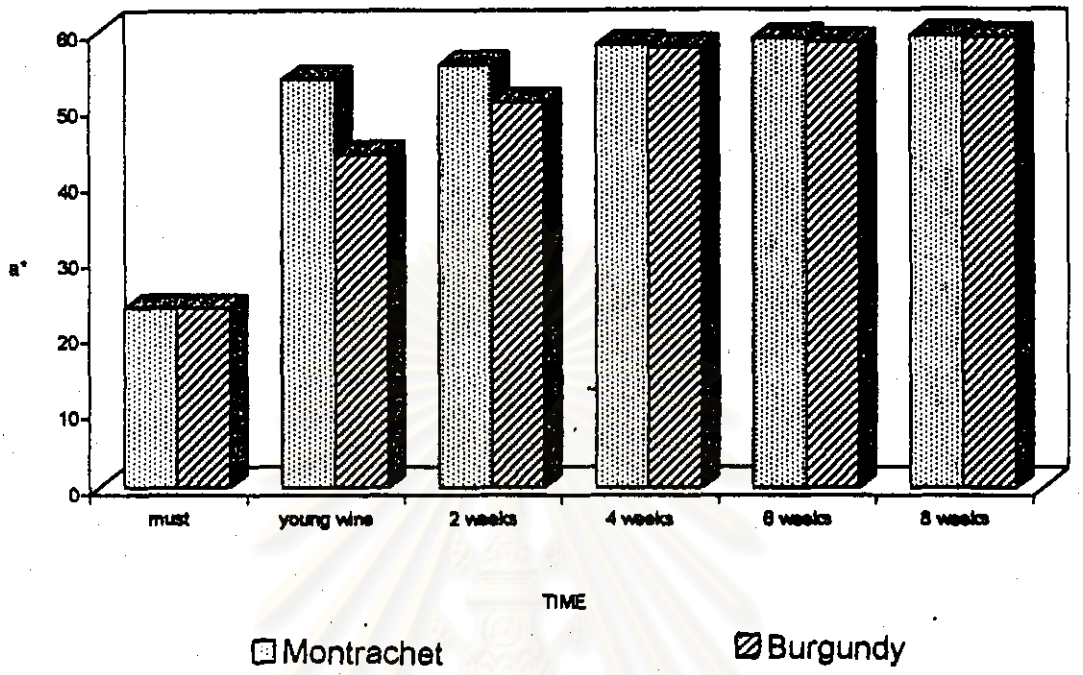
รูปที่ 4.24 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณกลีเซอรอลกับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักและบ่มไวน์หม่อน โดยเชื้อยีสต์ต่างสายพันธุ์



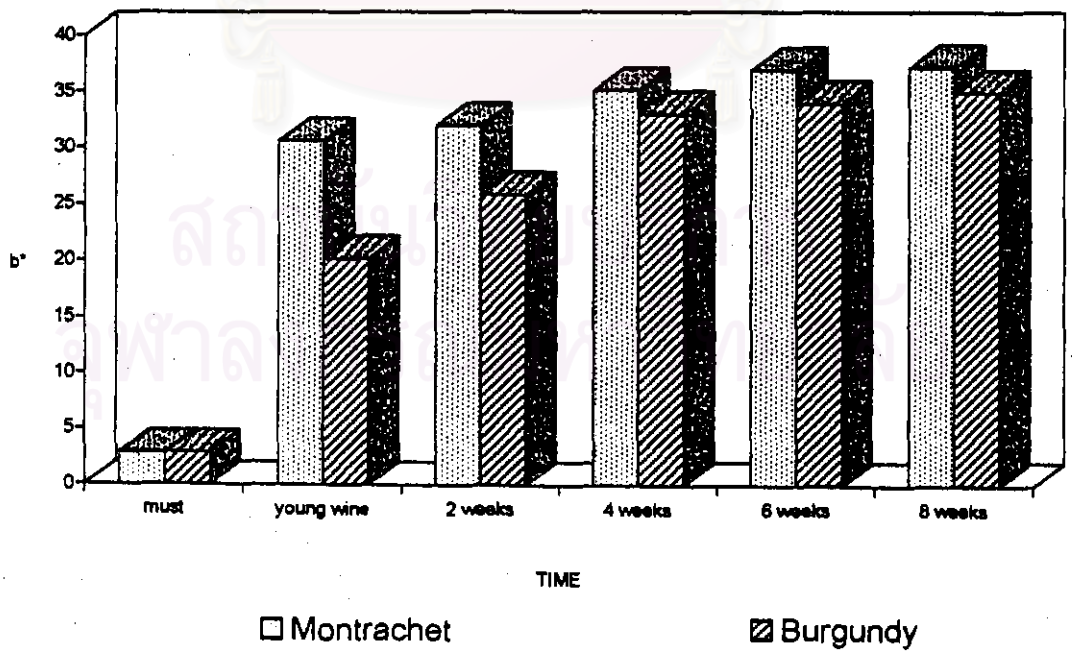
รูปที่ 4.25 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณฟีนอลกับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักและบ่มไวน์หม่อน โดยเชื้อยีสต์ต่างสายพันธุ์



รูปที่ 4.26 การเปลี่ยนแปลงของค่า L* กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักและบ่มไวน์หม่อน โดยเชื้อยีสต์ต่างสายพันธุ์



รูปที่ 4.27 การเปลี่ยนแปลงของค่า a*กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักและบ่มไวน์หม่อน โดยเชื้อยีสต์ต่างสายพันธุ์



รูปที่ 4.28 การเปลี่ยนแปลงของค่า b* กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักและบ่มไวน์หม่อน โดยเชื้อยีสต์ต่างสายพันธุ์

ตารางที่ 4.22 องค์ประกอบทางเคมีของไวน์หมักที่หมักโดยเชื้อยีสต์ต่างสายพันธุ์ เมื่อเวลาต่างๆ

ระยะเวลา	องค์ประกอบทางเคมี	Burgundy*	Montrachet**
must***	total titratable acidity, g/100ml (as citric acid)	0.38±0.00	0.38±0.00
	volatile acid, g/100ml (as acetic acid)	0	0
	non-volatile acid, g/100ml (as citric acid)	0.38±0.00	0.38±0.00
	ethyl acetate , mg/L	0	0
	acetaldehyde, mg/L	0	0
	glycerol, g/100ml	0	0
	phenol, mg/L (as gallic acid)	175±4.55	175±4.55
young wine****	total titratable acidity, g/100ml (as citric acid)	0.44±0.00	0.49±0.014
	volatile acid, g/100ml (as acetic acid)	0.033±0.003	0.030±0.000
	non-volatile acid, g/100ml (as citric acid)	0.407±0.005	0.475±0.014
	ethyl acetate , mg/L	36.30±1.82	36.7±2.16
	acetaldehyde, mg/L	30.50±0.34[a]	25.52±0.88[b]
	glycerol, g/100ml	0.214±0.030	0.221±0.018
	phenol, mg/L (as gallic acid)	110±1.63	115±3.56

Burgundy* = เชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* var.Burgundy

Montrachet** = เชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* var. Montrachet

must*** = วันที่ 0 ของการหมัก (ก่อนการเติมกล้าเชื้อ)

young wine**** = วันที่ 21 ของการหมัก (สิ้นสุดกระบวนการหมัก)

a,b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ระยะเวลา	องค์ประกอบทางเคมี	Burgundy*	Montrachet**
บ่ม 2 สัปดาห์	total titratable acidity, g/100ml (as citric acid)	0.50±0.00	0.55±0.014
	volatile acid, g/100ml (as acetic acid)	0.047±0.005	0.043±0.003
	non-volatile acid, g/100ml (as citric acid)	0.457±0.011	0.515±0.003
	ethyl acetate , mg/L	40.7±2.45	45.1±1.55
	acetaldehyde, mg/L	55.2±0.65^{a}	29.93±1.17^{b}
	glycerol, g/100ml	0.262±0.035^{b}	0.339±0.012^{a}
	phenol, mg/L (as gallic acid)	105±4.96	100±2.45
บ่ม 4 สัปดาห์	total titratable acidity, g/100ml (as citric acid)	0.560±0.016	0.630±0.030
	volatile acid, g/100ml (as acetic acid)	0.059±0.005	0.055±0.003
	non-volatile acid, g/100ml (as citric acid)	0.507±0.011	0.575±0.071
	ethyl acetate , mg/L	94.6±1.55^{b}	127.6±3.48^{a}
	acetaldehyde, mg/L	63.50±0.64^{a}	56.84±1.35^{b}
	glycerol, g/100ml	0.393±0.015^{b}	0.480±0.066^{a}
	phenol, mg/L (as gallic acid)	94±5.10	98±0.82

Burgundy* = เชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* var.Burgundy

Montrachet** = เชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* var. Montrachet

a,b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ระยะเวลา	องค์ประกอบทางเคมี	Burgundy*	Montrachet**
บ่ม 6 สัปดาห์	total titratable acidity, g/100ml (as citric acid)	0.630±0.024	0.630±0.024
	volatile acid, g/100ml (as acetic acid)	0.053±0.005	0.053±0.005
	non-volatile acid, g/100ml (as citric acid)	0.577±0.019	0.577±0.019
	ethyl acetate , mg/L	182.6±2.00^{b}	300±3.56^{a}
	acetaldehyde, mg/L	78.58±1.36^{a}	66.01±0.68^{b}
	glycerol, g/100ml	0.484±0.025^{b}	0.633±0.031^{a}
	phenol, mg/L (as gallic acid)	92±1.09	95±0.82
บ่ม 8 สัปดาห์	total titratable acidity, g/100ml (as citric acid)	0.65±0.02	0.65±0.02
	volatile acid, g/100ml (as acetic acid)	0.057±0.003	0.055±70.03
	non-volatile acid, g/100ml (as citric acid)	0.600±0.020	0.596±0.020
	ethyl acetate , mg/L	292.6±2.20^{b}	378.4±3.48^{a}
	acetaldehyde, mg/L	135.43±1.36^{a}	95.30±1.37^{b}
	glycerol, g/100ml	0.541±0.017^{b}	0.694±0.012^{a}
	phenol, mg/L (as gallic acid)	85±2.94^{b}	95±2.45^{a}

Burgundy* = เชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* var.Burgundy

Montrachet** = เชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* var. Montrachet

a,b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.23 ค่าเฉลี่ยค่า L* , a* และ b* ของไวน์หมักที่หมักโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy ที่เวลาต่างๆ

ระยะเวลา	ค่าเฉลี่ย L*	ค่าเฉลี่ย a*	ค่าเฉลี่ย b*
must*	1.95 ± 0.01^{e}	+23.69 ± 0.00^{e}	+2.86 ± 0.05^{e}
young wine**	12.41 ± 0.09^{d}	+43.90 ± 0.08^{d}	+20.13 ± 0.16^{d}
บ่ม 2 สัปดาห์	15.62 ± 1.14^{c}	+50.67 ± 2.02^{c}	+25.82 ± 1.92^{c}
บ่ม 4 สัปดาห์	19.92 ± 0.06^{b}	+57.78 ± 0.06^{b}	+32.97 ± 0.14^{b}
บ่ม 6 สัปดาห์	20.53 ± 0.12^{a}	+58.44 ± 0.06^{ab}	+33.95 ± 0.19^{a}
บ่ม 8 สัปดาห์	21.08 ± 0.08^{a}	+59.07 ± 0.09^{a}	+34.87 ± 0.10^{a}

must* = วันที่ 0 ของการหมัก (ก่อนการเติมกลาเชื้อ)

young wine** = วันที่ 21 ของการหมัก (สิ้นสุดกระบวนการหมัก)

a,b,c,d,e ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.24 ค่าเฉลี่ยค่า L*, a* และ b* ของไวน์หมักที่หมักโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet ที่เวลาต่างๆ

ระยะเวลา	ค่าเฉลี่ย L*	ค่าเฉลี่ย a*	ค่าเฉลี่ย b*
must*	1.95 ± 0.01^{e}	+23.69 ± 0.00^{e}	+2.86 ± 0.05^{e}
young wine**	18.73 ± 1.67^{d}	+53.81 ± 2.55^{d}	+30.69 ± 2.64^{d}
บ่ม 2 สัปดาห์	19.40 ± 0.06^{c}	+55.65 ± 0.04^{c}	+31.95 ± 0.10^{c}
บ่ม 4 สัปดาห์	21.37 ± 0.06^{b}	+58.17 ± 0.09^{b}	+35.11 ± 0.09^{b}
บ่ม 6 สัปดาห์	22.55 ± 0.04^{a}	+59.01 ± 0.07^{ab}	+36.87 ± 0.08^{a}
บ่ม 8 สัปดาห์	22.65 ± 0.03^{a}	+59.37 ± 0.07^{a}	+37.13 ± 0.04^{a}

must* = วันที่ 0 ของการหมัก (ก่อนการเติมกลาเชื้อ)

young wine** = วันที่ 21 ของการหมัก (สิ้นสุดกระบวนการหมัก)

a,b,c,d,e ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.25 ค่าเฉลี่ยปริมาณกรดระเหย กรดไม่ระเหย อะเซทาลดีไฮด์ เอทธิลอะซีเตท กลีเซอรอล และฟีนอล ของไวน์หมอนที่หมักโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy เมื่อเวลาต่างๆ

ระยะเวลา	กรดระเหย[x] (g/100ml)	กรดไม่ระเหย[y] (g/100ml)	อะเซทาลดีไฮด์ (mg/L)	เอทธิลอะซีเตท(mg/L)	กลีเซอรอล (g/100ml)	ฟีนอล[z] (mg/L)
must*	0±0.00^{c}	0.38±0.00^{e}	0±0.00^{f}	0±0.00^{f}	0±0.00^{f}	175±4.55^{a}
young wine**	0.03±0.003^{b}	0.407±0.005^{d}	30.50±0.34^{e}	36.30±1.82^{e}	0.21±0.03^{e}	100±1.63^{b}
บ่ม 2 สัปดาห์	0.05±0.005^{a}	0.457±0.011^{c}	55.2±0.65^{d}	40.7±2.45^{d}	0.26±0.03^{d}	105±4.96^{c}
บ่ม 4 สัปดาห์	0.06±0.005^{a}	0.507±0.011^{b}	63.5±0.64^{c}	94.6±1.55^{c}	0.40±0.02^{c}	94.5±5.10^{d}
บ่ม 6 สัปดาห์	0.05±0.005^{a}	0.577±0.019^{a}	78.6±1.36^{b}	182.6±2.0^{b}	0.48±0.02^{b}	92.5±5.1^{de}
บ่ม 8 สัปดาห์	0.06±0.003^{a}	0.600±0.020^{a}	135.4±1.36^{a}	292.6±2.2^{a}	0.54±0.02^{a}	85±2.94^{e}

must* = วันที่ 0 ของการหมัก (ก่อนการเติมกลาเชื้อ)

young wine** = วันที่ 21 ของการหมัก (สิ้นสุดกระบวนการหมัก)

กรดระเหย[x] = กรดระเหยคิดในรูปกรดอะซีติก

กรดไม่ระเหย[y] = กรดไม่ระเหยคิดในรูปกรดซิตริก

ฟีนอล[z] = ฟีนอลคิดในรูป gallic acid

a,b,c,d,e,f ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.26 ค่าเฉลี่ยปริมาณกรดระเหย กรดไม่ระเหย อะเซทาลดีไฮด์ เอทธิลอะซีเตท กลีเซอรอล และฟีนอล ของไวน์หมักที่หมักโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet เมื่อเวลาต่างๆ

ระยะเวลา	กรดระเหย[x] (g/100ml)	กรดไม่ระเหย[y] (g/100ml)	อะเซทาลดีไฮด์ (mg/L)	เอทธิลอะซีเตท(mg/L)	กลีเซอรอล (g/100ml)	ฟีนอล[z] (mg/L)
must*	0±0.00[c]	0.38±0.00[e]	0±0.00[f]	0±0.00[f]	0±0.00[f]	175±4.55[a]
young wine**	0.03±0.00[b]	0.475±0.005[d]	25.52±0.88[e]	36.7±2.16[e]	0.22±0.02[e]	115±3.56[b]
บ่ม 2 สัปดาห์	0.04±0.003[b]	0.515±0.003[c]	29.93±1.17[d]	45.1±1.55[d]	0.34±0.02[d]	100±2.45[c]
บ่ม 4 สัปดาห์	0.06±0.003[a]	0.575±0.07[b]	56.84±1.35[c]	127.6±3.48[c]	0.48±0.07[c]	98±0.82[cd]
บ่ม 6 สัปดาห์	0.05±0.005[a]	0.577±0.019[ab]	66.01±0.68[b]	300±3.56[b]	0.63±0.03[b]	95±0.82[d]
บ่ม 8 สัปดาห์	0.06±0.003[a]	0.596±0.020[a]	95.3±1.37[a]	378.4±3.48[a]	0.69±0.01[a]	95±2.45[d]

must* = วันที่ 0 ของการหมัก (ก่อนการเติมกลาเชื้อ)

young wine** = วันที่ 21 ของการหมัก (สิ้นสุดกระบวนการหมัก)

กรดระเหย[x] = กรดระเหยคิดในรูปกรดอะซีติก

กรดไม่ระเหย[y] = กรดไม่ระเหยคิดในรูปกรดซิตริก

ฟีนอล[z] = ฟีนอลคิดในรูป gallic acid

a,b,c,d,e,f ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ในน้ำหมักที่ใช้ในการหมักไวน์หม่อนจะไม่มีปริมาณของกรดระเหย เอธิลอะซีเดท อะเซทาลดีไฮด์ และกลีเซอรอล ซึ่งเป็นสารที่เกิดจากการทำงานของเชื้อยีสต์ ดังนั้นระหว่างการหมักเชื้อยีสต์จะสร้างสารต่างๆ ออกมาในไวน์ทำให้มีปริมาณของสารเหล่านั้นสูงขึ้น (ตารางที่ 4.22) หลังการหมักไวน์ที่หมักด้วยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy และ Montrachet จะมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณของกรดระเหยระหว่างการหมักดังแสดงในรูปที่ 4.20 (ตารางที่ 4.22) เท่ากับ 0.03 g/100ml การเปลี่ยนแปลงของกรดทั้งหมดแสดงในรูปที่ 4.19 (ตารางที่ 4.22) เพิ่มขึ้นจาก 0.38 เป็น 0.44 g/100ml ในระหว่างการหมักไวน์หม่อนที่ได้จากการหมักด้วยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy และ0.50 g/100ml ในไวน์หม่อนที่ได้จากการหมักด้วยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet ทำให้ค่าของกรดไม่ระเหยสูงขึ้นแสดงในรูปที่ 4.22 ในระหว่างการหมักไวน์หม่อนที่หมักด้วยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy และ Montrachet มีปริมาณของเอธิลอะซีเดท (รูปที่ 4.22 ตารางที่ 4.22) เท่ากับ 36 และ 36.9 mg/L ตามลำดับ ปริมาณของอะเซทาลดีไฮด์ (รูปที่ 4.23 ตารางที่ 4.22) 30.5 และ 25.5 mg/L ตามลำดับ และปริมาณกลีเซอรอล (รูปที่ 4.24 ตารางที่ 4.22) 0.20 และ 0.22 g/100ml ตามลำดับ ส่วนสารฟีนอล (รูปที่ 4.25 ตารางที่ 4.22) จะลดลงระหว่างการหมักจาก 175 mg/L เป็น110 และ 115 mg/L ตามลำดับ

เมื่อผ่านการบ่มที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส นาน 8 สัปดาห์ ค่าความเป็นกรดจะเพิ่มขึ้นเป็น 0.65 g/100ml และกรดระเหยเป็น 0.05 g/100ml ทั้งในไวน์ที่หมักด้วยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy และ Montrachet ดังแสดงในรูปที่ 4.20 ปริมาณเอธิลอะซีเดทและอะเซทาลดีไฮด์จะเพิ่มขึ้นอย่างมากระหว่างการบ่ม แสดงในรูปที่ 4.22 และ 4.23 ตามลำดับ ไวน์หม่อนที่หมักด้วยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy และ Montrachet เมื่อสิ้นสุดการบ่ม (8 สัปดาห์) ที่อุณหภูมิ 15 ± 1 องศาเซลเซียส มีปริมาณเอธิลอะซีเดทเท่ากับ 292.6 และ 135.4 mg/L ตามลำดับ ปริมาณอะเซทาลดีไฮด์เท่ากับ 378.4 และ 95.3 mg/Lตามลำดับ กลีเซอรอล (รูปที่ 4.24) เท่ากับ 0.54 และ 0.69 g/100ml ตามลำดับ ส่วนปริมาณฟีนอล (รูปที่ 4.25) จะลดลงระหว่างการบ่ม มีค่าเท่ากับ 85 และ 95 mg/L ตามลำดับ

ค่า L* , a* และ b* จะบอกสีของไวน์ ค่า L* , a* และ b* จะเพิ่มขึ้นอย่างมากหลังการหมักและมีการเพิ่มขึ้นเรื่อยๆในระหว่างการบ่มดังแสดงในรูปที่ 4.26-4.28 (ตารางที่ 4.23,4.24) ก่อนการหมักน้ำหมักจะมีค่า L* , a* และ b* เท่ากับ 1.95 , +23.69 และ +2.86 ตามลำดับ หลังการหมักไวน์หม่อนที่หมักด้วยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy และ Montrachet จะมีค่า L* เท่ากับ 12.4 และ 18.73 ค่า a* เท่ากับ +43.90 และ +53.81 ค่า b* เท่ากับ +20.13 และ +30.61 เมื่อทำการบ่มนาน 8 สัปดาห์จะมีค่า L* เท่ากับ 21.08 และ 22.65 ค่า a* เท่ากับ +59.07 และ +59.37 ค่า b* เท่ากับ +34.87 และ 37.13 ตามลำดับ

3.3 ประเมินผลทางประสาทสัมผัสไวน์หม่อนหลังการบ่ม

ไวน์หม่อนที่หมักด้วยเชื้อยีสต์ต่างสายพันธุ์ นำมาแยกตะกอน แล้วบ่มที่อุณหภูมิ 15 ± 1 องศาเซลเซียส เมื่อสิ้นสุดการบ่มนาน 8 สัปดาห์ นำไวน์หม่อนที่ผ่านการบ่มมาsiphon แยกตะกอนออกอีกครั้งหนึ่ง แล้วเติม KMS เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในไวน์หม่อน ทิ้งไว้อย่างน้อย 1 วัน จากนั้นประเมินคุณภาพของไวน์หม่อนที่ได้โดยให้ผู้บริโภคที่มีความคุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์ จำนวน 10 คน ได้ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสดังแสดงในตารางที่ 4.25

ตารางที่ 4.27 คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสของไวน์หม่อนที่ได้จากการหมักโดยเชื้อยีสต์ต่างสายพันธุ์

เชื้อยีสต์	ความใส^{ns} (15)	สี^{ns} (15)	กลิ่น^{ns} (30)	รส (30)	บอดี้^{ns} (10)	คะแนนรวม (100)
Burgundy*	10.4±1.50	9.1±1.44	20.0±1.95	14.6±1.56^{b}	6.9±0.94	61.0±4.07^{b}
Montrachet**	10.5±1.50	10.3±1.10	20.7±1.42	19.0±1.89^{a}	7.6±0.80	68.1±2.98^{a}

หมายเหตุ

ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

a,b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

* หมายถึง ไวน์ที่ได้จากการหมักโดยเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* var. Burgundy

** หมายถึง ไวน์ที่ได้จากการหมัก โดยเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* var. Montrachet

การประเมินคุณภาพของไวน์ โดยดูจากลักษณะของความใส สี กลิ่น รส และ บอดี้ ผู้ทดสอบให้คะแนนของความใส สี กลิ่น และบอดี้ของไวน์ที่หมักด้วยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy และ Montrachet ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่จะให้คะแนนการยอมรับด้านรสของไวน์หม่อนที่หมักด้วยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Montrachet สูงกว่า ไวน์หม่อนที่หมักด้วยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Burgundy อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%