

บทที่ 4

ผลการทดลอง

1. วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตไวน์น้ำผึ้งผลไม้

น้ำผึ้งที่ใช้คือน้ำผึ้งจากดอกงุ่น (*Bombax ceiba* Linn.) เก็บที่อุณหภูมิ 20+1 องศาเซลเซียส เมื่อนำน้ำผึ้งงุ่นมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้ผลแสดงดังตารางที่ 4.1

ผลไม้ที่ใช้เป็นวัตถุดิบมี 3 ชนิด คือ มะขาม (*Tamarindus indica* Linn.) ใช้ในรูปมะขามเปียก สับปะรด (*Ananas comosus* (L) Merr.) ใช้ น้ำสับปะรดกระป๋อง กระจับ (*Hibicus sabdarifta* Linn.) ใช้ในรูปกระจับแห้ง เมื่อนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีได้ผลดังตารางที่ 4.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำผึ้งจากดอกนุ่น

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (°Brix)	76.60
ร้อยละความชื้น	19.27
ร้อยละเถ้า	0.33
ร้อยละไนโตรเจน	0.09
ร้อยละน้ำตาลอินเวิร์ตทั้งหมด	70.10
พีเอช	4.01
ร้อยละความเป็นกรด (คิดในรูปกรดซิตริก)	0.34

ตารางที่ 4.2 องค์ประกอบทางเคมีของผลไม้ที่ใช้เป็นวัตถุดิบ

องค์ประกอบทางเคมี	น้ำกระเจี๊ยบ	น้ำสับปะรด	น้ำมะขามเปียก
total titratable acidity, %	0.96 g/100 ml (as malic acid)	0.59 g/100 ml (as malic acid)	0.79 g/100 ml (as tartaric acid)
pH	2.35	3.35	2.50
total soluble solid, °Brix	4.00	14.20	5.40

2. เลือกเชื้อยีสต์ที่เหมาะสมในการหมักไวน์น้ำผึ้ง


ในงานวิจัยได้ทดลองเพื่อเลือกเชื้อยีสต์ที่เหมาะสมในการหมักไวน์น้ำผึ้ง โดยใช้

เชื้อยีสต์ 3 สายพันธุ์ คือ Saccharomyces cerevisiae var. Montrachet

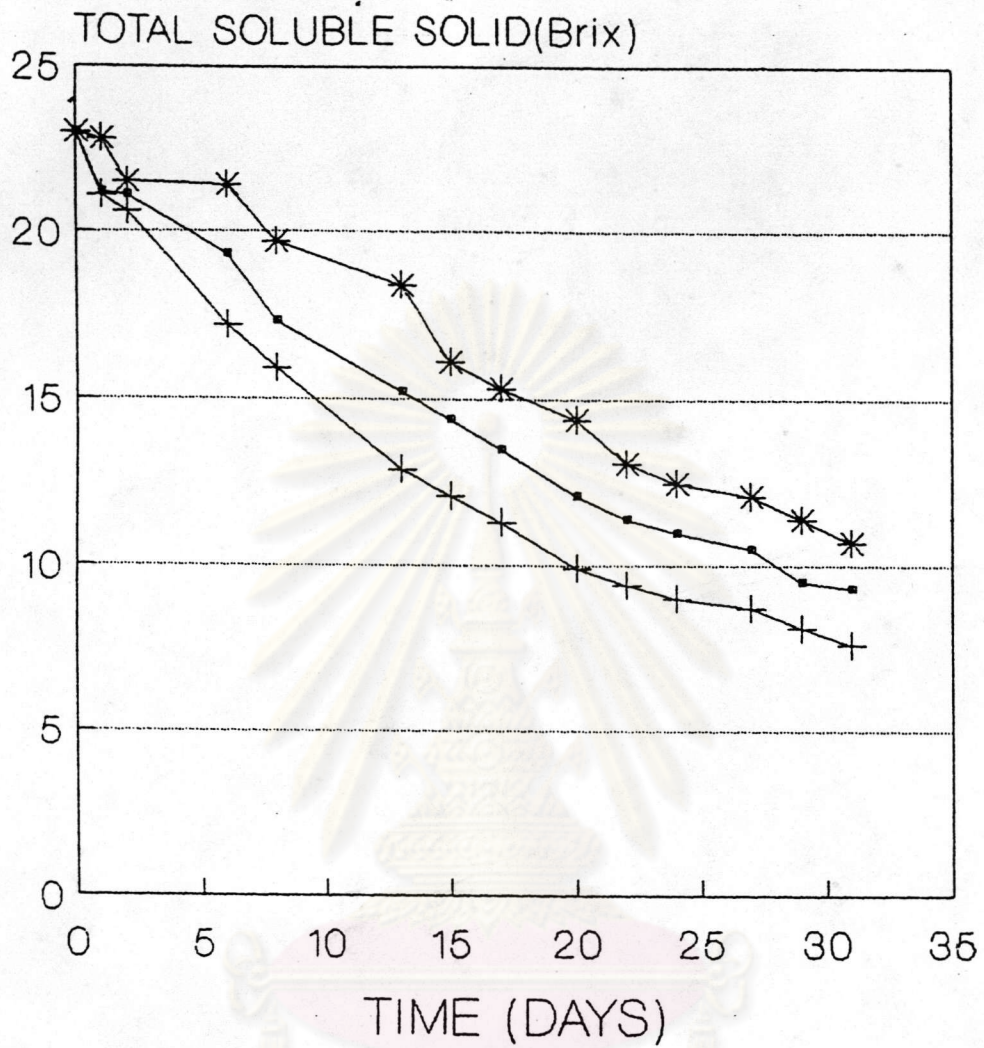
Saccharomyces cerevisiae var. Pasteur Champagne

Saccharomyces cerevisiae var. Epernay 2

น้ำผึ้งที่ใช้คือน้ำผึ้งนุ่น ได้ผลการทดลองดังรูปที่ 4.1-4.7 และผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส
ดังตารางที่ 4.3

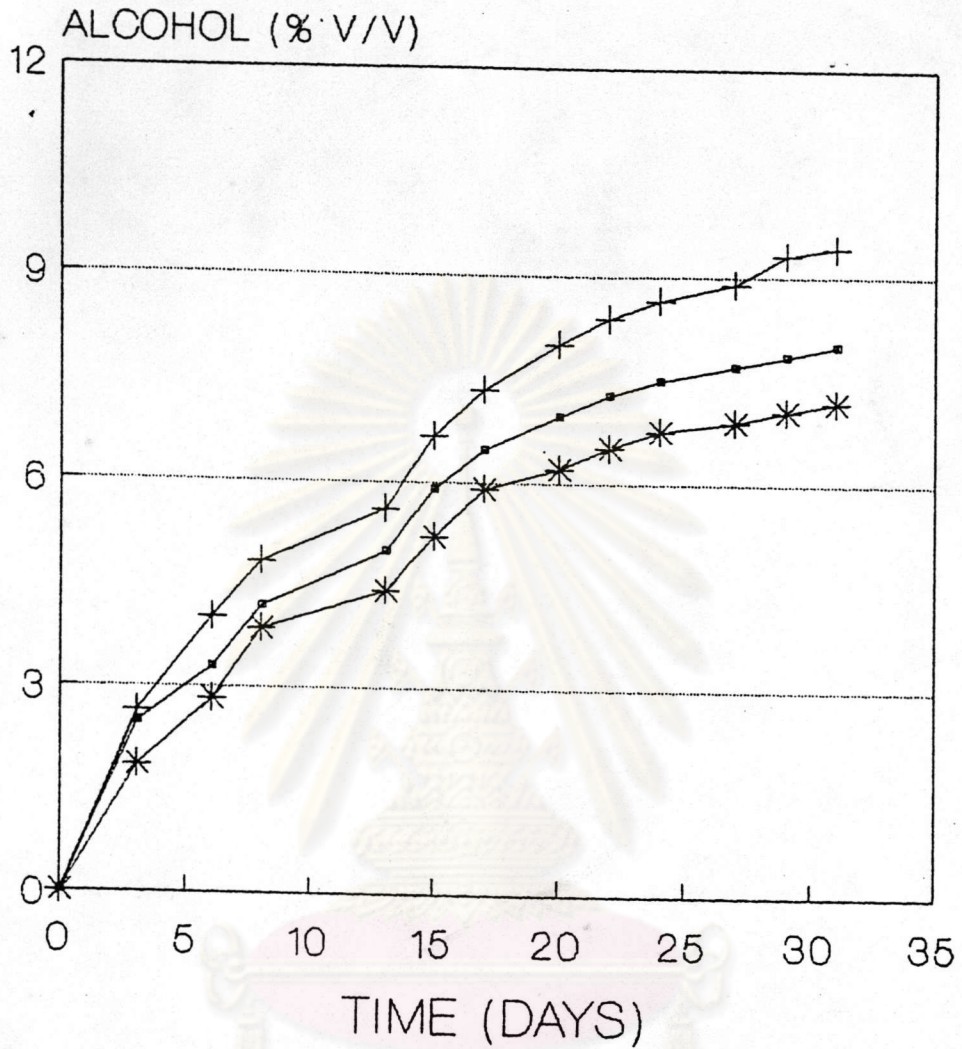


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



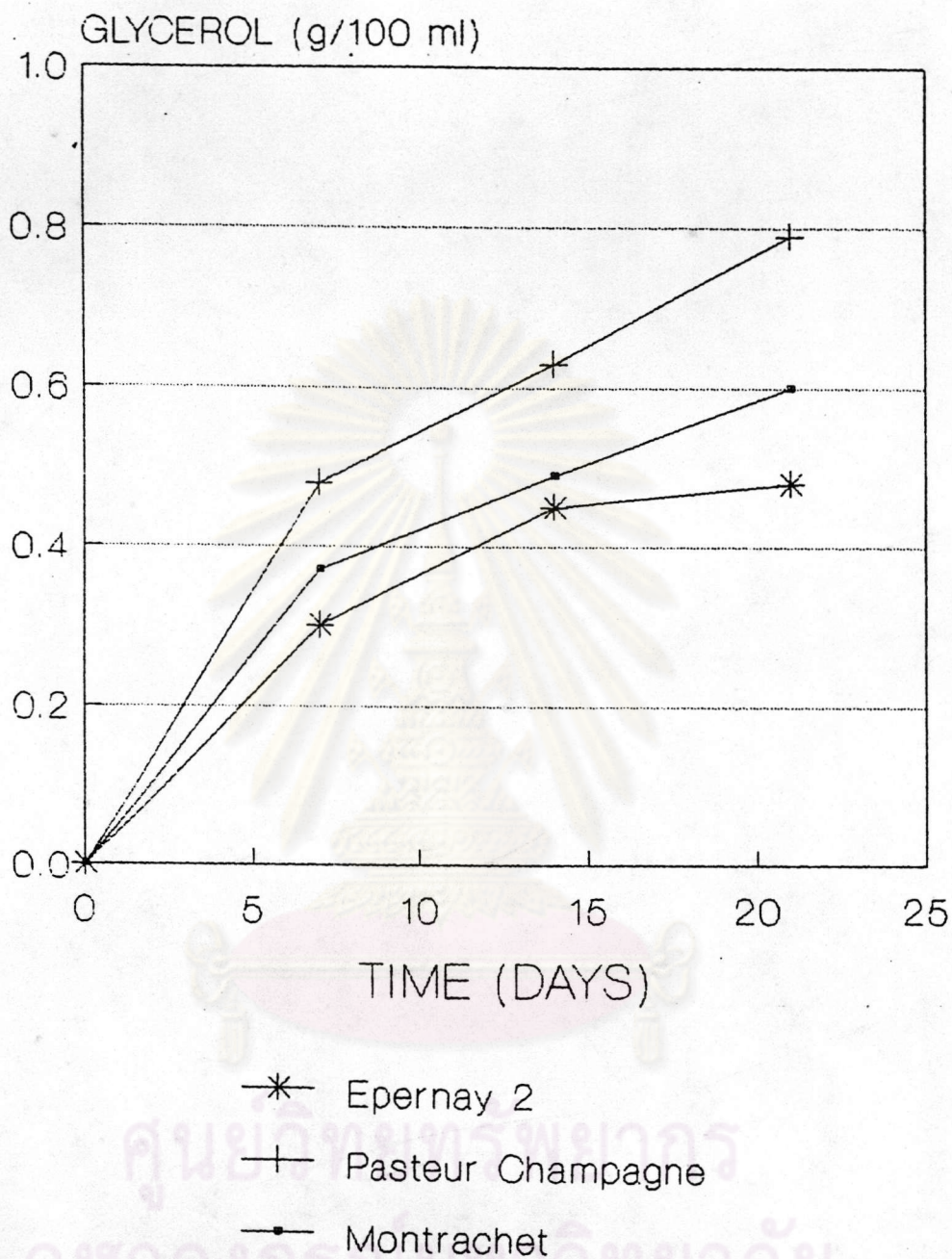
- * Epernay 2
- + Pasteur Champagne
- Montrachet

รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายได้กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์น้ำผึ้ง โดยเชื้อยีสต์ต่างสายพันธุ์

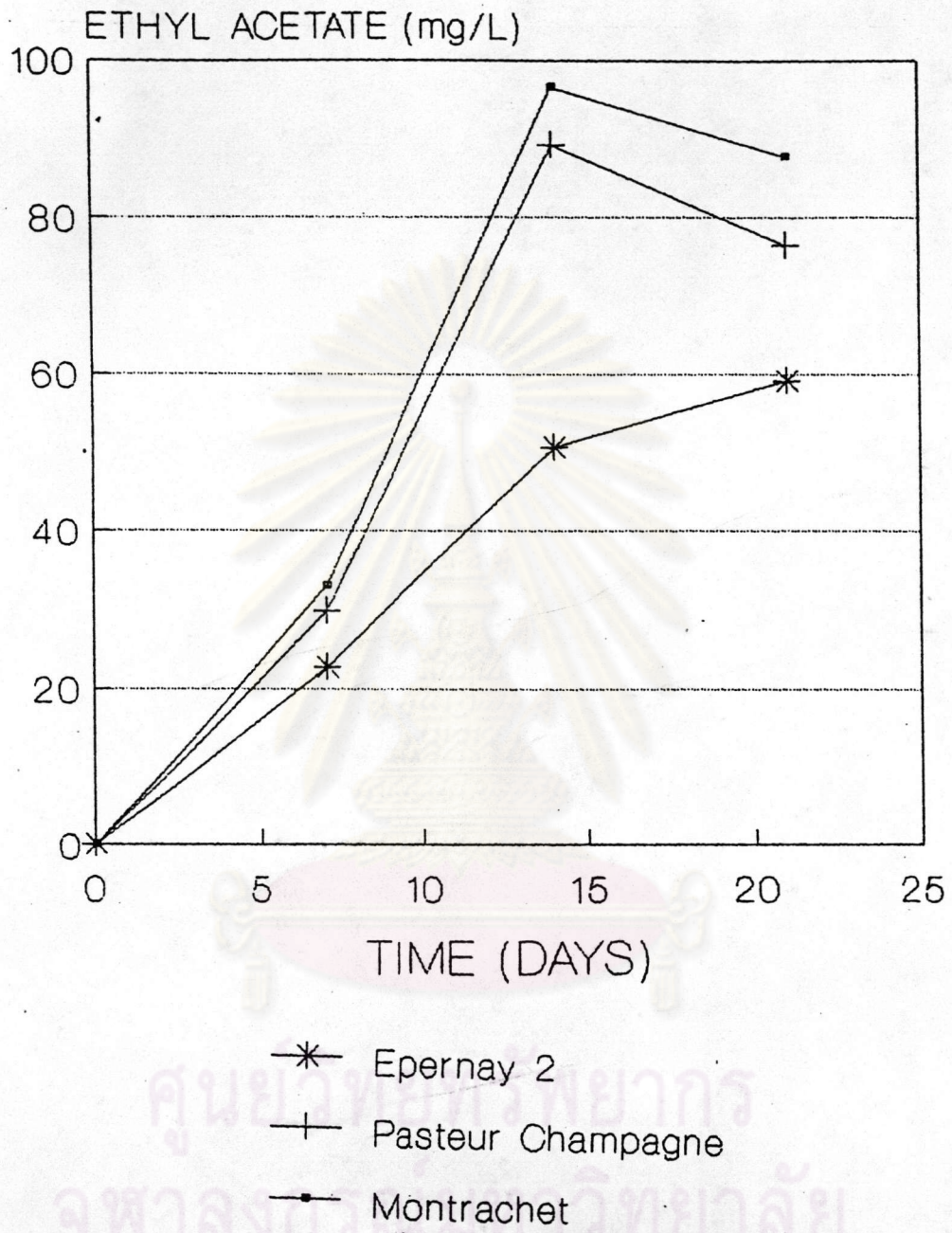


- * Epernay 2
- + Pasteur Champagne
- Montrachet

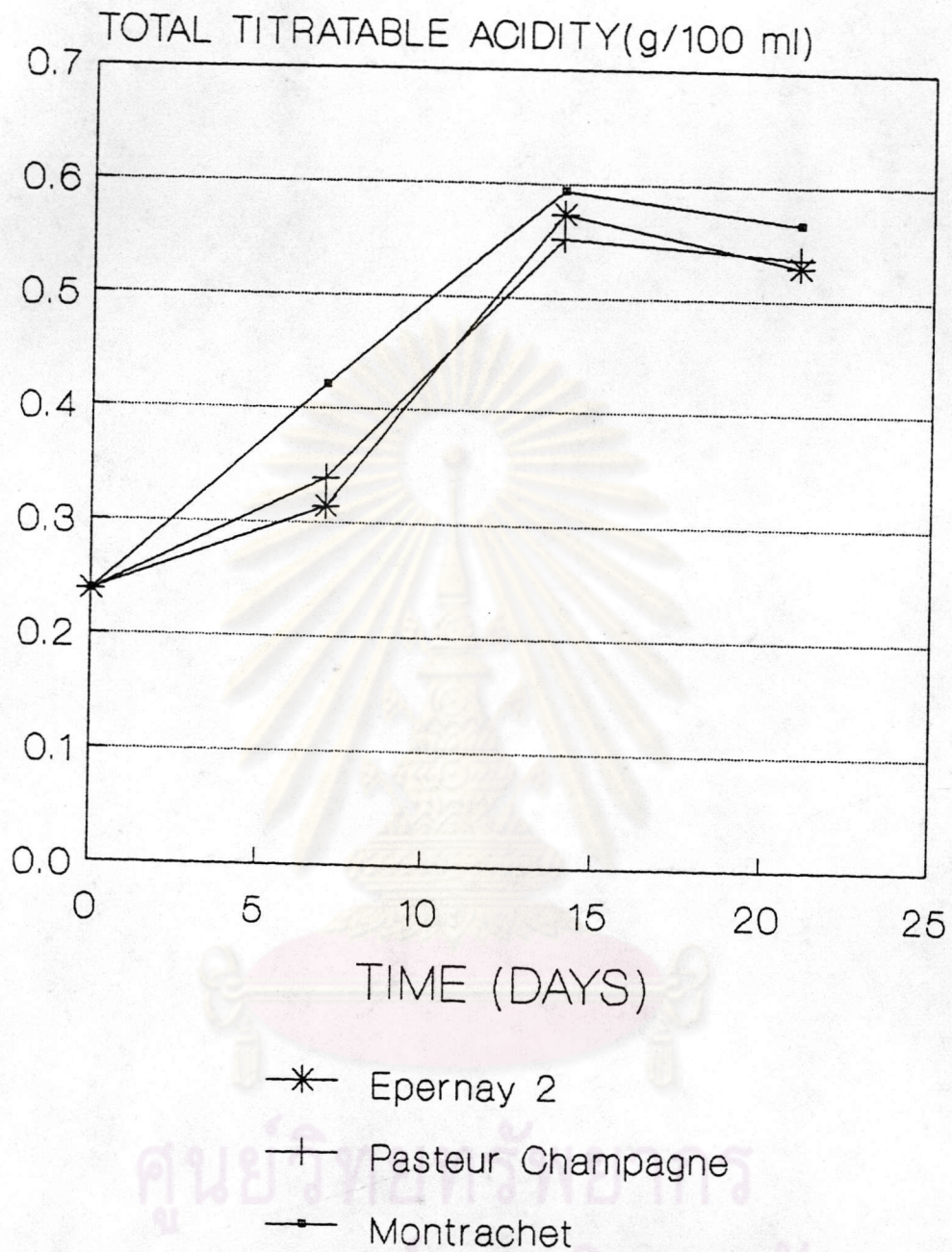
รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณร้อยละแอลกอฮอล์กับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์น้ำผึ้ง โดยเชื้อยีสต์ต่างสายพันธุ์



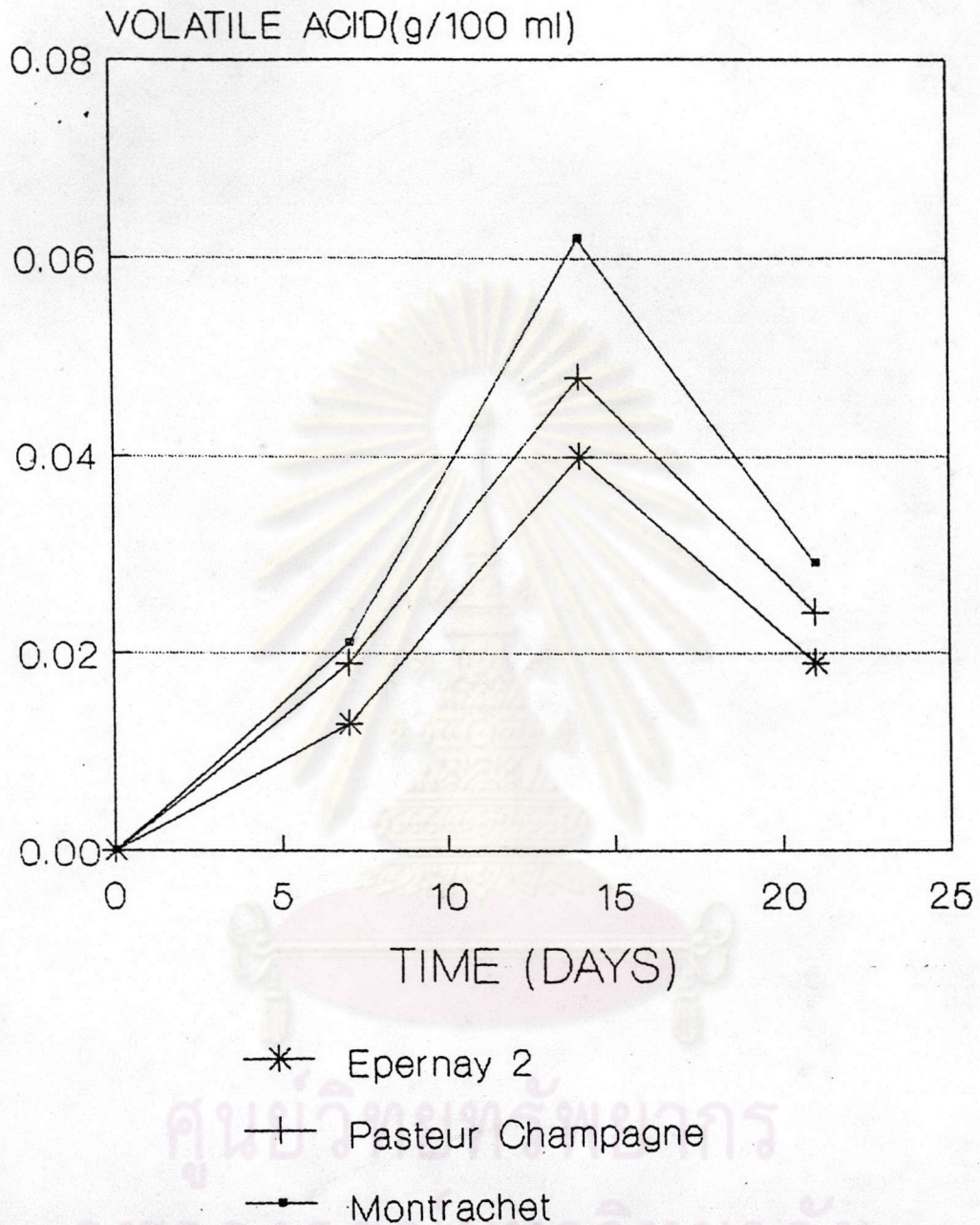
รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกลีเซอรอลกับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์
 ไวน์น้ำผึ้ง โดยเชื้อยีสต์ต่างสายพันธุ์



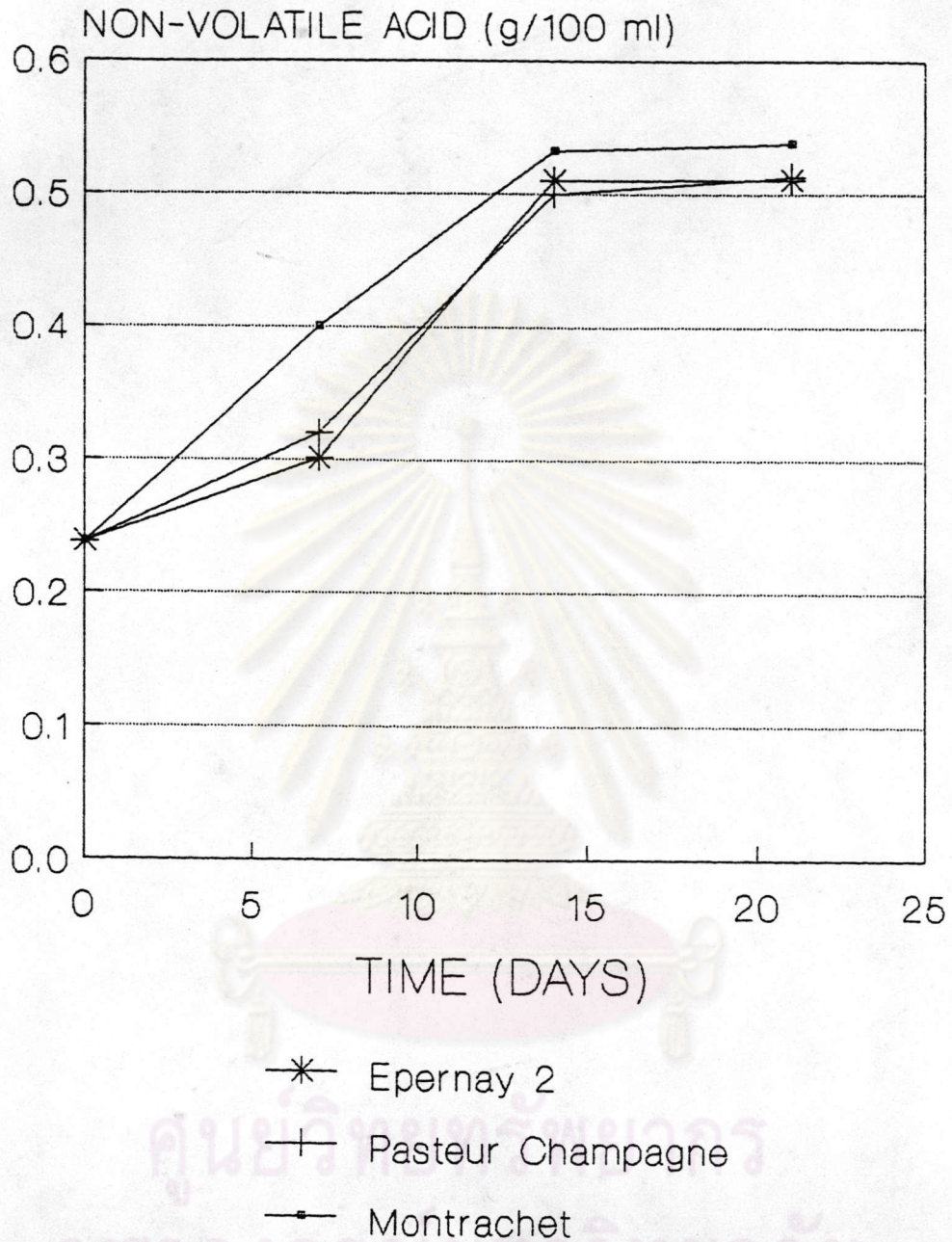
รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเอทิลอะซิเตตกับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์น้ำผึ้ง โดยเชื้อยีสต์ต่างสายพันธุ์



รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดทั้งหมดกับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์
น้ำผึ้ง โดยใช้เชื้อยีสต์ต่างสายพันธุ์



รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดระเหยกับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์
น้ำผึ้ง โดยใช้เชื้อยีสต์ต่างสายพันธุ์



รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดไม่ระเหยกับระยะเวลาที่ใช้ในการหมักไวน์
น้ำผึ้ง โดยใช้เชื้อยีสต์ต่างสายพันธุ์

ตารางที่ 4.3 คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสของไวน์น้ำผึ้ง เมื่อเลือกสายพันธุ์เชื้อยีสต์ที่เหมาะสมในการหมักไวน์น้ำผึ้ง

สายพันธุ์ เชื้อยีสต์ ^a	ความใส ^b (15)	สี ^b (15)	กลิ่น ^b (30)	รส ^b (30)	บอดี้ ^b (10)	คะแนนรวม (100)
Mn	11.12 _± 1.80	8.75 _± 1.75	18.25 _± 1.98 ^{ab}	17.50 _± 2.45 ^b	6.00 _± 0.76	61.63 _± 5.93 ^b
Ch	12.00 _± 1.41	8.75 _± 1.98	18.62 _± 2.61 ^a	18.88 _± 2.10 ^a	6.12 _± 0.83	64.38 _± 5.53 ^a
Ep	11.25 _± 1.48	9.25 _± 1.90	16.50 _± 2.07 ^c	16.50 _± 2.77 ^c	6.12 _± 0.83	59.50 _± 6.44 ^c

ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

^aMn หมายถึง เชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* สายพันธุ์ Montrachet

Ch หมายถึง เชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* สายพันธุ์ Pasteur Champagne

Ep หมายถึง เชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* สายพันธุ์ Epernay 2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ศึกษาปริมาณและชนิดวัตถุดิบที่เหมาะสมในการหมักไวน์น้ำผึ้งผลไม้

จากการศึกษาปริมาณวัตถุดิบที่เหมาะสมในการหมักไวน์น้ำผึ้ง โดยใช้ผลไม้ 3 ชนิด คือ มะขามเปียก น้ำสับปะรดและกระเจี๊ยบแห้ง สำหรับมะขามเปียกและกระเจี๊ยบแห้งแปร ปริมาณเป็น 3 ระดับคือร้อยละ 1.5 2.0 และ 2.5 (w/v) น้ำสับปะรดแปรปริมาณเป็น 3 ระดับเช่นกันคือ ร้อยละ 10 20 และ 30 (v/v) ได้ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.4-4.6 และเลือกชนิดของผลไม้ได้ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.7-4.8



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.4 คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสของไวน์น้ำผึ้งกระเจียบ เมื่อแปรปริมาณกระเจียบ

ร้อยละปริมาณ กระเจียบ(w/v)	ความใส ^{ns} (15)	สี ^{ns} (15)	กลิ่น ^{ns} (30)	รส ^{ns} (30)	บอด้ ^{ns} (10)	คะแนนรวม ^{ns} (100)
1.5	11.00±1.41	10.75±1.75 ^c	21.88±2.79 ^b	21.38±2.82	6.50±1.19 ^b	71.50±6.86 ^c
2.0	11.25±1.66	12.00±1.93 ^b	22.13±2.85 ^{ab}	21.75±3.01	7.00±1.06 ^{ab}	74.13±7.64 ^b
2.5	11.00±1.60	12.88±1.46 ^a	22.88±3.09 ^a	22.25±3.05	7.13±1.12 ^a	76.13±7.64 ^a

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

a, b, c อักษรต่างกันในแต่ละแถวหมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ 4.5 คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสของไวน์น้ำผึ้งมะขาม เมื่อแปรปริมาณมะขาม

ร้อยละปริมาณ มะขาม(w/v)	ความใส ^{ns} (15)	สี ^{ns} (15)	กลิ่น ^{ns} (30)	รส ^{ns} (30)	บอด้ ^{ns} (10)	คะแนนรวม ^{ns} (100)
1.5	11.38±2.13	10.63±2.72	21.88±1.46	19.25±2.37	6.88±0.83	70.00±5.72
2.0	11.00±2.20	11.00±2.07	22.62±1.06	20.75±2.54	7.25±0.88	72.62±5.85
2.5	10.00±1.85	9.88±2.16	22.00±1.51	19.88±2.64	7.00±0.75	68.75±5.17

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

a, b, c อักษรต่างกันในแต่ละแถวหมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ 4.6 คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสของไวน์น้ำผึ้งลับประด เมื่อแปรปริมาณลับประด

ร้อยละปริมาณ ลับประด(v/v)	ความใส (15)	สี ^a (15)	กลิ่น ^a (30)	รส (30)	บอด้ (10)	คะแนนรวม (100)
10	11.75±1.28 ^{ab}	11.50±1.92	20.75±2.43	17.13±2.64 ^c	5.25±0.88 ^b	66.38±5.34 ^{bc}
20	11.00±1.45 ^b	10.63±1.92	20.88±1.89	18.88±2.03 ^b	5.88±0.83 ^{ab}	67.25±6.40 ^b
30	12.75±1.39 ^a	11.12±1.89	20.75±1.98	20.50±2.27 ^a	6.25±0.88 ^a	71.37±5.48 ^a

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

a, b, c อักษรต่างกันในแต่ละแถวหมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.7 องค์ประกอบทางเคมีของไวน์น้ำผึ้งผลไม้จากวัตถุดิบต่างชนิดกัน

องค์ประกอบทางเคมี	ไวน์น้ำผึ้งผลไม้		
	มะขาม 2.0 %	กระเจี๊ยบ 2.5 %	ลิ้นปรืด 30 %
glycerol, g/100 ml	0.54	0.61	0.62
ethyl acetate, mg/L	130.0	127.8	88.1
acetaldehyde, mg/100 ml	0	0	0.38
total titratable acidity, g/100 ml (as citric acid)	0.467	0.419	0.402
volatile acid g/100 ml (as acetic acid)	0.019	0.020	0.024
non-volatile acid g/100 ml (as citric acid)	0.419	0.347	0.342
ethanol, ml/100 ml	12.59	11.59	11.78
total soluble solid, °Brix	0	0	0

ตารางที่ 4.8 การจัดอันดับของไวน์น้ำผึ้งผลไม้จากวัตถุดิบต่างชนิดกัน

ชนิดของไวน์น้ำผึ้งผลไม้	อันดับรวม
ไวน์น้ำผึ้งกระเจี๊ยบ 2.5 % (w/v)	11 ^a
ไวน์น้ำผึ้งมะขาม 2.0 % (w/v)	16 ^{a,b}
ไวน์น้ำผึ้งสับปะรด 30 % (v/v)	21 ^b

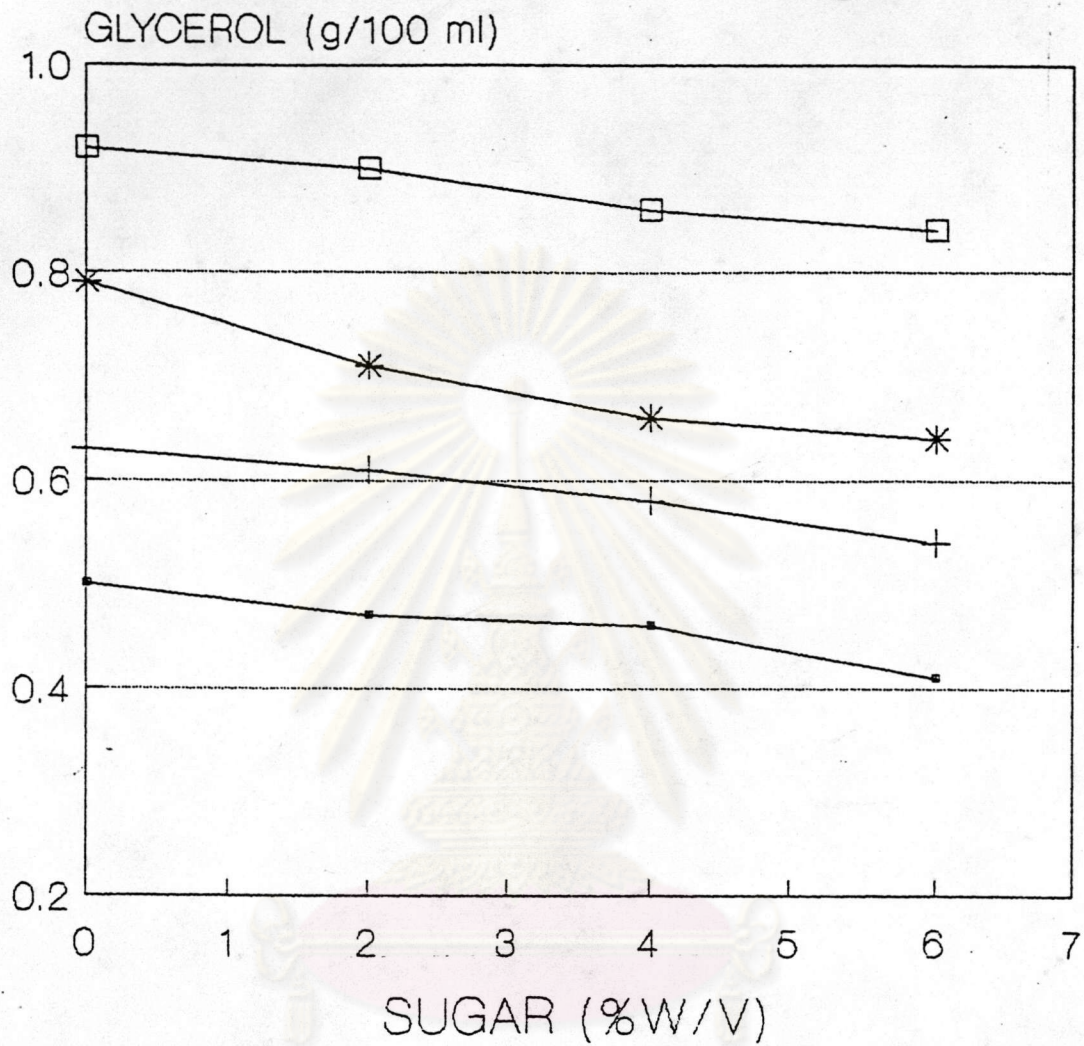
a, b อักษรต่างกันในแนวตั้งหมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. ศึกษาปริมาณแอลกอฮอล์และปริมาณน้ำตาลสุดท้ายที่เหมาะสมสำหรับไวน์น้ำผึ้งผลไม้อย่างแรง
เมื่อนำปริมาณและชนิดของวัตถุดิบที่เหมาะสม ในการหมักไวน์น้ำผึ้งผลไม้ที่ได้จากข้อ 3
คือ กระจับแห้งปริมาณร้อยละ 2.5 (w/v) นำมาผลิตไวน์น้ำผึ้งผลไม้อย่างแรง โดยแปร
ปริมาณน้ำตาลเป็น 4 ระดับคือ ไม่ปรับเลย ปรับร้อยละ 2, 4 และ 6 (w/v) แปรปริมาณ
แอลกอฮอล์เป็น 4 ระดับคือเช่นกันคือ ไม่ปรับเลย ปรับร้อยละ 14, 16 และ 18 (v/v) ได้ผล
การทดลอง ดังรูปที่ 4.8-4.13 และตารางที่ 4.9 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสดังตารางที่
4.10-4.13



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



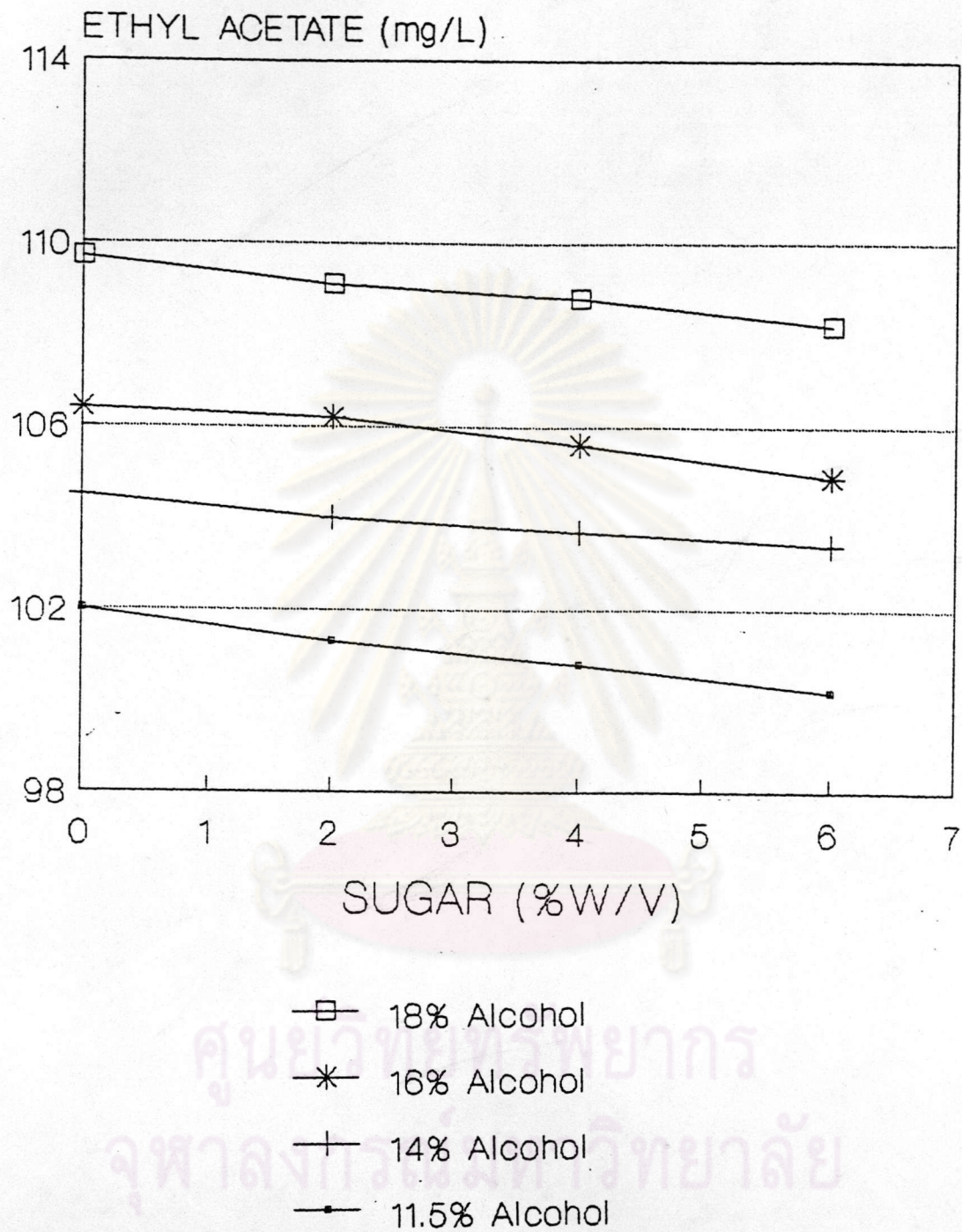
—□— 18% Alcohol

—*— 16% Alcohol

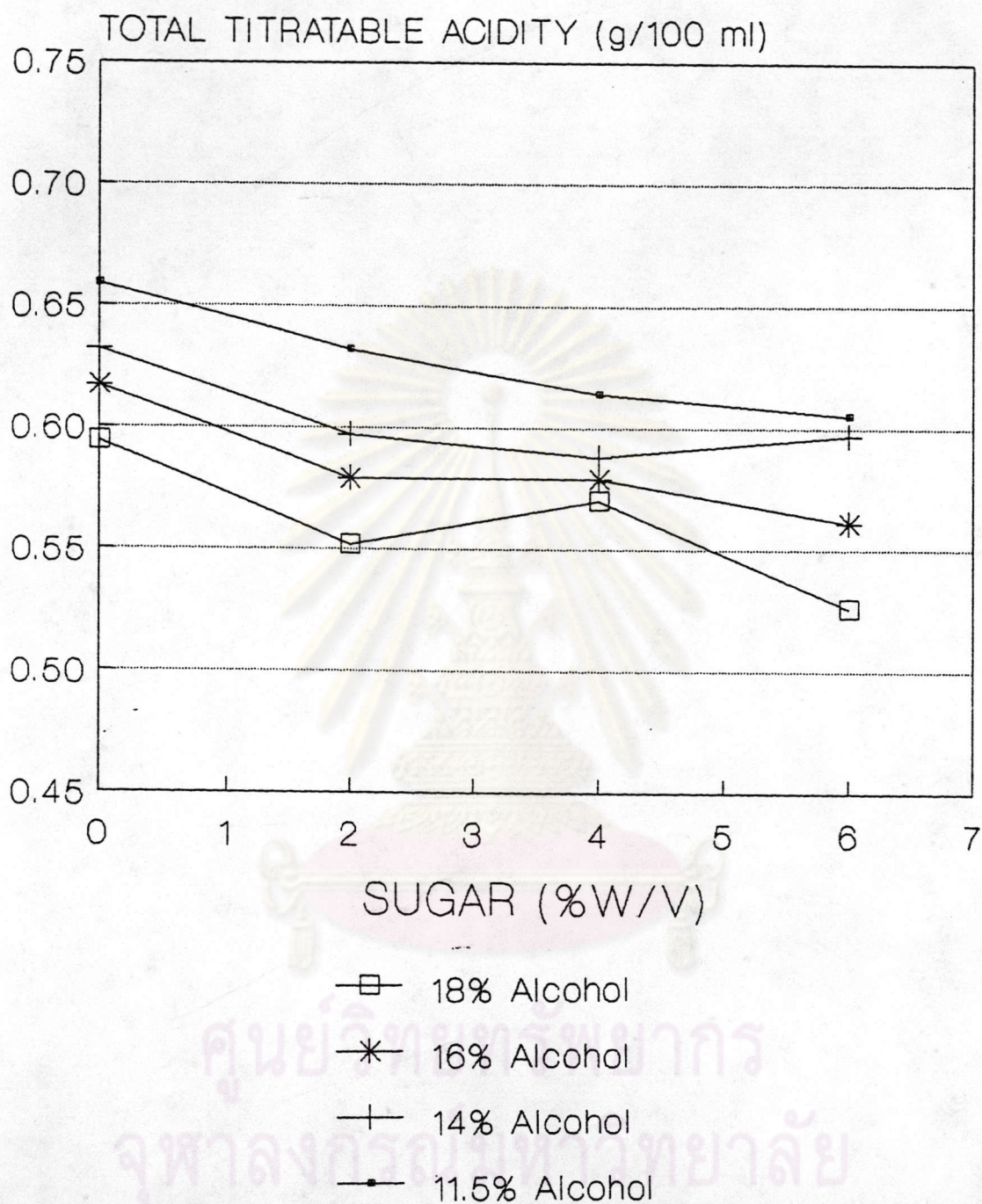
—+— 14% Alcohol

—●— 11.5% Alcohol

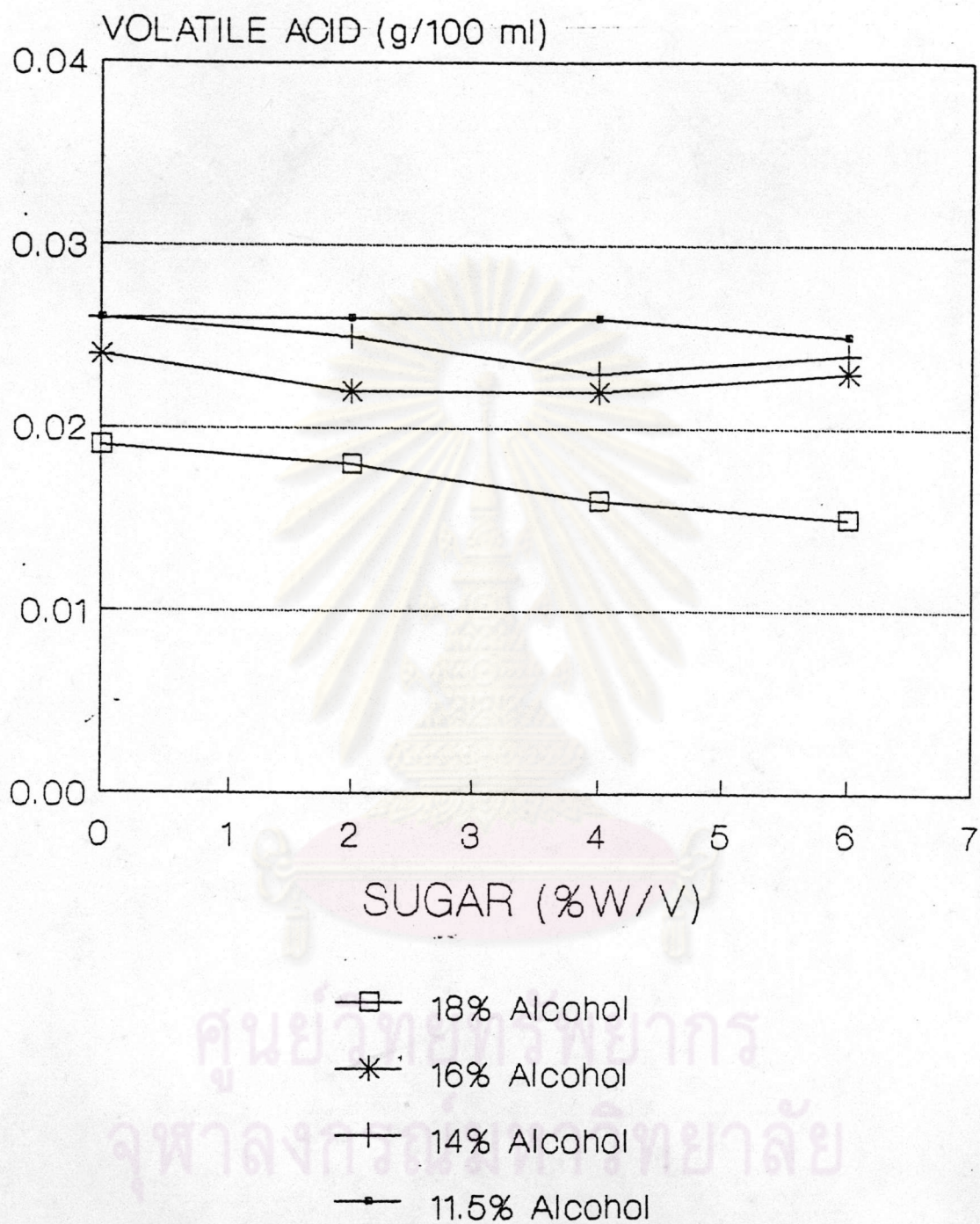
รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกลีเซอรอลกับปริมาณน้ำตาลที่เติมของ
ไวน์น้ำผึ้งผลไม้อย่างแรง เมื่อปรับปริมาณแอลกอฮอล์ที่ระดับต่าง ๆ



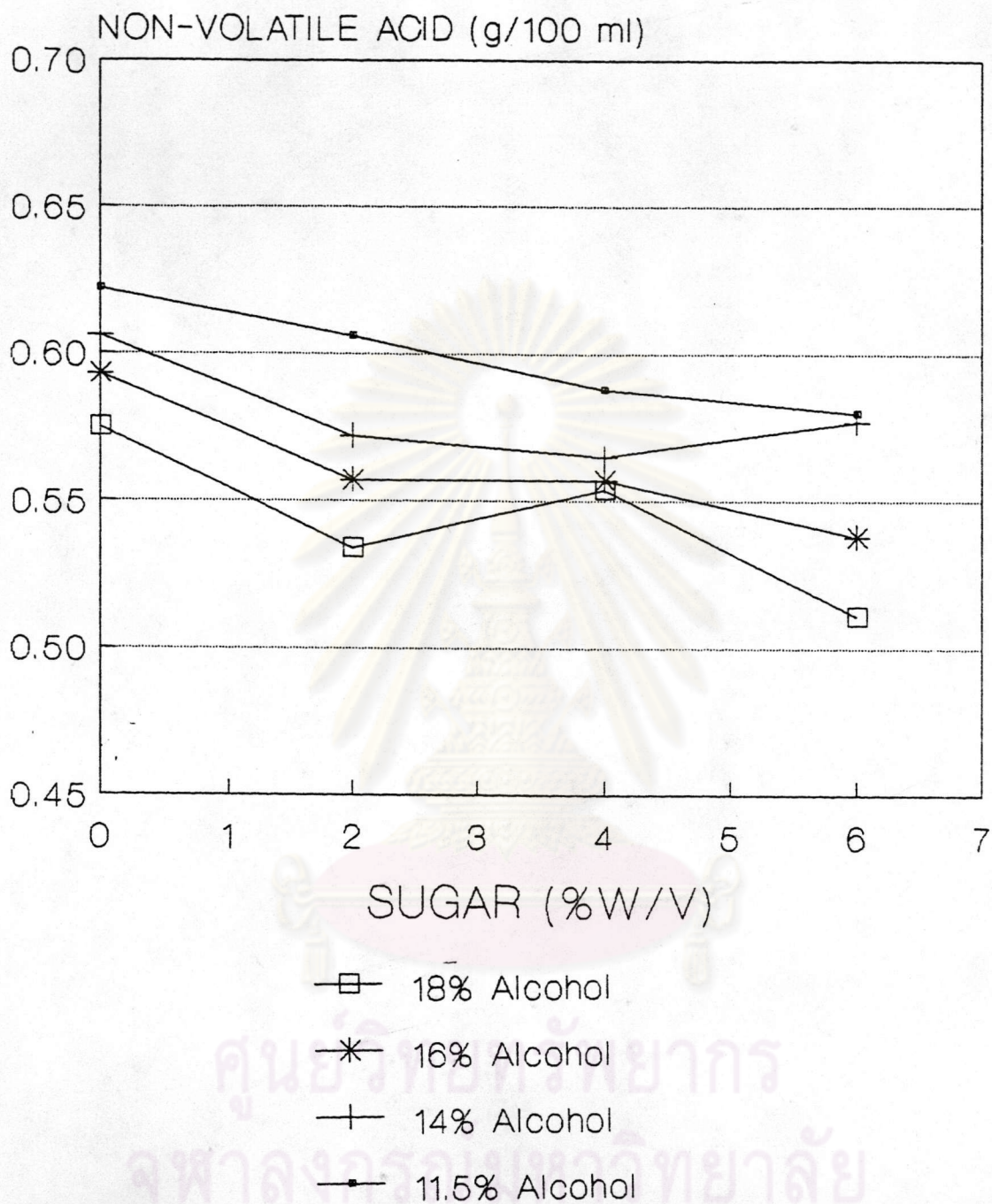
รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเอทิลอะซิเตทกับปริมาณน้ำตาลที่เติมของไวน์น้ำผึ้งผลไม้อย่างแรง เมื่อปรับปริมาณแอลกอฮอล์ที่ระดับต่าง ๆ



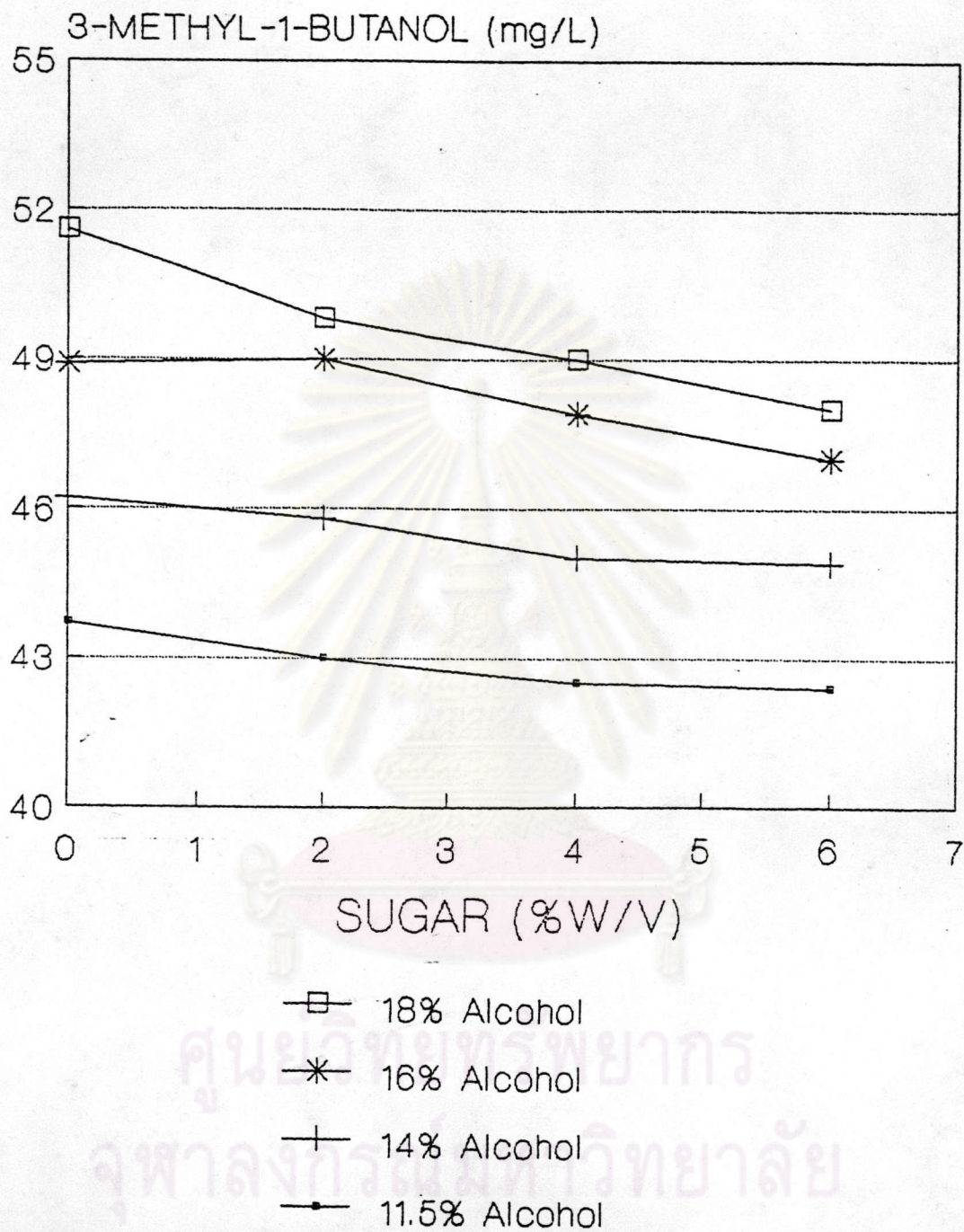
รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดทั้งหมดกับปริมาณน้ำตาลที่เติมของไวน์น้ำผึ้งผลไม้อย่างแรง เมื่อปรับปริมาณแอลกอฮอล์ที่ระดับต่าง ๆ



รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดระเหยกับปริมาณน้ำตาลที่เติมของไวน์น้ำผึ้งผลไม้อย่างแรง เมื่อปรับปริมาณแอลกอฮอล์ที่ระดับต่าง ๆ



รูปที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดไม่ระเหยกับปริมาณน้ำตาลที่เติมของไวน์น้ำผึ้งผลไม้อย่างแรง เมื่อปรับปริมาณแอลกอฮอล์ที่ระดับต่าง ๆ



รูปที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ 3-methyl-1-butanol กับปริมาณน้ำตาลที่เติมของไวน์น้ำผึ้งผลไม้อย่างแรง เมื่อปรับปริมาณแอลกอฮอล์ที่ระดับต่าง ๆ

ตารางที่ 4.9 องค์ประกอบทางเคมีของแอลกอฮอล์กลั่นและไวน์ที่ใช้ผลิตไวน์น้ำผึ้งผลไม้
อย่างแรง

องค์ประกอบทางเคมี	แอลกอฮอล์กลั่น	ไวน์
glycerol, g/100 ml	1.76	0.50
ethyl acetate, mg/L	325.2	102.0
total titratable acidity, g/100 ml (as citric acid)	0.064	0.659
volatile acid, g/100 ml (as acetic acid)	0.003	0.026
non-volatile acid, g/100 ml (as citric acid)	0.061	0.622
3-methyl-1-butanol, mg/L	98.6	43.7
ethanol, ml/100 ml	75.0	11.5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.10 คยแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมพันธ์กับความใส กลิ่นและคยแนนรวมของไวน์น้ำผึ้งผลไม้
อย่างแรง เมื่อคัดเลือกปริมาณน้ำตาลและแอลกอฮอล์ที่เหมาะสม

ร้อยละน้ำตาล (w/v)	ร้อยละแอลกอฮอล์ (v/v)	ความใส ^{ns} (15)	กลิ่น ^{ns} (30)	คยแนนรวม ^{ns} (110)
0	11.5	10.88 ± 1.67	19.75 ± 2.89	74.75 ± 6.30
0	14	11.38 ± 1.49	19.38 ± 2.65	75.50 ± 7.02
0	16	10.75 ± 1.52	18.75 ± 2.74	72.00 ± 6.68
0	18	11.00 ± 1.80	19.25 ± 3.01	71.88 ± 5.81
2	11.5	11.88 ± 1.72	19.00 ± 2.75	74.25 ± 6.25
2	14	10.88 ± 1.55	19.50 ± 2.61	75.50 ± 5.47
2	16	11.25 ± 1.58	19.65 ± 2.58	78.25 ± 6.58
2	18	11.25 ± 1.83	19.75 ± 2.49	75.38 ± 5.90
4	11.5	11.25 ± 1.40	19.00 ± 2.62	73.88 ± 5.96
4	14	11.38 ± 1.67	19.75 ± 2.60	73.88 ± 5.50
4	16	11.88 ± 1.81	19.62 ± 2.76	75.00 ± 6.85
4	18	12.00 ± 1.80	20.00 ± 2.82	74.38 ± 5.76
6	11.5	11.13 ± 1.75	19.75 ± 2.53	73.00 ± 6.49
6	14	11.25 ± 1.82	19.75 ± 2.67	72.88 ± 6.80
6	16	11.25 ± 1.48	20.38 ± 2.48	74.88 ± 6.59
6	18	11.50 ± 1.66	21.25 ± 2.71	75.25 ± 5.77

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4.11 ค่ะแนบเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติและความแรงของไวน์ของไวน์น้ำผึ้ง
ผลไม่อย่างแรง เมื่อคัดเลือกปริมาณน้ำตาลและแอลกอฮอล์ที่เหมาะสม

ร้อยละน้ำตาล (w/v)	ร้อยละแอลกอฮอล์ (v/v)	รสชาติ (30)	ความแรงของไวน์ (10)
0	11.5	18.00 ± 3.15 ^{bcd}	7.13 ± 0.81 ^{abc}
0	14	18.75 ± 2.80 ^b	6.75 ± 0.63 ^{abcd}
0	16	17.73 ± 2.61 ^{bcd}	6.62 ± 0.76 ^{bcd}
0	18	16.25 ± 2.86 ^{cd}	6.75 ± 0.71 ^{abcd}
2	11.5	18.00 ± 2.70 ^{bcd}	7.25 ± 0.70 ^{abc}
2	14	19.62 ± 2.81 ^{bcd}	7.25 ± 0.88 ^{abc}
2	16	21.00 ± 3.00 ^a	7.12 ± 0.83 ^{abc}
2	18	19.00 ± 2.88 ^{ab}	6.00 ± 0.75 ^d
4	11.5	17.62 ± 2.90 ^{bcd}	6.75 ± 0.88 ^{abcd}
4	14	18.00 ± 2.77 ^{bcd}	7.50 ± 0.75 ^{ab}
4	16	18.38 ± 2.85 ^{bc}	6.75 ± 0.61 ^{abcd}
4	18	19.00 ± 2.95 ^{ab}	7.25 ± 0.70 ^a
6	11.5	16.12 ± 2.54 ^d	6.88 ± 0.79 ^{abcd}
6	14	17.75 ± 2.86 ^{bcd}	6.75 ± 0.68 ^{abcd}
6	16	18.88 ± 2.79 ^b	6.50 ± 0.83 ^{cd}
6	18	19.62 ± 2.88 ^{ab}	7.12 ± 0.76 ^{abc}

a, b, c, d อักษรต่างกันในแต่ละแถวหมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4.12 คະแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านสีและบอด้ของไวน์น้ำผึ้งผลไม้อย่างแรง
เมื่อพิจารณาเฉพาะผลของปริมาณน้ำตาล

ร้อยละน้ำตาล (w/v)	สี (15)	บอด้ (10)
0	11.84 _± 1.87 ^a	7.03 _± 0.73 ^b
2	11.38 _± 1.91 ^a	7.28 _± 0.57 ^b
4	10.59 _± 1.48 ^b	7.28 _± 0.78 ^b
6	8.78 _± 1.54 ^c	7.78 _± 0.85 ^a

a, b, c อักษรต่างกันในแนวตั้งหมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4.13 คະแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านสีและบอด้ของไวน์น้ำผึ้งผลไม้อย่างแรง
เมื่อพิจารณาเฉพาะผลของปริมาณแอลกอฮอล์

ร้อยละแอลกอฮอล์ (v/v)	สี (15)	บอด้ (10)
11.5	11.16 _± 1.90 ^a	6.91 _± 0.91 ^b
14	11.03 _± 1.67 ^a	7.34 _± 0.82 ^a
16	10.41 _± 1.81 ^b	7.50 _± 0.73 ^a
18	10.00 _± 1.73 ^b	7.63 _± 0.65 ^a

a, b อักษรต่างกันในแนวตั้งหมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)