หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการทดลอง

1. วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำผึ้งที่ใช้เป็นวัตถุดิบ

น้ำผึ้งที่ใช้มี 4 ชนิดคือ น้ำผึ้งจากดอกสาบเสือ (Eupatorium odoratum Linn.) น้ำผึ้งจากดอกนุ่น(Bombax ceiba Linn.) น้ำผึ้งจากดอกลิ้นจี่(Litchi chinensis Sonn.) และน้ำผึ้งจากดอกลำไย (Dimocarpus longan Lour.) เก็บที่อุณหภูมิ 20±1 องศาเซลเซียส นำน้ำผึ้งที่ได้มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำผึ้งที่ใช้เป็นวัตถุดิบ

องค์ประกอบทางเคมี	น้ำผึ้งสาบเสือ	น้ำผึ้งนุ่น	น้ำผึ้งลิ้นจี่	น้ำผึ้งลำไย
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (°Brix)	79.2	73.0	79.1	79.0
ร้อยละความชื้น	16.42	23.59	16.16	16.61
ร้อยละเถ้า	0.29	0.31	0.18	0.14
ร้อยละไนโตรเจน	0.096	0.106	0.065	0.071
ร้อยละน้ำตาลอินเวิร์ตทั้งหมด	71.59	64.32	71.49	71.98
พีเอช	5.90	4.33	5.43	6.65
ร้อยละความเป็นกรด (คิดในรูปกรดซิตริก)	0.038	0.098	0.049	0.035

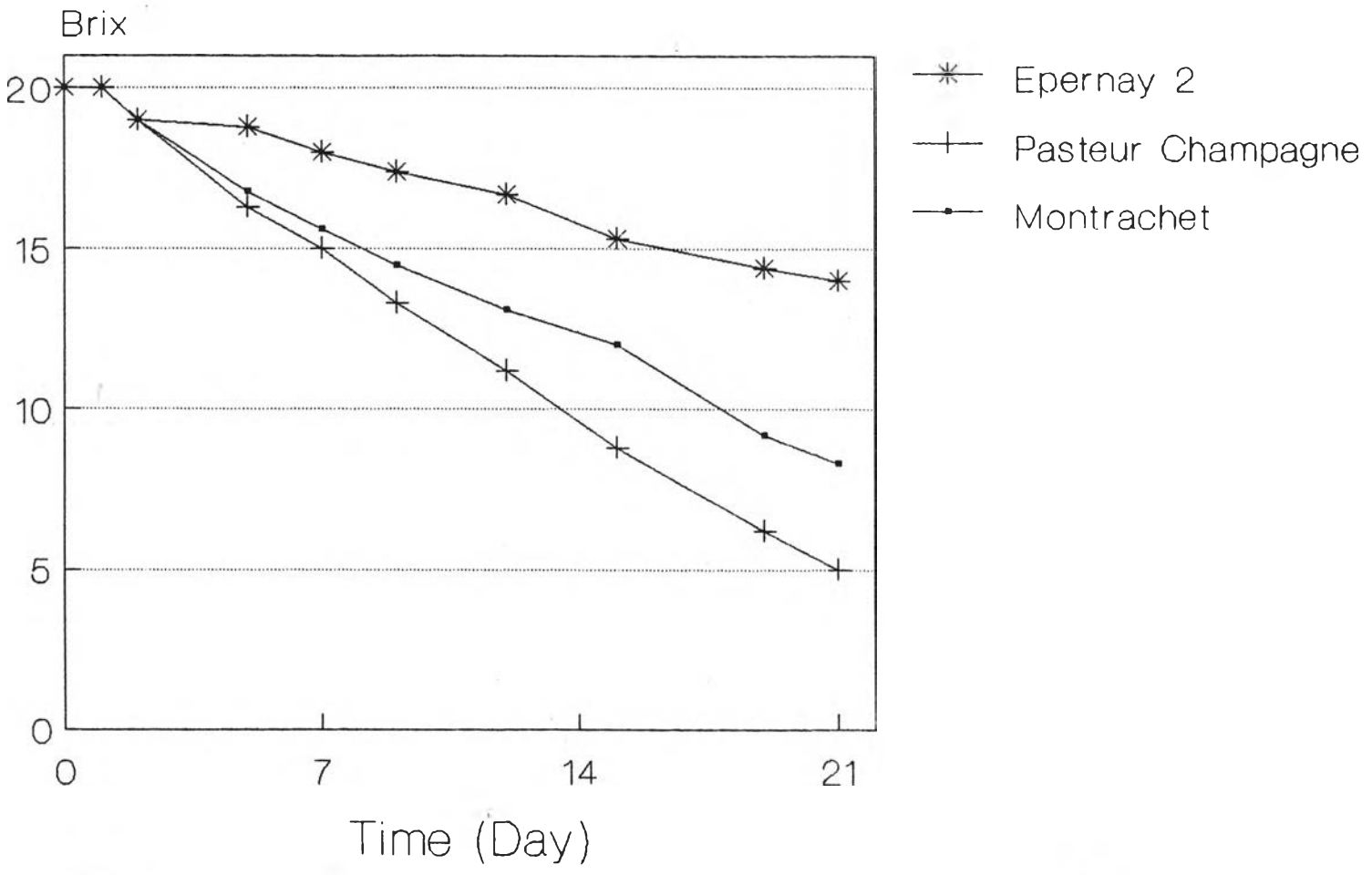
2. คัดเลือกเชื้อยีสต์ที่เหมาะสมในการหมักไวน์น้ำผึ้ง

ในงานวิจัยนี้ได้ทดลองเพื่อ คัดเลือกเชื้อยีสต์ที่เหมาะสมในการหมักไวน์น้ำผึ้ง โดยใช้เชื้อยีสต์ 3 สายพันธุ์ คือ Saccharomyces cerevisiae var. Montrachet

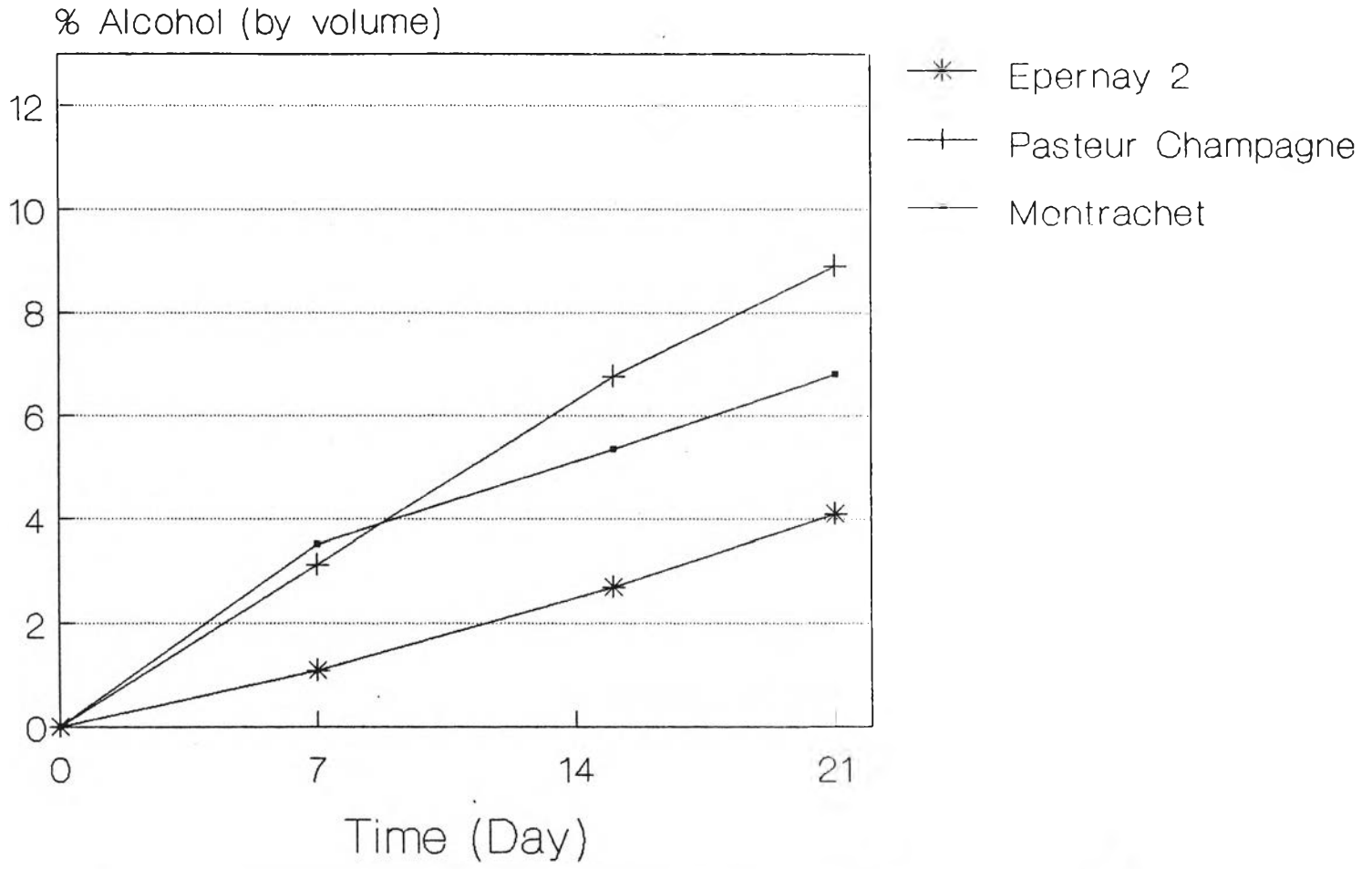
Saccharomyces cerevisiae var. Pasteur Champagne

Saccharomyces cerevisiae var. Epernay 2

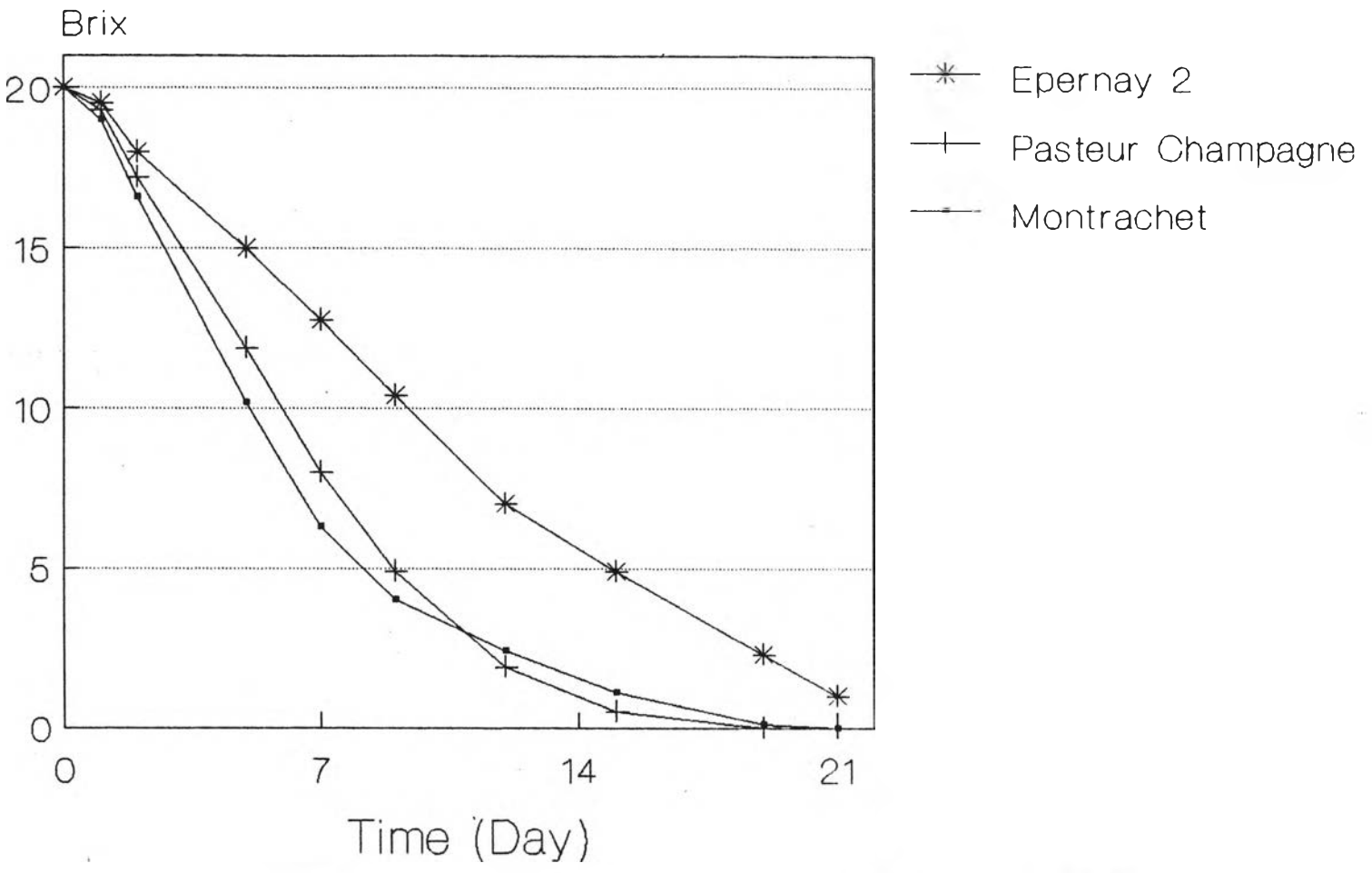
ใช้น้ำผึ้งสาบเสือในการเตรียมน้ำหมัก เติมสารอาหารได้แก่ แอมโมเนียมซัลเฟต (ammonium sulphate, $(NH_4)SO_4$) หรือ ไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (diammonium hydrogen phosphate, DAP, $(NH_4)_2HPO_4$) ร้อยละ 0 0.05 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ได้ผลการทดลองดังรูปที่ 4.1-4.6 และผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส ดังตารางที่ 4.2



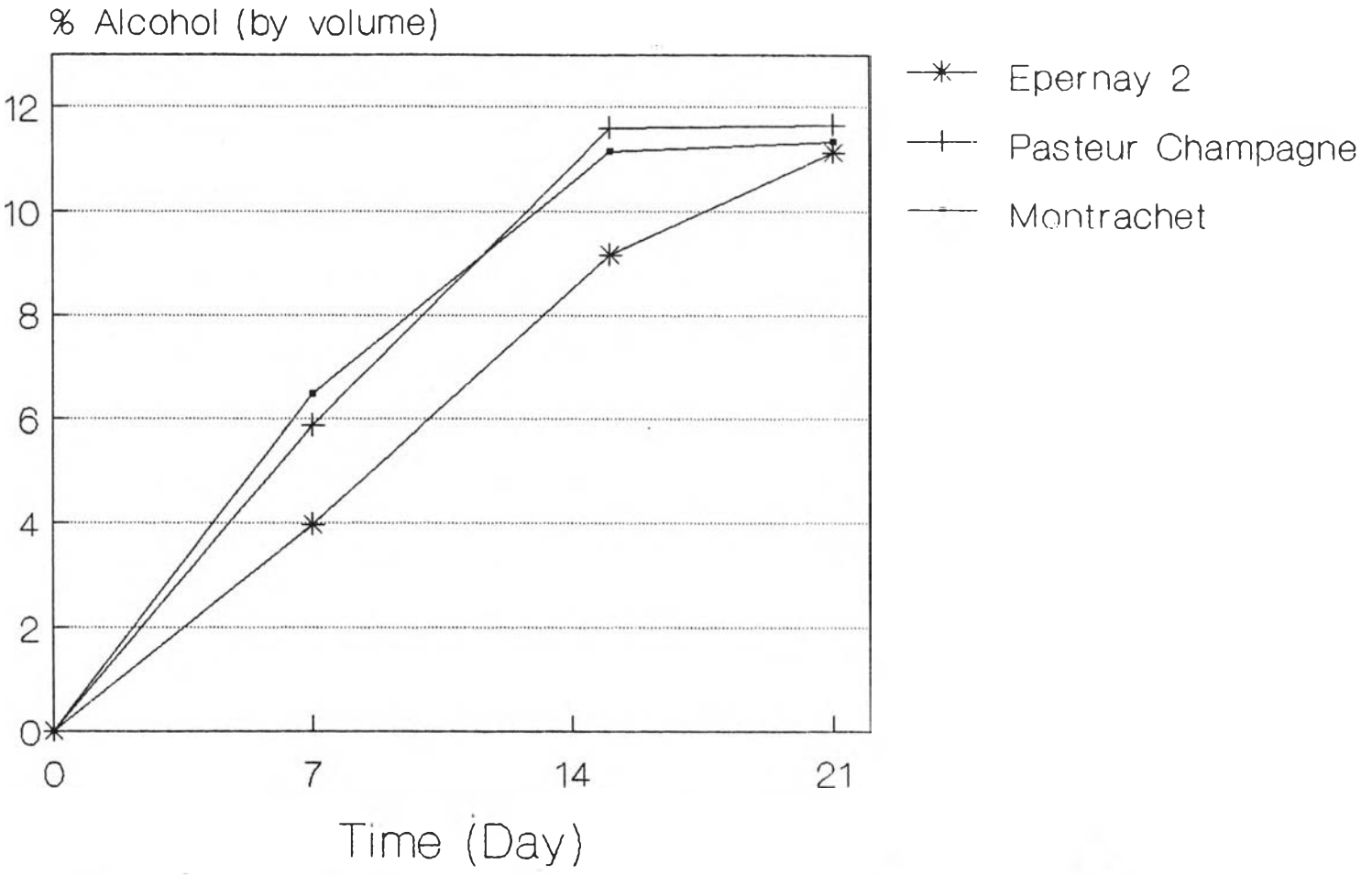
รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายได้กับระยะเวลา ที่ใช้ในการหมักไวน์น้ำผึ้ง โดยใช้เชื้อยีสต์ต่างสายพันธุ์ เมื่อไม่เติมสารอาหาร



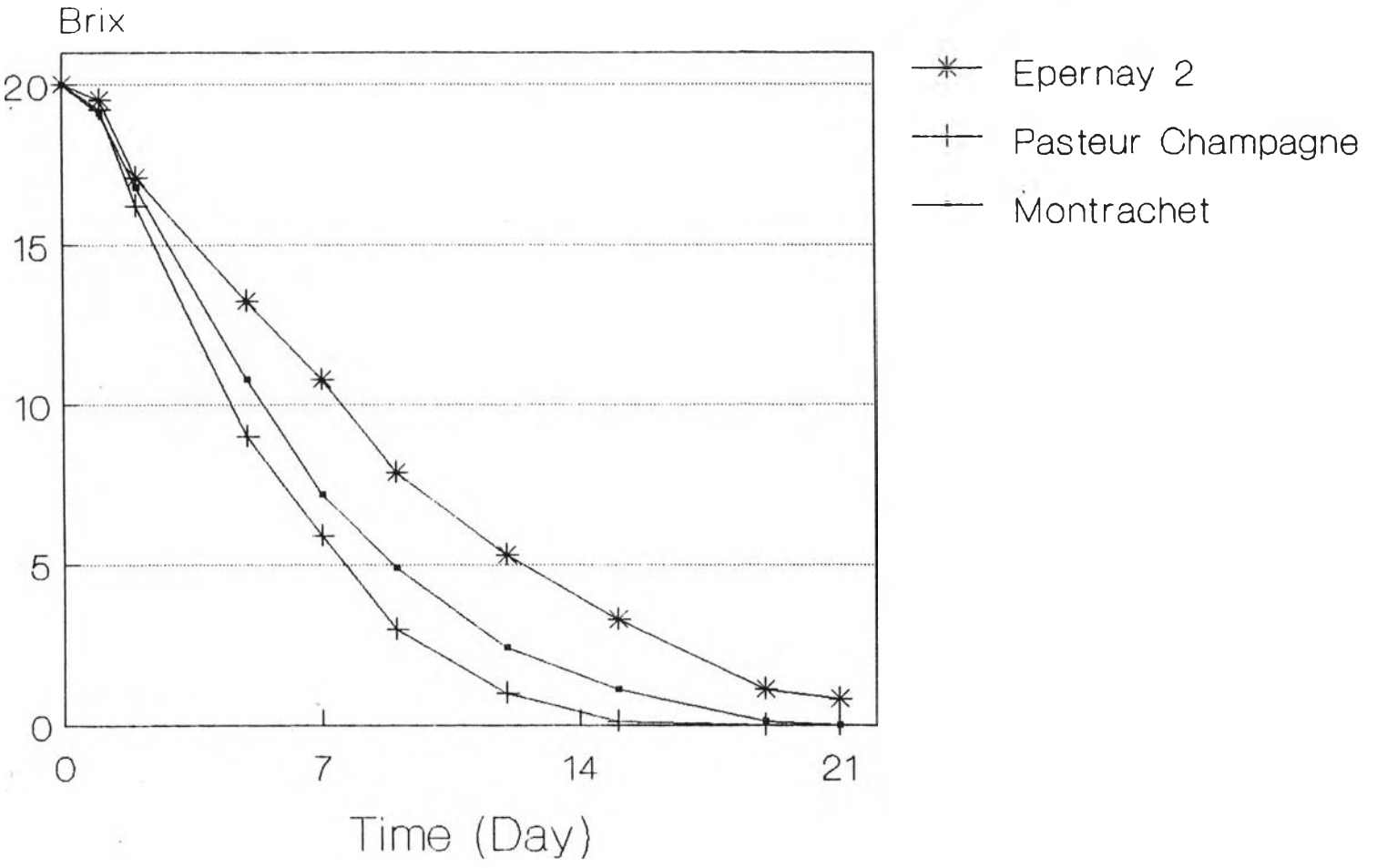
รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณร้อยละแอลกอฮอล์กับระยะเวลา ที่ใช้ในการหมักไวน์น้ำผึ้ง โดยใช้เชื้อยีสต์ต่างสายพันธุ์ เมื่อไม่เติมสารอาหาร



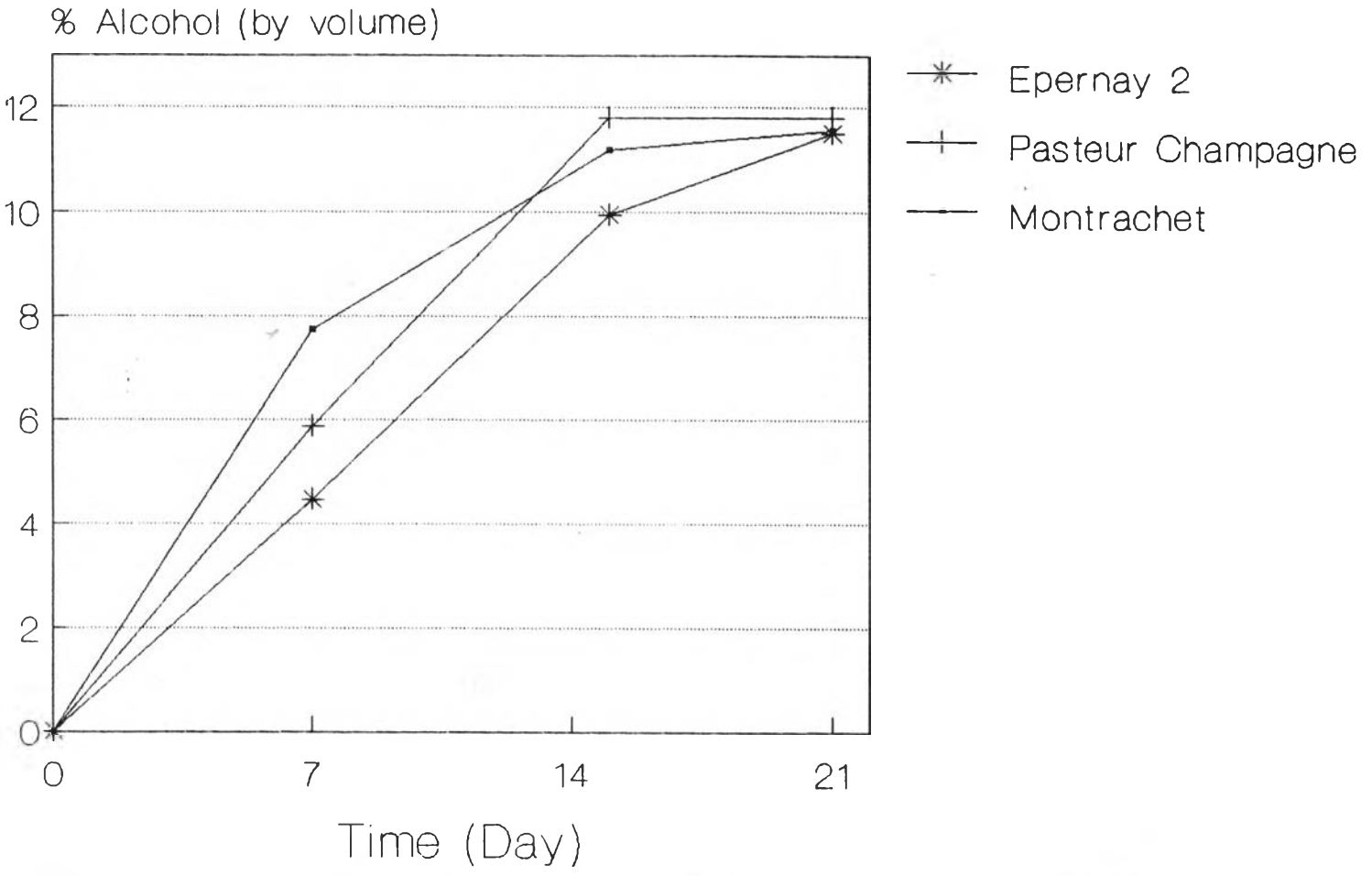
รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายได้กับระยะเวลา ที่ใช้ในการหมักไวน์น้ำผึ้ง โดยใช้เชื้อยีสต์ต่างสายพันธุ์ เมื่อเติมแอมโมเนียมซัลเฟต 0.05 % (W/V)



รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณร้อยละแอลกอฮอล์กับระยะเวลา ที่ใช้ในการหมักไวน์น้ำผึ้ง โดยใช้เชื้อยีสต์ต่างสายพันธุ์ เมื่อเติมแอมโมเนียมซัลเฟต 0.05 % (W/V)



รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายได้กับระยะเวลา ที่ใช้ในการหมักไวน์น้ำผึ้ง โดยใช้เชื้อยีสต์ต่างสายพันธุ์ เมื่อเติมไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต 0.05 % (W/V)



รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณร้อยละแอลกอฮอล์กับระยะเวลา ที่ใช้ในการหมักไวน์น้ำผึ้ง โดยใช้เชื้อยีสต์ต่างสายพันธุ์ เมื่อเติมไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต 0.05 % (W/V)

ตารางที่ 4.2 คะแนนเฉลี่ยทางด้านประสาทสัมผัสของไวน์น้ำผึ้ง เมื่อคัดเลือกสายพันธุ์เชื้อยีสต์ที่เหมาะสมในการหมักไวน์น้ำผึ้ง

สารอาหารที่เติม	สายพันธุ์เชื้อยีสต์*	ความใส ns (15)	สี ns (15)	กลิ่น ns (30)	รส ns (30)	บอดี้ ns (10)	คะแนนรวม ns (100)
0.05 % $(NH_4)_2SO_4$	Mn	11.70±1.60	8.40±1.80	16.40±2.80	17.00±2.60	6.05±0.70	59.40±5.37
	Ch	12.50±1.70	8.30±1.40	17.90±2.90	18.35±3.10	6.60±0.80	61.25±6.20
0.05 % $(NH_4)_2HPO_4$	Mn	12.10±1.58	8.00±1.50	15.60±2.11	17.85±2.82	6.50±0.73	60.00±5.80
	Ch	12.30±1.40	8.40±1.40	16.00±2.13	16.50±2.76	6.30±0.76	59.45±5.42

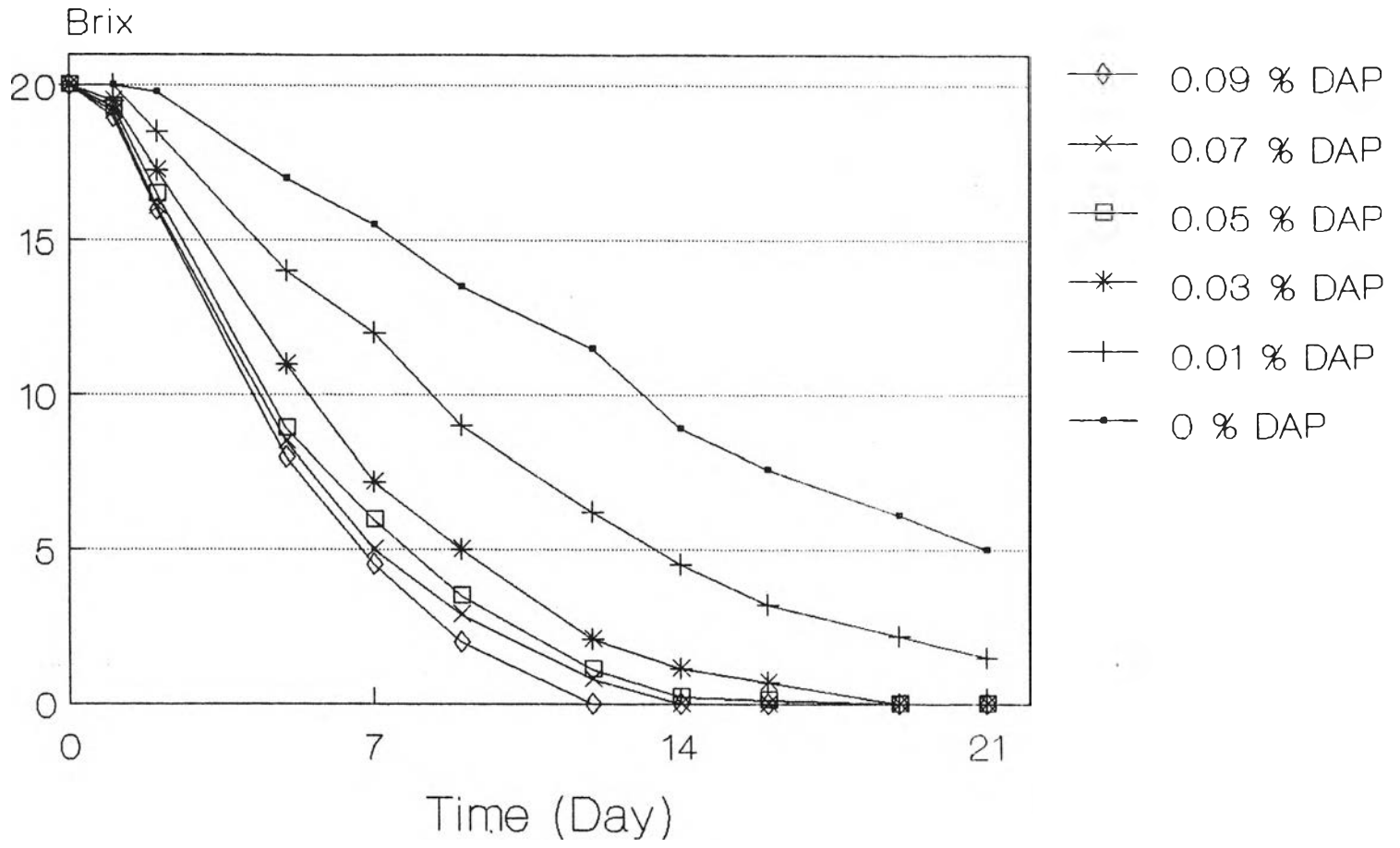
ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

*Mn = เชื้อยีสต์ Saccharomyces cerevisiae สายพันธุ์ Montrachet

Ch = เชื้อยีสต์ Saccharomyces cerevisiae สายพันธุ์ Pasteur Champagne

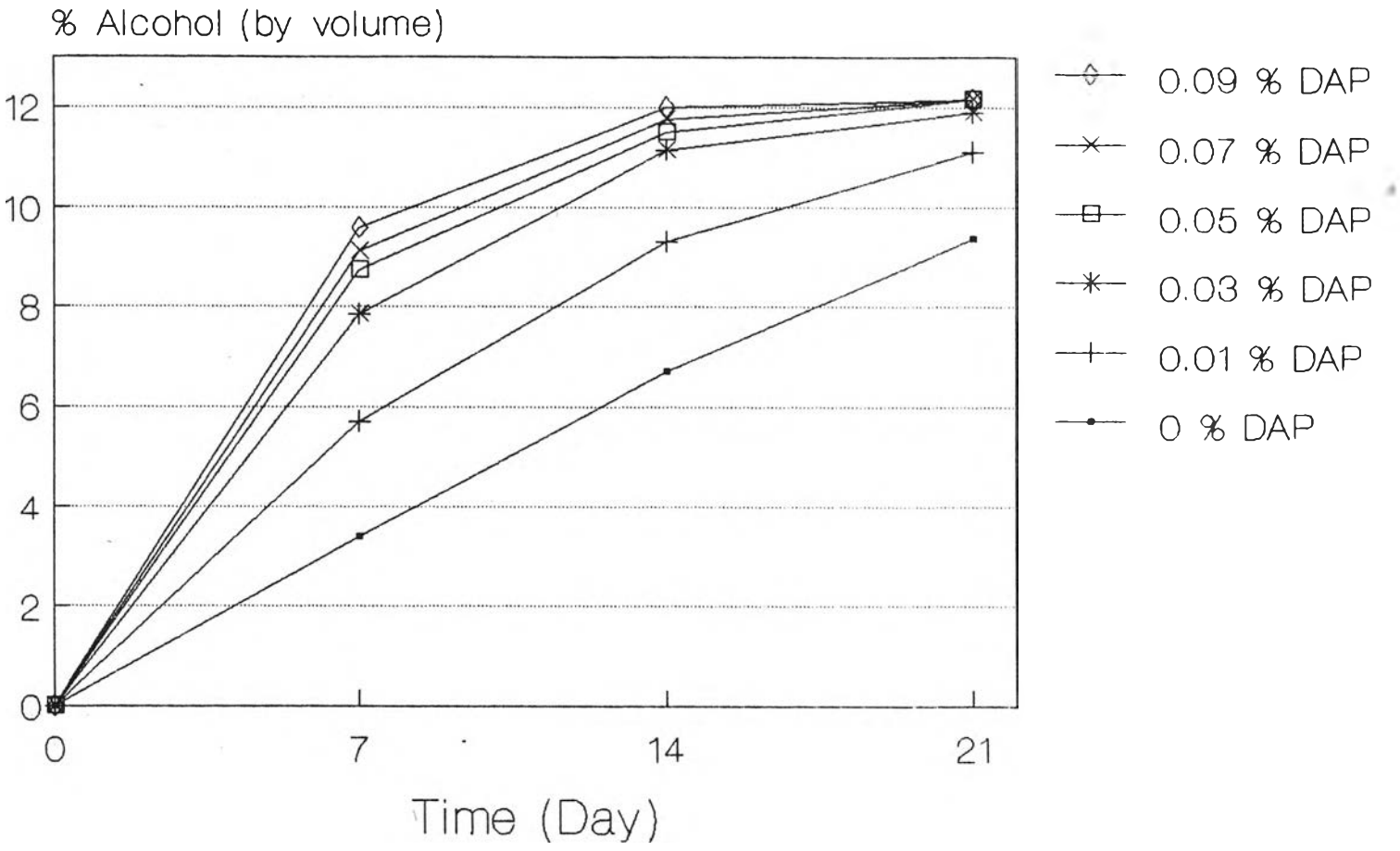
3. <u>ศึกษาปริมาณสารอาหารที่ใช้เป็นแหล่งไนโตรเจนที่เหมาะสมในการหมักไวน์น้ำผึ้ง</u>

จากการศึกษา ปริมาณสารอาหารที่ใช้เป็นแหล่งไนโตรเจนที่เหมาะสมในการหมักไวน์น้ำผึ้งโดยใช้เชื้อยีสต์สายพันธุ์ Pasteur Champagne และใช้ไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (diammonium hydrogen phosphate, DAP, $(NH_4)_2HPO_4$) เป็นแหล่งไนโตรเจน ปริมาณสารอาหารที่ศึกษา 6 ระดับคือ ร้อยละ 0 0.01 0.03 0.05 0.07 และ 0.09 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ได้ผลการทดลองดังแสดงในรูปที่ 4.7-4.8



DAP=DIAMMONIUM HYDROGEN PHOSPHATE (%W/V)

รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายได้กับระยะเวลา ที่ใช้ในการหมักไวน์น้ำผึ้ง โดยใช้เชื้อยีสต์สายพันธุ์ Pasteur Champagne เมื่อเติมไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟตระดับต่างกัน

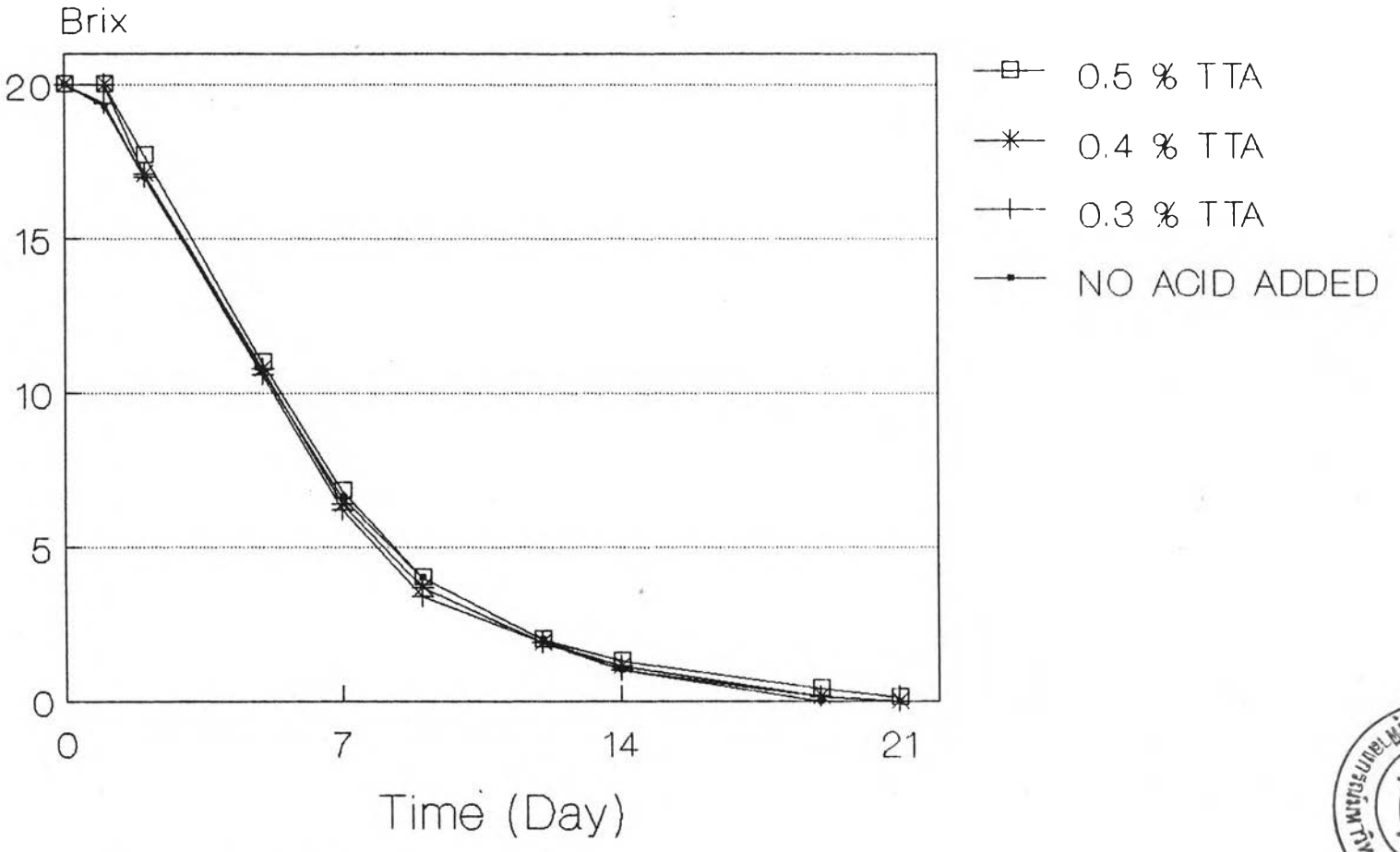


DAP=DIAMMONIUM HYDROGEN PHOSPHATE (%W/V)

รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณร้อยละแอลกอฮอล์กับระยะเวลา ที่ใช้ในการหมักไวน์น้ำผึ้ง โดยใช้เชื้อยีสต์สายพันธุ์ Pasteur Champagne เมื่อเติมไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟตระดับต่างกัน

4. ศึกษาชนิดและปริมาณร้อยละความเป็นกรดที่เหมาะสมสำหรับไวน์น้ำผึ้ง

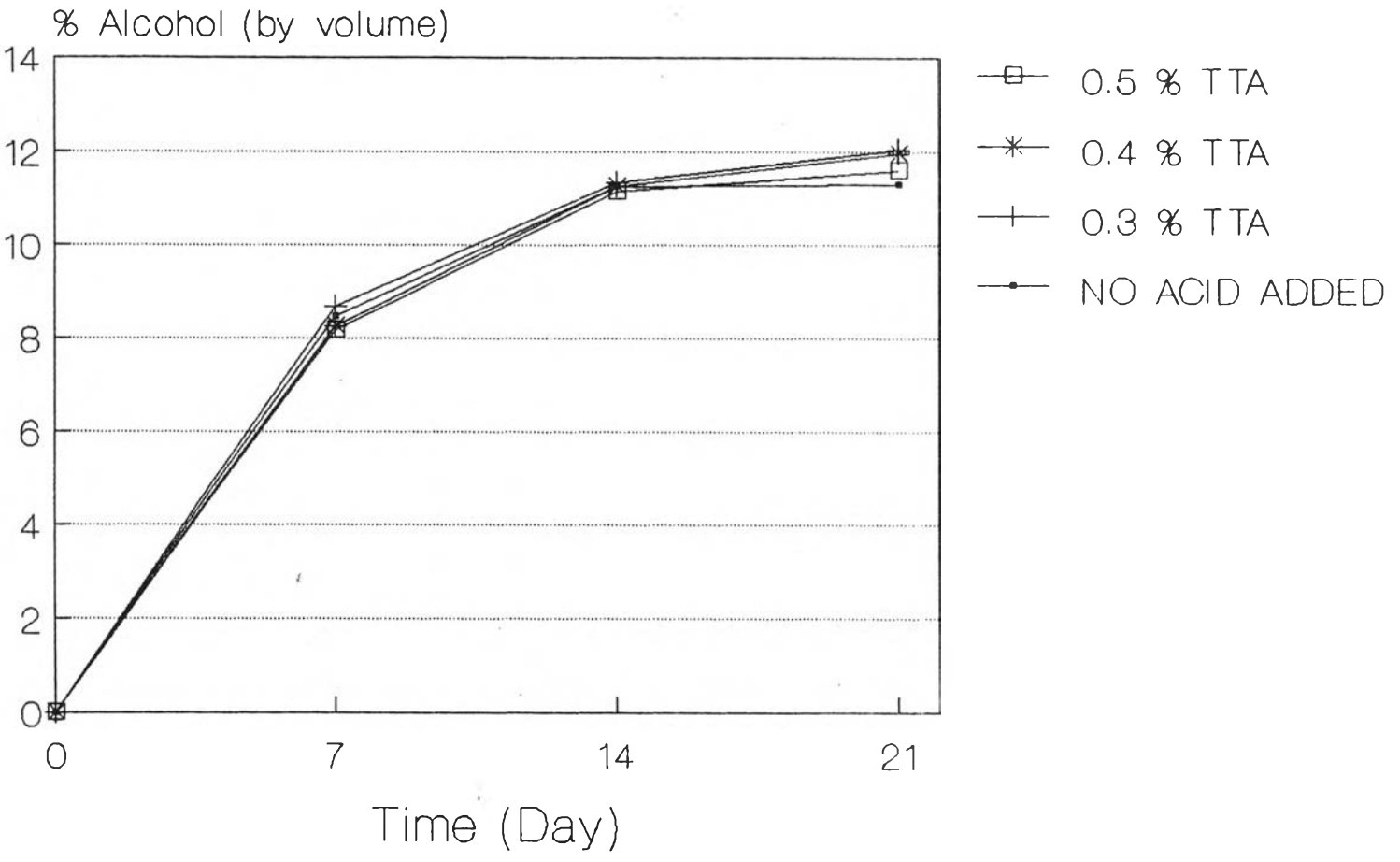
จากการศึกษาชนิดและปริมาณร้อยละความเป็นกรดที่เหมาะสมสำหรับไวน์น้ำผึ้ง กรดที่ศึกษา 3 ชนิดคือ กรดซิตริก กรดตาร์ตาริก และกรดซิตริกผสมกรดตาร์ตาริกอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก ร้อยละความเป็นกรดที่ศึกษา 3 ระดับคือ 0.3 0.4 และ 0.5 ใช้น้ำผึ้งสาบเสือในการเตรียมน้ำหมักได้ผลการทดลองดังแสดงในรูปที่ 4.9-4.20 และผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสดังแสดงในตารางที่ 4.3



% TTA = TOTAL TITRATABLE ACIDITY

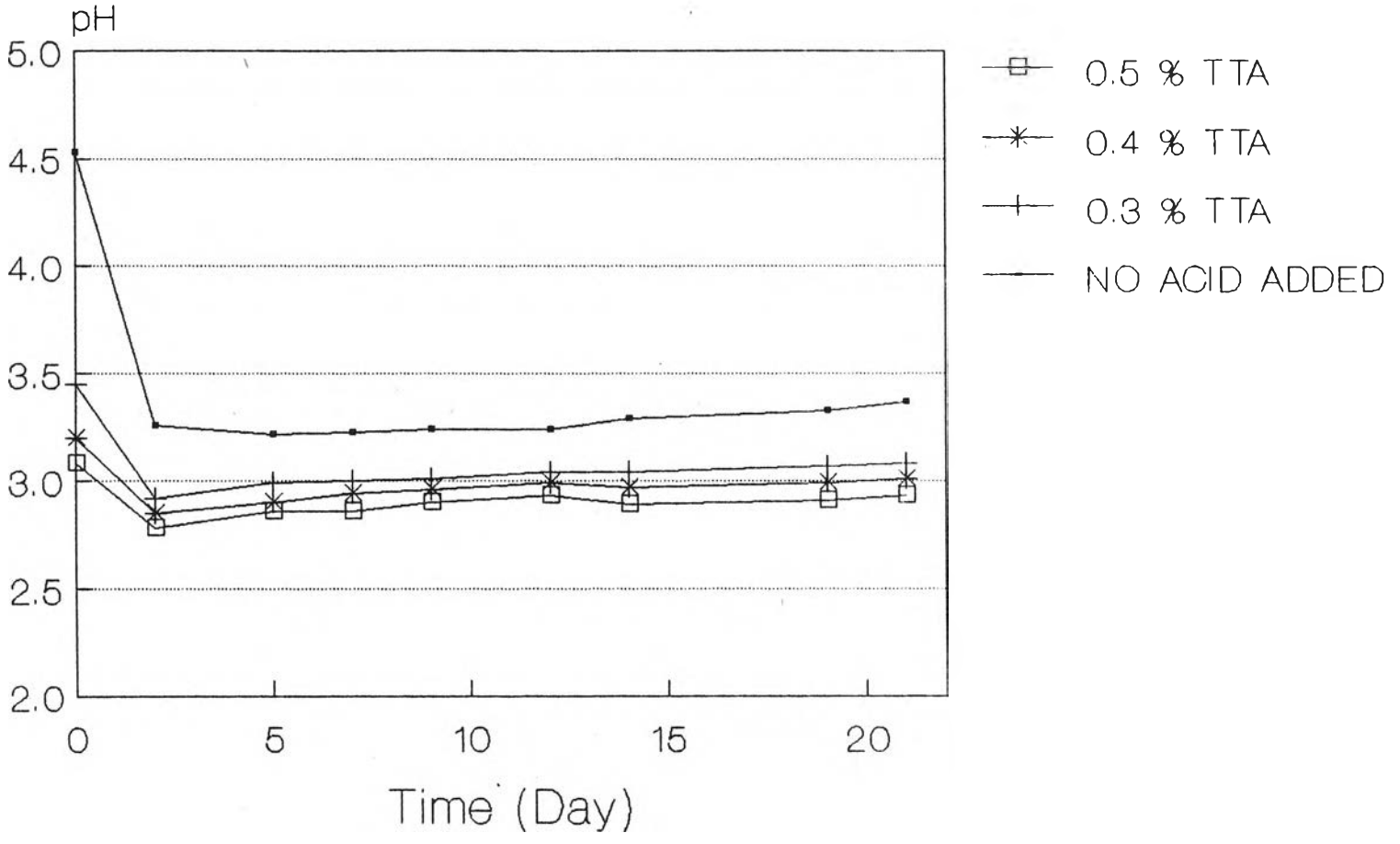
หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายได้กับระยะเวลา ที่ใช้ในการหมักไวน์น้ำผึ้ง เมื่อเติมกรดซิตริก ที่ร้อยละความเป็นกรดเริ่มต้นต่างกัน



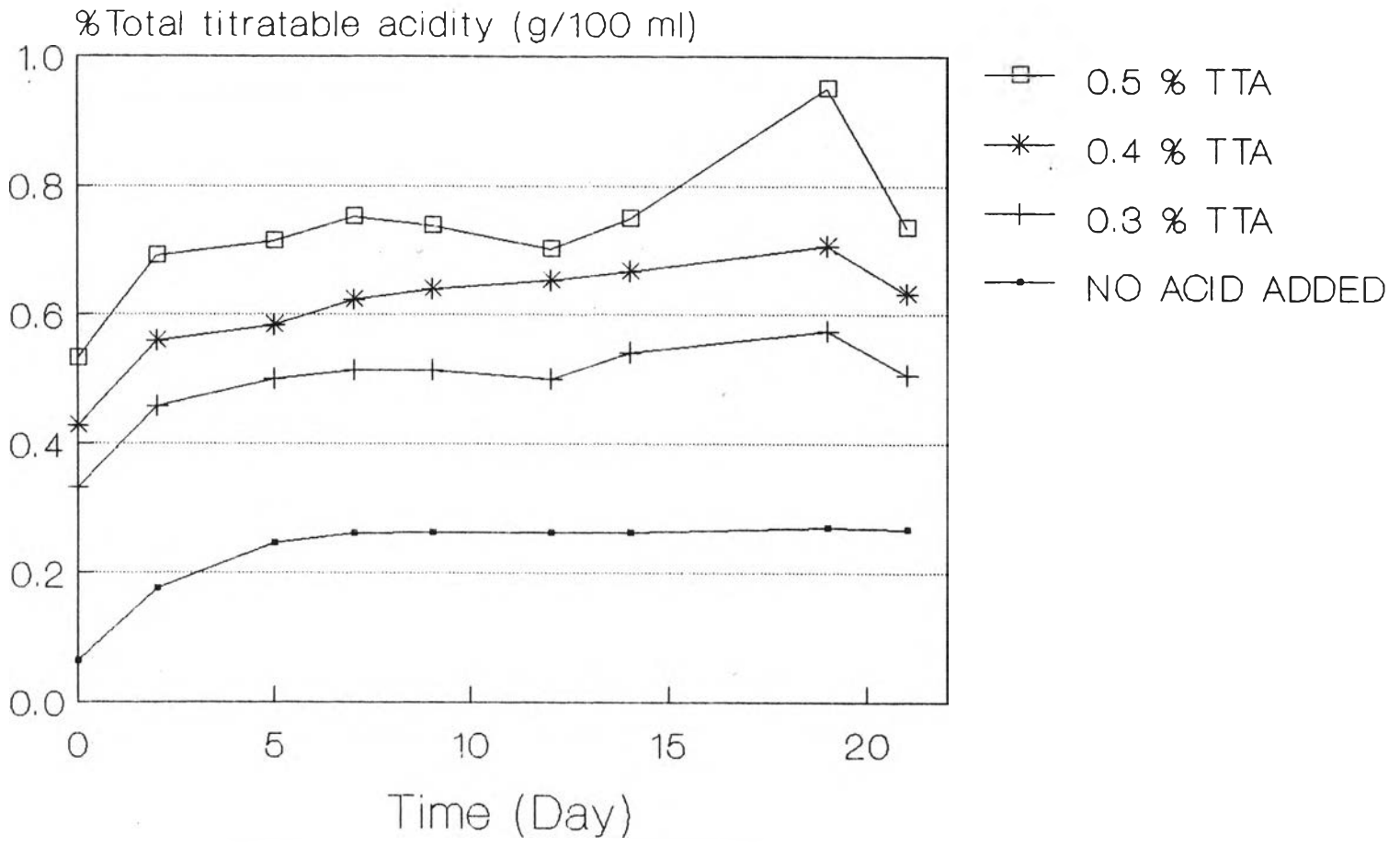
% TTA = TOTAL TITRATABLE ACIDITY

รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณร้อยละแอลกอฮอล์กับระยะเวลา ที่ใช้ในการหมักไวน์น้ำผึ้ง เมื่อเติมกรดซิตริก ที่ร้อยละความเป็นกรดเริ่มต้นต่างกัน



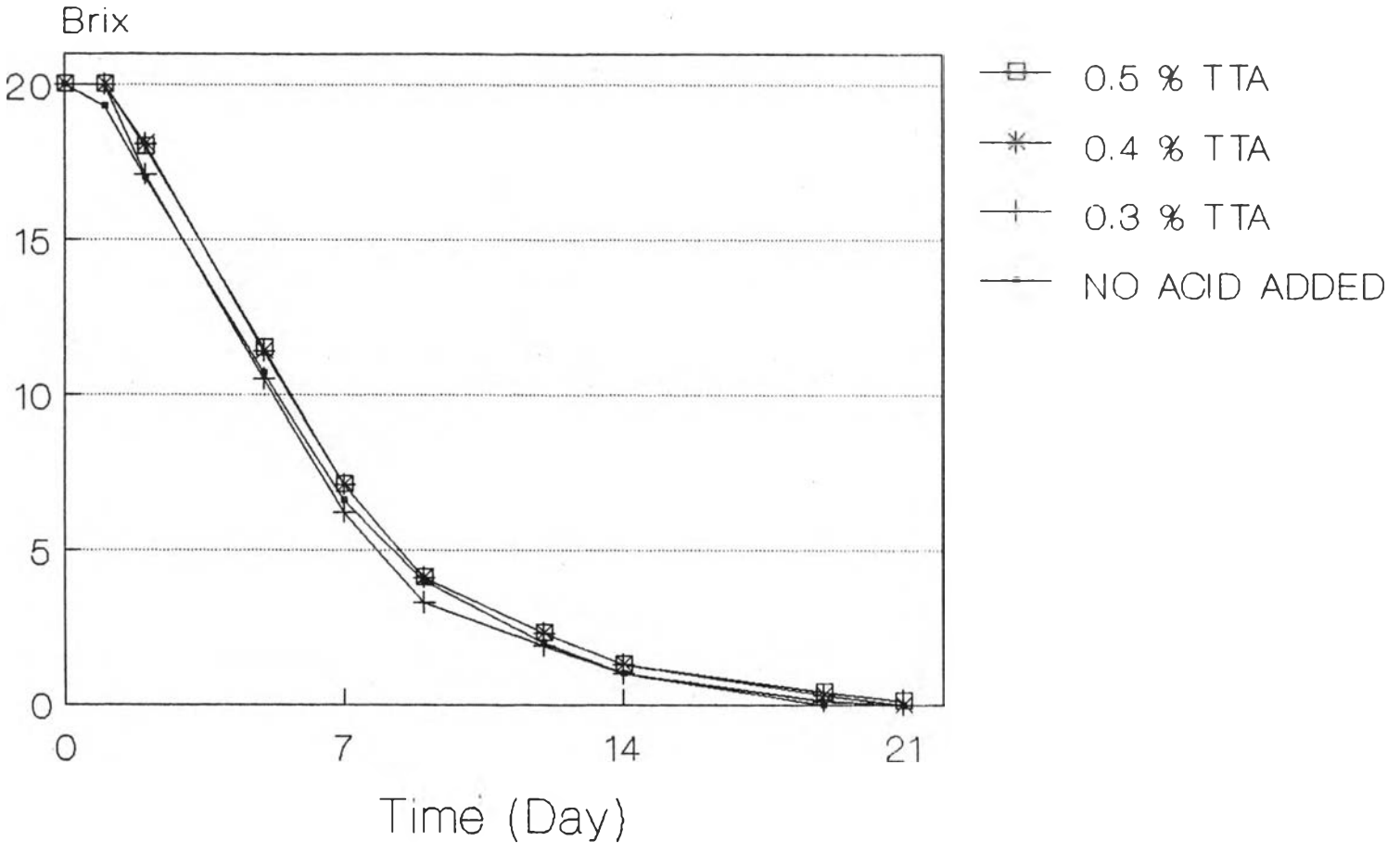
% TTA = TOTAL TITRATABLE ACIDITY

รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่าง pH กับระยะเวลา ที่ใช้ในการหมักไวน์น้ำผึ้ง เมื่อเติมกรดซิตริก ที่ร้อยละความเป็นกรดเริ่มต้นต่างกัน



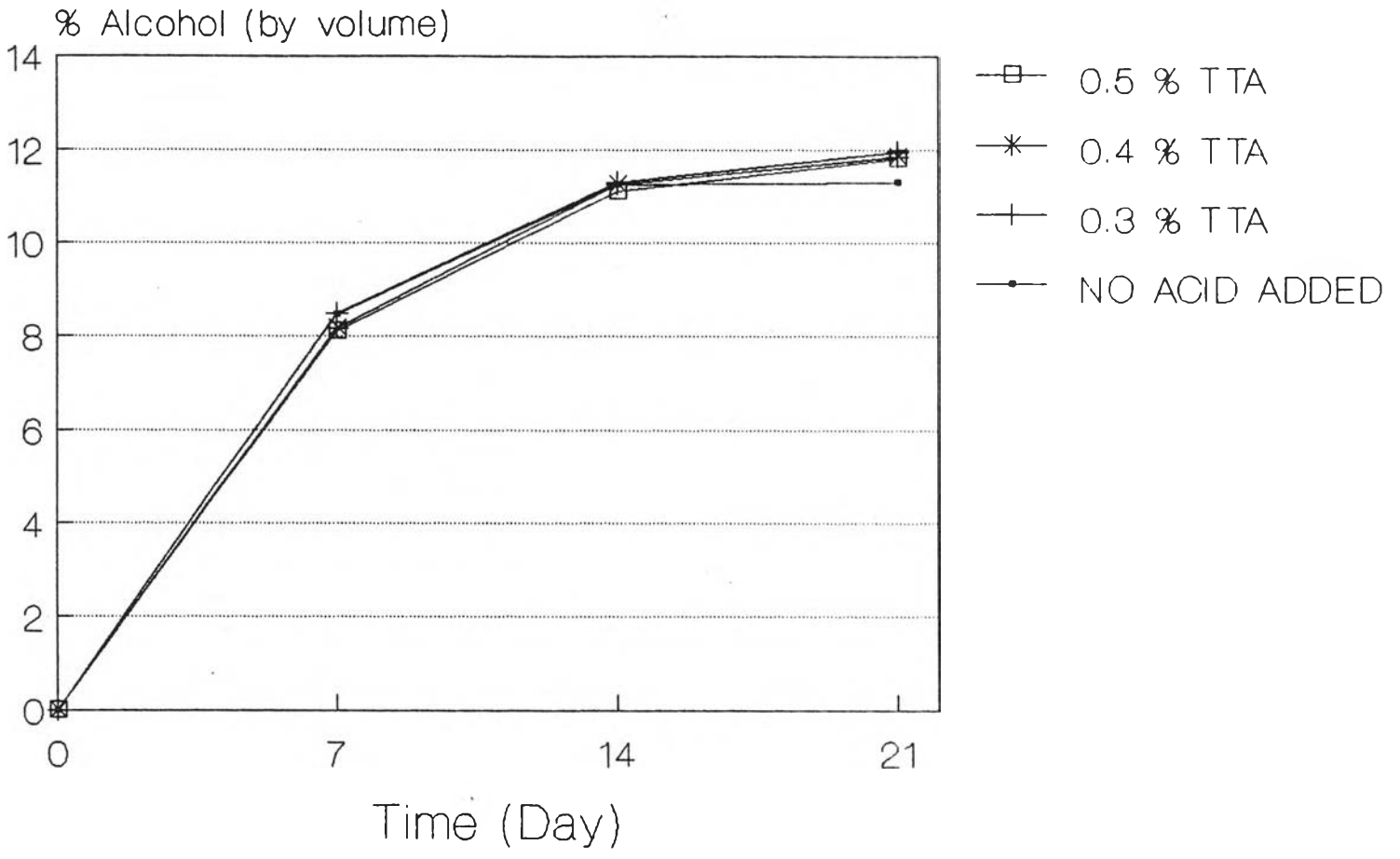
% TTA = TOTAL TITRATABLE ACIDITY

รูปที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละความเป็นกรดที่เปลี่ยนแปลงกับระยะเวลา ที่ใช้ในการหมักไวน์น้ำผึ้ง เมื่อเติมกรดซิตริก ที่ร้อยละความเป็นกรดต่างกัน



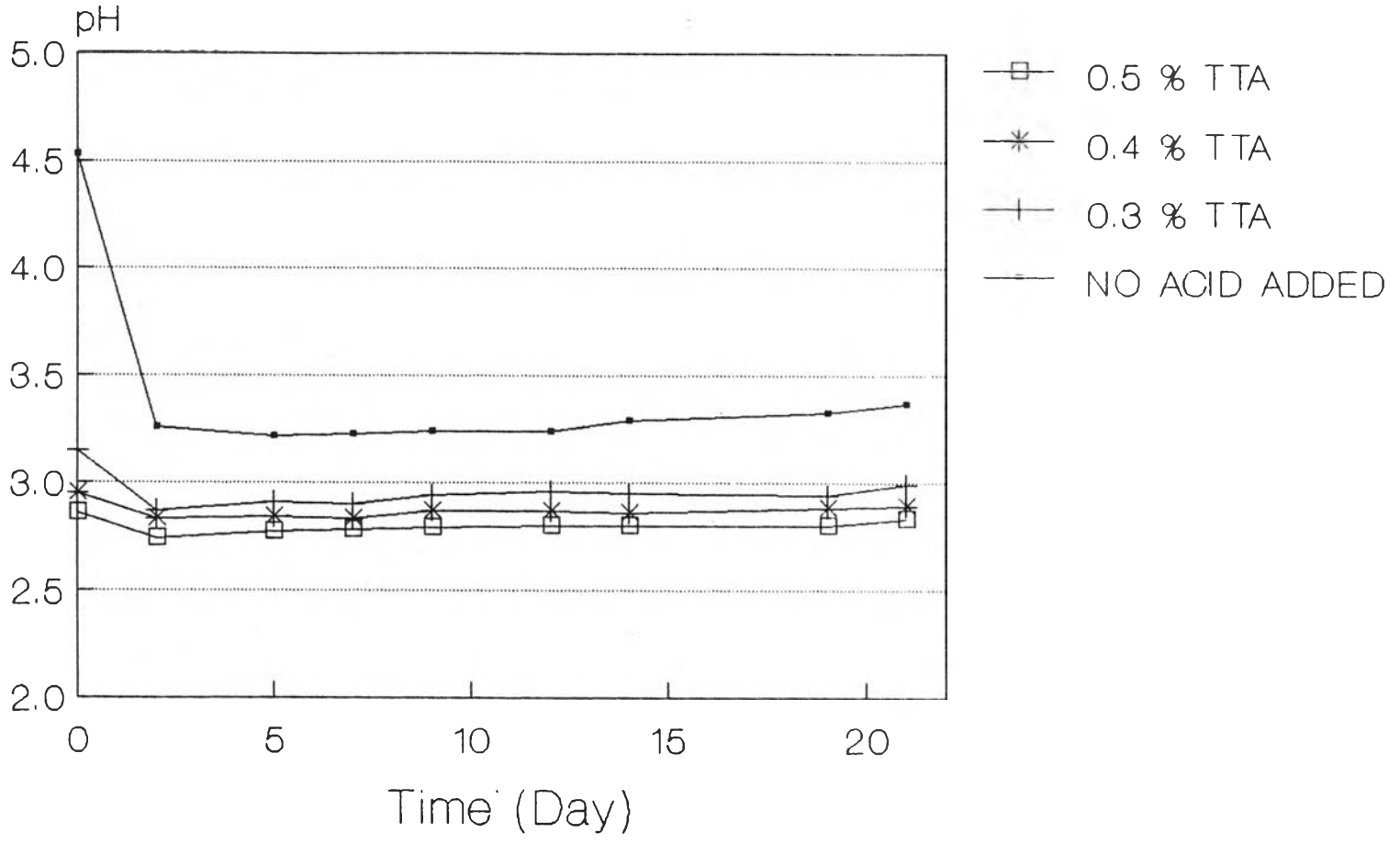
% TTA = TOTAL TITRATABLE ACIDITY

รูปที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายได้กับระยะเวลา ที่ใช้ในการหมักไวน์น้ำผึ้ง เมื่อเติมกรดตาร์ตาริกที่ร้อยละความเป็นกรดเริ่มต้นต่างกัน



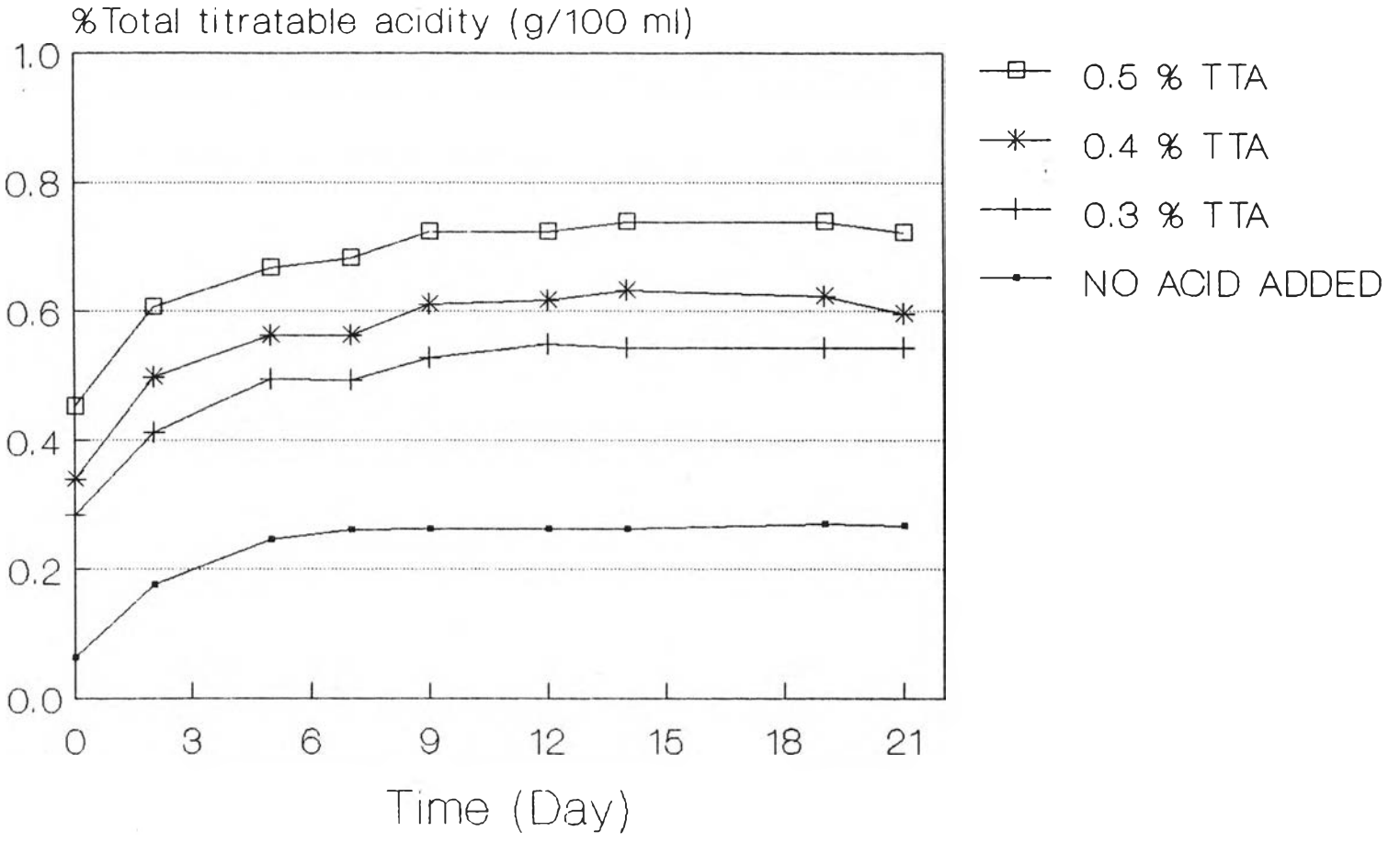
% TTA = TOTAL TITRATABLE ACIDITY

รูปที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณร้อยละแอลกอฮอล์กับระยะเวลา ที่ใช้ในการหมักไวน์น้ำผึ้ง เมื่อเติมกรดคาร์ตาริกที่ร้อยละความเป็นกรดเริ่มต้นต่างกัน



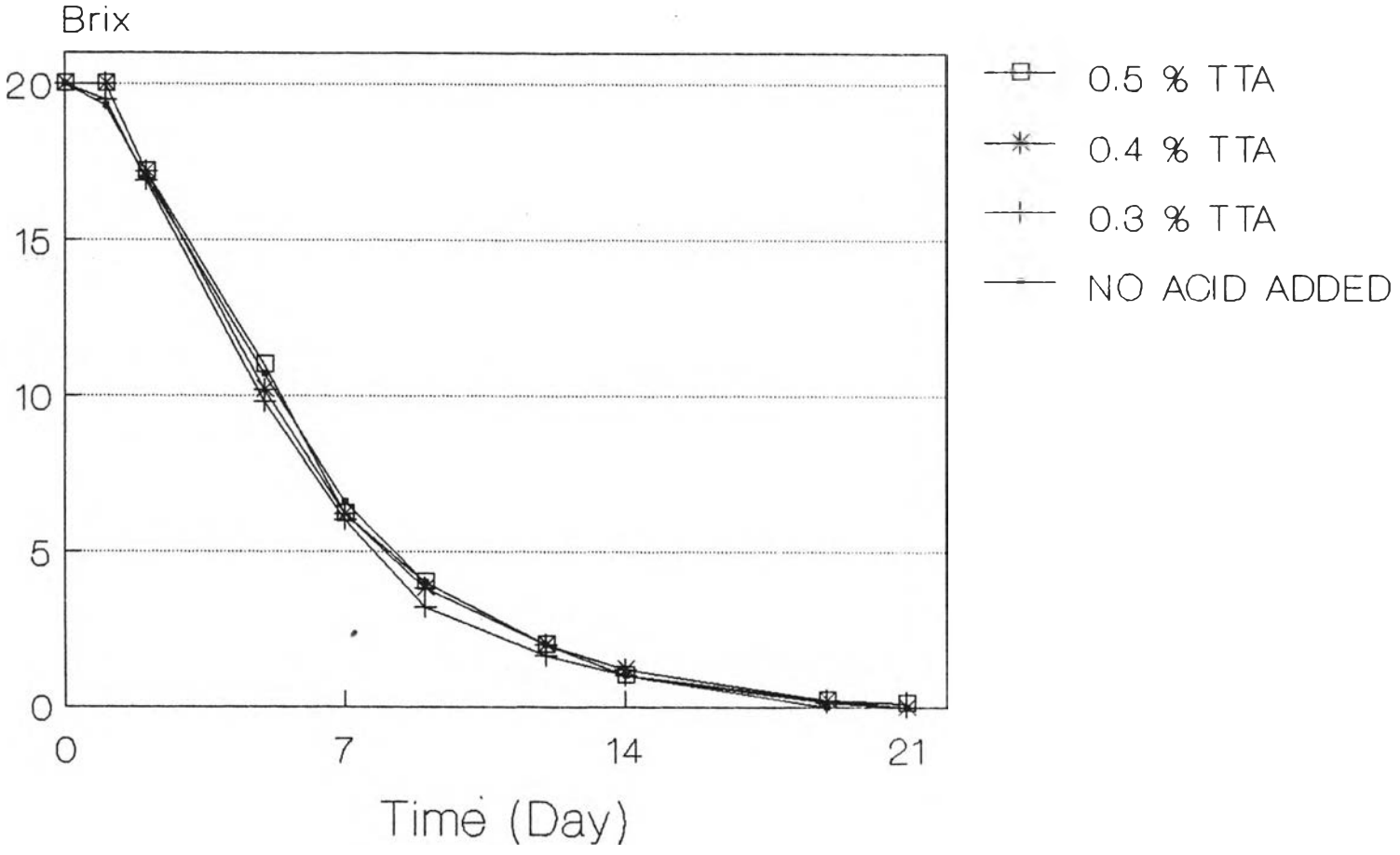
% TTA = TOTAL TITRATABLE ACIDITY

รูปที่ 4.15 ความสัมพันธ์ระหว่าง pH กับระยะเวลา ที่ใช้ในการหมักไวน์น้ำผึ้ง เมื่อเติมกรดตาร์ตาริก ที่ร้อยละความเป็นกรดเริ่มต้นต่างกัน



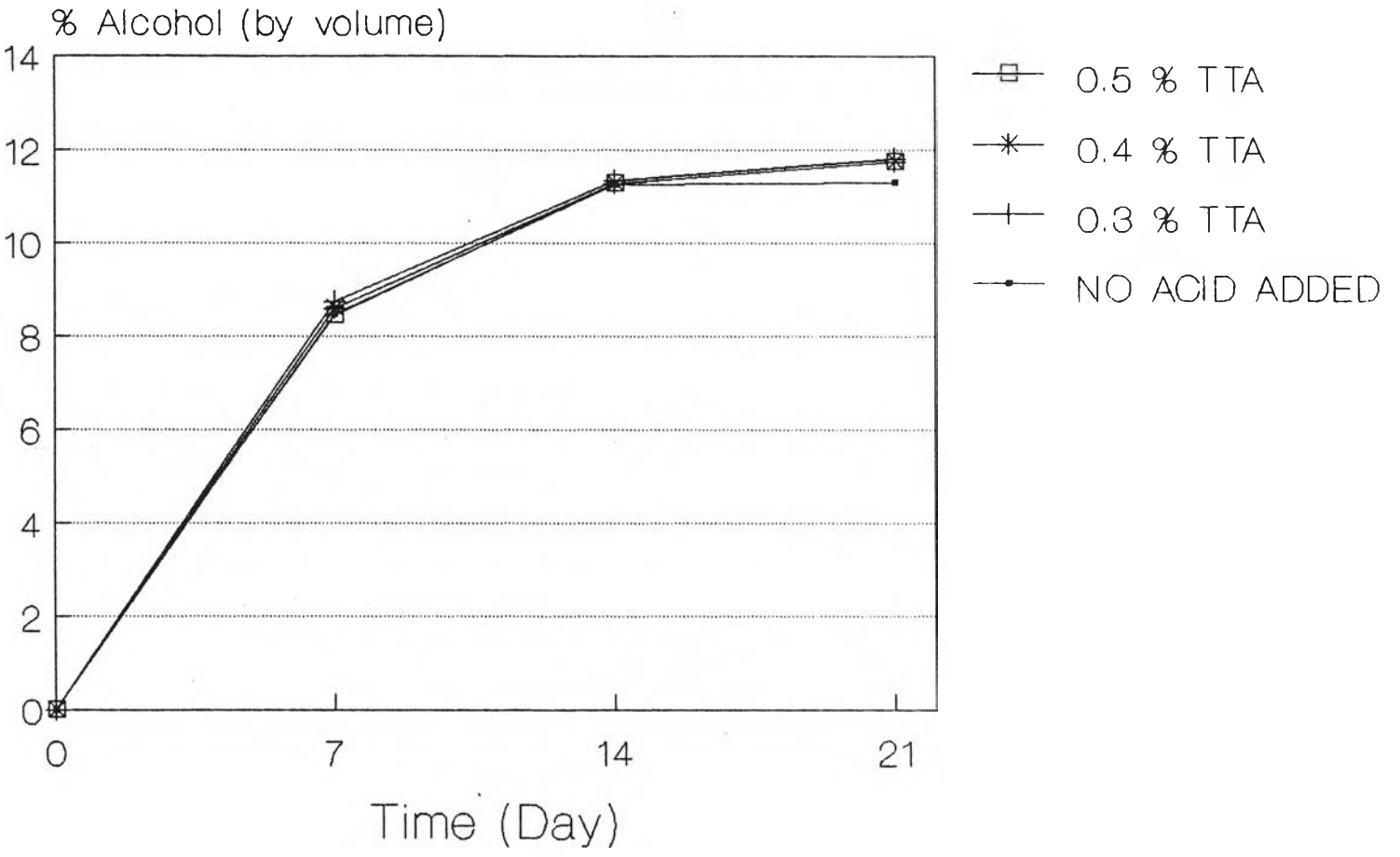
% TTA = TOTAL TITRATABLE ACIDITY

รูปที่ 4.16 ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละความเป็นกรดที่เปลี่ยนแปลงกับระยะเวลา ที่ใช้ในการหมักไวน์น้ำผึ้ง เมื่อเติมกรดดาร์ตาริก ที่ร้อยละความเป็นกรดเริ่มต้นต่างกัน



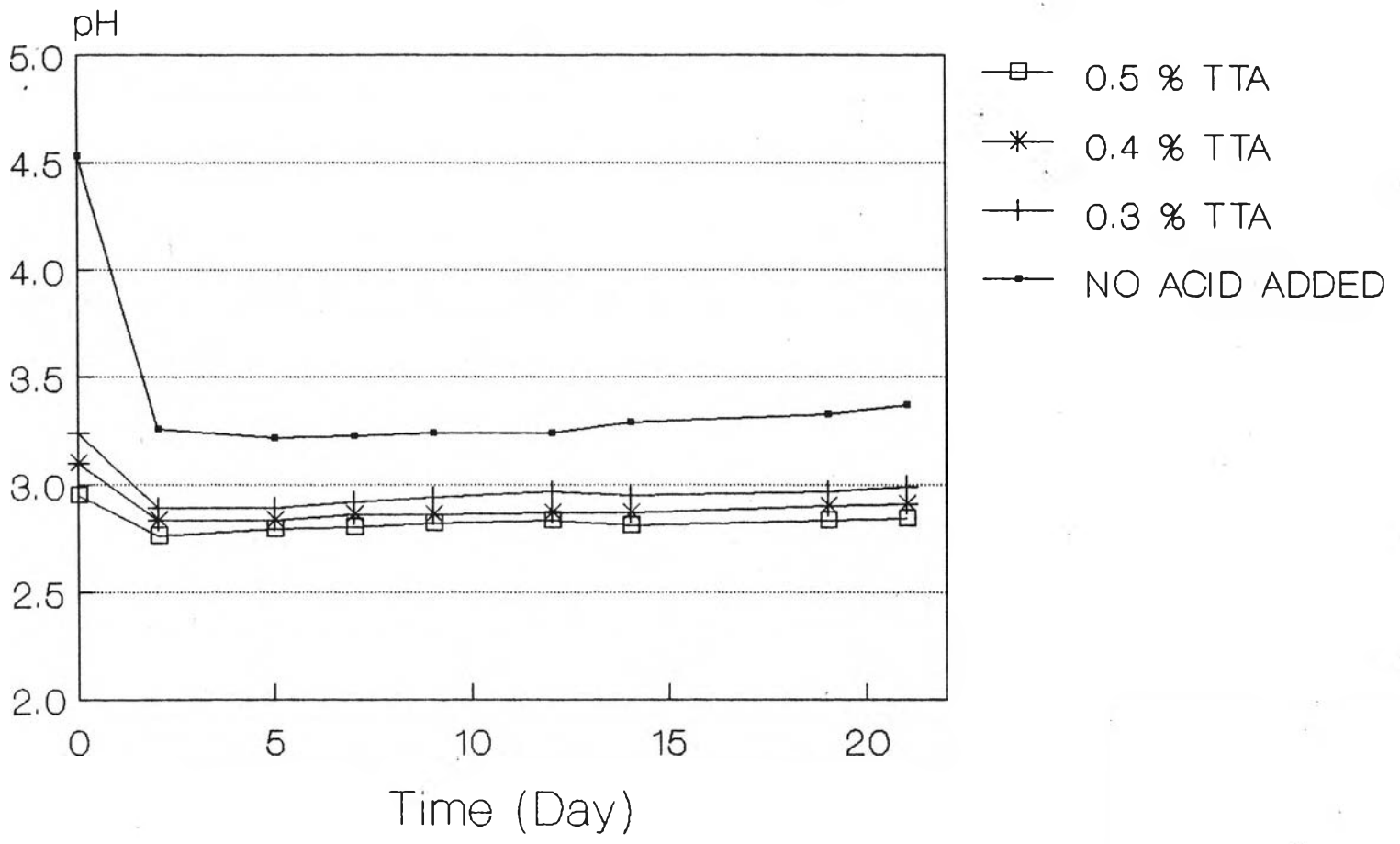
% TTA = TOTAL TITRATABLE ACIDITY

รูปที่ 4.17 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายได้กับระยะเวลา ที่ใช้ในการหมักไวน์น้ำผึ้ง เมื่อเติมกรดซิตริกผสมกรดตาร์ตาริกอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก ที่ร้อยละความเป็นกรดเริ่มต้นต่างกัน



% TTA = TOTAL TITRATABLE ACIDITY

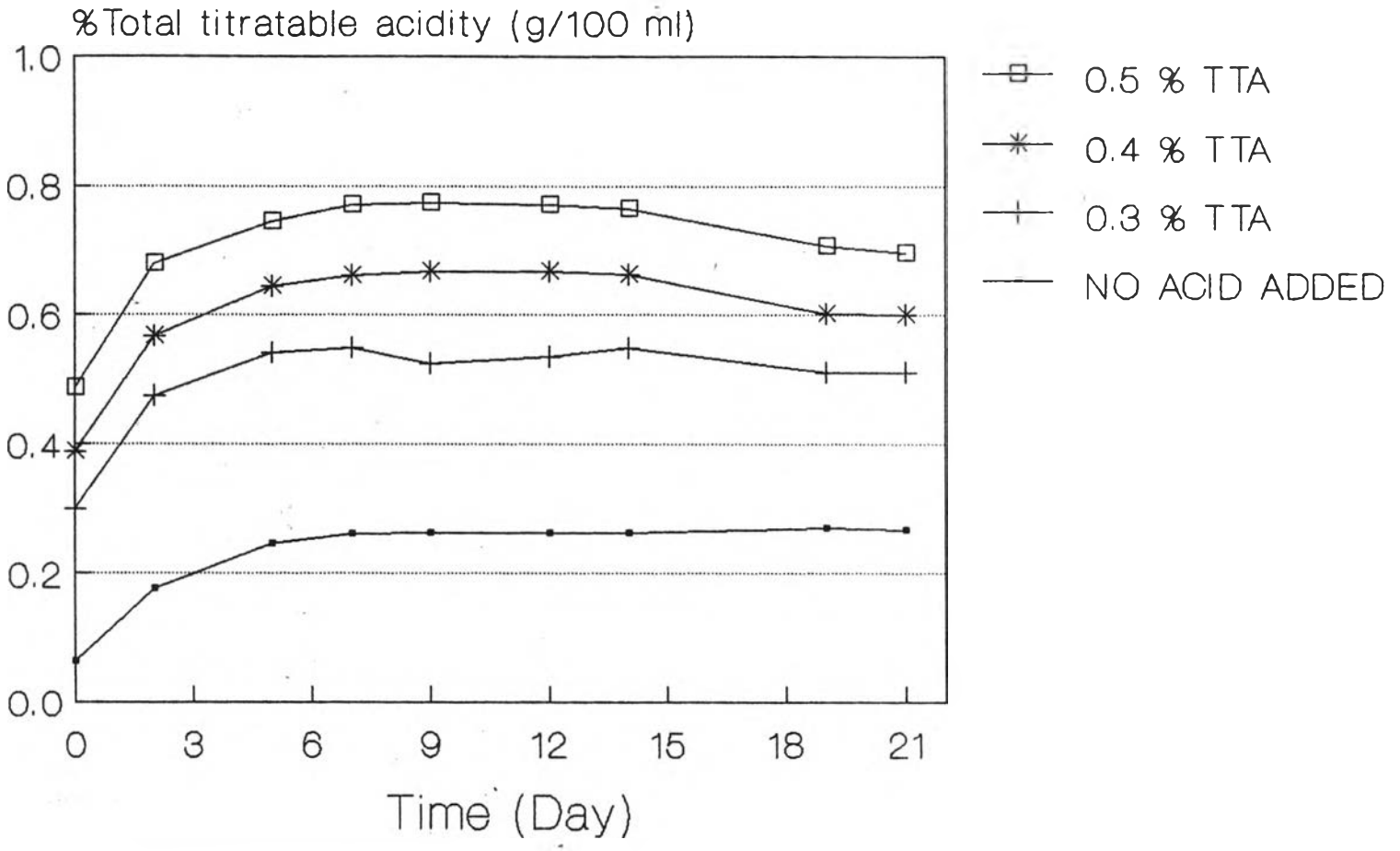
รูปที่ 4.18 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณร้อยละแอลกอฮอล์กับระยะเวลา ที่ใช้ในการหมักไวน์น้ำผึ้ง เมื่อเติมกรดซิตริกผสมกรดตาร์ตาริกอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก ที่ร้อยละความเป็นกรดเริ่มต้นต่างกัน



% TTA = TOTAL TITRATABLE ACIDITY

รูปที่ 4.19 ความสัมพันธ์ระหว่าง pH กับระยะเวลา ที่ใช้ในการหมักไวน์น้ำผึ้ง เมื่อเติมกรดซิตริก ผสมกรดตาร์ตาริกอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก ที่ร้อยละความเป็นกรดเริ่มต้นต่างกัน

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



% TTA = TOTAL TITRATABLE ACIDITY

รูปที่ 4.20 ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละความเป็นกรดที่เปลี่ยนแปลงกับระยะเวลา ที่ใช้ในการหมักไวน์น้ำผึ้ง เมื่อเติมกรดซิตริกผสมกรดตาร์ตาริกอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก ที่ร้อยละความเป็นกรดเริ่มต้นต่างกัน

ตารางที่ 4.3 คะแนนเฉลี่ยทางด้านประสาทสัมผัสของไวน์น้ำผึ้งเมื่อศึกษาชนิดและปริมาณร้อยละความเป็นกรด

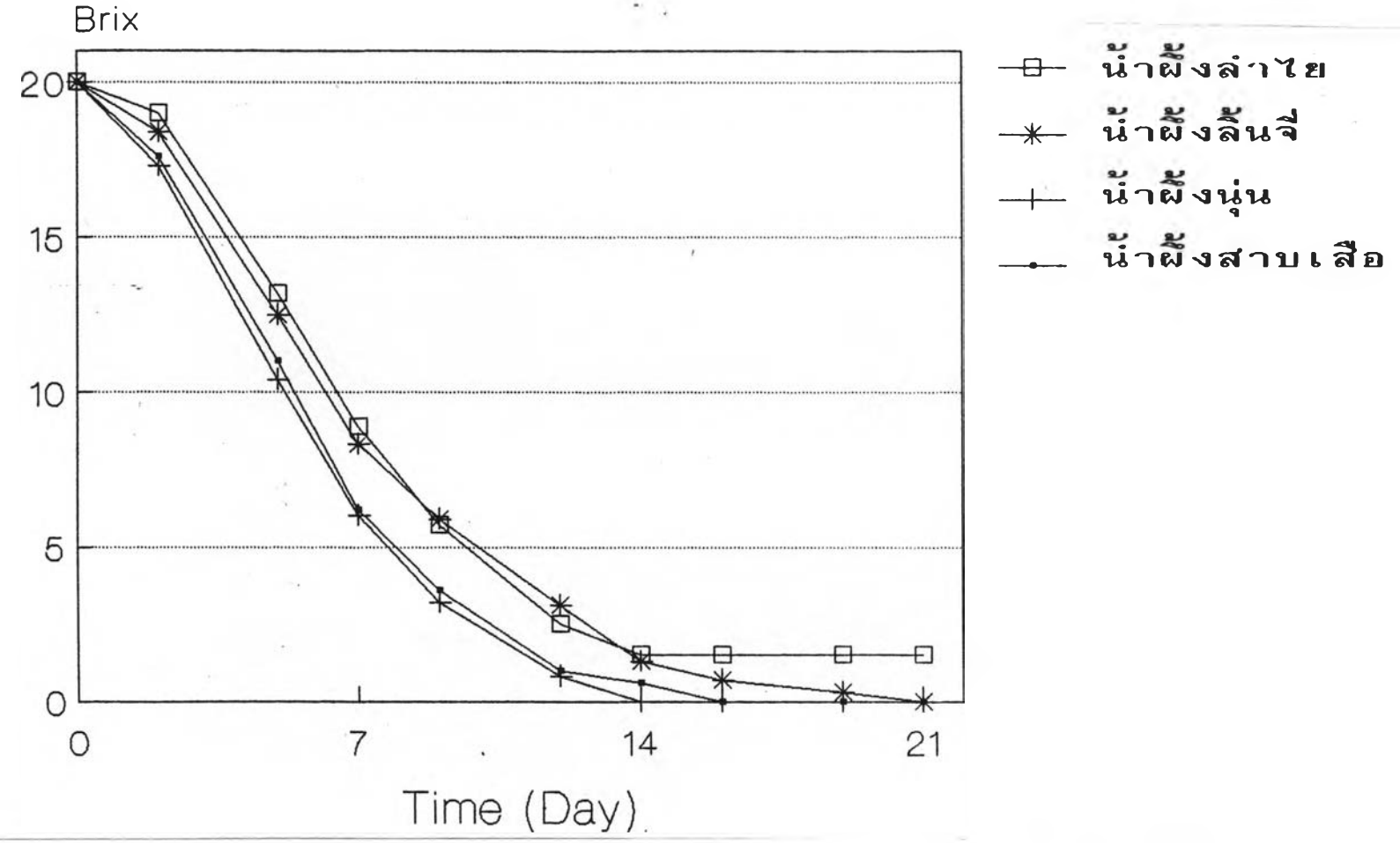
ชนิดของกรด	ร้อยละความเป็นกรดเริ่มต้น	ความใส[ns] (15)	สี[ns] (15)	กลิ่น[ns] (30)	รส (30)	บอดี้[ns] (10)	คะแนนรวม (100)
กรดซิตริก	0.3	12.20±1.39	8.10±1.18	17.75±2.85	20.70±3.02[a]	7.30±0.76	67.65±8.48[a]
	0.4	12.40±1.17	9.30±1.74	16.70±2.57	18.35±3.73[b]	6.55±0.91	61.85±8.76[b]
	0.5	12.10±1.46	9.30±1.86	17.60±2.60	17.85±2.47[bc]	5.90±0.69	59.35±7.48[bc]
กรดทาร์ทาริก	0.3	11.80±1.40	9.10±1.28	18.40±3.05	19.80±2.71[a]	5.90±0.50	67.05±10.00[a]
	0.4	12.00±1.26	8.00±1.90	16.75±2.92	17.50±3.29[b]	7.05±0.83	61.85±11.05[b]
	0.5	11.20±1.19	8.70±1.19	17.30±2.78	15.70±2.51[c]	6.85±0.88	55.50±9.05[c]
กรดผสม1:1 (W/W)	0.3	12.80±1.23	9.30±1.81	17.80±2.70	20.50±2.63[a]	7.30±0.98	67.30±8.72[a]
	0.4	11.80±1.10	8.50±1.47	16.90±2.74	19.00±3.06[b]	6.95±0.78	62.00±8.71[b]
	0.5	12.00±1.16	7.80±1.29	17.70±2.89	18.70±3.17[bc]	5.80±0.86	59.45±9.04[bc]

ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

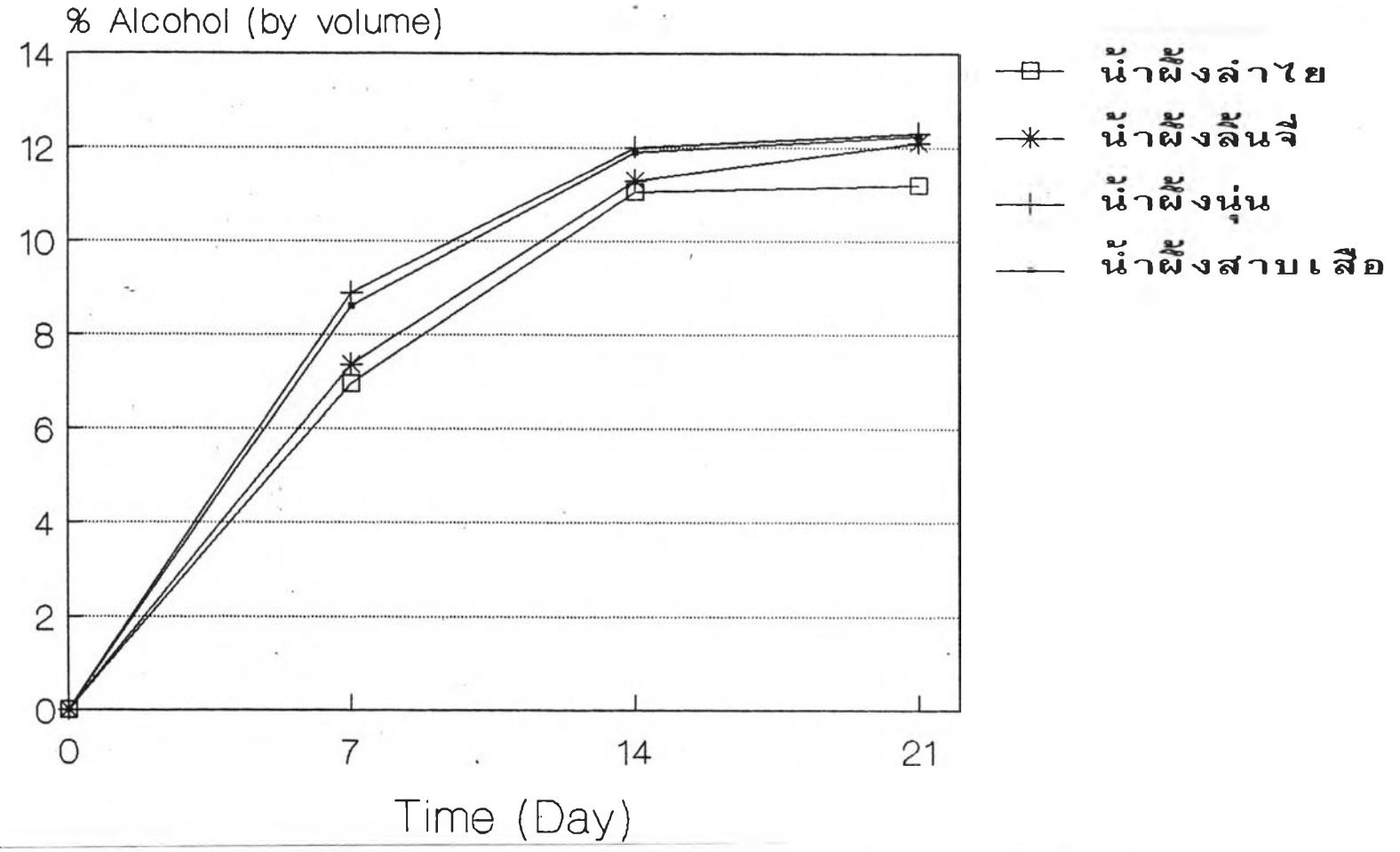
a,b,c อักษรต่างกันในแนวตั้งหมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

5. เปรียบเทียบคุณภาพไวน์ที่ผลิตจากน้ำผึ้งต่างชนิด ที่ผลิตเป็นการค้าในประเทศไทย

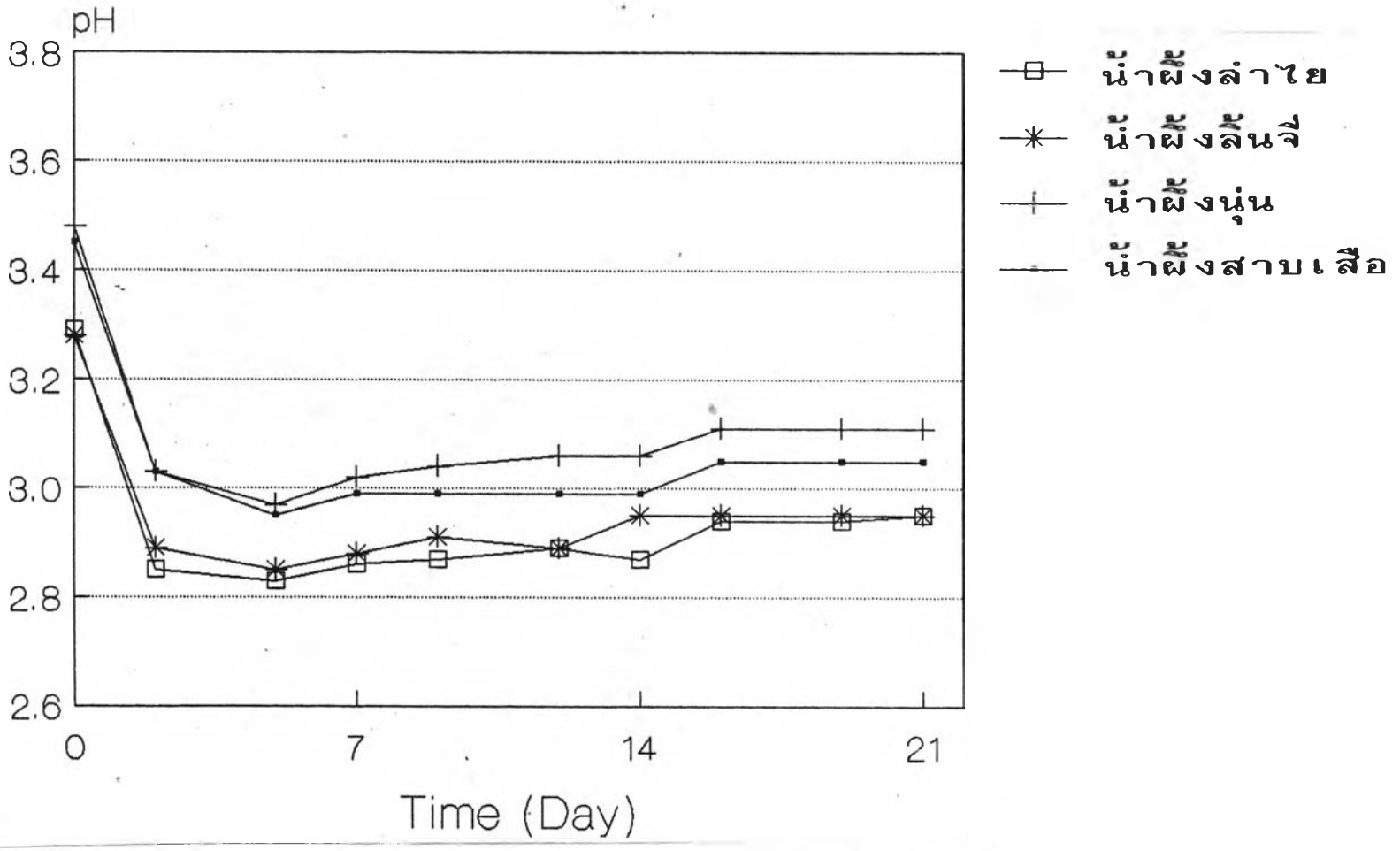
เมื่อนำน้ำผึ้งที่ผลิตเป็นการค้าในประเทศไทย 4 ชนิด กล่าวคือ น้ำผึ้งจากดอกสาบเสือ (Eupatorium odoratum Linn.) น้ำผึ้งจากดอกนุ่น (Bombax ceiba Linn.) น้ำผึ้งจากดอกลิ้นจี่ (Litchi chinensis Sonn.) และน้ำผึ้งจากดอกลำไย (Dimocarpus longan Lour.) มาหมักโดยเชื้อยีสต์สายพันธุ์ Pasteur Champagne เติมไดแอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (diammonium hydrogen phosphate, DAP, $(NH_4)_2HPO_4$) ร้อยละ 0.05 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เติมกรดซิตริกให้น้ำหมักมีร้อยละความเป็นกรดเริ่มต้น 0.3 ได้ผลการทดลองดังแสดงในรูปที่ 4.21-4.24 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส แสดงในตารางที่ 4.4-4.5 และผลการวิเคราะห์น้ำตาลหลักที่มีในน้ำผึ้ง และไวน์น้ำผึ้ง แสดงในตารางที่ 4.6



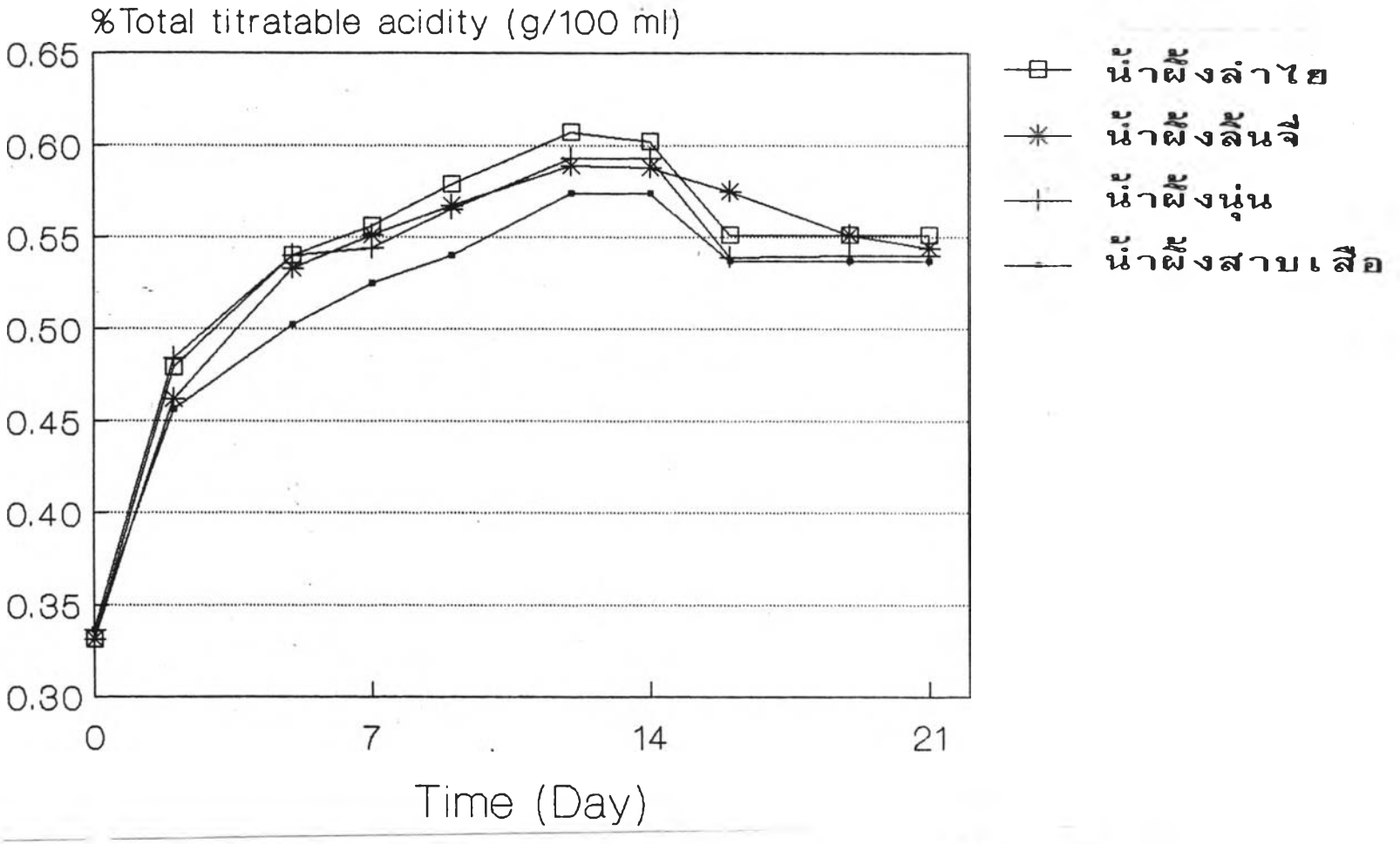
รูปที่ 4.21 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายได้กับระยะเวลา ที่ใช้ในการหมักไวน์น้ำผึ้งจากน้ำผึ้งชนิดต่างกัน



รูปที่ 4.22 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณร้อยละแอลกอฮอล์กับระยะเวลา ที่ใช้ในการหมักไวน์น้ำผึ้งจากน้ำผึ้งชนิดต่างกัน



รูปที่ 4.23 ความสัมพันธ์ระหว่าง pH กับระยะเวลา ที่ใช้ในการหมักไวน์น้ำผึ้ง จากน้ำผึ้งชนิดต่างกัน



รูปที่ 4.24 ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละความเป็นกรดที่เปลี่ยนแปลงกับระยะเวลา ที่ใช้ในการหมักไวน์น้ำผึ้ง จากน้ำผึ้งชนิดต่างกัน

ตารางที่ 4.4 คะแนนเฉลี่ยทางด้านประสาทสัมผัสของไวน์น้ำผึ้ง จากน้ำผึ้งชนิดต่างกัน

ชนิดของไวน์น้ำผึ้ง	ความใส (15)	สี (15)	กลิ่น (30)	รส (30)	บอดี้ns (10)	คะแนนรวม (100)
ไวน์น้ำผึ้งสาบเสือ	11.20±1.03^{a}	6.50±1.55^{b}	19.90±1.85^{b}	18.10±1.81^{b}	6.60±0.17	61.60±5.40^{b}
ไวน์น้ำผึ้งนุ่น	7.30±1.70^{b}	9.90±1.81^{a}	18.15±1.87^{b}	17.60±2.01^{b}	6.25±0.14	59.20±5.80^{b}
ไวน์น้ำผึ้งลิ้นจี่	12.10±0.99^{a}	10.40±2.27^{a}	20.25±1.59^{b}	20.30±1.50^{ab}	6.75±0.09	71.80±5.23^{a}
ไวน์น้ำผึ้งล่าไย	12.40±1.26^{a}	11.40±1.76^{a}	23.60±1.72^{a}	21.85±1.62^{a}	6.80±0.12	76.45±5.59^{a}

ns หมายถึง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

a,b อักษรต่างกันในแนวตั้งหมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

ตารางที่ 4.5 คะแนนรวมการจัดอันดับของไวน์น้ำผึ้ง จากน้ำผึ้งต่างชนิดกัน

ชนิดของไวน์น้ำผึ้ง	คะแนนรวม
ไวน์น้ำผึ้งสาบเสือ	35[b]
ไวน์น้ำผึ้งนุ่น	32[b]
ไวน์น้ำผึ้งลิ้นจี่	18[a]
ไวน์น้ำผึ้งลำไย	15[a]

a,b อักษรต่างกันในแนวตั้งหมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผลการจัดอันดับ (ranking) ของไวน์น้ำผึ้งที่ได้จากการหมักน้ำผึ้งทั้ง 4 ชนิดพบว่า ไวน์น้ำผึ้งลิ้นจี่และไวน์น้ำผึ้งลำไยได้อันดับที่ 1 เท่ากัน ส่วนไวน์น้ำผึ้งสาบเสือและไวน์น้ำผึ้งนุ่นได้อันดับที่ 2 เท่ากัน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์น้ำตาลหลักที่มีในน้ำผึ้ง และไวน์น้ำผึ้งที่ได้ จากน้ำผึ้งชนิดต่างกัน โดยใช้วิธีโครมาโตกราฟีชนิดเหลวสมรรถนะสูง[a]

น้ำตาล (กรัม/100 กรัม)	SRH[b]	KPH[b]	LCH[b]	LGH[b]	SRW[c]	KPW[c]	LCW[c]	LGW[c]
ฟรุคโตส	37.62	37.12	38.17	38.99	0.06	0.11	0.12	0.10
กลูโคส	40.91	27.68	33.16	34.50	-	-	-	-
ซูโครส	0.38	1.49	-	-	-	-	-	-
มอลโตส	2.94	1.32	3.29	2.94	0.21	0.14	0.52	0.76

[a]สภาวะที่ทำการทดลอง

Column : Phenomenex 10 μm $-NH_2$ bonded phase
25 cm x 4.6 mm i.d.

Mobile phase : acetonitrile/water 75:25 (V/V)

Flow rate : 2 cm^3 min^{-1}

Detector : refractive index

[b]SRH = น้ำผึ้งสาบเสือ KPH = น้ำผึ้งนุ่น LCH = น้ำผึ้งลิ้นจี่ LGH = น้ำผึ้งลำไย

[c]SRW = ไวน์น้ำผึ้งสาบเสือ KPW = ไวน์น้ำผึ้งนุ่น LCW = ไวน์น้ำผึ้งลิ้นจี่ LGW = ไวน์น้ำผึ้งลำไย