

ผลการทดลอง

4.1 ผลการวัดอัตราการหายใจและการสร้างเอทิลีนของมะนาวที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 4, 5 และ 6 เดือน ที่อุณหภูมิ 10 °ซ

จากการทดลองในข้อ 3.4.2 วัดอัตราการหายใจและการสร้างเอทิลีนของมะนาวที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 4, 5 และ 6 เดือน ที่อุณหภูมิ 10 °ซ โดยเก็บมะนาวในภาชนะบรรจุปิดสนิทแล้วเก็บที่อุณหภูมิ 10 °ซ และวัดความเข้มข้นของออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และเอทิลีนภายในภาชนะบรรจุที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน พบว่าความเข้มข้นของออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และเอทิลีนภายในภาชนะบรรจุที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน จะมีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 4.1 และ 4.2 และจากกราฟรูปที่ 4.1 สามารถนำมาคำนวณเป็นอัตราการหายใจของมะนาวได้ดังแสดงตามตารางที่ 4.1



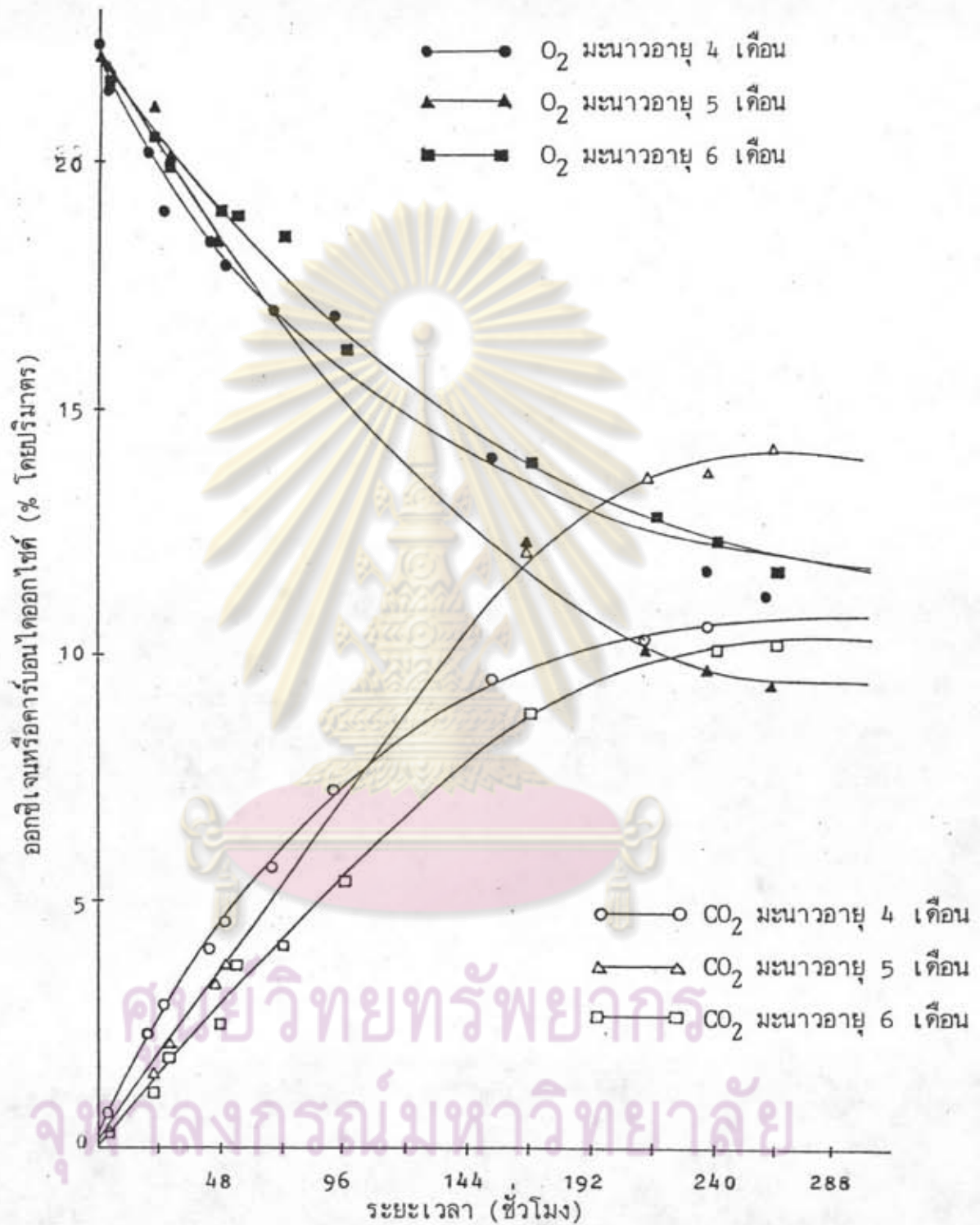
ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1 การหาอัตราการหายใจของมะนาวที่มีอายุการเก็บเกี่ยวแตกต่างกันที่อุณหภูมิ 10 °ซ

	อายุการเก็บเกี่ยว (เดือน)		
	4	5	6
นน. เริ่มต้นของมะนาว (กก.)	0.2142	0.2108	0.2136
นน. สิ้นสุดของมะนาว (กก.)	0.2037	0.2036	0.2076
% การสูญเสียน้ำหนัก	4.9	3.4	2.8
ปริมาตรภาชนะบรรจุ (มล.)	2346	2333	2230
% O <sub>2</sub> /วัน (จากกราฟรูปที่ 4.1)	2.0	1.9	1.5
% O <sub>2</sub> /ชม.	0.0833	0.0791	0.0625
% O <sub>2</sub> /ชม./กก.	0.3889	0.3752	0.3010
มล. O <sub>2</sub> /ชม./กก. *	9.1235	8.7542	6.7123
% O <sub>2</sub> /วัน (จากกราฟรูปที่ 4.1)	2.3	1.7	1.5
% CO <sub>2</sub> /ชม.	0.0958	0.0708	0.0625
% CO <sub>2</sub> /ชม./กก.	0.4704	0.3479	0.3010
มล. CO <sub>2</sub> /ชม./กก. *	11.0370	8.1166	6.7123

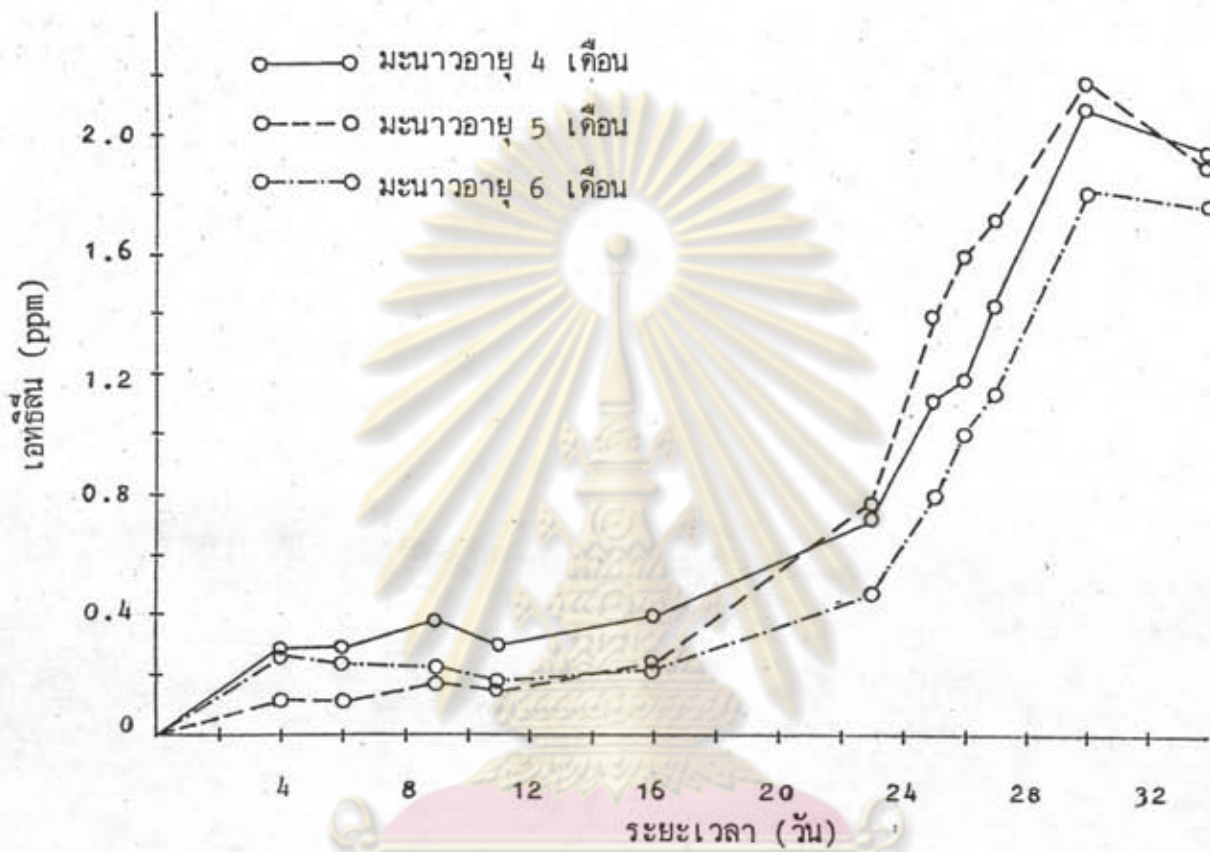
\* อัตราการหายใจ

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.1 ความเข้มข้นของออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ภายในภาชนะบรรจุแก้วปิดสนิท ที่เวลาต่าง ๆ กัน





รูปที่ 4.2 ความเข้มข้นของเอทิลีนภายในภาชนะบรรจุแก้วบิคสนิท ที่เวลาต่าง ๆ กัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.3 ลักษณะমনาวที่เก็บในภาชนะแก้วปิดสนิทเป็นเวลา 32 วัน

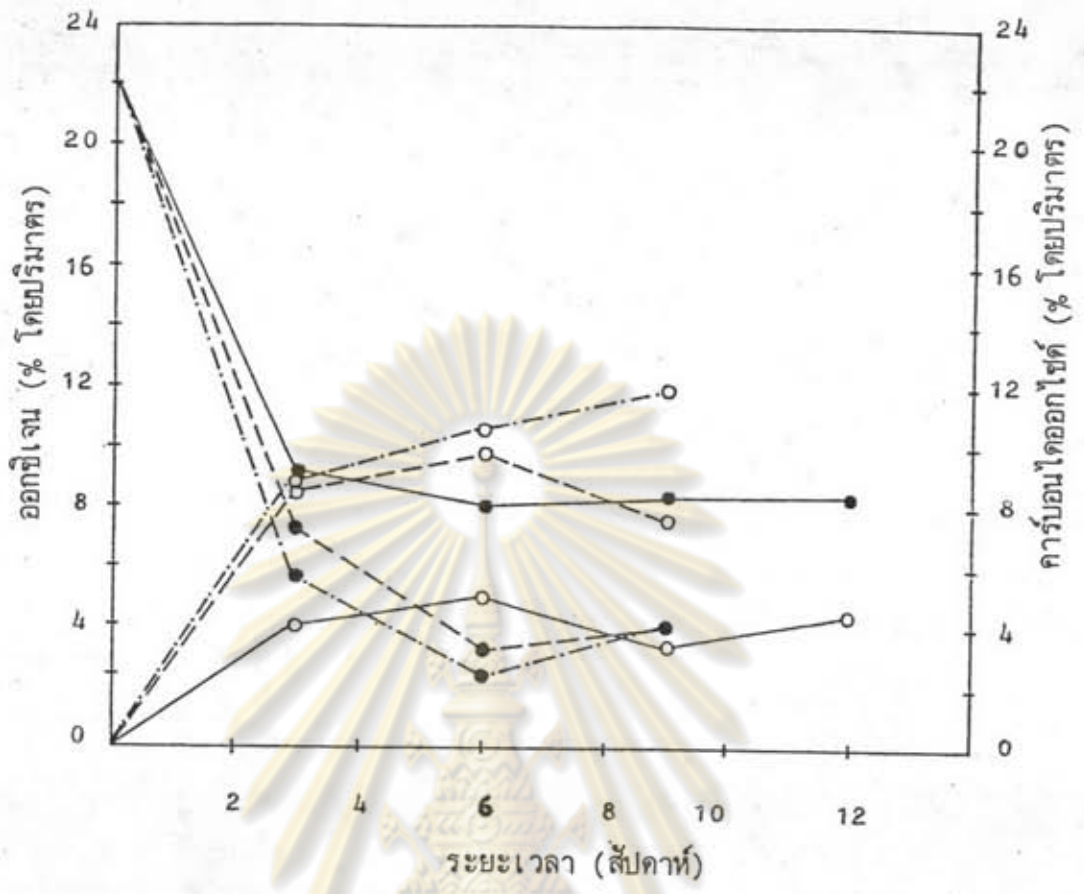
ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

#### 4.2 ผลการศึกษาผลของระดับปริมาณการบรรจุและอายุการเก็บเกี่ยวของมะนาวต่อคุณภาพของมะนาวในขณะเก็บรักษา

จากการทดลองในข้อ 3.4.3 เก็บมะนาวที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 4, 5 และ 6 เดือน ในถุงพลาสติก HDPE ความหนา 0.35 มิลลิเมตร ขนาด  $9 \times 14$  นิ้ว ในปริมาณการบรรจุที่ต่างกัน 3 ระดับคือ  $430 \pm 5$  กรัม,  $645 \pm 5$  กรัม และ  $860 \pm 5$  กรัม ตามลำดับ แล้วเก็บที่อุณหภูมิ  $10^{\circ}\text{C}$  ความชื้นสัมพัทธ์ 85% และตรวจสอบคุณภาพของมะนาวขณะเก็บรักษา พบว่า การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะนาวในระหว่างเก็บรักษาเป็นดังนี้

4.2.1 ระดับความเข้มข้นของออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และเอทิลีนภายในถุงบรรจุมะนาวขณะเก็บรักษา แสดงในตารางที่ 4.2 สำหรับการเปลี่ยนแปลงระดับความเข้มข้นของก๊าซทั้ง 3 ชนิด ที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน แสดงในรูปที่ 4.4 ถึง 4.9 และจากผลการทดสอบทางสถิติพบว่าอายุการเก็บเกี่ยว ระดับปริมาณการบรรจุ ระยะเวลาและผลเกี่ยวเนื่องทั้ง 3 ปัจจัย มีผลต่อระดับความเข้มข้นของออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และเอทิลีนภายในถุงอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

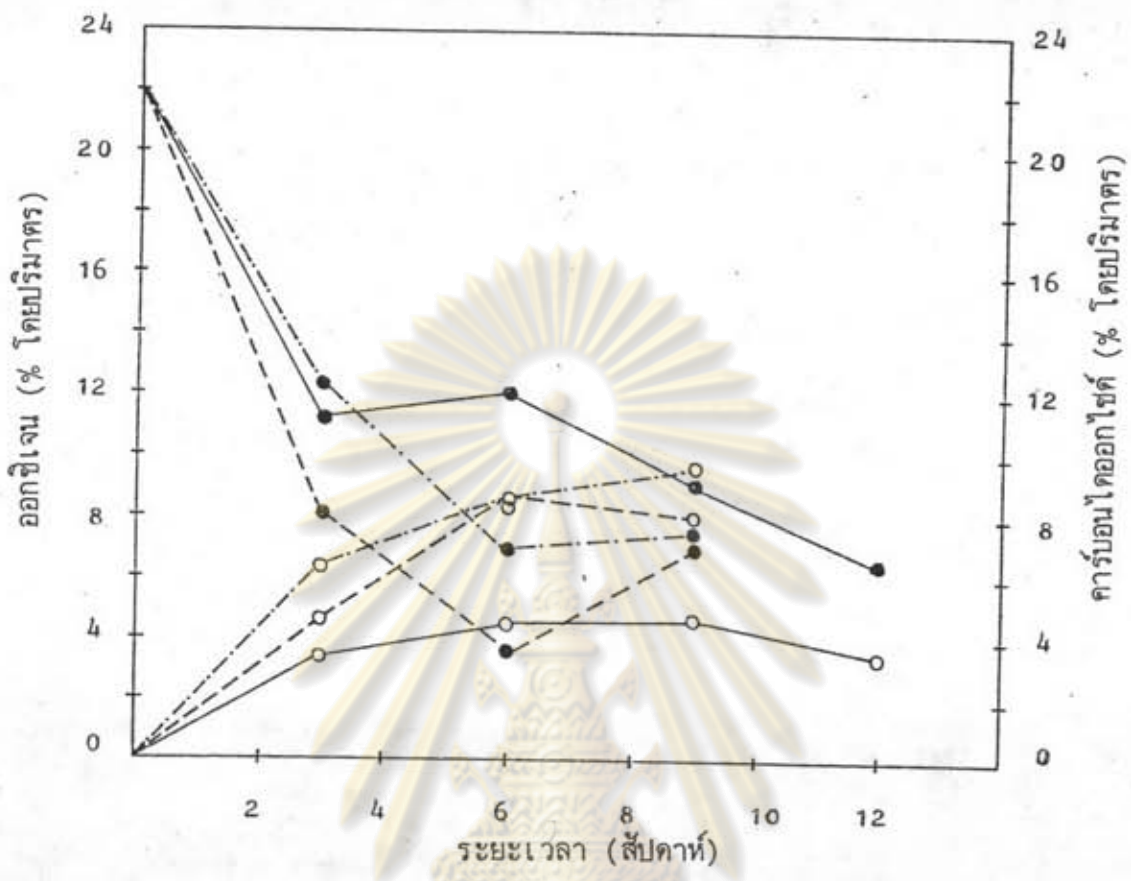


รูปที่ 4.4 ความเข้มข้นของออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ภายในถุง  
บรรจุขณะอายุ 4 เดือน ที่เวลาต่าง ๆ กัน

- O<sub>2</sub>      ○—○ CO<sub>2</sub>      ○—○ ระดับการบรรจุ 430±5 กรัม
- ○—○      ○—○ ระดับการบรรจุ 645±5 กรัม
- ○—○      ○—○ ระดับการบรรจุ 860±5 กรัม

ศูนย์วิทยุทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



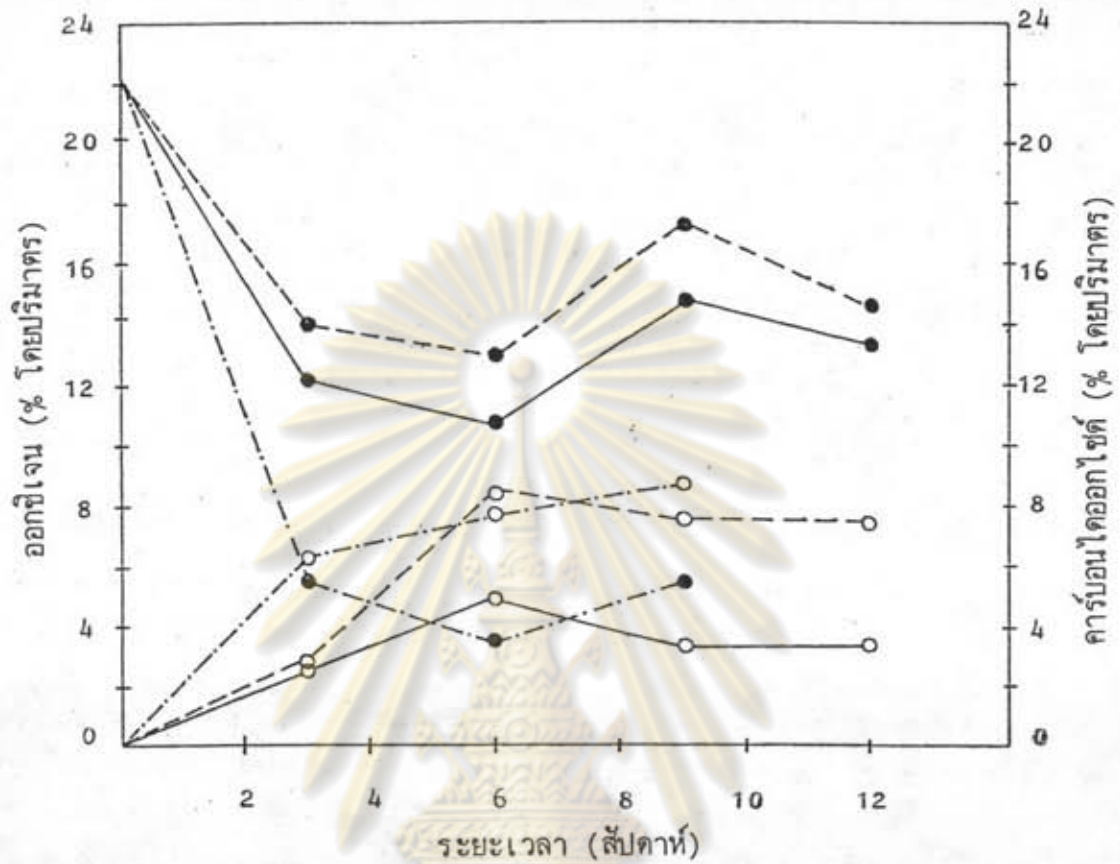


รูปที่ 4.5 ความเข้มข้นของออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ในถุงบรรจุ  
 มะนาวอายุ 5 เดือน ที่เวลาต่าง ๆ กัน

- O<sub>2</sub>      ○—○ CO<sub>2</sub>
- ○—○ ระดับการบรรจุ 430±5 กรัม
- ○—○ ระดับการบรรจุ 645±5 กรัม
- ○—○ ระดับการบรรจุ 860±5 กรัม

ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

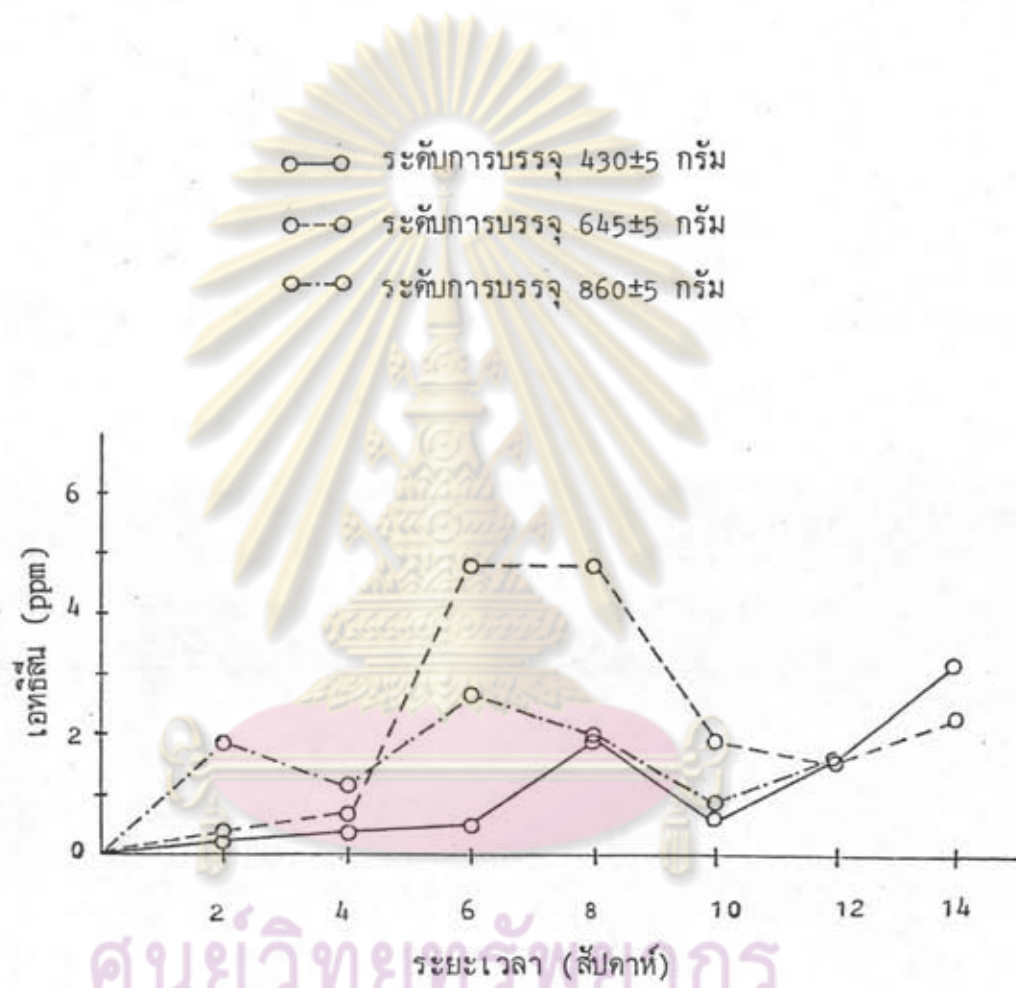




รูปที่ 4.6 ความเข้มข้นของออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ภายในถุงบรรจุ  
 6 เดือน ที่เวลาต่าง ๆ กัน

- $O_2$        $CO_2$   
 ●—●      ○—○      ระดับการบรรจุ 430±5 กรัม  
 ●—●      ○—○      ระดับการบรรจุ 645±5 กรัม  
 ●—●      ○—○      ระดับการบรรจุ 860±5 กรัม

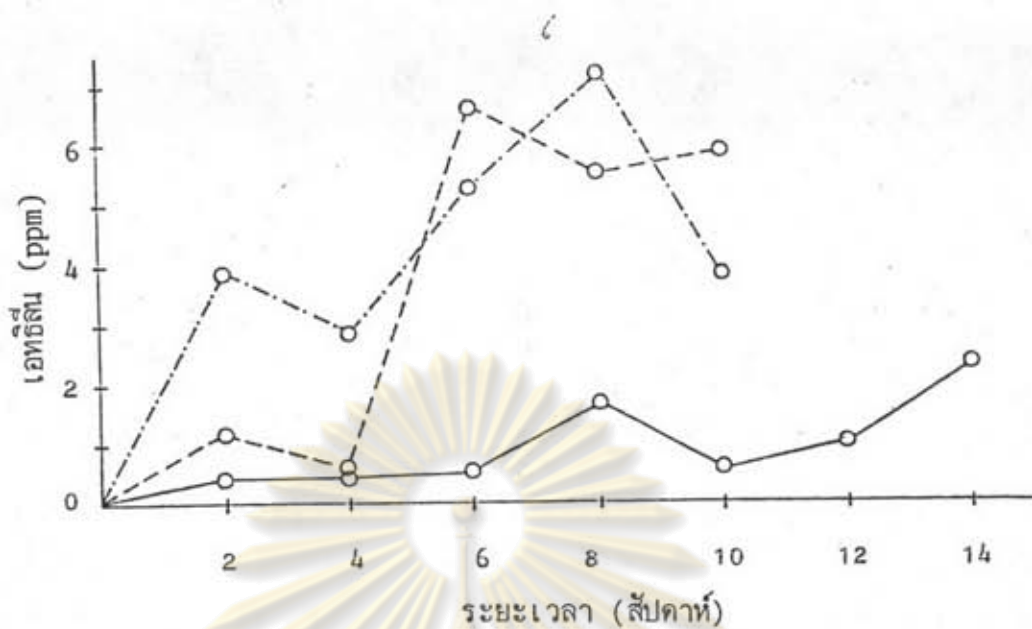
ศูนย์วิจัยทันตกรรม  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



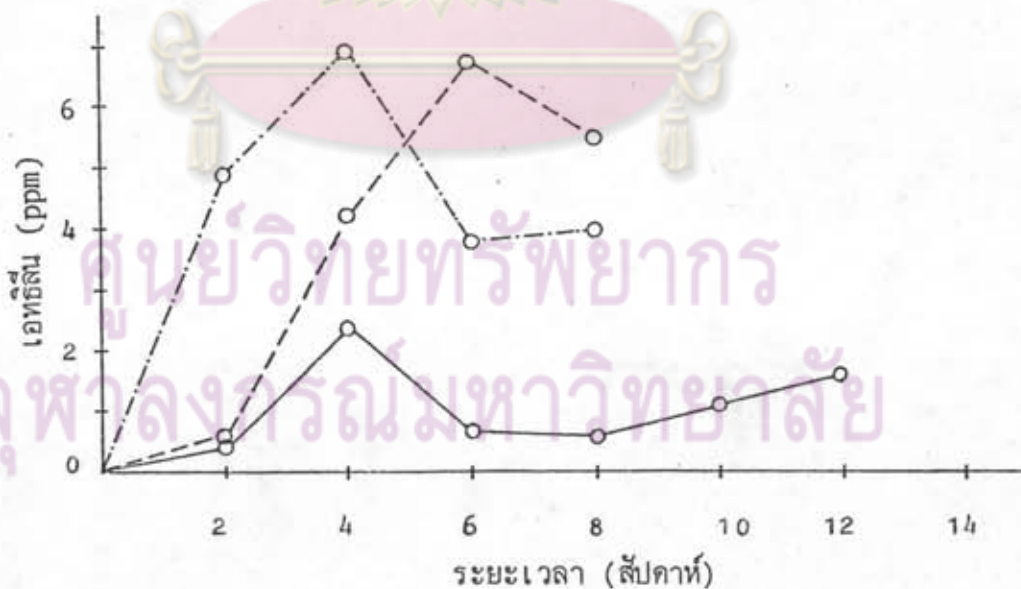
ศูนย์วิทยุทรัพยากร

รูปที่ 4.7 ความเข้มข้นของเอทิลีนภายในถุงบรรจุมนาวอายุ 4 เดือน  
ที่เวลาต่าง ๆ กัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.8 ความเข้มข้นของเอทิลีนภายในถุงบรรจุมะนาวอายุ 5 เดือน ที่เวลาต่าง ๆ กัน



รูปที่ 4.9 ความเข้มข้นของเอทิลีนภายในถุงบรรจุมะนาวอายุ 6 เดือน ที่เวลาต่าง ๆ กัน



ตารางที่ 4.2 ระดับความเข้มข้นของออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และเอทิลีน ภายใน  
ถุงบรรจุมะนาวในขณะเก็บรักษา

ปริมาณการ บรรจุ (กรัม)	ปริมาตรช่องว่าง ภายในถุง (มล.)	น้ำหนัก ปริมาตรช่องว่าง (กรัม/มล.)	อายุการ เก็บเกี่ยว (เดือน)	ระดับความเข้มข้นของก๊าซ		
				O <sub>2</sub> (%)	CO <sub>2</sub> (%)	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (ppm)
430 ± 5	1170	.3675	4	8-9	3-5	0.4-2.4
			5	9-12	3-4	0.4-2.3
			6	10-14	2-5	0.2-3.2
645 ± 5	1020	.6323	4	3-7	7-9	0.6-6.8
			5	3-8	5-8	0.6-6.6
			6	12-14	2-8	0.4-4.8
860 ± 5	865	.9942	4	4-5	8-11	3.0-7.1
			5	6-7	8-9	2.9-5.3
			6	3-5	6-9	0.9-2.7

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2.2 เพอร์เซ็นต์การเน่าเสียของมะนาวที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน แสดงในตารางที่ 4.3 จากผลการทดสอบทางสถิติพบว่า อายุการเก็บเกี่ยวของมะนาว ระดับปริมาณการบรรจุ และระยะเวลามีผลต่อเพอร์เซ็นต์การเน่าเสียของมะนาวอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.3 เพอร์เซ็นต์การเน่าเสียของมะนาวที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน

อายุการเก็บเกี่ยว (เดือน)	ปริมาณการบรรจุ (กรัม)	% การเน่าเสียของมะนาวที่ระยะเวลา (สัปดาห์)						
		2	4	6	8	10	12	14
4	430±5	0	0	0	0	9.60	23.52	88.23
	645±5	0	0	62.60	78.05	100.00	-	-
	860±5	0	87.12	89.50	100.00	-	-	-
5	430±5	0	0	7.41	7.41	6.78	12.54	12.34
	645±5	0	0	4.54	17.02	21.78	100.00	-
	860±5	0	39.09	33.50	37.83	81.02	100.00	-
6	430±5	0	0	0	7.69	8.71	0	10.00
	645±5	0	0	18.38	6.25	8.65	13.20	33.33
	860±5	0	4.34	4.60	6.33	12.25	100.00	

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2.3 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะนาวที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน แสดงในตารางที่ 4.4 และพบว่าทั้งอายุการเก็บเกี่ยวและระดับปริมาณการบรรจุไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะนาวอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ในขณะที่ระยะเวลามีผลต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะนาวอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

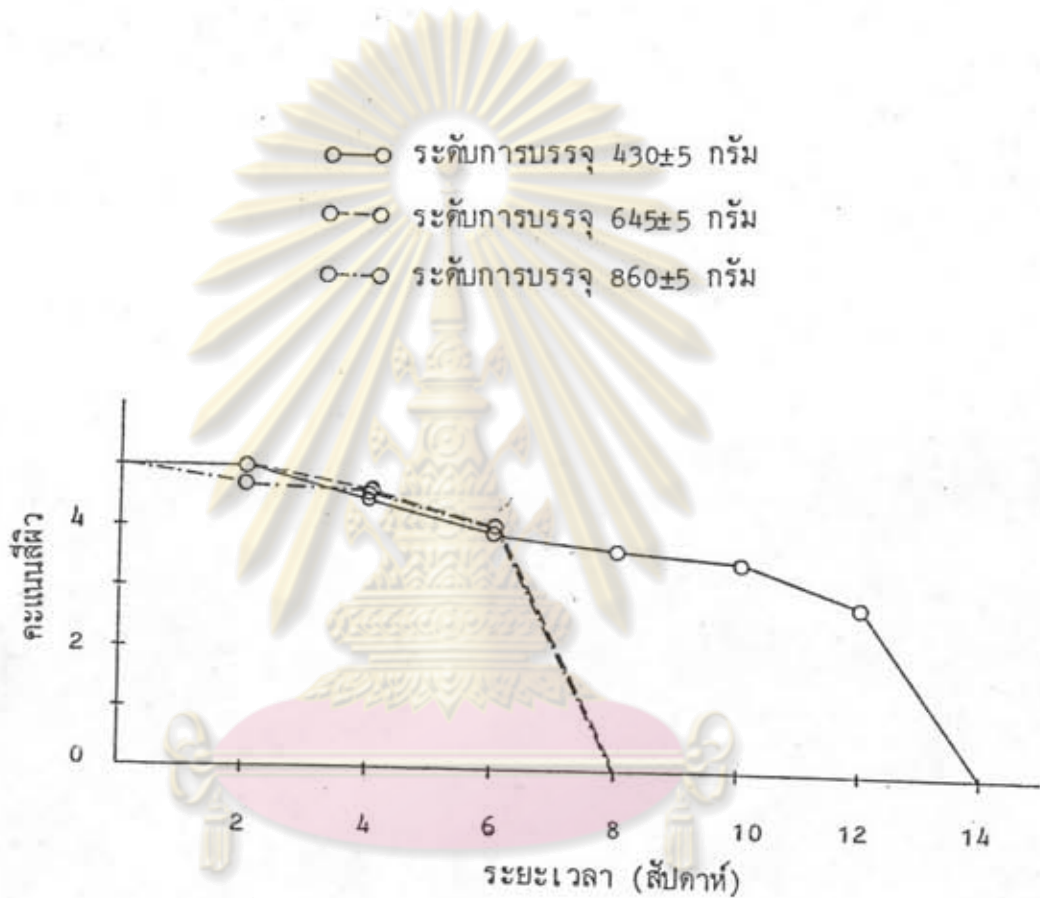
ตารางที่ 4.4 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะนาวที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน

อายุการเก็บเกี่ยว (เดือน)	ปริมาณการบรรจุ (กรัม)	% การสูญเสียน้ำหนักของมะนาวที่ระยะเวลา (สัปดาห์)						
		2	4	6	8	10	12	14
4	430±5	0.55	0.76	1.09	1.27	1.45	1.53	-
	645±5	0.33	0.42	0.79	1.28	-	-	-
	860±5	0.41	0.36	0.86	-	-	-	-
5	430±5	0.57	0.70	1.53	1.11	1.54	1.90	1.95
	645±5	0.24	0.50	0.80	0.91	1.53	-	-
	860±5	0.42	0.89	1.18	1.16	-	-	-
6	430±5	0.62	0.58	0.62	1.24	1.34	1.55	1.70
	645±5	0.28	0.51	1.04	1.10	1.36	1.31	1.61
	860±5	0.69	0.42	0.84	0.85	0.95	-	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

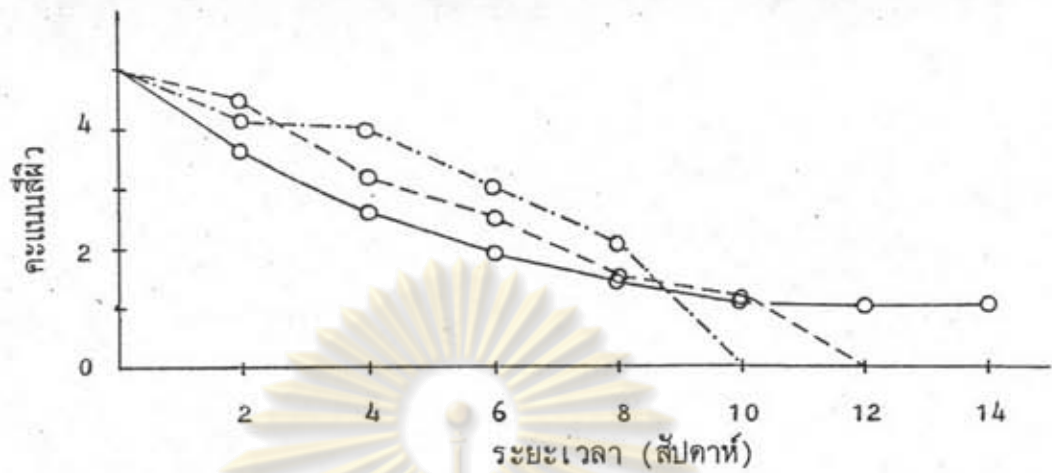


4.2.4 การเปลี่ยนแปลงคะแนนสีผิวของมะนาวที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน แสดงในรูปที่ 4.10, 4.11 และ 4.12 จากผลการทดสอบทางสถิติพบว่า อายุการเก็บเกี่ยวของมะนาวระดับปริมาณการบรรจุ และระยะเวลามีผลต่อคะแนนสีผิวของมะนาวอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

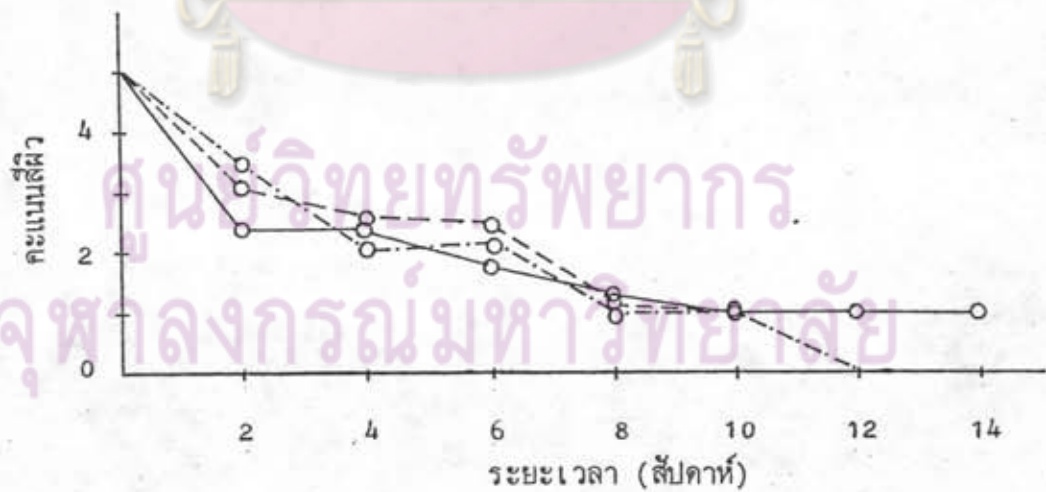


รูปที่ 4.10 คะแนนสีผิวของมะนาวอายุ 4 เดือน ที่เวลาต่าง ๆ กัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.11 คะแนนสีฟันของมะนาวอายุ 5 เดือน ที่เวลาต่าง ๆ กัน



รูปที่ 4.12 คะแนนสีฟันของมะนาวอายุ 6 เดือน ที่เวลาต่าง ๆ กัน

4.2.5 ปริมาณกรดซिटริกในน้ำมะนาวที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน แสดงในตารางที่ 4.5 และจากผลการทดสอบทางสถิติพบว่า อายุการเก็บเกี่ยว ระดับปริมาณการบรรจุ และระยะเวลา มีผลต่อปริมาณกรดซिटริกในน้ำมะนาวอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.5 ปริมาณกรดซิทริกในน้ำมะนาว (กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร) ที่เวลาต่าง ๆ กัน

อายุการเก็บเกี่ยว (เดือน)	ปริมาณการบรรจุ (กรัม)	กรดซิทริกในน้ำมะนาวที่ระยะเวลา (สัปดาห์)							
		0	2	4	6	8	10	12	14
4	430±5	7.74	7.35	6.51	6.20	6.20	5.71	5.57	-
	645±5	7.74	6.86	6.41	6.45	6.05	-	-	-
	860±5	7.74	6.55	6.36	5.95	-	-	-	-
5	430±5	7.72	7.79	7.38	7.43	7.07	6.38	6.31	5.79
	645±5	7.72	7.70	7.27	6.81	7.28	6.79	-	-
	860±5	7.72	7.62	6.82	6.64	6.39	-	-	-
6	430±5	7.75	7.48	7.59	7.19	7.04	6.90	6.31	6.18
	645±5	7.75	7.79	7.48	7.02	7.07	6.55	6.69	5.90
	860±5	7.75	7.90	7.45	7.22	7.00	6.66	-	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



4.2.6 ปริมาณวิตามินซีในน้ำมะนาวที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน แสดงในตารางที่ 4.6 และจากผลการทดสอบทางสถิติพบว่า อายุการเก็บเกี่ยวมีผลต่อปริมาณวิตามินซีอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สำหรับปริมาณการบรรจุและระยะเวลาไม่มีผลต่อปริมาณวิตามินซีอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.6 ปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิกรัม) ในน้ำมะนาวที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน

อายุการเก็บเกี่ยว (เดือน)	ปริมาณการบรรจุ (กรัม)	วิตามินซีในน้ำมะนาวที่ระยะเวลา (สัปดาห์)							
		0	2	4	6	8	10	12	14
4	430±5	34.20	34.00	31.50	28.00	26.50	23.00	22.50	-
	645±5	34.20	32.50	30.00	28.50	26.50	-	-	-
	860±5	34.20	33.00	28.50	26.00	-	-	-	-
5	430±5	37.00	30.50	31.50	37.50	28.50	23.00	19.50	13.00
	645±5	37.00	35.25	31.50	38.50	31.00	27.00	-	-
	860±5	37.00	31.00	28.50	40.75	34.00	-	-	-
6	430±5	40.00	46.00	46.25	40.25	28.00	26.50	21.50	15.00
	645±5	40.00	46.50	47.50	41.50	32.00	26.00	22.50	12.50
	860±5	40.00	42.50	38.25	42.00	33.50	28.50	-	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

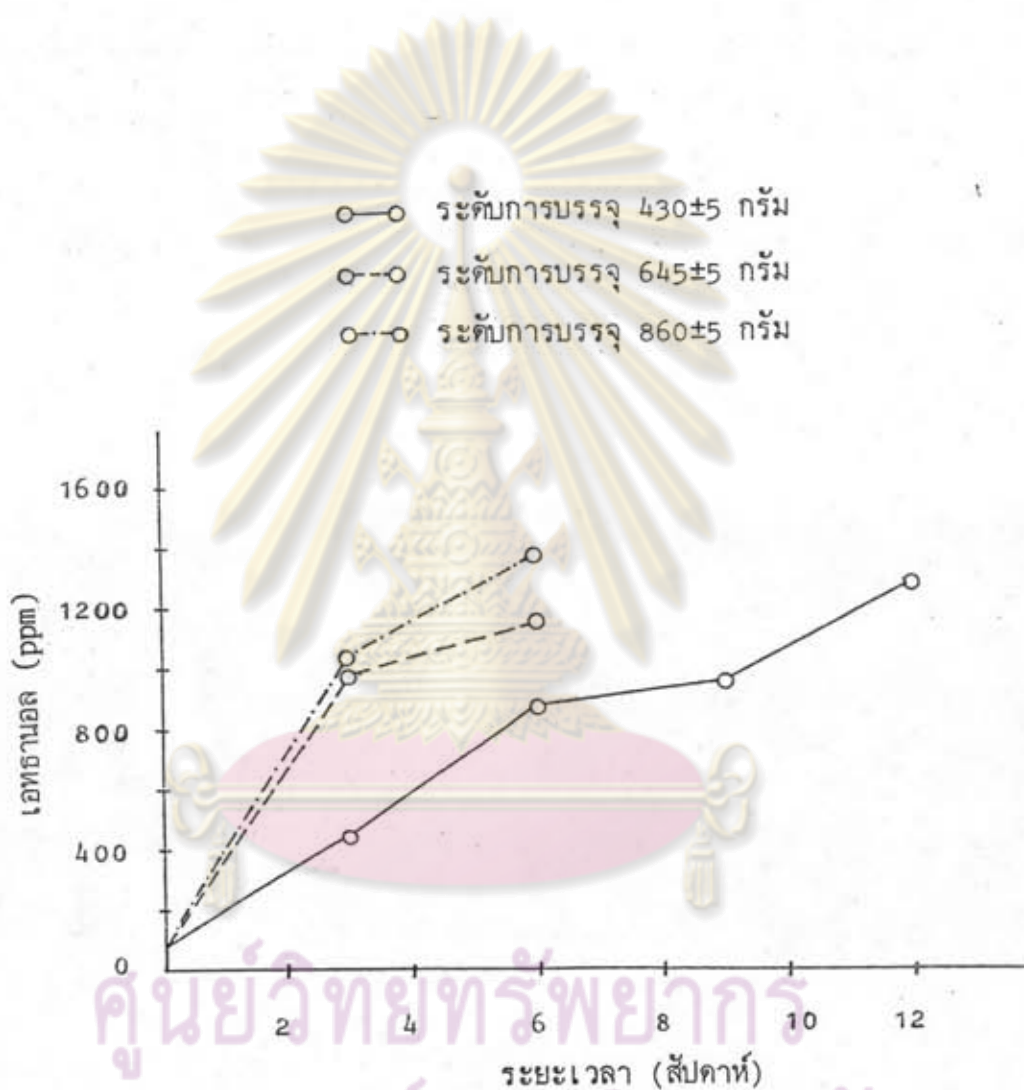
4.2.7 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในน้ำมะนาวที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน แสดงในตารางที่ 4.7 จากผลการทดสอบทางสถิติพบว่า อายุการเก็บเกี่ยว และระยะเวลามีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในน้ำมะนาวอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.7 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในน้ำมะนาว (กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร) ที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน

อายุการเก็บเกี่ยว (เดือน)	ปริมาณการบรรจุ (กรัม)	ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในน้ำมะนาวที่ระยะเวลา (สัปดาห์)							
		0	2	4	6	8	10	12	14
4	430±5	7.0	6.9	6.9	6.7	6.8	6.4	6.3	-
	645±5	7.0	6.8	6.8	6.6	6.5	-	-	-
	860±5	7.0	6.8	6.7	6.4	-	-	-	-
5	430±5	7.0	7.1	7.1	7.3	6.9	6.6	6.5	6.6
	645±5	7.0	7.2	6.9	6.8	7.0	6.9	-	-
	860±5	7.0	7.2	7.1	7.2	6.6	-	-	-
6	430±5	7.0	7.3	6.8	7.0	6.8	6.8	6.6	6.6
	645±5	7.0	7.7	7.0	6.9	6.7	6.4	6.5	6.3
	860±5	7.0	7.7	7.0	6.9	6.7	6.3	-	-

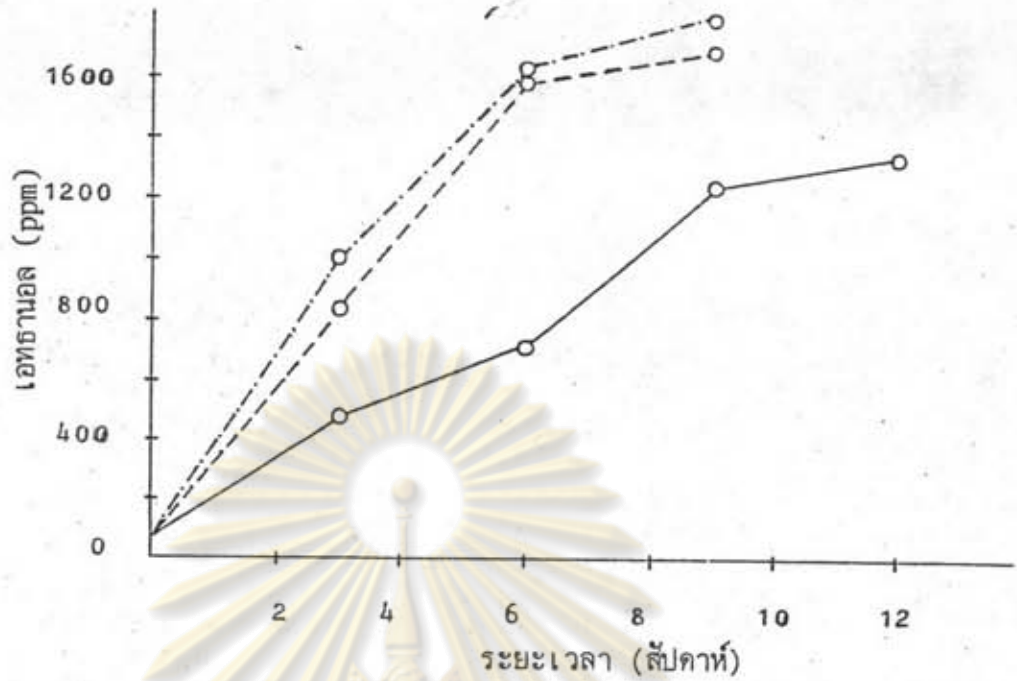
ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2.8 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเอทานอลในน้ำมธนาวที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน แสดงในรูปที่ 4.13, 4.14 และ 4.15 จากผลการทดสอบทางสถิติพบว่า อายุการเก็บเกี่ยว ระดับปริมาณการบรรจุ ระยะเวลา และผลเกี่ยวเนื่องของทั้ง 3 ปัจจัย มีผลต่อปริมาณเอทานอล ในน้ำมธนาวอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

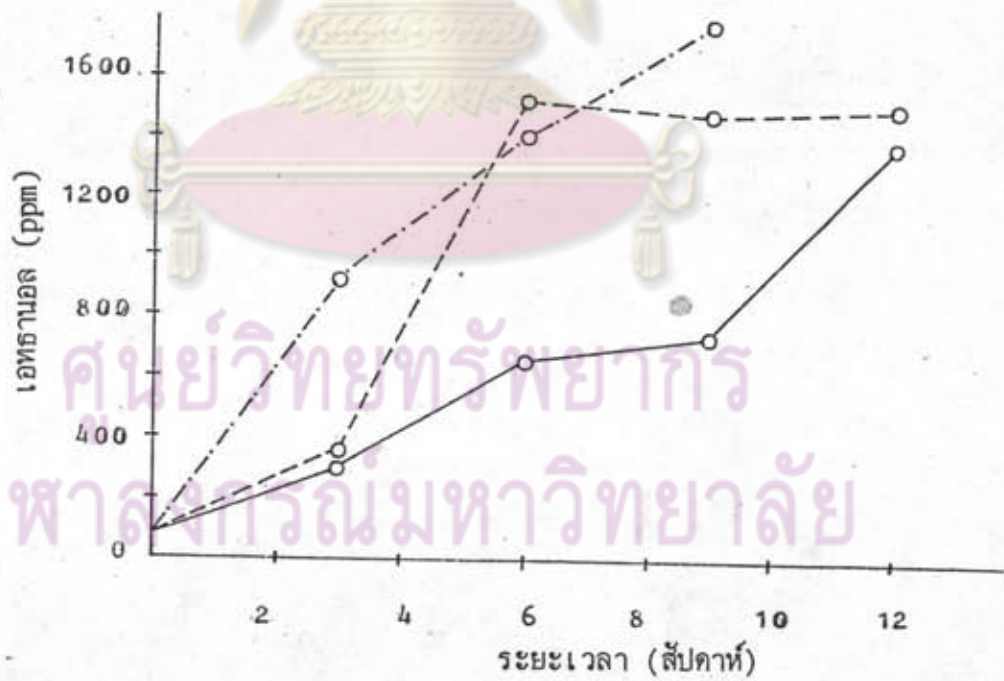


รูปที่ 4.13 ความเข้มข้นของเอทานอลในน้ำมธนาวอายุ 4 เดือน ที่เวลาต่าง ๆ กัน





รูปที่ 4.14 ความเข้มข้นของเอทานอลในน้ำมือนาวอายุ 5 เดือน ที่เวลาต่าง ๆ กัน



รูปที่ 4.15 ความเข้มข้นของเอทานอลในน้ำมือนาวอายุ 6 เดือน ที่เวลาต่าง ๆ กัน

## 4.2.9 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมะนาว แสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

อายุการเก็บเกี่ยว (เดือน)	ปริมาณการบรรจุ (กรัม)	ระยะเวลา (สัปดาห์)	กลิ่น	รส	การยอมรับรวม (คิดเป็นร้อยละของ ผู้ทดสอบทั้งหมด)
4	430±5	12	3.0	2.9	3.5 (62.5%)
5	430±5		3.0	3.06	3.66 (66.5%)
6	430±5		3.06	2.80	3.66 (66.5%)
6	645±5		3.0	2.80	3.60 (65.0%)
5	430±5	14	2.78	2.83	3.65 (66.5%)
6	430±5		2.46	2.30	2.93 (49.25%)
6	645±5		2.93	3.0	4.0 (75%)

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

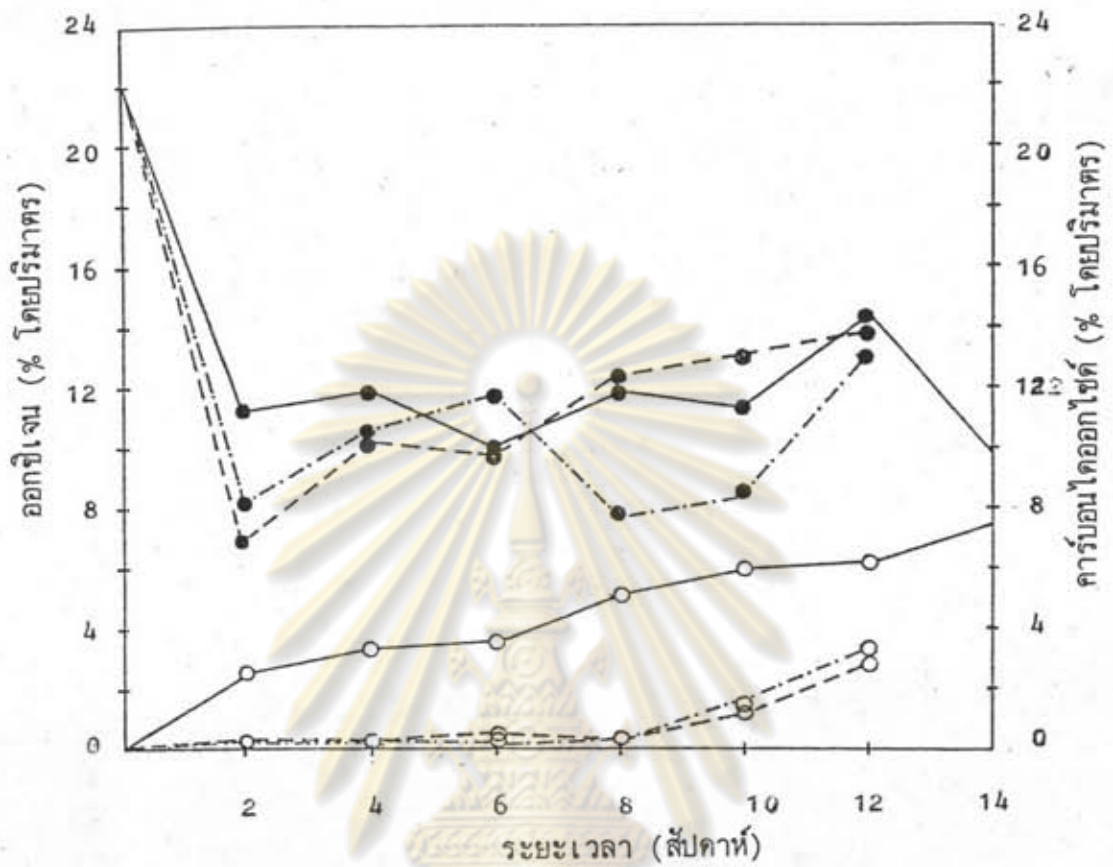
#### 4.3 ผลการศึกษาผลของอายุการเก็บเกี่ยว และสารดูดกาซเอทธิลีน คาร์บอนไดออกไซด์ ต่อคุณภาพของมะนาวในขณะเก็บรักษา

จากการทดลองในข้อ 3.4.4 เก็บมะนาวที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 4, 5 และ 6 เดือน ในถุงพลาสติกชนิด HDPE ความหนา 0.35 มิลลิเมตร ขนาด 9 × 14 นิ้ว ในปริมาณการบรรจุที่เหมาะสมซึ่งเลือกได้จากข้อ 3.4.3 (430 ± 5 กรัม) พร้อมกับบรรจุสารดูดกาซ 3 ชนิดคือ สารดูดกาซเอทธิลีน สารดูดกาซคาร์บอนไดออกไซด์ และสารดูดกาซเอทธิลีนพร้อมทั้งสารดูดกาซคาร์บอนไดออกไซด์ แล้วเก็บที่อุณหภูมิ 10 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 85% และตรวจสอบคุณภาพของมะนาวระหว่างเก็บรักษา พบว่าการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะนาวระหว่างเก็บรักษาเป็นดังนี้

4.3.1 ระดับความเข้มข้นของออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และเอทธิลีนภายในถุงบรรจุมะนาวที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน แสดงในรูปที่ 4.16 ถึง 4.21 จากผลการทดสอบทางสถิติ สติติพบว่า อายุการเก็บเกี่ยวของมะนาว และเวลา มีผลต่อระดับความเข้มข้นของออกซิเจนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ในขณะที่ชนิดของสารดูดกาซและเวลามีผลต่อระดับความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สำหรับเอทธิลีนพบว่า ทั้งอายุการเก็บเกี่ยว ชนิดของสารดูดกาซ และระยะเวลา มีผลต่อระดับความเข้มข้นของเอทธิลีนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

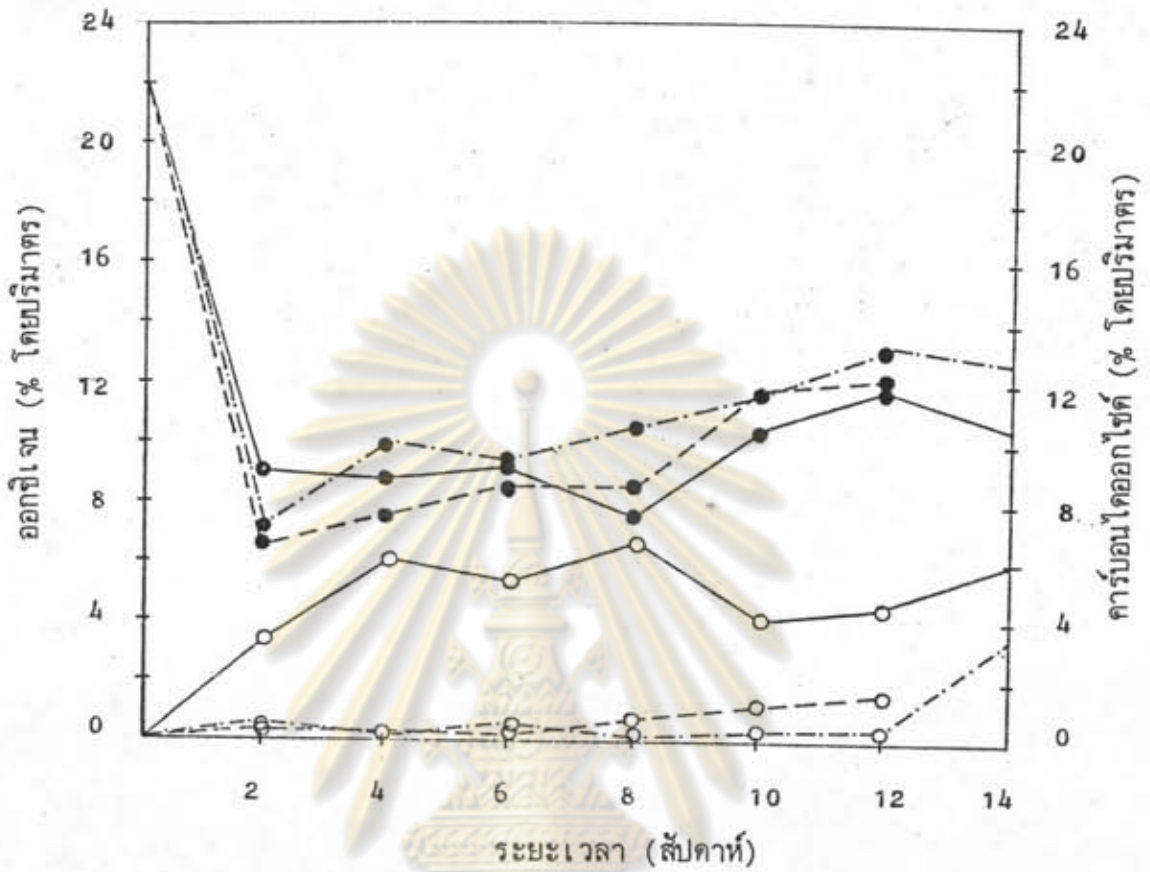




รูปที่ 4.16 ความเข้มข้นของออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ภายใน  
ถุงบรรจุขณะนาอายุ 4 เดือน ที่เวลาต่าง ๆ กัน

- $O_2$        $CO_2$   
 ●—●      ○—○      อากาศบริสุทธิ์  
 ●- - -○      อากาศคาร์บอนไดออกไซด์  
 ●- · - ○      อากาศเอทรีลีนพร้อมคาร์บอนไดออกไซด์

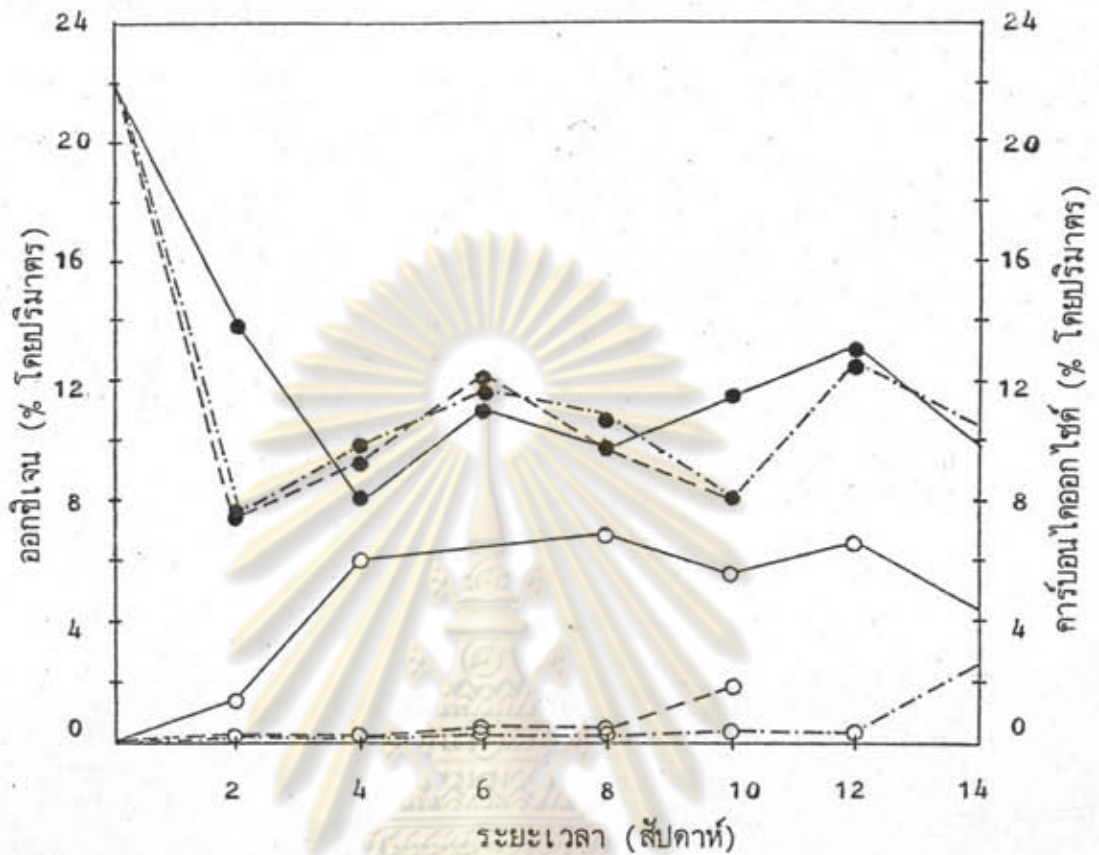
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.17 ความเข้มข้นของออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ภายใน  
 ถังบรรจุหนูอายุ 5 เดือน ที่เวลาต่าง ๆ กัน

- $O_2$     ○-○  $CO_2$     กุตก๊าซเอทิลีน
- ○-○    กุตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
- ○-○    กุตก๊าซเอทิลีนและคาร์บอนไดออกไซด์

ศูนย์วิทยาศาสตร์  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

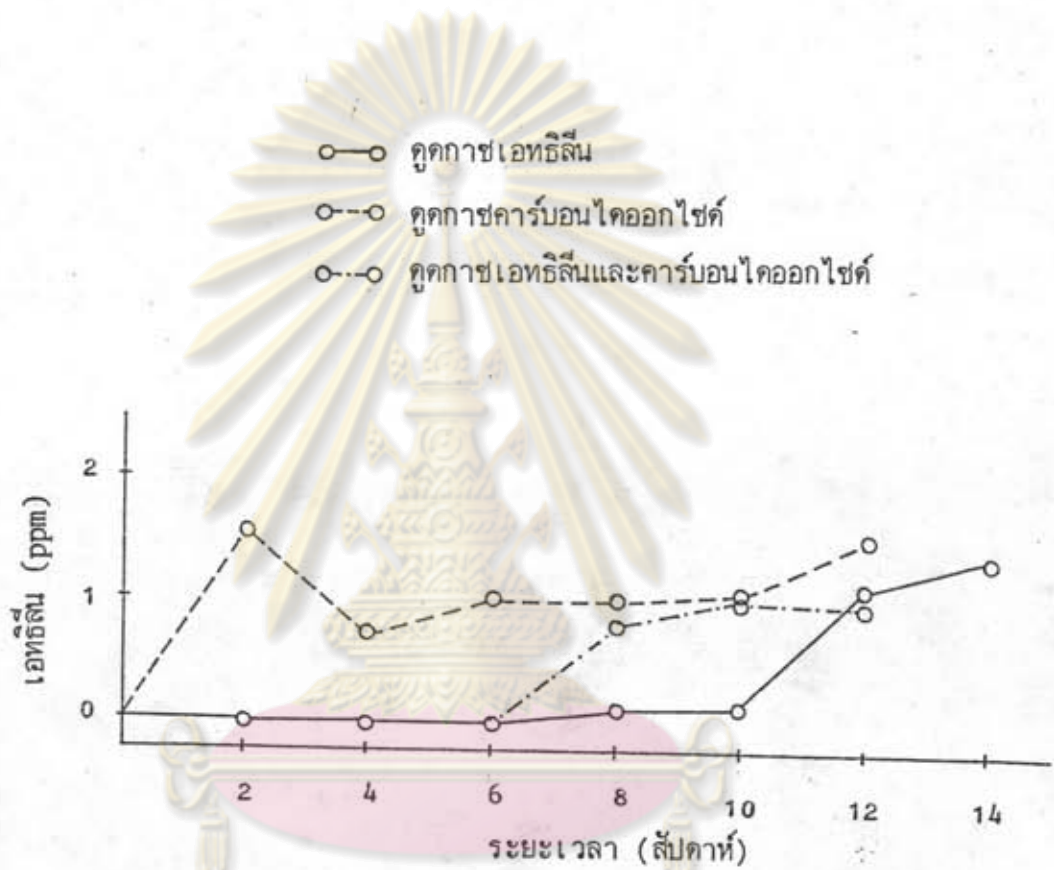


รูปที่ 4.18 ความเข้มข้นของออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ภายใน  
อุ้งบรรจุมะนาวอายุ 6 เดือน ที่เวลาต่าง ๆ กัน

- $O_2$      $CO_2$   
 ●—●    ○—○    กุศกาซเอทธิสัน  
 ●—●    ○—○    กุศกาซคาร์บอนไดออกไซด์  
 ●—●    ○—○    กุศกาซเอทธิสันและคาร์บอนไดออกไซด์

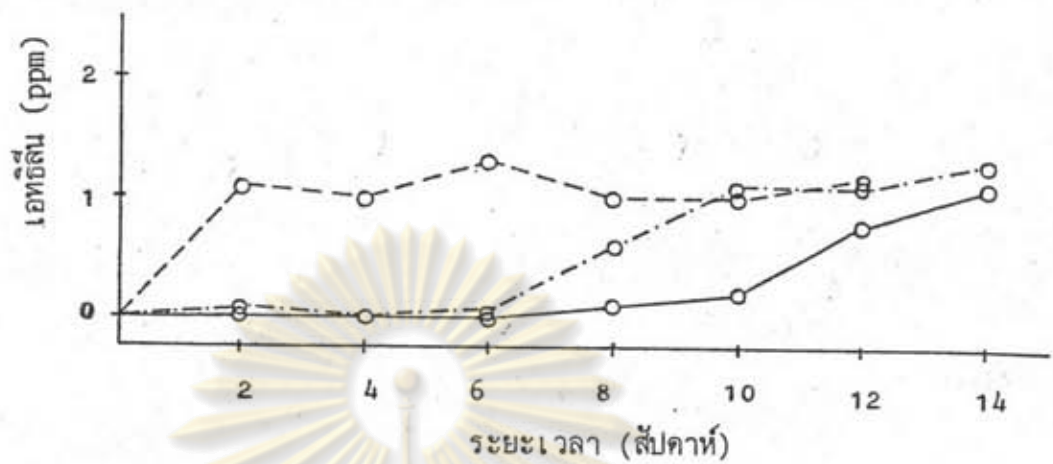
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



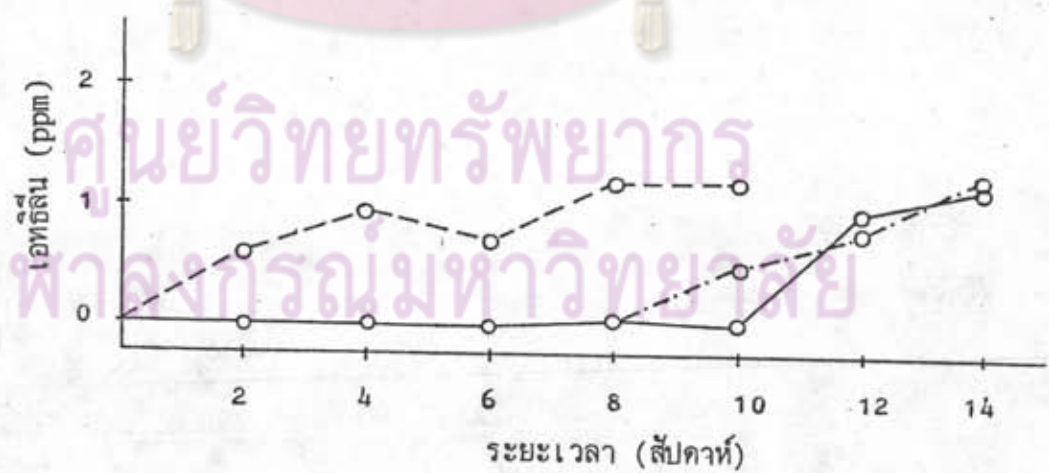


รูปที่ 4.19 ความเข้มข้นของเอทธิลีนภายในถุงที่บรรจุขณะอายุ 4 เดือน  
ที่เวลาต่าง ๆ กัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.20 ความเข้มข้นของเอทธิสันภายในถุงที่บรรจุเมื่อนาวอายุ 5 เดือน  
ที่เวลาต่าง ๆ กัน



รูปที่ 4.21 ความเข้มข้นของเอทธิสันภายในถุงที่บรรจุเมื่อนาวอายุ 6 เดือน  
ที่เวลาต่าง ๆ กัน

ตารางที่ 4.9 ระดับความเข้มข้นของออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และเอทิลีน ภายในถุงบรรจุมะนาวขณะเก็บรักษา

อายุการเก็บเกี่ยว (เดือน)	บรรจุสารดูดก๊าซ	O <sub>2</sub> (% โดยปริมาตร)	CO <sub>2</sub> (% โดยปริมาตร)	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (ppm)
4	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	9-14	2-7	0-1.3
	CO <sub>2</sub>	7-13	.07-3.0	1-1.5
	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> และ CO <sub>2</sub>	8-12	.05-3.0	0-1.0
5	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	7-11	3-6	0-1.1
	CO <sub>2</sub>	6-12	.10-1.5	1-1.3
	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> และ CO <sub>2</sub>	7-13	.06-3.0	0-1.3
6	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	8-13	2-6	0-1.1
	CO <sub>2</sub>	7-12	.05-2.0	0.5-1.2
	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> และ CO <sub>2</sub>	7-12	.03-2.0	0-1.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



4.3.2 เปอร์เซ็นต์การเน่าเสียของมะนาวที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน แสดงในตารางที่ 4.10 จากผลการทดสอบทางสถิติพบว่า อายุการเก็บเกี่ยว ชนิดของสารคูกากาย และระยะเวลา มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การเน่าเสียของมะนาวอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.10 เปอร์เซ็นต์การเน่าเสียของมะนาวที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน

อายุการเก็บเกี่ยว (เดือน)	บรรจุสารคูกากาย	% การเน่าเสียของมะนาวที่ระยะเวลา (สัปดาห์)							
		2	4	6	8	10	12	14	16
4	$C_2H_4$	0	0	0	0	0	18.92	54.75	85.02
	$CO_2$	0	0	0	0	7.78	35.52	81.87	100
	$C_2H_4+CO_2$	0	0	0	0	11.94	6.66	88.72	100
5	$C_2H_4$	0	0	0	0	0	13.63	3.84	0
	$CO_2$	0	0	0	0	29.14	53.0	75.98	100
	$C_2H_4+CO_2$	0	0	0	0	20.83	23.07	48.07	89.50
6	$C_2H_2$	0	0	0	0	0	13.64	40.90	90.00
	$CO_2$	0	0	0	0	33.33	86.36	100	-
	$C_2H_4+CO_2$	0	0	0	0	9.09	22.72	49.99	95.50

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

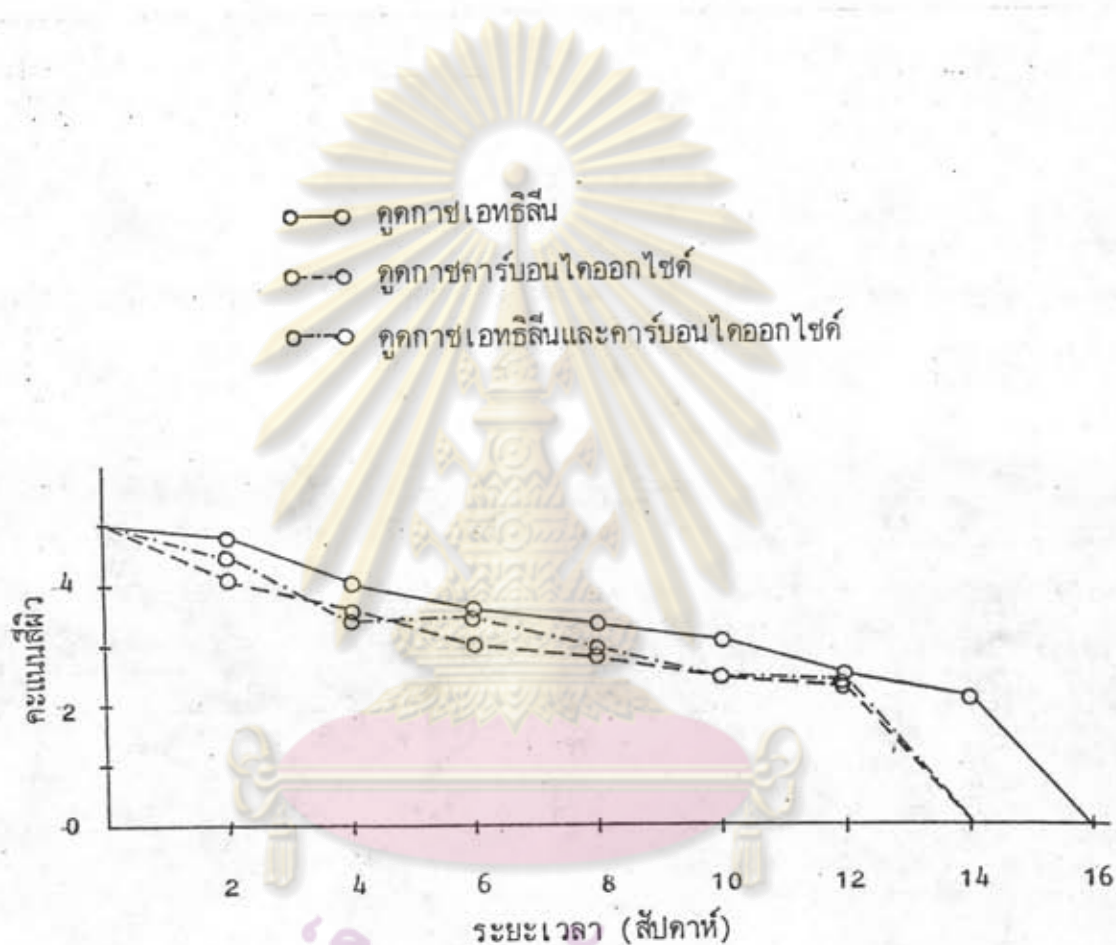
4.3.3 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะนาวที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน แสดงในตารางที่ 4.11 จากผลการทดสอบทางสถิติพบว่า อายุการเก็บเกี่ยว และระยะเวลา มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะนาวอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.11 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะนาวที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน

อายุการเก็บเกี่ยว (เดือน)	บรรจุสารคุกคาม	% การสูญเสียน้ำหนักของมะนาวที่ระยะเวลา (สัปดาห์)							
		2	4	6	8	10	12	14	16
4	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	0.55	1.05	1.29	1.82	2.16	3.28	2.97	-
	CO <sub>2</sub>	0.58	1.57	1.08	1.71	3.14	3.03	-	-
	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> และ CO <sub>2</sub>	0.75	1.20	1.48	1.78	3.23	2.08	-	-
5	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	0.54	0.88	1.28	1.52	2.22	2.62	4.05	4.00
	CO <sub>2</sub>	0.70	0.99	1.23	1.30	3.63	2.79	-	-
	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> และ CO <sub>2</sub>	0.72	1.69	1.50	2.27	3.79	5.24	3.80	-
6	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	0.55	0.82	1.21	2.20	2.66	2.38	4.01	-
	CO <sub>2</sub>	0.64	0.95	1.04	1.51	3.49	-	-	-
	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> และ CO <sub>2</sub>	0.83	1.17	1.32	1.96	2.48	2.87	2.00	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

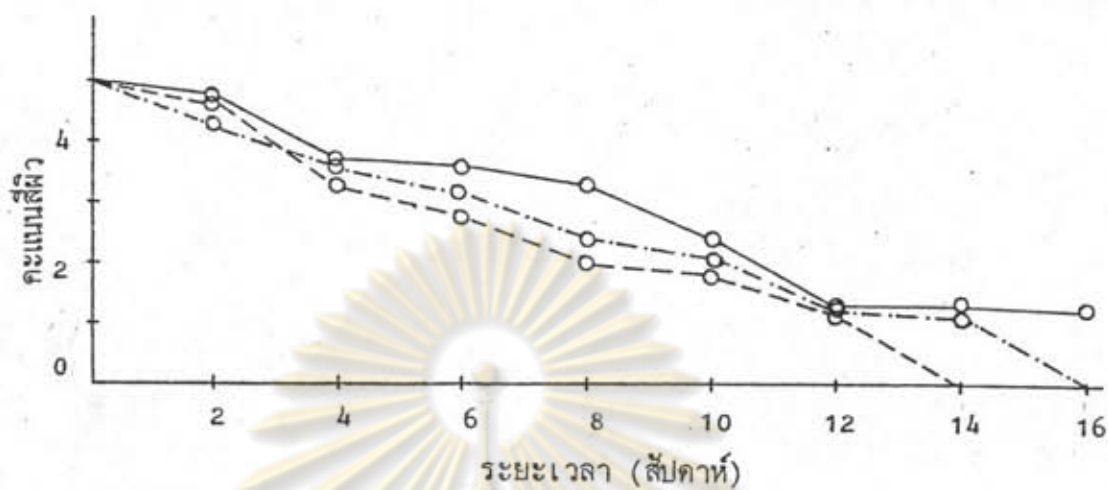
4.3.4 คะแนนสีผิวของมะนาวที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน แสดงในรูปที่ 4.22, 4.23 และ 4.24 และจากผลการทดสอบทางสถิติพบว่า อายุการเก็บเกี่ยวของมะนาว ชนิดของสาร กูดกาช และระยะเวลามีผลต่อคะแนนสีผิวของมะนาวอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



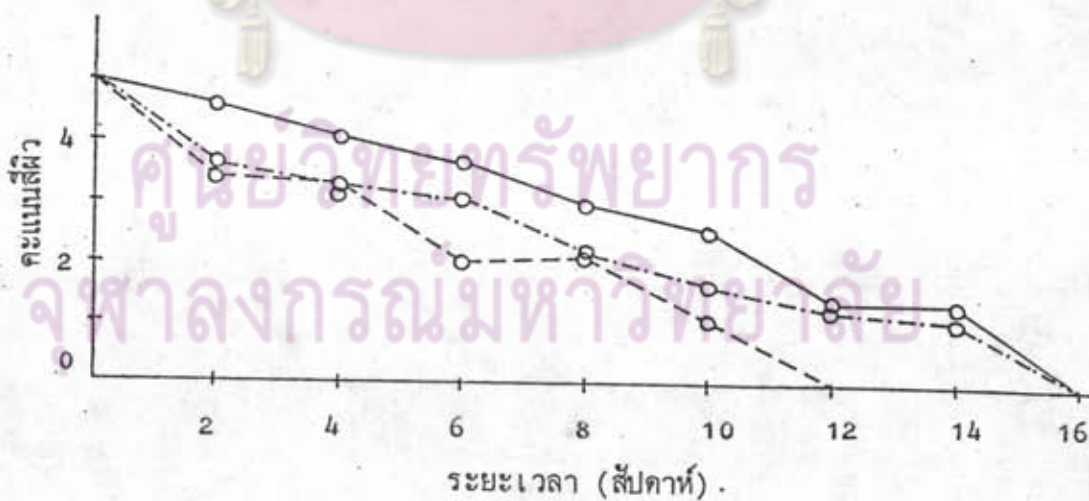
รูปที่ 4.22 คะแนนสีผิวของมะนาวอายุ 4 เดือน ที่เวลาต่าง ๆ กัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





รูปที่ 4.23 คะแนนสีฟันของมะนาวอายุ 5 เดือน ที่เวลาต่าง ๆ กัน



รูปที่ 4.24 คะแนนสีฟันของมะนาวอายุ 6 เดือน ที่เวลาต่าง ๆ กัน

4.3.5 ปริมาณกรดซิติริกในน้ำมะนาวที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน แสดงในตารางที่ 4.12 จากผลการทดสอบทางสถิติ พบว่าอายุการเก็บเกี่ยว ชนิดของสารดูดกาศ และระยะเวลามีผลต่อ ปริมาณกรดซิติริกในน้ำมะนาวอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.12 ปริมาณกรดซิติริกในน้ำมะนาว (กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร) ที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน

อายุการเก็บเกี่ยว (เดือน)	บรรจุสารดูดกาศ	กรดซิติริกในน้ำมะนาวที่ระยะเวลา (สัปดาห์)								
		0	2	4	6	8	10	12	14	16
4	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	7.70	7.47	7.21	7.32	7.11	6.60	5.43	5.17	-
	CO <sub>2</sub>	7.70	7.90	7.43	7.14	6.97	6.61	5.73	-	-
	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> และ CO <sub>2</sub>	7.70	7.40	7.25	7.36	7.25	6.50	5.70	-	-
5	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	7.65	7.43	7.57	7.50	6.71	6.39	6.20	6.10	6.00
	CO <sub>2</sub>	7.65	7.50	7.86	8.11	7.65	6.14	6.39	-	-
	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> และ CO <sub>2</sub>	7.65	7.36	7.64	7.93	7.39	7.14	6.48	6.06	-
6	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	7.70	7.66	8.14	8.00	6.72	6.59	5.89	5.90	-
	CO <sub>2</sub>	7.70	7.50	7.79	7.89	7.50	7.32	-	-	-
	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> และ CO <sub>2</sub>	7.70	7.50	7.71	7.82	7.04	7.14	5.90	5.95	-

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3.6 ปริมาณไวตามินซีในน้ำมะนาวที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน แสดงในตารางที่ 4.13 จากผลการทดสอบทางสถิติพบว่า อายุการเก็บเกี่ยว ชนิดของสารคอกากาช และระยะเวลามีผลต่อ ปริมาณไวตามินซีในน้ำมะนาวอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

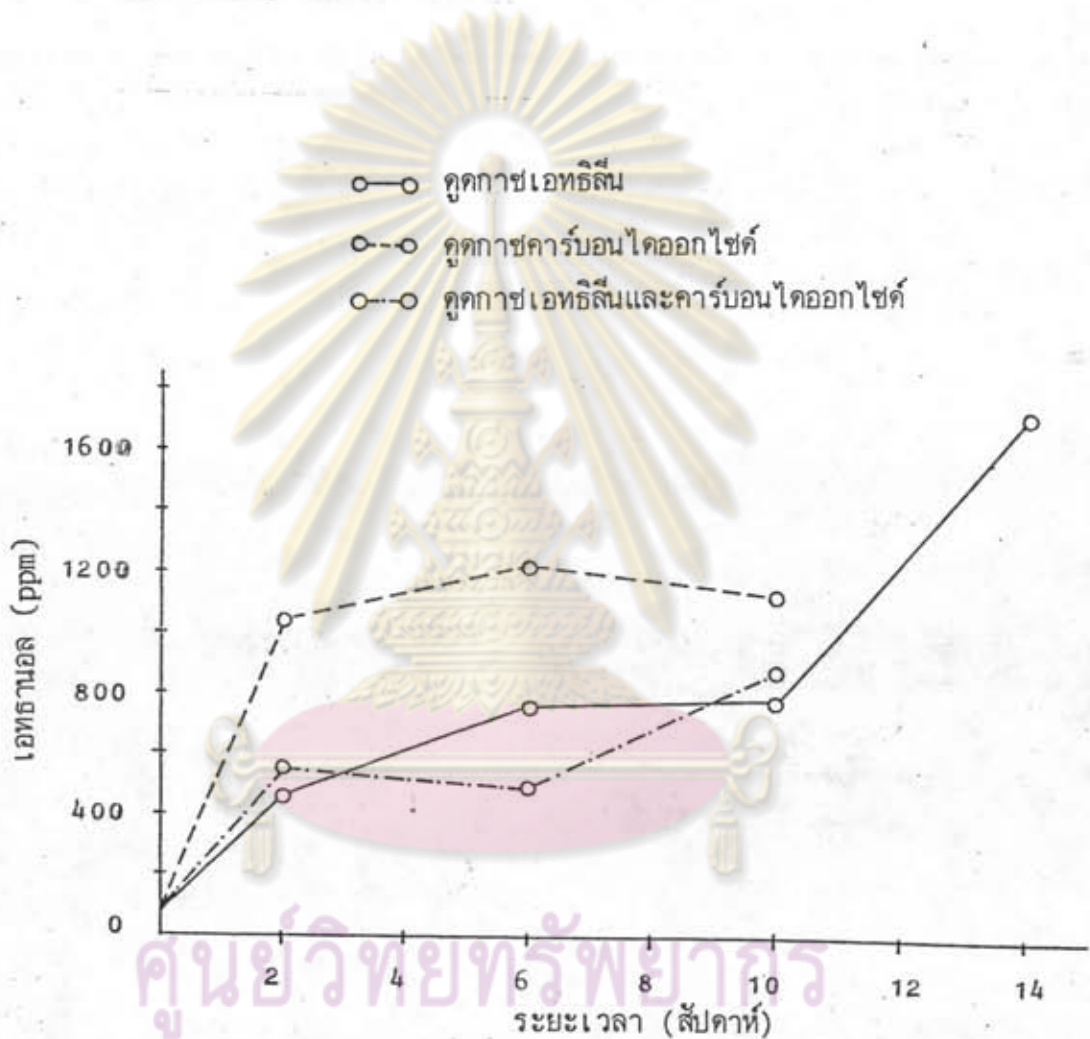
ตารางที่ 4.13 ปริมาณไวตามินซีในน้ำมะนาว (มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร) ที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน

อายุการเก็บเกี่ยว (เดือน)	บรรจุสารคอกากาช	ไวตามินซีในน้ำมะนาวที่ระยะเวลา (สัปดาห์)								
		0	2	4	6	8	10	12	14	16
4	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	34.00	30.00	27.00	29.50	26.00	19.00	21.25	21.00	-
	CO <sub>2</sub>	34.00	29.50	28.00	32.50	27.50	20.00	19.50	-	-
	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> และ CO <sub>2</sub>	34.00	30.50	26.00	28.00	32.00	25.00	19.50	-	-
5	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	35.00	34.25	35.00	29.00	29.00	21.50	18.75	19.00	18.50
	CO <sub>2</sub>	35.00	30.50	36.00	26.00	29.00	20.50	18.75	-	-
	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> และ CO <sub>2</sub>	35.00	33.00	30.00	24.50	30.00	25.00	16.00	19.50	-
6	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	37.00	29.50	33.50	24.00	28.00	19.00	19.75	18.25	-
	CO <sub>2</sub>	37.00	33.00	34.00	23.00	30.50	27.00	-	-	-
	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> และ CO <sub>2</sub>	37.00	31.50	32.50	19.00	29.00	19.50	18.50	18.00	-

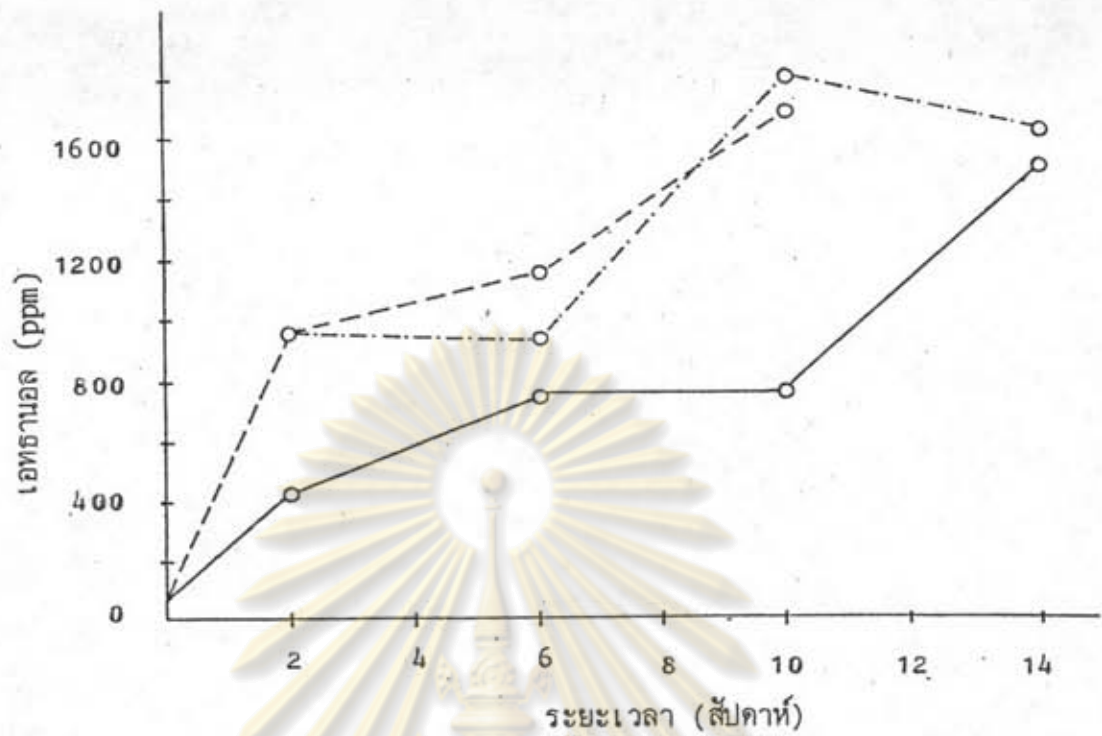
ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



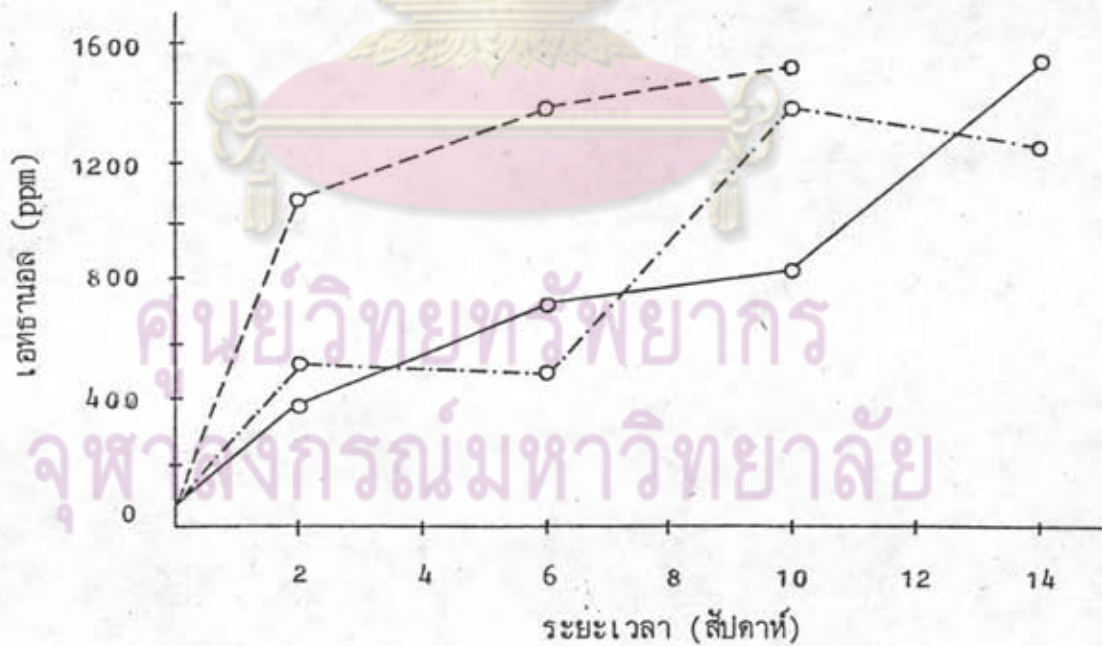
4.3.7 ปริมาณเอทานอลในน้ำมเนาวที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน แสดงในรูปที่ 4.25, 4.26 และ 4.27 และจากผลการทดสอบทางสถิติพบว่า อายุการเก็บเกี่ยวของมเนาว ชนิดของสารคุกกาช และระยะเวลามีผลต่อปริมาณเอทานอลในน้ำมเนาวอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



รูปที่ 4.25 ความเข้มข้นของเอทานอลในน้ำมเนาวอายุ 4 เดือน ที่เวลาต่าง ๆ กัน



รูปที่ 4.26 ความเข้มข้นของเอทานอลในน้ำมนาวอายุ 5 เดือน  
ที่เวลาต่าง ๆ กัน



รูปที่ 4.27 ความเข้มข้นของเอทานอลในน้ำมนาวอายุ 6 เดือน  
ที่เวลาต่าง ๆ กัน

## 4.3.8 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสคือน้ำมะนาว แสดงในตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมะนาว

อายุการเก็บเกี่ยว (เดือน)	บรรจุสารคุกกาซ	ระยะเวลา (สัปดาห์)	กลิ่น	รส	การยอมรับรวม (คิดเป็นร้อยละของ ผู้ทดสอบทั้งหมด)
4	$C_2H_4$	12	2.7	2.9	3.4 (60%)
	$C_2H_4$ และ $CO_2$		2.9	2.7	2.9 (47.5%)
5	$C_2H_4$	12	2.2	2.5	3.4 (60%)
	$C_2H_4$ และ $CO_2$		1.7	1.6	1.8 (20%)
6	$C_2H_4$	12	2.5	2.4	2.5 (37.5%)
	$C_2H_4$ และ $CO_2$		2.0	2.3	2.5 (37.5%)
4	$C_2H_4$	14	2.5	2.7	3.3 (57.5%)
5	$C_2H_4$		2.3	2.6	3.4 (60%)
6	$C_2H_4$		3.3	2.2	2.6 (40%)

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



$A_1$  = มชนาวที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 4 เดือน

$A_2$  = มชนาวที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 5 เดือน

$A_3$  = มชนาวที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 6 เดือน

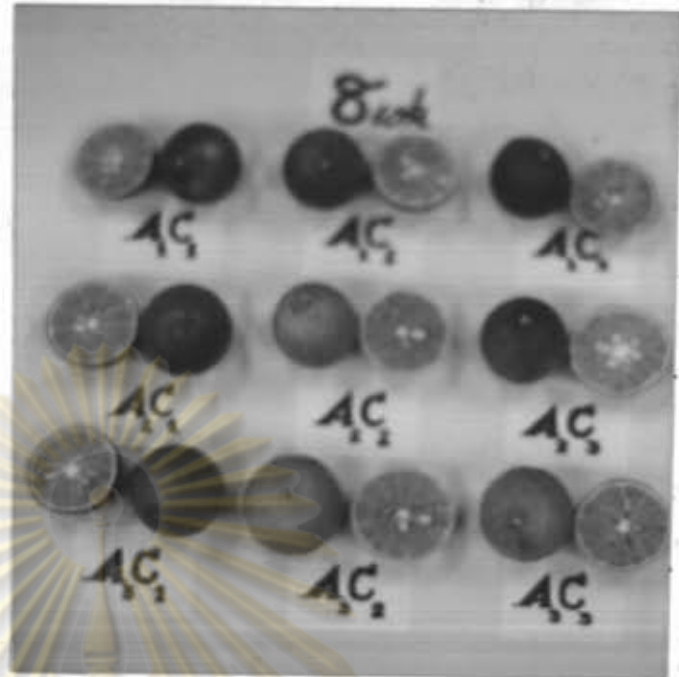
$C_1$  = คุศกาชเอทธิสัน

$C_2$  = คุศกาชคาร์บอนไดออกไซด์

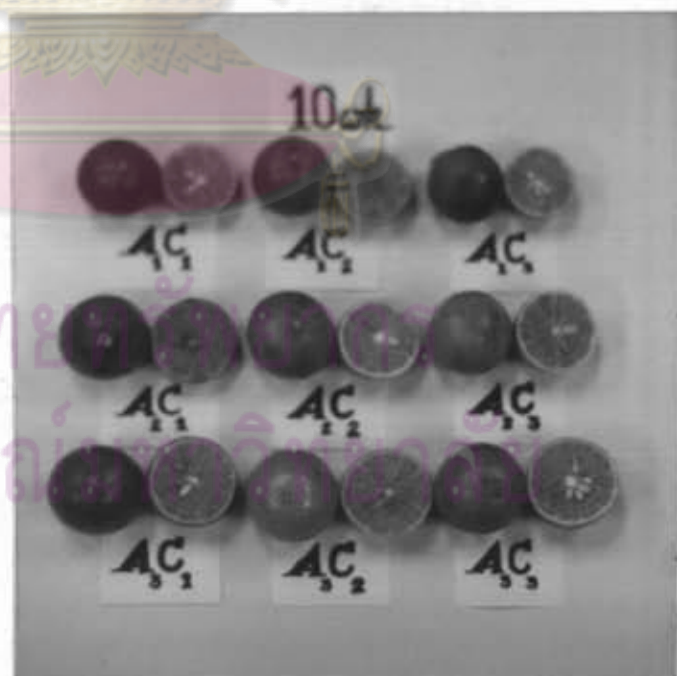
$C_3$  = คุศกาชเอทธิสันและคาร์บอนไดออกไซด์



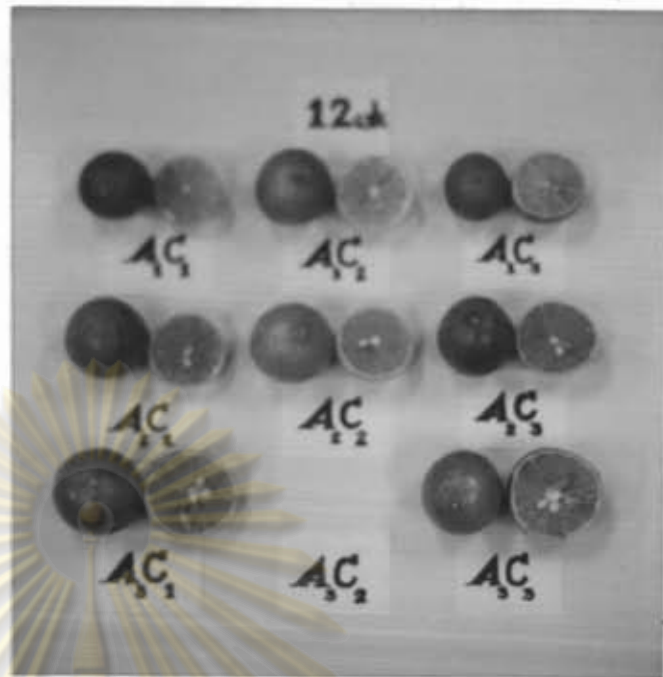
รูปที่ 4.28 ลักษณะมชนาวที่เก็บเป็นเวลา 6 สัปดาห์



รูปที่ 4.29 ลักษณะมะนาวที่เก็บเป็นเวลา 8 สัปดาห์



รูปที่ 4.30 ลักษณะมะนาวที่เก็บเป็นเวลา 10 สัปดาห์

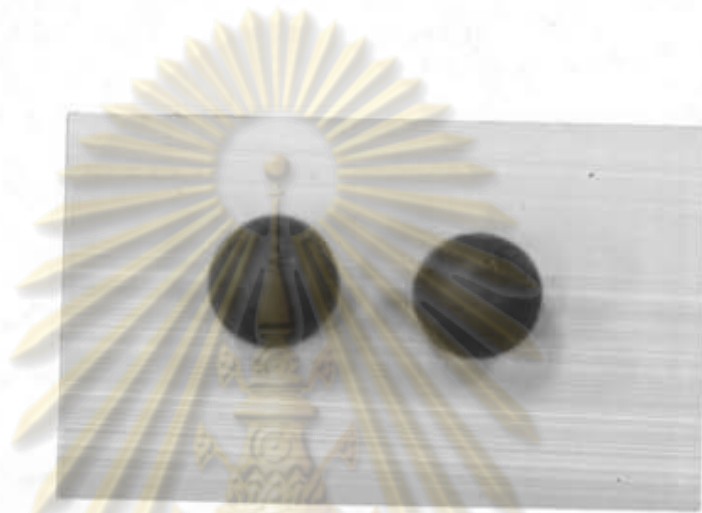


รูปที่ 4.31 ลักษณะมะนาวที่เก็บเป็นเวลา 12 สัปดาห์



รูปที่ 4.32 ลักษณะมะนาวที่เก็บเป็นเวลา 16 สัปดาห์





รูปที่ 4.33 ลักษณะการนำเนื่องจากการหายใจ  
แบบไม่ใช้ออกซิเจน

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย