



4.1 การศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต่าง ๆ ในการทำให้แห้ง

4.1.1 อิทธิพลของความดันไอน้ำและความเร็วลมกลิ้ง

ได้ทดลองแปรค่าความดันไอน้ำจาก 20 ปอนด์/ตารางนิ้ว ถึง 50 ปอนด์/ตารางนิ้ว โดยเพิ่มทีละ 5 ปอนด์/ตารางนิ้ว และแปรค่าความเร็วลมกลิ้งไปพร้อมกัน คือ 2, 3 และ 4 รอบ/นาที ตามลำดับ สภาวะอื่นกำหนดให้คงที่ คือ ปริมาณของแข็ง 14% อุณหภูมิของตัวอย่างที่ป้อนเข้าเครื่อง 50°C

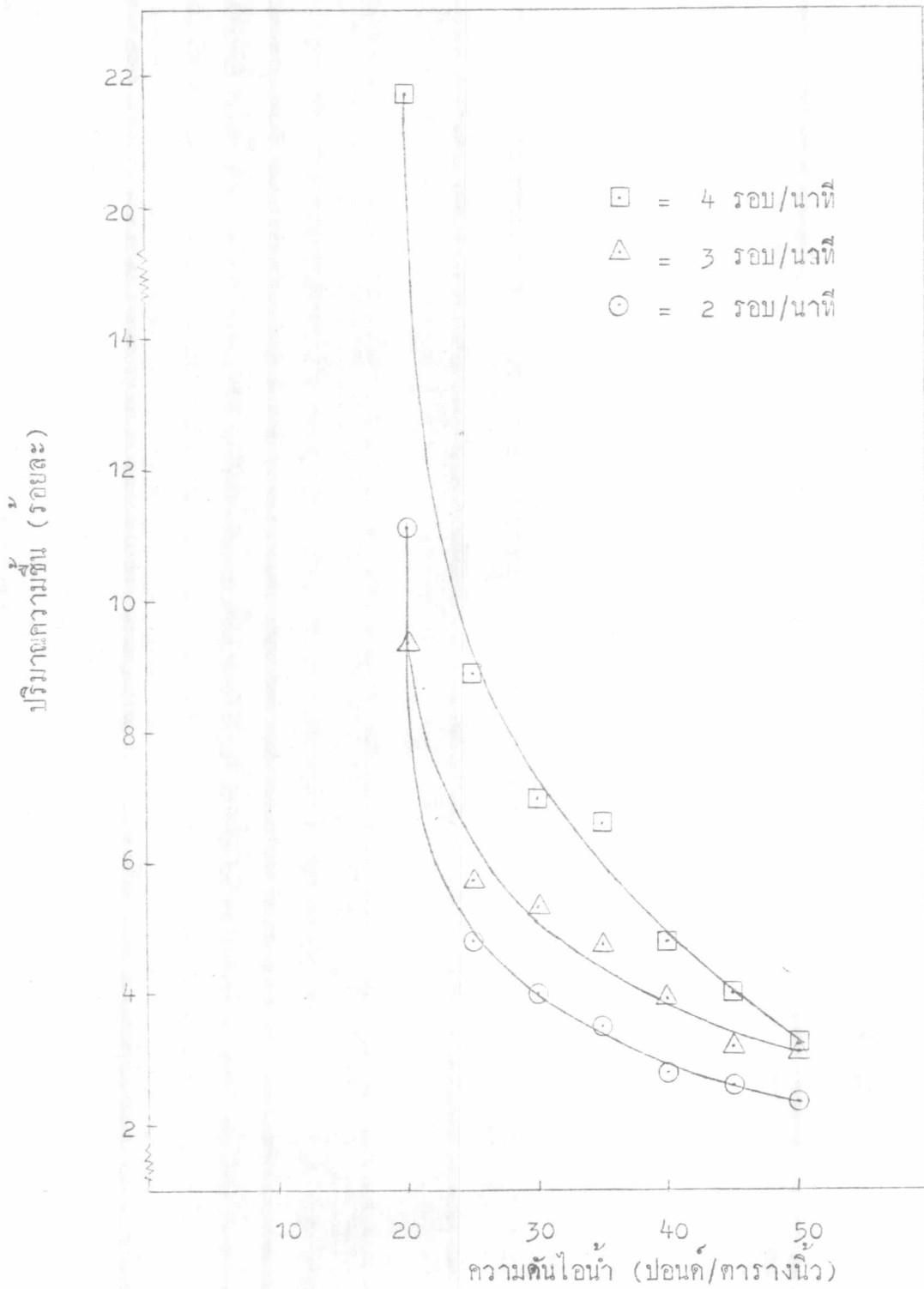
ได้ติดตามผลโดยศึกษาปริมาณความชื้นและไวตามินซีในผลิตภัณฑ์ ทั้งแสดงในตารางที่ 4.1, 4.2 และ รูปที่ 4.1, 4.2 4.3 และ 4.4

ตารางที่ 4.1 ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ที่ความดันไอน้ำและความเร็วลมกลิ้งต่าง ๆ

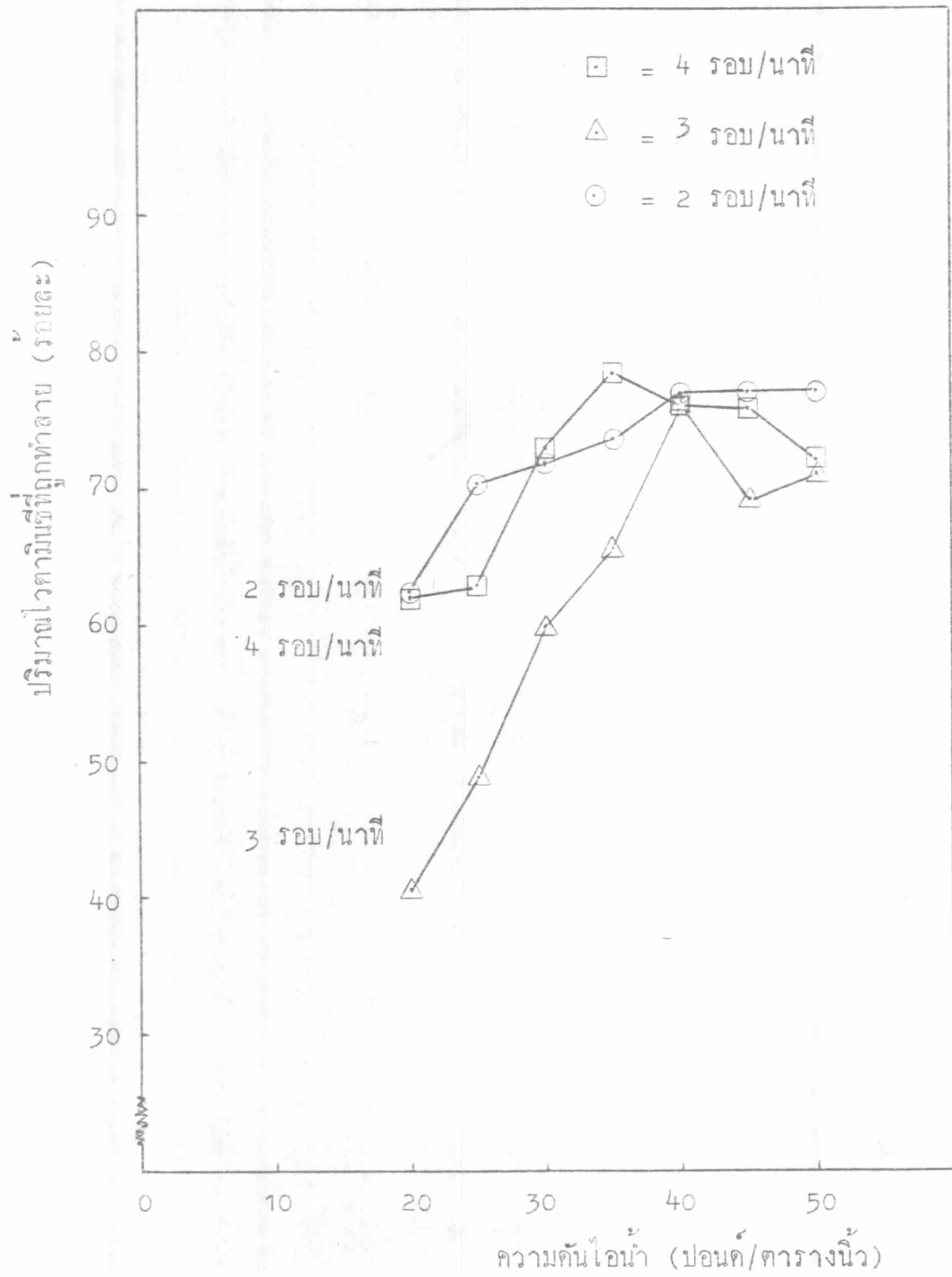
ความดันไอน้ำ (ปอนด์/ตารางนิ้ว)	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)		
	ความเร็ว 2 รอบ/นาที	ความเร็ว 3 รอบ/นาที	ความเร็ว 4 รอบ/นาที
20	11.16	9.40	21.76
25	4.79	5.75	8.90
30	3.98	5.35	7.04
35	3.52	4.75	6.61
40	2.82	3.95	4.79
45	2.61	3.20	4.02
50	2.35	3.15	3.28

ตารางที่ 4.2 ปริมาณไวตามินซีที่ถูกทำลายที่ความดันไอน้ำและความเร็วลมกึ่งต่าง ๆ

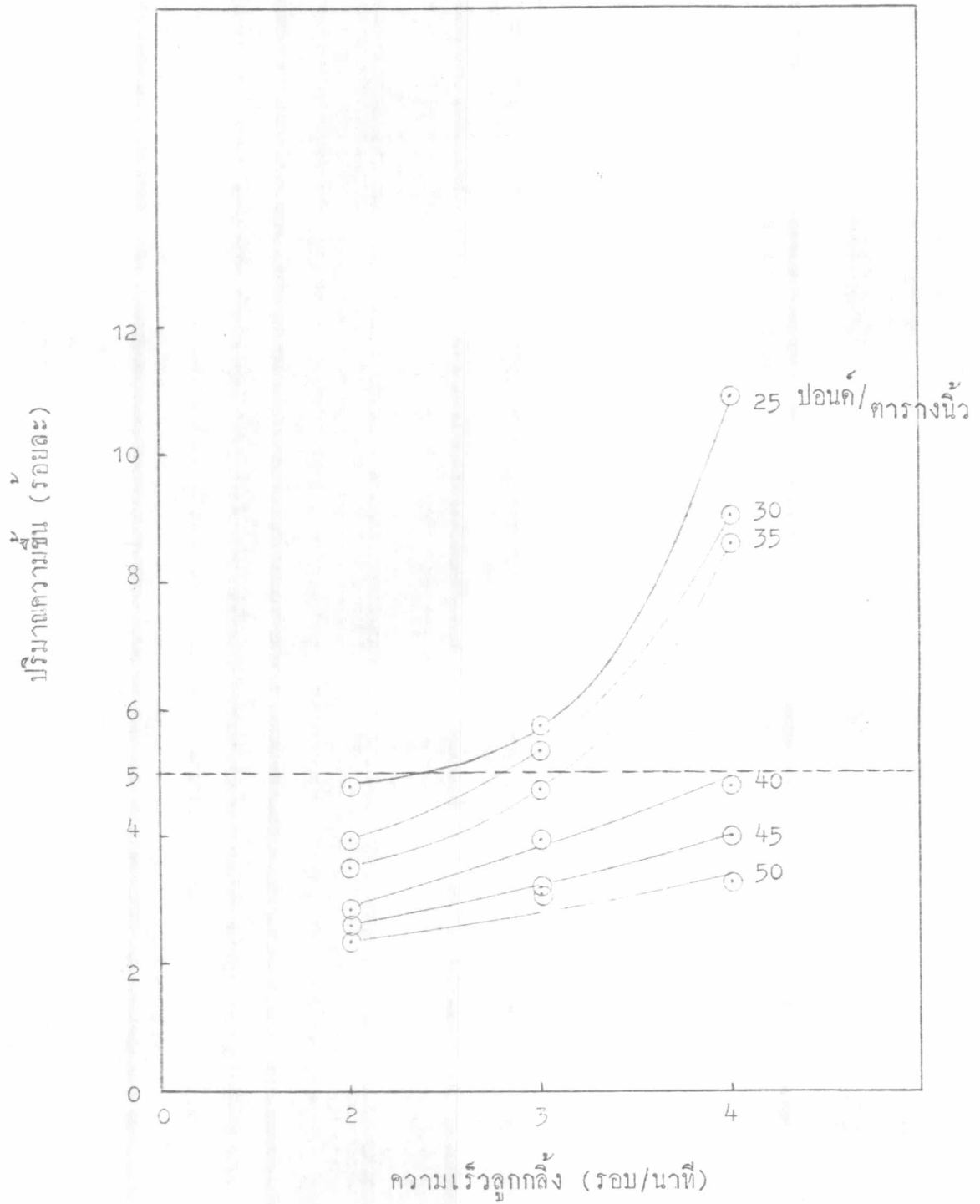
ความดันไอน้ำ (ปอนด์/ตารางนิ้ว)	ปริมาณไวตามินซีที่ถูกทำลาย (ร้อยละ)		
	ความเร็ว 2 รอบ/นาที	ความเร็ว 3 รอบ/นาที	ความเร็ว 4 รอบ/นาที
20	62.41	40.40	62.20
25	70.46	49.08	63.02
30	71.72	59.86	72.96
35	73.48	65.90	78.41
40	76.69	76.35	76.20
45	76.94	69.00	75.74
50	77.20	71.08	72.03



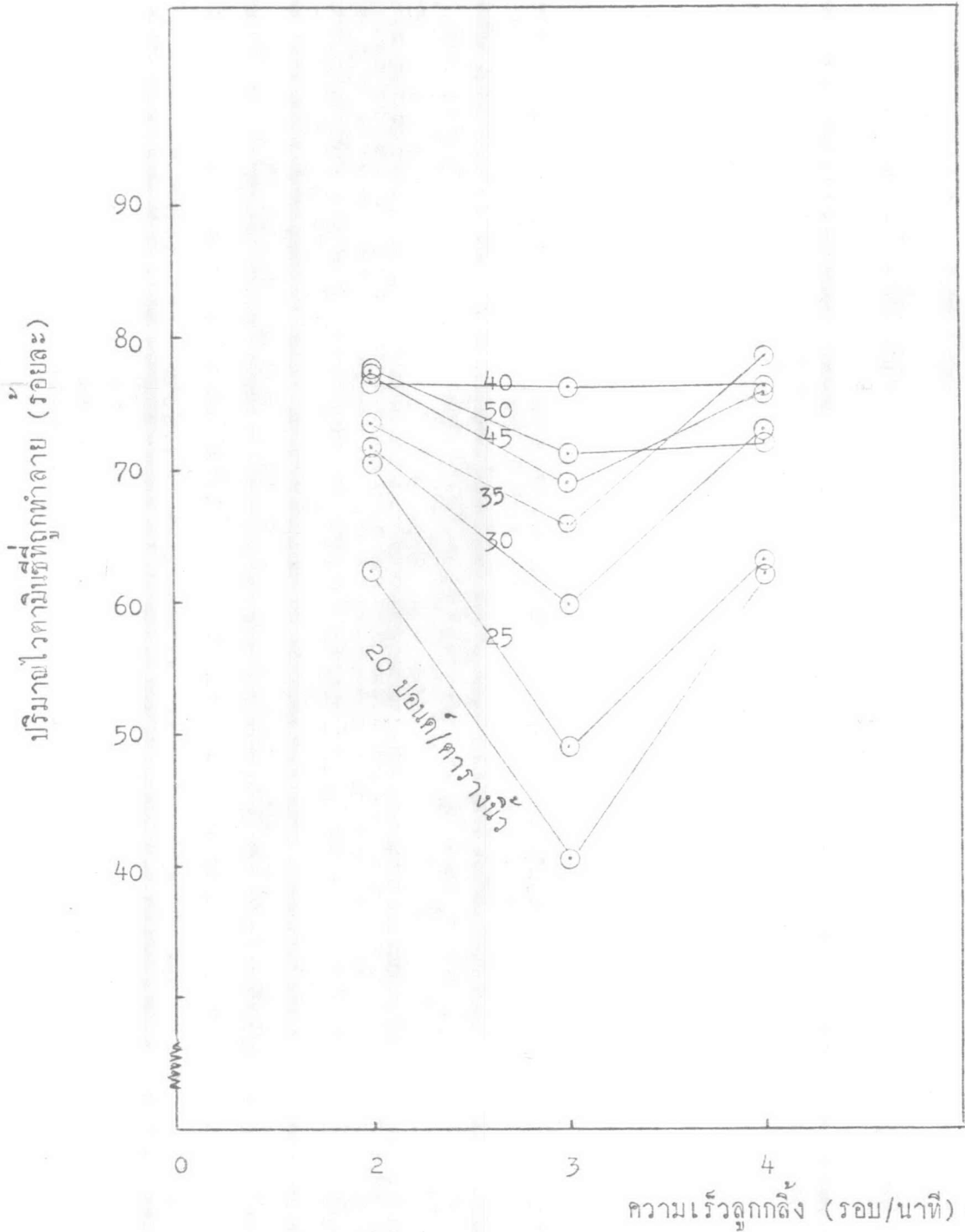
รูปที่ 4.1 อิทธิพลของความชื้นไอน้ำที่มีต่อความชื้น



รูปที่ 4.2 อิทธิพลของความคั้นไอน้ำที่มีต่อการถูกทำลายของไวตามินซี



รูปที่ 4.3 อิทธิพลของความเร็วลูกกลิ้งที่มีต่อความขึ้น



รูปที่ 4.4 อิทธิพลของความเร็วลูกกลิ้งที่มีต่อการถูกทำลายของวิตามินซี

#### 4.1.2 อิทธิพลของอุณหภูมิของตัวอย่างที่ป้อนเข้าเครื่อง

ได้ทดลองแปรค่าอุณหภูมิเป็น  $30^{\circ}\text{C}$ ,  $50^{\circ}\text{C}$ ,  $70^{\circ}\text{C}$  และ  $90^{\circ}\text{C}$  สภาวะอื่นกำหนดให้คงที่ คือ ความดันไอน้ำ 35 ปอนด์/ตารางนิ้ว ความเร็วลูกกลิ้ง 3 รอบ/นาที ปริมาณของแข็ง 14%

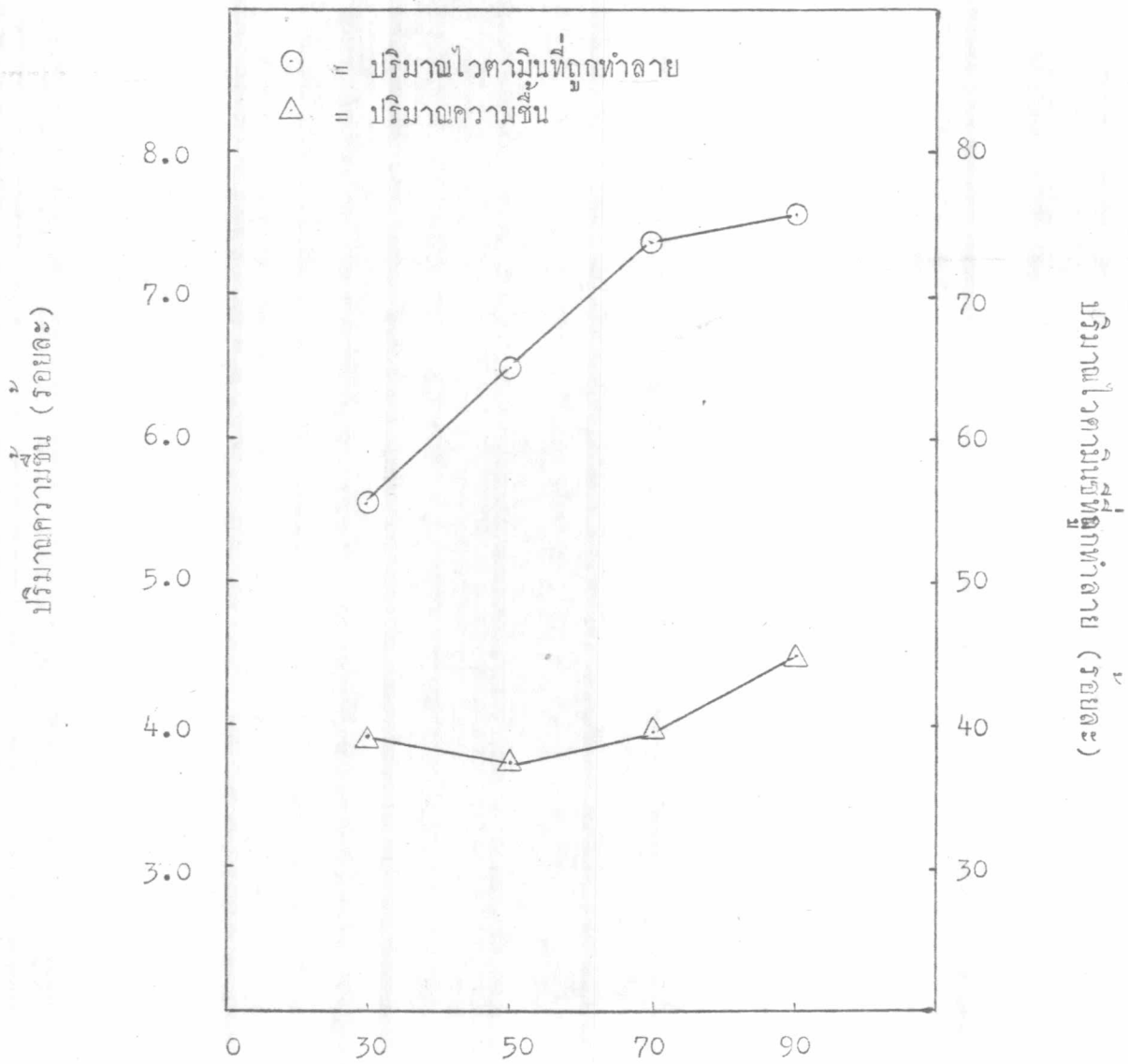
ติดตามผลโดยการศึกษาปริมาณความชื้นและวิตามินซีในผลิตภัณฑ์ ดังแสดงในตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.5 นอกจากนั้นศึกษาความหนืดของตัวอย่างก่อนป้อนเข้าเครื่อง ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.3 ปริมาณความชื้นและปริมาณวิตามินซีที่ถูกทำลายที่อุณหภูมิต่าง ๆ

อุณหภูมิของตัวอย่างที่ป้อนเข้าเครื่อง ( $^{\circ}\text{C}$ )	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	ปริมาณวิตามินซี ที่ถูกทำลาย (ร้อยละ)
30	3.90	55.50
50	3.73	64.69
70	3.95	73.66
90	4.50	75.48

ตารางที่ 4.4 ความหนืดของตัวอย่างที่ป้อนเข้าเครื่องที่อุณหภูมิต่าง ๆ

อุณหภูมิ ( $^{\circ}\text{C}$ )	ความหนืด (Poise)
30	51.00
50	37.50
70	30.00
90	26.50



รูปที่ 4.5 อิทธิพลของอุณหภูมิของตัวอย่างที่ป้อนเข้าเครื่องที่มีต่อปริมาณวิตามินซี และปริมาณไวตามินซี



#### 4.1.3 อิทธิพลของปริมาณของแข็งในตัวอย่างก่อนทำให้แห้ง

ได้ทดลองแปรค่าปริมาณของแข็งในตัวอย่างจาก 14% ถึง 18% สภาวะอื่นกำหนดให้คงที่ คือ ความดันไอน้ำ 35 ปอนด์/ตารางนิ้ว ความเร็วลูกกลิ้ง 3 รอบ/นาที อุณหภูมิของตัวอย่างที่ป้อนเข้าเครื่อง 50°ซ

ติดตามผลโดยการศึกษาระดับความชื้นและไวตามินซีในผลิตภัณฑ์ ดังแสดงในตารางที่ 4.5 นอกจากนี้ศึกษอิทธิพลของปริมาณของแข็งในตัวอย่างที่มีต่อความหนืด โดยแปรค่าปริมาณของแข็งจาก 10% ถึง 14% ดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.5 ปริมาณความชื้นและปริมาณไวตามินซีที่ถูกทำลาย

ปริมาณของแข็ง (ร้อยละ)	ปริมาณความชื้นใน ผลิตภัณฑ์ (ร้อยละ)	ปริมาณไวตามินซีที่ถูกทำลาย (ร้อยละ)	
		หลังการต้ม	หลังการทำให้แห้ง
14.07	3.40	33.70	66.74
15.71	3.43	29.32	44.18
17.21	3.56	25.82	31.68
18.12	3.60	19.96	31.13

ตารางที่ 4.6 ความหนืดที่ปริมาณของแข็งต่าง ๆ กัน (อุณหภูมิ 30°ซ)

ปริมาณของแข็ง (ร้อยละ)	ความหนืด(Poise)
13.83	48.00
12.51	30.50
11.61	13.00
10.57	4.50

## 4.2 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่มีผลต่อคุณภาพอาหาร

### 4.2.1 การเปลี่ยนแปลงสีเนื่องจากปฏิกิริยาการเกิดสารสีน้ำตาล

#### 4.2.1.1 เมื่อเก็บในสภาวะที่มีการเร่งปฏิกิริยา

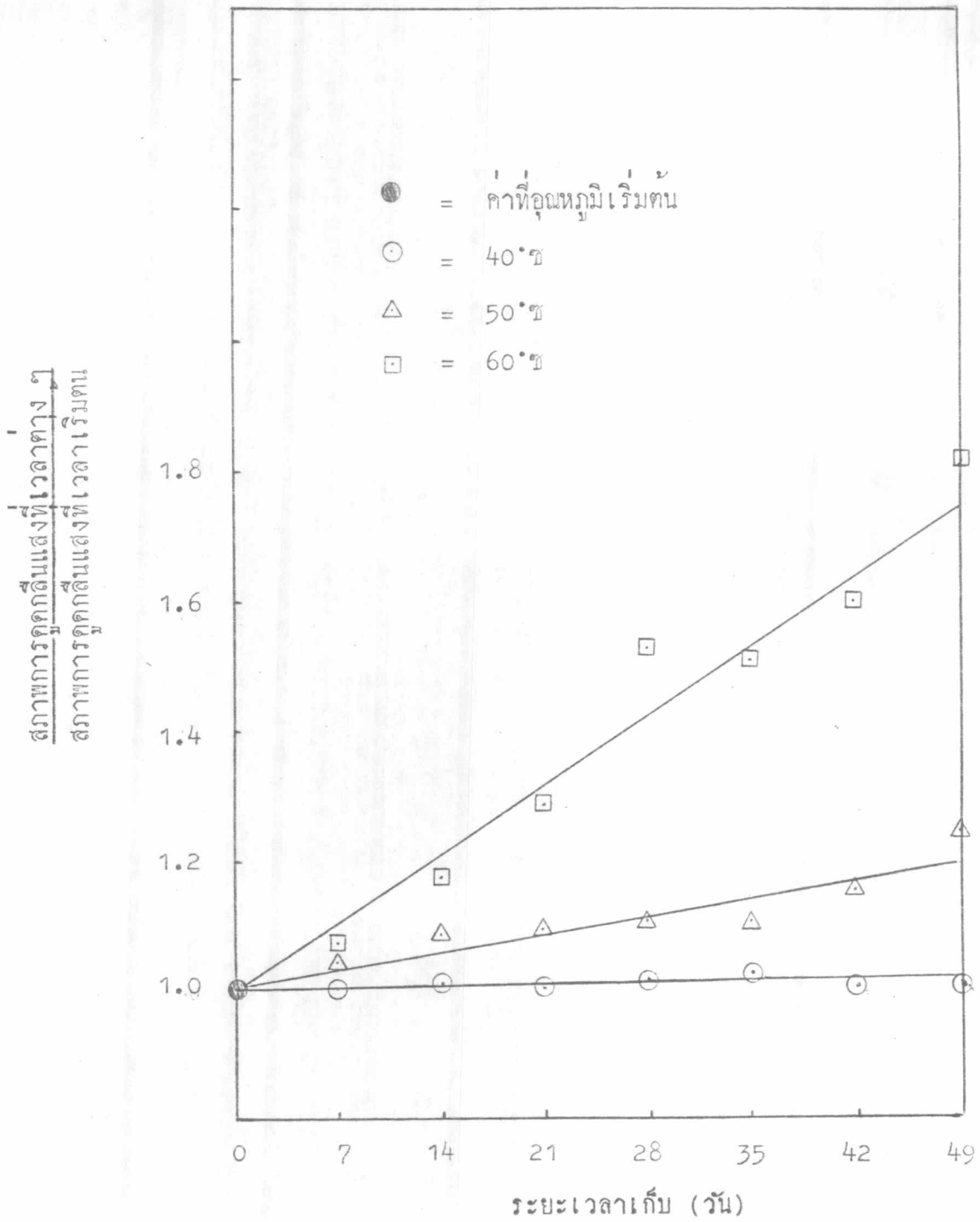
ได้เก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิ 40°C, 50°C และ 60°C ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงทุกอาทิตย์เป็นเวลา 7 อาทิตย์ ดังแสดงในตารางที่ 4.7 และรูป 4.6 นอกจากนี้ยังได้ตรวจสอบคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับประสาทสัมผัสของผู้บริโภค โดยการให้คะแนนตามลักษณะสี ผลของคะแนนที่ได้ดังในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.7 สัดส่วนสภาพการคุกกดินแสงของสารละลายมีสีที่สกัดจากผลิตภัณฑ์ซึ่งเก็บที่อุณหภูมิและระยะเวลาเก็บต่าง ๆ

อุณหภูมิ °C	สภาพการคุกกดินแสงที่เวลาต่าง ๆ $\frac{O.D}{(O.D)_0}$							
	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน
40	1.00	1.00	1.01	1.00	1.01	1.02	1.00	1.00
50	1.00	1.04	1.08	1.09	1.10	1.10	1.15	1.24
60	1.00	1.07	1.17	1.28	1.52	1.50	1.59	1.81

ตารางที่ 4.8 คะแนนของสีของผลิตภัณฑ์ซึ่งเก็บที่อุณหภูมิและระยะเวลา ต่างๆ

อุณหภูมิ °C	คะแนน							
	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน	49 วัน
40	6.0	5.8	5.2	4.4	4.4	-	4.2	4.2
50	6.0	5.6	4.5	4.6	3.9	-	4.0	3.7
60	6.0	5.6	4.3	3.8	3.2	-	3.7	3.5



รูปที่ 4.6 สัดส่วนสภาพการดูดกลืนแสงที่อุณหภูมิและระยะเวลาเก็บต่าง ๆ

#### 4.2.1.2 เมื่อเก็บที่อุณหภูมิห้องและบรรจุภาชนะในสภาพต่างกัน

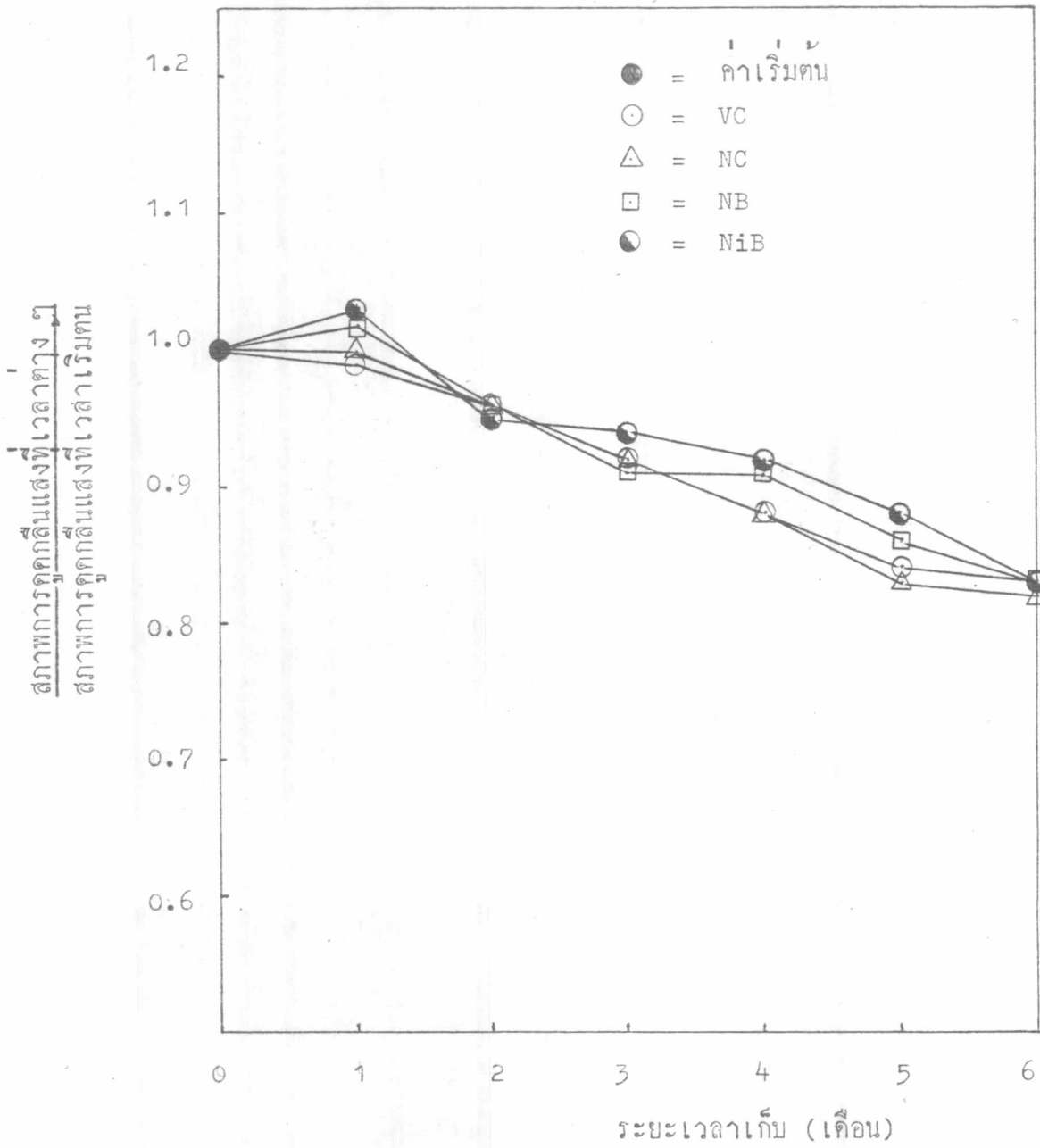
ได้เก็บผลิตภัณฑ์ซึ่งบรรจุภาชนะในสภาพต่าง ๆ กันไว้ที่อุณหภูมิ 30°ซ ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงทุก 1 เดือนเป็นเวลา 6 เดือน ได้ผลดังในตารางที่ 4.9, 4.10 และรูปที่ 4.7

ตารางที่ 4.9 สัดส่วนสภาพการคุกกรืนแสงของสารละลายมีสีที่สกัดจาก ผลิตภัณฑ์ซึ่งบรรจุภาชนะในสภาพต่างกันที่ระยะเวลาเก็บต่าง ๆ

สภาพการบรรจุ	C.D (O.D)						
	0 เดือน	1 เดือน	2 เดือน	3 เดือน	4 เดือน	5 เดือน	6 เดือน
VC	1.00	0.99	0.96	0.92	0.88	0.84	0.83
NC	1.00	1.00	0.96	0.92	0.88	0.83	0.82
NB	1.00	1.02	0.96	0.91	0.91	0.86	0.83
NiB	1.00	1.03	0.95	0.94	0.92	0.88	0.83

ตารางที่ 4.10 คะแนนของสีของผลิตภัณฑ์ซึ่งบรรจุภาชนะในสภาพต่างกัน ที่ระยะเวลาการเก็บต่าง ๆ

สภาพการบรรจุ	คะแนน						
	0 เดือน	1 เดือน	2 เดือน	3 เดือน	4 เดือน	5 เดือน	6 เดือน
VC	7.0	6.8	6.4	6.5	6.5	6.2	6.0
NC	7.0	6.8	6.6	6.5	6.2	6.4	6.2
NB	7.0	6.6	6.5	6.3	6.5	6.4	6.0
NiB	7.0	7.0	6.6	6.5	6.3	6.4	6.0



รูปที่ 4.7 สัดส่วนสภาพการดูดกลืนแสงที่ระยะเวลาเก็บต่าง ๆ

#### 4.2.2 การเปลี่ยนแปลงกลิ่นเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน

##### 4.2.2.1 เมื่อเก็บในสถานะที่มีการเร่งปฏิกิริยา

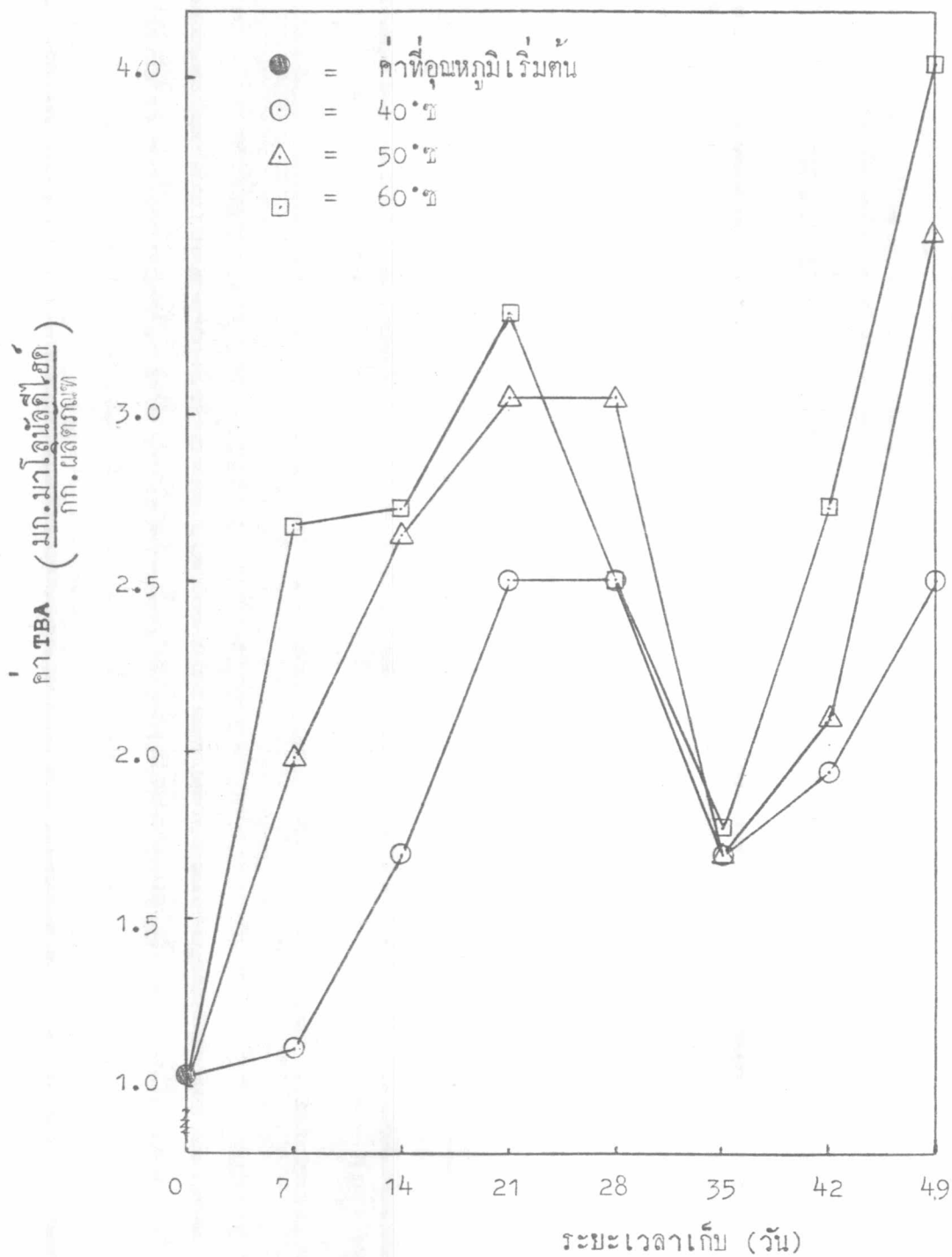
ได้เก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิ 40°C, 50°C และ 60°C ตรวจสอบทุก ๆ อาทิตย์เป็นเวลา 7 อาทิตย์ ติดตามผลโดยหาค่า TBA ดังแสดงในตารางที่ 4.11 และรูป 4.8 นอกจากนี้มีการให้คะแนนตามลักษณะกลิ่น ดังผลในตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.11 ค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ซึ่งเก็บที่อุณหภูมิและระยะเวลาเก็บต่าง ๆ

อุณหภูมิ (°C)	ค่า TBA ( $\frac{\text{มก. มาโลนัลดีไฮด์}}{\text{กก. ผลิตภัณฑ์}}$ )							
	เริ่มต้น	1 อาทิตย์	2 อาทิตย์	3 อาทิตย์	4 อาทิตย์	5 อาทิตย์	6 อาทิตย์	7 อาทิตย์
40	1.03	1.11	1.69	2.55	2.55	1.69	1.94	2.55
50	1.03	1.98	2.64	3.05	3.05	1.69	2.10	3.54
60	1.03	2.67	2.72	3.30	2.55	1.77	2.72	4.04

ตารางที่ 4.12 คะแนนของกลิ่นของผลิตภัณฑ์ซึ่งเก็บที่อุณหภูมิและระยะเวลาเก็บต่าง ๆ

อุณหภูมิ (°C)	คะแนน							
	เริ่มต้น	1 อาทิตย์	2 อาทิตย์	3 อาทิตย์	4 อาทิตย์	5 อาทิตย์	6 อาทิตย์	7 อาทิตย์
40	5.7	5.6	5.2	4.4	4.4	4.2	4.2	3.5
50	5.7	5.6	4.5	4.6	3.9	4.0	4.0	3.7
60	5.7	5.6	4.5	3.8	3.2	3.5	3.7	3.8



รูปที่ 4.8 ค่า TBA ที่อุณหภูมิและระยะเวลาเก็บต่าง ๆ

#### 4.2.2.2 เมื่อเก็บที่อุณหภูมิห้องและบรรจุภาชนะในสภาพต่างกัน

ได้เก็บผลิตภัณฑ์ซึ่งบรรจุภาชนะในสภาพต่าง ๆ กันไว้ที่อุณหภูมิ 30°C ทำการตรวจสอบทุกเดือนเป็นเวลา 6 เดือน ติดตามผลโดยหาค่า TBA และให้คะแนนกลิ่นทั้งแสดงในตารางที่ 4.13, 4.14 และรูปที่ 4.9

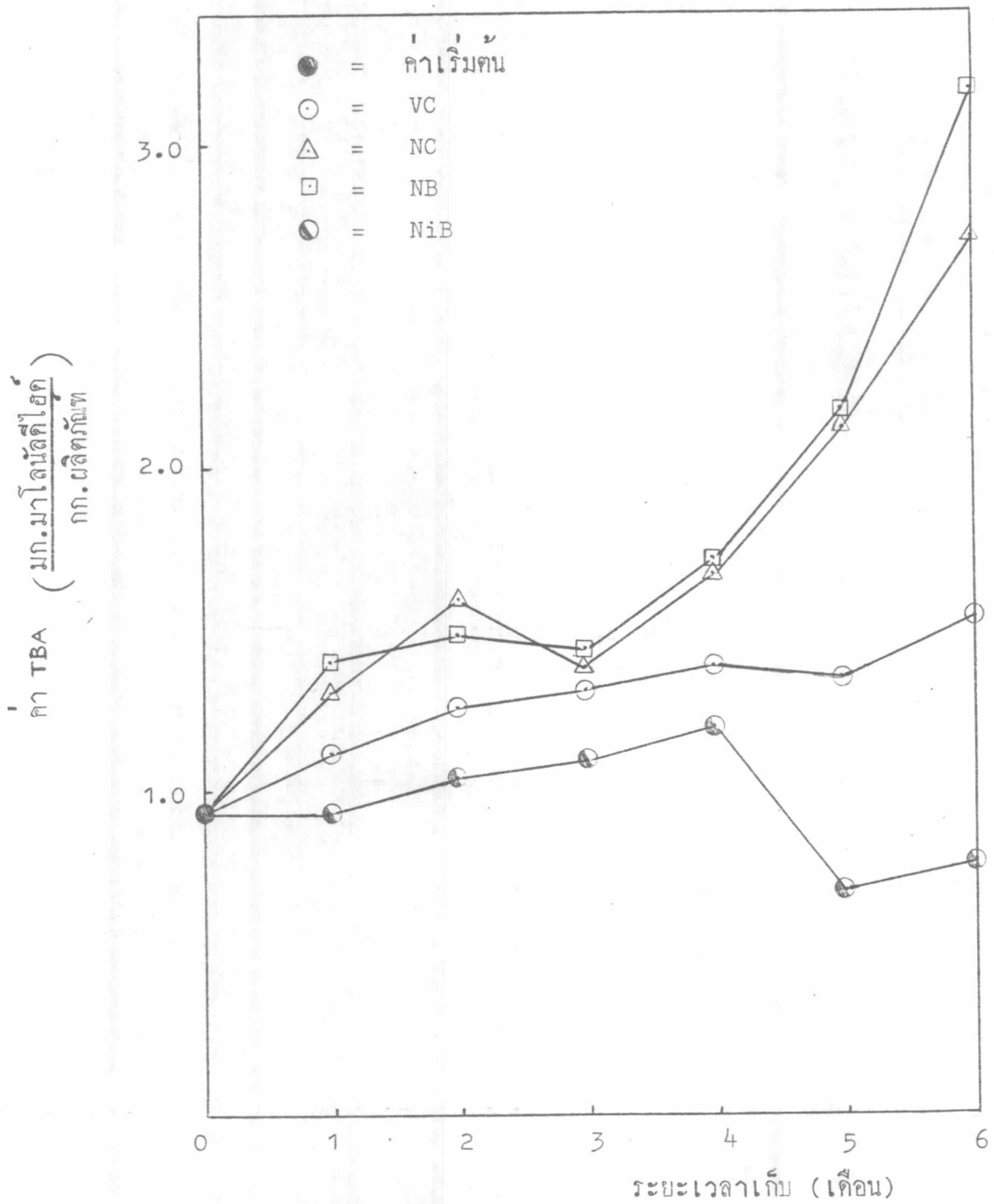
ตารางที่ 4.13 ค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ซึ่งบรรจุภาชนะในสภาพต่างกันที่ระยะเวลาการเก็บต่าง ๆ

สภาพการบรรจุ	ค่า TBA ( $\frac{\text{มก. มาโลนัลดีไฮด์}}{\text{กก. ผลิตภัณฑ์}}$ )						
	0 เดือน	1 เดือน	2 เดือน	3 เดือน	4 เดือน	5 เดือน	6 เดือน
VC	0.94	1.13	1.27	1.32	1.40	1.36	1.54
NC	0.94	1.32	1.60	1.39	1.68	2.13	2.71
NB	0.94	1.40	1.49	1.44	1.72	2.17	3.17
NiB	0.94	1.94	1.05	1.11	1.21	0.70	0.79

ตารางที่ 4.14 คะแนนของกลิ่นของผลิตภัณฑ์ซึ่งบรรจุภาชนะในสภาพต่างกันที่ระยะเวลาการเก็บต่าง ๆ

สภาพการบรรจุ	คะแนน						
	0 เดือน	1 เดือน	2 เดือน	3 เดือน	4 เดือน	5 เดือน	6 เดือน
VC	5.2	4.3	4.3	4.2	4.0	4.2	3.5
NC	5.2	4.3	4.1	3.4	3.0	3.4	3.0
NB	5.2	4.3	4.1	3.6	3.2	3.4	2.7
NiB	5.2	4.8	4.5	4.5	4.3	4.4	4.2





รูปที่ 4.9 ค่า TBA ของผลิตภัณฑ์ซึ่งบรรจุภาชนะในสภาพต่างกัน  
ที่ระยะเวลาเก็บต่าง ๆ

#### 4.2.3 การเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อสัมผัส

##### 4.2.3.1 เมื่อเก็บในสภาวะที่มีการเร่งปฏิกิริยา

ได้เก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่ 40 °ซ และ 60 °ซ ทำการตรวจสอบทุกอาทิตย์เป็นเวลา 7 อาทิตย์ ติดตามผลโดยคำนวณหาปริมาณน้ำที่ถูกดูดซึมในเทอมของดัชนีการดูดซึมน้ำ Water absorption index ดังแสดงในตารางที่ 4.15 และแสดงคะแนนลักษณะเนื้อสัมผัสที่ผู้ทดสอบให้แก่ผลิตภัณฑ์ในตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.15 ค่าดัชนีการดูดซึมน้ำที่อุณหภูมิและระยะเวลาเก็บต่าง ๆ

อุณหภูมิ (°ซ)	ดัชนีการดูดซึมน้ำ (กรัมน้ำที่ถูกดูดซึม/กรัมผลิตภัณฑ์)							
	เริ่มต้น	1อาทิตย์	2อาทิตย์	3อาทิตย์	4อาทิตย์	5อาทิตย์	6อาทิตย์	7อาทิตย์
40	1.85	1.83	1.86	1.85	1.66	1.81	1.87	-
50	1.85	1.79	1.94	1.79	1.72	1.67	1.88	-
60	1.85	1.82	2.03	1.79	1.72	1.76	1.86	-

ตารางที่ 4.16 คะแนนของลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่เก็บที่อุณหภูมิและระยะเวลาเก็บต่าง ๆ

อุณหภูมิ (°ซ)	คะแนน							
	เริ่มต้น	1อาทิตย์	2อาทิตย์	3อาทิตย์	4อาทิตย์	5อาทิตย์	6อาทิตย์	7อาทิตย์
40	5.2	5.2	5.0	5.2	4.8	-	4.2	4.0
50	5.2	5.2	5.2	4.4	4.2	-	4.0	3.7
60	5.2	5.2	5.2	4.0	3.8	-	3.7	3.7

#### 4.2.3.2 เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 30°C และบรรจุภาชนะในสภาพต่างกัน

ได้เก็บผลิตภัณฑ์ซึ่งบรรจุภาชนะในสภาพต่าง ๆ กันไว้ที่อุณหภูมิ 30°C ทำการตรวจสอบทุกเดือนเป็นเวลา 6 เดือน ติดตามผลโดยวัดค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุกระป๋องในสภาพความดันบรรยากาศปกติ แสดงผลในตารางที่ 4.17 และให้คะแนนของลักษณะเนื้อสัมผัสของทุกผลิตภัณฑ์ ดังแสดงผลในตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.17 ค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุกระป๋องในสภาพความดันบรรยากาศปกติ ที่ระยะเวลาการเก็บต่าง ๆ

สภาพการบรรจุ	ความหนืด (Poise)						
	เริ่มต้น	1 เดือน	2 เดือน	3 เดือน	4 เดือน	5 เดือน	6 เดือน
VC	90.0	80.0	83.0	77.0	74.0	69.6	65.0

ตารางที่ 4.18 คะแนนของเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซึ่งบรรจุ ภาชนะในสภาพต่างกันที่ระยะเวลาการเก็บต่าง ๆ

สภาพการบรรจุ	คะแนน						
	เริ่มต้น	1 เดือน	2 เดือน	3 เดือน	4 เดือน	5 เดือน	6 เดือน
VC	5.8	5.6	5.6	5.2	5.2	5.0	4.6
NC	5.8	5.6	5.6	5.4	5.4	5.0	4.6
NB	5.8	5.8	5.4	5.2	5.0	4.8	4.6
NiB	5.8	5.6	5.4	5.0	5.0	4.8	4.6

4.2.4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 30°C และ  
บรรจุภาชนะในสภาพต่างกัน

ได้เก็บผลิตภัณฑ์ซึ่งบรรจุภาชนะในสภาพต่าง ๆ กันไว้ที่อุณหภูมิ 30°C ตรวจสอบปริมาณความชื้นทุก 1 เดือน เป็นเวลา 6 เดือน ดังแสดงในตารางที่ 4.19 และรูปที่ 4.10 ตารางที่ 4.19 ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ซึ่งบรรจุภาชนะในสภาพต่างกันที่ระยะเวลาการเก็บต่าง ๆ

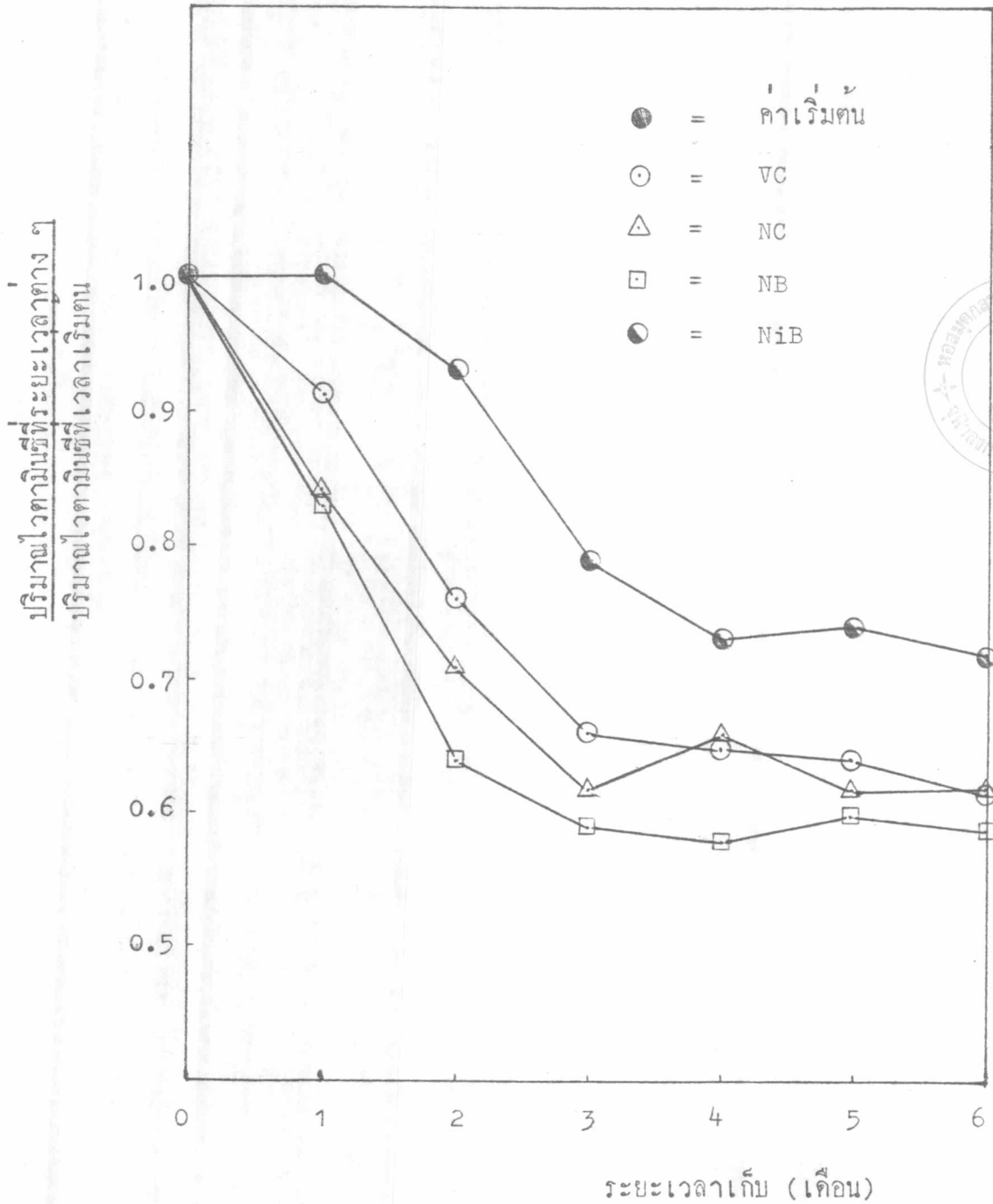
สภาพการบรรจุ	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)						
	เริ่มต้น	1 เดือน	2 เดือน	3 เดือน	4 เดือน	5 เดือน	6 เดือน
VC	3.83	3.85	3.80	3.85	3.81	3.92	4.05
NC	3.83	3.90	3.78	3.92	3.83	3.92	3.90
NB	3.83	3.95	4.02	3.90	3.80	4.00	4.01
NiB	3.83	4.00	3.99	3.90	3.82	3.87	3.90

4.2.5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซีของผลิตภัณฑ์เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 30°C และ  
บรรจุกาษณะในสภาพต่างกัน

ได้เก็บผลิตภัณฑ์ซึ่งบรรจุกาษณะในสภาพต่าง ๆ กันไว้ที่อุณหภูมิ 30°C ตรวจสอบปริมาณวิตามินซีทุกเดือนเป็นเวลา 6 เดือน ดังแสดงในตารางที่ 4.20 และรูปที่ 4.10

ตารางที่ 4.20 สัดส่วนปริมาณวิตามินซีที่เหลืออยู่ของผลิตภัณฑ์ซึ่งบรรจุกาษณะในสภาพต่างกัน  
ที่ระยะเวลาเก็บต่าง ๆ

สภาพการบรรจุ	ปริมาณวิตามินซีที่ระยะเวลาต่าง ๆ , C/C <sub>0</sub>						
	เริ่มต้น	1 เดือน	2 เดือน	3 เดือน	4 เดือน	5 เดือน	6 เดือน
VC	1.00	0.91	0.76	0.66	0.65	0.64	0.62
NC	1.00	0.84	0.71	0.62	0.66	0.62	0.62
NB	1.00	0.83	0.64	0.59	0.58	0.60	0.59
NiB	1.00	1.00	0.93	0.79	0.73	0.74	0.72



รูปที่ 4.10 สัดส่วนปริมาณวิตามินซีที่เหลืออยู่ของผลิตภัณฑ์ซึ่งบรรจุภาชนะในสภาพต่างกันในระยะเวลาเก็บต่าง ๆ

## 4.2.6 ปริมาณแบคทีเรีย

โคทคลองท่า Total plate count ของผลิตภัณฑ์เมื่อเริ่มต้นเก็บและ  
หลังจากเก็บไว้ 6 เดือน ดังแสดงในตาราง 4.21

ตารางที่ 4.21 ปริมาณแบคทีเรียโดยวิธี Total plate count

ผลิตภัณฑ์	จำนวน Colony ต่อกรัม
เมื่อเริ่มต้นเก็บ	20
หลังจากเก็บไว้ 6 เดือน	60