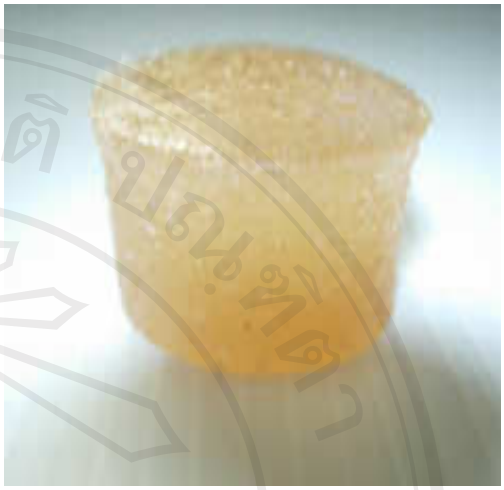
ภาคผนวก ก

รูปภาพประกอบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป ก. 1 ส่วนประกอบที่ใช้ในการผลิตเยลลีลำไย



รูป ก. 2 ผลิตภัณฑ์เยลลีลำไย

รูป ก. 3 รีโอมิเตอร์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของเยลลีลำไย ในระหว่างการเก็บรักษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ข.1 การเปลี่ยนแปลงสีของเยลลีลำไยที่เก็บในบรรจุภัณฑ์ต่างชนิดกัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาในการเก็บ(วัน)	ค่าสี L			ค่าสี C			ค่าสี H		
	F	V	P	F	V	P	F	V	P
0	34.05 ± 1.72	34.05 ± 1.72	34.05 ± 1.72	6.45 ± 0.66	6.45 ± 0.66	6.45 ± 0.66	66.60 ± 1.41	66.60 ± 1.41	66.60 ± 1.41
15	32.53^{b} ± 2.30	33.81^{a} ± 1.74	32.32^{b} ± 0.88	11.07^{a} ± 3.25	7.27^{b} ± 0.40	6.42^{b} ± 0.63	64.92^{ab} ± 2.44	65.67^{a} ± 1.92	63.52^{b} ± 0.97
30	33.16^{a} ± 1.02	29.41^{c} ± 1.32	30.44^{b} ± 0.61	9.09^{a} ± 1.18	7.36^{b} ± 0.30	7.32^{b} ± 0.67	66.20^{ns} ± 0.92	67.31^{ns} ± 1.30	66.48^{ns} ± 2.67
45	30.40^{ns} ± 1.04	29.34^{ns} ± 2.73	29.17^{ns} ± 0.62	9.88^{ns} ± 0.67	9.38^{ns} ± 1.13	8.49^{ns} ± 2.22	64.91^{ns} ± 4.5	63.61^{ns} ± 0.74	63.33^{ns} ± 0.94
60	30.15^{ns} ± 2.28	28.20^{ns} ± 1.74	28.77^{ns} ± 0.88	9.43^{a} ± 0.64	9.71^{a} ± 0.76	7.82^{b} ± 1.27	68.06^{a} ± 2.24	65.92^{b} ± 0.86	64.25^{b} ± 0.93
75	29.24^{b} ± 0.78	32.82^{a} ± 3.52	27.65^{b} ± 2.96	9.95^{a} ± 1.05	9.71^{a} ± 0.62	7.72^{b} ± 0.53	65.85^{a} ± 1.64	63.08^{b} ± 1.16	66.20^{a} ± 0.54
90	28.66^{ns} ± 2.53	28.34^{ns} ± 1.52	27.60^{ns} ± 1.32	10.90^{ns} ± 1.14	10.47^{ns} ± 2.92	9.54^{ns} ± 1.77	67.92^{ns} ± 0.98	68.58^{ns} ± 2.95	66.27^{ns} ± 2.32

ตาราง ข. 2 การเปลี่ยนแปลงสีของเยลลีลำไยที่เก็บในบรรจุภัณฑ์ต่างชนิดกัน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาในการเก็บ(วัน)	ค่าสี L^{ns}			ค่าสี C			ค่าสี H		
	F	V	P	F	V	P	F	V	P
0	34.05 ± 1.72	34.05 ± 1.72	34.05 ± 1.72	6.45± 0.66	6.45 ± 0.66	6.45 ± 0.66	66.60 ± 1.41	66.60 ± 1.41	66.60 ± 1.41
3	33.88 ± 1.83	33.72 ± 1.34	33.91 ± 1.96	7.11^{a} ± 0.72	6.98^{a} ± 0.21	6.48^{b} ± 0.41	66.42^{ns} ± 1.26	66.31^{ns} ± 1.32	66.15^{ns} ± 0.98
6	32.32 ± 2.28	32.5 ± 2.17	32.68 ± 0.87	8.80^{a} ± 0.82	7.21^{b} ± 0.18	7.56^{b} ± 0.57	66.33^{b} ± 1.35	66.42^{b} ± 1.79	65.29^{a} ± 1.47
9	32.16 ± 0.92	32.99 ± 2.11	-	9.71 ± 0.64	7.74 ± 0.32	-	65.06^{ns} ± 0.83	64.42^{ns} ± 1.56	-
12	32.05 ± 2.81	31.11 ± 0.47	-	9.89^{ns} ± 1.02	9.81^{ns} ± 1.82	-	65.98^{ns} ± 1.50	65.86^{ns} ± 1.86	-
15	32.04 ± 3.17	30.99 ± 1.18	-	10.56 ± 1.33	8.52 ± 0.46	-	67.17 ± 2.08	62.95 ± 1.58	-
30	29.24 ± 1.50	29.93 ± 3.05	-	14.46 ± 1.28	12.58 ± 1.56	-	65.40 ± 0.23	68.06 ± 0.79	-

หมายเหตุ : 1) F หมายถึง การบรรจุในถุงฟอยล์ ในสภาวะสุญญากาศ

V หมายถึง การบรรจุในไนลอน/โพลีเอธิลีน ในสภาวะสุญญากาศ

P หมายถึง การบรรจุในถุงโพลีโพรพิลีน ในสภาวะบรรยากาศปกติ

2) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวนอน อักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าข้อมูลที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

3) ns หมายถึงค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ข. 3 การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางเนื้อสัมผัสของเยลลี่ลำไยที่เก็บในบรรจุภัณฑ์ต่างชนิดกัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาในการเก็บ(วัน)	hardness (N)			adhesiveness (N.sec)			cohesiveness^{ns}		
	F	V	P	F	V	P	F	V	P
0	157.88 ± 13.76	157.88 ± 13.76	157.88 ± 13.76	1.21 ± 0.33	1.21 ± 0.33	1.21 ± 0.33	0.60 ± 0.01	0.60 ± 0.01	0.60 ± 0.01
15	186.74^{a} ± 3.80	166.36^{b} ± 2.85	154.23^{c} ± 5.19	1.15^{ns} ± 0.04	1.12^{ns} ± 0.14	1.14^{ns} ± 0.05	0.65 ± 0.00	0.68 ± 0.00	0.65 ± 0.03
30	190.47^{ns} ± 5.44	167.19^{ns} ± 13.29	167.14^{ns} ± 5.26	1.23^{a} ± 0.04	1.01^{b} ± 0.04	1.25^{a} ± 0.14	0.69 ± 0.01	0.69 ± 0.02	0.71 ± 0.00
45	159.51^{ns} ± 18.39	157.14^{ns} ± 9.50	151.91^{ns} ± 6.02	1.17^{ns} ± 0.09	1.11^{ns} ± 0.07	1.14^{ns} ± 0.06	0.70 ± 0.01	0.67 ± 0.03	0.69 ± 0.00
60	166.71^{ns} ± 1.36	149.66^{ns} ± 6.36	150.87^{ns} ± 13.89	1.11^{ns} ± 0.18	1.16^{ns} ± 0.24	1.16^{ns} ± 0.10	0.70 ± 0.02	0.68 ± 0.02	0.68 ± 0.00
75	176.33^{ns} ± 4.96	156.71^{ns} ± 1.79	158.40^{ns} ± 13.06	0.96^{b} ± 0.01	1.20^{a} ± 0.14	1.17^{a} ± 0.05	0.69 ± 0.02	0.67 ± 0.01	0.68 ± 0.01
90	178.58^{a} ± 9.21	153.37^{b} ± 4.27	153.18^{b} ± 5.17	1.44^{ns} ± 0.10	1.04^{ns} ± 0.15	1.38^{ns} ± 0.12	0.68 ± 0.02	0.70 ± 0.01	0.70 ± 0.01

ระยะเวลาในการเก็บ(วัน)	springiness			gumminess (N)			chewiness (N)		
	F	V	P	F	V	P	F	V	P
0	0.71 ± 0.04	0.71 ± 0.04	0.71 ± 0.04	95.76 ± 10.37	95.76 ± 10.37	95.76 ± 10.37	68.20 ± 5.81	68.20 ± 5.81	68.20 ± 5.81
15	0.72^{a} ± 0.02	0.67^{b} ± 0.02	0.64^{b} ± 0.01	123.41^{a} ± 0.98	114.40^{b} ± 1.35	102.88^{c} ± 7.03	91.02^{a} ± 3.90	77.12^{b} ± 3.48	65.10^{c} ± 3.60
30	0.77^{ns} ± 0.00	0.74^{ns} ± 0.00	0.75^{ns} ± 0.01	131.75^{ns} ± 1.74	115.91^{ns} ± 13.60	119.72^{ns} ± 3.57	102.49^{ns} ± 0.60	86.37^{ns} ± 10.12	89.78^{ns} ± 0.40
45	0.76^{ns} ± 0.03	0.75^{ns} ± 0.00	0.77^{ns} ± 0.01	113.09^{ns} ± 11.40	106.42^{ns} ± 1.53	105.42^{ns} ± 4.90	87.32^{ns} ± 12.76	80.63^{ns} ± 1.86	81.38^{ns} ± 5.36
60	0.80^{a} ± 0.00	0.76^{b} ± 0.01	0.75^{b} ± 0.00	117.26^{ns} ± 4.32	101.99^{ns} ± 7.41	102.71^{ns} ± 8.09	94.68^{a} ± 3.28	77.97^{b} ± 7.70	77.76^{b} ± 6.14
75	0.80^{ns} ± 0.01	0.74^{ns} ± 0.02	0.78^{ns} ± 0.00	122.11^{ns} ± 6.94	106.19^{ns} ± 3.14	107.80^{ns} ± 10.47	98.93^{ns} ± 7.76	79.49^{ns} ± 5.20	84.73^{ns} ± 9.11
90	0.77^{a} ± 0.02	0.74^{b} ± 0.01	0.78^{a} ± 0.00	122.79^{a} ± 9.61	107.38^{b} ± 1.87	108.54^{b} ± 5.87	95.45^{a} ± 5.82	79.95^{b} ± 2.85	84.97^{b} ± 3.78

หมายเหตุ : 1) F หมายถึง การบรรจุในถุงฟอยล์ ในสภาวะสุญญากาศ

V หมายถึง การบรรจุในไนลอน/โพลีเอธิลีน ในสภาวะสุญญากาศ

P หมายถึง การบรรจุในถุงโพลีโพรพิลีน ในสภาวะบรรยากาศปกติ

2) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวนอน อักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าข้อมูลที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

3) ns หมายถึงค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ข. 4 การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางเนื้อสัมผัสของเยลลีลำไยที่เก็บในบรรจุภัณฑ์ต่างชนิดกัน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาในการเก็บ(วัน)	hardness (N)			adhesiveness^{ns} (N.sec)			cohesiveness		
	F	V	P	F	V	P	F	V	P
0	157.88 ± 13.76	157.88 ± 13.76	157.88 ± 13.76	1.21 ± 0.33	1.21 ± 0.33	1.21 ± 0.33	0.60 ± 0.01	0.60 ± 0.01	0.60 ± 0.01
3	177.34^{ns} ± 11.21	178.27^{ns} ± 16.40	159.85^{ns} ± 9.60	1.20 ± 0.02	1.17 ± 0.07	1.18 ± 0.04	0.64^{ns} ± 0.00	0.64^{ns} ± 0.02	0.64^{ns} ± 0.00
6	181.32^{ns} ± 6.37	177.42^{ns} ± 5.43	162.48^{ns} ± 7.70	1.19 ± 0.07	1.27 ± 0.14	1.30 ± 0.00	0.64^{ns} ± 0.01	0.65^{ns} ± 0.00	0.64^{ns} ± 0.00
9	180.73^{ns} ± 5.88	179.43^{ns} ± 9.32	-	1.14 ± 0.04	1.24 ± 0.05	-	0.64^{ns} ± 0.00	0.65^{ns} ± 0.02	-
12	201.15 ± 6.33	179.90 ± 5.78	-	1.20 ± 0.06	1.14 ± 0.09	-	0.64 ± 0.01	0.66 ± 0.01	-
15	181.98^{ns} ± 4.00	178.94^{ns} ± 5.03	-	1.14 ± 0.10	1.13 ± 0.15	-	0.64 ± 0.00	0.67 ± 0.01	-
30	178.69^{ns} ± 4.21	175.15^{ns} ± 15.62	-	1.24 ± 0.12	1.19 ± 0.09	-	0.67 ± 0.00	0.72 ± 0.02	-

ระยะเวลาในการเก็บ(วัน)	springiness			gumminess (N)			chewiness (N)		
	F	V	P	F	V	P	F	V	P
0	0.71 ± 0.04	0.71 ± 0.04	0.71 ± 0.04	95.76 ± 10.37	95.76 ± 10.37	95.76 ± 10.37	68.20 ± 5.81	68.20 ± 5.81	68.20 ± 5.81
3	0.69^{ns} ± 0.01	0.68^{ns} ± 0.02	0.66^{ns} ± 0.00	113.92^{ns} ± 5.90	114.09^{ns} ± 6.36	102.56^{ns} ± 5.68	79.47^{ns} ± 5.96	78.35^{ns} ± 1.64	68.05^{ns} ± 3.85
6	0.68^{ns} ± 0.00	0.68^{ns} ± 0.01	0.67^{ns} ± 0.00	112.64^{ns} ± 4.44	114.89^{ns} ± 8.07	104.54^{ns} ± 4.32	80.14^{ns} ± 2.85	79.36^{ns} ± 1.74	71.43^{ns} ± 3.20
9	0.68^{ns} ± 0.02	0.68^{ns} ± 0.01	-	113.43^{ns} ± 7.44	112.52^{ns} ± 6.38	-	80.53^{ns} ± 4.41	78.38^{ns} ± 3.20	-
12	0.68^{ns} ± 0.02	0.67^{ns} ± 0.00	-	129.24 ± 3.96	119.10 ± 2.56	-	89.02^{ns} ± 4.01	80.82^{ns} ± 2.19	-
15	0.76^{ns} ± 0.01	0.76^{ns} ± 0.02	-	117.00^{ns} ± 3.02	121.5^{ns} ± 5.27	-	89.50^{ns} ± 0.62	92.58^{ns} ± 6.89	-
30	0.76 ± 0.00	0.69 ± 0.01	-	120.07^{ns} ± 1.50	111.67^{ns} ± 7.06	-	91.22 ± 1.60	77.77 ± 6.48	-

หมายเหตุ : 1) F หมายถึง การบรรจุในถุงฟอยล์ ในสภาวะสุญญากาศ

V หมายถึง การบรรจุในไนลอน/โพลีเอธิลีน ในสภาวะสุญญากาศ

P หมายถึง การบรรจุในถุงโพลีโพรพิลีน ในสภาวะบรรยากาศปกติ

2) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวนอน อักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าข้อมูลที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

3) ns หมายถึงค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ข. 5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (a_w) ของเยลลีลำไยที่เก็บในบรรจุภัณฑ์ต่างชนิดกันที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาในการเก็บ (วัน)	ความชื้น (ร้อยละ)			ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (a_w)		
	F	V	P	F	V	P
0	21.75 ± 0.20	21.75 ± 0.20	21.75 ± 0.20	0.76 ± 0.00	0.76 ± 0.00	0.76 ± 0.00
15	25.80^{b} ± 0.08	25.58^{b} ± 0.08	28.95^{a} ± 0.12	0.78^{b} ± 0.00	0.78^{b} ± 0.00	0.79^{a} ± 0.00
30	27.53^{b} ± 0.18	28.56^{a} ± 0.24	28.63^{a} ± 0.51	0.78^{b} ± 0.00	0.78^{b} ± 0.00	0.79^{a} ± 0.00
45	27.92^{c} ± 0.20	28.74^{b} ± 0.02	29.17^{a} ± 0.14	0.79^{a} ± 0.00	0.78^{b} ± 0.00	0.79^{a} ± 0.00
60	28.19^{c} ± 0.14	28.80^{b} ± 0.05	29.42^{a} ± 0.13	0.79^{ns} ± 0.00	0.79^{ns} ± 0.00	0.79^{ns} ± 0.00
75	28.61^{ns} ± 0.25	28.55^{ns} ± 0.29	28.13^{ns} ± 0.12	0.79^{ns} ± 0.00	0.79^{ns} ± 0.00	0.79^{ns} ± 0.00
90	28.62^{ns} ± 0.14	28.70^{ns} ± 0.26	28.40^{ns} ± 0.08	0.79^{ns} ± 0.00	0.79^{ns} ± 0.00	0.79^{ns} ± 0.00

ตาราง ข. 6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอคติวิตี้(a_w) ของเยลลีลำไยที่เก็บในบรรจุภัณฑ์ต่างชนิดกันที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาในการเก็บ (วัน)	ความชื้น (ร้อยละ)			ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (a_w)		
	F	V	P	F	V	P
0	21.75 ± 0.20	21.75 ± 0.20	21.75 ± 0.20	0.76 ± 0.00	0.76 ± 0.00	0.76 ± 0.00
3	22.42^{c} ± 0.13	23.21^{b} ± 0.18	25.23^{a} ± 0.20	0.78^{ns} ± 0.00	0.78^{ns} ± 0.00	0.78^{ns} ± 0.00
6	24.84^{b} ± 0.59	26.73^{a} ± 0.23	27.03^{a} ± 0.65	0.79^{a} ± 0.00	0.78^{b} ± 0.00	0.79^{a} ± 0.00
9	27.49^{ns} ± 0.01	27.77^{ns} ± 0.55	-	0.79^{ns} ± 0.00	0.79^{ns} ± 0.00	-
12	27.51 ± 0.02	28.12 ± 0.08	-	0.79^{ns} ± 0.00	0.79^{ns} ± 0.00	-
15	27.99 ± 0.09	27.68 ± 0.09	-	0.78^{ns} ± 0.00	0.78^{ns} ± 0.00	-
30	28.55 ± 0.14	27.85 ± 0.26	-	0.79^{ns} ± 0.00	0.79^{ns} ± 0.00	-

หมายเหตุ : 1) F หมายถึง การบรรจุในถุงฟอยล์ ในสภาวะสุญญากาศ

V หมายถึง การบรรจุในไนลอน/โพลีเอธิลีน ในสภาวะสุญญากาศ

P หมายถึง การบรรจุในถุงโพลีโพรพิลีน ในสภาวะบรรยากาศปกติ

2) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวนอน อักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าข้อมูลที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

3) ns หมายถึงค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ข. 7 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด- ด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของเยลลี่ลำไยที่เก็บในบรรจุภัณฑ์ต่างชนิดกัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาในการเก็บ(วัน)	ค่าความเป็นกรด - ด่าง			ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (องศาบริกซ์)			ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (ร้อยละ)		
	F	V	P	F	V	P	F	V	P
0	6.97 ± 0.01	6.97 ± 0.01	6.97 ± 0.01	63.9 ± 0.0	63.9 ± 0.0	63.9 ± 0.0	17.10 ± 0.08	17.10 ± 0.08	17.10 ± 0.08
15	6.89^{ns} ± 0.01	6.88^{ns} ± 0.01	6.88^{ns} ± 0.01	63.9^{a} ± 0.0	63.9^{a} ± 0.0	61.2^{b} ± 0.0	17.05^{a} ± 0.05	16.39^{b} ± 0.03	17.09^{a} ± 0.06
30	6.69^{b} ± 0.01	6.94^{a} ± 0.01	6.90^{b} ± 0.01	61.2 ± 0.0	61.2 ± 0.0	61.2 ± 0.0	17.10^{a} ± 0.02	16.38^{b} ± 0.02	16.36^{a} ± 0.05
45	6.79^{a} ± 0.01	6.87^{a} ± 0.01	6.83^{b} ± 0.01	59.4 ± 0.0	59.4 ± 0.0	59.4 ± 0.0	17.04^{a} ± 0.04	15.67^{c} ± 0.01	16.38^{b} ± 0.01
60	6.78^{a} ± 0.01	6.75^{b} ± 0.00	6.74^{b} ± 0.01	59.4 ± 0.0	59.4 ± 0.0	59.4 ± 0.0	16.34^{a} ± 0.04	15.69^{b} ± 0.05	15.67^{a} ± 0.01
75	6.68^{b} ± 0.01	6.72^{a} ± 0.01	6.71^{a} ± 0.01	59.4 ± 0.0	59.4 ± 0.0	59.4 ± 0.0	15.67^{a} ± 0.02	15.05^{b} ± 0.05	15.67^{a} ± 0.01
90	6.68^{b} ± 0.01	6.71^{a} ± 0.01	6.68^{b} ± 0.01	59.4 ± 0.0	59.4 ± 0.0	59.4 ± 0.0	15.66^{a} ± 0.01	15.04^{b} ± 0.04	15.67^{a} ± 0.01

ตาราง ข. 8 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด- ด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของเยลลี่ลำไยที่เก็บในบรรจุภัณฑ์ต่างชนิดกัน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาในการเก็บ(วัน)	ค่าความเป็นกรด - ด่าง			ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (องศาบริกซ์)			ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (ร้อยละ)		
	F	V	P	F	V	P	F	V	P
0	6.97 ± 0.01	6.97 ± 0.01	6.97 ± 0.01	63.9 ± 0.0	63.9 ± 0.0	63.9 ± 0.0	17.10 ± 0.08	17.10 ± 0.08	17.10 ± 0.08
3	6.89^{a} ± 0.01	6.76^{b} ± 0.01	6.59^{c} ± 0.01	63.9^{a} ± 0.0	63.9^{a} ± 0.0	54.0^{b} ± 0.0	17.00 ± 0.00	17.00 ± 0.00	17.00 ± 0.00
6	6.80^{a} ± 0.01	6.58^{b} ± 0.01	5.79^{c} ± 0.01	59.4^{a} ± 0.0	59.4^{a} ± 0.0	52.2^{b} ± 0.0	16.36^{ns} ± 0.01	16.35^{ns} ± 0.01	16.57^{ns} ± 0.36
9	6.74 ± 0.01	6.28 ± 0.01	-	58.5 ± 0.0	57.6 ± 0.0	-	16.33 ± 0.05	15.65 ± 0.04	-
12	6.71 ± 0.01	6.12 ± 0.03	-	57.6 ± 0.0	55.8 ± 0.0	-	15.64^{ns}± 0.03	15.65^{ns} ± 0.04	-
15	6.38 ± 0.03	5.58 ± 0.01	-	57.6 ± 0.0	55.8 ± 0.0	-	15.65 ± 0.04	15.02 ± 0.02	-
30	6.22 ± 0.01	5.54 ± 0.01	-	57.6 ± 0.0	55.8 ± 0.0	-	15.05^{ns} ± 0.05	15.04^{ns} ± 0.06	-

หมายเหตุ : 1) F หมายถึง การบรรจุในถุงฟอยล์ ในสภาวะสุญญากาศ

V หมายถึง การบรรจุในไนลอน/โพลีเอธิลีน ในสภาวะสุญญากาศ

P หมายถึง การบรรจุในถุงโพลีโพรพิลีน ในสภาวะบรรยากาศปกติ

2) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวนอน อักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าข้อมูลที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

3) ns หมายถึงค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ข. 9 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และราของเยลลีลำไยที่เก็บในบรรจุภัณฑ์ต่างชนิดกันที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาในการเก็บ (วัน)	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (log cfu/g)			ปริมาณยีสต์และรา (cfu/g)		
	F	V	P	F	V	P
0	<250 cfu/g	<250 cfu/g	<250 cfu/g	<10	<10	<10
15	$3.31^{b} \pm 0.01$	$3.50^{a} \pm 0.06$	$3.22^{b} \pm 0.02$	<10	<10	<10
30	$3.68^{ns} \pm 0.01$	$3.61^{ns} \pm 0.01$	$3.62^{ns} \pm 0.05$	<100	<100	<100
45	$4.41^{b} \pm 0.01$	$4.13^{c} \pm 0.01$	$4.77^{a} \pm 0.06$	<100	<100	<100
60	$5.18^{a} \pm 0.02$	$5.24^{a} \pm 0.01$	$5.05^{b} \pm 0.01$	<100	<100	<100
75	$5.60^{b} \pm 0.01$	$5.96^{a} \pm 0.03$	$5.60^{b} \pm 0.06$	<100	<100	<100
90	$6.23^{b} \pm 0.02$	$6.82^{a} \pm 0.01$	$6.34^{b} \pm 0.01$	<100	<100	<100

ตาราง ข.10 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และราของเยลลีลำไยที่เก็บในบรรจุภัณฑ์ต่างชนิดกันที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาในการเก็บ (วัน)	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (log cfu/g)			ปริมาณยีสต์และรา (cfu/g)		
	F	V	P	F	V	P
0	<250 cfu/g	<250 cfu/g	<250 cfu/g	<10	<10	<10
3	$2.76^{c} \pm 0.04$	$3.10^{b} \pm 0.03$	$3.38^{a} \pm 0.05$	<100	<100	<100
6	$3.65^{b} \pm 0.19$	$3.28^{c} \pm 0.04$	$4.15^{a} \pm 0.05$	<100	<100	<100
9	4.29 ± 0.02	4.63 ± 0.05	-	<100	<100	-
12	4.81 ± 0.05	5.40 ± 0.04	-	<100	<100	-
15	5.21 ± 0.04	5.54 ± 0.05	-	<100	<100	-
30	5.59 ± 0.09	6.26 ± 0.01	-	<100	<100	-

หมายเหตุ : 1) F หมายถึง การบรรจุในถุงฟอยล์ ในสภาวะสุญญากาศ
V หมายถึง การบรรจุในไนลอน/โพลีเอธิลีน ในสภาวะสุญญากาศ
P หมายถึง การบรรจุในถุงโพลีโพรพิลีน ในสภาวะบรรยากาศปกติ

2) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวนอน อักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าข้อมูลที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

3) ns หมายถึงค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค

วิธีวิเคราะห์ทางกายภาพ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1. การวัดค่าสี

วัดค่าสี L, C, H ในระบบ CIE LCH โดยเครื่องวัดสี Minolta Camera; Chroma Meter : CR-310 โดย ค่า L บ่งบอกถึงความสว่างของวัตถุ ค่า C บ่งบอกถึงความเข้มสีของวัตถุ ส่วนค่า H บ่งบอกถึงค่าสีที่แท้จริงของวัตถุ ก่อนวัดสีทุกครั้งต้องปรับมาตรฐานเครื่อง (Calibration) โดยใช้แผ่นสีขาวมาตรฐาน แล้วจึงทำการวัดสีตัวอย่างผลิตภัณฑ์ โดยนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ ใส่ในภาชนะ และรองพื้นด้วยกระดาษสีขาว โดยวัด 3 ซ้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ย

2. การวัดลักษณะทางเนื้อสัมผัส (Texture Profile Analysis)

วัดค่า hardness, cohesiveness, adhesiveness, springiness, gumminess และ chewiness ของเยลลีลำไย โดยใช้เครื่อง Texture Analyzer TA-TXPlus ใช้น้ำหนัก load cell เท่ากับ 50 กิโลกรัม ใช้หัววัดรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 36 มิลลิเมตร (P/36)

Condition ที่ใช้คือ

Test speed	5 mm/sec
Post-test speed	5 mm/sec
Target mode	75 % strain
Time	2 sec
Trigger type	Auto (Force)
Trigger force	0.049 N
Acquisition rate	100 pps

หมายเหตุ : ตัวอย่างที่ใช้วัดควรมีความสูงใกล้เคียงกันและมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหัววัดรูปทรงกระบอก ในแต่ละตัวอย่างควรวัดซ้ำมากกว่า 5 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย

3. การวิเคราะห์สมบัติทางวิสโคอิลาสติกโดยใช้เครื่องรีโอมิเตอร์

วิธีการใช้เครื่อง

1. เปิดปั้มความดัน รอจนระดับความดันอยู่ที่ 30 Psi
2. เปิดสวิตช์ water bath ตั้งอุณหภูมิเป็น 25 องศาเซลเซียส
3. เปิดสวิตช์เครื่องรีโอมิเตอร์
4. เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ แล้วเข้าไปที่โปรแกรมการใช้เครื่อง
5. ถอดฝาครอบที่ตัว probe ของเครื่องออก ทำ Instrument Inertia โดยไปที่

   Option → Instrument → Inertia → Calibrate

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

6.ใส่หัว probe ชนิด parallel plate 25 mm จากนั้นไปที่

Geometry → Mapping ใช้เวลาประมาณ 5 นาที จากนั้นทำ Zero gap

7. เข้าสู่หน้าต่าง procedure ที่ต้องการวิเคราะห์

3.1 Stress sweep

Procedure→ New → Oscillatory → Stress sweep

Condition :	Normal force	1.0 N
	Osc. Stress	from 3.259 to 325.9 Pa
	Frequency	1.0 Hz

3.2 Creep – recovery

Procedure→ New → Creep

Condition :	Normal force	1.0 N
	Shear force	40 Pa (Creep)
	Duration	5 min
	Shear force	0 Pa (Recovery)
	Duration	15 min

3.3 Stress relaxation

Procedure→ New → Stress relaxation

Condition :	Normal force	1.0 N
	Strain	0.3 %
	Duration	15 min

3.4 Oscillation procedure

Procedure→ New → Oscillatory → Frequency sweep

Condition :	Normal force	1.0 N
	Osc. stress	40 Pa
	Frequency sweep	0.01-10 Hz

หมายเหตุ : ตัวอย่างที่ใช้ในการวัดต้องมีความหนาน้อยกว่า 5 มิลลิเมตรและมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับขนาดของหัว probe ที่เลือกใช้ ก่อนวัดทุกครั้งต้องทาขอบตัวอย่างด้วยซิลิโคนออยล์ เพื่อป้องกันตัวอย่างแห้งในระหว่างการวัด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1. การวิเคราะห์ปริมาณความชื้นโดยใช้ตู้อบแบบสุญญากาศ (AOAC, 2000)

1. นำกระป๋องหาความชื้นพร้อมฝา อบที่อุณหภูมิ 100±2 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ทำให้เย็นในโถดูดความชื้นนาน 30 นาที ชั่งน้ำหนัก (W_1)
2. ชั่งตัวอย่างประมาณ 3 กรัม ใส่ลงในกระป๋องหาความชื้นที่อบเรียบร้อยแล้ว และชั่งน้ำหนัก (W_2)
3. นำไปอบที่ตู้อบแบบสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง
4. นำกระป๋องหาความชื้นออกจากตู้อบแบบสุญญากาศ โดยปิดฝาทันที และทำให้เย็นในโถดูดความชื้น นาน 30 นาที ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน
5. นำไปอบต่ออีก 1 ชั่วโมงจนได้น้ำหนักคงที่ (W_3)

ปริมาณความชื้น ร้อยละของน้ำหนัก $= \{(W_2 - W_3) \times 100\}/(W_2 - W_1)$

เมื่อ W_1 = น้ำหนักของกระป๋องหาความชื้น เป็นกรัม

W_2 = น้ำหนักของกระป๋องหาความชื้นและตัวอย่างก่อนอบ เป็นกรัม

W_3 = น้ำหนักของกระป๋องหาความชื้นและตัวอย่างหลังอบ เป็นกรัม

2. การวิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ ด้วยเครื่อง Water Activity Meter

วิธีการวิเคราะห์

ใส่ตัวอย่างที่สับละเอียดแล้ว ในตลับพลาสติกสำหรับวัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ ปริมาณของตัวอย่างไม่ควรเกินครึ่งหนึ่งของตลับ นำไปใส่ในเครื่องวัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (Water Activity Meter) หมุนปุ่มจากตำแหน่งเปิด (open)ไปที่ตำแหน่งอ่านค่า (read) เครื่องเริ่มทำการวัด ใช้เวลาประมาณ 5 นาที เมื่อเครื่องวัดเสร็จจะมีเสียงสัญญาณเตือน บันทึกค่า ทำการวัด 3 ครั้ง นำมาหาค่าเฉลี่ย ก่อนวัดทุกครั้ง ต้องมีการปรับค่ามาตรฐานโดยใช้สารละลายมาตรฐาน

3. การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) โดยใช้ pH- meter

วิธีการวิเคราะห์

ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม ผสมกับน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้เป็น 50 มิลลิลิตร นำไปวัดค่าความเป็นกรด- ด่าง โดยเครื่องวัดค่าความเป็นกรดด่าง (pH- meter) ที่มีการปรับค่ามาตรฐานแล้ว ด้วยสารละลายมาตรฐานที่มีค่าความเป็นกรด- ด่าง เท่ากับ 7.00 และ 4.00 ตามลำดับ วิธีวัดคือ จุ่ม glass electrode ลงในสารละลายตัวอย่าง แช่ไว้ประมาณ 5 วินาที อ่านค่าที่ได้ และบันทึกผล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4. การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (Total soluble solid) (AOAC, 2000)

ชั่งตัวอย่างที่ปั่นละเอียด 10 กรัม เติมน้ำกลั่น 90 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน จากนั้นวัดด้วยเครื่อง hand refractometer (ATAGO, Japan) ค่าที่อ่านได้มีหน่วยเป็นองศาบริกซ์ คูณด้วยแฟกเตอร์ 9 ซึ่งแต่ละตัวอย่างจะทำการวัด 3 ซ้ำทำการ standardized ด้วยน้ำกลั่น

5. การวิเคราะห์ไขมันโดยวิธีซอล์เลต (AOAC, 2000)

1. อบขวดก้นกลมด้วยตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 100±2 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก (W_1)
2. ชั่งตัวอย่างที่ผ่านการอบไล่ความชื้นแล้ว โดยใช้เครื่องชั่งสำหรับงานวิเคราะห์ปริมาณ 2 กรัม (W) ใส่ในบีกเกอร์ เทผ่านกรวยกรองลงในทิมเบอร์ที่มีกระดาษกรองรองรับภายใน แล้ววางทิมเบอร์ลงในชุดซอล์กเลต
3. สกัดโดยใช้ปิโตรเลียมอีเทอร์ ตามเวลาที่กำหนด (ขึ้นกับปริมาณไขมันในตัวอย่าง)
4. เมื่อทำการสกัดครบตามเวลาที่กำหนดแล้ว ระเหยปิโตรเลียมอีเทอร์ออก เมื่อระเหยหมดแล้วนำไปอบที่ตู้ไฟฟ้าอุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น
5. อบต่ออีกครั้ง ประมาณ 30 นาที จนได้น้ำหนักคงที่ ชั่งน้ำหนัก (W_2)

ปริมาณไขมัน ร้อยละของน้ำหนัก = $\{(W_2 - W_1) \times 100\}/W$

เมื่อ W_1 = น้ำหนักขวดก้นกลม เป็นกรัม

W_2 = น้ำหนักขวดก้นกลมและไขมัน เป็นกรัม

W = น้ำหนักตัวอย่าง เป็นกรัม

6. การวิเคราะห์โปรตีน (AOAC, 2000)

1. ชั่งตัวอย่างน้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 2.0 กรัมลงในหลอดเคลดาห์ล ทำ Blank ควบคู่
2. เติมคะตะลิตส์ จำนวน 8 กรัม และเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 25 มิลลิลิตร โดยเอียงขวดและค่อยๆรินกรดลงข้างๆหลอดเพื่อล้างตัวอย่างที่อาจติดอยู่ข้างหลอดให้หมด
3. นำไปย่อยที่ชุดย่อยโปรตีนในตู้ดูดควัน โดยให้ความร้อนระดับ 5 ประมาณ 1 ชั่วโมง แล้วจึงเพิ่มเป็นระดับความร้อน 10 อีกประมาณ 2 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งสารละลายใส จึงปิดชุดย่อย รอจนกระทั่งสารละลายเย็นลงที่อุณหภูมิห้อง
4. นำสารละลายที่ได้ต่อกับเครื่องกลั่นโปรตีน โดยนำขวดรูปชมพู่ที่มีกรดบอริกจำนวน 50 มิลลิลิตร และหยดอินดิเคเตอร์ผสมลงไป 3-5 หยด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

5. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ให้มีปริมาณมากเกินพอ (ประมาณ 70 มิลลิลิตร) ข้อสังเกต ถ้าปริมาณด่างมากเกินพอ สารละลายจะมีสีดำ ถ้ายังไม่เกิดสีดำให้เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เพิ่มอีก 5-10 หยด
6. เปิดเครื่องเริ่มทำการกลั่น โดยให้ทำ Blank ก่อน หลังจากนั้นจึงทำการกลั่นตัวอย่าง
7. นำสารละลายที่กลั่นได้ไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริก จนได้จุดยุติ คือ สังเกตเห็นสีชมพูปรากฏขึ้น และสารละลายสีเทาอมม่วง

ปริมาณไนโตรเจน ร้อยละโดยน้ำหนัก = $\{(V_a-V_b) \times N.H_2SO_4 \times 1.4007\}/ W$

V_a = ปริมาตรของสารละลายกรดมาตรฐานกรดซัลฟิวริกที่ใช้ใน การไทเทรตตัวอย่าง มีหน่วยเป็นมิลลิลิตร

V_b = ปริมาตรของสารละลายกรดมาตรฐานกรดซัลฟิวริกที่ใช้การไทเทรต Blank มีหน่วยเป็นมิลลิลิตร

$N.H_2SO_4$ = ความเข้มข้นของสารละลายกรดมาตรฐานกรดซัลฟิวริก มีหน่วยเป็นนอร์มอล

W = น้ำหนักตัวอย่าง มีหน่วยเป็นกรัม

ปริมาณโปรตีน ร้อยละโดยน้ำหนัก = ปริมาณไนโตรเจนร้อยละของน้ำหนัก x แฟกเตอร์

7. การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า

1. เผาถ้วยกระเบื้องเคลือบในเตาเผาไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก (W_1) และใส่ตัวอย่างทันทีในถ้วยกระเบื้องเคลือบ ชั่งให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 2-3 กรัม (W_2)
2. นำไปเผาไฟอ่อนบนเตาไฟฟ้า โดยเพิ่มความร้อนขึ้นทีละน้อย จนตัวอย่างไหม้เกรียม และเผาต่อด้วยตะเกียงบุนเซนให้ควันหมด
3. นำไปเผาต่อในเตาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส จนได้เถ้าสีขาว
4. ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักไว้
5. ถ้าเถ้าที่ได้ไม่ขาว ให้หยดน้ำเล็กน้อยพอเปียกชุ่ม (ระวังอย่าให้เถ้าฟุ้งหรือกระเด็น) นำไประเหยแห้งบนเครื่องอังน้ำ และให้ทำซ้ำตามข้อ 2-4 โดยใช้เวลาในเตาเผาไฟฟ้าเพียง 1 ชั่วโมง จนได้น้ำหนักคงที่ ชั่งน้ำหนักที่ได้ (W_3)

ปริมาณเถ้าทั้งหมด ร้อยละของน้ำหนัก = $\{(W_3-W_1) \times 100\}/(W_2-W_1)$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

8. การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ โดยวิธี Lane and Eynon (AOAC, 2000)

สารเคมี

1. สารละลาย Fehling No.1 เตรียมโดยสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต (Copper sulphate, $CuSO_4$) จำนวน 69.278 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร โดยใช้ขวดปรับปริมาตร
2. สารละลาย Fehling No.2 เตรียมโดยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide, NaOH) จำนวน 100 กรัม และโซเดียมโปแตสเซียมตาร์เตรต (Sodium potassium tartrate, $NaKC_4O_6.4H_2O$) จำนวน 346 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร โดยใช้ขวดปรับปริมาตร
3. สารละลาย Carrez No.1 เตรียมโดยละลายซิงค์อะซิเตต (Zinc Acetate dehydrate) จำนวน 21.9 กรัม ในน้ำกลั่นที่มีกรดอะซิติก (Acetic Acid glacial) จำนวน 3 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร ในขวดปรับปริมาตร
4. สารละลาย Carrez No.2 เตรียมโดยสารละลายโพแทสเซียมเฟอโรไซยาไนด์ (Potassium ferrocyanide) จำนวน 10.6 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร ในขวดปรับปริมาตร
5. สารละลายเมธิลีนบลู (Methylene blue) เข้มข้น 1% เตรียมโดยละลายเมธิลีนบลู จำนวน 1 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร
6. สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 6.34 นอร์มอล เตรียมโดยตวงกรดไฮโดรคลอริก จำนวน 528.33 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น
7. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide, NaOH) 5 นอร์มอล เตรียมโดยชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ จำนวน 200 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร

วิธีการวิเคราะห์

ชั่งตัวอย่างจำนวน 10 กรัม เติมน้ำกลั่นลงไปพอประมาณให้ตัวอย่างละลาย เติม clearing agent คือ สารละลาย Carrez No.1 และ Carrez No.2 อย่างละ 5 มิลลิลิตรลงไป เขย่าให้เข้ากัน แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 250 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น ตั้งทิ้งไว้ 20 นาที แล้วกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 เก็บสารละลายที่กรองได้ไว้ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาล ดังต่อไปนี้

การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลก่อนการทำอินเวอร์ชั่น (D_1)

นำสารละลายตัวอย่างที่เตรียมไว้ ใส่ในบิวเรตขนาด 50 มิลลิลิตร ไล่ฟองอากาศออกให้หมด ปิเปตสารละลาย Fehling No.1 และ No.2 อย่างละ 5 มิลลิลิตร ใส่ในฟลาสค์ขนาด 250 มิลลิลิตร ใส่แท่งแม่เหล็ก นำไปตั้งบนเครื่อง hot plate stirrer จนเดือดไทเทรตกับสารละลายน้ำตาลตัวอย่างจนสีน้ำเงินจางลง หยดสารละลายเมธิลีนบลูลงไป 1 หยด ไทเทรตจนสีฟ้าหายไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เหลือตะกอนสีส้มแดง จดปริมาตรของสารละลายน้ำตาลที่ใช้ ถ้าปริมาตรของสารละลายที่ใช้อยู่ในช่วง 15-50 มิลลิลิตร แสดงว่าสารละลายตัวอย่างมีความเข้มข้นที่เหมาะสม ทำการไทเทรตสารละลายตัวอย่างให้ได้ค่าที่ถูกต้องกับสารละลาย Fehling โดยปล่อยสารละลายน้ำตาลจาก บิวเรตลงไปทันที โดยใช้ปริมาตรน้อยกว่าที่ใช้ในการไทเทรตครั้งแรกประมาณ 1-2 มิลลิลิตร ปล่อยให้เดือดนาน 2 นาที หยดสารละลายเมธิลีนบลูลงไป 1 หยด จนสีฟ้าหายไปหมด เหลือตะกอนสีส้มแดง จดปริมาตรของสารละลายน้ำตาลที่ใช้ ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง นำปริมาตรสารละลายน้ำตาลที่ใช้มาหาค่าเฉลี่ย แล้วนำไปเปรียบเทียบหาปริมาณน้ำตาลในสารละลายตัวอย่างจากตารางมาตรฐาน

การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลภายหลังการทำอินเวอร์ชั่น (D_2)

ปิเปตสารละลายตัวอย่างมา 50 มิลลิลิตร ใส่ในฟลาสค์ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 6.34 นอร์มอล ลงไป 10 มิลลิลิตร แล้วนำไปไฮโดรไลซ์ใน water bath ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที จากนั้นทำให้เย็น แล้วปรับให้เป็นกลางด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 10 นอร์มอล แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น นำสารละลายตัวอย่างนี้ใส่ลงในบิวเรต ทำการไทเทรตกับสารละลาย Fehling เช่นเดียวกับการหาปริมาณน้ำตาลก่อนอินเวอร์ชั่น

ร้อยละน้ำตาลซูโครส (S) = ร้อยละของผลต่าง $(D_2 - D_1) \times 0.95$

ร้อยละน้ำตาลทั้งหมด = $D_1 + S$

9. การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใย โดยวิธีการย่อยด้วยกรดและด่าง (AOAC, 2000)

1. ชั่งตัวอย่างที่สกัดไขมันออกและอบเรียบร้อยแล้ว ให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 2 กรัม (W_1) ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร
2. ตวงสารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้นร้อยละ 1.25 จำนวน 200 มิลลิลิตรใส่ลงในบีกเกอร์ที่มีตัวอย่าง นำไปต้มบนเตาไฟฟ้า โดยปิดปากบีกเกอร์ด้วยขวดแก้วกลมที่บรรจุน้ำกลั่นขนาด 500 มิลลิลิตร เพื่อป้องกันการระเหยของสารละลาย เมื่อเริ่มเดือด จับเวลาประมาณ 30 นาที
3. กรองทันทีด้วยกระดาษกรองเบอร์ 541 โดยใช้เครื่องกรองสุญญากาศ
4. ฉีดล้างสิ่งที่เหลือบนบีกเกอร์ ด้วยน้ำร้อนหลายๆครั้ง ลงในกรวยบุชเนอร์
5. ล้างสิ่งที่ตกค้างบนกระดาษกรอง ด้วยน้ำร้อนจนหมดกรด ทดสอบจาก สารละลายที่กรองได้ไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

6. ตวงสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้นร้อยละ 1.25 จำนวน 200 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร ตั้งบนเตาไฟฟ้าจนร้อน จากนั้นใส่ลงในขวดน้ำ แล้วฉีดล้างกากบนกระดาษกรองลงในบีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร จนหมด
7. นำไปต้มบนเตาไฟฟ้าโดยใช้ขวดก้นกลมปิดปากบีกเกอร์ให้สนิท เพื่อป้องกันการระเหยของสารละลาย เมื่อเริ่มเดือด จับเวลา ประมาณ 30 นาที
8. กรองทันทีด้วยกระดาษกรองเบอร์ 541 (W_2) ที่ผ่านการอบแห้งและทราบน้ำหนักที่แน่นอนฉีดล้างสิ่งที่เหลือบนบีกเกอร์ด้วยน้ำร้อนหลายๆครั้งลงในกรวยบุชเนอร์
9. ล้างสิ่งที่ตกค้างบนกระดาษกรอง ด้วยน้ำร้อนจนหมดด่าง ทดสอบจาก สารละลายที่กรองได้ไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน
10. นำกระดาษกรองวางบนถ้วยกระเบื้อง (W_3) นำไปอบในตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 102±2 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่งโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก (W_4)
11. เผาถ้วยกระเบื้องพร้อมกระดาษกรองที่อบเรียบร้อยแล้ว ในเตาเผา อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก (W_5)

ปริมาณเส้นใย ร้อยละของน้ำหนัก = $\{(W_4-W_3 -W_2) -(W_5 -W_3) \times 100\} / W_1$

เมื่อ W_1 = น้ำหนักตัวอย่าง มีหน่วยเป็นกรัม

W_2 = น้ำหนักกระดาษกรอง มีหน่วยเป็นกรัม

W_3 = น้ำหนักถ้วยกระเบื้อง มีหน่วยเป็นกรัม

W_4 = น้ำหนักถ้วยกระเบื้อง + กระดาษกรอง + เส้นใยหลังการอบแห้ง มีหน่วย เป็นกรัม

W_5 = น้ำหนักถ้วยกระเบื้อง + เส้นใยหลังจากการเผา มีหน่วยเป็นกรัม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก จ

วิธีวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1. การวิเคราะห์จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) (AOAC, 1998)

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่าง 25 กรัม ใส่ในถุงตีป่น เติมสารละลาย peptone water ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 จำนวน 225 กรัม นำเข้าเครื่องตีป่นนาน 1 นาที
2. ทำเจือจางอาหารในสารละลาย peptone water ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 หลอดละ 9 มิลลิลิตร จนได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม
3. ใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร ดูดสารละลายอาหารที่ระดับความเจือจางที่เหมาะสม จำนวน 3 ระดับความเข้มข้นที่ติดกัน จำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ในจานเพาะเชื้อ โดยทำ duplicate
4. เติมอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA อุณหภูมิ 44- 46 องศาเซลเซียส ประมาณ 12-15 มิลลิลิตร ใส่ในจานเพาะเชื้อ เขย่าจานให้สารละลายอาหารกระจายทั่วจานเพาะเชื้อ
5. ปล่อยให้อาหารวุ้นแข็งตัว คว่ำจานเพาะเชื้อ บ่มในตู้บ่มอุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 48 ± 3 ชั่วโมง
6. นับจำนวนโคโลนีจากจานที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 25-250 โคโลนี คำนวณค่า cfu/g ได้จากสูตร

$$\text{cfu/g} = \frac{\sum C}{(v_1 n_1 + 0.1 n_2)d}$$

เมื่อ $\sum C$ = ผลรวมของโคโลนีที่นับได้ทั้งหมดจากจานเพาะเชื้อที่นับได้ในช่วง 25-250 โคโลนี

v_1 = ปริมาตรของสารละลายที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเชื้อ

n_1 = จำนวนจานเพาะเชื้อที่นับได้ในช่วง 25-250 โคโลนี ในระดับความเข้มข้นแรก

n_2 = จำนวนจานเพาะเชื้อที่นับได้ในช่วง 25-250 โคโลนี ในระดับความเข้มข้นที่ 2

d = ระดับความเข้มข้นแรกที่สามารถนับเชื้อได้ในช่วง 25-250 โคโลนี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. การวิเคราะห์จำนวนยีสต์และรา (Yeast and Mould) (AOAC, 1998)

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่าง 25 กรัม ใส่ในถุงตีป่น เติมสารละลาย peptone water ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 จำนวน 225 กรัม นำเข้าเครื่องตีป่นนาน 1 นาที
2. ทำเจือจางอาหารในสารละลาย peptone water ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 หลอดละ 9 มิลลิลิตร จนได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม
3. ใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร ดูดสารละลายอาหารที่ระดับความเจือจางที่เหมาะสม จำนวน 3 ระดับความเข้มข้นที่ติดกัน จำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ในจานเพาะเชื้อ โดยทำ duplicate
4. เติมอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่ปรับ pH เป็น 3.5 ด้วยกรดทาร์ทาริก อุณหภูมิ 44- 46 องศา-เซลเซียส ประมาณ 15-20 มิลลิลิตร ใส่ในจานเพาะเชื้อ เขย่าจานให้สารละลายอาหารกระจายทั่วจานเพาะเชื้อ
5. ปล่อยให้อาหารวุ้นแข็งตัว บ่มในตู้บ่มอุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส นาน 72 ± 3 ชั่วโมง
6. นับจำนวนโคโลนีจากจานที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 15-150 โคโลนี คำนวณค่า cfu/g ได้จากสูตรเดียวกับการหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ฉ

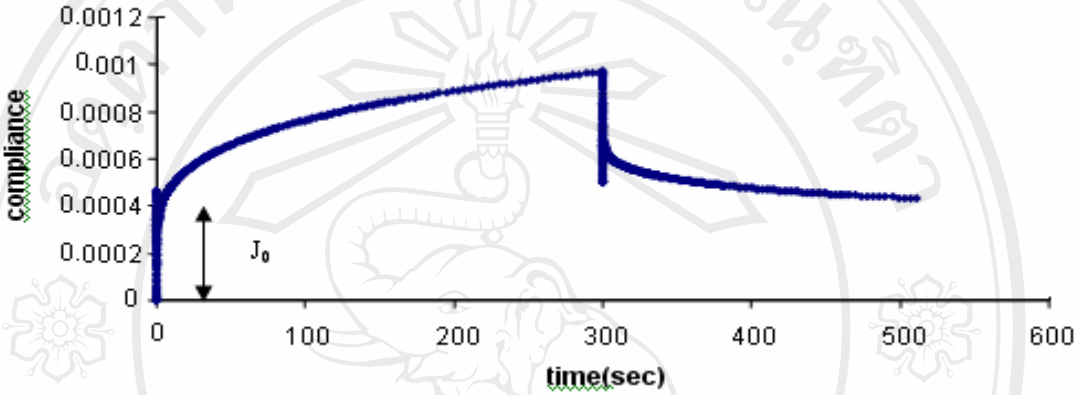
การหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1. การหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบการคืบ
(ยกตัวอย่างสิ่งทดลองที่ 12)

ขั้นที่ 1 พิจารณากราฟ creep compliance ที่ได้ หาค่า J_0 จากจุดเริ่มต้นของกราฟ โดยเส้นกราฟจะสูงขึ้นเป็นเส้นตรง โดยไม่มีการแยกออกจากแกน ที่เวลา t = 0

จากรูปจะได้ J_0 เท่ากับ 4.08×10^{-4} Pa^{-1}



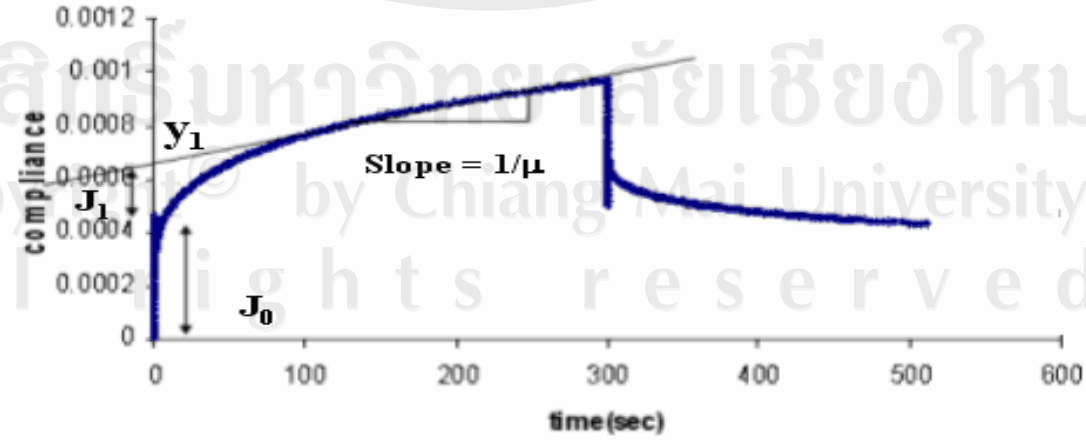
รูป ฉ.1 การหาค่า J_0

ขั้นที่ 2 หาค่าความหนืด (μ) จากความชันของเส้นกราฟ โดยลากเส้นจากจุดสูงสุดแนบเส้นกราฟมาตัดที่แกน y ณ จุด y_1

จากรูปจะได้ ความชัน เท่ากับ 7.90×10^{-7} $(Pa.sec)^{-1}$

ความหนืด (μ) เท่ากับ 1.27×10^{6} Pa.sec

J_1 เท่ากับ 3.16×10^{-4} Pa^{-1}

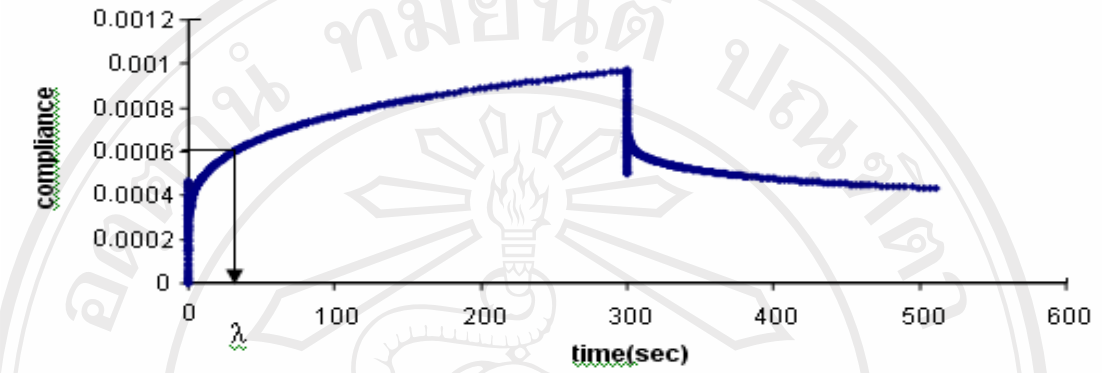


รูป ฉ.2 การหาค่า μ และค่า J_1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขั้นที่ 3 หาค่า λ_{ret} (retardation time) ได้จาก J_1 คูณ 63.2% บวกด้วย J_0 จากค่า compliance ที่ได้ ลากมาชนเส้นกราฟ creep แล้วลากเส้นตัดแกน x จะได้ค่า λ_{ret} หน่วยเป็นวินาที

จากรูปจะได้ λ_{ret} เท่ากับ 49.16 sec

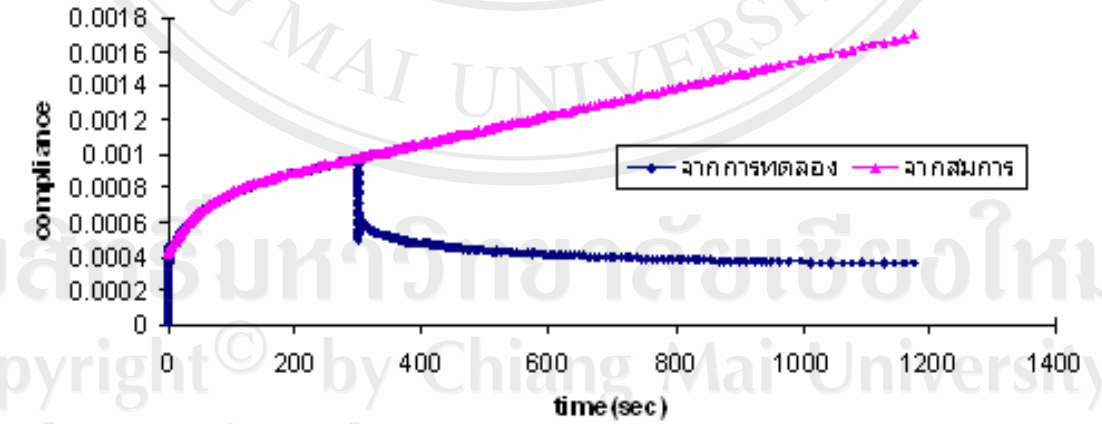


รูป ฉ.3 การหาค่า λ

ขั้นที่ 4 แทนค่าตัวแปรลงในสมการแบบจำลอง 4 องค์ประกอบ (Burgers model)

$$J(t) = J_0 + J_1 \left(1-\exp\left[-\frac{t}{\lambda ret1}\right]\right) + t/\mu$$

จากนั้น แทนค่าเวลา 0 – 1200 วินาที เปรียบเทียบกราฟจากสมการและจากผลการทดลอง



รูป ฉ.4 การเปรียบเทียบกราฟที่ได้จากการทดลองและจากสมการแบบจำลอง 4 องค์ประกอบ

จะเห็นว่ารูปแบบกราฟที่ได้จากการทดลองสอดคล้องกับสมการแบบจำลอง 4 องค์ประกอบ แสดงว่าแบบจำลองที่ได้มีความเหมาะสม หากเส้นกราฟที่ได้แนบกันไม่สนิท จำเป็นต้องเพิ่มจำนวนแบบจำลองโวค-เคลวิน โดยต้องหาค่า J_2 λ_2 หรือ J_3 λ_3 เพิ่มเข้ามาในสมการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. การหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบการพักความเค้น (ยกตัวอย่างสิ่งทดลองที่ 8)

ขั้นที่ 1 พิจารณากราฟการพักความเค้นที่ได้

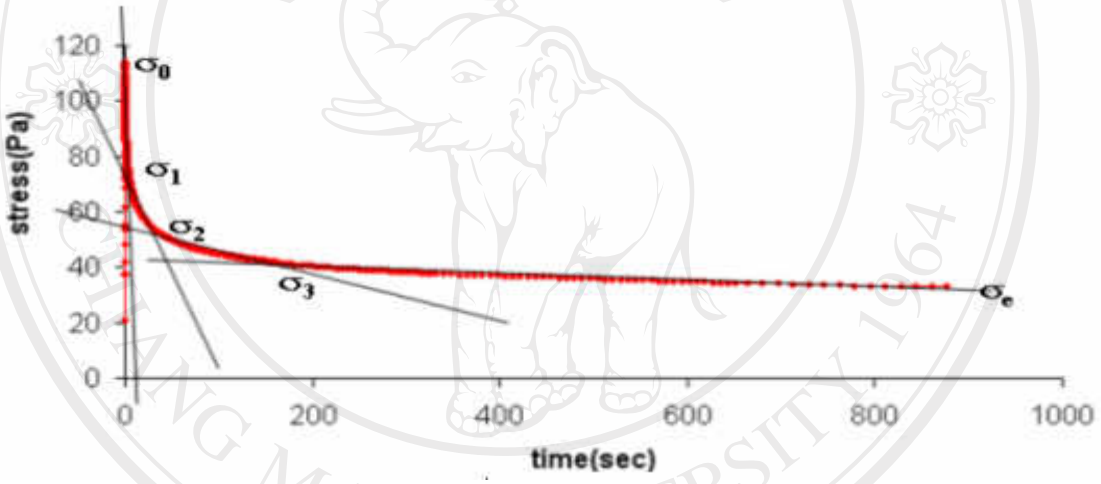
ลากเส้นตรงจากจุดสูงสุดของกราฟ σ_0 ให้แนบเส้นกราฟมากที่สุด จะเกิดจุดตัด σ_1

ลากเส้นตรงเส้นที่สอง ให้แนบเส้นกราฟมากที่สุด โดยเริ่มจากจุด σ_1 จะเกิดจุดตัด σ_2

ลากเส้นตรงเส้นที่สาม ให้แนบเส้นกราฟมากที่สุด โดยเริ่มจากจุด σ_2 จะเกิดจุดตัด σ_3

ลากเส้นตรงเส้นที่สี่ ให้แนบเส้นกราฟมากที่สุด โดยเริ่มจากจุด σ_3 จนถึง σ_e

จากรูปจะได้ σ_0 เท่ากับ 114.16 Pa σ_1 เท่ากับ 69.09 Pa σ_2 เท่ากับ 51.34 Pa σ_3 เท่ากับ 41.45 Pa σ_e เท่ากับ 31.77 Pa



รูป ฉ. 5 การหา σ_0 σ_1 σ_2 σ_3 และ σ_e

ขั้นที่ 2 หาค่า λ_{rel} (relaxation time) ในแต่ละองค์ประกอบ

โดย λ_1 หาจาก (σ_0 - σ_1) คูณ 36.8 % แล้วบวกกับ σ_1 จากค่า stress ที่ได้ ลากมาชนเส้นกราฟ relaxation แล้วลากเส้นตัดแกน x จะได้ค่า λ_1 เท่ากับ 0.94 sec

λ_2 หาจาก (σ_1 - σ_2) คูณ 36.8 % แล้วบวกกับ σ_2 จากค่า stress ที่ได้ ลากมาชนเส้นกราฟ relaxation แล้วลากเส้นตัดแกน x จะได้ค่า λ_2 เท่ากับ 19.80 sec

λ_3 และ λ_4 หาได้จากวิธีเดียวกันโดย λ_3 เท่ากับ 97.24 s และ λ_4 เท่ากับ 479.20 sec

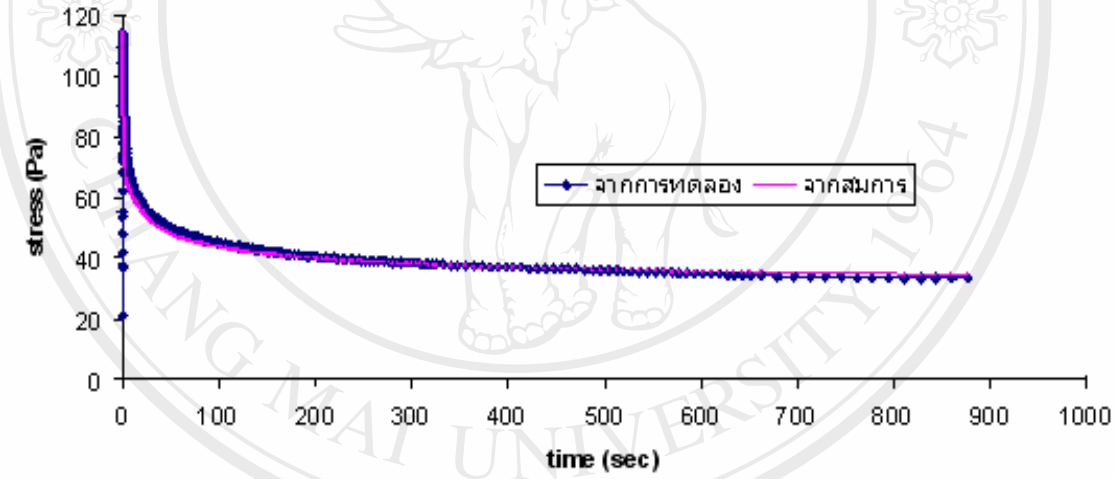
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขั้นที่ 3 แทนค่าตัวแปรลงในสมการแบบจำลองแมกซ์เวลล์ 4 หน่วย ต่อขนานกับสปริงอิสระ1 หน่วย

$$\sigma(t) = \sigma_e + (\sigma_0-\sigma_1)\exp\left[-\frac{t}{\lambda rel1}\right] + (\sigma_1-\sigma_2)\exp\left[-\frac{t}{\lambda rel2}\right] + (\sigma_2-\sigma_3)\exp\left[-\frac{t}{\lambda rel3}\right] + (\sigma_3-\sigma_e)\exp\left[-\frac{t}{\lambda rel4}\right]$$

$$\sigma(t) = 31.77 + (45.07)\exp\left[-\frac{t}{0.94}\right] + (17.75)\exp\left[-\frac{t}{19.80}\right] + (9.89)\exp\left[-\frac{t}{97.24}\right] + (8.31)\exp\left[-\frac{t}{479.20}\right]$$

จากนั้น แทนค่าเวลา 0 – 900 วินาที เปรียบเทียบกราฟจากสมการและจากผลการทดลอง



รูป ฉ.6 การเปรียบเทียบกราฟที่ได้จากการทดลองและจากสมการแบบจำลองแมกซ์เวลล์ 4 หน่วย ต่อขนานกับสปริงอิสระ1 หน่วย

จะเห็นว่ารูปแบบกราฟที่ได้จากการทดลองสอดคล้องกับสมการแบบจำลองแมกซ์เวลล์ 4 หน่วย ต่อขนานกับสปริงอิสระ1 หน่วย แสดงว่าแบบจำลองที่ได้มีความเหมาะสม หากเส้นกราฟที่ได้แนบกันไม่สนิท จำเป็นต้องเพิ่มจำนวนแบบจำลองแมกซ์เวลล์ โดยต้องหาค่า σ_5 λ_5 หรือ σ_6 λ_6 เพิ่มเข้ามาในสมการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ซ

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตัวอย่างแบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์เยลลี่ลำไย

ชื่อผู้ทดสอบชิม.....วันที่.....

คำชี้แจง กรุณาทดสอบชิมตัวอย่างต่อไปนี้ทีละตัวอย่างพร้อมทั้งให้คะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์ตามความรู้สึกของท่านมากที่สุดโดยในระหว่างการเปลี่ยนตัวอย่างควรดื่มน้ำก่อนทุกครั้ง

เกณฑ์การให้คะแนน

5 = ชอบมากที่สุด
4 = ชอบปานกลาง
3 = เฉยๆ
2 =ไม่ชอบปานกลาง
1 =ไม่ชอบมากที่สุด

ลักษณะที่ประเมิน	รหัสตัวอย่าง					
	.....	.....	.....	.....	.....	.....
ลักษณะปรากฏ						
สี						
ความยืดหยุ่น**						
กลิ่นลำไย						
รสหวาน						
ความเหนียวขณะเคี้ยว						
ลักษณะติดฟัน**						
ความชอบโดยรวม						

หมายเหตุ **ความยืดหยุ่น** : วิธีประเมินค่าคือให้ผู้ทดสอบใช้นิ้วมือจับกดตัวอย่าง

ลักษณะติดฟัน : เกณฑ์การให้คะแนนคือ ตัวอย่างที่มีลักษณะติดฟันมาก-คะแนนน้อย
ตัวอย่างที่มีลักษณะติดฟันน้อย-คะแนนมาก

เหตุผลของความชอบหรือไม่ชอบผลิตภัณฑ์

.....

.....

.....

ขอขอบคุณที่กรุณาให้ความร่วมมือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติผู้เขียน

ชื่อสกุล	นางสาว ศศิธร ลออเลิศลักขณา
วัน เดือน ปีเกิด	26 พฤศจิกายน 2524
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนลำปางกัลยาณี จังหวัดลำปาง ปีการศึกษา 2542 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขา ชีวเคมีและชีวเคมีเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2546

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved