



ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright © by Chiang Mai University

All rights reserved



ภาคผนวก ก  
ภาพน้ำพริกหนุ่มที่ผ่านการนอมด้วยวิธีต่างๆ  
เก็บรักษาเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright © by Chiang Mai University  
All rights reserved

1. น้ำพริกหนุ่มที่ถนอมด้วยการดัดแปลงบรรยากาศ



สถานะสุญญากาศ  
ขนาด 200 และ 500 กรัม

สถานะการแทนที่ด้วยก๊าซไนโตรเจน  
ขนาด 200 และ 500 กรัม



เก็บรักษานาน 0 สัปดาห์



เก็บรักษานาน 1 สัปดาห์



เก็บรักษานาน 2 สัปดาห์



เก็บรักษานาน 3 สัปดาห์



เก็บรักษานาน 4 สัปดาห์

## 2. น้ำพริกหนุ่มที่ถนอมด้วยความดันสูง



ระดับความดัน 500 และ 600 MPa  
เวลาคงความดัน 20 และ 40 นาที



เก็บรักษานาน 0 สัปดาห์



เก็บรักษานาน 1 สัปดาห์



เก็บรักษานาน 2 สัปดาห์



เก็บรักษานาน 3 สัปดาห์



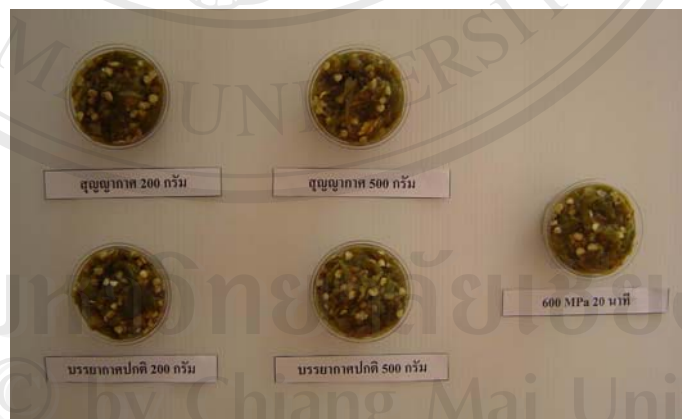
เก็บรักษานาน 4 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright © by Chiang Mai University  
All rights reserved

### 3. เปรียบเทียบน้ำพริกหนุ่มที่ถนอมด้วยวิธีต่างๆ



- สภาวะสุญญากาศ ขนาด 200 กรัม
- สภาวะสุญญากาศ ขนาด 500 กรัม
- สภาวะบรรยากาศปกติ ขนาด 200 กรัม
- สภาวะบรรยากาศปกติ ขนาด 500 กรัม
- ความดัน 600 MPa 20 นาที



เก็บรักษานาน 0 สัปดาห์



เก็บรักษานาน 1 สัปดาห์



เก็บรักษานาน 2 สัปดาห์



เก็บรักษานาน 3 สัปดาห์





เก็บรักษานาน 4 สัปดาห์



ภาคผนวก ข  
แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright © by Chiang Mai University  
All rights reserved

**แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของน้ำพริกหนุ่ม**  
**โดยวิธี 9- POINT HEDONIC SCALE**

ชื่อผู้ทดสอบชิม.....วันที่.....  
 ชื่อผลิตภัณฑ์ : น้ำพริกหนุ่ม

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่างต่อไปนี้จากซ้ายไปขวาและให้คะแนนที่ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดย

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| 9 = ชอบมากที่สุด (Like extremely)   | 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย (Dislike slightly)   |
| 8 = ชอบมาก (Like very much)         | 3 = ไม่ชอบปานกลาง (Dislike moderately)  |
| 7 = ชอบปานกลาง (Like moderately)    | 2 = ไม่ชอบมาก (Dislike very much)       |
| 6 = ชอบเล็กน้อย (Like slightly)     | 1 = ไม่ชอบมากที่สุด (Dislike extremely) |
| 5 = เฉยๆ (Neither like nor dislike) |   |

หมายเหตุ : กรุณาบ้วนปากหรือดื่มน้ำก่อนชิมตัวอย่าง

คุณลักษณะน้ำพริกหนุ่ม	คะแนนความชอบ			
	122	351	680	075
ความชอบโดยรวม				
สี				
กลิ่น				
รสชาติ				

ข้อเสนอแนะ

.....  
 .....

ขอบคุณ



ภาคผนวก ค  
ผลการทดลองการยืดอายุการเก็บรักษาน้ำพริกหนุ่ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright © by Chiang Mai University  
All rights reserved

ตาราง ข-1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำพริกหนุ่มที่ถนอมด้วยการดัดแปลงบรรยากาศ และเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาเก็บรักษา (สัปดาห์)	สถานะสุญญากาศ		สถานะการแทนที่ด้วยก๊าซไนโตรเจน		ค่าเฉลี่ย
	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	
0	5.14±0.01	5.15±0.01	5.13±0.01	5.14±0.02	5.14
1	4.95±0.02	4.86±0.08	4.86±0.04	4.84±0.04	4.88
2	4.81±0.01	4.74±0.02	4.79±0.02	4.71±0.02	4.76
3	4.72±0.01	4.68±0.02	4.74±0.01	4.66±0.01	4.7
4	4.68±0.01	4.64±0.01	4.67±0.03	4.62±0.01	4.65
ค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาเก็บรักษา	4.86	4.81	4.84	4.79	

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงเป็น ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง ข-2 ค่า Water activity ( $a_w$ ) ของน้ำพริกหนุ่มที่ถนอมด้วยการดัดแปลงบรรยากาศ และเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาเก็บรักษา (สัปดาห์)	สถานะสุญญากาศ		สถานะการแทนที่ด้วยก๊าซไนโตรเจน		ค่าเฉลี่ย
	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	
0	0.96±0.00	0.96±0.00	0.96±0.00	0.96±0.00	0.96
1	0.96±0.00	0.96±0.00	0.96±0.00	0.96±0.00	0.96
2	0.96±0.00	0.96±0.00	0.96±0.00	0.96±0.00	0.96
3	0.96±0.00	0.96±0.00	0.96±0.00	0.96±0.00	0.96
4	0.96±0.00	0.96±0.00	0.96±0.00	0.96±0.00	0.96
ค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาเก็บรักษา	0.96	0.96	0.96	0.96	

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงเป็น ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง ข-3 ปริมาณความชื้น (%) ของน้ำพริกหนุ่มที่ถนอมด้วยการตัดแปลงบรรยากาศ และเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาเก็บรักษา (สัปดาห์)	สถานะสุญญากาศ		สถานะการแทนที่ด้วยก๊าซไนโตรเจน		ค่าเฉลี่ย
	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	
0	82.37±0.57	82.59±0.98	81.92±0.92	83.00±0.50	82.47
1	82.13±0.60	83.56±0.45	82.53±1.33	83.05±0.23	82.82
2	83.60±0.38	82.82±0.93	82.38±0.87	83.69±0.82	83.12
3	83.60±0.16	83.89±0.47	83.63±0.61	83.45±0.61	83.64
4	83.58±0.75	83.85±0.49	83.29±0.57	83.51±0.47	83.56
ค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาเก็บรักษา	83.06	83.34	82.75	83.34	

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงเป็น ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง ข-4 ค่าสี L ของน้ำพริกหนุ่มที่ถนอมด้วยการตัดแปลงบรรยากาศ และเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาเก็บรักษา (สัปดาห์)	สถานะสุญญากาศ		สถานะการแทนที่ด้วยก๊าซไนโตรเจน		ค่าเฉลี่ย
	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	
0	37.82±2.07	38.25±0.97	37.05±2.53	38.46±3.39	37.90
1	36.86±2.94	37.15±2.32	36.29±1.96	36.11±0.85	36.60
2	37.04±1.41	37.54±0.96	35.88±1.05	36.20±0.42	36.67
3	36.05±2.59	36.02±3.10	35.11±2.48	33.85±1.52	35.26
4	34.49±1.24	34.99±0.74	34.36±1.41	34.85±1.00	34.67
ค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาเก็บรักษา	36.45	36.79	35.74	35.89	

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงเป็น ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง ข-5 ค่าสี a\* ของน้ำพริกหนุ่มที่ถนอมด้วยการตัดแปลงบรรยากาศ และเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา เก็บรักษา (สัปดาห์)	สภาวะสุญญากาศ		สภาวะการแทนที่ด้วยก๊าซไนโตรเจน		ค่าเฉลี่ย
	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	
0	1.61±0.60	1.89±0.88	1.82±1.03	1.75±0.67	1.77
1	2.25±0.50	1.87±0.42	1.87±0.95	2.57±0.61	2.14
2	2.56±0.38	2.34±0.12	2.41±0.06	2.40±0.07	2.43
3	2.63±0.08	2.89±1.19	2.63±0.63	2.53±0.56	2.67
4	2.90±0.13	3.15±0.12	2.77±0.35	3.22±0.13	3.01
ค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลา การเก็บรักษา	2.39	2.43	2.3	2.49	

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงเป็น ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง ข-6 ค่าสี b\* ของน้ำพริกหนุ่มที่ถนอมด้วยการตัดแปลงบรรยากาศ และเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา เก็บรักษา (สัปดาห์)	สภาวะสุญญากาศ		สภาวะการแทนที่ด้วยก๊าซไนโตรเจน		ค่าเฉลี่ย
	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	
0	15.74±0.98	15.53±1.66	14.51±1.21	15.16±1.10	15.24
1	18.61±2.51	21.04±2.94	19.12±1.99	20.38±1.97	19.79
2	20.46±0.89	22.38±0.21	20.97±0.58	23.66±2.47	21.87
3	20.32±0.85	20.71±2.71	20.60±1.11	21.31±2.42	20.74
4	22.73±2.65	21.77±2.30	21.05±1.17	23.21±1.33	22.19
ค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลา การเก็บรักษา	19.57	20.29	19.25	20.74	

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงเป็น ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง ข-7 ค่า  $C^*$  ของน้ำพริกหนุ่มที่ถนอมด้วยการตัดแปลงบรรยากาศ และเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา เก็บรักษา (สัปดาห์)	สภาวะสุญญากาศ		สภาวะการแทนที่ด้วยก๊าซไนโตรเจน		ค่าเฉลี่ย
	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	
0	15.83±0.36	15.66±0.80	14.64±0.36	15.27±0.90	15.35
1	18.75±1.04	21.12±1.34	19.22±2.36	20.55±0.99	19.91
2	20.62±1.18	22.51±0.27	21.11±0.75	23.79±2.93	22.01
3	20.18±0.14	20.91±0.45	20.77±0.75	21.46±0.21	20.83
4	22.92±2.20	21.99±0.16	21.24±0.68	23.43±1.48	22.40
ค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลา การเก็บรักษา	19.66	20.44	19.4	20.9	

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงเป็น ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง ข-8 ค่า  $H^{\circ}$  ของน้ำพริกหนุ่มที่ถนอมด้วยการตัดแปลงบรรยากาศ และเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา เก็บรักษา (สัปดาห์)	สภาวะสุญญากาศ		สภาวะการแทนที่ด้วยก๊าซไนโตรเจน		ค่าเฉลี่ย
	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	
0	84.13±2.86	83.15±3.45	82.81±4.61	83.34±3.25	83.36
1	83.10±0.34	84.92±0.06	84.51±1.80	82.85±0.59	83.85
2	83.06±0.71	84.04±0.22	83.55±0.02	84.17±0.73	83.71
3	82.50±0.07	82.07±0.39	82.72±0.23	83.24±1.27	82.63
4	82.72±0.54	81.78±0.01	82.52±0.37	82.09±0.64	82.28
ค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลา การเก็บรักษา	83.10	83.19	83.22	83.14	

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงเป็น ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน



ตาราง ข-9 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (%) ของน้ำพริกหนุ่มที่ถนอมด้วยการดัดแปลงบรรยากาศ และ เก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา เก็บรักษา (สัปดาห์)	สถานะสุญญากาศ		สถานะการแทนที่ด้วยก๊าซไนโตรเจน		ค่าเฉลี่ย
	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	
0	2.96±0.07	2.90±0.09	3.08±0.04	2.84±0.12	2.95
1	2.60±0.23	2.68±0.25	2.44±0.10	2.34±0.35	2.52
2	2.63±0.41	2.13±0.48	2.40±0.45	2.37±0.19	2.38
3	2.42±0.19	2.42±0.29	2.30±0.19	2.13±0.12	2.32
4	2.26±0.12	2.05±0.25	1.91±0.64	1.96±0.09	2.05
ค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลา การเก็บรักษา	2.57	2.44	2.43	2.33	

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงเป็น ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง ข-10 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (%) ของน้ำพริกหนุ่มที่ถนอมด้วยการดัดแปลงบรรยากาศ และ เก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา เก็บรักษา (สัปดาห์)	สถานะสุญญากาศ		สถานะการแทนที่ด้วยก๊าซไนโตรเจน		ค่าเฉลี่ย
	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	
0	5.83±0.12	5.97±0.34	5.78±0.37	6.05±0.32	5.91
1	5.57±0.15	5.44±0.11	5.27±0.11	5.33±0.35	5.40
2	5.12±0.18	5.19±0.22	4.79±0.20	5.09±0.16	5.05
3	4.90±0.35	5.08±0.24	5.10±0.53	5.00±0.72	5.02
4	4.94±0.17	4.80±0.76	4.66±0.08	4.89±0.47	4.82
ค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลา การเก็บรักษา	5.27	5.30	5.12	5.27	

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงเป็น ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง ข-11 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (log CFU/g) ของน้ำพริกหนุ่มที่ถนอมด้วยการดัดแปลงบรรยากาศ และเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาเก็บรักษา (สัปดาห์)	สภาวะสุญญากาศ		สภาวะการแทนที่ด้วยก๊าซไนโตรเจน		ค่าเฉลี่ย
	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	
0	9.63	9.39	9.57	9.37	9.49
1	9.04	9.29	9.24	9.31	9.22
2	8.42	8.75	8.13	8.83	8.53
3	7.88	8.09	8.02	8.47	8.12
4	7.77	7.77	7.76	7.83	7.78
ค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาเก็บรักษา	8.55	8.66	8.54	8.76	

หมายเหตุ : ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยของการทดลอง 2 ซ้ำ

ตาราง ข-12 ปริมาณยีสต์และรา (log CFU/g) ของน้ำพริกหนุ่มที่ถนอมด้วยการดัดแปลงบรรยากาศ และเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาเก็บรักษา (สัปดาห์)	สภาวะสุญญากาศ		สภาวะการแทนที่ด้วยก๊าซไนโตรเจน		ค่าเฉลี่ย
	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	
0	4.82	4.96	4.60	4.81	4.80
1	4.27	4.37	3.99	4.24	4.22
2	2.77	2.81	3.04	2.93	2.89
3	2.50	2.60	2.75	2.62	2.62
4	2.15	2.52	2.34	2.29	2.33
ค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาเก็บรักษา	3.30	3.45	3.34	3.38	

หมายเหตุ : ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยของการทดลอง 2 ซ้ำ

ตาราง ข-13 ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (MPN/g) ของน้ำพริกหนุ่มที่ถนอมด้วยการดัดแปลง  
บรรยากาศ และเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา เก็บรักษา (สัปดาห์)	สภาวะสุญญากาศ		สภาวะการแทนที่ด้วยก๊าซไนโตรเจน		ค่าเฉลี่ย
	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	
0	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100
1	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100
2	350	460	780	460	513
3	240	460	335	460	374
4	225	240	195	172	208
ค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลา การเก็บรักษา	603	672	702	658	

หมายเหตุ : ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยของการทดลอง 2 ซ้ำ

ตาราง ข-14 คะแนนความชอบโดยรวมของน้ำพริกหนุ่มที่ถนอมด้วยการดัดแปลงบรรยากาศ และ  
เก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา เก็บรักษา (วัน)	สภาวะสุญญากาศ		สภาวะการแทนที่ด้วยก๊าซไนโตรเจน		ค่าเฉลี่ย
	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	
0	6.50±1.02	6.40±1.09	6.52±1.11	6.34±1.04	6.44
1	6.68±1.04	6.60±0.93	6.44±1.09	6.44±1.01	6.54
2	6.49±1.05	6.48±0.99	6.39±0.99	6.34±1.10	6.43
3	6.20±1.31	6.26±1.27	6.12±1.38	6.48±1.28	6.27
4	6.34±0.96	6.14±1.09	6.22±0.93	6.27±1.05	6.24
ค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลา การเก็บรักษา	6.44	6.38	6.34	6.37	

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงเป็น ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง ข-15 คะแนนความชอบด้านสีของน้ำพริกหนุ่มที่ถนอมด้วยการดัดแปลงบรรยากาศ และ เก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา เก็บรักษา (วัน)	สภาวะสุญญากาศ		สภาวะการแทนที่ด้วยก๊าซไนโตรเจน		ค่าเฉลี่ย
	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	
0	6.46±0.86	6.62±1.31	6.28±0.99	6.32±1.08	6.42
1	6.62±0.99	6.70±1.18	6.44±1.26	6.60±1.23	6.59
2	6.34±1.20	6.02±1.06	6.12±1.15	6.14±1.20	6.16
3	6.06±1.53	6.36±1.19	6.22±1.42	6.34±1.29	6.25
4	6.08±1.35	6.26±1.16	6.04±1.24	6.21±1.12	6.15
ค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลา การเก็บรักษา	6.31	6.39	6.22	6.32	

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงเป็น ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง ข-16 คะแนนความชอบด้านกลิ่นของน้ำพริกหนุ่มที่ถนอมด้วยการดัดแปลงบรรยากาศ และ เก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา เก็บรักษา (วัน)	สภาวะสุญญากาศ		สภาวะการแทนที่ด้วยก๊าซไนโตรเจน		ค่าเฉลี่ย
	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	
0	6.64±1.12	6.42±1.05	6.38±1.14	6.34±0.98	6.45
1	6.56±1.21	6.66±1.08	6.24±1.25	6.24±1.29	6.43
2	6.16±1.13	6.26±1.05	5.84±1.45	5.98±1.34	6.06
3	6.16±1.60	5.78±1.46	5.68±1.55	6.10±1.27	5.93
4	6.10±1.56	6.04±1.40	6.00±1.40	6.16±1.31	6.08
ค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลา การเก็บรักษา	6.32	6.23	6.03	6.16	

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงเป็น ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง ข-17 คะแนนความชอบด้านรสชาติของน้ำพริกหนุ่มที่ถนอมด้วยการตัดแปลงบรรยากาศ และเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา เก็บรักษา (วัน)	สถานะสุญญากาศ		สถานะการแทนที่ด้วยก๊าซไนโตรเจน		ค่าเฉลี่ย
	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	
0	6.30±1.23	6.20±1.14	6.62±1.14	6.24±1.00	6.34
1	6.54±1.09	6.30±1.15	6.20±1.01	6.26±1.19	6.33
2	6.66±1.10	5.76±1.46	5.80±1.54	5.64±1.45	5.97
3	5.62±1.35	5.56±1.25	5.66±1.14	5.86±1.16	5.68
4	5.66±1.27	5.60±1.16	5.82±1.29	5.64±1.38	5.68
ค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลา การเก็บรักษา	6.16	5.88	6.02	5.93	

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงเป็น ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง ข-18 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำพริกหนุ่มที่ถนอมด้วยความดันสูง และเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา เก็บรักษา (ลำดับที่)	500 MPa		600 MPa		ค่าเฉลี่ย
	20 นาที	40 นาที	20 นาที	40 นาที	
0	5.23±0.02	5.23±0.01	5.20±0.02	5.23±0.02	5.22
1	5.15±0.02	5.17±0.01	5.19±0.01	5.18±0.01	5.17
2	5.15±0.02	5.12±0.01	5.13±0.01	5.17±0.01	5.14
3	5.08±0.01	5.08±0.01	5.09±0.01	5.09±0.01	5.09
4	5.04±0.01	5.05±0.01	5.04±0.01	5.05±0.02	5.05
ค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลา การเก็บรักษา	5.13	5.13	5.13	5.14	

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงเป็น ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง ข-19 ค่า Water activity ( $a_w$ ) ของน้ำพริกหนุ่มที่ถนอมด้วยความดันสูง และเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา เก็บรักษา (สัปดาห์)	500 MPa		600 MPa		ค่าเฉลี่ย
	20 นาที	40 นาที	20 นาที	40 นาที	
0	0.96±0.00	0.96±0.00	0.96±0.00	0.96±0.00	0.96
1	0.96±0.00	0.96±0.00	0.96±0.00	0.96±0.00	0.96
2	0.97±0.00	0.96±0.00	0.96±0.00	0.96±0.00	0.96
3	0.97±0.00	0.96±0.00	0.96±0.00	0.97±0.00	0.97
4	0.96±0.00	0.96±0.00	0.96±0.00	0.97±0.00	0.96
ค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลา การเก็บรักษา	0.96	0.96	0.96	0.96	

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงเป็น ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง ข-20 ปริมาณความชื้น (%) ของน้ำพริกหนุ่มที่ถนอมด้วยความดันสูง และเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา เก็บรักษา (สัปดาห์)	500 MPa		600 MPa		ค่าเฉลี่ย
	20 นาที	40 นาที	20 นาที	40 นาที	
0	84.43±0.24	84.83±0.64	84.94±0.29	84.70±0.23	84.73
1	85.19±0.38	85.36±0.31	85.42±0.34	85.14±0.21	85.28
2	84.88±0.17	85.00±0.21	85.30±0.26	85.14±0.35	85.08
3	85.17±0.06	85.37±0.19	85.50±0.17	85.27±0.12	85.33
4	85.30±0.21	85.41±0.28	85.35±0.21	85.44±0.19	85.37
ค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลา การเก็บรักษา	84.99	85.19	85.30	85.14	

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงเป็น ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง ข-21 ค่าสี L ของน้ำพริกหนุ่มที่ถนอมด้วยความดันสูง และเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

ระยะการเก็บรักษา (สัปดาห์)	500 MPa		600 MPa		ค่าเฉลี่ย
	20 นาที	40 นาที	20 นาที	40 นาที	
0	34.97±0.84	33.94±0.85	32.58±0.51	33.57±1.56	33.76
1	32.70±0.79	35.15±1.30	32.27±0.75	34.06±1.04	33.54
2	34.18±2.50	34.61±2.04	33.54±1.23	33.49±1.95	33.95
3	33.60±1.23	35.67±3.56	34.66±2.18	32.99±0.98	34.23
4	34.30±3.85	33.87±3.96	32.21±1.42	32.63±1.05	33.25
ค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา	33.95	34.65	33.05	33.35	

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงเป็น ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง ข-22 ค่าสี a\* ของน้ำพริกหนุ่มที่ถนอมด้วยความดันสูง และเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

ระยะการเก็บรักษา (สัปดาห์)	500 MPa		600 MPa		ค่าเฉลี่ย
	20 นาที	40 นาที	20 นาที	40 นาที	
0	2.09±0.26	2.33±0.45	1.85±0.53	2.12±0.34	2.10
1	2.34±0.57	2.44±0.43	2.59±0.35	2.48±0.43	2.46
2	3.33±0.72	3.22±0.69	3.22±0.68	2.85±0.63	3.15
3	2.30±1.03	2.41±0.71	2.36±0.35	2.89±0.60	2.49
4	2.35±0.68	2.94±1.02	2.37±0.78	3.09±0.55	2.69
ค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา	2.48	2.67	2.47	2.69	

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงเป็น ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง ข-23 ค่าสี b\* ของน้ำพริกหนุ่มที่ถนอมด้วยความดันสูง และเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

ระยะการเก็บรักษา (สัปดาห์)	500 MPa		600 MPa		ค่าเฉลี่ย
	20 นาที	40 นาที	20 นาที	40 นาที	
0	17.29±2.36	17.89±2.80	16.21±1.47	15.86±0.67	16.81
1	17.50±1.53	15.28±3.48	16.10±1.49	15.04±1.33	15.98
2	15.81±0.89	16.10±0.69	15.12±1.43	15.48±1.79	15.61
3	18.13±0.57	18.63±1.30	17.15±0.65	17.47±1.34	17.85
4	20.20±1.22	19.32±1.54	18.87±1.53	17.50±1.15	18.97
ค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา	17.79	17.43	16.69	16.27	

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงเป็น ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง ข-24 ค่าสี C\* ของน้ำพริกหนุ่มที่ถนอมด้วยความดันสูง และเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

ระยะการเก็บรักษา (สัปดาห์)	500 MPa		600 MPa		ค่าเฉลี่ย
	20 นาที	40 นาที	20 นาที	40 นาที	
0	17.41±0.38	18.04±0.29	16.32±0.22	16.00±0.72	16.94
1	17.66±0.76	15.47±1.79	16.31±1.19	15.24±1.35	16.17
2	16.16±0.79	16.42±0.06	15.46±1.26	15.74±0.23	15.95
3	18.28±0.26	18.78±0.05	17.31±0.62	17.71±1.55	18.02
4	20.34±0.53	20.20±0.84	20.27±0.60	17.77±0.22	19.65
ค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา	17.97	17.78	17.13	16.49	

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงเป็น ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน



ตาราง ข-25 ค่า  $H^{\circ}$  ของน้ำพริกหนุ่มที่ถนอมด้วยความดันสูง และเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

ระยะการเก็บรักษา (สัปดาห์)	500 MPa		600 MPa		ค่าเฉลี่ย
	20 นาที	40 นาที	20 นาที	40 นาที	
0	83.10±0.81	82.60±0.01	83.50±1.86	82.38±0.08	82.89
1	82.38±0.37	80.90±0.42	80.81±1.69	80.65±0.30	81.19
2	78.15±1.56	78.68±2.62	77.91±2.05	79.60±1.39	78.59
3	82.76±2.38	82.63±1.63	82.16±1.35	80.52±1.99	82.02
4	83.34±1.74	81.56±1.89	83.30±0.10	79.99±0.47	82.05
ค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา	81.95	81.27	81.54	80.63	

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงเป็น ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง ข-26 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (%) ของน้ำพริกหนุ่มที่ถนอมด้วยความดันสูง และเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

ระยะการเก็บรักษา (สัปดาห์)	500 MPa		600 MPa		ค่าเฉลี่ย
	20 นาที	40 นาที	20 นาที	40 นาที	
0	1.55±0.13	1.52±0.10	1.57±0.06	1.72±0.05	1.59
1	1.52±0.03	1.38±0.07	1.50±0.03	1.71±0.11	1.53
2	1.78±0.09	1.60±0.09	1.83±0.04	1.84±0.07	1.76
3	1.13±0.45	1.27±0.15	1.42±0.33	1.50±0.09	1.33
4	1.25±0.40	1.34±0.31	1.26±0.39	1.46±0.06	1.33
ค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา	1.45	1.42	1.52	1.65	

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงเป็น ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง ข-27 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (%) ของน้ำพริกหนุ่มที่ถนอมด้วยความดันสูง และเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา เก็บรักษา (สัปดาห์)	500 MPa		600 MPa		ค่าเฉลี่ย
	20 นาที	40 นาที	20 นาที	40 นาที	
0	4.12±0.26	4.56±0.25	4.65±0.32	4.36±0.24	4.42
1	4.58±0.20	4.78±0.14	4.22±0.26	4.69±0.23	4.57
2	4.45±0.14	4.67±0.32	4.21±0.30	4.15±0.33	4.37
3	4.00±0.29	3.97±0.40	4.28±0.15	4.10±0.31	4.09
4	3.96±0.26	3.73±0.20	3.56±0.60	3.96±0.22	3.80
ค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลา การเก็บรักษา	4.22	4.34	4.18	4.25	

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงเป็น ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง ข-28 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g) ของน้ำพริกหนุ่มที่ถนอมด้วยความดันสูง และเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา เก็บรักษา (สัปดาห์)	500 MPa		600 MPa	
	20 นาที	40 นาที	20 นาที	40 นาที
0	<250	<250	<250	<250
1	<250	<250	<250	<250
2	<250	<250	<250	<250
3	<250	<250	<250	<250
4	<250	<250	<250	<250

หมายเหตุ : ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยของการทดลอง 2 ซ้ำ

ตาราง ข-29 ปริมาณยีสต์และรา (CFU/g) ของน้ำพริกหนุ่มที่ถนอมด้วยความดันสูง และเก็บรักษา  
ที่ 4 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา เก็บรักษา (สัปดาห์)	500 MPa		600 MPa	
	20 นาที	40 นาที	20 นาที	40 นาที
0	<10	<10	<10	<10
1	<10	<10	<10	<10
2	<10	<10	<10	<10
3	<10	<10	<10	<10
4	<10	<10	<10	<10

หมายเหตุ : ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยของการทดลอง 2 ซ้ำ

ตาราง ข-30 ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (MPN/g) ของน้ำพริกหนุ่มที่ถนอมด้วยความดันสูง และ  
เก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา เก็บรักษา (สัปดาห์)	500 MPa		600 MPa	
	20 นาที	40 นาที	20 นาที	40 นาที
0	<3	<3	<3	<3
1	<3	<3	<3	<3
2	<3	<3	<3	<3
3	<3	<3	<3	<3
4	<3	<3	<3	<3

หมายเหตุ : ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยของการทดลอง 2 ซ้ำ

ตาราง ข-31 ปริมาณ *E. coli* (MPN/g) ของน้ำพริกหนุ่มที่ถนอมด้วยความดันสูง และเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา เก็บรักษา (สัปดาห์)	500 MPa		600 MPa	
	20 นาที	40 นาที	20 นาที	40 นาที
0	<3	<3	<3	<3
1	<3	<3	<3	<3
2	<3	<3	<3	<3
3	<3	<3	<3	<3
4	<3	<3	<3	<3

หมายเหตุ : ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยของการทดลอง 2 ซ้ำ

ตาราง ข-32 คะแนนความชอบในด้านต่างๆ ของน้ำพริกหนุ่มที่ถนอมด้วยความดันสูง และเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

ลักษณะทาง ประสาทสัมผัส	หาคความคุม	500 MPa		600 MPa	
		20 นาที	40 นาที	20 นาที	40 นาที
ความชอบโดยรวม	7.14±1.48	6.36±1.38	6.72±1.13	6.94±1.15	6.64±1.24
สี	6.90±1.31	6.48±1.34	6.50±1.43	6.96±1.28	6.66±1.51
กลิ่น	6.88±1.61	6.10±1.68	6.40±1.29	6.88±1.35	6.32±1.30
รสชาติ	7.12±1.86	6.40±1.31	6.74±1.08	6.60±1.21	6.62±1.18

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงเป็น ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง ข-33 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำพริกหนุ่มในสิ่งทดลองต่างๆ และเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

ระยะ การเก็บรักษา (สัปดาห์)	สิ่งทดลอง					ค่าเฉลี่ย
	สุญญากาศ		บรรยากาศปกติ		ความดัน 600 MPa 20 นาที	
	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม		
0	5.24±0.01	5.25±0.01	5.25±0.01	5.25±0.01	5.27±0.01	5.25
1	5.11±0.01	5.09±0.05	5.13±0.01	5.14±0.01	5.15±0.01	5.12
2	5.06±0.02	5.09±0.01	5.06±0.00	5.08±0.01	5.09±0.02	5.08
3	4.96±0.01	4.91±0.02	4.85±0.02	4.76±0.02	5.03±0.01	4.90
4	4.55±0.03	4.55±0.01	4.51±0.01	4.45±0.02	5.02±0.00	4.62
ค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลา การเก็บรักษา	4.98	4.98	4.96	4.94	5.11	

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงเป็น ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง ข-34 ค่า Water activity ( $a_w$ ) ของน้ำพริกหนุ่มในสิ่งทดลองต่างๆ และเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

ระยะ การเก็บรักษา (สัปดาห์)	สิ่งทดลอง					ค่าเฉลี่ย
	สุญญากาศ		บรรยากาศปกติ		ความดัน 600 MPa 20 นาที	
	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม		
0	0.96±0.00	0.96±0.00	0.96±0.00	0.96±0.00	0.96±0.00	0.96
1	0.96±0.00	0.96±0.00	0.96±0.00	0.96±0.00	0.96±0.00	0.96
2	0.96±0.00	0.96±0.00	0.96±0.00	0.96±0.00	0.96±0.00	0.96
3	0.96±0.00	0.96±0.00	0.96±0.00	0.96±0.00	0.96±0.00	0.96
4	0.96±0.00	0.96±0.00	0.96±0.00	0.96±0.00	0.96±0.00	0.96
ค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลา การเก็บรักษา	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงเป็น ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง ข-35 ปริมาณความชื้น (%) ของน้ำพริกหนุ่มในสิ่งทดลองต่างๆ และเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

ระยะ การเก็บรักษา (สัปดาห์)	สิ่งทดลอง					ค่าเฉลี่ย
	สุญญากาศ		บรรยากาศปกติ		ความดัน 600 MPa 20 นาที	
	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม		
0	82.16±0.71	82.24±0.46	82.15±0.59	81.84±0.49	81.82±0.85	82.04
1	81.92±0.62	81.92±0.61	82.12±0.38	81.98±0.58	81.67±1.12	81.92
2	82.27±0.77	82.33±0.37	81.95±0.38	82.36±0.63	81.88±0.56	82.16
3	82.27±0.95	82.46±0.68	82.54±0.40	82.17±0.42	82.02±0.48	82.29
4	82.96±0.57	83.20±0.33	82.65±0.26	82.52±0.53	82.49±0.41	82.76
ค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลา การเก็บรักษา	82.32	82.43	82.28	82.17	81.98	

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงเป็น ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง ข-36 ค่าสี L ของน้ำพริกหนุ่มในสิ่งทดลองต่างๆ และเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

ระยะ การเก็บรักษา (สัปดาห์)	สิ่งทดลอง					ค่าเฉลี่ย
	สุญญากาศ		บรรยากาศปกติ		ความดัน 600 MPa 20 นาที	
	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม		
0	35.36±1.98	36.09±2.17	35.28±2.88	35.14±1.62	34.87±1.15	35.35
1	34.31±1.60	33.91±2.33	33.12±1.80	34.46±1.40	34.17±2.02	33.99
2	34.26±1.13	34.11±1.64	33.28±1.45	33.68±1.50	35.25±1.31	34.12
3	34.05±1.27	33.49±2.19	32.79±1.54	32.13±0.88	34.54±1.78	33.40
4	32.70±1.21	32.32±1.57	31.15±0.84	30.72±2.02	33.37±1.65	32.05
ค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลา การเก็บรักษา	34.14	33.98	33.12	33.23	34.44	

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงเป็น ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง ข-37 ค่าสี a\* ของน้ำพริกหนุ่มในสิ่งทดลองต่างๆ และเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

ระยะ การเก็บรักษา (สัปดาห์)	สิ่งทดลอง					ค่าเฉลี่ย
	สุญญากาศ		บรรยากาศปกติ		ความดัน	
	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	600 MPa 20 นาที	
0	2.33±0.54	2.48±0.73	2.35±0.86	2.71±0.97	1.98±0.55	2.37
1	2.42±0.68	2.21±0.78	3.19±0.78	3.05±0.96	2.30±0.44	2.63
2	3.34±0.88	3.44±0.60	4.11±1.06	3.83±0.79	2.75±0.85	3.49
3	3.58±1.16	3.19±0.17	3.48±0.47	3.63±1.20	2.48±0.59	3.27
4	3.14±0.57	3.12±0.39	3.86±0.47	4.38±0.82	2.89±0.68	3.48
ค่าเฉลี่ยตลอดระยะ การเก็บรักษา	2.96	2.89	3.40	3.52	2.48	

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงเป็น ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง ข-38 ค่าสี b\* ของน้ำพริกหนุ่มในสิ่งทดลองต่างๆ และเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

ระยะ การเก็บรักษา (สัปดาห์)	สิ่งทดลอง					ค่าเฉลี่ย
	สุญญากาศ		บรรยากาศปกติ		ความดัน	
	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	600 MPa 20 นาที	
0	19.15±2.44	19.60±2.43	20.90±1.76	20.85±1.49	18.52±1.96	19.80
1	21.14±2.28	20.73±0.98	19.68±2.53	20.13±1.04	19.63±1.28	20.26
2	19.20±1.66	20.69±2.64	21.60±1.43	20.23±0.92	17.11±1.76	19.77
3	21.03±1.52	20.39±2.02	24.39±1.61	25.54±2.51	17.02±2.33	21.67
4	23.01±1.50	23.89±1.90	25.57±1.04	26.51±0.82	19.25±1.42	23.65
ค่าเฉลี่ยตลอดระยะ การเก็บรักษา	20.71	21.06	22.43	22.65	18.31	

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงเป็น ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง ข-39 ค่าสี C\* ของน้ำพริกหนุ่มในสิ่งทดลองต่างๆ และเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

ระยะ การเก็บรักษา (สัปดาห์)	สิ่งทดลอง					ค่าเฉลี่ย
	สุญญากาศ		บรรยากาศปกติ		ความดัน 600 MPa 20 นาที	
	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม		
0	19.30±1.94	19.79±1.49	21.04±2.35	21.01±0.26	18.62±0.37	19.95
1	21.29±2.17	20.84±1.10	19.94±0.74	22.16±0.09	19.76±0.48	20.80
2	19.55±0.05	20.98±1.28	21.99±2.14	22.56±0.27	17.34±0.89	20.48
3	21.33±0.64	20.63±1.62	24.64±1.45	25.79±1.57	17.21±2.80	21.92
4	23.23±0.07	24.09±0.11	25.86±1.63	26.87±0.27	19.46±0.61	23.90
ค่าเฉลี่ยตลอดระยะ การเก็บรักษา	20.94	21.27	22.69	23.68	18.48	

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงเป็น ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง ข-40 ค่า H° ของน้ำพริกหนุ่มในสิ่งทดลองต่างๆ และเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

ระยะ การเก็บรักษา (สัปดาห์)	สิ่งทดลอง					ค่าเฉลี่ย
	สุญญากาศ		บรรยากาศปกติ		ความดัน 600 MPa 20 นาที	
	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม		
0	83.00±1.30	81.91±0.18	83.57±0.57	83.03±0.65	83.91±0.53	83.08
1	83.32±2.89	83.93±0.96	80.81±0.17	82.32±1.79	83.32±1.09	82.74
2	80.16±2.29	80.54±0.40	79.25±0.53	80.23±2.02	80.80±2.70	80.20
3	80.36±0.08	81.10±0.23	81.87±0.47	81.97±1.36	81.51±2.37	81.36
4	82.25±0.56	82.57±0.18	81.42±0.73	80.61±1.07	81.48±0.51	81.67
ค่าเฉลี่ยตลอดระยะ การเก็บรักษา	81.82	82.01	81.38	81.63	82.20	

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงเป็น ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน



ตาราง ข-41 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (%) ของน้ำพริกหนุ่มในสิ่งทดลองต่างๆ และเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

ระยะ การเก็บรักษา (สัปดาห์)	สิ่งทดลอง					ค่าเฉลี่ย
	สุญญากาศ		บรรยากาศปกติ		ความดัน 600 MPa 20 นาที	
	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม		
0	2.51±0.11	2.58±0.08	2.63±0.11	2.80±0.16	2.57±0.10	2.62
1	2.32±0.18	2.59±0.20	2.45±0.10	2.47±0.22	2.58±0.09	2.48
2	2.24±0.14	2.40±0.13	2.23±0.04	2.20±0.17	2.53±0.44	2.32
3	1.88±0.31	2.16±0.17	1.77±0.07	1.66±0.33	2.45±0.12	1.98
4	1.78±0.09	1.87±0.08	1.63±0.22	1.36±0.14	2.25±0.16	1.78
ค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลา การเก็บรักษา	2.15	2.32	2.14	2.10	2.48	

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงเป็น ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง ข-42 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (%) ของน้ำพริกหนุ่มในสิ่งทดลองต่างๆ และเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

ระยะ การเก็บรักษา (สัปดาห์)	สิ่งทดลอง					ค่าเฉลี่ย
	สุญญากาศ		บรรยากาศปกติ		ความดัน 600 MPa 20 นาที	
	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม	ขนาด 200 กรัม	ขนาด 500 กรัม		
0	6.64±0.08	6.86±0.12	7.01±0.09	7.01±0.09	6.83±0.04	6.87
1	6.32±0.29	6.39±0.40	6.30±0.22	6.01±0.21	6.86±0.08	6.38
2	6.13±0.51	6.23±0.55	5.99±0.18	6.26±0.33	6.64±0.29	6.25
3	5.87±0.64	6.19±0.01	5.94±0.01	5.77±0.05	6.21±0.10	6.00
4	5.46±0.80	5.62±0.16	5.27±0.15	5.42±0.02	6.49±0.46	5.65
ค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลา การเก็บรักษา	6.08	6.26	6.10	6.09	6.61	

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงเป็น ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright © by Chiang Mai University  
All rights reserved

## วิธีวิเคราะห์

### 1. การวิเคราะห์ทางเคมี และทางกายภาพ

#### 1.1 การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

##### อุปกรณ์ที่ใช้

- เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (Microprocessor pH meter WTW : pH 537, Germany)

##### วิธีการวัด

ชั่งตัวอย่างที่บดละเอียดจำนวน 20 กรัม เติมน้ำกลั่น ใช้แท่งแก้วคนให้เข้ากัน ปรับปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตร แล้ววัดค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่อง pH-meter โดยใช้อิเล็กโทรดจุ่มลงในตัวอย่าง แซ่ทิ้งไว้ประมาณ 2 นาที อ่านค่าที่ได้และบันทึกผล

#### 1.2 การวัดค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ ( $a_w$ )

##### อุปกรณ์ที่ใช้

- เครื่องวัดค่าน้ำที่เป็นประโยชน์ (Water Activity Meter; AquaLab : model series 3, Decagon Devices Inc., USA.)

##### วิธีการวัด

บรรจุตัวอย่างที่บดละเอียดแล้วลงในตลับพลาสติก ( $a_w$  box) โดยบรรจุไม่ให้เกินระดับที่กำหนดของตลับ แล้วนำไปวัดค่า  $a_w$  ด้วยเครื่อง Water activity Meter โดยวางตลับลงใน chamber ของเครื่องวัด ตั้งทิ้งไว้จนสภาพภายใน chamber สมดุลที่อุณหภูมิที่กำหนดไว้ แล้วจึงอ่านค่า  $a_w$  ของตัวอย่างและบันทึกผล

### 1.3 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)

#### วิธีการวิเคราะห์

1. อบกระป๋องอบความชื้นพร้อมฝาที่ดูอบไอร้อนแบบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ  $100 \pm 2$  องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ทำให้เย็นในโถดูดความชื้นนาน 30 นาที ชั่งน้ำหนัก (W1)
2. ชั่งตัวอย่างที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน (2-3 g) ใส่ในกระป๋องอบความชื้นที่อบเรียบร้อยแล้วและชั่งน้ำหนักไว้เรียบร้อยแล้ว (W2)
3. นำกระป๋องอบความชื้นพร้อมฝาโดยเปิดฝาออกไปอบที่ดูอบลมร้อนแบบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ  $100 \pm 2$  องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง
4. นำกระป๋องอบความชื้นออกมาโดยปิดฝาทันที และทำให้เย็นในโถดูดความชื้นนาน 30 นาที ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน
5. นำไปอบต่ออีก 1 ชั่วโมงจนได้น้ำหนักที่คงที่ (ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันต่างกันไม่เกิน 2 มิลลิกรัม) (W3) คำนวณหาปริมาณความชื้นจากสูตร

$$\text{ปริมาณความชื้น (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{(W2 - W3) \times 100}{W2 - W1}$$

เมื่อ

- W1 = น้ำหนักของกระป๋องอบความชื้น เป็น g  
 W2 = น้ำหนักของกระป๋องอบความชื้นและตัวอย่างก่อนอบ เป็น g  
 W3 = น้ำหนักของกระป๋องอบความชื้นและตัวอย่างหลังอบ เป็น g

## 1.4 การวัดค่าสี

### อุปกรณ์ที่ใช้

- เครื่องวัดสี (Minolta Chroma Meter : Model CR-300, Yamamoto Trading Co., Ltd., Japan)

#### 1.4.1 ระบบ L, a\* และ b\*

##### วิธีการวัด

เป็นการวัดค่าสีตัวอย่างด้วยเครื่อง Minolta Chroma Meter โดยวัดค่าสีในระบบ CIE ซึ่งแสดงค่าเป็น L, a\* และ b\* เมื่อ

L เป็นค่าความสว่าง มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100 ถ้าค่า L มีค่าใกล้ศูนย์ หมายถึง ตัวอย่างมีความสว่างน้อยจนเป็นสีดำ หากค่า L เข้าใกล้ 100 หมายถึง ตัวอย่างสว่างมากจนเป็นสีขาว

a\* เป็นค่าแสดงถึงสีแดงและสีเขียว เมื่อ a\* มีค่าเป็นบวก หมายถึง วัตถุมีสีแดง หากค่า a\* มีค่าเป็นลบ หมายถึง วัตถุมีสีเขียว

b\* เป็นค่าแสดงถึงสีเหลืองและสีน้ำเงิน เมื่อ b\* มีค่าเป็นบวก หมายถึง วัตถุมีสีเหลือง หากค่า b\* มีค่าเป็นลบ หมายถึง วัตถุมีสีน้ำเงิน

ก่อนวัดสีทุกครั้งต้องทำการปรับมาตรฐานเครื่อง (calibration) เพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนของผลการทดลอง ทำการวัดซ้ำ 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย

#### 1.4.2 การคำนวณค่าสี C\* และ H°

นำค่าสีในระบบ CIE ซึ่งแสดงค่าเป็น L, a\* และ b\* มาทำการคำนวณตามสมการ ดังนี้

$$\text{Chroma (C*)} = \{(a^*)^2 + (b^*)^2\}^{1/2}$$

$$\text{Hue angle (H°)} = \tan^{-1}\{b^*/a^*\}$$

เมื่อ

C\* เป็นค่าแสดงถึงความเข้มของสี ถ้า C\* มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ หมายถึง วัตถุมีสีเทา หากค่า C\* มีค่าเพิ่มขึ้น แสดงว่าวัตถุมีความเข้มสีเพิ่มมากขึ้น

$H^\circ$  เป็นค่าแสดงถึงสีแท้จริงที่ปรากฏให้เห็น คำนวณให้อยู่ในรูปองศาในวงกลม ซึ่งเริ่มต้นตั้งแต่ 0 องศา ถึง 360 องศา โดยสีในแกนหลักได้แก่ 0 องศา แสดงสีแดง-ม่วง 90 องศา แสดงสีเหลือง 180 องศา แสดงสีเขียว และ 270 องศา แสดงสีน้ำเงิน

### 1.5 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (James, 1995)

#### เครื่องมือ

1. เครื่องวัดค่าดูดกลืนแสง (Spectrophotometer )

#### สารเคมี

1. น้ำตาลกลูโคส ความเข้มข้น 15 กรัม / ลิตร
2. กรดซัลฟูริก ความเข้มข้น 1.5 โมลาร์
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 10 %
4. DNS reagent เตรียมโดยละลาย DNS 10 กรัมในสารละลาย 200 มิลลิลิตรของโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 2 โมลาร์ จากนั้นละลายโซเดียมโปแตสเซียมทาร์เทรท 300 กรัมในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร นำสารละลายที่ได้ผสมเข้าด้วยกันแล้วปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น จากนั้นเก็บในขวดสีชา

#### การเตรียมสารละลายกลูโคสมาตรฐาน

เตรียมสารละลายกลูโคสมาตรฐานความเข้มข้น 0, 0.25, 0.5, 1.0, 1.25 และ 1.50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปิเปตสารละลายกลูโคสมาตรฐานที่เตรียมไว้ใส่ลงในหลอดทดลองอย่างละ 1 มิลลิลิตร เติม DNS reagent 1 มิลลิลิตร และเติมน้ำกลั่น 2 มิลลิลิตร นำไปต้มใน Water bath 100 องศาเซลเซียส นาน 5 นาทีแล้วจุ่มลงในน้ำเย็นทันที จากนั้นปรับปริมาตรเป็น 25 มิลลิลิตร แล้วนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร

#### 1.5.1 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

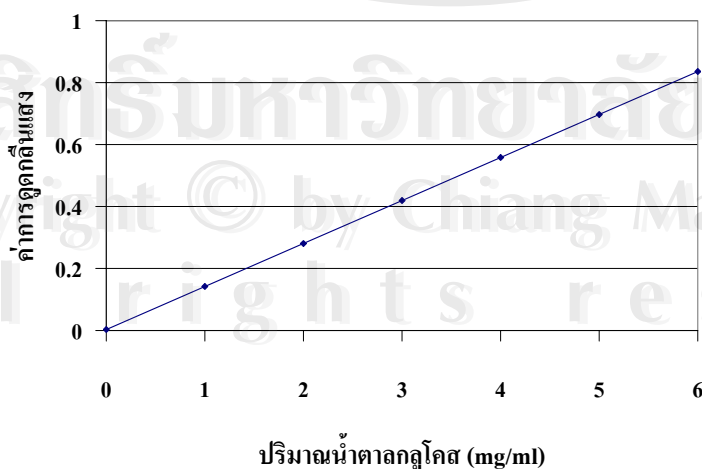
1. ชั่งตัวอย่างประมาณ 10 กรัม ใส่ใน flask เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตรแล้วนำไปต้มใน water bath 50 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที
2. กรองด้วยกระดาษกรอง (Whatman No.4) ส่วนที่เหลือบนกระดาษกรองแล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตรใน Volumetric flask

3. ผสมสารละลาย 1 มิลลิลิตร เติม DNS reagent 1 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน
4. นำไปต้มใน water bath 100 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที แล้วจุ่มลงในน้ำเย็นทันที จากนั้นปรับปริมาตรให้ได้ 25 มิลลิลิตร แล้วนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร

### 1.5.2 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด

1. ชั่งตัวอย่างประมาณ 10 กรัม เติมกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 1.5 โมลาร์ จำนวน 10 มิลลิลิตร นำไปต้มใน water bath 100 องศาเซลเซียส นาน 20 นาทีแล้วจุ่มลงในน้ำเย็นทันที
2. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 10 % จำนวน 12 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรอง (Whatman No.4) แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร
3. จากนั้นดูดสารละลายมา 1 มิลลิลิตร เติม DNS reagent 1 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันนำไปต้ม water bath 100 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที แล้วจุ่มลงในน้ำเย็นทันที
4. ปรับปริมาตรให้เป็น 25 มิลลิลิตรแล้วนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร

### กราฟสารละลายกลูโคสมาตรฐาน



สมการสารละลายกลูโคสมาตรฐาน :  $Y = 0.1388X + 0.003032$  ,  $R^2 = 0.9924$

คำนวณปริมาณน้ำตาลจากสูตร

$$\text{ปริมาณน้ำตาล (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{X}{W} \times 10$$

เมื่อ W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

## 2. การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

### 2.1 การวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) (AOAC, 1998)

#### วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างอาหารแข็ง 25 กรัมใส่ในถุง stomacher เติมสารละลาย 0.1% peptone water จำนวน 225 กรัม นำเข้าเครื่องตีปั่น (stomacher) นาน 1-2 นาที
2. ทำเจือจางอาหารในสารละลาย 0.1% peptone water หลอดละ 9 มล. จนได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม
3. ใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร คูดสารละลายอาหารที่ระดับความเจือจางที่เหมาะสม จำนวน 3 ระดับความเข้มข้นที่ติดกัน จำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ในงานเพาะเชื้อ โดยทำแบบ duplicate
4. เติมอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA อุณหภูมิ 44-46 องศาเซลเซียส ประมาณ 12-15 มิลลิลิตร ใส่ในงานเพาะเชื้อ เขย่างานให้สารละลายอาหารกระจายทั่วงานเพาะเชื้อ
5. ปล่อยให้อาหารอุ่นแข็งตัว กว่างานเพาะเชื้อ บ่มในตู้บ่มอุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส นาน  $48 \pm 3$  ชั่วโมง
6. นับจำนวนโคโลนีจากงานที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 25-250 โคโลนี คำนวณ CFU/g (ml) ของอาหารได้จากสูตรนี้

$$\text{CFU/g หรือ ml} = \frac{\sum c}{(v_1 n_1 + 0.1 n_2) d}$$



- เมื่อ  $v_1$  = ปริมาตรของสารละลายที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเชื้อ
- $\Sigma C$  = ผลรวมของโคโลนีที่นับได้ทั้งหมดจากงานเพาะเชื้อที่นับได้ในช่วง 25-250 โคโลนี
- $n_1$  = จำนวนงานเพาะเชื้อที่นับได้ในช่วง 25-250 โคโลนี ในระดับความเข้มข้นแรก
- $n_2$  = จำนวนงานเพาะเชื้อที่นับได้ในช่วง 25-250 โคโลนี ในระดับความเข้มข้นที่ 2
- $d$  = ระดับความเข้มข้นแรกที่สามารถนับเชื้อได้ในช่วง 25-250 โคโลนี

- กรณีที่จำนวนโคโลนีในทุกงานเพาะเชื้อมีน้อยกว่า 25 โคโลนี ให้รายงานผลเป็น “น้อยกว่า 25 คูณ กับ dilution factor” เช่น

โคโลนีที่นับได้		เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยประมาณ /มล. หรือ (กรัม) (EAPC*/ml or g)
ความเข้มข้น 1:100	ความเข้มข้น 1:1000	
18	2	< 2,500
0	0	< 2,500

\* EAPC = Estimated Aerobic Plate Count

- กรณีที่จำนวนโคโลนีในทุกงานเพาะเชื้อมีมากกว่า 250 โคโลนี แต่โดยเฉลี่ยแล้วมีจำนวนโคโลนีน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อตารางเซนติเมตร ให้คำนวณจากงานที่มีจำนวนใกล้เคียงกับ 250 โคโลนีมากที่สุด เช่น

โคโลนีที่นับได้		เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยประมาณ /มล. หรือ (กรัม) (EAPC*/ml or g)
ความเข้มข้น 1:100	ความเข้มข้น 1:1000	
TNTC**	640	640,000

\* EAPC = Estimated Aerobic Plate Count    \*\*TNTC = to numerous to count

- กรณีที่ทุกงานมีเชื้อแผ่กระจาย (spreader) เต็มงานและ/หรือเกิดข้อผิดพลาดจากการปฏิบัติการ (laboratory accident) ให้รายงานดังนี้

1.1 เชื้อแผ่กระจาย ให้รายงานว่า “**spreader (SPR)**”

1.2 เกิดข้อผิดพลาดจากการปฏิบัติการ ให้รายงานว่า “**laboratory accident (LA)**”

- กรณีที่จำนวนโคโลนีในทุกจานเพาะเชื้อมีมากกว่า 250 โคโลนี และโดยเฉลี่ยแล้วมีจำนวนโคโลนีมากกว่า 100 โคโลนีต่อตารางเซนติเมตร ให้ประมาณจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดมากกว่า 100 เท่าของระดับความความเจือจางที่มากที่สุดคูณกับพื้นที่ของจานเพาะเชื้อ เช่น

โคโลนีที่นับได้		เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยประมาณ /มล. หรือ (กรัม) (EAPC*/ml or g)
ความเข้มข้น 1:100	ความเข้มข้น 1:1000	
TNTC**	7,150	> 6,500,000 EAPC เมื่อจานเพาะเชื้อมีพื้นที่ 65 cm <sup>2</sup>
TNTC	6,490	> 5,900,000 EAPC เมื่อจานเพาะเชื้อมีพื้นที่ 65 cm <sup>2</sup>

\* EAPC = Estimated Aerobic Plate Count    \*\*TNTC = to numerous to count

## 2.2 การตรวจหาเชื้อยีสต์และรา (Yeast and Mould) (AOAC, 1998)

### วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างอาหารจำนวน 25-50 กรัม ใส่ในถุง stomacher เติมสารละลายเจือจาง peptone water เข้มข้น 0.1% หรือ phosphate buffer ในอัตราส่วน 1:10 นำเข้าเครื่องตีปั่น (stomacher) นาน 2 นาที
2. ทำเจือจางอาหารในสารละลายเจือจาง หลอดละ 9 มล. จนได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม 3 ระดับที่ติดกัน
3. ให้ใช้ปิเปตที่ดูดด้วยลำกล้องดูดสารละลายอาหารความเข้มข้นที่เหมาะสม ปริมาณ 1 มล. ลงในจานเพาะเชื้อขนาด 15 X 100 มม. (จานพลาสติกหรือแก้ว)
4. เทอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่ปรับ pH เป็น 3.5 ด้วยกรดทาร์ตริก เข้มข้น 10% อุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส ปริมาณ 20-25 มล. ผสมให้เข้ากันโดยหมุนในทิศทางเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกา ให้ทำ dilution ละ 3 จาน
5. ไม่ควรใช้เวลาในการเตรียมสารละลายอาหารจนถึงขั้นตอนการเกลี่ยเชื้อหรือ pour plate นานเกิน 20 นาที
6. บ่มเพาะเชื้อในที่มืด อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยไม่ต้องคว่ำจานเพาะเชื้อ และห้ามวางจานเพาะเชื้อซ้อนกันเกิน 3 จาน บ่มเพาะเชื้อนาน 5 วัน ห้ามเคลื่อนไหว

งานเพาะเชื้อก่อนครบกำหนดระยะเวลาการบ่มเพาะ นับจำนวนโคโลนีของเชื้อในงานที่อยู่ในช่วง 10-150 โคโลนี

7. เกลี่ยจำนวนเชื้อจากทั้ง 3 งาน รายงานการพบเชื้อยีสต์และราเป็น CFU/g หรือ CFU/ml โดยคำนวณการพบเชื้อยีสต์และรา ดังนี้
  - 7.1 กรณีที่ตัวเลขหลักที่ 3 เป็นเลข 6 หรือสูงกว่านี้ให้ปัดขึ้น เช่น 456 = 460
  - 7.2 กรณีที่ตัวเลขหลักที่ 3 เป็นเลข 4 หรือต่ำกว่านี้ให้ปัดลง เช่น 454 = 450
  - 7.3 กรณีที่ตัวเลขหลักที่ 3 เป็นเลข 5 ให้พิจารณาตัวเลขหลักที่ 2 ว่าน้อยกว่าหรือมากกว่า 5 โดยถ้าเลขหลักที่ 2 น้อยกว่า 5 ให้ปัดลง เช่น 445 = 440 แต่ถ้าเลขหลักที่ 2 มากกว่าหรือเป็น 5 ให้ปัดขึ้น เช่น 455 = 460
  - 7.4 กรณีที่ไม่พบโคโลนีของเชื้อขึ้นเลยทุกระดับความเข้มข้น ให้รายงานการพบเชื้อยีสต์และราน้อยกว่า 1 X ระดับความเข้มข้นต่ำที่สุดที่ใช้

### 2.3 ปริมาณโคลิฟอร์ม (Coliform bacteria) - เอ็มพีเอ็นต่อกรัม (MPN/g) (AOAC, 1998)

#### วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างอาหาร 25 กรัม ใส่ในถุงตีปั่น เติมสารละลายเพื่อเจือจาง 225 มิลลิลิตร ตีปั่นนาน 2 นาที ได้สารละลายตัวอย่างอาหารที่มีความเจือจาง 1:10 ตัวอย่างที่แช่แข็งอาจทำให้ละลายโดยนำตัวอย่างอาหาร 25 กรัม เก็บในตู้เย็นที่ 2-5 องศาเซลเซียส นาน 18 ชั่วโมง สำหรับตัวอย่างอาหารที่เป็นของเหลวให้ชั่งตัวอย่างอาหารใส่ลงในสารละลายเพื่อเจือจางโดยตรง
2. ทำให้เจือจางต่ออีก 10 เท่า โดยใช้สารละลายตัวอย่างจากข้อ 1 จำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในสารละลายเพื่อเจือจาง 9 มิลลิลิตร จะได้สารละลายอาหารเจือจาง 1:100 แล้วทำเจือจางต่อไปอีก 10 เท่า โดยปฏิบัติเช่นเดียวกับที่กล่าวมา จะได้สารละลายอาหารเจือจาง 1:1000
3. ใช้ปิเปตดูดสารละลายเจือจางที่เตรียมไว้ในข้อ 1 และ 2 ลงในหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อ lauryl sulfate tryptose broth หลอดละ 1 มิลลิลิตร ความเข้มข้นละ 3 หลอด
4. อบเพาะเชื้อที่ 35 องศาเซลเซียส นาน  $48 \pm 2$  ชั่วโมง ตรวจสอบการเกิดก๊าซหลังการอบเพาะเชื้อ  $24 \pm 2$  ชั่วโมง ถ้าไม่มีก๊าซเกิดขึ้นนำไปอบเพาะเชื้อต่ออีก 24 ชั่วโมง ตรวจสอบการเกิดก๊าซอีกครั้ง ถ้ามีก๊าซเกิดขึ้นนำไปทดสอบยืนยัน (confirmation) ต่อ

5. นำหลอดที่มีก๊าซเกิดขึ้นมาเขย่าเบาๆ แล้วใช้ห่วงเขี่ยเชื้อซึ่งเผาไฟฆ่าเชื้อแล้ว ถ่ายเชื้อลงในหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อ brilliant green broth 2% อบเพาะเชื้อที่ 35 องศาเซลเซียส นาน  $48 \pm 2$  ชั่วโมง ตรวจสอบการเกิดก๊าซและบันทึกผล
6. คำนวณค่าเอ็มพีเอ็นต่อกรัม (MPN/g) ของโคลิฟอร์มจากจำนวนหลอดอาหาร brilliant green broth 2% ที่มีก๊าซเกิดขึ้นตามตารางที่ จ-1 ในภาคผนวก จ

#### 2.4 *Escherichia coli* (*E. coli*) (AOAC, 1998)

##### วิธีการวิเคราะห์

1. นำหลอดอาหาร lauryl sulfate tryptose broth ที่มีก๊าซเกิดขึ้นมาเขย่าเบาๆ ใช้ห่วงถ่ายเชื้อเผาไฟฆ่าเชื้อ ถ่ายเชื้อลงในหลอดอาหาร EC broth เพาะเชื้อในอ่างน้ำอุ่นควบคุมอุณหภูมิที่ 45.5 องศาเซลเซียส ตรวจสอบการเกิดก๊าซหลังการบ่มเพาะนาน  $24 \pm 2$  ชั่วโมง ถ้าไม่มีก๊าซเกิดขึ้นให้บ่มเพาะต่อ และตรวจสอบการเกิดก๊าซอีกครั้งหลังจากบ่มเพาะนาน  $48 \pm 2$  ชั่วโมง คำนวณหาปริมาณเชื้อ faecal coliform จากตาราง MPN ในภาคผนวก จ
2. ใช้ห่วงถ่ายเชื้อเผาไฟฆ่าเชื้อ ถ่ายเชื้อจากหลอดอาหาร EC broth ที่เกิดก๊าซขีดเป็นเส้น (streak) ลงบนผิวหน้าอาหาร Levine-EMB agar บ่มเพาะเชื้อที่ 35 องศาเซลเซียส นาน 18-24 ชั่วโมง ตรวจสอบโคโลนีที่มีสีม่วงแดงเข้ม ลักษณะแบน มี metallic sheen
3. ถ่ายเชื้อที่มีลักษณะเฉพาะตามข้อ 2 งานเพาะเชื้อละ 2 โคโลนี ลงในหลอดอาหาร Plate Count agar ที่มีผิวหน้าเอียง โคโลนีละ 2 หลอด บ่มเพาะเชื้อที่ 35 องศาเซลเซียส นาน 18-24 ชั่วโมง ถ้าไม่มีโคโลนีที่มีลักษณะเฉพาะตามข้อ 2 ให้เลือกโคโลนีที่มีลักษณะใกล้เคียงมากที่สุด งานเพาะเชื้อละ 1 โคโลนี
4. นำเชื้อจากหลอดอาหาร plate count agar ที่บ่มเพาะนาน 18 ชั่วโมง มาย้อมสีกรัม ดังนี้
  - i. หยดน้ำกลั่นลงบนสไลด์ 1 หยด
  - ii. ใช้ห่วงถ่ายเชื้อแต่ละเชื้อจากหลอดอาหาร plate count agar นำไปกระจายในหยดน้ำกลั่นบนสไลด์ ปล่อยให้แห้งในอากาศ นำสไลด์ไปผ่านเปลวไฟ 2-3 ครั้ง เพื่อทำให้เชื้อติดแน่นบนสไลด์
  - iii. หยดสารละลาย gram crystal violet ลงไปให้ท่วมบริเวณที่มีเชื้อ ทิ้งไว้ 1 นาที ล้างออกด้วยน้ำ

- iv. หยดสารละลาย gram iodine ลงไปให้ท่วมบริเวณที่มีเชื้อ ทิ้งไว้นาน 1 นาที ล้างออกด้วยน้ำ
- v. ล้างสี crystal violet ส่วนเกินออกโดยเอียงสไลด์แล้วหยดอัลกอฮอล์เข้มข้น 95% ให้ไหลผ่านสไลด์ 15-30 วินาที ล้างออกด้วยน้ำ
- vi. หยดสารละลาย gram safranin ลงไปให้ท่วมบริเวณที่มีเชื้อ ทิ้งไว้นาน 15 วินาที ล้างออกด้วยน้ำ ชับน้ำ ทิ้งไว้ให้แห้ง
- vii. ตรวจสอบรูปร่าง ลักษณะการเรียงตัว และการติดสีกรัมของเชื้อ โดยใช้กล้องจุลทรรศน์

ถ้าพบเชื้อที่มีรูปร่างเป็นท่อนสั้นและกลม ติดสีกรัมลบ ไม่มีสปอร์ ให้นำหลอดอาหาร plate count agar ที่เหลืออีกหลอดหนึ่งไปทดสอบปฏิกิริยาทางชีวเคมี ดังนี้

- viii. **การทดสอบ Indole** - เพาะเชื้อลงใน tryptone broth บ่มเชื้อที่ 35 องศาเซลเซียส นาน  $24 \pm 2$  ชั่วโมง ทดสอบการสร้างอินโดลโดยหยด kovac's reagent 0.2-0.3 มิลลิลิตร เมื่อมีสีแดงเกิดขึ้นในชั้นบนของหลอดอาหารแสดงว่าเกิดการสร้างอินโดล รายงานผลการทดสอบเป็นบวก ถ้าเป็นสีเหลืองแสดงว่าไม่มีการสร้างอินโดล รายงานผลการทดสอบเป็นลบ
- ix. **การทดสอบ Voges-Proskauer (VP)** - เพาะเชื้อลงใน MR-VP medium บ่มเชื้อที่ 35 องศาเซลเซียส นาน  $48 \pm 2$  ชั่วโมง ใช้ปิเปตดูดอาหารเลี้ยงเชื้อ 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง ขนาด 13 X 100 มิลลิเมตร ทดสอบ VP โดยเติมสารละลาย  $\alpha$ -naphthol solution จำนวน 0.6 มิลลิลิตร และสารละลาย potassium hydroxide ความเข้มข้น 40% จำนวน 0.2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วเติม creatin เล็กน้อย วางทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง เมื่อมีสีชมพู (eosin pink) เกิดขึ้น รายงานผลการทดสอบเป็นบวก ถ้าไม่เกิดการเปลี่ยนสี รายงานผลการทดสอบเป็นลบ
- x. **การทดสอบ Methyl red** - นำ MR-VP medium ที่เหลือไปบ่มที่ 35 องศาเซลเซียส ต่ออีก  $48 \pm 2$  ชั่วโมง ทดสอบปฏิกิริยา methyl red โดยหยด methyl red solution จำนวน 5 หยด ในแต่ละหลอด เมื่อมีสีแดงเกิดขึ้นรายงานผลการทดสอบเป็นบวก ถ้าเป็นสีเหลืองรายงานผลการทดสอบเป็นลบ

- xi. การทดสอบ Citrate - เพาะเชื้อใน simmons citrate agar โดยการแทง (stab) ลงในวุ้น และขีดเป็นเส้นบนผิวหน้าของอาหารวุ้น บ่มที่ 35 องศาเซลเซียส ต่ออีก  $24 \pm 2$  ชั่วโมง เมื่อมีโคโลนีเกิดขึ้น และอาหารเลี้ยงเชื้อเปลี่ยนสีรายงานผลการทดสอบเป็นบวก และถ้าสีของอาหารไม่เปลี่ยนแปลงรายงานผลการทดสอบเป็นลบ
- xii. การเกิดก๊าซจากแลคโตส - เพาะเชื้อลงในหลอดอาหาร lauryl sulfate tryptose broth บ่มที่ 35 องศาเซลเซียส ต่ออีก  $48 \pm 2$  ชั่วโมง ตรวจสอบการเกิดก๊าซ

คำนวณค่า MPN ของ *E. coli* โดยเทียบค่าจากตาราง MPN ในภาคผนวก จ จากเชื้อที่ติดสีกรัมลบ รูปร่างเป็นท่อนสั้น ไม่มีสปอร์ ทำให้เกิดก๊าซจากน้ำตาลแลคโตส และให้ผลการทดสอบ IMViC (indole, methyl red, Voges-Proslauer และ citrate) เป็น ++-- หรือ ---



ภาคผนวก จ  
ค่าเอ็มพีเอ็นต่อกรัม (MPN/g) ของตัวอย่างอาหาร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright © by Chiang Mai University  
All rights reserved

ตารางที่ จ-1 ค่าเอ็มพีเอ็นต่อกรัม (MPN/g) ของตัวอย่างอาหาร เมื่อใช้ตัวอย่าง 0.1 0.01 และ 0.001 กรัม ความเข้มข้นละ 3 หลอด

จำนวนหลอดที่ให้ผลบวก				จำนวนหลอดที่ให้ผลบวก			
0.1	0.01	0.001	MPN/g	0.1	0.01	0.001	MPN/g
0	0	0	<3	2	0	0	9.1
0	0	1	3	2	0	1	14
0	0	2	6	2	0	2	20
0	0	3	9	2	0	3	26
0	1	0	3	2	1	0	15
0	1	1	6.1	2	1	1	20
0	1	2	9.2	2	1	2	27
0	1	3	12	2	1	3	34
0	2	0	6.2	2	2	0	21
0	2	1	9.3	2	2	1	28
0	2	2	12	2	2	2	35
0	2	3	16	2	2	3	42
0	3	0	9.4	2	3	0	29
0	3	1	13	2	3	1	36
0	3	2	16	2	3	2	44
0	3	3	19	2	3	3	53
1	0	0	3.6	3	0	0	23
1	0	1	7.2	3	0	1	39
1	0	2	11	3	0	2	64
1	0	3	15	3	0	3	95
1	1	0	7.3	3	1	0	43
1	1	1	11	3	1	1	75
1	1	2	15	3	1	2	120



ตารางที่ จ-1 (ต่อ)

จำนวนหลอดที่ให้ผลบวก			
0.1	0.01	0.001	MPN/g
1	1	3	19
1	2	0	11
1	2	1	15
1	2	2	20
1	2	3	24
1	3	0	16
1	3	1	20
1	3	2	24
1	3	3	29

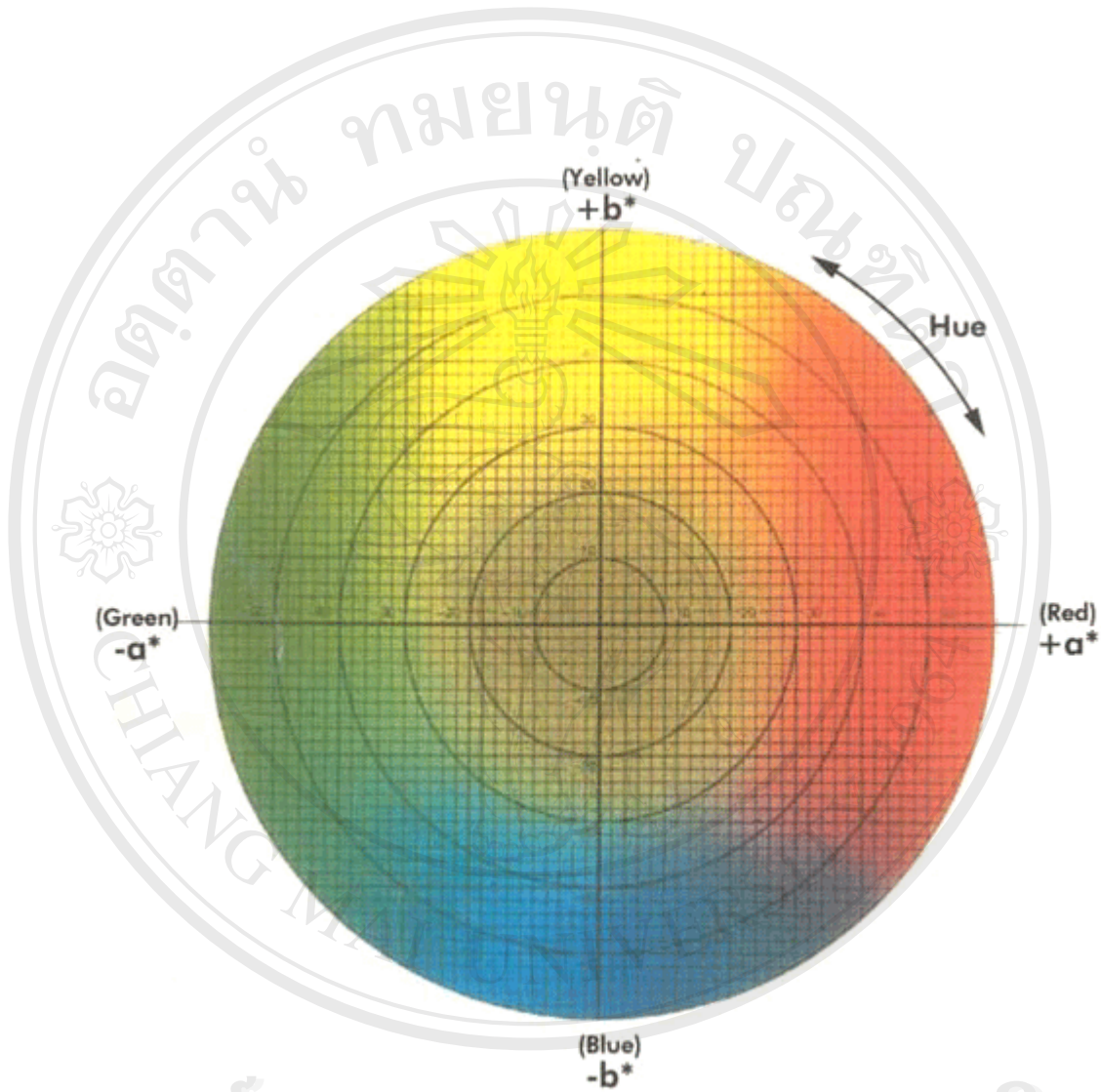
จำนวนหลอดที่ให้ผลบวก			
0.1	0.01	0.001	MPN/g
3	1	3	160
3	2	0	93
3	2	1	150
3	2	2	210
3	2	3	290
3	3	0	240
3	3	1	460
3	3	2	1100
3	3	3	>1100



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright © by Chiang Mai University

All rights reserved



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright © by Chiang Mai University  
All rights reserved

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ

นางสาวรังษิมา พิบูลชัยสิทธิ์

วัน เดือน ปี เกิด

3 มิถุนายน 2524

ประวัติการศึกษา

สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย  
โรงเรียนคาราวีทยาลัย ปีการศึกษา 2541สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
ปีการศึกษา 2545

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright © by Chiang Mai University  
All rights reserved