# ภาคผนวก ก

## รูปภาพ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ภาพที่ ก.1 มะม่วงแก้วเขียว

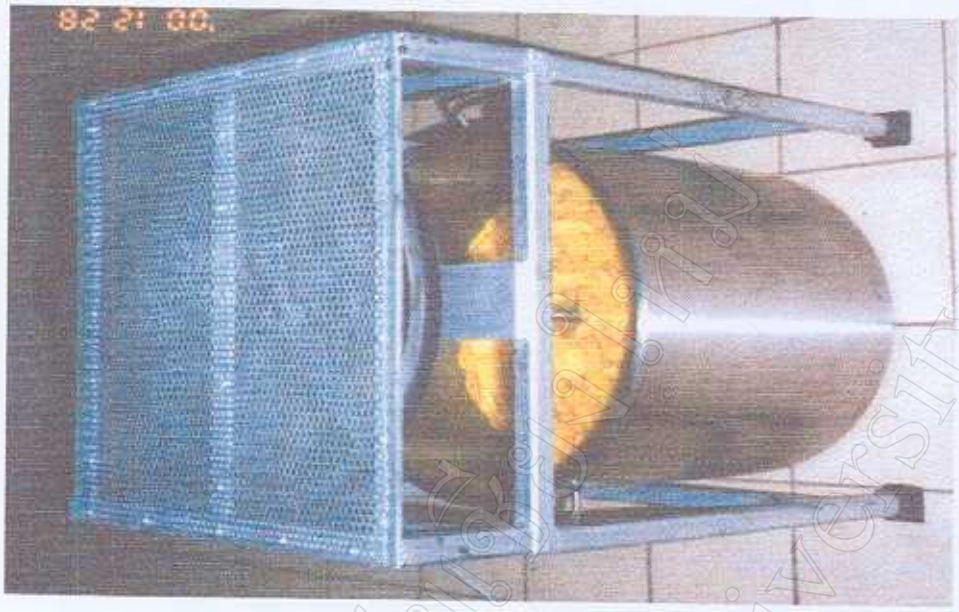
ภาพที่ ก.2 เครื่องอบแห้งแบบสุญญากาศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ภาพที่ ก.3 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์

ภาพที่ ก.4 เครื่องกวนขนาดเล็กที่ใช้ในห้องทดลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



ภาพที่ ก.5 เครื่องกวนขนาดใหญ่

ภาพที่ ก.6 ผลิตภัณฑ์มะม่วงแก้วอบแห้งที่ทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

**ภาพที่ ก.7** ผลิตภัณฑ์มะม่วงแก้วอบแห้งที่ทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบสุญญากาศ

**ภาพที่ ก.8** ผลิตภัณฑ์มะม่วงแก้วอบแห้งบรรจุด้วยถุง Oriented polypropylene (ซ้าย) และถุงอลูมิเนียมเปลว (ขวา)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

# ภาคผนวก ข

## แบบทดสอบด้านประสาทสัมผัส

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

**แบบทดสอบเค้าโครงผลิตภัณฑ์**

(Ideal Ratio Profile Test)

**ผลิตภัณฑ์ : ผลิตภัณฑ์มะม่วงแก้วอบแห้ง**

ลักษณะผลิตภัณฑ์ : เป็นผลไม้อบแห้ง ที่ใช้กระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชันร่วมกับการทำแห้งด้วยความร้อน มีการปรุงแต่งรสหวานและใช้สารกันเสียร่วม

**กรุณากรอกแบบสอบถามให้ตรงกับความต้องการของท่านมากที่สุด โดย**

1. ระบุหัวข้อ "ลักษณะของผลิตภัณฑ์" ที่ท่านคิดว่าสำคัญลงไปในแต่ละหัวข้อ
2. กำหนดเครื่องหมาย I ลงบนสเกลในตำแหน่งที่ท่านคิดว่าเป็นลักษณะที่ดีที่สุดของผลิตภัณฑ์ในอุดมคติ (Ideal)
3. กำหนดเครื่องหมาย X ลงบนสเกลในตำแหน่งที่คิดว่าเป็นลักษณะของผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง

**ลักษณะปรากฏภายนอก** (External Appearance)

..... ——— .....

..... ——— .....

**ลักษณะเนื้อสัมผัส** (Texture)

..... ——— .....

..... ——— .....

**กลิ่นและรสชาติ** (Taste and Flavor)

..... ——— .....

..... ——— .....

**แบบทดสอบเค้าโครงผลิตภัณฑ์ (เพิ่มเติม)**

(Ideal Ratio Profile Test)

**ผลิตภัณฑ์ : ผลิตภัณฑ์มะม่วงแก้วอบแห้ง**

ลักษณะผลิตภัณฑ์ : เป็นผลไม้อบแห้ง ที่ใช้กระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชันร่วมกับการทำแห้งด้วยความร้อน มีการปรุงแต่งรสหวานและใช้สารกันเสียร่วม

**กรุณากรอกแบบสอบถามให้ตรงกับความต้องการของท่านมากที่สุด โดย**

1. หัวข้อ "ลักษณะของผลิตภัณฑ์" ที่ต้องการคือรสเค็ม
2. กำหนดเครื่องหมาย I ลงบนสเกลในตำแหน่งที่ท่านคิดว่าเป็นลักษณะที่ดีที่สุดของผลิตภัณฑ์ในอุดมคติ (Ideal)
3. กำหนดเครื่องหมาย X ลงบนสเกลในตำแหน่งที่คิดว่าเป็นลักษณะของผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง

**ลักษณะของผลิตภัณฑ์**

รสเค็ม : ├──────────────────────────────────────────┤

..... .....

ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

**แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์มะม่วงแก้วอบแห้ง**

ชื่อผู้ทดสอบชิม.....วันที่.....

กรุณากำหนดเครื่องหมาย X ในตำแหน่งที่ท่านคิดว่าเป็นระดับของลักษณะนั้นของผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง เมื่อกำหนดให้เครื่องหมาย | เป็นระดับในอุดมคติของลักษณะนั้นที่ท่านต้องการ

**ลักษณะปรากฏภายนอก**

สีเหลือง : |——————————————————|

น้อย มาก

**ลักษณะเนื้อสัมผัส**

ความแข็ง: |——————————————————|

น้อย มาก

**กลิ่นและรสชาติ**

กลิ่นมะม่วง: |——————————————————|

น้อย มาก

รสหวาน: |——————————————————|

น้อย มาก

รสเค็ม: |——————————————————|

น้อย มาก

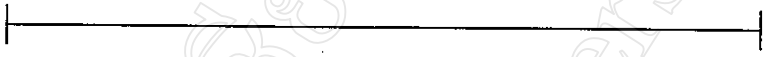
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

รสเปรี้ยว:

น้อย มาก

**การยอมรับรวม**

การยอมรับรวม:



น้อย มาก

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

ขอบคุณที่กรุณาให้ความร่วมมือ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

**คำอธิบายประกอบการทดสอบทางด้านประสามสัมผัส**

ผลิตภัณฑ์มะม่วงแก้วอบแห้งเป็นผลไม้อบแห้งที่มีการปรุงแต่งรสหวาน สามารถรับประทานได้ทันที การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสสามารถแบ่งได้ 4 กลุ่ม คือ ลักษณะปรากฏภายนอก ลักษณะเนื้อสัมผัส กลิ่นและรสชาติ และการยอมรับโดยรวม โดยคุณลักษณะ (Attributes) ที่ใช้ในการทดสอบ ประกอบด้วย สีของผลิตภัณฑ์ ความแข็ง กลิ่นมะม่วง รสหวาน รสเปรี้ยว รสเค็ม และการยอมรับโดยรวม

**คำอธิบายลักษณะของน้ำผักผสมผลไม้** เป็นดังนี้

**สีของผลิตภัณฑ์**

พิจารณาสีของมะม่วงซึ่งมีลักษณะเป็นชิ้นที่สไลด์ตามความยาวของมะม่วง ดังนั้นสีที่ปรากฏจึงเป็นสีเหลืองของมะม่วง ไม่มีการแต่งเติมด้วยสีสังเคราะห์ใดๆ

**ความแข็ง**

พิจารณาจากความยากในการกัดชิ้นมะม่วงอบแห้งให้ขาด ผลิตภัณฑ์มะม่วงแก้วอบแห้งไม่แข็งหรือนิ่มเกินไป เพราะเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทำแห้งแต่มีกระบวนการเพื่อปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัส

**กลิ่นมะม่วง**

พิจารณาจากกลิ่นของผลิตภัณฑ์ ซึ่งควรมีกลิ่นของมะม่วงตามธรรมชาติที่เหมาะสม ไม่ควรมีกลิ่นแปลกปลอม เช่นกลิ่นสารเคมีจากกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชัน หรือกลิ่นอันเนื่องมาจากกระบวนการให้ความร้อนในขั้นตอนการทำแห้ง

**รสหวาน**

พิจารณาจากรสหวานของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากธรรมชาติของวัตถุดิบที่เป็นมะม่วงสุกและการใช้น้ำตาลซูโครสและกลีเซอรอลร่วมในกระบวนการออสโมติกดีไอเดรชัน

**รสเปรี้ยว**

พิจารณาจากรสเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์ อันเนื่องมาจากมะม่วง ซึ่งผลิตภัณฑ์ควรมีรสเปรี้ยวที่เหมาะสมไม่มากหรือน้อยเกินไป เนื่องจากรสเปรี้ยวเป็นคุณลักษณะที่สำคัญตามธรรมชาติของมะม่วง

**รสเค็ม**

พิจารณาจากรสเค็มของผลิตภัณฑ์ อันเนื่องมาจากการใช้เกลือเพื่อปรับปรุงรสชาติและกระบวนการผลิต

**การยอมรับโดยรวม**

เป็นการประเมินความชอบ และการยอมรับโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์ โดยพิจารณาจากคุณลักษณะทั้ง 6 ลักษณะที่กล่าวมาข้างต้น

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

# ภาคผนวก ค

## ตารางสถิติ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ตาราง ข-1 The distribution of t

| Degree of Freedom | Probability of a larger value, sign ignored | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0.500 | 0.400 | 0.200 | 0.100 | 0.050 | 0.025 | 0.010 | 0.005 | 0.001 |
| 1 | 1.000 | 1.376 | 3.078 | 6.314 | 12.706 | 25.452 | 63.657 | | |
| 2 | 0.816 | 1.061 | 1.886 | 2.920 | 4.303 | 6.205 | 9.925 | 14.089 | 31.598 |
| 3 | 0.765 | 0.978 | 1.638 | 2.353 | 3.182 | 4.176 | 5.841 | 7.453 | 12.941 |
| 4 | 0.741 | 0.941 | 1.533 | 2.132 | 2.776 | 3.495 | 4.604 | 5.598 | 8.610 |
| 5 | 0.727 | 0.920 | 1.476 | 2.015 | 2.571 | 3.163 | 4.032 | 4.773 | 6.859 |
| 6 | 0.718 | 0.906 | 1.440 | 1.943 | 2.441 | 2.969 | 3.707 | 4.317 | 5.959 |
| 7 | 0.711 | 0.869 | 1.415 | 1.895 | 2.356 | 2.841 | 3.499 | 4.029 | 5.405 |
| 8 | 0.706 | 0.889 | 1.397 | 1.860 | 2.306 | 2.752 | 3.355 | 3.832 | 5.041 |
| 9 | 0.703 | 0.883 | 1.383 | 1.833 | 2.262 | 2.685 | 3.250 | 3.690 | 4.781 |
| 10 | 0.700 | 0.879 | 1.372 | 1.812 | 2.228 | 2.634 | 3.169 | 3.581 | 4.587 |
| 11 | 0.697 | 0.876 | 1.363 | 1.796 | 2.201 | 2.593 | 3.106 | 3.497 | 4.437 |
| 12 | 0.695 | 0.873 | 1.356 | 1.782 | 2.179 | 2.560 | 3.055 | 3.428 | 4.318 |
| 13 | 0.694 | 0.870 | 1.350 | 1.771 | 2.160 | 2.533 | 3.012 | 3.372 | 4.221 |
| 14 | 0.692 | 0.868 | 1.345 | 1.761 | 2.145 | 2.510 | 2.977 | 3.326 | 4.140 |
| 15 | 0.691 | 0.866 | 1.341 | 1.759 | 2.131 | 2.490 | 2.947 | 3.286 | 4.073 |
| 16 | 0.690 | 0.865 | 1.337 | 1.746 | 2.120 | 2.473 | 2.921 | 3.252 | 4.015 |
| 17 | 0.689 | 0.863 | 1.333 | 1.740 | 2.110 | 2.458 | 2.898 | 3.222 | 3.965 |
| 18 | 0.688 | 0.862 | 1.330 | 1.734 | 2.101 | 2.445 | 2.878 | 3.197 | 3.922 |
| 19 | 0.688 | 0.861 | 1.328 | 1.729 | 2.093 | 2.443. | 2.861 | 3.174 | 3.883 |
| 20 | 0.687 | 0.860 | 1.325 | 1.725 | 2.086 | 2.423 | 2.845 | 3.153 | 3.850 |
| 21 | 0.686 | 0.859 | 1.323 | 1.721 | 2.080 | 2.414 | 2.831 | 3.135 | 3.819 |
| 22 | 0686 | 0.858 | 1.321 | 1.717 | 2.074 | 2.406 | 2.819 | 3.119 | 3.792 |
| 23 | 0.685 | 0.858 | 1.319 | 1.714 | 2.069 | 2.398 | 2.807 | 3.104 | 3.767 |
| 24 | 0.685 | 0.857 | 1.318 | 1.711 | 2.064 | 2.391 | 2.797 | 3.090 | 3.745 |
| 25 | 0.684 | 0.856 | 1.316 | 1.708 | 2.060 | 2.385 | 2.787 | 3.078 | 3.725 |
| 26 | 0.684 | 0.856 | 1.315 | 1.706 | 2.056 | 2.379 | 2.779 | 3.067 | 3.707 |
| 27 | 0.684 | 0.855 | 1.314 | 1.703 | 2.052 | 2.373 | 2.771 | 3.056 | 3.690 |
| 28 | 0.683 | 0.855 | 1.313 | 1.701 | 2.048 | 2.368 | 2.763 | 3.047 | 3.674 |
| 29 | 0.683 | 0.854 | 1.311 | 1.699 | 2.045 | 2.364 | 2.756 | 3.038 | 3.659 |
| 30 | 0.683 | 0.854 | 1.310 | 1.697 | 2.042 | 2.360 | 2.750 | 3.030 | 3.646 |
| 35 | 0.682 | 0.852 | 1.306 | 1.690 | 2.030 | 2.342 | 2.724 | 2.996 | 3.591 |
| 40 | 0.681 | 0.851 | 1.303 | 1.684 | 2.021 | 2.329 | 2.704 | 2.971 | 3.551 |
| 45 | 0.680 | 0.850 | 1.301 | 1.680 | 2.014 | 2.319 | 2.690 | 2.952 | 3.520 |
| 50 | 0.680 | 0.849 | 1.299 | 1.680 | 2.008 | 2.310 | 2.678 | 3.937 | 3.496 |
| 55 | 0.679 | 0.849 | 1.297 | 1.673 | 2.004 | 2.304 | 2.669 | 3.925 | 3.476 |

# ภาคผนวก ง

## การวิเคราะห์คุณภาพ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

## การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

**การวัดสีระบบ Hunter Lab (Hunter Lab, 1997)**

เป็นการวัดสีด้วยเครื่องวัดสี ColorQuest II Colorrimeter วัดค่าสีในระบบฮันเตอร์ (Hunter Lab) โดยค่าสี L เป็นค่าความสว่าง (Lightness) a เป็นค่าสีแดงและสีเขียว (Redness/Greeness) และ b เป็นค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน (Yellowness/Blueness)

เมื่อ L คือ ค่าความสว่าง มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100

a คือ ค่าสีแดง เมื่อ a มีค่าบวก เป็นสีแดง

เมื่อ a มีค่าลบ เป็นสีเขียว

b คือ ค่าสีเหลือง เมื่อ b มีค่าบวก เป็นสีเหลือง

เมื่อ b มีค่าลบ เป็นสีน้ำเงิน

ก่อนทำการวัดสีทุกครั้งต้องปรับมาตรฐานเครื่อง (Calibration) ก่อนทำการวัดทุกครั้ง จึงวัดสีตัวอย่างผลิตภัณฑ์โดยทำการวัดซ้ำ 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย

**การวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (ค่าแรงเฉือน หรือ Shear force) ด้วยเครื่อง Instron (Series 5500) (Instron Corperation, 1993)**

เป็นการวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารโดยใช้ค่าแรงเฉือน หรือ Shear force (นิวตัน) ด้วยเครื่อง Instron series 5500 ชนิดของใบมีดที่ใช้ได้แก่ Warner Bratzler Meat Shear-Compression (2830-013) ความเร็วของ Crosshead เท่ากับ 200 มิลลิเมตร/นาที

ก่อนวัดทุกครั้งต้องมีการปรับมาตรฐานเครื่อง (Calibration) และตัวอย่างจะต้องมีขนาดเท่ากันโดยมีความกว้างและยาวเท่ากับ 1 นิ้ว เพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนของผลการทดลอง ทำการวัดซ้ำ 5 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย

# การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

## การหาปริมาณกรดทั้งหมด (Total titratable acids) ตามวิธีของ AOAC (1995)

### การเตรียมสารเคมี

- สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 โมล่าร์

ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 4 กรัม ด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตรโดยใช้ขวดปรับปริมาตร

### วิธีวิเคราะห์

ชั่งน้ำหนักตัวอย่างมะม่วงอบแห้ง 10 กรัม ปั่นผสมกับน้ำกลั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่น จากนั้นปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น โดยใช้ขวดปรับปริมาตร นำตัวอย่างที่เตรียมได้มากรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 จากนั้นปิเปตสารละลายใส 10 มิลลิลิตรลงในฟลาสก์ขนาด 125 มิลลิลิตร นำมาไตรเตตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 โมล่าร์ โดยใช้ฟีนอฟธาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ คำนวณหาปริมาณกรดทั้งหมดโดยเทียบจากค่ามาตรฐาน ดังนี้

1 มิลลิลิตร ของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 โมล่าร์ ทำปฏิกิริยาสมมูลย์พอดีกับกรดซิตริก 0.007 กรัม

## การวิเคราะห์ปริมาณเกลือตามวิธีของ Mohr (AOAC, 1995)

### การเตรียมสารเคมี

- สารละลายเงินไนเตรต ความเข้มข้น 0.1 โมล่าร์

ละลายเงินไนเตรต 16.988 กรัม ด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตรโดยใช้ขวดปรับปริมาตร

- สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.5 โมล่าร์

ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 20 กรัม ด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร โดยใช้ขวดปรับปริมาตร

- สารละลายโพแทสเซียมโครเมต ความเข้มข้นร้อยละ 5

ละลายเงินโพแทสเซียมโครเมต 4.2 กรัม และโพแทสเซียมไดโครเมต 0.7 กรัม ด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตรโดยใช้ขวดปรับปริมาตร

**วิธีวิเคราะห์**

ชั่งตัวอย่างมะม่วงอบแห้ง 10 กรัม ปั่นกับน้ำกลั่นปริมาตร 50 มิลลิลิตรด้วยโถปั่นจนละเอียด กำจัดกากโดยใช้เครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuge) นำส่วนใสที่ได้มาปรับให้เป็นกลางด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.5 โมล่าร์ แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร ในขวดปรับปริมาตร ปิเปตตัวอย่างที่ได้ 10 มิลลิลิตร ใส่ลงในฟลาสก์ขนาด 125 มิลลิลิตร เติมสารละลายโพแทสเซียมโครเมต ความเข้มข้นร้อยละ 5 ปริมาตร 2 มิลลิลิตร เพื่อเป็นอินดิเคเตอร์ เขย่าให้เข้ากัน นำไปไตเตรตกับสารละลายเงินไนเตรต ความเข้มข้น 0.1 โมล่าร์ จนถึงจุดยุติ จะมีตะกอนสีส้ม ทำการไตเตรตตัวอย่างละ 3 ซ้ำ คำนวณหาปริมาณเกลือได้ดังนี้

1 มิลลิลิตรของสารละลายเงินไนเตรต ความเข้มข้น 0.1 โมล่าร์ ทำปฏิกิริยาสมมูลย์พอดีกับเกลือ 0.00585 กรัม

**การวิเคราะห์ปริมาณกลีเซอรอล (AOAC, 1995 และ FAO, 1992)**

**การเตรียมสารเคมี**

- Bromocresol purple ความเข้มข้นร้อยละ 0.1

ละลาย Bromocresol purple 0.1 กรัม ด้วยแอลกอฮอล์ แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตรโดยใช้ขวดปรับปริมาตร

- โซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.02 โมล่าร์

ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.8 กรัม ด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตรโดยใช้ขวดปรับปริมาตร

- โพแทสเซียมเพอริโอเดต ความเข้มข้น 0.02 โมล่าร์

ละลายโพแทสเซียมเพอริโอเดต 4.6 กรัม ด้วยน้ำกลั่นร้อนปริมาตร 500 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่นเย็นโดยใช้ขวดปรับปริมาตร ทำการตรวจสอบความเป็นด่างก่อนนำไปใช้โดยปิเปตสารละลายที่เตรียมได้ 25 มิลลิลิตร เติม Bromocresol purple ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 เพื่อเป็นอินดิเคเตอร์ หลังจากนั้นหยดกรดซัลฟูริก ความเข้มข้น 0.02 โมล่าร์ลงไป สารละลายโพแทสเซียมเพอริโอเดตต้องเปลี่ยนเป็นสีเหลืองภายใน 1 หยดของกรดซัลฟูริก

- กรดซัลฟูริก ความเข้มข้นร้อยละ 10

ปิเปตสารละลายกรดซัลฟูริกเข้มข้นปริมาตร 10 มิลลิลิตร จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นในขวดปรับปริมาตรจนครบ 100 มิลลิลิตร

**วิธีวิเคราะห์**

ชั่งตัวอย่างมะม่วงอบแห้ง 5 กรัม เติมน้ำและกรดซัลฟูริก ความเข้มข้นร้อยละ 10 นำมาปั่นด้วยโถปั่น จากนั้นแยกกากทิ้งด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuge) นำส่วนใสที่ได้มาใส่ในฟลาสก์ขนาด 125 มิลลิลิตร เติม Bromocresol purple ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 จำนวน 3 หยด นำไปปรับให้เป็นกลางด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.02 โมล่าร์ จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นในขวดปรับปริมาตรจนครบ 250 มิลลิลิตร ปิเปตตัวอย่างในขวดปรับปริมาตร 30 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร เติมสารละลายโพแทสเซียมเพอริโอเดต ความเข้มข้น 0.02 โมล่าร์ ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรจนครบ 100 มิลลิลิตร แล้วตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นปิเปตตัวอย่างที่ได้มา 50 มิลลิลิตรใส่ลงในฟลาสก์ขนาด 125 มิลลิลิตร เติมโพรพีลีนไกลคอล 0.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ 10 นาที เติมBromocresol purple เพื่อเป็นอินดิเคเตอร์ แล้วนำมาไตเตรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.02 โมล่าร์ จนกระทั่งถึงจุดยุติ มีสีม่วง ทำการไตเตรตตัวอย่างละ 3 ซ้ำ คำนวณหาปริมาณกลีเซอรอลได้ดังนี้

1 มิลลิลิตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.02 โมล่าร์ทำปฏิกิริยาสมมูลย์พอดีกับกลีเซอรอล 1.842 มิลลิกรัม

**การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น** (AOAC, 1995)

บันทึกน้ำหนักของกระป๋องอลูมิเนียมที่สะอาดและผ่านการอบเป็นเวลา 30นาทีและปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น จากนั้นใส่ตัวอย่างที่ถูกตัดให้เป็นชิ้นเล็กๆประมาณ 5 กรัมลงในกระป๋องอลูมิเนียม นำกระป๋องอลูมิเนียมไปอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนได้น้ำหนักคงที่ นำกระป๋องอลูมิเนียมออกจากตู้อบ และปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้นไม่น้อยกว่า 20 นาที บันทึกน้ำหนักของกระป๋องอลูมิเนียมและของแข็งที่เหลืออยู่ คำนวณหาปริมาณความชื้นจากสูตร

$$\text{ร้อยละความชื้น (เทียบน้ำหนักเปียก)} = \frac{(A-B) \times 100}{A}$$

เมื่อ A = น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

B = น้ำหนักของแข็งที่เหลืออยู่หลังการอบ (กรัม)

**การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์** (Reducing Sugars) **ก่อนและหลังอินเวอร์ชันตามวิธีของ** Lane and Eynon (AOAC, 1995)

**การเตรียมสารเคมี**

- สารละลาย Fehling no. 1

ละลายคอปเปอร์ซัลเฟท (copper sulfate pentahydrate : $CuSO_4.5H_2O$) จำนวน 34.639 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตรโดยใช้ขวดปรับปริมาตร

- สารละลาย Fehling no. 2

ละลายโซเดียมโปแตสเซียมตาร์เตรท (sodium potassium tartrate หรือ

rechelle salt : $KNaC_4O_6 . 4H_2O$) จำนวน 173 กรัม และโซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide) จำนวน 50 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร โดยขวดปรับปริมาตร

- สารละลาย Carrez I

ละลาย Zinc acetate dihydrate 21.9 กรัม ในน้ำกลั่นที่มีกรดอะซิติกเข้มข้น 3 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น ในขวดปรับปริมาตร

- สารละลาย Carrez II

ละลายโพแทสเซียมเฟอร์โรไซยาไนด์ 10.6 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร ในขวดปรับปริมาตร

- สารละลายเมธิลีนบลูเข้มข้นร้อยละ 1

ละลายเมธิลีนบลู 1 กรัม ด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร โดยใช้ขวดปรับปริมาตร

**วิธีวิเคราะห์**

**การวิเคราะห์น้ำตาลรีดิวซ์ก่อนอินเวอร์ชั่น ($D_1$)**

เตรียมตัวอย่างให้มีความเข้มข้นร้อยละ 6 โดยชั่งตัวอย่างมะม่วงอบแห้ง 15 กรัม แล้วนำมาปั่นกับน้ำกลั่นจนเป็นเนื้อเดียวกัน ถ่ายตัวอย่างที่ได้ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 250 มิลลิลิตร เติม Clearing agent หรือสารละลาย Correz I และ Correz II อย่างละ 5 มิลลิลิตรแล้วปรับปริมาตรเป็น 250 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากันดี ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 20 นาที แล้วกรอง เก็บสารละลายที่กรองได้ไว้ใช้วิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซิ่งก่อนอินเวอร์ชั่น

Preliminary titration

นำสารละลายตัวอย่างที่เตรียมไว้ใส่ในบิวเรตขนาด 50 มิลลิลิตร (ชนิดปลายงอ) ไล่ฟองอากาศให้หมด ปิเปตสารละลาย Fehling reagent ซึ่งประกอบด้วยสารละลาย Fehling no. 1 และ Fehling no. 2 อย่างละ 5 มิลลิลิตร ในฟลาสก์ขนาด 125 มิลลิลิตร ใส่ลูกแก้ว

ขนาดเล็กลงไป 2 - 3 เม็ด นำไปต้มให้เดือดบนตะเกียงบุนเซน ไตเตรตกับสารละลายน้ำตาลตัวอย่างจนสีน้ำเงินจางลง หยดสารละลายเมธิลีนบลูลงไป 1 - 2 หยด ไตเตรตจนสีฟ้าหายไปหมด เหลือแต่ตะกอนสีส้มแดง จดปริมาตรของสารละลายน้ำตาลที่ใช้ ทำการทดลองซ้ำ 3 ซ้ำ

Accurate titration

ปิเปตสารละลาย Fehling reagent ซึ่งประกอบด้วยสารละลาย Fehling no. 1 และ Fehling no. 2 อย่างละ 5 มิลลิลิตร ใส่ในฟลาสก์ขนาด 125 มิลลิลิตร ใส่ลูกแก้วขนาดเล็กลงไป 2 - 3 เม็ด เติมสารละลายน้ำตาลจากบิวเรตลงไปทันที โดยใช้ปริมาตรน้อยกว่าที่ใช้ไตเตรตครั้งแรกประมาณ 1 - 2 มิลลิลิตร ปล่อยให้เดือดนาน 2 นาที หยดสารละลายเมธิลีนบลูลงไป 1 - 2 หยด แล้วไตเตรตต่อจนสีฟ้าหายไปหมด โดยต้องไตเตรตให้เสร็จภายในเวลา 3 นาที ตั้งแต่เริ่มเดือด จดปริมาตรของสารละลายน้ำตาลที่ใช้ ทำการทดลองซ้ำ 3 ซ้ำ

**การวิเคราะห์น้ำตาลรีดิวซ์หลังอินเวอร์ชั่น ($D_2$)**

นำสารละลายน้ำตาลที่เหลือจากการไตเตรตหาน้ำตาลรีดิวซ์ก่อนอินเวอร์ชั่นปริมาตร 100 มิลลิลิตร ใส่ลงในฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมสารละลายกรดเกลือความเข้มข้น 6.34 นอร์มัล จำนวน 10 มิลลิลิตร แล้วนำไปอุ่นในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นานประมาณ 10 นาที ทำให้เย็นลงอย่างรวดเร็ว แล้วปรับปริมาตรส่วนผสมทั้งหมดให้เป็นกลางด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 5 โมล่าร์ แล้วนำสารละลายที่ได้ไปปรับปริมาตรเป็น 250 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นในขวดปรับปริมาตร แล้วทำการไตเตรตเช่นเดียวกับการหาน้ำตาลรีดิวซ์ก่อนอินเวอร์ชั่น

**การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลซูโครส (Sucrose) ตามวิธีของ Lane and Eynon (AOAC, 1995)**

เมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ก่อนและหลังเอินเวอร์ชั่นแล้ว สามารถหาปริมาณน้ำตาลซูโครสได้ ดังนี้

ร้อยละของน้ำตาลซูโครส = ร้อยละของผลต่าง $(D_2 - D_1) \times 0.95$

โดยที่ $D_1$ = ร้อยละของน้ำตาลรีดิวซ์ทั้งหมดก่อนทำการอินเวอร์ชั่น

$D_2$ = ร้อยละของน้ำตาลรีดิวซ์ทั้งหมดหลังทำการอินเวอร์ชั่น

**การวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์** (Boehringer Mannheim, 1996)

**การเตรียมสารเคมี**

สารเคมี 1 ชุด สามารถวิเคราะห์ตัวอย่างได้ 30 ตัวอย่าง ประกอบด้วยสารเคมีดังต่อไปนี้

- Triethanolamine buffer เป็นสารละลายเพื่อความคงตัวมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ประมาณ 8.0 ปริมาตร 30 มิลลิลิตร

- Nicotinamide adenine dinucleotide (NADH) ปริมาณ 0.4 มิลลิกรัมต่อเม็ด จำนวน 30 เม็ด

- สารละลายเอนไซม์ NADH-peroxidase ปริมาตร 0.3 มิลลิลิตร ประกอบด้วย NADH-peroxidase จำนวน 3 U

- สารละลายเอนไซม์ Sulfite oxidase ปริมาตร 1.6 มิลลิลิตร ประกอบด้วย Sulfite oxidase จำนวน 4 U

**การเตรียมตัวอย่าง**

ตัดตัวอย่างให้มีขนาดเล็ก ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน 5 กรัม ใส่ตัวอย่างลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นที่ร้อน อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ปริมาตร 80 มิลลิลิตร ลงในขวดปรับปริมาตร ปิดฝาให้สนิท จากนั้นเขย่าแรงๆติดต่อกันเป็นเวลา 5 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้จนอุณหภูมิลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้องหรือประมาณ 15 นาที จึงปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 100 มิลลิลิตร กรองผ่านกระดาษกรองอย่างรวดเร็ว เก็บตัวอย่างที่ได้ในขวดฝาเกลียวปริมาตร 5 มิลลิลิตร ปิดฝาให้สนิทเพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

**วิธีวิเคราะห์**

1. ละลาย NADH จำนวน 1 เม็ดด้วย Triethanolamine buffer 1 มิลลิลิตร ต่อตัวอย่าง 1 ตัวอย่าง

2. ใช้ micropipette ปิเปตสารละลายที่ได้จากข้อ 1 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงใน cuvette

3. เติมตัวอย่างปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร

4. เติมน้ำกลั่นปริมาตร 1.9 มิลลิลิตร

5. เติมเอนไซม์ NADH-peroxidase ปริมาตร 0.01 มิลลิลิตร แล้วคนให้เข้ากันด้วย spatula ทิ้งไว้ 5 นาที จึงวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 340 นาโนเมตร ($A_1$)

6. จากนั้นเริ่มปฏิกิริยาด้วยการเติมเอนไซม์ Sulfite oxidase ปริมาตร 0.05 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ 30 นาทีจึงวัดค่าการดูดกลืนแสงอีกครั้ง หากปฏิกิริยายังไม่สิ้นสุดให้อ่านค่าการดูดกลืนแสงอีกทุกๆ 5 นาที จนกระทั่งค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ลดลงอย่างคงที่ ($A_2$) จึงหยุด

ทำ blank ด้วยทุกครั้งที่ทำการทดลองโดยทำทุกอย่างเช่นเดียวกับตัวอย่าง แต่ใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่าง ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร

สูตรการคำนวณปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เป็นดังนี้

$$\text{ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (ppm)} = \frac{\Delta A * M * V_1 * V_3 * F}{\varepsilon * \delta * V_2 * m}$$

เมื่อ $\Delta A = (A_1-A_2)_{sample} - (A_1-A_2)_{blank}$

M = น้ำหนักโมเลกุลของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (64.06 กรัม/โมล)

$V_1$ = ปริมาตรทั้งหมดของตัวอย่างใน cuvette (3.060 มิลลิลิตร)

$V_3$ = ปริมาตรทั้งหมดของตัวอย่างที่เตรียม (100 มิลลิลิตร)

F = ค่าคงที่ของการเจือจางตัวอย่าง (Dilution factor = 1)

$\varepsilon$ = Extinction coefficient ของ NADH (6.3 l / $mmol^{-1}*cm^{-1}$ เมื่อความยาวคลื่นเท่ากับ 340 นาโนเมตร)

$\delta$ = ความหนาของ cuvette (1 เซนติเมตร)

$V_2$= ปริมาตรตัวอย่างที่ใช้ในการวัด (0.1 มิลลิลิตร)

# การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา

## การหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ( AOAC, 1995)

### อุปกรณ์และเครื่องมือ

- จานเพาะเชื้อ (Petri dish)
- หลอดทดลอง (Test Tube)
- ปิเปตขนาด 1 และ 10 มิลลิลิตร
- อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Memmert : Model WB14, Germany)
- ตู้บ่มเชื้อ (Heraeus : Model D - 6450 hanau, Germany)
- หม้อนึ่งความดัน (Hirayama : Model HA - 300MIV, Japan)

### อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายสำหรับเจือจาง

- สารละลายบัฟเฟอร์เปบโตน ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 (Becto Peptone , Difgo Laboratory, USA.)
- อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar (Becto Plate Count Agar, Difgo Labolatory, USA.)

### การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ 23.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่นหรือน้ำดีไอออไนซ์ 1 ลิตร
2. ต้มจนอาหารเลี้ยงเชื้อละลายหมด
3. นำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 - 124 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

อาหารเลี้ยงเชื้อที่ได้จะมีค่าความเป็นกรด - ด่างสุดท้ายเท่ากับ 7.0 ± 0.2 ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

**วิธีวิเคราะห์**

1. <u>การเตรียมตัวอย่าง</u>

1. ตัดตัวอย่างให้มีขนาดเล็กด้วยกรรไกรที่ผ่านการเช็ดแอลกอฮอล์และลนไฟ

2. ใช้ช้อนตักสารที่ผ่านการเช็ดแอลกอฮอล์และลนไฟแล้วตักตัวอย่างมะม่วงอบแห้ง 10 กรัม ใส่ลงในถุงสำหรับตีปั่น (Stomacher bag) เติมสารละลายบัฟเฟอร์เปบโตน 90 มิลลิลิตร นำไปเข้าเครื่องตีปั่น (Stomacher) เพื่อให้สารละลายตัวอย่างผสมเป็นเนื้อเดียวกัน จะได้อาหารที่เจือจาง 1 : 10 หรือ ($10^{-1}$)

3. เขย่าตัวอย่างให้ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างมะม่วงอบแห้งสมุนไพรชนิดแข็งที่เจือจาง 1 : 10 หรือ ($10^{-1}$) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มีสารละลายบัฟเฟอร์เปบโตน 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จะได้อาหารที่เจือจาง 1 : 100 หรือ $10^{-2}$

2. <u>การใส่อาหารเลี้ยงเชื้อ</u>

1. ใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตรที่ฆ่าเชื้อแล้ว ดูดสารละลายของตัวอดย่างอาหารที่ระดับเจือจางต่างๆ ( $10^{-1}$, $10^{-2}$, $10^{-3}$) ลงในจานเพาะเชื้อ จานละ 1 มิลลิลิตร ระดับเจือจางละ 2 จาน โดยเริ่มดูดจากที่ความเข้มข้นต่ำสุด

2. เทอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA ที่กำลังหลอมเหลวลงในจานเพาะเชื้อที่มีตัวอย่างโดยใส่ลงในจาน จานละประมาณ 15 - 20 มิลลิลิตร ให้เสร็จภายในเวลา 1 - 5 นาที

3. ผสมตัวอย่างและอาหารเลี้ยงเชื้อให้เข้ากันดี วางทิ้งไว้จนอาหารแข็งตัว คว่ำจานอาหารเลี้ยงเชื้อลง

3. <u>การบ่ม</u>

บ่มจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ $34 \pm 2$ องศาเซลเซียส เป็นเวลา $48 \pm 3$ ชั่วโมง

4. การตรวจนับจำนวนโคโลนีและการรายงานผล

หลังจากบ่มเชื้อตามกำหนดเวลาแล้ว ตรวจนับจำนวนโคโลนีบนจานอาหารเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 30 - 300 โคโลนี หาค่าเฉลี่ยจากจำนวนโคโลนีทั้ง 2 จานเพาะเชื้อ รายงานผลการตรวจนับว่ามีจำนวน Mesophilic aerobic bacteria ในรูปโคโลนีต่ออาหาร 1 กรัม

## การหาปริมาณเชื้อยีสต์และรา (Yeast and Mold) (AOAC, 1995)

### อุปกรณ์และเครื่องมือ

- จานเพาะเชื้อ (Petri dish)
- หลอดทดลอง (Test Tube)
- ปิเปตขนาด 1 และ 10 มิลลิลิตร
- อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Memmert : Model WB14, Germany)
- ตู้บ่มเชื้อ (Heraeus : Model D - 6450 hanau, Germany)
- หม้อนึ่งความดัน (Hirayama : Model HA - 300MIV, Japan)

### อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายสำหรับเจือจาง

- สารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 (Becto Peptone , Difgo Laboratory, USA.)
- อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (Becto Potato Dextrose Agar, Difgo Labolatory, USA.)
- สารละลายกรดทาร์ทาริก ความเข้มข้นร้อยละ 10

### การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ 39 กรัม ละลายในน้ำกลั่นหรือน้ำดีไอออไนซ์ 1 ลิตร

2. ต้มจนอาหารเลี้ยงเชื้อละลายหมด

3. นำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 - 124 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

4. ปรับอาหารเลี้ยงเชื้อที่ฆ่าเชื้อแล้วให้มีค่าความเป็นกรด - ด่างเท่ากับ 3.5 โดยการเติมสารละลายกรดทาร์ทาริก ความเข้มข้นร้อยละ 10 ลงไป (อาหารเลี้ยงเชื้อ 100 มิลลิลิตร ใช้สารละลายกรดทาร์ทาริก 1.9 มิลลิลิตร)

**วิธีวิเคราะห์**

1. <u>การเตรียมตัวอย่าง</u>

1. ตัดตัวอย่างให้มีขนาดเล็กด้วยกรรไกรที่ผ่านการเช็ดแอลกอฮอล์และลนไฟ

2. ใช้ช้อนตักสารที่ผ่านการเช็ดแอลกอฮอล์และลนไฟแล้วตักตัวอย่างมะม่วงอบแห้ง 10 กรัม ใส่ลงในถุงสำหรับตีปั่น (Stomacher bag) เติมสารละลายบัฟเฟอร์เปบโตน 90 มิลลิลิตร นำไปเข้าเครื่องตีปั่น (Stomacher) เพื่อให้สารละลายตัวอย่างผสมเป็นเนื้อเดียวกัน จะได้อาหารที่เจือจาง 1 : 10 หรือ ($10^{-1}$)

3. เขย่าตัวอย่างให้ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างมะม่วงอบแห้งสมุนไพรชนิดแข็งที่เจือจาง 1 : 10 หรือ ($10^{-1}$) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มีสารละลายบัฟเฟอร์เบ่บโตน 9 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จะได้อาหารที่เจือจาง 1 : 100 หรือ $10^{-2}$

2. <u>การใส่อาหารเลี้ยงเชื้อ</u>

1. ใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตรที่ฆ่าเชื้อแล้ว ดูดสารละลายของตัวอดย่างอาหารที่ระดับเจือจางต่างๆ ($10^{-1}$, $10^{-2}$, $10^{-3}$) ลงในจานเพาะเชื้อ จานละ 1 มิลลิลิตร ระดับเจือจางละ 2 จาน โดยเริ่มดูดจากที่ความเข้มข้นต่ำสุด

2. เทอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่กำลังหลอมเหลวลงในจานเพาะเชื้อที่มีตัวอย่างโดยใส่ลงในจาน จานละประมาณ 15 - 20 มิลลิลิตร ให้เสร็จภายในเวลา 1 - 2 นาที

3. ผสมตัวอย่างและอาหารเลี้ยงเชื้อให้เข้ากันดี วางทิ้งไว้จนอาหารแข็งตัว คว่ำจานอาหารเลี้ยงเชื้อลง

3. การบ่ม

บ่มจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ $30 \pm 2$ องศาเซลเซียส เป็นเวลา $72 \pm 3$ ชั่วโมง

4. การตรวจนับจำนวนโคโลนีและการรายงานผล

หลังจากบ่มเชื้อตามกำหนดเวลาแล้ว ตรวจนับจำนวนโคโลนีบนจานอาหารเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 30 - 300 โคโลนี หาค่าเฉลี่ยจากจำนวนโคโลนีทั้ง 2 จานเพาะเชื้อ รายงานผลการตรวจนับในรูปโคโลนีต่ออาหาร 1 กรัม

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

## การคาดคะเนอายุการเก็บรักษา (Man and Jones, 1994)

### การศึกษาอันดับและอัตราเร็วของปฏิกิริยา (Order and rate constant of reaction)

การคาดคะเนอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์โดยการศึกษาอัตราเร็วและอันดับของปฏิกิริยา สามารถอธิบายได้ด้วยทฤษฎีจลศาสตร์

$$-\frac{d\,C_A}{dt} = k.C_A^{\,n}$$

เมื่อ $C_A$ = ความเข้มข้นของสารที่สนใจที่เวลา t

t = เวลา

k = อัตราเร็วของปฏิกิริยา

n = อันดับของปฏิกิริยา

- ปฏิกิริยาอันดับศูนย์ (n=0)

มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์กับเวลา t

$$C_{At} = -kt + C_{A0}$$

สร้างกราฟระหว่าง $C_{At}$ กับเวลา t เพื่อหาค่า k

- ปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง (n=1)

มีการเปลี่ยนแปลงแบบ Logarithmic ของความเข้มข้นของสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์กับเวลา t

$$\ln ( C_{At}/C_{A0}) = -kt$$

สร้างกราฟระหว่าง $\ln ( C_{At}/C_{A0})$ กับเวลา t เพื่อหาค่า k

- ปฏิกิริยาอันดับสอง (n=2)

มีความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นหรือสารผลิตภัณฑ์กับเวลา t แบบ Hyperbolic หรือมีความสัมพันธ์ระหว่าง $1/C_A$ กับเวลาเป็นเส้นตรง

$$(1/C_{At}) - (1/C_{A0}) = -kt$$

สร้างกราฟระหว่าง $1/C_{At}$ กับเวลา t เพื่อหาค่า k

จากข้อมูลที่ได้จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางประสาทสัมผัส กายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา ระหว่างการเก็บรักษา ทำให้ทราบว่ามีคุณภาพบางประการที่สามารถใช้ชี้บ่งคุณภาพของผลิตภัณฑ์มะม่วงแก้วอบแห้งได้ นั่นคือคุณภาพนั้นจะนำมาใช้เป็นดัชนีชี้บ่งอายุการเก็บรักษาต่อไป

การคาดคะเนอายุการเก็บรักษาทำได้โดย นำค่าคุณภาพที่เป็นดัชนีชี้บ่งอายุการเก็บรักษาข้างต้นมาสร้างกราฟระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นหรือผลิตภัณฑ์กับเวลา t เพื่อดูว่าการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยามีความสัมพันธ์กันด้วยปฏิกิริยาอันดับที่เท่าใด และทำการสร้างกราฟตามความสัมพันธ์ของปฏิกิริยาอันดับนั้นๆ เพื่อคำนวณหาอัตราเร็วคงที่ (Rate constant ; k values) จากการหาความชัน (Slope) ของเส้นกราฟ และนำค่า k ที่ได้มาคำนวณหาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ หรือค่า t ในสมการ

ตัวอย่างเช่น โดยทั่วไปผลิตภัณฑ์อาหารมีการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาเป็นปฏิกิริยาอันดับ 1 โดยเมื่อสร้างกราฟระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นกับเวลา จะพบว่ามีความสัมพันธ์แบบ Logarithmic จากนั้นสร้างกราฟระหว่าง $\ln(C_{At}/C_{A0})$ กับเวลา t เพื่อคำนวณหาค่าอัตราเร็วของปฏิกิริยา หรือค่า k จากความชันของกราฟ และสามารถหาอายุการเก็บรักษา (t) ได้จากสูตร

$$\ln ( C_{At}/C_{A0}) = -kt$$

# ประวัติการศึกษา

**ชื่อ-นามสกุล** นางสาวณัฏยา คนซื่อ

**วัน เดือน ปี เกิด** 21 กรกฎาคม 2519

**ประวัติการศึกษา**

พ.ศ. 2537 สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น (มอดินแดง)
จังหวัดขอนแก่น

พ.ศ. 2541 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University