

บทปฏิบัติการที่ 21
การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ โดย
เครื่องไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิควิดโครมาโตกราฟี
(Determination of Reducing Sugar by HPLC)

- วัตถุประสงค์**
1. เพื่อเรียนรู้วิธีวิเคราะห์ที่ได้รับการปรับปรุงให้ทันสมัยโดยใช้เวลาการวิเคราะห์สั้นลงกว่าวิธีเดิมมาก
 2. ศึกษาการใช้เครื่องมือไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิควิดโครมาโตกราฟี

หลักการ ปัจจุบันผู้บริโภคสนใจคุณค่าทางโภชนาการมากขึ้น เนื่องจากผลิตภัณฑ์อาหารที่ผลิตขึ้นถ้ามีค่าพลังงานอาหารสูงเกินผู้บริโภคบางกลุ่มไม่สามารถบริโภคได้ เพราะจะทำให้เกิดโทษต่อร่างกาย การวิเคราะห์ปริมาณของส่วนประกอบอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต มีด้วยกันหลายวิธีทั้งทางด้าน Classical wet chemical และ Enzymatic methods รวมทั้งเครื่องมือทาง Chromatographic techniques เช่น gas, liquid partition, thin layer, paper chromatography ปัจจุบันมีผู้ทดลองวิเคราะห์โดย ไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิควิดโครมาโตกราฟี โดยใช้คอลัมน์ขนาดเล็กซึ่งสามารถ วิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลชนิดต่างๆ ในอาหารและเครื่องดื่ม ได้รวดเร็ว

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. ไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิควิดโครมาโตกราฟี (HPLC)
2. Detector: refractive index
3. Flow rate: 2.0 ml/min

สารเคมี

1. สารละลาย : H₂O/ CH₃ CN : 30/70
2. เอทานอล 80%

วิธีเตรียมสารเคมี

สารละลาย: H₂O/CH₃ CN : 30/70 โดยตวง CH₃ CN 70 มิลลิลิตร และน้ำ 30 มิลลิลิตร ผสมกัน นำไปใส่ภาชนะก่อนใช้งาน

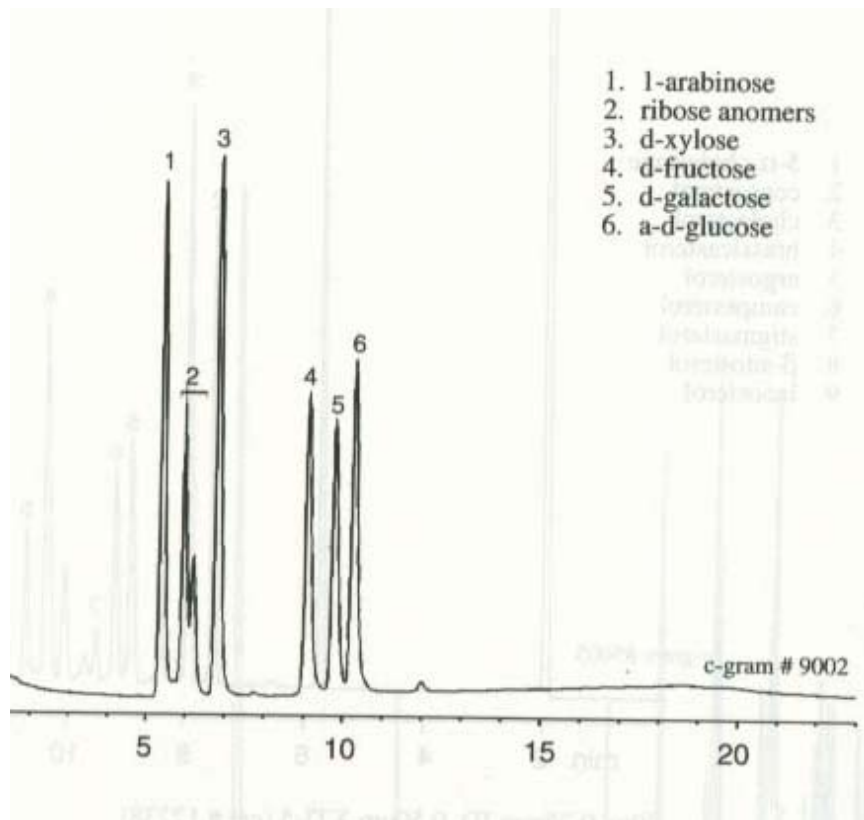
วิธีทดลอง

การเตรียมตัวอย่างน้ำผลไม้ก่อนการวิเคราะห์

โดยบีบอัดสารละลายในปริมาตรแน่นอนและเจือจางด้วยน้ำให้เหลือปริมาณน้ำตาล 0.5 - 5% กรองผ่านกระดาษกรองขนาดเล็ก ขนาด 0.22 – 0.45 μ

การเตรียมตัวอย่างผักผลไม้ก่อนการวิเคราะห์

1. ตัดผลไม้เป็นชิ้นเล็กๆ และชั่งน้ำหนักประมาณ 5-10 กรัม (น้ำหนักแน่นอน)
2. เติม แอลกอฮอล์ ที่ผสม แคลเซียมคาบอเนต เล็กน้อย เพื่อลดความเป็นกรดของผลไม้
3. บดเนื้อผลไม้ให้ละเอียด และเติม Ethanol เพิ่มโดยให้มี Ethanol ในสารละลาย 80%
4. นำสารละลายผลไม้ไปกลั่นไหลกลับ (reflux) 1-2 ชั่วโมง ทำให้เย็น
5. นำสารละลายที่ reflux แล้วใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 100 มิลลิลิตร เติมแอลกอฮอล์ 80% ให้ครบปริมาตร
6. กรองสารละลายผ่าน กระดาษกรอง ขนาด 50 μ
7. ฉีดเข้าเครื่องไฮเปอร์ฟอร์แมนซ์ลิควิดโครมาโตกราฟี ปริมาตร 5-30 μ
8. กำหนดความสูงของ peak ต่างๆเทียบกับสารมาตรฐาน
9. สารมาตรฐานที่เตรียมขึ้นใช้ควรเตรียมใหม่หรือเก็บในที่เย็น



ภาพที่ 21.1 แสดงปริมาณน้ำตาลใน corn syrup โดยใช้ solvent H₂O/CH₃CN (35/65)



ภาพที่ 21.2 เครื่อง HPLC

บทปฏิบัติการที่ 22
การวิเคราะห์ปริมาณสีสังเคราะห์ในอาหาร
(Determination of Synthetic color in Food Products)

- วัตถุประสงค์**
1. เพื่อเป็นการตรวจสอบสีผสมอาหารที่ผู้ผลิตอาหารใช้อยู่ ซึ่งควรจะเป็นสีที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค เนื่องจากสีที่ใช้ผสมอาหารหลายชนิดไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค
 2. เพื่อเปรียบเทียบวิธีการวิเคราะห์สีผสมอาหาร

หลักการ สีสังเคราะห์ที่ใช้เป็นสีผสมอาหารสามารถตรวจสอบความปลอดภัยโดยเทียบกับสีมาตรฐานโดยวิธี paper chromatography และเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์
2. ใหมพรหมขาวทำจากขนสัตว์ 100 %
3. กระจกทรงเบอร์ 1 ขนาดใหญ่

สารเคมี

1. Ethanol 70 %
2. Glacial acetic acid
3. Hydrochloric acid 0.1 N
4. Sodium hydroxide 0.1 N
5. Iso-butanol (n-butanol)
6. Developing solvent
7. Ammonium hydroxide, specific gravity 0.96

วิธีเตรียมสารเคมี

1. Hydrochloric acid 0.1 N

ตวง Hydrochloric acid เข้มข้น 8.5 มิลลิลิตร เติมน้ำครบ 1 ลิตร

2. Sodium hydroxide 0.1 N

ละลาย Sodium hydroxide 4 กรัม ในน้ำ เติมน้ำครบ 1 ลิตร

วิธีการทดลอง

1. การเตรียมตัวอย่าง

- 1.1 เครื่องดื่มที่ปราศจากแอลกอฮอล์ ส่วนมากเป็นเครื่องดื่มที่มีฤทธิ์เป็นกรดซึ่งใช้ไหมพรมดูดซับสีได้โดยตรง
- 1.2 เครื่องดื่มที่ผสมแอลกอฮอล์ เช่น ไวน์ บรั่นดี ต้องนำมาต้มไล่แอลกอฮอล์ออกและปรับให้เครื่องดื่มนั้นมีฤทธิ์เป็นกรด
- 1.3 อาหารที่ผสมแป้ง เช่น เค้ก ขนมหวานต่างๆ ต้องบดสารตัวอย่าง 10 กรัมกับ 2% แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ใน alcohol 70% ปริมาณ 50 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง และใส่ในเครื่องเหวี่ยงแยกส่วนใส่ออกและใส่ในภาชนะปากกว้างสำหรับระเหยบนเครื่องอังไอน้ำ เติมน้ำ 30 มิลลิลิตร ลงในภาชนะเดิม และปรับสารละลายให้เป็นกรด

2. การสกัดสีออกจากอาหารตัวอย่าง

- 2.1 ชั่งตัวอย่างอาหารที่บดละเอียดแล้วประมาณ 5-10 กรัม ที่มีน้ำหนักแน่นอน (ขึ้นกับความเข้มข้นของตัวอย่าง) ใส่ในบีกเกอร์ ขนาด 150 มิลลิลิตร เติมน้ำประมาณ 20 มิลลิลิตร ตั้งบนเครื่องอังไอน้ำ
- 2.2 หยด กรดน้ำส้ม 2-3 หยด ใส่ไหมพรมขาวประมาณ 5 เส้น (เตรียมไหมพรมก่อนใช้โดยตัดเป็นเส้นประมาณ 1 นิ้ว ต้มกับแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ 1% ประมาณ 15 นาที ล้างออกด้วยน้ำกลั่นจนหมดความเป็นด่าง ตั้งทิ้งไว้ให้แห้งเก็บไว้ใช้งาน) คนด้วยแท่งแก้ว รอให้สีจับไหมพรมจนหมด หรือจนสารละลายตัวอย่างใสไม่มีสี
- 2.3 นำไหมพรมมาล้างน้ำจนสะอาด และนำไหมพรมมาใส่ในถ้วยระเหย
- 2.4 ใส่แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ 1% ประมาณ 5-10 มิลลิลิตร วางถ้วยระเหยบนเครื่องอังไอน้ำจนสีของไหมพรม ละลายออกมาในถ้วยระเหยจนหมด คือไหมพรมเป็นสีขาวดังเดิม แยกไหมพรมทิ้ง ระเหยสารละลายสีในถ้วยระเหยจนแห้ง

- 2.5 ทำการแยกสีที่ได้จากถ้วยโดยวิธี Paper Chromatography และใช้ developing solvents (ผสม n-butanol, Ethanol 70 %, Ammonia solution และน้ำกลั่นในอัตราส่วน 100:20:44 เขย่าให้เข้ากันในกรวยแยกขนาด 250 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้จนใส แยกกันเป็น 2 ชั้น ไขชั้นล่างออกใส่บีกเกอร์ ขนาด 50 มิลลิลิตร เทลงใน developing tank) ที่เตรียมไว้ รอให้สีแยกจากกันชัดเจน ลักษณะเป็นแถบสีซึ่งจะขึ้นกับ Rf value ของแต่ละสีนั้นๆ นำกระดาษแถบสีมาเป่าให้แห้ง
- 2.6 ตัดกระดาษส่วนที่ติดสีออกแต่ละสี แยกใส่ในถ้วยระเหยนำไปตั้งบนเครื่องอังไอน้ำ และเติมน้ำลงไปประมาณ 3-5 มิลลิลิตรเพื่อล้างสีออกจากกระดาษจนหมดทั้งกระดาษไปและระเหยสีจนแห้ง
- 2.7 ละลายสีจากถ้วยระเหยด้วยตัวทำละลายเฉพาะของแต่ละสีนั้น กรองและปรับปริมาตรให้คงที่จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นที่กำหนดเฉพาะของสีแต่ละชนิด ด้วยเครื่อง สเปกโทรโฟโตมิเตอร์

การสร้างกราฟมาตรฐาน

1. Stock Standard Color Solution 1 มิลลิกรัม/ลิตร
โดยชั่งสีมาตรฐาน 0.1000 กรัม (น้ำหนักแน่นอน) ละลายด้วยตัวทำละลายเฉพาะสีนั้นๆ ปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร
2. ปิเปต Stock Standard Color solution จำนวน 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 มิลลิลิตรในขวดรูปชมพู่ขนาด 50 มิลลิลิตร
3. เติมตัวทำละลายเฉพาะของแต่ละสี เช่น 0.1 N HCl, 0.1 N NaOH หรือ 0.1 N $\text{NH}_4\text{COOCH}_3$ จนครบปริมาตร 50 มิลลิลิตร ได้ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน 1, 2, 3, 4, 5 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร
4. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงของสีจากเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์
5. นำค่าการดูดกลืนแสงของสีที่วัดได้มาเขียนกราฟเทียบกับความเข้มข้นของสี

การคำนวณ

นำค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างที่วัดได้มาอ่านค่าความเข้มข้นของสีจากกราฟมาตรฐานและคำนวณหาปริมาณสีในตัวอย่างเป็นมิลลิกรัม/ลิตร

ตารางที่ 16 สีผสมอาหารที่อนุญาตให้ใช้ในอาหารต่าง ๆ

บัญชีแนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 227) พ.ศ. 2544

ลำดับ	ประเภทวัตถุเจือปนอาหาร	ชื่อวัตถุเจือปนอาหาร	ปริมาณสูงสุดที่ ให้ใช้ได้ มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัม	หมายเหตุ
1.	สี (colour) ให้ใช้ได้ เพื่อความมุ่งหมายที่ จะทำให้ผลิตภัณฑ์มี สีเหมือนธรรมชาติ	1.1 เบตา-คาโรทีน (beta-carotene) 1.2 สีคำแสด (annatto) 1.3 คาโรทีนธรรมชาติ (carotenes) 1.4 เบตา-อะโป-คาโรทีนาล (β -apo-carotenal) 1.5 เมทิลและเอทิลเอสเทอร์ ของ กรดเบตา-อะโป-8-คา โรทีโนอิกแอซิด (β -apo-8- carotenoic acid, methyl or ethyl ester)	25 20 600 35 35	คำนวณเป็น Bixin หรือNorbixin ทั้งหมด

บทปฏิบัติการที่ 23

การวิเคราะห์ปริมาณกรดเบนโซอิกในอาหาร (Determination of Benzoic acid in Food Products)

- วัตถุประสงค์**
1. เพื่อวิเคราะห์ปริมาณกรดเบนโซอิกในอาหาร
 2. เพื่อศึกษาการเตรียมตัวอย่างก่อนการวิเคราะห์

หลักการ วิธีวิเคราะห์สารปรุงแต่งในอาหารชนิดต่างๆ เนื่องจากกรดเบนโซอิกใช้เป็นวัตถุกันเสียในอาหารภาชนะบรรจุปิดสนิท และ แยม เยลลี่ มาร์มาเลด ซึ่งต้องใช้ในปริมาณที่กฎหมายอาหารกำหนดไว้โดยใช้วิธี Solvent extraction และวิเคราะห์โดยใช้เครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ในการหาปริมาณ กรดเบนโซอิกในอาหาร

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์
2. กรวยแยก

สารเคมี

1. โซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 %
2. กรดไฮโดรคลอริก (1+3)
3. กรดไฮโดรคลอริก (1+1)
4. สารละลายเกลืออิ่มตัว
5. ไดเอทิลอีเทอร์

วิธีเตรียมสารเคมี

1. โซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 %
ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 กรัม ในน้ำกรอง เติมน้ำให้ครบ 100 มิลลิลิตร
2. กรดไฮโดรคลอริก (1+3)
ตวงกรดไฮโดรคลอริก 1 ส่วน เติมน้ำกรองอีก 3 ส่วน

3. กรดไฮโดรคลอริก (1+1)

กรดไฮโดรคลอริก 1 ส่วน เติมน้ำกรองอีก 1 ส่วน

การตรวจเอกลักษณ์ของ กรดเบนโซอิก

1. ชั่งตัวอย่างประมาณ 100 กรัม เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 200 มิลลิลิตร เติมเกลือจนสารละลายอิ่มตัว
2. กรองผ่านผ้ากรอง และปรับสารละลายให้มีฤทธิ์เป็นกรดด้วย กรดไฮโดรคลอริก (1+3)
3. สกัดด้วยไดเอทิลอีเทอร์ 2 ครั้งๆละ 25 มิลลิลิตร และนำชั้น Ether ไประเหยจนแห้ง ถ้ามีกรดเบนโซอิก ในตัวอย่างอาหารจะเห็นผลึกเล็กๆสีขาว

วิธีทดลอง

1. ชั่งอาหารตัวอย่างประมาณ 10 - 20 กรัม ที่มีน้ำหนักแน่นอนในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นลงไปประมาณ 150 มิลลิลิตร เติมเกลือเขย่าจนสารละลายอิ่มตัว
2. ปรับสารละลายเป็นด่างด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 % และ เติมสารละลายเกลืออิ่มตัวจนปริมาตรครบ 250 มิลลิลิตร วางไว้ในที่อุณหภูมิห้องประมาณ 2 ชั่วโมง
3. กรองสารละลายตัวอย่างด้วยสำลี
4. นำสารละลายตัวอย่างมา 100 มิลลิลิตร ทำให้เป็นกรดด้วย HCl (1+3)
5. สกัดด้วย ไดเอทิลอีเทอร์ 3 ครั้งๆละ 35, 30, 25 มิลลิลิตร ตามลำดับ แยกชั้นอีเทอร์ไว้รวมกันและล้างด้วย HCl (1+1000)
6. สกัดชั้นอีเทอร์ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.0 นอร์มัล 2 ครั้งๆละ 10 มิลลิลิตร และเก็บชั้นโซเดียมไฮดรอกไซด์ไว้
7. ล้างชั้นอีเทอร์ด้วยน้ำ 2 ครั้งๆละ 5 มิลลิลิตร รวมชั้นน้ำและชั้นโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.0 นอร์มัล ทั้งชั้น อีเทอร์
8. ปรับสารละลายที่เก็บไว้ให้เป็นกรดด้วย HCL (1+3) และสกัดด้วย อีเทอร์ 3 ครั้งๆละ 35, 30, 25 มิลลิลิตร ตามลำดับ เก็บชั้น Ether รวมไว้ในขวดรูปชมพู่ขนาด 100 มิลลิลิตร และกรองผ่านสำลีที่มี โซเดียมซัลเฟต (สำหรับดูดความชื้น) ปรับปริมาตรด้วยอีเทอร์
9. นำไปวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 267.5, 272 และ 276.5 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

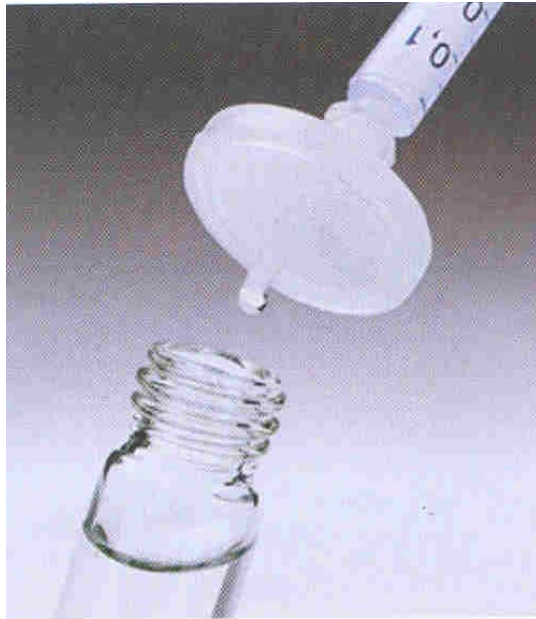
การเตรียมกราฟมาตรฐาน

1. ชั่งกรดเบนโซอิก 1 มิลลิกรัม ละลายใน Diethyl ether จนครบ 100 มิลลิลิตร (Stock standard solution)
2. บีบสารละลายนี้ 2, 4, 6, 8, และ 10 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วย ไดเอทิลอีเทอร์ จนครบ 100 มิลลิลิตร (ความเข้มข้นของสารมาตรฐานคือ 20, 40, 60, 80 และ 100 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร)
3. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 267.5, 272, 276.5 นาโนเมตร และคำนวณค่าความแตกต่างของการดูดกลืนแสง นำไปเขียนกราฟระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับค่าความเข้มข้นของ กรดเบนโซอิก

$$\text{ค่าการดูดกลืนแสงที่แตกต่าง} = \frac{(\text{Abs}_{272} - \text{Abs}_{267.5}) + \text{Abs}_{276.5}}{2}$$

การคำนวณ

นำค่าที่ได้จากการวัดค่า การดูดกลืนแสง (Absorbance) ไปหาค่าการดูดกลืนแสงที่แตกต่างและไปหาค่าความเข้มข้นของกรดเบนโซอิก จากกราฟมาตรฐาน และคำนวณเป็นไมโครกรัม/กรัม



ภาพที่ 23.1 แผ่นกรองชนิดละเอียดขนาด 0.1-0.45 μm

บทปฏิบัติการที่ 24
การวิเคราะห์ปริมาณกรดซอร์บิก
(Determination of Sorbic Acid)

- วัตถุประสงค์**
1. เพื่อศึกษาวิธีวิเคราะห์ปริมาณ กรดซอร์บิกในอาหารและในแยม เยลลี่ มาร์มาเลดที่บรรจุในภาชนะปิดสนิท
 2. เพื่อศึกษาวิธีวิเคราะห์ปริมาณ กรดซอร์บิกในเครื่องดื่ม

หลักการ ทำได้โดยวิธีกลั่นและวัดปริมาณโดยใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์วัดการดูดกลืนแสงของสารละลาย

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์
2. เต้าไฟฟ้า

สารเคมี

1. กรดซัลฟิวริก 2.0 นอร์มัล
2. กรดซัลฟิวริก 0.3 นอร์มัล
3. โปแตสเซียมไดโครเมต 0.01 นอร์มัล
4. โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.5 นอร์มัล
5. กรดไฮโดรคลอริก 1 นอร์มัล

วิธีเตรียมสารเคมี

1. กรดซัลฟิวริก **2.0 นอร์มัล** ตวงกรดซัลฟิวริก 55.0 มิลลิลิตร ลงในน้ำกรองหรือน้ำกลั่น และเติมน้ำจนครบ 1000 มิลลิลิตร
2. กรดซัลฟิวริก **0.3 นอร์มัล** ตวงกรดซัลฟิวริก 8.5 มิลลิลิตร ลงในน้ำกรองหรือน้ำกลั่น และเติมน้ำจนครบ 1000 มิลลิลิตร
3. โปแตสเซียมไดโครเมต **0.01 นอร์มัล** ชั่งโปแตสเซียมไดโครเมต 14 มิลลิกรัม ละลายด้วยน้ำกรองหรือน้ำกลั่นครบ 1 ลิตร
4. โซเดียมไฮดรอกไซด์ **0.5 นอร์มัล** ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์โซเดียมไฮดรอกไซด์ 20 กรัม ละลายด้วยน้ำกรองหรือน้ำกลั่นครบ 1 ลิตร
5. กรดไฮโดรคลอริก **1 นอร์มัล** ตวงกรดไฮโดรคลอริกไฮโดรคลอริก 85 มิลลิลิตร ละลายด้วยน้ำกรองหรือน้ำกลั่นครบ 1 ลิตร

วิธีการทดลอง

1. ชั่งตัวอย่างอาหารประมาณ 5-10 กรัม น้ำหนักแน่นอนใส่ในหลอดทดลองตัวอย่าง
2. เติมกรดซัลฟิวริก 2.0 นอร์มัล 10 มิลลิลิตร และแมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) 10 กรัม ต่อหลอดทดลองนี้เข้ากับเครื่องกลั่นไอน้ำกลั่นเอาส่วนที่กลั่นได้ ให้ได้ประมาณ 250 มิลลิลิตร ภายในเวลา 30 นาที นำมาปรับปริมาตรให้ครบ 250 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น
3. บีบ distillate 2 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง (สารไร้สิ่งตัวอย่างใช้น้ำกลั่น 2 มิลลิลิตร)
4. เติมกรดซัลฟิวริก 0.3 นอร์มัล ปริมาณ 1 มิลลิลิตร และโปแตสเซียมไดโครเมต 0.01 นอร์มัล จำนวน 1 มิลลิลิตร
5. แช่ในน้ำเดือด 5 นาที นำขึ้นแช่ในน้ำเย็น เมื่อเย็นเติม Thiobarbituric acid 0.5 % ปริมาณ 2 มิลลิลิตร
6. นำลงแช่ในน้ำเดือดอีกครั้งเวลา 10 นาที นำขึ้นแช่ในน้ำเย็น ถ้ามีกรดซอร์บิก จะได้สารละลายสีชมพู
7. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 532 นาโนเมตร เทียบกับสารไร้สิ่งตัวอย่าง ด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์

การเตรียมกราฟมาตรฐาน

1. เตรียมสารละลายมาตรฐานกรดซอร์บิก 0.1 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร โดยชั่งโปแตสเซียมซอร์เบท ($C_6H_7KO_2$) 10.0 มิลลิกรัม ในน้ำกลั่นปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร
2. ปิเปตสารละลายมาตรฐานกรดซอร์บิก 1,2,3,4 มิลลิลิตร ในขวดรูปชมพู่ ขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนครบ 100 มิลลิลิตร ได้ความเข้มข้น 1,2,3 และ 4 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร
3. ปิเปตสารละลายมาตรฐานแต่ละความเข้มข้นที่เตรียมไว้ลงในหลอดทดลองหลอดละ 2 มิลลิลิตร (สารไวส์ตัวอย่างใช้น้ำกลั่น 2 มิลลิลิตร)
4. ขั้นตอนไปทำเหมือนการวิเคราะห์กรดซอร์บิกตั้งแต่ข้อ 4-7
5. นำค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้มาเขียนกราฟเทียบกับปริมาณความเข้มข้นของกรดซอร์บิก

วิธีคำนวณ

นำค่าการดูดกลืนแสงของอาหารตัวอย่างที่วัดได้มาหาค่าความเข้มข้นของกรดซอร์บิกจากกราฟมาตรฐานและคำนวณเป็นไมโครกรัม/กรัม (ppm)



ภาพที่ 24.1 แผ่นกรองสารละลาย



ภาพที่ 24.2 เครื่องกรองสารละลาย

บทปฏิบัติการที่ 25

การวิเคราะห์ปริมาณแทนนินในอาหาร (Determination of Tannin in Food Products)

- วัตถุประสงค์**
1. เพื่อวิเคราะห์ปริมาณแทนนินในอาหาร เนื่องจากแทนนินปรากฏในอาหารหลายชนิด
 2. เพื่อศึกษาวิธีเตรียมสารละลายเพื่อวิเคราะห์โปรตีน

หลักการ โดยปฏิกิริยาของการออกซิเดชันของสารละลายโปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนต

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. บิวเรต
2. ขามกระเบื้อง

สารเคมี

1. สารละลายโปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนต 0.5 กรัมต่อลิตร
2. สารละลาย Indigo carmine
3. แทนนินบริสุทธิ์ 3 กรัมต่อลิตร
4. สารละลายเจลาติน

วิธีเตรียมสารเคมี

1. สารละลายโปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนต 0.5 กรัม/ลิตร
ชั่งโปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนต 0.5 กรัม ละลายน้ำกลั่นครบ 1 ลิตร
2. สารละลาย Indigo carmine (Potassium หรือ Sodium sulphingotat) โดยละลาย Indigocarmine 5 กรัม และ กรดซัลฟิวริก เข้มข้น 50 กรัม/ลิตร กรองก่อนใช้

วิธีทดลอง

1. ปิเปตสารละลายตัวอย่าง 10-20 มิลลิลิตร ซึ่งควรมี แทนนิน ประมาณ 100 มิลลิกรัม ในชามกระเบื้อง
2. เติม Indigo carmine solution 20 มิลลิลิตร เติมน้ำเล็กน้อย
3. เติมสารละลายโปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนตจากบิวเรต 1 มิลลิลิตร และเขย่าสารละลาย ตลอดเวลาจนสารละลายเป็นสีเขียวอ่อน
4. ไทเทรตด้วยโปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนตจนกระทั่งได้สารละลายสีเหลือง หรือสีชมพู อ่อนจดปริมาตรของโปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่ใช้ สมมติ = A
5. เติมสารละลายตัวอย่าง 50 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมสารละลาย เจลาตินเขย่าให้เข้ากัน และปรับปริมาตรจนครบปริมาตรด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์
6. เติมสารที่ช่วยในการกรอง Kaolin เขย่า ทิ้งไว้ 15 นาที กรองผ่านกระดาษกรอง
7. ปิเปตสารละลายที่กรองได้ 50 มิลลิลิตร และเติม Indigo carmine solution 20 มิลลิลิตร เติมน้ำเล็กน้อย ไทเทรตด้วยโปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนตจนถึงจุดยุติ สมมติปริมาตร = B
8. ปริมาตรของโปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่ทำปฏิกิริยากับแทนนินในสารละลายตัวอย่าง = A - B

การคำนวณ

- A = ปริมาณแทนนินทั้งหมด
B = ปริมาณสารละลายที่ไม่ใช่แทนนิน
A - B = ปริมาณแทนนินในสารละลาย

1 มิลลิลิตร ของ KMnO_4 0.1 M = 0.043 กรัมของแทนนิน

% แทนนิน (น้ำหนัก/น้ำหนัก) =

$$\frac{\text{Titre} \times 100 \times \text{กรัมของแทนนิน/มิลลิลิตรของโปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนต}}{\text{ปริมาตรของสารละลายตัวอย่าง (มิลลิลิตร)}}$$

บทปฏิบัติการที่ 26

การวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมในเครื่องดื่ม

(Determination of Calcium Content in Beverages)

- วัตถุประสงค์**
1. เพื่อวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียม ในเครื่องดื่มโดยใช้เครื่องมือชนิดต่างๆ เช่น เครื่องดูดกลืนโดยอะตอม (Atomic absorption spectrometry)
 2. เพื่อศึกษาการเตรียมตัวอย่างก่อนการวิเคราะห์

หลักการ การใช้เครื่องดูดกลืนโดยอะตอมโดยใช้ flame techniques หรือ plasma emission techniques เป็นเทคนิคที่ทำให้สารเปลี่ยนสภาพเป็นอะตอมอิสระและฉีดเป็นฝอยเข้าเครื่องมือดูดกลืนโดยอะตอม

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เครื่องดูดกลืนโดยอะตอม (Atomic absorption spectrometry)
2. ขวดรูปชมพู่

สารเคมี

1. เตรียมสารมาตรฐานแคลเซียม
2. เตรียมสารมาตรฐาน Lanthanum

วิธีการทดลอง

1. เตรียมสารละลายมาตรฐานแคลเซียม ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัม/ลิตร โดยละลายจาก calcium stock solution 1.0 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นให้ครบปริมาตร 100 มิลลิลิตร ในขวดรูปชมพู่
2. เตรียม 1, 2, 5 และ 10 มิลลิกรัม/ลิตร สารละลายมาตรฐานโดยละลายใน La_2O_3 1 % ครบ 100 มิลลิลิตรในขวดรูปชมพู่
3. เตรียมหลอดกำเนิดแสงแคลเซียมในเครื่องมือ และปรับ wavelength, slit width กำลังไฟฟ้าให้เหมาะในการวิเคราะห์

4. เจือจางเครื่องตีตัวอย่าง 1 มิลลิลิตรเป็น 10 มิลลิลิตรด้วย Lanthanum oxide/HCL solution
5. วัดสารตัวอย่างและสารมาตรฐานในเครื่องดูดกลืนโดยอะตอม
6. กำหนดความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างจากกราฟมาตรฐาน

บทปฏิบัติการที่ 27

การวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในเครื่องดื่ม (Determination of Carbon dioxide in Beverages)

- วัตถุประสงค์**
1. เพื่อวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นในขณะที่มีการหมักเครื่องดื่ม
 2. และที่เติมเข้าไปก่อนการบรรจุขวดเพื่อป้องกันการออกซิเดชันในเครื่องดื่ม

หลักการ หลักการคือทำให้สารละลายมีฤทธิ์เป็นด่างแก่ซึ่งจะเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์ให้เป็นสารประกอบไบคาร์บอเนต และหาปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ได้โดยไทเทรตกับกรดเกลือ



อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. บิวเรต
2. เครื่องไล่แก๊ส

สารเคมี

1. โซเดียมไฮดรอกไซด์
2. กรดไฮโดรคลอริก 0.1 โมลาร์

วิธีทดลอง

1. แช่เครื่องดื่มขนาด 750 มิลลิลิตรในน้ำแข็งให้เย็น
2. เปิดขวดและเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 50 % ปริมาตร 7.5 มิลลิลิตรผสมกัน

3. ปิเปตสารละลายนี้ 10.0 มิลลิลิตร ของไวน์ที่ผ่านการเติมต่างแล้ว
4. ไทเทรตด้วยกรดไฮโดรคลอริก 0.1 โมลาร์ จนกระทั่ง pH ของสารละลายเป็น 8.6
5. ไทเทรตต่อด้วยกรดไฮโดรคลอริก 0.1 โมลาร์ จาก 8.6 จนถึง pH 4.0 และบันทึกปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริก 0.1 โมลาร์ ที่ใช้ในขณะนี้ (sample titre)
6. นำไวน์ขวดใหม่มาใส่แก๊สออก เดิมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 50 % 7.5 มิลลิลิตร ลงในไวน์ 750 มิลลิลิตร
7. สารไร้สิ่งตัวอย่างวิเคราะห์เหมือนข้อ 3-5

การคำนวณ

$$\text{CO}_2 (\text{g L}^{-1}) = (\text{pH } 8.6 \xrightarrow{\text{Sample titre}} \text{pH } 4.0 - \text{pH } 8.6 \xrightarrow{\text{สารไร้สิ่งตัวอย่าง titre}} \text{pH } 4.0) \times 0.44$$

หมายเหตุ

1. ถ้าการใส่แก๊ส สารไร้สิ่งตัวอย่าง ไม่พอเพียงจะเกิดความผิดพลาด
2. การไทเทรต ในช่วง pH 8.6 ถึง pH 4.0 ต้องทำให้ถูกต้อง

บทปฏิบัติการที่ 28

การวิเคราะห์ปริมาณคลอรีนตกค้างในน้ำ

(Determination of Residual Chlorine in Water)

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาวิธีวิเคราะห์ปริมาณคลอรีนที่เหลืออยู่หลังจากทำปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยคลอรีนจะทำลายจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ซึ่งจะต้องสะอาด

หลักการ โซเดียมไทโอซัลเฟตเป็นสารรีดิวซ์ ซึ่งวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีน ซึ่งเกิดจากโปแตสเซียมไอโอไดด์ในสภาวะที่เป็นกลางหรือด่างเล็กน้อย โดยมีน้ำแอมโมเนียเป็นอินดิเคเตอร์

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. บีเปต
2. บิวเรต

สารเคมี

1. กรดอะซิติก
2. โปแตสเซียมไอโอไดด์
3. โซเดียมไทโอซัลเฟต
4. น้ำแอมโมเนีย 1 %

วิธีทดลอง

การทดสอบตัวอย่าง

1. บีเปตน้ำตัวอย่างที่จะวิเคราะห์ประมาณปริมาตรของน้ำต้องใช้ไทเทรตกับโซเดียมไทโอซัลเฟต ไม่เกิน 20 มิลลิลิตร
2. ปรับค่าความเป็นกรดต่างของสารละลายที่จะวิเคราะห์ให้มี pH อยู่ระหว่าง 3.0-4.0 โดยเติมกรดอะซิติกประมาณ 5 มิลลิลิตร

3. ไทเทรตด้วยโซเดียมไทโอซัลเฟต 0.1 นอร์มัล ที่รู้ความเข้มข้นแน่นอน จนกระทั่งสีเหลืองของไอโอดีนที่เกิดขึ้นเกือบจางหายไปหมดเติมน้ำแบ่ง 1 มิลลิลิตร ไทเทรตต่อจนสีน้ำเงินหายไป

การทำสารไร้สิ่งตัวอย่าง เปรียบเทียบ

1. โดยใช้ น้ำกลั่นแทนตัวอย่าง ใช้ปริมาตรเท่าสารตัวอย่างที่จะวิเคราะห์เดิมไปแต่สเติมไฮโอไดต์ 1 กรัม ถ้าได้สีน้ำเงินให้ไทเทรตด้วยโซเดียมไทโอซัลเฟต 0.1 นอร์มัล จนสีน้ำเงินจางหายไป
2. ถ้าสารไร้สิ่งตัวอย่างไม่ได้สีน้ำเงินให้ไทเทรตด้วยโซเดียมไทโอซัลเฟต 0.1 นอร์มัล จนกระทั่งได้สีน้ำเงินทำการไทเทรตแบบอ้อมด้วย 0.01 นอร์มัล โซเดียมไทโอซัลเฟต จนสีน้ำเงินหายไปในการคำนวณให้หาค่าปริมาตรของสารไร้สิ่งตัวอย่างจากข้อ 4 หรือบวกค่าสารไร้สิ่งตัวอย่าง จากข้อ 5

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณ Residual Chlorine (mg/L)} = \frac{(A \pm B \times N \times 35450)}{\text{ปริมาตรสาร ตัวอย่างที่ใช้}}$$

- A = ปริมาตรของโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้ในการวิเคราะห์
B = ปริมาตรของโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้ในการสารไร้สิ่งตัวอย่าง
N = นอร์มัลลิตีของโซเดียมไทโอซัลเฟต

บทปฏิบัติการที่ 29

การวิเคราะห์ปริมาณคาเฟอีนโดยสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (Determination of Caffeine by Spectrophotometer)

วัตถุประสงค์ เพื่อเรียนรู้การวิเคราะห์คาเฟอีนในอาหารชนิดต่างๆ เนื่องจากในปัจจุบันอาหารหลายชนิดเติมคาเฟอีนเพิ่มจากเดิมที่มีอยู่ตามธรรมชาติ

หลักการ คาเฟอีนเป็นสารประกอบอินทรีย์ประเภทอัลคาลอยด์ มีสูตรทางเคมีเป็น $C_8H_{10}N_4O_2$ และมีชื่อทางเคมีคือ 1,3,7-Trimethylxanthine เครื่องดื่มที่มีคาเฟอีนตามธรรมชาติมีหลายชนิด เช่น ชา กาแฟ ช็อกโกแลต ผลโคล่า (Kola nuts) คาเฟอีนเป็นยากระตุ้นระบบประสาท ทำให้รู้สึกตื่นตัว คาเฟอีนเป็นสิ่งเสพติด เพราะถ้ากินแล้วงดจะมีอาการขาดยา เครื่องดื่มที่เติมคาเฟอีนเมื่อจะขึ้นทะเบียนจะต้องมีปริมาณตามที่กำหนด

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. สเปกโทรโฟโตมิเตอร์
2. เต้าไฟฟ้า

สารเคมี

1. Caffein pure ($C_8H_{10}N_4O_2$)
2. Magnesium oxide
3. Chloroform
4. Potassium dihydrogen phosphate
5. Acetonitrile (CH_3CN)
6. Tetramethyl ammonium chloride

วิธีทดลอง

1. เตรียมคาเฟอีนมาตรฐาน

- 1.1 ชั่งคาเฟอีนมาตรฐาน 0.1 กรัม น้ำหนักแน่นอน ละลายในคลอโรฟอร์ม 10 มิลลิลิตร
ปิเปตสารละลายมา 1 มิลลิลิตร เติมคลอโรฟอร์มจนครบ 100 มิลลิลิตร (10
มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร)
- 1.2 ปิเปตสารละลายในข้อ 1.1 มา 1, 2, 3 และ 4 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ ขนาด 10
มิลลิลิตร เติมคลอโรฟอร์มจนถึงขีดปริมาตร ซึ่งจะได้สารละลายคาเฟอีนมาตรฐานที่มี
ความเข้มข้น 10, 20, 30 และ 40 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร
- 1.3 นำสารละลายมาตรฐานไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 280 นาโนเมตร
- 1.4 นำผลที่ได้ไปวาดกราฟมาตรฐานเพื่อใช้คำนวณความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่าง

2. การสกัดสารตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์คาเฟอีน

- 2.1 ชั่งสารตัวอย่าง 0.5 กรัม น้ำหนักแน่นอนใส่ในบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร
- 2.2 เติมแมกนีเซียมออกไซด์ประมาณ 1.0 กรัม เติมน้ำ 20 มิลลิลิตร
- 2.3 ต้มให้เดือดแล้วกรองและล้างตะกอนด้วยน้ำร้อนครั้งละ 10 มิลลิลิตร 2 ครั้ง
- 2.4 เติมกรดซัลฟิวริกที่เจือจางลงในส่วนสกัดเพื่อทำให้สารละลายมีฤทธิ์เป็นกรด
และรวม สารละลายทั้งหมดลงในกรวยแยกขนาด 150 มิลลิลิตร
- 2.5 สกัดสารละลายด้วยคลอโรฟอร์ม 3 ครั้ง ๆ ละ 30 มิลลิลิตร
- 2.6 รวมส่วนที่สกัดได้ทั้งหมดในขวดรูปชมพู่ ขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับให้ครบปริมาตร
ด้วยคลอโรฟอร์ม
- 2.7 นำสารละลายวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 280 นาโนเมตร
- 2.8 คำนวณความเข้มข้นของคาเฟอีนในสารตัวอย่างจากกราฟมาตรฐานเป็น ไมโครกรัม/
มิลลิลิตร

บทปฏิบัติการที่ 30

การวิเคราะห์คาเฟอีนโดยไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิควิดโครมาโตกราฟี (Determination of Caffeine by HPLC)

- วัตถุประสงค์**
1. ศึกษาการวิเคราะห์คาเฟอีนโดยไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิควิดโครมาโตกราฟี เพื่อลดเวลาการวิเคราะห์ให้สั้นลง
 2. เพื่อศึกษาการเตรียมสารละลายก่อนการวิเคราะห์ปริมาณคาเฟอีน

หลักการ คาเฟอีนบริสุทธิ์มีลักษณะเป็นผงสีขาวไม่มีกลิ่นแต่มีรสขมมาก (bitter alkaloid) การปรับปรุงการวิเคราะห์ปริมาณคาเฟอีนโดยไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิควิดโครมาโตกราฟี จะได้วิธีวิเคราะห์ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีอื่น เช่น ถ้าวิเคราะห์ด้วยสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ใช้เวลา 6 ชั่วโมง แต่วิเคราะห์โดยไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิควิดโครมาโตกราฟีใช้เวลา 40 นาที ซึ่งประหยัดเวลาได้ถึง 9 เท่า เนื่องจากการวิเคราะห์ตัวอย่างอาหารที่มีคาเฟอีนมีปริมาณเพิ่มขึ้นมากดังนั้น ผู้วิเคราะห์จึงต้องพยายามหาวิธีวิเคราะห์ที่ได้ผลการทดลองถูกต้องและรวดเร็วเพื่อคุ้มครองผู้บริโภคให้ได้สารอาหารที่ปลอดภัยในปริมาณที่อนุญาตให้มีได้ในเครื่องดื่ม

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. HPLC : Model U6K injector
: UV 254 nm detector
: Flow rate 2 mL /min
: μ Bondapak C₁₈ column
2. Ultrasonic bath

สารเคมี

1. Mobile phase : 20 % (v/v) Acetic acid buffered ปรับให้ได้ pH 3.0 ด้วย sodium acetate solution.
2. Modified ด้วย 0-2 % isopropanol เพื่อให้ได้ Base line ที่คงที่

3. สารละลายมาตรฐาน : คาเฟอีน 0.05 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร

การเตรียมตัวอย่าง

1. Carbonated beverages

นำสารละลายใส่ในภาชนะและนำไปใส่ก๊าซ CO₂ ใน ultrasonic bath

2. เครื่องดื่มที่มีสารละลายอื่นๆ เจือปนกรองผ่าน Millipore filter 0.45 μm ทั้งสารละลาย 2 มิลลิลิตร

วิธีทดลอง

1. ฉีดสารละลายตัวอย่างที่ผ่านการกรองแล้ว 10 μL

2. ฉีดสารละลายมาตรฐานคาเฟอีน

$$\% \text{ คาเฟอีน} = C' \times (H/H') \times (V/V') \times 0.1$$

C' = ปริมาณความเข้มข้นของสารมาตรฐานคาเฟอีนเป็นมิลลิกรัม/มิลลิลิตร

H และ H' = ความสูงของ peak ตัวอย่างและสารมาตรฐานตามลำดับ

V และ V' = ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างและสารมาตรฐานที่ฉีดเข้า
เครื่องไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิควิดโครมาโตกราฟี



ภาพที่ 30.1 เครื่องไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิควิดโครมาโตกราฟี

บทปฏิบัติการที่ 31

การวิเคราะห์ Total Volatile Basic Nitrogen (TVB-N) ในสัตว์น้ำ (Determination of TVB-N in Aquatic Animal)

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการวิเคราะห์ปริมาณ Total Volatile Basic Nitrogen (TVB-N) ในสัตว์น้ำเนื่องจากค่า TVB-N เป็นค่าบ่งชี้ความสดของสัตว์น้ำชนิดต่างๆ ถ้าค่า TVB-N สูงแสดงว่าสัตว์น้ำนั้นใกล้เน่าเสีย

หลักการ ปริมาณ Total Volatile Basic Nitrogen (TVB-N) หรือค่าที่ระเหยได้ทั้งหมด ในกล้ามเนื้อของสัตว์น้ำส่วนใหญ่ประกอบด้วย Ammonia, Trimethylamine (TMA) และ Dimethylamine (DMA) ระดับของ TVB-N จะเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเน่าเสียเกิดขึ้น โดยเกิดจากปฏิกิริยาจากเอนไซม์ของตัวปลาและจากจุลินทรีย์ ในการทดลองนี้ใช้จานแก้ว Conway โดยเติมสารละลายตรงกลางจานแก้ว Conway คือ 1 % บอริกแอซิด ซึ่งผสมด้วย อินดิเคเตอร์ 2 ชนิด คือ Bromocresol green และ Methyl red สารสกัดตัวอย่างจะอยู่ในวงแหวนรอบนอกเมื่อเติมโปแตสเซียมคาร์บอเนตลงไป สารสกัดตัวอย่างซึ่งอยู่ในส่วนวงแหวนรอบนอกและระเหยออกมาสารประกอบที่จะระเหยได้เหล่านี้จะละลายลงไปอยู่ในส่วนของบอริกแอซิดได้สารประกอบของ boric salt และ กลีโกลจะถูก reduced กลายสภาพเป็นกลีโกลของกรดไฮโดรคลอริก โดยกรดไฮโดรคลอริก เนื่องจากการไทเทรต

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. Conway's unit เป็นจานแก้ว 2 ชั้น
2. Micro burette
3. ตู้อบ 37 องศาเซลเซียส
4. เครื่องหมุนเหวี่ยง
5. เครื่องชั่ง

สารเคมี

1. บอริกแอซิด 1 % ซึ่งมีอินดิเคเตอร์ผสม (Mixed Indicator) รวมอยู่
2. อินดิเคเตอร์ผสม ของ bromocresol green และ methyl red
3. กรดเกลือ 0.02 นอร์มัล
4. สารละลาย Potassium carbonate (K_2CO_3) อิ่มตัว
5. สารละลายอิ่มตัว K_2CO_3 50 %
6. สารละลาย Trichloroacetic acid (TCA, CCl_3COOH) 4 %
7. Sealing agent

วิธีทดลอง

วิธีเตรียมตัวอย่าง

1. ชั่งเนื้อปลา 2 กรัม (น้ำหนักแน่นอน) และบดตัวอย่างให้ละเอียด
2. เติม TCA 4 % จำนวน 8 มิลลิลิตร บดรวมกัน
3. ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที และบดเป็นระยะๆ
4. กรองผ่านกระดาษกรองที่ละเอียด
5. นำไปใส่ในเครื่องหมุนเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 30 รอบ/นาที เป็นเวลา 10 นาที

วิธีวิเคราะห์ตัวอย่าง

1. ทาสารปิดผนึกครอบขอบจานแก้ว
2. ใส่บอริกแอซิดตรงกลางจาน 1 มิลลิลิตร
3. ใส่สารสกัดตัวอย่างในวงแหวนรอบนอก 1 มิลลิลิตร
4. เติมสารละลายอิ่มตัวโปแตสเซียมคาร์บอเนต 1 มิลลิลิตร ในวงแหวนรอบนอก
5. ปิดฝาทันทีและหนีบด้วยคลิป
6. เขย่าให้สารละลายในวงแหวนรอบนอกผสมกันเบาๆ
7. ตั้งทิ้งไว้ในตู้อบ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที
8. ไทเทรตสารละลายตรงกลางจานด้วยกรดเกลือ 0.02 นอร์มัล ด้วย micro burette จนถึงจุดยุติคือสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีชมพู
9. ทำสารไว้สิ่งตัวอย่างโดยใช้ TCA 4 % 1 มิลลิลิตร แทนสารละลายตัวอย่าง

การคำนวณ

$$\text{TVB-N} = (V_s - V_b) \times (N_{\text{HCl}} \times A_N) \times \frac{[(W_s \times M/100) + V_s]}{W_s} \times 100$$

V_s = ปริมาตรกรดเกลือ 0.02 นอร์มัล ที่ใช้ในการไทเทรตตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

V_b = ปริมาตรกรดเกลือ 0.02 นอร์มัล ที่ใช้ในการไทเทรต สารไร้สิ่งตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

N_{HCl} = ความเข้มข้นของกรดเกลือ

A_N = น้ำหนักโมเลกุลของไนโตรเจน (14.00)

W_s = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

M = ความชื้นของตัวอย่าง (%)

V_e = ปริมาตร TCA 4 % ที่ใช้ในการสกัดตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

บทปฏิบัติการที่ 32

การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในอาหาร

(Determination of Lead in Food Products)

วัตถุประสงค์ เพื่อวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในอาหารชนิดต่างๆ ซึ่งปนเปื้อนมาจากแหล่งต่างๆ เช่น ในน้ำ ดิน อากาศ ตะกั่วเป็นโลหะหนักที่เป็นพิษต่อร่างกาย ดังนั้น การตรวจปริมาณตะกั่วในอาหารจึงต้องมีการพัฒนาตลอดเวลา

หลักการ การวิเคราะห์ตะกั่วในอาหารให้ได้ผลดีต้องหาวิธีสกัดสารตัวอย่างที่มีประสิทธิภาพสูงเนื่องจากตะกั่วเป็นโลหะหนักซึ่งเป็นพิษต่อร่างกายและปริมาณตะกั่วในอาหารควรมีปริมาณต่ำ หลังจากสกัดแล้ววัดปริมาณตะกั่วด้วยเครื่องดูดกลืนโดยอะตอม (Atomic Absorption Spectrometer)

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เครื่องดูดกลืนโดยอะตอม (Atomic Absorption Spectrometer)
2. เครื่องแก้วชนิดต่างๆ เช่น ปิเปต ขวดรูปชมพู่

สารเคมี

1. Diammoniumpyrrolidinethiocarbamate 2 % (2 % ADPC)
2. Diammoniumhydrogencitrate 12.4 % (12.4 % DHC)
3. คลอโรฟอร์ม

วิธีทดลอง

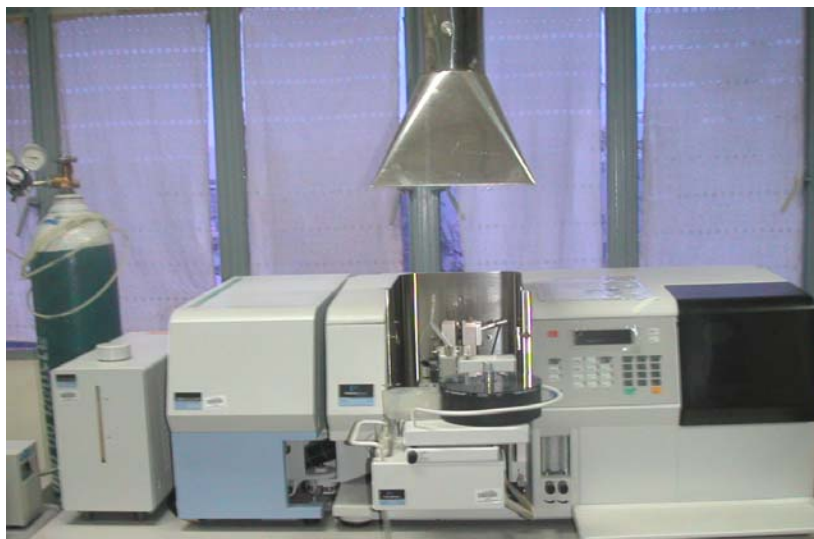
การเตรียมสารละลายตัวอย่าง

1. ชั่งตัวอย่างที่บดละเอียดแล้ว 15 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้อง (crucible)
2. เติมสารละลายแมกนีเซียมไนเตรท 25 % ปริมาตร 5 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันระเหยให้แห้งบนเครื่องอังน้ำ

3. เฝ้าให้หมดควันในตู้ดูดควัน และนำไปเผาอุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส ประมาณ 5 ชั่วโมง หรือจนได้แก่เป็นสีขาว
4. นำไปละลายด้วยกรดไนตริก 20 % จำนวน 8 มิลลิลิตร กรองใส่ในขวดรูปชมพู่ 25 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น
5. สารไร้สิ่งตัวอย่าง ทำเหมือนตัวอย่าง ยกเว้นไม่เติมสารตัวอย่าง

การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในอาหาร

1. นำสารละลายตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร เติม DHC 2 % จำนวน 5 มิลลิลิตร และ APDC 12.4 % จำนวน 5 มิลลิลิตร เขย่าเป็นเวลา 30 วินาที
2. สกัดด้วยคลอโรฟอร์ม 10 มิลลิลิตร เป็นเวลา 1 นาที เก็บชั้นคลอโรฟอร์มไว้ในกรวยแยก ขนาด 125 มิลลิลิตร
3. สกัดสารละลายตัวอย่างด้วยคลอโรฟอร์ม อีก 2 ครั้งๆละ 5 มิลลิลิตร เป็นเวลาครั้งละ 1 นาที เก็บชั้นคลอโรฟอร์มรวมกัน
4. นำชั้นคลอโรฟอร์มมาเติม กรดไนตริกเข้มข้น 1 มิลลิลิตร เขย่าเป็นเวลา 30 นาที และเติมน้ำกลั่น 9 มิลลิลิตร เขย่าเป็นเวลา 1 นาที
5. ไซชั้นคลอโรฟอร์มทิ้งไป เก็บชั้นสารละลายของน้ำที่สกัดได้ เป็นสารละลายที่จะต้องวิเคราะห์ด้วยเครื่องดูดกลืนโดยอะตอม
6. คำนวณหาค่าของปริมาณตะกั่วเป็นมิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยเทียบกับสารมาตรฐาน



ภาพที่ 32.1 เครื่องดูดกลืนโดยอะตอม

บทปฏิบัติการที่ 33

การวิเคราะห์ปริมาณสังกะสีในอาหาร (Determination of Zinc in Food Products)

- วัตถุประสงค์**
1. เพื่อศึกษาการวิเคราะห์ปริมาณสังกะสีที่ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิดที่บรรจุในภาชนะปิดสนิท เช่น แยม เยลลี่ มาร์มาเลด ผลไม้กระป๋อง โดย วิเคราะห์ใน เครื่องดูดกลืนโดยอะตอม
 2. เพื่อศึกษาวิธีเตรียมตัวอย่าง

หลักการ การวิเคราะห์โลหะหนักก่อนวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือต้องเตรียมตัวอย่างโดยการเผาในเตาเผาที่มีอุณหภูมิประมาณ 500 องศาเซลเซียส และละลายถ้าเป็นสารละลายกรองสารละลายให้ใสแล้ววัดสารละลายด้วยเครื่องดูดกลืนโดยอะตอม

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เครื่องดูดกลืนโดยอะตอม
2. เตาเผา

สารเคมี

1. กรดไนตริก 8 %
2. แมกนีเซียมไนเตรท 25 %

วิธีทดลอง

การเตรียมสารละลายตัวอย่าง

1. ชั่งตัวอย่างที่บดละเอียดแล้ว 15 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้อง (crucible)
2. เติมสารละลายแมกนีเซียมไนเตรท 25 % จำนวน 8 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันระเหยให้แห้งบนเครื่องอังน้ำ

3. เผาให้หมดควันในตัวดูดควัน และนำไปเผาอุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส ประมาณ 5 ชั่วโมง หรือจนได้ถ้าเป็นสีขาว
4. นำไปละลายด้วยกรดไนตริก 20 % จำนวน 8 มิลลิลิตร กรองใส่ในขวดรูปชมพู่ 25 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น
5. สารไร้สิ่งตัวอย่าง ทำเหมือนตัวอย่าง ยกเว้นไม่เติมสารตัวอย่าง

การหาปริมาณสังกะสีในตัวอย่าง

1. เตรียมสารมาตรฐานสังกะสี
2. นำสารละลายตัวอย่างไปวัดในเครื่องเครื่องดูดกลืนโดยอะตอม
3. คำนวณปริมาณสังกะสีเป็น มิลลิกรัม/ กิโลกรัม โดยเทียบกับสารมาตรฐานสังกะสี



ภาพที่ 33.1 แหล่งกำเนิดแสงในเครื่องดูดกลืนโดยอะตอม (Hollow cathode lamp)

บทปฏิบัติการที่ 34

การวิเคราะห์ปริมาณเอทิลคาร์บาเมตในสุรากลั่น (Determination of Ethyl carbamate in Spirit)

- วัตถุประสงค์**
1. เพื่อให้นักศึกษาเรียนรู้การตรวจสอบปริมาณเอทิลคาร์บาเมต (ยูรีเทน) ในสุรากลั่น
 2. ฝึกทักษะการใช้เครื่องมือ แก๊สโครมาโทกราฟี

หลักการ เอทิลคาร์บาเมต หรือยูรีเทน พบได้ในอาหารหมัก ซึ่งมียูเรียเป็นสารตั้งต้น ถ้ามีปริมาณมากจะทำให้เกิดโรคมะเร็ง สามารถพบในไวน์และสุรากลั่น มาตรฐานไวน์ต้องมีเอทิลคาร์บาเมตไม่เกิน 15 ppb ($\mu\text{g/L}$) การวิเคราะห์โดยการสกัดด้วยอีเทอร์ และเติมโซเดียมซัลเฟตเพื่อดึงน้ำออกจากตัวอย่าง ควรเพิ่ม pH ในตัวอย่างเพื่อหลีกเลี่ยงกรดที่ระเหยได้และวิเคราะห์ในเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี

สารเคมี

1. เมทานอล (HPLC grade)
2. เอทิลคาร์บาเมต ความบริสุทธิ์ 99%

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี
2. ก๊าซไนโตรเจน
3. เครื่องระเหยสารละลาย (Rotary evaporator)

วิธีเตรียมสารเคมี

1. **(Stock solution)** สารมาตรฐานเอทิลคาร์บาเมต ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร โดยละลาย เอทิลคาร์บาเมต 50 มิลลิกรัม ในเมทานอลครบ 50 มิลลิลิตร
2. **(Working solution)** ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัม/ ลิตร โดยปิเปตจาก (Stock solution) 1 มิลลิลิตร ในเมทานอล 1 ลิตร

3. (Standard solution) เตรียมสารละลายมาตรฐานเอทิลคาร์บาเมต ความเข้มข้น 50, 100, 200 และ 500 มิลลิลิตร ในเมทานอล 1 ลิตร

ปิเปตสารละลายในข้อ 3 ปริมาณ 5, 10, 20 และ 50 มิลลิลิตร ใน เมทานอล 100 มิลลิลิตร

วิธีทดลอง

1. ตวงสุรากลั่น 50 มิลลิลิตรในกรวยแยกขนาด 250 มิลลิลิตร เติม dichloromethane ครั้งละ 30 มิลลิลิตร 3 ครั้ง แยกสารละลายที่สกัดได้มารวมกัน ใน ขวดกั่นกลม และเติม internal standard คือ *N, N*-dimethylacetamide ลงในสารละลายที่ต้องการสกัด
2. นำสารละลายไประเหยในเครื่องระเหยสารละลาย (Rotary evaporator) จนเหลือปริมาณ 30 มิลลิลิตร
3. นำไประเหยต่อด้วยแก๊สไนโตรเจนเหลือประมาณ 10 มิลลิลิตร กรองผ่านกระดาษกรองที่มี โซเดียมซัลเฟต 1 กรัม เพื่อดึงน้ำออกจากสารละลายทั้งหมด
4. นำสารละลายไประเหยต่อด้วยก๊าซไนโตรเจน จนปริมาตรเหลือ 1 มิลลิลิตร เก็บสารละลายในตู้แช่แข็ง เพื่อรอฉีดเข้าเครื่องก๊าซโครมาโทกราฟี
5. ฉีดสารมาตรฐานเอทิลคาร์บาเมตที่เตรียมไว้เข้าเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี และสร้างกราฟมาตรฐาน เพื่อคำนวณสารตัวอย่าง
6. สภาวะของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีคือ
ใช้ capillary column ใช้อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส ก๊าซฮีเลียมเป็นก๊าซพา ซึ่งเอทิลคาร์บาเมต มีค่า retention time 10 นาที ส่วน *N, N*-dimethylacetamide มีค่า retention time 5 นาที

วิธีคำนวณ

$$\text{ปริมาณเอทิลคาร์บาเมต \%} = \left(\frac{\text{พื้นที่ของสารตัวอย่าง}}{\text{พื้นที่ของสารมาตรฐาน}} \right) \times \text{ความเข้มข้นของสารมาตรฐาน}$$

บทปฏิบัติการที่ 35

การวิเคราะห์คลอโรฟิลล์ในผักชนิดต่าง ๆ

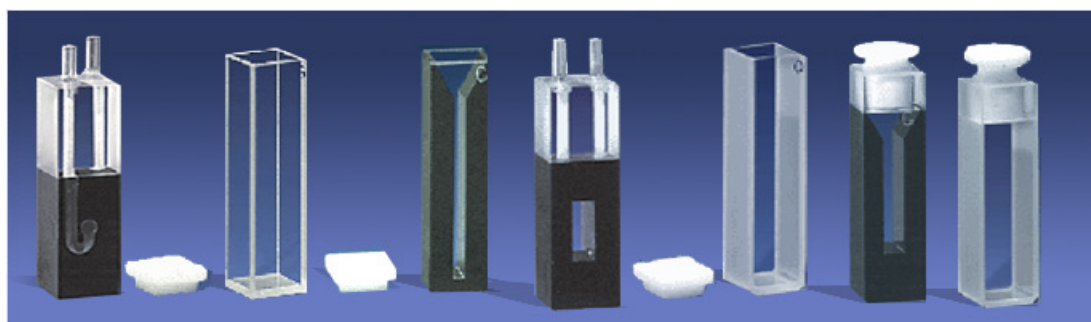
(Determination of Chlorophyll in Plants)

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาวิธีสกัดคลอโรฟิลล์ออกจากพืชผักชนิดต่าง ๆ เนื่องจากในประเทศไทยมีพืชผักสีเขียวจำนวนมาก ถ้าสามารถสกัดคลอโรฟิลล์ได้ จะลดปริมาณอาหารเสริมชนิดนี้ได้ลงมาก

หลักการ คลอโรฟิลล์สามารถทำปฏิกิริยากับอนุมูลโลหะบางชนิดได้สารประกอบสีเขียวสด แต่ในสภาวะที่เป็นกรดอ่อน แมกนีเซียมที่อยู่ในโครงสร้างของคลอโรฟิลล์จะถูกแทนที่ด้วยไฮโดรเจน คลอโรฟิลล์จะเปลี่ยนเป็นสีเขียวปนสีน้ำตาล ในสภาวะกรดแก่คลอโรฟิลล์จะเปลี่ยนเป็นสีเขียวดำ การสกัดคลอโรฟิลล์จากใบไม้โดยตัวทำละลายเช่น อีเทอร์และน้ำ นำไปวัดความเข้มข้นด้วยเครื่อง สเปกโตรโฟโตมิเตอร์

วิธีทดลอง

1. ไปเปิดสารละลายตัวอย่าง 25 มิลลิลิตร ใส่กรวยแยกขนาด 100 มิลลิลิตร
2. เติมน้ำอีเทอร์ 25 มิลลิลิตร และน้ำ 25 มิลลิลิตร
3. ปิดฝากรวยแยกแล้วเขย่าพร้อมทั้งปล่อยแอลกอฮอล์ออกเป็นช่วง ๆ ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องจนกระทั่งสารละลายแยกชั้นอย่างชัดเจน
4. แยกส่วนล่าง (น้ำกับแอลกอฮอล์) ทิ้ง ทำซ้ำ โดยเติมน้ำ 50 มิลลิลิตร 3-4 ครั้ง
5. แยกส่วนสีเขียวเข้มในขวดปรับปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร ทำการปรับปริมาตรด้วยอีเทอร์จนครบ 50 มิลลิลิตร เติมน้ำดูความชื้น anhydrous Na_2SO_4
6. ดูดส่วนใสไปวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 และ 642.5 นาโนเมตร สูตรคำนวณ
คลอโรฟิลล์รวมทั้งหมด (มิลลิกรัม/ลิตร) = $7.12 A (660.0) + 16.8 A (642.5)$



ภาพที่ 35.1 cuvettes สำหรับใส่สารละลาย

บรรณานุกรม

- กรรณิการ์ สิริสิงห์ 2525. เคมีของน้ำ น้ำโสโครกและการวิเคราะห์. ภาควิชาสุขาภิบาล
วิศวกรรมคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล สำนักพิมพ์บริษัทประยูรวงศ์ จำกัด
ศักดิ์สิทธิ์ จันไทย. 2543. หลักการเบื้องต้นและการประยุกต์ใช้เทคนิคคูควบในเคมี
วิเคราะห์. โครงการผลิตตำรา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
ศุภชัย ใช้เทียมวงศ์. 2531. ปฏิบัติการเคมีปริมาณวิเคราะห์. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- Beckett, A. H. and Stenlake, J. B. 1975. **Practical Pharmaceutical Chemistry**. 3 rd.
ed. Atlone Press. London.
- Bruce, W. Z., Kenneth, C. F., Barry, H. G., and Fred, G. N. 1995. **Wine Analysis
Production**. Chapman & Hall. NY 10001.
- Dennis, D. M. 1998. **Food Chemistry A Laboratory Manual**. John Wiley & Sons, Inc.
New York.
- Daniel C. Harris. 2005. **Exploring chemical analysis**. W.H. Freeman and Company.
New York. NY 10010.
- Edward, C. C. and James K. P. 1976. Rapid Analysis of Carbohydrates by High-
Pressure Liquid Chromatography. *J. Food Tech.* :10: 84-90.
- Kenkel, J. 1994. **Analytical Chemistry for Technicians**. CRC Press. Boca Raton,
Florida.
- Linden, J. C. and Lawhead, C. L. 1975. Liquid chromatography of sacharides.
J. Chromatog. 105: 125.
- NIOSH Manual of Analytical Methods**. 1984. Vol. 1 & 2. 3 rd ed. National Institute for
Occupational Safety and Health.
- Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists
(AOAC)**. 1990. 15 th. ed., AOAC, McLean, VA,
- Ott, D. B. 1987. **Applied Food Science Laboratory Manual**. Pergamon. New York.

- Palmer, J. K. and Brandes, W. B. 1974. Determination of sucrose, glucose and fructose by liquid chromatography. *J. Agr. Food Chem.* 22:237.
- Taylor, J. K. 1987. **Quality Assurance of Chemical Measurement.** Lewis Publishers, Chelsea, MI.
- The United States Pharmacopeia. XVI, The National Formulary. XVI. The United States Pharmacopeial Convention Inc, Rockville, MD.
- WWA, APHA and WPCF. 1992. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.** 18 th. ed., Washington, D.C.

ภาคผนวก

ภาคผนวกที่ 1

การเตรียมสารละลายต่าง ๆ

Ammoniumpyrrolidine dithiocarbamate 2%

ละลาย Ammoniumpyrrolidine dithiocarbamate 2 กรัม ใน volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร ซึ่งมีน้ำกลั่นอยู่เล็กน้อย เขย่าให้ละลาย เติมน้ำกลั่นครบ 100 มิลลิลิตร

Bromothymol blue TS

ชั่ง bromothymol blue 100 มิลลิกรัม ละลายใน dilute alcohol 100 มิลลิลิตร

Carrez solution I

ละลาย Zinc acetate dihydrate 21.9 กรัม ในน้ำที่มี acetic acid 3 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรครบ 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น

Carrez solution II

ชั่ง Potassium Ferrocyanide trihydrate 10.6 กรัม เติมน้ำกลั่นใน volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น เขย่าให้ละลายปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

Crystal violet TS

ชั่ง crystal violet 100 มิลลิกรัม ละลายในกรดอะซิติก 10 มิลลิลิตร

Diammonium hydrogen citrate 12.4 %

ละลาย Diammonium hydrogen citrate 24.8 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร เติม Ammoniumpyrrolidine dithiocarbamate 2 % 10 มิลลิลิตร และสกัดด้วย คลอโรฟอร์ม 10 มิลลิลิตร เขย่าแรงๆ ไช้ชั้น Chloroform ไปและสกัดด้วย Chloroform อีก 2 ครั้งๆละ 5 มิลลิลิตร ไช้ทั้งชั้น Chloroform และไช้ชั้นน้ำลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 200 มิลลิลิตร เติม แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 20 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นครบ 200 มิลลิลิตร

Dilute phenolphthalein

ละลายสารละลาย phenolphthalein 0.1 % น้ำหนักต่อปริมาตร ใน ethanol (80 %)

Hydrochloric acid 1 N

เติมกรดเกลือเข้มข้น 85 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรครบ 1 ลิตร

Hydrochloric acid (1+3)

เติมกรดเกลือเข้มข้น 1 ส่วนลงในน้ำ 3 ส่วน

Hydrochloric acid (1+1000)

เติมกรดเกลือ (1+3) 4 มิลลิลิตร ลงในน้ำและเติมน้ำจนครบ 1000 มิลลิลิตร

0.1 N Iodine

ชั่งโปแตสเซียมไอโอไดด์ 36 กรัม ละลายน้ำ 100 มิลลิลิตร จนได้สารละลายใส ค่อยเติม Iodine 14 กรัม ลงไปที่ละน้อยจนละลายหมด เติมกรดเกลือเข้มข้น 3 หยด และเติมน้ำจนครบ 200 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันและเก็บในขวดสีชาที่มีจุกแก้วปิดสนิท

Magnesium nitrate 20%

ละลาย Magnesium nitrate 25 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

Methyl orange TS

ละลาย Methyl orange 100 มิลลิกรัม ในน้ำ 100 มิลลิลิตร กรองผ่านกระดาษกรอง

Methyl red TS

ละลาย methyl red 100 มิลลิกรัม ใน alcohol 100 มิลลิลิตร กรองผ่านกระดาษกรอง

Phenolphthalein TS

ละลาย phenolphthalein 1 กรัม ใน alcohol 100 มิลลิลิตร

Potassium dichromate 0.01 N

ละลาย Potassium dichromate 14 มิลลิกรัม ในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรครบ 100 มิลลิลิตร

Sodium hydroxide 10%

ชั่ง Sodium hydroxide 10 กรัม ละลายในน้ำกลั่นเป็น 100 มิลลิลิตร

Sodium hydroxide 1 N

ชั่ง Sodium hydroxide 4 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร

Sulphuric acid 2 N

เติม Sulphuric acid เข้มข้น 55.0 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรจนครบ 1 ลิตร

Sulphuric acid 0.3 N

เติม Sulphuric acid เข้มข้น 8.5 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรจนครบ 1 ลิตร

Screened methyl red

โดยละลาย methyl red 0.01 กรัม และ 0.083 กรัม ของ Bromocresol green ใน Ethanol 100 มิลลิลิตร กรองก่อนใช้

ภาคผนวกที่ 2

หน่วยที่ใช้กันทั่วไป

ปริมาณ	ชื่อ	สัญลักษณ์	หน่วย
ความเข้มข้น	โมลาร์	Molar	M โมลาร์
	โมแลล	Molal	m โมแลล
ความนำไฟฟ้า	โมห์	mho	Mho Ω^{-1}
ความหนาแน่น	กรัม/ ลบ.ซม.	G/cm ³	g/cm ³ g/ cm ³ (g/ mL)
พลังงาน	อิเล็กตรอน-โวลต์	Electron-volt	eV eV (keV, MeV)
ความยาว	อังสตรอม	angstrom	A ^o 10 ⁻¹⁰ m
มุมระนาบ	องศา	degree	c
ความดัน	บรรยากาศ	Atmosphere	Atm 101,325 Pa
	บาร์	Bar	Bar 10 ⁵ Pa
	ทอร์	Torr	Torr 133.322 Pa
	มม.ปรอท	Mm Hg	mm. Hg 1 torr, 1/ 760
กัมมันตภาพรังสี (radioactivity)	การแตกสลาย / วินาที		Dps dps
อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส	Degree cecius	°C
ปริมาตร	ลิตร	Liter	L
	มิลลิลิตร	Milliliter	ml
	ไมโครลิตร	microliter	μl

ภาคผนวกที่ 3
น้ำหนักสูตรของสารประกอบ

Name	Formula	Formula weight
Acetic acid	CH ₃ COOH	60.05
Aluminum chloride	AlCl ₃ .6H ₂ O	241.43
Aluminum oxide	Al ₂ O ₃	101.96
Ammonia	NH ₃	17.03
Ammonium chloride	HH ₄ Cl	53.49
Ammonium nitrate	NH ₄ NO ₃	80.04
Antimony potassium tartrate	K(SbO)C ₄ H ₄ O ₆ .1/2H ₂ O	333.82
Antimony trioxide	Sb ₂ O ₃	291.50
Arsenic trioxide	As ₂ O ₃	197.84
Ascorbic acid	C ₆ H ₈ O ₆	176.13
Barium chloride	BaCl ₂ .2H ₂ O	244.28
Barium sulfate	BaSO ₄	233.40
Benzene	C ₆ H ₆	78.11
Bismuth trioxide	Bi ₂ O ₃	465.96
Cadmium oxide	CdO	128.40
Calcium carbonate	CaCO ₃	100.09
Calcium chloride	CaCl ₂ .2H ₂ O	147.02
Calcium oxalate	CaC ₂ O ₄ .H ₂ O	178.12
Calcium oxide	CaO	56.08
Calcium sulfate	CaSO ₄ .2H ₂ O	172.17
Carbon tetrachloride	CCl ₄	153.8

Name	Formula	Formula weight
Ceric ammonium nitrate	$(\text{NH}_4)\text{Ce}(\text{NO}_3)$	548.23
Chloroform	CHCl_3	119.38
Chloroplatinic acid	$\text{H}_2\text{PtCl}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	517.92
Chromic nitrate	$\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	400.15
Cobalt chloride	$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	237.93
Copper (I) chloride	CuCl	99.00
Copper (II) oxide	CuO	79.55
Copper (II) sulfate	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	249.68
Dimethylglyoxime	$\text{CH}_3\text{C}(\text{:NOH})\text{C}(\text{:NOH})\text{CH}_3$	116.12
EDTA	$\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	372.24
Ethanol	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	46.07
Ferric ammonium sulfate	$\text{FeNH}_4(\text{SO}_4) \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	482.19
Ferric oxide	Fe_2O_3	159.69
Ferrous ammonium sulfate	$\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4) \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	392.14
Hexamethylenetetramine	$(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$	140.19
Hydrazine sulfate	$\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{SO}_4$	130.12
Hydrochloric acid	HCl	36.46
Hydrogen peroxide	H_2O_2	34.01
Hydroxylamine hydrochloride	$\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl}$ or $\text{NH}_2\text{OH}^+ \text{Cl}^-$	69.49
Hydroxylamine sulfate	$(\text{NH}_2\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{SO}_4$	164.14
Iodine	I_2	253.81
Lanthanum oxide	La_2O_3	325.84
Lead chromate	PbCrO_4	323.18

Name	Formula	Formula weight
Lead nitrate	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	331.20
Lead sulfate	PbSO_4	303.25
Lithium carbonate	Li_2CO_3	73.89
Magnesium chloride	$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	203.30
Magnesium oxide	MgO	40.30
Manganese sulfate	$\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	169.01
Mercuric oxide	HgO	216.59
Mercuric chloride	HgCl_2	271.50
Mercurous chloride (calomel)	Hg_2Cl_2	472.08
Nickel chloride	$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	237.71
Nitric acid	HNO_3	63.01
Oxalic acid	$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	126.07
Perchloric acid	HClO_4	100.46
Phosphoric acid	H_3PO_4	98.00
Potassium biphthalate	1-KOCOC ₆ H ₄ -2-COOH	204.23
Potassium bitartrate	KOCO(CHOH) ₂ COOH	188.18
Potassium bromate	KBrO_3	167.00
Potassium bromide	KBr	119.01
Potassium chloride	KCl	74.56
Potassium chromate	K_2CrO_4	194.20
Potassium dichromate	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	294.19
Potassium ferricyanide	$\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$	329.26
Potassium ferrocyanide	$\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	422.41

Name	Formula	Formula weight
Potassium hydroxide	KOH	56.11
Potassium iodate	KIO ₃	214.00
Potassium iodide	KI	166.01
Potassium permanganate	KMnO ₄	158.04
Potassium persulfate	K ₂ S ₂ O ₈	270.32
Potassium dihydrogen phosphate	KH ₂ PO ₄	136.09
Potassium monohydrogen phosphate	K ₂ HPO ₄	174.18
Potassium thiocyanate	KSCN	97.18
Pyridine	C ₅ H ₅ N	79.10
8-quinolinol [8-hydroxyquinoline]	HOC ₆ H ₃ N:CHCH:CH	145.16
Silver acetate	AgOCOCH ₃	166.91
Silver bromate	AgBrO ₃	235.77
Silver bromide	AgBr	187.77
Silver chloride	AgCl	143.32
Silver iodate	AgIO ₃	282.77
Silver iodide	AgI	234.77
Silver nitrate	AgNO ₃	169.87
Silver oxide	Ag ₂ O	231.74
Sodium acetate	NaOCOCH ₃ .3H ₂ O	136.08
Sodium arsenate	Na ₂ AsO ₄ .7H ₂ O	312.01
Sodium bicarbonate	NaHCO ₃	84.01
Sodium bisulfate	NaHSO ₄ .H ₂ O	138.07
Sodium bisulfite	NaHSO ₃	104.06

Name	Formula	Formula weight
Sodium borate [borax]	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	381.37
Sodium bromide	NaBr	102.89
Sodium carbonate	Na_2CO_3	105.99
Sodium chloride	NaCl	58.44
Sodium dihydrogen phosphate	$\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	156.01
Sodium fluoride	NaF	41.99
Sodium hydroxide	NaOH	40.00
Sodium oxalate	$\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$	134.00
Sodium perchlorate	NaClO_4	122.46
Sodium sulfate	Na_2SO_4	142.04
Sodium thiosulfate	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	248.18
Stannous chloride	$\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	225.63
Strontium carbonate	SrCO_3	147.63
Sulfamic acid	$\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H}$	97.09
Sulfuric acid	H_2SO_4	98.08
Uranyl acetate	$\text{UO}_2(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	424.15
Urea	NH_2CONH_2	60.06
Vanadium peroxide	V_2O_5	181.88
Zinc chloride	ZnCl_2	136.28
Zinc nitrate	$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	297.47
Zinc oxide	ZnO	81.37

ภาคผนวกที่ 4

การเปลี่ยนหน่วยการคำนวณ

หน่วยเดิม	หน่วยใหม่	คูณด้วย
mg%	μg%	1000
	mEq/L	(10/eq.wt.)
	mg/L	10
μg%	mg%	0.001
	mEq/L	(0.01/eq.wt.)
	mg/L	0.01
mEq/L	mg%	0.1 × eq.wt.
	μg%	100 × eq.wt.
	mg/L	eq.wt.
g/L	oz/gal	1000
	mg/L	1000
	wt%	0.1

หน่วยเดิม	หน่วยใหม่	คูณด้วย
oz/gal	g/L	7.491
	mg/L	7491
	wt%	(0.7491/p)
oz/ton*	µg/g	30.61
	wt%	0.003061
	fine	0.03061
fine	oz/ton*	32.67
	wt%	0.1
	µg/g	1000
molar	mg/L	1000 × atomic mass
	µg/g	(1000 × atomic mass/p)
wt%	g/L	10 p
	oz/gal	1.335p
	oz/ton*	326.7
	fine	10
	µg/g	10 000
	mg/L	10 000 p

หน่วยเดิม	หน่วยใหม่	คูณด้วย
μg/g	g/L	0.001 p
	oz/gal	0.0001335 p
	oz/ton*	0.03267
	fine	0.001
	mg/L	p
	wt%	0.0001
	molar	(p/1000 × atomic mass)
mg/L	mg%	0.1
	μg%	100
	mEq/L	(1/eq.wt.)
	g/L	0.001
	μg/g	(1/p)
	wt%	(1/10 000p)
	oz/gal	0.0001335
	oz/ton*	(0.03267/p)
	fine	(1000/p)
	molar	(1/1000 × atomic mass)

$$\begin{aligned}1 \mu\text{g} &= 10^{-6} \text{g} = 10^3 \text{ng} = 10^6 \text{pg} \\1 \text{ng} &= 10^{-9} \text{g} = 10^{-3} \mu\text{g} = 10^3 \text{pg} \\1 \text{pg} &= 10^{-12} \text{g} = 10^{-6} \mu\text{g} = 10^{-3} \text{ng} \\1 \mu\text{L} &= 10^{-3} \text{mL} = 10^{-6} \text{L} \\1 \text{nm} &= 10^{-9} \text{m}\end{aligned}$$

ng = nanogram

pg = picogram

μL = microliter

* troy oz/long ton

eq.wt. = atomic mass/valency

p = density or specific gravity of solution

หมายเหตุ : เฉพาะหน่วยกรัม, ลิตร, และ โมลาร์เท่านั้นที่ได้รับการยอมรับตามหลัก ISO และ IUPAC ส่วนหน่วยอื่น ๆ ยังไม่ได้ยอมรับตามหลัก ISO แต่สามารถใช้ได้

ภาคผนวกที่ 5

หน่วยปริมาตรของเหลว

Unit	Abbr	Common Equivalents	
		SI/Metric	US
Barrel (US)	Bbl	0.11924 m ³	31.5 gal*
Dram (US)	Dr	3.697 mL	0.125 oz
Gill (1/4 UK pint)	Gi	0.142 L	4.8038 oz
Gallon (UK)	Gal	0.4546 m ³	1.2009 gal
Gallon (US)	Gal	3.785 L	4 qt
Liter	L	0.001 m ³	1.056 qt
Ounce, fluid (UK)	Oz	0.029 L	0.96 oz
Ounce, fluid (US)	Oz	0.02957 L	2 tbs
Pint (UK)	Pt	1.2 pt (US)	19.2 oz
pint (US)	Pt	0.833 pt (UK)	16 oz
Quart	Qt	0.946 L	2 pt

ภาคผนวกที่ 6

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 182) พ.ศ. 2541

วิธีการกำหนดปริมาณอาหารหนึ่งหน่วยบริโภคกับจำนวนหน่วยบริโภคของ
ภาชนะบรรจุ

1. **หนึ่งหน่วยบริโภค** หมายถึง ปริมาณอาหารที่คนไทยปกติทั่วไปรับประทานได้
หมดใน 1 ครั้ง ปริมาณอาหารหนึ่งหน่วยบริโภคที่ระบุไว้ในฉลากโภชนาการเป็นปริมาณ
อาหารที่ผู้ผลิตแนะนำให้ผู้บริโภครับประทานผลิตภัณฑ์นั้นๆ ในแต่ละครั้งหรือเรียกว่า
“กินครั้งละ” นั้นเอง

ปริมาณอาหารหนึ่งหน่วยบริโภคนี้กำหนดได้จากปริมาณ “หนึ่งหน่วยบริโภค
อ้างอิง” ซึ่งเป็นค่าปริมาณอาหารโดยน้ำหนักหรือปริมาณของการรับประทานแต่ละครั้งที่
ประมวลผลได้จากการสำรวจพฤติกรรมการบริโภคและข้อมูลจากผู้ผลิตเป็นเกณฑ์ ทั้งนี้ปริมาณ
อาหารหนึ่งหน่วยบริโภคงกล่าวอาจไม่เท่ากับปริมาณหนึ่งหน่วยบริโภคอ้างอิงก็ได้ แต่จะต้อง
เป็นค่าที่ใกล้เคียงตามหลักเกณฑ์ที่กำหนด

2. **จำนวนหน่วยบริโภคของภาชนะบรรจุ** หมายถึง จำนวนครั้งของการบริโภค
อาหารนั้นที่มีอยู่ในหนึ่งหน่วยภาชนะบรรจุ

3. **ตารางปริมาณหนึ่งหน่วยบริโภคอ้างอิงของผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ** เพื่อ
ประโยชน์ในการแสดง “หนึ่งหน่วยบริโภค” ในฉลากโภชนาการจึงกำหนดปริมาณหนึ่งหน่วย
บริโภคอ้างอิงของผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆโดยจัดเป็น 7 กลุ่มตามลักษณะของผลิตภัณฑ์หรือ
ลักษณะการบริโภคผลิตภัณฑ์ ได้แก่

1. กลุ่มนมและผลิตภัณฑ์ (Dairy products)
2. กลุ่มเครื่องดื่ม (พร้อมดื่ม) (Beverages)
3. กลุ่มอาหารขบเคี้ยวและขนมหวาน (Snack food and desserts)
4. กลุ่มอาหารกึ่งสำเร็จรูป (Semi-processed foods)
5. กลุ่มผลิตภัณฑ์ขนมอบ (Bakery products)
6. กลุ่มธัญพืชและผลิตภัณฑ์ (Cereals and grain products)
7. กลุ่มอื่นๆ (Miscellaneous)

1. กลุ่มนมและผลิตภัณฑ์ (Dairy products)

ลำดับที่	ชนิดอาหาร	หนึ่งหน่วยบริโภคอ้างอิง
1.	นมและผลิตภัณฑ์พร้อมดื่ม	200 มล.
2.	นมข้นไม่หวาน (นมข้นจืด) (condensed, evaporated, undiluted)	15 มล.
3.	นมข้นหวาน (sweetened, condensed)	20 ก.
4.	โยเกิร์ตชนิดครึ่งแข็งครึ่งเหลว	150 ก.
5.	โยเกิร์ตชนิดพร้อมดื่ม	150 มล.
6.	โยเกิร์ตแช่แข็ง	80 ก.
7.	ครีมและครีมเทียม (เหลว)	15 มล.
8.	ครีมและครีมเทียม (ผง)	3 ก.
9.	ครีมเปรี้ยว	30 ก.
10.	ครีมพร้อมมันเนย (half & half)	30 มล.
11.	ครีมชีสและชีสสเปรด	30 ก.
12.	เนยแข็งชนิดคอตเตจ	110 ก.
13.	เนยแข็งชนิดคอตตาและคอตเตจชนิดแห้ง	55 ก.
14.	เนยแข็งชนิดพาร์มีซาน โรมานโน	5 ก.
15.	เนยแข็งชนิดอื่น	30 ก.

2. กลุ่มเครื่องดื่ม (พร้อมดื่ม) (Beverages)

ลำดับที่	ชนิดอาหาร	หนึ่งหน่วยบริโภค อ้างอิง
1.	น้ำผลไม้	200 มล.
2.	เครื่องดื่มจากพืช ผัก และธัญพืช รวมทั้งนมถั่วเหลือง	
3.	เครื่องดื่มที่มีหรือไม่มีก๊าซผสมอยู่ (รวมทั้งน้ำบริโภคและน้ำแร่)	
4.	ชา กาแฟ และเครื่องดื่มอื่น ๆ	

3. กลุ่มอาหารขบเคี้ยวและขนมหวาน (Snack food and desserts)

ลำดับที่	ชนิดอาหาร	หนึ่งหน่วยบริโภค อ้างอิง
1.	ข้าวเกรียบ ข้าวโพดคั่ว มันฝรั่งทอด ขนมกรอบ กลัวยฉาบ และ extruded snack ต่าง ๆ	30 ก.
2.	ถั่วและนัต (เช่น ถั่วอบเกลือ เมล็ดมะม่วงหิมพานต์อบเกลือ)	30 ก.
3.	ซ็อกโกแลตและขนมโกโก้	40 ก.
4.	คัสตาร์ด พุดดิ้ง	140 ก.
5.	ขนมหวานไทย เช่น สังขยา วุ้น ฟอยทอง ทองหยิบ ทองหยอด	80 ก.
6.	วุ้นเส้นสำเร็จรูปและขนมเยลลี่	20 ก.
7.	ไอศกรีมนม ไอศกรีมดัดแปลง ไอศกรีมประสมรวมทั้งส่วนเคลือบและกรวย	80 ก.
8.	ไอศกรีมหวานเย็น น้ำผลไม้แช่แข็ง	80 ก.
9.	ไอศกรีมชันเดย์	80 ก.
10.	ลูกอม ลูกกวาด ทอฟฟี่ อมยิ้ม มาร์ชเมลโลว์	80 ก.
11.	หมากฝรั่ง	2 ก.

12.	ขนมที่ทำจากธัญพืช ถั่ว นัต และน้ำตาลเป็นหลัก (Grain-based bars) ทั้งชนิดที่มีและไม่มีไส้หรือเคลือบ เช่น Grain bars, rice cereal bars กระจ่างสารท ถั่วตัดข้าวพอง ข้าวแตน นางเล็ด	40 ก.
-----	---	-------

4. กลุ่มอาหารกึ่งสำเร็จรูป (Semi- processed foods)

ลำดับที่	ชนิดอาหาร	หนึ่งหน่วยบริโภค อ้างอิง
1.	บะหมี่ เส้นหมี่ วุ้นเส้น ก๋วยเตี๋ยว ก๋วยจั๊บ	50 ก.
2.	ข้าวต้ม โจ๊ก	50 ก.

5. กลุ่มผลิตภัณฑ์ขนมอบ (Bakery products)

ลำดับที่	ชนิดอาหาร	หนึ่งหน่วยบริโภค อ้างอิง
1.	ขนมปัง (Bread)	50 ก.
2.	บราวนี่	30 ก.
3.	คุกกี้	30 ก.
4.	เค้ก - ชนิดหนัก เช่น ชีสเค้ก เค้กผลไม้ ซึ่งมีส่วนผสมของผลไม้ นัต ตั้งแต่ 35% ขึ้นไป - คัพเค้ก เอแคลร์ คริมพัฟ ชิฟฟอน สปันจ์เค้กที่มีหรือไม่มี ไอซิ่งหรือไส้	80 ก. 55 ก.
5.	เค้กกาแฟ โดนัต และมัฟฟิน	55 ก.
6.	ขนมปังกรอบ แครกเกอร์ เวเฟอร์ บิสกิต	30 ก.
7.	แครกเกอร์ที่เป็นกรวยไอศกรีม	15 ก.
8.	แพนเค้ก	110 ก.
9.	วอฟเฟิล	85 ก.
10.	พาย เพสตรี ทั้งชนิดมีไส้และไม่มีไส้	55 ก.

6. กลุ่มธัญพืชและผลิตภัณฑ์ (Cereals and grain products)

ลำดับที่	ชนิดอาหาร	หนึ่งหน่วยบริโภค อ้างอิง
1.	อาหารเช้าจากธัญพืช (Breakfast cereal) (พร้อมบริโภค) - ที่มีน้ำหนักน้อยกว่า 20 กรัมต่อ 1 ถ้วย - ที่มีน้ำหนักระหว่าง 20 กรัมถึงน้อยกว่า 43 กรัมต่อ 1 ถ้วย - ที่มีน้ำหนักตั้งแต่ 43 กรัมขึ้นไปต่อ 1 ถ้วย	15 ก. 30 ก. 55 ก.
2.	รำข้าว (Bran) หรือจมูกข้าวสาลี (Wheat germ)	15 ก.
3.	แป้งสาลี แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวเหนียว แป้งทำพายม่อม Cornmeal	30 ก.
4.	แป้งข้าวโพด แป้งมันสำปะหลัง แป้งมันฝรั่ง	10 ก.
5.	พาสต้า (มะกะโรนี สปาเกตตี และอื่นๆ)	55 ก. (ดิบ) 140 ก. (ต้มสุก) 25 ก. (ทอดกรอบ)
6.	ข้าวเจ้า ข้าวบาร์เลย์	50 ก.(ดิบ) 130 ก.(สุก)

7. กลุ่มอื่น ๆ (Miscellaneous)

ลำดับที่	ชนิดอาหาร	หนึ่งหน่วยบริโภค อ้างอิง
1.	อาหารที่บรรจุกระป๋อง ขวดแก้วที่ปิดสนิท ซองอลูมิเนียมฟอยล์ retort pouch - เนื้อสัตว์ ปลา หอย ในน้ำ น้ำมัน น้ำเกลือ (ไม่รวมของเหลว) - เนื้อสัตว์ ปลา หอย ในซอส เช่น ซาร์ดีนในซอสมะเขือเทศ - เนื้อสัตว์ ปลา หอย ทอดแล้วบรรจุแบบแห้ง เช่น ปลาเกล็ดขาว ทอดกรอบ - เนื้อสัตว์ ปลา หอย ทอดแล้วบรรจุกับของเหลว เช่น หอยลาย ผัดพริก ปลาตุ๋นสามรส - ปลาแอนโชวี - ผัก (ไม่รวมของเหลว) เช่น ถั้วผักยาวในน้ำเกลือ ข้าวโพดอ่อน ในน้ำเกลือ - ผักหรือถั้วในซอส - ผลไม้ (รวมของเหลว) - ซุปพร้อมบริโภคและแกงต่างๆ - ซุปสกัด - น้ำพริกพร้อมบริโภค	55 ก. 85 ก. 25 ก. 85 ก. 15 ก. 130 ก. 130 ก. 140 ก. 200 ก. 40 มล. 80 มล.
2.	เบคอน	15 ก.
3.	ไส้กรอกที่มีอัตราส่วนความชื้น : โปรตีน น้อยกว่า 2 :1 เช่น กุนเชียง เปปเปอร์โรนีย์ รวมทั้งเนื้อสวรรค์ หมูสวรรค์	40 ก.
4.	ไส้กรอกชนิดอื่น ๆ และหมูยอ	55 ก.
5.	เนื้อสัตว์แห้ง เช่น หมูหยอง เนื้อทุบ	20 ก.
6.	เนื้อสัตว์ดอง รมควัน	55 ก.
7.	ผักแช่แข็งหรือดอง (ไม่รวมของเหลว)	20 ก.
8.	ผลไม้แช่แข็งหรือดอง (ไม่รวมของเหลว)	30 ก.
9.	ผลไม้แห้งและผลไม้กวน	30 ก.
10.	เนย มาการีน น้ำมัน และไขมันบริโภค	1 ชต.

11.	มายองเนส แชนด์วิชสเปรต สังขยาทาขนมปัง เนยถั่ว น้ำพริกเผา	15 ก.
12.	น้ำสลัดชนิดต่าง ๆ	30 ก.
13.	ซอสสำหรับจิ้ม เช่น ซอสมัสตาร์ด	1 ชต.
14.	ซอสที่ใช้กับอาหารเฉพาะอย่าง (entree sauce) - ซอสสปาเกตตี - ซอสพิซซา - น้ำจิ้มสุกี้ - น้ำจิ้มไก่ น้ำจิ้มสะเต๊ะ น้ำปลาหวาน	125 ก. 30 ก. 30 ก. 50 ก.
15.	เครื่องปรุงรส - น้ำส้มสายชู น้ำปลา น้ำเกลือปรุงรส - ซอสมะเขือเทศ ซีอิ๊ว ซอสพริก ซอสมะละกอ ซอสแปง ซีอิ๊วหวาน เต้าเจี้ยว - ซอสเปรี้ยว - น้ำพริกคลุกข้าว เช่น น้ำพริกตาแดง น้ำพริกสวรรค์	8 ชต. 9 ชต. 10 ชช. 1 ชต.
16.	น้ำผึ้ง แยม เยลลี่	1 ชต.
17.	น้ำเชื่อม เช่น เมเปิ้ลไซรัปและผลิตภัณฑ์ราดหน้าขนมต่าง ๆ	30 มล.
18.	น้ำตาล	4 ก.
19.	เกลือ (รวมทั้งวัตถุทดแทนเกลือ เกลือปรุงรส)	1 ก.

ภาคผนวก 7
มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
สาโท

๑. ขอบข่าย

๑.๑ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ไม่ครอบคลุมถึงสุราแช่ชนิดเบียร์ และสุราแช่อื่นที่ได้มีการกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขึ้น

๒. บทนิยาม

- ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มีดังต่อไปนี้
- ๒.๑ สาโท หมายถึง สุราแช่ชนิดหนึ่งที่ทำจากการนำข้าวมาผ่านกรรมวิธีการผลิตสาโท แล้วมีแรงแอลกอฮอล์ไม่เกิน ๑๕ ดีกรี/ร้อยละโดยปริมาตร
- ๒.๒ สุราแช่ หมายถึง สุราที่ไม่ได้กลั่น และให้หมายรวมถึงสุราแช่ที่ได้ผสมกับสุรากลั่นแล้ว แต่ยังมีแรงแอลกอฮอล์ไม่ เกิน ๑๕ ดีกรี/ร้อยละโดยปริมาตร
- ๒.๓ กรรมวิธีการผลิตสาโท หมายถึง การหมักข้าวต่าง ๆ ด้วยเชื้อราและยีสต์ หรือลูกแป้งเพื่อเปลี่ยนแป้งให้เป็นแอลกอฮอล์ซึ่งหมักไว้ระยะหนึ่งจากนั้นเติมน้ำสะอาดในอัตราส่วนที่เหมาะสม และอาจมีการเติมน้ำตาลทรายขาวให้เหมาะสมกับการหมักสาโท หมักต่ออีกระยะหนึ่ง เพื่อให้ได้แอลกอฮอล์ตามต้องการ
- ๒.๔ ลูกแป้ง หมายถึง เชื้อสุรา แป้งเชื้อสุรา แป้งข้าวหมัก หรือเชื้อใด ๆ เมื่อนำมาหมักกับวัตถุดิบหรือของเหลวอื่น ๆ แล้วสามารถทำให้เกิดแอลกอฮอล์ที่ใช้ทำสุรา ลูกแป้งอาจผสมสมุนไพรหรือเครื่องเทศด้วยหรือไม่ก็ได้
- ๒.๕ รา หมายถึง จุลินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ใช้ในการหมักสาโท มีหน้าที่เปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาล
- ๒.๖ ยีสต์ หมายถึง จุลินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ใช้ในการหมักสาโท มีหน้าที่เปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์

๓. คุณลักษณะที่ต้องการ

๓.๑ คุณลักษณะทางเคมี

- ๓.๑.๑ แรงแอลกอฮอล์ต้องไม่เกิน ๑๕ ดีกรี/ร้อยละโดยปริมาตร และมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนจากที่ระบุไว้ที่ฉลากได้ไม่เกิน ± 1 ดีกรี/ร้อยละโดยปริมาตร
- ๓.๑.๒ เมทิลแอลกอฮอล์ต้องไม่เกิน ๔๒๐ มิลลิกรัมต่อลิตร
- ๓.๑.๓ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน ๓๐๐ มิลลิกรัมต่อลิตร
- ๓.๑.๔ กรดซอร์บิกหรือเกลือของกรดซอร์บิก (คำนวณเป็นกรดซอร์บิก) ต้องไม่เกิน ๒๐๐ มิลลิกรัมต่อลิตร
- ๓.๑.๕ กรดเบนโซอิกหรือเกลือของกรดเบนโซอิก (คำนวณเป็นกรดเบนโซอิก) ต้องไม่เกิน ๒๕๐ มิลลิกรัมต่อลิตร
- ๓.๑.๖ ทองแดง ต้องไม่เกิน ๕ มิลลิกรัมต่อลิตร
- ๓.๑.๗ เหล็ก ต้องไม่เกิน ๑๕ มิลลิกรัมต่อลิตร
- ๓.๑.๘ ตะกั่ว ต้องไม่เกิน ๐.๒ มิลลิกรัมต่อลิตร
- ๓.๑.๙ สารหนู ต้องไม่เกิน ๐.๑ มิลลิกรัมต่อลิตร
- ๓.๑.๑๐ เพอร์โรไซยาไนด์ ต้องไม่พบ

๓.๒ คุณลักษณะทางกายภาพ

- ๓.๒.๑ ความใส/ขุ่น
ให้เป็นไปตามลักษณะการผลิตเฉพาะของสาขาที่ผลิตได้
- ๓.๒.๒ สี
มีสีเป็นไปตามธรรมชาติตามวัตถุดิบที่ทำ และเป็นไปตามที่ระบุไว้ในฉลาก
- ๓.๒.๓ กลิ่น
มีกลิ่นหอมตามธรรมชาติตามวัตถุดิบที่ทำ
- ๓.๒.๔ รสชาติ
กลมกล่อมตามธรรมชาติตามวัตถุดิบที่ทำ
- ๓.๒.๕ คุณภาพโดยรวมของสาขา
มีความใส/ขุ่น สี กลิ่น และรสชาติ เป็นที่ยอมรับ
เมื่อตรวจสอบโดยวิธีการให้คะแนนตามข้อ ๘.๒ แล้ว ต้องให้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคนไม่น้อยกว่าร้อยละ ๖๐ และไม่มีลักษณะใดได้น้อยกว่าร้อยละ ๓๐ ของคะแนนเต็ม จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

๓.๓ สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่วัตถุดิบที่ใช้ทำ

๓.๔ ความเสถียร

ต้องไม่ปรากฏฟองในภาชนะบรรจุอันเนื่องมาจากการหมักซ้ำ

๔. สุขลักษณะ

๔.๑ สุขลักษณะในการทำสาโท ให้เป็นไปตามภาคผนวก ก.

๕. การบรรจุ

๕.๑ ให้บรรจุสาโทในภาชนะบรรจุที่เหมาะสม สะอาด แห้ง ปิดได้สนิท และไม่ทำปฏิกิริยากับสาโทที่บรรจุอยู่

๕.๒ ขนาดบรรจุของสาโทในแต่ละภาชนะบรรจุต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

๖. เครื่องหมายและฉลาก

๖.๑ ที่ภาชนะบรรจุสาโททุกหน่วย อย่างน้อยต้องมี เลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(๑) ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น สาโทข้าวเหนียว

(๒) แรเงแอลกอฮอล์ เป็นดีกรี หรือ ร้อยละโดยประมาณ

(๓) ขนาดบรรจุ

(๔) ส่วนประกอบหลัก หรือวัตถุดิบที่ใช้ทำ

(๕) คำเตือนตามกฎหมายที่เกี่ยวข้องกำหนด เช่น การดื่มสุราทำให้ความสามารถในการขับขี่ยานพาหนะ ลดลง

(๖) วัน เดือน ปีที่บรรจุ

(๗) ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน ในกรณีที่
ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น ยกเว้นข้อ (๕)
ต้องเป็นภาษาไทย

๗. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

๗.๑ รุ่น ในที่นี้ หมายถึง สาโทที่ทำจากวัตถุดิบและกรรมวิธีเดียวกัน ที่ทำหรือซื้อขายหรือส่งมอบในระยะเวลาเดียวกัน

๗.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

๗.๒.๑ การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบคุณลักษณะทางเคมีสิ่ง
แปลกปลอม ความเสถียร

การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มจากรุ่นเดียวกัน
จำนวน ๓ หน่วย

ภาชนะบรรจุเมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๑ ข้อ ๓.๓ ข้อ ๓.๔
ข้อ ๕ และข้อ ๖

จึงจะถือว่าสาโทรุ่นนั้นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๒.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพ ให้ชัก
ตัวอย่างโดยวิธีการ

สุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน ๕ หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้อง
เป็นไปตามข้อ ๓.๒ จึงจะถือว่าสาโทรุ่นนั้นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๓ เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างสาโทต้องเป็นไปตามข้อ ๗.๒.๑ และ ๗.๒.๒ ทุกข้อ จึงจะถือว่าสาโทรุ่นนั้น
เป็นไปตามมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

๘. การทดสอบ

๘.๑ การทดสอบคุณลักษณะทางเคมี และขนาดบรรจุ ให้ปฏิบัติตามวิธีวิเคราะห์ที่หน่วย
ตรวจสอบใช้ปฏิบัติอยู่เป็นประจำ

๘.๒ การทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพ

๘.๒.๑ ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ๑๐ คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

๘.๒.๒ คุณสมบัติของคณะผู้ตรวจสอบ ให้เป็นไปตามภาคผนวก ข.

๘.๒.๓ หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามภาคผนวก ค.

๘.๓ การทดสอบสิ่งแปลกปลอม ความเสถียร ภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้
ตรวจพินิจ

ภาคผนวกที่ 8

การเปลี่ยนหน่วยน้ำตาล

°Brix Baume		Specific	Specific	Specific	% Sugar (wt / vol)
		gravity at	gravity at	gravity at	
		20 / 20	20 / 4	15 / 4	
0.0	0.0	1.0000	0.9982	1.0009	0.0
0.4	0.2	1.0016	0.9998	1.0025	0.4
0.8	0.4	1.0031	1.0013	1.0040	0.8
1.2	0.7	1.0047	1.0029	1.0056	1.2
1.6	0.9	1.0062	1.0045	1.0071	1.6
2.0	1.1	1.0078	1.0060	1.0087	2.0
2.4	1.3	1.0094	1.0076	1.0103	2.4
2.8	1.6	1.0109	1.0091	1.0118	2.8
3.2	1.8	1.0125	1.0107	1.0134	3.2
3.6	2.0	1.0141	1.0123	1.0150	3.6
4.0	2.2	1.0157	1.0139	1.0166	4.1
4.4	2.4	1.0173	1.0155	1.0182	4.5
4.8	2.7	1.0189	1.0171	1.0198	4.9
5.2	2.9	1.0204	1.0186	1.0213	5.3
5.6	3.1	1.0021	1.0203	1.0262	6.6
6.0	3.3	1.0237	1.0219	1.0246	6.1
6.4	3.6	1.0253	1.0235	1.0262	6.6
6.8	3.8	1.0269	1.0251	1.0278	7.0

ภาคผนวกที่ 8 - ต่อ
การเปลี่ยนหน่วยน้ำตาล

°Brix Baume		Specific	Specific	Specific	% Sugar (wt / vol)
		gravity at	gravity at	gravity at	
		20 / 20	20 / 4	15 / 4	
7.2	4.0	1.0285	1.0267	1.0294	7.4
7.6	4.2	1.0301	1.0282	1.0310	7.8
8.0	4.4	1.0318	1.0300	1.0327	8.2
8.4	4.7	1.0334	1.0316	1.0343	8.7
8.8	4.9	1.0350	1.0332	1.0359	9.1
9.2	5.1	1.0367	1.0349	1.0376	9.5
9.6	5.3	1.0383	1.0365	1.0392	10.0
10.0	5.6	1.0400	1.0382	1.0409	10.4
10.4	5.8	1.0416	1.0398	1.0425	10.8
10.8	6.0	1.0433	1.0415	1.0442	11.2
11.2	6.2	1.0450	1.0432	1.0459	11.7
11.6	6.4	1.0466	1.0448	1.0475	12.1
12.0	6.7	1.0483	1.0464	1.0492	12.6
12.4	6.9	1.0500	1.0481	1.0509	13.0
12.8	7.1	1.0517	1.0498	1.0526	13.4
13.2	7.3	1.0532	1.0515	1.0543	13.9
13.6	7.6	1.0551	1.0532	1.0561	14.3

ภาคผนวกที่ 8 - ต่อ
การเปลี่ยนหน่วยน้ำตาล

°Brix Baume		Specific	Specific	Specific	% Sugar (wt / vol)
		gravity at	gravity at	gravity at	
		20 / 20	20 / 4	15 / 4	
14.0	7.8	1.0568	1.0549	1.0578	14.8
14.4	8.0	1.0585	1.0566	1.0595	15.2
14.8	8.2	1.0602	1.0683	1.0612	15.7
15.2	8.4	1.0619	1.0600	1.0629	16.1
15.6	8.7	1.0636	1.0617	1.0646	16.6
16.0	8.9	1.0653	1.0634	1.0663	17.0
16.4	9.1	1.0671	1.0652	1.0681	17.5
16.8	9.3	1.0688	1.0669	1.0698	17.9
17.2	9.6	1.0706	1.0687	1.0716	18.4
17.6	9.8	1.0723	1.0704	1.0733	18.8
18.0	10.0	1.0740	1.0721	1.0750	19.3
18.4	10.2	1.0758	1.0739	1.0768	19.8
18.8	10.4	1.0776	1.0757	1.0786	20.2
19.2	10.7	1.0793	1.0774	1.0803	20.7
19.6	10.9	1.0811	1.0792	1.0821	21.2
20.0	11.1	1.0829	1.0810	1.0839	21.6
20.4	11.3	1.0846	1.0827	1.0856	22.1

ภาคผนวกที่ 8 - ต่อ
การเปลี่ยนหน่วยน้ำตาล

°Brix Baume		Specific	Specific	Specific	% Sugar (wt / vol)
		gravity at	gravity at	gravity at	
		20 / 20	20 / 4	15 / 4	
20.8	11.6	1.0864	1.0845	1.0874	22.6
21.2	11.8	1.0882	1.0863	1.0892	23.0
21.6	12.0	1.0900	1.0881	1.0910	23.5
22.0	12.2	1.0918	1.0899	1.0928	24.0
22.4	12.4	1.0927	1.0908	1.0937	24.4
22.8	12.7	1.0945	1.0926	1.0955	24.6
23.2	12.9	1.0964	1.0945	1.0974	25.4
23.6	13.1	1.0982	1.0963	1.0992	25.9
24.0	13.3	1.1009	1.0990	1.1019	26.4
24.4	13.6	1.1028	1.1009	1.1038	26.9
24.8	13.8	1.1046	1.1026	1.1056	27.3
25.2	14.0	1.1094	1.1044	1.1074	27.8
25.6	14.2	1.1083	1.1063	1.1093	28.3
26.0	14.4	1.1101	1.1081	1.1111	28.8

ภาคผนวก 9

ค่าปรับความถูกต้องของน้ำตาลจากการวัดด้วยไฮโดรมิเตอร์ที่ อุณหภูมิ 68°F (20°C)

		°Brix									
Temp (°C)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	
To be	0	0.30	0.49	0.65	0.77	0.89	0.99	1.08	1.16	1.24	
subtracted	5	0.36	0.47	0.56	0.65	0.73	0.80	0.86	0.91	0.97	
from the	10	0.32	0.38	0.43	0.48	0.52	0.57	0.60	0.64	0.67	
indicated	11	0.31	0.35	0.40	0.44	0.48	0.51	0.55	0.58	0.60	
degree	12	0.29	0.32	0.36	0.40	0.43	0.46	0.50	0.52	0.54	
	13	0.26	0.29	0.32	0.35	0.38	0.41	0.44	0.46	0.48	
	14	0.24	0.26	0.29	0.31	0.34	0.36	0.38	0.40	0.41	
	15	0.20	0.22	0.24	0.26	0.28	0.30	0.32	0.33	0.34	
	16	0.17	0.18	0.20	0.22	0.23	0.25	0.26	0.27	0.28	
	17	0.13	0.14	0.15	0.16	0.18	0.19	0.20	0.20	0.21	
	18	0.09	0.10	0.10	0.11	0.12	0.13	0.13	0.14	0.14	
	19	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	
	20°C										
To be	21	0.04	0.05	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	
Subtracted	22	0.10	0.10	0.11	0.12	0.12	0.13	0.14	0.14	0.15	
From the	23	0.16	0.16	0.17	0.17	0.19	0.20	0.21	0.21	0.22	
Indicated	24	0.21	0.22	0.23	0.24	0.26	0.27	0.28	0.29	0.30	

ภาคผนวก 9 - ต่อ
ค่าปรับความถูกต้องของน้ำตาลจากการวัดด้วยไฮโดรมิเตอร์ที่
อุณหภูมิ 68°F (20°C)

Degree	25	0.27	0.28	0.30	0.31	0.32	0.34	0.35	0.36	0.38
	26	0.33	0.34	0.36	0.37	0.40	0.40	0.42	0.44	0.46
	27	0.40	0.41	0.42	0.44	0.46	0.48	0.50	0.52	0.54
	28	0.46	0.47	0.49	0.51	0.54	0.56	0.58	0.60	0.61
	29	0.54	0.55	0.56	0.59	0.61	0.63	0.66	0.68	0.70
	30	0.61	0.62	0.63	0.66	0.68	0.71	0.73	0.76	0.78
	35	0.99	1.01	1.02	1.06	1.10	1.13	1.16	1.18	1.20

ที่มา : Bruce W. Zoeklein et al, 1995.

ภาคผนวกที่ 10
การเปลี่ยนค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำตาลเป็นค่าน้ำหนักที่
20°C (68°F)

Sucrose by weight	Specific gravity at 20°/20° C	Total Pounds Pre gallon	Pounds Solids Per gallon	Pounds water Per gallon
1.0	1.00387	8.35379	0.08354	8.27026
2.0	1.00777	8.38626	0.16773	8.21854
3.0	1.01170	8.41898	0.25257	8.16641
4.0	1.01565	8.45186	0.33807	8.11379
5.0	1.01964	8.48508	0.42425	8.06083
6.0	1.02366	8.51855	0.51111	8.00744
7.0	1.02771	8.55218	0.59865	7.95353
8.0	1.03179	8.58615	0.68689	7.89926
9.0	1.03589	8.62029	0.77583	7.84446
10.0	1.04002	8.65468	0.86547	7.78921
11.0	1.04418	8.68923	0.95582	7.73342
12.0	1.04836	8.72404	1.04688	7.67715
13.0	1.05257	8.75909	1.13868	7.62041
14.0	1.05681	8.79440	1.23122	7.56318
15.0	1.06110	8.83003	1.32451	7.50553
16.0	1.06541	8.86592	1.41855	7.44738
17.0	1.06975	8.90206	1.51335	7.38871
18.0	1.07412	8.93845	1.60892	7.32953
19.0	1.07853	8.97509	1.70527	7.26983

ภาคผนวกที่ 10 - ต่อ
การเปลี่ยนค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำตาลเป็นค่าน้ำหนักที่
20°C (68°F)

Sucrose by weight	Specific gravity at 20°/20° C	Total Pounds Pre gallon	Pounds Solids Per gallon	Pounds water Per gallon
20.0	1.08297	9.01207	1.80241	7.20966
21.0	1.08743	9.04921	1.90033	7.14888
22.0	1.09193	9.08660	1.99905	7.08755
23.0	1.09645	9.12424	2.09858	7.02567
24.0	1.10101	9.16222	2.19893	6.96329
25.0	1.10562	9.20053	2.30013	6.90040
26.0	1.11025	9.23909	2.40216	6.83693
27.0	1.11492	9.27790	2.50503	6.77287
28.0	1.11962	9.31705	2.60877	6.70827
29.0	1.12435	9.35644	2.71337	6.64307
30.0	1.12913	9.39617	2.81885	6.57732
31.0	1.13392	9.43607	2.92518	6.51089
32.0	1.13876	9.47630	3.03241	6.44388
33.0	1.14363	9.51686	3.14056	6.37630
34.0	1.14854	9.55767	3.24961	6.30807
35.0	1.15348	9.59882	3.35959	6.23923
36.0	1.15845	9.64022	3.47048	6.16974
37.0	1.16348	9.68204	3.58235	6.09968
38.0	1.16852	9.72402	3.69513	6.02889

ภาคผนวกที่ 10 - ต่อ
การเปลี่ยนค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำตาลเป็นค่าน้ำหนักที่
20°C (68°F)

Sucrose by weight	Specific gravity at 20°/20° C	Total Pounds Pre gallon	Pounds Solids Per gallon	Pounds water Per gallon
39.0	1.17362	9.76642	3.80890	5.95752
40.0	1.17875	9.80907	3.92363	5.88544
41.0	1.18390	9.85197	4.03931	5.81266
42.0	1.18910	9.89520	4.15599	5.73922
43.0	1.19433	9.93877	4.27367	5.66510
44.0	1.19961	9.98267	4.39238	5.59030
45.0	1.20491	10.02683	4.51207	5.51476
46.0	1.21026	10.07131	4.63280	5.43851
47.0	1.21564	10.11613	4.75458	5.36155
48.0	1.22106	10.16121	4.87738	5.28383
49.0	1.22653	10.20669	5.00128	5.20541
50.0	1.23202	10.25243	5.12622	5.12622
51.0	1.23756	10.29850	5.25224	5.04627
52.0	1.24313	10.34483	5.37931	4.96552
53.0	1.24874	10.39157	5.50753	4.88404
54.0	1.25439	10.43856	5.63682	4.80174
55.0	1.26008	10.48588	5.76723	4.71865
56.0	1.26575	10.53312	5.89855	4.63457
57.0	1.27147	10.58070	6.03100	4.54970

ภาคผนวกที่ 10 - ต่อ
การเปลี่ยนค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำตาลเป็นค่าน้ำหนักที่
20°C (68°F)

Sucrose by weight	Specific gravity at 20°/20° C	Total Pounds Pre gallon	Pounds Solids Per gallon	Pounds water Per gallon
58.0	1.27729	10.62910	6.16488	4.46422
59.0	1.28321	10.67835	6.30023	4.37812
60.0	1.28908	10.72726	6.43635	4.29090
61.0	1.29500	10.77650	6.57367	4.20284
62.0	1.30096	10.82608	6.71217	4.11391
63.0	1.30695	10.87591	6.85182	4.02409
64.0	1.31298	10.92615	6.99274	3.93341
65.0	1.31905	10.97665	7.13482	3.84182
66.0	1.32516	11.02748	7.27814	3.74934
67.0	1.33131	11.07864	7.42269	3.65595
68.0	1.33749	11.13005	7.56844	3.56162
69.0	1.34371	11.18189	7.71550	3.46638
70.0	1.34997	11.23397	7.86378	3.37019

ที่มา: Bruce W. Zoecklein et al : 1995.

ภาคผนวกที่ 11

ฉบับที่ 135 (พ.ศ. 2534)

เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุปิดสนิท (ฉบับที่ 2)

โดยที่เป็นการสมควรและแก้ไขเพิ่มเติมข้อกำหนดเรื่องคุณภาพหรือมาตรฐานของน้ำบริโภคในภาชนะที่ปิดสนิท

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 และมาตรา 6 (1)(2) และ (6) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขออกประกาศไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ให้ยกเลิกความใน (จ) ของ (2) ในข้อ 3 แห่งประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 (พ.ศ. 2524) เรื่องน้ำบริโภคในภาชนะที่ปิดสนิท ลงวันที่ 7 กันยายน พ.ศ. 2524 และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

“(จ) แคลเซียม ไม่เกิน 0.005 มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค 1 ลิตร”

ข้อ 2 ให้ยกเลิกความใน (ฉ) และ (ญ) ของ (2) ในข้อ 3 แห่งประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 (พ.ศ. 2524) เรื่องน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ลงวันที่ 7 กันยายน พ.ศ. 2524 และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

“(ฉ) เหล็ก ไม่เกิน 0.3 มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค 1 ลิตร

(ญ) ตะกั่ว ไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค 1 ลิตร”

ข้อ 3 ให้เพิ่มความดังต่อไปนี้เป็น (ท) (ธ) และ (น) ของ (2) ในข้อ 3 แห่งประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 (พ.ศ. 2524) เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ลงวันที่ 7 กันยายน พ.ศ. 2524

“(ท) อะลูมิเนียม ไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค 1 ลิตร

(ธ) เอบีเอส (Alkylbenzene Sulfonate) ไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัมต่อน้ำบริโภค 1 ลิตร

(น) โซเดียมไนต์ ไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค 1 ลิตร”

ข้อ 4 ให้ผู้ที่ได้รับใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหารหรือผู้ที่ได้รับอนุญาตให้ใช้ฉลากอาหารประกาศสาธารณสุข ฉบับที่ 61 (พ.ศ. 2524) เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ลงวันที่ 7 กันยายน พ.ศ. 2524 อยู่ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ มายื่นคำขอแก้ไขรายการให้มีรายละเอียดถูกต้องตามประกาศฉบับนี้ภายในร้อยแปดสิบวัน นับแต่ประกาศนี้ใช้บังคับและเมื่อได้ยื่นคำขอดังกล่าวแล้วให้ใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหารหรือฉลากเดิมคงใช้ได้ต่อไปจนกว่าจะได้รับอนุญาตหรือจนกว่าผู้อนุญาตจะแจ้งให้ทราบถึงการไม่อนุญาต

ประกาศฉบับนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในพระราชกิจจานุเบกษาเป็น
ต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 26 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2543

อุทัย สุตสุข

ปลัดกระทรวงสาธารณสุข

ผู้อำนวยการของรัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

(107 ร.จ. 3041 ตอนที่ 61 (แผนราชกิจจานุเบกษา) ลงวันที่ 2 เมษายน พ.ศ. 2534)