



ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

1. การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC, 2002)

ชั่งตัวอย่างหนัก 5 กรัม ด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่งใส่ลงในกระป๋องอลูมิเนียมที่ผ่านการอบแห้ง และทราบน้ำหนักที่แน่นอน นำไปอบในตู้สุญญากาศที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และความดันบรรยากาศต่ำกว่า 50 mmHg เป็นเวลานานประมาณ 3 ชั่วโมง นำตัวอย่างออกจากตู้อบ ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง แล้วนำไปอบซ้ำจนได้น้ำหนักคงที่ ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ คำนวณหาปริมาณความชื้น แล้วหาค่าเฉลี่ย

$$\text{ปริมาณความชื้น (\%)} = \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ})}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}} \times 100$$

2. การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (Total titrable acidity (AOAC, 2002))

สารเคมี

1. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 0.1 N
2. สารละลายฟีนอล์ฟทาเลอินความเข้มข้น 1 %

วิธีวิเคราะห์

ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 100 ml. เติมน้ำกลั่นลงไปเล็กน้อย คนให้ละลายเข้ากันดี ปรับปริมาตรเป็น 100 ml. โดยใช้ volumetric flask กรองผ่านกระดาษกรอง เบอร์ 4 ปีเปตของเหลวที่กรองได้มา 10 ml. ใส่ในฟลasks ขนาด 125 ml. นำไปไทเทรตกับ 0.1 N. NaOH โดยใช้ฟีนอล์ฟทาเลอิน 2-3 หยด เป็นอินดิเคเตอร์ จนได้จุดยุติเป็นสีชมพูอ่อน จดปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไทเทรต ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ จากนั้นนำไปคำนวณหาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดซิตริก แล้วหาค่าเฉลี่ย

$$\text{กรดทั้งหมด (\%)} = \frac{\text{ปริมาตร NaOH (ml.)} \times \text{ความเข้มข้น NaOH (N)} \times 0.070 \times 100}{\text{น้ำหนักของน้ำผลไม้ (g)}} \\ (\text{เทียบในรูปกรดซิตริก})$$

3. การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้เครื่องพีเอชมิเตอร์

ซึ่งตัวอย่างใส่บีกเกอร์ขนาด 50 ml. เติมน้ำกลั่นลงไปเล็กน้อย ให้ได้สารละลายความเข้มข้น 50% แล้วนำมาวัดค่าพีเอชด้วยเครื่องพีเอชมิเตอร์ โดยก่อนใช้เครื่องพีเอชมิเตอร์ทุกครั้ง ต้องทำการปรับตั้งค่ามาตรฐานของเครื่อง โดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานพีเอช 7.0 และ 4.0 ตามลำดับ ตามขั้นตอนในคู่มือการใช้งานของเครื่อง

4. การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลตามวิธีของ Lane and Eynon (AOAC, 2002)

สารเคมี

1. สารละลาย Carrez I : ละลายซิงค์แอซีเตตไดไฮเดรต จำนวน 21.9 กรัม ในน้ำกลั่น ที่มีกรดแอซติกจำนวน 3 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นในขวดปรับปริมาตร
2. สารละลาย Carrez II : ละลายโพแทสเซียมเฟอร์โรไซยาไนด์ จำนวน 10.6 กรัม ด้วยน้ำกลั่น และปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นในขวดปรับปริมาตร
3. สารละลาย Fehling solution A : ละลายคอปเปอร์ซัลเฟต จำนวน 69.278 กรัม ด้วยน้ำกลั่น และปรับปริมาตรให้ครบ 1,000 มิลลิลิตร ในขวดปรับปริมาตร
4. สารละลาย Fehling solution B : ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ จำนวน 100 กรัม และโซเดียมโพแทสเซียมตาร์เทรต จำนวน 346 กรัม ด้วยน้ำกลั่น และปรับปริมาตรให้ครบ 1,000 มิลลิลิตร ในขวดปรับปริมาตร
5. สารละลายเมทิลีนบลูความเข้มข้น 1% : ละลายเมทิลีนบลูจำนวน 1 กรัม ด้วยน้ำกลั่น และปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร ในขวดปรับปริมาตร
6. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 6.34 N : ผสมกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 37 % จำนวน 563 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น และปรับปริมาตรให้ครบ 1,000 มิลลิลิตร ในขวดปรับปริมาตร
7. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 5 N : ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์จำนวน 400 กรัม ด้วยน้ำกลั่น และปรับปริมาตรให้ครบ 1,000 มิลลิลิตร ในขวดปรับปริมาตร

4.1 การเตรียมสารละลายตัวอย่าง

1. ชั่งตัวอย่าง (ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำตาลในอาหาร) ใส่บีกเกอร์ขนาด 50 ml. เติมน้ำกลั่นลงไปเล็กน้อย เพื่อบดตัวอย่างให้เป็นเนื้อเดียวกัน
2. เติม clearing agent (Carrez I, II ลงไปอย่างละ 5 ml.) เขย่าให้เข้ากัน ปรับปริมาตรให้ครบ 100 ml. (หรือ 250 ml.) ด้วยน้ำกลั่น ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนประมาณ 20-30 นาที
3. กรองสารละลายที่ได้ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ก่อนอินเวอร์ชัน

4.2 การหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ก่อนการทำอินเวอร์ชัน (Before inversion, D₁)

4.2.1 Preliminary titration

1. นำสารละลายที่กรองได้ ใส่บิวเรตปลายงอ สำหรับหาน้ำตาลโดยวิธีนี้ ไล่ฟองอากาศโดยเฉพาะตรงบริเวณส่วนปลายแท่งแก้วงอให้หมด
2. บีบเปิดสารละลายผสม Fehling's solution จำนวน 10 ml. (ใช้อย่างละ 5 ml.) หรือ 25 ml. ใส่ในพลาสติกดีบุกแก้วเล็กๆ (glass beads) ลงไป 8-10 เม็ด เพื่อกันการเดือดจนล้นออกมา
3. นำไปต้มจนเดือด แล้วจึงนำไปไตเตรตกับสารละลายน้ำตาลตัวอย่าง จนสีน้ำเงินจางลง ให้หยดเมธิลีนบลูลงไป 2-3 หยด ไตเตรตจนสีฟ้าหายไปเหลือแต่ตะกอนสีส้มแดงของ Cu_2O บันทึกปริมาตรของสารละลายตัวอย่างที่ใช้ ทำ 2 ซ้ำ หาค่าเฉลี่ย

4.2.2 Accurate titration

1. เมื่อได้ความเข้มข้นและปริมาตรสารละลายตัวอย่าง (15-25 ml.) ให้ทำซ้ำเหมือน Preliminary โดยเติมสารละลายน้ำตาลตัวอย่างจากบิวเรตลงในพลาสติกทันที (ให้น้อยกว่าปริมาตรที่จะใช้ไตเตรตในช่วง Preliminary ประมาณ 2-3 ml.)
2. ต้มให้เดือด หยดเมธิลีนบลูลงไป 2-3 หยด ไตเตรตต่อให้เสร็จภายใน 3 นาทีตั้งแต่เริ่มเดือดจนสารละลายเปลี่ยนจากสีฟ้าเป็นตะกอนสีส้มแดง
3. ทำ 2 ซ้ำ หาค่าเฉลี่ย นำปริมาตรของสารละลายน้ำตาลที่ได้ไปหาปริมาณน้ำตาลในรูปของ invert sugar (mg/ 100 ml.) จากตารางมาตรฐาน ในภาคผนวก ข คำนวณหาปริมาณเปอร์เซ็นต์น้ำตาลรีดิวซ์ ก่อนอินเวอร์ชัน (before inversion, D₁)

$$\% \text{ reducing sugar (D}_1\text{)} = \frac{\text{sugar content (mg/ 100 ml.)} \times V}{1000 \times W \times D}$$

V = volume made up (ml.)

W = sample weight (g)

D = dilution factor

* โดยเทียบค่าระหว่างปริมาณของสารละลายน้ำตาลตัวอย่างที่ใช้ในการไตเตรต(ml.) กับปริมาณน้ำตาลในรูปของ invert sugar (mg/ 100 ml.) โดยวิธีการทำ Interpolate

4.3 การหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์หลังการทำอินเวอร์ชัน (After inversion, D₂)

1. นำสารละลายตัวอย่างที่เหลือจากการหาน้ำตาลก่อนอินเวอร์ชัน (หรืออาจเตรียมใหม่ก็ได้) ทำการตกตะกอนให้ใส โดยใช้ clearing agent ก่อน ปรับปริมาตรให้ครบ 100 ml.
2. นำสารละลายที่กรองได้มาประมาณ 10-20 ml. เติม HCl 6.34 N จำนวน 10 ml. นำไปอุ่นใน water bath 70 °C นาน 10 นาที ทำให้เย็นลงอย่างรวดเร็ว ปรับให้เป็นกลางด้วย NaOH 5 N ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 100 ml. (หรือ 250 ml.)
3. นำไปไตเตรตกับสารละลาย Fehling ผสม (10 หรือ 25 ml.) จดปริมาตรของสารละลายตัวอย่างที่ใช้ ทำ 2 ซ้ำ หาค่าเฉลี่ย
4. นำค่าที่ได้ไปเทียบหาปริมาณน้ำตาล ในรูป invert sugar จากตาราง คำนวณหาปริมาณในรูปของน้ำตาลรีดิวซ์ภายหลังอินเวอร์ชัน (After inversion, D₂) ซึ่งค่าที่ได้จะเป็นปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่มีอยู่ในตัวอย่างอาหารรวมกับน้ำตาลอินเวอร์ส
5. นำค่าปริมาณน้ำตาลที่ได้ (ทั้งค่า D₁ และ D₂) มาคำนวณหาปริมาณน้ำตาล ดังนี้

$$\text{น้ำตาลซูโครส (S, \%)} = (D_2 - D_1) \times 0.95$$

$$\text{น้ำตาลทั้งหมด (\%)} = D_1 + S$$

เมื่อ D₁ = ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ทั้งหมดก่อนทำอินเวอร์ชัน (%)

D₂ = ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ทั้งหมดหลังทำอินเวอร์ชัน (%)

S = ปริมาณน้ำตาลซูโครส (%)

การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

1. การวัดลักษณะเนื้อสัมผัส

Texture Profile Analysis

ทำการวัดค่า hardness และ chewiness ของลูกอมลำไยชนิดเคี้ยว ด้วยเครื่อง Texture Analyzer TA-TXPlus ตามวิธีของ Texture Profile Analysis น้ำหนัก load cell เท่ากับ 50 กิโลกรัม ใช้หัววัดรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร (P/50) ความเร็วในการเคลื่อนที่ของหัววัดเท่ากับ 1 มิลลิเมตรต่อวินาที อัตราการเปลี่ยนรูป 50% โดยค่า hardness และ chewiness มีหน่วยเป็นนิวตัน



ภาคผนวก ข

ตารางการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

ตาราง ข ตารางเปรียบเทียบปริมาณน้ำตาลที่ใช้ในการไตเตรตกับสารละลาย Fehling solution

Sugar content of difference sugars corresponding to 10 ml and 25 ml of Fehling's solution

รละลาย ตาลที่ใช้ เตรต (ml)	ปริมาณน้ำตาล (mg/100ml) ชนิดต่าง ๆ เมื่อใช้สารละลายเฟลลิงผสม 10 ml และ 25 ml									
	Dextrose		Invert Sugar		Fructose		Hydrate Lactose		Hydrate Maltose	
	10 ml	25 ml	10 ml	25 ml	10 ml	25 ml	10 ml	25 ml	10 ml	25 ml
15	327.0	801.0	336.0	824.0	348.0	849.0	455.0	1150.0	542.0	1388.0
16	307.0	751.0	316.0	772.0	327.0	796.0	426.0	1076.0	507.0	1298.0
17	289.0	707.0	298.0	727.0	308.0	750.0	401.0	1010.0	477.0	1220.0
18	274.0	668.0	282.0	687.0	291.0	708.0	378.0	952.0	450.0	1151.0
19	260.0	633.0	267.0	651.0	276.0	672.0	358.0	900.0	426.0	1088.0
20	247.4	601.5	254.5	619.0	262.5	638.0	340.0	854.5	404.0	1032.3
21	235.8	572.9	242.9	589.5	250.6	608.1	323.8	812.4	384.3	981.6
22	225.5	547.3	231.8	563.2	239.6	580.6	309.1	774.5	366.4	935.5
23	216.1	523.6	222.2	538.7	229.1	555.5	295.4	740.0	350.0	893.2
24	207.4	501.9	213.3	516.7	220.0	532.5	282.9	708.5	335.0	854.5
25	199.3	482.0	204.8	496.0	211.3	511.5	271.6	679.5	321.5	819.0
26	191.8	463.7	197.4	477.3	203.3	491.9	261.0	652.5	308.8	786.3
27	184.9	446.8	190.4	459.7	196.0	474.0	251.1	627.9	297.0	756.0
28	178.5	431.1	183.7	443.6	189.3	457.2	242.1	604.8	286.1	727.9
29	172.5	416.4	177.6	428.3	183.1	441.6	233.8	583.3	276.0	701.7
30	167.0	402.7	171.7	414.3	177.2	427.0	226.0	563.3	266.6	677.3
31	161.8	389.7	166.3	401.0	171.7	413.3	218.7	544.8	257.8	654.3
32	156.9	377.6	161.2	388.7	166.5	400.6	211.9	527.4	249.7	633.1
33	152.4	366.3	156.6	377.0	161.6	388.5	205.6	511.0	241.7	613.0
34	148.0	355.6	152.2	366.2	157.0	377.3	199.6	495.6	234.6	594.3
35	143.9	345.6	147.9	355.8	152.6	366.7	194.0	481.1	227.6	576.5
36	140.0	336.3	143.9	346.1	148.6	356.6	188.6	467.3	221.1	559.7
37	136.4	327.4	140.2	336.8	144.7	347.0	183.5	454.3	215.0	543.9
38	132.9	318.8	136.6	328.1	140.9	338.1	178.7	442.1	209.2	528.9
39	129.6	310.7	133.3	319.7	137.3	329.6	174.1	430.5	203.8	514.7
40	126.5	303.1	130.1	311.9	134.0	321.5	169.7	419.5	198.5	501.3
41	123.6	295.9	127.1	304.4	130.9	313.7	165.9	409.0	193.7	488.5
42	120.8	289.0	124.2	297.3	127.9	306.2	161.9	399.1	188.8	476.3
43	118.1	282.4	121.4	290.5	125.1	299.2	158.1	389.7	184.3	464.7
44	115.5	276.1	118.7	284.1	122.4	292.5	154.7	380.7	180.0	453.6
45	113.0	270.1	116.1	277.9	119.8	286.2	151.3	372.1	175.9	443.0
46	110.6	264.3	113.1	272.0	117.2	280.0	148.0	363.9	172.0	433.1
47	108.4	258.8	111.4	266.3	114.7	274.2	145.1	356.0	168.3	423.6
48	106.2	253.5	109.2	260.8	112.4	268.6	142.1	348.3	164.7	414.4
49	104.1	248.4	107.1	255.5	110.2	263.2	139.2	341.0	161.2	405.5
50	102.2	243.6	105.1	250.6	108.0	258.0	136.6	334.2	158.0	397.2

ตัดแปลงจาก : Pearson's Chemical Analysis of Foods (1976) และ AOAC (1998)



ภาคผนวก ก

แบบประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ชื่อ..... วันที่.....

ชื่อผลิตภัณฑ์ : ลูกอมลำไยชนิดเคี้ยว

คำชี้แจง โปรดทดสอบตัวอย่างต่อไปนี้ พร้อมทั้งให้คะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์แต่ละตัวอย่างในด้านเนื้อสัมผัส ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยมีเกณฑ์การคะแนนดังนี้

ชอบมากที่สุด	มีคะแนนเป็น	9
ชอบมาก	มีคะแนนเป็น	8
ชอบปานกลาง	มีคะแนนเป็น	7
ชอบเล็กน้อย	มีคะแนนเป็น	6
เฉยๆ	มีคะแนนเป็น	5
ไม่ชอบเล็กน้อย	มีคะแนนเป็น	4
ไม่ชอบปานกลาง	มีคะแนนเป็น	3
ไม่ชอบมาก	มีคะแนนเป็น	2
ไม่ชอบมากที่สุด	มีคะแนนเป็น	1

คุณลักษณะที่ประเมิน	รหัสตัวอย่าง				
สี					
กลิ่น					
รสชาติ					
ลักษณะเนื้อสัมผัส					
ความชอบโดยรวม					

เหตุผลของความชอบหรือไม่ชอบผลิตภัณฑ์

.....
.....

ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาววิวรรณ สันตา
วัน เดือน ปีเกิด	24 พฤษภาคม 2523
ภูมิลำเนา	32 หมู่ 6 ต.เวียงตาล อ.ห้างฉัตร จ.ลำปาง
ประวัติการศึกษา	<p>พ.ศ.2541 สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย จ.ลำปาง</p> <p>พ.ศ.2545 สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต (ชีววิทยา) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่</p>

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved