ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก

กระบวนการแปรรูปเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์แช่เยือกแข็ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ ก. 1 ผลมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การล้างผลมะม่วง

การปอกเปลือกและฝานครึ่งผล

เนื้อมะม่วงสุกขณะแช่ในสารละลาย

เนื้อมะม่วงสุกภายหลังการแช่ในสารละลาย
ก่อนนำไปแช่เยือกแข็ง

เนื้อมะม่วงสุกภายหลังการแช่เยือกแข็ง

การบรรจุเนื้อมะม่วงสุกแช่เยือกแข็ง
ในถุงอลูมิเนียมฟอยด์

รูปที่ ก. 2 ขั้นตอนการแปรรูปเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์แช่เยือกแข็ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างเนื้อมะม่วงสุกพันธุ์โชคอนันต์แช่เยือกแข็ง
เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส
เป็นเวลา 1, 3 และ 6 เดือน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ ข. 1 เนื้อมะม่วงสุกแช่เยือกแข็งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 เดือน

รูปที่ ข. 2 เนื้อมะม่วงสุกแช่เยือกแข็งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ ข. 3 เนื้อมะม่วงสุกแช่เยือกแข็งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 เดือน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค

วิธีการคำนวณหากิจกรรมของเอนไซม์ ปริมาณแคโรทีนอยด์ และสารประกอบฟีนอลทั้งหมด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1. การคำนวณหากิจกรรมของเอนไซม์

ก) วิธีการคำนวณหากิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส

กำหนดให้กิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส 1 หน่วย (unit) เท่ากับปริมาณเอนไซม์ที่ทำให้ค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 470 นาโนเมตร เพิ่มขึ้น 0.001 หน่วยในเวลา 1 นาที ที่ค่าพีเอช 6.0 จะได้กิจกรรมของเอนไซม์เท่ากับ A หน่วย

สารละลายเอนไซม์ที่สกัดได้ 0.10 มิลลิลิตร มีกิจกรรมของเอนไซม์ = A หน่วย
สารละลายเอนไซม์ที่สกัดได้ 1 มิลลิลิตร มีกิจกรรมของเอนไซม์ = A × 10 หน่วย = B
แสดงว่า สารละลายเอนไซม์มีกิจกรรมของเอนไซม์เท่ากับ B หน่วย/มิลลิลิตร

ข) วิธีการคำนวณหากิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส

กำหนดให้กิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส 1 หน่วย (unit) เท่ากับปริมาณเอนไซม์ที่ทำให้ค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร เพิ่มขึ้น 0.001 หน่วยในเวลา 1 นาที ที่ค่าพีเอช 6.5 จะได้กิจกรรมของเอนไซม์เท่ากับ C หน่วย

สารละลายเอนไซม์ที่สกัดได้ 0.25 มิลลิลิตร มีกิจกรรมของเอนไซม์ = C หน่วย
สารละลายเอนไซม์ที่สกัดได้ 1 มิลลิลิตร มีกิจกรรมของเอนไซม์ = C × 4 หน่วย = D
แสดงว่า สารละลายเอนไซม์มีกิจกรรมของเอนไซม์เท่ากับ D หน่วย/มิลลิลิตร

ค) วิธีการคำนวณหาปริมาณของโปรตีน

นำค่าการดูดกลืนแสงที่อ่านได้จากเครื่องวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 595 นาโนเมตร ไปเปรียบเทียบหาปริมาณโปรตีนจากกราฟโปรตีนมาตรฐาน

สารละลายเอนไซม์ที่สกัดได้ 200 ไมโครลิตร มีโปรตีนที่ละลายได้ = E ไมโครกรัม
สารละลายเอนไซม์ที่สกัดได้ 1 ไมโครลิตร มีโปรตีนที่ละลายได้ = E/200 ไมโครกรัม = F
แสดงว่า สารละลายเอนไซม์มีโปรตีนเท่ากับ F ไมโครกรัม/ไมโครลิตร
หรือเท่ากับ F มิลลิกรัม/มิลลิลิตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ง) *วิธีการคำนวณหา specific activity ของเอนไซม์*

specific activity ของเอนไซม์ = $\frac{\text{กิจกรรมของเอนไซม์}}{\text{ปริมาณโปรตีนในหน่วยมิลลิกรัม}}$

specific activity ของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส = $\frac{\text{กิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส}}{\text{ปริมาณโปรตีนในหน่วยมิลลิกรัม}}$ = B/F

specific activity ของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส = $\frac{\text{กิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส}}{\text{ปริมาณโปรตีนในหน่วยมิลลิกรัม}}$ = D/F

ค่า specific activity ของเอนไซม์มีหน่วยเป็น หน่วย/มิลลิกรัมของโปรตีน/นาที

จ) *วิธีการคำนวณหากิจกรรมของเอนไซม์ที่เหลือ* (ปราณี, 2543)

กิจกรรมของเอนไซม์ที่เหลือ (%) = $\frac{\text{กิจกรรมของเอนไซม์ชุดทดลอง}}{\text{กิจกรรมของเอนไซม์ชุดควบคุม}} \times 100$

2. การคำนวณหาปริมาณแคโรทีนอยด์

นำค่าที่อ่านได้จากสารละลายเบต้า-แคโรทีนมาตรฐานที่เตรียมไว้ในขั้นตอนการสร้างกราฟมาตรฐาน มาคำนวณหาสูตรสมการเส้นตรงได้ ดังนี้

$$y = 0.1525x - 0.1521$$

โดย y = ค่าการดูดกลืนแสงที่อ่านได้

x = ปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อมะม่วงมีหน่วยเป็นส่วนต่อล้านส่วน (ppm)

จากนั้นนำค่า x ที่ได้มาคำนวณหาปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อมะม่วง

ปริมาณแคโรทีนอยด์

สารละลายเจือจางปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร มีแคโรทีนอยด์ = x มิลลิกรัม

สารละลายเจือจางปริมาตร 50 มิลลิลิตร มีแคโรทีนอยด์ = (x/1,000)×50 มิลลิกรัม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาณแคโรทีนอยด์ที่ได้มาจากตัวอย่างเนื้อมะม่วง 5 กรัม

เนื้อมะม่วงปั่น 5 กรัม มีแคโรทีนอยด์ = z มิลลิกรัม

เนื้อมะม่วงปั่น 1 กรัม มีแคโรทีนอยด์ = z/5 มิลลิกรัม

* เปลี่ยนหน่วยมิลลิกรัม (mg) เป็นไมโครกรัม (μg) โดยการคูณด้วย 1,000 เพื่อใช้ในการรายงานผลการทดลองมีหน่วยเป็นไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด

* สารเบต้า-แคโรทีนมาตรฐานในสารผสมแอซีโตน 10% ในเฮกเซนมีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดที่ความยาวคลื่น 450 นาโนเมตร จึงใช้ความยาวคลื่นนี้วิเคราะห์ปริมาณแคโรทีนอยด์ในเนื้อมะม่วง ซึ่งไม่ใช่ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของสารละลายที่สกัดจากเนื้อมะม่วง ดังนั้นรายงานผลค่าที่วิเคราะห์ได้เป็นปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดในรูปเบต้า-แคโรทีน

3. การคำนวณหาปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด

นำค่าที่อ่านได้จากสารประกอบฟีนอลมาตรฐานที่เตรียมไว้ในขั้นตอนการสร้างกราฟมาตรฐาน มาคำนวณหาสูตรสมการเส้นตรงได้ ดังนี้

$$y = 0.1307x - 0.1448$$

โดย y = ค่าการดูดกลืนแสงที่อ่านได้

x = ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในเนื้อมะม่วง (มิลลิกรัม/มิลลิลิตร)

จากนั้นนำค่า x ที่ได้มาคำนวณหาสารประกอบฟีนอลทั้งหมดในเนื้อมะม่วง

สารละลายปริมาตร 1 มิลลิลิตร มีสารประกอบฟีนอลทั้งหมด x มิลลิกรัม

สารประกอบฟีนอลได้มาจากการเจือจาง 10 เท่าโดยปริมาตร

แสดงว่า สารละลายมีสารประกอบฟีนอลทั้งหมด $x \times 10$ มิลลิกรัม/มิลลิลิตร = y

สารละลายที่สกัดได้มีปริมาตรเฉลี่ย a มิลลิลิตร

แสดงว่า สารละลายมีสารประกอบฟีนอลทั้งหมด $y \times a$ มิลลิกรัม = z

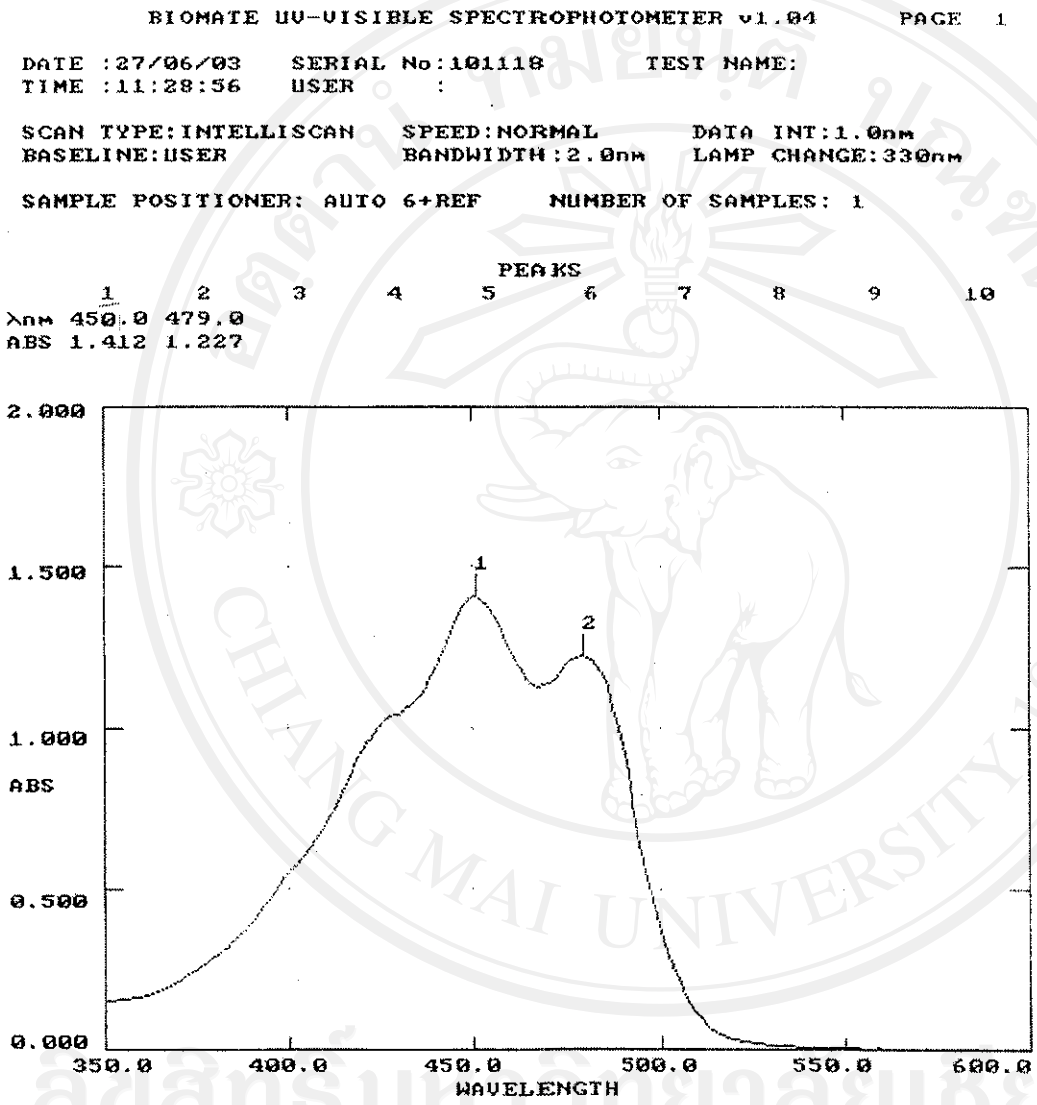
สารประกอบฟีนอลได้มาจากตัวอย่างเนื้อมะม่วง 3 กรัม

เนื้อมะม่วงปั่น 3 กรัม มีสารประกอบฟีนอลทั้งหมด = z มิลลิกรัม

เนื้อมะม่วงปั่น 1 กรัม มีสารประกอบฟีนอลทั้งหมด = z/3 มิลลิกรัม

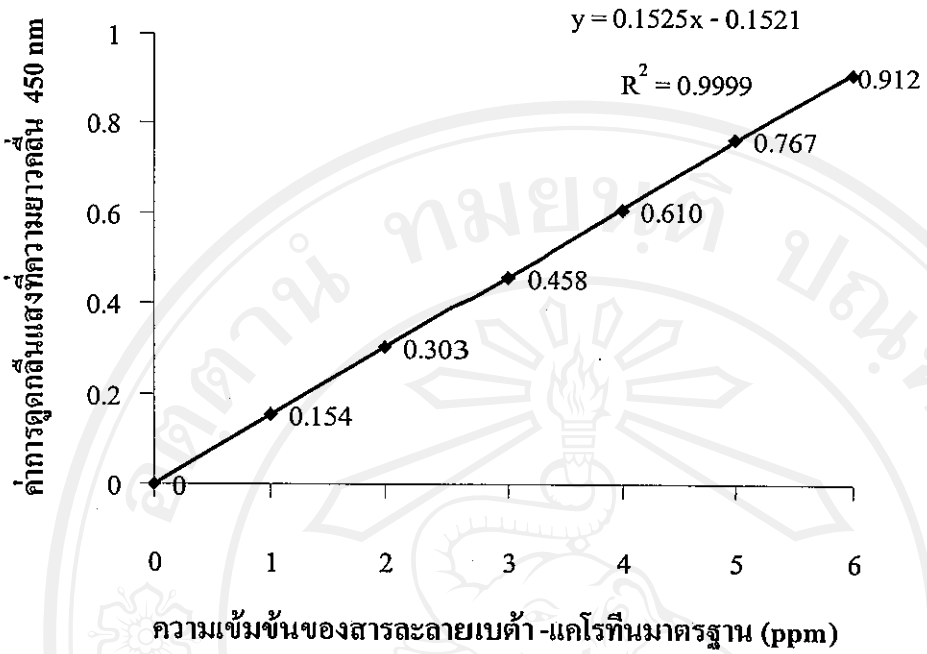
* รายงานผลปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด ในหน่วยมิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

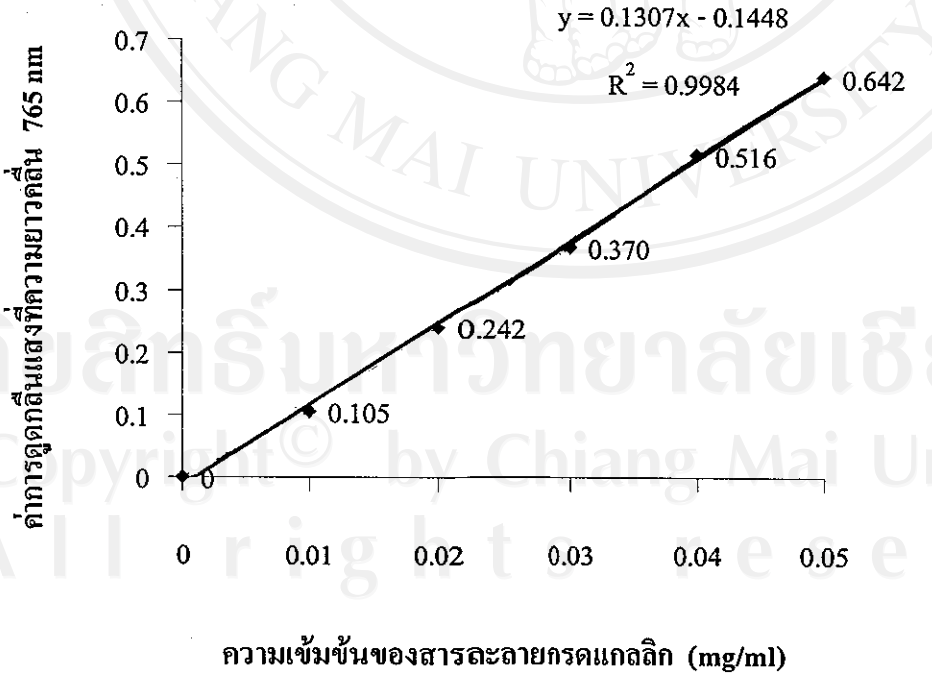


รูปที่ ค. 1 กราฟการดูดกลืนแสงสูงสุดของสารเบต้า-แคโรทีนมาตรฐานใน สารละลายผสม 10% แอซีโตนในเฮกเซน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ ค. 2 กราฟเบต้า-แคโรทีนมาตรฐานในสารละลายผสมแอซีโตน 10% ในเฮกเซน



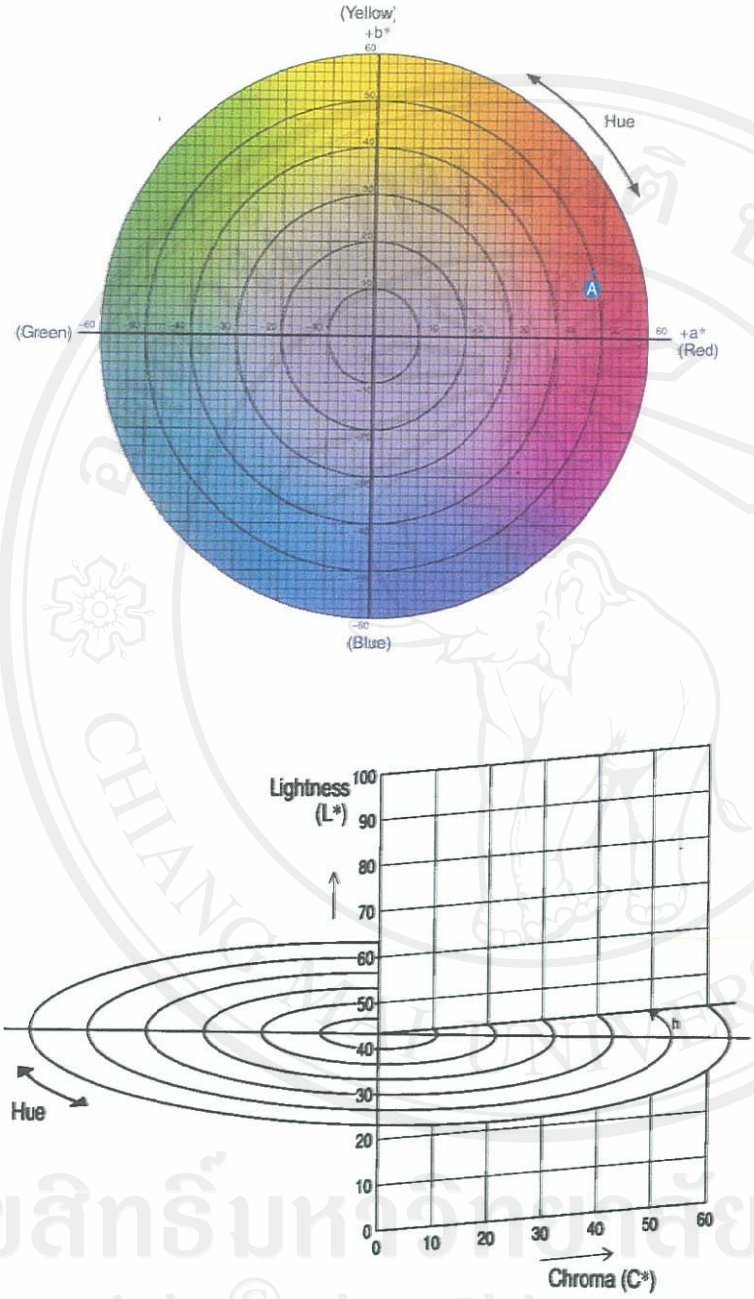
รูปที่ ค. 3 กราฟสารประกอบฟีนอลมาตรฐาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ง

รูปแสดงค่า L*, a*, b*, Chroma และ Hue angle

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ ง.1 รูปแสดงค่า L*, a*, b*, Chroma และ Hue angle

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก จ

ตารางวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ จ.1 ตารางเปรียบเทียบปริมาณน้ำตาลที่ใช้ในการไทเทรตกับสารละลาย Fehling's 10 มิลลิลิตร

ml of sugar solution required	Solution containing besides invert sugar : No sucrose		1 g sucrose per 100 ml		5 g sucrose per 100 ml		10 g sucrose per 100 ml		25 g sucrose per 100 ml	
	Invert sugar factor*	mg invert sugar per 100 ml	Invert Sugar Factor*	mg invert sugar Per 100 ml	Invert sugar factor*	mg invert sugar per 100 ml	Invert sugar factor*	mg invert sugar per 100 ml	Invert sugar factor*	mg invert sugar per 100 ml
15	50.5	336	49.9	333	47.6	317	46.1	307	43.4	289
16	50.6	316	50.0	312	47.6	297	46.1	288	43.4	271
17	50.7	298	50.1	295	47.6	280	46.1	271	43.4	255
18	50.8	282	50.1	278	47.6	264	46.1	256	43.3	240
19	50.8	267	50.2	264	47.6	250	46.1	243	43.3	227
20	50.9	254.5	50.2	251.0	47.6	238.0	46.1	230.5	43.2	216
21	51.0	242.9	50.2	239.0	47.6	226.7	46.1	219.5	43.2	206
22	51.0	231.8	50.3	228.2	47.6	216.4	46.1	209.5	43.1	196
23	51.1	222.2	50.3	218.7	47.6	207.0	46.1	200.4	43.0	187
24	51.2	213.3	50.3	209.8	47.6	198.3	46.1	192.1	42.9	179
25	51.2	204.9	50.4	201.6	47.6	190.4	46.0	184.0	42.8	171
26	51.3	197.4	50.4	193.8	47.6	183.1	46.0	176.9	42.8	164
27	51.4	190.4	50.4	186.7	47.6	176.4	46.0	170.4	42.7	158
28	51.4	183.7	50.5	180.2	47.7	170.3	46.0	164.3	42.7	152
29	51.5	177.6	50.5	174.1	47.7	164.5	46.0	158.6	42.6	147
30	51.5	171.7	50.5	168.3	47.7	159.0	46.0	153.3	42.5	142
31	51.6	166.3	50.6	163.1	47.7	153.9	45.9	148.1	42.5	137
32	51.6	161.2	50.6	158.1	47.7	149.1	45.9	143.4	42.4	132
33	51.7	156.6	50.6	153.3	47.7	144.5	45.9	139.1	42.3	128
34	51.7	152.2	50.6	148.9	47.7	140.3	45.8	134.9	42.2	124
35	51.8	147.9	50.7	144.7	47.7	136.3	45.8	130.9	42.2	121
36	51.8	143.9	50.7	140.7	47.7	132.5	45.8	127.1	42.1	117
37	51.9	140.2	50.7	137.0	47.7	128.9	45.7	123.5	42.0	114
38	51.9	136.6	50.7	133.5	47.7	125.5	45.7	120.3	42.0	111
39	52.0	133.3	50.8	130.2	47.7	122.3	45.7	117.1	41.9	107
40	52.0	130.1	50.8	127.0	47.7	119.2	45.6	114.1	41.8	104
41	52.1	127.1	50.8	123.9	47.7	116.3	45.6	111.2	41.8	102
42	52.1	124.2	50.8	121.0	47.7	113.5	45.6	108.5	41.7	99
43	52.2	121.4	50.8	118.2	47.7	110.9	45.5	105.8	41.6	97
44	52.2	118.7	50.9	115.6	47.7	108.4	45.5	103.4	41.5	94
45	52.3	116.1	50.9	113.1	47.7	106.0	45.4	101.0	41.4	92
46	52.3	113.7	50.9	110.6	47.7	103.7	45.4	98.7	41.4	90
47	52.4	111.4	50.9	108.2	47.7	101.5	45.3	96.4	41.3	88
48	52.4	109.2	50.9	106.0	47.7	99.4	45.3	94.3	41.2	86
49	52.5	107.1	51.0	104.0	47.7	97.4	45.2	92.3	41.1	84
50	52.5	105.1	51.0	102.0	47.7	95.4	45.2	90.4	41.0	82

*mg of invert sugar corresponding to 10 ml of Fehling's solution.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวนภกานต์ แดงสุวรรณ
วัน เดือน ปีเกิด	20 กุมภาพันธ์ 2524
ภูมิลำเนา	96/3 หมู่ 5 ต. หนองป่าครั่ง อ. เมือง จ. เชียงใหม่
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนดาราวิทยาลัย เชียงใหม่ ปีการศึกษา 2541
	สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2544

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved