



ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University  
All rights reserved



ภาคผนวก ก  
การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของของแข็ง  
และค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของน้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright© by Chiang Mai University  
All rights reserved

ภาคผนวก ก 1 คำนวณหาค่าของสัมประสิทธิ์การแพร่ของของแข็งที่ละลายได้และสัมประสิทธิ์การแพร่ของน้ำด้วยกฎข้อที่ 2 ของฟิคค์ (Fick's second law) แสดงดังสมการดังต่อไปนี้ (Kolawole *et al.*, 2007)

$$\ln E = \ln \frac{8^3}{\pi^2} - Dt\pi^2 \left( \frac{1}{4a^2} + \frac{1}{4b^2} + \frac{1}{4c^2} \right) \quad (\text{ก } 1)$$

$$E = \frac{m - m_e}{m_0 - m_e} \quad (\text{ก } 2)$$

เมื่อ  $D$  = สัมประสิทธิ์การแพร่ของน้ำหรือสัมประสิทธิ์การแพร่ของของแข็งที่ละลายได้  
 $t$  = เวลา  
 $a, b, c$  = ความกว้าง ความยาว และความหนาครึ่งหนึ่งของชิ้นตัวอย่าง  
 $m$  = ปริมาณความชื้นหรือปริมาณของแข็งที่ละลายได้ที่เวลาใดใด  
 $m_0$  = ปริมาณความชื้นหรือปริมาณของแข็งที่ละลายได้ที่เวลาเริ่มต้น  
 $m_e$  = ปริมาณความชื้นหรือปริมาณของแข็งที่ละลายได้ที่สภาวะสมดุล

การหาสัมประสิทธิ์การแพร่ของของแข็งที่ละลายได้และสัมประสิทธิ์การแพร่ของน้ำสามารถหาได้จากความชันของกราฟเส้นตรงที่พล็อตระหว่าง  $\ln E$  กับเวลา

ตัวอย่างการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของของแข็งที่ละลายได้

หาค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของน้ำในชิ้นแก้วมังกรที่ผ่านกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชัน

ความเข้มข้นสารละลายน้ำตาลซูโครส 55 กรัม ต่อปริมาณน้ำ 100 กรัม ที่อุณหภูมิของสารละลาย 40 องศาเซลเซียส เวลาในการแช่ 5 ชั่วโมง (ครั้งที่ 1)

ตารางภาคผนวก ก 1 การคำนวณค่า  $\ln E$  ของชิ้นแก้วมังกรที่ผ่านกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชัน ความเข้มข้นสารละลายน้ำตาลซูโครส 55 กรัม ต่อปริมาณน้ำ 100 กรัม ที่อุณหภูมิ ของสารละลาย 40 องศาเซลเซียส เวลาในการแช่ 5 ชั่วโมง (ครั้งที่ 1)

เวลา(นาทึ)	m = % ความชื้น(ฐานแห้ง)	m - m <sub>c</sub>	(m - m <sub>c</sub> )/(m <sub>0</sub> - m <sub>c</sub> )	ln(m - m <sub>c</sub> )/(m <sub>0</sub> - m <sub>c</sub> )
0	624.04	527.32	1.00	0.00
30	347.45	250.73	0.48	-0.74
60	303.36	206.64	0.39	-0.94
90	289.24	192.52	0.37	-1.01
120	259.43	162.70	0.31	-1.18
150	241.06	144.34	0.27	-1.30
180	219.65	122.93	0.23	-1.46
210	204.90	108.18	0.21	-1.58
240	191.87	95.15	0.18	-1.71
270	179.28	82.56	0.16	-1.85
300	158.95	62.23	0.12	-2.14

หมายเหตุ : m<sub>0</sub> = ปริมาณความชื้นเริ่มต้น

m<sub>c</sub> = ค่าความชื้นที่จุดสมดุลซึ่งมีค่า 96.72% (ฐานแห้ง)

$$m_0 - m_c = 527.32$$

นำค่า  $\ln E$  ที่ได้จกตารางภาคผนวก ก มาพล็อตกราฟกับเวลา ค่าความชื้นของกราฟที่ได้

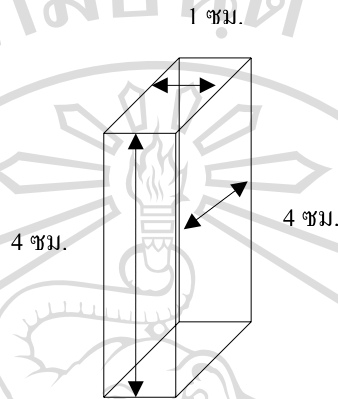
นำมาคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของของแข็ง

จากการพล็อตกราฟ (ตารางภาคผนวก ข 2a) พบว่าค่าความชื้นของสารละลายน้ำตาลซูโครส 55 กรัม ต่อปริมาณน้ำ 100 กรัม ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เวลาในการแช่ 5 ชั่วโมง (ครั้งที่ 1) มีค่า -0.2894

ค่าความชื้นที่ได้จากกราฟคำนวณสัมประสิทธิ์การแพร่ของของแข็ง (Kolawole *et al.*, 2007) ดังสมการ

$$\text{ค่าความชัน} = -D\pi^2 \left( \frac{1}{4a^2} + \frac{1}{4b^2} + \frac{1}{4c^2} \right) \quad (\text{ก 3})$$

โดยแก้มังกรที่ใช้ในการทดลองมีขนาด  $4 \times 4 \times 1$  เซนติเมตร ลักษณะดังภาพที่ ก 1



ภาพ ก 1 รูปร่างของแก้มังกรที่ใช้ในการทดลอง

$$\text{จากค่าความชัน} = -D\pi^2 \left( \frac{1}{4a^2} + \frac{1}{4b^2} + \frac{1}{4c^2} \right)$$

$$-0.2894 = -D(3.14)^2 \left( \frac{1}{4(2)^2} + \frac{1}{4(2)^2} + \frac{1}{4(0.5)^2} \right)$$

$$D = 7.02 \times 10^{-10} \text{ ตารางเมตรต่อวินาที}$$

ดังนั้น ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของ น้ำในชั้นแก้มังกรที่ผ่านกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชัน ความเข้มข้นสารละลายน้ำตาลซูโครส 55 กรัม ที่อุณหภูมิ ของสารละลาย 40 องศาเซลเซียส

เวลาในการแพร่ 5 ชั่วโมง (ครั้งที่ 1) คือ  $7.02 \times 10^{-10}$  ตารางเมตรต่อวินาที



ภาคผนวก ข

ตารางค่า  $\ln E$  กับเวลา

และภาพกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง  $\ln E$  กับเวลา

สำหรับสัมประสิทธิ์การแพร่ของน้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

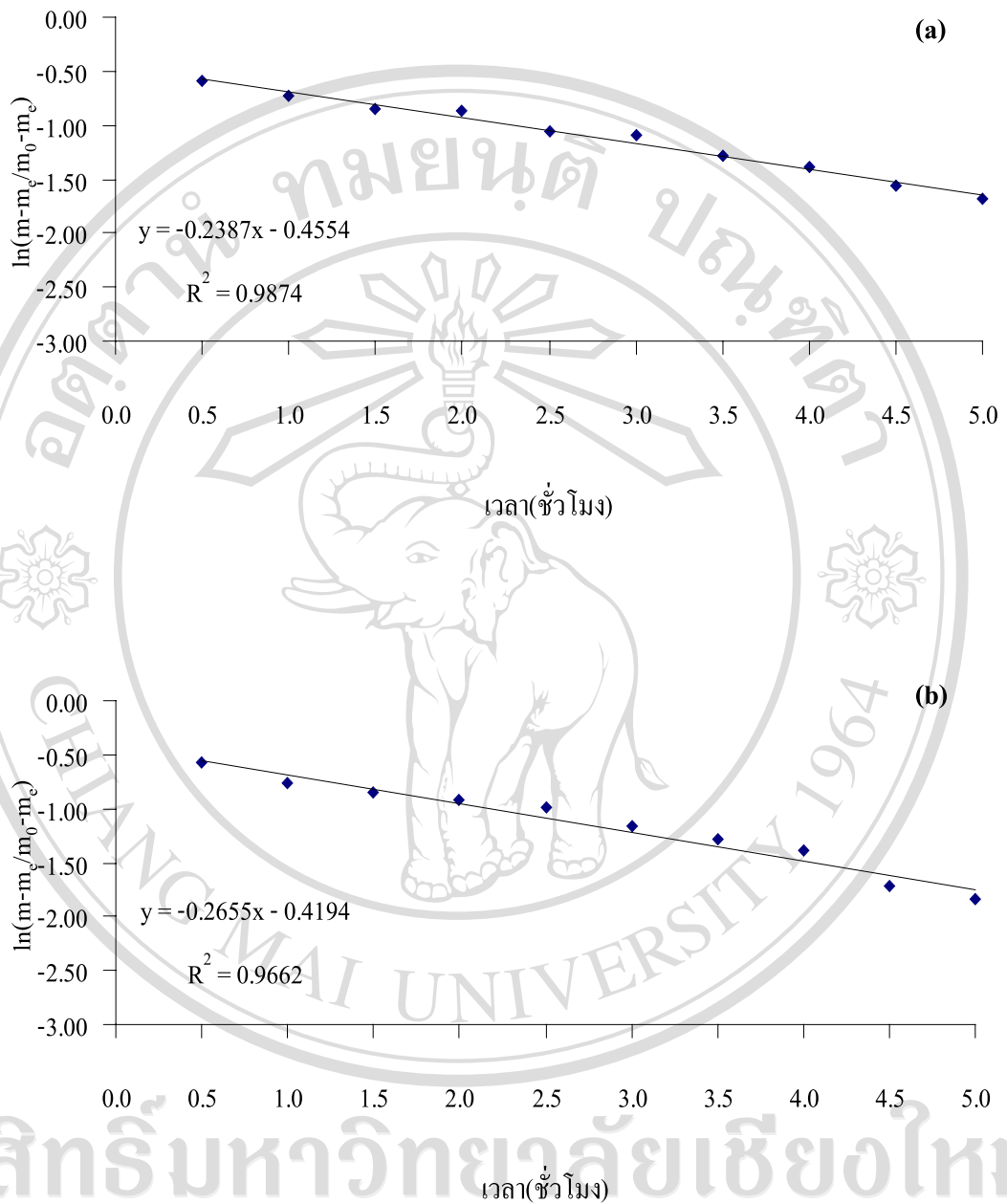
Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

ตารางภาคผนวก ข 1 ค่า  $\ln E$  ของชิ้นแก้วมังกรที่ผ่านกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชัน ความเข้มข้นสารละลายน้ำตาลซูโครส 55 กรัม ต่อปริมาณน้ำ 100 กรัม ที่อุณหภูมิของสารละลาย 30 องศาเซลเซียส เวลาในการแช่ 5 ชั่วโมง ครั้งที่ 1 และ 2

เวลา(นาที)	$\ln(m - m_e)/(m_0 - m_e)$ (ครั้งที่1)	$\ln(m - m_e)/(m_0 - m_e)$ (ครั้งที่2)
0	0.00	0.00
30	-0.58	-0.58
60	-0.74	-0.76
90	-0.85	-0.85
120	-0.87	-0.92
150	-1.05	-1.00
180	-1.10	-1.17
210	-1.28	-1.28
240	-1.39	-1.39
270	-1.56	-1.71
300	-1.69	-1.84

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
 Copyright© by Chiang Mai University  
 All rights reserved



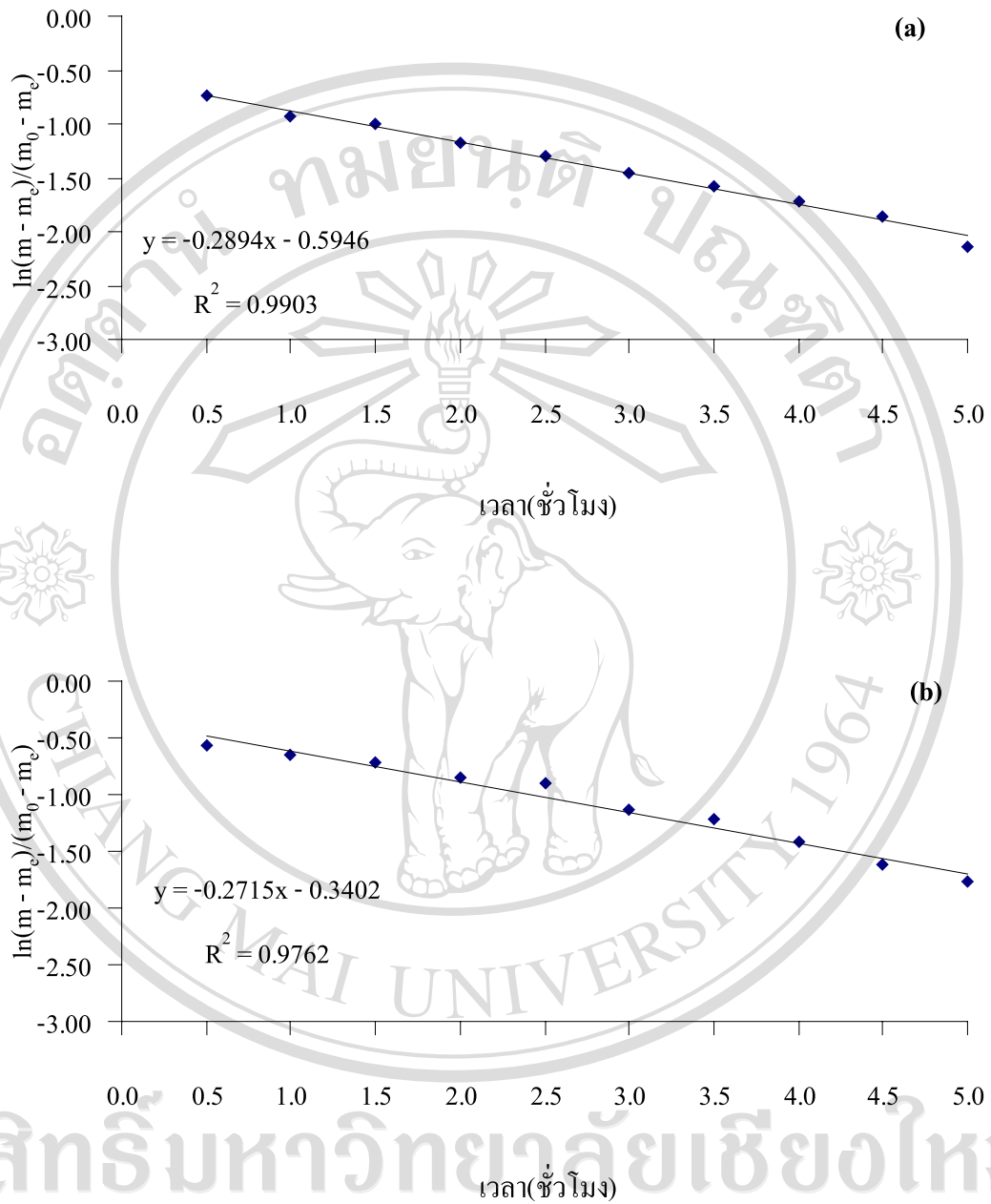
ภาพข 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า  $\ln(m - m_e)/(m_0 - m_e)$  กับเวลาของชิ้นแก้วมังกรที่ผ่านกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชัน ความเข้มข้นสารละลายน้ำตาลซูโครส 55 กรัม ที่อุณหภูมิสารละลาย 30 องศาเซลเซียส เวลาในการแช่ 5 ชั่วโมง ครั้งที่ 1 (a) และ ครั้งที่ 2 (b) ตามลำดับ



ตารางภาคผนวก ข 2 ค่า  $\ln E$  ของชิ้นแก้วมังกรที่ผ่านกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชัน ความเข้มข้นสารละลายน้ำตาลซูโครส 55 กรัม ต่อปริมาณน้ำ 100 กรัม ที่อุณหภูมิสารละลาย 40 องศาเซลเซียส เวลาในการแช่ 5 ชั่วโมง ครั้งที่ 1 และ 2

เวลา(นาที)	$\ln(m - m_e)/(m_0 - m_e)$ (ครั้งที่1)	$\ln(m - m_e)/(m_0 - m_e)$ (ครั้งที่2)
0	0.00	0.00
30	-0.74	-0.57
60	-0.94	-0.65
90	-1.01	-0.72
120	-1.18	-0.85
150	-1.30	-0.91
180	-1.46	-1.13
210	-1.58	-1.22
240	-1.71	-1.42
270	-1.85	-1.62
300	-2.14	-1.76

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
 Copyright© by Chiang Mai University  
 All rights reserved



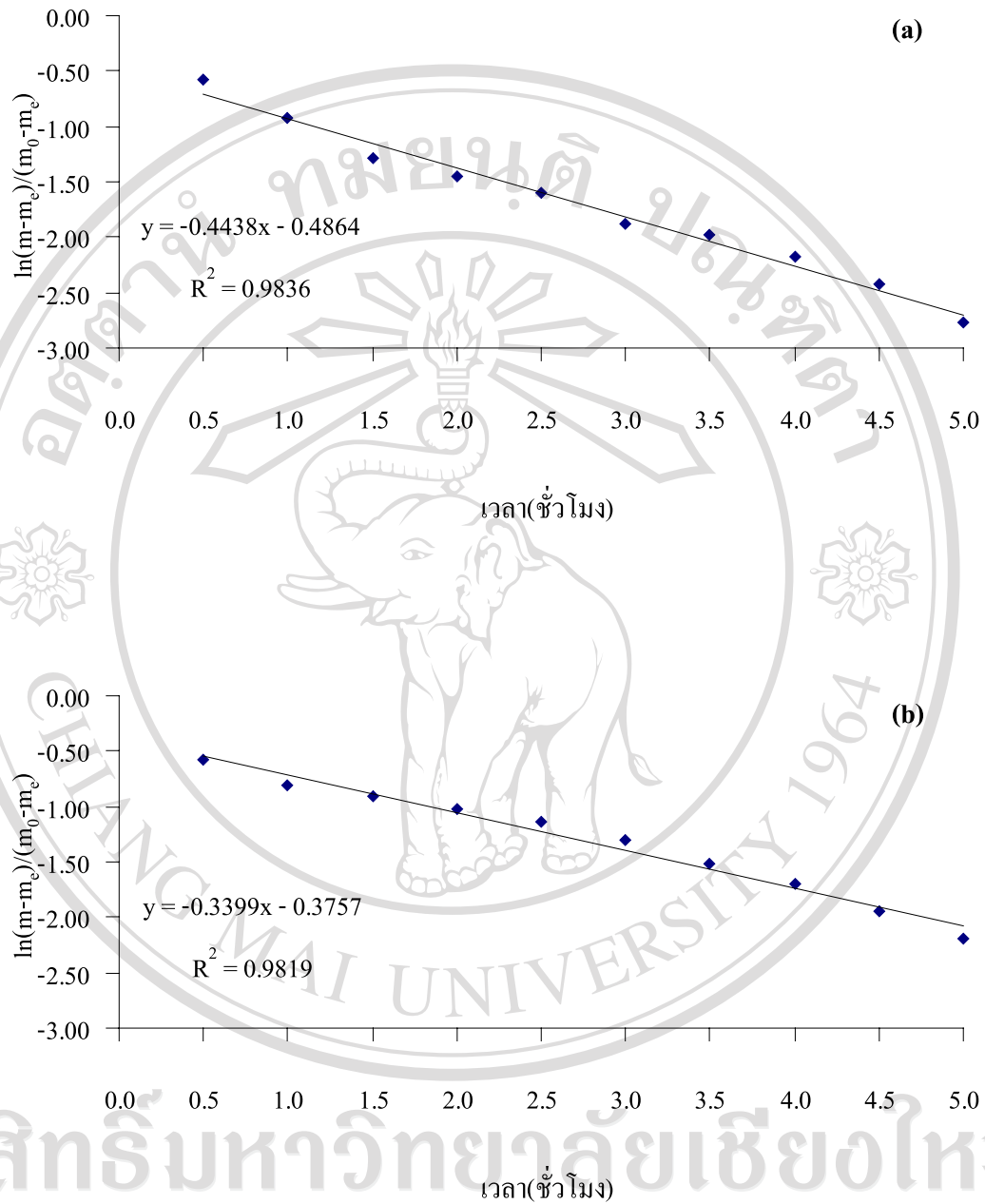
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright© by Chiang Mai University  
All rights reserved

ภาพ ๒ กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า  $\ln(m - m_c)/(m_0 - m_c)$  กับเวลาของชิ้นแก้วมังกรที่ผ่านกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชัน ความเข้มข้นสารละลายน้ำตาลซูโครส 55 กรัม ที่อุณหภูมิสารละลาย 40 องศาเซลเซียส เวลาในการแช่ 5 ชั่วโมง ครั้งที่ 1 (a) และ ครั้งที่ 2 (b) ตามลำดับ

ตารางภาคผนวก ข 3 ค่า  $\ln E$  ของชิ้นแก้วมังกรที่ผ่านกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชัน ความเข้มข้นสารละลายน้ำตาลซูโครส 55 กรัม ต่อปริมาณน้ำ 100 กรัม ที่อุณหภูมิสารละลาย 50 องศาเซลเซียส เวลาในการแช่ 5 ชั่วโมง ครั้งที่ 1 และ 2

เวลา(นาที)	$\ln(m - m_e)/(m_0 - m_e)$ (ครั้งที่1)	$\ln(m - m_e)/(m_0 - m_e)$ (ครั้งที่2)
0	0.00	0.00
30	-0.57	-0.57
60	-0.93	-0.81
90	-1.29	-0.91
120	-1.45	-1.03
150	-1.60	-1.13
180	-1.88	-1.30
210	-1.98	-1.52
240	-2.17	-1.71
270	-2.43	-1.94
300	-2.77	-2.19

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
 Copyright© by Chiang Mai University  
 All rights reserved



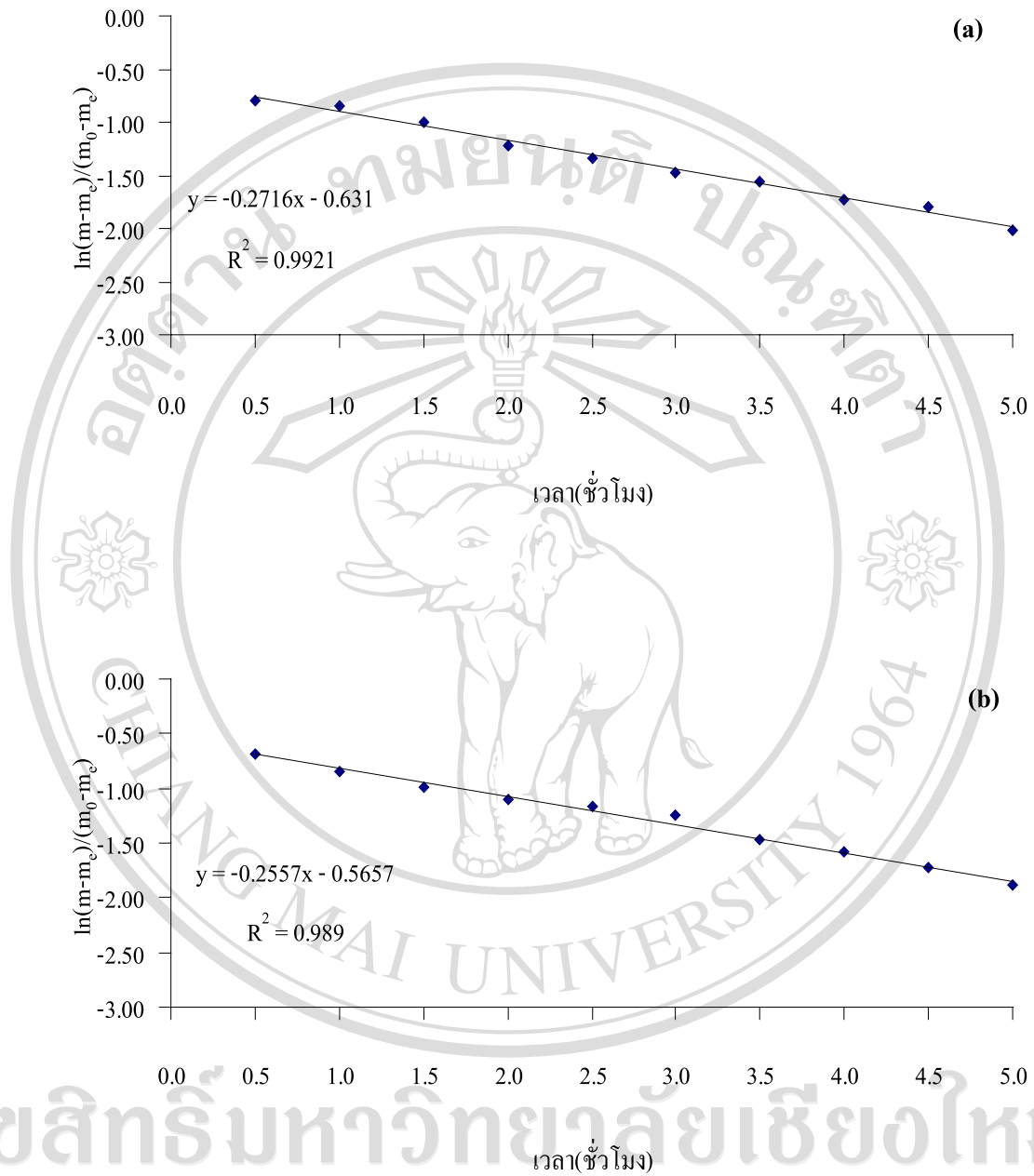
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright© by Chiang Mai University

ภาพ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า  $\ln(m - m_0)/(m_0 - m_0)$  กับเวลาของชิ้นแก้วมังกรที่ผ่านกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชัน ความเข้มข้นสารละลายน้ำตาลซูโครส 55 กรัม ที่อุณหภูมิสารละลาย 50 องศาเซลเซียส เวลาในการแช่ 5 ชั่วโมง ครั้งที่ 1 (a) และ ครั้งที่ 2 (b) ตามลำดับ

ตารางภาคผนวก ข 4 ค่า  $\ln E$  ของชิ้นแก้วมังกรที่ผ่านกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชัน ความเข้มข้นสารละลายน้ำตาลซูโครส 65 กรัม ต่อปริมาณน้ำ 100 กรัม ที่อุณหภูมิสารละลาย 30 องศาเซลเซียส เวลาในการแช่ 5 ชั่วโมง ครั้งที่ 1 และ 2

เวลา(นาที)	$\ln(m - m_e)/(m_0 - m_e)$ (ครั้งที่1)	$\ln(m - m_e)/(m_0 - m_e)$ (ครั้งที่2)
0	0.00	0.00
30	-0.79	-0.68
60	-0.85	-0.84
90	-1.01	-1.00
120	-1.22	-1.10
150	-1.33	-1.16
180	-1.48	-1.25
210	-1.56	-1.47
240	-1.73	-1.58
270	-1.80	-1.73
300	-2.01	-1.88

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
 Copyright© by Chiang Mai University  
 All rights reserved

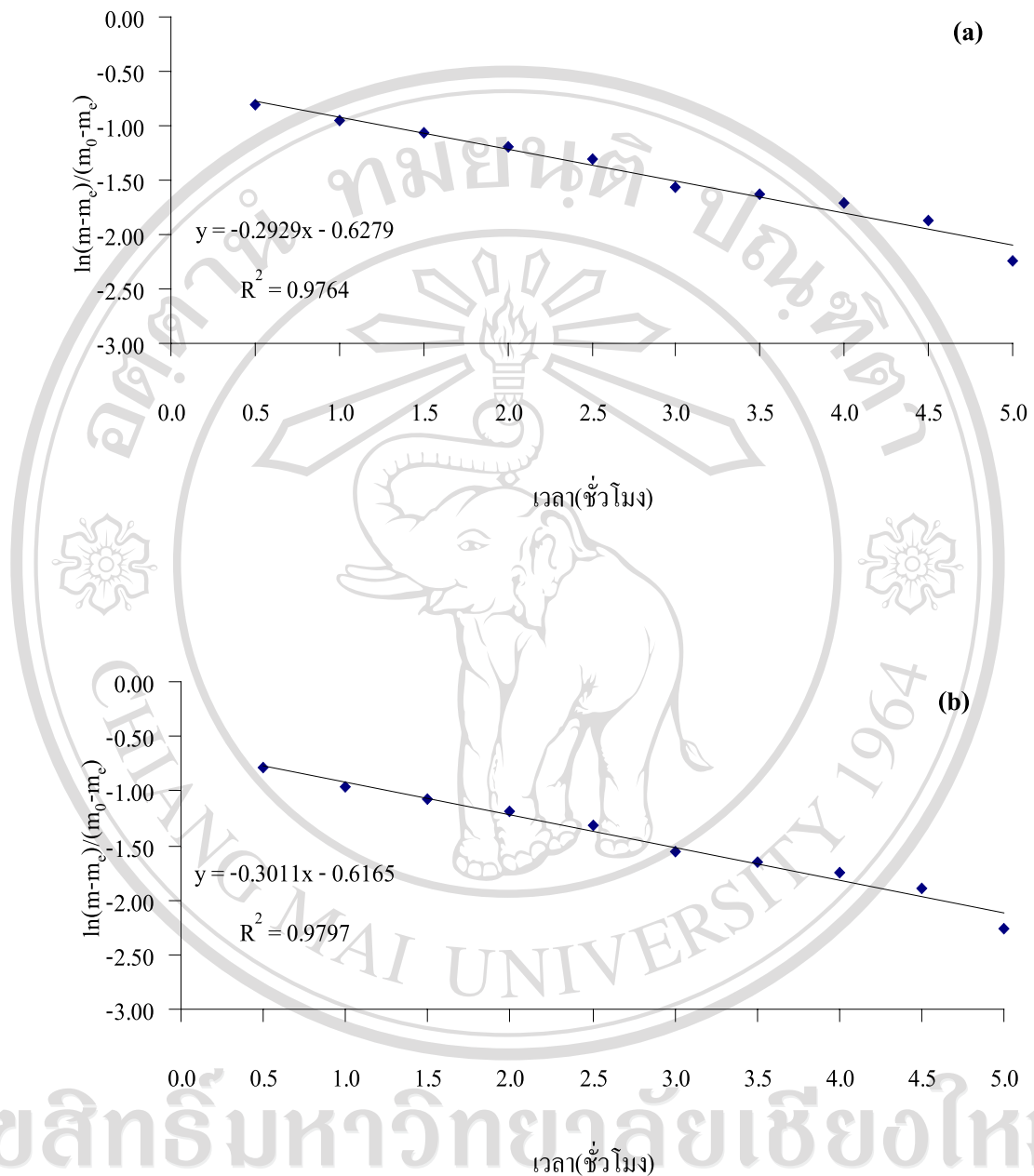


ภาพ 4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า  $\ln(m - m_c)/(m_0 - m_c)$  กับเวลาของชิ้นแก้วมังกรที่ผ่านกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชัน ความเข้มข้นสารละลายน้ำตาลซูโครส 65 กรัม ที่อุณหภูมิสารละลาย 30 องศาเซลเซียส เวลาในการแช่ 5 ชั่วโมง ครั้งที่ 1 (a) และ ครั้งที่ 2 (b) ตามลำดับ

ตารางภาคผนวก ข 5 ค่า  $\ln E$  ของชิ้นแก้วมังกิรที่ผ่านกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชัน ความเข้มข้นสารละลายน้ำตาลซูโครส 65 กรัม ต่อปริมาณน้ำ 100 กรัม ที่อุณหภูมิสารละลาย 40 องศาเซลเซียส เวลาในการแช่ 5 ชั่วโมง ครั้งที่ 1 และ 2

เวลา(นาที)	$\ln(m - m_e)/(m_0 - m_e)$ (ครั้งที่1)	$\ln(m - m_e)/(m_0 - m_e)$ (ครั้งที่2)
0	0.00	0.00
30	-0.81	-0.79
60	-0.95	-0.96
90	-1.07	-1.08
120	-1.19	-1.19
150	-1.30	-1.31
180	-1.56	-1.56
210	-1.63	-1.66
240	-1.72	-1.74
270	-1.87	-1.90
300	-2.24	-2.26

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
 Copyright© by Chiang Mai University  
 All rights reserved



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright© by Chiang Mai University  
All rights reserved

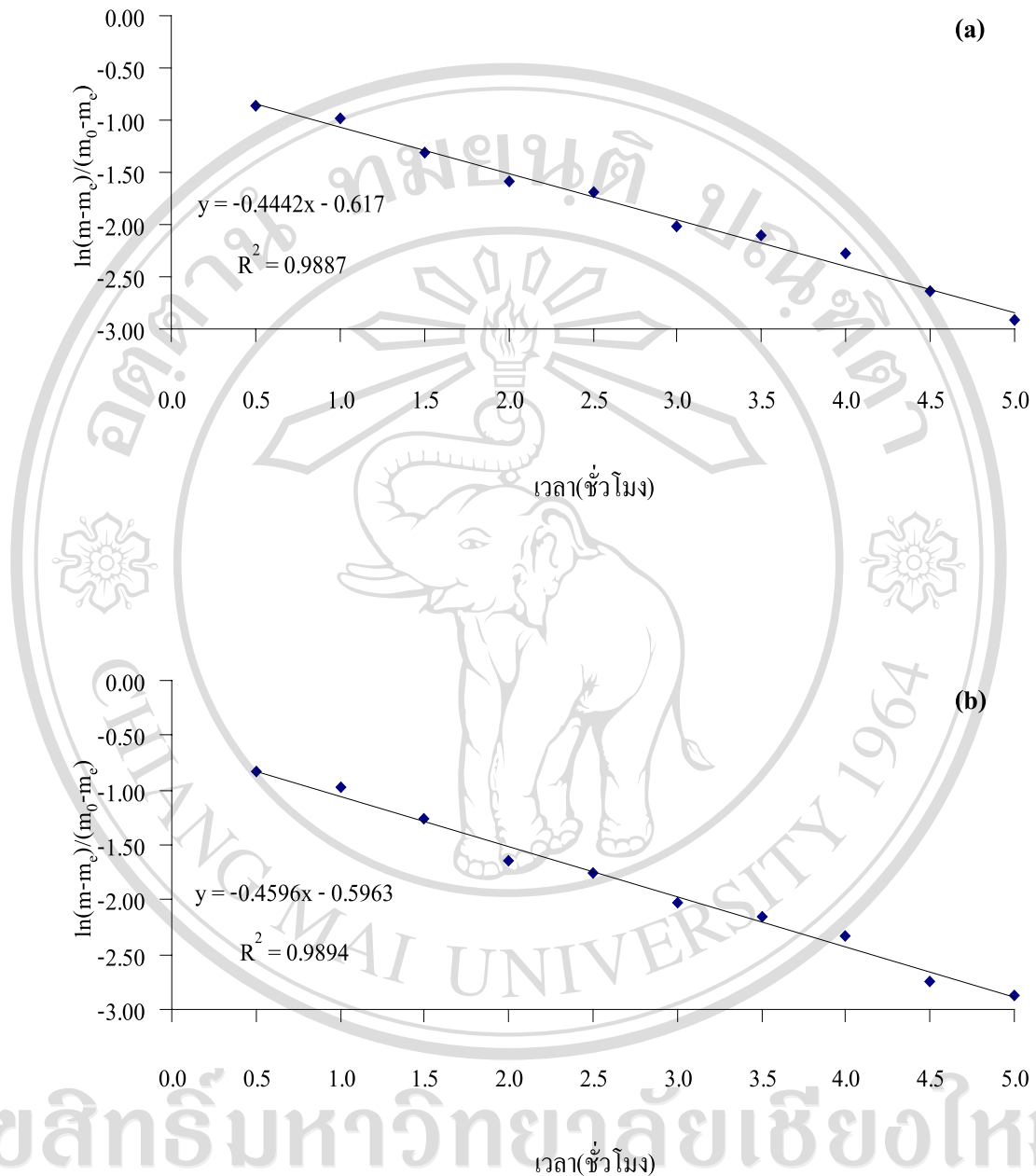
ภาพ 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า  $\ln(m - m_c)/(m_0 - m_c)$  กับเวลาของชิ้นแก้วมังกรที่ผ่านกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชัน ความเข้มข้นสารละลายน้ำตาลซูโครส 65 กรัม ที่อุณหภูมิสารละลาย 40 องศาเซลเซียส เวลาในการแช่ 5 ชั่วโมง ครั้งที่ 1 (a) และ ครั้งที่ 2 (b) ตามลำดับ



ตารางภาคผนวก ข 6 ค่า  $\ln E$  ของชั้นแก้วมังกรที่ผ่านกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชัน ความเข้มข้นสารละลายน้ำตาลซูโครส 65 กรัม ต่อปริมาณน้ำ 100 กรัม ที่อุณหภูมิสารละลาย 50 องศาเซลเซียส เวลาในการแช่ 5 ชั่วโมง ครั้งที่ 1 และ 2

เวลา(นาที)	$\ln(m - m_e)/(m_0 - m_e)$ (ครั้งที่1)	$\ln(m - m_e)/(m_0 - m_e)$ (ครั้งที่2)
0	0.00	0.00
30	-0.86	-0.83
60	-0.99	-0.98
90	-1.31	-1.26
120	-1.59	-1.65
150	-1.68	-1.76
180	-2.02	-2.02
210	-2.10	-2.15
240	-2.27	-2.34
270	-2.64	-2.75
300	-2.91	-2.87

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
 Copyright© by Chiang Mai University  
 All rights reserved



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright © by Chiang Mai University  
All rights reserved

ภาพ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า  $\ln(m - m_c)/(m_0 - m_c)$  กับเวลาของชิ้นแก้วมังกรที่ผ่านกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชัน ความเข้มข้นสารละลายน้ำตาลซูโครส 65 กรัม ที่อุณหภูมิสารละลาย 50 องศาเซลเซียส เวลาในการแช่ 5 ชั่วโมง ครั้งที่ 1 (a) และ ครั้งที่ 2 (b) ตามลำดับ



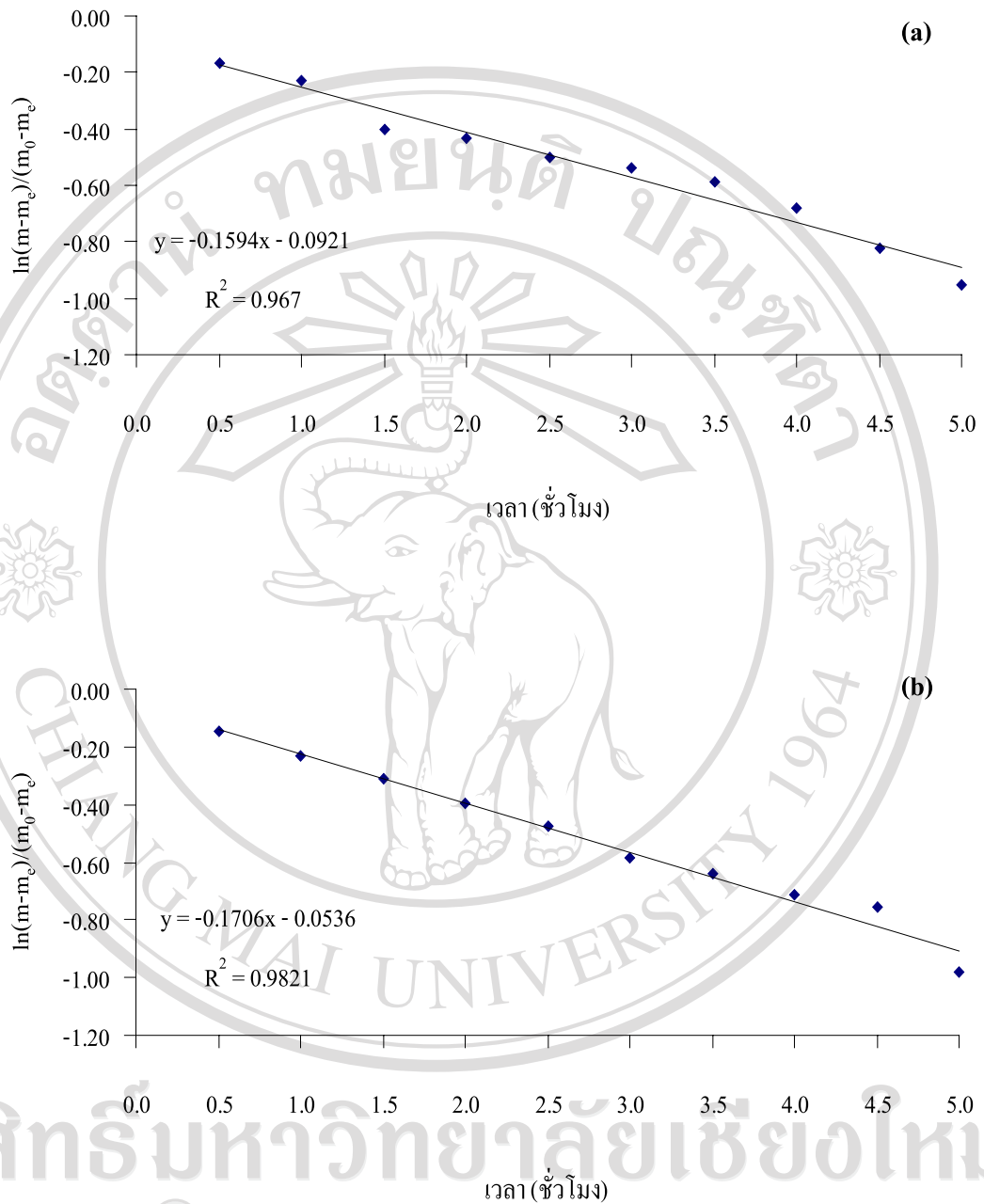
ภาคผนวก ค  
ตารางค่า  $\ln E$  กับเวลา  
และภาพกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง  $\ln E$  กับเวลา  
สำหรับสัมประสิทธิ์การแพร่ของแข็ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright© by Chiang Mai University  
All rights reserved

ตารางภาคผนวก ค 1 ค่า  $\ln E$  ของชั้นแก้วมังกรที่ผ่านกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชัน ความเข้มข้นสารละลายน้ำตาลซูโครส 55 กรัม ต่อปริมาณน้ำ 100 กรัม ที่อุณหภูมิสารละลาย 30 องศาเซลเซียส เวลาในการแช่ 5 ชั่วโมง ครั้งที่ 1 และ 2

เวลา(นาที)	$\ln(m - m_e)/(m_0 - m_e)$ (ครั้งที่1)	$\ln(m - m_e)/(m_0 - m_e)$ (ครั้งที่2)
0	0.00	0.00
30	-0.17	-0.14
60	-0.23	-0.23
90	-0.40	-0.31
120	-0.43	-0.39
150	-0.50	-0.47
180	-0.54	-0.59
210	-0.59	-0.64
240	-0.68	-0.72
270	-0.82	-0.75
300	-0.95	-0.98

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
 Copyright© by Chiang Mai University  
 All rights reserved

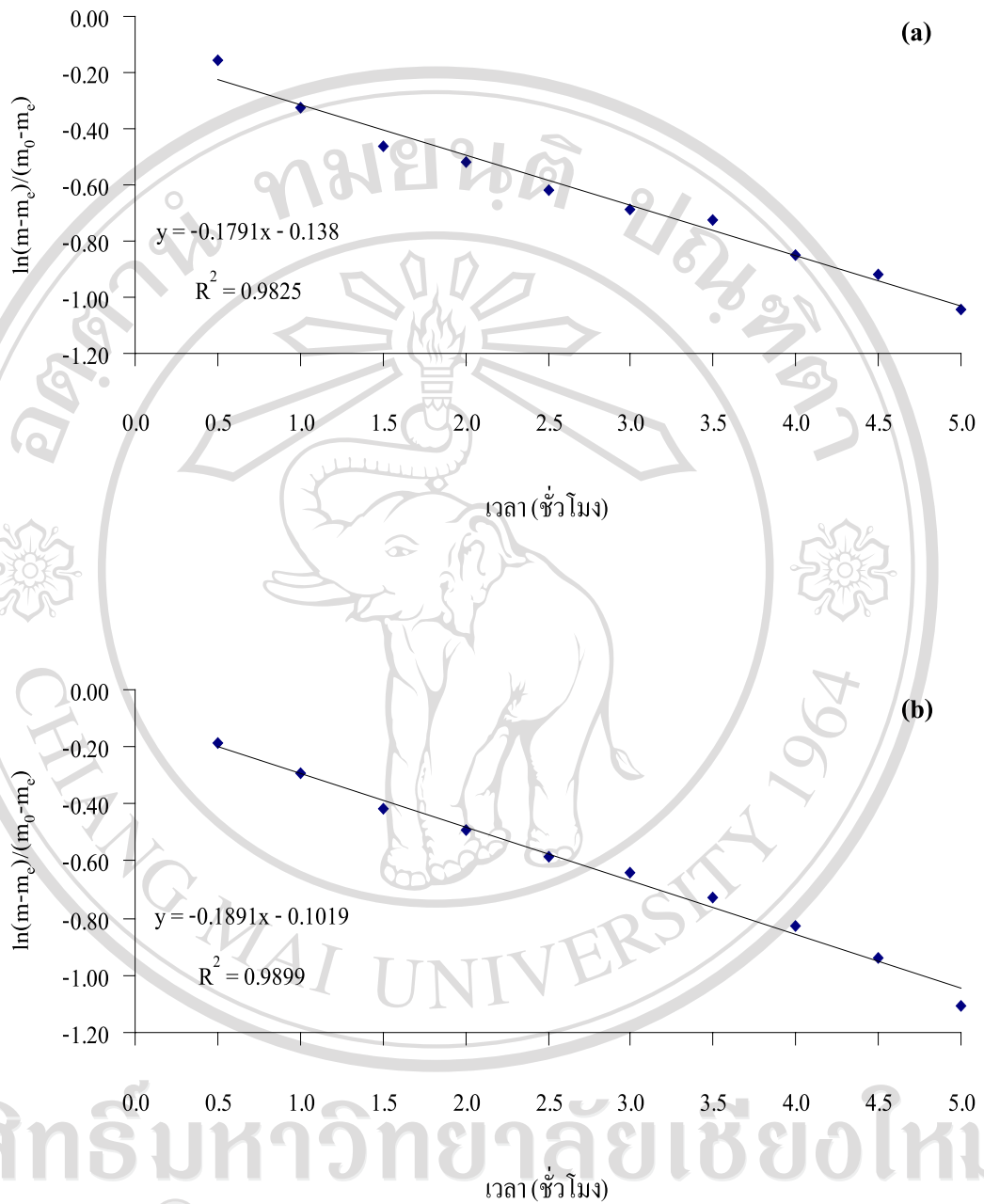


ภาพ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า  $\ln(m - m_c)/(m_0 - m_c)$  กับเวลาของชิ้นแก้วมังกรที่ผ่านกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชัน ความเข้มข้นสารละลายน้ำตาลซูโครส 55 กรัม ที่อุณหภูมิสารละลาย 30 องศาเซลเซียส เวลาในการแช่ 5 ชั่วโมง ครั้งที่ 1 (a) และ ครั้งที่ 2 (b) ตามลำดับ

ตารางภาคผนวก ค 2 ค่า  $\ln E$  ของชิ้นแก้วมังกรที่ผ่านกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชัน ความเข้มข้นสารละลายน้ำตาลซูโครส 55 กรัม ต่อปริมาณน้ำ 100 กรัม ที่อุณหภูมิสารละลาย 40 องศาเซลเซียส เวลาในการแช่ 5 ชั่วโมง ครั้งที่ 1 และ 2

เวลา(นาที)	$\ln(m - m_e)/(m_0 - m_e)$ (ครั้งที่1)	$\ln(m - m_e)/(m_0 - m_e)$ (ครั้งที่2)
0	0.00	0.00
30	-0.16	-0.19
60	-0.32	-0.29
90	-0.46	-0.42
120	-0.52	-0.49
150	-0.62	-0.59
180	-0.69	-0.64
210	-0.73	-0.73
240	-0.85	-0.83
270	-0.92	-0.94
300	-1.04	-1.10

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
 Copyright© by Chiang Mai University  
 All rights reserved



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright© by Chiang Mai University  
All rights reserved

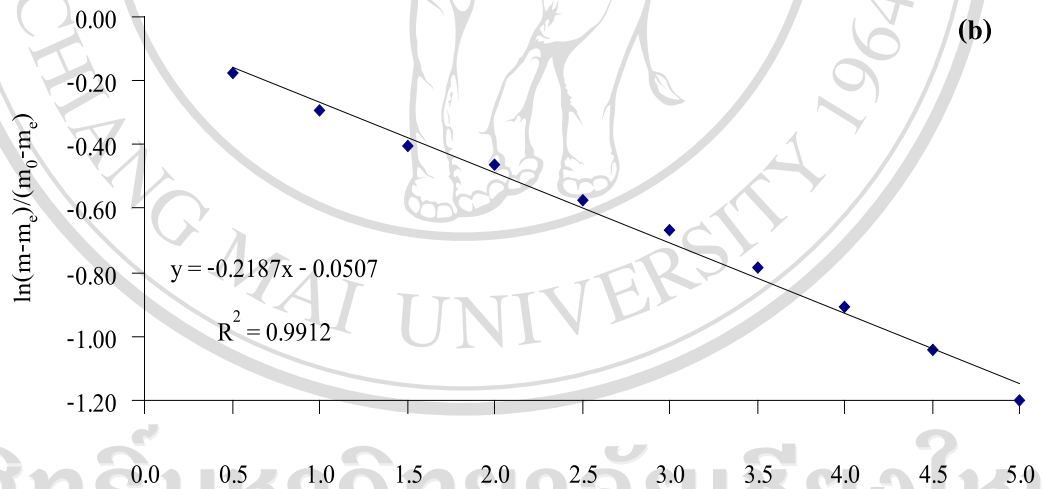
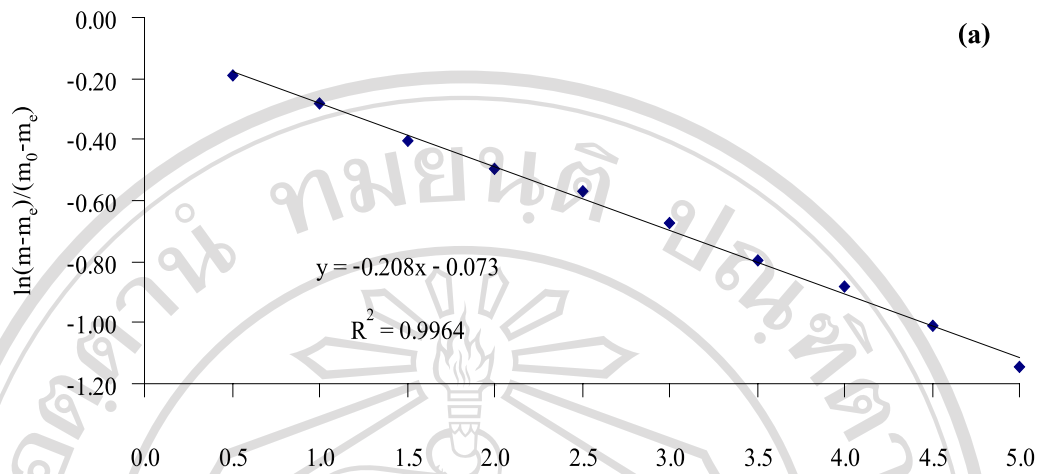
ภาพ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า  $\ln(m - m_c)/(m_0 - m_c)$  กับเวลาของชิ้นแก้วมังกรที่ผ่านกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชัน ความเข้มข้นสารละลายน้ำตาลซูโครส 55 กรัม ที่อุณหภูมิสารละลาย 40 องศาเซลเซียส เวลาในการแช่ 5 ชั่วโมง ครั้งที่ 1 (a) และ ครั้งที่ 2 (b) ตามลำดับ

ตารางภาคผนวก ค 3 ค่า  $\ln E$  ของชั้นแก้วมังกรที่ผ่านกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชัน ความเข้มข้นสารละลายน้ำตาลซูโครส 55 กรัม ต่อปริมาณน้ำ 100 กรัม ที่อุณหภูมิสารละลาย 50 องศาเซลเซียส เวลาในการแช่ 5 ชั่วโมง ครั้งที่ 1 และ 2

เวลา(นาที)	$\ln(m - m_e)/(m_0 - m_e)$ (ครั้งที่1)	$\ln(m - m_e)/(m_0 - m_e)$ (ครั้งที่2)
0	0.00	0.00
30	-0.19	-0.18
60	-0.28	-0.29
90	-0.40	-0.41
120	-0.49	-0.46
150	-0.57	-0.58
180	-0.68	-0.67
210	-0.80	-0.78
240	-0.88	-0.91
270	-1.01	-1.04
300	-1.15	-1.20

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
 Copyright© by Chiang Mai University  
 All rights reserved



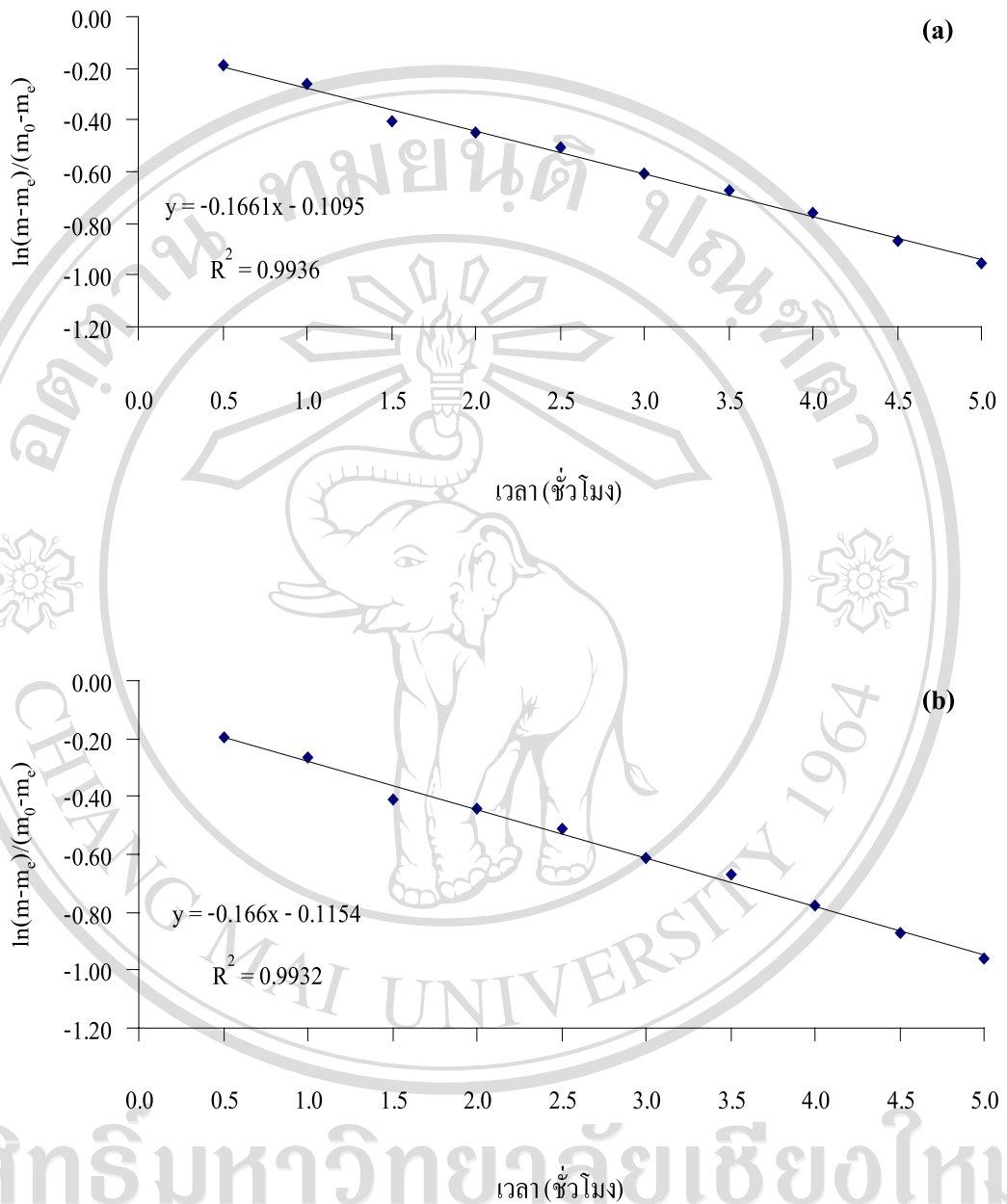


ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright © by Chiang Mai University  
All rights reserved

ภาพ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า  $\ln(m - m_c)/(m_0 - m_c)$  กับเวลาของชิ้นแก้วมังกรที่ผ่านกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชัน ความเข้มข้นสารละลายน้ำตาลซูโครส 55 กรัม ที่อุณหภูมิสารละลาย 50 องศาเซลเซียส เวลาในการแช่ 5 ชั่วโมง ครั้งที่ 1 (a) และ ครั้งที่ 2 (b) ตามลำดับ

ตารางภาคผนวก ค 4 ค่า  $\ln E$  ของชิ้นแก้วมังกรที่ผ่านกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชัน ความเข้มข้นสารละลายน้ำตาลซูโครส 65 กรัม ต่อปริมาณน้ำ 100 กรัม ที่อุณหภูมิสารละลาย 30 องศาเซลเซียส เวลาในการแช่ 5 ชั่วโมง ครั้งที่ 1 และ 2

เวลา(นาที)	$\ln(m - m_e)/(m_0 - m_e)$ (ครั้งที่1)	$\ln(m - m_e)/(m_0 - m_e)$ (ครั้งที่2)
0	0.00	0.00
30	-0.19	-0.20
60	-0.26	-0.27
90	-0.40	-0.41
120	-0.45	-0.44
150	-0.50	-0.51
180	-0.61	-0.61
210	-0.67	-0.67
240	-0.76	-0.77
270	-0.87	-0.87
300	-0.95	-0.96



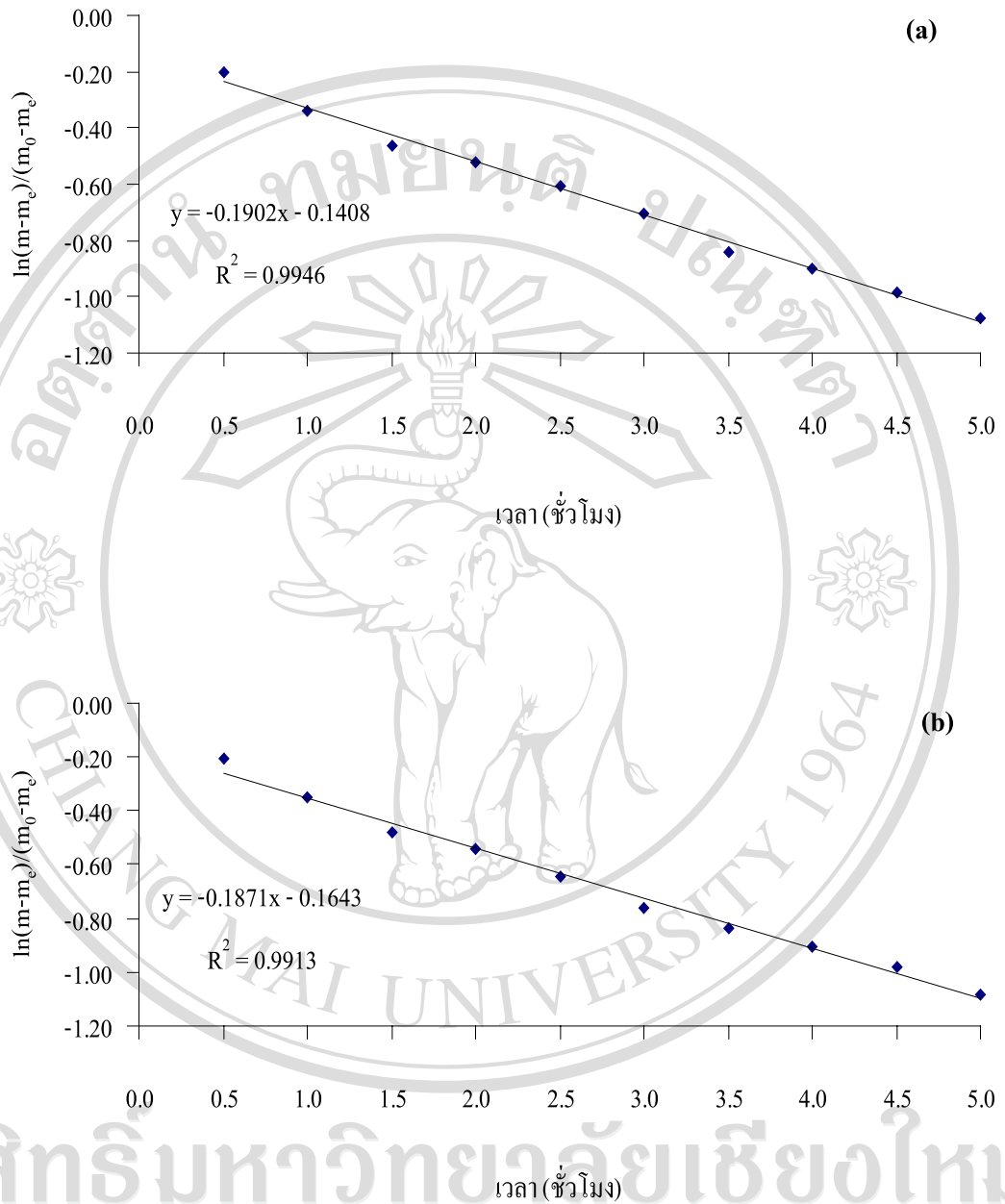
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright © by Chiang Mai University

ภาพ 4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า  $\ln(m - m_e)/(m_0 - m_e)$  กับเวลาของชิ้นแก้วมังกรที่ผ่านกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชัน ความเข้มข้นสารละลายน้ำตาลซูโครส 65 กรัม ที่อุณหภูมิสารละลาย 30 องศาเซลเซียส เวลาในการแช่ 5 ชั่วโมง ครั้งที่ 1 (a) และ ครั้งที่ 2 (b) ตามลำดับ

ตารางภาคผนวก ค 5 ค่า  $\ln E$  ของชิ้นแก้วมังกรที่ผ่านกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชัน ความเข้มข้นสารละลายน้ำตาลซูโครส 65 กรัม ต่อปริมาณน้ำ 100 กรัม ที่อุณหภูมิสารละลาย 40 องศาเซลเซียส เวลาในการแช่ 5 ชั่วโมง ครั้งที่ 1 และ 2

เวลา(นาที)	$\ln(m - m_e)/(m_0 - m_e)$ (ครั้งที่1)	$\ln(m - m_e)/(m_0 - m_e)$ (ครั้งที่2)
0	0.00	0.00
30	-0.20	-0.21
60	-0.34	-0.35
90	-0.46	-0.48
120	-0.52	-0.54
150	-0.61	-0.65
180	-0.70	-0.76
210	-0.84	-0.84
240	-0.90	-0.91
270	-0.99	-0.98
300	-1.08	-1.08

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
 Copyright© by Chiang Mai University  
 All rights reserved

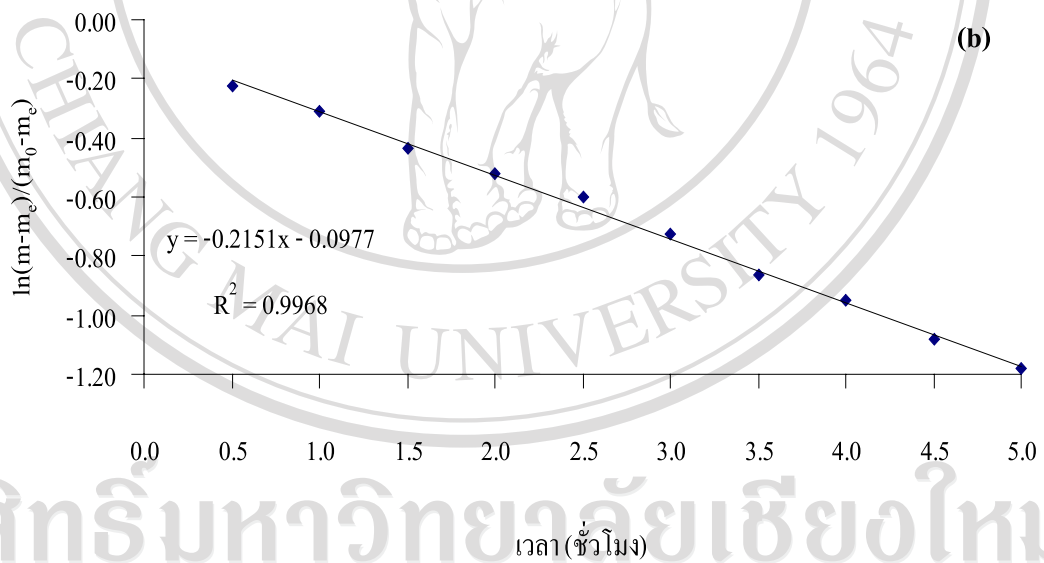
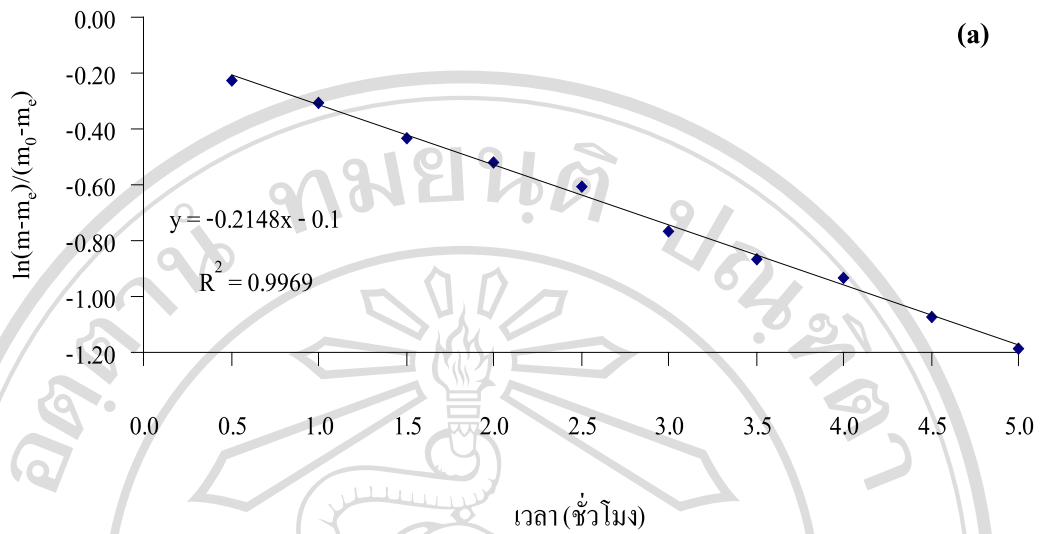


ภาพ 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า  $\ln(m - m_e)/(m_0 - m_e)$  กับเวลาของชิ้นแก้วมังกรที่ผ่านกระบวนการออกสโมติกดีไฮเดรชัน ความเข้มข้นสารละลายน้ำตาลซูโครส 65 กรัม ที่อุณหภูมิสารละลาย 40 องศาเซลเซียส เวลาในการแช่ 5 ชั่วโมง ครั้งที่ 1 (a) และ ครั้งที่ 2 (b) ตามลำดับ

ตารางภาคผนวก ค 6 ค่า  $\ln E$  ของชิ้นแก้วมังกรที่ผ่านกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชัน ความเข้มข้นสารละลายน้ำตาลซูโครส 65 กรัม ต่อปริมาณน้ำ 100 กรัม ที่อุณหภูมิสารละลาย 50 องศาเซลเซียส เวลาในการแช่ 5 ชั่วโมง ครั้งที่ 1 และ 2

เวลา(นาที)	$\ln(m - m_e)/(m_0 - m_e)$ (ครั้งที่1)	$\ln(m - m_e)/(m_0 - m_e)$ (ครั้งที่2)
0	0.00	0.00
30	-0.22	-0.22
60	-0.31	-0.31
90	-0.43	-0.44
120	-0.52	-0.52
150	-0.60	-0.60
180	-0.76	-0.73
210	-0.87	-0.87
240	-0.93	-0.95
270	-1.07	-1.08
300	-1.19	-1.18

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright© by Chiang Mai University  
All rights reserved



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright © by Chiang Mai University

ภาพ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า  $\ln(m - m_e)/(m_0 - m_e)$  กับเวลาของชิ้นแก้วมังกรที่ผ่านกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชัน ความเข้มข้นสารละลายน้ำตาลซูโครส 65 กรัม ที่อุณหภูมิสารละลาย 50 องศาเซลเซียส เวลาในการแช่ 5 ชั่วโมง ครั้งที่ 1 (a) และ ครั้งที่ 2 (b) ตามลำดับ



ภาคผนวก ง

การหาพารามิเตอร์โดยใช้สมการ Arrhenius

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University  
All rights reserved

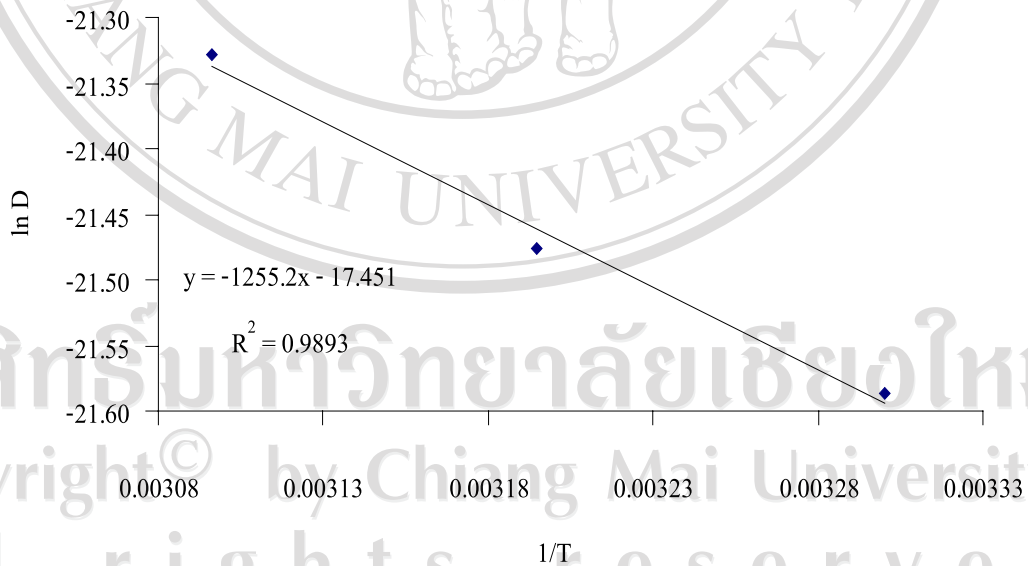


ภาคผนวก 1 ผลของอุณหภูมิต่อสัมประสิทธิ์การแพร่สามารถเขียนได้ในเทอมของสมการ Arrhenius ดังนี้

$$D = D_0 \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right) \quad (ง) \quad 1)$$

เมื่อ  $D_0$  = Arrhenius factor  
 $E_a$  = พลังงานกระตุ้น (kJ/mol)  
 $T$  = อุณหภูมิในหน่วยของ เคลวิน  
 $R$  = ค่าคงที่ของแก๊สมีค่า 8.314

จากข้อมูลของสัมประสิทธิ์การแพร่ของน้ำที่ความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาลซูโครส 55 กรัมต่อปริมาณน้ำ 100 กรัม ทำการพล็อตกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง  $\log D$  กับ  $1/T$  จะได้ความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงและมีค่าเท่ากับ  $-\frac{E_a}{R}$  ดังภาพ ง 1



ภาพ ง 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า  $\log D$  กับ  $1/T$  ของชิ้นแก้วมังกรที่ผ่านกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชัน ที่ความเข้มข้นสารละลายน้ำตาลซูโครส 55 กรัม ต่อปริมาณน้ำ 100 กรัม

จากภาพจะได้ความสัมพันธ์ของ  $\log D$  กับ  $1/T$  และค่าของความชันของกราฟ จากนั้นนำไปแทนในสมการดังต่อไปนี้

จะได้ว่า

$$\text{slope} = \frac{-E_a}{R}$$

$$E_a = 1255.5 \times 8.314$$

$$= 10.43 \text{ kJ/mol}$$

ดังนั้น จากข้อมูลของสัมประสิทธิ์การแพร่ของน้ำที่ความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาลซูโครส 55 กรัมต่อปริมาณน้ำ 100 กรัม หาความสัมพันธ์จากสมการของ Arrhenius ทำให้ได้ค่าพลังงานกระตุ้นเท่ากับ 10.43 kJ/mol

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright© by Chiang Mai University  
All rights reserved



ภาคผนวก จ

ตัวอย่างแบบทดสอบการประเมินทางประสาทสัมผัส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

## ตัวอย่างแบบทดสอบการประเมินทางประสาทสัมผัส

### แบบประเมินทางประสาทสัมผัสแก้วมังกรเชื่อมอบแห้ง

กรุณาประเมินตัวอย่างต่อไปนี้จากซ้ายไปขวา โดยเขียน  หน้าข้อความที่ท่านตรวจพบว่า เป็นระดับของลักษณะผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง ดังต่อไปนี้

หมายเลขผลิตภัณฑ์ \_\_\_\_\_

#### - ลักษณะปรากฏภายนอกโดยรวม (สี และลักษณะของผลิตภัณฑ์) (Overall Appearance)

- |                                                |                                          |                                              |
|------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด | <input type="checkbox"/> 2 คือ ไม่ชอบมาก | <input type="checkbox"/> 3 คือ ไม่ชอบปานกลาง |
| <input type="checkbox"/> 4 คือ ไม่ชอบเล็กน้อย  | <input type="checkbox"/> 5 คือ เฉยๆ      | <input type="checkbox"/> 6 คือ ชอบเล็กน้อย   |
| <input type="checkbox"/> 7 คือ ชอบปานกลาง      | <input type="checkbox"/> 8 คือ ชอบมาก    | <input type="checkbox"/> 9 คือ ชอบมากที่สุด  |

#### - กลิ่น และรสชาติโดยรวม (Overall Flavor)

- |                                                |                                          |                                              |
|------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด | <input type="checkbox"/> 2 คือ ไม่ชอบมาก | <input type="checkbox"/> 3 คือ ไม่ชอบปานกลาง |
| <input type="checkbox"/> 4 คือ ไม่ชอบเล็กน้อย  | <input type="checkbox"/> 5 คือ เฉยๆ      | <input type="checkbox"/> 6 คือ ชอบเล็กน้อย   |
| <input type="checkbox"/> 7 คือ ชอบปานกลาง      | <input type="checkbox"/> 8 คือ ชอบมาก    | <input type="checkbox"/> 9 คือ ชอบมากที่สุด  |

#### - การยอมรับโดยรวม (Overall Acceptability)

- |                                                |                                          |                                              |
|------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด | <input type="checkbox"/> 2 คือ ไม่ชอบมาก | <input type="checkbox"/> 3 คือ ไม่ชอบปานกลาง |
| <input type="checkbox"/> 4 คือ ไม่ชอบเล็กน้อย  | <input type="checkbox"/> 5 คือ เฉยๆ      | <input type="checkbox"/> 6 คือ ชอบเล็กน้อย   |
| <input type="checkbox"/> 7 คือ ชอบปานกลาง      | <input type="checkbox"/> 8 คือ ชอบมาก    | <input type="checkbox"/> 9 คือ ชอบมากที่สุด  |



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright© by Chiang Mai University  
All rights reserved



ภาพ ฉ 1 เครื่องควบคุมอุณหภูมิ



ภาพ ฉ 2 ตู้อบลมร้อนแบบถาด

ลิขสิทธิ์ในบทความนี้เป็นของใหม่  
Copyright © by Chiang Mai University  
All rights reserved



ภาพ น 3 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส



ภาพ น 4 เครื่องวัดสี



ภาพ ฉ 5 เครื่องบรรจุ



ภาพ ฉ 6 เครื่องผสมแก๊สก่อนบรรจุ



## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาวภัทรพร วีระชาติ

วัน เดือน ปีเกิด 5 มีนาคม 2527

ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม

จังหวัดบุรีรัมย์ ปีการศึกษา 2545

สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2549

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright© by Chiang Mai University  
All rights reserved