

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญรูป	ฎ
อักษรย่อและสัญลักษณ์	ฒ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ขอบเขตของการศึกษา	2
บทที่ 2 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 หอมหัวใหญ่	3
2.2 การลดน้ำด้วยวิธีออสโมติก	10
2.3 การอบแห้งหอมหัวใหญ่	18
บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์และวิธีทดลอง	36
3.1 วัสดุ	36
3.2 วัสดุ อุปกรณ์และวิธีทดลอง	36
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	44
4.1 การหาระดับความเข้มข้นของสารละลายเกลือแกงและเวลาที่เหมาะสม ในการลดความชื้นของหอมหัวใหญ่	44
4.2 การศึกษาผลของการออสโมติกต่อเวลาอบแห้งและคุณภาพหอมหัวใหญ่อบแห้ง	51
4.3 การศึกษา Sorption Isotherms ของหอมหัวใหญ่ที่อุณหภูมิต่ำและ อุณหภูมิห้อง	68

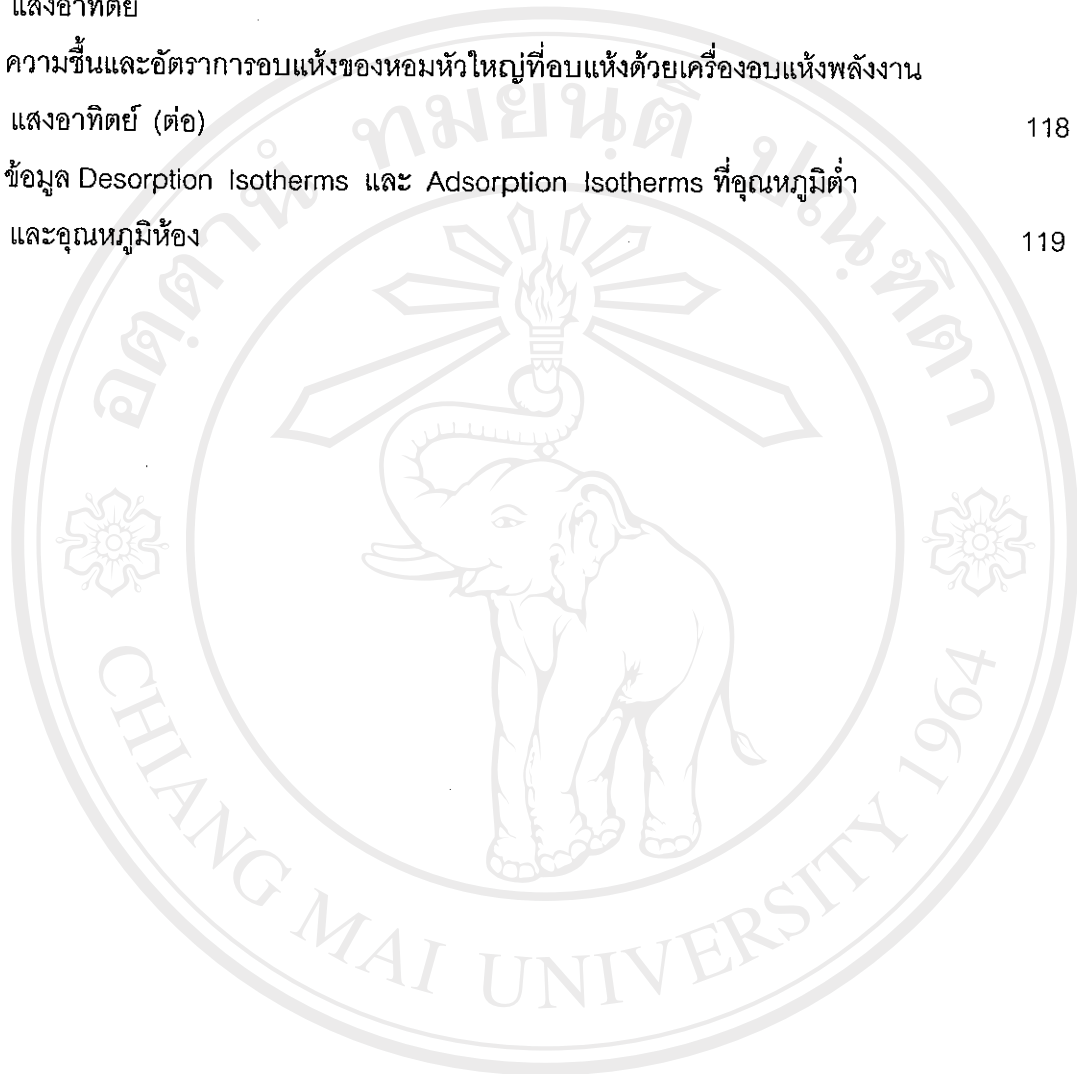
4.4 การศึกษาผลของชนิดบรรจุภัณฑ์และอุณหภูมิที่มีต่อการเปลี่ยนแปลง คุณภาพทางกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์ของหอมหัวใหญ่อบแห้งที่เก็บ รักษาในเวลา 3 เดือน	73
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	79
5.1 สรุปผลการทดลอง	79
5.2 ข้อเสนอแนะ	81
เอกสารอ้างอิง	82
ภาคผนวก	92
ภาคผนวก ก. รูปประกอบ	92
ภาคผนวก ข. วิธีการวิเคราะห์	98
ภาคผนวก ค. ข้อมูลการทดลอง	112
ประวัติผู้เขียน	120

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 ช่วงเวลาที่มีแสงอาทิตย์ต่อวัน (ชั่วโมง/วัน) ของจังหวัดเชียงใหม่	27
2.2 พลังงานแสงอาทิตย์ต่อชั่วโมง ($\text{Cal/cm}^2\text{-h}$) ของจังหวัดเชียงใหม่	27
2.3 ข้อมูลเฉพาะของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ (Solar Tunnel Dryer)	29
2.4 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Sorption Isotherms	32
4.1 เวลา ความชื้น ความสามารถลดความชื้น และปริมาณเกลือแกงในหอมหัวใหญ่ที่สภาวะสมดุล	48
4.2 ค่าตัวแปรที่ใช้คำนวณค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของความชื้นและเกลือแกงที่สภาวะต่างๆ	49
4.3 ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของความชื้น (D_m) และเกลือแกง(D_g) และดัชนีประสิทธิภาพของการลดความชื้นด้วยการอบสไมติกที่สภาวะต่างๆ ที่เวลา 30 นาที	50
4.4 ค่าทางเคมีของหอมหัวใหญ่สดแต่ละสายพันธุ์	51
4.5 ปริมาณผลผลิต ปริมาณเกลือ ความชื้นและค่า a_w ของหอมหัวใหญ่ก่อนอบแห้งและหอมหัวใหญ่อบแห้ง	60
4.6 ค่าความชื้น Bulk Density Bulk Shrinkage Coefficient ค่าความพรุนและการคืนรูปของหอมหัวใหญ่	61
4.7 ค่าสีของหอมหัวใหญ่สดและหอมหัวใหญ่อบแห้ง	63
4.8 ปริมาณ Pyruvic Acid ของหอมหัวใหญ่สดและหอมหัวใหญ่อบแห้ง	64
4.9 คุณค่าทางโภชนาการและพลังงานของหอมหัวใหญ่สดและหอมหัวใหญ่อบแห้ง	67
4.10 ค่าตัวแปรในสมการ GAB และ Smith	72
4.11 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และราของหอมหัวใหญ่อบแห้งที่เก็บรักษาด้วยวิธีต่างๆเป็นเวลา 3 เดือน	77
ค 1 ความชื้นของหอมหัวใหญ่ที่เปลี่ยนแปลงตามระดับความเข้มข้นของสารละลายเกลือแกงและเวลา	113
ค 2 ปริมาณเกลือแกงในหอมหัวใหญ่ที่เปลี่ยนแปลงตามระดับความเข้มข้นของสารละลายเกลือแกงและเวลา	114
ค 3 ความชื้นและอัตราการอบแห้งของหอมหัวใหญ่ที่อบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาด	115

- ค 3 ความชื้นและอัตราการอบแห้งของหอมหัวใหญ่ที่อบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาด (ต่อ) 116
- ค 4 ความชื้นและอัตราการอบแห้งของหอมหัวใหญ่ที่อบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงาน
แสงอาทิตย์ 117
- ค 4 ความชื้นและอัตราการอบแห้งของหอมหัวใหญ่ที่อบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงาน
แสงอาทิตย์ (ต่อ) 118
- ค 5 ข้อมูล Desorption Isotherms และ Adsorption Isotherms ที่อุณหภูมิต่ำ
และอุณหภูมิห้อง 119



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญรูป

รูป	หน้า
2.1 การสร้างสารประกอบให้กลิ่นของเอนไซม์ Alliinase ในพืชกลุ่ม <i>Alliums</i>	7
2.2 ลักษณะการเคลื่อนที่ของมวลสารระหว่างเนื้อเยื่ออาหารและสารละลายออสโมติกผ่านเยื่อหุ้มทางชีวภาพ (Biological Membrane)	10
2.3 การเปลี่ยนแปลงเซลล์พืชในสารละลายความเข้มข้นต่างๆ	11
2.4 Unsteady-state Diffusion	14
2.5 ปฏิกิริยาการอบแห้งในขณะอบแห้งอาหาร	19
2.6 กราฟการอบแห้งและช่วงการอบแห้ง	20
2.7 Moisture Sorption Isotherm Curves	31
2.8 อิทธิพลของ a_w และคุณสมบัติการดูดซับน้ำต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมี เอนไซม์ จุลินทรีย์ของอาหาร	33
3.1 แบบจำลองอุปกรณ์การสร้าง Sorption Isotherms	41
4.1 Plasmolysis ของเซลล์เยื่อหุ้มใหญ่ (Epidermal Cells of Onion) ที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายเกลือแกงต่างๆ ที่กำลังขยาย 10 เท่า	44
4.2 ความชื้นของหอมหัวใหญ่ที่เปลี่ยนแปลงตามระดับความเข้มข้นของสารละลายเกลือแกงและเวลา	46
4.3 ปริมาณเกลือแกงในหอมหัวใหญ่ที่เปลี่ยนแปลงตามระดับความเข้มข้นของสารละลายเกลือแกงและเวลา	46
4.4 ความชื้นของหอมหัวใหญ่ที่ลดลงตามเวลา	52
4.5 อัตราการอบแห้งของหอมหัวใหญ่ด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาดเทียบกับเวลา	54
4.6 อัตราการอบแห้งของหอมหัวใหญ่ด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาดเทียบกับความชื้น	54
4.7 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของอากาศขณะอบแห้งหอมหัวใหญ่ด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาด	55
4.8 การเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขณะอบแห้งหอมหัวใหญ่ด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาด	55
4.9 อัตราการอบแห้งของหอมหัวใหญ่ด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เทียบกับเวลา	58

4.10 อัตราการอบแห้งของหอมหัวใหญ่ด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เทียบกับ ความชื้น	58
4.11 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของอากาศขณะอบแห้งหอมหัวใหญ่ ด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์	59
4.12 การเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขณะอบแห้งหอมหัวใหญ่ ด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์	59
4.13 การคืนรูปของหอมหัวใหญ่อบแห้งเทียบกับเวลา	62
4.14 Desorption Isotherms ของหอมหัวใหญ่ที่อุณหภูมิต่ำและอุณหภูมิห้อง	68
4.15 Adsorption Isotherms ของหอมหัวใหญ่อบแห้งที่อุณหภูมิต่ำและอุณหภูมิห้อง	68
4.16 Desorption และ Adsorption Isotherms ของหอมหัวใหญ่ที่อุณหภูมิต่ำ	69
4.17 Desorption และ Adsorption Isotherms ของหอมหัวใหญ่ที่อุณหภูมิห้อง	69
4.18 Adsorption Isotherms จากสมการ GAB และ Smith ของหอมหัวใหญ่อบแห้ง ที่อุณหภูมิต่ำ	72
4.19 Adsorption Isotherms จากสมการ GAB และ Smith ของหอมหัวใหญ่อบแห้ง ที่อุณหภูมิห้อง	73
4.20 การเปลี่ยนแปลงค่า a_w ของหอมหัวใหญ่อบแห้งที่เก็บรักษาด้วยวิธีต่างๆ เป็นเวลา 3 เดือน	73
4.21 การเปลี่ยนแปลงความชื้นของหอมหัวใหญ่อบแห้งที่เก็บรักษาด้วยวิธีต่างๆ เป็นเวลา 3 เดือน	74
4.22 การเปลี่ยนแปลงค่า L^* , b^* ของหอมหัวใหญ่อบแห้งที่เก็บรักษาด้วยวิธีต่างๆ เป็นเวลา 3 เดือน	76
4.23 การเปลี่ยนแปลงค่า a^* ของหอมหัวใหญ่อบแห้งที่เก็บรักษาด้วยวิธีต่างๆ เป็นเวลา 3 เดือน	76
4.24 การเปลี่ยนแปลงปริมาณ Pyruvic Acid ของหอมหัวใหญ่อบแห้งที่เก็บ รักษาด้วยวิธีต่างๆเป็นเวลา 3 เดือน	77
5.1 Forced Convection Indirect Solar Drying รูปภาคผนวก	81
ก 1 แม่ค้าจำหน่ายหอมหัวใหญ่ที่ตลาดเมืองใหม่ จังหวัดเชียงใหม่	94
ก 2 รูปทรงของหอมหัวใหญ่	94
ก 3 ชุดสถิติการอบแห้งแบบถาด	95

ก 4 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ (Solar Tunnel Dryer)	95
ก 5 สีของหอมหัวใหญ่อบแห้งที่ผ่านการอบแห้ง 4 วิธี	96
ก 6 การเก็บรักษาหอมหัวใหญ่อบแห้งในบรรจุภัณฑ์ 2 วิธี	96
ก 7 การเปลี่ยนแปลงสีของหอมหัวใหญ่อบแห้งที่เก็บรักษาด้วยวิธีต่างๆ เป็นเวลา 3 เดือน	97
ก 8 ผลผลิตทางการค้าที่ใช้หอมหัวใหญ่อบแห้งเป็นส่วนประกอบ	97
ข 1 กราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ Sodium Pyruvate ($\mu\text{moles Sodium Pyruvate/ ml}$) และ % Transmittance	109

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved

อักษรย่อและสัญลักษณ์

อักษรย่อ

a	Half Thickness of Slab (m)
a_w	Water Activity
b	Half Width of Slab (m) , Bulk
b.p.	Boiling Point
C	Concentration
$^{\circ}\text{C}$	Celsius Degree
CFU/g	Colony Forming Unit per Gram
c	Centi, Half Length of Slab (m)
cal	Calory
D	Diffusion Coefficient (m^2/s)
d.b.	Dry basis
ERH	Equilibrium Relative Humidity
e	Equilibrium , Enzyme
exp	Exponential
Fo	Fourier Number
g	Gas, Grams
in	Inch
k	Kilo
lb	Pound
M.W.	Molecular Weight
m	Metre, Milli , Moisture
No.	Number
n	Nano, Number
o	Initial
p	Product
rpm	Revolution per Minute

S	Shrinkage Coefficient
SG	Solid Gain
s	Solute
sf	Surface
T	Temperature
t	Time (Hour or Second) , True
tot	Total
W	Watt
WL	Water Loss
w.b.	Wet Basis
w/v	Weight by Volume
X	Moisture Content (g moisture/g dry solid)

สัญลักษณ์

\AA	Angstrom
ρ	Density
∞	Infinity
O	Initial
μ	Micro
π	Pi
/	Per
%	Percent
ϵ	Porosity
Σ	Sigma
*	Star