

การอบแห้งเห็ดหอม (*Lentinus edodes*) และข้อมูลพื้นฐาน
ทางด้านรพหพันธ์ไอโซเทอร์ม



นางสาว พรพรรณ สังขวดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พศ. 2531

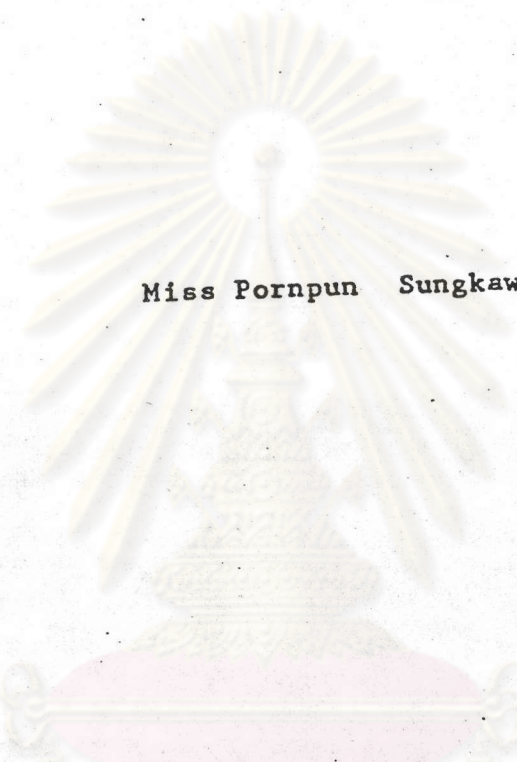
ISBN 974-568-928-9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

013796

I16606796

DEHYDRATION OF LENTINUS EDODES AND BASIC DATA ON
SORPTION ISOTHERM



Miss Pornpun Sungkawadee

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
Department of Food Technology
Graduate School
Chulalongkorn University

1988

ISBN 974-568-928-9

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การอบแห้งเห็ดหอม (Lentinus edodes) และ
ข้อมูลพื้นฐานทางค่านซอพซันไอโซเทอร์ม

โดย

นางสาว พรพรรณ สังขวดี

ภาควิชา

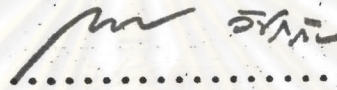
เทคโนโลยีทางอาหาร

อาจารย์ที่ปรึกษา

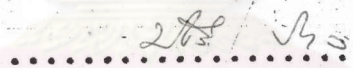
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพงษ์ นวังคสัตถุศาสน์

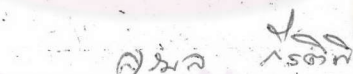


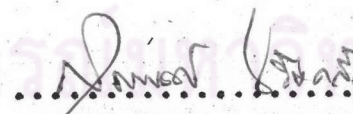
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัย
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคำถามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต


.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชรารักษ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.พัชรีย์ ปานกุล)


.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.สุวิมล กิรติพิบูล)


.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพงษ์ นวังคสัตถุศาสน์)

พิมพ์ต้นฉบับบทความวิจัยวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว



พรพรรณ สังขวดี : การอบแห้งเห็ดหอม และข้อมูลพื้นฐานทางด้านซอพชันไอโซเทอร์ม (DEHYDRATION OF LENTINUS EDODES AND BASIC DATA ON SORPTION ISOTHERM) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ดร. สุรพงศ์ นวังคส์กฤษดาสน์, 174 หน้า.

งานวิจัยนี้ ทำเพื่อศึกษาถึงข้อมูลพื้นฐานสำคัญในการอบแห้ง คือ อัตราการแห้ง คุณสมบัติทางด้านซอพชันไอโซเทอร์ม (ยังไม่มีผู้นับที่กไว้) รวมทั้งการยอมรับจากผู้บริโภค เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะดี ผู้บริโภคยอมรับ ไม่แห้งเกินไป และอยู่ในระดับที่มาตรฐานกำหนด (ไม่เกิน 13 % น้ำหนักแห้ง) โดยใช้เห็ดหอม 3 สายพันธุ์

ผลงานวิจัยพบว่า อัตราการแห้งของเห็ดหอมทั้ง 3 สายพันธุ์ เมื่ออบที่อุณหภูมิ 40° 50° และ 60°ซ. มีอัตราใกล้เคียงกัน ต่างกันที่ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์สุดท้าย และระยะเวลาในการอบ จนกระทั่งความชื้นถึงระดับความชื้นสัมพัทธ์สุดท้าย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ใช่ และความชื้นเริ่มต้นของเห็ดหอมสด ตามสมการซอพชันไอโซเทอร์ม BET (v_m) มีค่าประมาณ 9.0 - 11.8 % (โดยน้ำหนักแห้ง), A_w เท่ากับ 0.11 - 0.18 ซึ่งพันธุ์ของเห็ดและอุณหภูมิที่อบ (40° 50° และ 60°ซ.) ไม่ทำให้ค่า v_m แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในการทดลองนี้ ใช้สภาวะอบแห้งทั้งหมด 8 สภาวะ โดยใช้อุณหภูมิ 40° 50° และ 60°ซ. อบอย่างทอเนื่องเป็นเวลา 12 และ 24 ชั่วโมง โดยช่วงเวลาการอบแห้งที่ 40°ซ. ช่วงเวลาการอบแห้งที่ 50°ซ. แตกต่างกันไป ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสจากผู้บริโภค ปรากฏว่า ผู้บริโภคยังคงให้การยอมรับเห็ดหอมแห้งที่ได้จาก 7 สภาวะการอบ แมจะเก็บนาน 5 เดือนแล้วก็ตาม และไม่ยอมรับเห็ดหอมแห้งที่ได้จากสภาวะอบอีก 1 สภาวะ

นอกจากนี้ยังสรุปได้ว่า คะแนนการยอมรับรวมของเห็ดหอมแห้ง จะมีแนวโน้มตามคะแนนสีครีบทึ่มมาก ความแห้ง และกลิ่นของเห็ดหอม ส่วนคะแนนการยอมรับรวมของเห็ดหอมแห้งคั้นตัว จะมีแนวโน้มตามคะแนนของเนื้อสัมผัส และยังพบว่า รอยปริบนหวนวุกเห็ดหอมแห้ง ไม่สามารถทำให้เกิดขึ้นได้ด้วยการอบเพียงอย่างเดียว และเมื่อพิจารณาจากค่าใช้จ่าย และการยอมรับจากผู้บริโภคแล้ว สรุปได้ว่า การใช้สภาวะอบ 40°ซ. และ 50°ซ. เป็นเวลา 2 และ 10 ชั่วโมง ตามลำดับ ก็เพียงพอแก่การผลิตเห็ดหอมแห้ง.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา เทคโนโลยีการอบแห้ง.....
สาขาวิชา เทคโนโลยีการอบแห้ง.....
ปีการศึกษา 2530.....

ลายมือชื่อนิสิต *พรพรรณ*.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา *สุรพงศ์ นวังคส์กฤษดาสน์*.....



พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมเพียงแผ่นเดียว

PORNPUN SUNGKAWADEE: DEHYDRATION OF LENTINUS EDODES. THESIS
ADVISOR: ASSISTANT PROFESSOR SURAPONG NAVANKASATTUSAS, Ph.D.,
174 pp.

The objectives of these experiments are to obtain basic data on drying rate, moisture sorption isotherms and acceptance by the consumers in order to obtain a good-quality product, that is not overdried, and meet standard limit for the mushroom. Three strains of shiitake were used in the experiments.

The experimental results indicated that the rate of drying at 40°, 50°, and 60°C. was indifferent for all 3 strains. However, there was difference in the equilibrium moisture content and drying time to reach that equilibrium moisture content, depending on the temperature used and the initial moisture content of fresh shiitake. The Brunauer-Emmett-Teller (BET) monolayer value (V_m) was found to be 9.0-11.8 % (dry weight basis), 0.11-0.18 A_w. These V_m values were statistically not significantly different, for different strains, and temperatures used in the experiments. There were 8 conditions in the experiments with 2 variables, drying time (12, 24 hours), and temperature of drying (40°, 50°, 60°C.). The organoleptic test by the taste panel indicated that dried shiitake from 7 conditions was acceptable, eventhough the product was kept for 5 months. It was concluded that the overall acceptance score of dried shiitake depended on color of gill, degree of dryness and its odor. The overall acceptance score of rehydrated dried shiitake depended on texture. The scar on shiitake caps was not formed by drying alone. When the production cost and consumer acceptance factors were considered, it was concluded that drying the mushroom at 40°C. and 50°C. for 2 and 10 hours, respectively, was adequate.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา เทคโนโลยีการอาหาร

สาขาวิชา เทคโนโลยีการอาหาร

ปีการศึกษา 2530

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา



กิตติกรรมประกาศ

กราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพงศ์ นวังคส์ศุภศาสน์ รองศาสตราจารย์ สุทธิพรพรณ ทวีรัตน์ อาจารย์ ฐิติมา คันติกาญจน์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาและความช่วยเหลือทางค่านวัตกรรมเป็นอย่างดีตลอดระยะเวลาการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ ดร.วิบูลย์เกียรติ โมฬีรัตนานนท์ ผู้อำนวยการสาขาวิจัยอุตสาหกรรมอาหาร สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย และเจ้าหน้าที่ในท้องปฏิบัติกรเทคโนโลยีการอาหารทุกคน ขอขอบพระคุณ ดร.วิพิชญ์ ไชยศรีสงคราม หัวหน้าฝ่ายสัตวแพทย์สาธารณสุข คุณจินตนา ภูทิวรนาถ และคุณจิระเกษ เพิ่มกว่าเก่า กรมปศุสัตว์ ที่ให้ความเชื่อใจในค่านเครื่องมือ อุปกรณ์สถานที่ในการทดลอง และภาพถ่าย

กราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อบิดามารดา ที่กรุณาให้ความอุปการะมาโดยตลอด กราบขอบพระคุณ คุณน้ำอาภรณ์ จำปาทอง ที่กรุณาเป็นธุระเรื่องการพิมพ์เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่กรุณาให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยบางส่วน

ขอขอบคุณ คุณประกอบ กิจไชยา คุณจิราพร รุ่งเลิศเกรียงไกร คุณสันทนา ชรรณจริยาพันธ์ุ คุณเวชยันต์ ชนบดีภัทร เพื่อนๆ พี่ และน้อง ตลอดทั้งเจ้าหน้าที่ในภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร และภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดี



สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
รายการตาราง	ข
รายการภาพ	ฉ
บทที่	
1 บทนำ	1
2 วารสารปริทัศน์	5
3 เครื่องมือ	17
4 การทดลอง	30
5 ผลการทดลอง	38
6 วิจารณ์ผลการทดลอง	115
7 สรุปและขอเสนอแนะ	123
เอกสารอ้างอิง	127
ภาคผนวก ก	132
ภาคผนวก ข	138
ภาคผนวก ค	142
ภาคผนวก ง	147
ภาคผนวก จ	151
ภาคผนวก ฉ	153
ภาคผนวก ช	154
ภาคผนวก ซ	155
ภาคผนวก ฌ	156
ภาคผนวก ฉ	159
ภาคผนวก ฎ	167

หน้า

ภาคผนวก ฅ173

ประวัติ174



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ตารางแสดงค่าการซึมผ่านความชื้นของวัสดุบรรจุต่าง ๆ ที่ 100° ฟ. ความชื้นสัมพัทธ์ 0.95 %	29
5.1 ตารางแสดงร้อยละของการลดขนาดของเห็ดหอม เมื่ออบ... ที่อุณหภูมิ 40° 50° และ 60° ซ.	39
5.2 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของร้อยละ... ของการลดขนาดของส่วนต่าง ๆ ของเห็ดหอม เมื่ออบแห้ง ที่อุณหภูมิ 40° 50° และ 60° ซ.	40
5.3 ตารางแสดง bulk density ของเห็ดหอมที่ผ่านการ... อบแห้งที่อุณหภูมิต่าง ๆ	41
5.4 ตารางแสดง bulk density โดยเฉลี่ยของเห็ดหอม... ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิต่าง ๆ	41
5.5 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของพารามิเตอร์... ที่มีผลต่อค่า bulk density	42
5.6 ตารางแสดงร้อยละความชื้นของเห็ดหอมสด	45
5.7 ตารางแสดงร้อยละความชื้นของเห็ดหอมแห้งที่จำหน่ายในท้องตลาด..	47
5.8 ตารางแสดงค่าความชื้นสัมบูรณ์สุดท้าย (M_e) ของเห็ดหอมแห้ง... ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิต่าง ๆ	59
5.9 ตารางแสดงค่าความชื้นสัมบูรณ์สุดท้าย (M_e) เฉลี่ยของเห็ดหอมแห้ง... ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิต่าง ๆ	59
5.10 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของพารามิเตอร์... ที่มีผลต่อค่า M_e	60
5.11 ตารางแสดงเวลาที่ใช้ออบ จนเห็ดหอมมีความชื้นเป็น $M_e(t_e)$... ในการอบที่อุณหภูมิต่าง ๆ	61
5.12 ตารางแสดงเวลาที่ใช้ออบโดยเฉลี่ย จนเห็ดหอมมีความชื้นเป็น M_e ... (t_e) ในการอบที่อุณหภูมิต่าง ๆ	61

รายการตาราง (ต่อ)

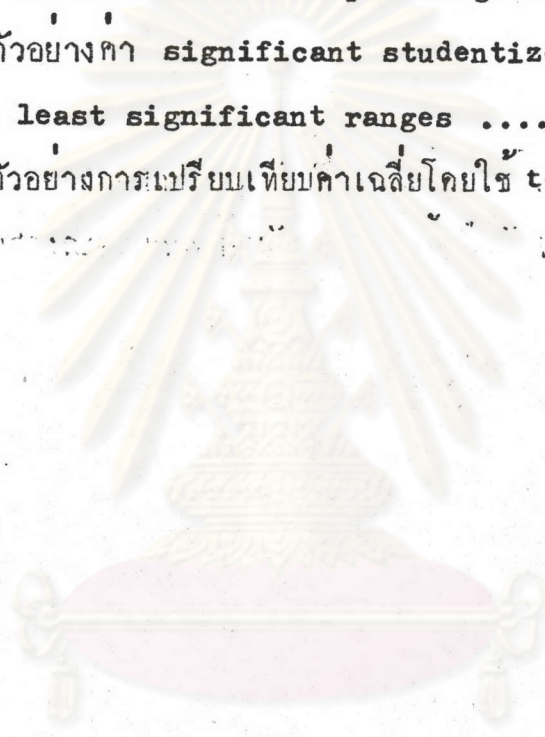
ตารางที่	หน้า
5.13 ตาราง แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของ พารามิเตอร์ ที่มีผลต่อค่า τ_c	62
5.14 ตารางแสดง สภาวะและผลจากการทำแห้งโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์..	63
5.15 ตารางแสดง ค่าความชื้น monolayer (V_m) ของเห็ดหอมหลังจาก อบที่อุณหภูมิต่าง ๆ	75
5.16 ตารางแสดง ค่าความชื้น monolayer โดยเฉลี่ยของเห็ดหอม หลังจาก อบที่อุณหภูมิต่าง ๆ	75
5.17 ตาราง แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของพารามิเตอร์ ที่มีผลต่อค่า V_m	76
5.18 ตารางแสดง ร้อยละ ความชื้นของ เห็ดหอมแห้งที่มีการ เสียหาย หรือผิดปกติ	77
5.19 ตารางแสดง ค่าร้อยละความชื้นสุดท้ายของ เห็ดหอมแห้งที่ได้จาก การอบที่สภาวะอบแห้งต่าง ๆ	78
5.20 ตาราง แสดง คะแนนการยอมรับเห็ดหอมแห้ง โดย เฉลี่ยคะแนนที่ได้ จากผู้ทดสอบ 10 คน	87
5.21 ตารางแสดง คะแนนการยอมรับเห็ดหอมแห้งคืนตัว โดยเฉลี่ย คะแนนที่ได้จากผู้ทดสอบ 10 คน	91
5.22 ตารางแสดง สีของเห็ดหอม เมื่อเทียบกับสีมาตรฐาน Munsell	95
5.23 ตาราง แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของพารามิเตอร์ ที่มีผลต่อคะแนนการยอมรับสีครบถ้วนของ เห็ดหอมแห้ง	100
5.24 ตาราง แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของพารามิเตอร์ ที่มีผลต่อคะแนนการยอมรับสีหมวกของ เห็ดหอมแห้ง	101
5.25 ตาราง แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของพารามิเตอร์ ที่มีผลต่อคะแนนการยอมรับกลิ่นของ เห็ดหอมแห้ง	102
5.26 ตาราง แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของพารามิเตอร์ ที่มีผลต่อคะแนนการยอมรับความแห้งของ เห็ดหอมแห้ง	103

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
5.27	ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของพารามิเตอร์ ที่มีผลต่อคะแนนการยอมรับรวมของ เห็ดหอมแห้ง104
5.28	ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของพารามิเตอร์ ที่มีผลต่อคะแนนการยอมรับของสีครีบทองของ เห็ดหอมแห้ง คันทัว105
5.29	ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของพารามิเตอร์ ที่มีผลต่อคะแนนการยอมรับของสีหมวกของ เห็ดหอมแห้ง คันทัว106
5.30	ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของพารามิเตอร์ ที่มีผลต่อคะแนนการยอมรับกลิ่นของ เห็ดหอมแห้ง คันทัว107
5.31	ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของพารามิเตอร์ ที่มีผลต่อคะแนนการยอมรับของรสชาติของ เห็ดหอมแห้ง คันทัว108
5.32	ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของพารามิเตอร์ ที่มีผลต่อคะแนนการยอมรับ เนื้อสัมผัสของ เห็ดหอมแห้ง คันทัว109
5.33	ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของพารามิเตอร์ ที่มีผลต่อคะแนนการยอมรับรวมของ เห็ดหอมแห้ง คันทัว110
6.1	ตารางแสดงค่าเฉลี่ยของร้อยละ ความชื้น bulk density การลดขนาดของหมวกเห็ด เมื่ออบที่อุณหภูมิต่าง ๆ116
ก.1	ตารางแสดงส่วนประกอบโดยประมาณในเห็ดหอม132
ก.2	ตารางแสดงกรคะมิโนในเห็ดหอม133
ก.3	ตารางแสดงวิตามินและ เกลือแร่ในเห็ดหอม134
ข.1	ตารางแสดงพันธุ์และ ลักษณะ ของ เห็ดหอมที่รวบรวมได้จาก เชียงใหม่และ เชียงราย138
ง.1	ตารางแสดงปริมาณความชื้นของ เห็ดแห้ง ตามมาตรฐาน โคเค็กซ์ ... 149
ง.2	ตารางแสดงปริมาณข้อบกพร่อง ที่ยอมให้มีได้ในผลิตภัณฑ์ เห็ดแห้งตามมาตรฐานโคเค็กซ์149

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
จ.1 ตารางแสดงช่วงวอเทอร์แอคทีวิตีที่จะ เกิดความเสียหายต่าง ๆ แก่อาหาร	151
ฉ.1 ตารางแสดง ความชื้นสัมพัทธ์สมดุลของสารละลายเกลืออิมคว.....	153
ฅ.3.1 ตารางตัวอย่าง เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง โดย ใช้ Duncan's New Multiple Range Test	164
ฅ.3.2 ตารางตัวอย่างค่า significant studentized range และค่า least significant ranges	165
ฅ.4 ตารางตัวอย่างการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ t-test	166



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการภาพ

รูปที่	หน้า
1.1 ก	รูปเห็คหอมอบแห้งทั้ง คอกในประเทศ 3
1.1 ข	รูปเห็คหอมอบแห้งแบบผ่าซีกในประเทศ 4
1.1 ค	รูปเห็คหอมอบแห้งทั้ง คอก จากต่างประเทศ 5
2.1	กราฟแสดงระยะอัตราคงที่และระยะอัตราลดลงใน ระหว่างอบแห้งทั่วไป 6
2.2	รูปแสดงซอฟต์แวร์ไอโซเทอร์มทั่วไป 9
2.3 ก	adsorption isotherm ของไซขาว 11
2.3 ข	adsorption isotherm ของเนื้อวัว 11
2.4	กราฟแสดงผลของอุณหภูมิกอมอยส์เจอร์ซอฟต์แวร์ไอโซเทอร์ม 12
2.5	BET monolayer plot 14
3.1	เครื่องอบแห้งแบบเป็นชั้น 17
3.2	ตู้อบไฟฟ้า 18
3.3	เครื่องชั่งไฟฟ้า 4 ตำแหน่ง 19
3.4	เครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์สัมบูรณ์ 20
3.5	ชวคแก้วเก็บตัวอย่างมีฝาปิดสนิท 21
3.6	เครื่องรีดถุงพลาสติก 22
3.7	ตะแกรงโปร่ง 23
3.8	ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ 24
3.9	เครื่องวัดความเข้มแสง 25
3.10 ก	เห็คหอมสด สายพันธุ์ MY 1 26
3.10 ข	เห็คหอมสด สายพันธุ์ MY 2 27
3.10 ค	เห็คหอมสด จากตลาดวโรรส 28
4.1	แผนภาพการทดลองเพื่อหาอัตราการแห้ง และซอฟต์แวร์ไอโซเทอร์ม ของเห็คหอม 33
4.2	แผนภาพการทดลองหา adsorption isotherm ของเห็คหอมแห้ง 34

รายการภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.1 ก	กราฟแสดง การ เปลี่ยนแปลง ความชื้นของ เห็ดหอมพันธุ์ MU 2 ขณะที่อบที่อุณหภูมิ 40° ซ.50
5.1 ข	กราฟแสดง การ เปลี่ยนแปลง ความชื้นของ เห็ดหอมพันธุ์ MU 2 ขณะที่อบที่อุณหภูมิ 50° ซ.51
5.1 ค	กราฟแสดง การ เปลี่ยนแปลง ความชื้นของ เห็ดหอมพันธุ์ MU 2 ขณะที่อบที่อุณหภูมิ 60° ซ.52
5.1 ง	กราฟแสดง การ เปลี่ยนแปลง ความชื้นของ เห็ดหอมพันธุ์ MU 1 ขณะที่อบที่อุณหภูมิ 40° ซ.53
5.1 จ	กราฟแสดง การ เปลี่ยนแปลง ความชื้นของ เห็ดหอมพันธุ์ MU 1 ขณะที่อบที่อุณหภูมิ 50° ซ.54
5.1 ฉ	กราฟแสดง การ เปลี่ยนแปลง ความชื้นของ เห็ดหอมพันธุ์ MU 1 ขณะที่อบที่อุณหภูมิ 60° ซ.55
5.1 ช	กราฟแสดง การ เปลี่ยนแปลง ความชื้นของ เห็ดหอมที่ซื้อจาก เชียงใหม่ขณะที่อบที่อุณหภูมิ 40° ซ.56
5.1 ซ	กราฟแสดง การ เปลี่ยนแปลง ความชื้นของ เห็ดหอมที่ซื้อจาก เชียงใหม่ขณะที่อบที่อุณหภูมิ 50° ซ.57
5.1 ฌ	กราฟแสดง การ เปลี่ยนแปลง ความชื้นของ เห็ดหอมที่ซื้อจาก เชียงใหม่ขณะที่อบที่อุณหภูมิ 60° ซ.58
5.2 ก	กราฟแสดง ข้อมูลการ ทำแห้ง เห็ดหอมโดย ใช้ตู้อบพลังงาน แสงอาทิตย์ ครั้งที่ 164
5.2 ข	กราฟแสดง ข้อมูลการ ทำแห้ง เห็ดหอมโดย ใช้ตู้อบพลังงาน แสงอาทิตย์ ครั้งที่ 265
5.2 ค	กราฟแสดง ข้อมูลการ ทำแห้ง เห็ดหอมโดย ใช้การตากแดดและ ฝังลมคามธรรมชาติ ชั้นที่ 166
5.2 ง	กราฟแสดง ข้อมูลการ ทำแห้ง เห็ดหอมโดย ใช้การตากแดดและ ฝังลมคามธรรมชาติ ชั้นที่ 267

รายการภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.3	กราฟแสดงมอยส์เจอร์ซอพชั่นไอโซเทอร์มของมวลกึ่งเห็ดหอม ที่ได้จากการอบที่ 50°ซ. 69
5.4 ก	กราฟแสดง adsorption BET plot ที่อุณหภูมิ 25°ซ. ของ เห็ดหอมพันธุ์ MU 2 ที่ได้จากการอบที่อุณหภูมิ 40°ซ.70
5.4 ข	กราฟแสดง adsorption BET plot ที่อุณหภูมิ 25°ซ. ของ เห็ดหอมพันธุ์ MU 2 ที่ได้จากการอบที่อุณหภูมิ 50°ซ.70
5.4 ค	กราฟแสดง adsorption BET plot ที่อุณหภูมิ 25°ซ. ของ เห็ดหอมพันธุ์ MU 2 ที่ได้จากการอบที่อุณหภูมิ 60°ซ.71
5.4 ง	กราฟแสดง adsorption BET plot ที่อุณหภูมิ 25°ซ. ของ เห็ดหอมแห้งพันธุ์ MU 1 ที่ได้จากการอบที่อุณหภูมิ 40°ซ.71
5.4 จ	กราฟแสดง adsorption BET plot ที่อุณหภูมิ 25°ซ. ของ เห็ดหอมแห้งพันธุ์ MU 1 ที่ได้จากการอบที่อุณหภูมิ 50°ซ.72
5.4 ฉ	กราฟแสดง adsorption BET plot ที่อุณหภูมิ 25°ซ. ของ เห็ดหอมแห้งพันธุ์ MU 1 ที่ได้จากการอบที่อุณหภูมิ 60°ซ.72
5.4 ช	กราฟแสดง adsorption BET plot ที่อุณหภูมิ 25°ซ. ของ เห็ดหอมแห้งที่ได้จากการอบเห็ดหอมสดที่ซ้อจากเชียงใหม่ ที่อุณหภูมิ 40°ซ.73
5.4 ซ	กราฟแสดง adsorption BET plot ที่อุณหภูมิ 25°ซ. ของ เห็ดหอมแห้งที่ได้จากการอบเห็ดหอมสดที่ซ้อจากเชียงใหม่ ที่อุณหภูมิ 50°ซ.73
5.4 ฅ	กราฟแสดง adsorption BET plot ที่อุณหภูมิ 25°ซ. ของ เห็ดหอมแห้งที่ได้จากการอบเห็ดหอมสดที่ซ้อจากเชียงใหม่ ที่อุณหภูมิ 60°ซ.74
5.5 ก	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความชื้นของ เห็ดหอมขณะอบที่อุณหภูมิ 50°ซ. 24 ช.ม.79

รายการภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
5.5 ข	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความชื้นของเห็ดหอมขณะอบที่อุณหภูมิ 50° ซ. 12 ช.ม.	80
5.5 ค	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความชื้นของเห็ดหอมขณะอบที่อุณหภูมิ 40° ซ. และ 50° ซ. เป็นเวลา 4 และ 20 ช.ม. ตามลำดับ	81
5.5 ง	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความชื้นของเห็ดหอมขณะอบที่อุณหภูมิ 40° และ 50° ซ. เป็นเวลา 2 และ 10 ช.ม. ตามลำดับ	82
5.5 จ	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความชื้นของเห็ดหอมขณะอบที่อุณหภูมิ 40° 50° และ 60° ซ. เป็นเวลา 4 18 และ 2 ช.ม. ตามลำดับ	83
5.5 ฉ	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความชื้นของเห็ดหอมขณะอบที่อุณหภูมิ 40° 50° และ 60° ซ. เป็นเวลา 2 8 และ 2 ช.ม. ตามลำดับ	84
5.5 ช	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความชื้นของเห็ดหอมขณะอบที่อุณหภูมิ 40° และ 50° ซ. เป็นเวลา 12 และ 12 ช.ม. ตามลำดับ	85
5.5 ซ	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความชื้นของเห็ดหอมขณะอบที่อุณหภูมิ 40° และ 50° ซ. เป็นเวลา 6 และ 6 ช.ม. ตามลำดับ	86
5.6 ก	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความชื้นของเห็ดหอมแห้งที่ได้จากการอบที่ 50° ซ. 24 ช.ม. ระหว่างช่วงเวลาเก็บ 5 เดือน	96
5.6 ข	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความชื้นของเห็ดหอมแห้งที่ได้จากการอบที่ 50° ซ. 12 ช.ม. ระหว่างช่วงเวลาเก็บ 5 เดือน	96
5.6 ค	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความชื้นของเห็ดหอมแห้งที่ได้จากการอบที่อุณหภูมิ 40° และ 50° ซ. เป็นเวลา 4 และ 20 ช.ม. ระหว่างช่วงเวลาเก็บ 5 เดือน	97
5.6 ง	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความชื้นของเห็ดหอมแห้งที่ได้จากการอบที่อุณหภูมิ 40° และ 50° ซ. เป็นเวลา 2 และ 10 ช.ม. ระหว่างช่วงเวลาเก็บ 5 เดือน	97

รายการภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.6 จ	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความชื้นของเห็ดหอมแห้งที่ได้จากการอบที่อุณหภูมิ 40° 50° และ 60° ซ. เป็นเวลา 4 8 และ 12 ช.ม. ระหว่างช่วงเวลาเก็บ 5 เดือน 98
5.6 ฉ	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความชื้นของเห็ดหอมแห้งที่ได้จากการอบที่อุณหภูมิ 40° 50° และ 60° ซ. เป็นเวลา 2 8 และ 2 ช.ม. ระหว่างช่วงเวลาเก็บ 5 เดือน 98
5.6 ช	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความชื้นของเห็ดหอมแห้งที่ได้จากการอบที่อุณหภูมิ 40° และ 50° ซ. เป็นเวลา 12 และ 12 ช.ม. ระหว่างช่วงเวลาเก็บ 5 เดือน 99
5.6 ซ	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความชื้นของเห็ดหอมแห้งที่ได้จากการอบที่อุณหภูมิ 40° และ 50° ซ. เป็นเวลา 6 และ 6 ช.ม. ระหว่างช่วงเวลาเก็บ 5 เดือน 99
5.7 ก	รูปแสดงผลการอบแห้งเห็ดขณะมีการถูกน้ำ 111
5.7 ข	รูปแสดงผลการนำเห็ดสดไว้ในบรรยากาศแห้งขณะมีการถูกน้ำ 112
5.7 ค	รูปแสดงผลการกรีกหมวกเห็ดและอบแห้งขณะมีการถูกน้ำ 113
5.7 ง	รูปแสดงผลการกรีกหมวกเห็ดแล้วอบแห้ง 114
ก 1	รูปแสดงขั้นตอนการเกิดกลิ่นเฉพาะตัวของเห็ดหอม 137
ค 1	รูปแสดงขั้นตอนการเพาะเห็ดหอมโดยใช้ถุง 144
จ 1	กราฟแสดงผลของค่า water activity ของอาหาร 152
จ 2	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า water activity และอัตราการเกิดความเสียหายของอาหาร 152
ช 1	รูปแสดงส่วนต่าง ๆ ของดอกเห็ด 154
ฉ 1	รูปถ่ายเห็ดหอมสดจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน 173