

การประหยัดพลังงานและเวลาการอบแห้งมันสำปะหลังโดยใช้เทคนิคระเบิดฟู



นาย วิชรินทร์ แซ่เอ็ง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2534

ISBN 974-578-998-4

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

117320124 017846

ENERGY SAVING AND TIME REDUCTION IN CASSAVA
DRYING VIA EXPLOSION PUFFING

Mr. Watcharin Sae-Eng

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement
for the Degree of Master of Engineering
Department of Chemical Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University

1990

ISBN 974-578-998-4

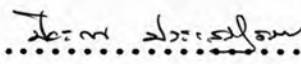


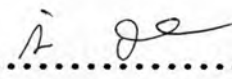
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การประหยัดพลังงานและเวลาการอบแห้งมันสำปะหลังโดยใช้เทคนิค
ระเบิดฟู
โดย นาย วัชรินทร์ แซ่เอ็ง
ภาควิชา วิศวกรรมเคมี
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล


บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยรับเป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

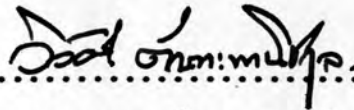

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. ทวาร วัชรากัญ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร. ปิยะสาร ประเสริฐธรรม)


.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. รัตนา จิระรัตนานนท์)


.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. จิรกานต์ เมืองนาโพธิ์)


.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์ **แช่แข็ง** : การประหยัดพลังงานและเวลาการอบแห้งมันสำปะหลังโดยใช้เทคนิคระเบิดฟู (ENERGY SAVING AND TIME REDUCTION IN CASSAVA DRYING VIA EXPLOSION PUFFING) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร. วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล, 95 หน้า.

ISBN 974-578-998-4

งานวิจัยนี้ ได้ศึกษาการอบแห้งมันสำปะหลังโดยใช้เทคนิคระเบิดฟูเข้าร่วมกับการอบแห้งด้วยลมร้อน เพื่อศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการระเบิดฟูมันสำปะหลังและเพื่อเปรียบเทียบพลังงานและเวลาที่ใช้กับกรณีของวิธีธรรมดา

จากการทดลองพบว่า สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการระเบิดฟูขึ้นลูกบาศก์ (ขนาด 1.2 x 1.2 x 1.2 ลบ.ซม.) ของมันสำปะหลังที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ความเร็วกระแสลมร้อนเท่ากับ 0.6 เมตรต่อวินาที แบ่งออกได้เป็น 2 ช่วงคือ

1. ความดันระเบิดฟูอยู่ในช่วง 15-19 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ในกรณีของชั้นมันสำปะหลังที่มีความชื้นก่อนการระเบิดฟูประมาณ 15-19 เปอร์เซ็นต์
2. ความดันระเบิดฟูอยู่ในช่วง 21-25 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ในกรณีของชั้นมันสำปะหลังที่มีความชื้นก่อนการระเบิดฟูประมาณ 52-57 เปอร์เซ็นต์

และเมื่อเปรียบเทียบพลังงานและเวลาที่ใช้ในการอบแห้งชั้นมันสำปะหลังพบว่า การอบแห้งโดยใช้เทคนิคระเบิดฟูในเงื่อนไขที่เหมาะสม จะใช้พลังงานในการอบแห้งน้อยกว่าการอบแห้งกรณีที่ไม่มีการระเบิดฟูประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ และประหยัดเวลาได้ประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์



ภาควิชาวิศวกรรมเคมี.....
สาขาวิชาวิศวกรรม เคมี.....
ปีการศึกษา 2533

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

WATCHARIN SAE-ENG : ENERGY SAVING AND TIME REDUCTION IN CASSAVA DRYING VIA EXPLOSION PUFFING. THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. WIWUT TANTHAPANICHAKOON, Ph.D. 95 pp. ISBN 974-578-998-4

The cassava drying via explosion puffing was investigated in this study to search for the optimum conditions. The drying time and energy consumptions were compared with those of the conventional method.

It was found experimentally that the suitable conditions for puffing the cassava cubes (1.2 x 1.2 x 1.2 cm³ in volume), which have been dried using hot air temperature and velocity of 60°C and 0.6 m/sec, respectively, were as follows :

1. For the cassava cubes with pre-puffing water contents in the range of 15-19 %, the suitable pressure for explosion puffing was found to be between 15-19 psig.
2. For the cassava cubes with pre-puffing water contents in the range of 52-57 %, the suitable pressure was between 21-25 psig.

It was found that the drying of cassava cubes with explosion puffing under suitable conditiond required 15 % less energy consumption and 25 % less drying time than the case of drying without puffing.

ภาควิชา วิศวกรรม เคมี
สาขาวิชา วิศวกรรม เคมี
ปีการศึกษา 2533

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ รองศาสตราจารย์ ดร. วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ของการวิจัยมาด้วยดีตลอด เนื่องจากทวนการวิจัยครั้งนี้บางส่วนได้รับการอุดหนุนจากทวนวิจัยรัชดาภิเษกสมโภช จึงขอขอบพระคุณคณะกรรมการทวนมา ณ ที่นี้ด้วย และขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร. ปิยะสาร ประเสริฐธรรม, รองศาสตราจารย์ ดร. รัตนา จิระรัตนานนท์ และ รองศาสตราจารย์ ดร. จิรกานต์ เมืองนาโพธิ์ ที่มาเป็นคณะกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ในห้องวิจัยฟูลไคซ์เบคทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือและที่ขาดเสียมิได้คือ บิดา-มารดา ผู้สนับสนุนกำลังทรัพย์และกำลังใจแก่ผู้วิจัย เสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

วัชรินทร์ แซ่เอ็ง



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญตาราง.....	ง
สารบัญรูป.....	จ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	4
2. ตรวจสอบเอกสาร.....	5
2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการอบแห้งทั่วไป.....	5
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการอบแห้งโดยใช้เทคนิคระเหิด ฟู.....	7
3. ทฤษฎีการอบแห้ง.....	9
4. วิธีการทดลองและผลการทดลอง.....	18
4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	18
4.2 ขั้นตอนและเงื่อนไขที่ใช้ในการทดลอง.....	22
4.3 สภาวะที่ใช้ในการทดลอง.....	26
4.4 ผลการทดลอง.....	28
5. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	77
5.1 ผลของอุณหภูมิต่อลักษณะการอบแห้งของชิ้นมันสำปะ หลัง ในกรณีที่ไม่มีการอบการระเหิดฟู.....	77

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.2 ผลของการระเบิดต่อลักษณะการอบแห้งของชั้นมัน	
สำปะหลัง.....	78
6. บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	82
บรรณานุกรม.....	84
ภาคผนวก.....	88
ประวัติผู้เขียน.....	95

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ผลผลิตทางการเกษตร จำแนกตามพืชที่สำคัญ ปีเพาะปลูก 2528/29 - 2531/32.....	1
1.2 ปริมาณและมูลค่าของสินค้าออกที่สำคัญ พ.ศ. 2529 - 2532....	2
4.1 สภาวะที่ใช้ในการอบแห้งและการระเหิดฟู.....	26
4.2 ลักษณะวัสดุอบแห้งที่ปรากฏเห็นจากการทดลองในกรณีที่ไม่มีกระ บวนการระเหิดฟู.....	28
4.3 ลักษณะปรากฏที่เห็นของวัสดุหลังการระเหิดฟู.....	29
4.4 ค่าพลังงานและเวลาที่ใช้ในการทดลอง โดยเปรียบเทียบระ หว่างกระบวนการอบแห้งที่ไม่มีการระเหิดฟูกับที่มีกระบวนการระ เหิดฟู.....	31
4.5 การเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการคูล์น้ำคืนระหว่างการทดลองที่ไม่ มีกระบวนการระเหิดฟูกับที่มีกระบวนการระเหิดฟู.....	33

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
3.1	ลักษณะการอบแห้ง.....	9
3.2	เส้นลักษณะเฉพาะการอบแห้ง.....	11
3.3	ลักษณะการอบแห้งของวัสดุที่ไม่ดูดซับน้ำ.....	12
3.4	ลักษณะการอบแห้งของวัสดุที่ดูดซับน้ำ.....	13
3.5	Capillarity effect.....	15
4.1 ก	ชุดทดลองอบแห้งแบบไหลผ่านที่ใช้ในการทดลอง.....	19
4.1 ข	ลักษณะเครื่องอบแห้งแบบไหลผ่าน.....	20
4.2	เครื่องทัพฟิงกัน.....	21
4.3	ตู้อบไฟฟ้า.....	23
4.4	การเปลี่ยนแปลงความชื้นเฉลี่ยกับเวลาสำหรับชั้นมันสำปะหลัง (หนา 20 ซม.) ที่อุณหภูมิต่าง ๆ.....	35
4.5	เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งของชั้นมันสำปะหลัง ที่อุณหภูมิ 50°C (A-1).....	36
4.6	เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งของชั้นมันสำปะหลัง ที่อุณหภูมิ 60°C (A-2).....	37
4.7	เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งของชั้นมันสำปะหลัง ที่อุณหภูมิ 70°C (A-3).....	38
4.8	ผลเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความชื้นเฉลี่ยกับเวลา สำหรับ การอบแห้งที่ผ่านกระบวนการระเหิดฟูกับที่ไม่ผ่านกระบวนการ ระเหิดฟู.....	39
4.9	ผลเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความชื้นเฉลี่ยกับเวลา สำหรับ การอบแห้งที่ผ่านกระบวนการระเหิดฟูกับที่ไม่ผ่านกระบวนการ ระเหิดฟู.....	40

รูปที่		หน้า
4.26	ผลเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความชื้นเฉลี่ยกับเวลา สำหรับการ การอบแห้งที่ผ่านกระบวนการระเหิดพร้อมกับไม่ผ่านกระบวนการ ระเหิดฟู.....	57
4.27	เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งชั้นมันสำปะหลัง ในกรณีที่มี การระเหิดฟู ที่ $x_p = 31.81\%$ $P = 15$ psig (B-1)	58
4.28	เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งชั้นมันสำปะหลัง ในกรณีที่มี การระเหิดฟู ที่ $x_p = 63.33\%$ $P = 18$ psig (B-2)	59
4.29	เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งชั้นมันสำปะหลัง ในกรณีที่มี การระเหิดฟู ที่ $x_p = 23.91\%$ $P = 19$ psig (B-3)	60
4.30	เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งชั้นมันสำปะหลัง ในกรณีที่มี การระเหิดฟู ที่ $x_p = 51.69\%$ $P = 19$ psig (B-4)	61
4.31	เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งชั้นมันสำปะหลัง ในกรณีที่มี การระเหิดฟู ที่ $x_p = 59.09\%$ $P = 19$ psig (B-5)	62
4.32	เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งชั้นมันสำปะหลัง ในกรณีที่มี การระเหิดฟู ที่ $x_p = 51.69\%$ $P = 21$ psig (B-6)	63
4.33	เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งชั้นมันสำปะหลัง ในกรณีที่มี การระเหิดฟู ที่ $x_p = 63.55\%$ $P = 21$ psig (B-7)	64
4.34	เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งชั้นมันสำปะหลัง ในกรณีที่มี การระเหิดฟู ที่ $x_p = 56.42\%$ $P = 25$ psig (B-8)	65
4.35	เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งชั้นมันสำปะหลัง ในกรณีที่มี การระเหิดฟู ที่ $x_p = 53.12\%$ $P = 20$ psig (C-1)	66
4.36	เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งชั้นมันสำปะหลัง ในกรณีที่มี การระเหิดฟู ที่ $x_p = 98.92\%$ $P = 20$ psig (C-2)	67
4.37	เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งชั้นมันสำปะหลัง ในกรณีที่มี การระเหิดฟู ที่ $x_p = 71.12\%$ $P = 26$ psig (C-3)	68

รูปที่		หน้า
4.38	เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งชั้นมันสำปะหลัง ในกรณีที่มี การระเบิดฟู ที่ $x_p = 98.92\%$ $P = 26$ psig (C-4)	69
4.39	เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งชั้นมันสำปะหลัง ในกรณีที่มี การระเบิดฟู ที่ $x_p = 53.12\%$ $P = 24$ psig (D-1)	70
4.40	เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งชั้นมันสำปะหลัง ในกรณีที่มี การระเบิดฟู ที่ $x_p = 52.77\%$ $P = 20$ psig (E-1)	71
4.41	เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งชั้นมันสำปะหลัง ในกรณีที่มี การระเบิดฟู ที่ $x_p = 100.91\%$ $P = 10$ psig (F-1)	72
4.42	เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งชั้นมันสำปะหลัง ในกรณีที่มี การระเบิดฟู ที่ $x_p = 40.54\%$ $P = 16$ psig (F-2)	73
4.43	เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งชั้นมันสำปะหลัง ในกรณีที่มี การระเบิดฟู ที่ $x_p = 46.27\%$ $P = 22$ psig (G-1)	74
4.44	เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งชั้นมันสำปะหลัง ในกรณีที่มี การระเบิดฟู ที่ $x_p = 54.69\%$ $P = 25$ psig (G-2)	75
4.45	เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งชั้นมันสำปะหลัง ในกรณีที่มี การระเบิดฟู ที่ $x_p = 55.70\%$ $P = 30$ psig (G-3)	76