

**ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพการพองตัวของข้าว เปลือก  
และต่อคุณสมบัติของแป้งข้าวพองที่ได้**

**นางสาว นาลี ชั้นศรีสกุล**

วิทยานิพนธ์นี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2534

ISBN 974-578-525-3

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**IMPORTANT FACTORS AFFECTING PUFFING QUALITY OF PADDY  
AND PROPERTIES OF PUFFED RICE FLOUR**

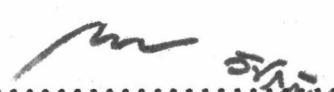
**Miss Malee Simsrisakul**

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science  
Department of Food Technology  
Graduate School  
Chulalongkorn University  
1991  
ISBN 974-578-525-3**

ชื่อวิทยานิพนธ์ ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อกุญแจพาร์กของด้านของข้าวเปลือกและ  
ต่อคุณสมบัติของแป้งข้าวโพงที่ได้  
โดย นางสาว มาลี ชั้มศรีสกุล  
ภาควิชา เทคนิโอลิย์ทางอาหาร  
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุวรรณा สุกิมารส

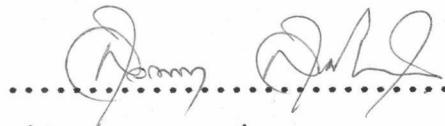
---

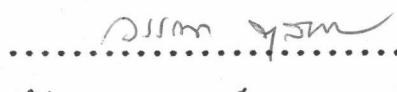
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของ  
การศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

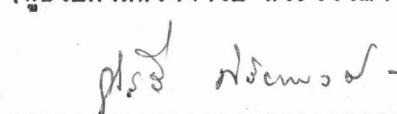
.....  
 ..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(ศาสตราจารย์ ดร. ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอนวิทยานิพนธ์

.....  
 ..... ประธานกรรมการ  
(อาจารย์ ดร. รัตน์ สงวนดีกุล)

.....  
 ..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุวรรณा สุกิมารส)

.....  
 ..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรารักษ์ ตุลยธนุ)

.....  
 ..... กรรมการ  
(นางรังษี (กิริยาพงศ์) ศรีชัยอารง)

พิมพ์เมื่อวันที่ ๒๖ กันยายน พ.ศ.๒๕๖๓

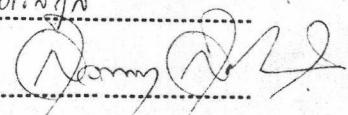
มาลี ชั้นศรีสกุล : ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพการพองตัวของข้าว เปเลือกและต่อ  
คุณสมบัติของแป้งข้าวพองที่ได้ (IMPORTANT FACTORS AFFECTING PUFFING  
QUALITY OF PADDY AND PROPERTIES OF PUFFED RICE FLOUR)

อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ดร. สุวรรณ สุภิมารส, 106 หน้า, ISBN 974-578-525-3

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาถึงปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพการพองตัวของข้าว เปเลือกและต่อคุณสมบัติของแป้งข้าวพองที่ได้ โดยใช้ข้าวเปเลือก ๖ พันธุ์ เป็นข้าว เปเลือกเนียง ๓ พันธุ์ (กษ ๖, เนียง  
สันป่าตองและกษ ๑๐) และข้าว เปเลือกเจ้า ๓ พันธุ์ (ขาวมะลิ ๑๐๕, นางมล เอส-๔ และ กษ ๑๑) ในขั้นแรกได้ศึกษาหาพันธุ์ข้าวที่เหมาะสมในการผลิตข้าวพอง พบว่า % yield ของข้าวพอง อัตรา  
ล้วนการพองตัวของ เม็ดข้าวและปริมาตรการพองตัวของข้าวพองลดลง เมื่อข้าวมีปริมาณอะไมโลสูง  
ขึ้น ส่วนรับปริมาณโปรตีนไม่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพการพองตัวของข้าวยกเว้น % yield โดย  
% yield มีค่าลดลง เมื่อข้าวมีปริมาณโปรตีนสูงขึ้น การประเมินผลทางประสานลัมพ์ของข้าวพอง  
ที่ได้ พบว่า ข้าวพองที่ได้จากข้าวเนียงพันธุ์ กษ ๖ มีคะแนนการยอมรับที่สูง ในขณะที่ข้าวเจ้า  
อะไมโลสูง (นางมล เอส-๔ และกษ ๑๑) มีคะแนนการยอมรับต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับผลการตรวจ  
สอบคุณภาพการพองตัวของข้าว เปเลือก จึงนาข้าว กษ ๖ มาศึกษาผลของความเข้มข้นของน้ำเกลือที่  
ใช้ปรับความชื้น (๐ และ ๒ %) ความชื้นของข้าว เปเลือก (๑๐, ๑๓, ๑๖ และ ๑๙ %) และ  
อุณหภูมิที่ใช้ puff (๒๒๐, ๒๕๐ และ ๒๘๐ °C) พบว่า อิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยมีนัยสำคัญทางสถิติ  
( $p \leq 0.05$ ) ต่อคุณภาพการพองตัวของข้าว เปเลือก ยกเว้นความแข็งของข้าวพองโดยสภาวะที่ห้า  
% yield และปริมาตรการพองตัวของข้าวพองสูง ข้าวพองมี bulk density ต่ำ คือ การปรับ  
ความชื้นของข้าว เปเลือกด้วยน้ำ เป็น ๑๓ % อุณหภูมิที่ใช้ puff เป็น ๒๕๐ °C ส่วนความแข็งของ  
ข้าวพอง พบว่าขึ้นกับความชื้นและอุณหภูมิ โดยที่ระดับความชื้น ๑๓ % จะให้ข้าวพองที่มีความแข็งต่ำ  
กว่าระดับความชื้นอื่น ๆ และ เมื่ออุณหภูมิที่ใช้ puff สูงขึ้นข้าวพองที่ได้จะมีความแข็งสูงตามไปด้วย

ส่วนรับคุณสมบัติของแป้งข้าวพอง พบว่า แป้งข้าวพองมี water-absorption index  
(WAI) และ water-solubility index (WSI) สูงกว่าแป้งดิบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )  
และแป้งข้าวพองจากข้าวเนียงจะมี WAI และ WSI สูงกว่าแป้งข้าวพองจากข้าวเจ้า นอกจากนี้  
amylogram ที่ได้จากแป้งดิบและแป้งข้าวพองก็แตกต่างกันด้วย ส่วนผลของปัจจัยต่าง ๆ ที่ใช้น้ำเพน  
ว่า อิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ต่อค่า WAI, WSI, ความหนืดของ paste  
ที่ ๓๐ และ ๕๐ °C ของแป้งข้าวพองที่ได้ด้วย โดยเกลือจะช่วยให้แป้งข้าวพองมี WAI, WSI และ  
ความหนืดของ paste ที่ ๓๐ และ ๕๐ °C สูงกว่า เมื่อไม่มีเกลือ ที่ทุกระดับความชื้นและอุณหภูมิที่ใช้  
puff และ เมื่อข้าว เปเลือกมีความชื้นสูงขึ้น WAI และ WSI ของแป้งข้าวพองก็มีแนวโน้มสูงตามไป  
ด้วย ในขณะที่ความหนืดของ paste ที่ ๓๐ และ ๕๐ °C มีแนวโน้มลดลง

ภาควิชา ..... เทคโนโลยีอาหาร  
สาขาวิชา ..... เทคโนโลยีการคุ้มครองอาหาร  
ปีการศึกษา ..... ๒๕๓๓

ลายมือชื่อนิสิต ..... ม.ค. ๗๘๐๒๒๕  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ..... 

พิมพ์ครั้งที่หนึบภาคชื่อวิทยานิพนธ์ภายในการอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อขออนุมัติ

MALEE SIMSRISAGON : IMPORTANT FACTORS AFFECTING QUALITY OF PADDY AND PROPERTIES OF PUFFED RICE FLOUR. THESIS ADVISOR : ASSIST. PROF. SUWANNA SUBHIMAROS, Dr. Ing., 106 pp., ISBN 974-578-525-3

The objective of this research was to study the important factors affecting the puffing quality of paddy. A total of 6 pure-bred varieties of paddy: 3 waxy rice (IR-6, Niaw Sanpatong, IR-10) and 3 non-waxy rice (Kao Mali 105, Nang Mon S-4, IR-11) were used to study the most suitable variety for hot-air puffing method to produce puffed rice. It was found that waxy and low-amylase rice gave higher puffing quality than high-amylase rice. Statistical analysis of the data on yield, expansion ratio (EXPR), expansion volume (EXPV), compression force, bulk density, amylose and protein content showed that puffed rice yield, EXPR and EXPV negatively correlated to amylose content. Compression force and bulk density positively correlated with amylose and protein content was negatively correlated with puffed rice yield. Sensory panelists judged IR-6 rice to have highest score. The IR-6 waxy rice variety which had higher puffing quality and highest eating quality was chosen for the study of processing condition.

A three-factor, experimental design was used to study puffing quality and physicochemical changes which occur mainly in starch itself. The variables included two salt concentration (0, 2 % by weight), four moisture content (10, 13, 16 & 19 %, w.b.) and three puffing temperature (220, 250 & 280°C). Statistical analysis indicated that salt, moisture content, temperature and their interactions had significantly effects to the puffing quality. The optimum condition for puff rice was obtained by tempering paddy to 13% moisture and puff at 250°C. The moisture content and temperature affected compression force. Puffed rice made from 13% moisture included two salt concentration (0, 2 % by weight), four moisture content (10, 13, 16 & 19 %, w.b.) and three puffing temperature (220, 250 & 280°C). Statistical analysis indicated that salt, moisture content, temperature and their interactions had significantly effects to the puffing quality. The optimum condition for puff rice was obtained by tempering paddy to 13% moisture and puff at 250°C. The moisture content and temperature affected compression force. Puffed rice made from 13% moisture city. Increasesd moisture content of paddy (10 to 19%) reduced the paste viscosity while increased WAI and WSI.

ภาควิชา informant วิศวกรรมศาสตร์  
สาขาวิชา informant วิศวกรรมศาสตร์  
ปีการศึกษา 2533

ลายมือชื่อนิติ ม.ร.ส. จันทร์สุก  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา Darryl J.

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณ สุกิมารส อาจารย์ที่ปรึกษา เป็นอย่างสูง ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำทางด้านวิชาการมาตลอดระยะเวลาที่ทำงานวิจัย รวมทั้งการตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เพื่อให้วิทยานิพนธ์นี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ อาจารย์วัลลภ มานาะอัณฑุ บริษัทบางซื่อ戎สีไฟ เจีย เมืองจ้ากัด และเจ้าหน้าที่ของสถานีทดลองข้าวนาขาง เช่น สถาบันวิจัยข้าวนาขาง เช่น โครงการแลกเปลี่ยนพันธุ์ข้าว และศูนย์วิจัยข้าวป่าทุ่งชาเนี กรมวิชาการ เกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์และให้ความช่วยเหลือในการจัดทำข้าวเปลือกที่ใช้ในงานวิจัย

ขอแสดงความขอบพระคุณต่ออาจารย์ ดร.วนิช สงวนดีกุล และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณา ตุลยธน แห่งภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร และคุณรุ่งรัตน์ (กิริยาพงศ์) ศรีชัยชารัง Regional Sales Executive แห่งบริษัท เนชั่นแนล สตาร์ชแอนด์ เคเม็คิล (ประเทศไทย) จำกัด ที่ได้กรุณาสละเวลา เป็นกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ รวมทั้งได้กรุณาให้ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ให้การสนับสนุนด้านเงินทุนบางส่วนในการทำงานวิจัย

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ และน้อง ๆ ทุกคนในภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหารที่ให้ความร่วมมือ และช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ และท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ขอบคุณพี่ที่ได้ให้กำลังใจและสนับสนุนด้านการศึกษาตลอดมา

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	๗
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	๑
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉบับ
สารบัญตาราง .....	๙
สารบัญรูป .....	๙
บทที่	
1. บทนำ .....	1
2. วารสารปริทัศน์ .....	3
3. การดำเนินการวิจัย .....	16
4. ผลการทดลอง .....	22
5. วิเคราะห์ผลการทดลอง .....	69
6. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ .....	89
บรรณานุกรม .....	92
ภาคผนวก ก .....	96
ภาคผนวก ข .....	101
ภาคผนวก ค .....	103
ประวัติผู้เขียน .....	106

## สารบัญหัวเรื่อง

ตารางที่		หน้า
1	การแบ่งประเภทข้าวตามปริมาณอะไมโลส .....	8
2	การแบ่งประเภทข้าวตามความคงตัวของแป้งสุก .....	9
3	คุณสมบัติทางเคมีกายภาพบางประการของข้าว .....	22
4	ค่าเฉลี่ย % yield ของข้าวพองที่ได้ .....	24
5	ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนการพองตัวของเมล็ดข้าว .....	26
6	ค่าเฉลี่ยปริมาตรการพองตัวของข้าวพองที่ได้ .....	27
7	ค่าเฉลี่ย bulk density ของข้าวพองที่ได้ .....	29
8	ค่าเฉลี่ยความแข็งของข้าวพองที่ได้ .....	30
9	คะแนนเฉลี่ยทางด้านสีของข้าวพอง .....	32
10	คะแนนเฉลี่ยทางด้านลักษณะการพองของข้าวพอง .....	33
11	คะแนนเฉลี่ยทางด้านกลิ่นของข้าวพอง .....	34
12	คะแนนเฉลี่ยทางด้านรสชาติของข้าวพอง .....	35
13	คะแนนเฉลี่ยทางด้านลักษณะ เนื้อสัมผัสของข้าวพอง .....	36
14	คะแนนเฉลี่ยรวมของการประเมินคุณภาพทางประสานสัมผัสของข้าวพอง ...	37
15	ค่าเฉลี่ยคุณภาพการพองตัวของข้าวพองที่ผลิตได้จากสภาวะต่าง ๆ .....	38
16	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคุณภาพการพองตัวของข้าวพองที่ผลิตได้ จากสภาวะต่าง ๆ .....	39
17	ค่าเฉลี่ยของ water-absorption index และ water-solubility index ของแป้งดิบและแป้งข้าวพองของข้าวพันธุ์ต่าง ๆ .....	48
18	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ water-absorption index และ water-solubility index ของแป้งดิบและแป้งข้าวพองของข้าวพันธุ์ ต่าง ๆ .....	48
19	ค่า WAI และ WSI ของแป้งข้าวพองที่ผลิตจากสภาวะต่าง ๆ .....	53
20	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า WAI และ WSI ของแป้งข้าวพอง ที่ผลิตจากสภาวะต่าง ๆ .....	54

ตารางที่	หน้า
21 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความหนืดของ paste แบ่งข้าวพอง ที่ระดับอุณหภูมิ 30 และ $50^{\circ}\text{C}$ .....	62

## สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	โครงสร้างของเมล็ดข้าว .....	4
2	โครงสร้างของอะไนโอลส .....	7
3	โครงสร้างของอะไนโอล เปคติน .....	7
4	Transverse section ของเมล็ดข้าว .....	12
5	ของว่างระหว่างเมล็ดข้าวและเปลือกของข้าวเปลือกพันธุ์ Mg1-1, Taichung-65, White Puttu, IR-253 และ Korean waxy ตามลำดับ .....	13
6	โครงสร้างของเครื่อง Hot-air puffing .....	17
7	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นของข้าวเปลือกและเวลาท่าแห้ง .....	23
8	ความสัมพันธ์ระหว่าง % yield ของข้าวพองและปริมาณอะไนโอลส .....	25
9	ความสัมพันธ์ระหว่าง % yield ของข้าวพองและปริมาณโปรตีน .....	25
10	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการพองตัวของเมล็ดข้าวและปริมาณอะไนโอลส ..	27
11	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรการพองตัวของข้าวพองและปริมาณอะไนโอลส ...	28
12	ความสัมพันธ์ระหว่าง bulk density ของข้าวพองและปริมาณอะไนโอลส ...	30
13	ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งของข้าวพองและปริมาณอะไนโอลส .....	31
14	อิทธิพลร่วมระหว่างเกลือและความชื้นต่อ % yield ของข้าวพอง .....	40
15	อิทธิพลร่วมระหว่างเกลือและอุณหภูมิต่อ % yield ของข้าวพอง .....	41
16	อิทธิพลร่วมระหว่างเกลือและความชื้นต่อปริมาตรการพองตัวของข้าวพอง ....	42
17	อิทธิพลร่วมระหว่างเกลือและอุณหภูมิต่อปริมาตรการพองตัวของข้าวพอง .....	43
18	อิทธิพลร่วมระหว่างความชื้นและอุณหภูมิต่อปริมาตรการพองตัวของข้าวพอง ...	44
19	อิทธิพลของความชื้นต่อกำลังแข็งของข้าวพอง .....	45
20	อิทธิพลของอุณหภูมิต่อกำลังแข็งของข้าวพอง .....	45
21	อิทธิพลร่วมระหว่างเกลือและความชื้นต่อ bulk density ของข้าวพอง ....	46
22	อิทธิพลร่วมระหว่างความชื้นและอุณหภูมิต่อ bulk density ของข้าวพอง ...	47
23	อิทธิพลร่วมระหว่างปริมาณอะไนโอลสและนิคของแบงค์ต่อ WAI ของแบงค์ .....	49

รูปที่		หน้า
24	อิทธิพลร่วมระหว่างปริมาณอะไนโอลสและชนิดของแป้งต่อ WSI ของแป้ง .....	50
25	Amylogram ของแป้งคินจากข้าวพันธุ์ต่าง ๆ .....	51
26	Amylogram ของแป้งข้าวพองที่ผลิตจากข้าวพันธุ์ต่าง ๆ .....	51
27	อิทธิพลร่วมระหว่างเกลือและความชื้นที่มีต่อ WAI ของแป้งข้าวพอง .....	55
28	อิทธิพลร่วมระหว่างเกลือและอุณหภูมิที่มีต่อ WAI ของแป้งข้าวพอง .....	55
29	อิทธิพลร่วมระหว่างความชื้นและอุณหภูมิที่มีต่อ WAI ของแป้งข้าวพอง .....	56
30	อิทธิพลร่วมระหว่างเกลือและความชื้นต่อ PDI ของแป้งข้าวพอง .....	57
31	อิทธิพลร่วมระหว่างเกลือและอุณหภูมิที่มีต่อ PDI ของแป้งข้าวพอง .....	57
32	อิทธิพลร่วมระหว่างความชื้นและอุณหภูมิที่มีต่อ PDI ของแป้งข้าวพอง .....	58
33	Amylogram ของแป้งข้าวพองที่ผลิตจากข้าวเปลือกความชื้น 10 % โดยปรับความชื้นของข้าวเปลือกด้วยน้ำและน้ำเกลือ แล้ว puff ที่ระดับอุณหภูมิ ต่าง ๆ .....	59
34	Amylogram ของแป้งข้าวพองที่ผลิตจากข้าวเปลือกความชื้น 13 % โดยปรับความชื้นของข้าวเปลือกด้วยน้ำและน้ำเกลือ แล้ว puff ที่ระดับอุณหภูมิ ต่าง ๆ .....	60
35	Amylogram ของแป้งข้าวพองที่ผลิตจากข้าวเปลือกความชื้น 16 % โดยปรับความชื้นของข้าวเปลือกด้วยน้ำและน้ำเกลือ แล้ว puff ที่ระดับอุณหภูมิ ต่าง ๆ .....	60
36	Amylogram ของแป้งข้าวพองที่ผลิตจากข้าวเปลือกความชื้น 19 % โดยปรับความชื้นของข้าวเปลือกด้วยน้ำและน้ำเกลือ แล้ว puff ที่ระดับอุณหภูมิ ต่าง ๆ .....	61
37	อิทธิพลร่วมระหว่างเกลือและความชื้นต่อกำลังหนืดของ paste แป้งข้าวพอง ที่ 30°C .....	63
38	อิทธิพลร่วมระหว่างเกลือและอุณหภูมิต่อกำลังหนืดของ paste แป้งข้าวพอง ที่ 30°C .....	64
39	อิทธิพลร่วมระหว่างความชื้นและอุณหภูมิต่อกำลังหนืดของ paste แป้งข้าวพอง ที่ 30°C .....	65
40	อิทธิพลร่วมระหว่างเกลือและความชื้นต่อกำลังหนืดของ paste แป้งข้าวพอง ที่ 50°C .....	66

รูปที่		หน้า
41	อิทธิพลร่วมระหว่างเกลือและอุณหภูมิต่อความหนืดของ paste แป้งข้าวโพงที่ $50^{\circ}\text{C}$ .....	67
42	อิทธิพลร่วมระหว่างความชื้นและอุณหภูมิต่อความหนืดของ paste แป้งข้าวโพงที่ $50^{\circ}\text{C}$ .....	68
43	ความสัมพันธ์ระหว่าง bulk density กับอัตราส่วนการพองตัวของเมล็ดข้าว .....	71
44	ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งของข้าวโพงกับอัตราส่วนการพองตัวของเมล็ดข้าว .....	72