ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพการพองตัวของข้าวเปลือก
และต่อคุณสมบัติของแป้งข้าวพองที่ได้

นางสาว มาลี ชิ้มศรีสกุล

วิทยานิพนธ์นี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

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	ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพการพองตัวของข้าวเปลือกและต่อคุณสมบัติของแป้งข้าวพองที่ได้
โดย	นางสาว มาลี ชิ้มศรีสกุล
ภาควิชา	เทคโนโลยีทางอาหาร
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณา สุภิมารส

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.... ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร.รมณี สงวนดีกุล)

.... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณา สุภิมารส)

.... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณา ตุลยธัญ)

.... กรรมการ

(นางรุ้งรวี (กิริยาพงศ์) ศรีชัยธำรง)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

มาลี ชิ้มศรีสกุล : ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพการพองตัวของข้าวเปลือกและต่อคุณสมบัติของแป้งข้าวพองที่ได้ (IMPORTANT FACTORS AFFECTING PUFFING QUALITY OF PADDY AND PROPERTIES OF PUFFED RICE FLOUR) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.สุวรรณา สุภิมารส, 106 หน้า, ISBN 974-578-525-3

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาถึงปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพการพองตัวของข้าวเปลือกและต่อคุณสมบัติของแป้งข้าวพองที่ได้ โดยใช้ข้าวเปลือก 6 พันธุ์ เป็นข้าวเปลือกเหนียว 3 พันธุ์ (กข 6, เหนียวสันป่าตองและกข 10) และข้าวเปลือกเจ้า 3 พันธุ์ (ขาวมะลิ 105, นางมลเอส-4 และ กข 11) ในขั้นแรกได้ศึกษาหาพันธุ์ข้าวที่เหมาะสมในการผลิตข้าวพอง พบว่า % yield ของข้าวพอง อัตราส่วนการพองตัวของเมล็ดข้าวและปริมาตรการพองตัวของข้าวพองลดลง เมื่อข้าวมีปริมาณอะไมโลสสูงขึ้น สำหรับปริมาณโปรตีนไม่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพการพองตัวของข้าวยกเว้น % yield โดย % yield มีค่าลดลงเมื่อข้าวมีปริมาณโปรตีนสูงขึ้น การประเมินผลทางประสาทสัมผัสของข้าวพองที่ได้ พบว่า ข้าวพองที่ได้จากข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 มีคะแนนการยอมรับที่สูง ในขณะที่ข้าวเจ้าอะไมโลสสูง (นางมลเอส-4 และกข 11) มีคะแนนการยอมรับต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับผลการตรวจสอบคุณภาพการพองตัวของข้าวเปลือก จึงนำข้าว กข 6 มาศึกษาผลของความเข้มข้นของน้ำเกลือที่ใช้ปรับความชื้น (0 และ 2 %) ความชื้นของข้าวเปลือก (10, 13, 16 และ 19 %) และอุณหภูมิที่ใช้ puff (220, 250 และ 280°C) พบว่า อิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ต่อคุณภาพการพองตัวของข้าวเปลือก ยกเว้นความแข็งของข้าวพองโดยสภาวะที่ให้ % yield และปริมาตรการพองตัวของข้าวพองสูง ข้าวพองมี bulk density ต่ำ คือ การปรับความชื้นของข้าวเปลือกด้วยน้ำเป็น 13 % อุณหภูมิที่ใช้ puff เป็น 250°C ส่วนความแข็งของข้าวพอง พบว่าขึ้นกับความชื้นและอุณหภูมิ โดยที่ระดับความชื้น 13 % จะให้ข้าวพองที่มีความแข็งต่ำกว่าระดับความชื้นอื่น ๆ และเมื่ออุณหภูมิที่ใช้ puff สูงขึ้นข้าวพองที่ได้จะมีความแข็งสูงตามไปด้วย

สำหรับคุณสมบัติของแป้งข้าวพอง พบว่า แป้งข้าวพองมี water-absorption index (WAI) และ water-solubility index(WSI) สูงกว่าแป้งดิบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) และแป้งข้าวพองจากข้าวเหนียวจะมี WAI และ WSI สูงกว่าแป้งข้าวพองจากข้าวเจ้า นอกจากนี้ amylogram ที่ได้จากแป้งดิบและแป้งข้าวพองก็แตกต่างกันด้วย ส่วนผลของปัจจัยต่าง ๆ ที่ใช้นั้นพบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) ต่อค่า WAI, WSI, ความหนืดของ paste ที่ 30 และ 50°C ของแป้งข้าวพองที่ได้ด้วย โดยเกลือจะช่วยให้แป้งข้าวพองมี WAI, WSI และความหนืดของ paste ที่ 30 และ 50°C สูงกว่าเมื่อไม่มีเกลือ ที่ทุกระดับความชื้นและอุณหภูมิที่ใช้ puff และเมื่อข้าวเปลือกมีความชื้นสูงขึ้น WAI และ WSI ของแป้งข้าวพองก็มีแนวโน้มสูงตามไปด้วย ในขณะที่ความหนืดของ paste ที่ 30 และ 50°C มีแนวโน้มลดลง

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร

ลายมือชื่อนิสิต มาลี ชิ้มศรีสกุล

สาขาวิชา เทคโนโลยีการอาหาร

ปีการศึกษา 2533

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา [signature]

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

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 varities 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-amylose rice gave higher puffing quality than high-amylose 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 theirs 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 ccluded 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 theirs 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. Increaesd moisture content of paddy (10 to 19%) reduced the paste viscosity while increased WAI and WSI.

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร
สาขาวิชา เทคโนโลยีทางอาหาร
ปีการศึกษา 2533
ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณา สุภิมารส อาจารย์ที่ปรึกษา เป็นอย่างสูง ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำทางด้านวิชาการมาตลอดระยะเวลาที่ทำงานวิจัย รวมทั้งการตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เพื่อให้วิทยานิพนธ์นี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ อาจารย์วัลลภ มานะธัญญา บริษัทบางซื่อโรงสีไฟเจียเม้งจำกัด และเจ้าหน้าที่ของสถานีทดลองข้าวบางเขน สถาบันวิจัยข้าวบางเขน โครงการแลกเปลี่ยนพันธุ์ข้าว และศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์และให้ความช่วยเหลือในการจัดหาข้าวเปลือกที่ใช้ในงานวิจัย

ขอแสดงความขอบพระคุณต่ออาจารย์ ดร.รมณี สงวนดีกุล และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณา ตุลยธัญ แห่งภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร และคุณรุ้งรวี (กิริยาพงศ์) ศรีชัยธำรง Regional Sales Executive แห่งบริษัทเนชั่นแนล สตาร์ชแอนด์เคมีเคิล(ประเทศไทย) จำกัด ที่ได้กรุณาสละเวลาเป็นกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ รวมทั้งได้กรุณาให้ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ให้การสนับสนุนด้านเงินทุนบางส่วนในการทำงานวิจัย

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ และน้อง ๆ ทุกคนในภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหารที่ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ และท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ขอบคุณพี่ที่ได้ให้กำลังใจและสนับสนุนด้านการศึกษาตลอดมา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ญ
บทที่	
1. บทนำ	1
2. วารสารปริทัศน์	3
3. การดำเนินการวิจัย	16
4. ผลการทดลอง	22
5. วิจารณ์ผลการทดลอง	69
6. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	89
บรรณานุกรม	92
ภาคผนวก ก	96
ภาคผนวก ข	101
ภาคผนวก ค	103
ประวัติผู้เขียน	106

สารบัญตาราง

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	คะแนนเฉลี่ยทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวพอง	36
14	คะแนนเฉลี่ยรวมของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวพอง	37
15	ค่าเฉลี่ยคุณภาพการพองตัวของข้าวพองที่ผลิตได้จากสภาวะต่าง ๆ	38
16	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคุณภาพการพองตัวของข้าวพองที่ผลิตได้จากสภาวะต่าง ๆ	39
17	ค่าเฉลี่ยของ water-absorption index และ water-solubility index ของแป้งดิบและแป้งข้าวพองของข้าวพันธุ์ต่าง ๆ	48
18	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ water-absorption index และ water-solubility index ของแป้งดิบและแป้งข้าวพองของข้าวพันธุ์ต่าง ๆ	48
19	ค่า WAI และ WSI ของแป้งข้าวพองที่ผลิตจากสภาวะต่าง ๆ	53
20	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า WAI และ WSI ของแป้งข้าวพองที่ผลิตจากสภาวะต่าง ๆ	54

ตารางที่ หน้า

21 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความหนืดของ paste แป้งข้าวพอง ที่ระดับอุณหภูมิ 30 และ 50°C 62

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	โครงสร้างของเมล็ดข้าว	4
2	โครงสร้างของอะไมโลส	7
3	โครงสร้างของอะไมโลเปคติน	7
4	Transverse section ของเมล็ดข้าว	12
5	ช่องว่างระหว่างเมล็ดข้าวและเปลือกของข้าวเปลือกพันธุ์ Mg1-1, Taichung-65, White Puttu, IR-253 และ Korean waxy ตามลำดับ	13
6	โครงสร้างของเครื่อง Hot-air puffing	17
7	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นของข้าวเปลือกและเวลาทำแห้ง	23
8	ความสัมพันธ์ระหว่าง % yield ของข้าวพองและปริมาณอะไมโลส	25
9	ความสัมพันธ์ระหว่าง % yield ของข้าวพองและปริมาณโปรตีน	25
10	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนการพองตัวของเมล็ดข้าวและปริมาณอะไมโลส .	27
11	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรการพองตัวของข้าวพองและปริมาณอะไมโลส ...	28
12	ความสัมพันธ์ระหว่าง bulk density ของข้าวพองและปริมาณอะไมโลส ...	30
13	ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งของข้าวพองและปริมาณอะไมโลส	31
14	อิทธิพลร่วมระหว่างเกลือและความชื้นต่อ % yield ของข้าวพอง	40
15	อิทธิพลร่วมระหว่างเกลือและอุณหภูมิต่อ % yield ของข้าวพอง	41
16	อิทธิพลร่วมระหว่างเกลือและความชื้นต่อปริมาตรการพองตัวของข้าวพอง	42
17	อิทธิพลร่วมระหว่างเกลือและอุณหภูมิต่อปริมาตรการพองตัวของข้าวพอง	43
18	อิทธิพลร่วมระหว่างความชื้นและอุณหภูมิต่อปริมาตรการพองตัวของข้าวพอง ...	44
19	อิทธิพลของความชื้นต่อความแข็งของข้าวพอง	45
20	อิทธิพลของอุณหภูมิต่อความแข็งของข้าวพอง	45
21	อิทธิพลร่วมระหว่างเกลือและความชื้นต่อ bulk density ของข้าวพอง	46
22	อิทธิพลร่วมระหว่างความชื้นและอุณหภูมิต่อ bulk density ของข้าวพอง ...	47
23	อิทธิพลร่วมระหว่างปริมาณอะไมโลสและชนิดของแป้งต่อ WAI ของแป้ง	49

รูปที่ หน้า

24 อิทธิพลร่วมระหว่างปริมาณอะไมโลสและชนิดของแป้งต่อ WSI ของแป้ง 50

25 Amylogram ของแป้งดิบจากข้าวพันธุ์ต่าง ๆ 51

26 Amylogram ของแป้งข้าวพองที่ผลิตจากข้าวพันธุ์ต่าง ๆ 51

27 อิทธิพลร่วมระหว่างเกลือและความชื้นที่มีต่อ WAI ของแป้งข้าวพอง 55

28 อิทธิพลร่วมระหว่างเกลือและอุณหภูมิที่มีต่อ WAI ของแป้งข้าวพอง 55

29 อิทธิพลร่วมระหว่างความชื้นและอุณหภูมิที่มีต่อ WAI ของแป้งข้าวพอง 56

30 อิทธิพลร่วมระหว่างเกลือและความชื้นต่อ WSI ของแป้งข้าวพอง 57

31 อิทธิพลร่วมระหว่างเกลือและอุณหภูมิต่อ WSI ของแป้งข้าวพอง 57

32 อิทธิพลร่วมระหว่างความชื้นและอุณหภูมิต่อ WSI ของแป้งข้าวพอง 58

33 Amylogram ของแป้งข้าวพองที่ผลิตจากข้าวเปลือกความชื้น 10 % โดยปรับความชื้นของข้าวเปลือกด้วยน้ำและน้ำเกลือ แล้ว puff ที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ 59

34 Amylogram ของแป้งข้าวพองที่ผลิตจากข้าวเปลือกความชื้น 13 % โดยปรับความชื้นของข้าวเปลือกด้วยน้ำและน้ำเกลือ แล้ว puff ที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ 60

35 Amylogram ของแป้งข้าวพองที่ผลิตจากข้าวเปลือกความชื้น 16 % โดยปรับความชื้นของข้าวเปลือกด้วยน้ำและน้ำเกลือ แล้ว puff ที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ 60

36 Amylogram ของแป้งข้าวพองที่ผลิตจากข้าวเปลือกความชื้น 19 % โดยปรับความชื้นของข้าวเปลือกด้วยน้ำและน้ำเกลือ แล้ว puff ที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ 61

37 อิทธิพลร่วมระหว่างเกลือและความชื้นต่อความหนืดของ paste แป้งข้าวพองที่ 30°C 63

38 อิทธิพลร่วมระหว่างเกลือและอุณหภูมิต่อความหนืดของ paste แป้งข้าวพองที่ 30°C 64

39 อิทธิพลร่วมระหว่างความชื้นและอุณหภูมิต่อความหนืดของ paste แป้งข้าวพองที่ 30°C 65

40 อิทธิพลร่วมระหว่างเกลือและความชื้นต่อความหนืดของ paste แป้งข้าวพองที่ 50°C 66

รูปที่ หน้า

41 อิทธิพลร่วมระหว่างเกลือและอุณหภูมิต่อความหนืดของ paste แป้งข้าวพอง ที่ 50°C 67

42 อิทธิพลร่วมระหว่างความชื้นและอุณหภูมิต่อความหนืดของ paste แป้งข้าวพอง ที่ 50°C 68

43 ความสัมพันธ์ระหว่าง bulk density กับอัตราส่วนการพองตัวของเมล็ดข้าว 71

44 ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งของข้าวพองกับอัตราส่วนการพองตัวของเมล็ดข้าว 72