

ผลของตัวแปรในการผลิต และสมบัติทางกายภาพเคมีของแป้งจากมันเทศ
ที่ปลูกในประเทศไทย

นาย เวชยันต์ ธนบดีภัทร



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2532

ISBN 974-576-050-1

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

15589

I17497103

EFFECTS OF VARIABLES ON
THE PRODUCTION AND PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF STARCH
FROM SWEET POTATO GROWN IN THAILAND

MR. WECHAYAN THANABODEEPAT

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science

Department of Food Technology

Graduate School

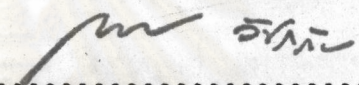
Chulalongkorn University

1989

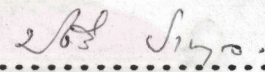
ISBN 974-576-050-1

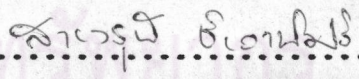
หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของตัวแปรในการผลิต และสมบัติทางกายภาพเคมีของแป้งจาก มันเทศที่ปลูกในประเทศไทย
โดย	นายเวชยันต์ ธนบดีภัทร
ภาควิชา	เทคโนโลยีทางอาหาร
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณา ตุลยธัญ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยยุทธ วัฒนพิทยากุล


บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

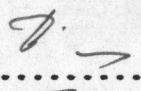

.....
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชรากิจ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.พีชวี ปานกุล)


.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.สายวรุณี ชัยวานิชศิริ)


.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณา ตุลยธัญ)


.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยยุทธ วัฒนพิทยากุล)



เวชยันต์ ธนบดีภัทร : ผลของตัวแปรในการผลิต และสมบัติทางกายภาพเคมีของแป้งจาก
 มันเทศที่ปลูกในประเทศไทย (EFFECTS OF VARIABLES ON THE PRODUCTION AND PHYSICO-
 CHEMICAL PROPERTIES OF STARCH FROM SWEET POTATOES GROWN IN THAILAND) อ.ที่ปรึกษา
 : ผศ.ดร.วรรณฯ ตูลยธัญ, อ.ที่ปรึกษาร่วม : รศ.ดร.ชัยยุทธ ธีรพิทยาภูล, 155 หน้า.

ได้ศึกษาผลผลิตแป้ง และสมบัติทางกายภาพเคมีของแป้งมันเทศโดยกำหนดตัวแปรที่ศึกษา คือ
 สายพันธุ์และอายุการเก็บเกี่ยว สายพันธุ์ที่ศึกษาได้แก่สายพันธุ์ TIS 8250 ไนริน 03 พม.พจ.2 และ
 พม.03-2 ที่อายุการเก็บเกี่ยว 3 และ 4 เดือน และสายพันธุ์ที่มีมากในท้องตลาด ได้แก่ สายพันธุ์โอกูด
 และกระต่าย จากการศึกษาพบว่าสายพันธุ์และอายุการเก็บเกี่ยวมีผลต่อผลผลิตแป้งมันเทศและมีค่าอยู่ในช่วง
 ร้อยละ 9 - 18 (น้ำหนักสด) มันเทศที่อายุการเก็บเกี่ยว 4 เดือน จะให้ผลผลิตแป้ง โดยเฉลี่ยสูงกว่า
 ที่อายุการเก็บเกี่ยว 3 เดือน สายพันธุ์ในกลุ่มของมันเทศอายุการเก็บเกี่ยว 4 เดือนที่ให้ผลผลิตแป้งสูงสุด
 คือ สายพันธุ์ไนริน 03 (ร้อยละ 14.49)

อุณหภูมิการเกิดเจลของแป้งมันเทศที่สกัดได้มีค่าใกล้เคียงกัน การเปลี่ยนแปลงความหนืดเมื่อวัด
 ด้วยเครื่อง Brabender visco-amylograph พบว่า แป้งมันเทศเป็นแป้งที่สุกง่าย และมีแรงยึดภายใน
 เม็ดแป้งสม่ำเสมอ แต่มีเสถียรภาพต่อความร้อนและการกวนต่ำ โดยทั้งนี้พบว่า อายุการเก็บเกี่ยวจะเป็น
 ตัวแปรที่มีบทบาทสำคัญต่อเสถียรภาพและการคืนตัวของแป้ง การพองตัวและการละลายของแป้งให้ผลสอดคล้อง
 คล้องกับการเปลี่ยนแปลงความหนืด โดยแป้งที่ได้จากมันเทศอายุการเก็บเกี่ยว 4 เดือน จะมีค่าน้อยกว่า
 ที่อายุการเก็บเกี่ยว 3 เดือน แป้งที่สกัดจากมันเทศสายพันธุ์โอกูด พบว่า มีเสถียรภาพต่อความร้อนและ
 การกวนดีกว่าทุกสายพันธุ์ที่ศึกษา

ได้คัดเลือกแป้งมันเทศสายพันธุ์ไนริน 03 อายุการเก็บเกี่ยว 4 เดือน และโอกูดเป็นตัวแทนกลุ่ม
 ในการศึกษาเสถียรภาพของแป้งมันเทศ พบว่า ความเป็นกรด-ด่าง และความหนืดของแป้งเมื่อได้รับความ
 ร้อนที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที มีความสัมพันธ์แบบเส้นโค้งคว่ำ ช่วงความเป็นกรด-ด่าง
 ที่ให้เสถียรภาพของแป้งสูง สำหรับสายพันธุ์ไนริน 03 และโอกูดคือ 4.5 - 5.5 และ 5.5 - 6.5 ตาม
 ลำดับ ความเข้มข้นของแป้งในสารละลายมีผลต่อเสถียรภาพของแป้งและสายพันธุ์ที่ต่างกันจะให้กราฟการ
 เปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งในช่วง heating-cooling cycle ที่แตกต่างกัน ที่ความเข้มข้นของแป้ง
 น้อยกว่าร้อยละ 6 แป้งจะมีเสถียรภาพดี และในการเก็บแป้งเปียกที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสนาน 24
 ชั่วโมง พบว่า แป้งเปียกมีความคงตัวดี

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร
 สาขาวิชา เทคโนโลยีการอาหาร
 ปีการศึกษา 2531

ลายมือชื่อนิติ
 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
 อ.ดร. ธีรพิทยาภูล

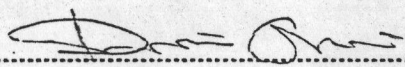
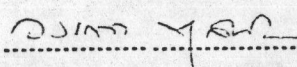
WECHAYAN THANABODEEPAT : EFFECTS OF VARIABLES ON THE PRODUCTION AND PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF STARCH FROM SWEET POTATOES GROWN IN THAILAND. THESIS ADVISOR : ASSIST. PROF. VANNA TULYADHAN, Ph.D. THESIS CO-ADVISOR : ASSO. PROF. CHAIYUTE THUNPITHAYAKUL, Ph.D. 155 pp..

Four varieties of sweet potato (TIS 8250, NORIN 03, POMOPOJO 2 and POMO 03-2), 3 and 4 months old and two commercial varieties (OKUD and KRATAI) were selected for the study on production and physicochemical properties of starch. It was found that variety and age significantly affected the starch yields which were found to vary from 9 to 18 % (wet basis). Sweet potatoes aged 4 months gave significantly higher yield of starch than those of sweet potatoes aged 3 months ($p \leq 0.05$), and NORIN 03 aged 4 months gave the highest starch yield at 14.49 %

The gelatinization temperatures of the sweet potato starches studied were not significantly different ($p \leq 0.05$). The Brabender visco-amylograms seemed to indicate a uniform internal bonding force in the starch granules. However, the starch pastes showed a low stability to heat and mechanical shear force. It was also found that age of sweet potato was an important factor affecting the stability and retrogradation of the starch paste. Investigation on swelling power and solubility of the starch granules further substantiated the results from the Brabender visco-amylograms ; it was shown that starches from sweet potatoes aged 4 months gave significantly less swelling power and solubility than those of the sweet potatoes aged 3 months ($p \leq 0.05$). Of all the starches studied, OKUD, a commercial variety, showed the highest stability to heat and mechanical shear force.

NORIN 03 aged 4 months and OKUD were then selected to study the stability of the starch pastes. The results showed that pH and viscosity of the starch pastes (at 95 °C 30 minutes) gave a concave curve. The optimal pH ranges for NORIN 03 and OKUD were 4.5 - 5.5 and 5.5 - 6.5, respectively. The concentration of the starches also affected the stability of the pastes and different varieties gave different patterns of Brabender visco-amylograms. When concentration of the starches was lower than 6 % the pastes were stable to heat and mechanical shear force.

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร
สาขาวิชา เทคโนโลยีการอาหาร
ปีการศึกษา 2531

ลายมือชื่อนิติ 
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา 

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณ ตูลยธัญ และรอง-
ศาสตราจารย์ ดร.ชัยยุทธ ธีรพิทยากุล ที่กรุณาให้คำแนะนำและความช่วยเหลือทางด้านวิชา
การตลอดระยะเวลาของการปฏิบัติงานเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ ศูนย์วิจัยพืชสวนพิจิตร กองพืชสวน กรมวิชาการเกษตร ที่ได้ให้ความ
อนุเคราะห์วัตถุดิบสนับสนุนงานวิจัย

ขอขอบคุณ คุณนรินทร์ พลเพิ่ม ที่ได้ให้คำแนะนำและความสะดวกในเรื่องวัตถุดิบ
ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และขอขอบคุณพี่ ๆ น้อง ๆ และเพื่อน ๆ ที่ได้
ให้ความช่วยเหลือทั้งกำลังกายและกำลังใจแก่ผู้เขียนตลอดมา

สุดท้ายขอขอบคุณนักศึกษาคณะเกษตรศาสตร์ที่ให้การสนับสนุนในด้านเงินทุนทำให้งานวิจัยสำเร็จ
ลุล่วงไปด้วยความเรียบร้อย

ศูนย์วิจัยพืชสวนพิจิตร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ญ
บทที่	
1. บทนำ	1
2. วารสารปริทัศน์	6
3. การทดลอง	34
4. ผลการทดลองและวิจารณ์	42
5. สรุปและข้อเสนอแนะ	108
เอกสารอ้างอิง	114
ภาคผนวก ก.	118
ภาคผนวก ข.	137
ภาคผนวก ค.	150
ประวัติผู้เขียน	155

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

	หน้า	
ตารางที่ 1.1	พื้นที่ปลูก ผลผลิต และผลผลิตเฉลี่ยเป็นรายภาคของ มันเทศในประเทศไทย ปี พ.ศ.2525-27	2
ตารางที่ 1.2	จังหวัดที่ปลูกมันเทศมากระหว่างปี พ.ศ.2525-27	3
ตารางที่ 2.1	คุณค่าทางอาหารในหัวมันเทศสด	10
ตารางที่ 2.2	ร้อยละของปริมาณแป้งจากมันเทศพันธุ์พื้นเมืองใน ประเทศไทย ที่อายุการเก็บเกี่ยว 3 และ 4 เดือน	13
ตารางที่ 2.3	องค์ประกอบทางเคมีของแป้งมันเทศ จากสายพันธุ์ต่าง ๆ 6 พันธุ์	16
ตารางที่ 2.4	องค์ประกอบทางเคมีของแป้งชนิดต่าง ๆ โดยประมาณ	16
ตารางที่ 2.5	ปริมาณอะไมโลสและพอสฟอรัสของแป้งชนิดต่าง ๆ โดย ประมาณ	17
ตารางที่ 2.6	ขนาดและรูปร่างของเม็ดแป้งมันเทศและแป้งอื่น ๆ โดย ประมาณ	18
ตารางที่ 2.7	การใช้แป้งมันเทศในอุตสาหกรรมอาหาร	33
ตารางที่ 4.1	ร้อยละของผลผลิตแป้ง และประสิทธิภาพในการสกัดแป้ง จากมันเทศสายพันธุ์ และอายุการเก็บเกี่ยวต่าง ๆ	44
ตารางที่ 4.2	ค่าเฉลี่ยของสมบัติมันเทศจากสายพันธุ์และอายุการเก็บเกี่ยว ต่าง ๆ ที่นำมาสกัดแป้ง	45
ตารางที่ 4.3	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และสมการถดถอย ระหว่างร้อยละ ของผลผลิตแป้งกับสมบัติต่าง ๆ ของมันเทศ	46
ตารางที่ 4.4	ค่าเฉลี่ยองค์ประกอบทางเคมีของแป้งมันเทศที่สกัดได้	48
ตารางที่ 4.5	ค่าเฉลี่ยสมบัติทางกายภาพ-เคมีของแป้งมันเทศที่สกัดได้	53

ตารางที่ 4.6	ค่าเฉลี่ยความหนืดของสารละลายแป้งที่ความเข้มข้นร้อยละ 6 ของแป้งมันเทศที่สกัดได้ แป้งข้าวโพด และแป้งมันสำปะหลัง ในช่วง heating cycle	54
ตารางที่ 4.7	ผลต่างการเปลี่ยนแปลงความหนืดใน heating-cooling cycle ของสารละลายแป้งที่ความเข้มข้นร้อยละ 6 ของแป้งมันเทศที่สกัดได้ แป้งข้าวโพด และแป้งมันสำปะหลัง	55
ตารางที่ 4.8	ค่าเฉลี่ยความหนืดของสารละลายแป้งที่ความเข้มข้นร้อยละ 6 ของแป้งมันเทศที่สกัดได้ แป้งข้าวโพด และแป้งมันสำปะหลัง ในช่วง cooling cycle	56
ตารางที่ 4.9	ค่าความเข้มข้นวิกฤต ความสามารถในการพองตัว และการละลายของแป้งเปียกที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส	67
ตารางที่ 4.10	รูปแบบความสัมพันธ์ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และสมการ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของการละลายกับความ สามารถในการพองตัวของแป้งเปียก	69
ตารางที่ 4.11	ค่าเฉลี่ยความหนืดและผลต่างความหนืดของแป้งเปียกจาก แป้งมันเทศ และแป้งข้าวโพด ที่สภาวะการเก็บทดสอบต่าง ๆ	107

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 ลักษณะทางสรีรวิทยาของหิวมันเทศ กำลังขยาย 160 เท่า	8
รูปที่ 2.2 กราฟความถี่ของขนาดเม็ดแป้งมันเทศสายพันธุ์ต่าง ๆ	15
รูปที่ 2.3 ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงธรรมดาของเม็ดแป้งมันเทศสายพันธุ์ต่าง ๆ กำลังขยาย 1550 เท่า	20
รูปที่ 2.4 ภาพถ่ายโดยใช้ scanning electron photomicroscope กำลังขยาย 435 แสดงการเกิดเจลของแป้งในมันเทศที่อุณหภูมิต่าง ๆ	24
รูปที่ 2.5 กราฟการเกิดเจลของแป้งมันเทศจาก 6 สายพันธุ์	25
รูปที่ 2.6 การพองตัวของแป้งมันเทศจาก 6 สายพันธุ์ในช่วงอุณหภูมิ 60-95 องศาเซลเซียส	25
รูปที่ 2.7 ความสามารถในการละลายของแป้งมันเทศจาก 6 สายพันธุ์ ในช่วงอุณหภูมิ 60-95 องศาเซลเซียส	26
รูปที่ 2.8 อัตราการคืนตัวของแป้งชนิดต่าง ๆ ที่ความเข้มข้นร้อยละ 2	28
รูปที่ 2.9 รูปแบบการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งเปียกจากแป้งชนิดต่าง ๆ ที่ความเข้มข้นของแป้งเป็นกรัมของน้ำหนักแห้งต่อน้ำ 500 มิลลิลิตร	30
รูปที่ 2.10 ผลของ pH ต่อรูปแบบการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งเปียกจากแป้งข้าวโพด ที่ความเข้มข้นของแป้ง 35 กรัม (น้ำหนักแห้ง) ต่อน้ำ 500 มิลลิลิตร	30
รูปที่ 2.11 ลักษณะความสัมพันธ์ระหว่าง pH และความหนืดเมื่อสิ้นสุด heating-cooling cycle ของแป้งชนิดต่าง ๆ	31
รูปที่ 2.12 รูปแบบการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งเปียกจากแป้งข้าวโพด ที่ความเข้มข้นของแป้งเป็นกรัมของน้ำหนักแห้งต่อน้ำ 500 มิลลิลิตร	32
รูปที่ 3.1 กรรมวิธีการสกัดแป้งมันเทศ	36

	หน้า	
รูปที่ 4.1	รูปแบบการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งเปียกที่ความเข้มข้น ร้อยละ 6 ใน heating-cooling cycle ของแป้งมันเทศที่ สกัดได้ อายุการเก็บเกี่ยว 3 เดือน	57
รูปที่ 4.2	รูปแบบการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งเปียกที่ความเข้มข้น ร้อยละ 6 ใน heating-cooling cycle ของแป้งมันเทศที่ สกัดได้ อายุการเก็บเกี่ยว 4 เดือน	58
รูปที่ 4.3	รูปแบบการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งเปียกที่ความเข้มข้น ร้อยละ 6 ใน heating-cooling cycle ของแป้งมันเทศที่ สกัดได้จากสายพันธุ์โสกุด และกระต่าย	59
รูปที่ 4.4	รูปแบบการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งเปียกที่ความเข้มข้น ร้อยละ 6 ใน heating-cooling cycle ของแป้งข้าวโพด และแป้งมันสำปะหลัง	60
รูปที่ 4.5	รูปแบบการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งเปียกที่ความเข้มข้น ร้อยละ 6 ใน heating-cooling cycle ของแป้งมันเทศที่ สกัดได้จากสายพันธุ์ TIS 8250 อายุการเก็บเกี่ยว 3 และ 4 เดือน	61
รูปที่ 4.6	รูปแบบการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งเปียกที่ความเข้มข้น ร้อยละ 6 ใน heating-cooling cycle ของแป้งมันเทศที่ สกัดได้จากสายพันธุ์โนริน 03 อายุการเก็บเกี่ยว 3 และ 4 เดือน	62
รูปที่ 4.7	รูปแบบการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งเปียกที่ความเข้มข้น ร้อยละ 6 ใน heating-cooling cycle ของแป้งมันเทศที่ สกัดได้จากสายพันธุ์พม.พจ.2 อายุการเก็บเกี่ยว 3 และ 4 เดือน	63
รูปที่ 4.8	รูปแบบการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งเปียกที่ความเข้มข้น ร้อยละ 6 ใน heating-cooling cycle ของแป้งมันเทศที่ สกัดได้จากสายพันธุ์พม.03-2 อายุการเก็บเกี่ยว 3 และ 4 เดือน	64

	หน้า
รูปที่ 4.9 รูปแบบการฟองตัวของแป้งมันเทศที่สกัดได้ อายุการเก็บเกี่ยว 3 เดือน	70
รูปที่ 4.10 รูปแบบการฟองตัวของแป้งมันเทศที่สกัดได้ อายุการเก็บเกี่ยว 4 เดือน	71
รูปที่ 4.11 รูปแบบการฟองตัวของแป้งมันเทศที่สกัดได้ และแป้งข้าวโพด	72
รูปที่ 4.12 รูปแบบการฟองตัวของแป้งมันเทศที่สกัดได้จากสายพันธุ์ TIS 8250 อายุการเก็บเกี่ยว 3 และ 4 เดือน	73
รูปที่ 4.13 รูปแบบการฟองตัวของแป้งมันเทศที่สกัดได้จากสายพันธุ์โนริน 03 อายุการเก็บเกี่ยว 3 และ 4 เดือน	74
รูปที่ 4.14 รูปแบบการฟองตัวของแป้งมันเทศที่สกัดได้จากสายพันธุ์พม.พจ.2 อายุการเก็บเกี่ยว 3 และ 4 เดือน	75
รูปที่ 4.15 รูปแบบการฟองตัวของแป้งมันเทศที่สกัดได้จากสายพันธุ์พม.03-2 อายุการเก็บเกี่ยว 3 และ 4 เดือน	76
รูปที่ 4.16 รูปแบบการละลายของแป้งมันเทศที่สกัดได้ อายุการเก็บเกี่ยว 3 เดือน	77
รูปที่ 4.17 รูปแบบการละลายของแป้งมันเทศที่สกัดได้ อายุการเก็บเกี่ยว 4 เดือน	78
รูปที่ 4.18 รูปแบบการละลายของแป้งมันเทศที่สกัดได้จากสายพันธุ์โอคุตและกระต่าย และแป้งข้าวโพด	79
รูปที่ 4.19 รูปแบบการละลายของแป้งมันเทศที่สกัดได้จากสายพันธุ์ TIS 8250 อายุการเก็บเกี่ยว 3 และ 4 เดือน	80
รูปที่ 4.20 รูปแบบการละลายของแป้งมันเทศที่สกัดได้จากสายพันธุ์โนริน 03 อายุการเก็บเกี่ยว 3 และ 4 เดือน	81

	หน้า
รูปที่ 4.21 รูปแบบการละลายของแป้งมันเทศที่สกัดได้จากสายพันธุ์พม.พจ.2 อายุการเก็บเกี่ยว 3 และ 4 เดือน	82
รูปที่ 4.22 รูปแบบการละลายของแป้งมันเทศที่สกัดได้จากสายพันธุ์พม.03-2 อายุการเก็บเกี่ยว 3 และ 4 เดือน	83
รูปที่ 4.23 รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการพองตัวกับร้อยละ การละลายของแป้งมันเทศที่สกัดได้ อายุการเก็บเกี่ยว 3 เดือน	84
รูปที่ 4.24 รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการพองตัวกับร้อยละ การละลายของแป้งมันเทศที่สกัดได้ อายุการเก็บเกี่ยว 4 เดือน	85
รูปที่ 4.25 รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการพองตัวกับร้อยละ การละลายของแป้งมันเทศที่สกัดได้จากสายพันธุ์โกลด์และกระต่าย และแป้งข้าวโพด	86
รูปที่ 4.26 รูปแบบการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 6 ใน heating-cooling cycle ของแป้งมันเทศที่สกัดได้จาก สายพันธุ์โกลด์ ที่ pH ต่าง ๆ	91
รูปที่ 4.27 รูปแบบการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 6 ใน heating-cooling cycle ของแป้งมันเทศที่สกัดได้จาก สายพันธุ์โนริน 03 อายุการเก็บเกี่ยว 4 เดือน ที่ pH ต่าง ๆ	92
รูปที่ 4.28 รูปแบบการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งเปียกที่ความเข้มข้นร้อยละ 6 ใน heating-cooling cycle ของแป้งข้าวโพด ที่ pH ต่าง ๆ	93
รูปที่ 4.29 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดเมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 30 นาทีแก่แป้งเปียกความเข้มข้นร้อยละ 6 และ pH ของน้ำแป้งจากแป้งมันเทศทดสอบและแป้งข้าวโพด	94

	หน้า
รูปที่ 4.30 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของความหนืดที่เพิ่มขึ้นในช่วง cooling cycle ของแป้งเปียกความเข้มข้นร้อยละ 6 และ pH ของน้ำแป้งจากแป้งมันเทศที่สกัดได้ และแป้งข้าวโพด	95
รูปที่ 4.31 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดเมื่อสิ้นสุด heating-cooling cycle ของแป้งเปียกความเข้มข้นร้อยละ 6 และ pH ของน้ำแป้งจากแป้งมันเทศที่สกัดได้ และแป้งข้าวโพด	96
รูปที่ 4.32 รูปแบบการเปลี่ยนแปลงความหนืดใน heating-cooling cycle ของแป้งมันเทศจากสายพันธุ์โอกูด ที่ความเข้มข้นของแป้งเปียกร้อยละ 4 , 6 และ 8	100
รูปที่ 4.33 รูปแบบการเปลี่ยนแปลงความหนืดใน heating-cooling cycle ของแป้งมันเทศจากสายพันธุ์โนริน 03 อายุการเก็บเกี่ยว 4 เดือน ที่ความเข้มข้นของแป้งเปียกร้อยละ 4 , 6 และ 8	101
รูปที่ 4.34 รูปแบบการเปลี่ยนแปลงความหนืดใน heating-cooling cycle ของแป้งข้าวโพด ที่ความเข้มข้นของแป้งเปียกร้อยละ 4 , 6 และ 8	102
รูปที่ 4.35 กราฟแบบ Mazurs สำหรับแป้งมันเทศจากสายพันธุ์โอกูด	103
รูปที่ 4.36 กราฟแบบ Mazurs สำหรับแป้งมันเทศจากสายพันธุ์โนริน 03 อายุการเก็บเกี่ยว 4 เดือน	104
รูปที่ 4.37 กราฟแบบ Mazurs สำหรับแป้งข้าวโพด	105