สมบัติการไหลของแป้งมันสำปะหลังและแป้งข้าวเหนียว

นายวัลลภ ชนะสัตรุ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2536

ISBN 974-582-261-2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

018836

RHEOLOGICAL PROPERTIES OF TAPIOCA FLOUR AND GLUTINOUS RICE FLOUR

Mr. Wanlop Chanasattru

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Food Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

1993

ISBN 974-582-261-2

copyright of the Graduate School, Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์ สมบัติการไหลของแป้งมันสำปะหลังและแป้งข้าวเหนียว

โดย นายวัลลภ ชนะสัตรู

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กัลยา เลาหสงคราม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สายวรุฬ ชัยวานิชศิริ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณะบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร. ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ชัยยุทธ อัญนิทยากุล)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กัลยา เลาหสงคราม)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สายวรุฬ ชัยวานิชศิริ)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร. พาสวดี ฤทัยยานนท์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ ไม่ว่ากรณีใดๆ

วัลลภ ชนะสัตรู : สมบัติการไหลของแป้งมันสำปะหลังและแป้งข้าวเหนียว (RHEOLOGICAL PROPERTIES OF TAPIOCA FLOUR AND GLUTINOUS RICE FLOUR) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.กัลยา เลาหสงคราม, ผศ.ดร.สายวรุฬ ชัยวานิชศิริ, 116 หน้า.
ISBN 974-582-261-2

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดค่าสมบัติการไหลซึ่งได้แก่ค่า flow-behavior index (n) และค่า consistency index (K) ของสารละลายแป้งมันสำปะหลังและแป้งข้าวเหนียวในระหว่างเกิด gelatinization โดยใช้เครื่อง Brookfield Viscometer RVT และผลของความเข้มข้น (ร้อยละ 1-5) อุณหภูมิ (65-85 องศาเซลเซียส) และเวลา (2-10 นาที) ต่อค่าสมบัติการไหล

ผลการวิจัยพบว่าแป้งมันสำปะหลังมีสมบัติการไหลคือค่า n และ K เท่ากับ 0.359-1.821 และ 0.0025-2.3009 $Pa.s^n$ ตามลำดับ ส่วนแป้งข้าวเหนียวพบว่ามีค่า n และ K เท่ากับ 0.257-2.160 และ 0.0014-4.2123 $Pa.s^n$ ตามลำดับ โดยค่า n ของแป้งมันสำปะหลังและแป้งข้าวเหนียวมีความสัมพันธ์แบบ polynomial กับความเข้มข้นและอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิคงที่ ค่า n ลดลงเป็นสมการเส้นตรงกับความเข้มข้น และเมื่อความเข้มข้นคงที่ ค่า n มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิตามสมการ Arrhenius มีค่าพลังงานกัมมันต์ (E_a) ของแป้งมันสำปะหลัง และแป้งข้าวเหนียวเท่ากับ 15.90-44.40 และ 31.55-49.38 KJ/mol ตามลำดับ ส่วนค่า K ของแป้งมันสำปะหลังและข้าวเหนียวมีความสัมพันธ์แบบ polynomial กับความเข้มข้น อุณหภูมิ และเวลา โดยที่อุณหภูมิและเวลาคงที่ ค่า K ของแป้งมันสำปะหลังและแป้งข้าวเหนียวเพิ่มขึ้นแบบ exponential กับความเข้มข้น และที่ความเข้มข้นและเวลาคงที่ค่า K ของแป้งมันสำปะหลังมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิเป็นแบบ พาราโบลา ในขณะที่ในแป้งข้าวเหนียวความสัมพันธ์ของค่า K กับอุณหภูมิเป็นไปตามสมการ Arrhenius โดยมีค่าพลังงานกัมมันต์ 76.07-144.57 KJ/mol

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา เทคโนโลยีการอาหาร ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ปีการศึกษา 2535 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

C226371 : MAJOR FOOD TECHNOLOGY
KEY WORD: RHEOLOGICAL PROPERTIES / TAPIOCA FLOUR / GLUTINOUS RICE FLOUR
WANLOP CHANASATTRU : RHEOLOGICAL PROPERTIES OF TAPIOCA FLOUR AND GLUTINOUS RICE FLOUR. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. KALAYA LAOHASONGKRAM, Ph.D., ASST. PROF. SAIWARUN CHAIWANICHSIRI, Ph.D.
116 pp. ISBN 974-582-261-2

The objectives of this research are to study the rheological properties such as flow-behavior index (n) and consistency index (K) of tapioca and glutinous rice flour slurries during gelatinization using Brookfield Viscometer RVT, and the effects of concentration (1-5%), temperature (65-85°C) and shearing time (2-10 minute) on these properties. The values of n and K of tapioca flour were found to be 0.359-1.821 and 0.0025-2.3009 Pa.s^n, while those of glutinous rice flour were 0.257-2.160 and 0.0014-4.2123 Pa.s^n, respectively. The values of n for both flours were found to be polynomial function with concentration and temperature. At constant temperature, n decreased linearly with an increasing concentration. At constant concentration the relationship between n and temperature followed the Arrhenius equation with the activation energies 15.90-44.40 and 31.55-49.38 KJ/mol, for tapioca and glutinous rice flour, respectively. The values of K for both flours were found to be polynomial function with concentration, temperature and time. At constant temperature and time, K increased exponentially with concentration. At constant concentration and time, K of tapioca flour was found to be a negative parabola with temperature, while those of glutinous flour increased with temperature and followed the Arrhenius equation with the activation energy of 76.07-144.57 KJ/mol.

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา เทคโนโลยีการอาหาร ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ปีการศึกษา 2535 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดีของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กัลยา เลาหสงคราม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สายวรุฬ ชัยวานิชศิริ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆของการวิจัยมาด้วยดี ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. ชัยยุทธ ธัญพิทยากุล และ ดร. พาสวดี ฤทัยยานนท์ ที่ได้ร่วมเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และได้เสนอแนะแนวทางแก้ไขปรับปรุงให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ดียิ่งขึ้น

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหารทุกท่านที่ได้ให้ความสะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติการ และสุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ที่สนับสนุนและให้กำลังใจเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่

1 บทนำ 1

2 วารสารปริทัศน์ 3

2.1 การเกิด gelatinization ของแป้ง 3

2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิด gelatinization ของแป้ง 5

2.3 สมบัติการไหลของแป้ง 7

3 การทดลอง 16

3.1 วัตถุดิบ 16

3.2 วิธีการทดลอง 16

3.3 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ 19

4 ผลการทดลองและวิจารณ์ 20

4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสมบัติการไหลของแป้งข้าวเหนียวและแป้งมันสำปะหลัง กับปัจจัยที่เกี่ยวข้อง 20

4.2 การเปลี่ยนแปลงของเม็ดแป้งมันสำปะหลังและแป้งข้าวเหนียว ในระหว่าง การเกิด gelatinization 50

หน้า

5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 55
5.1 สรุปผลการทดลอง 55
5.2 ข้อเสนอแนะ 58
เอกสารอ้างอิง 59
ภาคผนวก ก 63
ภาคผนวก ข 70
ภาคผนวก ค 106
ประวัติผู้เขียน 116

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ขนาดของเม็ดแป้ง และช่วงของอุณหภูมิที่เกิด gelatinization 4

4.1 ค่าเฉลี่ย flow-behavior index ของแป้งข้าวเหนียว ระหว่างการเกิด gelatinization ที่ความเข้มข้น และอุณหภูมิต่างๆ 21

4.2 สมการ regression ของ flow-behavior index ของแป้งข้าวเหนียว ระหว่างการเกิด gelatinization กับความเข้มข้น ในช่วงร้อยละ 1-5 25

4.3 สมการ regression ของ flow-behavior index ของแป้งข้าวเหนียวใน ระหว่างการเกิด gelatinization กับอุณหภูมิสัมบูรณ์ 27

4.4 สมการ regression ของ consistency index ของแป้งข้าวเหนียว ระหว่างการเกิด gelatinization กับความเข้มข้น ในช่วงร้อยละ 1-5 ที่เวลา 2-10 นาที 31

4.5 สมการ regression ของ consistency index ของแป้งข้าวเหนียวใน ระหว่างการเกิด gelatinization กับอุณหภูมิสัมบูรณ์ ที่เวลา 2-10 นาที..... 33

4.6 สมการ regression ของค่า consistency index ของแป้งข้าวเหนียว ในช่วงความเข้มข้นร้อยละ 1-5 อุณหภูมิ 65-85°C ที่เวลา 2-10 นาที 35

4.7 ค่าเฉลี่ย flow-behavior index ของแป้งมันสำปะหลังในระหว่างการเกิด gelatinization ที่ความเข้มข้น และอุณหภูมิต่างๆ 38

4.8 สมการ regression ของ flow-behavior index ของแป้งมันสำปะหลัง ในระหว่างการเกิด gelatinization กับความเข้มข้น ในช่วงร้อยละ 1-5 39

ตารางที่ (ต่อ) หน้า

4.9 สมการ regression ของ flow-behavior index ของแป้งมันสำปะหลังในระหว่างการเกิด gelatinization กับอุณหภูมิสัมบูรณ์ 41

4.10 สมการ regression ของ consistency index ของแป้งมันสำปะหลังในระหว่างการเกิด gelatinization กับความเข้มข้น ในช่วงร้อยละ 1-5 ที่เวลา 2-10 นาที 45

4.11 สมการ regression ของ consistency index ของแป้งมันสำปะหลังในระหว่างการเกิด gelatinization กับอุณหภูมิสัมบูรณ์ ที่เวลา 2-10 นาที ... 48

4.12 สมการ regression ของค่า consistency index ของมันสำปะหลังในช่วงความเข้มข้นร้อยละ 1-5 อุณหภูมิ 65-85°C ที่เวลา 2-10 นาที 49

สารบัญภาพ

รูปที่ หน้า

2.1 กลไกของการเกิด gelatinization ของเม็ดแป้ง 5

2.2 ความสัมพันธ์ของ shear stress กับ shear rate ของ dilatant plastic และ pseudoplastic fluids 9

2.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง apparent viscosity กับ shear rate ของ dilatant และ pseudoplastic fluids 9

2.4 ความสัมพันธ์ระหว่าง apparent viscosity กับเวลา ของ thixotropy และ rheopexy 10

2.5 ความสัมพันธ์ระหว่าง shear rate และ shear strees ของของไหลพวก thixotropy fluids 11

2.6 Amyloheat Viscogram ของ glutinous sticky non-glutinous และ less-sticky non-glutinious rice starch 15

3.1 แผนผังการทดลอง การวัดสมบัติการไหลของแป้ง 17

3.2 แผนผังการทดลองการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเม็ดแป้งมันสำปะหลังและ แป้งข้าวเหนียวระหว่างการเกิด gelatinization 18

4.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง flow-behavior index ของแป้งข้าวเหนียว กับความเข้มข้นร้อยละ ที่อุณหภูมิต่างๆ 24

4.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง flow-behavior index ของแป้งข้าวเหนียว กับอุณหภูมิ ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ 26

4.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง log(K) ของแป้งข้าวเหนียวกับความเข้มข้น ที่อุณหภูมิต่างๆ 30

รูปที่ (ต่อ) หน้า

4.4 ความสัมพันธ์ระหว่าง consistency index ของแป้งข้าวเหนียว กับส่วนกลับของอุณหภูมิสัมบูรณ์ ที่ความเข้มข้นต่างๆ 33

4.5 ความสัมพันธ์ระหว่าง flow-behavior index ของแป้งมันสำปะหลัง กับความเข้มข้นร้อยละ ที่อุณหภูมิต่างๆ 39

4.6 ความสัมพันธ์ระหว่าง flow-behavior index ของแป้งมันสำปะหลัง กับส่วนกลับของอุณหภูมิสัมบูรณ์ ที่ความเข้มข้นต่างๆ 40

4.7 ความสัมพันธ์ระหว่าง ln(K) ของแป้งมันสำปะหลังกับความเข้มข้น ที่เวลาและอุณหภูมิต่างๆ 44

4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า consistency index ของแป้งมันสำปะหลัง กับอุณหภูมิ ที่เวลาและความเข้มข้นต่างๆ 46

4.9 เม็ดแป้งข้าวเหนียวจากกล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 500 เท่า..... 53

4.10 เม็ดแป้งมันสำปะหลังจากกล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 500 เท่า..... 54