รายงานปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

อิทธิพลของแป้งชนิดต่างๆ ที่มีผลต่อเนื้อสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยว

Effect of Flour on Texture of Rice Noodle

โดย

นางสาวฉัฐธิดา จันทร์ประเสริฐ B4552185

นางสาวอ้อยนภา แซ่ลิ้ม B4552222

นางสาวนวพร ลาภส่งผล B4552246

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา สหกิจศึกษา

สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร

สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายงานปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

อิทธิพลของแป้งชนิดต่างๆ ที่มีผลต่อเนื้อสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยว

Effect of Flour on Texture of Rice Noodle

โดย

นางสาวณัฐธิดา	จันทร์ประเสริฐ	B4552185
นางสาวอ้อยนภา	แซ่ลิ้ม	B4552222
นางสาวนวพร	ลาภส่งผล	B4552246

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปฏิบัติงาน ณ

บริษัท เพรซิเดนท์ไรซ์โปรดักส์ จำกัด (มหาชน)

115 หมู่ 15 ซ.ไร่คุณเพ็ญ ถ.ทรงพล ต.ปากแรต

อ.บ้านโป่ง จ.ราชบุรี 70110

วันที่ 16 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2548

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร

ตามที่นางสาวณัฐธิดา จันทร์ประเสริฐ นางสาวอ้อยนภา แซ่ลิ้ม และนางสาวนวพร ลาภส่งผล นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้ไปปฏิงานสหกิจศึกษา ระหว่างวันที่ 29 สิงหาคม 2548 ถึงวันที่ 16 ธันวาคม 2548 ในตำแหน่งพนักงานวิจัยข้าวและเส้น และได้รับมอบหมายจาก Job Supervisor ให้ศึกษาและทำรายงานเรื่อง อิทธิพลของแป้งชนิดต่างๆ ที่มีผลต่อเนื้อสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยว (Effect of Flour on Texture of Rice Noodle)

บัดนี้ การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้สิ้นสุดลงแล้ว จึงขอส่งรายงานดังกล่าวมาพร้อมกันนี้ จำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

กิตติกรรมประกาศ

(Acknowledgment)

การที่ข้าพเจ้า นางสาวณัฐธิดา จันทร์ประเสริฐ นางสาวอ้อยนภา แซ่ลิ้ม และนางสาวนวพร ลาภส่งผล ได้มาปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท เพรซิเดนท์ไรซ์โปรดักส์ จำกัด (มหาชน) ตั้งแต่วันที่ 29 สิงหาคม พ.ศ. 2548 ถึงวันที่ 16 ธันวาคม พ.ศ. 2548 ส่งผลให้นักศึกษาทุกคนได้รับประสบการณ์ต่างๆมากมาย สำหรับรายงานวิชาสหกิจศึกษาฉบับนี้ได้สำเร็จลงด้วยดีด้วยความร่วมมือจากหลายฝ่ายดังนี้

1. คุณบุญเปี่ยม เอี่ยมรุ่งโรจน์ (กรรมการผู้จัดการ) ที่เห็นความสำคัญของระบบการศึกษาแบบสหกิจศึกษา และได้ให้โอกาสที่มีคุณค่ายิ่ง
2. คุณสดใส หาญชนะ (ผู้จัดการฝ่ายควบคุมคุณภาพและวิจัยพัฒนา)
3. คุณสมชาย กุลดีรีวัฒนา (ผู้จัดการโรงงาน)
4. คุณประครองศรี ตรุณจันทร์ (หัวหน้าแผนกวิจัยข้าวและเส้น) ซึ่งเป็น Job Supervisor
5. คุณราตรี จันทร์ย้อย (หน้าแผนก QC Line)
6. คุณรุ่งทิพย์ ปณิธิวัฒน์ (หัวหน้าแผนกวิจัยขบวนการผลิต)
7. คุณธนิดา อนุรักษ์ (หัวหน้าหน่วย Center Lab)
8. คุณศุภนิชา ก่อปฏิภาณ (หัวหน้าหน่วย QC Line)
9. คุณปิยะดา ชาวนาวิก (หัวหน้าหน่วยเครื่องปรุง 1)
10. คุณหทัยรัตน์ มะกรูดอินทร์ (หัวหน้าหน่วยเครื่องปรุง 2)

และบุคคลท่านอื่นๆที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือในการจัดทำรายงาน

คณะผู้จัดทำใคร่ขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูล เป็นที่ปรึกษาในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ตลอดจนให้ความดูแลและความเข้าใจเกี่ยวกับชีวิตของการทำงานจริง คณะผู้จัดทำขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

คณะผู้จัดทำ

16 ธันวาคม 2548

สารบัญ

	หน้า
ส่วนที่ 1 บทนำ	1
1 วัตถุประสงค์ของการสหกิจศึกษา	1
2 รายละเอียดเกี่ยวกับบริษัท	1
- นโยบายของบริษัท	1
- นโยบายคุณภาพ	1
- ผลิตภัณฑ์ที่ผลิต พร้อมเครื่องหมายการค้า (Brand)	2
- ประวัติโดยย่อ	3
- ผลิตภัณฑ์ของ บริษัท เพรซิเดนท์ไรซ์ โปรดักส์ จำกัด (มหาชน)	4
- กระบวนการผลิตและการควบคุมคุณภาพ	6
ส่วนที่ 2 รายละเอียดเกี่ยวกับงานที่ปฏิบัติ	15
1 หน้าที่ที่ได้รับมอบหมายในการปฏิบัติงาน	15
2 ทำโครงงานวิจัยเรื่อง อิทธิพลของแป้งชนิดต่างๆ ที่มีผลต่อเนื้อสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยว	16
บทคัดย่อ	16
บทนำ	17
วัตถุประสงค์	19
วิธีการและอุปกรณ์การทดลอง	19
ผลการทดลองและวิเคราะห์	26
สรุปผลการทดลอง	63
บรรณานุกรม	65
ภาคผนวก	67

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 แสดงลักษณะทางกายภาพและความสามารถในการขึ้นเป็นแผ่นฟิล์มของแป้งแต่ละชนิด	26
ตารางที่ 2 แสดงปริมาณอะมิโลสและความคงตัวของแป้งสุกของตัวอย่างแป้งแต่ละชนิดและแป้งผสม	30
ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีของเม็ดแป้งแต่ละชนิด	31
ตารางที่ 4 คุณสมบัติความหนืดของแป้งแต่ละชนิดและแป้งผสมเมื่อวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Brabender viscograph	33
ตารางที่ 5 อุณหภูมิที่เริ่มเกิดความหนืดของแป้งแต่ละชนิด	35
ตารางที่ 6 แสดงลักษณะปรากฏของเจลแป้งแต่ละชนิด	51
ตารางที่ 7 แสดงลักษณะปรากฏของเจลแป้งผสมระหว่างแป้งข้าวเจ้ากับแป้งชนิดต่างๆ	52
ตารางที่ 8 แสดงค่าความแข็งแรงของเจลของแป้งชนิดต่างๆ	53
ตารางที่ 9 แสดงลักษณะปรากฏของแผ่นก๋วยเตี๋ยวหลังนึ่ง	56
ตารางที่ 10 แสดงผลการทดสอบคุณภาพด้านต่างๆ ของเส้นก๋วยเตี๋ยว	58
ตารางที่ 11 แสดงผลการเติมแป้งชนิดต่างๆที่มีต่อคุณภาพเส้นก๋วยเตี๋ยว	62

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1 เปรียบเทียบอุณหภูมิที่เริ่มเกิดความหนืด(Gelatinization temperature) ของแป้งแต่ละชนิด 35

รูปที่ 2 เปรียบเทียบอุณหภูมิที่เริ่มเกิดความหนืดของแป้งผสมระหว่างแป้งข้าวเจ้าและแป้งชนิดอื่นในอัตราส่วนต่างๆ 36

รูปที่ 3 เปรียบเทียบอุณหภูมิที่เริ่มเกิดความหนืดของแป้งผสมเมื่อผสมแป้งชนิดต่างๆ ในอัตราส่วนที่เท่ากัน 36

รูปที่ 4 เปรียบเทียบค่าความหนืดสูงสุด (Peak viscosity) ของแป้งแต่ละชนิด 37

รูปที่ 5 เปรียบ์เทียบค่าความหนืดสูงสุดเมื่อผสมแป้งแต่ละชนิดลงในแป้งข้าวเจ้า ในอัตราส่วนต่างๆ 38

รูปที่ 6 เปรียบเทียบค่าความหนืดสูงสุดของแป้งผสมเมื่อผสมแป้งชนิดต่างๆ ในอัตราส่วนที่เท่ากัน 38

รูปที่ 7 เปรียบเทียบค่า Main viscosity เมื่อผสมแป้งแต่ละชนิดลงในแป้งข้าวเจ้า ในอัตราส่วนต่างๆ 39

รูปที่ 8 เปรียบเทียบค่า Main viscosity ของแป้งผสมเมื่อผสมแป้งชนิดต่างๆ ในอัตราส่วนที่เท่ากัน 39

รูปที่ 9 เปรียบเทียบค่าความหนืดลดลง (Breakdown viscosity) ของแป้งแต่ละชนิด 40

รูปที่ 10 เปรียบเทียบค่าความหนืดลดลงเมื่อผสมแป้งแต่ละชนิดลงในแป้งข้าวเจ้า ในอัตราส่วนต่างๆ 41

รูปที่ 11 เปรียบเทียบค่าความหนืดลดลงของแป้งผสมเมื่อผสมแป้งชนิดต่างๆ ในอัตราส่วนที่เท่ากัน 41

รูปที่ 12 เปรียบเทียบค่าความหนืดสุดท้าย (Final viscosity) เมื่อผสมแป้งแต่ละชนิดลงในแป้งข้าวเจ้าในอัตราส่วนต่างๆ 42

รูปที่ 13 เปรียบเทียบค่าความหนืดสุดท้ายของแป้งผสมเมื่อผสมแป้งชนิดต่างๆ ในอัตราส่วนที่เท่ากัน 43

รูปที่ 14 เปรียบเทียบค่า Setback viscosity ของแป้งแต่ละชนิด 43

รูปที่ 15 เปรียบเทียบ Setback viscosity เมื่อผสมแป้งแต่ละชนิดลงในแป้งข้าวเจ้า ในอัตราส่วนต่างๆ 44

รูปที่ 16 เปรียบเทียบ Setback viscosity ของแป้งผสมเมื่อผสมแป้งชนิดต่างๆ ในอัตราส่วนที่เท่ากัน 44

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 17 ค่าความหนืดของแป้งแต่ละชนิดที่ได้จากเครื่อง Rapid visco analyzer (RVA) 46

รูปที่ 18 ค่าความหนืดของแป้งผสมระหว่างแป้งข้าวเจ้ากับแป้งข้าวโพดในอัตราส่วนต่างๆ 46

รูปที่ 19 ค่าความหนืดของแป้งผสมระหว่างแป้งข้าวเจ้ากับแป้งข้าวเหนียวในอัตราส่วนต่างๆ 47

รูปที่ 20 ค่าความหนืดของแป้งผสมระหว่างแป้งข้าวเจ้ากับแป้งถั่วเขียวในอัตราส่วนต่างๆ 47

รูปที่ 21 ค่าความหนืดของแป้งผสมระหว่างแป้งข้าวเจ้ากับแป้งมันสำปะหลัง ในอัตราส่วนต่างๆ 48

รูปที่ 22 ค่าคววมหนืดของแป้งผสมระหว่างแป้งข้าวเจ้ากับแป้งมันฝรั่งในอัตราส่วนต่างๆ 48

รูปที่ 23 เปรียบเทียบค่า Gel strength ของแป้งแต่ละชนิดเมื่อใช้น้ำแป้งเข้มข้น 15 %Dry solid 53

รูปที่ 24 เปรียบเทียบค่า Gel strength ของแป้งผสมระหว่างแป้งข้าวเจ้ากับแป้งชนิดต่างๆ เมื่อใช้น้ำแป้งเข้มข้น 15 %Dry solid 53

รูปที่ 25 เปรียบเทียบค่า Hardness ของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตจากแป้งข้าวเจ้าและแป้งผสม ในอัตราส่วนต่างๆ 57

รูปที่ 26 เปรียบเทียบค่า Cohesiveness ของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตมาจากแป้งข้าวเจ้า และแป้งผสมในอัตราส่วนต่างๆ 57

รูปที่ 27 เปรียบเทียบค่าAdhesiveness ของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตมาจากแป้งข้าวเจ้า และแป้งผสมในอัตราส่วนต่างๆ 57

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ส่วนที่ 1
บทนำ

1. วัตถุประสงค์

-เพื่อศึกษาการทำงานภายในบริษัท เพรซิเดนท์ไรซ์โปรดักส์ จำกัด (มหาชน)

-เพื่อเรียนรู้กระบวนการผลิตเส้นหมี่ ก๋วยเตี๋ยว และข้าวต้ม

-เพื่อศึกษาโครงงานวิจัยในเรื่องอิทธิพลของแป้งชนิดต่างๆที่มีผลต่อเนื้อสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยว

-เพื่อเพิ่มพูนประสบการณ์จากการปฏิบัติงานจริง

2. รายละเอียดเกี่ยวกับบริษัท

สำนักงานใหญ่ : 278 ถ. ศรีนครินทร์ แขวงหัวหมาก เขตบางกะปิ กรุงเทพฯ 10240

ที่ตั้งของบริษัท : 115 หมู่ที่ 15 ซ.ไร่คุณเพ็ญ ถ.ทรงพล ต.ปากแรต อ.บ้านโป่ง จ.ราชบุรี รหัสไปรษณีย์ 70110 โทร 0-3234-2658, 0-3220-1503 โทรสาร 0-3220-1248

เริ่มก่อตั้ง ปี 2524 ด้วยทุนจดทะเบียน 120 ล้านบาท

เจ้าของกิจการ คุณพิพัฒน์ พะเนียงเวทย์

นโยบายคุณภาพ

"บริษัท เพรซิเดนท์ไรซ์ โปรดักส์ จำกัด (มหาชน) มุ่งมั่นดำเนินงานเพื่อความเป็นเลิศในการผลิตอาหารกึ่งสำเร็จรูป ให้มีคุณภาพและความปลอดภัย โดยไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งพัฒนาอย่างไม่หยุดยั้ง เพื่อสร้างความพึงพอใจให้แก่ลูกค้า"

วัตถุประสงค์

เพื่อให้บรรลุนโยบายดังกล่าว บริษัทฯ กำหนดวัตถุประสงค์ในการดำเนินงาน ดังนี้

1. สรรหาและคัดเลือกวัตถุดิบที่มีคุณภาพ ปลอดภัยได้มาตรฐานและใช้เทคโนโลยีการผลิตที่ทันสมัย
2. ทำการผลิตภายใต้ระบบการจัดการด้านสุขลักษณะอาหารตามมาตรฐานระบบ HACCP มาตรฐาน ระบบบริหารคุณภาพ ISO9001 และ ISO14000
3. พัฒนาบุคลากรในทุกระดับให้มีความรู้ ความชำนาญ เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4. มีระบบการตรวจติดตาม และประเมินผลการปฏิบัติงานอย่างสม่ำเสมอ รวมทั้งมีแนวทางแก้ไขและป้องกันความผิดพลาดต่างๆ เพื่อให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจ และไว้วางใจในสินค้าของบริษัทฯ
5. บริษัทฯ จะนำกฎหมายและข้อกำหนดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องทางด้านสิ่งแวดล้อมเป็นมาตรฐานขั้นต่ำในการดำเนินงาน
6. บริษัทฯ มุ่งมั่นที่จะป้องกันปัญหา และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดจนปรับปรุงสภาพแวดล้อมอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้บรรลุถึงวัตถุประสงค์และเป้าหมาย ตลอดจนสอดคล้องกับนโยบายของบริษัทฯ
7. บริษัทฯ จะปลูกฝัง และสร้างจิตสำนึกในด้านสิ่งแวดล้อม ให้กับพนักงานทุกคน
8. บริษัทฯ จะเผยแพร่นโยบายสิ่งแวดล้อมต่อสาธารณชน และบุคคลที่เกี่ยวข้อง
9. บริษัทฯ จะมุ่งเน้นที่จะลดของเสียจากขบวนการผลิต

ผลิตภัณฑ์ที่ผลิต พร้อมเครื่องหมายการค้า (Brand)

1. ผลิตภัณฑ์ภายในประเทศ เช่น มาม่าเส้นหมี่กึ่งสำเร็จรูปน้ำใส มาม่าก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กกึ่งสำเร็จรูปรสต้มยำ มาม่าวุ้นเส้นกึ่งสำเร็จรูปรสเย็นตาโฟ มาม่าโจ๊กกึ่งสำเร็จรูปรสหมู มาม่าข้าวต้มกึ่งสำเร็จรูปรสรวมมิตรทะเล มาม่าเส้นหมี่กึ่งสำเร็จรูปชนิดชามรสหมู มาม่าโจ๊กกึ่งสำเร็จรูปรสหมูมินิ ฯลฯ

2. ผลิตภัณฑ์นอกประเทศ เช่น อร่อยเส้นหมี่อบใหญ่ บลูดาร์กอนเส้นหมี่อบใหญ่ บลูดาร์กอนข้าวผัดกุ้ง ฟูกุเส้นหมี่กึ่งสำเร็จรูปน้ำใส กิมเฮียงก๋วยเตี๋ยว 5 มม. กึ่งสำเร็จรูปรสต้มยำ มามี่เส้นหมี่กึ่งสำเร็จรูปน้ำใส นิสชินเส้นหมี่กึ่งสำเร็จรูปรสเนื้อ ปาม่าเส้นหมี่กึ่งสำเร็จรูปน้ำใส ปาป้าก๋วยเตี๋ยวเส้นจันท์สำเร็จรูปน้ำใส PNS เส้นหมี่อบใหญ่ ไทเคนท์ก๋วยเตี๋ยว 2 มม.ท่อนสั้นกึ่งสำเร็จรูปชนิดถ้วยน้ำใส ตงวันเส้นหมี่กึ่งสำเร็จรูปรสลักษณะ ฮ้อยเซ่นซ็อปก๋วยเตี๋ยวอบใหญ่ ฯลฯ

3. ผลิตภัณฑ์ภายในประเทศและนอกประเทศ เช่น มาม่าเส้นหมี่กึ่งสำเร็จรูปน้ำใสซองกลาง มาม่าก๋วยเตี๋ยวเส้นจันทร์กึ่งสำเร็จรูปรสเนื้อ มาม่าก๋วยเตี๋ยวผัดไทกึ่งสำเร็จรูปส่งออก มาม่าก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่กึ่งสำเร็จรูปน้ำใส USA มาม่าก๋วยจั๊บกึ่งสำเร็จรูปน้ำใส มาม่าก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กผัดไทย มาม่าเส้นหมี่อบใหญ่ซาอุ มาม่าข้าวกับแกงแดง มาม่าก๋วยเตี๋ยว 2 มม.อบใหญ่ PK.SIAM มาม่าข้าวผัดกุ้ง มาม่าวุ้นเส้นกึ่งสำเร็จรูปน้ำใส มาม่าข้าวผัดรวมมิตรทะเล มาม่าข้าวผัดเห็ดหอมสาหร่าย ฯลฯ

ตัวแทนจำหน่าย บริษัท สหพัฒนพิบูลย์ จำกัด (มหาชน) จำหน่ายภายในประเทศ/ต่างประเทศ

ประวัติโดยย่อ

ปี 2524 บริษัทฯได้ก่อตั้งขึ้นโดยมีโรงงานผลิตตั้งอยู่ที่นิคมอุตสาหกรรมบางปู เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์อาหารกึ่งสำเร็จรูป ประเภทเส้นหมี่ มีกำลังการผลิต 600,000 หีบ/ปี

ปี2530 บริษัทฯได้ออกผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นอีกคือ เส้นเล็ก เส้นใหญ่ ก๋วยจั๊บกึ่งสำเร็จรูป ซึ่งในระยะแรกไม่สามารผลิตได้เพียงพอ ต่อความต้องการของผู้บริโภค และขณะเดียวกันบริษัทก็ได้รับอนุญาตในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย

ปี2531 ได้เปิดทำการโรงงานแห่งที่ 2 ที่ อ.บ้านโป่ง จ.ราชบุรี มีกำลังการผลิต 1.3 ล้านหีบต่อปี และเป็นโรงงานที่ได้รับการส่งเสริมการลงทุน

ปี2535 มีการร่วมทุนจัดตั้งบริษัทย่อยที่ผลิตภัณฑ์เกื้อกูลต่อผลิตภัณฑ์ของบริษัท ซึ่งถือเป็นการเพิ่มสายผลิตภัณฑ์ทางธุรกิจ คือ บริษัท เพรซิเดนท์ อะกริ เทรดดิ้ง จำกัด เป็นธุรกิจจำหน่ายข้าวประเภทต่างๆทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ

ปี2536 บริษัทฯได้ขยายฐานธุรกิจโดยลงทุนในรูปบริษัทย่อยกับบริษัท เพรซิเดนท์เบเกอรี่ จำกัด ซึ่งประกอบธุรกิจผลิตขนมปังชนิดต่างๆ ภายใต้เครื่องหมายการค้า “ฟาร์มเฮ้าส์”

ปี2537 บริษัทฯมีการเพิ่มทุนการจดทะเบียนจาก 40 ล้านบาทเป็น 120 ล้านบาท และได้แปรสภาพจาก บริษัท จำกัด เป็น “บริษัทมหาชน”

ปี2538 บริษัทฯประสบกับต้นทุนการผลิตสูงขึ้น สาเหตุส่วนหนึ่งมาจากพื้นที่เกษตรกรรมของประเทศประสบภัยทางธรรมชาติ ส่งผลให้ปัจจัยการผลิตที่สำคัญ คือ ข้าว วัสดุและเครื่องปรุงแปรรูปมีราคาสูงขึ้น และในปีเดียวกัน บริษัทฯมีการออกผลิตภัณฑ์ใหม่ คือ เส้นหมี่น้ำใสโฉมใหม่ที่ขนาดบรรจุมากกว่าเดิมและมีรสชาติเข้มข้น เพื่อให้ตรงต่อความต้องการของผู้บริโภค

ปี2539 เป็นปีที่เศรษฐกิจไทยชะลอตัวมูลค่าการส่งออกลดลง อัตราเงินเฟ้อเฉลี่ยทั้งปีอยู่ที่ร้อยละ 5.8 จึงเป็นปีที่บริษัทฯจะต้องปรับตัวในด้านราคาตลาดและด้านต้นทุนสินค้า โดยหน่วยงานวิจัยและพัฒนาได้ปรับปรุง PRODUCT CONFIGURATION ใหม่ ให้ต้นทุนลดตามเป้าหมายโดยยังคงด้านคุณภาพไว้

ปี2540 ครึ่งปีแรก บริษัทได้จำหน่ายที่ดิน อาคาร ซึ่งเป็นโกดังเก็บวัสดุที่นิคมอุตสาหกรรมบางปู ในราคาตลาด และซื้อที่ดินที่นครสวรรค์ สำหรับขยายกิจการในอนาคต สำหรับครึ่งปีหลังจากวิกฤตที่รัฐบาลประกาศเงินบาทลอยตัว เกิดการผันผวนของค่าเงิน โดยมีแนวโน้มอ่อนตัวตลอดครึ่งปีหลังส่งผลกระทบต่อบริษัท เนื่องจากบริษัทฯมียอดขายจากการส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศในสัดส่วน 20-30% ของยอดขายทั้งหมด ส่งผลให้บริษัทฯได้มูลค่าเพิ่มจากยอดเงินที่ได้จากการส่งออก

ปี2541 โดยสภาพรวมของเศรษฐกิจภายในประเทศ สินค้าอุปโภคบริโภคได้มีการปรับราคาขายเพิ่มขึ้น มาจากผลกระทบจากต้นทุนวัตถุดิบวัสดุเพิ่มขึ้นเป็นลูกโซ่ (Domino)ในขณะเดียวกับอำนาจซื้อและการะมัดระวังในการจับจ่ายใช้สอยได้ทำให้ปริมาณขายลดลงอย่างต่อเนื่องสำหรับบริษัทฯได้มีการปรับราคาขายเช่นเดียวกบราคาขายปลีกในประเทศซองละ 4 บาทเพิ่มเป็นซองละ 5

บาท ส่วนตลาดต่างประเทศถือเป็นโอกาสในการบุกตลาด จึงมีการจัดโปรโมชั่นใช้งบค่าโฆษณาเพิ่มขึ้น

ปี2542 ตลาดขยายภายในประเทศของบริษัทฯมีแนวโน้มที่ดีขึ้น มีปริมาณการขยายเพิ่มขึ้นร้อยละ 18 ส่วนตลาดต่างประเทศยังคงมีอัตราเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี สำหรับราคาพืชผลทางการเกษตรกรรมมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องมีผลให้ต้นทุนลดลง

ปี 2543 ในระหว่างปี บริษัทฯ ได้ออกผลิตภัณฑ์ใหม่ เป็นประเภทข้าวอบไมโครเวฟกึ่งสำเร็จรูปโดยมี 4 รสชาติ คือ ข้าวผัดแกงกะหรี่ ข้าวสาหร่ายเห็ดหอม ข้าวผัดกุ้งและข้าวผัดไก่ ได้รับการตอบรับในตลาดต่างประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแถบยุโรปที่ต้องการบริโภคอาหารประเภทข้าวเจ้านอกจากนี้ยังมีวุ้นเส้นกึ่งสำเร็จรูปรสต้มยำ และรสเย็นตาโฟ สำหรับตลาดขายในประเทศ

ผลิตภัณฑ์ของ บริษัท เพรซิเดนท์ไรซ์ โปรดักส์ จำกัด (มหาชน)

ชื่อทางการค้า	ผลิตภัณฑ์
Aroi (อร่อย)	เส้นหมี่
	ก๋วยเตี๋ยว
Blue Dragon (บลูดราก้อน)	ก๋วยเตี๋ยวกึ่งสำเร็จรูปรสเป็ด
	ก๋วยเตี๋ยวกึ่งสำเร็จรูปรสเนื้อ
	เส้นหมี่ข้าวกล้อง
	ก๋วยเตี๋ยวเส้นตรงชาเขียว
	ก๋วยเตี๋ยว
	เส้นหมี่
	ข้าวผัดกุ้ง
	ข้าวผัดผงกระหรี่
Carrefour (คาร์ฟูร์)	โจ๊กกึ่งสำเร็จรูปชนิดถ้วยรสไก่
	โจ๊กกึ่งสำเร็จรูปชนิดถ้วยรสหมู
โคคา	เส้นหมี่กึ่งสำเร็จรูปน้ำใส
Cerebos (ซีรีบอส)	เส้นหมี่
	ก๋วยเตี๋ยว
Fuku (ฟูกุ)	เส้นหมี่กึ่งสำเร็จรูปน้ำใส

ชื่อทางการค้า	ผลิตภัณฑ์
Fuku (ฟูกุ)	เส้นหมี่กึ่งสำเร็จรูปรสต้มยำ
	ก๋วยเตี๋ยวกึ่งสำเร็จรูปรสเป็ด
	ก๋วยเตี๋ยวกึ่งสำเร็จรูปรสหมู
	ก๋วยเตี๋ยวกึ่งสำเร็จรูปรสไก่
	ก๋วยเตี๋ยวกึ่งสำเร็จรูปรสเนื้อ
	ก๋วยจั๊บกึ่งสำเร็จรูปรสไก่
	ก๋วยจั๊บกึ่งสำเร็จรูปรสเนื้อ
	เส้นหมี่กึ่งสำเร็จรูปรสซี่โครงหมูผักดอง
	เส้นหมี่กึ่งสำเร็จรูปรสทะเล
Forseas (โฟร์ซี)	เส้นหมี่กึ่งสำเร็จรูปรสสาหร่าย
Heuschen & Schrouff	เส้นหมี่
	ก๋วยเตี๋ยว
JD Food	ก๋วยเตี๋ยวเส้นตรง
Kam heuhg (กิมเฮียง)	ก๋วยเตี๋ยวกึ่งสำเร็จรูปรสต้มยำ
	ก๋วยเตี๋ยวกึ่งสำเร็จรูปน้ำใส
Kung Fu (กังฟู่)	ก๋วยเตี๋ยว
Mamee (มามี่)	เส้นหมี่กึ่งสำเร็จรูปรสไก่
	เส้นหมี่กึ่งสำเร็จรูปรสต้มยำกุ้ง
	เส้นหมี่กึ่งสำเร็จรูปรสเป็ด
Mamy (มามาย)	เส้นหมี่กึ่งสำเร็จรูปน้ำใส
	ก๋วยเตี๋ยวเส้นจันทน์กึ่งสำเร็จรูปน้ำใส
	ก๋วยเตี๋ยวเส้นจันทน์กึ่งสำเร็จรูปรสต้มยำ
	วุ้นเส้นกึ่งสำเร็จรูปน้ำใส
Myojo (เมียวโจ้)	เส้นหมี่กึ่งสำเร็จรูปน้ำใส
	เส้นหมี่กึ่งสำเร็จรูปรสไก่
	เส้นหมี่กึ่งสำเร็จรูปรสต้มยำ
	ก๋วยเตี๋ยวกึ่งสำเร็จรูปรสไก่
	โจ๊กคัพกึ่งสำเร็จรูปรสไก่
	โจ๊กคัพกึ่งสำเร็จรูปรสเป็ด
	โจ๊กคัพกึ่งสำเร็จรูปรสรวมมิตรทะเล

มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

ชื่อทางการค้า	ผลิตภัณฑ์
มาม่า	เส้นหมี่ข้าวกล้อง
Thai gourment	ข้าวแกงเขียว
	ข้าวแกงกะหรี่
	ข้าวต้มข่าไก่
Quick 'N Tasty	ข้าวผัดกุ้งผงกระหรี่
(ข้าวอบไมโครเวฟ)	ข้าวผัดกุ้ง
	ข้าวผัดรวมมิตรทะเล
	ข้าวผัดเห็ดหอมสาหร่าย
Thai lunch box	ข้าวผัดกุ้งผงกระหรี่ TLB
(ข้าวอบไมโครเวฟ)	ข้าวผัดรวมมิตรทะเล TLB
Handi rice (ข้าวชง)	แกงแดง
	แกงเขียว
	กุ้งแกงกะหรี่

3. กระบวนการผลิตและการควบคุมคุณภาพ

3.1 แผนกโกดังข้าว

หน้าที่ของแผนกนี้คือ เบิกข้าว ลากข้าว เทข้าวตามสูตรที่กำหนด แผนกนี้จะประสานงานกับ 3 ฝ่าย คือ

1. ฝ่ายผลิต จะทำหน้าที่ควบคุมดูแลการผลิตต่อวันว่าจะผลิตอไรบ้าง จำนวนเท่าไร
2. ฝ่ายวิจัยข้าว จะทำหน้าที่ทดลองว่าจะใช้ข้าวชนิดใด ในอัตราส่วนเท่าไร
3. ฝ่ายบัญชี จะทำหน้าที่รับข้าว นับจำนวนข้าว ทำการเบิกจ่ายให้ฝ่ายผลิต และทำบัญชีหาต้นทุนในการผลิต

<u>การลงข้าว</u>

การลงข้าว จะต้องมีการตรวจข้าวก่อนโดยฝ่ายควบคุมคุณภาพ จะทำหน้าที่ตรวจข้าวว่าตรงตามมาตรฐานหรือไม่ โดยนำมาเปรียบเทียบกับข้าวมาตรฐานที่มีอยู่ ข้าวที่ได้มาตรฐานแล้วจะเก็บไว้ในโกดังข้าว

โกดังข้าวทำหน้าที่เก็บวัตถุดิบ ซึ่งได้แก่ข้าวโดยแต่ส่วนจะมีรหัสกำกับ ข้าวที่มีรหัสต่างกันจะมีลักษณะที่แตกต่างกัน การจัดเก็บข้าวในโกดังมีการเรียงข้าวแบ่งเป็น 2 ฝั่ง แต่ละฝั่งจะมีการจัดเรียงเป็นล็อค ซึ่งแต่ละล็อคจะมีรหัสข้าวที่ถูกกำหนดโดยหน่วยวิจัยข้าว ข้าวในแต่ละส่วนจะถูกนำมาจัดเรียงเป็นชั้นๆ ซึ่งเรียกว่า ตัง

เมื่อเทข้าวลงในหลุมเทข้าว ข้าวจะเข้าไปที่เครื่องแยกกรวด เพื่อแยกหิน โลหะออกจากข้าว ใช้ลมพัดจากด้านล่าง พร้อมกับการเขย่าเครื่อง ข้าวที่ผ่านเครื่องแยกกรวดจะถูกลำเลียงไปยังเครื่องแยกเมล็ดสี เพื่อตัดสินว่าข้าวเมล็ดใดไม่ผ่านก็จะถูกเป่าดีดออกมา ข้าวที่มีคุณภาพดีก็จะเข้าเครื่องขัดมัน เพื่อทำความสะอาดผิวเมล็ดข้าวเป็นครั้งสุดท้าย จากนั้นเมล็ดข้าวจะถูกลำเลียงไปเก็บไว้ในไซโลเก็บข้าว ซึ่งมีไซโลข้าวหมื่ ไซโลก๋วยเตี๋ยว และไซโลข้าวทดลอง

<u>การโม่ข้าว</u>

ปล่อยน้ำลงในถังแช่ข้าว พร้อมปล่อยข้าวจากไซโล เปิดปั๊มลม

↓

ปล่อยน้ำลงถังจนกระทั่งน้ำท่วมข้าว จึงหยุดปล่อยน้ำแล้วปิดปั๊มลม

↓

ใช้กระชอนตักสิ่งสกปรกที่ลอยอยู่บนผิวน้ำ และเปิดให้น้ำล้นเพื่อพาฝุ่นละอองออกไป

↓

ถ่ายน้ำออกจากถัง แล้วปล่อยน้ำลงถังแช่จนระดับน้ำสูงกว่าระดับข้าว เปิดปั๊มลมใช้กระชอนตักสิ่งสกปรกออกให้หมด

↓

เมื่อล้างข้าวสะอาดแล้ว ปล่อยน้ำลงถังเพื่อทำการแช่ข้าวตามเวลาที่กำหนด
ปล่อยข้าวลงสู่เครื่องโม่ และกรองน้ำแป้งที่ได้ เก็บน้ำแป้งที่ถังพักน้ำแป้ง

↓

ตรวจสอบความเข้มข้นของน้ำแป้ง และความละเอียดของน้ำแป้ง ก่อนที่จะนำน้ำแป้งเข้าสายการผลิต

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.2 กระบวนการผลิตเส้นหมี่

จุดประสงค์ในการอัดแป้ง เพื่อที่จะเปลี่ยนสถานะของน้ำแป้งซึ่งเป็นของเหลวให้เป็นของแข็ง โดยใช้กระบวนการบีบน้ำออกจากของแป้ง ซึ่งก็คือเนื้อแป้ง

ขั้นตอนการอัดแป้งด้วยเครื่อง Fillter press

ดันแผ่นให้ชิดมาทางวาล์ว

↓

ดันแผ่นให้แนบสนิท ปั๊มน้ำแป้งเข้าสู่เครื่องอัดแป้ง จนกว่าน้ำจะไหลออกจากแผ่นน้อย หรือไม่มีเลย

↓

แยกแผ่นออกจากกัน ก้อนแป้งจะหลุดออกมา ผสมเศษหมี่ลงไปในอัตราส่วนที่กำหนด

↓

ดันแผ่นทั้งหมดกลับมาชิดกันเพื่ออัดแป้งรอบต่อไป

↓

แป้งที่ได้ถูกย่อยให้ละเอียดในกระบะย่อยแป้ง จะถูกอัดให้เป็นตัวหนอน

↓

นึ่งตัวหนอนด้วยไอน้ำ และถูกนวดให้เข้ากันเข้าสู่สกรูเพื่ออัดผ่านแว่นได้เส้นหมี่

↓

นำหมี่ที่ได้ไปแขวนที่รถแขวนหมี่ นึ่งด้วยความร้อนจากไอน้ำ

↓

บ่มที่อุณหภูมิห้อง และนำเส้นหมี่ไปล้างเส้น จับหมี่และอบต่อไป

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.3 กระบวนการผลิตก๋วยเตี๋ยว

เตรียมน้ำแป้งให้มีค่าความถ่วงจำเพาะตามที่กำหนด โดยตรวจวัดทุกๆ 1 ชั่วโมง ตรวจสอบความละเอียดของน้ำแป้งโดยใช้มือจับ

↓

ปล่อยน้ำแป้งให้ไหลในปริมาณที่พอดี เข้าอุโมงค์นึ่ง ควบคุมไอน้ำที่ให้แผ่นก๋วยเตี๋ยว

↓

แผ่นออกจากอุโมงค์นึ่ง และเข้าสู่ตู้อบแผ่น สังเกตดูว่าแผ่นบางหรือหนาตามที่ต้องการหรือไม่

↓

ถ้าแผ่นมีความหนามากเกินไป ปรับตัวปรับความหนาแผ่น

↓

ขณะขับแผ่นหลังนึ่งว่าสุกดีหรือไม่ ดูลักษณะแผ่น ถ้าเป็นแผ่นดีจะเรียบ เหนียวและยืดหยุ่นดี มีความสม่ำเสมอ ไม่มีฟองอากาศ และไม่มีขี้แป้งติด

↓

แผ่นที่ได้หลังอบจะถูกตัดตามชนิดของผลิตภัณฑ์ที่เดินซึ่งมีความกว้างไม่เท่ากัน วัดความหนาด้านที่ถูกใบมีดตัด อย่างน้อย 3 จุด ทุกๆ 3 นาที และตรวจความสุกของแผ่นทุกๆ 1 ชั่วโมง

↓

ชิมแผ่นดูลักษณะเนื้อสัมผัส โดยแผ่นที่ดีหลังชงน้ำจะใส แผ่นเหนียวยืดหยุ่นดี เนื้อแน่น

↓

บ่มแผ่นก๋วยเตี๋ยว

↓

บ่มครบเวลาแล้ว ลอกแผ่นก๋วยเตี๋ยวออกทีละแผ่น เรียงแผ่นไว้บนโต๊ะวางกองก๋วยเตี๋ยว ระวังไม่ให้แผ่นยับ

↓

รีดเส้นก๋วยเตี๋ยวระวังอย่าให้แผ่นยับหรือเอียง ระยะปล่อยสม่ำเสมอ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.4 การแพ็คหมี่และก๋วยเตี๋ยว

ล้างแต่ง - นำหมี่ที่ผ่านการชิมแล้ว ใช้มือจับดูเส้นไม่นิ่มติดกันหรือแหงฟูจับหมี่ขึ้นมาจุ่มน้ำและยีเส้นให้กระจายออกจากกัน ทำการจับหมี่ให้เป็นก้อน และได้น้ำหนักที่มีค่ามาตรฐานตามที่กำหนดไว้ ใส่ลงในตะแกรง สำหรับเข้าตู้อบต่อไป สำหรับก๋วยเตี๋ยวไม่ต้องยี เพราะเส้นที่ผ่านการรีดจะกระจายและบิดเป็นเกลียวแล้ว

<u>การอบก้อน</u> – ตรวจสอบแผนการผลิต ว่าเดินผลิตอะไร น้ำหนักก้อนแห้งเท่าไร กำหนดการชั่งน้ำหนักสดตามมาตรฐานการชั่งน้ำหนักสด ลงบนแผ่นป้ายหน้าสายการผลิต เพื่อให้พนักงานชั่งก้อนได้ทราบว่าต้องชั่งน้ำหนักสดเท่าไร จากนั้นกำหนดเวลาที่เดินเครื่องหรือน้ำหนักสดเข้าแต่ละผลิตภัณฑ์

<u>การบรรจุผลิตภัณฑ์</u> - การคัดและการจัดเรียงก้อน เมื่อก้อนออกจากตู้อบใช้มือพลิกตะแกรงตู้อบ เพื่อให้ก้อนหล่นจากตะแกรงจนหมด

<u>ตรวจดูก้อนเปียก ก้อนกรอบ และก้อนที่มีเศษผงดำ</u>

ก้อนเปียก – ใช้มือแหวกดูข้างในก้อน ก้อนเปียกจะมีจุดขาวขุ่น ให้ปรับปรุงการแต่งก้อนและจับก้อน ควบคุมน้ำหนักก้อน ก้อนที่เปียกเก็บใส่ลังที่เตรียมไว้ นำไปอบใหม่ให้แห้ง

ก้อนกรอบ – ใช้มือกำก้อนหมี่ ถ้าเส้นหมี่มีความยืดหยุ่นดี แสดงว่าอบกำลังพอดีก้อนไม่กรอบ ก้อนที่กำแล้วไม่ยืดหยุ่นแตกหักง่าย เส้นมีรอยร้าวแสดงว่าก้อนกรอบ แห้งไปให้ลดอุณหภูมิตู้อบ หรือเพิ่มความเร็วของตู้อบ ก้อนที่เป็นก้อนกรอบเก็บใส่ถุงพลาสติก เขียนใบกำบังก้อนเก็บลงทุกถุง

ก้อนที่มีเศษผงดำ – ใช้เคาะหรือแกะเศษผงดำออก หากไม่สามารถแกะออกได้ให้คัดออกทำเป็นเศษ

ก้อนตกพื้น – ให้แยกทำเป็นเศษสะอาด

<u>การบรรจุก้อนลงซอง</u>

นำก้อนที่ชั่งได้วางอยู่บนสายพานลำเลียงไปบรรจุก้อนลงซอง โดยก้อนกลมจะชั่งน้ำหนักทุกก้อน และนำไปผ่านเครื่องตรวจจับโลหะนำซองที่บรรจุก้อนแล้ววางลงบนสายพานลำเลียงไปยังเครื่องซีลซอง

<u>ตรวจสอบความถูกต้อง</u>

ตรวจสอบเมื่อเริ่มผลิต และต่อจากนั้น 1 ครั้งต่อชั่วโมง โดยตรวจสอบดังนี้

- ความถูกต้องชัดเจนของซอง
- ความถูกต้องชัดเจนและตำแหน่งการพิมพ์วันที่
- ความแน่นและความสมบูรณ์รอยซีล
- ความถูกต้องและตำแหน่งที่ติดสติ๊กเกอร์
- น้ำหนักรวม (Gross weight)

- การพิมพ์วันที่ข้างกล่อง

- รหัสประเทศ รหัสการสั่ง (Order) ข้างกล่อง

<u>การบรรจุกล่อง</u>

เตรียมอุปกรณ์ให้พร้อม ได้แก่ กระดาษกาวหรือเทปใส เครื่องรูดกระดาษกาวและนำซองที่ซีลสมบูรณ์แล้วบรรจุลงในกล่อง จำนวนตามแต่ละผลิตภัณฑ์ที่ระบุไว้ โดยใช้กระดาษกาวหรือเทปใสปิดปากกล่องให้สนิท นำกล่องที่ปิดสมบูรณ์แล้วจัดเรียงบนพิลเลทตามมาตรฐานการจัดเรียงสำเร็จรูปต่อพิลเลท

3.5 การผลิตข้าวต้ม ข้าวอบไมโครเวฟ และข้าวซองอบแห้ง

แช่ข้าวโดยเปิดปั๊มลม เพื่อให้สิ่งสกปรกลอยขึ้นมาบริเวณผิวหน้า ทำจนสิ่งสกปรกลอยออกมาหมด

↓

แช่ข้าวและต้มข้าวตามอุณหภูมิและเวลาตามชนิดของผลิตภัณฑ์ที่จะผลิต

↓

รักษาอุณหภูมิให้คงที่ เพื่อให้เม็ดข้าวสุกอย่างทั่วถึง โดยเม็ดข้าวที่ดีจะต้องนุ่ม บาน ไม่เป็นไต ไม่แฉะหรือเละเกินไป

↓

ตักข้าวใส่ถาดอบข้าว เกลี่ยข้าวให้หนาสม่ำเสมอ เม็ดข้าวที่ดีหลังอบ มีสีขาว หรือเหลืองอ่อนแตกหักเล็กน้อย

↓

เมื่อข้าวเย็นตัว นำมาสุ่มหาความชื้น ตรวจลักษณะเนื้อสัมผัส

- ข้าวต้มอบแห้งที่ดีต้องนุ่ม ไม่แข็งเป็นไต เม็ดข้าวสุกสม่ำเสมอ และเม็ดข้าวไม่แหลก

- ข้าวอบไมโครเวฟที่ดี ต้องเป็นเม็ดยาว ไม่หักมาก นุ่มไม่แข็งเป็นไต ไม่แฉะ เช่นเดียวกับข้าวซองอบแห้ง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.6 การตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์

อุณหภูมิของเครื่องซีล ความสมบูรณ์ของรอยซีล น้ำหนักข้าว เครื่องปรุง วัตถุดิบอบแห้ง และส่วนผสมอื่นๆ ที่ใช้ในการผลิต ทดสอบชิมรสชาติละ 1 ตัวอย่าง เทียบกับมาตรฐาน

โจ๊ก : เม็ดข้าวนุ่มไม่หยาบ และไม่เป็นไต มีกลิ่นหอมตามชนิดของผลิตภัณฑ์ เนื้อไม่นุ่มไม่แข็ง

ข้าวต้ม : เม็ดบานยาวพอดี ไม่นุ่มจนแฉะ หรือแข็งเป็นไต มีกลิ่นหอม ตามชนิดของผลิตภัณฑ์ เนื้อไม่นุ่มไม่แข็ง

โจ๊กคัพ : เม็ดข้าวนุ่มไม่แข็งเป็นไต มีกลิ่นหอมตามชนิดของผลิตภัณฑ์ ไม่มีกลิ่นสาปข้าว บันทึกการชิมในรายงานการตรวจสอบคุณภาพ

3.7 การควบคุมคุณภาพข้าว

สุ่มตัวอย่างข้าวโดยจะสุ่มเก็บตัวอย่างข้าวรอบรถ และกลางรถ จากนั้นนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส การทดสอบทางประสาทสัมผัสจะทดสอบข้าวสุกในด้าน ความแข็ง ความมีเนื้อ ความเหนียว ความมีสปริง ความมียาง และความฉ่ำน้ำ โดยเทียบกับข้าวมาตรฐานแล้วให้คะแนนในแต่ละด้าน การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพของข้าว จะมีชนิดของข้อบกพร่อง 3 ระดับ ซึ่งจะใช้ในการยอมรับ หรือไม่ยอมรับข้าวนั้น

1.ข้อบกพร่องวิกฤต (Critical) พบมอด ตัวหนอน หรือเม็ดกรวด

2.ข้อบกพร่องมาก (Major) พบเมล็ดพืช หรือเมล็ดเสีย หรือเมล็ดท้องไข่ หรือดอกหญ้าเป็นจำนวนมาก เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวตัวอย่าง

3.ข้อบกพร่องน้อย (Minor) พบข้าวมีน้ำหนักน้อยกว่าเกณฑ์การยอมรับข้าว

ในด้านเคมีทำการตรวจวิเคราะห์ความชื้น ปริมาณอะมิโลส ความคงตัวของแป้งสุก ความหนืดของน้ำแป้งจากเครื่อง Brabender viscograph และ RVA

3.8 การปฏิบัติงานของพนักงานห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา (Micro lab)

1. พนักงาน micro lab จะรับวัตถุดิบจากพนักงานตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป จากพนักงานตรวจสอบคุณภาพการบรรจุหีบห่อเส้นหมี่และก๋วยเตี๋ยว รับน้ำที่บ่อเติมอากาศจากฝ่ายซ่อมบำรุง แผนก Utility หน่วยงานบำบัดน้ำเสีย

2. ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปทุกประเภททำการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count, TPC), Yeast & Mold, Coliform, *E.coli*, *S. aureus*, *Cl. Perfringens*, *Salmonella spp.* และ *B. cereus* ยกเว้น โจ๊ก ข้าวต้มรสชาติที่มีอาหารทะเลเป็นส่วนประกอบ ให้ทำการวิเคราะห์ *V. parahaemolyticus* น้ำเสียจากบ่อเติมอากาศ ทำการวิเคราะห์ TPC และ mold

3. ติดตามการทำความสะอาดอุปกรณ์, เครื่องจักร และมือพนักงานด้วยวิธี Swab test และAir test ซึ่ง

การ Swab test จะทำการวิเคราะห์ TPC, Yeast & Mold, Coliform, *E.coli*, *S. aureus*

การทำ Air test จะทำการวิเคราะห์ TPC และ Yeast & Mold

4. น้ำดื่มและน้ำใช้ มีการตรวจ 2 ครั้ง / เดือน วิเคราะห์ TPC, E.*coli* และ Coliform แสดงผลการวิเคราะห์ในรูปของกราฟ

5. ทำ Air test ในห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยาทุกครั้ง ที่ทำการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์

๘. ถ้าตัวอย่างไม่ผ่านมาตรฐาน ให้แจ้งหน่วยงานนั้นทราบ เพื่อให้เก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ใหม่ตามแผนการสุ่มตัวอย่าง

3.9 การบำบัดน้ำเสีย

มีทั้งหมด 4 บ่อ ดังนี้

1. บ่อพักน้ำแป้ง

ควบคุมปริมาณแป้งในบ่อพัก โดยคอยตรวจสอบไม่ให้มีแป้งสะสมเกินครึ่งบ่อ หากพบว่ามีแป้งสะสมเกินให้แจ้งหัวหน้า เพื่อดำเนินการต่อไป

2. บ่อเติมอากาศ

ควบคุมปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำโดยการเปิดเครื่องเติมอากาศตลอดเวลา จัดเก็บน้ำจากบ่อพักน้ำแป้ง, บ่อเติมอากาศ และ บ่อตกตะกอน ทุกกะหลังเลิกงาน และส่งให้กับหน่วยงานเพื่อทำการวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ และ ทางเคมี

ควบคุมพีเอชให้อยู่ในช่วง 7.0 -9.0 ถ้า ต่ำกว่า 7.0 เติมปูนขาวกระจายให้ทั่ว

ควบคุมปริมาณไนโตรเจนในบ่อ โดยการเติม ยูเรีย ทุกกะ กะละ 1 ครั้ง

ควบคุมปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในบ่อให้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count, TPC) ให้อยู่ในช่วงที่กำหนดไว้ คือ 5×10^6 - 1×10^7 ถ้าต่ำกว่าให้เติม Bioclean บริเวณหัวบ่อเติมอากาศ

คุมตะกอนให้ค่า MLSS อยู่ในช่วง 4000 – 5000 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร โดยให้เปิดวาล์วถ่ายตะกอนทุกวัน

3.บ่อตกตะกอน

ควบคุมค่าพีเอชให้อยู่ในช่วง 5.5 – 9.0

4.บ่อปลา

ดูระดับน้ำให้ต่ำกว่าระดับขอบถนนประมาณ 1 เมตร ถ้าสูงเกินไปให้ปั๊มน้ำลงแหล่งน้ำสาธารณะ จนระดับน้ำลดลงอยู่ในระดับที่พอดี ดูแลสภาพแวดล้อมรอบระบบบำบัดน้ำเสียให้อยู่ในสภาพดี รวมทั้งความสะอาดของบ่อเติมอากาศ ใบพัดเติมอากาศ และขอบบ่อตกตะกอน

3.10 Boiler

แหล่งน้ำใช้ น้ำบาดาลจะมีการ Treat น้ำโดยใช้ Mn sand เพื่อจับเหล็ก แต่น้ำที่ได้ก็ยังเป็นน้ำกระด้าง จะมีการส่งน้ำเข้าถังเรซินเพื่อจับ แคลเซียมไอออน (Ca^+) และแมกนีเซียมไอออน (Mg^+) จะได้น้ำอ่อน น้ำอ่อนที่ได้จะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือส่วนที่ใช้ในการผลิต อีกส่วนหนึ่ง (R3) จะส่งเข้าถังเรซิน ซึ่งเรซินที่มีจำหน่ายทั่วไปมี 2 แบบ คือ Duolite และ Amberlite และทั้งสองตัวยังแบ่งเป็น cation และ antion ที่โรงงานเพรซิเดนท์ไรซ์โปรดักส์ จำกัด (มหาชน) ใช้ คือ Duolite ชนิด cation เนื่องจากสามารถใช้โซเดียมคลอไรด์ในการ regenerate ได้ จากนั้นน้ำจะเข้าสู่ถัง feed เข้า boiler ซึ่งในถัง feed

water จะรวมน้ำ 2 ส่วนมาผสมกัน คือ น้ำอ่อนจาก R3 และน้ำ condensate ซึ่งน้ำ condensate ที่นำมาผสมกับน้ำอ่อนจาก R3 จะช่วยเพิ่มอุณหภูมิและสามารถลดการสูญเสียพลังงานลงได้

ในส่วนของ boiler จะมีกำลังการผลิตไอ 6 ตันต่อชั่วโมง ใช้ระบบปิดในการผลิต ในโรงงานเพรซิเดนท์ไรซ์โปรดักส์ จำกัด (มหาชน) ใช้ระบบ fire tube boilers เนื่องจากทำความสะอาดง่ายกว่าเอาเขม่าออกง่ายกว่า และใช้อุณหภูมิและความดันไม่สูงเท่าไร การทำงานของระบบ fire tube boilers คือ ด้านในเป็นท่อมีไฟวิ่ง รอบๆ ท่อเป็นน้ำ ด้านหลังมีฝาปิด ท่อไฟใน boiler จะมีไฟวิ่งกลับไปกลับมา คือเมื่อไฟวิ่งจากด้านหน้าไปชนผนังด้านหลัง ไฟจะเข้าสู่ท่อไฟชั้นต่อไปแล้ววิ่งกลับมาด้านหน้า เมื่อชนผนังด้านหน้า จะวิ่งกลับไปตามท่อแล้วออกที่ปล่องไฟซึ่งอยู่ด้านหลังอีก 3 กลับ ถ้ามีปล่องด้านหน้าเรียก 4 กลับ เพราะไฟจะวิ่งกลับมาตามท่ออีกรอบหนึ่งแล้วค่อยออกที่ปล่องไฟด้านหน้า น้ำมันที่ใช้ใน boiler ใช้น้ำมันเตาเกรด C ในการใช้งานจะอุ่นน้ำมันก่อนเข้าเครื่อง มิฉะนั้นจะเหนียว ไม่ฟุ้งกระจาย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ส่วนที่ 2
รายละเอียดเกี่ยวกับงานที่ปฏิบัติ

1 หน้าที่ที่ได้รับมอบหมายในการปฏิบัติงาน ณ บริษัท เพรซิเดนท์ไรซ์โปรดักส์ จำกัด (มหาชน)

1.1 วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของตัวอย่างข้าวรับเข้า ข้าวตัวอย่าง สูตรหมี่และสูตก๋วยเตี๋ยวให้กับแผนกวิจัยข้าวและเส้น

- วิเคราะห์ความหนืดของแป้งข้าวด้วยเครื่อง Brabender viscograph และ ด้วยเครื่อง Rapid Visco-Analyser (RVA)
- วิเคราะห์หาปริมาณอะมิโลส
- วิเคราะห์หาความคงตัวของแป้งสุก (Gel consistency)
- วิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์เจลาติไนเซชัน

1.2 ลงบันทึกค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ในสมุดตัวอย่างข้าวรับเข้า ข้าวตัวอย่าง สูตรหมี่และสูตรก๋วยเตี๋ยว

2 ทำโครงงานวิจัยเรื่อง อิทธิพลของแป้งชนิดต่างๆที่มีผลต่อเนื้อสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยว

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

โครงงานวิจัย

เรื่อง อิทธิพลของแป้งชนิดต่างๆที่มีผลต่อเนื้อสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยว

บทคัดย่อ

ข้าวเจ้าที่ใช้ผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไป ยังมีคุณสมบัติในการนำมาผลิตเป็นแผ่นก๋วยเตี๋ยวที่ดีไม่คงที่ เนื่องจาก คุณสมบัติของข้าวจะแปรเปลี่ยนไปตามฤดูกาล พันธุ์ข้าว แหล่งปลูก และเวลาในการเพาะปลูก ซึ่งลักษณะก๋วยเตี๋ยวที่ต้องการ คือ เส้นเหนียว ไม่ขาดง่าย เส้นไม่อมน้ำ จากการศึกษาคุณสมบัติ ทางกายภาพบางประการของแป้งแต่ละชนิด วิเคราะห์ปริมาณอะมิโลส ความคงตัวของแป้งสุก การเปลี่ยนแปลงความหนืดขณะทุ่งต้มและทำให้เย็น พบว่า แป้งแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีที่แตกต่างกัน ทำให้มีลักษณะปรากฏและความแข็งแรงของเจลแตกต่างกันด้วย ส่งผลให้เส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทำจากแป้งต่างชนิดมีคุณภาพแตกต่างกัน ซึ่งแป้งแต่ละชนิดจะส่งผลต่อเส้นก๋วยเตี๋ยวมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณที่เติมลงไป การทำเส้นก๋วยเตี๋ยวเมื่อเพิ่มอัตราส่วนผสมของแป้งแต่ละชนิดให้มากขึ้น คือ อัตราส่วน 10, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ แล้วตรวจสอบคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยวด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture analyser) และทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า แป้งข้าวโพด และแป้งข้าวเหนียว มีผลทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมีความนุ่มมากขึ้น การกระจายตัวลดลง แต่แป้งข้าวเหนียวทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมีความนุ่มขึ้นจนถึงเละ และเส้นที่ได้จะติดกันมากกว่าการใช้แป้งข้าวโพด แป้งถั่วเขียว ทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวแข็งขึ้นเล็กน้อย แต่ทำให้เส้นมีความเลื่อมมันและการกระจายตัวดีขึ้น แป้งมันสำปะหลังทำให้เส้นมีสีคล้ำขึ้น เส้นเหนียวมากขึ้นโดยเฉพาะการเติมที่อัตราส่วน 30 เปอร์เซ็นต์ การผสมแป้งมันฝรั่งทำให้เส้นมีสีขาว ความเลื่อมมัน เหนียว นุ่ม และความชอบโดยรวมมากขึ้น

คำสำคัญ: ก๋วยเตี๋ยว แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวโพด แป้งข้าวเหนียว แป้งถั่วเขียว แป้งมันสำปะหลัง แป้งมันฝรั่ง

บทนำ

แป้งเป็นพอลิเมอร์ของน้ำตาลกลูโคสและเป็นโฮโมพอลิแซ็กคาไรด์ชนิดหนึ่งที่พบมากในพืช ที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสง (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2545) แป้งส่วนใหญ่ได้มาจากเมล็ดของธัญพืช เช่น ข้าวเจ้า ข้าวโพด ข้าวสาลี ข้าวฟ่าง บางส่วนได้มาจากส่วนหัวและส่วนรากของพืช เช่น มันเทศ มันฝรั่ง และมันสำปะหลัง นอกจากนี้ยังได้มาจากเมล็ดถั่ว เช่น ถั่วเหลือง ถั่วลิสง และถั่วเขียว (อรอนงค์ นัยวิกุล, ม.ป.ป.) แป้งที่ได้จากพืชแต่ละชนิดจะมีลักษณะเฉพาะ คือ เม็ดแป้งจะมีขนาด รูปร่าง คุณค่าทางโภชนาการ (ธงชัย สุวรรณสิชฌย์, 2544) สมบัติทางกายภาพ และโครง สร้างทางเคมีในโมเลกุลที่แตกต่างกัน เม็ดแป้งข้าวเจ้ามีขนาดค่อนข้างเล็ก ตรงกันข้ามกับเม็ดแป้งของมันฝรั่งมีขนาดใหญ่กว่ามาก (กล้าณรงค์ ศรีรอต, 2542) มีความหนาแน่นน้อยทำให้สุกได้ง่าย รูปร่างของเม็ดแป้งที่มาจากพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน จึงสามารถชี้บ่งได้ว่าเป็นแป้งที่มาจากพืชชนิดใด เช่น แป้งมันฝรั่งมีรูปร่างของเม็ดแป้งกลมรีคล้ายไข่ แป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวโพดเป็นแบบทรงกลมหลายเหลี่ยมภายในเม็ดแป้งแต่ละชนิดประกอบด้วย อะมิโลส และอะมิโลเพกติน เป็นองค์ประกอบ แต่แตกต่างกันที่น้ำหนักโมเลกุล ระดับขั้นการเกิดพอลิเมอร์ (Degree of polymerization, DP) ของแต่ละสายตำแหน่งที่อยู่ในเม็ดแป้ง และสัดส่วนของอะมิโลสและอะมิโลเพกติน (นิธิยา รัตนปนนท์) เนื่องจากอะมิโลสและอะมิโลเพกตินเป็นตัวกำหนดคุณสมบัติคุณสมบัติของแป้ง ดังนั้นคุณสมบัติของแป้งแต่ละชนิดจึงแตกต่างกัน ทำให้แป้งแต่ละชนิดมีความสามารถในการทำหน้าที่ (functionality) ได้แตกต่างกัน เนื่องมาจากองค์ประกอบและโครงสร้างขององค์ประกอบดังกล่าวแป้งมีบทบาทสำคัญทั้งในอุตสาหกรรมอาหารและอุตสาหกรรมอื่นๆ โดยแป้งแต่ละชนิดจะมีคุณลักษณะเฉพาะที่เหมาะแก่การนำไปใช้ประโยชน์ที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ก็เพราะแป้งแต่ละชนิดมีคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพที่แตกต่างกันเช่น แป้งข้าวโพด เหมาะสำหรับใช้ประกอบอาหาร ผลิตสารให้ความหวาน แป้งข้าวเจ้านิยมใช้ผลิตก๋วยเตี๋ยว เส้นหมี่ กวยจั๊บ ขนมจีน (กล้าณรงค์ ศรีรอต, 2522) แป้งถั่วเขียว นิยมใช้ผลิตวุ้นเส้น แป้งข้าวเหนียว นิยมใช้ผลิต ขนมแข่ง ขนมเทียน ขนมพุดดิ้ง ซอส อาหารเลี้ยงทารก อาหารแห้งต่างๆ ที่รับประทานในตอนเช้า ข้าวพอง แป้งมันสำปะหลัง นิยมใช้ผลิต ข้าวเกรียบ แป้งมันฝรั่ง นิยมใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษ สิ่งทอ อาหาร กาว ผงฟู (อรพิน ภูมิภมร, 2533) ซุปกึ่งสำเร็จรูป ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2543)

ก๋วยเตี๋ยวเป็นอาหารประเภทหนึ่งที่คนไทย นิยมบริโภคเป็นอาหารรองจากข้าว เป็นผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปมาจากข้าวเจ้า ซึ่งข้าวเจ้าที่ใช้ในการผลิตต้องมีลักษณะพิเศษบางประการ เช่น เป็นข้าวเก่า มีปริมาณอะมิโลสสูง (พิมพ์เพ็ญ ถิรพร, 2533) จึงจะทำให้แผ่นก๋วยเตี๋ยวที่ได้มีลักษณะที่ต้องการ คือ เมื่อนำมาทำให้คืนตัว ควรให้เส้นเหนียว นุ่ม ไม่ขาดง่าย เส้นไม่อมน้ำ แต่อย่างไรก็ตามข้าวเจ้าที่ใช้ผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไป ยังมีปริมาณหรือสัดส่วนของอะมิโลส อะมิโลเพกตินที่ไม่แน่นอน คุณสมบัติในการนำมาผลิตเป็นแผ่นก๋วยเตี๋ยวที่ดีที่ไม่คงที่ คือคุณสมบัติแปรเปลี่ยนไปตามฤดูกาล เวลาในการเพาะปลูกและปริมาณน้ำฝนระหว่างการเพาะปลูก พันธุ์ข้าว แป้งจากแหล่งปลูกที่ต่างกัน

จะมีอัตราส่วนของอะมิโลสและอะมิโลเพกตินที่ต่างกัน (กล้าณรงค์ ศรีรอต, 2542) จึงต้องมีการผสมแป้งชนิดอื่นลงไป เพื่อให้ได้เส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีคุณลักษณะที่มีคุณลักษณะที่ดีขึ้น ดังนั้นหากนำแป้งแต่ละชนิดมาผสมกับแป้งข้าวเจ้าในอัตราส่วนที่แตกต่างกันในการทำเส้นก๋วยเตี๋ยวก็น่าจะทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวที่ได้มีลักษณะปรากฏและเนื้อสัมผัสที่แตกต่างกันโครงงาน วิจัยนี้จึงทำการศึกษาถึงผลของการใช้ต่อคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยว ซึ่งผลของการใช้แป้งแต่ละชนิดอาจสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยวให้ดีขึ้นได้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วัตถุประสงค์ของโครงงานวิจัย

1. ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของแป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวโพด แป้งข้าวเหนียว แป้งแป้งถั่ว เขียว แป้งมันสำปะหลัง แป้งมันฝรั่ง และแป้ง ผสมระหว่างแป้งข้าวเจ้ากับแป้งข้าวโพด แป้งข้าวเหนียว แป้งถั่วเขียว แป้ง มันสำปะหลัง และแป้งมันฝรั่งในอัตราส่วนต่างๆ

2. ศึกษาผลของการใช้แป้งข้าวโพด แป้งข้าวเหนียว แป้งถั่วเขียว แป้งมัน สำปะหลัง แป้งมันฝรั่ง ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ที่มีผลต่อลักษณะเนื้อ สัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยว

วิธีการและอุปกรณ์การทดลอง

วัตถุดิบและสารเคมี

แป้งข้าวเจ้า ตราช้างสามเศียร ได้มาจาก บริษัทโรงเส้นหมี่ซอเฮง จำกัด นครปฐม ประเทศไทย แป้งข้าวโพดและแป้งข้าวเหนียว ตราใบหยก ได้มาจาก บริษัทบางกอกอินเตอร์ฟูด จำกัด กรุงเทพฯ ประเทศไทย แป้งถั่วเขียว ได้มาจาก บริษัทไทวาฟูดโปรดักส์ จำกัด (มหาชน) กรุงเทพฯ ประเทศไทย แป้งมันสำปะหลัง ได้มาจาก บริษัทไทยเพรซิเดนท์ฟูด ชลบุรี ประเทศไทย แป้งมันฝรั่ง ได้มาจาก kartoffelmelcentralen ประเทศเดนมาร์ก เอทธิลแอลกอฮอล์ ได้มาจาก กรมสรรพ สามิต กรดอะซิติก กรดไฮโดรคลอลิก โซเดียมไฮดรอกไซด์ โปแตสเซียมไอโอไดด์ ไอโอดีน โปตัสเซียม ไฮดรอกไซด์ เมธิลลีนบลู ได้มาจาก บริษัท MERCK ประเทศเยอรมัน โปเตโตอะมิโลส บริสุทธิ์ ได้มาจาก บริษัทซิกมา เคมิคอล (Sigma Chemical) ประเทศอังกฤษ สารเคมีทุกชนิดที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์อยู่ในเกรดสำหรับการวิเคราะห์ (Analytical grade)

วิธีการทดสอบ

1) วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของแป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวโพด แป้งข้าวเหนียว แป้งถั่วเขียว แป้งมันสำปะหลัง แป้งมันฝรั่ง และแป้งผสมระหว่างแป้งข้าวโพด แป้งข้าวเหนียว แป้งถั่วเขียว แป้งมันสำปะหลัง แป้งมันฝรั่ง กับแป้งข้าวเจ้าในอัตราส่วนร้อยละ 10, 20, 30 และ 40 โดยน้ำหนัก ดังนี้

1. วิเคราะห์ความชื้นจากเครื่องวิเคราะห์หาความชื้น (Moisture analyzer, MB 200, OHAUS Cooperation, USA)

2. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความหนืดของสารละลายตัวอย่างแป้งโดยใช้เครื่อง Brabender viscograph (RT 100, Viscograph 80046, Germany)

2.1 เตรียมสารละลายตัวอย่างแป้งในน้ำกลั่นเข้มข้น 6 % Dry solid จำนวน 500 กรัม โดยคำนวณน้ำหนักของแป้งจากความชื้น

2.2 ปรับสภาวะการทำงานของเครื่อง Brabender viscograph ดังนี้

- อุณหภูมิเริ่มต้น 30 องศาเซลเซียส
- อุณหภูมิสูงสุด 94 องศาเซลเซียส
- อุณหภูมิสุดท้าย 50 องศาเซลเซียส
- ระยะเวลาให้ความร้อนแก่สารละลายที่อุณหภูมิสูงสุด 20 นาที
- อัตราการเพิ่มและลดอุณหภูมิ 1.5 องศาเซลเซียสต่อนาที

2.3 เติมสารละลายในข้อ 2.1 ลงใน Measuring bowl ของเครื่อง วาง measuring bowl ลงในเครื่อง แล้วเริ่มเดินเครื่อง เริ่มต้นที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของน้ำแป้งจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นในอัตรา 1.5 องศาเซลเซียส ต่อ 1 นาที จนถึง อุณหภูมิ 94 องศาเซลเซียส ให้ความร้อนกับน้ำแป้งต่อไปอีก 20 นาที ที่ 94 องศาเซลเซียส แล้วจึงค่อยๆ ลดอุณหภูมิน้ำแป้งลงในอัตราเดียวกันกับการเพิ่มขึ้นจนถึง อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

2.4 ระหว่างเดินเครื่องถ้าเส้นกราฟความหนืดขึ้นจนสุดสเกล ให้ถ่วงด้วยตุ้มน้ำหนักขนาด 62.5 กรัม ซึ่งมีค่าเท่ากับความข้นหนืด 250 Brabender unit (BU) หรือตุ้มน้ำหนักขนาด 125 กรัม ซึ่งมีค่าเท่ากับความข้นหนืด 500 BU

2.5 นำกราฟการเปลี่ยนแปลงความข้นหนืดของตัวอย่างน้ำแป้งมาวิเคราะห์ผล โดยอ่านค่าอุณหภูมิที่ความหนืดของน้ำแป้งเริ่มเพิ่มขึ้น ค่าความหนืดสูงสุดในช่วงการเพิ่มอุณหภูมิ ความหนืดสุดท้ายที่อุณหภูมิ 94 องศาเซลเซียส และค่าความหนืดหลังจากการทำให้เย็นลง ถึงอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส คำนวณค่าการคืนตัว (set back) จากความแตกต่างระหว่างค่าความหนืดสุดท้ายที่ 50 องศาเซลเซียส กับค่าความหนืดสูงสุดและคำนวณค่าความหนืดลดลง (break down) จากความแตกต่างระหว่างความหนืดสูงสุด กับค่าความหนืดสุดท้ายที่อุณหภูมิ 94 องศาเซลเซียส

3. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความหนืดของสารละลายตัวอย่างแป้งโดยใช้เครื่อง Rapid visco analyzer โปรแกรม RVA Thermocline v.2.2 profile rice analysis (RVA-3Bt, 950620, Warriewood, Australia)

Time	type	
00:00:00	temp	50 °ซ
00:00:00	Speed	960
00:00:10	Speed	160
00:01:00	temp	50 °ซ
00:04:48	temp	95 °ซ
00:07:18	temp	95 °ซ
00:11:06	temp	50 °ซ
End of test	00:12:30	

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Initial temp 50±1 องศาเซลเซียส

Time Between Readings 4 วินาที

Display on RVA Super 3 viscosity

3.1 เปิดเครื่อง Rapid visco analyzer (RVA) ทำการอุ่นเครื่องนาน 30 นาที จากนั้นเปิดเครื่องคอมพิวเตอร์และรันซอฟแวร์ควบคุม RVA

3.2 เตรียมสารละลายตัวอย่างแป้งในน้ำกลั่นเข้มข้น 6 % Dry solid ปริมาณ 28 กรัม คำนวณน้ำหนักของแป้งจากความชื้น โดยชั่งน้ำในอะลูมิเนียมแคน และชั่งแป้งให้มีน้ำหนักแน่นอนทศนิยม 4 ตำแหน่ง จากนั้นเทแป้งลงในอะลูมิเนียมแคน กวนให้แป้งละลายโดยใช้พายพลาสติก

3.3 นำแคนพร้อมพายสอดเข้าในเครื่อง RVA กดมอเตอร์ลงเพื่อให้ RVA ทำงาน

3.4 เมื่อเครื่องทำงานเสร็จจะได้เส้นกราฟ (Pasting curve)

4. วิเคราะห์ปริมาณอะมิโลส

4.1 การละลายแป้งทำโดยชั่งแป้งด้วยเครื่องชั่งอย่างละเอียด (AJ 150, Mettler Instrumente, Greifensee-zorich, Switzerland) 0.1000 กรัม ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ปิเปตเอทธิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ 1 มิลลิลิตร เติมในตัวอย่าง เขย่าเบาๆ เพื่อเกลี่ยให้แป้งกระจายออกระวังอย่าให้แป้งขึ้นมาเกาะตามผนังขวด ปิเปตแบ่งสารละลาย 2 นอร์มัล โซเดียมไฮดรอกไซด์ ลงไป 9 มิลลิลิตร พร้อมทั้งล้างแป้งที่เกาะอยู่ตามผนังขวด ปั่นของเหลวในขวดโดยใช้แท่งแม่เหล็ก (Magnetic bar) วางบน magnetic stirrer (VELP Scientifica, Europe) นาน 10 นาที เอาแท่งแม่เหล็กออก ล้างส่วนที่ติดมาให้กลับเข้าไปในขวดด้วยน้ำกลั่นเติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร เขย่าให้สารละลายแป้งเข้ากันดี

4.2 ปิเปตแบ่งสารละลายแป้ง 5 มิลลิลิตร ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นประมาณ 70 มิลลิลิตร เติม 1 นอร์มัล กรดอะซิติก 2 มิลลิลิตร และสารละลายไอโอดีน 2 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร เขย่าตั้งทิ้งไว้ 10 นาที

4.3 ทำเช่นเดียวกับข้อ 2 แต่ไม่ใส่ตัวอย่างเพื่อเป็นแบลงค์ (Blank)

4.4 วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร ด้วยเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer, spectrum 351, Thai Orchid Electronic Co., Ltd., Bangkok, Thailand)

4.5 การแปลงค่าการดูดกลืนแสงเป็นเปอร์เซ็นต์อะมิโลส โดยนำค่าการดูดกลืนแสงของแต่ละตัวอย่างมาเทียบกับกราฟมาตรฐาน แล้วอ่านค่าจากกราฟ

5. การทำกราฟมาตรฐาน (Standard curve) สำหรับหาเปอร์เซ็นต์อะมิโลส

5.1 ชั่งโปแตโตอะมิโลสบริสุทธิ์ (potato amylose) 0.0400 กรัม ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร และทำเช่นเดียวกับข้อ 4.1 เป็นสารละลายมาตรฐาน

5.2 ปิเปตแบ่งสารละลายมาตรฐาน 1, 2, 3, 4 และ 5 มิลลิลิตร ใส่ในขวดวัดปริมาตร ขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นประมาณ 70 มิลลิลิตร เติม 1 นอร์มัล กรดอะซิติก 0.4 , 0.8, 1.2, 1.6 และ 2.0 มิลลิลิตร เติมสารละลายไอโอดีน 2 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร เขย่าตั้งทิ้งไว้ 10 นาที

5.3 วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร ด้วยเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer, spectrum 351, Thai Orchid Electronic Co., Ltd., Bangkok, Thailand)

5.4 เขียนกราฟระหว่างค่าปริมาณอะมิโลสเป็นร้อยละ 8, 16, 24, 32 และ 40 กับค่าการดูดกลืนแสง

6. วิเคราะห์ความคงตัวของแป้งสุก (Gel consistency) (Cagampang, Perez, and Juliano, 1973. อ้างถึงใน พิมพ์เพ็ญ ถิรพร, 2533)

6.1 ชั่งตัวอย่างแป้ง 100±1 มิลลิกรัม ใส่หลอดทดลองขนาด 13 × 100 มิลลิเมตร (pyrex No. 9820) เติมแอลกอฮอล์ที่มีเมธิลลีนบลู 0.025 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 0.2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน

6.2 เติมโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.2 นอร์มัล จำนวน 2 มิลลิลิตร ปั่นสารละลายทั้งหมดในหลอดด้วยเครื่องปั่นผสม (Vibrating shaker, VELP scientifica, Europe) ปิดหลอดด้วยลูกแก้ว

6.3 นำไปต้มในน้ำเดือดนาน 8 นาที นำออกมาแช่ในน้ำเย็นจัด อุณหภูมิประมาณ 2- 3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที

6.4 วางหลอดทดลองตามแนวราบบนกระดาษกราฟที่มีช่องแบ่งละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร วางไว้นาน 30 นาที อ่านระยะทางที่แป้งไหลไปได้เป็นมิลลิลิตร

7. หาขนาดอนุภาคเฉลี่ยของเม็ดแป้งแต่ละชนิด

7.1 บันทึกลักษณะปรากฏของเม็ดแป้งแต่ละชนิด เช่น สี

7.2 ใช้ตะแกรงร่อนขนาดช่อง 300, 180, 150, 125, 90 และ 63 ไมครอน ชั่งน้ำหนักของตะแกรงร่อนแต่ละชั้น จัดลำดับตะแกรงร่อนโดยขนาดช่องที่ใหญ่ที่สุดอยู่ด้านบนสุดตามด้วยขนาดเล็กลงมาตามลำดับ

7.3 ชั่งแป้งแต่ละชนิดปริมาณ 300 กรัม เทแป้งลงบนชั้นบนสุดของตะแกรงร่อน วางตะแกรงร่อนบนเครื่องร่อนแป้ง (Sieve shaker, AS 200, F. kurt RETECH Gmbtt & Co., Germany) ตั้งค่าแอมพิจูด (amplitude) 1.5 mm/g เป็นเวลา 15 นาที

7.4 นำตะแกรงร่อนที่มีแป้งแต่ละชั้นมาชั่งน้ำหนัก เพื่อหาน้ำหนักของแป้งแต่ชั้น นำน้ำหนักของแป้งแต่ละชั้นมาคำนวณหาขนาดอนุภาคเฉลี่ยของเม็ดแป้ง

8.หาค่าความแข็งแรงของเจล (Gel strength)

8.1 เตรียมสารละลายตัวอย่างแป้งแต่ละชนิดและเตรียมผสมแป้งชนิดต่างๆ ในอัตราส่วนที่แตกต่างกันในน้ำกลั่นเข้มข้น 15 % Dry solid ปริมาณ 500 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที

8.2 กวนสารละลายแป้งในน้ำเดือดเป็นเวลา 7 นาที เทเจลที่ได้ใส่ในภาชนะทรงกระบอกสูง 6 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 4.5 เซนติเมตรให้มีน้ำหนัก 216 กรัม จำนวน 3 ถ้วย ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที หรือจนกว่าเจลจะเย็นเท่าอุณหภูมิห้อง

8.3 นำไปวัดค่าความแข็งแรงของเจลด้วยเครื่อง Texture analyzer โปรแกรม Texture Exponent 32 (TA. XT. Plus, Stable Micro Systems Ltd., Godalming, Surrey GU7 1YL, England) ใช้หัววัด 1/4 inch diameter ball probe – stainless steel (p/0.25s) และ Heavy duty probe adapter (p/35) ตั้งค่าต่างๆ ดังนี้ TA – XT Plus Setting :

Mode :	Measure Force in Compression
Option :	Return To Start
Pre-Test Speed :	2.0 mm/s
Test speed :	2.0 mm/s
Post-Test Speed :	10.0 mm/s
Target mode :	Distance
Distance :	25.00 mm
Trigger Type :	Auto (Force)

2) การศึกษาความสามารถในการขึ้นแผ่นของแป้งแต่ละชนิดและทดลองผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว

1. ศึกษาความสามารถในการขึ้นแผ่นของแป้งแต่ละชนิด

1.1 เตรียมสารละลายตัวอย่างแป้งแต่ละชนิดในน้ำกลั่นเข้มข้น 40.89 % Dry solid ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที เทใส่ถาดสแตนเลสวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร ปริมาณ 30 กรัม

1.2 นำไปนึ่งให้เป็นแผ่นที่อุณหภูมิน้ำเดือด 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที หลังจากนั้นนำถาดออกมาวางทิ้งไว้ 1 นาที ลอกแผ่นก๋วยเตี๋ยวออกจากถาด สังเกตความสามารถในการขึ้นแผ่นของแป้งแต่ละชนิด

1.3 ขึ้นแผ่นก๋วยเตี๋ยวโดยใช้แป้งแต่ละชนิดผสมทุกอัตราส่วน ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1.1 และ 1.2 ตรวจลักษณะปรากฏของแผ่นหลังนึ่ง ดังนี้ การลอกเป็นแผ่น สี ความขุ่นใสของแผ่น และความยากง่ายขณะดึงแผ่นก๋วยเตี๋ยวออกจากถาด

1.4 นำแผ่นก๋วยเตี๋ยวที่ได้ไป predry ในเครื่องทำแห้งด้วยลมร้อนแบบถาด (Tray dryers) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 นาที หลังจากนั้นนำไปบ่ม (Aging) ที่อุณหภูมิ 30 – 35องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 ชั่วโมง

1.5 ตัดแผ่นก๋วยเตี๋ยวขนาด 14 ×12 เซนติเมตร นำไปรีดให้เป็นเส้นก๋วยเตี๋ยวขนาด 2 มิลลิเมตร จากนั้นนำไปอบในเครื่องทำแห้งด้วยลมร้อนแบบถาด (Tray dryers) อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 นาที เก็บตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยวหลังอบหาความชื้น

3) ทดสอบคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยว โดยใช้เครื่อง Texture analyzer โปรแกรม Texture Exponent 32 (TA. XT. plus, Stable Micro Systems Ltd., Godalming, Surrey GU7 1YL, England)และทดสอบด้วยประสาทสัมผัส (sensory test)

1.ทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยว โดยใช้เครื่อง Texture analyzer

ชั่งเส้นก๋วยเตี๋ยว 45 กรัม เติมน้ำเดือด 350 มิลลิลิตร ปิดฝาทิ้งไว้เป็นเวลา 3 นาที เมื่อครบเวลาเทน้ำออก ล้างเส้นก๋วยเตี๋ยวด้วยน้ำเย็น หลังจากนั้นตรวจสอบลักษณะของเส้นก๋วยเตี๋ยวโดยใช้เครื่อง Texture analyzer ใช้หัววัด 35 mm DIA cylinder Aluminium (P/35) โปรแกรม Texture profile analysis (TPA) ตั้งค่าต่างๆ ดังนี้ TA – XT Plus Setting :

Mode :	Measure Force in Compression
Option :	Return To Start
Pre-Test Speed :	1.0 mm/s
Test speed :	2.0 mm/s
Post-Test Speed :	10.0 mm/s
Target mode :	Strain
Strain :	60 %

2.ทดสอบคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยวด้วยประสาทสัมผัส

ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้วิธี Scoring test ใช้ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ผ่านการฝึกฝนมาในระดับหนึ่ง (Laboratory panels) จำนวน 5 คน ชั่งเส้นก๋วยเตี๋ยว 45 กรัม เติมน้ำเดือด 350 มิลลิลิตร ปิดฝาทิ้งไว้เป็นเวลา 3 นาที โดยให้ผู้ทดสอบชิมเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผสมแป้งชนิดต่างๆ ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน เปรียบเทียบกับเส้นก๋วยเตี๋ยว control ที่ทำจากแป้งข้าวเจ้า 100 เปอร์เซ็นต์ โดยทดสอบคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ ดังนี้ สี ความเลื่อมมันของเส้น การกระจายตัวของเส้น เนื้อสัมผัส ความเหนียว และความชอบรวม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4) การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ค่าที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ได้จากการทำการทดลอง 2 ซ้ำ และในการวิเคราะห์คะแนนที่ได้จากผลชิมใช้ การทดลองแบบแฟกทอเรียล (Factorial Experiment) แบบ CRD โดยใช้ ANOVA ในการวิเคราะห์ผลทางสถิติ และใช้วิธีเจเนอรัลลินเนียโมเดล (general linear model) ในการทดสอบที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ใช้วิธี Duncan's multiple range test ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยคะแนน เพื่อดูผลของการเติมแป้งที่อัตราส่วนต่างๆที่มีผลต่อค่าเฉลี่ยคะแนน โดยใช้โปรแกรม SPSS for Window (version 11, LEAD Technologies Inc, U.S.A.)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของแป้งแต่ละชนิด

1 คุณสมบัติทางกายภาพบางประการของแป้งแต่ละชนิด

การศึกษาสมบัติทางกายภาพและทางเคมีบางประการของแป้งชนิดต่างๆ และแป้งผสมที่อัตราส่วนต่างๆกัน เพื่อที่จะสามารถนำข้อมูลไปวิเคราะห์ว่าสมบัติประการใดของแป้งที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยว จากการวิเคราะห์ความชื้น ขนาดอนุภาคผงแป้งและสังเกตสีของแป้งแต่ละชนิด แสดงผลได้ดังตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าแป้งแต่ละชนิดมีคุณสมบัติทางกายภาพแตกต่างกัน ในด้านความชื้นแป้งมันฝรั่งจะมีความชื้นสูงสุดคือ 19.6 เปอร์เซ็นต์ แป้งถั่วเขียวมีความชื้นต่ำสุด คือ 12.2 เปอร์เซ็นต์ นอกจากจะเป็นคุณสมบัติเฉพาะตัวแล้ว ความชื้นของแป้งยังขึ้นอยู่กับความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศที่เก็บแป้งนั้นๆ เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ลดลง แป้งจะมีความชื้นลดลงด้วย และถ้าความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้นแป้งจะดูดความชื้นเข้าไปมากด้วย (อรพิน ภูมิภมร, 2533) ดังนั้นจึงสามารถใช้ความชื้นในการพิจารณาสภาวะที่เหมาะสมในการเก็บแป้งได้ เพื่อให้แป้งมีคุณภาพและคุณสมบัติคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงตลอดการเก็บรักษา

ตารางที่ 1 แสดงลักษณะทางกายภาพและความสามารถในการขึ้นเป็นแผ่นฟิล์มของแป้งแต่ละชนิด

ชนิดแป้ง	ความชื้นฐานเปียก (%)	ขนาดอนุภาค (μm)	สี	ชนิดของแป้งเปียก (Paste type)	ความสามารถในการขึ้นเป็นแผ่นฟิล์ม
แป้งข้าวเจ้า	13.0	81.78	ขาวหม่น	สั้น	ฟิล์มมีสีขาวขุ่น สามารถลอกได้เป็นแผ่นหลังจากนึ่ง ได้แผ่นที่มีความแข็งแรงและมีความเหนียวต่ำ
แป้งข้าวโพด	14.0	51.14	เหลืองอ่อน	สั้น	ฟิล์มมีสีเหลืองใส สามารถลอกได้เป็นแผ่นหลังจากนึ่ง ได้แผ่นที่มีความแข็งแรงและมีความเหนียวต่ำ
แป้งข้าวเหนียว	14.5	71.63	ขาวนวล	สั้น	ฟิล์มมีสีขาวขุ่น ไม่สามารถลอกได้เป็นแผ่นหลังจากนึ่งต้องทิ้งไว้ให้เย็น จะได้แผ่นที่มีความแข็งและกรอบสูง ไม่มีความเหนียว
แป้งถั่วเขียว	12.2	52.26	ขาว	สั้น	ฟิล์มเป็นแผ่นใส สามารถลอกได้เป็นแผ่นหลังจากนึ่ง ได้แผ่นที่มีความแข็งแรงและมีความเหนียวปานกลาง
แป้งมันสำปะหลัง	13.1	48.19	ขาว	ยาว	ฟิล์มเป็นแผ่นใส มันเงา ไม่สามารถลอกได้เป็นแผ่นหลังจากนึ่งต้องทิ้งไว้ให้เย็น จะได้แผ่นที่มีความแข็งแรงและมีความเหนียวสูง
แป้งมันฝรั่ง	19.6	48.54	ขาว	ยาว	ฟิล์มเป็นแผ่นใส มันเงา ไม่สามารถลอกได้เป็นแผ่นหลังจากนึ่งต้องทิ้งไว้ให้เย็น จะได้แผ่นที่มีความแข็งแรงและมีความเหนียวสูง

การนำแป้งชนิดต่างๆไปร่อนผ่านตะแกรงเพื่อหาขนาดอนุภาคของผงแป้ง เนื่องจากถ้าขนาดอนุภาคของผงแป้งมีขนาดใหญ่มาก เม็ดแป้งที่เกาะรวมตัวอยู่ด้วยกันอาจไม่ละลาย เม็ดแป้งที่อยู่ด้านในอาจไม่เกิดการพองตัวเนื่องจากดูดน้ำได้น้อย เม็ดแป้งที่อยู่ด้านในจะไม่สุก เมื่อเม็ดแป้งไม่แตกก็จะแสดงคุณสมบัติของแป้งออกมาไม่ได้ ก็จะมีเพียงเม็ดแป้งที่อยู่ด้านนอกของผงแป้งเท่านั้นที่เกิดเจล จากตารางจะเห็นว่า ผงของแป้งแต่ละชนิดมีขนาดไม่เท่ากัน ผงแป้งข้าวเจ้ามีขนาดใหญ่ที่สุด รองลงมาคือ แป้งข้าวเหนียว แป้งถั่วเขียว แป้งข้าวโพด แป้งมันฝรั่ง และแป้งมันสำปะหลัง ตามลำดับ ดังนั้นในการเตรียมน้ำแป้งควรตั้งน้ำแป้งทิ้งไว้เมื่อผสมเสร็จแล้วเพื่อควบคุมให้แป้งแต่ละชนิดมีการละลายน้ำที่เท่ากัน และให้เม็ดแป้งดูดน้ำแล้วเกิดการพองตัวได้อย่างเต็มที่ จะทำให้เม็ดแป้งแสดงคุณสมบัติของแป้งได้อย่างเต็มที่

เนื่องจากสีของเส้นก๋วยเตี๋ยวเป็นลักษณะปรากฏที่มีผลต่อคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ได้ ซึ่งแป้งแต่ละชนิดมีกระบวนการผลิตและใช้วัตถุดับที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงสนใจศึกษาว่าสีของแป้งที่แตกต่างกันจะมีผลต่อคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยวหรือไม่ จากตารางพบว่า แป้งข้าวโพดชนิดเดียวที่มีสีเหลืองอ่อนซึ่งเป็นสีที่มาจากวัตถุดิบ ส่วนแป้งชนิดอื่นๆมีสีขาว เมื่อพิจารณาชนิดของแป้งเปียกจากแป้งแต่ละชนิดพบว่า แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวโพด แป้งข้าวเหนียวและแป้งถั่วเขียว เป็นแป้งเปียกชนิดสั้น (Shot paste) ส่วนแป้งมันสำปะหลัง และมันฝรั่ง เป็นแป้งเปียกชนิดยาว (Long paste) เนื่องแป้งจากธัญพืชคือ แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวโพด และแป้งข้าวเหนียว จะมีรูปแบบการพองตัวและการละลาย 2 ขั้น แสดงให้เห็นถึงพันธะภายในเม็ดแป้งที่แตกต่างกัน 2 ชนิด นั่นคือ พันธะบริเวณผลึก (crystallites) และมีบริเวณ อสัณฐาน (amorphous) ของเม็ดแป้ง แป้งกลุ่มนี้จึงมีจำนวนพันธะ สูงที่สุด นอกจากนี้ขนาดของเม็ดแป้งจะมีขนาดเล็กทำให้ความหนาแน่นมากกว่าส่งผลให้แป้งสุกช้ากว่า มีกำลังการพองตัวและการละลายต่ำ เนื่องจากมีปริมาณอะมิโลสสูง ส่วนแป้งที่ได้จากถั่วต่างๆ เช่น ถั่วเขียว เม็ดแป้งจะมีการพองตัวน้อย ความหนืดสูงสุด(Peak Viscosity) จึงมีค่าน้อย แป้งจากธัญพืชและเมล็ดถั่วจึงมีลักษณะของแป้งเปียกชนิดสั้น (short paste) แป้งมันสำปะหลัง และแป้งมันฝรั่งเป็นแป้งที่ได้จากรากและหัวของพืช ซึ่งจะให้ลักษณะของแป้งเปียกเป็นยางใสหนืดข้นมาก มีความเหนียวคล้ายกาว ยืดหยุ่นและเกาะกันเป็นก้อน(กล้าณรงค์ ศรีรอต, 2544) เนื่องจากแป้งจากรากคือ แป้งมันสำปะหลัง จะมีการพองตัวขั้นเดียว กำลังการละลายและการพองตัวมีค่าสูงกว่าแป้งจากธัญพืช และแป้งจากรากมีปริมาณอะมิโลสที่น้อยกว่าจึงมีจำนวนพันธะไฮโดรเจนน้อยกว่า จึงเกิดเจลาติไนซ์ที่อุณหภูมิต่ำกว่าแป้งจากธัญพืช (กล้าณรงค์ ศรีรอต, 2542) ส่วนแป้งที่ได้จากส่วนหัว เช่น แป้งมันฝรั่งแป้งกลุ่มนี้มีพันธะภายในร่างแหที่อ่อนแอจึงทำให้มีการพองตัวสูง และหมู่ฟอตเฟสเอสเทอร์ที่อยู่บนโมเลกุลของอะมิโลเพกตินซึ่งทำให้มีประจุลบ (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2545) ก่อให้เกิดแรงผลักดันทางไฟฟ้า ทำให้เกิดการพองตัวได้สูง นอกจากนี้การจัดเรียงตัวของอะมิโลสและอะมิโลเพกตินภายในเมล็ดแป้งมีความหนาแน่นไม่สม่ำเสมอกันทำให้เม็ดแป้งมีขนาดต่างกัน ซึ่งแป้งมันฝรั่งมีความหนาแน่นของอะมิโลสและอะมิโลเพกตินน้อย (กล้าณรงค์ ศรีรอต) ขนาดของอนุภาคเม็ดแป้งมันฝรั่งมีขนาดใหญ่เส้นผ่านศูนย์กลาง 15 - 121ไมโครเมตร ดังตารางที่ 5 ทำให้สามารถดูดน้ำและพองตัวได้ดี จึงให้ความหนืดสูงสุด (Peak viscosity) สูง ดังนั้นแป้งจากส่วนรากและหัวจึงมีลักษณะของแป้งเปียกชนิดยาว (long paste)

นอกจากนี้ไขมันที่รวมอยู่ในเม็ดแป้ง จะไปลดความสามารถในการพองตัว การละลาย และจับตัวกับน้ำ แป้งไขมันจะรวมตัวกับอะมิโลสเป็น amylose – lipid complex เกิดเป็นโครงสร้างผลึกอย่างอ่อนที่ไปเสริมความ

แข็งให้แก่เม็ดแป้ง ส่วนอะมิโลเพกตินจะรวมตัวกันเป็นผลึก ซึ่งแป้งจากธัญพืชจะมีปริมาณไขมันมากกว่าแป้งจากส่วนรากและส่วนหัว จากการรายงานของ Swinkels, 1985. อ้างถึงใน กล้าณรงค์ ศรีรอต (2542) พบว่า แป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวโพด ซึ่งมีปริมาณไขมัน 0.8 และ 0.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่แป้งมันสำปะหลัง และแป้งมันฝรั่ง มีปริมาณไขมัน 0.1 และ 0.05 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จึงทำให้เม็ดแป้งจากธัญพืชพองตัวได้ช้ากว่าแป้งจากส่วนรากและหัว

เมื่อพิจารณาความสามารถในการขึ้นเป็นแผ่นฟิล์มของแป้งแต่ละชนิด พบว่าแป้งทั้ง 6 ชนิดสามารถขึ้นเป็นแผ่นฟิล์มได้ แต่ลักษณะปรากฏของแผ่นฟิล์มจากแป้งแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน โดยฟิล์มจากแป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวโพด และแป้งถั่วเขียวมีความแข็งแรงและมีความเหนียว ฟิล์มจากแป้งข้าวเหนียวได้แผ่นฟิล์มที่มีความแข็ง (Toughness) และความเหนียวต่ำ ฟิล์มจากแป้งถั่วเขียวมีความแข็งแรงและมีความเหนียวปานกลาง ฟิล์มจากแป้งข้าวเหนียวได้แผ่นฟิล์มที่มีความแข็งและกรอบสูง ไม่มีความเหนียว ส่วนฟิล์มจากแป้งมันสำปะหลังและแป้งมันฝรั่ง มีความแข็งแรงและมีความยืดหยุ่นสูง (Flexibility) แต่ต้องทิ้งไว้ให้เย็นเป็นเวลานานถึงจะลอกออกจากถาดนึ่งได้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะแป้งมันฝรั่ง แป้งมันสำปะหลัง และแป้งข้าวเหนียว มีปริมาณอะมิโลสต่ำจึงมีการเกิดรีโทรเกรเดชันต่ำกว่าแป้งชนิดอื่นๆที่มีอะมิโลสสูงกว่า (กล้าณรงค์ ศรีรอต, 2542) แป้งข้าวเหนียวจะมีอะมิโลเพคตินสูง ซึ่งโมเลกุลที่เป็นส่วนแขนงเป็นอุปสรรคต่อการรวมตัวของโมเลกุลเพคตินที่ละลายในสารละลาย แต่เนื่องจากสารละลายน้ำแป้งที่ใช้ในการขึ้นแผ่นฟิล์มมีความเข้มข้นสูง คือ 40.89 % Dry solid ทำให้อะมิโลเพคตินสามารถเกิดรีโทรเกรเดชันได้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเชื่อมต่อกันของสายแขนงที่อยู่ด้านนอก (Outer chain) ของอะมิโลเพคติน (อรพิน ภูมิภมร, 2533)

2 ปริมาณอะมิโลส (Amylose) และความคงตัวของแป้งสุก (Gel consistency)

ปริมาณอะมิโลสเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการคาดคะเนหรืออธิบายคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยว ซึ่งสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (The International Rice research Institute) ได้แบ่งข้าวออกตามปริมาณอะมิโลสเป็น 4 พวกคือ ข้าวอะมิโลสต่ำ เป็นข้าวที่มีอะมิโลสต่ำกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ ข้าวอะมิโลสปานกลางมีอะมิโลส 20-25 เปอร์เซ็นต์ ข้าวอะมิโลสสูงปานกลางมีอะมิโลส 25-27 เปอร์เซ็นต์ และข้าวอะมิโลสสูงมีอะมิโลสมากกว่า 27 เปอร์เซ็นต์ ข้าวที่สามารถนำมาทำเป็นเส้นก๋วยเตี๋ยวให้มีลักษณะเนื้อเส้นดีต้องเป็นข้าวที่มีอะมิโลสสูง เนื่องจากจะทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมีความคงตัวดีขึ้น การขยายตัวของแป้งเป็นไปอย่างมั่นคง แข็งแรง ไม่ยุบตัวง่าย สามารถต้านทานการแตกสลายของเม็ดแป้งที่อุณหภูมิสูงได้มากกว่า สามารถทำเป็นแผ่นได้ดี (พิมพ์เพ็ญ ถิรพร, 2533) เมื่อนำไปปรุงอาหารจะได้เส้นที่มีความเหนียวพอดีและมีความคงตัวสูง (เสนอ ร่วมจิตร, 2522) ส่วนข้าวที่มีอะมิโลสต่ำไม่สามารถนำมาทำเป็นก๋วยเตี๋ยวได้เนื่องจากจะได้แผ่นก๋วยเตี๋ยวที่เปื่อย ขาดง่าย ไม่มีความยืดหยุ่น ทำเป็นแผ่นได้ไม่ดี ยากต่อการผลิต ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องทราบว่าแป้งแต่ละชนิดมีปริมาณอะมิโลสเท่าไร เพื่อใช้ในการคาดคะเนหรืออธิบายคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยวของแป้งผสมได้

จากการทดลองหาปริมาณอะมิโลสของแป้งแต่ละชนิดและแป้งผสมได้ผลดังตารางที่ 2 ซึ่งพบว่า แป้งข้าวเหนียวจัดอยู่ประเภทแป้งที่มีปริมาณอะมิโลสต่ำ แป้งข้าวเจ้ามีปริมาณอะมิโลสปานกลาง แป้งข้าวโพด แป้งถั่วเขียว แป้งมันสำปะหลังและแป้งมันฝรั่งมีปริมาณอะมิโลสสูง ซึ่งค่าที่ได้แตกต่างจากที่ กล้าณรงค์ ศรีรอต (2542) ได้อ้าง

ไว้ แสดงผลดังตารางที่ 3 ทั้งนี้เป็นเพราะในการทดลองหาปริมาณอะมิโลส เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง ทำงานได้อย่างไม่มีประสิทธภาพ ขณะอ่านค่าตัวเลขไม่คงที่ ปริมาณอะมิโลสที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้จึงแตกต่างจากปริมาณอะมิโลสโดยทั่วไปที่พบในแป้งชนิดต่างๆ ดังนั้นในการพิจารณาปริมาณอะมิโลสที่จะส่งผลต่อคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยวจะพิจารณาจากตารางที่ 3

อย่างไรก็ตามการพิจารณาจากปริมาณอะมิโลสเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอในการอธิบายคุณภาพของก๋วยเตี๋ยวได้ เนื่องจากในระหว่างข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสสูงด้วยกันยังมีความแตกต่างในคุณภาพการหุงต้มและรับประทาน (พิมพ์เพ็ญ อิรพร, 2533) ซึ่งแป้งที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นแป้งที่ได้มาจากพืชหลายสายพันธุ์ ดังนั้นเมื่อแป้งสุกจึงน่าจะมีคุณภาพในการรับประทานที่แตกต่างกัน จึงทำการศึกษาความคงตัวของแป้งสุก (Gel consistency) จะเป็นค่าที่บ่งบอกถึงความคงตัวเมื่อแป้งสุกเย็นตัวลง ซึ่งนิยมใช้สำหรับทดสอบข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสสูง (27 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป) (งามชื่น คงเสรี, 2529. อ้างถึงใน พิมพ์เพ็ญ อิรพร, 2533) ลักษณะความคงตัวของแป้งสุกสามารถแบ่งได้ 3 ระดับคือ แป้งสุกที่มีความคงตัวสูงไหลได้ 26 – 35 มิลลิเมตร มีความคงตัวปานกลางไหลได้ 36 – 50 มิลลิเมตร และมีความคงตัวต่ำไหลได้ 51 มิลลิเมตร ขึ้นไป จากการวิเคราะห์ความคงตัวของแป้งสุก (Gel consistency) พบว่า แป้งข้าวเจ้าจัดเป็นพวกแป้งสุกคงตัวสูง ส่วนแป้งข้าวโพด แป้งข้าวเหนียว แป้งถั่วเขียว แป้งมันสำปะหลัง และแป้งมันฝรั่ง จัดเป็นแป้งสุกคงตัวต่ำ จะเห็นว่า การผสมแป้งชนิดต่างๆกับแป้งข้าวเจ้าในปริมาณที่สูงขึ้น แป้งสุกจะไหลไปได้ระยะทางไกลขึ้น หรือแป้งสุกอ่อนลง ดังจากตารางที่ 2 ซึ่งค่าที่ได้ ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณอะมิโลสของแป้งชนิดต่างๆ เช่น แป้งข้าวโพดมีปริมาณอะมิโลสค่อนข้างสูง แต่มีความคงตัวของแป้งสุกต่ำมาก ไหลได้ 100 มิลลิเมตร ดังนั้นผลที่ได้น่าจะเกิดจากความผิดพลาดจากการทดลอง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณอะมิโลสและความคงตัวของแป้งสุกของตัวอย่างแป้งแต่ละชนิดและแป้งผสม

ตัวอย่าง		อะมิโลส (%)	ความคงตัวของแป้งสุก (Gel consistency) (mm)
แป้งข้าวเจ้า 100 %		23.6	26.0
แป้งข้าวโพด 100 %		32.0	100.0
แป้งข้าวเจ้า+แป้งข้าวโพด	10%	27.2	27.0
	20%	28.8	27.5
	30%	29.2	28.0
	40%	30.4	31.5
แป้งข้าวเหนียว 100 %		3.2	84.0
แป้งข้าวเจ้า+แป้งข้าวเหนียว	10%	21.6	25.0
	20%	18.0	26.5
	30%	16.0	27.0
	40%	14.8	27.0
แป้งถั่วเขียว 100 %		43.6	94.0
แป้งข้าวเจ้า+แป้งถั่วเขียว	10%	23.6	27.0
	20%	26.0	30.0
	30%	26.4	30.0
	40%	27.6	35.0
แป้งมันสำปะหลัง 100 %		33.2	95.0
แป้งข้าวเจ้า+แป้งมันสำปะหลัง	10%	24.4	27.0
	20%	24.0	30.0
	30%	27.6	34.0
	40%	30.0	48.5
แป้งมันฝรั่ง 100 %		30.8	95.0
แป้งข้าวเจ้า+แป้งมันฝรั่ง	10%	27.2	26.5
	20%	30.0	28.5
	30%	30.8	29.5
	40%	32.0	31.0

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีของเม็ดแป้งแต่ละชนิด

แป้ง	แหล่งของแป้ง	ขนาดเม็ดแป้ง (ไมครอน)	% amylose	DP อะมิโลส	กำลังการพองตัว (ที่ 95 ^{0}C)	การละลาย(%) (ที่ 95 ^{0}C)
ข้าวเจ้า	เมล็ดธัญพืช	5-3	29.5*	900-1100	19	18
ข้าวโพด	เมล็ดธัญพืช	5-25	28	800	24	25
ข้าวเหนียว	เมล็ดธัญพืช	3-25	0	-	56	13
ถั่วเขียว	เมล็ดถั่ว	-	24	-	-	-
มันสำปะหลัง	ส่วนราก	5-35	17	3000	71	48
มันฝรั่ง	ส่วนหัว	15-121	22.2	2000-5000	>1000	82

หมายเหตุ : DP = Degree of Polymerization

* ข้าวเจ้าพันธุ์เหลืองประทิว

ที่มา : ดัดแปลงจาก กล้าณรงค์ ศรีรอต (2542)

3 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงความหนืดของน้ำแป้งขณะหุงต้มและทำให้เย็น

การเปลี่ยนแปลงความหนืดของน้ำแป้งเป็นคุณสมบัติเฉพาะตัว แตกต่างไปตามชนิดและสายพันธุ์ของแป้ง ซึ่งการทราบการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งแต่ละชนิดและแป้งผสม จะสามารถช่วยในการคาดคะเนหรืออธิบายคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ได้จากการผสมแป้งชนิดต่างๆลงไปได้

วิธีการหาความหนืดที่ใช้ในการทดลองคือ การใช้เครื่อง Brabender viscograph และ Rapid Visco-Analyser (RVA) หลักการของการวัดความหนืดของทั้งสองเครื่องนี้มีความคล้ายคลึงกันคือ จะติดตามการเปลี่ยนแปลงความหนืดของน้ำแป้งเมื่อให้ความร้อน (Heating) หุงต้ม (Cooking) และทำให้เย็น (Cooling) ซึ่งจะแสดงผลเป็นกราฟความหนืด

3.1 การใช้เครื่อง Brabender viscograph ในการตรวจสอบความหนืดของน้ำแป้ง

เครื่อง Brabender viscograph จะติดตามความหนืดของน้ำแป้ง โดยการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำแป้งขึ้นเรื่อยๆ จนน้ำแป้งมีอุณหภูมิ 94 องศาเซลเซียส และจะคงอุณหภูมิไว้นาน 20 นาที จากนั้นจะลดอุณหภูมิลงจนถึง 50 องศาเซลเซียส ซึ่งตลอดการเพิ่มและลดอุณหภูมิจะมีการกวนอยู่ตลอดเวลา ค่าความหนืดที่อ่านได้จะมีหน่วยเป็น Brabender unit (BU)

ความหนืดของน้ำแป้งมีการเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิได้เกิดจาก เม็ดแป้งซึ่งประกอบไปด้วยอะมิโลสและอะมิโลเพคติน เมื่อได้รับความร้อนเม็ดแป้งจะดูดซึมน้ำและพองตัวขยายใหญ่ เนื่องจากพันธะไฮโดรเจนซึ่งเป็นพันธะระหว่างโมเลกุลของอะมิโลสถูกทำลายบางส่วน ทำให้อะมิโลสสามารถจับกับน้ำได้มากขึ้น เม็ดแป้งจึง

ขยายตัว น้ำบริเวณรอบๆเม็ดแป้งเหลือน้อยลง ทำให้เม็ดแป้งเคลื่อนไหวได้ยาก เกิดความหนืดขึ้น เมื่อเพิ่มอุณหภูมิมากขึ้นพันธะไฮโดรเจนถูกทำลายมากขึ้น เม็ดแป้งจะสามารถดูดซึมน้ำและขยายใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ จุดที่เม็ดแป้งพองตัวเต็มที่จะเป็นจุดที่มีความหนืดสูงสุด เมื่อเพิ่มอุณหภูมิถึง 94 องศาเซลเซียส และคงอุณหภูมิไว้นาน 20 นาที รวมทั้งมีการกวนอย่างต่อเนื่องจะทำให้เมมเบรนที่หุ้มเม็ดแป้งฉีกขาด โครงสร้างภายในแตกออก อะมิโลสหลุดออกมาจากเม็ดแป้งอยู่อย่างอิสระ ทำให้ความหนืดลดลง ต่อมาเมื่อลดอุณหภูมิลง โมเลกุลอะมิโลสที่อยู่ใกล้กันจะเกิดการจัดเรียงตัวกันใหม่ด้วยพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุล เกิดเป็นร่างแหสามมิติโครงสร้างใหม่ที่สามารถอุ้มน้ำและไม่มีการดูดน้ำเข้ามาอีก มีความหนืดมากขึ้น เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า การเกิดรีโทรเกรเดชัน (Retrogradation)

ค่าความหนืดที่อ่านได้จากกราฟ มีดังต่อไปนี้ (กล้าณรงค์ ศรีรอต, 2542)

1. Gelatinization temperature (^{0}C) คือ อุณหภูมิที่เริ่มเกิดความหนืด ชี้ให้เห็นถึงความยากง่ายในการหุงต้ม

2. Peak viscosity (BU) เป็นความหนืดสูงสุดในช่วงการให้ความร้อน จะเป็นจุดที่เม็ดแป้งพองตัวเต็มที่

3. Main viscosity (BU) เป็นค่าความหนืดสุดท้ายที่อุณหภูมิ 94 องศาเซลเซียส ชี้ให้เห็นถึงความคงทนของเม็ดแป้งขณะให้ความร้อนสูง และได้รับแรงเฉือนจากการกวน

4. Final viscosity (BU) เป็นความหนืดสุดท้ายของการวัดความหนืดที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ชี้ให้เห็นถึงการเกิดรีโทรเกรเดชัน เนื่องจากการทำให้เย็น

5. Setback (BU) คือ ผลต่างของความหนืดสุดท้ายที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส กับค่าความหนืดสูงสุด ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความนิ่มหรือความแข็งของแป้งสุก

6. Breakdown (BU) คือ ผลต่างของความหนืดสูงสุดกับความหนืดสุดท้ายที่อุณหภูมิ 94 องศาเซลเซียส เป็นค่าที่แสดงถึงการถูกทำลายของเม็ดแป้งโดยความร้อนขณะหุงต้ม

จากการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งแต่ละชนิดและแป้งผสมระหว่างแป้งข้าวเจ้ากับแป้งชนิดอื่น ในอัตราส่วน 10, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเข้มข้น 6 % Dry solid พบว่า แป้งแต่ละชนิดมีการเปลี่ยนแปลงความหนืดที่แตกต่างกัน และการเติมแป้งแต่ละชนิดในอัตราส่วนต่างๆมีผลให้ลักษณะความหนืดของแป้งเปลี่ยนแปลงไป โดยมีค่าความหนืดดังตารางที่ 4 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้คือ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4 คุณสมบัติความหนืดของแป้งแต่ละชนิดและแป้งผสมเมื่อวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Brabender viscograph

ตัวอย่างแป้ง		Gel temp. (°C)	Peak (BU)	Main (BU)	Final (BU)	Setback (BU)	Breakdown (BU)
แป้งข้าวเจ้า		79.5	280	270	535	255	10
แป้งข้าวโพด		72.75	290	250	505	215	40
แป้งข้าวเหนียว		64.5	610	350	460	-150	260
แป้งถั่วเขียว		72.75	410	405	740	330	5
แป้งมันสำปะหลัง		67.5	795	320	535	-260	475
แป้งมันฝรั่ง		60	2270	490	750	-1250	1780
แป้งข้าวเจ้า+ แป้งข้าวโพด	10%	79.5	265	250	460	195	15
	20%	78.75	255	235	445	190	20
	30%	78	250	220	460	210	30
	40%	77.25	245	220	455	210	25
แป้งข้าวเจ้า+ แป้งข้าวเหนียว	10%	76.5	270	250	500	230	20
	20%	74.25	240	220	530	290	20
	30%	70.5	265	230	545	280	35
	40%	68.25	300	250	550	250	50
แป้งข้าวเจ้า+ แป้งถั่วเขียว	10%	81	260	245	445	185	15
	20%	81	240	210	440	200	30
	30%	80.25	220	210	425	205	10
	40%	79.5	235	225	435	200	10
แป้งข้าวเจ้า+แป้งมันสำปะหลัง	10%	81	305	270	485	180	35
	20%	81	325	260	520	195	65
	30%	78	360	275	525	165	85
	40%	75	410	300	530	120	110
แป้งข้าวเจ้า+ แป้งมันฝรั่ง	10%	75.75	335	315	580	245	20
	20%	73.5	445	365	670	225	80
	30%	71.25	600	435	735	135	165
	40%	64.5	770	510	820	50	260

หมายเหตุ ใช้น้ำแป้งเข้มข้น 6 % Dry solid

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

1. อุณหภูมิที่เริ่มเกิดความหนืด (Gelatinization temperature)

จากตารางที่ 4 และรูปที่ 1 จะเห็นได้ว่า แป้งแต่ละชนิดจะมีอุณหภูมิที่เริ่มเกิดความหนืดแตกต่างกัน แป้งที่เกิดความหนืดเร็วที่สุดคือ แป้งมันฝรั่ง จะเริ่มเกิดความหนืดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส รองลงมาคือ แป้งข้าวเหนียว 64.5 องศาเซลเซียส แป้งมันสำปะหลัง 67.5 องศาเซลเซียส แป้งถั่วเขียวและแป้งข้าวโพด 72.75 องศาเซลเซียส และแป้งที่เริ่มเกิดความหนืดช้าที่สุดคือ แป้งข้าวเจ้าที่อุณหภูมิ 79.5 องศาเซลเซียส แสดงให้เห็นว่า แป้งมันฝรั่งจะเป็นแป้งที่สุกง่ายหรือสุกเร็วกว่าแป้งชนิดอื่น และแป้งข้าวเจ้าจะเป็นแป้งที่สุกยากหรือสุกช้ากว่าแป้งชนิดอื่นเมื่อใช้ระดับความร้อนและระยะเวลาที่ให้ความร้อนเท่ากัน เมื่อเปรียบเทียบผลที่ได้กับ Oates (1996). อ้างถึงในกล้าณรงค์ ศรีรอต(2542) . พบว่า อุณหภูมิที่เริ่มเกิดความหนืดของแต่ละแป้งมีแนวโน้มไม่สอดคล้องกัน ดังตารางที่ 5 แป้งที่เริ่มเกิดความหนืดเร็วที่สุดคือ แป้งข้าวเหนียว รองลงมาคือ แป้งมันสำปะหลัง แป้งมันฝรั่ง แป้งถั่วเขียว แป้งข้าวโพด และแป้งข้าวเจ้า การที่ได้อุณหภูมิเริ่มเกิดความหนืดต่างกันอาจเป็นผลมาจากไม่ได้มีการพักน้ำแป้งไว้ก่อนที่จะนำไปหาความหนืด ซึ่งจะมีผลต่อปริมาณการดูดซับน้ำแป้ง ซึ่งจากการวิเคราะห์ขนาดของผงแป้งในตารางที่ 1 ซึ่งพบว่า แป้งมันฝรั่งมีขนาดผงแป้ง (48.39 ไมโครเมตร) เล็กกว่าแป้งข้าวเหนียว (71.3 ไมโครเมตร) ดังนั้นแป้งมันฝรั่งน่าจะดูดซับน้ำได้มากกว่าแป้งข้าวเหนียว ทำให้อุณหภูมิเริ่มเกิดความหนืดต่ำกว่า แต่ถ้าหากเปรียบเทียบระหว่างแป้งจากธัญพืชกับแป้งจากรากและหัว ก็จะพบว่าแป้งจากรากและหัวพืชมีอุณหภูมิที่เริ่มเกิดความหนืดต่ำกว่า เนื่องมาจาก

- แป้งจากรากและหัวพืชมีขนาดเม็ดแป้งที่ใหญ่กว่าแป้งจากธัญพืช (ดังตารางที่3) เม็ดแป้งขนาดใหญ่จะมีการพองตัวได้สูงกว่าเม็ดแป้งขนาดเล็ก
- แป้งจากธัญพืชมีปริมาณอะมิโลสสูงกว่าแป้งจากรากหรือหัว ซึ่งการที่มีปริมาณอะมิโลสสูงจะทำให้โครงสร้างร่างแหในเม็ดแป้งแข็งแรงขึ้น เนื่องจากมีจำนวนพันธะมาก ทำให้การพองตัวและการละลายต่ำอุณหภูมิที่เริ่มเกิดความหนืดจึงสูง แป้งจากรากและหัวจะมีจำนวนพันธะน้อยกว่าทำให้โครงสร้างร่างแหมีความอ่อนแอ เม็ดแป้งจะสามารถพองตัวได้สูง โดยแป้งมันฝรั่งซึ่งมีคุณลักษณะพิเศษคือ มีหมู่ฟอสเฟตภายในเม็ดแป้ง ก่อให้เกิดแรงผลักดันทางไฟฟ้าได้ทำให้เกิดการพองตัวได้สูงขึ้น อุณหภูมิที่เริ่มเกิดความหนืดจึงต่ำ
- แป้งจากธัญพืชมีไขมันภายในเม็ดแป้งโดยเฉพาะแป้งข้าวโพด ซึ่งการที่มีไขมันอยู่ในเม็ดแป้งจะรวมอยู่กับอะมิโลสเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับอะมิโลส (Lipid-amilose complex) เสริมความแข็งแรงให้แก่เม็ดแป้ง ซึ่งจะลดความสามารถในการพองตัว การละลาย และการจับตัวกับน้ำของแป้ง ทำให้ต้องใช้อุณหภูมิที่สูงขึ้นเม็ดแป้งจึงจะเริ่มพองตัวเกิดความหนืด (กล้าณรงค์ ศรีรอต, 2542)

แต่จะเห็นได้ว่าแป้งข้าวเหนียวเป็นแป้งที่ได้จากธัญพืชแต่มีอุณหภูมิเริ่มเกิดความหนืดต่ำ เป็นผลมาจากแป้งข้าวเหนียวมีปริมาณอะมิโลสต่ำ ความแข็งแรงของโครงสร้างร่างแหมีไม่มาก การพองตัวจึงสูง ทำให้แป้งข้าวเหนียวสุกง่ายกว่าแป้งข้าวโพดและแป้งข้าวเจ้า

ตารางที่ 5 อุณหภูมิที่เริ่มเกิดความหนืดของแป้งแต่ละชนิด

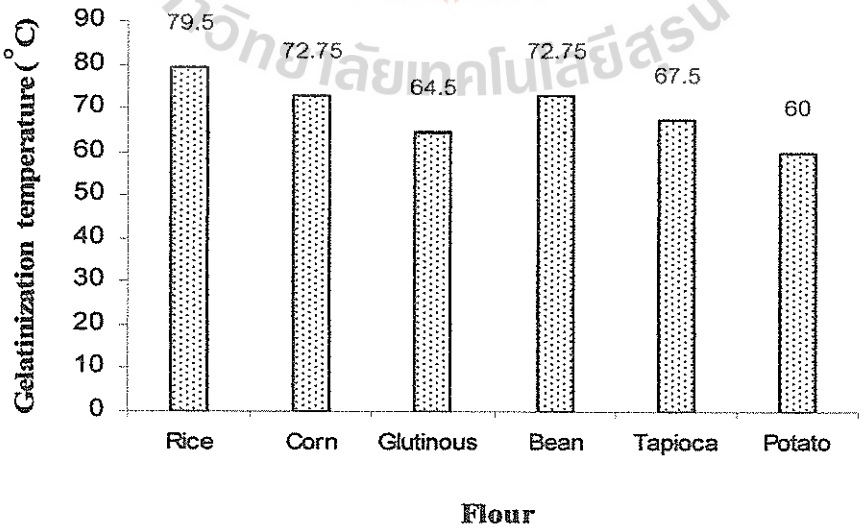
ชนิดแป้ง	อุณหภูมิเริ่มเกิดความหนืด[1] (^{0}C)	อุณหภูมิเริ่มเกิดความหนืด[2] (^{0}C)
ข้าวเจ้า	61-78	79.5
ข้าวโพด	62-70	72.75
ข้าวเหนียว	55-65	64.5
ถั่วเขียว	64-67	72.75
มันสำปะหลัง	62-64	67.5
มันฝรั่ง	58-66	60

หมายเหตุ [1] ใช้ความเข้มข้น 5 % Dry solid ที่มา Belitz, R. S. and Sawyer, R. (1986). อ้างถึงใน นิธิยา รัตนปนนท์ (2545)

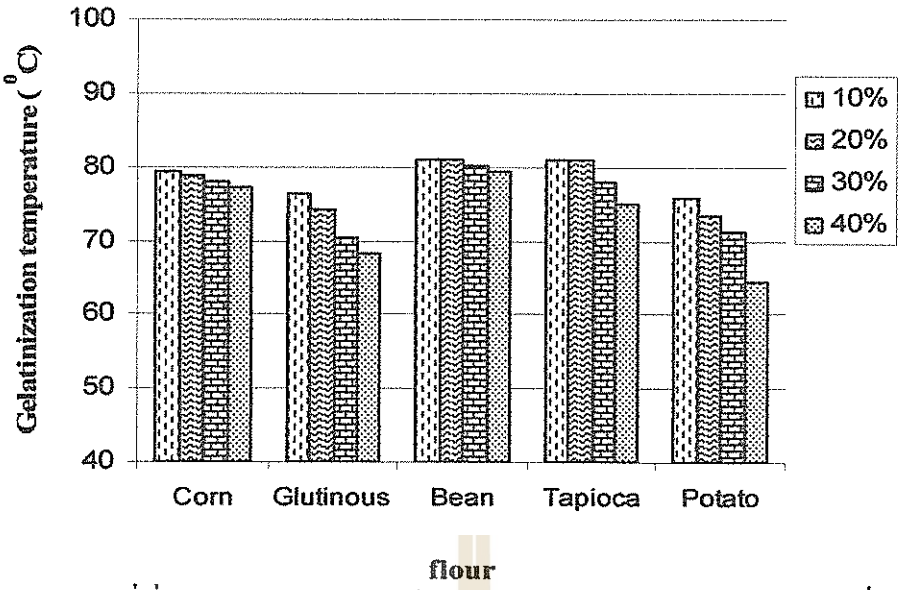
[2] จากการทดลองใช้ความเข้มข้น 6 % Dry solid

จากการตรวจสอบความหนืดของแป้งผสมระหว่างแป้งข้าวเจ้ากับแป้งแต่ละชนิดในอัตราส่วน 10, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ พบว่าการเติมแป้งแต่ละชนิดในอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้นจะมีผลในการลดอุณหภูมิที่เริ่มเกิดความหนืดของแป้งข้าวเจ้า แป้งที่มีผลในการลดอุณหภูมิที่เริ่มเกิดความหนืดได้ชัดเจนคือแป้งข้าวเหนียวและแป้งมันฝรั่ง (ดังรูปที่ 2) แป้งมันสำปะหลังจะลดอุณหภูมิลงได้ปานกลาง ส่วนแป้งถั่วเขียวและแป้งข้าวโพดไม่มีผลในการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเริ่มเกิดความหนืดของแป้งข้าวเจ้า ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าการเติมแป้งข้าวเหนียวและแป้งมันฝรั่งจะทำให้แผ่นก๋วยเตี๋ยวสุกง่ายขึ้นมากกว่าแป้งชนิดอื่นๆ และการที่แป้งสุกง่ายขึ้นนั้นก็เป็นผลมาจากการที่แป้งมีปริมาณอะมิโลสอยู่น้อย ดังนั้นจึงน่าจะมีความสัมพันธ์กับความนิ่มของแผ่นแป้งสุก อาจกล่าวได้ว่าการเติมแป้งข้าวเหนียวหรือแป้งมันฝรั่งลงในแป้งข้าวเจ้าจะทำให้แผ่นก๋วยเตี๋ยวสุกง่ายขึ้นและมีความนิ่มมากกว่าแผ่นก๋วยเตี๋ยวจากแป้งข้าวเจ้า 100 เปอร์เซ็นต์

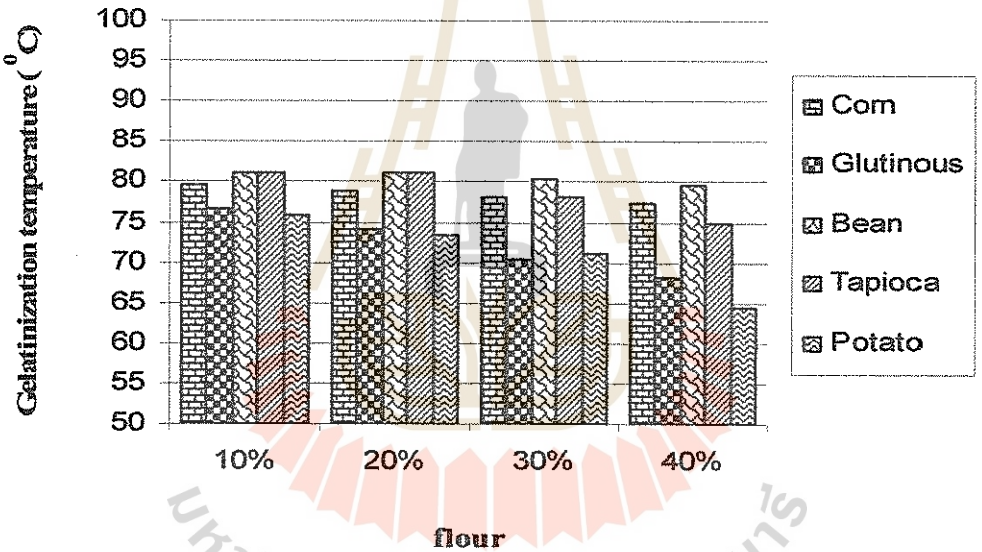
จากรูปที่ 3 จะเป็นการเปรียบเทียบผลของแป้งแต่ละชนิดในแต่ละอัตราส่วนผสมต่ออุณหภูมิที่เริ่มเกิดความหนืดของแป้งข้าวเจ้า ซึ่งจะเห็นได้ว่าในอัตราส่วนผสมที่เท่ากันการเติมแป้งข้าวเหนียวหรือแป้งมันฝรั่งจะมีผลในการลดอุณหภูมิที่เริ่มเกิดความหนืดของแป้งข้าวเจ้าได้มากกว่าแป้งชนิดอื่นๆ



รูปที่ 1 เปรียบเทียบอุณหภูมิที่เริ่มเกิดความหนืด(Gelatinization temperature) ของแป้งแต่ละชนิด



รูปที่ 2 เปรียบเทียบอุณหภูมิที่เริ่มเกิดความหนืดของแป้งผสมระหว่างแป้งข้าวเจ้าและแป้งชนิดอื่นในอัตราส่วนต่างๆ



รูปที่ 3 เปรียบเทียบอุณหภูมิที่เริ่มเกิดความหนืดของแป้งผสมเมื่อผสมแป้งชนิดต่างๆ ในอัตราส่วนที่เท่ากัน

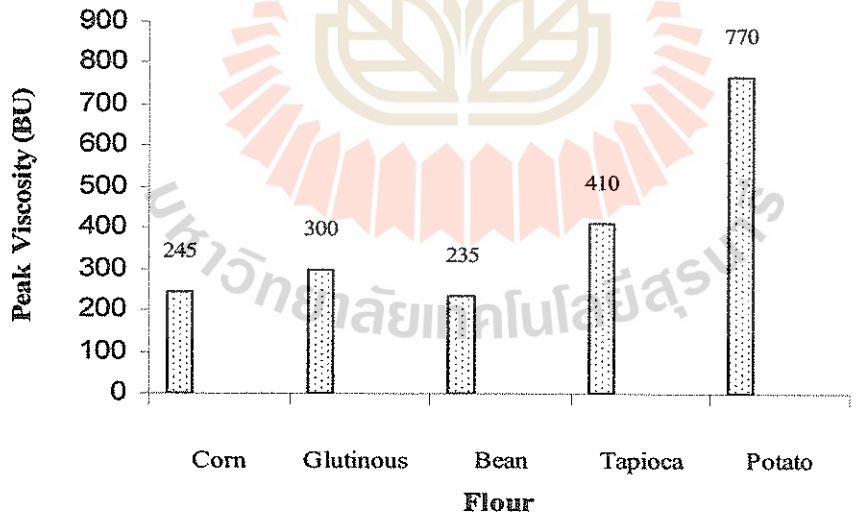
1.2 ความหนืดสูงสุด (Peak viscosity)

จากการตรวจสอบความหนืดสูงสุดของแป้งแต่ละชนิด ได้ผลดังรูปที่4 พบว่า แป้งมันฝรั่งจะมีค่าความหนืดสูงสุดมากที่สุด รองลงมาคือแป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวเหนียว แป้งถั่วเขียว แป้งข้าวโพดและแป้งข้าวเจ้า ซึ่งมีค่าความหนืดสูงสุดใกล้เคียงกันมาก ความหนืดสูงสุดของแป้งแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับกำลังการพองตัวและการละลายซึ่งเกี่ยวข้องกับขนาดของเม็ดแป้งและปริมาณอะมิโลส นอกจากนี้ความหนืดสูงสุดยังขึ้นอยู่กับประมาณไขมันที่มีอยู่ในเม็ดแป้งอีกด้วย การที่แป้งมันฝรั่งมีค่าความหนืดสูงสุดสูงมากเนื่องจากแป้งมันฝรั่งมีเม็ดแป้งขนาดใหญ่(15-121 ไมโครเมตร) กว่าแป้งชนิดอื่นๆ เม็ดแป้งขนาดใหญ่จะมีกำลังการพองตัวและการละลายได้ดีกว่าเม็ดแป้งขนาดเล็ก ซึ่งเมื่อเม็ดแป้งพองตัวได้สูง จะทำให้ความหนืดมีค่าสูงมาก เมื่อพิจารณากำลังการพองตัว

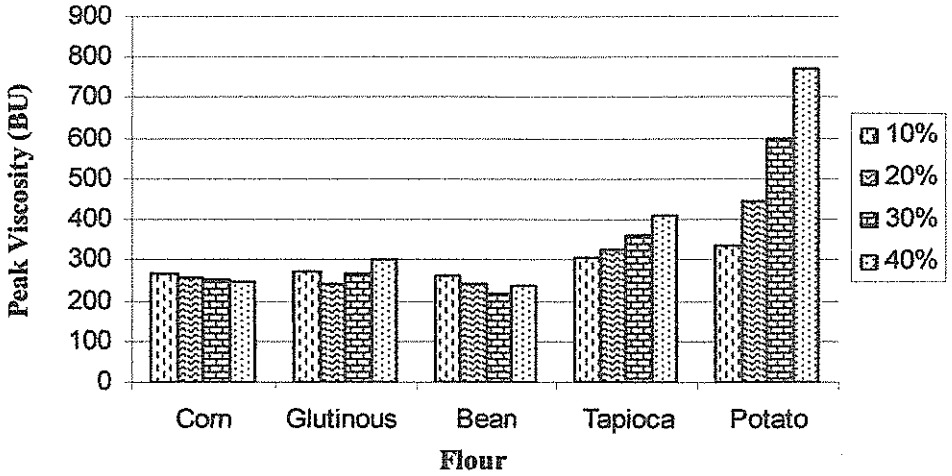
กับเปอร์เซ็นต์การละลายของแป้งมันฝรั่งที่ 95 องศาเซลเซียส พบว่ามีค่าสูงกว่าแป้งชนิดอื่นๆ โดยมีกำลังการพองตัวมากกว่า 1000 และมีเปอร์เซ็นต์การละลาย 82 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 3

จากรูปที่ 4 จะเห็นได้ว่าแป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวโพดมีค่าความหนืดสูงสุดต่ำกว่าแป้งชนิดอื่นๆ เป็นผลสืบเนื่องมาจากแป้งทั้งสองชนิดนี้เป็นแป้งจากธัญพืช จะมีปริมาณอะมิโลสสูง เม็ดแป้งขนาดเล็ก ทำให้พันธะภายในเม็ดแป้งมีความแข็งแรง การพองตัวและการละลายจึงเป็นได้ค่อนข้างยาก นอกจากนั้นแป้งจากธัญพืชยังมีไขมันเป็นองค์ประกอบอยู่มากประมาณ 0.6-0.8 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแป้งจากรากและหัวมีไขมันน้อยกว่า 0.1 เปอร์เซ็นต์ (อรพิน ภูมิภมร, 2533) ซึ่งการที่เม็ดแป้งมีไขมันอยู่มากจะเป็นตัวขัดขวางการพองตัวและการละลายของเม็ดแป้ง ทำให้เม็ดแป้งพองตัวและละลายได้น้อย ค่าความหนืดสูงสุดจึงต่ำกว่าแป้งจากรากและหัว แต่จะเห็นได้ว่าแป้งข้าวเหนียวก็เป็นแป้งจากธัญพืช และมีเม็ดแป้งขนาดเล็ก (3-25 ไมโครเมตร) แต่มีค่าความหนืดสูงสุดมากกว่าแป้งข้าวโพดและแป้งข้าวเจ้า เนื่องจากแป้งข้าวเหนียวมีปริมาณอะมิโลสอยู่น้อยมาก การพองตัวของเม็ดแป้งจึงง่ายกว่า เนื่องจากพันธะภายในร่างแหอ่อนแอ ความหนืดสูงสุดจึงสูงกว่า

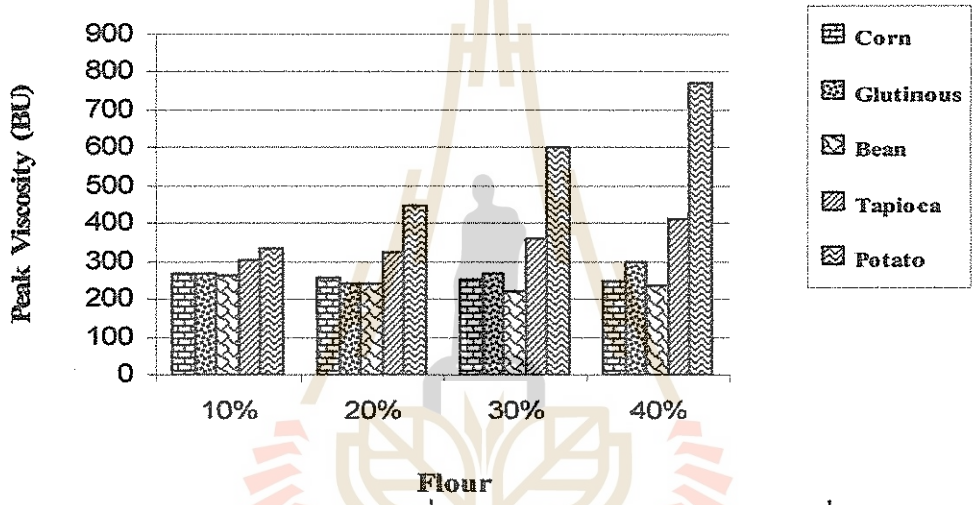
เมื่อพิจารณาค่าความหนืดสูงสุดของแป้งผสม พบว่าแป้งมันฝรั่งจะมีผลต่อค่าความหนืดสูงสุดของแป้งข้าวเจ้ามากที่สุด โดยเมื่อเพิ่มอัตราส่วนแป้งมันฝรั่ง ค่าความหนืดสูงสุดจะเพิ่มมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ดังรูปที่ 5 แป้งมันสำปะหลังจะมีผลในการเพิ่มความหนืดสูงสุดของแป้งข้าวเจ้าปกติได้ปานกลาง ส่วนแป้งข้าวโพด แป้งข้าวเหนียว และแป้งถั่วเขียว อาจกล่าวได้ว่าไม่มีผลต่อความหนืดสูงสุดของแป้งข้าวเจ้า เมื่อพิจารณาในแต่ละอัตราส่วนของแป้งแต่ละชนิดที่เติมลงไป พบว่า ในทุกอัตราส่วนแป้งมันฝรั่งจะมีผลในการเพิ่มค่าความหนืดสูงสุดของแป้งข้าวเจ้าได้มากกว่าแป้งชนิดอื่นๆ ดังรูปที่ 6



รูปที่ 4 เปรียบเทียบค่าความหนืดสูงสุด (Peak viscosity) ของแป้งแต่ละชนิด



รูปที่ 5 เปรียบเทียบค่าความหนืดสูงสุดเมื่อผสมแป้งแต่ละชนิดลงในแป้งข้าวเจ้าในอัตราส่วนต่างๆ



รูปที่ 6 เปรียบเทียบค่าความหนืดสูงสุดของแป้งผสมเมื่อผสมแป้งชนิดต่างๆในอัตราส่วนที่เท่ากัน

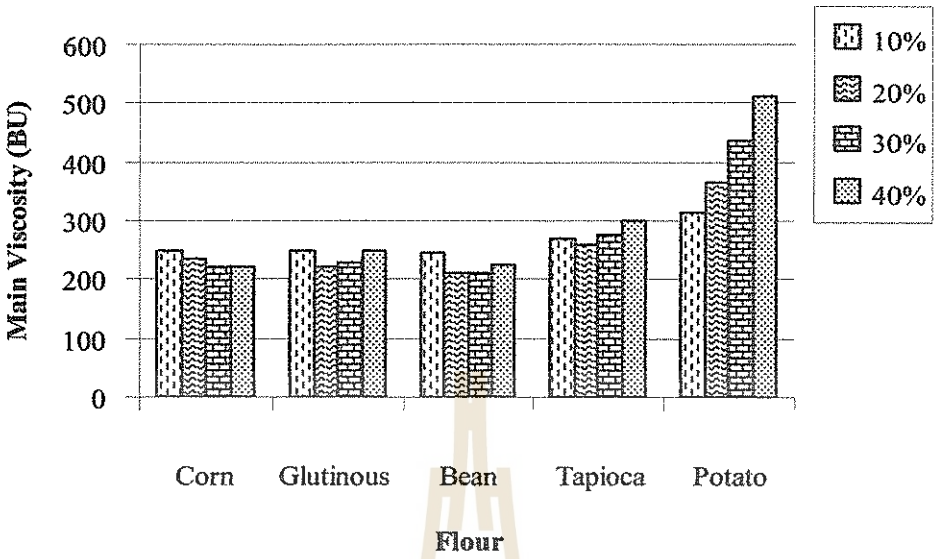
1.3 Main viscosity

เป็นค่าความหนืดสุดท้ายที่อุณหภูมิ 94 องศาเซลเซียส หลังคงอุณหภูมิไว้นาน 20 นาที จะเป็นค่าที่แสดงถึงความคงทนของเม็ดแป้งขณะให้ความร้อนสูง และได้รับแรงเฉือนจากการกวนอยู่ตลอดเวลา โดยในการพิจารณาค่า Main viscosity จะต้องพิจารณาควบคู่กับค่าความหนืดสูงสุด (Peak viscosity) เนื่องจากถ้าเม็ดแป้งมีความคงทนต่อความร้อน และแรงเฉือน ค่าความหนืดของแป้งที่จุดนี้จะใกล้เคียงกับค่าความหนืดสูงสุด ซึ่งโดยทั่วไปความแตกต่างระหว่างค่าความหนืดสูงสุดกับค่า Main viscosity จะพิจารณาจากความหนืดลดลง (Breakdown viscosity) ซึ่งจะเป็นค่าที่บ่งบอกถึงความคงทนของเม็ดแป้งได้ชัดเจนมากกว่า ดังนั้น จึงจะขอแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับความคงทนของเม็ดแป้งแต่ละชนิดในหัวข้อถัดไป

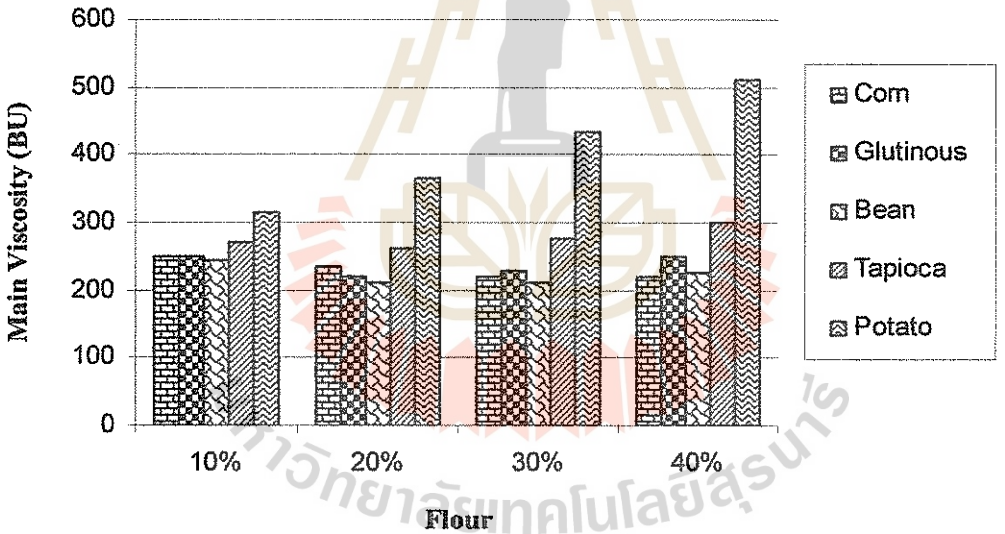
จากการตรวจสอบค่า Main viscosity ของแป้งผสมในอัตราส่วนต่างๆ จะพบว่า แป้งมันฝรั่งจะส่งผลต่อค่า Main viscosity ของแป้งข้าวเจ้ามากที่สุด โดยจะมีค่า Main viscosity เพิ่มมากขึ้นอย่างชัดเจนเมื่อเพิ่มอัตราส่วนผสม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รองลงมาคือแป้งมันสำปะหลัง ส่วนการผสมแป้งข้าวโพด แป้งข้าวเหนียวและแป้งถั่วเขียวมีแนวโน้มว่าจะทำให้ค่า Main viscosity ของแป้งข้าวเจ้าลดลง ดังรูปที่ 7 เมื่อพิจารณาในแต่ละอัตราส่วนในการเติมแป้งแต่ละชนิด (รูปที่ 8) จะเห็นได้ชัดเจนว่าแป้งมันฝรั่งจะมีผลในการเพิ่มค่า Main viscosity ของแป้งข้าวเจ้ามากกว่าแป้งชนิดอื่นในทุกอัตราส่วน



รูปที่ 7 เปรียบเทียบค่า Main viscosity เมื่อผสมแป้งแต่ละชนิดลงในแป้งข้าวเจ้าในอัตราส่วนต่างๆ



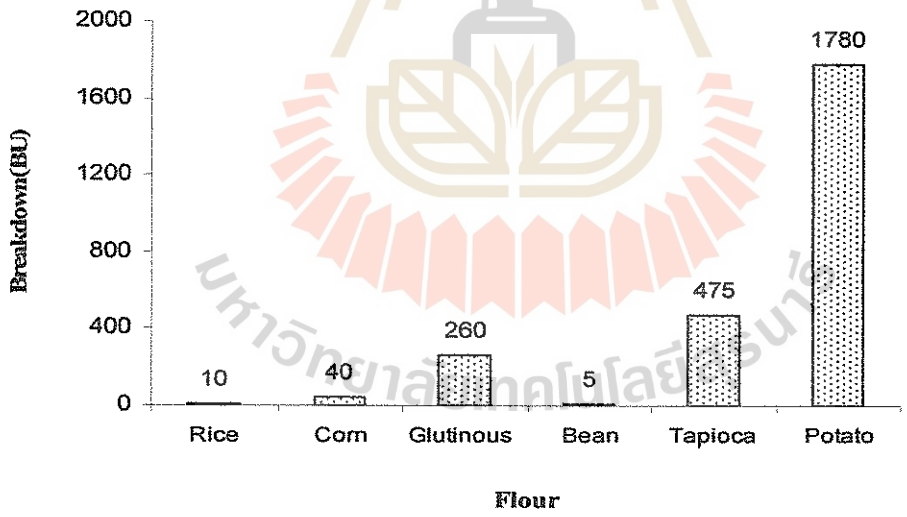
รูปที่ 8 เปรียบเทียบค่า Main viscosity ของแป้งผสมเมื่อผสมแป้งชนิดต่างๆในอัตราส่วนที่เท่ากัน

1.4 ค่าความหนืดลดลง (Breakdown viscosity)

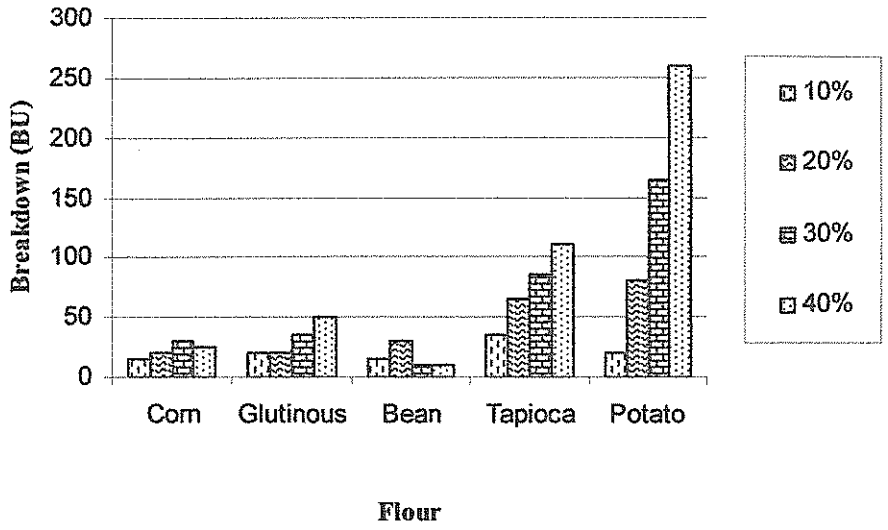
ค่า Breakdown พิจารณาจากความแตกต่างระหว่างค่าความหนืดสูงสุด กับค่าความหนืดที่อุณหภูมิ 94 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที หมายถึงค่าความคงทนการถูกทำลายด้วยความร้อนของเม็ดแป้ง จากรูปที่ 9 แป้งมันฝรั่งให้ค่า Breakdown ที่สูงกว่า แป้งชนิดอื่นๆ รองลงมาคือ แป้งมันสำปะหลัง และแป้งข้าวเหนียว ตามลำดับ เนื่องจากแป้งมันฝรั่ง มีปริมาณอะมิโลสน้อย และมีขนาดเม็ดแป้งใหญ่กว่าเม็ดแป้งชนิดอื่นๆ ดังตารางที่ 3 มีพันธะภายในร่างแหอ่อนแอ ทำให้มีการดูดน้ำและพองตัวได้ดี เมื่อเม็ดแป้งเกิดการพองตัวได้ดีจึงเกิดความ

หนืดที่สูงมากแต่จะถูกทำลายด้วยความร้อนและแรงเฉือนได้ง่าย เนื่องจากแรงที่ยึดเกาะภายในโมเลกุลอ่อนตัวลง ทำให้ความหนืดของแป้งลดลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งค่า Breakdown ที่สูงจะส่งผลต่อกระบวนการผลิตระหว่างการนึ่งแผ่น คือ ถ้าน้ำแป้งที่ใช้ในกระบวนการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวมีความเข้มข้นน้อย อาจจะส่งผลให้เม็ดแป้งดูดน้ำได้มาก เกิดการพองตัวมากและแตกออกขณะให้ความร้อนในการนึ่งแผ่น ทำให้แผ่นก๋วยเตี๋ยวมีรอยขาด เกิดการสูญเสียได้ แต่จากการทดลองการขึ้นแผ่นก๋วยเตี๋ยว น้ำแป้งที่ใช้มีความเข้มข้น 40.89 เปอร์เซ็นต์ Dry Solid ซึ่งมีความเข้มข้นของแป้งสูงทำให้แผ่นก๋วยเตี๋ยวไม่ขาดระหว่างการนึ่งแผ่น ส่วนแป้งข้าวเหนียวถึงแม้จะมีปริมาณอะมิโลสที่น้อยมาก แต่เป็นแป้งที่ได้จากธัญพืชมีขนาดเล็ก จึงเกิดการพองตัวได้น้อยกว่าและมีค่า Breakdown น้อยกว่า แป้งมันฝรั่ง และแป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวโพดซึ่งเป็นแป้งจากธัญพืช มีกำลังการพองตัวปานกลาง (กล้าณรงค์ ศรีรอต, 2542) แต่แป้งข้าวเจ้ามีปริมาณอะมิโลสที่มากกว่าแป้งชนิดอื่นๆ จึงเกิดการพองตัวได้น้อยทำให้ค่า Breakdown ของแป้งข้าวเจ้าน้อยกว่าแป้งข้าวโพด และแป้งถั่วเขียวเป็นแป้งที่ได้จากพืชตระกูลถั่วมีการพองตัวน้อย (กล้าณรงค์ ศรีรอต) จึงทำให้มีค่า Breakdown ที่น้อย

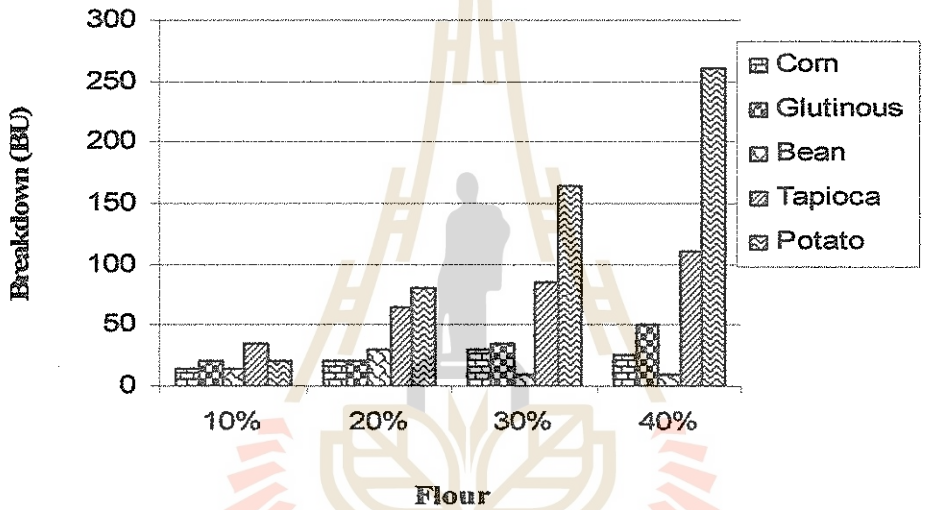
จากกราฟที่ 10 แสดงว่า การเพิ่มปริมาณแป้งมันฝรั่งมีผลทำให้ค่า Breakdown เพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมาคือ แป้งมันสำปะหลัง และแป้งข้าวเหนียว ตามลำดับ ส่วนแป้งข้าวโพดและแป้งถั่วเขียวที่เติมลงไปในอัตราส่วนที่มากขึ้น ทำให้ค่า Breakdown ไม่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบการเติมแป้งชนิดต่างๆ ในอัตราส่วนเดียวกัน พบว่า ที่อัตราส่วน 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ค่า Breakdown แตกต่างกันไม่ชัดเจนแต่ที่ระดับ 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ แป้งมันฝรั่งมีผลต่อค่า Breakdown อย่างชัดเจน เมื่อเปรียบเทียบกับแป้งชนิดอื่นๆ (รูปที่ 11)



รูปที่ 9 เปรียบเทียบค่าความหนืดลดลง (Breakdown viscosity) ของแป้งแต่ละชนิด



รูปที่ 10 เปรียบเทียบค่าความหนืดลดลงเมื่อผสมแป้งแต่ละชนิดลงในแป้งข้าวเจ้าในอัตราส่วนต่างๆ



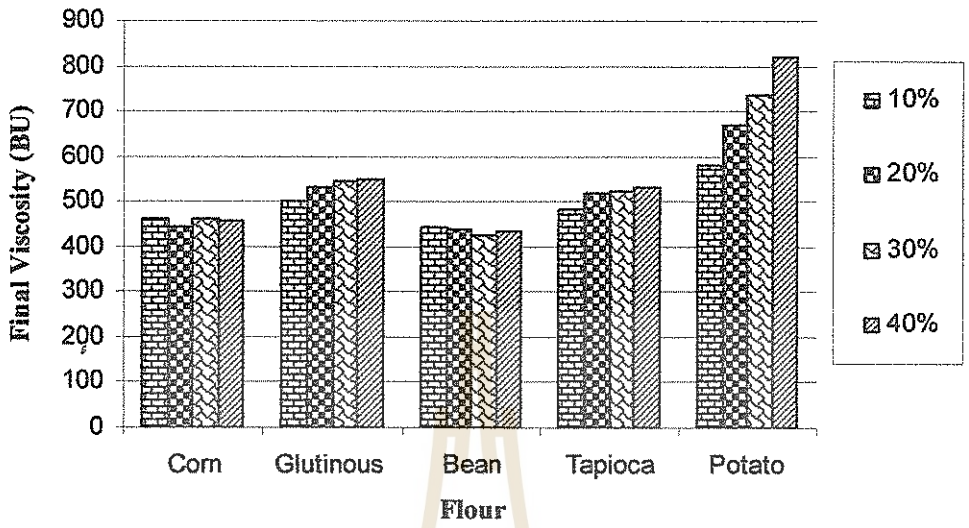
รูปที่ 11 เปรียบเทียบค่าความหนืดลดลงของแป้งผสมเมื่อผสมแป้งชนิดต่างๆในอัตราส่วนที่เท่ากัน

1.5 ค่าความหนืดสุดท้าย (Final viscosity)

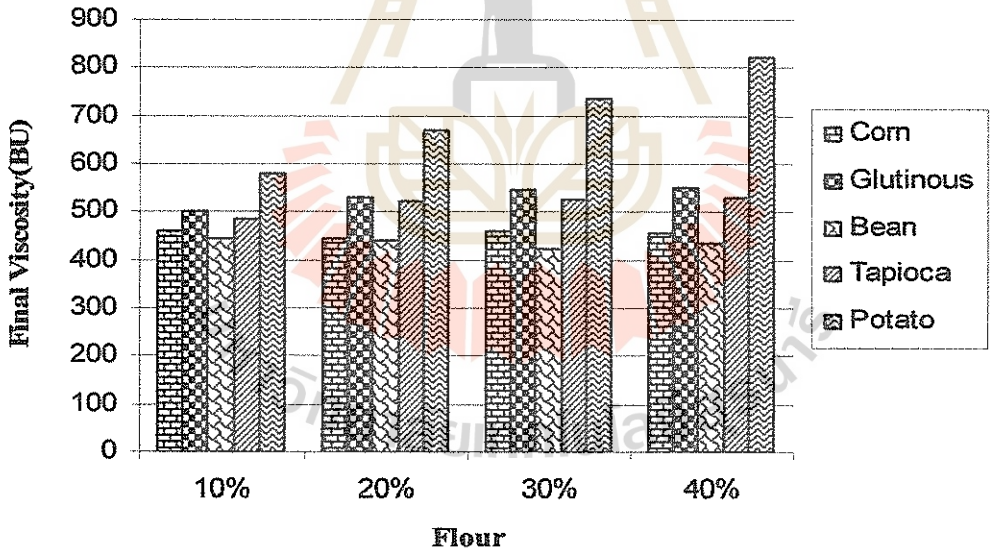
ค่าความหนืดสุดท้ายที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นค่าที่ชี้ให้เห็นถึงการเกิดรีโทรเกรเดชันเนื่องจากการทำให้เย็น ซึ่งการเกิดรีโทรเกรเดชันจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณอะมิโลส ดังนั้นจึงมีความสัมพันธ์กับค่าความหนืดสุดท้ายด้วยเช่นกัน ถ้าแป้งชนิดใดมีปริมาณอะมิโลสสูงย่อมแสดงค่าความหนืดสุดท้ายสูงด้วย นั่นคือ มีการเกิดรีโทรเกรเดชันได้มาก ถ้าต้องการเปรียบเทียบการเกิดรีโทรเกรเดชันของแป้งแต่ละชนิดโดยทั่วไปแล้วจะพิจารณาที่ค่าคืนตัว (Setback viscosity) ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงความแตกต่างระหว่างค่าความหนืดสุดท้าย (Final viscosity) กับค่าความหนืดสูงสุด (Peak viscosity) ซึ่งจะขอแสดงรายละเอียดในหัวข้อต่อไป

จากการตรวจสอบค่าความหนืดสุดท้ายของแป้งข้าวเจ้าผสมแป้งแต่ละชนิดในอัตราส่วนต่างๆ พบว่า แป้งมันฝรั่งจะมีผลต่อค่าความหนืดสุดท้ายของแป้งข้าวเจ้าอย่างชัดเจนคือ เมื่ออัตราส่วนผสมมากขึ้นค่าความหนืดสุดท้ายจะเพิ่มสูงขึ้นด้วยเช่นกัน การเติมแป้งมันสำปะหลัง ในปริมาณที่มากขึ้นจะมีผลในการเพิ่มค่าความหนืด

สุดท้ายสูงขึ้นเล็กน้อย ส่วนการเติมแป้งข้าวโพดหรือแป้งถั่วเขียวจะมีผลทำให้ค่าความหนืดสุดท้ายต่ำกว่าของแป้งข้าวเจ้า แต่การเพิ่มปริมาณส่วนผสมจะไม่มีผลทำให้ค่าความหนืดสุดท้ายเปลี่ยนแปลง ดังรูปที่ 12 ซึ่งเมื่อพิจารณาในแต่ละอัตราส่วนของการผสมแป้งแต่ละชนิด จะเห็นได้ว่า การผสมแป้งมันฝรั่งจะมีผลต่อความหนืดสุดท้ายของแป้งข้าวเจ้ามากกว่าแป้งชนิดอื่นๆในทุกอัตราส่วน ดังรูปที่ 13



รูปที่ 12 เปรียบเทียบค่าความหนืดสุดท้าย (Final viscosity) เมื่อผสมแป้งแต่ละชนิดลงในแป้งข้าวเจ้าในอัตราส่วนต่างๆ



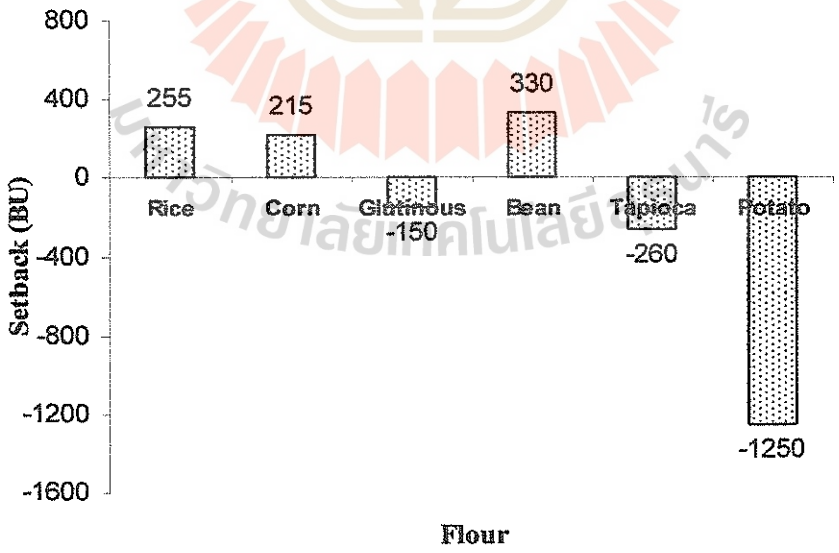
รูปที่ 13 เปรียบเทียบค่าความหนืดสุดท้ายของแป้งผสมเมื่อผสมแป้งชนิดต่างๆในอัตราส่วนที่เท่ากัน

1.6 Setback viscosity

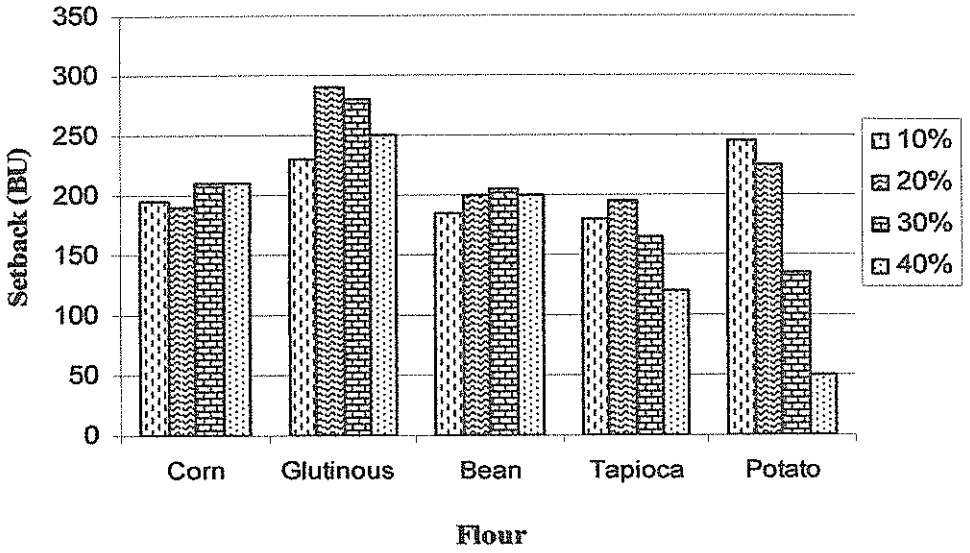
ค่า Setback พิจารณาจากความแตกต่างระหว่างค่าความหนืดที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส กับค่าความหนืดสูงสุด มีความสำคัญในการดูอัตราการคืนตัวของแป้ง หรืออัตราการเกิด Retrogradation ซึ่งอัตราการคืนตัวของแป้งจะขึ้นอยู่กับปริมาณและขนาดโมเลกุลของอะมิโลส (Degree of polymerization) (นิรนาม, 2547) จากรูปที่ 14

แป้งมันฝรั่งให้ค่า Setback ติดลบมากที่สุด รองลงมาคือ แป้งมันสำปะหลัง และแป้งข้าวเหนียวตามลำดับ เนื่องจากแป้งที่มีอะมิโลสต่ำจะเกิดอัตราการคืนตัวต่ำ และอัตราการคืนตัวจะต่ำลงอีกถ้าโมเลกุลของอะมิโลสมีสายยาวขึ้น แป้งข้าวเหนียวมีปริมาณอะมิโลสน้อยกว่าแป้งชนิดอื่นๆ จึงน่าจะมีค่า Setback ต่ำสุด แต่ขนาดโมเลกุลอะมิโลสในแป้งข้าวเหนียวซึ่งเป็นแป้งจากธัญพืชมีขนาดสั้นกว่าขนาดโมเลกุลของอะมิโลสในแป้งมันสำปะหลังและแป้งมันฝรั่งตามลำดับ (กล้าณรงค์ ศรีรอต, 2542) ทำให้อัตราการคืนตัวของแป้งข้าวเหนียวสูงกว่าแป้งมันสำปะหลัง และแป้งมันฝรั่งตามลำดับ ส่วนอัตราการคืนตัวของแป้งข้าวเจ้ามีมากที่สุด รองลงมาคือ แป้งถั่วเขียว และแป้งข้าวโพดตามลำดับ เนื่องจากปริมาณอะมิโลสของแป้งทั้ง 3 ชนิด ค่อนข้างสูง และเป็นธัญพืชที่มีอะมิโลสโมเลกุลเล็ก เมื่อเม็ดแป้งพองตัวเต็มที่ จะแตกออก ปล่อยเมื่อปล่อยให้เย็น โมเลกุลอะมิโลส ขนาดเล็กเกิดการจัดเรียงตัวกันใหม่เกิดรีโทรเกรเดชันหรือการคืนตัวที่เร็วกว่า อะมิโลสที่มีขนาดโมเลกุลที่ใหญ่กว่า

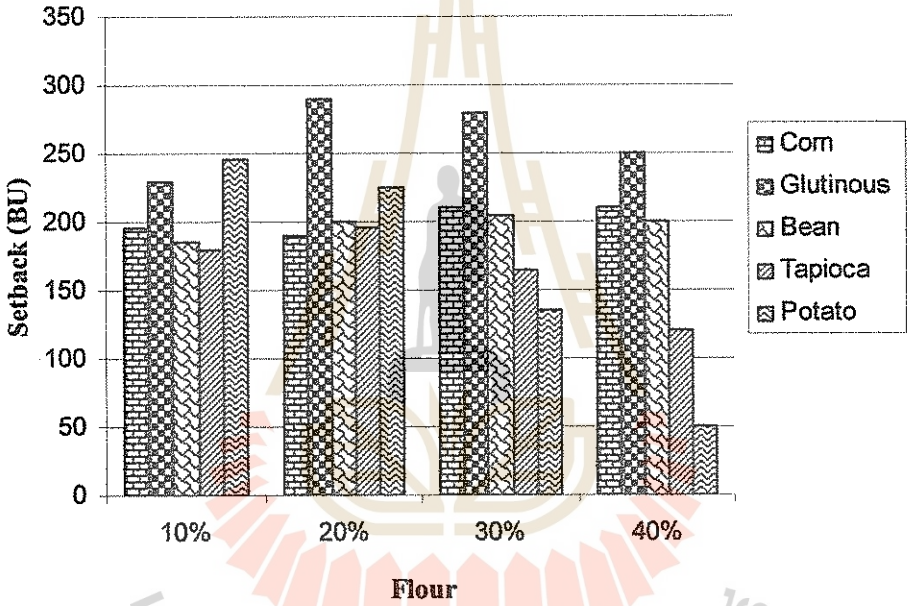
ค่า Setback จะทำนายผลิตภัณฑ์ว่ามีความคงตัวมากขึ้นหรือน้อยลง ความยากง่ายระหว่างกระบวนการผลิต โดยถ้าค่า Setback มีค่าต่ำลง จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความคงตัวน้อยลง และระหว่างกระบวนการผลิตแผ่นแป้งระหว่างเป่าลมและเข้าตู้อบ แผ่นจะเหนียวติดตะแกรงเหล็ก เนื้อแป้งจะไหลไปรวมกันเกิดความสม่ำเสมอเกิดเป็นรอยขาด ก่อให้เกิดความเสียหาย (กล้าณรงค์ ศรีรอต และคณะ, ม.ป.ป.) จากรูปที่ 15 สามารถบอกได้ว่าการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวเหนียว แป้งมันสำปะหลัง และแป้งมันฝรั่ง ในปริมาณที่มากขึ้น ทำให้ค่า Setback มีค่าต่ำลง แต่แป้งมันฝรั่งมีผลทำค่า Setback ต่ำลงมากที่สุด คือผลิตภัณฑ์มีความคงตัวน้อยลงมาก รองลงมาคือแป้งมันสำปะหลัง และแป้งข้าวเหนียวตามลำดับ ส่วนแป้งข้าวโพดและแป้งถั่วเขียว มีผลทำให้ค่า Setback เพิ่มขึ้นเล็กน้อยเท่านั้น เมื่อเปรียบเทียบการเติมแป้งชนิดต่างๆ ในอัตราส่วนเดียวกัน พบว่าแป้งข้าวเหนียว ให้ค่า Setback สูงกว่าแป้งชนิดอื่นๆ และการเติมแป้งข้าวเหนียวในอัตราส่วน 20 เปอร์เซ็นต์ และ 30 เปอร์เซ็นต์ ทำให้มีค่า Set back หรืออัตราการคืนตัวเพิ่มขึ้นจากแป้งข้าวเจ้า 100 เปอร์เซ็นต์ (รูปที่ 16)



รูปที่ 14 เปรียบเทียบค่า Setback viscosity ของแป้งแต่ละชนิด



รูปที่ 15 เปรียบเทียบ Setback viscosity เมื่อผสมแป้งแต่ละชนิดลงในแป้งข้าวเจ้าในอัตราส่วนต่างๆ



รูปที่ 16 เปรียบเทียบ Setback viscosity ของแป้งผสมเมื่อผสมแป้งชนิดต่างๆในอัตราส่วนที่เท่ากัน

3.2 การใช้เครื่อง Rapid Visco-Anzlyser (RVA) ในการตรวจสอบความหนืดของน้ำแป้ง

นอกจากจะใช้เครื่อง Brabender viscograph แล้ว ยังสามารถใช้เครื่อง Rapid Visco-Analyser (RVA) วัดลักษณะความหนืดของแป้งได้เช่นเดียวกัน ซึ่งเครื่องนี้สามารถวัดได้อย่างรวดเร็วประมาณ 13 นาที และใช้ตัวอย่างน้อยประมาณ 3 กรัม (กล้าณรงค์ ศรีรอต และคณะ ,ม.ป.ป.)

ค่าความหนืดที่เครื่องแสดงผลมีดังนี้ คือ (กล้าณรงค์ ศรีรอต, 2542)

1 Peak time (min) คือ เวลาที่เกิด peak ของความหนืด

2 Pasting temperature (^{0}C) คือ อุณหภูมิที่เริ่มมีการเปลี่ยนค่าความหนืด หรือมีความหนืดเพิ่มขึ้น 2 RVU ในเวลา 20 วินาที

3 peak viscosity (RVU) คือ ความหนืดสูงสุด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4 Holding strength (RVU) คือ ความหนืดที่ต่ำที่สุดระหว่างการทำเย็น

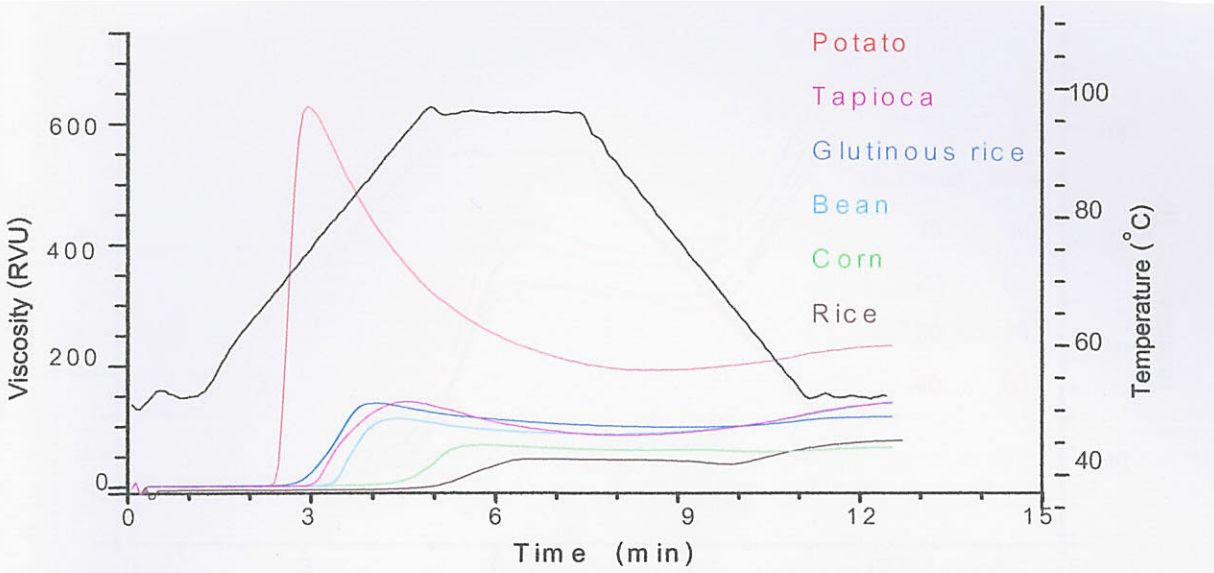
5 Breakdown (RVU) คือ ความแตกต่างของความหนืดสูงสุดและความหนืดต่ำสุด

6 Final viscosity (RVU) คือ ความหนืดสุดท้ายของการทดลอง

7 Setback from peak (RVU) คือ ผลต่างของความหนืดสุดท้ายกับความหนืดที่จุด peak

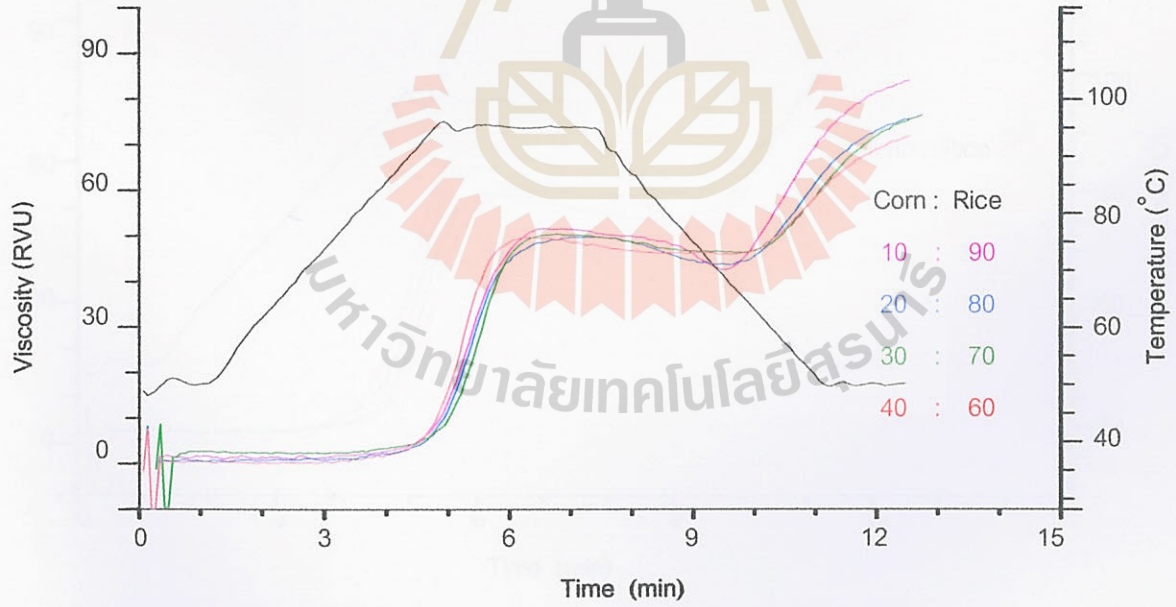
ตรวจสอบความหนืดโดยใช้เครื่อง RVA วัดลักษณะความหนืดของแป้งเดี่ยวแต่ละชนิดและแป้งผสม โดยใช้น้ำแป้งเข้มข้น 6 % Dry solid ซึ่งจากผลการทดลองพบว่า แป้งมันฝรั่งจะมีความหนืดสูงสุด (Peak viscosity) มากที่สุด รองลงมาคือ แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวเหนียว แป้งถั่วเขียว แป้งข้าวโพด และแป้งข้าวเจ้าตามลำดับ (รูปที่17) ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับค่าความหนืดสูงสุดที่อ่านได้จากเครื่อง Brabender ส่วนการวัดลักษณะความหนืดของแป้งผสม จะพบว่า การผสมแป้งมันฝรั่ง และแป้งมันสำปะหลังในอัตราส่วนต่างๆลงในแป้งข้าวเจ้าจะมีผลในการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดของแป้งข้าวเจ้าอย่างชัดเจน ซึ่งแป้งทั้งสองชนิดนี้จะมีผลทำให้ค่าความหนืดสูงสุดมีค่าเพิ่มมากขึ้น ดังรูปที่ 21 และ 22 แต่เมื่อผสมแป้งข้าวเหนียวและแป้งถั่วเขียวในอัตราส่วนต่างๆจะพบว่า ค่าความหนืดที่วัดได้มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ส่วนแป้งข้าวเจ้าที่ผสมแป้งข้าวโพดลักษณะความหนืดของแป้งผสมอัตราส่วนต่างๆไม่มีความแตกต่างกัน เป็นเพราะว่าแป้งข้าวโพดมีลักษณะความหนืดใกล้เคียงกับแป้งข้าวเจ้ามาก ดังนั้น การเติมแป้งข้าวโพดลงไป 40 เปอร์เซ็นต์ ก็ไม่ส่งผลให้ลักษณะความหนืดเปลี่ยนแปลงไปจากแป้งข้าวเจ้า (รูปที่18)อย่างไรก็ตามค่าความหนืดที่อ่านได้จากเครื่อง RVA บางค่าอาจมีแนวโน้มไม่สอดคล้องกับค่าที่อ่านได้จากเครื่อง Brabender ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการวัดความหนืดด้วยเครื่อง RVA จะใช้ตัวอย่างปริมาณน้อย โอกาสที่จะเกิดความผิดพลาดมีได้มากกว่า ดังนั้น ค่าที่อ่านได้จากเครื่อง RVA จะสามารถบอกความหนืดได้เพียงคร่าวๆ ค่าความหนืดที่อ่านได้จากเครื่อง Brabender จะมีความน่าเชื่อถือมากกว่า

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



Sample	peak1	trough1	break	final	set back	peak time	pasting
Rice	52.88	43.67	9.21	83.00	30.13	6.47	94.68
Corn	68.42	57.09	11.34	64.75	-3.67	5.70	91.83
Glutinous rice	138.79	97.92	40.88	115.63	-23.17	4.04	71.25
Bean	112.13	86.04	26.09	139.96	27.83	4.44	77.23
Tapioca	141.67	84.96	56.71	136.46	-5.21	4.57	73.65
Potato	634.88	190.54	444.34	231.00	-403.88	2.90	65.30

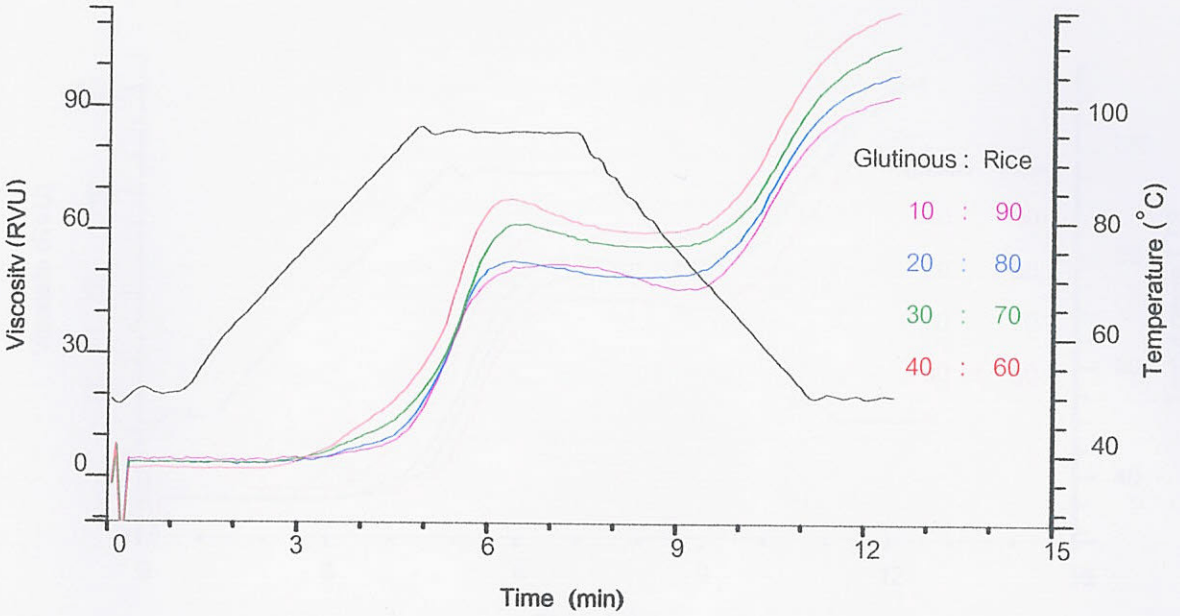
รูปที่ 17 ค่าความหนืดของแป้งแต่ละชนิดที่ได้จากเครื่อง Rapid visco analyzer (RVA)



Sample	peak1	trough1	break	final	set back	peak time	pasting
Rice :Corn 10%	52.46	43.38	9.09	84.21	31.75	6.67	94.58
20%	51.92	45.25	6.67	81.21	29.30	6.94	95.70
30%	50.09	46.13	3.96	75.38	25.29	6.57	95.68
40%	52.42	48.50	3.92	73.79	21.38	6.47	96.10

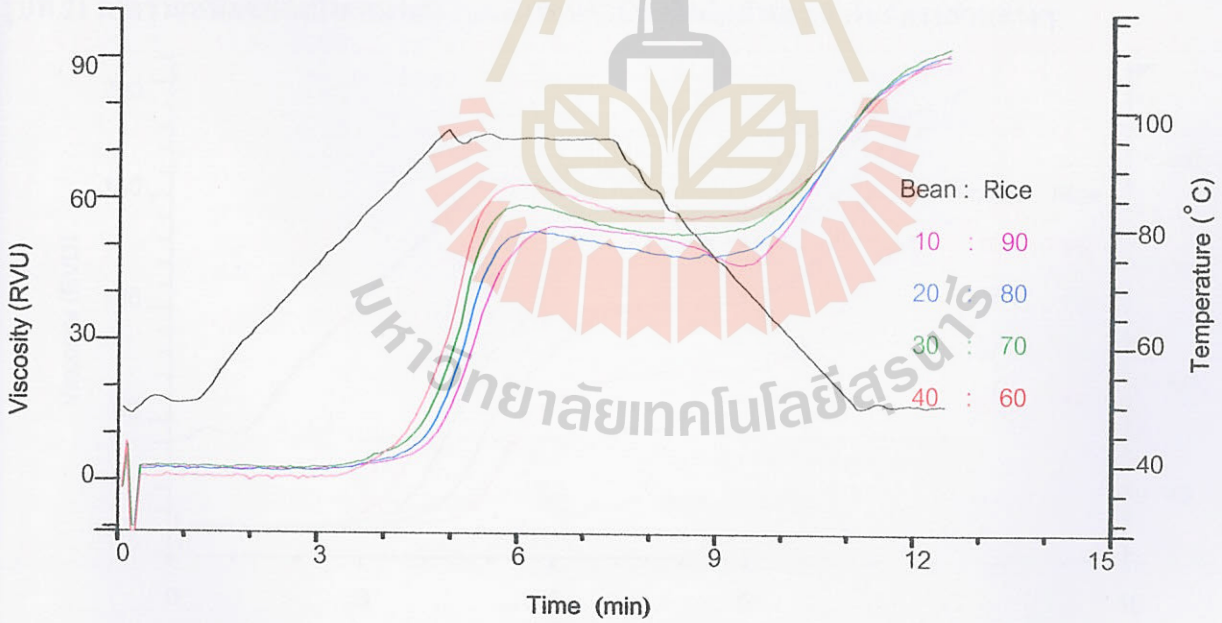
รูปที่ 18 ค่าความหนืดของแป้งผสมระหว่างแป้งข้าวเจ้ากับแป้งข้าวโพดในอัตราส่วนต่างๆ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



Sample	peak1	trough1	break	final	set back	peak time	pasting
Rice : Glutinous 10%	51.46	45.63	5.84	92.54	41.09	6.90	94.85
20%	52.21	48.29	3.92	98.80	46.58	6.37	94.58
30%	60.67	55.08	5.59	104.75	44.09	6.50	95.00
40%	65.88	58.42	7.46	110.92	45.04	6.37	94.83

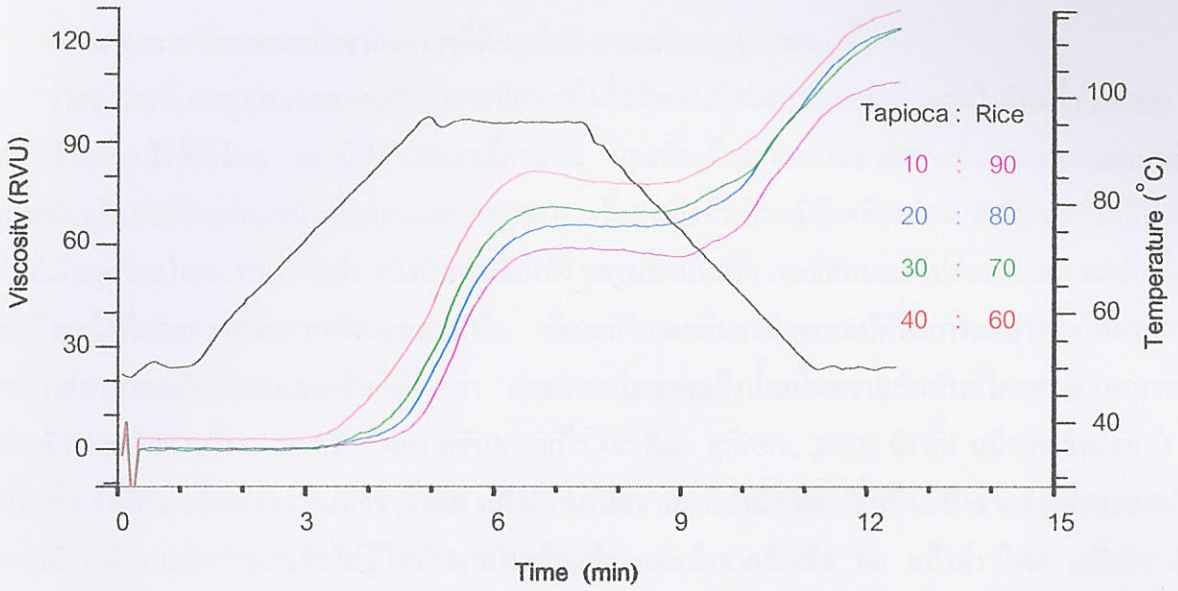
รูปที่ 19 ค่าความหนืดของแป้งผสมระหว่างแป้งข้าวเจ้ากับแป้งข้าวเหนียวในอัตราส่วนต่างๆ



Sample	peak1	trough1	break	final	set back	peak time	pasting
Rice : Bean 10%	54.17	46.05	8.13	89.67	35.50	6.50	95.13
20%	53.83	48.21	5.63	92.25	38.42	6.14	96.00
30%	59.13	53.46	5.67	92.17	33.04	6.07	95.35
40%	63.63	56.29	7.34	92.29	28.67	5.97	93.38

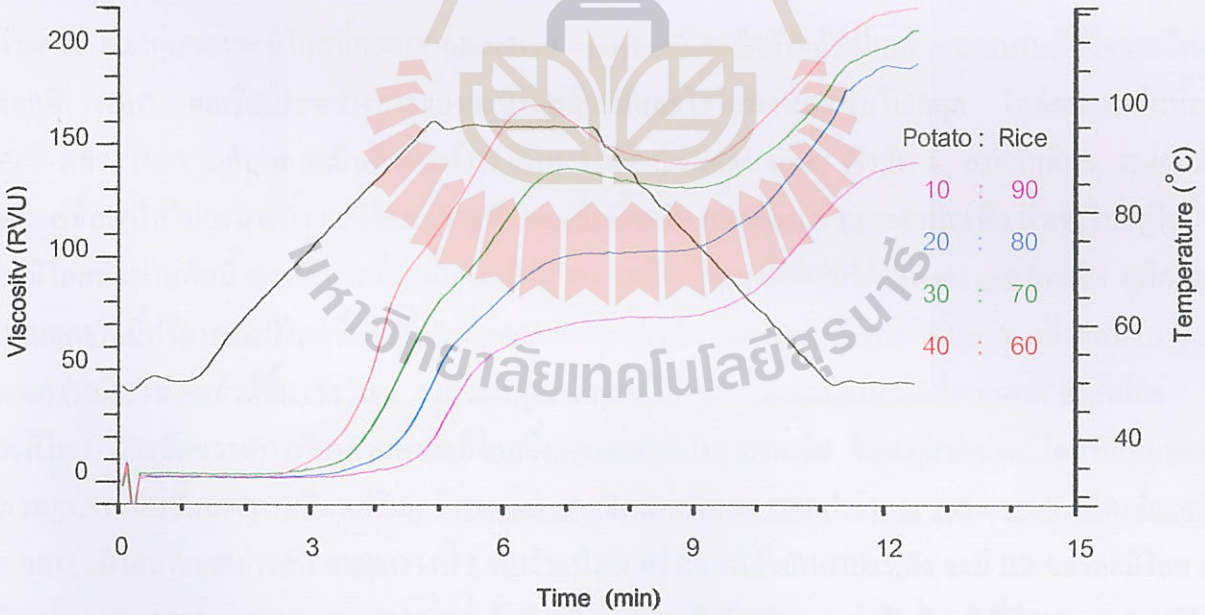
รูปที่ 20 ค่าความหนืดของแป้งผสมระหว่างแป้งข้าวเจ้ากับแป้งถั่วเขียวในอัตราส่วนต่างๆ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



Sample	peak1	trough1	break	final	set back	peak time	pasting
Rice : Tapioca 10%	58.04	55.63	2.42	108.17	50.13	6.97	95.13
20%	64.46	64.21	0.25	122.63	58.17	6.94	95.85
30%	72.38	70.29	2.09	127.13	54.75	6.83	95.13
40%	81.55	77.63	3.92	129.17	47.63	6.64	96.00

รูปที่ 21 ค่าความหนืดของแป้งผสมระหว่างแป้งข้าวเจ้ากับแป้งมันสำปะหลังในอัตราส่วนต่างๆ



Sample	peak1	trough1	break	final	set back	peak time	pasting
Rice : Potato 10%	69.17	69.42	-0.25	143.04	73.88	7.00	95.50
20%	99.88	100.25	-0.38	182.71	82.83	7.00	91.38
30%	138.71	129.42	9.30	197.88	59.17	7.00	82.78
40%	166.55	140.88	25.67	207.54	41.00	6.43	78.80

รูปที่ 22 ค่าความหนืดของแป้งผสมระหว่างแป้งข้าวเจ้ากับแป้งมันฝรั่งในอัตราส่วนต่างๆ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4 การวิเคราะห์ผลของแป้งชนิดต่างๆที่มีผลต่อลักษณะปรากฏของเจล

จากตารางที่ 6 พบว่า เจลของแป้งข้าวเหนียว แป้งถั่วเขียว แป้งมันสำปะหลัง และแป้งมันฝรั่ง มีสีขาว ส่วนแป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวโพด เจลมีสีขาวปนเหลืองอ่อน และสีเหลืองอ่อนตามลำดับ เนื่องมาจากคุณสมบัติทางกายภาพด้านสีของแป้งแต่ละชนิดที่แตกต่างกัน จากตารางที่ 1 แป้งข้าวโพดมีสีเหลืองอ่อน ทำให้เจลที่ได้มีสีเหลืองอ่อน แต่เมื่อดูความใสของเจล พบว่า แป้งมันสำปะหลัง และแป้งมันฝรั่ง เจลมีลักษณะโปร่งแสง เพราะแป้งทั้งสองชนิดนี้เป็นแป้งที่ผลิตจากส่วนรากพืชและส่วนหัว ซึ่งอะมิโลเพกตินจะมีคุณสมบัติในการละลายน้ำได้มากกว่าอะมิโลส แต่สามารถเกิดรีโทรเกรเดชันได้ช้ากว่า และความใสของแป้งนั้นเป็นความสัมพันธ์โดยตรงกับสภาวะการกระจายตัว และโอกาสในการเกิดรีโทรเกรเดชันของแป้ง (อรพิน ภูมิภมร, 2533) ดังนั้น แป้งมันสำปะหลัง และแป้งมันฝรั่ง จึงมีความใสมากกว่าแป้งข้าวโพด แป้งข้าวเหนียว และแป้งถั่วเขียว ซึ่งเป็นแป้งจากธัญพืชและเมล็ดถั่ว นอกจากนี้ แป้งจากพืชหัวและถั่วไม่มีไขมันภายในเม็ดแป้ง แต่แป้งจากธัญพืช คือ แป้งข้าวโพด แป้งข้าวเจ้า มีไขมันภายในเม็ดแป้งซึ่งก็มีคุณสมบัติและปริมาณที่แตกต่างกัน คือ 0.6 และ 0.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังตารางที่ 3 ไลโซฟอสฟอลิพิด (Lysophospholipid) เป็นไขมันที่อยู่ในเม็ดแป้งมีปริมาณที่แตกต่างกันตามชนิดของแป้ง กรดไขมันที่สำคัญของไลโซฟอสฟอลิพิด เช่น กรดลิโนลีอิก กรดปาล์มมิติก โมโนเอซิลเหล่านี้สามารถจับกับอะมิโลสเป็นสารประกอบเชิงซ้อนได้ ในขณะที่ไดเอซิล และไตรเอซิล (diacyl และ triacyl lipid) ไม่สามารถจับตัวเช่นนี้ได้ ไขมันจะรวมตัวกับอะมิโลสเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนเฉื่อย (inert complex) ทำให้เจลมีลักษณะทึบแสงและขุ่น (กล้าณรงค์ ศรีรอต, 2542)

เมื่อพิจารณาอัตราการเกิดรีโทรเกรเดชัน พบว่า แป้งจากธัญพืชและเมล็ดพืช จะเกิดรีโทรเกรเดชันได้เร็วกว่าแป้งจากพืชส่วนหัวและราก ปัจจัยที่เสริมการเกิดนี้คือ ปริมาณอะมิโลสที่มากจะทำให้เกิดรีโทรเกรเดชันได้ดีและง่ายกว่า โมเลกุลของอะมิโลสที่ละลาย (dissolved amylose) จะจัดเรียงตัวเป็นเส้นตรงขนานกันโดยจะมีกลุ่มไฮดรอกซี (OH) ต่อเชื่อมระหว่างสายของอะมิโลสด้วยพันธะไฮโดรเจนภายในโมเลกุล ในลักษณะเช่นนี้สายของอะมิโลสจะไหลรวมกันกลายเป็นโครงสร้างร่างแห 3 มิติ (junction zone) (จิรวัฒน์ ยงสวัสดิกุล, 2546) ที่มีขนาดใหญ่ขึ้นทำให้ไม่ละลายน้ำ อะมิโลสที่รวมตัวใหญ่ขึ้นนี้จะจับ (Entraps) ส่วนของเหลว คือ น้ำเข้าไปอยู่ในสายอะมิโลสที่ขนานกันนี้ เกิดเป็นเจลขึ้น เมื่อเจลเย็นตัวลง จะเกิดเป็นเจลยืดหยุ่นได้ (elastic gel) (อรพิน ภูมิภมร ,2533) นอกจากนี้ปริมาณอะมิโลสที่เพิ่มขึ้นจะลดความเหนียวติดมือ (gel stickiness) แต่เพิ่มความแข็งของเจล (gel firmness) เจลมีความคงตัวดีขึ้น (จิรวัฒน์ ยงสวัสดิกุล) ส่วนอะมิโลเพกติน จะเกิดโครงสร้างร่างแห 3 มิติน้อยกว่าอะมิโลส และขัดขวางการเรียงตัวของอะมิโลสจึงลดการเกิดรีโทรเกรเดชัน โมเลกุลของอะมิโลสที่มีขนาดเล็กจะมีความยาวระดับขั้นของการเกิดพอลิเมอร์ (Degree of polymerization, DP) ประมาณ 200 – 1200 แป้งแต่ละชนิดมี DP ของอะมิโลสที่แตกต่างกัน จากตารางที่ 3 พบว่าแป้งมันฝรั่งและแป้งมันสำปะหลัง จะมี DP ของอะมิโลส สูงมากคือ ประมาณ 2000 – 5000 และ 3000 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าแป้งข้าวโพดและแป้งข้าวเจ้าที่มี DP ของอะมิโลสประมาณ 800 และ 900 – 1100 ตามลำดับ แป้งที่มีโมเลกุลของอะมิโลสยาวขึ้นมีแนวโน้มในการเกิดรีโทรเกรเดชันลดลง (กล้าณรงค์ ศรีรอต, 2542) ดังนั้นแป้งมันฝรั่งและแป้งมันสำปะหลังจึงมีลักษณะนิ่ม และมีความคงตัวน้อยกว่า เจลของแป้งข้าวโพดและแป้งข้าวเจ้า จะเห็นได้ว่าแป้งแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติในการเกิดเจลที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงทดลองผสมแป้งข้าวเจ้า กับแป้งชนิดต่างๆ ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน เพื่อที่จะดูว่าการเติมแป้งชนิดต่างๆ

มีผลอย่างไรต่อการเกิดเจล พบว่า การเติมแป้งข้าวโพดมีผลทำให้สีของเจลเปลี่ยนแปลง คือเจลมีสีเหลืองเข้มขึ้นแต่การเติมแป้งชนิดอื่นไม่มีผลทำให้สีของเจลเปลี่ยนแปลง การเติมแป้งข้าวโพด แป้งถั่วเขียว และแป้งมันสำปะหลังมีผลทำให้เจลแข็งมากขึ้น ไม่เหนียวติดมือ เจลมีความคงตัวเพิ่มมากขึ้นเมื่อปริมาณแป้งในทุกอัตราส่วน ส่วนการเติมแป้งข้าวเหนียวทำให้เจลนิ่มเละมากที่สุด ตามปริมาณแป้งที่เติมลงไป การเติมแป้งมันฝรั่งทำให้เจลนิ่มน้อยกว่าการเติมแป้งข้าวเหนียว

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

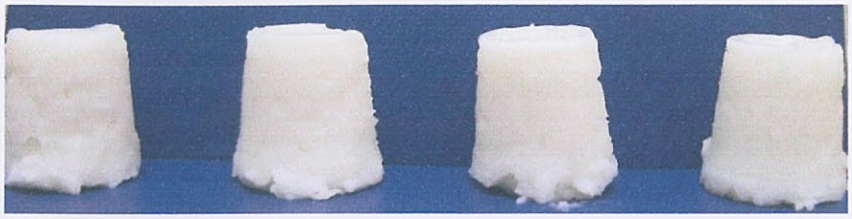
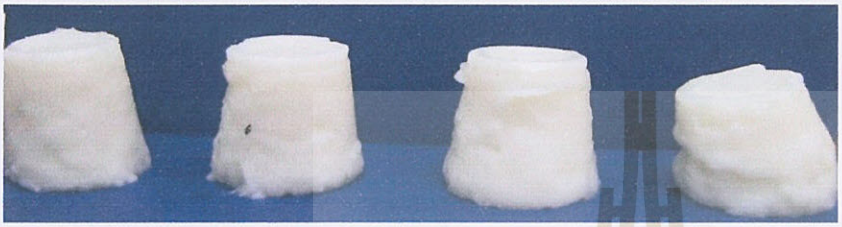
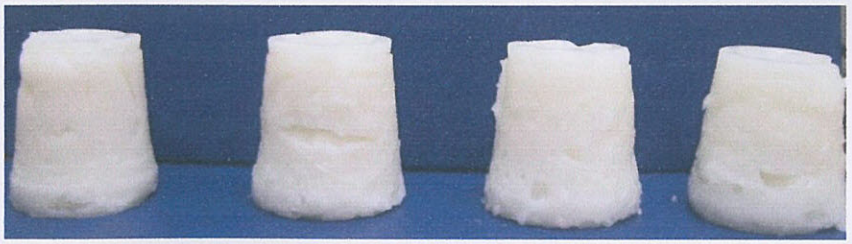
ตารางที่ 6 แสดงลักษณะปรากฏของเจลแป้งแต่ละชนิด

ชนิดแป้ง	ลักษณะปรากฏของเจล
แป้งข้าวเจ้า	เจลมีสีขาวปนเหลืองอ่อน ทึบแสง เนื้อเจลค่อนข้างนิ่ม ไม่เกาะตัวกัน ไม่เหนียวติดมือ ไม่มีความยืดหยุ่น มีความคงตัวดี
แป้งข้าวโพด	เจลมีสีเหลืองอ่อน ทึบแสง เนื้อเจลค่อนข้างแข็ง ผิวเรียบเนียน จับแล้วไม่ติดมือ ไม่มีความยืดหยุ่น มีความคงตัวดี
แป้งข้าวเหนียว	เจลมีสีขาว ทึบแสง เนื้อเจลเละ ไม่มีความคงตัว
แป้งถั่วเขียว	เจลมีสีขาว ทึบแสง เนื้อเจลค่อนข้างแข็ง ผิวเรียบเนียน จับแล้วไม่ติดมือ ไม่มีความยืดหยุ่น มีความคงตัวดี
แป้งมันสำปะหลัง	เจลมีสีขาว โปร่งแสง เนื้อเจลนิ่ม เหนียวติดมือ ไม่มีความแข็งแรง มีความยืดหยุ่น มีความคงตัวน้อย
แป้งมันฝรั่ง	เจลมีสีขาว โปร่งแสง เนื้อเจลนิ่มเหนียวติดมือ เจลยุบตัวลงมากองด้านล่างของเจล มีความยืดหยุ่น มีความคงตัวปานกลาง

หมายเหตุ ใช้น้ำแป้งเข้มข้น 15 % Dry solid

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 7 แสดงลักษณะปรากฏของเจลแป้งผสมระหว่างแป้งข้าวเจ้ากับแป้งชนิดต่างๆ

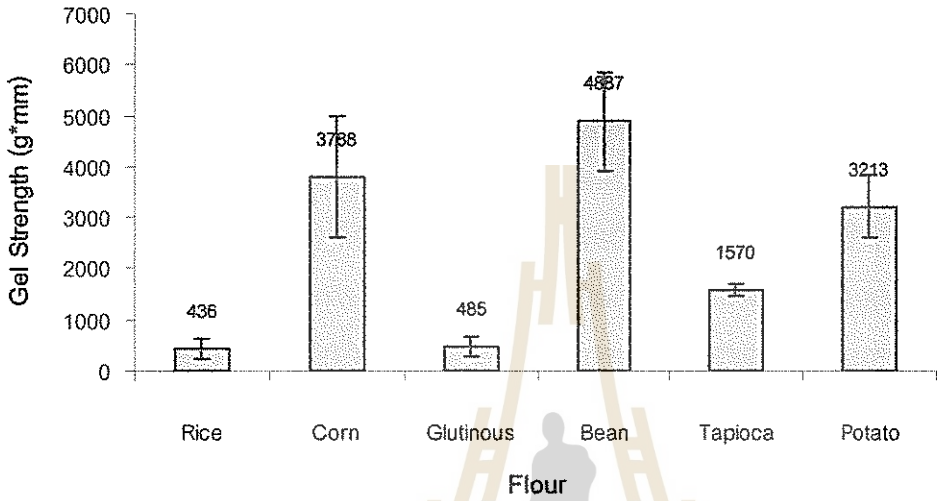
ตัวอย่างแป้งผสม	ลักษณะปรากฏของเจล
แป้งข้าวเจ้าผสมแป้งข้าวโพด  10 % 20 % 30 % 40 %	เมื่อเพิ่มอัตราส่วนของแป้งข้าวโพดมากขึ้น เจลมีสีเหลืองเข้มขึ้นเล็กน้อย เนื้อเจลแข็งขึ้น ไม่เหนียวติดมือ เจลมีความคงตัวดี
แป้งข้าวเจ้าผสมแป้งข้าวเหนียว  10 % 20 % 30 % 40 %	เมื่อเพิ่มอัตราส่วนของแป้งข้าวเหนียวมากขึ้น สีของเจลไม่เปลี่ยนแปลง เนื้อเจลนิ่มเละมากขึ้น ติดมือ เจลมีความคงตัวน้อยลง
แป้งข้าวเจ้าผสมแป้งถั่วเขียว 10 % 20 % 30 % 40 %	เมื่อเพิ่มอัตราส่วนของแป้งถั่วเขียวมากขึ้น สีของเจลไม่เปลี่ยนแปลง เนื้อเจลแข็งขึ้นไม่เหนียวติดมือ เจลมีความคงตัวดี
แป้งข้าวเจ้าผสมแป้งมันสำปะหลัง 10 % 20 % 30 % 40 %	เมื่อเพิ่มอัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังมากขึ้น สีของเจลไม่เปลี่ยนแปลง เนื้อเจลแข็งขึ้นไม่เหนียวติดมือ เจลมีความคงตัวดี
แป้งข้าวเจ้าผสมแป้งมันฝรั่ง  10 % 20 % 30 % 40 %	เมื่อเพิ่มอัตราส่วนของแป้งมันฝรั่งมากขึ้น สีของเจลไม่เปลี่ยนแปลง เนื้อเจลนิ่มขึ้นแต่ไม่เหนียวติดมือ เจลมีความคงตัวดี

หมายเหตุ ใช้น้ำแป้งเข้มข้น 15 % Dry solid

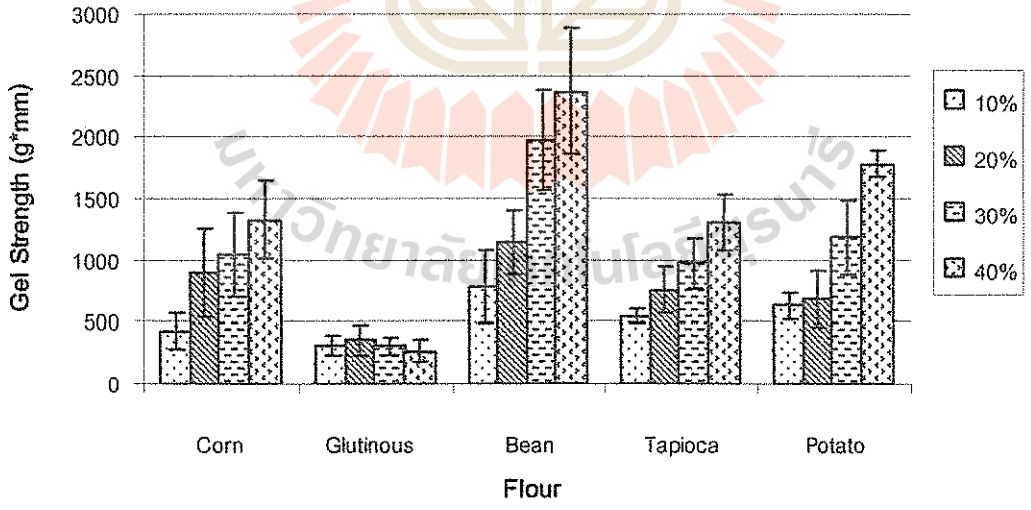
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

5. ศึกษาลักษณะทางกายภาพในด้านความแข็งแรงของเจลด้วยเครื่อง Texture Analyser

เมื่อทำการศึกษาค่าความแข็งแรงของเจล (Gel strength) โดยใช้น้ำแป้งเข้มข้น 15 % Dry solid จากรูปที่ 23 พบว่า แป้งถั่วเขียวจะมีค่า Gel strength มากที่สุด รองลงมาคือ แป้งข้าวโพด แป้งมันฝรั่ง แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวเหนียว และแป้งข้าวเจ้า ตามลำดับ เมื่อทดลองผสมแป้งข้าวเจ้ากับแป้งชนิดอื่นๆในอัตราส่วนเหมือนกับการขึ้นแผ่นก๋วยเตี๋ยวพบว่า ค่า Gel strength ของแป้งผสมระหว่างแป้งข้าวเจ้ากับแป้งถั่วเขียวมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มอัตราส่วนแป้งถั่วเขียว ซึ่งเมื่อผสมแป้งข้าวเจ้ากับแป้งข้าวโพด แป้งมันฝรั่ง และแป้งมันสำปะหลัง ก็ให้ผลเช่นเดียวกัน แต่เมื่อผสมแป้งข้าวเจ้ากับแป้งข้าวเหนียว พบว่าค่า Gel strength มีแนวโน้มลดลง เมื่อเพิ่มอัตราส่วนแป้งข้าวเหนียว(รูปที่ 24)



รูปที่ 23 เปรียบเทียบค่า Gel strength ของแป้งแต่ละชนิดเมื่อใช้น้ำแป้งเข้มข้น 15 %Dry solid



รูปที่ 24 เปรียบเทียบค่า Gel strength ของแป้งผสมระหว่างแป้งข้าวเจ้ากับแป้งชนิดต่างๆเมื่อใช้น้ำแป้งเข้มข้น 15 %Dry solid

ความแข็งแรงของเจลเป็นค่าที่ได้จาก แรงสูงสุด (กรัม) × ระยะทางที่พบแรงสูงสุด (มิลลิเมตร)(ตารางที่ 8) เป็นค่าที่บอกว่าต้องใช้แรงเท่าไรในการที่จะทำลายผิวหน้าของเจลนั้นๆ เนื่องจากความแข็งแรงของเจลพิจารณาได้จาก ความแข็ง และความยืดหยุ่นของเจล จะเห็นว่า เจลของแป้งมันฝรั่ง แป้งมันสำปะหลัง และแป้งข้าวเหนียว มีความยืดหยุ่นมากกว่า เจลของแป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวโพด และแป้งถั่วเขียว ซึ่งสามารถดูได้จากระยะทางที่พบแรงสูงสุด ส่วนเจลของแป้งถั่วเขียว แป้งข้าวโพด และแป้งข้าวเจ้า จะมีความแข็งแรงมากกว่าเจลของแป้งมันฝรั่ง แป้งมันสำปะหลัง และแป้งข้าวเหนียว ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากค่าแรงสูงสุดที่ใช้ในการกดเจลเพื่อทำลายผิวหน้าของเจล การที่เจลของแป้งมันฝรั่ง แป้งมันสำปะหลัง และแป้งข้าวเหนียวมีความยืดหยุ่นมากกว่าอาจเป็นเพราะว่า มีปริมาณอะมิโลสที่น้อยกว่า ทำให้เกิดรีโทรเกรเดชันที่น้อยกว่า เจลที่ได้จึงมีความนิ่มมากกว่า ความแข็งแรงของเจลจึงเกิดจากความยืดหยุ่น ส่วนเจลของแป้งถั่วเขียว แป้งข้าวโพด และแป้งข้าวเจ้า มีปริมาณอะมิโลสสูงกว่า ทำให้เกิดรีโทรเกรชันได้ดีและรวดเร็ว เจลจะมีความแข็งแรงมากกว่า เนื่องจากต้องใช้แรงมากกว่าในการทำลายผิวหน้าของเจล แต่ความยืดหยุ่นจะน้อยลง จากตารางที่ 8 เจลของแป้งข้าวเหนียวถึงแม้ว่าจะเกิดรีโทรเกรชันได้น้อยกว่าแป้งข้าวเจ้า ใช้แรงน้อยกว่าในการทำลายผิวหน้าของเจล แต่เจลของแป้งข้าวเหนียวมีความยืดหยุ่นมากกว่า ทำให้ต้องใช้ระยะทางในการพบแรงสูงสุดที่ใช้ในการทำลายผิวหน้าของเจลมากกว่าแป้งข้าวเจ้า ค่าความแข็งแรงของแป้งข้าวเหนียวจึงมีค่ามากกว่าแป้งข้าวเจ้า ดังนั้นในการพิจารณาค่าความแข็งแรงของเจล นอกจากจะพิจารณาปริมาณอะมิโลสแล้วยังต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติความยืดหยุ่นของเจลด้วย

ตารางที่ 8 แสดงค่าความแข็งแรงของเจลของแป้งชนิดต่างๆ

ชนิดของแป้ง	แรงสูงสุด (g)	ระยะทาง (mm.)	ความแข็งแรงของเจล (g*mm.)
แป้งข้าวเจ้า	56.04	7.54	436.06
แป้งข้าวโพด	361.92	10.32	3788.16
แป้งข้าวเหนียว	19.75	24.50	484.98
แป้งถั่วเขียว	421.31	11.60	4886.96
แป้งมันสำปะหลัง	63.16	24.86	1570.09
แป้งมันฝรั่ง	128.82	24.93	3212.56

6. ศึกษาลักษณะปรากฏของแผ่นก๋วยเตี๋ยวหลังนึ่ง

ทดลองเตรียมตัวอย่างแผ่นก๋วยเตี๋ยว ตัวอย่างที่เตรียมคือ แผ่นก๋วยเตี๋ยวแป้งข้าวเจ้า 100 เปอร์เซ็นต์และแป้งข้าวเจ้าผสมแป้งชนิดอื่นๆในอัตราส่วน 10, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ทำแผ่นก๋วยเตี๋ยวโดยใช้น้ำแป้งเข้มข้น 40.89 % Dry solid (24 Be°, 29° C) ใช้เวลาในการนึ่งที่อุณหภูมิน้ำเดือดนาน 2 นาที ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วลอกออกจากถาดนึ่ง จะได้แผ่นก๋วยเตี๋ยวมีลักษณะปรากฏดังตารางที่ 9 ซึ่งพบว่า แผ่นก๋วยเตี๋ยวจากการผสมแป้งชนิดต่างๆจะให้ลักษณะปรากฏที่แตกต่างกัน เนื่องจากแป้งแต่ละชนิดมีคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีที่แตกต่างกัน โดยที่แผ่นก๋วยเตี๋ยวแป้งข้าวเจ้าจะมีสีขาวปนเหลือง สามารถลอกเป็นแผ่นได้ไม่ติดถาดนึ่ง ผิวหน้าแห้ง มีความยืดหยุ่นปานกลาง ส่วนแผ่นก๋วยเตี๋ยวจากแป้งผสม จะพบว่า ที่อัตราส่วนผสม 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ จะได้แผ่นก๋วยเตี๋ยวที่มีสีขาวปนเหลืองอ่อน ที่อัตราส่วนผสม 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ จะได้แผ่นก๋วยเตี๋ยวสีขาวนวล ยกเว้นแผ่นก๋วยเตี๋ยวที่ผสมแป้งข้าวโพดจะมีสีเหลืองอ่อน เนื่องจากว่าธรรมชาติของแป้งข้าวโพดจะมีสีเหลืองอ่อน จึงส่งผลต่อสีของแผ่นก๋วยเตี๋ยวแตกต่างไปจากแป้งชนิดอื่น

เมื่อพิจารณาการลอกแผ่นก๋วยเตี๋ยว พบว่า แผ่นก๋วยเตี๋ยวจากแป้งข้าวเจ้าผสมแป้งชนิดอื่นๆในทุกอัตราส่วนจะสามารถลอกเป็นแผ่นได้ดี ไม่ติดถาด ยกเว้นแผ่นก๋วยเตี๋ยวจากแป้งข้าวเจ้าผสมแป้งข้าวเหนียวที่จะไม่สามารถลอกเป็นแผ่นและติดถาดมากเมื่อเพิ่มอัตราส่วนผสมมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากแป้งข้าวเหนียวมีปริมาณอะมิโลสอยู่น้อยมากเมื่อผสมกับแป้งข้าวเจ้าแล้วทำให้แป้งผสมมีปริมาณอะมิโลสต่ำลงเมื่อเพิ่มอัตราส่วน ทำให้ไม่เกิดลักษณะการเกาะตัวรวมกันของอะมิโลส (Retrogradation) ได้แผ่นแป้งสุกที่ไม่มีความคงตัว และไม่แข็งแรง เหนียวติดถาด

เมื่อพิจารณาความชื้นที่ผิวหน้าของแผ่นก๋วยเตี๋ยวหลังนึ่ง ซึ่งจะสามารถบอกถึงระยะเวลาที่ใช้ในการบ่มแผ่นได้ (Aging) ถ้าหากเปรียบเทียบระหว่างแผ่นที่มีผิวหน้าชื้นกับผิวหน้าแห้งเมื่อใช้ระยะเวลาและอุณหภูมิในการ Pre-dry เท่ากัน แผ่นก๋วยเตี๋ยวที่มีผิวหน้าชื้นจะยังมีความชื้นอยู่มาก ทำให้ต้องใช้เวลาในการบ่มนานจึงจะสามารถรีดเป็นเส้นได้ หรืออีกประการหนึ่งคือ แผ่นที่มีผิวหน้าที่ชื้นอาจจะทำให้ติดลวดสายพานซึ่งทำให้เกิดปัญหาในกระบวนการผลิต ซึ่งจากการทดลองพบว่า แผ่นก๋วยเตี๋ยวผสมแป้งข้าวโพด แป้งถั่วเขียว จะทำให้แผ่นก๋วยเตี๋ยวมีผิวหน้าแห้ง แต่การผสมแป้งมันสำปะหลังและแป้งมันฝรั่งในอัตราส่วนที่มากขึ้นจะทำให้ผิวหน้ามีความชื้นเล็กน้อย ส่วนการผสมแป้งข้าวเหนียวลงในแป้งข้าวเจ้าจะมีผลให้ผิวหน้ามีความชื้นมาก ซึ่งเป็นคุณลักษณะแผ่นที่ไม่ต้องการ

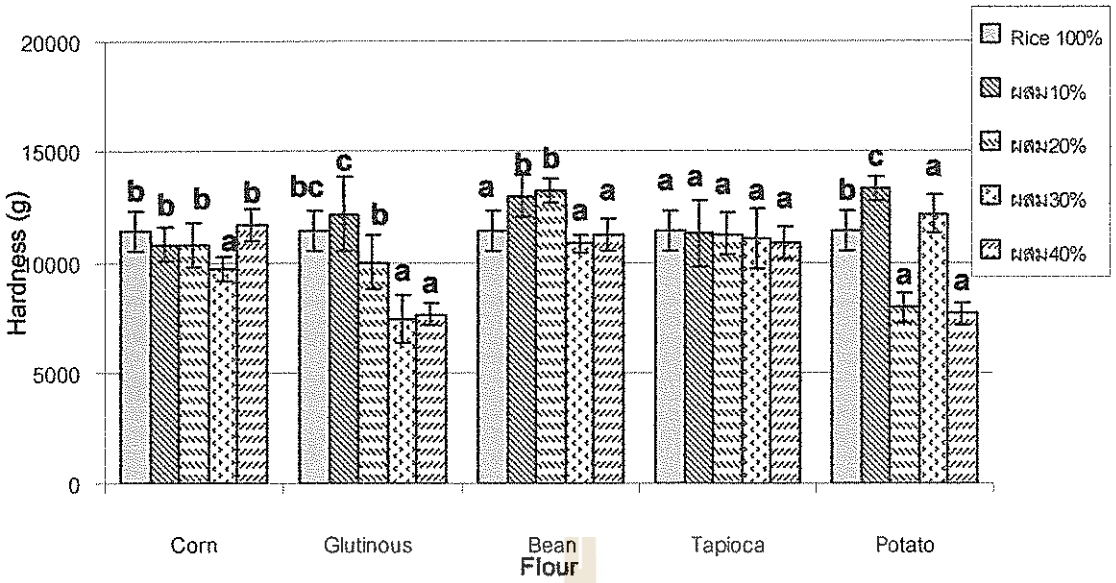
จากการสังเกตความยืดหยุ่นของแผ่นจะพบว่า แผ่นก๋วยเตี๋ยวที่ผสมแป้งข้าวโพดจะมีความยืดหยุ่นปานกลางคล้ายกับแผ่นก๋วยเตี๋ยวจากแป้งข้าวเจ้า แผ่นก๋วยเตี๋ยวที่ผสมแป้งถั่วเขียวจะมีความยืดหยุ่นมากขึ้นเมื่อเพิ่มอัตราส่วนผสม เนื่องมาจากแป้งทั้งสามชนิดนี้มีอะมิโลสในระดับสูง จึงทำให้แผ่นมีความคงตัว และยืดหยุ่นดี แต่แผ่นก๋วยเตี๋ยวที่ผสมแป้งมันฝรั่งและมันสำปะหลัง แผ่นจะสามารถยืดออกตามแรงดึงได้ ซึ่งคุณลักษณะนี้น่าจะมาจากแป้งทั้งสองชนิดนี้มีความหนืดสูงและเป็นแป้งเปียกชนิดยาว (Long paste) จึงทำให้แผ่นยืดออกได้ ส่วนก๋วยเตี๋ยวที่ผสมแป้งข้าวเหนียว แผ่นจะไม่มีความยืดหยุ่นและขาดง่ายมากขึ้นเมื่อเพิ่มอัตราส่วนผสม ซึ่งเป็นผลมาจากแป้งข้าวเหนียวมีประมาณอะมิโลสอยู่น้อยมากการเกิดรีโทรเกรเดชันจึงต่ำซึ่งจะทำให้แผ่นนุ่มแต่เปื่อย ขาดง่าย

ตารางที่ 9 แสดงลักษณะปรากฏของแผ่นก๋วยเตี๋ยวหลังนึ่ง

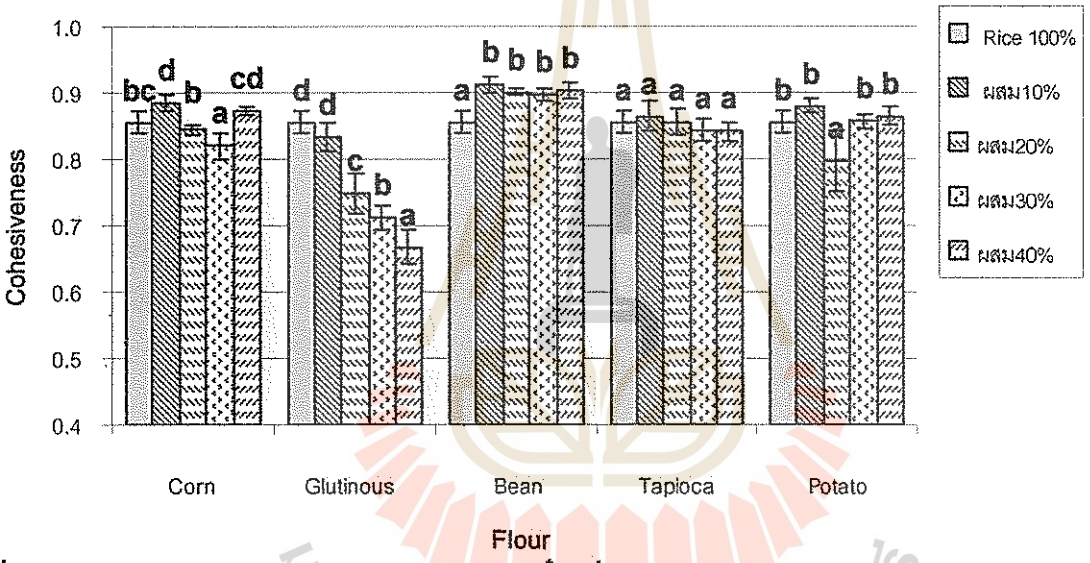
ตัวอย่างแป้ง		สี	การลอกเป็นแผ่น	ความชื้นที่ผิวหน้า	ความยืดหยุ่นของแผ่น
แป้งข้าวเจ้า		ขาวปนเหลือง	ลอกเป็นแผ่นได้ดีไม่ติดถาด	ผิวหน้าแห้ง	ปานกลาง
แป้งข้าวโพด	10%	ขาวปนเหลืองอ่อน	ลอกเป็นแผ่นได้ดีไม่ติดถาด	ผิวหน้าแห้ง	ปานกลาง
	20%	ขาวปนเหลืองอ่อน	ลอกเป็นแผ่นได้ดีไม่ติดถาด	ผิวหน้าแห้ง	ปานกลาง
	30%	ขาวปนเหลืองอ่อน	ลอกเป็นแผ่นได้ดีไม่ติดถาด	ผิวหน้าแห้ง	ปานกลาง
	40%	เหลืองอ่อน	ลอกเป็นแผ่นได้ดีไม่ติดถาด	ผิวหน้าแห้ง	ปานกลาง
แป้งข้าวเหนียว	10%	ขาวปนเหลืองอ่อน	ลอกเป็นแผ่นปานกลางติดถาดเล็กน้อย	ชื้นเล็กน้อย	ยืดหยุ่นน้อยแผ่นขาดง่าย
	20%	ขาวปนเหลืองอ่อน	ลอกเป็นแผ่นได้ยากติดถาดปานกลาง	ชื้นเล็กน้อย	ยืดหยุ่นน้อยแผ่นขาดง่าย
	30%	ขาวนวล	ไม่สามารถลอกเป็นแผ่นได้ติดถาดมาก	ชื้นปานกลาง	ยืดหยุ่นน้อยแผ่นขาดง่ายมาก
	40%	ขาวนวล	ไม่สามารถลอกเป็นแผ่นได้ติดถาดมาก	ชื้นมาก	ยืดหยุ่นน้อยแผ่นขาดง่ายมาก
แป้งถั่วเขียว	10%	ขาวปนเหลืองอ่อน	ลอกเป็นแผ่นได้ดีไม่ติดถาด	ผิวหน้าแห้ง	ปานกลาง
	20%	ขาวปนเหลืองอ่อน	ลอกเป็นแผ่นได้ดีไม่ติดถาด	ผิวหน้าแห้ง	ดี
	30%	ขาวใส	ลอกเป็นแผ่นได้ดีไม่ติดถาด	ผิวหน้าแห้ง	ดี
	40%	ขาวใส	ลอกเป็นแผ่นได้ดีไม่ติดถาด	ผิวหน้าแห้ง	ดีมาก
แป้งมันสำปะหลัง	10%	ขาวปนเหลืองอ่อน	ลอกเป็นแผ่นได้ดีไม่ติดถาด	ผิวหน้าแห้ง	ยืดหยุ่นปานกลาง ยืดออกตามแรงดึงเล็กน้อย
	20%	ขาวปนเหลืองอ่อน	ลอกเป็นแผ่นได้ดีไม่ติดถาด	ผิวหน้าแห้ง	ยืดหยุ่นดี ยืดออกตามแรงดึงปานกลาง
	30%	ขาวนวล	ลอกเป็นแผ่นได้ดีไม่ติดถาด	ผิวหน้าแห้ง	ยืดหยุ่นดี ยืดออกตามแรงดึงปานกลาง
	40%	ขาวนวล	ลอกเป็นแผ่นได้ดีไม่ติดถาด	ชื้นเล็กน้อย	ยืดหยุ่นมาก ยืดออกตามแรงดึงมาก
แป้งมันฝรั่ง	10%	ขาวปนเหลืองอ่อน	ลอกเป็นแผ่นได้ดีไม่ติดถาด	ผิวหน้าแห้ง	ยืดหยุ่นปานกลาง ยืดออกตามแรงดึงเล็กน้อย
	20%	ขาวปนเหลืองอ่อน	ลอกเป็นแผ่นได้ดีไม่ติดถาด	ผิวหน้าแห้ง	ยืดหยุ่นดี ยืดออกตามแรงดึงปานกลาง
	30%	ขาว	ลอกเป็นแผ่นได้ดีไม่ติดถาด	ชื้นเล็กน้อย	ยืดหยุ่นดี ยืดออกตามแรงดึงปานกลาง
	40%	ขาว	ลอกเป็นแผ่นได้ดีไม่ติดถาด	ชื้นเล็กน้อย	ยืดหยุ่นมาก ยืดออกตามแรงดึงมาก

หมายเหตุ ใช้น้ำแป้งเข้มข้น 40.89 % Dry solid (24 Be°, 29 $^{\circ}C$)

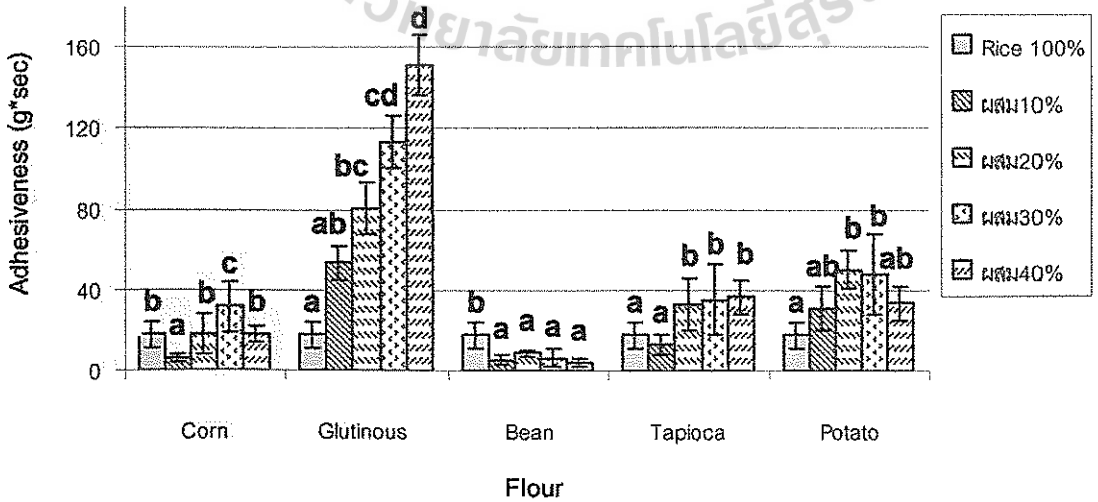
7. ตรวจสอบคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยวด้วยเครื่อง Texture Analyser



รูปที่ 25 เปรียบเทียบค่า Hardness ของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตจากแป้งข้าวเจ้าและแป้งผสมในอัตราส่วนต่างๆ



รูปที่ 26 เปรียบเทียบค่า Cohesiveness ของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตมาจากแป้งข้าวเจ้าและแป้งผสมในอัตราส่วนต่างๆ



รูปที่ 27 เปรียบเทียบค่าAdhesiveness ของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตมาจากแป้งข้าวเจ้าและแป้งผสมในอัตราส่วนต่างๆ

8. ตรวจสอบคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยวด้วยการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ตารางที่ 10 แสดงผลการทดสอบคุณภาพด้านต่างๆ ของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทำจากแป้งข้าวเจ้า 100 % และแป้งผสมในอัตราส่วนต่างๆ ด้วยการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสวิธี Scoring test

ตัวอย่างแป้ง	คุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยว					
	สี	ความเลื่อมมัน	การกระจายตัว	เนื้อสัมผัส	ความเหนียว	ความชอบรวม
แป้งข้าวเจ้า 100 %	4.0^{a}	2.0^{a}	3.4^{a}	1.8^{a}	1.2^{a}	1.2^{a}
แป้งข้าวโพด 10%	3.4^{a}	2.4^{a}	3.2^{a}	2.0^{a}	1.8^{a}	1.8^{a}
20%	3.4^{a}	2.8^{a}	3.0^{a}	2.0^{a}	1.4^{a}	1.4^{a}
30%	2.8^{a}	2.6^{a}	3.2^{a}	1.8^{a}	1.4^{a}	1.4^{a}
40%	3.4^{a}	2.8^{a}	2.8^{a}	3.2^{b}	1.4^{a}	1.6^{a}
แป้งข้าวเจ้า 100 %	4.0^{a}	2.0^{a}	3.4^{b}	1.8^{a}	1.2^{a}	1.2^{a}
แป้งข้าวเหนียว 10%	3.4^{a}	2.0^{a}	2.8^{ab}	3.4^{b}	2.0^{a}	1.0^{a}
20%	3.2^{a}	2.2^{a}	2.4^{ab}	2.8^{bc}	2.0^{a}	1.2^{a}
30%	3.0^{a}	2.2^{a}	2.2^{ab}	4.4^{bc}	2.0^{a}	1.0^{a}
40%	3.4^{a}	2.0^{a}	2.0^{a}	5.0^{c}	1.8^{a}	1.0^{a}
แป้งข้าวเจ้า 100 %	4.0^{a}	2.0^{a}	3.4^{a}	1.8^{a}	1.2^{a}	1.2^{a}
แป้งถั่วเขียว 10%	3.6^{a}	3.2^{b}	3.6^{a}	1.8^{a}	1.6^{a}	1.2^{a}
20%	4.0^{a}	3.2^{b}	3.8^{a}	1.2^{a}	1.6^{a}	1.6^{a}
30%	3.8^{a}	3.2^{b}	4.4^{a}	1.4^{a}	1.6^{a}	1.6^{a}
40%	3.8^{a}	3.6^{b}	4.2^{a}	1.4^{a}	2.2^{a}	1.8^{a}
แป้งข้าวเจ้า 100 %	4.0^{b}	2.0^{a}	3.4^{a}	1.8^{a}	1.2^{a}	1.2^{a}
แป้งมันสำปะหลัง 10%	2.4^{a}	2.2^{a}	4.0^{a}	1.8^{a}	1.4^{ab}	1.2^{a}
20%	2.4^{a}	2.6^{a}	3.2^{a}	2.2^{a}	1.8^{abc}	2.0^{a}
30%	2.4^{a}	2.6^{a}	3.2^{a}	2.4^{a}	2.8^{c}	1.8^{a}
40%	2.6^{a}	2.6^{a}	3.4^{a}	2.6^{a}	2.4^{bc}	2.4^{a}
แป้งข้าวเจ้า 100 %	4.0^{b}	2.0^{a}	3.4^{a}	1.8^{a}	1.2^{a}	1.2^{a}
แป้งมันฝรั่ง 10%	2.8^{a}	2.4^{ab}	3.4^{a}	2.0^{a}	2.2^{ab}	1.8^{ab}
20%	3.6^{ab}	3.0^{ab}	3.2^{a}	3.2^{b}	2.4^{ab}	2.8^{c}
30%	3.8^{b}	2.4^{ab}	2.6^{a}	2.0^{a}	2.2^{ab}	2.2^{bc}
40%	4.0^{b}	3.4^{b}	2.6^{a}	3.2^{b}	3.4^{b}	3.6^{d}

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยวจากเครื่อง Texture analyser และการทดสอบทางประสาทสัมผัส

1. แป้งข้าวโพด

การเติมแป้งข้าวโพดในทุกอัตราส่วนทำให้สีของเส้นก๋วยเตี๋ยวมีสีคล้ำหรือเหลืองขึ้น มีความเลื่อมมัน ความเหนียวและความชอบรวมของเส้นมากขึ้น แต่การกระจายตัวของเส้นลดลง เมื่อเทียบกับแป้งข้าวเจ้า 100 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อนำไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่า เส้นก๋วยเตี๋ยวที่ไม่เติมและเติมแป้งข้าวโพดทุกอัตราส่วน มีสีไม่แตกต่างกันทางสถิติ

เส้นก๋วยเตี๋ยวที่เติมแป้งข้าวโพดมีแนวโน้มทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมีความนุ่มมากขึ้น โดยการเติมแป้งข้าวโพด 40 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมีความนุ่มมากกว่าการเติมแป้งข้าวโพด 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลของความนุ่มและการกระจายตัวของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ได้จากการชิม มีผลสอดคล้องกับค่า Hardness และค่า Adhesiveness ที่ได้จากเครื่อง texture analyser ตามลำดับ พบว่าเมื่อเพิ่มอัตราส่วนของแป้งข้าวโพดให้มากขึ้นในปริมาณหนึ่ง เส้นก๋วยเตี๋ยวจะมีความนุ่มขึ้น แต่การกระจายตัวของเส้นจะลดลง ตามลำดับ จากรูปที่ 25 และ27 การเติมแป้งข้าวโพดที่อัตราส่วน 10 เปอร์เซ็นต์ เส้นก๋วยเตี๋ยวจะนุ่มขึ้นไม่แตกต่างจากแป้งข้าวเจ้า 100 เปอร์เซ็นต์ แต่การกระจายตัวของเส้นจะดีขึ้น การเพิ่มอัตราส่วนแป้งข้าวโพดเป็น 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ เส้นจะมีความนุ่มขึ้น แต่การกระจายตัวของเส้นก็จะลดลง ตามลำดับเช่นกัน ถ้าใส่แป้งข้าวโพดในอัตราส่วน 40 เปอร์เซ็นต์ เส้นจะมีลักษณะแข็งขึ้น และการกระจายตัวก็ไม่แตกต่างจากแป้งข้าวเจ้า 100 เปอร์เซ็นต์

เมื่อพิจารณาค่า Cohesiveness พบว่า การเติมแป้งข้าวโพด 20 และ 40 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้มีค่า Cohesiveness ไม่แตกต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทำจากแป้งข้าวเจ้า 100 เปอร์เซ็นต์ แต่การเติมแป้งข้าวโพด 10 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ทำให้มีค่า Cohesiveness มีค่ามากกว่าและน้อยกว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทำจากแป้งข้าวเจ้า 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (รูปที่ 26)

2.แป้งข้าวเหนียว

การเติมแป้งข้าวเหนียวในทุกอัตราส่วน ทำให้สีของเส้นก๋วยเตี๋ยวมีสีคล้ำหรือเหลืองขึ้น ความเลื่อมมันของเส้นก๋วยเตี๋ยวไม่เปลี่ยนแปลง แต่เส้นก๋วยเตี๋ยวมีความเหนียวมากขึ้นจนถึงเละ และความชอบรวมน้อยลง เมื่อเทียบกับแป้งข้าวเจ้า 100 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อนำไปวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่า คุณภาพทางด้านสี ความเหนียว และความชอบรวมของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ไม่เติมและเติมแป้งข้าวเหนียวทุกอัตราส่วนไม่แตกต่างกันทางสถิติ

เส้นก๋วยเตี๋ยวที่เติมแป้งข้าวเหนียวมีแนวโน้มทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมีการกระจายตัวลดลง โดยการเติมแป้งข้าวเหนียว 40 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้เส้นมีการกระจายตัวแตกต่างจากแป้งข้าวเจ้า 100 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการเติมแป้งข้าวเหนียวทุกอัตราส่วนมีแนวโน้มทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวนุ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการเติมแป้งข้าวเหนียว 40 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวเละมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติจากการเติมแป้งข้าวเหนียว 30 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ผลของความนุ่มและการกระจายตัวของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส มีผลสอดคล้องกับค่า Hardness และค่า Adhesiveness ที่ได้จากเครื่อง texture analyser ตามลำดับ พบว่า เมื่อเพิ่ม

อัตราส่วนของแป้งข้าวเหนียวให้มากขึ้น คือ 10, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ เส้นก๋วยเตี๋ยวจะมีความนุ่มมากขึ้นจนถึงเละ และการกระจายตัวลดลง ตามปริมาณการเพิ่มแป้งข้าวเหนียวในทุกอัตราส่วนอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

เมื่อพิจารณาค่า Cohesiveness พบว่า การเติมแป้งข้าวเหนียว 40, 30 และ 20 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ค่า Cohesiveness มีค่าแตกต่างจากแป้งข้าวเจ้า 100 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ
แต่เส้นก๋วยเตี๋ยวที่เติมแป้งข้าวเหนียว 10 เปอร์เซ็นต์ มีค่า Cohesiveness ไม่แตกต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทำจากแป้งข้าวเจ้า 100 เปอร์เซ็นต์

3.แป้งถั่วเขียว

การเติมแป้งถั่วเขียวในทุกอัตราส่วน ทำให้สีของเส้นก๋วยเตี๋ยวไม่เปลี่ยนแปลง แต่เส้นก๋วยเตี๋ยวมีการกระจายตัวดีขึ้น เนื้อสัมผัสมีแนวโน้มนุ่มขึ้น ความเหนียวมีแนวโน้มมากขึ้น และความชอบรวมมากขึ้น เมื่อเทียบกับแป้งข้าวเจ้า 100 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อนำไปวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่า เส้นก๋วยเตี๋ยวที่เติมและไม่เติมแป้งถั่วเขียวทุกอัตราส่วนมีการกระจายตัว ความนุ่ม ความเหนียว และความชอบรวม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

เส้นก๋วยเตี๋ยวที่เติมแป้งถั่วเขียวในทุกอัตราส่วน มีผลทำให้เส้นมีความเลื่อมมันมากขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการเติมแป้งถั่วเขียว 40 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เส้นมีความเลื่อมมันมาที่สุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ จากการเติมแป้งถั่วเขียว 30 , 20 และ 10 เปอร์เซ็นต์

ผลของความนุ่มและการกระจายตัวของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสมีผลสอดคล้องกับค่า Hardness และค่า Adhesiveness ที่ได้จากเครื่อง texture analyser ตามลำดับ พบว่า เมื่อเพิ่มอัตราส่วนของแป้งถั่วเขียวให้มากขึ้น คือ 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ เส้นก๋วยเตี๋ยวจะแข็งขึ้น โดยที่อัตราส่วน 20 เปอร์เซ็นต์ เส้นก๋วยเตี๋ยวจะมีความแข็งมากที่สุด แต่เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งถั่วเขียวเป็น 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ เส้นก๋วยเตี๋ยวมีความนุ่มขึ้น แต่ไม่แตกต่างทางสถิติจากแป้งข้าวเจ้า 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการกระจายตัวของเส้นก๋วยเตี๋ยวเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งถั่วเขียวในทุกอัตราส่วน

เมื่อพิจารณาค่า Cohesiveness พบว่า การเติมแป้งถั่วเขียวทุกอัตราส่วนมีผลทำให้มีค่า Cohesiveness แตกต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทำจากแป้งข้าวเจ้า 100 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการเติมแป้งถั่วเขียวทุกอัตราส่วนทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมีค่า Cohesiveness มากกว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทำจากแป้งข้าวเจ้า 100 เปอร์เซ็นต์

4. แป้งมันสำปะหลัง

การเติมแป้งมันสำปะหลังในทุกอัตราส่วน ทำให้ความเลื่อมมันของเส้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น การกระจายตัวของเส้นไม่เปลี่ยนแปลง ความนุ่ม และความชอบรวม มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับแป้งข้าวเจ้า 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำผลการชิมไปวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ไม่เติมและเติมแป้งมันสำปะหลังทุกอัตราส่วนมีความเลื่อมมันของเส้น การกระจายตัว ความนุ่ม และความชอบรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนความนุ่มของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่มากขึ้นมีผลสอดคล้องกับค่า Hardness ที่ลดลง แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ไม่เติมและเติมแป้งมันสำปะหลังทุกอัตราส่วน สำหรับค่า Adhesiveness ที่วิเคราะห์จากเครื่อง Texture analyser มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นคือเมื่อเพิ่มอัตราส่วนในการผสมแป้งมันสำปะหลังเส้น

ก๋วยเตี๋ยวมีการติดกันของเส้นมากขึ้น โดยที่การเติมแป้งมันสำปะหลังที่อัตราส่วน 20, 30, และ 40 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมีการกระจายตัวลดลงแตกต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยว จากแป้งข้าวเจ้า 100 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เส้นก๋วยเตี๋ยวที่เติมแป้งมันสำปะหลังในทุกอัตราส่วน มีผลทำให้เส้นมีสีคล้ำหรือเหลืองขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการเติมแป้งมันสำปะหลัง 40 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้เส้นมีสีคล้ำหรือเหลืองมากขึ้น แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการเติมแป้งมันสำปะหลัง 10, 20, 30 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการเติมแป้งมันสำปะหลังในทุกอัตราส่วนมีผลทำให้เส้นมีความเหนียวมากขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่การเติมแป้งมันสำปะหลัง 30 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้เส้นมีความเหนียวมากที่สุด และไม่แตกต่างกันทางสถิติ กับการเติมแป้งมันสำปะหลัง 20 เปอร์เซ็นต์ และ 40 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณา ค่า Cohesiveness พบว่าการเติมแป้งมันสำปะหลังทุกอัตราส่วนมีผลทำให้ค่า Cohesiveness ไม่แตกต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทำจากแป้งข้าวเจ้า 100 เปอร์เซ็นต์

5. แป้งมันฝรั่ง

การเติมแป้งมันฝรั่งในทุกอัตราส่วน ทำให้การกระจายตัวของเส้น เมื่อเปรียบเทียบกับแป้งข้าวเจ้า 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับค่า Adhesiveness ที่ได้จากเครื่อง texture analyser แต่เมื่อนำไปวิเคราะห์ผลการชิมทางสถิติพบว่า เส้นก๋วยเตี๋ยวที่ไม่เติมและเติมแป้งมันฝรั่งทุกอัตราส่วนมีการกระจายตัวของเส้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อนำผลจากเครื่อง Texture analyser มาวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่าการเติมแป้งมันฝรั่งทุกอัตราส่วนมีผลทำให้การกระจายตัวของเส้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทำจากแป้งข้าวเจ้า 100 เปอร์เซ็นต์

เส้นก๋วยเตี๋ยวที่เติมแป้งมันฝรั่งมีแนวโน้มทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมีสีขาวมากขึ้น โดยการเติมแป้งมันฝรั่ง 40 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมีสีขาวมากกว่าการเติมแป้งมันฝรั่ง 10เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติจากการเติม 30 เปอร์เซ็นต์ และ 20 เปอร์เซ็นต์ ความเลื่อมมันของเส้นมีแนวโน้มมากขึ้น โดยการเติมแป้งมันฝรั่งอัตราส่วน 40เปอร์เซ็นต์ ทำให้เส้นมีความเลื่อมมันมากที่สุด รองลงมาคือ 30, 20 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่การเติมแป้งมันฝรั่งในทุกอัตราส่วน มีผลทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมีความเลื่อมมันไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเพิ่มอัตราส่วนแป้งมันฝรั่งมากขึ้น ลักษณะเนื้อสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวมีแนวโน้มนิ่มขึ้น ให้ผลสอดคล้องกับค่า Hardness ซึ่งผลจากการชิมและผลจากเครื่อง texture analyser พบว่าแป้งมันฝรั่งอัตราส่วน 40 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมีความนุ่มเพิ่มขึ้นมากที่สุด ซึ่งไม่แตกต่างจากการเติมที่อัตราส่วน 20 เปอร์เซ็นต์ แต่มีความแตกต่างจากการเติมแป้งมันฝรั่งที่อัตราส่วน 10 และ 30 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ความเหนียวของเส้นก๋วยเตี๋ยวมีแนวโน้มเหนียวเพิ่มขึ้น การเติมแป้งมันฝรั่งอัตราส่วน 40 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เส้นมีความเหนียวมากที่สุดและไม่แตกต่างจากการเติมแป้งมันฝรั่งที่อัตราส่วน 30, 20 และ 10 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการเพิ่มอัตราส่วนแป้งมันฝรั่งให้มากขึ้น มีผลทำให้ความชอบรวมมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น โดยการเติมแป้งมันฝรั่งที่อัตราส่วน 40 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ความชอบรวมมากที่สุด และมีความแตกต่างจากการเติมแป้งมันฝรั่ง 30, 20 , และ 10 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

เมื่อพิจารณาค่า Cohesiveness พบว่าการเติมแป้งมันฝรั่งในทุกอัตราส่วน ไม่มีผลต่อค่า Cohesiveness แต่ที่การเติมแป้งมันฝรั่ง 20 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ค่า Cohesiveness ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับแป้งข้าวเจ้า 100 เปอร์เซ็นต์ อาจเป็นเพราะว่า เกิดการผิดพลาดของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตในเรื่องความหนาของเส้นที่ไม่เท่ากัน

ตารางที่ 11 แสดงผลการเติมแป้งชนิดต่างๆที่มีต่อคุณภาพเส้นก๋วยเตี๋ยวด้วยการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสวิธี Scoring test

ชนิดของแป้ง	คุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยว					
	สี	ความเลื่อมมัน	การกระจายตัว	เนื้อสัมผัส	ความเหนียว	ความชอบรวม
แป้งข้าวเจ้า	4.00^{c}	2.00^{a}	3.40^{bc}	1.80^{ab}	1.20^{a}	1.20^{a}
แป้งข้าวโพด	3.25^{b}	2.65^{bc}	3.05^{b}	2.25^{bc}	1.50^{ab}	1.55^{ab}
แป้งข้าวเหนียว	3.25^{b}	2.15^{ab}	2.40^{a}	4.15^{d}	1.95^{bc}	1.05^{a}
แป้งถั่วเขียว	3.80^{bc}	3.30^{d}	4.00^{c}	1.45^{a}	1.75^{ab}	1.55^{ab}
แป้งมันสำปะหลัง	2.45^{a}	2.50^{abc}	3.45^{bc}	2.25^{abc}	2.10^{bc}	1.85^{b}
แป้งมันฝรั่ง	3.55^{bc}	2.80^{cd}	2.95^{ab}	2.60^{c}	2.55^{c}	2.60^{c}

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 11 จะเห็นได้ว่าแป้งมันสำปะหลังมีผลทำให้สีของเส้นก๋วยเตี๋ยวมีสีคล้ำหรือเหลืองมากที่สุด รองลงมาคือ แป้งข้าวเหนียว แป้งข้าวโพด แป้งมันฝรั่ง และแป้งถั่วเขียว ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่า แป้งมันสำปะหลังมีผลต่อสีของเส้นแตกต่างจากการเติมแป้งชนิดอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการเติมแป้งข้าวเหนียว แป้งข้าวโพด แป้งมันฝรั่ง แป้งถั่วเขียวมีผลทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวไม่แตกต่างกันทางสถิติ และการเติมแป้งมันฝรั่ง แป้งถั่วเขียวมีผลต่อสีของเส้นก๋วยเตี๋ยวไม่แตกต่างจากแป้งข้าวเจ้า 100 เปอร์เซ็นต์

แป้งถั่วเขียวมีผลทำให้เส้นมีความเลื่อมมันมากที่สุด รองลงมาคือ แป้งมันฝรั่ง แป้งข้าวโพด แป้งมันสำปะหลัง และแป้งข้าวเหนียว ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่า แป้งถั่วเขียวมีผลต่อความเลื่อมมันของเส้นไม่แตกต่างจากการเติมแป้งมันฝรั่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเติมแป้งมันฝรั่ง แป้งข้าวโพด และแป้งมันสำปะหลังมีผลต่อความเลื่อมมันของเส้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเติมแป้งข้าวโพด แป้งมันสำปะหลัง และแป้งข้าวเหนียว มีผลต่อความเลื่อมมันของเส้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการเติมแป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวเหนียวมีผลต่อความเลื่อมมันของเส้นไม่แตกต่างจากสีของแป้งข้าวเจ้า 100 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

แป้งข้าวเหนียวมีผลทำให้เส้นกระจายตัวได้น้อยที่สุด รองลงมาคือ แป้งมันฝรั่ง แป้งข้าวโพด เมื่อเทียบกับแป้งข้าวเจ้า 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการเติมแป้งมันสำปะหลัง และแป้งถั่วเขียว มีผลทำให้เส้นกระจายตัวได้ดีขึ้นตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่า แป้งข้าวเหนียว กับแป้งมันฝรั่งมีผลทำให้การกระจายตัวของเส้นไม่

แตกต่างกันทางสถิติ แป้งถั่วเขียว และแป้งมันฝรั่ง ทำให้เส้นกระจายตัวดีกว่าแป้งข้าวเจ้า 100 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

แป้งข้าวเหนียวมีผลทำให้เนื้อสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวมีความนุ่มมากที่สุด รองลงมาคือแป้งมันฝรั่ง, แป้งข้าวโพดหรือแป้งมันสำปะหลัง ตามลำดับ แต่แป้งถั่วเขียว ทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวแข็งขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับแป้งข้าวเจ้า 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าแป้งข้าวเหนียว มีผลทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวนุ่มขึ้นแตกต่างทางสถิติจากทุกแป้ง แต่การใช้แป้งข้าวโพด แป้งมันฝรั่ง และแป้งมันสำปะหลัง ทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวนุ่มขึ้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ

แป้งมันฝรั่ง มีผลทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมีความเหนียวเพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมาคือ แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวเหนียว แป้งถั่วเขียว และแป้งข้าวโพดตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับแป้งข้าวเจ้า 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า แป้งมันฝรั่ง แป้งมันสำปะหลังและแป้งข้าวเหนียวทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวเหนียวขึ้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ทั้งสามแป้งนี้มีความเหนียวแตกต่างจากแป้งถั่วเขียวและแป้งข้าวโพดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ความชอบรวมที่มีต่อเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผสมแป้งมันฝรั่ง มีค่าเพิ่มมากที่สุด รองลงมาคือ แป้งมันสำปะหลัง แป้งถั่วเขียว และแป้งข้าวโพด ตามลำดับ แต่เส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผสมแป้งข้าวเหนียว มีความชอบรวมไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับแป้งข้าวเจ้า 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ความชอบรวมที่มีต่อเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผสมแป้งมันฝรั่ง มีความแตกต่างจากแป้งมันสำปะหลัง แป้งถั่วเขียว และแป้งข้าวโพด และแป้งข้าวเหนียวอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แต่การใช้แป้งมันสำปะหลัง แป้งถั่วเขียว และแป้งข้าวโพด มีผลทำให้ความชอบรวมที่มีต่อเส้นก๋วยเตี๋ยวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

สรุปผล

แป้งข้าวโพด มีผลทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมีความนุ่มขึ้น มีความเลื่อมมันขึ้นเล็กน้อย

แป้งข้าวเหนียว ทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมีความนุ่มขึ้นจนเกือบเละ การกระจายตัวของเส้นลดลง มีการติดกันของเส้นมากขึ้น

แป้งถั่วเขียว ทำให้เส้นมีความเลื่อมมัน การกระจายตัวดีขึ้น เส้นมีความแข็งขึ้นเล็กน้อย

แป้งมันสำปะหลัง ทำให้เส้นมีความนุ่มขึ้นเล็กน้อย และมีความเหนียวขึ้นโดยเฉพาะที่ระดับ 30% ทำให้มีเส้นมีสีคล้ำขึ้น

แป้งมันฝรั่ง ทำให้เส้นมีสีขาว ความเลื่อมมัน เหนียว นุ่ม และความชอบโดยรวมมากขึ้นมาก

หมายเหตุ

-จากการศึกษาอิทธิพลของแป้งชนิดต่างๆ ที่มีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยว เป็นการทดลองในระดับห้องทดลอง ผลิตก๋วยเตี๋ยวในปริมาณน้อย ซึ่งผลที่ได้จะชี้ให้เห็นถึงลักษณะและคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ได้เปรียบเทียบกับแป้งข้าวเจ้า 100 % ซึ่งใช้คาดคะเนผลเพื่อนำไปผลิตในระดับอุตสาหกรรม

-ในกระบวนการผลิตมีการสูญเสียหลายขั้นตอน เช่น ก๋วยเตี๋ยวติดอยู่ที่ถาดนึ่งระหว่างการลอกออก แผ่นก๋วยเตี๋ยวที่เป็นเศษเหลือจากการตัดแผ่นให้มีขนาดตามที่กำหนดก่อนการนำรีดเส้น การนึ่งแผ่นไม่สามารถควบคุม

ความหนาของแผ่นก๋วยเตี๋ยวให้มีความหนาสม่ำเสมอกันได้ ดังนั้น เพื่อให้ได้ผลอย่างแน่นอนควรมีการศึกษาต่อไป โดยขยายการทดลองไปในระดับอุตสาหกรรม เพราะการผลิตในโรงงาน ขบวนการผลิตก๋วยเตี๋ยวเป็นไปอย่างต่อเนื่อง และสามารถควบคุมสภาวะและค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ได้ดีกว่า

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บรรณานุกรม

กล้าณรงค์ ศรีรอต. (2542). **เทคโนโลยีของแป้ง**. กรุงเทพฯ: เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น.

กล้าณรงค์ ศรีรอต, สุทิศา นิทธยุ และวันชัย โชคชัยไพศาล. (ม.ป.ป.). **การใช้ Rapid Visco – Analyzer (RVA) เพื่อตรวจสอบคุณสมบัติความหนืดของวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์ในกระบวน การผลิตก๋วยเตี๋ยว**. กรุงเทพฯ: สถาบันค้นคว้าพัฒนาและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชงชัย สุวรรณสิชณย์. (2544). คุณสมบัติทางกลของ Paste และ Gel แป้ง. ใน **เอกสารการสัมมนาวิชาการเรื่อง คุณสมบัติของแป้งมันสำปะหลังและการพัฒนาเพื่อใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหาร**. กรุงเทพฯ: สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิธิยา รัตนาปนนท์. (2545). **เคมีอาหาร**. กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์.

นิรนาม. (2547). การสังเคราะห์และองค์ประกอบของแป้ง. ใน **เอกสารการสัมมนาวิชาการเรื่องอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่องเทคโนโลยีของแป้ง**. กรุงเทพฯ: สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร หน่วยปฏิบัติการเทคโนโลยีแปรรูปมันสำปะหลังและแป้ง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิรนาม. (ม.ป.ป.). การวิเคราะห์ความหนืด. ใน **เอกสารประกอบโครงการความร่วมมือและถ่ายทอดเทคโนโลยีสำหรับพัฒนาอุตสาหกรรมผลิตแป้งมันสำปะหลัง**. กรุงเทพฯ: สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร หน่วยปฏิบัติการเทคโนโลยีแปรรูปมันสำปะหลังและแป้ง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พิมพ์เพ็ญ ถิรพร. (2533). **ผลของการใช้แป้งมันสำปะหลังผสมแป้งข้าวเจ้าต่อคุณภาพเส้นก๋วยเตี๋ยว**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศุกฤตย์ ไทยอุดม. (2547). ลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร. ใน **เอกสารประกอบการสอนวิชา 305451 การควบคุมคุณภาพอาหาร**. นครราชสีมา: สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

เสนอ ร่วมจิต. (2522). **ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีบางประการของข้าวเจ้าพันธุ์ต่างๆ ที่มีผลต่อลักษณะของเส้นก๋วยเตี๋ยว**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรพิน ภูมิภมร. (2533). **เทคโนโลยีของแป้ง: เคมีของแป้งและเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์จากแป้งบางชนิดที่ผลิตในประเทศไทย** (เล่มที่ 5). กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรอนงค์ นัยวิกุล. (2543). **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรอนงค์ นัยวิกุล. (ม.ป.ป.). **ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับแป้งและสตาร์ชคุณสมบัติทางเคมี กายภาพ.** กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก

ตัวอย่างการคำนวณ

การเตรียมตัวอย่างสารละลายน้ำแป้งต่างๆสำหรับเครื่อง Brabender viscograph

1. เตรียมตัวอย่างสารละลายแป้งข้าวเจ้าเข้มข้น 6 % dry solid จำนวน 500 กรัม

- สารละลายแป้งข้าวเจ้า 100 กรัม ต้องการแป้งข้าวเจ้าที่มีของแข็ง 6 กรัม

  สารละลายแป้งข้าวเจ้า 500 กรัม ต้องการแป้งข้าวเจ้าที่มีของแข็ง 30 กรัม

แป้งข้าวเจ้ามีความชื้น 13.0 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น ชั่งแป้งข้าวเจ้า 100 กรัม มีปริมาณของแข็ง 87 กรัม

แป้งข้าวเจ้ามีปริมาณของแข็ง 87 กรัม จากการชั่ง 100 กรัม

ต้องการแป้งข้าวเจ้ามีปริมาณของแข็ง 30 กรัม ต้องชั่งแป้ง $\frac{30 \times 100}{87}$ = 34.48 กรัม

ดังนั้น ชั่งแป้งข้าวเจ้า 34.48 กรัม ชั่งน้ำ 500 - 34.48 = 465.52 กรัม

2. เตรียมตัวอย่างสารละลายแป้งผสมระหว่างแป้งข้าวเจ้ากับแป้งมันฝรั่งในอัตราส่วน 90 : 10 เข้มข้น 6 % dry solid จำนวน 500 กรัม

ต้องชั่ง แป้งผสมระหว่างแป้งข้าวเจ้ากับแป้งมันฝรั่งรวมที่มีปริมาณของแข็ง 30 กรัม โดยแป้งข้าวเจ้ามี

ปริมาณของแข็ง 27 กรัม และแป้งมันฝรั่งมีปริมาณของแข็ง 3 กรัม

แป้งมันฝรั่งมีความชื้น 19.6 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น ชั่งแป้งมันฝรั่ง 100 กรัม มีปริมาณของแข็ง 80.4 กรัม

แป้งข้าวเจ้ามีปริมาณของแข็ง 87 กรัม จากการชั่ง 100 กรัม

ต้องการแป้งข้าวเจ้ามีปริมาณของแข็ง 27 กรัม ต้องชั่งแป้ง $\frac{27 \times 100}{87}$ = 31.03 กรัม

แป้งมันฝรั่งมีปริมาณของแข็ง 80.4 กรัม จากการชั่ง 100 กรัม

ต้องการแป้งมันฝรั่งมีปริมาณของแข็ง 3 กรัม ต้องชั่งแป้ง $\frac{3 \times 100}{80.4}$ = 3.73 กรัม

ดังนั้น น้ำหนักแป้งรวมที่ต้องชั่ง 31.03 + 3.73 = 34.76 กรัม

ชั่งน้ำ 500 - 34.76 = 465.24 กรัม

สำหรับการคำนวณน้ำหนักแป้งและน้ำหนักน้ำที่ต้องชั่งสำหรับเครื่อง Rapid Visco Analyser ใช้ตัวอย่างที่มีความเข้มข้น 6 % dry solid จำนวน 28 กรัม ตัวอย่างสำหรับหาค่า gel strength ใช้ตัวอย่างที่มีความเข้มข้น 15 % dry solid จำนวน 500 กรัม และ ตัวอย่างสำหรับการขึ้น

แผ่นก๋วยเตี๋ยว ใช้ตัวอย่างที่มีความเข้มข้น 40.89 % dry solid จำนวน 500 กรัม มีวิธีการคำนวณเช่นเดียวกับวิธีข้างต้น

3. การคำนวณหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของอนุภาคผงแป้งมันสำปะหลัง

เส้นผ่านศูนย์กลางตะแกรง (ไมโครเมตร)	เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของอนุภาค (d) (ไมโครเมตร)	น้ำหนักของแป้งที่อยู่บนตะแกรง (กรัม)	Mass fraction (x) (เปอร์เซ็นต์)	dx
300	-	-	-	-
180	240	0.76	0.253	60.72
125	137.5	5.32	1.774	243.925
90	107.5	11.9	3.968	426.56
63	76.5	77.36	25.804	1974.006
0 (Pan)	31.5	204.54	68.200	2148.30
รวม		299.91	x = 99.999	dx = 4853.511

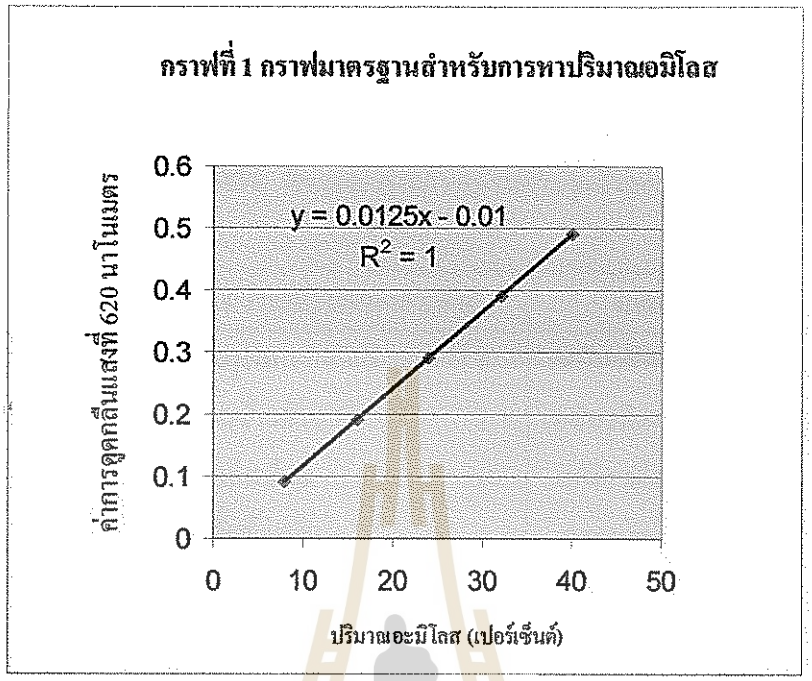
เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของอนุภาคผงแป้งมันสำปะหลัง (d_v) = $\frac{dx}{x}$

$= \frac{4853.511}{99.999}$

$= 48.54$ ไมโครเมตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4. กราฟมาตรฐานสำหรับการหาปริมาณอะมิโลสในตัวอย่างแป้งชนิดต่างๆ



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

5. ตัวอย่างแบบทดสอบคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยวโดยทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Scoring test

รหัสตัวอย่าง _____

ผู้ทดสอบ _____

วันที่ _____

กรุณาชิมตัวอย่างจากซ้ายมือไปขวามือ พิจารณาคุณภาพด้านต่างๆแล้ววงกลมเลขคะแนนตามความเห็นของท่าน

สี		**ความเลื่อมมันของเส้น**		**การกระจายตัวของเส้น**	
คล้ำหรือเหลือง	1	ด้านมาก	1	เหนียวติดกันหมด	1
ค่อนข้างคล้ำ/เหลือง	2	ค่อนข้างด้าน	2	เหนียวติดกันค่อนข้างมาก	2
คล้ำหรือเหลืองจางๆ	3	มันเล็กน้อย	3	เหนียวติดกันเล็กน้อย	3
ขาวนวล	4	ค่อนข้างมัน	4	กระจายตัวดี	4
ขาวมาก	5	มันมาก	5	กระจายตัวดีมาก	5
เนื้อสัมผัส		**ความเหนียว**		**ความชอบรวม**	
แข็งมาก	1	ไม่เหนียวเลย	1	ไม่ชอบเลย	1
ค่อนข้างแข็ง	2	เหนียวเล็กน้อย	2	ค่อนข้างไม่ชอบ	2
ค่อนข้างนุ่ม	3	เหนียวปานกลาง	3	ชอบเล็กน้อย	3
นุ่ม	4	ค่อนข้างเหนียว	4	ค่อนข้างชอบ	4
เละ	5	เหนียวมาก	5	ชอบมาก	5

ขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การเตรียมสารเคมี

1. การเตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide, NaOH) ความเข้มข้น 2 นอร์มัล

1.1 ชั่ง NaOH 80 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร

1.2 นำน้ำกลั่นปริมาณ 700 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 1000 มิลลิลิตร

1.3 นำน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร เทใส่บีกเกอร์ในข้อ 1.1 และคนให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

1.4 นำสารละลายที่ได้ในข้อ 1.3 เทใส่ในขวดวัดปริมาตรในข้อ 1.2

1.5 เติมน้ำกลั่นที่ผ่านการต้มแล้วทิ้งให้เย็น เพื่อปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร และเขย่าให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

1.6 เก็บสารละลาย NaOH ที่ได้ในขวดพลาสติก ซึ่งมีขนาดบรรจุ 1000 มิลลิลิตร และปิดฝาให้สนิท

2. การเตรียมกรดอะซิติก (Acetic acid) ความเข้มข้น 1 นอร์มัล

2.1 ใช้กระบอกตวงแก้วขนาด 100 มิลลิลิตร ตวงสารละลายกรดเกลเซียลอะซิติก (glacial acetic acid) จำนวน 60 มิลลิลิตร ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 1000 มิลลิลิตร ที่บรรจุน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร

2.2 เติมน้ำกลั่นใส่ลงในขวดวัดปริมาตร ในข้อ 2.1 เพื่อปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตรและเขย่าให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

2.3 เก็บสารละลาย Acetic acid ที่ได้ ใส่ลงในขวดสีชา และปิดฝาให้สนิท

3. การเตรียมสารละลายไอโอดีน (I_2) สำหรับหาเปอร์เซ็นต์อะมิโลส

3.1 ชั่งไอโอดีน 0.2 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ 250 มิลลิลิตร

3.2 ชั่งโปแตสเซียมไอโอไดด์ (KI) 2.0 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ในข้อ 3.1

3.3 นำน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร เทใส่ในบีกเกอร์ในข้อ 3.1 คนสารละลายจนเป็นเนื้อเดียวกัน

3.4 เทสารละลายในข้อ 3.3 ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร

3.5 เติมน้ำกลั่นเพื่อปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

3.6 เก็บสารละลายไอโอดีนใส่ในขวดสีชา และปิดฝาให้สนิท

4. การเตรียมสารละลายไทมอลบลู (Thymol blue) เข้มข้น 0.025 เปอร์เซ็นต์

4.1 ใช้กระบอกตวง ตวง 95 เปอร์เซ็นต์ เอทธิลแอลกอฮอล์ (ethyl alcohol) 100 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร

4.2 ชั่ง Thymol blue 0.025 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ 250 มิลลิลิตรในข้อ 3.1 และใช้แท่งแก้วคนให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

4.3 เก็บสารละลายที่ได้ในขวดสีชา และปิดฝาให้สนิท

5. การเตรียมสารละลายโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ (Potassium hydroxide, KOH) 0.2 นอร์มัล

5.1 ชั่งสารละลาย KOH 12.88 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ 250 มิลลิลิตร

5.2 นำน้ำกลั่น 800 มิลลิลิตร ใส่ในขวดวัดปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

5.3 เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์ในข้อ 4.1 คนสารละลายจนเป็นเนื้อเดียวกัน

5.4 นำสารละลายที่ได้ในข้อ 4.3 ใส่ในขวดวัดปริมาตรในข้อ 4.2

5.5 เติมน้ำกลั่นเพื่อปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร และเขย่าให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

5.6เก็บสารละลาย KOH ที่ได้ในขวดพลาสติก ซึ่งมีขนาดบรรจุ 1000 มิลลิลิตร และปิดฝาให้สนิท

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี