ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การผลิตบุกก้อนจากผงบุกสกัด

Production of Konnyaku by Konjac Extract

โดย

นางสาวปนัดดา นนทนำ รหัส 39044422

นายสุรเชษฐ์ วิชัยตั๊ะ รหัส 39044457

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

....24/..มิ.ย./..43... **อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ**

(ผศ.ดร. กิตติพงษ์ ห่วงรัศมี)

16650

- 6 ก.ค. 2543

ปพ

ป 1610

2542

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....

(ผศ. ดร รุจิพร ตาเรือนกิจ)

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16656

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การผลิตบุกก้อนจากผงบุกสกัด

Production of Konnyaku by Konjac Extract

T096458

โดย

นางสาวปนัดดา นนทนำ รหัส 39044422

นายสุรเชษฐ์ วิชัยตั๊ะ รหัส 39044457

ปค.
ป161ก
2542

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....96458.....
วัน,เดือน,ปี.....

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร)

พ.ศ. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาวปนัดดา นนทนำ และนายสุรเชษฐ์ วิชัยตั๊ะ.2543 : การผลิตบุกก้อนจากผงบุกสกัด (Production of Konnyaku by Konjac Extract) ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.อาจารย์ที่ปรึกษา:ผศ.ดร.กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์

จากการผลิตบุกก้อนโดยการนำผงบุกสกัดมาต้มในน้ำจนละลาย จะได้สารละลายที่มีความข้นหนืด จากนั้นนำมาปรับค่าความเป็นกรดด่างด้วยสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ แล้วจึงนำมาให้ความร้อนจนเจลเกิดการแข็งตัว จากการหาสภาวะที่เหมาะสมโดยการวัดแรงกดด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสประกอบกับการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ที่ระดับความเป็นกรดด่าง 11.5 อุณหภูมิในการต้ม 70 องศาเซลเซียส และความเข้มข้นของผงบุกสกัดในน้ำ 2.25% เป็นสภาวะที่ให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับดีที่สุด และเมื่อใช้สภาวะนี้เพื่อทดสอบกลิ่นปลาหมึก พบว่า ระดับกลิ่นที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุดคือใช้ความเข้มข้นของกลิ่นปลาหมึก 0.5%

ปนัดดา นนทนำ		24 มี.ค. 43
ลายมือชื่อนักศึกษา	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา	วัน เดือน ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานปัญหาพิเศษเรื่อง การผลิตบุกก้อนจากผงบุกสกัด ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับคำปรึกษา ข้อแนะนำ และความเอาใจใส่ดูแลในทุกๆเรื่องตลอดเวลาในการทำปัญหาพิเศษเป็นอย่างดี จาก ผศ.ดร. กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์ ที่กรุณาให้เกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา และกรุณามอบปัญหาพิเศษเรื่องนี้ให้ทำการศึกษา รวมถึงการตรวจและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทำให้รายงานฉบับนี้สมบูรณ์ขึ้นมาได้ จึงขอขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูงมา ณ.ที่นี้ด้วย

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. ระติพร หาเรือนกิจ และผศ.เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ขอขอบคุณบริษัทแคปปิตอลเทรดดิ้ง จำกัด ที่กรุณามอบผงบุกสกัดและบริษัท FIS (The flavour specialists cuttlefish) ที่กรุณามอบสารละลายกลิ่นปลาหมึกให้ใช้ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ขอขอบคุณนางสาวสุธาสินี แซ่ลิ้มและน้อง ๆ ที่ช่วยพิมพ์งาน ขอขอบคุณพี่ปุ๊ จิ๊ก ปุ๊ก วี น้องแกงเจ้าของคอมพิวเตอร์ รวมถึง น้องพีคอนโทรล น้องบอล พี่แอม พี่บอย พี่มุก เพื่อนๆและน้องๆทุกคนที่คอยเป็นกำลังใจและคอยช่วยเหลือเสมอมา และที่สำคัญที่สุดคือครอบครัว ที่ให้การสนับสนุนทั้งแรงกายและแรงใจมาโดยตลอด ทางผู้จัดทำขอขอบพระคุณทุกๆคนด้วยใจจริง

ปนัดดา นนทนำ และ สุรเชษฐ์ วิชัยตั๊ะ

16 มีนาคม 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูปภาพ	ฉ
สารบัญภาคผนวก	ช
บทที่ 1 บทนำและวัตถุประสงค์	1
บทที่ 2 วารสารปริทรรศน์	2
- ประวัติความเป็นมาของบุก	2
- ลักษณะทั่วไปของบุก	2
- ข้อมูลทางพฤษศาสตร์ของบุก	3
- การผลิตแป้งบุก	4
- องค์ประกอบในแป้งบุก	5
- โครงสร้างกลูโคแมนแนนในแป้งบุก	6
- กรรมวิธีการผลิตกลูโคแมนแนนบริสุทธิ์	7
- สมบัติบางประการของแป้งบุก	8
- การใช้ประโยชน์จากแป้งบุก	9
บทที่ 3 วัตถุดิบ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	12
- วัตถุดิบ	12
- อุปกรณ์	12
- วิธีการทดลอง	13
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	15
- ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการผลิตบุกก้อน	15
- ศึกษาระดับความเป็นกรดด่างที่เหมาะสมต่อการผลิตบุกก้อน	15
- ศึกษาระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการผลิตบุกก้อน	17
- ศึกษาระดับความเข้มข้นของผงบุกสกัดที่เหมาะสมต่อการผลิตบุกก้อน	18
- ศึกษาระดับกลิ่นที่เหมาะสมต่อการผลิตปลาหมึกเทียมจากบุกก้อน	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	22
เอกสารอ้างอิง	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 โครงสร้างบางส่วนของกลูโคแมนแนนในผงบุก	7
ภาพที่ 2 ผลิตภัณฑ์บุกก้อนที่ระดับความเป็นกรดด่างต่าง ๆ กัน	16
ภาพที่ 3 ผลิตภัณฑ์บุกก้อนที่ระดับอุณหภูมิการผลิตต่าง ๆ กัน	18
ภาพที่ 4 ผลิตภัณฑ์บุกก้อนที่ระดับความเข้มข้นของผงบุกสกัดต่าง ๆ กัน	19
ภาพที่ 5 ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกเทียมจากบุกก้อน	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสและวัดเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์บุกก้อนที่ระดับความเป็นกรดด่าง(pH) ต่าง ๆ กัน	15
ตารางที่ 2 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสและวัดเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์บุกก้อนที่ระดับอุณหภูมิการผลิตต่าง ๆ กัน	17
ตารางที่ 3 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสและวัดเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์บุกก้อนที่ระดับความเข้มข้นของผงบุกสกัดต่าง ๆ กัน	18
ตารางที่ 4 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกเทียมจากบุกก้อนที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายกลิ่นต่าง ๆ กัน	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาคผนวก

	หน้า
ภาคผนวก ก. แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส	25
ภาคผนวก ข. การวัดเนื้อสัมผัส	27
ภาคผนวก ค. การวิเคราะห์ทางสถิติ	28
ภาคผนวก ง. กราฟ	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

บุกเป็นพืชหัวที่มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Amorphophallus konjac* c. Koch หรือที่รู้จักกันทั่วไปว่า คอนยัค (konjac) ชาวญี่ปุ่นโบราณได้รู้จักนำบุกมาทำเป็นเยลลี่รับประทาน โดยเชื่อกันว่าสามารถรักษาสุขภาพรวมทั้งสามารถชำระล้างลำไส้ได้ ในปัจจุบันอาหารประเภทนี้ได้กลายเป็นองค์ประกอบหลักของอาหารลดความอ้วน จากการค้นคว้าทางเคมีด้านโภชนาการและด้านการแพทย์พบว่าองค์ประกอบหลักของบุกคือ กลูโคแมนแนน ซึ่งเป็นสารประเภทพอลิแซ็กคาไรด์ที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่ก่อตัวเป็นเส้นใย จัดว่าเป็นสารสำคัญชนิดหนึ่งต่างจากสตาร์ชที่สะสมในเมล็ดธัญพืชหรือพืชหัวอื่น เพราะสตาร์ชของพืชเหล่านี้เป็นสารประเภทอะมิโลสและอะมิโลเพคตินที่โครงสร้างประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคส แต่กลูโคแมนแนนเป็นโครงสร้างต่อเนื่องของน้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลแมนโนส (Smith และ Srivastava,1959) ซึ่งมีคุณสมบัติพิเศษคือเมื่อถูกน้ำจะพองตัวได้ 20 ถึง 30 เท่า กลูโคแมนแนนที่สะอาดบริสุทธิ์จะมีสีขาว ไม่มีกลิ่น เมื่อผสมกับน้ำจะขยายตัวมีลักษณะเป็นวุ้น บริโภคเป็นอาหารสมุนไพร เชื่อว่าจะช่วยในการระบายของเสียจากลำไส้แต่ผู้บริโภคต้องดื่มน้ำตามมากๆ

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการผลิตบุกก้อน และระดับกลิ่นที่เหมาะสมต่อการผลิตปลาหมึกเทียมจากบุกก้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วารสารปริทรรศน์

2.1 ประวัติความเป็นมาของบุก

บุก เป็นพืชอาหารที่รู้จักกันดีในประเทศญี่ปุ่น มีชื่อเรียกทั่วไปว่า คอนยัค (Konjac) ซึ่งผลิตได้จากบุกพันธุ์ *Amorphophallus konjac* c. Koch หรือ *A. rivieri* Durien บุกมีถิ่นกำเนิดตั้งแต่ทางตะวันออกของเทือกเขาหิมาลัยไปจนถึงประเทศจีน ญี่ปุ่น และทางใต้ไปถึงประเทศไทย อินโดจีน และฟิลิปปินส์ (นิรนาม, 2533) ในต่างประเทศได้แก่ จีน ญี่ปุ่น อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ และอัฟริกา ได้มีการศึกษาและวิจัยทางชีวเคมีในเรื่องการใช้ประโยชน์และชนิดของแป้งในบุกนี้มานานกว่า 40 ปี (หรรษา, 2527)

ในประเทศไทยนั้นยังไม่เคยมีรายงานทางด้านการวิจัยคุณสมบัติอย่างละเอียดเพื่อการใช้ประโยชน์ทางด้านอาหารและยา เท่าที่พบนั้นเป็นเพียงการรวบรวมรายงานอนุกรมวิธานของพืชชนิดนี้ ในภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ บุกในประเทศไทยพบตามธรรมชาติแทบทุกภาคมีหลายชนิด ชนิดที่พบมากคือ *Amorphophallus campanulatus* หรือ *Amorphophallus koratensis* Gagnep (หรรษา, 2527) ชาวชนบทของภาคต่าง ๆ ในประเทศไทยนำหัวบุกมาทำเป็นอาหาร โดยแต่ละภาคมีวิธีการรับประทานแตกต่างกันไป เช่น ในภาคกลางรับประทานก้านดอก ในภาคตะวันออก เช่น จังหวัดจันทบุรี มักนิยมรับประทานหัว โดยฝานเป็นแผ่นบางคลุกเกลือ ตากแห้งแล้วนึ่งรับประทานกับข้าว ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น จังหวัดนครราชสีมา ปลูกบุกเป็นอาหารและจำหน่าย นิยมรับประทานเนื้อหัวบุก โดยนำมาทำเป็นแกงลาว ส่วนในภาคเหนือนิยมปิ้งหัวบุก ส่วนลำต้นของบุกนั้นนิยมนำมาทำเป็นอาหารสัตว์ (หรรษา, 2531)

2.2 ลักษณะทั่วไปของบุก

บุกเป็นพืชล้มลุก (Herbaceous plant) มีอายุอยู่ใต้ผิวดินได้นานถึง 6 ปี เป็นพืชที่มีลำต้นตั้งตรง แต่หักโคนง่ายเมื่อถูกพายุหรือกระทบแรง ๆ ลำต้นมีสีต่าง ๆ กัน บางชนิดสูง 3 ถึง 9 ฟุต เป็นพืชที่มีต้นเดี่ยวไม่มีกิ่งก้านมีเพียงกลุ่มใบยอดเดี่ยวแยกเป็นสามทาง แต่ละก้านใบมีใบแบ่งแยกอีกมากมาย ใบของแต่ละพันธุ์มีลักษณะต่างกันพอแยกชนิดได้ชัดเจน บางชนิดมีใบเล็กเรียวยาว บางชนิดใบกว้าง บางชนิดใบมีจุดด่างขาวประทั่วไป (หรรษา, 2531) บุกที่แก่เต็มที่จะมีดอกโผล่จากหัวใต้ดิน ก้านดอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีขนาดพอ ๆ กับลำต้น ดอกมีกลิ่นเหม็นเน่าเหมือนกลิ่นเนื้อเน่า มีเมล็ดติดเป็นกระจุกกับก้านดอก เวลาสุกมีสีส้มแดง

หัวบุกมีลักษณะหัวกลมแบน บางชนิดมีเปลือกสีขาวเหลือง บางชนิดมีเปลือกสีน้ำตาลอมเหลืองหรือสีน้ำตาล หัวบุกบางชนิดผิวเรียบเกลี้ยง บางชนิดเปลือกผิวขรุขระ จากการปลูกหัวบุกหนึ่งหัว ในช่วงฤดูการเจริญเติบโตจะเกิดมีลูกบุกรอบ ๆ หัวเดิมได้ 5 ถึง 10 หัว ช่วงเวลาการเจริญเติบโตเมื่อเกิดเป็นหัวใช้เวลา 8 ถึง 12 เดือน แต่การเพาะปลูกเพื่อให้ได้หัวบุกที่แก่เต็มที่ทางสรีรวิทยา (physiological maturity) นั้นใช้เวลา 4 ฤดูปลูก เมื่อปล่อยให้เติบโตเต็มที่อาจได้หัวบุกขนาดใหญ่ มีเส้นผ่าศูนย์กลางหัวถึง 30 ถึง 40 เซนติเมตร หรืออาจใหญ่กว่านี้อีกได้ เมื่อให้การบำรุงรักษาที่เหมาะสม อาจได้หัวบุกมีน้ำหนักตั้งแต่ 6 ถึง 10 กิโลกรัม โดยธรรมชาติการเติบโตนั้นพบว่า ยิ่งมีอายุมากปีหัวบุกยิ่งมีน้ำหนักมากขึ้น หัวก็ใหญ่ขึ้นตามลำดับด้วย เนื้อในหัวบุกมีสีขาวอมเหลืองลักษณะละเอียดเรียบเหมือนแป้งในพืชหัวอื่น ๆ ที่ใช้เป็นอาหาร แต่บุกมีเมือกลื่นซึ่งต่างกับหัวมันเทศหรือมันฝรั่ง (หรรษา, 2527)

2.3 <u>ข้อมูลทางพฤกษศาสตร์ของบุก</u>

ชื่อไทย	มันบุก มันกะบุก มันหูช้าง หัวบุก
ชื่อภาษาอังกฤษ	Elephant yam, Elephant foot yam, Elephant bread, Sweet yam
ชื่อวิทยาศาสตร์	*Amorphophallus spp.*
ชื่อวงศ์	Araceae

ในปัจจุบันในประเทศไทยพบว่ามีบุกอยู่ 3 พันธุ์ ที่มีสารกลูโคแมนแนน (glucomannan) ซึ่งเป็นสารสำคัญที่ต้องการทางการค้า (นิรนาม, 2533) คือ

1. *A. oncophyllus* Prain ex Hook f. เป็นบุกซึ่งหัวมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 เซนติเมตร ใบขนาดใหญ่ 1 เมตร ก้านใบยาว 90 เซนติเมตร และหนา 2.5 เซนติเมตร ช่อดอกยาว 20 เซนติเมตร มีกาบหุ้ม บุกพันธุ์นี้แยกจากบุกพันธุ์อื่นได้ง่ายคือ รูปร่างของหัวซึ่งกลม แบน มีรูลึกตรงกลาง หัวสด มีสีต่าง ๆ ได้แก่เหลืองอมชมพู และขาวเหลือง เป็นต้น ก้านใบมีสีต่าง ๆ ได้แก่ เขียว เขียวมีจุดขาวเขียวทางขาวและเขียวมีชมพูปน พันธุ์นี้มีกลูโคแมนแนนสูงมาก พบทางตะวันตกของประเทศได้แก่ กาญจนบุรี กำแพงเพชร ตาก เชียงใหม่ และพะเยา ชาวพื้นเมืองใช้เป็นอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. *A.* kerrii N.E. เป็นพันธุ์ที่มีหัวขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7 ถึง 15 เซนติเมตร ผิวมัน ใบเดี่ยว ใบแยกเป็นส่วน ส่วนข้างขนาด 5 ถึง 7.5 เซนติเมตร คูณ 3 ถึง 5.5 เซนติเมตร ส่วนกลาง 15 ถึง 21.5 เซนติเมตร คูณ 5.5 ถึง 7 เซนติเมตร ก้านใบยาว 1 เมตร ช่อดอกยาว 15 ถึง 30 เซนติเมตร กว้าง 7 ถึง 11 เซนติเมตร มีกาบหุ้ม บุกพันธุ์นี้แยกจากบุกพันธุ์อื่นที่หัวกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9.5 ถึง 15 เซนติเมตร มีผิวขรุขระสีน้ำตาล หัวสดมีสีเหลือง เหลืองสด หรือขาว ต้นสีเขียวเข้มมีจุดขาว ก้านดอกยาว พบแถบ น่าน เชียงใหม่ เลย และกาญจนบุรี

3. *A. corrugatus* N.E. มีใบหลายใบ ช่อดอกมีกาบหุบยาว 7 ถึง17 เซนติเมตร กว้าง 3 ถึง 7 เซนติเมตร รูปกระดิ่ง แยกจากบุกพันธุ์อื่นตรงที่มีใบหลายส่วน โดยมากมี 7 ส่วน

2.4 การผลิตแป้งบุก

หัวบุกสดโดยทั่วไปจะมีน้ำประมาณ 80-90% และส่วนที่เป็นของแข็ง 10-20% ซึ่งประกอบด้วยอนุภาคที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ $2x10^{-2}$ มิลลิเมตร ประมาณ 60-80% โดยส่วนใหญ่เป็นกลูโคแมนแนนและส่วนที่มีอนุภาคเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า $1x10^{-2}$ มิลลิเมตรประมาณ 20-40% โดยส่วนหลังนี้จัดเป็นสารเจือปน (tachiko component) ที่จำเป็นต้องจำกัดออกซึ่งได้แก่ แป้ง (starch) โปรตีน และสารระคายเคือง (irritant) เป็นต้น การผลิตแป้งบุก สามารถแบ่งได้เป็น 2 วิธี (อดิศักดิ์, 2538) ได้แก่

ก. การผลิตแบบแห้ง (traditional method) โดยบดแผ่นบุกแห้งที่มีความหนา 5 มิลลิเมตร ความชื้น 15% ด้วยเครื่อง Stamp mill นำส่วนที่บดได้มาแยกแป้งบุกออกจากสารเจือปนโดยใช้การแยกเป่าด้วยลม (air classification) ผลผลิตที่ได้จากวิธีค่อนข้างต่ำเนื่องจากเกิดการสูญเสียแป้งบุกไปบางส่วนในกระบวนการเป่าแยกด้วยลม นอกจากนั้นแผ่นบุกแห้งยังมีความแข็งมาก ทำให้ไม่สะดวกต่อการแยกอนุภาค

ข. การผลิตแบบเปียก (improved wet method) โดยบดหัวบุกในตัวทำละลายอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ (water-misicible organic solvent) เช่น เอธิลแอลกอฮอล์ ที่เติมโซเดียมซัลไฟต์เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงสี ร่อนผ่านตะแรงขนาด 100-120 เมช ล้างส่วนที่เป็นแป้งบุกด้วยสารละลายข้างต้นจนได้แป้งที่มีสีค่อนข้างขาวหรือถ้าเป็นการผลิตในระดับอุตสาหกรรมจะมีการใช้เครื่องมือบางอย่างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้แก่ hammer mill centrifugal setting machine polisher และ differential specific gravity settling tank และมีระบบการนำเอธิลแอลกอฮอล์กลับมาใช้ใหม่ได้อีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 องค์ประกอบในแป้งบุก

Smith และ Srivastava (1959) ได้ศึกษาองค์ประกอบของกลูโคแมนแนน โดยได้ใช้แบคทีเรียที่สร้างสปอร์ได้ (sporulating bacteria) ซึ่งแยกได้จากแป้งบุก ทำการย่อยแป้งบุก พบว่าผลที่ได้จากการย่อยครั้งนี้คือ น้ำตาลไตรแซ็กคาไรด์ ซึ่งประกอบด้วย น้ำตาล ดี-แมนโนส 2 โมเลกุล และน้ำตาล ดี-กลูโคส 1 โมเลกุลและเมื่อทำการย่อยแป้งบุกโดยใช้กรดซัลฟิวริคเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำไปวิเคราะห์โดยวิธีโครมาโทกราฟีแบบกระดาษ ผลที่พบคือ น้ำตาลดี-แมนโนส และ น้ำตาลดี-กลูโคส ในอัตราส่วนน้ำตาลดี-แมนโนส ต่อน้ำตาลดี-กลูโคส เท่ากับ 1.5 ต่อ 1

Kato และคณะ (1969) ทำการศึกษาน้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบในกลูโคแมนแนนที่บริสุทธิ์ โดยนำกลูโคแมนแนนไปย่อยด้วยกรดซัลฟิวริคอย่างสมบูรณ์แล้วทำการวิเคราะห์โดยใช้วิธีโครมาโทกราฟีแบบกระดาษ พบว่า น้ำตาลซึ่งเป็นองค์ประกอบของกลูโคแมนแนน คือน้ำตาลดี-แมนโนส และน้ำตาลดี-กลูโคส ในอัตราส่วนโมลของน้ำตาลดี-แมนโนสต่อน้ำตาลดี-กลูโคส เท่ากับ 1.6 ต่อ 1

Sukiyama และคณะ (1972) ; Maeda และคณะ (1980) ได้ทำการศึกษาหาน้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบในกลูโคแมนแนน ผลที่ได้นั้นเช่นเดียวกับ Kato และคณะ (1970) คือ น้ำตาลดี-แมนโนส และน้ำตาลดี-กลูโคส ในอัตราส่วน น้ำตาลดี-แมนโนส ต่อ น้ำตาลดี-กลูโคส เท่ากับ 1.6 ต่อ 1

นอกจากการศึกษาองค์ประกอบของน้ำตาลแล้ว Smith และ Srivastava (1959) ; Kato และคณะ (1970) ได้ทำการศึกษาพันธะต่อเชื่อมของ กลูโคแมนแนน พบว่าน้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบนี้ต่อเชื่อมกันด้วยพันธะชนิดบีตา (β-D-type)

Sugiyama และคณะ (1972) ได้นำกลูโคแมนแนนบริสุทธิ์ไปตรวจด้วยเครื่องดูดซับด้วยแสงอินฟาเรด (Infared absorption) ผลที่ได้คือ พบค่าดูดซับแสงอินฟาเรดที่ 870 cm^{-1}และที่890 cm^{-1} ซึ่งเป็นค่าจำเพาะของพันธะบีตา-กลูโคซิดิก (β-glucosidic) และพันธะบีตา-แมนโนซิดิก (β-mannosidic)

จากส่วนนี้ ทำให้ทราบว่า กลูโคแมนแนนนั้น ประกอบด้วยน้ำตาลดี-กลูโคส และน้ำตาลดี-แมนโนส เชื่อมต่อกันด้วยพันธะ บีตา 1-4-ไกลโคซิดิก (Maeda และคณะ, 1980)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 โครงสร้างของกลูโคแมนแนนในแป้งบุก

Kato และ Matsuda (1969 และ 1970) ได้ศึกษาโครงสร้างทางเคมีของกลูโคแมนแนนในแป้งบุกโดยการใช้กรดซัลฟิวริคย่อยแป้งบุกและโดยการใช้เอนไซม์เซลลูเลสย่อยแป้งบุก แล้วนำไปทำการแยกส่วนและสรุปว่า กลูโคแมนแนนในแป้งบุกนั้นมีหน่วยต่อเนื่องของโมเลกุลน้ำตาล (repeating units) 2 แบบ คือ

กลูโคแมนแนน A ; -G-G-M-M-M-M-G-M-

กลูโคแมนแนน B ; -G-G-M-G-M-M-M-M-

เมื่อ G แทน หน่วยของน้ำตาลดี-กลูโคส
M แทน หน่วยของน้ำตาลดี-แมนโนส
- แทน พันธะ บีตา 1,4 ไกลโคซิดิก

และพบว่า ในกลูโคแมนแนน A มีหน่วยต่อเนื่องของโมเลกุลน้ำตาลดี-แมนโนส 10 ถึง 13 หน่วยและกลูโคแมนแนน B มีหน่วยต่อเนื่องของ โมเลกุลน้ำตาลดี-แมนโนส 38 ถึง 40 หน่วยและยังพบด้วยว่าทั้งสองชนิดนี้มีส่วนประกอบบางช่วงของโครงสร้างเป็นน้ำตาลกาแล็กโตสแต่มีจำนวนน้อยกว่าน้ำตาลแมนโนส (หรรษา, 2527)

Maeda และคณะ (1980) ศึกษาโครงสร้างของกลูโคแมนแนนจากแป้งบุก โดยการวิเคราะห์หมู่เมทิล(Methylation analysis) พบว่ากลูโคแมนแนนมีโครงสร้างการแตกแขนงที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 3 ของน้ำตาลแมนโนสและน้ำตาลกลูโคส แต่จากการทดลองของ Kato และ Matsuda (1970) ได้กล่าวแสดงความขัดแย้งในเรื่องนี้ว่าจากการทดลองไม่พบว่ามีโครงสร้างที่แตกแขนงในกลูโคแมนแนนจากแป้งบุก

Tye (1991) ได้กล่าวถึงโครงสร้างของกลูโคสแมนแนนในแป้งบุกว่ากลูโคแมนแนนนั้นประกอบด้วย น้ำตาลแมนโนส และน้ำตาลกลูโคส ในอัตราส่วนโมล น้ำตาลแมนโนสต่อน้ำตาลกลูโคส 3:2 เชื่อมต่อกันด้วยพันธะบีตา -1,4 ในโมเลกุลเส้นตรงของกลูโคแมนแนนนี้มีกลุ่มแอซีทิล (Acetyl groups) กระจายอยู่อย่างไม่มีแบบแผน โดยจะพบกลุ่มแอซีทิล 1 กลุ่มต่อน้ำตาลกลูโคสหรือน้ำตาลแมนโนส 19 หน่วย โครงสร้างนี้แสดงดังภาพที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

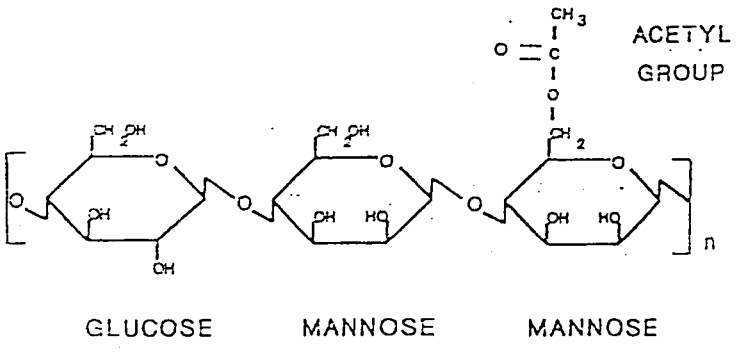


Fig. 1—Partial Structure *of the glucomannan in konjac flour*

ภาพที่ 1 โครงสร้างบางส่วนของกลูโคแมนแนนในผงบุก
ที่มา : Tye (1991)

2.7 กรรมวิธีการผลิตกลูโคแมนแนนชนิดบริสุทธิ์

วัตถุประสงค์ของการผลิตกลูโคแมนแนนชนิดบริสุทธิ์หรือคอนยักแมนแนน (Konjac mannan) เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านการแพทย์มีการทดลองยืนยันว่า กลูโคแมนแนนที่บริสุทธิ์นี้ เป็นตัวที่ทำให้ระดับคลอเรสเตอรอล (cholesterol) ในเลือดและความดันโลหิตลดลง

Sugiyamaและ Shimahara (1974) ได้ศึกษากระบวนการทำแป้งบุกให้บริสุทธิ์โดยนำแป้งบุก 10 กรัม ไปทำการสกัดด้วยสารละลายเอทานอล 50% จำนวน 3 ครั้ง จากนั้นล้างซ้ำด้วยสารละลายเอทานอล 80% จึงนำไปกรองและอบแห้งจะได้ผงบุกมีน้ำหนักเหลือประมาณ 4.1 กรัม นำไปละลายน้ำในอัตราส่วน 1 กรัม ต่อน้ำ 100-200 มิลลิลิตร ในขั้นตอนนี้ส่วนประกอบที่สารละลายน้ำได้ เช่น กลูโคแมนแนน สารไม่บริสุทธิ์ที่มีมวลโมเลกุลต่ำ และเกลืออนินทรีย์จะละลายอยู่ในน้ำ ส่วนสารประกอบที่ไม่ละลายน้ำ เช่น สตาร์ช (starch) หรือพวกเส้นใยต่าง ๆ จะลอยอยู่ในน้ำและถูกกำจัดออกไปโดยการกรองหรือการเหวี่ยง (centrifuge) หลังจากทำการแยกสารที่ไม่ละลายน้ำออกไปแล้วนำสารละลายส่วนใสไปทำการแยกสารไม่บริสุทธิ์ที่ละลายน้ำได้และสารอนินทรีย์ออกโดยใช้เยื่อเมมเบรน (dialysis) ซึ่งจะใช้ถุงเซลโลโฟน หรือ เซลลูโลสเมมเบรน ทำการแยกในน้ำกลั่นประมาณ 24-28 ซม. และเมื่อครบกำหนดเวลา สารละลายที่ได้จากการแยกด้วยเยื่อเมมเบรนจะนำมาทำแห้งโดยใช้เครื่องมือระเหิดด้วยความเย็น (lyophilized or freeze-drying) ภายใต้ความดันที่-20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 ชั่วโมง ในที่สุดจะได้ผงบุก(Konjac mannan) ที่บริสุทธิ์ มีลักษณะสีขาวเหมือนฝ้ายเบาและพองน้ำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 สมบัติบางประการของแป้งบุก

แป้งบุกจะมีสมบัติหลาย ๆ ด้านด้วยกัน เช่น เป็นสารให้ความข้นหนืด สามารถเกิดเจลได้ หรือใช้เป็นสารให้ความคงตัว (stabilizer) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการเลือกใช้และลักษณะของผลิตภัณฑ์ สมบัติบางประการที่น่าสนใจได้แก่

ก. ความข้นหนืด (water thickening)

เมื่อนำแป้งบุกมาละลายน้ำ อนุภาคของแป้งจะดูดซับน้ำเข้าไว้ แล้วเกิดการพองตัว ทำให้ได้สารละลายที่มีความหนืดเพิ่มขึ้น โดยที่ลักษณะโซล(sol)ของแป้งบุกจะเป็นแบบซูโดพลาสติก (pseudoplastic) อัตราการดูดซับน้ำเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว นอกจากนั้นการเพิ่มแรงเฉือนก็มีผลทำให้อัตราการดูดซับน้ำเพิ่มขึ้นด้วย

ข. การเกิดเจล (gel formation)

การเกิดเจลของแป้งบุกเป็นเรื่องที่น่าสนใจมาก โดยทั่วไปแล้วเจลที่ได้จากโพลีแซคคาไรด์อื่น ๆ เมื่อนำมาให้ความร้อนจนถึงระดับอุณหภูมิหนึ่ง ๆ เจลจะแตกหรือเกิดการแยกตัวของโครงสร้างตาข่ายโพลิเมอร์ (polymer network) ทำให้สูญเสียความเป็นเจลไป ในภาวะที่มีด่างอ่อน ๆ เช่น โปแตสเซียมคาร์บอเนต แป้งบุกจะให้เจลที่ทนต่อความร้อน (thermal stability) และมีความแข็งแรงมากและยังมีความคงตัวสูงแม้นำไปต้มในน้ำเดือด การให้ความร้อนซ้ำแก่เจลมีส่วนทำให้เจลมีความแข็งแรงและเสถียรภาพเพิ่มขึ้น การเกิดเจลของแป้งบุกสามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1. การใช้ด่างในการเกิดเจล สารละลายด่างที่นิยมใช้ได้แก่ แคลเซียมไฮดรอกไซด์ และโปแตสเซียมคาร์บอเนต เจลที่ได้เป็นชนิดไม่ผันกลับโดยความร้อน (thermal irreversible gel) แต่การใช้สารละลายด่างในการเกิดเจลนั้นทำให้เกิดปัญหาบางประการ เช่น เจลที่ได้มีค่า pH สูง มีกลิ่นด่างตกค้าง เกิดการสูญเสียน้ำได้ง่าย และขั้นตอนการเตรียมเจลค่อนข้างยาก ต้องอาศัยผู้ชำนาญพิเศษในการผสม นวด และขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ (Toba และคณะ, 1987)

2. การใช้ไฮโดรคอลลอยด์เพื่อช่วยในการเกิดเจล

2.1 การเกิดเจลเมื่อใช้ร่วมกับแคปปา-คาราจีแนน (Kappa carrageenan) แคปปา-คาราจีแนนทำให้สารละลายแป้งบุกเกิดเป็นเจลได้โดยเจลที่ได้จะมีความยืดหยุ่นและผันกลับได้โดยความร้อน (thermal reversible gel) อัตราส่วนของปริมาณการใช้แป้งบุกร่วมกับแคปปา-คาราจีแนนมีผลทำให้ได้เจลที่มีความแข็งแรงแตกต่างกัน โดยอัตราส่วนระหว่างแคปปา-คาราจีแนน และกลูโคแมนแนนที่ให้เจลที่มีความแข็งแรงสูงอยู่ในช่วง 70:30 ถึง 50:50 (Tye, 1991)

2.2 การเกิดเจลเมื่อใช้ร่วมกับแซนแทนกัม (xanthan gum) การใช้แป้งบุกร่วมกับแซนแทนกัมจะทำให้เกิดเจลได้ เจลที่ได้จะเป็นเจลที่ไม่ผันกลับโดยความร้อนและมีความยืดหยุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความแข็งแรงของเจลจะแตกต่างกันไปขึ้นกับอัตราส่วนระหว่างกลูโคแมนแนนและแซนแทนกัม อัตราส่วนที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 60:40 ถึง 50:50 (Tye, 1991)

ค. การเกิดฟิล์ม (film formation)

เมื่อสารละลายแป้งบุกเกิดการสูญเสียน้ำหรือถูกนำไปทำแป้งจะได้ฟิล์มที่มีลักษณะเหนียว (tough film) ฟิล์มที่เกิดขึ้นนี้มีเสถียรภาพดีทั้งในน้ำร้อน น้ำเย็น หรือ ในระบบที่เป็นกรดและด่าง มีความคงตัวสูง แม้จะนำไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลาหลายชั่วโมงก็ตาม และสามารถทำได้ทั้งฟิล์มในลักษณะโปร่งใส โปร่งแสง และทึบแสง การเพิ่มปริมาณของสาร humectant เช่น กลีเซอรีน มีผลทำให้ค่า film strength ลดลง แต่กลับมีผลให้ค่าลักษณะอ่อนของฟิล์มเพิ่มขึ้น การแพร่ผ่านของน้ำ (water permeability) ในฟิล์มชนิดนี้ขึ้นกับสารที่เติมลงไปว่าจะเป็นแบบ hydrophilic หรือ hydrophobic โดยอัตราการแพร่ผ่านของน้ำในฟิล์มจะเพิ่มขึ้นเมื่อใช้ hydrophilic substance เช่น กลีเซอรีน และจะมีค่าการแพร่ผ่านของน้ำลดลงเมื่อใช้ hydrophobic substance เช่น น้ำมันข้าวโพด

ง. ความหนืด (viscosity)

แป้งบุกได้ถูกนำมาใช้ร่วมกับแป้งหรือใช้ร่วมกับกัมชนิดอื่น ๆ และสารให้ความคงตัว (stabilizer) เพื่อเพิ่มความหนืดของผลิตภัณฑ์โดยไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านกลิ่นรส (organoleptic) แป้งบุกยังส่งผลให้ความหนืดของแป้งหรือไฮโดรคอลลอยด์ที่ใช้ร่วมด้วยมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมาก และรักษาค่าความหนืดของระบบให้คงที่ทั้งในกระบวนการให้ความร้อนและการทำให้เย็น เช่น การใช้แป้งบุกร่วมกับ modified waxy maize starch หรือ ใช้แป้งบุกร่วมกับแป้งข้าวโพด (corn starch) เป็นต้น

2.9 <u>การใช้ประโยชน์จากแป้งบุก</u>

ก. การใช้เป็นอาหารโดยตรง

ชาวญี่ปุ่นเป็นกลุ่มผู้บริโภคที่รู้จักผลิตภัณฑ์โดยตรงจากแป้งบุกมานานแล้ว โดยนิยมนำแป้งบุกมาผลิตเป็นเส้น (vermicilli) หรือเป็นก้อน ซึ่งรู้จักกันดีในนามของ (konnyaku) ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวข้างต้นนิยมใช้ด่างเป็นตัวทำให้เกิดเจล ดังนั้นก่อนที่จะนำมารับประทานควรนำมาล้างด้วยน้ำสะอาดหลาย ๆ ครั้งจนกระทั่งความเป็นด่างหมดไป แล้วจึงนำมาลวกด้วยน้ำเดือดอีกครั้งสะเด็ดให้แห้ง ก่อนนำไปรับประทานหรือปรุงเป็นอาหารอื่นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. การใช้ในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ

1. ผลิตภัณฑ์ประเภทแยมและเยลลี่

สมบัติที่สำคัญประการหนึ่งของแป้งบุก คือ มีความข้นหนืดและสามารถเกิดเจลได้เมื่อใช้ร่วมกับด่างหรือไฮโดรคอลลอยด์บางชนิด เช่น แคปปา-คาราจีแนนหรือแซนแทนกัม ทำให้นักเทคโนโลยีการอาหารนำแป้งบุกมาผลิตแยมและเยลลี่ ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีลักษณะเนื้อสัมผัสความแข็งแรงของเจลแตกต่างกันไปขึ้นกับวิธีการที่ใช้โดยวิธีการแบบดั้งเดิมนิยมใช้ด่างเพื่อการเกิดเจลแต่อาจเกิดปัญหาบางประการ เช่น กลิ่นด่างตกค้าง กรรมวิธีการผลิตต้องอาศัยความชำนาญเป็นพิเศษ และลักษณะของเจลที่ได้บางครั้งไม่เป็นที่ต้องการ การนำแซนแทนกัมมาใช้ร่วมกับแป้งบุกในการผลิตแยมและเยลลี่ก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ เนื่องจากสามารถลดปัญหาเรื่องด่าง และสามารถที่จะผลิตเยลลี่ทั้งในลักษณะ gelatin type และ pectin type นอกจากนี้ในปี 1990 Nozaki ได้ศึกษาถึงการปรับปรุงกระบวนการผลิต konjac jelly และสามารถนำมาใช้เติมใน processed marine food และ processed meat foods เพื่อปรับปรุงกลิ่นรส รสชาติ ความอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์รวมทั้งยังได้เติมลงในโด (dough) ของขนมปัง และคุกกี้ ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีกลิ่นรส และลักษณะบางประการดีขึ้น

2. ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ (processed meat products)

ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ เป็นผลิตภัณฑ์ที่นิยมทั่วไปในกลุ่มผู้บริโภค แต่ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวจะให้ค่าพลังงานสูง มีปริมาณไขมันมาก แต่มีปริมาณโปรตีนและเส้นใยอยู่น้อยมาก การรับประทานเป็นปริมาณมากและเป็นประจำอาจก่อให้เกิดภาวะที่ร่างกายได้รับพลังงานมากเกินไปและเกิดการขาดแคลนเส้นใย อาหารอันเป็นสาเหตุของการเกิดโรคบางอย่างได้ แป้งบุกจึงถูกนำมาใช้เพื่อลดปริมาณไขมันและเป็นตัวช่วยเพิ่มเส้นใยอาหารในผลิตภัณฑ์ให้มากขึ้น (Kawano และคณะ, 1989) ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ที่ได้มีการใช้แป้งบุกเพื่อทดแทนไขมัน เช่น ไส้กรอก โดยใช้เจลของแป้งบุกที่มีเสถียรภาพต่อความร้อนเลียน (simulate) สมบัติทางประสาทสัมผัสที่ได้จากไขมันและ connective tissue ในระบบเนื้อของผลิตภัณฑ์ การใช้แป้งบุกในการผลิตไส้กรอกเทียม (sausage like product) ที่มีปริมาณไขมันต่ำสามารถทำได้ 2 วิธี คือ นำแป้งบุกมาบดให้เป็นผลละเอียด (microscopic pieces) เติมลงในเนื้อไม่ติดมันบดละเอียด ปริมาณไขมันของผลิตภัณฑ์สุดท้ายจะลดลงเนื่องจากการไม่ใช้ไขมันและการใช้เนื้อไม่ติดมันร่วมกับแป้งบุกซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวให้เนื้อสัมผัสแทนไขมัน (Tye, 1991) อีกวิธีหนึ่งนั้นสามารถผลิตไส้กรอกเทียมได้โดยเซทเจลของแป้งบุกก่อนในความเข้มข้นที่เหมาะสมเพื่อใช้แทนไขมันที่ใช้ในสูตรซึ่งสามารถลดปริมาณไขมันในไส้กรอกจากเดิมลงได้ถึง 50% (อดิศักดิ์ และคณะ, 2536) นอกจากไส้กรอกแล้วก็ยังมีการใช้แป้งบุกในผลิตภัณฑ์อื่น ๆ เช่น แฮมเบอร์เกอร์ ลูกชิ้นเนื้อ มีทโลฟ (meat loaves) ขนมจีบ และอื่น ๆ (Kawano และคณะ, 1989)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ผลิตภัณฑ์แปรรูปที่ไม่เกิดเจล (unjelled processed food products)

แป้งบุกสามารถนำมาใช้เป็นสารให้ความหนืดและสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์ประเภทอิมัลชั่น เช่น ไอศกรีม วิปปิ้งครีม meringues cheese spread cheese slices และ milk drink เป็นต้น การใช้แป้งบุกแทนคารอบกัม (carob gum) ในการผลิตไอศกรีมจะช่วยลดต้นทุนได้เป็นอย่างมาก เนื่องจากแป้งบุกมีราคาถูกกว่า และยังสามารถใช้ในปริมาณน้อยกว่าอีกด้วย ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีการยอมรับทางประสาทสัมผัสอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้บริโภคยอมรับได้ โดยทั่วไปนิยมใช้แป้งบุกประมาณ 0.1-0.5% โดยน้ำหนัก (Ford และ Chesey, 1986)

4. ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากแป้ง

ผลิตภัณฑ์พาสต้า (pasta product) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเสถียรภาพของอายุการเก็บ (shelf stability) แตกต่างกันไปขึ้นกับกระบวนการให้ความร้อนก่อนที่จะนำมาบริโภค ซึ่งบ่อยครั้งที่อาจเกิดปัญหาในเรื่องเนื้อสัมผัสหรือเกิดลักษณะที่ไม่ต้องการ การใช้แป้งบุกร่วมกับแป้งสามารถช่วยปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสให้ดีขึ้น และยังคงรักษาความรู้สึกทางปาก (mouthfeel) ของผลิตภัณฑ์หลังจากผ่านความร้อนหลาย ๆ ครั้ง (Tye, 1991) แป้งบุกยังถูกนำมาใช้ในการทำเส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีค่าพลังงานต่ำ (low-carloric noodles) เส้นก๋วยเตี๋ยวที่ได้จะมีค่าการยอมรับทางประสาทสัมผัสอยู่ในเกณฑ์พอใช้ เนื่องจากการผลิตที่ภาวะด่างมีผลทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวที่ได้มีกลิ่นด่างตกค้างอย่างมากและกำจัดออกได้ยาก

ค. การใช้ประโยชน์ทางการแพทย์

จากการศึกษาของ Sugiyama และ Shimahara (1974) พบว่าแป้งบุกบริสุทธิ์มีประโยชน์ทางด้านการแพทย์ โดยการรับประทานแป้งบุกเป็นประในปริมาณ 0.1-1.0 กรัมต่อน้ำหนักตัวของผู้บริโภคหนึ่งกิโลกรัม จะมีผลช่วยลดระดับโคเลสเตอรอลและไขมันในเส้นเลือด บำบัดอาการท้องผูก และยังสามารถใช้สำหรับผู้ที่เป็นโรคอ้วน หรือผู้ที่ต้องการลดน้ำหนักตัวโดยไม่มีผลข้างเคียงต่ออวัยวะอื่น ๆ เช่น กระเพาะอาหาร ตับ หรือไต

การรับประทานแป้งบุกเป็นประจำ นอกจากจะลดระดับโคเลสเตอรอลแล้วยังมีผลทำให้ระบบย่อยอาหารในร่างกายทำงานปกติ กระบวนการไฮโดรไลซิสแป้งบุกจะทำให้ได้โอลิโกแซคคาไรด์เป็นส่วนใหญ่ซึ่งมักจะเป็นกลุ่มตั้งแต่ไดแซคคาไรด์จนถึงเฮกซะแซคคาไรด์ น้ำตาลกลุ่มดังกล่าวจะมีผลส่งเสริมต่อการเจริญและกิจกรรมของ Bifidobacteria ในลำไส้มนุษย์ (Tomita และคณะ, 1990)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วัตถุดิบ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

1. ผงบุกสกัด จากบริษัทแคปปิตอลเทรดดิ้ง จำกัด (นครหลวงค้าข้าว)
2. แคลเซียมไฮดรอกไซด์ : $Ca(OH)_2$
3. น้ำกลั่น
4. กลิ่นปลาหมึก จากบริษัท FIS (The flavour specialists cuttlefish)

3.2 อุปกรณ์

1. pH meter ยี่ห้อ SUNTEX รุ่น SP-701 ผลิตในประเทศไต้หวัน
2. เครื่องวัดสี ยี่ห้อ MINOLTA รุ่น CR-300 ผลิตในประเทศญี่ปุ่น
3. เครื่องวัดเนื้อสัมผัสรุ่น TA-XT2i ผลิตในประเทศอังกฤษ
4. อ่างน้ำร้อน
5. เทอร์โมมิเตอร์
6. แท่งแก้วคน
7. บีกเกอร์
8. ช้อนตักสาร
9. Block พิมพ์รูปสี่เหลี่ยม
10. กระบอกตวง
11. หลอดหยด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการผลิตบุกก้อน

3.3.1.1 ศึกษาระดับความเป็นกรดด่างที่เหมาะสมต่อการผลิตบุกก้อน

เตรียมส่วนผสมของผลบุกสกัด 2% w/vในน้ำ ต้มน้ำใน water bath จนน้ำมีอุณหภูมิเป็น 80 องศาเซลเซียส จากนั้นจึงค่อย ๆ เติมผงบุกสกัด พร้อมกับคนไปเรื่อย ๆ จนผงบุกสกัดละลายหมด นำของเหลวที่ได้ตั้งทิ้งไว้จนอุณหภูมิเป็น 30 องศาเซลเซียส จากนั้นจึงปรับความเป็นกรดด่างด้วยสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 10% จนความเป็นกรดด่างเป็น 11.00 11.25 11.50 11.75 และ 12.00 ตามลำดับ นำของเหลวที่ได้เทใส่พิมพ์ที่สะอาด แล้วนำไปให้ความร้อนอีกครั้งเพื่อให้ของเหลวเกิดเป็นเจลที่มีความแข็งตัวในอ่างน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นำพิมพ์ออกมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็น แล้วนำเจลออกจากพิมพ์ เก็บเจลที่ได้ในถุงพลาสติกโดยแช่ในสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ 0.2% จึงนำมาทดสอบในด้าน

- ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี เนื้อสัมผัส และ การยอมรับโดยรวม โดยการนำผลิตภัณฑ์ลวกในน้ำเดือดประมาณ 5 นาที แล้วนำไปหั่นเป็นชิ้นเล็กๆก่อนนำไปทดสอบ ใช้ผู้ทดสอบคือ นักศึกษาภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร ชั้นปีที่ 3 และชั้นปีที่ 4 จำนวน 20 คน ใช้แบบสอบถามแบบ Scoring test แบบ 5 point ดังตัวอย่างในภาคผนวก ก.1 นำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้แผนการทดลองแบบ Randomize complete block design เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple rang test ทำการทดลอง 2 ซ้ำ

-วัดเนื้อสัมผัส โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส รุ่น TA-XT2i ทำการวัด 10 ครั้งแล้วนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยแผนการทดลองแบบ CRD เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan 's new multiple rang test ทำการทดลอง 2 ซ้ำ

เลือกค่าความเป็นกรดด่างที่เหมาะสมโดยพิจารณาจากข้อมูลการทดสอบทางประสาทสัมผัสประกอบกับการวัดเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.2 ศึกษาระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการผลิตบุกก้อน

ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 3.3.1.1 แปรค่าอุณหภูมิของน้ำก่อนที่จะเติมผงบุกสกัดลงไปเป็น 70 75 และ 80 องศาเซลเซียส โดยปรับความเป็นกรดด่างให้เป็นค่าที่เหมาะสมจากผลที่ได้ในข้อ 3.3.1.1 การวิเคราะห์ข้อมูลทำเช่นเดียวกับข้อ 3.3.1.1 เลือกอุณหภูมิที่เหมาะสมโดยพิจารณาเช่นเดียวกับข้อ3.3.1.1

3.3.1.3 ศึกษาระดับความเข้มข้นของผงบุกสกัดที่เหมาะสมต่อการผลิตบุกก้อน

ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 3.3.1.1 แปรความเข้มข้นของผงบุกสกัดเป็น 2.00 2.25 และ 2.50% โดยใช้อุณหภูมิของน้ำเป็นค่าที่เหมาะสมจากผลการทดลองที่ได้ในข้อ3.3.1.2 และปรับความเป็นกรดด่างให้เป็นค่าที่เหมาะสมจากผลที่ได้ในข้อ 3.3.1.1 การวิเคราะห์ข้อมูลทำเช่นเดียวกับข้อ 3.3.1.1 เลือกระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมโดยพิจารณาเช่นเดียวกับข้อ3.3.1.1

3.3.2 ศึกษาระดับกลิ่นที่เหมาะสมต่อการผลิตปลาหมึกเทียมจากบุกก้อน

จากความเข้มข้นของผงบุกสกัดที่เหมาะสมจากการทดลองที่ 3.3.1.3 ระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมจากการทดลองที่ 3.3.1.2 และใช้ระดับความเป็นกรดด่างที่เหมาะสมจากการทดลองที่ 3.3.1.1 ทำบุกก้อนโดยเติมกลิ่นปลาหมึกในปริมาณ 0.1 0.3 0.5 0.7 และ0.9% ในน้ำที่ใช้จะเติมสีน้ำตาลลงผสม นำบุกก้อนที่เติมกลิ่นปลาหมึกที่ได้มาทดสอบทางประสาทสัมผัสเช่นเดียวกับข้อ3.3.1.1 โดยใช้แบบสอบถามแบบ Hedonic scale แบบ 5 point ดังตัวอย่างในภาคผนวก ก.2 เพื่อเลือกปริมาณกลิ่นปลาหมึกที่เหมาะสมต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการผลิตบุกก้อน

4.1.1 ศึกษาระดับความเป็นกรดด่างที่เหมาะสมต่อการผลิตบุกก้อน

จากการทดลองเพื่อศึกษาระดับความเป็นกรดด่างที่เหมาะสมต่อการผลิตบุกก้อน นำผลที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสและวัดเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสมาวิเคราะห์ ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 1

ตารางที่1 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสและวัดเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์บุกก้อนที่ระดับความเป็นกรดด่าง ต่าง ๆ กัน

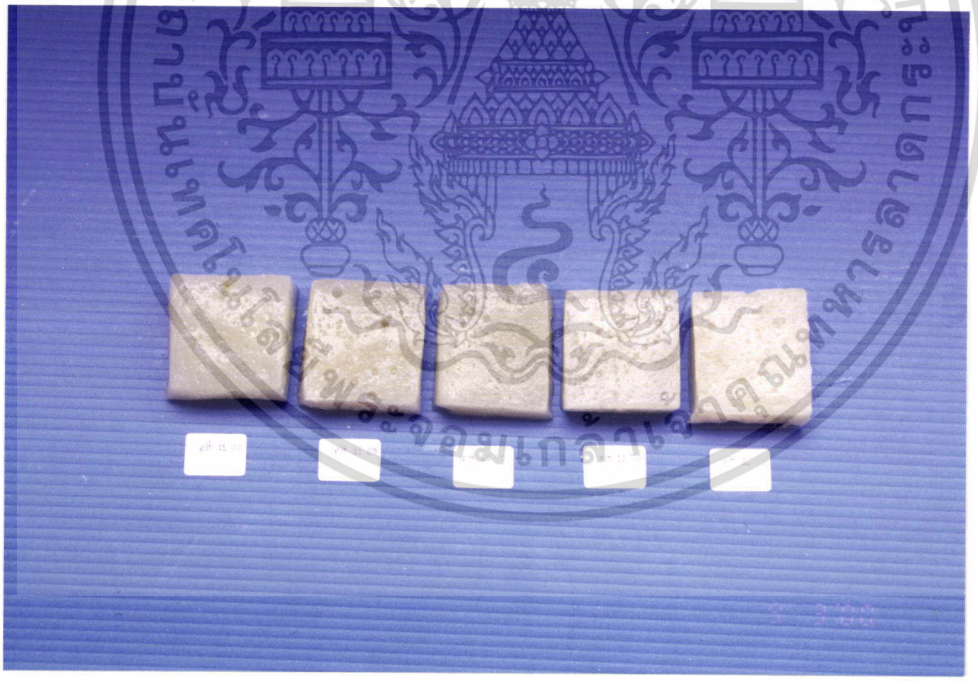
ลักษณะที่วิเคราะห์	คะแนนเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ที่ระดับ ความเป็นกรดด่างต่าง ๆ กัน				
	11.00	11.25	11.50	11.75	12.00
สี	2.41 ± 0.53^{a}	2.50 ± 0.74^{a}	2.72 ± 0.48^{ab}	2.95 ± 0.62^{b}	3.09 ± 0.80^{b}
ความยืดหยุ่น	2.50 ± 0.55^{a}	2.69 ± 0.49^{ab}	2.74 ± 0.37^{ab}	2.84 ± 0.83^{ab}	3.03 ± 0.60^{b}
การยอมรับรวม	2.94 ± 0.84^{b}	2.84 ± 0.61^{b}	2.72 ± 0.32^{ab}	2.41 ± 0.48^{a}	2.39 ± 0.59^{a}
แรงกดสูงสุด	64.34 ± 3.98^{a}	70.37 ± 1.75^{b}	78.13 ± 4.35^{c}	87.38 ± 1.75^{d}	94.02 ± 2.58^{e}

หมายเหตุ ตัวหนังสือในแนวนอนที่ต่างกัน แสดงให้เห็นว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าในด้านสีที่ระดับความเป็นกรดด่าง 11.00-11.50 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนความเป็นกรดด่าง 11.50-12.00 นั้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติแต่จะแตกต่างจากที่ระดับความเป็นกรดด่าง11.00-11.25 ซึ่งจะมีสีที่อ่อนกว่า ส่วนในด้านความยืดหยุ่นนั้น พบว่าที่ระดับความเป็นกรดด่าง 11.25-12.00 จะไม่มีความแตกต่างทางสถิติและให้ค่าเฉลี่ยของความยืดหยุ่นที่สูง และในด้านการยอมรับรวม พบว่าที่ระดับความเป็นกรดด่าง 11.00-11.50 จะไม่มีความแตกต่างทางสถิติและให้ค่าเฉลี่ยการยอมรับรวมที่สูง ทั้งนี้อาจเนื่องจากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความยืดหยุ่นที่ไม่แตกต่างกันมากนัก แต่ที่ระดับความเป็นกรดด่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11.00-11.50 นั้นจะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีอ่อนกว่า และจากผลการวัดเนื้อสัมผัส พบว่าทุกระดับความเป็นกรดด่างนั้นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยความแข็งแรงของเจลจะเพิ่มขึ้นตามระดับความเป็นกรดด่างที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องจากสารละลายเบสจะไปทำการแยกกลุ่มแอซีติล (CH_3-C-O)ทำให้มีการสร้างพันธะไฮโดรเจนในโครงสร้างของกลูโคแมนแนน ก่อให้มีการเรียงตัวในลักษณะสามมิติเป็นรูปตาข่าย การเรียงตัวนี้ทำให้สารมีความสามารถในการละลายน้ำลดลง จึงมีลักษณะเป็นเจลเกิดขึ้น(Tye,1991) เมื่อปริมาณสารละลายเบสมากขึ้นอาจไปทำการแยกกลุ่มแอซีติล (CH_3-C-O) ทำให้มีการสร้างพันธะไฮโดรเจนในโครงสร้างของกลูโคแมนแนนจะมากขึ้นด้วย เป็นผลให้เจลที่เกิดขึ้นมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นตามระดับความเป็นกรดด่างที่เพิ่มขึ้น จากผลการทดลองระดับความเป็นกรดด่างที่เหมาะสมต่อการผลิตบุกก้อนคือระดับความเป็นกรดด่าง 11.50 เนื่องจากมีความแข็งแรงของเจลมากกว่าที่ระดับความเป็นกรดด่าง 11.00และ11.25 และมีการยอมรับรวมไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับที่ระดับความเป็นกรดด่าง 11.75และ12.00 แต่ใช้ปริมาณสารละลายเบสน้อยกว่า ลักษณะของผลิตภัณฑ์แสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ผลิตภัณฑ์บุกก้อนที่ระดับความเป็นกรดด่างต่าง ๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ศึกษาระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการผลิตบุกก้อน

จากการทดลองเพื่อศึกษาระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการผลิตบุกก้อนโดยใช้ระดับความเป็นกรดด่าง 11.50 จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสและวัดเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสและวัดเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์บุกก้อนที่ระดับอุณหภูมิการผลิตต่าง ๆ กัน

ลักษณะที่วิเคราะห์	คะแนนเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ กัน		
	70 องศาเซลเซียส	75 องศาเซลเซียส	80 องศาเซลเซียส
สี ns	2.64±0.89	2.89±0.78	2.91±0.86
ความยืดหยุ่น ns	2.80±0.77	3.04±0.86	3.09±0.82
การยอมรับรวม ns	2.98±0.91	3.02±0.89	3.14±0.66
แรงกดสูงสุด ns	58.93±4.34	61.74±1.97	63.51± 3.63

หมายเหตุ ตัวหนังสือในแนวนอนที่ต่างกัน แสดงให้เห็นว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า เจลที่ผลิตที่อุณหภูมิ 70-80 องศาเซลเซียสนั้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติทั้งในด้านสี ความยืดหยุ่น และการยอมรับรวม และจากผลการวัดเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส พบว่า อุณหภูมิไม่มีผลต่อความแข็งแรงของเจล ทั้งนี้อาจเนื่องจาก เมื่ออนุภาคผงบุกรวมตัวกับน้ำจะพองตัวจนกระทั่งแตกและปล่อยสารโมเลกุลใหญ่ที่อยู่ภายในอนุภาคผงบุกออกมา ซึ่งสารโมเลกุลใหญ่นั้นคือ กลูโคแมนแนน (Tye, 1991) ซึ่งเมื่อเติมสารละลายเบสลงไปจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในโครงสร้างของกลูโคแมนแนนเกิดเป็นเจลขึ้น แต่อุณหภูมิจะมีผลเพียงแค่ทำให้อัตราการดูดซับน้ำเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น(อดิศักดิ์, 2538) โดยในการทดลองนั้นจะทำการคนจนผงบุกละลายหมด ดังนั้นแม้ระดับอุณหภูมิจะต่างกันแต่หากใช้เวลาในการคนอย่างเพียงพอ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะไม่แตกต่างกันมากนักในด้านสี ความยืดหยุ่นและความแข็งแรงของเจล จึงเป็นผลให้การยอมรับรวมไม่แตกต่างกัน จากการทดลองจะเลือกระดับอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เนื่องจากเป็นระดับอุณหภูมิที่ใช้พลังงานความร้อนน้อยที่สุด ซึ่งเป็นการประหยัดการใช้พลังงานความร้อนและลดต้นทุนการผลิต ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตที่อุณหภูมิต่าง ๆ แสดงในภาพที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

96458

ภาพที่ 3 ผลิตภัณฑ์บุกก้อนที่ระดับอุณหภูมิการผลิตต่าง ๆ กัน

4.1.3 ศึกษาระดับความเข้มข้นของผงบุกสกัดที่เหมาะสมต่อการบุกก้อน

จากการทดลองเพื่อศึกษาระดับความเข้มข้นของผงบุกสกัดที่เหมาะสมต่อการผลิตบุกก้อน โดยใช้ระดับความเป็นกรดด่าง 11.50 และอุณหภูมิการผลิต 70 องศาเซลเซียส นำผลที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสและวัดเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสมาวิเคราะห์ จะได้ผลการทดลองดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสและวัดเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์บุกก้อนที่ระดับความเข้มข้นของผงบุกสกัดต่าง ๆ กัน

ลักษณะที่วิเคราะห์	คะแนนเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ กัน		
	2.00%	2.25%	2.50%
สี	2.48 ± 0.74^{a}	2.99 ± 0.69^{b}	3.31 ± 0.61^{b}
ความยืดหยุ่น	2.66 ± 0.59^{a}	2.96 ± 0.57^{ab}	3.35 ± 0.66^{b}
การยอมรับรวม	2.89 ± 0.88^{a}	3.25 ± 0.78^{ab}	3.43 ± 0.62^{b}
แรงกดสูงสุด	65.25 ± 3.45^{a}	71.92 ± 2.44^{b}	84.89 ± 3.67^{c}

หมายเหตุ ตัวหนังสือในแนวนอนที่ต่างกันแสดงให้เห็นว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านสี พบว่า ที่ระดับความเข้มข้นของผงบุกสกัด 2.25-2.50% นั้นให้ค่าเฉลี่ยที่สูง และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่จะแตกต่างจากที่ระดับความเข้มข้นของผงบุกสกัด 2.00% ซึ่งจะมีค่าเฉลี่ยของสีที่ต่ำกว่าเนื่องจากมีสีที่อ่อนกว่า ส่วนในด้านความยืดหยุ่นและการยอมรับรวมนั้น ที่ระดับความเข้มข้นของผงบุกสกัด 2.25-2.50 % จะให้ค่าเฉลี่ยที่สูงและไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และจากผลการวัดเนื้อสัมผัส พบว่าทุกระดับความเข้มข้นของผงบุกสกัดนั้น มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าความแข็งแรงของเจลจะเพิ่มขึ้นตามระดับความเข้มข้นของผงบุกสกัดที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องจากความเข้มข้นของผงบุกสกัดที่เพิ่มขึ้นนั้น มีปริมาณกลูโคแมนแนนที่มากกว่า เป็นผลให้เจลที่เกิดขึ้นมีความแข็งแรงของเจลเพิ่มขึ้นตามระดับความเข้มข้นของผงบุกสกัดที่เพิ่มขึ้น จากผลการทดลองจะเลือกระดับความเข้มข้นของผงบุกสกัดที่เหมาะสมคือระดับความเข้มข้น 2.25% เนื่องจากไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับระดับความเข้มข้นของผงบุกสกัด 2.50% ที่มีค่าเฉลี่ยของสี ความยืดหยุ่นและการยอมรับรวมที่สูงแต่ใช้ความเข้มข้นของผงบุกสกัดน้อยกว่า ลักษณะของผลิตภัณฑ์แสดงในภาพที่ 4

ภาพที่ 4 ผลิตภัณฑ์บุกก้อนที่ระดับความเข้มข้นของผงบุกสกัดต่าง ๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ศึกษาระดับกลิ่นที่เหมาะสมต่อการผลิตปลาหมึกเทียมจากบุกก้อน

จากการทดลองเพื่อศึกษาระดับกลิ่นที่เหมาะสมต่อการผลิตปลาหมึกเทียมจากบุกก้อนโดยใช้ระดับความเป็นกรดด่าง 11.50 ระดับอุณหภูมิการผลิต 70 องศาเซลเซียสและระดับความเข้มข้นของผงบุกสกัด 2.25% นำผลที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสมาวิเคราะห์ ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาหมึกเทียมจากบุกก้อนที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายกลิ่นต่าง ๆ กัน

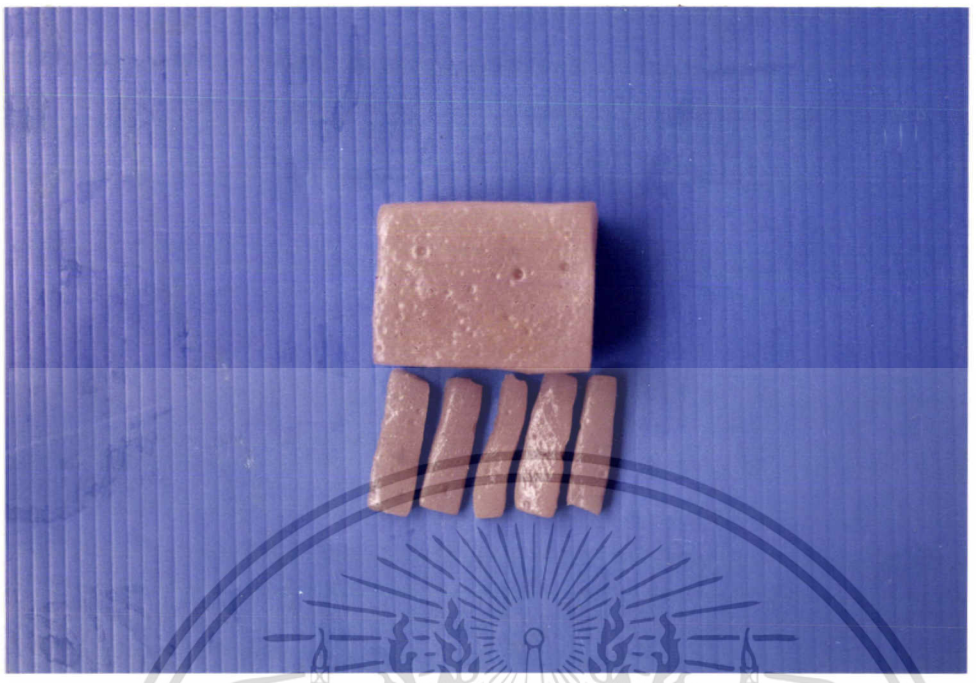
ลักษณะที่วิเคราะห์	คะแนนเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ที่ระดับกลิ่นต่าง ๆ กัน				
	0.1%	0.3%	0.5%	0.7%	0.9%
กลิ่น	2.88 ± 0.86^{a}	3.10 ± 0.88^{ab}	3.33 ± 0.70^{b}	3.30 ± 0.74^{b}	3.20 ± 0.85^{ab}
สี^{ns}	3.00 ± 0.90	3.03 ± 0.85	3.03 ± 0.82	2.98 ± 0.94	3.15 ± 0.90
ความยืดหยุ่น^{ns}	3.28 ± 0.85	3.03 ± 0.77	3.40 ± 0.52	3.35 ± 0.78	3.40 ± 0.63
การยอมรับรวม	2.80 ± 0.67^{a}	3.00 ± 0.82^{a}	3.45 ± 0.63^{b}	3.38 ± 0.92^{b}	3.35 ± 0.97^{b}

หมายเหตุ ตัวหนังสือในแนวนอนที่ต่างกัน แสดงให้เห็นว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าในด้านความชอบของสีและความยืดหยุ่นทุกระดับความเข้มข้นของสารละลายกลิ่นไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ส่วนในด้านความชอบของกลิ่นที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายกลิ่น 0.3-0.9% นั้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติและให้ค่าเฉลี่ยที่สูงกว่า และด้านการยอมรับรวมที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายกลิ่น 0.5-0.9% นั้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติและให้ค่าเฉลี่ยสูงกว่าที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายกลิ่น 0.1-0.3% จากการทดลองระดับความเข้มข้นของสารละลายกลิ่นที่เหมาะสมต่อการผลิตปลาหมึกเทียมจากบุกก้อนคือระดับความเข้มข้นของสารละลายกลิ่น 0.5% เนื่องจากไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายกลิ่น 0.7-0.9% ที่ให้การยอมรับรวมที่สูง แต่ใช้ความเข้มข้นของสารละลายกลิ่นน้อยกว่า ลักษณะของผลิตภัณฑ์ดังแสดงในภาพที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16659



ภาพที่ 5 ผลิตภัณฑ์ปลาหมึกเทียมจากบุกก้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองเพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการผลิตบุกก้อนโดยการนำผงบุกสกัดมาต้มในน้ำจนละลายจะได้สารละลายที่มีความข้นหนืด จากนั้นนำมาปรับค่าความเป็นกรดด่างด้วยสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ แล้วจึงนำมาให้ความร้อนจนเจลเกิดการแข็งตัว หาสภาวะที่เหมาะสมโดยการวัดเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสประกอบกับการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ที่ระดับความเป็นกรดด่าง 11.5 อุณหภูมิในการต้ม 70 องศาเซลเซียส และความเข้มข้นของผงบุกสกัดในน้ำ 2.25% เป็นสภาวะที่ให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับดีที่สุด และเมื่อใช้สภาวะนี้เพื่อศึกษาระดับกลิ่นที่เหมาะสมต่อการผลิตปลาหมึกเทียมจากบุกก้อน พบว่าระดับกลิ่นที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุดคือใช้ความเข้มข้นของกลิ่นปลาหมึก 0.5%

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีเครื่องมือที่สามารถกวนผสมสารละลายผงบุกสกัดให้เป็นเนื้อเดียวกันได้ดีในทุกขั้นตอนการผลิต
2. ควรมีเครื่องมือที่สามารถดูดฟองอากาศที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิตบุกก้อนได้
3. ควรมีการศึกษาถึงระดับสีที่เหมาะสมในการผลิตปลาหมึกเทียมจากบุกก้อน
4. ควรมีการศึกษาการผลิตบุกก้อนรสชาติต่าง ๆเพิ่มเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ฉัตรชัย บุศยพลากร และ คณะ. 2534.ปพ.การศึกษาวิธีการผลิตแป้งแป้งบุกและการผลิตผลิตภัณฑ์จากหัวบุก.สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.กรุงเทพมหานคร.

นิรนาม.2533. "สมุนไพรพืชเศรษฐกิจ." จุลสารข้อมูลสมุนไพร .7 (3):10-17.

บุบผา เตชะภัทรพร.2535.วพ.การสกัดแป้งบุกจากหัวบุกและการเตรียมผลิตภัณฑ์เจล.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

หรรษา จักรพันธุ์ ณ อยุธยา. 2527. "พืชสะสมแป้ง (เป็นอาหารและยา)." เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพมหานคร.

หรรษา จักรพันธุ์ ณ อยุธยา.2531. "เรื่องของกะบุกหรือบุกเป็นพืชสมุนไพร."เคหการเกษตร. 12(141):55-58.

อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ. 2538. "แป้งบุก : การผลิต สมบัติบางประการและการนำไปใช้ประโยชน์." วารสารอาหาร . 4(25) : 238-240.

อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ และคณะ.2536. "การใช้ประโยชน์จากแป้งกะบุกในการผลิตไส้กรอกหมูพลังงานต่ำ."โครงการวิจัยวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย. กรุงเทพมหานคร.

Chency, A.P., Stares,J. and Vernon,A.J. 1984. "Food product thickened of gelled with carrageenan and glucomannan." US. Pat. 4,427,704 . 9p.

Ford, D. M. and Chesey, P.A.1986. " Air or oil emulsion food produut having glucomannans sole as stabilizer-thickener".US.Pat.4,582,714.

Hannigan, K.1980. "From Japan : this food help control weight." Food Eng.Int.5(12):51.

Kato,K.and Matsuda,K.1969. "Studies on the Chemical Structure of Konjac Mannan Part I. Isolation and Characterization of Oilgosaccharides from the Partial Acid Hydrolyzate of the mannan." Agr.Biol.Chem.33(10):1446-1453.

Kato,K.and Matsuda,K.1970. "Studies on the Chemical Structure of Konjac Mannan Part II. Isolation and Characterization of Oilgosaccharides from the Partial Acid Hydrolyzate of the mannan." Agr.Biol.Chem.34(4):532-539.

Kawano, I.,Takiguchi,T.,Kimura,N.and Yanagisawa,Y.1989. "Process for making product containing a konjac mannan gel." US.Pat.4,846,103.

Maeda, M., Shimahara,H. and Sugiyama,N. 1980. "Detained examination of the branched structure of konjac glucomannan." Agr. Biol. Chem. 44(2):245-252.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Nozaki, H. and Sakurai,S. 1990. "Jelly resembling the flesh of fruit and process for producting the same." US.Pat.4,943,444.

Shimizu, N. and Shimahara,H.1973. "Preparation of konjac flour." US. Pat. 1,350,497.

Smith,F. and Srivastava,H.C.1959. "Constitution of glucomannan of konjac flour." J.Amer.Chem.Soc.81:1715-1718.

Sugiyama,N.,Shimahara,H. and Andoh,T.1972. "Molecular weights of konjac mannans of various sources." Agr.Biol.Chem.36(8):1381-1387.

Sugiyama,N., Shimahara,H. and Andoh,T .1973. "Konjac-mannanase from the tubers of *Amorphophallus konjac* C.Koch." Agr.Biol.Chem.37(1):9-17.

Sugiyama,N.,Shimahara,H. 1974. "Method of reducing serum cholesterol level with extract of konjac mannan." US. Pat.3,856,945.4p.

Toba, S., Yoshida,H. and Tokita,T. 1987. "Konjac mannan containing reverible gel." US.Pat. 4,971,814.

Tomita, M., Ono, J., Fukuwatari, Y.,Mizota,T. and Nanba, K.1990. "Water-soluble dietary fibers and method for preparation of same".US.Pat.4,971,814.

Tye,R.J.1991. "Konjac flour : properties and applications." Food Tech.45(3):86-92.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.
ตัวอย่างแบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ภาคผนวก ก.1
แบบทดสอบการประเมินทางประสาทสัมผัส

ชื่อ..... วันที่.....

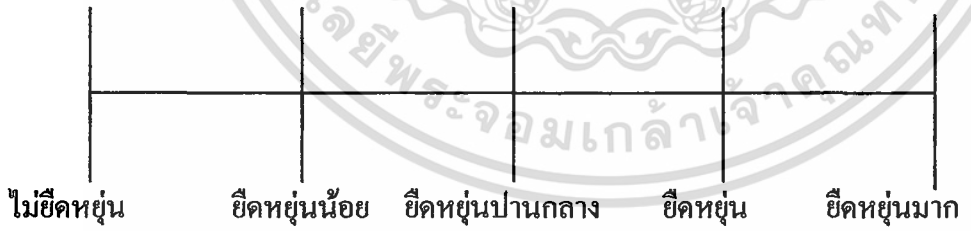
ผลิตภัณฑ์ บุกก้อน

คำชี้แจง โปรดประเมินคุณลักษณะต่างๆ ของบุกก้อน โดยให้ผู้ทดสอบขีดเส้นตั้งฉากลงบนเส้นตามความรู้สึกของท่าน

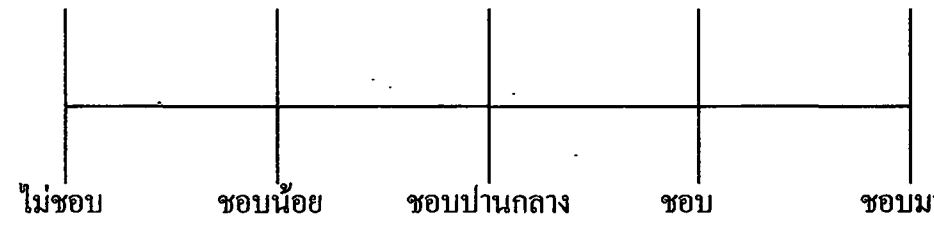
การแสดงความรู้สึกของท่านอย่างแท้จริง จะเป็นประโยชน์อย่างมากในการทดลองครั้งนี้

1. สี

2. ความยืดหยุ่น



3. การยอมรับรวม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.2

แบบทดสอบการประเมินทางประสาทสัมผัส

ชื่อ..... **วันที่**.....

ผลิตภัณฑ์ ปลาหมึกเทียมจากบุกก้อน

คำชี้แจง ผู้ทดสอบให้คะแนนตามความรู้สึกที่ได้รับจากผลิตภัณฑ์ตามความเป็นจริง โดย

1 หมายถึง ไม่ชอบ

2 หมายถึง ชอบน้อย

3 หมายถึง เฉยๆ

4 หมายถึง ชอบ

5 หมายถึง ชอบมาก

รหัสตัวอย่าง					
กลิ่น					
สี					
ความยืดหยุ่น					
การยอมรับรวม					

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

ขอบคุณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.
การวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analysis)

เครื่องวัดเนื้อสัมผัส รุ่น TA-XT 2 i

ใช้หัววัดรหัส P5

หัววัดนี้ใช้สำหรับการทดสอบโดยใช้แรงแบบ Force in Compression โดยใช้กับตัวอย่างที่ผิวหน้ามีความลื่น ตัวอย่างที่วัดต้องมีขนาดความสูงเท่ากัน โดยในการทดสอบจะตัดตัวอย่างให้มีความสูงเท่ากับ 1 เซนติเมตร และใช้แรงกดให้หัววัดทะลุลงไปในชิ้นตัวอย่างลึก 3 มิลลิเมตร ทำการวัด 10 ครั้ง แล้วนำแรงกดที่ใช้มากที่สุดของแต่ละชิ้นมาหาค่าแรงกดเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.
การวิเคราะห์ทางสถิติ

1. ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการผลิตบุกก้อน

1.1 ศึกษาระดับความเป็นกรดด่าง ที่เหมาะสมต่อการผลิตบุกก้อน

การทดสอบทางประสาทสัมผัสใช้แผนการทดลองแบบ RCBD ได้ตาราง ANOVA ดังนี้

การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี

SOV	D.F.	SS	MS	F	Sig of F
ตัวอย่าง	4	13.371	3.343	6.340	0.000*
ผู้ชิม	39	57.167	1.466	2.780	0.000*
error	156	82.244	0.527		
รวม	199	152.782	0.768		

ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผู้ชิมมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความยืดหยุ่น

SOV	D.F.	SS	MS	F	Sig of F
ตัวอย่าง	4	5.956	1.489	3.325	0.012*
ผู้ชิม	39	45.561	1.168	2.609	0.000*
error	156	69.860	0.448		
รวม	199	121.377	0.610		

ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผู้ชิมมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับรวม

SOV	D.F.	SS	MS	F	Sig of F
ตัวอย่าง	4	9.977	2.494	5.124	0.001*
ผู้ชิม	39	42.429	1.088	2.235	0.000*
error	156	75.944	0.487		
รวม	199	128.351	0.645		

ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผู้ชิมมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การวัดเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture Analyser ใช้แผนการทดลองแบบ CRD ได้ตาราง ANOVA ดังนี้

Source	D.F.	SS	MS	F ratio	F prob
ระหว่างกลุ่ม	4	11717.1736	2929.2934	307.8228	0.0000*
ภายในกลุ่ม	95	904.0360	9.5162		
รวม	99	12621.2096			

ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

1.2 ศึกษาระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการผลิตบุกก้อน

การทดสอบทางประสาทสัมผัสใช้แผนการทดลองแบบ RCBD ได้ตาราง ANOVA ดังนี้

การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี

SOV	D.F.	SS	MS	F	Sig of F
ตัวอย่าง	2	0.004	0.002	0.031	0.987^{ns}
ผู้ชิม	39	22.377	0.574	4.190	0.000*
error	78	10.682	0.137		
รวม	119	33.063	0.278		

ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผู้ชิมมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความยืดหยุ่น

SOV	D.F.	SS	MS	F ratio	F prob
ตัวอย่าง	2	0.680	0.340	2.288	0.108^{ns}
ผู้ชิม	39	43.125	1.106	7.445	0.000*
error	78	11.585	0.149		
รวม	119	55.389	0.465		

ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผู้ชิมมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับรวม

SOV	D.F.	SS	MS	F	Sig of F
ตัวอย่าง	2	0.272	0.136	1.158	0.319^{ns}
ผู้ชิม	39	41.989	1.077	9.170	0.000*
error	78	9.158	0.117		
รวม	119	51.419	0.432		

ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผู้ชิมมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การวัดเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture Analyser ใช้แผนการทดลองแบบ CRD ได้ตาราง ANOVA ดังนี้

Source	D.F.	SS	MS	F ratio	F prob
ระหว่างกลุ่ม	2	213.3693	106.6847	1.8843	0.1613^{ns}
ภายในกลุ่ม	57	3227.1480	56.6166		
รวม	59	3440.5173			

ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ศึกษาระดับความเข้มข้นของผงบุกสกัดที่เหมาะสมต่อการผลิตบุกก้อน

การทดสอบทางประสาทสัมผัสใช้แผนการทดลองแบบ RCBD ได้ตาราง ANOVA ดังนี้

การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี

SOV	D.F.	SS	MS	F	Sig of F
ตัวอย่าง	2	14.216	7.108	104.182	0.000*
ผู้ชิม	39	43.697	1.120	16.423	0.000*
error	78	5.322	0.068		
รวม	119	63.235	0.531		

ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผู้ชิมมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความยืดหยุ่น

SOV	D.F.	SS	MS	F	Sig of F
ตัวอย่าง	2	9.527	4.764	64.352	0.000*
ผู้ชิม	39	38.633	0.991	13.382	0.000*
error	78	5.774	0.074		
รวม	119	53.934	0.453		

ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผู้ชิมมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับรวม

SOV	D.F.	SS	MS	F	Sig of F
ตัวอย่าง	2	6.128	3.064	6.725	0.002*
ผู้ชิม	39	31.184	0.800	1.755	0.018*
error	78	35.538	0.456		
รวม	119	72.845	0.612		

ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผู้ชิมมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวัดเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture Analyser ใช้แผนการทดลองแบบ CRD ได้ตาราง ANOVA ดังนี้

Source	D.F.	SS	MS	F ratio	F prob
ระหว่างกลุ่ม	2	3989.5960	1994.7980	190.9763	0.0000*
ภายในกลุ่ม	57	595.3800	10.4453		
รวม	59	4584.9760			

ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2. ศึกษาระดับกลิ่นที่เหมาะสมต่อการผลิตปลาหมึกเทียมจากบุกก้อน

การทดสอบทางประสาทสัมผัสใช้แผนการทดลองแบบ RCBD ได้ตาราง ANOVA ดังนี้

การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น

SOV	D.F.	SS	MS	F	Sig of F
ตัวอย่าง	4	5.330	1.332	2.133	0.079^{ns}
ผู้ชิม	39	42.080	1.079	1.727	0.010*
error	156	97.470	0.625		
รวม	199	114.880	0.728		

ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผู้ชิมมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี

SOV	D.F.	SS	MS	F	Sig of F
ตัวอย่าง	4	0.730	0.183	0.428	0.788^{ns}
ผู้ชิม	39	75.555	1.937	4.547	0.000*
error	156	66.470	0.426		
รวม	199	142.755	0.717		

ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผู้ชิมมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความยืดหยุ่น

SOV	D.F.	SS	MS	F	Sig of F
ตัวอย่าง	4	3.930	0.983	1.764	0.139^{ns}
ผู้ชิม	39	56.380	1.446	2.596	0.000*
error	156	86.870	0.557		
รวม	199	147.180	0.740		

ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผู้ชิมมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับรวม

SOV	D.F.	SS	MS	F	Sig of F
ตัวอย่าง	4	12.620	3.155	6.138	0.000*
ผู้ชิม	39	26.595	0.682	1.327	0.116^{ns}
error	156	80.180	0.514		
รวม	199	119.395	0.600		

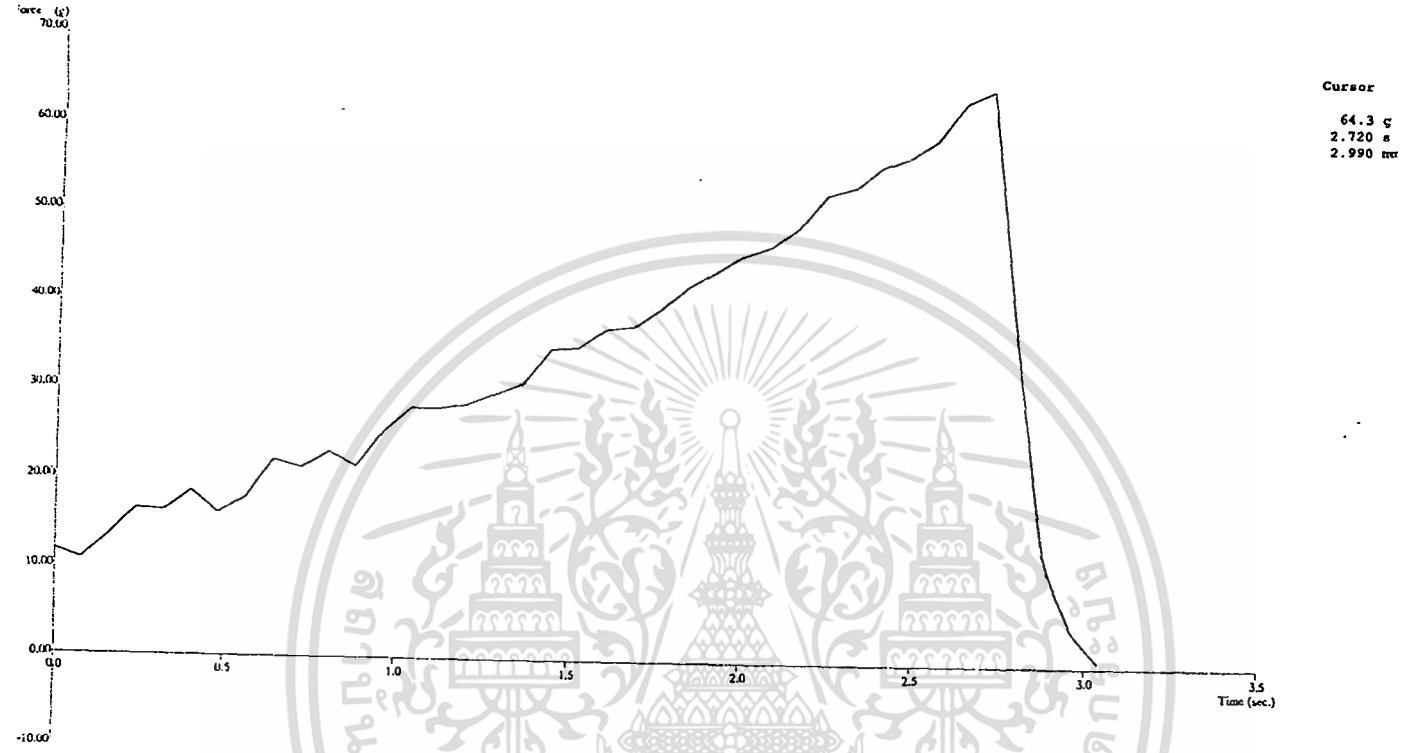
ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผู้ชิมไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

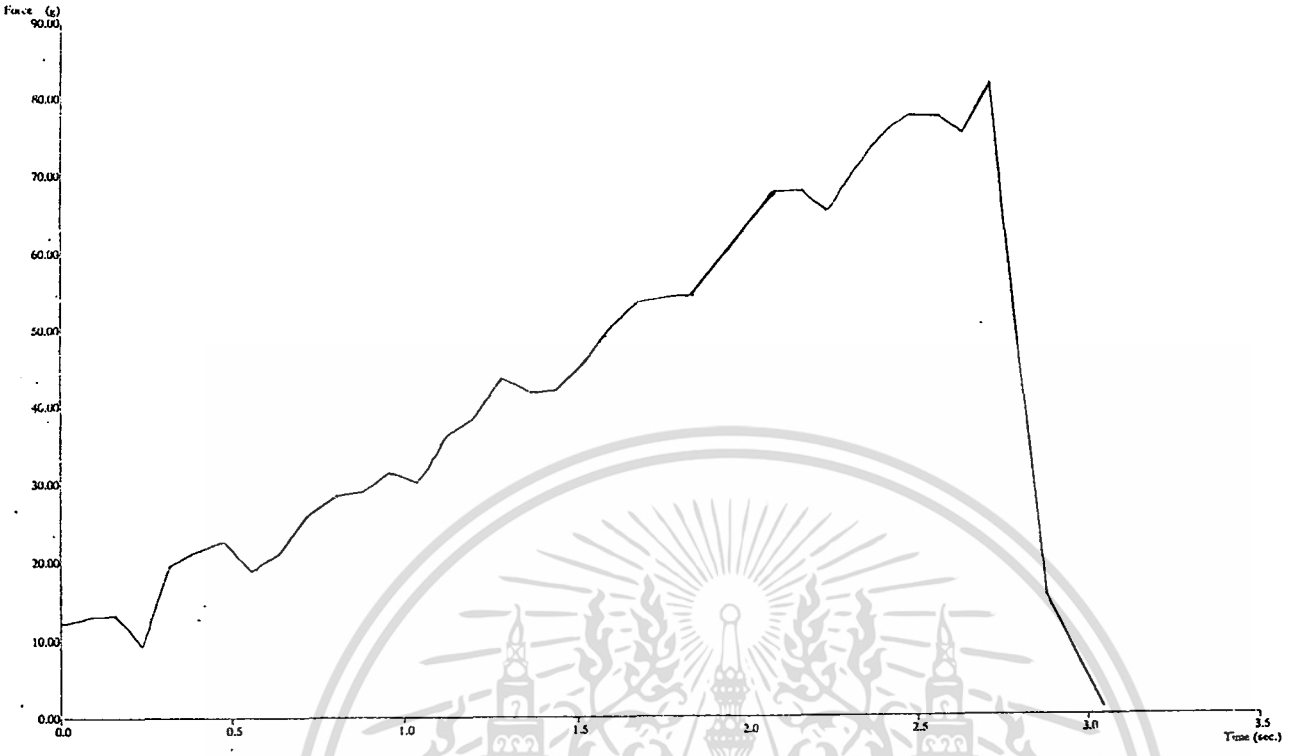
กราฟ



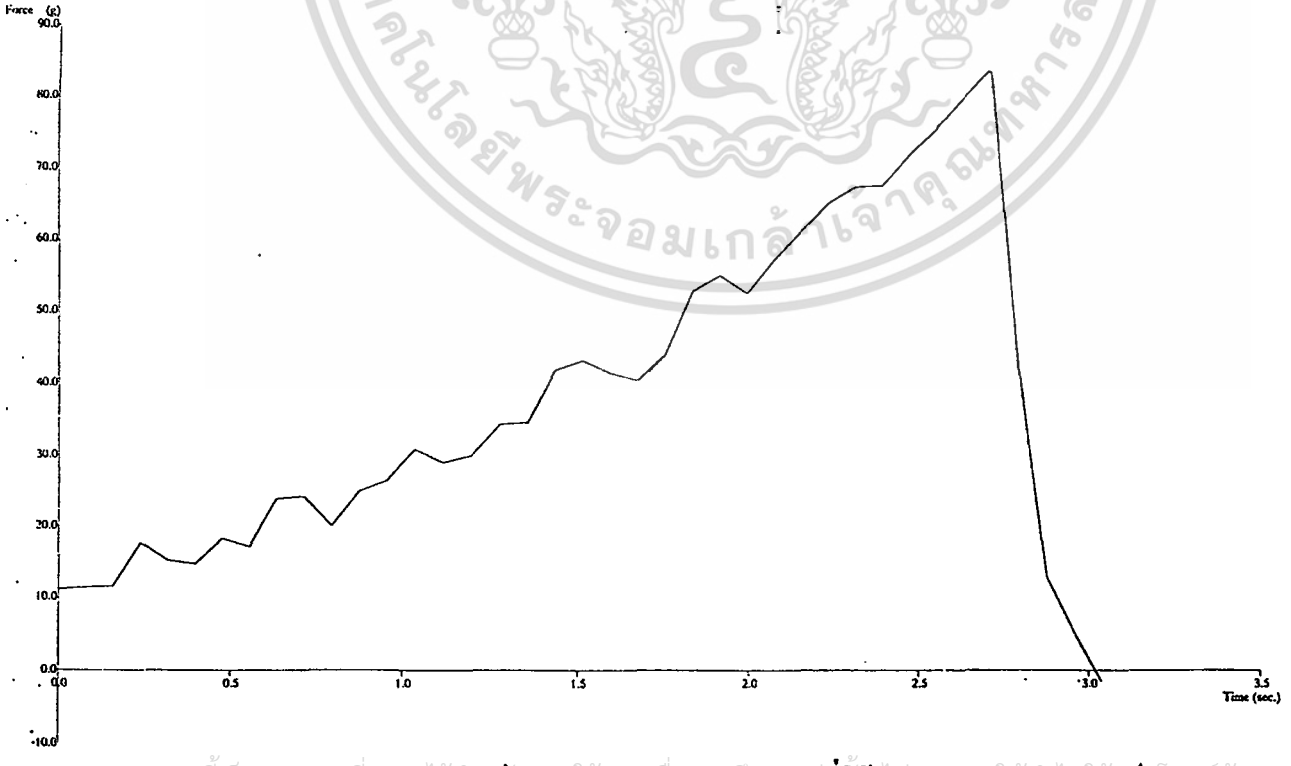
<u>กราฟ.1</u> แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดกับระยะเวลาที่ใช้ในการกดของผลิตภัณฑ์บุกก้อนที่มีระดับความเป็นกรดด่าง 11.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>กราฟ.2</u> แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดกับระยะเวลาที่ใช้ในการกดของผลิตภัณฑ์บุกก้อนที่มีระดับความเป็นกรดด่าง 11.25

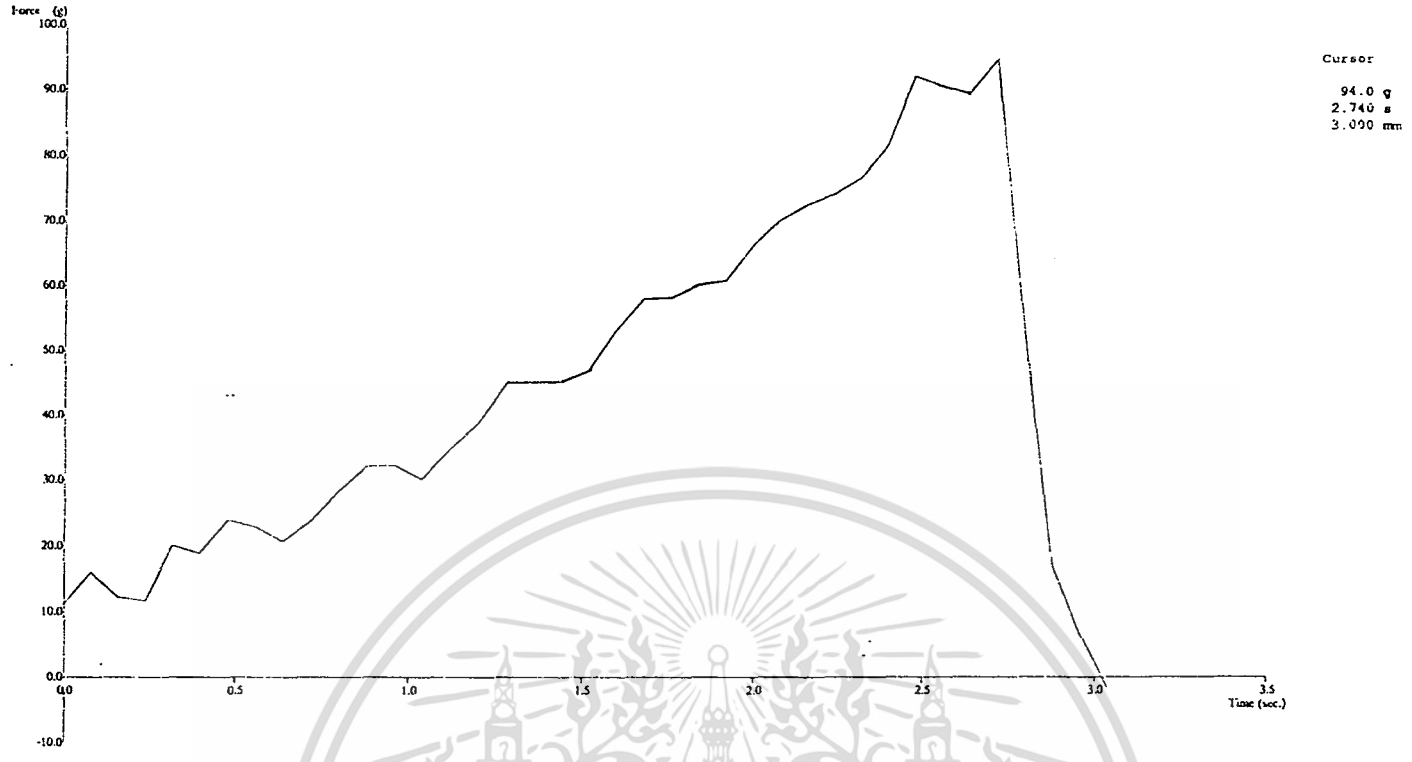


กราฟ.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดกับระยะเวลาที่ใช้ในการกดของผลิตภัณฑ์บุกก้อนที่มีระดับความเป็นกรดด่าง 11.50

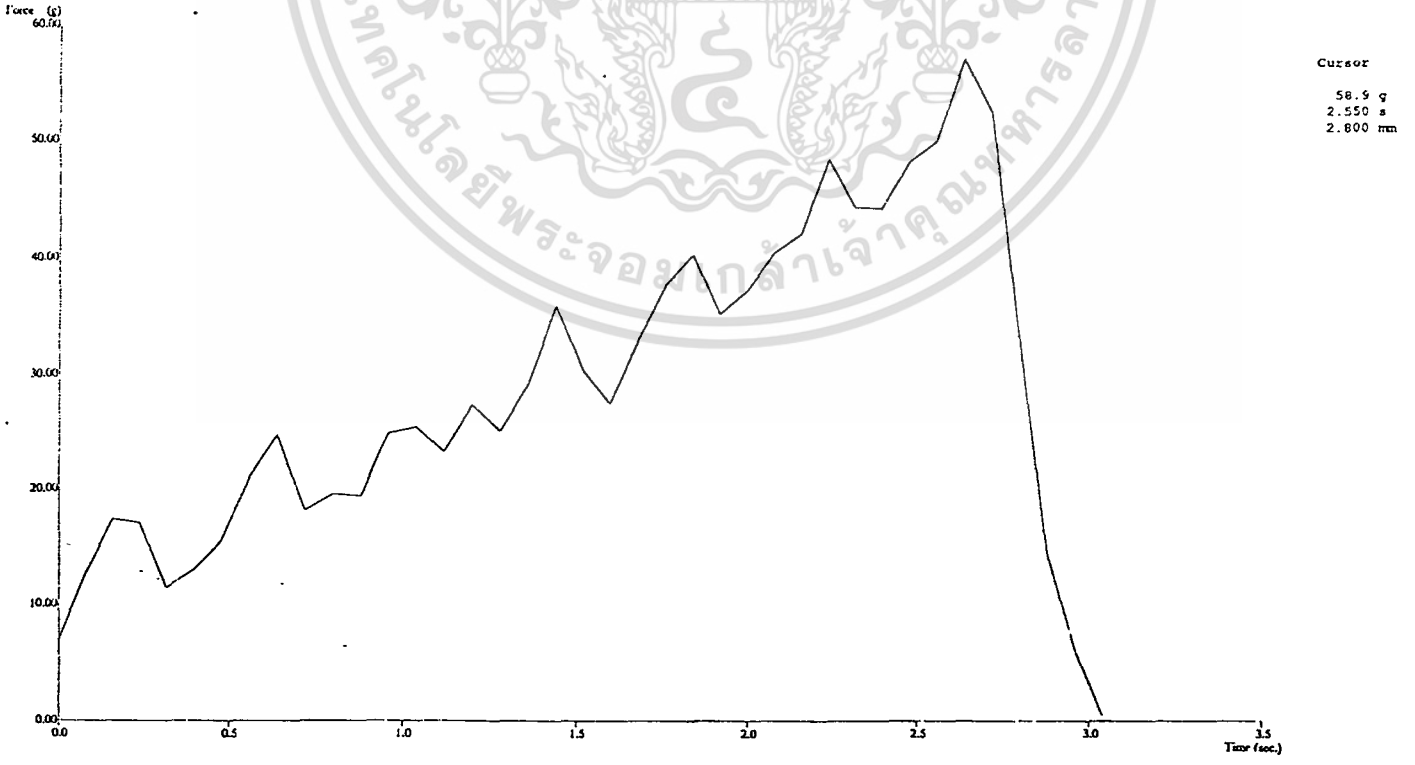


กราฟ.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดกับระยะเวลาที่ใช้ในการกดของผลิตภัณฑ์บุกก้อนที่มีระดับความเป็นกรดด่าง 11.75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

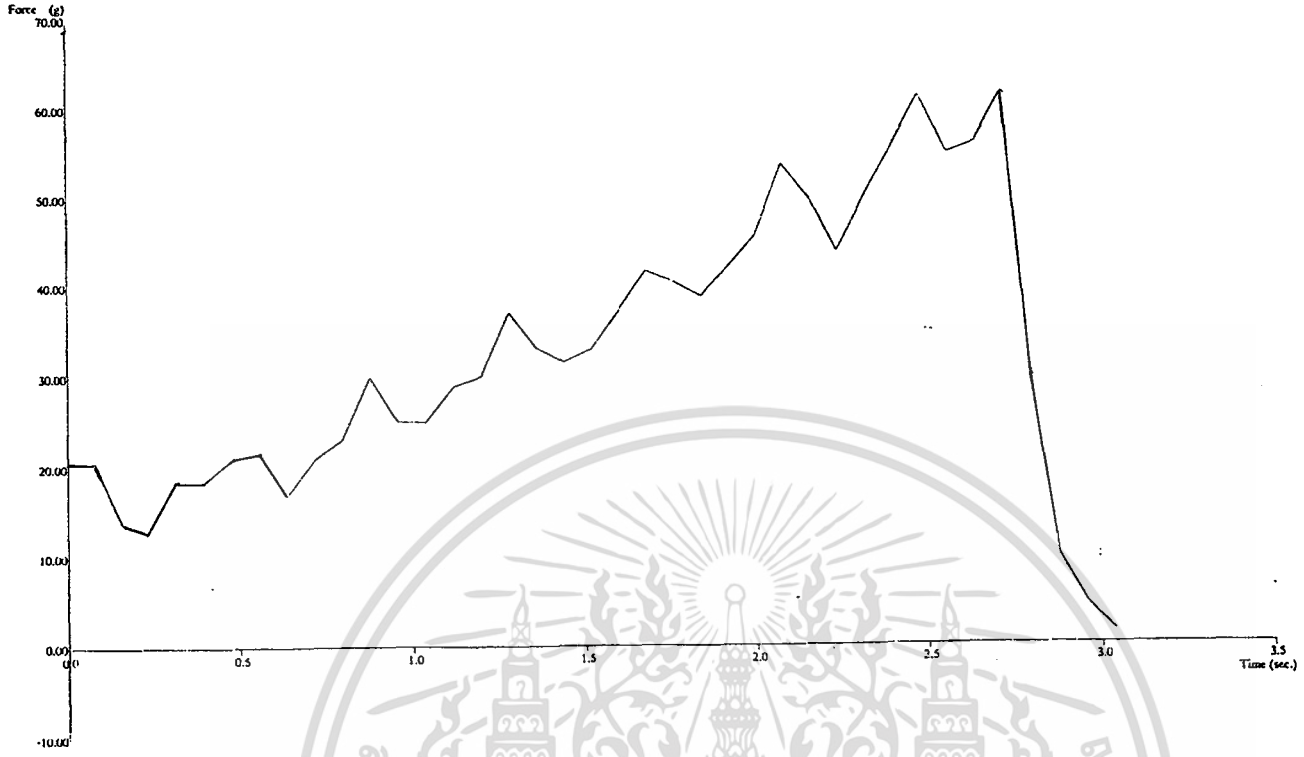


กราฟ.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดกับระยะเวลาที่ใช้ในการกดของผลิตภัณฑ์บุกก้อนที่มีระดับความเป็นกรดด่าง 12.00

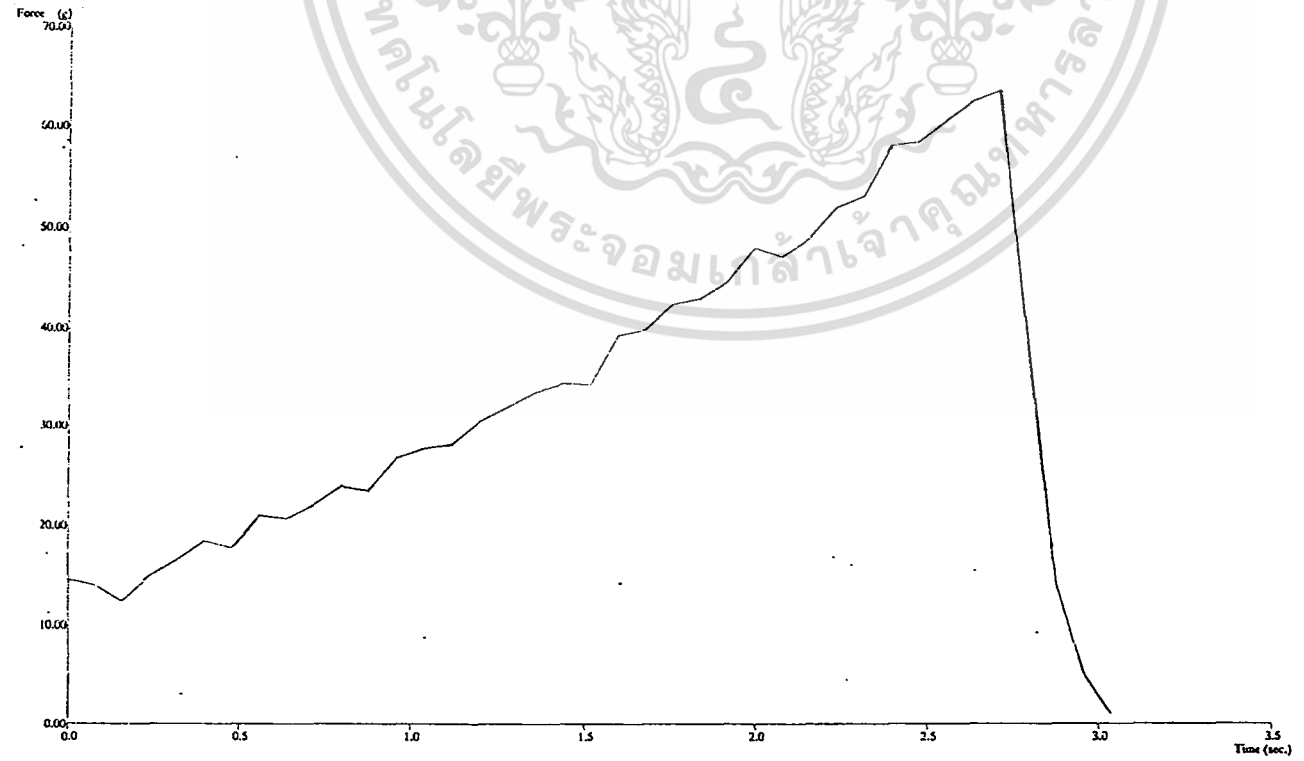


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟ.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดกับระยะเวลาที่ใช้ในการกดของผลิตภัณฑ์บุกก้อนที่ใช้ระดับอุณหภูมิในการผลิตเท่ากับ 70 องศาเซลเซียส

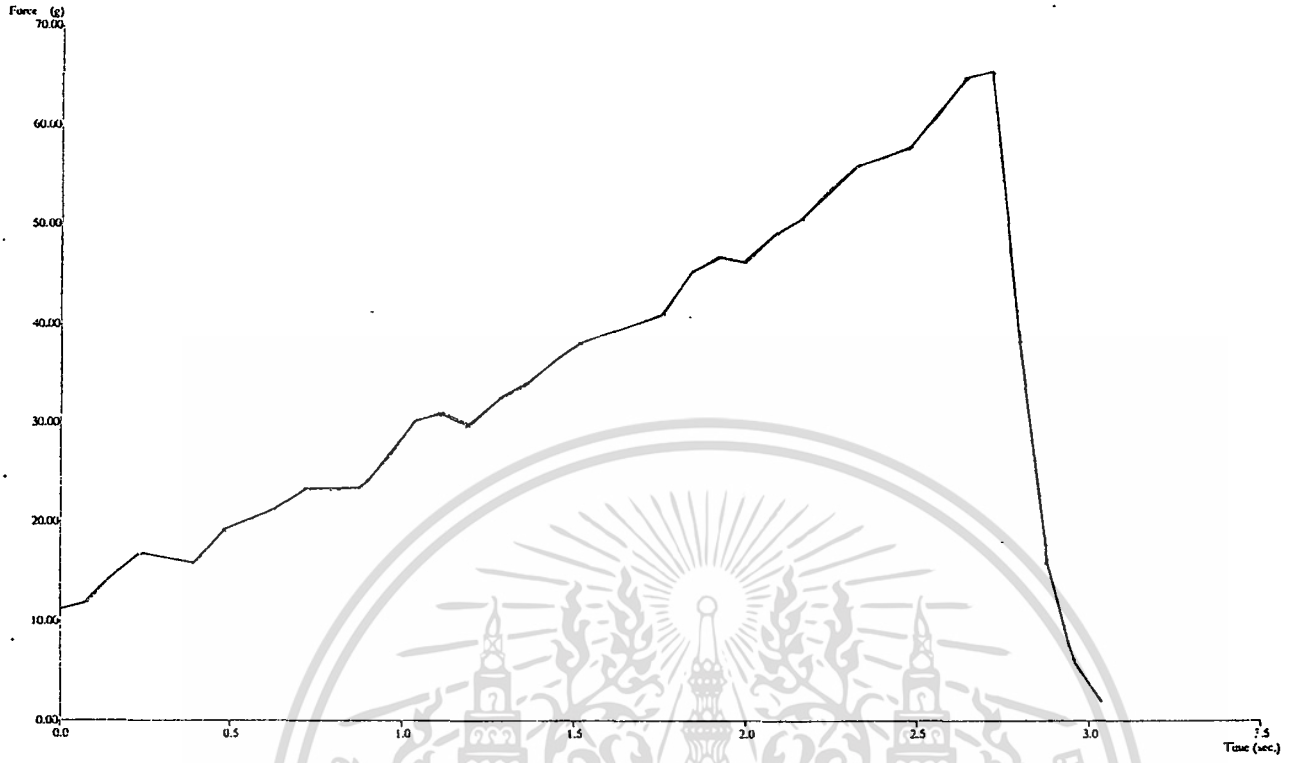


กราฟ.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดกับระยะเวลาที่ใช้ในการกดของผลิตภัณฑ์บุกก้อน ที่ใช้ระดับอุณหภูมิในการผลิตเท่ากับ 75 องศาเซลเซียส

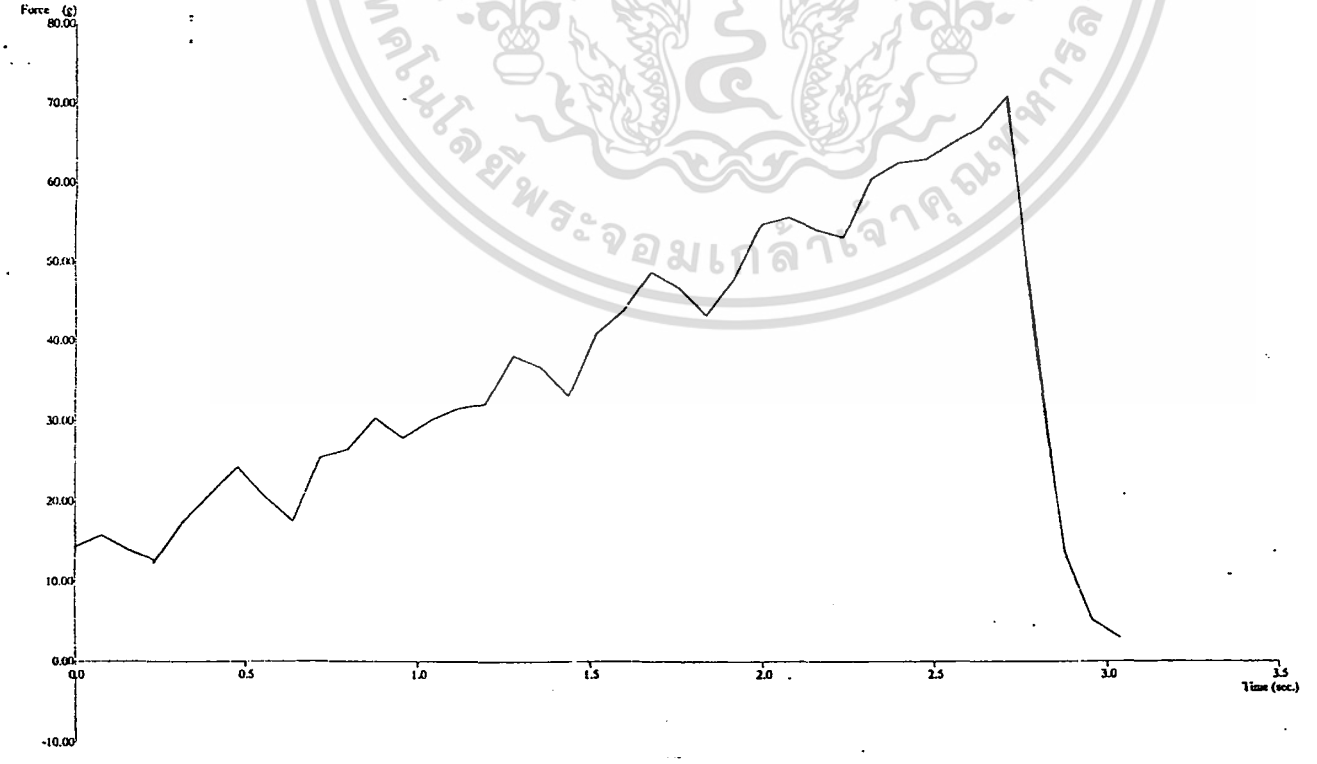


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟ.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดกับระยะเวลาที่ใช้ในการกดของผลิตภัณฑ์บุกก้อน ที่ใช้ระดับอุณหภูมิในการผลิตเท่ากับ 80 องศาเซลเซียส

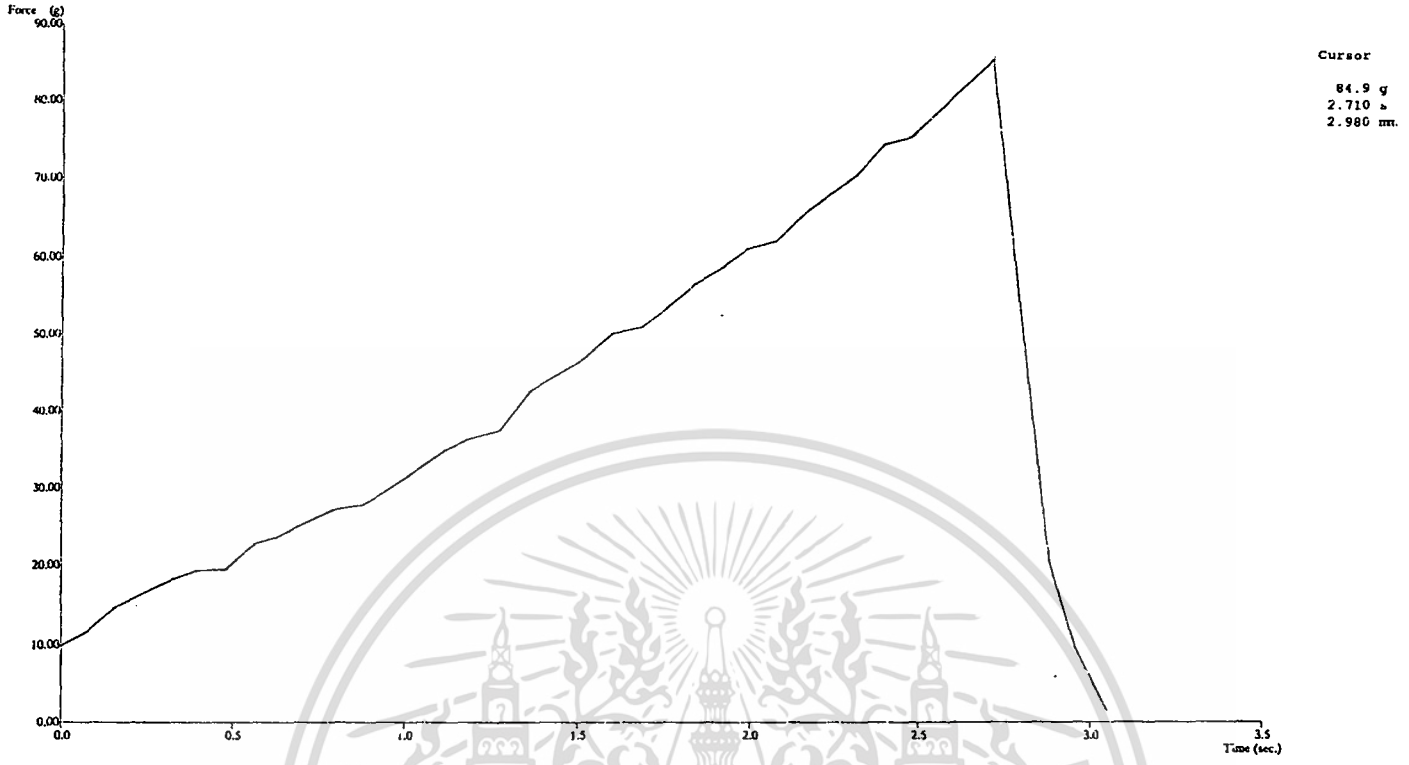


<u>กราฟง.9</u> แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดกับระยะเวลาที่ใช้ในการกดของผลิตภัณฑ์บุกก้อนที่ระดับความเข้มข้นของผงบุกสกัดเท่ากับ 2.00%



<u>กราฟง.10</u> แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดกับระยะเวลาที่ใช้ในการกดของผลิตภัณฑ์บุกก้อนที่มีระดับความเข้มข้นของผงบุกสกัดเท่ากับ 2.25%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



<u>กราฟ.11</u> แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดกับระยะเวลาที่ใช้ในการกดของผลิตภัณฑ์บุกก้อนที่มีระดับความเข้มข้นของผงบุกสกัดเท่ากับ 2.50%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้