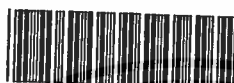


คุกกี้ข้าวกล้อง
(Brown Rice Cookie)



T097090



นางสาว ยาวภา สิริวัฒนานุกูล
นางสาว วราพร พิชัยโรจน์รุ่ง

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

ป.พ.

ย 544 ค

2542

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2542

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน..... 97090

วันเดือนปี.....

งานไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

คุกกี้ข้าวกล้อง

(Brown Rice Cookie)

โดย

นางสาว เขาวลา อธิวิวัฒนานุกูล
นางสาว วราพร พิชัยโรจน์รุ่ง

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

.....
..... 19 / มี.ค. / 42

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(อาจารย์ ชมพูนท สันโสภาณ)
.....

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....

()

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ 1 เดือน 12 พ.ศ. 42

๗๗
๕544๗
๒542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เยาวภา สิริวัฒนานุกูล และ วราพร พิชัยโรจน์รุ่ง . 2541 : คุกกี้ข้าวกล้อง (Brown Rice Cookie) .
ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง . อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ชมพูนุท สีห์โสภณ .

ข้าวกล้อง คือ ข้าวที่สีเอาเปลือก (แกลบ) ออกโดยยังมีจมูกข้าว และเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวอยู่ซึ่งจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวนี้ เป็นส่วนที่มีคุณค่าและเป็นประโยชน์ต่อร่างกายอย่างมาก หากมีการนำมาแปรรูปให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย จะเป็นการช่วยส่งเสริมให้มีผู้สนใจหันมาบริโภคข้าวกล้องกันมากขึ้น การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำข้าวกล้องมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์คุกกี้ โดยนำข้าวกล้องจำนวน 3 พันธุ์ คือ ข้าวหอมมะลิกล้อง ข้าวแดงมันปู และข้าวโอชา มาผลิตคุกกี้ พบว่า คุกกี้ข้าวหอมมะลิกล้อง มีความร่วนน้อยที่สุด เมื่อนำมาพัฒนาสูตร พบว่าอัตราส่วนของแป้งข้าวกล้องต่อแป้งสาลีที่เหมาะสม คือ 60:40 แต่เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีความร่วน จึงศึกษาปริมาณแป้งและมาร์การีน พบว่าปริมาณแป้ง มาร์การีน และน้ำตาลทรายที่ผู้บริโภคยอมรับเท่ากับ 215 กรัม 110 กรัม และ 113 กรัม ตามลำดับ และเมื่อนำผลิตภัณฑ์คุกกี้ข้าวกล้องมาเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกันในท้องตลาดอีก 3 ตัวอย่าง พบว่า คุกกี้ข้าวกล้องมีคะแนนเฉลี่ย ด้านกลิ่น ความกรอบ รสชาติ และการยอมรับรวมมากที่สุด และมีราคาต้นทุนไม่สูงมากนัก การตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ พบว่า มีความชื้น โปรตีน ไขมันและสารเชื้อใย เท่ากับ 0.03% , 5.48% , 23.13% และ 9.97% ตามลำดับ

เยาวภา สิริวัฒนานุกูล

วราพร พิชัยโรจน์รุ่ง

ลายมือชื่อนักศึกษา

โมนนท์ สีห์โสภณ

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

19/9/42

วัน/เดือน/ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีนั้น คณะผู้จัดทำขอกราบ
ขอบพระคุณ อาจารย์ชมพูนุท สีห์โสภณ ที่กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา และท่านคณะกรรมการที่ให้
ความช่วยเหลือในด้านการศึกษาดีตลตลตมา ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่นักวิทยาศาสตร์ ที่กรุณาให้
ความอนุเคราะห์เครื่องมือและสารเคมีต่าง ๆ

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกระหว่างการปฏิบัติ
งาน รวมทั้ง ขอขอบคุณเพื่อน ๆ น้อง ๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจอย่างดียิ่งจนได้รับ
ความสำเร็จ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ

กิตติกรรมประกาศ

สารบัญตาราง

สารบัญกราฟ

บทที่

1. บทนำ	1
2. วารสารปริทัศน์	2
- องค์ประกอบของข้าวกล้อง	2
- สารอาหารในข้าวกล้องที่มีคุณค่าและเป็นประโยชน์ต่อร่างกาย	6
- คุณก๊	7
- วัตถุประสงค์ที่ใช้ในการทำคุณก๊	8
- ขั้นตอนการทำคุณก๊	8
- คุณสมบัติและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพ ของคุณก๊ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่	10
- ข้อผิดพลาดที่เกิดจากแป้งคุณก๊และสาเหตุ	14
3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	16
4. ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	21
5. สรุปและข้อเสนอแนะ	29
เอกสารอ้างอิง	30
ภาคผนวก	
- ภาคผนวก ก ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบคุณภาพ ทางประสาทสัมผัสของคุณก๊ข้าวกล้อง แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส	31 42
- ภาคผนวก ข วิธีตรวจสอบและวิเคราะห์ทางเคมี ตารางเปรียบเทียบคุณภาพของคุณก๊ข้าวกล้อง	43 49
- ภาคผนวก ค กราฟแสดงผลการวัดเนื้อสัมผัสของคุณก๊ข้าวกล้อง	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1. สารอาหารในข้าวกล้องที่มีคุณค่าและเป็นประโยชน์ต่อร่างกาย	2
2. แสดงแรงกดที่ใช้กดคูกี้ข้าวหอมมะลิกล้อง คูกี้โอชา และคูกี้แดงมันปู	22
3. คะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัส ของการศึกษาอัตราส่วนของแป้งสาลีต่อแป้งข้าวกล้อง	23
4. คะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสของการศึกษาปริมาณแป้งและมาร์گارีน	24
5. คะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสของการศึกษาปริมาณน้ำตาล	25
6. คะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสของการเปรียบเทียบคูกี้ข้าวกล้องกับ ผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกันในท้องตลาด	27
7. แสดงราคาต้นทุนของคูกี้แต่ละชนิด	28



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญกราฟ

กราฟ	หน้า
1. กราฟเปรียบเทียบผลการวัดเนื้อสัมผัสเฉลี่ยของคุกกี้ข้าวหอมมะลิกลี้อองข้าวแดงมันปูและข้าวโอชา	50
2. กราฟแสดงผลการวัดเนื้อสัมผัสของคุกกี้ข้าวหอมมะลิกลี้ออง ครั้งที่ 1	51
3. กราฟแสดงผลการวัดเนื้อสัมผัสของคุกกี้ข้าวหอมมะลิกลี้ออง ครั้งที่ 2	52
4. กราฟแสดงผลการวัดเนื้อสัมผัสของคุกกี้ข้าวหอมมะลิกลี้ออง ครั้งที่ 3	53
5. กราฟแสดงผลการวัดเนื้อสัมผัสของคุกกี้ข้าวโอชา ครั้งที่ 1	54
6. กราฟแสดงผลการวัดเนื้อสัมผัสของคุกกี้ข้าวโอชา ครั้งที่ 2	55
7. กราฟแสดงผลการวัดเนื้อสัมผัสของคุกกี้ข้าวโอชา ครั้งที่ 3	56
8. กราฟแสดงผลการวัดเนื้อสัมผัสของคุกกี้ข้าวแดงมันปู ครั้งที่ 1	57
9. กราฟแสดงผลการวัดเนื้อสัมผัสของคุกกี้ข้าวแดงมันปู ครั้งที่ 2	58
10. กราฟแสดงผลการวัดเนื้อสัมผัสของคุกกี้ข้าวแดงมันปู ครั้งที่ 3	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. บทนำ

คุณก็เป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่มีขนาดเล็ก แบนและมีรสหวาน มีรูปร่างและกลิ่นรสต่าง ๆ กัน บางชนิดอาจตกแต่งด้วยผลไม้และพวกนัต ถั่ว ส่วนข้าวกลี้งเป็น ข้าวที่สีเอาเปลือก (แกลบ) ออกโดยยังมีจมูกข้าว และเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวอยู่ซึ่งจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวนี้ เป็นส่วนที่มีคุณค่าและเป็นประโยชน์ต่อร่างกายอย่างมาก

ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้จะกล่าวถึงความเป็นไปได้ในการนำข้าวกลี้งมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์คุกกี้ คุกกี้ข้าวกลี้งเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีการพัฒนาสูตรจากคุกกี้ถั่วลิสง ที่มีส่วนประกอบของ แป้งสาลี มาการีน น้ำตาลทราย ไข่ไก่ ผงฟู วานิลลา ถั่วลิสง แต่ไม่ใส่ถั่วลิสง และจะใช้แป้งข้าวกลี้งแทนแป้งสาลีบางส่วน และทำการพัฒนาสูตรเพื่อปรับปรุงคุณภาพให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

ขั้นตอนสุดท้ายคือการทดสอบคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์คุกกี้ข้าวกลี้ง โดยหาปริมาณ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย และเปรียบเทียบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ข้าวกลี้งกับผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกันในห้องทดลองอีก 3 ตัวอย่าง

บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

ข้าวกล้อง : ข้าวซ้อมมือ : ข้าวขาว

ข้าวกล้อง คือ ข้าวที่สีเอาเปลือก (แกลบ) ออกโดยยังมีจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวอยู่

ข้าวขาวหรือข้าวสาร คือข้าวที่เกิดจากการสี ขัดหลาย ๆ ครั้งจนเยื่อหุ้มเมล็ดและจมูกข้าวหลุดออกไปเหลือแต่เนื้อในของข้าว (แป้ง) การขัดสีข้าวกล้องจนมีสีขาวจะทำให้โปรตีนสูญหายไปประมาณ 30% (ข้าวกล้อง : ข้าวซ้อมมือ : ข้าวขาว,2541)

องค์ประกอบของข้าวกล้อง

โดยปกติข้าวกล้องจะมีโปรตีนร้อยละ 8 และมีความชื้นร้อยละ 12 นอกจากนี้ยังพบไขมัน สารเยื่อใย วิตามิน และเกลือแร่ ปริมาณที่พบแตกต่างกันมาก ขึ้นอยู่กับพันธุ์ , สิ่งแวดล้อม และวิธีการวิเคราะห์ .

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารระหว่างข้าวกล้องและข้าวขาวในข้าว 100 กรัม

สารอาหาร	หน่วย	ข้าวกล้อง	ข้าวขาว
โปรตีน	กรัม	7.60	6.4
วิตามินบีรวม			
บี 1 (B1 Thiamine)	มิลลิกรัม	0.34	0.07
บี 2 (B 2 Riboflavin)	มิลลิกรัม	0.05	0.03
ไนอะซิน (Niacin)	มิลลิกรัม	0.62	0.11
กรดแพนโทเธนิก	มิลลิกรัม	1.50	0.22
กรดโฟลิก	มิลลิกรัม	20.00	3.60
เกลือแร่			
เหล็ก	มิลลิกรัม	1.6	0.8
แคลเซียม	มิลลิกรัม	32.0	24.0
แมกนีเซียม	มิลลิกรัม	52.0	14.0
แมงกานีส	มิลลิกรัม	1.5	0.9
สังกะสี	มิลลิกรัม	1.9	1.5
โคบอลท์	ไมโครกรัม	4.2	0.9
ทองแดง	ไมโครกรัม	360.0	230.0
ซีลีเนียม	ไมโครกรัม	38.8	31.8
ไอโอดีน	ไมโครกรัม	2.2	2.0

ที่มา : ข้าวกล้อง : ข้าวซ้อมมือ : ข้าวขาว,2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คาร์โบไฮเดรต

คาร์โบไฮเดรตที่พบในข้าวกล้องแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ แป้ง เซมิเซลลูโลส เซลลูโลส และน้ำตาลอิสระ

แป้ง แป้งมีปริมาณสูงสุด ประมาณร้อยละ 90 ของน้ำหนักข้าว โดยมีอัมัยโลสร้อยละ 7-33 ของน้ำหนักแห้ง หรือร้อยละ 8-37 ของน้ำหนักแป้ง ส่วนอัมัยโลเปคตินจะเป็นส่วนประกอบหลักของข้าวเหนียว ซึ่งส่วนใหญ่แป้งพวกนี้จะมีอัมัยโลสร้อยละ 0.8-1.3 ทั้งข้าวเจ้าและข้าวเหนียว เม็ดแป้งจะมีขนาดใกล้เคียงกัน อุณหภูมิแป้งสุกอยู่ระหว่าง 55-79 °ซ. ขึ้นอยู่กับชนิดของข้าวและสิ่งแวดล้อม ข้าวพันธุ์เดียวกันแต่อาจมีอุณหภูมิแป้งสุกต่างกันถึง 10° ซ. ด้วยเหตุนี้ถ้าใช้อุณหภูมิแป้งสุกเป็นหลักอาจแบ่งข้าวเป็น 3 กลุ่ม คือข้าวหุงสุกง่าย ใช้อุณหภูมิ 69° ซ.หรือต่ำกว่า ข้าวหุงสุกได้ยากปานกลาง ใช้อุณหภูมิระหว่าง 70-74° ซ. และข้าวหุงสุกยาก ใช้อุณหภูมิสูงกว่า 74° ซ. ข้าวที่หุงสุกได้ง่ายส่วนใหญ่มาจากพันธุ์ Japonica ส่วนข้าว Indica มีทั้งหุงสุกได้ง่ายและหุงสุกได้ยาก ทำให้ดูเหมือนว่าอุณหภูมิที่เมล็ดข้าวในนาสุกนี้มีความสำคัญมาก นอกจากนี้อัตราส่วนของอัมัยโลเปคตินก็จะเป็นเครื่องชี้ความยากง่ายของการหุง ถ้าข้าวมีอัมัยโลสสูงเม็ดแป้งจะดูดน้ำได้ช้า ข้าวที่มีอุณหภูมิต่ำในขณะที่สุกในนาจะดูดน้ำและละลายได้ที่ที่อุณหภูมิต่ำ ข้าวเจ้าดูดน้ำและละลายได้น้อยกว่าข้าวเหนียว และยังคงดูดน้ำได้อีกหลังจากแป้งสุกแล้ว ส่วนข้าวเหนียวการดูดน้ำจะถึงจุดสูงสุดเมื่อแป้งสุก จากรายละเอียดที่ได้กล่าวมานี้แสดงให้เห็นว่าการดูดน้ำของแป้งขึ้นอยู่กับโครงสร้างภายในเม็ดแป้ง แต่เมื่อเม็ดแป้งแตกตัวออกทั้งอัมัยโลสและอัมัยโลเปคตินจะหลุดออกมา ลักษณะของแป้งเปียกที่ได้จะขึ้นอยู่กับขนาดของอัมัยโลส ความยากง่ายของการสุกนี้อาจตรวจสอบได้ด้วยวิธี alkali test โดยนำข้าว 6 เมล็ดแช่น้ำต่าง KOH เข้มข้นร้อยละ 1.7 ปริมาณ 10 มิลลิลิตร หลังจากแช่ไว้ 23 ชั่วโมงแล้วจึงตรวจสอบลักษณะการกระจายของเมล็ด ข้าวที่สุกได้ง่ายจะพองตัวมากจนกระทั่งแตกและกระจายตัวออก การที่แป้งจากข้าวชนิดต่าง ๆ สุกที่อุณหภูมิต่าง ๆ กันทำให้การหุงข้าวต้องใช้เวลาดังกันด้วย ข้าวที่มีแป้งสุกยากจะใช้เวลามากกว่าข้าวที่มีแป้งหุงสุกง่าย ข้าวที่มีปริมาณอัมัยโลสสูงจะดูดน้ำและพองตัวได้มากถ้าหุงจนสุก ในทางตรงกันข้ามข้าวที่มีอัมัยโลสต่ำจะดูดน้ำและพองตัวได้น้อย ปริมาณอัมัยโลสที่หลุดออกมาจะเป็นอัตราส่วน โดยตรงกับปริมาณอัมัยโลสที่มีอยู่ในเม็ดแป้ง ถ้าเม็ดแป้งมีอัมัยโลสไม่เกินร้อยละ 30 แต่ถ้ามีปริมาณอัมัยโลสสูงกว่านี้การละลายจะน้อยลง อาจเนื่องมาจากการจับตัวกันของอัมัยโลสภายในเม็ดแป้งหลังจากที่เม็ดแป้งสุกแล้ว หรือหลังจากหลุดออกมาจากเม็ดแป้งแล้ว

สำหรับ pasting characteristic นั้นพบว่า ข้าวเหนียวให้ peak viscosity ที่อุณหภูมิต่ำกว่าข้าวเจ้าและ flour จะให้ค่า peak viscosity ต่ำกว่าสตาร์ชถ้าเป็นแป้งชนิดเดียวกัน ทั้งนี้เนื่องจากส่วนประกอบอื่น ๆ เช่น โปรตีนสามารถป้องกันมิให้แป้งดูดน้ำได้สะดวกนัก นอกจากนี้ยังพบว่าเม็ดแป้งที่มีอัมัยโลสสูงแตกตัวได้ยาก แต่จะให้เจลที่มีความหนืดสูง

เฮมิเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลสพบมากในรำละเอียด รำข้าวขาว และจมูกข้าว พบเล็กน้อยในข้าวขาว ข้าวกล้องมีเฮมิเซลลูโลสร้อยละ 1.43-2.08 ข้าวขาวมีร้อยละ 0.61-1.09 รำละเอียดมีร้อยละ 8.59-10.90 และรำข้าวขาวมีร้อยละ 3.15-6.01 นอกจากนี้ยังพบ pentosan ในจมูกข้าวร้อยละ 4.80-7.40 มีผู้ศึกษาเฮมิเซลลูโลสที่มีอยู่เหล่านี้พบว่า รำละเอียดและรำข้าวขาวมีประมาณร้อยละ 0.1 ที่ละลายน้ำได้ และร้อยละ 1.0 ที่ละลายในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.5 นอร์มัล ส่วนข้าวขาวมีประมาณร้อยละ 0.02 ที่ละลายน้ำได้ และร้อยละ 0.1 ที่ละลายในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.5 นอร์มัล ส่วนใหญ่เป็นพวก arabinosan และ xylan

เซลลูโลส เซลลูโลสที่พบส่วนใหญ่อยู่ในชั้นรำ ปริมาณที่พบร้อยละ 62 อยู่ในชั้นรำละเอียด ร้อยละ 4 อยู่ในจมูกข้าว ร้อยละ 7 อยู่ในรำข้าวขาวและร้อยละ 27 อยู่ในข้าวขาว

น้ำตาลอิสระ น้ำตาลอิสระพบมากในจมูกข้าวและเนื้อแป้ง ประกอบด้วยน้ำตาลซูโครสและมีน้ำตาลราฟไฟโนส กลูโคส และฟรุคโตสเล็กน้อย ข้าวกล้องมีน้ำตาลอิสระร้อยละ 0.83-1.36 และข้าวขาวมีร้อยละ 0.09-0.13 ส่วนจมูกข้าวมี reducing sugar ร้อยละ 11.6 และน้ำตาล nonreducing sugar ร้อยละ 9.1

ไฟตินหรือเกลือ myo-inositol hexaphosphate

เป็นสารประกอบที่พบมากในบริเวณผิวของเมล็ด มีฟอสฟอรัสร้อยละ 80 ถ้าพบในข้าวกล้องหรือร้อยละ 40 ถ้าพบในข้าวขาวมาจากสารไฟติน และฟอสฟอรัสร้อยละ 90 ในรำมาจากไฟติน ไฟตินที่พบในข้าวกล้องมีร้อยละ 0.2 ในข้าวขาวมีร้อยละ 0.04-0.06 และในจมูกข้าวมีร้อยละ 0.8

สารประกอบไนโตรเจน

สารประกอบไนโตรเจนที่พบในข้าวประกอบด้วยโปรตีนและกรดอะมิโนอิสระ โปรตีนเป็นส่วนประกอบที่มีมากเป็นอันดับสองรองจากแป้ง ร้อยละ 14 อยู่ในรำข้าวขาว และร้อยละ 83 ในข้าวขาว อย่างไรก็ตาม โปรตีนที่อยู่ตามส่วนต่าง ๆ อาจเปลี่ยนแปลงได้ ขึ้นอยู่กับการจัดรำ และปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าว ถ้าข้าวมีโปรตีนสูงการกระจายของโปรตีนจะสม่เสมอมากขึ้น ความแตกต่างของปริมาณโปรตีนในส่วนต่าง ๆ จะน้อยลง โดยปกติแล้วปริมาณโปรตีนอาจคำนวณได้จากปริมาณไนโตรเจนที่วิเคราะห์ได้ ปริมาณโปรตีนจะเท่ากับผลคูณของปริมาณไนโตรเจนกับ 5.95 โดยถือว่าโปรตีนจากข้าวมีไนโตรเจนร้อยละ 16.8 เนื่องจากมี oryzenin เป็นส่วนใหญ่

เนื่องจากโปรตีนจากส่วนต่าง ๆ ของเมล็ดข้าวมีอยู่ไม่เท่ากัน อัลบูมินและโกลบูลินจะพบมากในข้าวกล้อง กลูเทลินพบมากทั้งในข้าวกล้องและข้าวขาว แสดงว่าอัลบูมินและโกลบูลินมีอยู่สูงมากในเชื้อหุ้มเนื้อแป้งและจมูกข้าว ส่วนกลูเทลินมีอยู่มากที่จุดศูนย์กลางของเนื้อแป้ง แป้งข้าวจึงมีโปรตีนกลูเทลินเป็นส่วนใหญ่ ด้วยเหตุนี้เมื่อนำแป้งมาสกัดด้วยด่างเข้มข้น 0.1 นอร์มัล โดยใช้ต่าง 20 เท่าของปริมาตรแป้ง โปรตีนจะละลายออกมาร้อยละ 97 ถ้าแป้งมีความละเอียดถึง 100 เมต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาส่วนประกอบของโปรตีนพบว่าข้าวกล้องมี lysine สูง แต่มีกรด glutamine ต่ำกว่าข้าวขาว อย่างไรก็ตาม lysine ก็ยังคงเป็น limiting amino acid ติดตามด้วย threonine การที่ร่างกายนำเอา threonine ไปใช้ได้น้อยเป็นเรื่องที่ยังไม่เข้าใจกันดีนัก เพราะโดยปกติแล้วข้าวมีกรดอะมิโนชนิดนี้มากเกินไป ผู้ทำการวิจัยพบว่า ร่างกายนำเอากรดอะมิโนไปใช้ในปริมาณต่าง ๆ กัน คือ lysine ร้อยละ 70-100 threonine ร้อยละ 73-100 methionine ร้อยละ 62-76 isoleucine ร้อยละ 71-99 leucine ร้อยละ 75-80 phenylalanine ร้อยละ 74-76 valine ร้อยละ 71-100 methionine threonine และ tryptophan ลงในข้าวพร้อมกับ lysine จะทำให้ร่างกายใช้ในโตรเจนได้มากขึ้น โดยปกติจะใช้ค่า PER เพื่อแสดงปริมาณในโตรเจนที่ร่างกายนำไปใช้ จากการศึกษพบว่า ค่า PER ของผลิตภัณฑ์จากข้าวมีดังนี้ ข้าวกล้อง 1.73-1.93 ข้าวขาว 1.38-2.56 รำละเอียด 1.61-1.92 รำข้าวขาว 1.84-1.88 และจมูกข้าว 2.59

นอกจากนี้แล้วยังพบว่า ข้าวยังมีสารประกอบในโตรเจนอื่น ๆ ที่มีใช้โปรตีนอีกหลายชนิด ปริมาณที่พบมีประมาณร้อยละ 3 ของในโตรเจนที่พบในข้าวกล้อง หรือร้อยละ 2 ในข้าวขาว พบมากในจมูกข้าว รองลงมาคือ รำ และข้าวขาว ตามลำดับ สารที่พบมากที่สุดคือกรดอะมิโนอิสระ เช่นกรด glutamic, histidine, และ alanine นอกจากนี้นี้ยังพบสารประกอบในโตรเจนอื่น ๆ อีกหลายชนิด เช่น robonucleic acid เป็นต้น

ไขมัน

ในข้าวกล้องไขมันร้อยละ 80 อยู่ในรำละเอียดและรำข้าวขาว และประมาณ 1 ใน 3 อยู่ในจมูกข้าว ไขมันมีส่วนประกอบของกรด oleic acid, linoleic acid และ palmitic acid เป็นส่วนใหญ่ มีกรด lauric และกรด myristoleic เล็กน้อย นอกจากนี้ยังพบ sterol แอลกอฮอล์ที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ ferulic acid และ tocopherol อีก ในส่วนที่เรียกว่า unsaponifiable matter ซึ่งมีอยู่ประมาณร้อยละ 5 พบจี๊ตี่ร้อยละ 3-9 เป็นพวกเอสเทอร์ของ lignoceric acid ($C_{25}H_{47}CO_2H$) และ myrisoyl alcohol ($C_{30}H_{61}OH$) เป็นส่วนใหญ่

วิตามิน

วิตามินส่วนใหญ่พบในส่วนที่เรียกว่า เชื้อหุ้มเนื้อเมล็ดและจมูกข้าว ไม่พบวิตามินเอ วิตามินซี และวิตามินดี ในข้าวสาร รำละเอียด และรำข้าวขาว พบวิตามินบีหนึ่ง วิตามินบีสอง และ niacin โดยพบวิตามินบีหนึ่งในรำละเอียดร้อยละ 65 รำข้าวขาวร้อยละ 13 และข้าวขาวร้อยละ 22 วิตามินบีสองในรำละเอียดร้อยละ 39 รำข้าวขาวร้อยละ 8 และข้าวขาวร้อยละ 53 และ niacin ในรำละเอียดร้อยละ 54 รำข้าวขาวร้อยละ 13 และข้าวขาวร้อยละ 33

เกลือแร่

เกลือแร่ของข้าวมีปริมาณไม่คงที่ แตกต่างกันไปตามลักษณะของดินที่ใช้ปลูก และวิธีวิเคราะห์ จากการวิเคราะห์เกลือแร่จากส่วนต่าง ๆ ของเมล็ดก็พบว่า เกลือแร่ร้อยละ 51 อยู่ในรำละเอียด ร้อยละ 10 อยู่ในรำข้าวขาวและร้อยละ 28 อยู่ในข้าวขาว แร่ธาตุที่พบมี ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม คลอรีน ซิลิกอน โซเดียม และเหล็ก แร่ธาตุที่พบมากที่สุดคือ แมกนีเซียม โพแทสเซียม และซิลิกอน

สารอาหารในข้าวกล้องที่มีคุณค่าและเป็นประโยชน์ต่อร่างกาย

- วิตามินบี 1 ช่วยป้องกันโรคเหน็บชา
- วิตามินบี 2 ป้องกันโรคปากนกกระจอก
- ไนอะซิน ช่วยรักษาระบบผิวหนัง และระบบประสาท ป้องกันโรคเพ็ลเลกกระ (pellagra) ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดอาการท้องเสีย ประสาทไหว
- ฟอสฟอรัส ช่วยในการเจริญเติบโตของกระดูกและฟัน
- แคลเซียม ทำให้กระดูกแข็งแรง ป้องกันไม่ให้เป็นตะคริว
- ทองแดง สร้างเม็ดโลหิตและเฮโมโกลบิน
- ธาตุเหล็ก ป้องกันโรคโลหิตจาง
- โปรตีน เสริมสร้างส่วนที่สึกหรอ
- ไขมัน ให้พลังงานแก่ร่างกาย (ไขมันในเมล็ดข้าวไม่มีโคเลสเตอรอล)
- คาร์โบไฮเดรต ให้พลังงานแก่ร่างกาย
- กาก ข้าวกล้องมีกากอาหารมากซึ่งจะทำให้ท้องไม่ผูก และช่วยป้องกันโรคมะเร็งในลำไส้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุกกี้

คุกกี้เป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่มีขนาดเล็ก แบนและมีรสหวาน มีรูปร่างและกลิ่นรสต่าง ๆ กัน คุกกี้บางชนิดบาง บางชนิดหนา บางชนิดมีสีอ่อนและแก่ บางชนิดอาจจะตกแต่งด้วยผลไม้และพวกนัต ถั่ว (จิตรนา,2539)

คุกกี้สามารถแบ่งเป็นประเภทใหญ่ได้ 2 ประเภท ตามวัตถุประสงค์ที่ใช้และแบ่งตามวิธีการนำไปใช้

ก. แบ่งตามวัตถุประสงค์ที่ใช้มี 2 ชนิด คือ

1. คุกกี้เนย

2. คุกกี้ไข่

1. คุกกี้เนย มีสูตรโครงสร้างเหมือนเค้กแต่มีของเหลวน้อยกว่าเมื่อเทียบกับเค้ก เหตุที่ต้องลดของเหลวลงเพราะคุกกี้จะต้องมีความแข็งพอที่จะหยอดให้เป็นรูปร่างตามต้องการได้ แบ่งเป็น 3 ชนิด

1.1 คุกกี้เนยชนิดอ่อน คุกกี้ชนิดนี้จะมีปริมาณความชื้นสูงสุด ด้วยเหตุนี้จึงต้องการไข่ในปริมาณสูง เพื่อช่วยในการให้โครงสร้างของคุกกี้มากกว่าชนิดอื่น ๆ คุกกี้ชนิดนี้เมื่ออบออกมาแล้วจะอ่อนและนุ่ม

1.2 คุกกี้เนยชนิดแข็ง จะต้องลดปริมาณของเหลวในสูตรเพราะต้องการให้คุกกี้แห้งขึ้นระหว่างการอบ และจะกรอบเมื่ออบเสร็จแล้ว

1.3 คุกกี้ร่วน เป็นคุกกี้ที่มีปริมาณไขมันสูง ทำให้เนื้อสัมผัสของคุกกี้ร่วน ไขมันที่นิยมใช้มากได้แก่ เนยสด เพราะให้กลิ่นรสที่ดี

2. คุกกี้ไข่ ต่างจากคุกกี้เนยทั้งวิธีการผสมและปริมาณไข่ที่มากกว่า เพื่อช่วยให้อากาศและเป็นโครงสร้างของคุกกี้ แบ่งเป็น 3 ชนิด

2.1 เมอแรงค์เชลล์ ทำจากไข่ขาวที่ตีจากน้ำตาลเพื่อเก็บอากาศ โดยตีไข่ขาวให้ขึ้นฟูจนเนื้อเนียนแข็งพอที่จะอุ้มส่วนผสมอื่น ๆ ที่ต้องการใช้ในสูตรไว้ได้ แล้วจึงผสมส่วนผสมอื่น ๆ เข้าไป โดยผสมอย่างเบา ๆ เพื่อไม่ให้ฟองอากาศสูญเสียนไปได้ แล้วจึงนำไปอบที่เตาอบที่มีอุณหภูมิต่ำมาก ๆ เพื่อให้แห้งและแข็งตัวโดยที่ไม่เปลี่ยนสีมากนัก

2.2 มาการุนคุกกี้ ส่วนมากทำจากแอลมอนต์เพสต์ผสมกับน้ำตาลและไข่ขาวจนเรียบเนียน ส่วนผสมที่แข็งอาจทำให้ร้อนตัวได้โดยนำไปอุ่นหรือทำให้ร้อนในหม้อตุ๋นจนอ่อนตัวแล้วจึงหยอดใส่ถาด ส่วนผสมที่แข็งอาจทำให้เป็นรูปต่าง ๆ ได้ตามต้องการ โดยมากจะทำเป็นแท่งยาวและโรยด้วยถั่วและผลไม้ต่าง ๆ

2.3 สเปนจ์คุกกี้ มีวิธีทำและปฏิบัติเช่นเดียวกับสปันจ์เค้ก เพียงแต่คุกกี้สปันจ์ใช้แป้งในปริมาณที่สูงกว่า วิธีทำคือ ผสมน้ำตาลและไข่ตีจนเป็นฟองหนาหรือจนฟองตั้งยอด แล้วผสมแป้งลงไปคนให้เข้ากันเบา ๆ แล้วจึงหยอดหรือบีบใส่ถาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. แบ่งตามวิธีการนำไปใช้ แบ่งเป็น 4 ชนิดด้วยกัน คือ

1. **ลูกกั๊กหยอด** ลูกกั๊กชนิดนี้จะมีรูปร่างไม่คงที่และไม่สม่ำเสมอ มีวิธีการทำง่าย ๆ โดยหยอดแป้งผสมลงบนถาดให้เป็นรูปร่างต่าง ๆ ตามต้องการ
2. **ลูกกั๊กม้วน** ทำจากโดที่ได้นำมารีดเป็นแผ่นแล้วตัดด้วยที่ตัดคุกกี้ เพื่อให้เป็นรูปร่างต่าง ๆ หรือม้วนให้เป็นแท่งแล้วตัดตามขวาง
3. **ลูกกั๊กกด** เป็นลูกกั๊กที่เข้มข้นที่สุด และใช้ในงานเลี้ยงมากที่สุด ทำด้วยเนยและกดผ่านกระบอกกดคุกกี้หรือผ่านหัวบีบให้เป็นรูปร่างต่าง ๆ ตามต้องการ ถ้าจะกดด้วยกระบอกกดคุกกี้ปริมาณของเหลวควรเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เพื่อให้ส่วนผสมอ่อนตัวและกดง่าย แต่ก็ยังคงรูปร่างอยู่ได้ในระหว่างการอบ
4. **ลูกกั๊กแท่ง** ทำจากโดที่ค่อนข้างแข็ง นำมารีดออกเป็นเส้นยาว ๆ บนถาด ทาด้วยไข่หรือไม่ทาก็ได้ แล้วจึงอบ บางชนิดก็ทาหน้าด้วยฟudgeไอซิ่ง แล้วจึงนำมาตัดให้เป็นแท่งหลังจากที่ไอซิ่งแห้งดีแล้ว

วัตถุดิบที่ใช้ในการทำคุกกี้

ส่วนผสมที่ใช้ในการทำคุกกี้ จำแนกได้เป็น 2 พวก เช่นเดียวกับการทำเค้ก คือ วัตถุดิบที่เป็นตัวทำให้คุกกี้อ่อนตัวหรือแข็งตัว ตัวที่เป็นโครงสร้างพื้นฐาน ได้แก่ แป้ง นอกจากนั้นก็ ได้แก่ น้ำ ไข่ทั้งฟอง ไข่ขาว นมผง โกโก้ผง และกรดที่ทำให้ขึ้นฟู และพวกที่ทำให้คุกกี้มีความอ่อนนุ่ม ได้แก่ น้ำตาล ไซรัป ไข่แดง ผงฟู แป้ง สตาร์ช น้ำเป็นตัวทำให้คุกกี้แข็งตัวเนื่องจากเกิดกลูเตนขึ้นเมื่อผสมกับแป้ง

ขั้นตอนการทำคุกกี้

1. การผสม วิธีผสมคุกกี้มีหลายวิธี และขั้นตอนของการผสมก็ได้กำหนดให้เหมาะสมกับชนิดของคุกกี้ที่ทำด้วย

สำหรับคุกกี้เนยมีวิธีผสมดังนี้

1. **วิธีผสมครั้งเดียว (One stage method)** เป็นการผสมส่วนผสมทั้งหมดเข้าด้วยกันจนได้โดที่ต้องการ อาจจะแบ่งของเหลวมาส่วนหนึ่งเพื่อละลายสิ่งที่ช่วยให้ขึ้นฟู เกลือ สารให้กลิ่นรสและสี วิธีนี้เป็นวิธีที่ง่ายและผสมทีเดียวก่อน แต่ก็อาจจะได้โดที่ขึ้น ซึ่งเมื่อผสมนานเกินไปก็จะทำให้การขยายตัวของคุกกี้ลดลง แต่ก็สามารถแก้ไขให้การขยายตัวของคุกกี้ดีขึ้น โดยแบ่งน้ำตาลส่วนหนึ่งไว้เติมในขั้นตอนสุดท้ายของการผสม

2. วิธีครีมเนย (Creaming method) มีหลายวิธีให้เลือกใช้ดังนี้

ก. วิธีสองขั้นตอน (Two-stage method) เป็นวิธีที่ส่วนผสมทั้งหมดมาตีเข้าด้วยกันให้เป็นครีม ยกเว้นแป้งและกรดซึ่งช่วยให้อุ่นฟู ซึ่งจะเติมทีหลัง

ข. วิธีผสมสามขั้นตอน (Three-stage method) เป็นวิธีที่นำไขมันและน้ำตาลมาตีเข้าด้วยกันจนเป็นครีมที่เรียบแน่น แล้วจึงเติมไข่ ของเหลวส่วนหนึ่ง เช่น นม น้ำ สารช่วยให้อุ่นฟู และเกลือลงไปผสม เสร็จแล้วจึงเติมของเหลวที่เหลือลงไป การผสมวิธีนี้ถ้าระยะเวลาในการตีครีมนานเกินไปคุกกี้จะขยายตัวน้อยลง เพราะน้ำตาลจะเป็นเม็ดละเอียดขึ้นและกระจายอยู่ทั่วส่วนผสม ยิ่งถ้าใช้เวลาผสมนานขึ้นหลังจากที่เติมแป้งลงไปแล้ว โดก็จะเหนียวและคุกกี้ก็จะขยายตัวได้น้อยลงเช่นกัน

ค. วิธีคนผสม (Blending method) วิธีนี้ ไขมัน น้ำตาล น้ำเชื่อม แป้งและกรดที่ช่วยให้อุ่นฟูจะถูกผสมให้เข้ากันจนได้โดที่ร่วน แล้วจึงเติมน้ำหรือน้ำมันที่มีเกลือและโซดาหรือโซเดียมไบคาร์บอเนตลงไปผสม การผสมวิธีนี้กลิ่นจะเกิดได้น้อย และจะได้คุกกี้ที่มีเนื้อร่วนมัน

สิ่งสำคัญที่สุดสำหรับการผสมคุกกี้ก็คือ ต้องระวังอย่าให้เกิดกลิ่นในโดขึ้นได้ โดยไม่ผสมมากเกินไป เพราะจะทำให้คุกกี้เหนียวและมีการขยายตัวต่ำ อีกประการหนึ่งโดที่ผสมมากเกินไปจะกดจากกระบอกพิมพ์ หรือบีบจากถุงบีบ หรือบีบออกจากเครื่องได้ยาก

สำหรับคุกกี้ไข่ ซึ่งใช้ไข่ขาวกับน้ำตาล จะต้องตีไข่ขาวให้อุ่นเป็นฟอง และตั้งยอดอ่อนแล้วจึงผสมแป้งลงไป ถ้าตีไข่ขาวนานเกินไปจนไข่ขาวแข็งจะผสมยาก และคุกกี้ที่ได้ก็จะแข็งอีกด้วย

ขนาดของคุกกี้และช่องว่างระหว่างชั้นของคุกกี้เมื่อหยอดลงบนถาดอบ ควรให้มีขนาดที่เท่ากัน และมีระยะห่างพอสมควร เพื่อให้คุกกี้อบสุกพร้อม ๆ กัน และมีการขยายตัวเต็มที่ในระหว่างการอบ ควรทาไขมันบาง ๆ ที่ถาดและทาให้ทั่วถึง ถ้าทาไขมันมากหรือน้อยเกินไป ก็จะทำให้คุกกี้ขยายตัวมากและน้อยตามลำดับ

2. การอบ โดยทั่วไปคุกกี้ใช้เวลาในการอบสั้น สำหรับคุกกี้ที่มีปริมาณน้ำตาลต่ำอยู่ในช่วง 35% หรือต่ำกว่านี้ ต้องการอุณหภูมิในการอบสูงกว่าคุกกี้ปกติที่มีน้ำตาลสูงกว่า 35% หรือเป็นคุกกี้ที่มีไขมันต่ำ

เมื่อนำคุกกี้เข้าตู้อบ ด้านนอกของโดจะเริ่มสุก จึงเกิดลักษณะเป็นฟิล์มแข็ง หรือมีผิวนอกแข็งขึ้น ความร้อนจากตู้อบจะทำให้ไขมันในโดละลายและผลิตภัณฑ์คาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ทำให้โดขยายตัวและเพิ่มปริมาตรขึ้น ในขณะที่เคียวกันน้ำในโดก็จะเปลี่ยนเป็นไอ ซึ่งจะดันให้คุกกี้โดขยายตัวต่อไป เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นสตาโรซจะเปลี่ยนเป็นเจล โปรตีนในแป้ง ไข่ หรือนมจะแข็งตัว ทำให้เกิดโครงสร้างที่แข็งแรงของคุกกี้ โกล์ช่วงสุดท้ายของการอบคุกกี้จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล เนื่องจากปฏิกิริยาของน้ำตาลและโปรตีนในส่วนผสม ทำให้คุกกี้มีสีน้ำตาล กลิ่นหอมและรสชาติดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การทำให้เย็น เมื่อนำลูกก็้อออกจากตู้อบ ลูกก็้อจะยังร้อน อ่อนและมีความชื้นอยู่มาก ในระหว่างการทำให้เย็น โครงสร้างของลูกก็้อจะกลับแข็งขึ้น เมื่อน้ำตาลแข็งตัวและหลังจากนั้นไขมันก็แข็งตัวขึ้นเช่นกัน เนื่องจากไอน้ำภายในระเหยออกไป จนถึงจุดสมดุลระหว่างความชื้นภายในและภายนอกของชั้นลูกก็้อ หรือทำให้ลูกก็้อแตกหักได้ ห้องที่ทำให้ลูกก็้อเย็นจึงต้องมีการควบคุมความชื้นด้วย

คุณสมบัติและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพของวัตถุดิบในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

1. แป้งสาลี (จิตรนา,2539)

องค์ประกอบหลักที่มีผลต่อคุณสมบัติและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพของแป้งสาลี คือ สตาร์ช และ โปรตีนในแป้งสาลี โดยคุณสมบัติหลัก คือการให้โครงร่างแก่ผลิตภัณฑ์

สตาร์ช ที่มีในแป้งสาลีเมื่อมีน้ำแทรกอยู่แล้วได้รับความร้อนจากการอบ จะมีผลให้เกิดเจลเมื่อทำให้เย็นจะคงตัวและมีลักษณะขุ่นขาวขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากอะมิโลสแยกออกจากเม็ดสตาร์ชตกตะกอนให้สีขาวขุ่น เมื่อถึงผลิตภัณฑ์ขนมอบ เช่น ขนมปังไว้นานวันขึ้น ส่วนของอะมิโลเพกตินก็จะเกิดตะกอนขุ่นด้วย ทำให้ขนมปังร่วนและขุ่นมากขึ้น แต่ถ้านำขนมปังนั้นไปอบอีกครั้ง ส่วนของอะมิโลเพกตินจะคืนสภาพเป็นเจลอีกครั้งแต่อะมิโลสจะไม่เปลี่ยนแปลง

โปรตีน ของแป้งสาลีมีองค์ประกอบที่ให้คุณสมบัติพิเศษในการยึดหยุ่น เนื่องจากมีปริมาณไกลอะตินและกลูเตนินมากใกล้เคียงกันเมื่อนวดแป้งกับน้ำมีผลให้โปรตีนทั้งสองรวมตัวกัน ร่วมกับน้ำกลายเป็นกลูเตนที่ให้ ความยืดหยุ่นแก่โดเนื่องจากเกิดการเชื่อม โยงของพันธะทางเคมีหลายชนิด ได้แก่ พันธะ โควเลนต์, ไฮโดรเจน, โพลาร์, ไมโพลาร์, แวนเดอร์วาลส์ และพันธะข้ามของไดซัลไฟด์ โดยเฉพาะพันธะไดซัลไฟด์นี้มีการเคลื่อนย้ายก่อให้เกิดความยืดตัวของกลูเตนได้ เรียกว่า การเคลื่อนที่แบบบราวเนียน (Brownian motion)

ลักษณะการยึดตัวของกลูเตนมีผลทำให้โดอึดก๊าซที่เกิดขึ้นขณะหมักไว้ได้เป็นส่วนใหญ่ ทำให้โดพองฟูขึ้นหลายเท่า เมื่อนำเข้าอบ ความร้อนจะทำให้โปรตีนตกตะกอนจับตัวกันแข็งเป็นโครงร่างของขนมร่วมกับสตาร์ชที่สุก มีผลให้ขนมไม่ยุบตัวหลังจากอบแล้ว

นอกจากองค์ประกอบหลักทั้งสองแล้ว องค์ประกอบอื่นก็มีสมบัติและบทบาทในการเปลี่ยนแปลงลักษณะของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ เช่น น้ำตาลในแป้ง มีส่วนเป็นอาหารของยีสต์ ทำให้ยีสต์เจริญเติบโต เอนไซม์ในยีสต์เปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้ขนมฟูตัวขึ้นจากก๊าซที่เกิดขึ้น มีกลิ่นหมักของสารระเหยจากการทำงานของยีสต์ต่อสารอาหารต่าง ๆ ที่มีในแป้งและที่ผสมลงไปในส่วนผสมด้วย ส่วนเพนโทแซนในแป้งจะมีผลต่อการอุ้มน้ำของโด ทำให้เกิดลักษณะเหนียวหนืด ทำให้ขนมปังมีปริมาตรเพิ่มขึ้นและมีเนื้อสัมผัสที่นุ่ม เก็บได้นาน ในทำนอง

เดียวกัน ไขมันในแป้งมีส่วนช่วยให้เกิดการแทรกตัวร่วมกับ โปรตีน ในขณะที่ผสมเกิดเป็นลิโพ โปรตีน ขึ้นโดยฟอสโฟลิพิด ส่วนไขมันประเภทโพลาร์และ ไมโพลาร์ก็มีส่วนเชื่อมคาร์โบไฮเดรตและ โปรตีนให้อยู่ร่วมกันเป็นเนื้อโด

2. น้ำ

เป็นวัตถุดิบหลักชนิดหนึ่งในการทำขนมปัง ส่วนขนมอบอื่นก็เป็นสิ่งจำเป็นที่มีในส่วนผสม ซึ่งอาจจะไม่อยู่ในรูปน้ำโดยตรง แต่อยู่ในลักษณะของของเหลวในสารอื่น เช่น นํ้านม ไข่ และน้ำเชื่อม เป็นต้น น้ำเป็นสารประกอบที่มีคุณสมบัติเป็นตัวทำละลายที่ดี เนื่องจากเกาะเกี่ยวกันด้วย พันธะไฮโดรเจน ซึ่งมีแรงดึงดูดลักษณะอิเล็กโตรสแตติกต่ำ แยกแยกและรวมตัวใหม่ได้ง่าย ทำให้ กระจายตัวและละลายสารทั้งประเภทอินทรีย์ และอนินทรีย์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติ จึงทำให้น้ำธรรมชาติไม่บริสุทธิ์ตามคุณลักษณะทางเคมี ดังนั้นเมื่อนำน้ำมาใช้ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ จึงต้องคำนึงถึง ชนิดของน้ำซึ่งมีลักษณะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสารที่ละลายในน้ำนั้น

3. สารเคมีที่ช่วยให้ขนมขึ้นฟู

ลักษณะเนื้อขนมเค้กที่เป็นรูคล้ายฟองน้ำ มีความเบา และนุ่มเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคนั้น เกิดเนื่องจากแรงดันของก๊าซที่เกิดขึ้นในขณะที่ผสม และขณะอบ คือ แรงดันของอากาศ ไอน้ำ และ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยแต่ละผลิตภัณฑ์อาจเกิดการฟูตัวจากแรงดันทั้งสามชนิด หรือชนิดใด ชนิดหนึ่ง หรือสองชนิดร่วมกันขึ้นอยู่กับสูตรและชนิดของขนมอบนั้น ๆ

ผงฟู (Baking powder) จะมีส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน คือ โซเดียมไบคาร์บอเนต เกลือของ กรด และสารหรือแป้งเพื่อให้เป็นสารเติม (filler) กันความชื้นและกันการเกิดปฏิกิริยาก่อนใช้ซึ่ง ในปัจจุบันประเทศผู้ผลิต เช่นสหรัฐอเมริกาได้ออกกฎหมายควบคุมปริมาณการใช้สารเคมีในผงฟู โดยให้ใช้โซเดียมไบคาร์บอเนตเท่านั้นที่เป็นสารให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และควรใช้ในปริมาณ ที่จะผลิตก๊าซได้ไม่น้อยกว่า 12 % แต่คุณภาพหรือประสิทธิภาพของผงฟูที่ได้นั้น มิใช่ขึ้นอยู่กับ ปริมาณก๊าซที่ผลิตทั้งหมดเท่านั้น แต่จะขึ้นอยู่กับอัตราการเกิดก๊าซของผงฟูว่าเหมาะสม และให้ ผลต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์ได้ดีมากน้อยแค่ไหน ซึ่งลักษณะที่ดีของผงฟูนั้นควรจะเกิดปฏิกิริยาให้ ก๊าซในขณะที่ผสม ให้ก๊าซน้อยหลังการผสมและก่อนอบ และจะให้ก๊าซเต็มที่จนหมดแต่เป็นไปอย่าง สม่ำเสมอตั้งแต่เริ่มเข้าอบจนกระทั่งขนมสุก จึงจะมีผลให้ลักษณะเนื้อขนมนุ่มมีรูพรุนคล้ายฟองน้ำ อย่างสม่ำเสมอ และอยู่ตัวไม่ยุบหลังจากนำออกจากเตาอบ แต่อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์บางชนิดอาจ ต้องการลักษณะการขึ้นฟูเร็ว เพราะหลังจากผสมเสร็จจะเข้าอบอุณหภูมิสูงในเวลาสั้น จึงต้องใช้ผง ฟูชนิดที่ให้ก๊าซเร็วทันทีที่ผสมเสร็จ หรือผลิตภัณฑ์บางชนิดต้องการ การขึ้นฟูอย่างช้า ๆ ภายในเตา อบเท่านั้นก็ควรใช้ผงฟูชนิดที่ให้ก๊าซช้า ดังนั้นจึงมีการผลิตผงฟูชนิดต่าง ๆ หลายชนิดตามวัตถุประสงค์ในการใช้ และจากการที่กฎหมายบังคับให้ใช้เฉพาะโซเดียมไบคาร์บอเนตในการทำผงฟู เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้ชนิดของผงฟูแตกต่างกันเนื่องจากเกลือของกรดที่ใช้ทำนั้น ดังนั้นการแบ่งประเภทของผงฟูจึงขึ้นอยู่กับชนิดของเกลือกรดในส่วนผสมและสัมพันธ์กับอัตราการทำให้เกิดก๊าซของเกลือกรดนั้น

ส่วนประกอบสำคัญอีกชนิดหนึ่งของผงฟูคือ สตาร์ทหรือแป้ง ที่จำเป็นต้องเติมลงในผงฟูเพื่อทำหน้าที่สำคัญ 3 ประการ คือ

1. เพื่อช่วยไม่ให้เบกิงโซดาทำปฏิกิริยากันก่อนที่จะผสมในส่วนผสมของขนมอบ
2. ทำหน้าที่ดูดความชื้นไว้ ทำให้เก็บผงฟูไว้ได้นานไม่เกาะเป็นก้อน
3. เติมให้ผงฟูมีเนื้อสตาร์ทหรือแป้งผสมอยู่จำนวนหนึ่ง ทำให้ช่วงผงฟูได้ปริมาณที่เหมาะสมกับส่วนเบกิงโซดาและเกลือกรดตามสัดส่วนที่ต้องการได้ง่าย

สำหรับชนิดของสตาร์ทที่นิยมใช้เติมในผงฟูนี้ คือ สตาร์ทข้าวโพด เพราะมีสีขาว ผงละเอียดแห้ง ผสมเข้ากับเบกิงโซดาและเกลือกรดได้ดี

4. น้ำตาล

เป็นวัตถุดิบที่ให้ความหวานแก่ผลิตภัณฑ์เป็นหลัก นอกจากนี้ยังมีผลในการเป็นอาหารของยีสต์ในส่วนผสมขนมปัง ทำให้ลักษณะโดเหมาะสม ช่วยในการอุ้มน้ำ ให้สีน้ำตาลรวมทั้งกลิ่นรสและรสชาติของผลิตภัณฑ์แป้งที่ยอมรับแก่ผู้บริโภค คุณสมบัติดังกล่าวของน้ำตาลจะมีมากน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำตาล ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ น้ำตาลทั่วไป (น้ำตาลชั้นเดียว) ได้แก่ กลูโคส (เดกซ์โทรส), ฟรักโทส (เลวูโลส) และกาแล็กโทส เป็นต้น และน้ำตาลหลายชั้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำตาลสองชั้น ได้แก่ ซูโครส, มอลโทส และแล็กโทส เป็นต้น ซึ่งน้ำตาลเหล่านี้อาจเป็นวัตถุดิบในรูปสารสังเคราะห์ทางเคมีที่มีความบริสุทธิ์มาก หรือเป็นองค์ประกอบของสารที่ให้ความหวานตามธรรมชาติ เช่น น้ำผึ้ง, น้ำอ้อย เป็นต้น โดยมีลักษณะเป็นผงละเอียด เป็นเกล็ด เป็นเม็ดผลึกน้ำตาล หรือเป็นของเหลวก็ได้

5. มาร์การีน (Margarine)

เป็นผลิตภัณฑ์ประเภทอิมัลชันของน้ำในน้ำมัน ประกอบด้วยไขมัน 80 % และสารอื่นเช่น น้ำ, นมผง, เกลือ, สารอิมัลซิไฟเออร์ และสารให้สีและกลิ่นรสเพื่อให้คล้ายเนยสด แต่มีคุณสมบัติดีกว่าในด้านการหลอมเหลวที่อุณหภูมิสูงกว่า

มาร์การีนเกรดธรรมดาจะมีลักษณะคล้ายเนยสดมากที่สุด ง่าย ละลายในปากได้เร็ว กลิ่นรสคล้ายเนยสดมาก สำหรับมาร์การีนเกรดช่างทำขนมอบ ทำขึ้นพิเศษเพื่อใช้ในส่วนผสมของขนมอบไม่ใช่ใช้บริโภคโดยตรง จึงมีคุณสมบัติในการหลอมละลายที่อุณหภูมิสูง มีความคงตัวเป็นจีฟอยู่ยาวนาน คล้ายเนยขาวแต่มีรสชาติและสีเหลืองเหมือนเนยสด ส่วนเนยนิช เพสตรี่ มาร์การีน จะมีความคงตัวและจุดหลอมเหลวสูงกว่ามาร์การีนเกรดช่างทำขนมอบ มีลักษณะยืดหยุ่นเหมาะสม เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการรีดระหว่างชั้นโค โดยไม่ประหรือแข็งจนทำให้โคขาดในขณะรีดหรือเหลว หลอมละลายง่าย กลายเป็นน้ำมันขณะรีด ซึ่งจะมีผลให้ขนมที่ได้ไม่เป็นชั้นตามต้องการ ดังนั้นเพื่อการทำขนมเคนิช เพสตรี ให้มีลักษณะที่ดี จึงได้พัฒนามาร์การีนลักษณะเฉพาะนี้ขึ้นมา จึงเรียกว่า เคนิช เพสตรี มาร์การีน ในทำนองเดียวกันกับ พัพ เพสตรี มาร์การีน ซึ่งคัดแปร ให้มีจุดหลอมเหลวสูงกว่าเคนิช เพสตรี มาร์การีน เล็กน้อยและเหมาะสมในการรีดและม้วนให้เป็นขนมพัพ เพสตรีที่ดี

เราสามารถนำเนยขาวมาคัดแปร ให้มีลักษณะต่าง ๆ คล้ายมาร์การีนแต่ละชนิดข้างต้นได้เช่นกัน โดยข้อแตกต่างหลักระหว่างเนยขาวกับมาร์การีนนั้น คือส่วนประกอบของมาร์การีนจะมีไขมันอยู่ด้วยเสมอ แต่ในเนยขาวจะเป็นน้ำแทนน้ำมันหรือเนยผง

หน้าที่และชนิดของไขมันที่ใช้ในผลิตภัณฑ์คุกกี้ (ใช้ไขมันประมาณ 10-15 %) โดยใช้น้ำมันชนิดที่เติมไฮโดรเจนเพื่อให้มีลักษณะ

- คงตัวไม่เหม็นหืนเร็ว
- ขึ้นฟูพอควร

6. ไข่

ส่วนของไข่ซึ่งมีทั้งไข่แดงและไข่ขาวรวมกันนั้นมีคุณสมบัติที่ดีต่อผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ที่สำคัญคือให้คุณค่าทางอาหาร ทำให้ขนมขึ้นฟู ช่วยให้ไส้คัสตาร์ดขึ้น ช่วยรวมส่วนผสมอื่นให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกันและมีลักษณะเป็นอิมัลชันไฟเบอร์ ทำให้เม็ดยังรวมตัวกับส่วนอื่นที่เป็นน้ำ เช่น มาของเนย และช่วยให้ไอศกรีมและลูกกวาดมีเนื้อเนียนไม่เป็นผลึก

ถ้าใช้เฉพาะไข่ขาว ซึ่งมีโปรตีน มูซิน (mucin) ที่ให้ลักษณะเป็นเจลของไข่ขาว ส่วนโปรตีนโอวัลบูมิน จะตกตะกอนจับกันเป็นก้อนเมื่อได้รับความร้อนหรือถูกตีให้ขึ้นฟู แต่ถ้าใช้เฉพาะไข่แดง ซึ่งมีสารฟอสโฟลิพิด คือ เลซิทีน มีคุณสมบัติเป็นอิมัลซิไฟต์ ทำให้ไข่แดงมีคุณสมบัติที่ช่วยให้ไขมันหรือไขมันรวมอยู่กับน้ำเป็นเนื้อเดียวกันได้

ดังนั้น ไข่จึงมีหน้าที่ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ดังนี้ คือ

1. เพิ่มคุณค่าทางอาหาร
2. เพิ่มกลิ่นรส, เนื้อสัมผัสและคุณภาพในการรับประทาน
3. ช่วยให้สีของผลิตภัณฑ์เหลืองสวย
4. เป็นตัวเชื่อมให้ส่วนผสมทั้งหมดเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน
5. ช่วยให้ขนมขึ้นฟู และเป็นโครงร่างที่มีรูพรุนของขนม
6. มีคุณสมบัติเป็นอิมัลซิไฟเบอร์ (จากเลซิทีนในไข่แดง)
7. ทำให้เนื้อขนมนุ่ม
8. ช่วยให้เก็บรักษาขนมไว้ได้นาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อผิดพลาดที่เกิดจากแป้งคูกี้และสาเหตุ

1. คูกี้ไม่ขยายตัว
 - ก. น้ำตาลละเอียดเกินไป
 - ข. ผสมน้ำตาลลงไปครึ่งเดียวหมด
 - ค. ผสมมากเกินไปทำให้แป้งเหนียว
 - ง. ใดอยู่ในสภาพเป็นกรดมากเกินไป
 - จ. ตู้อบร้อนเกินไป
2. คูกี้ขยายตัวมากเกินไป
 - ก. น้ำตาลมาก
 - ข. แป้งผสมอ่อนเกินไป
 - ค. ไขมันที่ล้ามากเกินไป
 - ง. อุณหภูมิตู้อบต่ำเกินไป
 - จ. ใช้ไขมันมากเกินไปหรือใช้ไขมันไม่เหมาะสม
 - ฉ. แป้งผสมมีสภาพเป็นด่างมากเกินไป
3. คูกี้ลึ้มในระหว่างอบ
 - ก. สารช่วยให้ขึ้นฟูมากเกินไป
 - ข. แป้งผสมอ่อนไป
 - ค. ใช้แป้งโปรตีนต่ำ
 - ง. ขนาดไม่เหมาะสม
4. คูกี้แข็ง
 - ก. ไขมันไม่เพียงพอ
 - ข. ผสมมากเกินไป
 - ค. แป้งโปรตีนสูงไป
5. คูกี้ติดกับถาด
 - ก. แป้งอ่อนเกินไป
 - ข. ปริมาณไข่ที่ใช้มากเกินไป
 - ค. แป้งผสมอ่อนเกินไป
 - ง. ถาดไม่สะอาด
 - จ. ใช้โลหะไม่เหมาะสมในการทำถาด
6. คูกี้มีสีคล้ำ
 - ก. มีโซดามากเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. คุณก็มีจุดสีดำและเนื้อหยาบ
 - ก. ใสแอมโมเนียมากไป
8. คุณก็ไม่มีรสชาติ
 - ก. อบนานเกินไป
 - ข. โดมีสภาพเป็นด่างมากไป
9. ผิวคุณก็มีเส้นบาง ๆ คล้ายรอยแตก
 - ก. อบนานเกินไป
 - ข. ทำให้คุณก็เย็นเร็วเกินไป
 - ค. ขาดความชื้นระหว่างอบและหลังอบ
 - ง. เก็บไม่ดี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัสดุดิบ

ข้าวหอมมะลิกล้อง

ข้าวแดงมันปลูกกล้อง

ข้าวโอชา (ข้าวหอมมะลิ ข้าวแดงมันปลูก ข้าวเหนียวผสมกัน) จากร้านพลังบุญ
(สุขาภิบาล1)

น้ำตาลทรายมิตรผล

มาการีนเค้กที่อป ร้านเบเกอร์ซ้อป (มีนบุรี)

ผงฟูรอซัล

ไข่ไก่

วานิลลาวิวนเนอร์

แป้งอเนกประสงค์ตราว่าว

3.2 สารเคมี

1. กรดซัลฟูริกเข้มข้น 93-98%
2. กรดซัลฟูริก 0.255N
3. กรดบอริก 2%
4. กรดไฮโดรคลอริก 0.01N
5. คอปเปอร์ซัลเฟต
6. ซิลิเนียมไดออกไซด์
7. โซเดียมไฮดรอกไซด์ 30%
8. โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.313 N
9. Mixed indicator (Bromocresol green and Methyl red)
10. petroleum ether
11. โปตัสเซียมซัลเฟต 10%
12. เอซิลแอลกอฮอล์

3.3 อุปกรณ์ในการทดลอง

1. บีเปต 10 มิลลิลิตร
2. บีกเกอร์ 150 มิลลิลิตร
3. บีกเกอร์ 250 มิลลิลิตร
4. บีกเกอร์ 600 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ขวดวัดปริมาตร 1000 มิลลิลิตร
6. ขวดพลาสติก
7. ลูกยาง
8. ขาตั้ง
9. บิวเรต
10. ขวดรูปชมพู 250 มิลลิลิตร
11. tong
12. aluminium can
13. แห้งแก้วคน
14. กระบอกรน้ำกลั่น
15. ซ้อนดักสาร
16. thimble
17. bottom flask
18. kjeldahl flask
19. ครูชีเบ็ด
20. ซ้อนดวง
21. ถาด
22. ตะแกรง
23. พายพลาสติก
24. ที่ร้อนแบ่ง

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องชั่งน้ำหนัก
2. desiccator
3. hot plate
4. hot air oven
5. เครื่องบดข้าว
6. เครื่องผสม
7. เครื่องย่อยโปรตีน
8. เครื่องกลั่นโปรตีนโดยวิธี Micro Kjeldahl
9. เครื่องสกัดไขมัน Soxhlet apparatus
10. เครื่องผสม
11. เตาอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.5.1 การเตรียมวัตถุดิบและกรรมวิธีการผลิตเบื้องต้น

1. นำข้าวกล้องจำนวน 3 พันธุ์คือ ข้าวหอมมะลิกล้อง ข้าวแดงมันปลูกกล้อง ข้าวโอชา มาบดด้วยเครื่องบดข้าวโดยใช้ตะแกรงขนาด 0.12 มม. จะได้แป้งข้าวกล้องบรรจุในถุงพลาสติกเก็บไว้

2. นำแป้งข้าวกล้องทั้ง 3 ชนิดมาผลิตคุกกี้ โดยดัดแปลงจากสูตรคุกกี้ถั่วลิสง (สมพงษ์,2541) โดยใช้แป้งข้าวกล้องแทนในส่วนของแป้งสาลี โดยมีสูตรดังนี้

แป้งข้าวกล้องร่อนแล้ว	175	กรัม
ผงฟู	1	ช้อนชา
มาการีน	150	กรัม
น้ำตาลทรายขาว	95	กรัม
ไข่ไก่	1	ฟอง
วานิลลา	1	ช้อนชา

วิธีทำ

1. ร่อนแป้งและผงฟูรวมกัน
2. คนมาการีนกับน้ำตาลจนขึ้นสี
3. ตักแป้งประมาณ 1 ช้อนชา หยอดบนถาดแบนสำหรับอบ เว้นระยะห่างประมาณ 1 นิ้ว
4. อบไฟขนาดกลาง 375°F ประมาณ 10-15 นาที พอสุกเหลืองดี นำออกจากเตา แะขึ้นจากถาด วางบนตะแกรงพักขนมให้เย็น

3. ทำการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีความเป็นไปได้ในการผลิตคุกกี้มากที่สุด โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyser ; Stable Micro System) หัววัดแบบ Crisp Fracture Support Rig Code HDP/CFS ใช้แรงที่ใช้กดเป็นเกณฑ์ในการตัดสิน คุกกี้ที่ใช้แรงกดมากที่สุดจะได้รับการคัดเลือก

4. ตรวจสอบปริมาณ โปรตีน ไขมัน ความชื้น เยื่อใยของคุกกี้สูตรที่คัดเลือกมาแล้ว

วิเคราะห์หาปริมาณ โปรตีน โดยวิธี Micro Kjeldahl (AOAC,1990)

วิเคราะห์หาปริมาณ ไขมัน โดยวิธี Crude fat (AOAC,1990)

วิเคราะห์หาปริมาณความชื้น โดยวิธี (AOAC,1984)

วิเคราะห์หาปริมาณเยื่อใย โดยวิธี (AOAC,1990)

3.5.2 การพัฒนาสูตรของคุกกี้ข้าวกล้อง

1. การศึกษาอัตราส่วนของแป้งที่เหมาะสม

1. ศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวกล้องต่อแป้งสาลีที่เหมาะสมในการผลิตคุกกี้ข้าวกล้อง โดยทำการทดลองแบบ RCB (Randomized Complete Block Design) มี 5 treatment คือ อัตราส่วนของแป้งข้าวกล้องต่อแป้งสาลี เป็น 50:50, 60:40, 70:30, 80:20 และ 0:100 มีผู้ชิมจำนวน 20 คน

2. นำคุกกี้ข้าวกล้องในแต่ละสูตรมาทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสโดยวิธี Scoring Test โดยใช้ระดับคะแนนการยอมรับ 5 ระดับคือ 1-5 ซึ่งมีปัจจัยในการตัดสินคือ สี กลิ่น ความร่วน ความกรอบ และการยอมรับรวม ใช้ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส คือนักศึกษาภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร จำนวน 20 คน

3. ตรวจสอบทางเคมี โดยหาปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้น เชื้อไขของคุกกี้สูตรที่คัดเลือกมาแล้ว

2. การศึกษาปริมาณแป้งและมาการีน

1. ปรับปริมาณแป้งและมาการีน จากสูตรพื้นฐานเพื่อลดความร่วนของคุกกี้ ใช้แผนการทดลองแบบ Factorial 2x2 มี 2 ตัวแปร คือ

ตัวแปรที่ 1 เพิ่มปริมาณแป้ง มี 2 ระดับ คือ 20 และ 40 กรัม

ตัวแปรที่ 2 ลดปริมาณมาการีน มี 2 ระดับ คือ 20 และ 40 กรัม

2. นำคุกกี้ในแต่ละสูตรมาทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสโดยวิธี Scoring Test โดยใช้ระดับคะแนนการยอมรับ 5 ระดับ คือ 1-5 ใช้ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส คือนักศึกษาภาควิชา อุตสาหกรรมเกษตร จำนวน 20 คน โดยคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมจากการให้คะแนนด้านสี กลิ่น ความร่วน ความกรอบ การยอมรับรวม

3. ศึกษาอัตราส่วนของน้ำตาลที่เหมาะสม

1. ทำการทดลองปรับปริมาณน้ำตาลโดยดัดแปลงสูตรคุกกี้ถั่วลิสง (สมพงษ์ พานิช, 2541) โดยใช้แผนการทดสอบแบบ RCB มี 4 treatment คือ

treatment ที่ 1 เพิ่มปริมาณน้ำตาล 4% จากสูตรพื้นฐาน

treatment ที่ 2 เพิ่มปริมาณน้ำตาล 8% จากสูตรพื้นฐาน

treatment ที่ 3 เพิ่มปริมาณน้ำตาล 12% จากสูตรพื้นฐาน

2. นำคุกกี้ในแต่ละสูตรมาทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสโดยวิธี Scoring Test โดยใช้ระดับคะแนนการยอมรับ 5 ระดับ คือ 1-5 ใช้ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส คือนักศึกษาภาควิชา อุตสาหกรรมเกษตร จำนวน 20 คน โดยคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมจากการให้คะแนนด้านสี กลิ่น ความหวาน การยอมรับรวม

3.5.3 การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์

1. ทดสอบทางด้านเคมี ได้แก่ วิเคราะห์หาปริมาณ โปรตีน ไขมัน ความชื้น เหนือไฮ

3.5.4 การเปรียบเทียบคุณภาพของคุกกี้ข้าวกล้องกับผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกันในห้องตลาด

1. นำผลิตภัณฑ์สูตรที่คัดเลือกมาแล้วมาทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโดยเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงอีก 3 ตัวอย่าง โดยวิธี Scoring Test โดยใช้ระดับคะแนนการยอมรับ 5 ระดับคือ 1-5 ซึ่งมีปัจจัยในการตัดสินคือ สี กลิ่น ความกรอบ รสชาติ และการยอมรับรวม ใช้ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส คือนักศึกษาภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร จำนวน 20 คน

2. ศึกษาความเป็นไปได้ในการวางจำหน่ายในห้องตลาดโดยเปรียบเทียบราคาค้นทุนต่อหน่วย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บทที่ 4

ผลและวิจารณ์การทดลอง

4.1 การเตรียมวัตถุดิบและกรรมวิธีการผลิตเบื้องต้น

เมื่อนำคุกกี้ข้าวหอมมะลิกลิ้ง ข้าวโอช่า และข้าวแดงมันปลูกลิ้ง มาตรวจสอบเนื้อสัมผัส โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyser ; Stable Micro System) หัววัดแบบ Crisp Fracture Support Rig Code HDP/CFS แสดงผลดังตารางที่ 2

จะเห็นว่าคุกกี้ข้าวหอมมะลิกลิ้งต้องใช้แรงกดสูงสุดโดยใช้แรงกดเฉลี่ย 381.943 กรัม ส่วนคุกกี้ข้าวแดงมันปลูกลิ้ง และคุกกี้ข้าวโอช่ากลิ้งใช้แรงกดเฉลี่ย 137.993 และ 88.458 กรัม ตามลำดับ ดังนั้นคุกกี้ข้าวหอมมะลิกลิ้งจึงได้รับการคัดเลือก

เมื่อนำคุกกี้ข้าวหอมมะลิกลิ้งมาตรวจสอบคุณภาพ จะมีปริมาณความชื้นเท่ากับ 0.44 , โปรตีนเท่ากับ 5.77 , ไขมันเท่ากับ 31.59 , สารเส้นใยเท่ากับ 6.11



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงแรงกดที่ใช้กดคูกี้ข้าวหอมมะลิกล้อง คูกี้โอชา และคูกี้แดงมันปูกล้อง

ตัวอย่างคูกี้	แรงกด (g)	ระยะทาง (mm)
COOK101	184.876	1.493
COOK102	452.660	2.225
COOK103	570.428	2.555
COOK201	76.457	0.723
COOK202	70.258	0.675
COOK203	130.958	0.728
COOK204	175.393	1.163
COOK205	207.057	1.370
COOK206	113.896	0.755
AVE1	381.943	2.476
AVE2	88.458	0.721
AVE3	137.993	1.291

หมายเหตุ cook101 คือ ข้าวหอมมะลิกล้องครั้งที่ 1

cook102 คือ ข้าวหอมมะลิกล้องครั้งที่ 2

cook103 คือ ข้าวหอมมะลิกล้องครั้งที่ 3

cook201 คือ ข้าวโอชารั้งที่ 1

cook202 คือ ข้าวโอชารั้งที่ 2

cook203 คือ ข้าวโอชารั้งที่ 3

cook204 คือ ข้าวแดงมันปูกล้องครั้งที่ 1

cook205 คือ ข้าวแดงมันปูกล้องครั้งที่ 2

cook206 คือ ข้าวแดงมันปูกล้องครั้งที่ 3

ave1 คือ ข้าวหอมมะลิกล้องเฉลี่ย

ave2 คือ ข้าวโอชาเฉลี่ย

ave3 คือ ข้าวแดงมันปูกล้องเฉลี่ย

4.2 การพัฒนาสูตรของคุกกี้ข้าวกล้อง

4.2.1 การศึกษาอัตราส่วนของแป้งที่เหมาะสมโดยการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

การศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวกล้องต่อแป้งสาลีที่เหมาะสมในการผลิตคุกกี้ โดยมีอัตราส่วน 50:50, 60:40, 70:30, 80:20 และ 0:100 เมื่อทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส โดยมีปัจจัยในการตัดสินใจคือ สี กลิ่น ความร่วน ความกรอบ การยอมรับรวม ใช้ผู้ทดสอบ 20 คน ได้ผลดังตารางที่ 3 คะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสของการศึกษาอัตราส่วนของแป้งสาลีต่อแป้งข้าวกล้อง

แป้งข้าวกล้อง:แป้งสาลี (%)	สี	กลิ่น	ความร่วน	ความกรอบ	การยอมรับรวม
50:50	3.525a	2.900 ab	2.150a	1.925d	2.450a
60:40	2.750b	3.075ab	2.825a	2.875a	2.775a
70:30	2.200c	2.725a	2.675a	2.800a	2.750a
80:20	3.075b	2.975ab	2.475a	2.375c	2.725a
0:100	3.725a	3.200b	4.000b	3.975b	4.025b

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง (column) หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้แผนการทดลองแบบ RCB และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD

จากตาราง พบว่าคุณลักษณะด้านสีของคุกกี้ข้าวกล้องที่อัตราส่วนแป้งข้าวกล้องต่อแป้งสาลี 50:50 และ 0:100 ไม่มีความแตกต่างกัน แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราส่วน 60:40, 70:30, 80:20 และอัตราส่วน 60:40, 80:20 ไม่มีความแตกต่างกัน แต่มีความแตกต่างกับอัตราส่วน 50:50, 70:30, 0:100 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

คุณลักษณะด้านกลิ่นของคุกกี้ข้าวกล้องที่อัตราส่วนของแป้ง 50:50, 60:40, 80:20 ไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ทางสถิติระดับความเชื่อมั่น 95% และ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเทียบกับอัตราส่วน 70:30 และ 0:100 แต่อัตราส่วน 70:30 และ 0:100 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

คุณลักษณะด้านความร่วนและการยอมรับรวมของคุกกี้ข้าวกล้องที่อัตราส่วนแป้ง 50:50, 60:40, 70:30 และ 80:20 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราส่วน 0:100

คุณลักษณะด้านความกรอบของคุกกี้ข้าวกล้องพบว่าอัตราส่วนแป้ง 50:50, 80:20 และ 0:100 มีความแตกต่างของอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราส่วน 60:40 และ 70:30

เอ็กสาร์ทเป็นเอ็กสาร์ทที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ริมนให้คะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะด้านกลิ่น ความร่วน ความกรอบ และการยอมรับรวมของคุกกี้ข้าวกล้องที่อัตราส่วนแป้ง 60:40 สูงรองจาก 0:100 คุณลักษณะด้านความกรอบคุกกี้ข้าวกล้องที่อัตราส่วนแป้ง 60:40 และ 70:30 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราส่วนแป้ง 50:50, 80:20 และ 0:100 ดังนั้นจึงคัดเลือกสูตรที่มีปริมาณของแป้งข้าวกล้องต่อแป้งสาลีเป็น 60:40 มาทำการปรับความร่วนต่อไป

เมื่อนำมาตรวจสอบคุณภาพ จะมีปริมาณความชื้นเท่ากับ 0.27 , โปรตีนเท่ากับ 5.48, ไขมันเท่ากับ 31.43 , สารเยื่อใยเท่ากับ 5.89

4.2.2 การศึกษาปริมาณแป้งและมาร์การีนโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส

สูตรที่1 เพิ่มแป้ง 20 กรัม ลดมาร์การีน 20 กรัม

สูตรที่2 เพิ่มแป้ง 20 กรัม ลดมาร์การีน 40 กรัม

สูตรที่3 เพิ่มแป้ง 40 กรัม ลดมาร์การีน 20 กรัม

สูตรที่4 เพิ่มแป้ง 40 กรัม ลดมาร์การีน 40 กรัม

คัดเลือกสูตรที่เหมาะสมจากการให้คะแนนด้านสี กลิ่น ความร่วน ความกรอบ

การยอมรับรวม ได้ผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 คะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสของการศึกษาปริมาณแป้งและมาร์การีน

สูตรที่	สี	กลิ่น	ความร่วน	ความกรอบ	การยอมรับรวม
1	7.020a	6.165a	5.400b	4.815a	5.580d
2	6.390b	5.580b	5.445b	5.445b	6.345c
3	4.590c	5.400b	5.895c	6.030c	5.985b
4	4.815c	5.490b	6.750a	7.425d	6.667a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง (column) หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้แผนการทดลองแบบ Factorial 2x2 และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD

จากตาราง พบว่าคุณลักษณะด้านสีของคุกกี้ข้าวกล้องสูตรที่ 3 และ 4 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับคุกกี้ข้าวกล้องสูตรที่ 1 และ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณลักษณะด้านกลิ่นของคุกกี้ข้าวกล้องสูตรที่ 2, 3 และ 4 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ 1

คุณลักษณะด้านความร่วนของคุกกี้ข้าวกล้องสูตรที่ 1 และ 2 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับคุกกี้ข้าวกล้องสูตรที่ 3 และ 4 และคุกกี้ข้าวกล้องสูตรที่ 3 และ 4 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

คุณลักษณะด้านความกรอบและการยอมรับรวมของคุกกี้ข้าวกล้องพบว่าทุกสูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผู้วิจัยให้คะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะด้านความร่วน ความกรอบ และการยอมรับรวมของ คุกกี้ข้าวกล้องสูตรที่ 4 มีค่าสูงสุด คุณลักษณะด้านความกรอบและการยอมรับรวมคุกกี้ข้าวกล้องทุกสูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังนั้นจึงคัดเลือกสูตรที่มีการเพิ่มปริมาณแป้ง 40 กรัมและลดมาร์การีน 40 กรัมจากสูตรพื้นฐาน มาปรับปริมาณน้ำตาลต่อไป

4.2.3 การศึกษาอัตราส่วนของน้ำตาลที่เหมาะสมโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส

สูตรที่ 1 เพิ่มน้ำตาลจากสูตรพื้นฐาน 4%

สูตรที่ 2 เพิ่มน้ำตาลจากสูตรพื้นฐาน 8%

สูตรที่ 3 เพิ่มน้ำตาลจากสูตรพื้นฐาน 12%

คัดเลือกสูตรที่เหมาะสมจากการให้คะแนนด้านสี กลิ่น ความหวาน การยอมรับรวม ได้ผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 คะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสของการศึกษาปริมาณน้ำตาล

สูตรที่	สี	กลิ่น	ความหวาน	การยอมรับรวม
1	3.725a	3.275a	3.575a	3.650a
2	3.050b	3.225a	3.300b	3.330b
3	2.850b	2.775a	3.275b	2.800c

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง (column) หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้แผนการทดลองแบบ Factorial 2x2 และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตาราง พบว่าคุณลักษณะด้านสีของคูกี้ข้าวกล็องสูตรที่ 2 และ 3 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับคูกี้ข้าวกล็องสูตรที่ 1

เมื่อเปรียบเทียบกับคุณลักษณะด้านกลิ่นของคูกี้ข้าวกล็องพบว่าคูกี้ข้าวกล็องทุกสูตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

คุณลักษณะด้านความหวานของคูกี้ข้าวกล็องสูตรที่ 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับคูกี้ข้าวกล็องสูตรที่ 1

คุณลักษณะด้านการยอมรับรวมของคูกี้ข้าวกล็องพบว่าคูกี้ข้าวกล็องทุกสูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผู้ชิมให้คะแนนเฉลี่ยของคุณลักษณะด้านความหวานของคูกี้ข้าวกล็องสูตรที่ 1 มีค่าสูงสุด และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นเมื่อเปรียบเทียบกับคูกี้สูตรที่ 2 และ 3 ดังนั้นจึงคัดเลือกสูตรที่มีการเพิ่มปริมาณน้ำตาล 4 % เป็นผลิตภัณฑ์สุดท้ายต่อไป

4.3 การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์คูกี้ข้าวกล็องที่ได้ เมื่อนำมาตรวจสอบคุณภาพ จะมีปริมาณความชื้นเท่ากับ 0.03% , โปรตีนเท่ากับ 5.81%, ไขมันเท่ากับ 23.13% , สารเยื่อใยเท่ากับ 9.97% โดยมีสูตรสุดท้ายของคูกี้ข้าวกล็อง ดังนี้

แป้งข้าวกล็องร่อนแล้ว	129	กรัม
แป้งข้าวสาลีร่อนแล้ว	86	กรัม
ผงฟู	1	ช้อนชา
มาการีน	110	กรัม
น้ำตาลทรายขาว	113	กรัม
ไข่ไก่	1	ฟอง
วานิลลา	1	ช้อนชา

4.4 การเปรียบเทียบคุณภาพของลูกกึ่งข้าวกล้องกับผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกันในท้องตลาดโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส

คัดเลือกลูกกึ่งจากการให้คะแนนด้านสี กลิ่น ความกรอบ รสชาติ การยอมรับรวม ได้ผลดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 คะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสของการเปรียบเทียบลูกกึ่งข้าวกล้องกับผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกันในท้องตลาด

ตัวอย่าง	สี	กลิ่น	ความกรอบ	รสชาติ	การยอมรับรวม
ลูกกึ่งหัวเหลือง	3.450a	2.100b	3.650ac	2.375b	2.725b
ลูกกึ่งข้าวโอ๊ต	2.575b	2.250b	2.125b	2.375b	2.225c
ลูกกึ่งถั่วงา	3.425a	2.450b	3.575c	2.700b	3.025b
ลูกกึ่งข้าวกล้อง	2.800b	4.175a	4.000a	3.975a	4.175a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง (column) หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้แผนการทดลองแบบ Factorial 2x2 และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD

จากตาราง พบว่าคุณลักษณะด้านสีของลูกกึ่งหัวเหลืองและลูกกึ่งถั่วงาไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับลูกกึ่งข้าวโอ๊ตและลูกกึ่งข้าวกล้อง

คุณลักษณะด้านกลิ่นของลูกกึ่งข้าวกล้องมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับลูกกึ่งหัวเหลือง ลูกกึ่งข้าวโอ๊ต และลูกกึ่งถั่วงา

คุณลักษณะด้านความกรอบของลูกกึ่งข้าวกล้องและลูกกึ่งหัวเหลืองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับลูกกึ่งข้าวโอ๊ตและลูกกึ่งถั่วงา

คุณลักษณะด้านรสชาติพบว่าลูกกึ่งหัวเหลือง ลูกกึ่งข้าวโอ๊ต และลูกกึ่งถั่วงาไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่มีความแตกต่างอย่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับลูกกึ่งข้าวกล้อง

คุณลักษณะด้านการยอมรับรวมของลูกกึ่งหัวเหลืองและลูกกึ่งถั่วงาไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับลูกกึ่งข้าวโอ๊ตและลูกกึ่งข้าวกล้อง และลูกกึ่งข้าวโอ๊ตและลูกกึ่งข้าวกล้องมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้วิจัยให้คะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะด้านกลิ่น ความกรอบ รสชาติและการยอมรับรวมของ คุณก็ข้าวกล้องมีค่าสูงสุด คุณลักษณะด้านกลิ่น รสชาติ และการยอมรับรวม คุณก็ข้าวกล้องมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบกับคุณก็ฉั่วเหลือง คุณก็ข้าวโอ๊ต และคุณก็ฉั่วงา ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าคุณก็ข้าวกล้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่น่าสนใจ มีความแปลกใหม่ และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

การศึกษาความเป็นไปได้ในการวางจำหน่ายในท้องตลาด โดยเปรียบเทียบราคาค้นทุนต่อหน่วยของคุณก็ข้าวกล้องกับผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกันในท้องตลาด

ตารางที่ 7 แสดงราคาค้นทุนของคุณก็แต่ละชนิด

ตัวอย่าง	ราคา (บาท / 100 กรัม)
คุณก็ฉั่วเหลือง	5
คุณก็ข้าวโอ๊ต	32
คุณก็ฉั่วงา	17
คุณก็ข้าวกล้อง	10

นอกจากคุณก็ข้าวกล้องจะได้รับคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสมากที่สุดแล้ว พบว่าราคาค้นทุนก็ไม่สูงมากนักด้วย สามารถแข่งขันในท้องตลาดได้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

1. การคัดเลือกวัตถุดิบที่เหมาะสมในการผลิตคุกกี้ พบว่าคุกกี้ข้าวหอมมะลิกลี้ง 100% มีความร่วนน้อยที่สุด เมื่อวัดโดยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส
2. การพัฒนาสูตร พบว่า อัตราส่วนของแป้งข้าวกลี้งต่อแป้งสาลี ที่เหมาะสมในการผลิตคุกกี้ คือ 60:40 , ปริมาณแป้งและมาร์การีนที่เหมาะสม คือ 215 และ 110 กรัมตามลำดับ และปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสม ควรเพิ่มปริมาณน้ำตาลขึ้น 4% จากสูตรพื้นฐาน คือ 113 กรัม
3. การตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ พบว่ามีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมันและสารเยื่อใย เท่ากับ 0.03% , 5.48% , 23.13% และ 9.97% ตามลำดับ
4. การเปรียบเทียบคุณภาพของคุกกี้ข้าวกลี้งกับผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกันในท้องตลาด พบว่าคุกกี้ข้าวกลี้งมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับมากที่สุด และมีราคาต้นทุนต่อหน่วยเท่ากับ 10 บาทต่อ 100 กรัม ซึ่งสามารถแข่งขันในท้องตลาดได้

ข้อเสนอแนะ

ผลิตภัณฑ์คุกกี้ข้าวกลี้งนี้ สามารถพัฒนาให้เป็นที่ดึงดูดใจของผู้บริโภคได้โดย อาจจะเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการด้วยการเติมส่วนผสมจากธัญพืช เช่น งาดำ เม็ดบัวและ ลูกเดือยลงไป

เอกสารอ้างอิง

- จิตรนา แจ่มเมฆ และ อรอนงค์ นัชวิกุล.2539.เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น.ภาควิชาวิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยีการอาหาร:คณะอุตสาหกรรมเกษตร.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.223หน้า.
- จิราภา เมืองคล้าย.2539.วิทยานิพนธ์การพัฒนาลิขสิทธิ์อาหารเข้านิดแผ่นจากแป้งข้าว.ภาควิชา พัฒนาลิขสิทธิ์.สาขาวิชาพัฒนาลิขสิทธิ์.164หน้า.
- สมพงษ์ พานิช.2541.บทปฏิบัติการเบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น.ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร.สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.150หน้า.
- สุรพล อุปติสสกุล.2528.สถิติ : การวางแผนการตลาดเบื้องต้น.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 1-140.
- เอกสารทางวิชาการ เรื่อง ข้าวกล้อง:ข้าวซ้อมมือ:ข้าวขาว.2541. สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การทดสอบทางค้ำประสาธสัมพันธ์ของการศึกษาอัตราส่วนของแป้งที่เหมาะสมในการผลิตคุกกี้
 ตารางภาคผนวกที่ 1 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านสีของคุกกี้ข้าวกล้องในการศึกษา
 อัตราส่วนของแป้งข้าวกล้องต่อแป้งสาลี

ANOVA TABLE

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	4	29.89	7.47	14.65**
Block	19	16.55	0.87	1.71 ^{ns}
Error	76	38.51	0.51	
Total	99	84.95		

** เท่ากับ significant 1% level , ns เท่ากับ not significant

* เท่ากับ significant 5% level

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับ โดยวิธี LSD

อัตราส่วนของแป้งข้าวกล้องต่อแป้งสาลี (%) 50:50 60:40 70:30 80:20 0:100
 ค่าเฉลี่ย 3.525a 2.750b 2.200c 3.075b 3.725a

ตัวอักษรที่เหมือนกัน คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางภาคผนวกที่ 2 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านกลิ่นของคุกกี้ข้าวกล้องในการ
 ศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวกล้องต่อแป้งสาลี

ANOVA TABLE

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	4	2.575	0.644	1.770 ^{ns}
Block	19	27.988	1.473	4.052 **
Error	76	27.625	0.364	
Total	99	58.188	0.588	

** เท่ากับ significant 1% level , ns เท่ากับ not significant

* เท่ากับ significant 5% level

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับ โดยวิธี LSD

อัตราส่วนของแป้งข้าวกล้องต่อแป้งสาลี (%) 50:50 60:40 70:30 80:20 0:100
 ค่าเฉลี่ย 2.900ab 3.075ab 2.725a 2.975ab 3.200b

ตัวอักษรที่เหมือนกัน คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

**ตารางภาคผนวกที่ 5 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านการยอมรับรวมของลูกที่ข้าวกล้อง
ในการศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวกล้องต่อแป้งสาลี**

ANOVA TABLE

Sov	df	SS	MS	F
Treatment	4	30.54	7.64	15.59**
Block	19	13.80	0.73	1.49 ^{ns}
Error	76	37.11	0.49	
Total	99	81.45		

** เท่ากับ significant 1% level , ns เท่ากับ not significant

* เท่ากับ significant 5% level

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับ โดยวิธี LSD

อัตราส่วนของแป้งข้าวกล้องต่อแป้งสาลี (%)	50:50	60:40	70:30	80:20	0:100
ค่าเฉลี่ย	2.450a	2.775a	2.750a	2.725a	4.025b

ตัวอักษรที่เหมือนกัน คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



2. การทดสอบทางด้านประสาธสัมพันธ์ของการศึกษาอัตราส่วนของแป้งและมารีนาที่ เหมาะสมในการผลิตคุกกี้ข้าวกล้อง

ตารางภาคผนวกที่ 6 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านสีของคุกกี้ข้าวกล้องในการศึกษาอัตราส่วนของแป้งและมารีนาที่ เหมาะสม

ANOVA TABLE

SOV	df	SS	MS	F
A	1	80.20	80.20	65.256 **
B	1	0.82	0.82	0.667 ^{ns}
AB	1	3.655	3.655	2.974 ^{ns}
Error	76	93.435	1.229	
Total	79	178.11	2.255	

** เท่ากับ significant 1% level , ns เท่ากับ not significant

* เท่ากับ significant 5% level

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับ โดยวิธี LSD

อัตราส่วนของแป้งและมารีนา	20:20	20:40	40:20	40:40
ค่าเฉลี่ย	7.020a	6.390b	4.590c	4.815c

ตัวอักษรที่เหมือนกัน คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางภาคผนวกที่ 7 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านกลิ่นของคุกกี้ข้าวกล้องในการศึกษาอัตราส่วนของแป้งและมารีนาที่ เหมาะสม

ANOVA TABLE

SOV	Df	SS	MS	F
A	1	3.655	3.655	1.6058 ^{ns}
B	1	1.225	1.225	0.5382 ^{ns}
AB	1	2.278	2.278	1.0008 ^{ns}
Error	76	172.976	2.276	
Total	79	180.134	2.280	

** เท่ากับ significant 1% level , ns เท่ากับ not significant

* เท่ากับ significant 5% level

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับ โดยวิธี LSD

อัตราส่วนของแป้งและมารีนา	20:20	20:40	40:20	40:40
ค่าเฉลี่ย	6.165a	5.580b	5.400b	5.490b

ตัวอักษรที่เหมือนกัน คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 8 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านความร่วนของคุกกี้ข้าวกล้องในการศึกษาอัตราส่วนของแป้งและมาร์การีนที่เหมาะสม

ANOVA TABLE

SOV	Df	SS	MS	F
A	1	16.20	16.20	12.56**
B	1	4.05	4.05	3.14 ^{ns}
AB	1	3.28	3.28	2.54 ^{ns}
Error	76	97.93	1.29	
Total	79	121.46		

** เท่ากับ significant 1% level , ns เท่ากับ not significant

* เท่ากับ significant 5% level

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับ โดยวิธี LSD

อัตราส่วนของแป้งและมาร์การีน 20:20 20:40 40:20 40:40

ค่าเฉลี่ย 5.400b 5.445b 5.895c 6.750a

ตัวอักษรที่เหมือนกัน คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางภาคผนวกที่ 9 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านความกรอบของคุกกี้ข้าวกล้องในการศึกษาอัตราส่วนของแป้งและมาร์การีนที่เหมาะสม

ANOVA TABLE

SOV	Df	SS	MS	F
A	1	15.40	15.40	11.85**
B	1	4.59	4.59	3.53 ^{ns}
AB	1	3.87	3.87	2.98 ^{ns}
Error	76	98.64	1.30	
Total	79	122.50		

** เท่ากับ significant 1% level , ns เท่ากับ not significant

* เท่ากับ significant 5% level

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับ โดยวิธี LSD

อัตราส่วนของแป้งและมาร์การีน 20:20 20:40 40:20 40:40

ค่าเฉลี่ย 4.815a 5.445b 3.030c 7.425d

ตัวอักษรที่เหมือนกัน คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 10 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านการยอมรับรวมของลูกกีข้าวกล้องในการศึกษาอัตราส่วนของแป้งและมาร์การีนที่เหมาะสม

ANOVA TABLE

SOV	Df	SS	MS	F
A	1	2.59	2.59	17.27**
B	1	10.37	10.37	69.13**
AB	1	0.04	0.04	0.27 ^{ns}
Error	76	11.75	0.15	
Total	79	24.75		

** เท่ากับ significant 1% level , ns เท่ากับ not significant

* เท่ากับ significant 5% level

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับโดยวิธี LSD

อัตราส่วนของแป้งและมาร์การีน 20:20 20:40 40:20 40:40

ค่าเฉลี่ย 5.580d 6.345c 5.985b 6.660a

ตัวอักษรที่เหมือนกัน คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3. การทดสอบทางด้านประสาธสัมพันธ์ของการศึกษาปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมในการผลิตลูกกึ่งข้าวกล้อง

ตารางภาคผนวกที่ 11 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านสีของลูกกึ่งข้าวกล้องในการศึกษาปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสม

ANOVA TABLE

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	2	8.4083	4.2040	10.47 **
Block	19	10.73	0.5647	1.406 ^{ns}
Error	38	15.2575	0.4015	
Total	59	34.3958	0.5829	

** เท่ากับ significant 1% level , ns เท่ากับ not significant

* เท่ากับ significant 5% level

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับโดยวิธี LSD

ปริมาณน้ำตาลที่เพิ่มขึ้น (%)	4	8	12
ค่าเฉลี่ย	3.725a	3.050b	2.850b

ตัวอักษรที่เหมือนกัน คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางภาคผนวกที่ 12 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านกลิ่นของลูกกึ่งข้าวกล้องในการศึกษาปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสม

ANOVA TABLE

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	2	3.0333	1.5166	2.4386 ^{ns}
Block	19	18.0791	0.9515	1.5299 **
Error	38	23.6334	0.6219	
Total	59	44.7458	0.7584	

** เท่ากับ significant 1% level , ns เท่ากับ not significant

* เท่ากับ significant 5% level

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับโดยวิธี LSD

ปริมาณน้ำตาลที่เพิ่มขึ้น (%)	4	8	12
ค่าเฉลี่ย	3.275a	3.225a	2.775a

ตัวอักษรที่เหมือนกัน คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 13 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านความหวานของลูกกัญชา ข้าว
กล้องในการศึกษาปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสม

ANOVA TABLE

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	2	1.11	0.55	3.67*
Block	19	22.01	1.16	7.73**
Error	38	5.57	0.15	
Total	59	28.69		

** เท่ากับ significant 1% level , ns เท่ากับ not significant

* เท่ากับ significant 5% level

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับโดยวิธี LSD

ปริมาณน้ำตาลที่เพิ่มขึ้น (%)	4	8	12
ค่าเฉลี่ย	3.575a	3.300b	3.275b

ตัวอักษรที่เหมือนกัน คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางภาคผนวกที่ 14 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านการยอมรับรวมของลูกกัญชา
ข้าวกล้องในการศึกษาปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสม

ANOVA TABLE

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	2	5.70	2.85	5.00*
Block	19	22.77	1.20	2.11*
Error	38	21.63	0.57	
Total	59	50.10		

** เท่ากับ significant 1% level , ns เท่ากับ not significant

* เท่ากับ significant 5% level

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับโดยวิธี LSD

ปริมาณน้ำตาลที่เพิ่มขึ้น (%)	4	8	12
ค่าเฉลี่ย	3.650a	3.350b	2.800c

ตัวอักษรที่เหมือนกัน คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4. การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของการเปรียบเทียบคูกกีข้าวกล้องกับผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกัน

ในห้องทดลอง

ตารางภาคผนวกที่ 15 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านสีของคูกกีข้าวกล้องกับคูกกีในห้องทดลอง

ANOVA TABLE

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	3	11.7625	3.9208	7.2419 *
Block	19	19.5625	1.0296	1.9017 **
Error	57	30.8625	0.5414	
Total	79	62.1875	0.7872	

** เท่ากับ significant 1% level , ns เท่ากับ not significant

* เท่ากับ significant 5% level

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับโดยวิธี LSD

คูกกีชนิดต่าง ๆ	คูกกีถั่วเหลือง	คูกกีข้าวโอ๊ต	คูกกีถั่ววง	คูกกีข้าวกล้อง
ค่าเฉลี่ย	3.450a	2.575b	3.425a	2.800b

ตัวอักษรที่เหมือนกัน คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางภาคผนวกที่ 16 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านกลิ่นของคูกกีข้าวกล้องกับคูกกีในห้องทดลอง

ANOVA TABLE

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	3	55.8595	18.6198	40.5042 **
Block	19	24.9345	1.3123	2.8547 **
Error	57	26.2030	0.4597	
Total	79	106.997	1.3544	

** เท่ากับ significant 1% level , ns เท่ากับ not significant

* เท่ากับ significant 5% level

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับโดยวิธี LSD

คูกกีชนิดต่าง ๆ	คูกกีถั่วเหลือง	คูกกีข้าวโอ๊ต	คูกกีถั่ววง	คูกกีข้าวกล้อง
ค่าเฉลี่ย	2.100b	2.250b	2.450b	4.175a

ตัวอักษรที่เหมือนกัน คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 17 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านความกรอบของคูกี้ข้าวกลิ้งกับคูกี้ในท้องตลาด

ANOVA TABLE

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	3	41.27	13.76	31.27**
Block	19	10.14	0.53	1.20 ^{ns}
Error	57	24.98	0.44	
Total	79	76.39		

** เท่ากับ significant 1% level , ns เท่ากับ not significant

* เท่ากับ significant 5% level

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับโดยวิธี LSD

คูกี้ชนิดต่าง ๆ	คูกี้ถั่วเหลือง	คูกี้ข้าวโอ๊ต	คูกี้ถั่วงา	คูกี้ข้าวกลิ้ง
ค่าเฉลี่ย	3.650 ^{ac}	2.125 ^b	3.575 ^c	4.000 ^a

ตัวอักษรที่เหมือนกัน คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางภาคผนวกที่ 18 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านรสชาติของคูกี้ข้าวกลิ้งกับคูกี้ในท้องตลาด

ANOVA TABLE

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	3	34.79	15.60	33.19**
Block	19	22.16	1.17	2.49**
Error	57	26.65	0.47	
Total	79	83.60		

** เท่ากับ significant 1% level , ns เท่ากับ not significant

* เท่ากับ significant 5% level

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับโดยวิธี LSD

คูกี้ชนิดต่าง ๆ	คูกี้ถั่วเหลือง	คูกี้ข้าวโอ๊ต	คูกี้ถั่วงา	คูกี้ข้าวกลิ้ง
ค่าเฉลี่ย	2.375 ^b	2.375 ^b	2.700 ^b	3.975 ^a

ตัวอักษรที่เหมือนกัน คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางภาคผนวกที่ 19 การวิเคราะห์ทางสถิติเกี่ยวกับคุณลักษณะด้านการยอมรับรวมของคูกี้ข้าวกลิ้ง
กับคูกี้โน้ทองตลาด

ANOVA TABLE

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	3	41.04	13.68	44.13**
Block	19	6.51	0.34	0.11 ^{ns}
Error	57	17.84	0.31	
Total	79	65.39		

** เท่ากับ significant 1% level , ns เท่ากับ not significant

* เท่ากับ significant 5% level

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับ โดยวิธี LSD

คูกี้ชนิดต่าง ๆ	คูกี้จั่วเหลือง	คูกี้ข้าวโอ๊ต	คูกี้ถั่วงา	คูกี้ข้าวกลิ้ง
ค่าเฉลี่ย	2.725b	2.225c	3.025b	4.175a

ตัวอักษรที่เหมือนกัน คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ตัวอย่างแบบรายงานการทดสอบ

ผู้ทดสอบ.....

วันที่.....

ผลิตภัณฑ์.....

คำแนะนำ

กรุณาทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวาและให้คะแนนตามสเกลที่ให้ ให้ตรงกับรหัสตัวอย่าง

ชอบมากที่สุด เท่ากับ 5 คะแนน

ชอบมาก เท่ากับ 4 คะแนน

ชอบปานกลาง เท่ากับ 3 คะแนน

ชอบน้อย เท่ากับ 2 คะแนน

ชอบน้อยที่สุด เท่ากับ 1 คะแนน

รหัสตัวอย่าง						
สี						
กลิ่น						
ความหวาน						
ความกรอบ						
ความร้อน						
การยอมรับรวม						

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ข

วิธีตรวจสอบและวิเคราะห์ทางเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีตรวจสอบและวิเคราะห์ทางเคมี

1. การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น (AOAC, 1990)

อุปกรณ์

1. ตู้อบ (Hot Air Oven)
2. Desiccator
3. Aluminium can
4. Tong
5. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง

วิธีการ

1. อบ Aluminium can พร้อมฝาที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง
2. นำใส่ Desiccator ทิ้งให้เย็น 30 นาที
3. ชั่งน้ำหนัก Aluminium can พร้อมฝา ให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน
4. ชั่งตัวอย่างใส่ใน Aluminium can 2-3 กรัม ให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน
5. เนื่องจากตัวอย่างมีน้ำตาลประกอบอยู่ค่อนข้างมาก มักมีน้ำหนักไม่คงที่ จึงใช้อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน
6. ทิ้งให้เย็นใน Desiccator ชั่งน้ำหนักจนกระทั่งน้ำหนักคงที่ (ลดลงไม่ต่ำกว่า 2 % ของน้ำหนักครั้งล่าสุด)

การคำนวณ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{[(A+B)-C] \times 100}{B}$$

A= น้ำหนัก Aluminium can

B= น้ำหนัก ตัวอย่าง

C= น้ำหนัก Aluminium can และตัวอย่างที่อบแห้งแล้ว

2. การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (AOAC, 1990)

สารเคมี

1. กรดซัลฟูริกเข้มข้น (Conc. H_2SO_4)
2. กรดบอริก (H_3BO_3) 4 %
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 32 %
4. คะตะลิสต์ผสม ประกอบด้วย

โปตัสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) 8 กรัม

คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) 1 กรัม

ผสม catalyst เข้าด้วยกันแล้วนำมาใช้ 7 กรัม

5. Mixed indicator

เตรียม 0.1 % Bromocresol green (ใน 95 % Alcohol) และ 0.1 % Methyl red ใน 95 % Alcohol ผสม 10 มิลลิลิตร Bromocresol green กับ 2 มิลลิลิตร Methyl red ในขวดหยด

6. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.1 N

อุปกรณ์

1. Digestion vessels
2. เครื่องมือวิเคราะห์โปรตีน Buchi-Kjeldahl system

วิธีวิเคราะห์เตรียมตัวอย่างสำหรับย่อย

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างโดยถ้าน้ำหนักของแข็ง ในโตรเจน >5 % ใช้ 0.5 กรัม
ในโตรเจน <5 % ใช้ 1.0 กรัม
ของเหลวใช้ 10 มิลลิลิตร (สูงสุด 50 มิลลิลิตร)
 - ผลิตภัณฑ์คูกก็ ใช้ 1.0 กรัม
2. ใส่ reagent ลงใน Digestion vessels ได้แก่
 - glasses beads
 - กรดซัลฟูริกเข้มข้น 20 มิลลิลิตร
 - เติมกะตะลิสต์ 7 กรัม

3. ประกอบ Digestion vessels แล้ววางบนเครื่องย่อย
4. ย่อยตัวอย่างประมาณ 30-40 นาที หรือจนกระทั่งสารละลายมีสีเขียวใส
5. ปล่อยให้สารละลายมีสีฟ้าอ่อน เย็น และหมดควันของไอกรด

วิธีการกลั่นโปรตีน

1. เตรียม NaOH 32 % และน้ำกลั่น ใส่ถังสำหรับ NaOH และน้ำกลั่นของเครื่อง
2. ใส่กรดบอริก 4 % จำนวน 10 มิลลิลิตร ลงใน Flask และหยด Mixed indicator 4 หยด เขย่าสารละลายก่อนนำไปวางไว้
3. นำตัวอย่างที่ผ่านการย่อยแล้วจาก ชั้นตอนที่ 1 มาทำการกลั่นโดยตั้งเวลาที่ใช้ในการกลั่น 4-5 นาที
4. เติมน้ำกลั่นปริมาตร 50 มิลลิลิตร และ NaOH 32 % 70 มิลลิลิตร
5. กดปุ่มเริ่มกลั่น
6. ไตเตรทสารละลายที่กลั่นได้กับกรดไฮโดรคลอริก 0.1 N จนได้สารละลายสีชมพูอ่อน
7. ทำการทดลองกับ Blank เหมือนกับตัวอย่างทุกประการ
8. นำผลที่ได้มาคำนวณ

$$\text{เปอร์เซ็นต์โปรตีน} = \frac{(V_1 - V_2) \times N \times 5.59 \times 14 \times 100}{E \times 100}$$

V_1 = ปริมาตรเป็นมิลลิลิตรของกรดไฮโดรคลอริก ที่ใช้ในการไตเตรทกับตัวอย่าง

V_2 = ปริมาตรเป็นมิลลิลิตรของกรดไฮโดรคลอริก ที่ใช้ในการไตเตรทกับ Blank

N = ความเข้มข้นเป็นนอร์มอลของกรดไฮโดรคลอริก ที่ใช้ในการไตเตรท

E = น้ำหนักเป็นกรัมของตัวอย่างหรือเป็นมิลลิลิตร

3. การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (AOAC, 1990)

สารเคมี

1. ปีโตรเลียมอีเทอร์

อุปกรณ์

1. Thimble
2. เครื่องสกัดไขมัน Soxtherm Automatic Extraction Unit

วิธีการ

1. ตั้งอุณหภูมิของ bath liquids ให้อยู่ในช่วง 150 องศาเซลเซียส
2. เปิด bath liquids โดยการเสียบปลั๊ก แล้วรอจนได้อุณหภูมิที่ตั้งไว้
3. เปิด ปุ่มที่ใช้ในการดูดส่ง bath liquids
4. เปิดน้ำให้ไหลผ่านเข้าเครื่อง
5. ล้างทำความสะอาด beaker ที่ใช้กับเครื่อง นำไปอบในตู้อบให้แห้ง ทิ้งให้เย็นใน Desicator แล้วชั่งน้ำหนัก
6. ชั่งตัวอย่างที่ต้องการสกัดใส่ใน thimble ปริมาณ 5 กรัม ปิดด้วยสำลีปราศจากไขมัน ไม่หนาจนเกินไป
7. ใส่ตัวทำละลาย 130 มิลลิลิตรตวง (ปีโตรเลียมอีเทอร์ 35-60 องศาเซลเซียส)
8. นำ beaker จากข้อ 5 ประกอบเข้ากับเครื่อง
9. ทำการสกัดไขมัน จากนั้นจับเวลาที่ต้องการ (ประมาณ 2 ชั่วโมง)
10. เมื่อเสร็จทำการระเหยปีโตรเลียมอีเทอร์ออก โดยการปรับที่เครื่อง
11. นำ beaker ไปอบ ทำให้เย็นใน Desicator ชั่งน้ำหนักของ beaker อีกครั้ง คำนวณน้ำหนักของไขมันที่หาได้

การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไขมัน

$$\% \text{ ไขมัน} = \frac{(W_1 - W_2) \times 100}{E}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การวิเคราะห์หาปริมาณเยื่อใย

4.1 การเตรียมสารเคมี

4.1.1 การเตรียม 0.255 N กรดซัลฟูริก

เตรียมจากเจือจางกรดกำมะถันเข้มข้น 98.1% (ถ.พ. 1.84) จำนวน 6.93 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร ถ้าใช้กรดซัลฟูริก 96% ใช้กรด 7.09 มิลลิลิตร เจือจางจนได้ปริมาตร 1 ลิตร

4.1.2 การเตรียม 0.313 N โซเดียมไฮดรอกไซด์

เตรียมจากโซเดียมไฮดรอกไซด์เกล็ด 1.25 กรัม ละลายน้ำจนได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

4.1.3 Sintered glass crucible ที่ผ่านการล้างด้วยด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ 5% ตามด้วยการล้างด้วยน้ำร้อนก่อนล้างด้วยกรดไฮโดรคลอริก (1:3) ล้างด้วยน้ำร้อนอีกครั้งก่อนทำให้แห้ง และเผาที่อุณหภูมิ 600-700°C นาน 2 ชั่วโมง ซึ่งน้ำหนักเมื่อเย็นแล้ว และเก็บใน desiccator

4.1.4 การเตรียมสารละลายโปตัสเซียมซัลเฟต 10%

เตรียมจากละลาย K_2SO_4 10 กรัม ละลายในน้ำกลั่นจนได้สารละลาย 100 มิลลิลิตร

4.2 วิธีการทดลอง

1. ชั่งตัวอย่าง 2 กรัม ใน digestion flask (500-700 มิลลิลิตร) ซึ่งเป็นขวดกันกลม เติมกรดซัลฟูริกที่ผ่านการต้มเดือดแล้วจำนวน 200 มิลลิลิตร และ boiling chip 2-3 ชิ้น ก่อนนำ condenser มาประกอบตอนบนของขวด

2. นำไปต้มบนเตาของชุดย่อย crude fiber โดยให้สารละลายเดือดนาน 3 นาทีต่อเนื่องกัน เขย่าขวดเพื่อไม่ให้ตัวอย่างเกาะบนผนังขวด

3. กรองกากด้วยผ้ากรองบน Buchner funnel และใช้ปั๊มช่วยในการกรอง

4. ล้างกากด้วยน้ำเดือดจนหมดฤทธิ์กรดโดยทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส

5. เทกากกลับไปใน digestion flask เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ผ่านการต้มเดือดจำนวน 200 มิลลิลิตร ต้มส่วนผสมนาน 30 นาที กรองทันทีและล้างกากด้วยน้ำเดือดจนหมดฤทธิ์ด่าง

6. ล้างกากด้วยสารละลายโปตัสเซียมซัลเฟตร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. เทกากกลับไปใน digestion flask อีกครั้ง ล้างตะกอนที่ติดฝักทรงด้วย น้ำเดือดหลาย ๆ ครั้ง

8. เทกากใน digestion flask ผ่านไปใน sintered glass crucible ล้างกาก ด้วยน้ำเดือดหลาย ๆ ครั้ง

9. ล้างกากด้วยแอลกอฮอล์จำนวน 30 มิลลิลิตร

10. อบ crucible พร้อมกากที่อุณหภูมิ 105°C นาน 2 ชั่วโมง ซึ่งน้ำหนักเมื่อ เย็นลง

11. นำไปเผาใน muffle furnace ที่อุณหภูมิ 600°C นาน 30 นาที เพื่อขจัด สาร volatile organic

12. นำ crucible มาทำให้เย็นใน desiccator ก่อนชั่งน้ำหนัก น้ำหนักที่หายไปเป็นน้ำหนักของ crude fiber (น้ำหนักข้อ 10-12)

13. คำนวณเปอร์เซ็นต์ crude fiber = $\frac{\text{น.น. crude fiber} \times 100}{\text{น.น. ตัวอย่าง}}$

น.น. ตัวอย่าง

ตารางภาคผนวกที่ 1. การเปรียบเทียบคุณภาพทางเคมีของคูกี้ข้าวกลี้ง

ชนิดคูกี้	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	สารเชื้อใย
ก.	0.44	5.77	31.59	6.11
ข.	0.27	5.48	31.43	5.89
ค.	0.03	5.81	23.13	9.97

- หมายเหตุ : คูกี้ ก. หมายถึง คูกี้ที่มีส่วนผสมของแป้งข้าวกลี้งแทนแป้งสาลี 100%
 คูกี้ ข. หมายถึง คูกี้ที่มีส่วนผสมของแป้งข้าวกลี้งต่อแป้งสาลีเป็น 60:40
 คูกี้ ค. หมายถึง คูกี้ที่เพิ่มปริมาณน้ำตาลขึ้น 4% เป็น 113 กรัม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

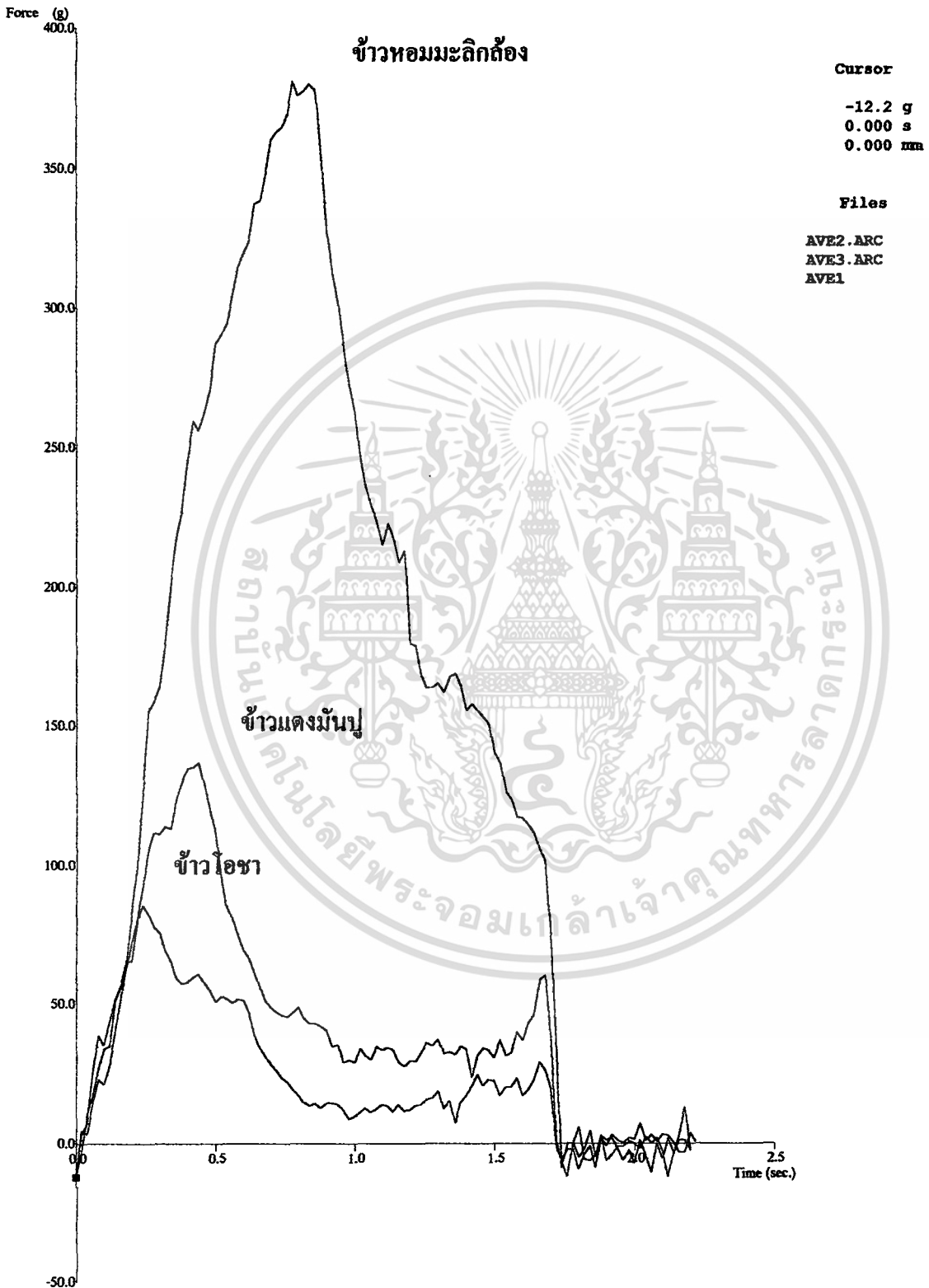


ภาคผนวก ก

กราฟแสดงผลการวัดเนื้อสัมผัสของคุกกี้ข้าวกล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟเปรียบเทียบผลการวัดเนื้อสัมผัสเฉลี่ยของทุกที่ข้าวหอมมะลิสังข์ ข้าวแดงมันปูและข้าวโอชา



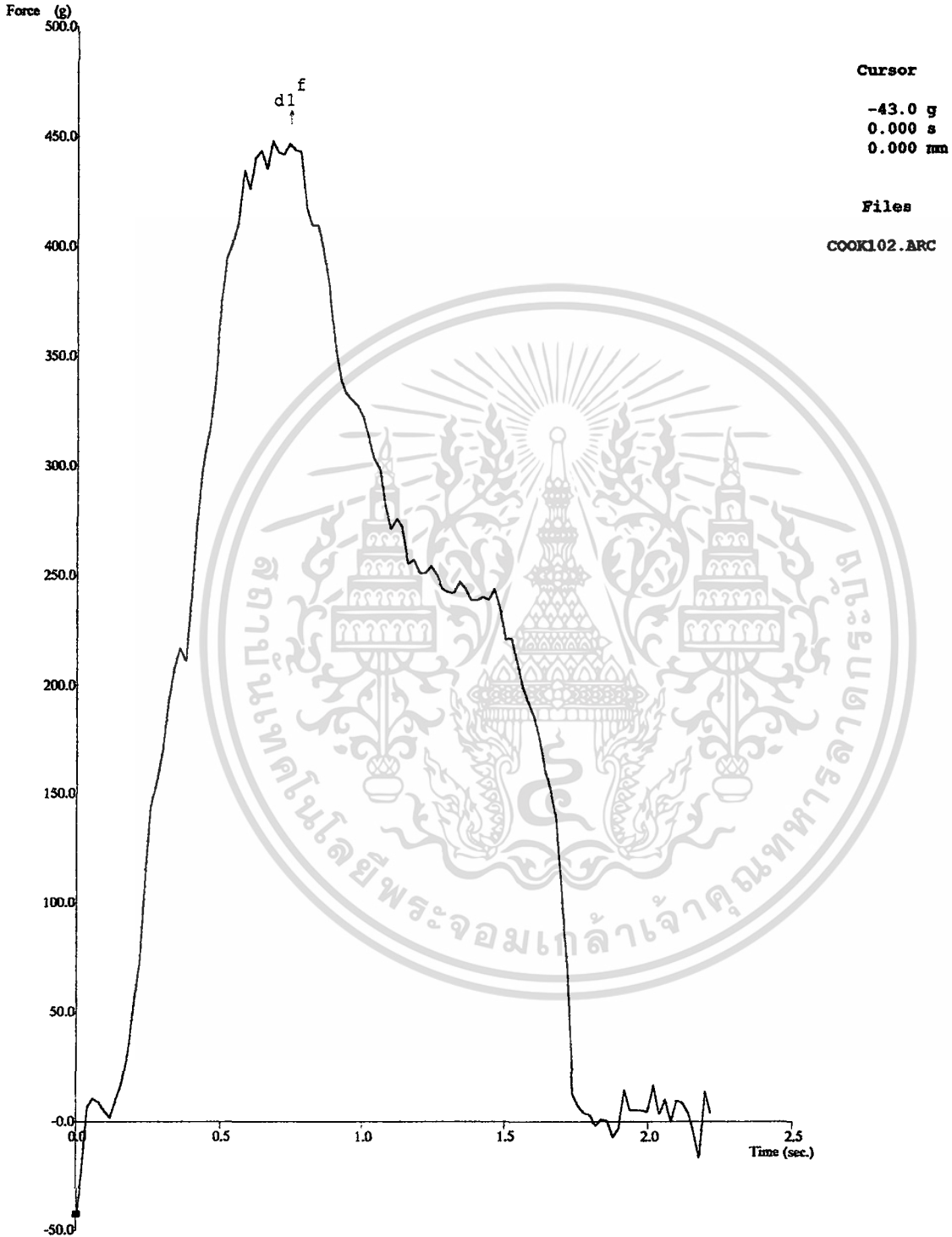
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงผลการวัดเนื้อสัมผัสของคุกกี้ข้าวหอมมะลิถลอง ครั้งที่ 1



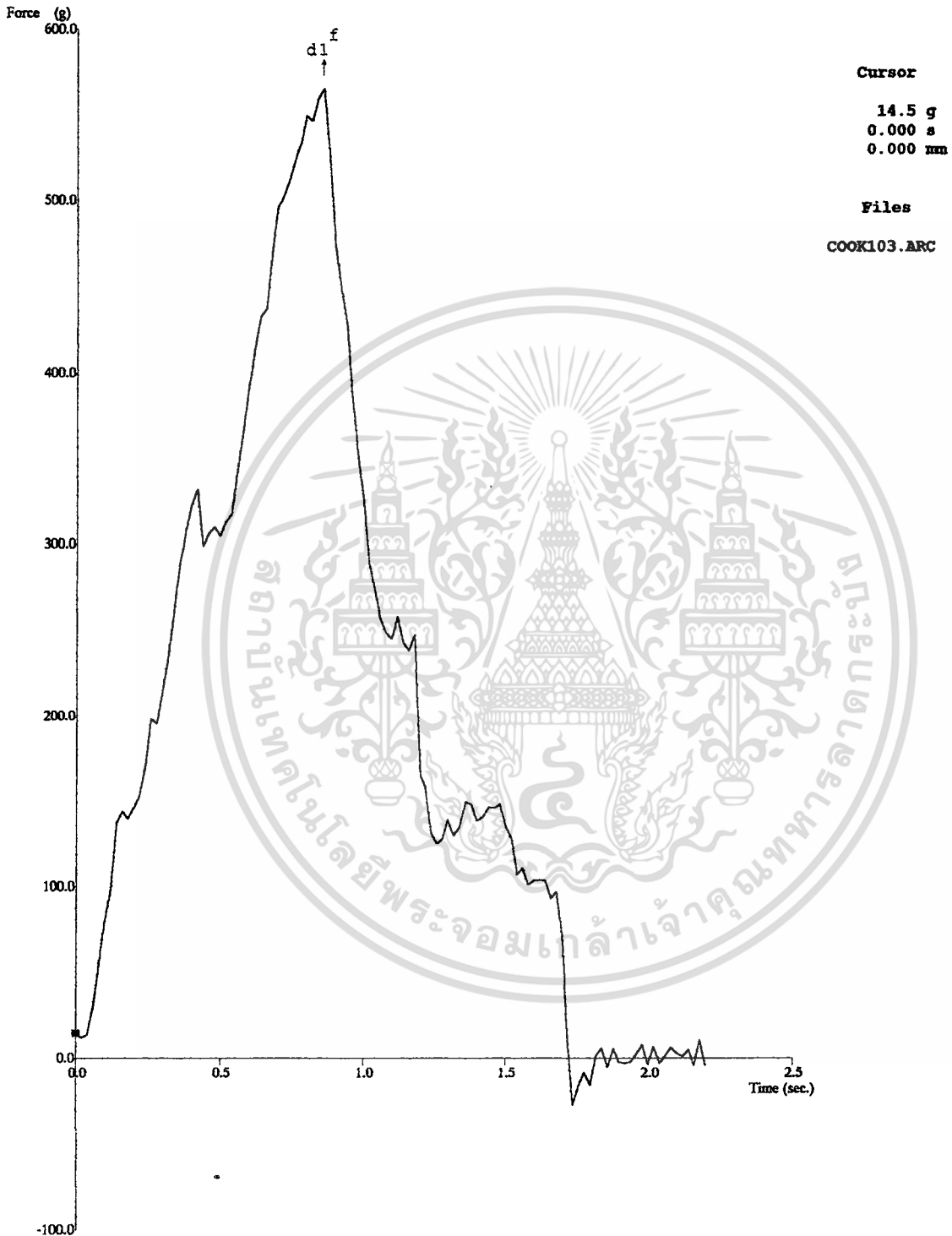
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงผลการวัดเนื้อสัมผัสของคุกกี้ข้าวหอมมะลิถด้อง ครั้งที่ 2



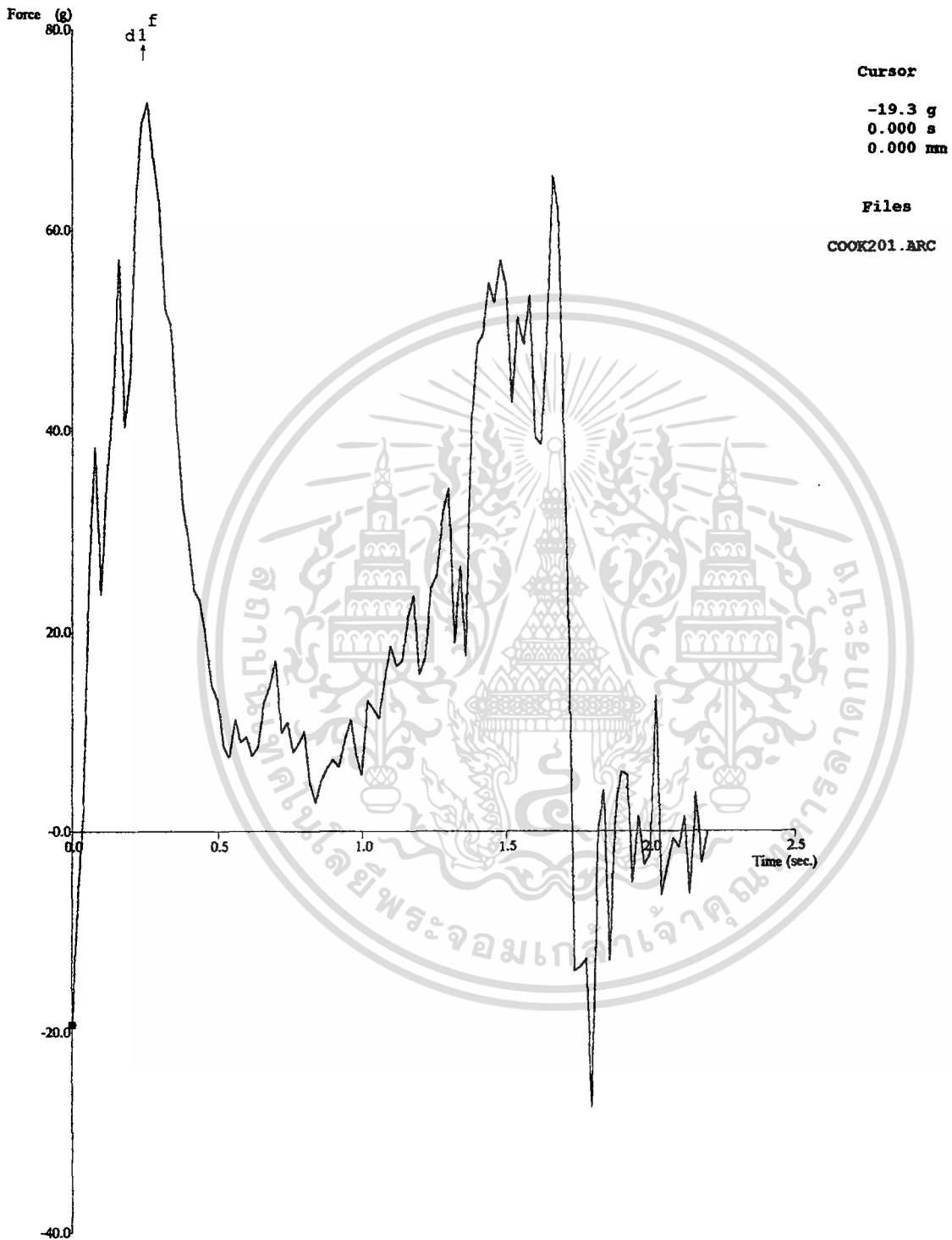
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงผลการวัดเนื้อสัมผัสของคุกกี้ข้าวหอมมะลิถด้าง ครั้งที่ 3



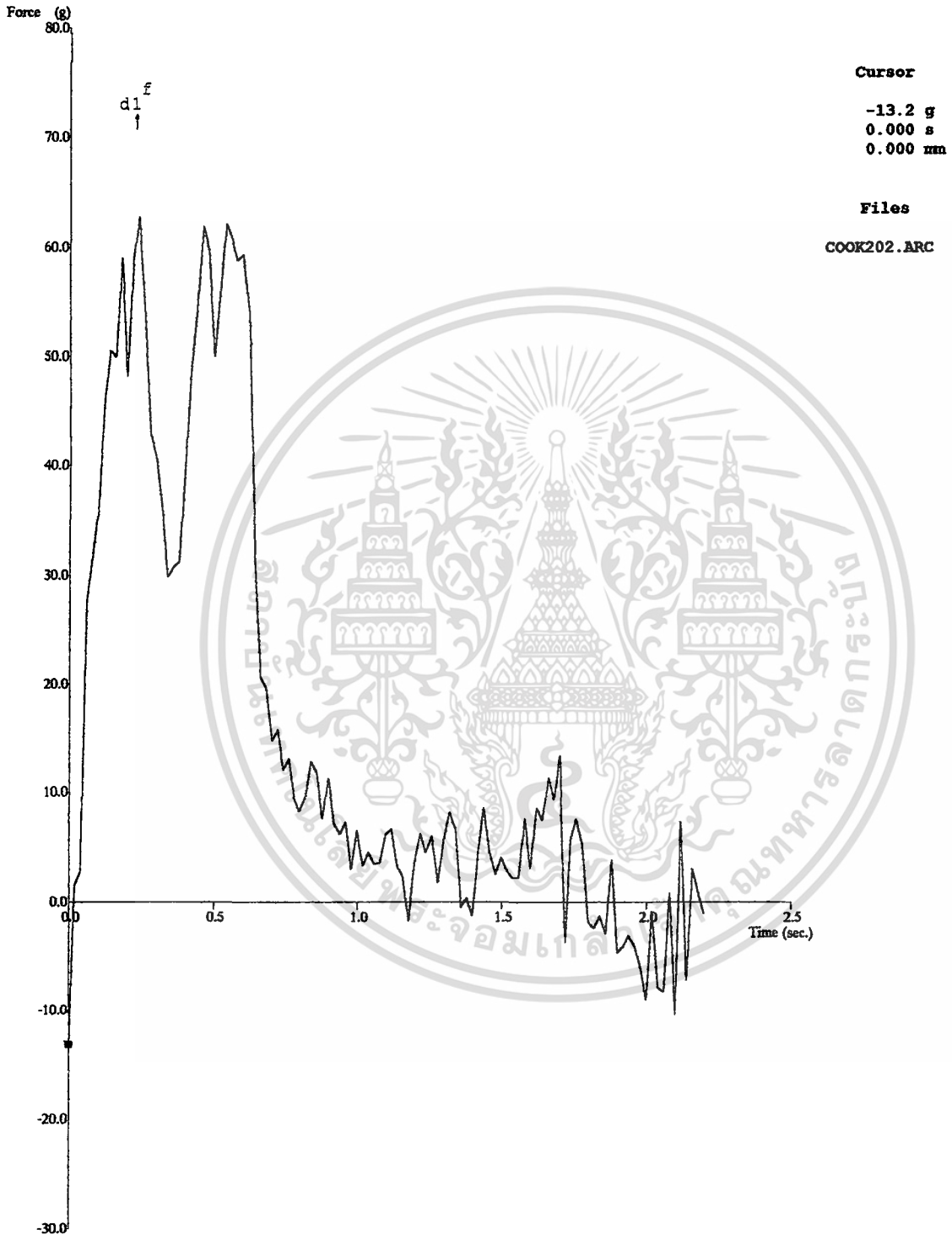
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงผลการวัดเนื้อสัมผัสของลูกก๊วยข้าวโอชา ครั้งที่ 1



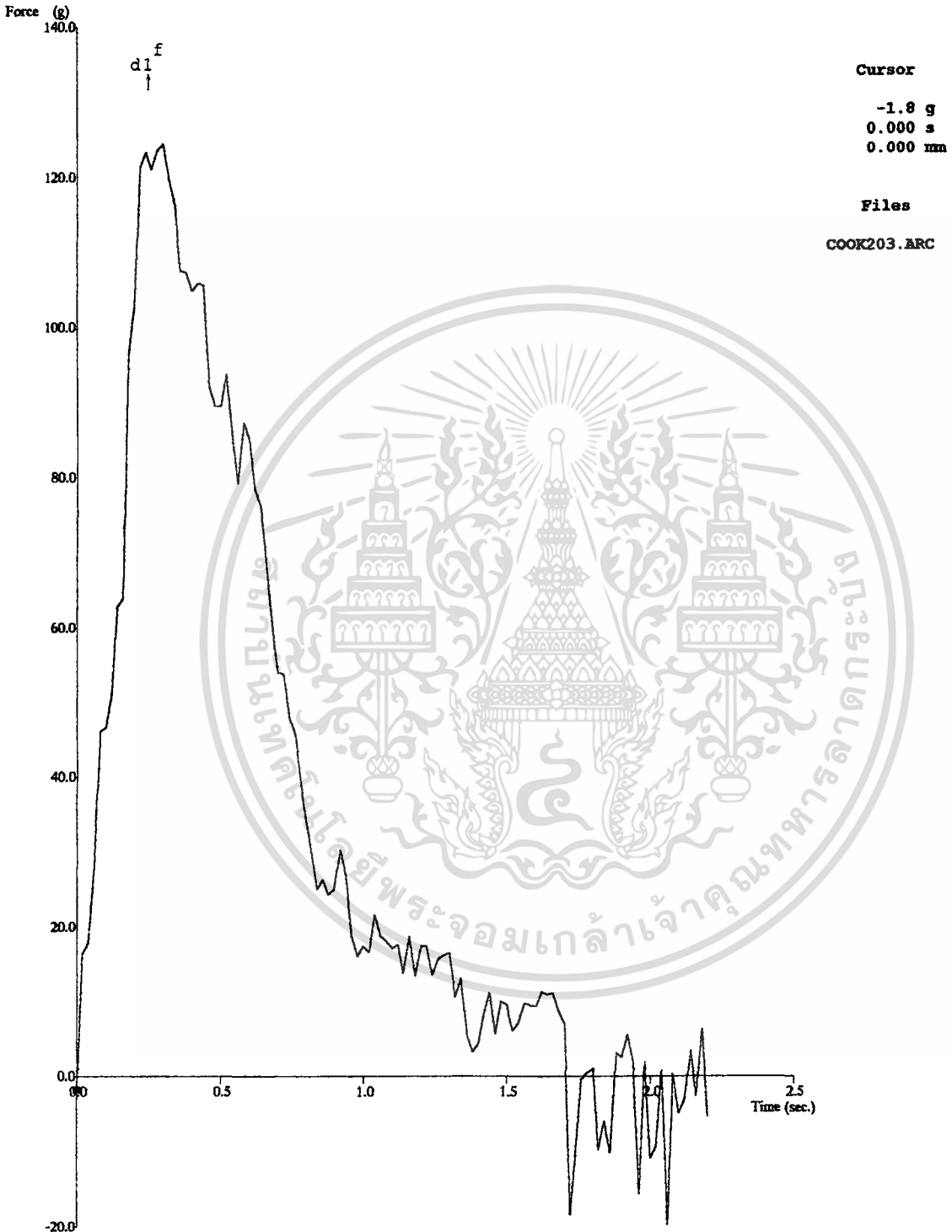
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงผลการวัดเนื้อสัมผัสของคุกกี้ข้าวโอชา ครั้งที่ 2



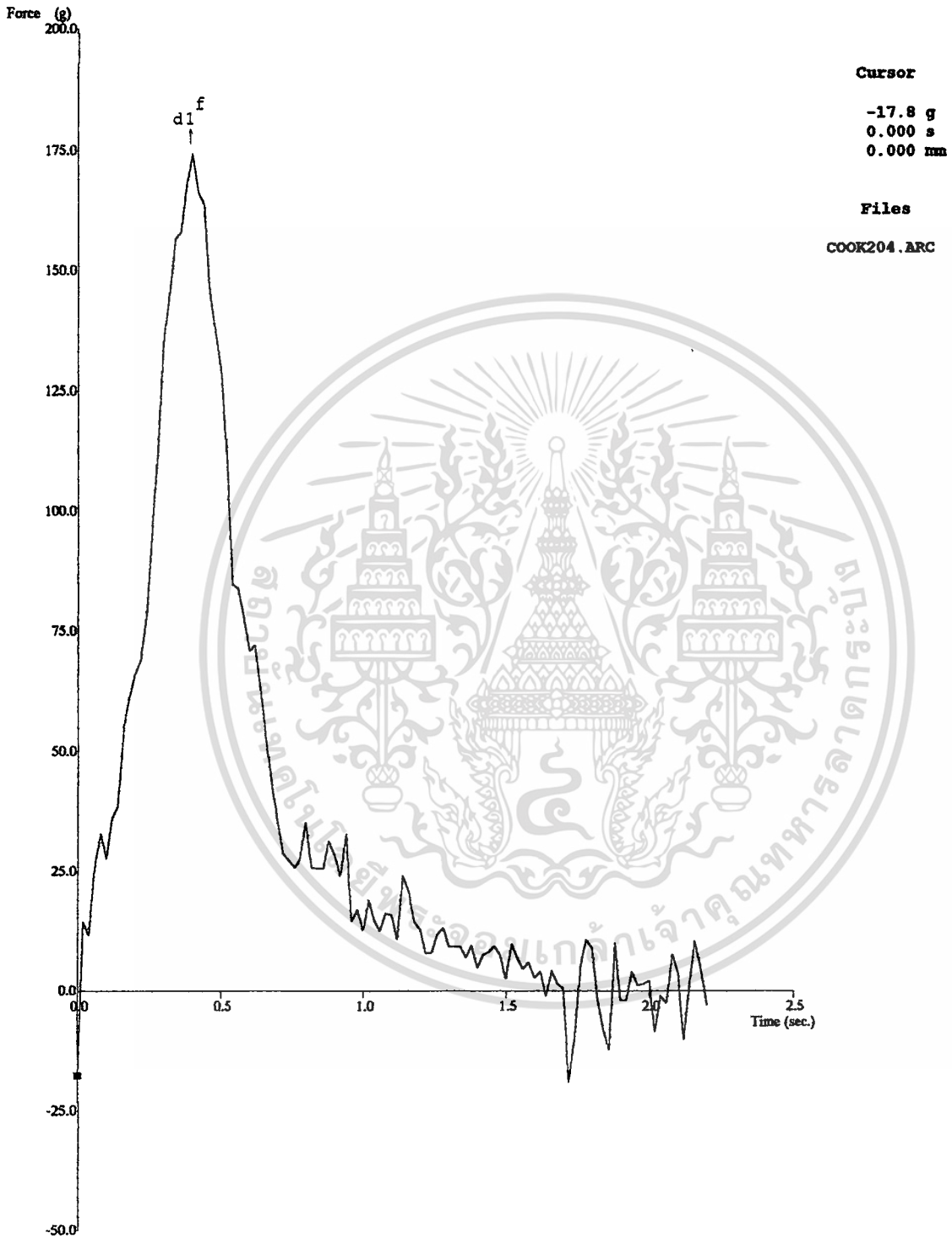
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงผลการวัดเนื้อสัมผัสของคุกกี้ข้าวโอชา ครั้งที่ 3



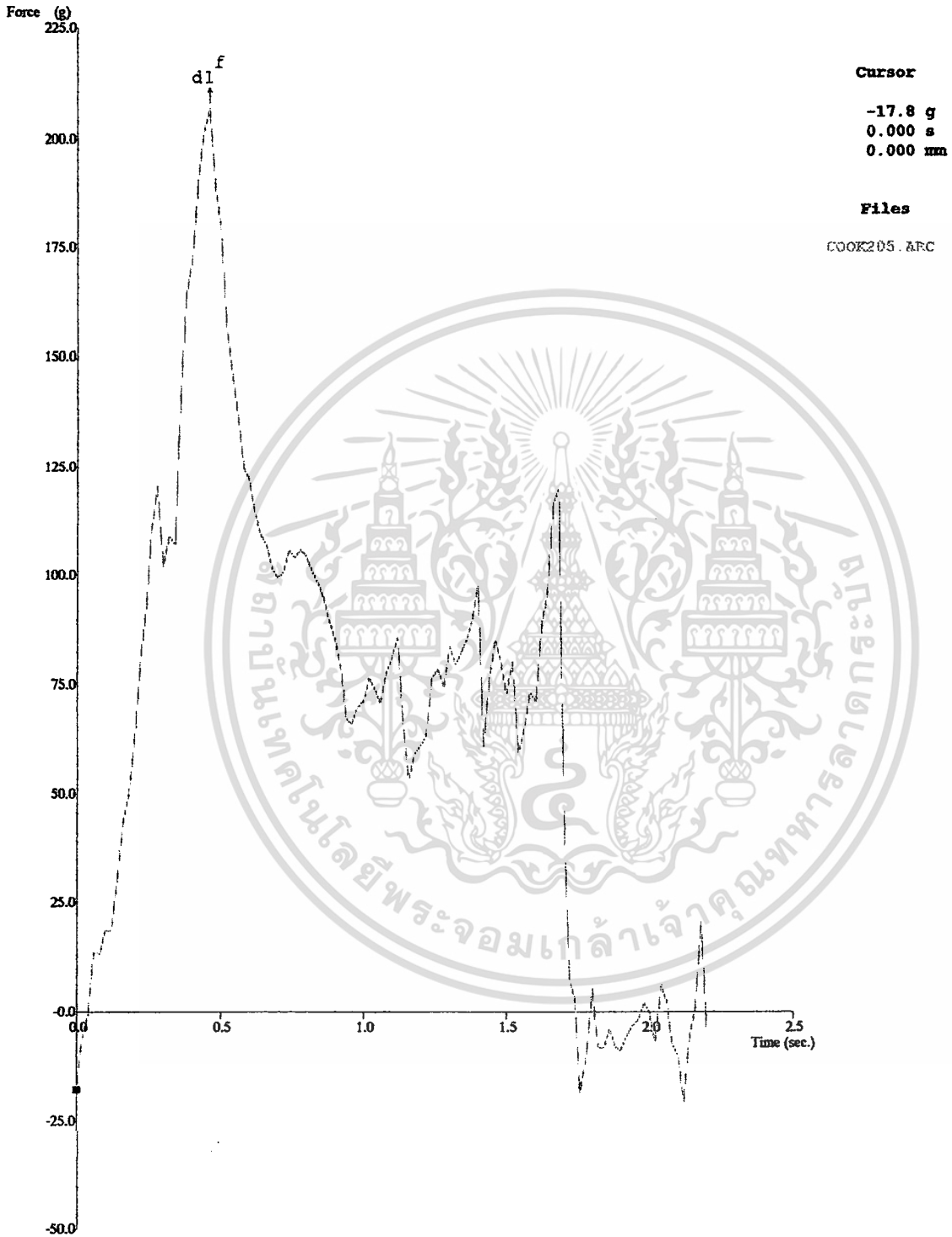
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงผลการวัดเนื้อสัมผัสของคุกกี้ข้าวแดงมันปู ครั้งที่ 1



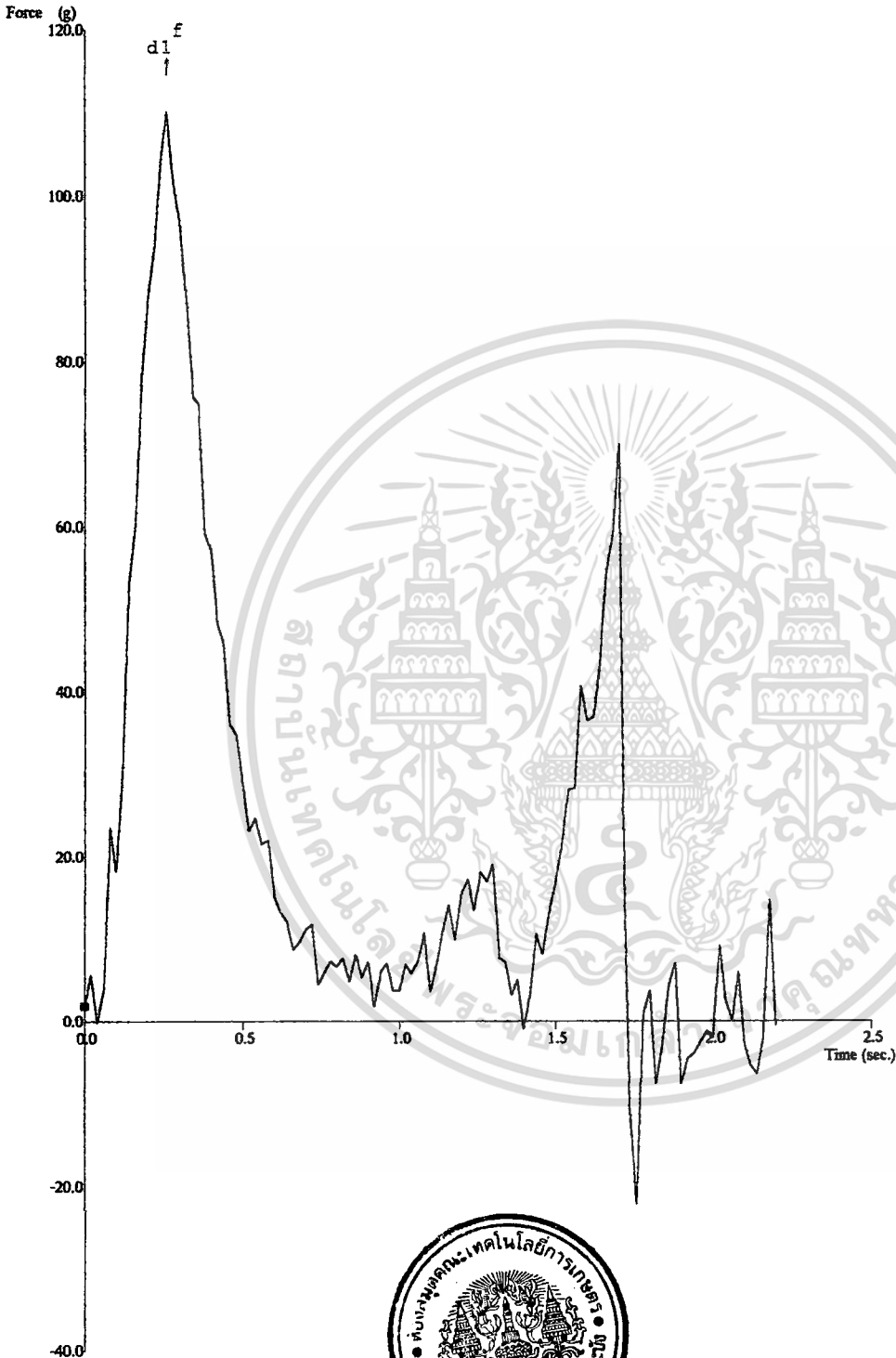
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงผลการวัดเนื้อสัมผัสของคุกกี้ข้าวแดงมันปู ครั้งที่ 2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงผลการวัดเนื้อสัมผัสของคุกกี้ข้าวแดงมันปู ครั้งที่ 3



Cursor
1.9 g
0.000 s
0.000 mm

Files
COOK206.ARC



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้