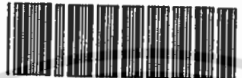


14607



กระบวนการผลิตข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง
Enriched Thiamin - Minute Waxy Rice



T096810



นางสาววรมณี สถาพรพิชญ์

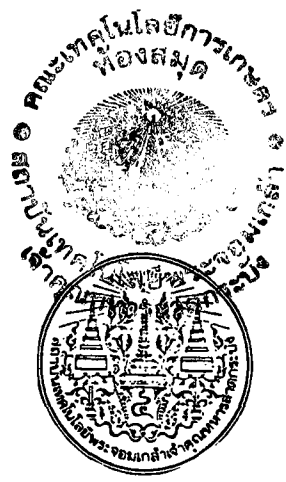
นางสาววิษดา วรโสภณทวีพร

พ.ศ.
๒๕๓๘
๒๕๓๘

เลขทนาย.....
เลขทะเบียน 96810
วันเดือนปี - 4 JUN 2009

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

กระบวนการผลิตข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง
(Enriched Thiamin-Minute Waxy Rice)

โดย

นางสาววรรณิ์ สถาพรพิชญ์
นางสาววิษิตา วรโสภณทวีพร

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

[Signature]
.....
(*[Name]*)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

[Signature]

(ผศ.ดร.วราวุฒิ์ ครุสง)

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ ..*๑*.. เดือน ..*๑๐*.. พ.ศ. ..*๒๕๖๗*..

รฟ.
๗๒๙๑๗
๒๕๖๗

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วรมณี สถาพรพิชญ์ และวิยะดา วรโสภณทวีพร.2538.: กระบวนการผลิตข้าวเหนียวสำเร็จรูป เสริมวิตามินบี 1 (Enriched Thiamin - Minute Waxy Rice). ภาควิชาอุตสาหกรรม เกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร. วุฒิชัย นาครักษา. 127 หน้า.

การผลิตข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ใน การผลิตข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง และศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการคืนรูปจาก การเปรียบเทียบลักษณะ และคุณสมบัติของข้าวเหนียว โดยการนำข้าวเหนียวพันธุ์เขี้ยวงู(สั้นป่าตอง) มาทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและคุณภาพการหุงต้ม พบว่ามีอัตราส่วนระหว่างความยาวกับความ กว้าง 3.44 ปริมาณความชื้น 11.85% การดูดซึมน้ำ 3.38 อัตราการขยายตัวตามปริมาตร 5.82 และมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ 13.62 % (กรัม/กรัม) ตามลำดับ ในการศึกษากระบวนการ ผลิตได้ศึกษาอิทธิพลความเข้มข้นของกรดอะซิติกที่เติมลงไป ระยะเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสม ในการทำแห้งข้าวเหนียวสำเร็จรูปหลังจาก ผ่านการเสริมวิตามินบีหนึ่งที่เคลือบเจลาติน 2% ระยะ เวลาการคืนรูปที่เหมาะสม และหาปริมาณวิตามินบีหนึ่งที่เหลืออยู่หลังการทำแห้ง จากการทดลอง พบว่า กระบวนการผลิตที่เหมาะสม คือ การนำข้าวเหนียวมาแช่ในสารละลายกรดอะซิติกที่ ความเข้มข้น 0.1% ที่มีวิตามินบีหนึ่งละลายอยู่ 0.24 กรัมวิตามินบีหนึ่งต่อข้าวเหนียว 100 กรัม เป็นเวลา 30 นาที แล้วเคลือบเจลาติน 2% นำมาอบในตู้อบลมร้อนที่ 70 °ซ เป็นเวลา 240 นาที โดยมีความชื้นเหลืออยู่ 10.31% ส่วนระยะเวลาที่เหมาะสมในการคืนรูป คือ นำข้าวเหนียว ใส่ถุงร้อนที่เจาะรูไว้เรียบร้อยแล้ว ปิดปากถุง แช่ในน้ำเดือด 100 °ซ 4 นาที แล้วนำขึ้น ทิ้งให้ สะเด็ดน้ำ 20 นาที เมื่อนำข้าวเหนียวเสริมวิตามินบีหนึ่งมาวิเคราะห์ปรากฏว่าวิตามินบีหนึ่งเหลือ 17.21% (0.041 กรัม/ข้าวเหนียว 100 กรัม) สูญเสียวิตามินบีหนึ่งไป 82.79%

วรมณี สถาพรพิชญ์

วิยะดา วรโสภณทวีพร

ลายมือชื่อนักศึกษา

วุฒิชัย นาครักษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

28/03/88

วัน เดือน ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

โครงการปัญหาพิเศษเรื่องกระบวนการผลิตข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบี 1 สำเร็จ
ลุล่วงไปได้ด้วยดีจากการให้คำปรึกษาและการชี้แนะแนวทางในการแก้ไขปัญหาทั้งในด้านการทดลอง
และข้อมูลต่างๆโดย ผศ.ดร. วุฒิชัย นาครักษา ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา จึงขอขอบพระคุณไว้ ณ
ที่นี้
ขอขอบคุณเพื่อนๆที่ให้ข้อคิดเห็น คำแนะนำตลอดจนความช่วยเหลือต่างๆ และขอขอบคุณ
เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการที่มีส่วนทำให้ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

(นางสาววรณีย์ สถาพรพิชญ์)

(นางสาววิยะดา วรโสภณทวีพร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
สารบัญตาราง	ค
สารบัญรูป	จ
สารบัญตารางภาคผนวก	ฉ
บทที่	
1. บทนำ	1
2. การตรวจเอกสาร	2
3. วัตถุประสงค์ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	26
3.3.1 ศึกษาลักษณะทางกายภาพของข้าวเหนียวพันธุ์เขี้ยววง	27
3.3.2 การทดสอบคุณภาพการหุงต้ม	27
3.3.3 การเตรียมข้าวเหนียวสำเร็จรูป	28
3.3.4 การเตรียมข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง ในรูปของ Thiamin hydrochloride เคลือบเจลาติน 2%	29
3.3.5 ศึกษาระยะเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำแห้งข้าวเหนียว สำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง เคลือบเจลาติน 2%	29
3.3.6 ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการคั้นรูป	30
3.3.7 ศึกษาความเข้มข้นของกรดอะซิติกที่เหมาะสมที่ใช้ในการเตรียม ข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง	31
3.3.8 วิธีการตรวจสอบหาปริมาณ Thiamin hydrochloride	31
3.3.9 การหาปริมาณวิตามินบีหนึ่งที่สูญเสียไป (%) ในข้าวเหนียวสำเร็จรูป	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3.10 ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อข้าวเหนียวสำเร็จรูป เสริมวิตามินบีหนึ่ง เคลือบเจลาติน 2%	32
4. ผลการทดลองและวิจารณ์	34
4.1 ลักษณะทางกายภาพของข้าวเหนียวพันธุ์ ชัยวงษ์	34
4.1.1 ศึกษาขนาดและรูปร่างของเมล็ด	34
4.1.2 ปริมาณความชื้นเริ่มต้นของข้าวเหนียว	35
4.1.3 การทดสอบคุณภาพในการหุงต้ม	36
4.2 ปริมาณความชื้นของข้าวเหนียวสำเร็จรูป	37
4.3 ศึกษาระยะเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำแห้งข้าวเหนียว สำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง	38
4.4 ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการคั้นรูป	50
4.5 ผลของความเข้มข้นของกรดอะซิติกต่อปริมาณวิตามินบีหนึ่งในข้าวเหนียว สำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งหลังการคั้นรูป เมื่อใช้กรดอะซิติกเข้มข้น 1, 0.8, 0.5, 0.3, 0.1 และ 0.05%	61
4.6 วิธีการตรวจสอบหาปริมาณ Thiamin hydrochloride	63
4.7 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อข้าวเหนียวประเภทต่างๆ	68
5. สรุปผลการทดลองและวิจารณ์	69
เอกสารอ้างอิง	70
ภาคผนวก	71
ภาคผนวก ก	72
ภาคผนวก ข	112
ประวัติผู้เขียน	127

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	3
2.2	5
2.3	6
2.4	11
2.5	17
2.6	18
2.7	20
2.8	21
2.9	23
2.10	24
2.11	25
4.1	34
4.2	35
4.3	36
4.4	37
4.5	37
4.6	38

เอกสารนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้เพื่อการวินิจฉัยโรคหรือการให้คำแนะนำทางการแพทย์โดยไม่ปรึกษาแพทย์ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า	
4.7	อัตราการทำแห้งของข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง เคลือบเจลาติน 2% ใช้กรดอะซิติกเข้มข้น 0.1% อบที่ 50 60 และ 70° ซ ที่ระยะเวลาต่างๆ	41
4.8	ปริมาณความชื้น (%) ของข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งเมื่อใช้กรดอะซิติกเข้มข้น 1% อบที่ 50 60 และ 70° ซ เป็นเวลา 240 นาที	44
4.9	ปริมาณความชื้น (%) ของข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งเมื่อใช้กรดอะซิติกเข้มข้น 0.1% อบที่ 50 60 และ 70° ซ เป็นเวลา 240 นาที	45
4.10	อัตราการทำแห้ง และปริมาณความชื้นของข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง เคลือบเจลาติน 2% โดยใช้กรดอะซิติกเข้มข้น 1% อบเป็นเวลา 240 นาที	46
4.11	อัตราการทำแห้ง และปริมาณความชื้นของข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง เคลือบเจลาติน 2% โดยใช้กรดอะซิติกเข้มข้น 0.1% อบเป็นเวลา 240 นาที	46
4.12	ปริมาณการดูดซึมน้ำ (%กรัม/กรัม) และค่าการดูดซึมน้ำของข้าวเหนียวสำเร็จรูป ที่ระยะเวลาต่างๆ	50
4.13	ปริมาณการดูดซึมน้ำ (%กรัม/กรัม) และค่าการดูดซึมน้ำของข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งโดยใช้กรดอะซิติกเข้มข้น 1% ที่ระยะเวลาต่างๆ	53
4.14	ปริมาณการดูดซึมน้ำ (%กรัม/กรัม) และค่าการดูดซึมน้ำของข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งโดยใช้กรดอะซิติกเข้มข้น 0.1% ที่ระยะเวลาต่างๆ	55
4.15	แสดงการเปรียบเทียบการดูดซึมน้ำ (% กรัม/กรัม) และค่าการดูดซึมน้ำของข้าวเหนียวสำเร็จรูป ข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง โดยใช้กรดอะซิติกเข้มข้น 1% และ 0.1%	58
4.16	การตรวจวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินบีหนึ่งในข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งหลังการคั้นรูป โดยใช้กรดอะซิติกเข้มข้นต่างกัน และอบที่ 70° ซ เป็นเวลา 240 นาที	61
4.17	ค่าการดูดกลืนแสงของ Thiamin hydrochloride ที่ 429 nm. ที่มี	63

ไม่ว่าวิธีใดก็ตาม ที่อื่น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.18 ปริมาณวิตามินบีหนึ่ง(มก./ข้าว 100 ก.) และการสูญเสียวิตามินบีหนึ่ง(%) ในข้าวเหนียวสำเร็จรูปทั้งก่อน และหลังการคั้นรูป	64
4.19 ปริมาณวิตามินบีหนึ่ง(มก./ข้าว 100 ก.) และการสูญเสียวิตามินบีหนึ่ง(%) ในข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งทั้งก่อน และหลังการคั้นรูป เมื่อใช้กรดอะซิติกเข้มข้น 1%	66
4.20 ปริมาณวิตามินบีหนึ่ง(มก./ข้าว 100 ก.) และการสูญเสียวิตามินบีหนึ่ง(%) ในข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งทั้งก่อน และหลังการคั้นรูป เมื่อใช้กรดอะซิติกเข้มข้น 0.1%	67
4.21 แสดงผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อข้าวเหนียวประเภทต่างๆ	68

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1. แสดงสูตรโครงสร้างของ Thiamin และ Thiochrome	7
2. ขั้นตอนการทำข้าวเสริมสารอาหารหลายชนิด	16
3. การเปรียบเทียบสารอาหารต่างๆที่มีอยู่ในข้าวขัดขาว ข้าวกล้อง และ ข้าวผสม	19
4. กราฟอัตราการทำแห้ง(%) ของข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง เมื่อใช้กรดอะซิติกเข้มข้น 1% เคลือบเจลาติน 2% อบที่ 50-60 และ 70°ซ ที่ระยะเวลาต่างๆ	47
5. กราฟอัตราการทำแห้ง(%) ของข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง เมื่อใช้กรดอะซิติกเข้มข้น 0.1% เคลือบเจลาติน 2% อบที่ 50 60 และ 70°ซ. ที่ระยะเวลาต่างๆ	48
6. กราฟเปรียบเทียบอัตราการทำแห้ง(%) ของข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริม วิตามินบีหนึ่ง เมื่อใช้กรดอะซิติกเข้มข้น 1% และ 0.1% เคลือบเจลาติน 2% อบที่ 70°ซ ที่ระยะเวลาต่างๆ	49
7. กราฟปริมาณการดูดซึมน้ำกลับเข้าในเมล็ด(%)	60
8. กราฟมาตรฐานของ Thiamin hydrochloride	65
9. ข้าวเหนียวสำเร็จรูปขณะเสริมวิตามินบีหนึ่ง	123
10. ข้าวเหนียวสำเร็จรูปภายหลังการเสริมวิตามินบีหนึ่ง เป็นเวลา 30 นาที	123
11. ข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง เมื่อใช้กรดอะซิติกเข้มข้น 0.1% อบที่ 50°ซ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง	124
12. ข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง เมื่อใช้กรดอะซิติกเข้มข้น 0.1% อบที่ 60°ซ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง	124
13. ข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง เมื่อใช้กรดอะซิติกเข้มข้น 0.1% อบที่ 70°ซ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง	125

เอกสารนี้เป็นเอกสารของบริษัทเอกชนที่จำหน่ายภายใต้ลิขสิทธิ์และเครื่องหมายการค้า
โดยไม่ได้รับอนุญาตให้ทำซ้ำหรือเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตให้นำไปใช้ในโครงการค้า
ไม่ว่าในรูปแบบใดก็ตาม หากมีข้อสงสัยหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อฝ่ายขาย
เอกสารนี้เป็นเอกสารของบริษัทเอกชนที่จำหน่ายภายใต้ลิขสิทธิ์และเครื่องหมายการค้า
โดยไม่ได้รับอนุญาตให้ทำซ้ำหรือเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตให้นำไปใช้ในโครงการค้า

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
14. ข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง เมื่อใช้กรดอะซิติกเข้มข้น 0.1% อบที่ 60° ซ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง บรรจุถุงที่ใช้ในการคั้นรูป	125
15. ข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง เมื่อใช้กรดอะซิติกเข้มข้น 1% อบที่ 70° ซ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ภายหลังการคั้นรูป	126
16. ข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง เมื่อใช้กรดอะซิติกเข้มข้น 0.1% อบที่ 70° ซ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ภายหลังการคั้นรูป	126



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางผนวก

ตารางที่	หน้า
1ก. ปริมาณความชื้นเริ่มต้นของข้าวเหนียว	72
2ก. การทดสอบคุณภาพการหุงต้ม	73
3ก. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของข้าวเหนียวพันธุ์เขี้ยวสูง	74
4ก. อัตราการทำแห้งของข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งโดยใช้กรดอะซิติก เข้มข้น 1% เคลือบเจลาติน 2% อบที่ 50°ซ ที่ระยะเวลาต่างๆ	75
5ก. อัตราการทำแห้งของข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งโดยใช้กรดอะซิติก เข้มข้น 1% เคลือบเจลาติน 2% อบที่ 60°ซ ที่ระยะเวลาต่างๆ	80
6ก. อัตราการทำแห้งของข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งโดยใช้กรดอะซิติก เข้มข้น 1% เคลือบเจลาติน 2% อบที่ 70°ซ ที่ระยะเวลาต่างๆ	84
7ก. อัตราการทำแห้งของข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งโดยใช้กรดอะซิติก เข้มข้น 0.1% เคลือบเจลาติน 2% อบที่ 50°ซ ที่ระยะเวลาต่างๆ	86
8ก. อัตราการทำแห้งของข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งโดยใช้กรดอะซิติก เข้มข้น 0.1% เคลือบเจลาติน 2% อบที่ 60°ซ ที่ระยะเวลาต่างๆ	91
9ก. อัตราการทำแห้งของข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งโดยใช้กรดอะซิติก เข้มข้น 0.1% เคลือบเจลาติน 2% อบที่ 70°ซ ที่ระยะเวลาต่างๆ	95
10ก. ปริมาณความชื้นในข้าวเหนียวสำเร็จรูป	97
11ก. ปริมาณความชื้นในข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งโดยใช้กรดอะซิติก เข้มข้น 1% อบที่ 50°ซ เป็นเวลา 240 นาที	98
12ก. ปริมาณความชื้นในข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งโดยใช้กรดอะซิติก เข้มข้น 1% อบที่ 60°ซ เป็นเวลา 240 นาที	98
13ก. ปริมาณความชื้นในข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งโดยใช้กรดอะซิติกนำไปใช้ เข้มข้น 1% อบที่ 70°ซ เป็นเวลา 240 นาที	99

สารบัญตารางผนวก (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
14ก. ปริมาณความชื้นในข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งโดยใช้กรดอะซิติก เข้มข้น 0.1% อบที่ 50 ^o ซ เป็นเวลา 240 นาที	100
15ก. ปริมาณความชื้นในข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งโดยใช้กรดอะซิติก เข้มข้น 0.1% อบที่ 60 ^o ซ เป็นเวลา 240 นาที	100
16ก. ปริมาณความชื้นในข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งโดยใช้กรดอะซิติก เข้มข้น 0.1% อบที่ 70 ^o ซ เป็นเวลา 240 นาที	101
17ก. ค่าการดูดซึมน้ำของข้าวเหนียวสำเร็จรูปที่เวลา 2 3 4 5 และ 6 นาที	102
18ก. ค่าการดูดซึมน้ำของข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งโดยใช้กรดอะซิติก เข้มข้น 1% ที่เวลา 2 3 4 5 และ 6 นาที	104
19ก. ค่าการดูดซึมน้ำของข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งโดยใช้กรดอะซิติก เข้มข้น 0.1% ที่เวลา 2 3 4 5 และ 6 นาที	107
20ก. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติในการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำแห้ง ข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง อบที่ 70 ^o ซเป็นเวลา 240 นาที	110
21ก. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติในการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการคั้นรูป ของข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งเมื่อแช่น้ำเดือด 100 ^o ซ เป็นเวลา 4 นาที	111
1ข. การทดสอบลักษณะปรากฏด้านสี	113
2ข. การทดสอบลักษณะปรากฏด้านรสชาติ	115
3ข. การทดสอบลักษณะปรากฏด้านความเหนียว	117
4ข. การทดสอบลักษณะปรากฏด้านเนื้อสัมผัส	119
5ข. การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยรวม	121

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. บทนำ

ภาวะการขาดวิตามินบีหนึ่ง (Thiamine) พบมากในประเทศที่บริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก เช่น มาเลเซีย เกาหลี ฟิลิปปินส์ ญี่ปุ่น และไทย (เสาวนีย์ , 2526)

เมื่อร่างกายขาดแคลนวิตามินบีหนึ่ง จะมีผลต่อระบบประสาท และกล้ามเนื้อซึ่งจะทำให้เกิดโรคเหน็บชา (Beriberi) มีอาการคือ กล้ามเนื้ออ่อนปวกเปียก ไม่มีแรง ผิวหนังไม่มีความรู้สึก และเป็นอัมพาตตามแขน ขา นอกจากนี้ยังมีอาการบวมตามตัว แขน ขา และ หัวใจ ถ้าเป็นมากๆ อาจถึงแก่ชีวิตได้

วิตามินบีหนึ่งจะสลายตัวได้ง่ายเมื่อถูกความร้อน หรือ ด่าง นอกจากนี้ยังพบการสูญเสียวิตามินบีหนึ่ง ในข้าวเนื่องจากกระบวนการอื่นๆ อีก คือ

การขัดสี พบว่าข้าวที่ถูกล้างให้ขาว 10% จะมีวิตามินบีหนึ่ง มากกว่าข้าวขัดขาว 100% การล้างหรือข้าวขาว พบว่า

ข้าวขัดขาว ล้าง หรือ ข้าว 2 ครั้ง จะสูญเสียวิตามินบีหนึ่ง 25-40 %

ข้าวขัดขาว ล้าง หรือ ข้าว 3 ครั้ง จะสูญเสียวิตามินบีหนึ่ง 32-53 %

การหุงต้ม พบว่า ถ้าใส่น้ำในการหุงต้มปริมาณมาก จะทำให้วิตามินบีหนึ่งละลายและสูญเสียออกมามาก ดังนั้นการหุงข้าวแบบแช่น้ำจึงสูญเสียวิตามินบีหนึ่งมากกว่าการหุงข้าวแบบไม่แช่น้ำ

เพื่อชดเชยการสูญเสียวิตามินบีหนึ่งในเมล็ดข้าว การทดลองจึงเสริมวิตามินบีหนึ่งในรูปของไทอะมีนไฮโดรคลอไรด์ (Thiamin hydrochloride) แล้วเคลือบด้วยเจลาติน กระบวนการผลิตข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง จะเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหภาวะการขาดแคลนวิตามินบีหนึ่งได้

2. การตรวจเอกสาร

ในการบริโภคอาหารเพื่อการเจริญเติบโตของมนุษย์จำเป็นที่จะต้องได้รับวิตามินและเกลือแร่อย่างเพียงพอ ที่จะใช้ในกิจกรรมต่างๆอย่างไรก็ตามยังคงเกิดการสูญเสียขึ้นเนื่องจากเทคนิคกระบวนการที่ใช้ในการเตรียมอาหาร เช่นผู้บริโภคส่วนใหญ่นิยมข้าวขัดขาวเนื่องจากลักษณะปรากฏและรสชาติเป็นที่ยอมรับ นอกจากนี้ยังหุงข้าวได้ขึ้นหม้อดีกว่าและย่อยได้ง่ายกว่าข้าวกล้อง กระบวนการขัดสีนี้เองที่มีผลต่อการสูญเสียสารอาหารที่ประกอบอยู่ในเมล็ดข้าว

ตารางที่ 2.1 แสดงให้เห็นการสูญเสียสารอาหารหลักที่ประกอบอยู่ในเมล็ดข้าวโดยการขัดสี คุณค่าทางโภชนศาสตร์จะสูญเสียไปมากหรือน้อยแล้วแต่การขัดสี ข้าวขัด 10 เปอร์เซ็นต์ มีวิตามินบีหนึ่งสูงกว่าข้าวขัดขาว 100 เปอร์เซ็นต์ 10 เท่า ข้าวที่ขัดโดยมือจะมีวิตามินบีหนึ่งอยู่ 2 ไมโครกรัม ส่วนข้าวขัดขาวโดยเครื่องจักรจะมีเหลืออยู่น้อยกว่า 1 ไมโครกรัม โดยเฉลี่ยการขัดสีทำให้สูญเสียสารอาหารดังนี้ คือ โปรตีน 15 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 15 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 90 เปอร์เซ็นต์ วิตามินบีหนึ่ง 90 เปอร์เซ็นต์ วิตามินบีสอง 70 เปอร์เซ็นต์ ไนอะซิน 68 เปอร์เซ็นต์ แพนโททินิก 62 เปอร์เซ็นต์ และวิตามิน 56 เปอร์เซ็นต์ ทั้งขึ้นอยู่กับการขัดสีข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงการสูญเสียวิตามินบีหนึ่งในข้าวที่เก็บไว้เป็นเวลา 3 และ 9 เดือน

ชนิดข้าว	การสูญเสียวิตามินบีหนึ่งจากข้าวที่เก็บไว้	
	3 เดือน	9 เดือน
ข้าวเปลือก	5.01	8-11
ข้าวแดง	4.25	11-13
ข้าวundermilled	5.40	8-15
ข้าวขาว	7.38	13-16

ที่มา : เสาวนีย์ , 2526

การล้างหรือข้าวขาว เป็นวิธีการอีกอย่างหนึ่งที่ทำให้คุณค่าทางโภชนาศาสตร์ของข้าวลดลง (เสาวนีย์, 2526) โดยทำให้สูญเสียสารอาหารที่มีในเมล็ดข้าว ข้าวที่ขัดสีน้อยย่อมทนทานต่อการล้าง และการข้าวขาวได้มากกว่าที่ขัดขาว การขัดถูเมล็ดข้าวแรงๆขณะข้าวขาวทำให้สารต่างๆหลุดออกจากเมล็ดข้าวมากขึ้น จำนวนครั้งของการล้างก็ส่งผลต่อการสูญเสียสารอาหารในเมล็ดข้าว เช่น

ข้าวขัดขาว ล้างหรือข้าว 2 ครั้ง เสียวิตามินบีหนึ่ง 25-40 เปอร์เซ็นต์

ข้าวขัดขาว ล้างหรือข้าว 3 ครั้ง เสียวิตามินบีหนึ่ง 32-53 เปอร์เซ็นต์

ข้าวขัดขาว ล้างหรือข้าว 4 ครั้ง เสียวิตามินบีหนึ่ง 39-59 เปอร์เซ็นต์

การแช่ข้าวในน้ำเป็นเวลานานๆก่อนนำมาหุงต้ม ย่อมทำให้สูญเสียสารอาหารพวกที่ละลายในน้ำ เช่น

การแช่ข้าวข้อมมือแล้วนำมาหุงเสียวิตามินบีหนึ่ง 6.5 เปอร์เซ็นต์

เอกสารแช่ข้าวขาวแล้วนำมาหุงต้มเสียวิตามินบีหนึ่ง 30.3 เปอร์เซ็นต์ บาดให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆก็ตาม สิ่งทั้งหลายที่เกิดขึ้นมาในเอกสารนี้จึงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
การแช่ข้าวข้อมมือแล้วล้างก่อนนำไปหุงเสียวิตามินบีหนึ่ง 50.0 เปอร์เซ็นต์

วิธีการหุงข้าว เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการของข้าว แม้ว่าการหุง จะไม่ทำให้เกิดการสูญเสียสารอาหารจากเมล็ดข้าวมากเท่ากับการล้างหรือข้าวขาวก็ตาม วิธีการมี 4 วิธีคือ

วิธีที่ 1 เติมน้ำในข้าวจำนวนมาก ต้มจนเดือดจนกระทั่งข้าวเกือบสุก เหน้าเดือดทิ้งวิธีนี้เป็นการหุงแบบเช็ดน้ำ

วิธีที่ 2 เติมน้ำในจำนวนพอดีที่ข้าวจะบานออก และจะสุกโดยน้ำจะเข้าไปอยู่ในเมล็ดข้าวพอดี ไม่มีการเหน้าเดือดทิ้ง วิธีนี้หุงแบบไม่เช็ดน้ำเช่นเดียวกับการตุ๋นโดยการใส่หม้อหรือใส่โถ

วิธีที่ 3 หุงข้าวเช่นวิธีที่ 1 คือ เช็ดน้ำ พอข้าวสุกขณะร้อนเทใส่ภาชนะแล้วใช้น้ำเย็นราดทิ้งนี้ไม่ให้ข้าวเกาะติดกัน

วิธีที่ 4 เติมน้ำหุงอย่างวิธีที่ 1 หุงพอข้าวเริ่มสุกบ้างแต่ไม่สุกเต็มที่แล้วเหน้าทิ้ง นำข้าวมานั่งต่อจนสุก

การหุงข้าวแบบไม่เช็ดน้ำ เป็น วิธีการที่ทำให้เกิดการสูญเสียสารอาหารในเมล็ดข้าวมากที่สุด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดงการสูญเสียสารอาหารไปในการข้าวขาวและหุงข้าว

ชนิดข้าว		สารอาหารที่สูญเสียไป(%)		
		วิตามินบีหนึ่ง	วิตามินบีสอง	ไนอะซิน
ข้าวกล้อง	เสียในการข้าวขาว	21.14	7.70	13.00
ข้าวขัดขาว	เสียในการข้าวขาว	43.07	25.92	23.04
ข้าวparboiled	เสียในการข้าวขาว	15.42	15.00	13.00
	หุงแบบต้น	6.46	7.50	2.23
	หุงแบบแช่น้ำ	57.21	50.00	37.80
ข้าวconverted	เสียในการข้าวขาว	6.62	12.19	10.20
ข้าวหอมมะลิ	เสียในการข้าวขาว	6.46	10.52	16.00
ข้าวกล้อง	หุงแบบต้น	9.00	6.17	4.00
	หุงแบบแช่น้ำ	32.28	26.00	31.00
ข้าวขัดขาว	หุงแบบต้น	1.34	7.40	3.45
	หุงแบบแช่น้ำ	54.00	49.15	41.00
ข้าวขาวเสริม- สารอาหาร	หุงแบบต้น	2.85	6.80	4.51
	หุงแบบแช่น้ำ	53.57	37.93	41.00

ที่มา : เสาวนีย์ , 2526

จากตารางที่ 2.2 จะเห็นได้ว่า วิตามินบีหนึ่งมีการสูญเสียเนื่องจากกระบวนการต่างๆมากที่สุดสาเหตุเนื่องจากคุณสมบัติของวิตามินบีหนึ่งเอง ดังนั้นก่อนจะทำการศึกษเกี่ยวกับข้าวเสริมวิตามินบีหนึ่งจึงควรรู้จักวิตามินบีหนึ่งเสียก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิตามินบีหนึ่งหรือไทอะมินเป็นผลึกไม่มีสี มีกลิ่นคล้ายยีสต์ และมีรสเค็มละลายน้ำได้ง่าย มีความคงตัวดีในสารละลายที่เป็นกรด แต่สลายตัวได้ง่ายในสารละลายที่เป็นด่างหรือเป็นกลางหรือเมื่อถูกความร้อน วิตามินบีหนึ่งนี้มีอยู่ทั่วไปในพืชและสัตว์

ไทอะมินที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง คือ ไทอะมินไฮโดรคลอไรด์ (Thiamin hydrochloride)

คุณสมบัติทางกายภาพของ Thiamin hydrochloride แสดงดังตารางที่ 2.3
ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติทางกายภาพของ Thiamin hydrochloride

Property	Characteristics
Formular	$C_{12}H_{17}N_4OSClHCl$ M_r 337.28
Apperance	White, slight thiazole order, crystalline solid
Crystal form	Monoclinic plate in rosette-like clusters
Melting point	248 C
pH	3.58(1 mg ⁻¹ ml); 3.13(10 mg ml ⁻¹)
Ultraviolet maxima	247 nm (pH 3.0); 235 and 267 nm (pH 5.0)
Solubility	1 g in ml water, 18 ml glycerol, 100 ml 95% alcohol, 315 ml absolute alcohol; more soluble in methanol; soluble in propylene glycol. Practically insoluble in ether, benzene, hexane, and chloroform

ที่มา : Johnson , 1994

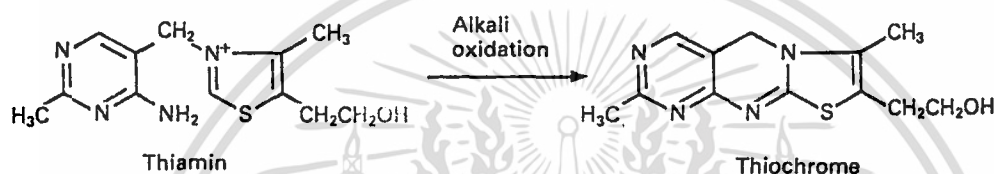
ผลึก Thiamin hydrochloride เมื่อสัมผัสอากาศในสภาพความชื้นทั่วไป จะดูดซับน้ำได้ในอัตราส่วน 1:1 โมลน้ำต่อโมลไทอะมิน และสามารถกำจัดน้ำออกไปได้โดยอบที่อุณหภูมิ 100°ซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือเก็บในสภาพสูญญากาศภายใต้กรดซัลฟูริก (Sulphuric acid) หรือ ฟอสฟอรัสเพนทอกไซด์ (Phosphorus pentoxide) Thiamin hydrochloride ที่อบแห้งแล้ว จะมีความเสถียรที่อุณหภูมิ 100 °C (Johnson, 1994)

คุณสมบัติทางเคมีของ Thiamin hydrochloride

Thiamin ในสารละลายต่างแ่งจะถูกออกซิไดซ์โดยสารที่มีคุณสมบัติเป็นออกซิแดนท์ ได้แก่ Potassium ferricyanide, Cyanogen bromide, Mercuric chloride เป็นต้น ทำให้ได้ thiamin ในรูปของ Thiochrome ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงสูตรโครงสร้างของ Thiamin และ Thiochrome

ที่มา : Johnson , 1994

Thiochrome มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับสารประกอบฟลูออเรสเซนต์ที่ความเป็นกรดต่างมากกว่า 8 (pH > 8) และ Thiamin ในสภาพ Thiamin phosphate ester จะถูกเปลี่ยนแปลงต่อไปเป็น Thiochrome phosphate ester โดยไม่มีผลกับพันธะฟอสเฟตเดิม ทั้ง Thiamin และ Thiochrome จะมีค่าการกระตุ้นสูงสุด (Excitation maxima) เฉพาะซึ่งเป็นค่าการกระตุ้นสูงสุดใกล้เคียงกับของสารประกอบฟลูออเรสเซนต์ คือที่ 375 นาโนเมตร และ 432-435 นาโนเมตร ตามลำดับ จากหลักการนี้ทำให้สามารถตรวจวัดปริมาณ Thiamin ได้โดยใช้วิธีเดียวกับการตรวจวัดปริมาณ Thiamin phosphate ester

Thiamin ในสารละลายต่างที่มีค่าความเป็นด่างน้อยกว่า 5 (pH < 5) จะค่อนข้างเสถียรต่อความร้อน และกระบวนการฆ่าเชื้อ (Sterilization) ที่อุณหภูมิ 110 °C ถ้าค่าความเป็นด่างมากกว่าหรือเท่ากับ 5.5 (pH = 5.5) Thiamin จะถูกทำลายได้โดยการออโตคลเอบ (Autoclave) และถ้าค่าความเป็นกรดต่างมากกว่าหรือเท่ากับ 7 (pH = 7) Thiamin จะถูกทำลายทันทีโดยการต้ม หรือการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

วิธีการตรวจวิเคราะห์

ตามวิธีของ AOAC, 1980 จะใช้วิธีการออกซิไดซ์ Thiamin ด้วยต่างเช่น Ferricyanide หรือ Cyanogen bromide ซึ่งจะได้ Thiochrome ที่เป็นสารประกอบฟลูออเรสเซนต์ที่มีสีน้ำเงิน สามารถอธิบายวิธีการของ AOAC ได้ว่าเนื่องจาก Thiamin ในอาหารเป็นสารประกอบที่ปรากฏในรูปอิสระในเนื้อเยื่อพืชและในรูป Diphosphate ในเนื้อเยื่อสัตว์ จึงต้องมีการสกัด Thiamin และฟอสเฟตของ Thiamin ออกมาโดยใช้ น้ำร้อน หรือบดตัวอย่างให้มีขนาดเล็กๆ ร่วมกับสารละลาย 0.1M ของกรดไฮโดรคลอริกหรือ 0.1M ของกรดซัลฟูริก นำสารละลายที่ได้มากรอง หรือเหวี่ยงแยกตะกอน จากนั้น Thiamin อิสระจะถูกทำให้บริสุทธิ์โดยการแลกเปลี่ยนไอออนบวกในคอลัมน์ที่บรรจุซิลิกา ล้างคอลัมน์หลายๆครั้งด้วยน้ำร้อน ตามด้วยสารละลายโพตัสเซียมคลอไรด์ร้อน ซึ่งจะทำให้ Thiamin ถูกอีลูท (elute) ออกมา นำสารละลายที่ได้มาออกซิไดซ์ด้วยต่าง และสารอื่นที่จำเป็น ซึ่งจะผสมรวมไปกับสารละลายต่างนั้น แล้วสกัด Thiochrome ด้วยไอโซบิวทานอล (isobutanol) วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยสเปกโตรฟลูออโรเมตริก (Spectrofluorometric) แล้วคำนวณปริมาณ Thiamin ซึ่งเตรียมได้จากวิธีเดียวกัน

นอกจากวิธีของ AOAC แล้ว ยังมีวิธีของ Deng และคณะ , 1986 เป็นการตรวจหาปริมาณ Thiamin hydrochloride โดยวิธีการหาอัตราส่วนของค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 429 และ 615 นาโนเมตร วิธีการคือให้ตัวอย่าง Thiamin hydrochloride ประมาณ 0.6543-0.6948 กรัม ละลายน้ำเติม 0.1M Sodium hydroxide 20 มิลลิลิตร และเติม 0.05% Bromothymol blue 2.0 มิลลิลิตร จากนั้นให้ปรับปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตร ด้วยน้ำ นำตัวอย่างมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 429 และ 615 นาโนเมตร สามารถคำนวณหาปริมาณ Thiamin ได้จาก Absorbance ratio ซึ่งวิธีนี้ได้ผลถึง 99.97% และมีค่า Coefficient of variation (CV) เพียง 0.18%

อย่างไรก็ตามวิธีการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณ Thiamin ในอาหารที่นิยมใช้กันอยู่อย่างแพร่หลาย (AoAC, 1990) ก็คือ วิธี HPLC (High-Performance Liquid Chromatography) ซึ่งเป็นวิธีที่สะดวก และให้ผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้องแม่นยำกว่าการวัดการดูดกลืนแสง

หน้าที่ของ Thiamin

1. จำเป็นสำหรับการเผาผลาญสารอาหาร หรือเป็นส่วนประกอบของ เอนไซม์ที่ใช้ในปฏิกิริยาการเผาผลาญอาหารพวกคาร์โบไฮเดรต ดังนั้นถ้าใช้พลังงานมากหรือกินคาร์โบไฮเดรตมากจะต้องการวิตามินนี้มากขึ้น

2. ช่วยการทำงานของระบบทางเดินอาหาร จึงเกี่ยวข้องกับความต้องการอาหาร การย่อยอาหารและการขับถ่าย อาหารที่มีวิตามินบีหนึ่งสูงช่วยให้มีความอยากอาหารดีขึ้น การย่อยอาหารและการขับถ่ายดีขึ้น

3. ช่วยในการเจริญเติบโต การสืบพันธุ์และการผลิตน้ำนม

4. ช่วยการทำงานของระบบประสาทและหัวใจ เพราะวิตามินนี้จำเป็นสำหรับการสังเคราะห์สารพวก Acetylcholine ซึ่งควบคุมการทำงานของระบบประสาท ถ้าขาดวิตามินบีหนึ่งจะมีผลถึงประสาท และกล้ามเนื้อทั่วร่างกายหรือเป็นโรคเหน็บชา โรคเหน็บชาเป็นโรคที่ไม่แสดงอาการปรากฏชัดเจน ในบางรายอาจเป็นชนิดรุนแรง หรืออาจจะค่อยๆ เป็นซึ่งสามารถแบ่งออกตามอาการเป็น 3 ชนิด

1. Dry Beriberi เป็นโรคเหน็บชานชนิดที่อาการอักเสบของปลายประสาทของเท้าและขาคือจะมากกว่ามือ จะทำให้ความรู้สึกทางประสาทสัมผัสและความเจ็บปวดทางปลายมือและปลายเท้าจะลดลงมีอาการชาหรือแสบร้อนซึ่งจะเกิดขึ้นเป็นครั้งคราวแฉับบริเวณมือและเท้าถ้าเป็นมากขึ้นประสาทด้านความรู้สึกและด้านความสัมผัสจะลดน้อยลงทุกที่จนหมดความรู้สึกทำให้เดินไม่ถนัด มือและเท้าห้อยกล้ามเนื้อบริเวณข้อและขาจะอ่อน ลีบและมีความเจ็บปวดมาก ถ้าโรคนี้อาจเกิดเป็นเวลานานอาจจะเกิดเป็นอัมพาตได้

2. Wet Beriberi เป็นโรคเหน็บชาที่มีอาการทางหัวใจ คือจะรู้สึกหัวใจเต้นหนักและเร็ว หัวใจจะพองโตออกทางด้านขวา ทำให้เส้นโลหิตในเส้นโลหิตดำที่บริเวณคอในระยณะนี้ถ้าตรวจอัตราการเต้นของหัวใจโดยการถ่ายภาพ electrocardiogram จะพบภาพการเต้นแสดงความผิดปกติให้เห็นชัดเจน บางรายอาจมีอาการบวม อาจเริ่มที่เท้าแขน ขา และอาจจะลามถึงตัว คอ และหน้า ถ้าการบวมลุกลามไปยังปอดและตับปว่อาจเสียชีวิตได้

3. โรคเหน็บชาในทารก (Infantile Beriberi) โรคนี้นิยมมากในทารก ทางประเทศในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ในทารกที่เลี้ยงด้วยน้ำนมมารดาอายุ 2-6 เดือน อาการของโรคแตกต่างจากของผู้ใหญ่ สาเหตุเกิดจากการขาดวิตามินบีหนึ่งโดยเฉพาะ อาการมีทั้งชนิดรุนแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฉับพลันหรือชนิดเรื้อรังก็ได้ ชนิดรุนแรงและฉับพลันนั้น อาการจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วโดยมากทารกที่เป็นโรคนี้อาจแสดงอาการปกติคืออยู่ แต่อีกไม่กี่ชั่วโมงอาจเสียชีวิตได้ อาการของโรคคือ หน้าและตัวเขียว ชีต หายใจขัด หัวใจเต้นแรงและอาจเสียชีวิตในที่สุด การวินิจฉัยโรคนี้ต้องทำในทันที และควรคำนึงถึงโรคนี้เสมอในการตรวจทารก ดูประวัติการบริโภคอาหารของมารดา การตรวจร่างกายของมารดาอาจช่วยการวินิจฉัยโรคนี้ได้ แต่มีจำนวนไม่น้อยที่ทารกเป็นโรคเห็บซาโดยที่มารดาที่ให้นมไม่มีอาการของโรคนี้

ในรายที่มีอาการไม่รุนแรง ทารกจะแสดงอาการไม่ชอบอาหาร เช่นเมื่อให้นมจะคายออก แต่เมื่อให้ดื่มน้ำจะไม่บ้วนทิ้ง ทารกมีอาการกระวนกระวาย ไม่อยู่นิ่ง มีอาการท้องอืดแสดงอาการปวดในท้อง บางคราวจะมีอาเจียน เด็กเหล่านี้มักจะดูตัวไม่เล็ก บางคนอาจจะมีน้ำหนักเพิ่มเพราะการบวม และมีน้ำคั่งในร่างกายมาก มีชีพจรเต้นเร็ว มีอาการเหนื่อยหอบ เด็กจะอ้าปากร้องแต่ไม่มีเสียง เด็กจะซีด เขียว บวม แสดงอาการหัวใจอ่อน อาการต่างๆเหล่านี้อาจเกิดขึ้นในระยะเวลารวดเร็วและติดต่อกันเป็นชั่วโมง หรือเป็นอยู่ภายใน 1-2 วัน

ปริมาณที่แนะนำให้รับประทาน ความต้องการวิตามินบีหนึ่งขึ้นกับความต้องการแคลอรี หรือปริมาณคาร์โบไฮเดรตในอาหาร คณะกรรมการผู้เชี่ยวชาญร่วมของ FAO และ WHO กำหนดว่าความต้องการวิตามินบีหนึ่งประมาณ 0.33 มิลลิกรัมต่อ 1000 แคลอรี และแนะนำให้รับประทานวันละ 0.4 มิลลิกรัมต่อ 1000 แคลอรี ในผู้ใหญ่มีความต้องการแคลอรีต่ำกว่าคนหนุ่มสาว แต่เนื่องจากใช้วิตามินบีหนึ่งได้ไม่เท่าคนหนุ่มสาวจึงแนะนำให้รับประทานวันละไม่น้อยกว่า 1 มิลลิกรัมต่อ 1000 แคลอรี หญิงให้นมบุตรมีการผลิตน้ำนมวันละ 850 ลูกบาศก์เซนติเมตร และสูญเสียวิตามินบีหนึ่งในน้ำนมประมาณ 0.13 ลูกบาศก์เซนติเมตร ดังนั้นหญิงให้นมบุตรควรรับประทานวิตามินบีหนึ่ง 0.5 มิลลิกรัมต่อ 1000 แคลอรี ในทารกแนะนำให้รับประทานวิตามินบีหนึ่ง 0.5 มิลลิกรัมต่อ 1000 แคลอรี หรือสูงกว่าความต้องการที่แท้จริงเท่าตัว

จาก UK Dietary Reference Value (DRV) ปริมาณวิตามินบีหนึ่งที่ต้องการต่อวัน คือ 0.2-1.1 มิลลิกรัม หรือประมาณ 0.4 มิลลิกรัมต่อ 1000 แคลอรี ซึ่งขึ้นกับอายุและเพศ ค่า DRV สำหรับวิตามินบีหนึ่งที่แนะนำนี้คิดเทียบกับปริมาณพลังงานที่ได้รับสำหรับกิจกรรมปกติ แต่ก็ได้มีการแนะนำปริมาณที่ควรได้รับสำหรับผู้ใหญ่ คือไม่น้อยกว่า 0.4 มิลลิกรัมต่อวัน สำหรับในประเทศสหรัฐอเมริกา ปริมาณที่แนะนำให้รับประทาน คือ 0.5 มิลลิกรัมต่อ 1000 แคลอรี และในผู้สูงอายุควรได้รับไม่ต่ำกว่า 1 มิลลิกรัมต่อวัน สำหรับผู้ใหญ่ควรจะได้รับ 0.8 มิลลิกรัมต่อวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 ปริมาณวิตามินบีหนึ่งที่มีในอาหารต่างๆ

Food	Thiamin content (mg/100 g)
Cereals	
Barley	
Necked	0.60
Milled and pressed	0.21
Enriched and pressed	1.5
Wheat	
Wheat germ	2.0
Whole grain	0.41
Flour	0.13
White bread	0.07
Noodle, raw	0.09
Rice	
Brown rice	0.54
Well-milled	0.12
Enriched	125
Corn	
Whole grain	0.30
Flour	0.14
Cornflakes	0.03
Rye	
Whole grain	0.47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

Food	Thiamin Content (mg/100 g.)
Bread	0.26
Potatoes	
Potatoes, raw	0.11
Potato chips, fried	0.26
Nuts and seeds	
Almond, dried	0.24
Cashews, roasted	0.54
Chestnuts, raw	0.32
Peanuts	
Dried	0.85
Roasted	0.23
Walnuts, roasted	0.26
Sesame seeds, dried	0.95
Sunflower seeds, dried	2.10
Soya beans, dried	0.83
Soya beans curd	0.07
Vegetables, raw	
Artichoke	0.09
Asparagus	0.13
Cabbage	0.05
Kidney beans	0.11
Okra	0.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

Food	Thiamin Content (mg/100g.)
Onion	0.04
Spinach leaves	0.13
Squash	0.10
Fruits, raw	
Apples	0.01
Grapes	0.05
Grapefruit	0.06
Oranges	0.07
Pineapple	0.14
Meats	
Beef	0.10
Chuck, raw	0.10
Fillet, raw	0.10
Heart, raw	0.42
Liver, raw	0.22
Roast	0.07
Chicken	
Breast, raw	0.06
Thigh, raw	0.10
Mutton	
Lamb, raw	0.13

Pork

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

Food	Thiamin Content (mg/100 g)
Inside ham, raw	1.20
Shoulder, raw	0.85
Bacon	0.47
Ham, press	0.55
Sausage	0.21
Eggs	
Chicken egg, whole	0.08
Chicken egg yolk	0.23
Milks	
Whole milk, raw	0.04
Skim milk	0.04
Whole milk powder	0.25
Evaporated milk	0.06
Cheese, Cheddar	0.03
Fish and shellfish, raw	
Cod	0.10
Halibut	0.10
Mackerel	0.16
Salmon	0.22
Sole	0.15
Eel	0.75
Abalone	0.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

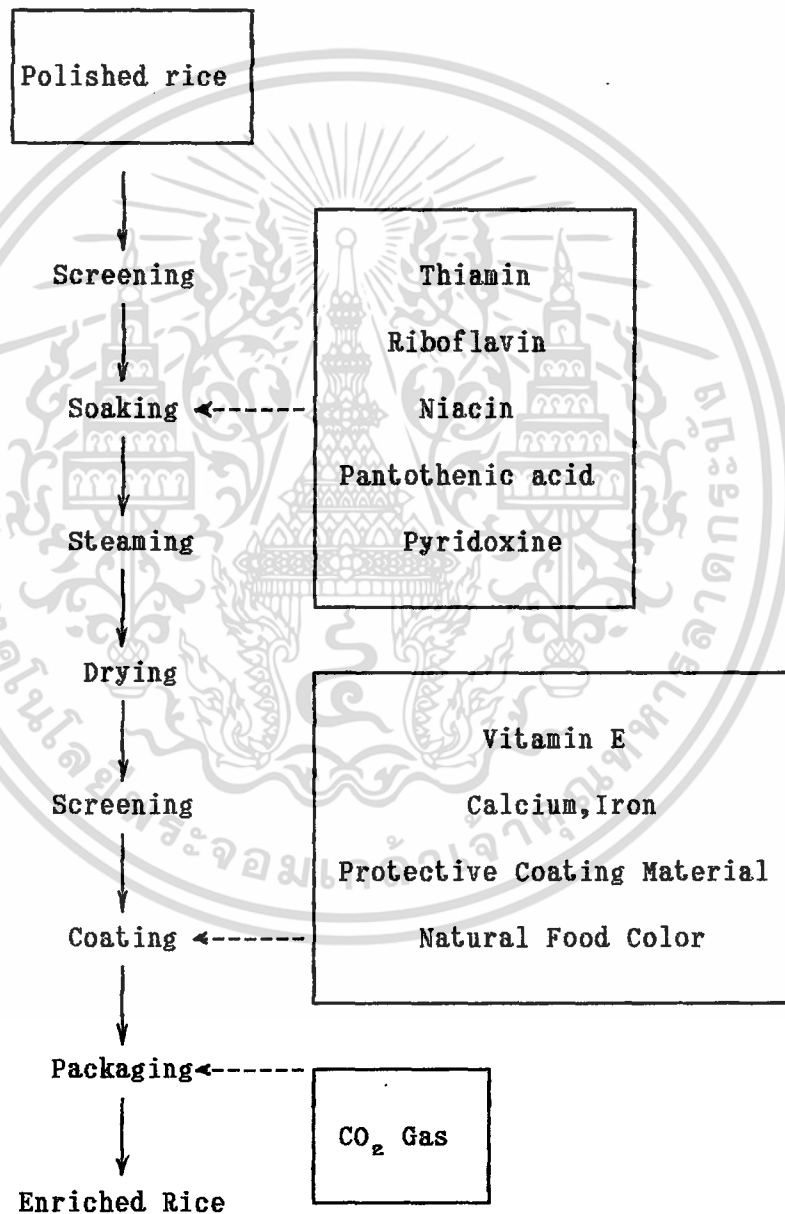
Food	Thiamin Content (mg/100 g)
Oyster	0.16
Hard clam	0.02
Shrimp	0.02

ที่มา : Johnson , 1994

จากสาเหตุที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นนี้ จึงได้มีการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของข้าว โดยการผลิตข้าวเสริมสารอาหาร (Enriched rice) ซึ่งจะหมายถึง เมล็ดข้าวที่ได้เพิ่มเติมสาร วิตามินแร่ธาตุหรือเกลือแร่หลังจากที่ข้าวผ่านการสีแล้ว สารอาหารที่ใช้เติมกันมากคือวิตามินบีหนึ่ง วิตามินบีสอง ไนอะซิน เหล็กและเกลือแร่อื่นๆ ในญี่ปุ่นมีการผลิตข้าวเสริมสารอาหารหลายชนิด และมีการจำหน่ายในท้องตลาด ตั้งแต่ปี 1981 ข้าวชนิดนี้ประกอบด้วยสารอาหาร 8 ชนิด ได้แก่ วิตามินบีหนึ่ง วิตามินบีสอง ไนอะซิน กรดแพนโททีนิก ไพริดอกซีน วิตามินอี แคลเซียม และเหล็ก ในการบริโภคข้าวชนิดนี้ จะต้องนำมาผสมกับข้าวขัดขาวในอัตราส่วน 1:200 สารอาหารทั้ง 8 ชนิดที่มีในข้าวผสมนี้ จะมีปริมาณเท่ากับที่มีในข้าวกล้อง

วิธีการทำข้าวเสริมสารอาหารหลายชนิด (Misaki และ Yasumatsu, 1981) ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นแรกใช้วิธีการของการทำ acid-parboiled rice และขั้นตอนที่ 2 คือ วิธีการเคลือบซึ่งแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ขั้นตอนการทำข้าวเสริมสารอาหารหลายชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ : Misaki และ Yasumatsu , 1981 ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เริ่มต้นโดยการแช่ข้าวขัดขาว ในสารละลายของกรดอะซิติกที่มีวิตามินในปริมาณที่ต้องการ จากนั้นนำข้าวที่แช่แล้วมาผ่านการสตีม (steam) ทำให้แห้งและเคลือบด้วยวิตามินอี แคลเซียม เหล็ก ซึ่งจะเคลือบแยกกันเป็นชั้นๆ สุดท้ายจะเคลือบสารเคลือบผิวเพื่อป้องกันการสูญเสียในการล้าง จะบรรจุผลิตภัณฑ์ที่ได้ในอะลูมิเนียมลามิเนต (aluminium laminate) พร้อมกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อป้องกันวิตามินอีถูกทำลายในระหว่างการเก็บ

คุณสมบัติของข้าวเสริมสารอาหารหลายชนิด ประกอบด้วยสารอาหารดังแสดงในตารางที่ 5 ปริมาณของสารอาหาร 8 ชนิดในข้าวผสม ซึ่งมีอัตราส่วนข้าวขัดสีแล้ว 200 ส่วน ต่อข้าวเสริมสารอาหาร 1 ส่วน ดังแสดงในตารางที่ 2.6 และรูปที่ 2.3 สารอาหารที่มีในข้าวผสมจะมีปริมาณเท่ากับในข้าวกล้อง ข้าวเสริมวิตามินบีหนึ่ง 1 กรัม จะมีปริมาณวิตามินบีหนึ่ง 1.0-1.5 มิลลิกรัม การเสริมไฟรดอกซินในข้าวผสมจะเสริมในปริมาณน้อย เพราะจะทำให้เกิดรสชาติที่ไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค

ตารางที่ 2.5 แสดงส่วนประกอบของสารอาหารในข้าวเสริมสารอาหารหลายชนิด และปริมาณวิตามินที่เหลืออยู่ภายหลังการหุงต้ม

Nutrient	Content (mg/g)	Retention (%)
Thiamin	1.5	89
Riboflavin	0.06	88
Niacin	6.2	92
Pantothenic acid	2.34	97
Pyridoxine	0.08	100
Vitamin E	1.38	85
Calcium	8.0	-
Iron	1.2	-

ที่มา : Misaki และ Yasumatsu , 1981

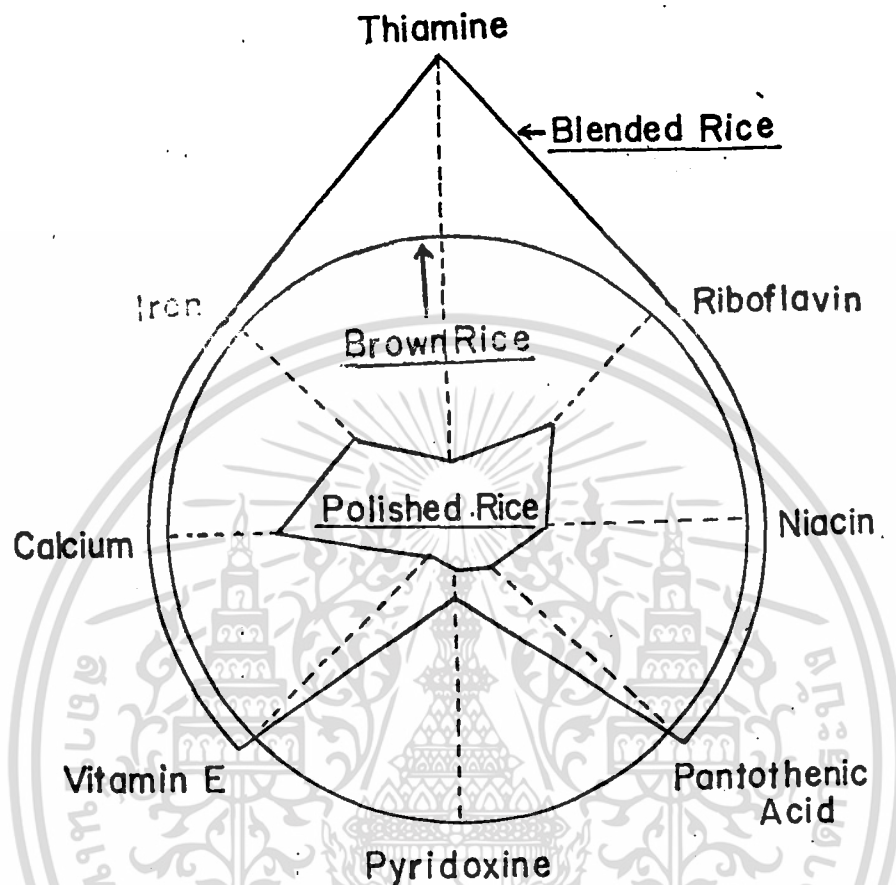
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา หรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 แสดงอัตราส่วนปริมาณสารอาหาร (มก./100 ก.) ของข้าวชนิดต่างๆ

Nutrient	Rice		
	Milled	Brown	Blended
Thiamin	0.12	0.54	0.87
Riboflavin	0.03	0.06	0.06
Niacin	1.40	4.50	4.50
Pantothenic acid	0.23	1.40	1.40
Pyridoxine	0.06	0.43	0.10
Vitamin E	0.09	0.78	0.78
Calcium	6.0	10.0	10.0
Iron	0.5	1.1	1.1

ที่มา : Misaki และ Yasumatsu , 1981

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3 การเปรียบเทียบสารอาหารต่างๆที่มีอยู่ในข้าวขัดขาว ข้าวกล้อง และข้าวผสม
ที่มา : Misaki และ Yasumatsu , 1981

รสชาติของข้าวผสมในอัตราส่วนข้าวเสริมสารอาหาร 1 ส่วนต่อข้าวขัดขาว 200 ส่วน เมื่อข้าวผ่านการหุงต้มแล้วจะไม่มี การเปลี่ยนแปลงรสชาติ ซึ่งจะมีการตรวจสอบสารแต่ละชนิดและกระบวนการผลิตที่มีผลต่อรสชาติของข้าวที่ผ่านการหุงต้มแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 แสดงผลการสำรวจของผู้บริโภคที่มีต่อข้าวเสริมสารอาหาร

Property	Percent Replying	
	Almost the same as Ordinary Cooked Rice	Somewhat Inferior to Ordinary Cooked Rice
	Appearance	95.5
Aroma	96.4	3.6
Taste	95.5	4.5

ที่มา : Misaki และ Yasumatsu , 1981

จากตารางที่ 2.7 แสดงผลการสำรวจของผู้บริโภค ผู้บริโภคลงความเห็นเห็นว่าข้าวที่เสริมสารอาหารไม่มีผลต่อลักษณะปรากฏ กลิ่น (Aroma) หรือรสชาติภายหลังการหุงต้ม การสูญเสียปริมาณสารอาหารเนื่องจากการล้าง และการหุงต้ม เนื่องจากการใช้สารเคลือบเพื่อป้องกัน (Protective coating) จะทำให้เกิดการสูญเสียสารอาหารในขั้นตอนการล้างก่อนหุงต้มประมาณ 10%

ต่อมาได้มีการทดลองเสริมวิตามินในข้าวโดยการทำการเชื่อมข้าม (Cross-link) (Joseph และคณะ , 1990) ซึ่งมีส่วนผสมของวิตามินแสดงดังตารางที่ 2.8

14607

ตารางที่ 2.8 ส่วนผสมของวิตามินต่างๆ ที่ใช้ในการทำข้าวเสริมสารอาหาร

Vitamins (mg)	Premix (g)/200g rice		
	1g	2g	3g
Thiamin	14.5	20.0	43.5
Riboflavin	16.4	32.8	49.2
Niacin	193.4	386.8	580.2
Pyridoxine	19.3	38.6	57.9

ที่มา : Joseph และคณะ , 1990

โดยการทำการเชื่อมข้าวภายใต้ 2 สภาวะ คือ

1. Acetaldehyde (สภาวะกรด) โดยใช้ข้าวขาว 200 กรัม ผสมกับวิตามินในอัตราส่วนต่างๆดังตารางที่ 8 เติมน้ำ 400 มิลลิลิตร ใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 1 ลิตร ปรับ pH ให้อยู่ระหว่าง 2.3-2.5 ด้วย 0.1N Hydrochloric แล้วนำส่วนผสมที่ได้เข้าเครื่องแช่เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นจะดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

Cross-link โดยการเติมสารละลาย Acetaldehyde ในพลาสติกที่แช่เย็นเรียบร้อยแล้ว นำพลาสติกใส่อ่างน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 60°ซ เป็นเวลา 45 นาที

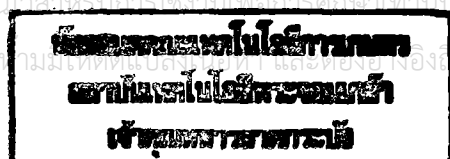
Neutralization ค่อยๆรินส่วนผสมในพลาสติกผ่านตะแกรงขนาด 45 mesh โดยเปิดน้ำล้างไปด้วย แล้วทำข้าวที่ได้ให้เป็นกลางด้วย 1.0% Ascorbic acid เป็นเวลา 30 นาที เพื่อกำจัด Acetaldehyde ที่ตกค้างอยู่ ซึ่งจะทำให้เกิดสีผิดปกติ

Drying ตากข้าวที่ได้ที่อุณหภูมิห้อง (22°ซ) จนข้าวมีความชื้นเหลืออยู่ 10-14%

2. Epichlorohydrin (สภาวะด่าง) โดยใช้ข้าวขาว 200 กรัม ผสมกับวิตามินในอัตราส่วนต่างๆดังตารางที่ 2.8 เติม Sodiumchloride 20 กรัม แล้วเติม Sodiumhydroxide 400 มิลลิลิตร แล้วนำส่วนผสมที่ได้ไปเข้าเครื่องแช่เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นดำเนินการตามขั้นตอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ในนามของกรมการส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่หรือใช้ข้อมูลใดๆ ของกรมการค้าระหว่างประเทศโดยไม่ได้รับอนุญาตจากกรมการค้าระหว่างประเทศ



Cross-link ระหว่างการเขย่าให้เต็ม 1% Epichlorohydrin 50 มิลลิลิตร ปล่อยให้สารในพลาสติกทำปฏิกิริยาเป็นเวลา 2 ชั่วโมง โดยใช้เครื่องเขย่าที่ความเร็ว 150 รอบต่อนาที

Neutralization ค่อยๆรินส่วนผสมในพลาสติกผ่านตะแกรงขนาด 45 mesh โดยเปิดน้ำล้างไปด้วย นำข้าวที่ได้ใส่น้ำที่ใช้ล้าง 400 มิลลิลิตร แล้วปรับให้มี pH 6.5 โดยค่อยๆหยด 4 N Hydrochloric 4-5 มิลลิลิตร ขึ้นตอนนี้จะใช้เวลา 4 ชั่วโมง เพื่อกำจัดสีเหลืองที่จะเกิดขึ้น

Drying ล้างข้าวที่ได้ด้วยน้ำ แล้วตากไว้ที่อุณหภูมิห้อง (22°C) จนข้าวมีความชื้นเหลืออยู่ 10-14%

ข้าวที่ผ่านกระบวนการทั้ง 2 วิธีแล้วจะเก็บใส่ถุงโพลีเอทิลีน ในสภาพสุญญากาศ เก็บรักษาในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 5°C

ในขั้นตอนต่อมาจะนำข้าวที่ได้มาผ่าน 2 กระบวนการ คือ

1. กระบวนการให้ความร้อน โดยนำตัวอย่างข้าวที่ผ่านการทำ Cross-link มาตัวอย่างละ 50 กรัม ใส่บีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำเดือด 150 มิลลิลิตร แล้วให้ความร้อนเป็นเวลา 20 นาที จากนั้นนำตัวอย่างออกมาทำให้เย็น

2. กระบวนการบรรจุกระป๋องโดยการนำตัวอย่างข้าวที่ผ่านการทำ Cross-link มาตัวอย่างละ 50 กรัม บรรจุกระป๋อง C-enamel ขนาด 303*407 เติมน้ำเดือดให้เหลือ Headspace 1.27 เซนติเมตร (1/2 นิ้ว) ปิดฝาแล้วนำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121°C เป็นเวลา 30 นาที แล้วทำให้เย็นทันที

ตัวอย่างทั้งหมดจะถูกกำจัดความชื้นส่วนเกินที่มีอยู่เพื่อเตรียมทำเป็นผง สำหรับใช้ในการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารอาหารต่าง ๆ

การตรวจวิเคราะห์จะทำการหาปริมาณความชื้นตามวิธีของ AACC(1976) วิธีที่ 44.15A และตรวจหาปริมาณวิตามิน คือ Niacin , Thiamin , Riboflavin และ Pyridoxine โดยใช้วิธีตาม AACC(1976) วิธีที่ 86-50,86-60,86-70 และ 86-80 ตามลำดับ การตรวจวัดสีของ Niacin และ Pyridoxine จะใช้ Gilford Response Spectrophotometer การตรวจวัดปริมาณ Thiamin จะใช้วิธีการของ Thiochrome fluorometric ส่วน Riboflavin จะใช้เครื่อง SLM Instrument Photofluorometer ผลการวิเคราะห์ที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยจากการทำ 3 ซ้ำ และอ้างอิงที่มาตรฐานน้ำหนักแห้ง (Dry-weight basis)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์ได้ผลเป็นดังนี้

ผลจากการทำ Cross-link ต่อปริมาณวิตามินที่มีอยู่ในข้าว

ผลการทดลองเปรียบเทียบกันระหว่าง Control (ข้าวที่ไม่ได้ผ่านการทำ Cross-link) , Acetaldehyde (ข้าวที่ผ่านการทำ Cross-link ในสภาวะกรด) และ Epichlorohydrin (ข้าวที่ผ่านการทำ Cross-link ในสภาวะด่าง) ได้ผลแสดงดังตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 ผลของการทำ Cross-link ต่อปริมาณวิตามินต่างๆที่มีเหลืออยู่ในข้าว^a

Treatment	Niacin %loss	Pyridoxine %loss	Thiamin %loss	Riboflavin %loss
Control	3.535 ^a	0.097 ^a	0.447 ^a	0.142 ^a
Acetaldehyde	2.014 ^b 43.02	0.081 ^b 16.02	0.093 ^b 79.08	0.110 ^b 22.30
Epichlorohydrin	1.785 ^c 49.49	0.015 ^c 84.48	0.034 ^c 92.30	0.087 ^c 38.92

^aค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่เป็นตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P < 0.05$

ที่มา : Joseph และคณะ , 1990

จากตารางจะเห็นได้ว่าการทำ Cross-link จะทำให้ปริมาณวิตามินลดลง การทำ Cross-link ภายใต้อุณหภูมิต่างกันมีผลทำให้ปริมาณวิตามินลดลงมากกว่าในสภาวะกรด เช่น ปริมาณ Thiamin ในสภาวะกรดจะสูญเสียไป 79.08% ในขณะที่สภาวะด่างจะสูญเสียไปถึง 92.30% . จึงเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้สรุปได้ว่าวิตามินส่วนใหญ่จะมีความเสถียรในสภาวะกรดมากกว่าในสภาวะด่าง

ผลของกระบวนการต่อปริมาณวิตามินที่มีอยู่ในข้าว

ตารางที่ 2.10 ผลของกระบวนการต่อปริมาณวิตามินในข้าวที่ไม่ได้ผ่านการเสริมสารอาหาร
(มก./100 ก.)^a

Treatment Process Niacin %loss Pyridox %loss Thiamin %loss Ribofla %loss

Conyrol	Raw	3.535 ^a		0.097 ^a		0.447 ^a		0.142 ^a	
Control	Cooked	2.715 ^c	23.19	0.086 ^b	11.41	0.249 ^b	44.18	0.116 ^c	18.51
Control	Canned	3.104 ^b	12.19	0.087 ^b	10.59	0.163 ^c	63.42	0.131 ^b	7.57
Acetal	Raw	2.014 ^d		0.081 ^b		0.093 ^d		0.110 ^c	
Acetal	Cooked	1.392 ^e	30.89	0.075 ^c	7.34	0.088 ^d	4.92	0.098 ^d	11.37
Acetal	Canned	1.786 ^e	11.31	0.074 ^c	9.06	0.042 ^e	54.87	0.099 ^d	10.11
Epichlo	Raw	1.785 ^e		0.015 ^d		0.034 ^e		0.087 ^e	
Epichlo	Cooked	1.182 ^f	33.77	0.015 ^d		0.027 ^e	19.77	0.075 ^e	13.66
Epichlo	Canned	1.057 ^f	40.77	0.013 ^d	10.60	0.034 ^e		0.076 ^e	12.28

^a ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $P < 0.05$

ที่มา : Joseph และคณะ , 1990

จากตารางที่ 2.10 จะเห็นได้ว่ากระบวนการให้ความร้อนและการบรรจุกระป๋องทำให้ปริมาณวิตามินทุกตัวในข้าวที่ไม่ได้เสริมสารอาหารลดลง และสำหรับวิตามินทุกตัวยกเว้น Thiamin จะมีการสูญเสียเนื่องจากกระบวนการให้ความร้อนมากกว่ากระบวนการบรรจุกระป๋อง จึงเป็นอีกเหตุผลหนึ่งที่ทำให้สรุปได้ว่า Thiamin เป็นวิตามินที่ไวต่อความร้อน

ผลของกระบวนการต่อปริมาณ Thiamin แสดงดังตารางที่ 2.11
 ตารางที่ 2.11 ผลของกระบวนการต่อปริมาณ Thiamine ในข้าวเสริมอาหารที่ผ่านการทำ
 cross-linked (มิลลิกรัม/กรัม)^a

Treatments	Vitamin Levels	Process		
		Raw	Cooked	Canned
Control	0	0.447 ^a	0.249 ^b	0.163 ^c
Acetaldehyde	1	1.058 ^a	0.980 ^b	0.924 ^c
Epichlorohydrin	1	0.109 ^a	0.045 ^b	0.041 ^b
Acetaldehyde	2	1.315 ^a	1.114 ^b	1.054 ^c
Epichlorohydrin	2	0.040 ^b	0.018 ^b	0.082 ^a
Acccetaldehyde	3	1.685 ^a	2.666 ^a	1.230 ^b
Epichllorohydrin	3	0.758 ^a	0.151 ^b	0.170 ^b

^aค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวหากมีตัวอักษรที่เหมือนกันจะไม่มี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ $P < 0.05$
 ที่มา : Joseph และคณะ , 1990

จากตารางพบว่าการสูญเสียวิตามินเนื่องจากผ่านกระบวนการต่างๆในข้าวที่เสริมสภาวะต่าง
 มีมากกว่าข้าวที่ไม่ได้เสริมและมีมากกว่าข้าวที่เสริมในสภาวะกรด ทั้งนี้เนื่องจากในระหว่างการทำ
 cross-link และการทำการเสริมวิตามินในสภาวะกรด วิตามินจะถูกจับไว้ในเอนโดสเปิร์มได้ดี
 นั่นคือ กระบวนการเสริมวิตามินภายใต้สภาวะกรดจะมีการสูญเสียวิตามินน้อยที่สุด ถึงแม้วิธีการเสริม
 โดยการเคลือบแบบแห้ง (dry coating method) จะเป็นวิธีที่ง่ายแต่ประสิทธิภาพที่ได้ค่อนข้างต่ำ
 เพราะจะมีการสูญเสียวิตามินได้ง่ายเมื่อทำการล้างหรือการให้ความร้อน แต่ปัญหาเหล่านี้สามารถแก้
 ไขได้ถ้ามีการทำ cross-link ร่วมกับการเสริมภายใต้สภาวะกรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. วัตถุประสงค์ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุประสงค์

ข้าวเหนียวพันธุ์เขียวงู (สันป่าตอง)

3.2 อุปกรณ์และสารเคมี

1. ตู้อบลมร้อน WTC binder-7200
2. เครื่องชั่ง Mettler AE 500
3. เครื่อง Spectrophotometer
4. Hot plate
5. มุ้งลวด , ผ้าขาวบาง
6. เครื่องแก้ว
7. Thiamin hydrochloride
8. Citric acid (Food grade)
9. Acetic acid (Food grade)
10. 0.05% Bromothymol blue
11. 0.1N NaOH
12. Gelatin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 ศึกษาลักษณะทางกายภาพของข้าวเหนียวพันธุ์เขี้ยว

3.3.1.1 ศึกษาขนาด และรูปร่างของเมล็ด (สิริพร และ สุภาวรรณ , 2536)

วิธี projection โดยการนำเมล็ดข้าววางบนเครื่องฉายแผ่นใส และวัดความกว้าง ความยาวของเมล็ดบนฉากกัน แล้วหาอัตราส่วนความยาวต่อความกว้าง (l/w ratio) ของข้าวเหนียว

3.3.1.2 วิเคราะห์ความชื้นเริ่มต้นของข้าวเหนียวพันธุ์เขี้ยว

โดยชั่งตัวอย่างข้าวที่บดแล้วประมาณ 10 กรัมใส่ในกระป๋องอะลูมิเนียมที่ทราบน้ำหนักแล้ว นำตัวอย่างพร้อมกระป๋องอะลูมิเนียมไปชั่งด้วยเครื่องชั่งละเอียดชนิด 4 ตำแหน่ง โดยชั่งน้ำหนักข้าวพร้อมกับกระป๋องอะลูมิเนียม จากนั้นนำตัวอย่างพร้อมกระป๋องอะลูมิเนียมไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 130° ซ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำมาชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งละเอียด หลังจากทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น (Desiccator) นำน้ำหนักมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น

วิธีการคำนวณ

$$\text{ร้อยละของความชื้น} = \frac{(a-b) * 100}{(a-c)}$$

a = น้ำหนักของกระป๋องอะลูมิเนียม + น้ำหนักข้าวก่อนอบ, กรัม

b = น้ำหนักของกระป๋องอะลูมิเนียม + น้ำหนักข้าวหลังอบ, กรัม

c = น้ำหนักของกระป๋องอะลูมิเนียม, กรัม

3.3.2. การทดสอบคุณภาพการหุงต้ม (Cooking quality test)

เป็นการทดสอบโดยการหาปริมาตรที่เพิ่มขึ้น (Volume expansion) ปริมาณการดูดซึมน้ำ (Water absorption) และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solid, TSS) มีวิธีการเป็นดังนี้ คือ นำตะแกรงลวดที่บรรจุข้าวสารหนัก 15 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ที่มีน้ำเดือดปริมาตร 250 มิลลิลิตร เป็นเวลา 20 นาที นำตะแกรงลวดออก ปล่อยให้ น้ำไหลออกจากตะแกรงเป็นเวลา 2 นาที แล้วชั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนัก และวัดความสูงของข้าว บันทึกค่า นำมาคำนวณหาค่าปริมาตรที่เพิ่มขึ้น และค่าการดูดซึมน้ำ

การหาปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำข้าวโดยการดูดน้ำจากบีกเกอร์มา 25 มิลลิลิตร ใส่ลงในกระป๋องอะลูมิเนียมที่ทราบน้ำหนักแล้ว นำไปชั่งน้ำหนัก บันทึกผล จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 110° ซ เป็นเวลา 18 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก บันทึกผล คำนวณหาปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้

$$\text{ปริมาตรที่เพิ่มขึ้น} = \frac{\text{ความสูงของข้าวหลังต้ม 20 นาที}}{\text{ความสูงของข้าวก่อนต้ม 20 นาที}}$$

$$\text{การดูดซึมน้ำ} = \frac{\text{น้ำหนักข้าวหลังต้ม 20 นาที}}{\text{น้ำหนักข้าวก่อนต้ม 20 นาที}}$$

% ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้

$$= \frac{(\text{น้ำหนักของน้ำข้าวปริมาตร 25ml} * \text{ปริมาตรน้ำข้าว 250ml}) * 100}{\text{ปริมาตรน้ำข้าว 25ml} * \text{น้ำหนักข้าวสาร 15 กรัม}}$$

3.3.3 การเตรียมข้าวเหนียวสำเร็จรูป (ลิบริฟ และ สุกาวรรณ , 2536)

นำข้าวเหนียว 100 กรัม ใส่ลงในถุงผ้าขาวบางต้มในน้ำเดือด 100° ซ ที่เติมกรดซิตริก 0.002 กรัม / กรัมของน้ำหนักข้าว เป็นเวลา 13 นาที จนข้าวใส่ทั้งเมล็ดทิ้งให้สะเด็ดน้ำ 2-3 นาที จากนั้นนำข้าวเหนียวเกลี่ยบนตะแกรงมุ้งลวด โดยไม่ให้ข้าวติดกันเป็นก้อนและเมล็ดกระจายสม่ำเสมอ แล้วนำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 110° ซ เป็นเวลา 80 นาที จะได้ผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวสำเร็จรูป นำมาหาปริมาณความชื้นของข้าวเหนียวสำเร็จรูปโดยวิธีเดียวกับข้อ 3.3.1.2

3.3.4 การเตรียมข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งในรูปแบบของ

Thiamin hydrochloride เคลือบเจลาติน 2%

(ดัดแปลงจาก Misaki และ Yasumatsu, 1981)

3.3.4.1 ซึ่ง Thiamine hydrochloride 0.24 กรัม / ข้าว 100 กรัม ละลายในสารละลายกรดอะซิติกปริมาตร 240 มิลลิลิตร คลุกเคล้ากับข้าวให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 30 นาที แล้วนำมาเกลี่ยบนตะแกรงมุ้งลวด ทิ้งไว้ให้แห้งประมาณ 5 นาที

3.3.4.2 การเคลือบข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง ด้วยเจลาติน 2%

3.3.4.2.1 การเตรียมสารละลายเจลาตินเข้มข้น 2% โดยใช้เจลาตินในอัตราส่วน 2:100 กรัมเจลาตินต่อปริมาตรน้ำกลั่น โดยน้ำกลั่นที่ใช้ละลายเจลาตินควรจะเป็นน้ำอุ่นที่อุณหภูมิไม่เกิน 60°ซ และในการละลาย จะต้องค่อยๆ ละลายทีละน้อย โดยใช้แท่งแก้วคนตลอดเวลา เพื่อไม่ให้เจลาตินจับตัวกันเป็นก้อน จากนั้นนำมาบรรจุในภาชนะที่มิดชิด

3.3.4.2.2 สเปรย์เจลาติน 2% ให้ทั่วข้าวเหนียวจากข้อ 3.3.4.1 ในอัตราส่วน 1:1.5 กรัมข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง ต่อปริมาตรเจลาติน

3.3.5 ศึกษาระยะเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำแห้งข้าวเหนียวกึ่งสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง เคลือบเจลาติน 2%

3.3.5.1 นำข้าวเหนียวเสริมวิตามินบีหนึ่งที่ได้จากข้อ 3.3.4.2.2 ประมาณ 25 กรัม ไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50°ซ 60°ซ และ 70°ซ เป็นเวลานาน 60 120 180 และ 240 นาที ตามลำดับ นำข้าวออกมาซึ่งน้ำหนักเมื่อครบเวลา บันทึกผลหาอัตราการแห้ง (Drying rate) จากปริมาตรน้ำที่ระเหยออกมา

คำนวณจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned} & \text{ปริมาณน้ำที่ระเหยออกมา (Evaporate water) (\%กรัม/กรัม)} \\ & = \frac{(\text{น้ำหนักเฉลี่ยของข้าวเหนียวก่อนอบ} - \text{น้ำหนักเฉลี่ยของข้าวเหนียวหลังอบ}) * 100}{\text{น้ำหนักเฉลี่ยของข้าวเหนียวหลังอบ}} \end{aligned}$$

หาปริมาณความชื้นสุดท้าย (Final moisture content) ที่ระยะเวลา 240 นาที =

$$\frac{a-b}{a-c} * 100$$

a-c

a = น้ำหนักกระป๋องอลูมิเนียม + น้ำหนักข้าวเหนียวก่อนอบ, กรัม

b = น้ำหนักกระป๋องอลูมิเนียม + น้ำหนักข้าวเหนียวหลังอบ, กรัม

c = น้ำหนักกระป๋องอลูมิเนียมที่คงที่

ระยะเวลาในการทำแห้งที่เหมาะสมจะพิจารณาจากเวลา ลักษณะทาง
กายภาพของเมล็ดที่ดีที่สุด โดยจะต้องมีลักษณะแห้งทั้งเมล็ด และไม่กรอบ
หรือแตกหักง่าย

3.3.6 ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการคั่วรูป

ซึ่งน้ำหนักข้าวที่อบแห้งชุดละ 100 กรัม ใส่ลงในขนาด 6*9 นิ้ว ที่เจาะรูขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.4 เซนติเมตร จำนวน 30 รู ปิดปากถุงให้เรียบร้อย นำถุง ข้าวใส่น้ำเดือด 100°C ให้ท่วมข้าว อัตราส่วนประมาณ 1:3 ใช้เวลา 2 3 4 5 และ 6 นาที ชุดละ 3 ซ้ำ เมื่อครบตามระยะเวลา ให้ชั่งน้ำหนักข้าว บันทึกผล และ คำนวณหาปริมาณการดูดซึมน้ำ (% absorb water) จากสมการปริมาณ การดูดซึมน้ำ (% กรัม / กรัม)

ปริมาณการดูดซึมน้ำ =

$$\frac{(\text{น้ำหนักเฉลี่ยข้าวเหนียวหลังคั่วรูป} - \text{น้ำหนักเฉลี่ยข้าวเหนียวก่อนคั่วรูป}) * 100}{\text{น้ำหนักเฉลี่ยข้าวเหนียวก่อนคั่วรูป}}$$

ข้าวเหนียวที่แช่น้ำเป็นระยะเวลาต่างๆ แล้วทิ้งให้สะเด็ดน้ำ นำออกจากถุงใส่ ภาชนะ ตั้งทิ้งไว้ 20 นาที พิจารณาระยะเวลาในการคั่วรูปที่เหมาะสม โดยหลังจากตั้งทิ้งไว้ 20 นาทีแล้ว ส่วนในของเมล็ดจะไม่แห้งเป็นไต มีลักษณะนุ่ม และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหนียว ข้าวเหนียวจะจับตัวเกาะกันเป็นก้อนเหมือนข้าวเหนียวหนึ่ง ไม่และเหมือนข้าวต้ม

3.3.7 ศึกษาความเข้มข้นของกรดอะซิดิกที่เหมาะสม ที่ใช้ในการเตรียมข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง

3.3.7.1 การเตรียมสารละลายกรดอะซิดิก

ใช้น้ำส้มสายชูกลั่นเข้มข้น 5% เจือจางด้วยน้ำกลั่นให้มีความเข้มข้น 1 0.8 0.5 0.3 0.1 และ 0.05 % ในขนาดปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

3.3.7.2 ละลายวิตามินบีหนึ่ง(Thiamin hydrochloride) 0.24 กรัม ต่อข้าว

100 กรัม ในสารละลายกรดอะซิดิกเข้มข้น 1 0.8 0.5 0.3 0.1 และ 0.05% ตามลำดับ แล้วนำไปเสริมในข้าวเหนียวสำเร็จรูปโดยวิธีเดียวกับข้อ 3.3.4 และ 3.3.5

พิจารณาความเข้มข้นของกรดอะซิดิกที่เหมาะสมจากรสชาติของข้าวเหนียวสำเร็จรูปที่ได้ภายหลังการคั้นรูป

3.3.8 วิธีการตรวจสอบหา Thiamin hydrochloride ในข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งโดยประยุกต์วิธีของ Deng และคณะ, 1986

3.3.8.1 การทำกราฟมาตรฐานของสารละลายThiamin hydrochloride

หึ่งThiamine hydrochloride 0.001-0.026 กรัมละลายด้วยน้ำกลั่นเติม 0.1N NaOH 20 มิลลิลิตร และ 0.05% Bromothymol blue 2 มิลลิลิตร ปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตร แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 429 นาโนเมตร นำค่าที่ได้ไปเขียนกราฟมาตรฐานระหว่างจำนวนกรัม Thiamin hydrochloride กับค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 429 นาโนเมตร

3.3.8.2 นำข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง 100 กรัม บดละเอียด ละลายน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร กรองด้วยผ้าขาวบาง นำสารละลายที่ได้ไปเหวี่ยง

แยกตะกอน(Centrifugation)ด้วยความเร็ว 8000 รอบต่อนาที เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลา 15 นาที นำสารละลายที่ได้มากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42 แล้วนำสารละลายใส่ที่ได้ มากรองผ่านเครื่องกรองเมมเบรนอีกครั้งหนึ่ง จากนั้นจึงนำสารละลายที่ได้ไปตรวจหาปริมาณวิตามินบีหนึ่ง ตามวิธีในข้อ 3.2.8.1

3.3.9 การหาปริมาณวิตามินบีหนึ่งที่สูญเสียไป (%) ในข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง

3.3.9.1 ชั่งข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งจำนวน 100 กรัม นำไปตรวจหาปริมาณวิตามินบีหนึ่ง ตามวิธีในข้อ 3.3.8.2

3.3.9.2 ชั่งข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง จำนวน 100 กรัม บรรจุลงพลาสติกที่เจาะรูไว้เรียบร้อยแล้ว นำไปคั้นรูปตามวิธีในข้อ 3.3.6 นำข้าวที่ได้มาตรวจหาปริมาณวิตามินบีหนึ่ง ตามวิธีในข้อ 3.3.8.2

$$\text{ปริมาณวิตามินบีหนึ่งที่สูญเสียไป (\%)} = \frac{\text{ปริมาณวิตามินบีหนึ่งในข้าวก่อนคั้นรูป} - \text{ปริมาณวิตามินบีหนึ่งในข้าวหลังคั้นรูป}}{\text{ปริมาณวิตามินบีหนึ่งในข้าวก่อนคั้นรูป}} * 100$$

3.3.10 ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งเคลือบเจลาติน 2% เมื่อใช้กรดอะซิติกเข้มข้น 1% และ 0.1%

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง เคลือบเจลาติน 2% เมื่อใช้กรดอะซิติกเข้มข้น 1% และ 0.1% ใช้การทดสอบทางสถิติแบบฮีโดนิคส์เกล (Hedonic scale) ดังแบบฟอร์มการทดสอบในข้อที่ 3.3.10.1 โดยให้ผู้ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์แล้วให้คะแนนตามที่กำหนดในแบบทดสอบ

3.3.10.1 ผลลัพธ์ : ชาวเหนือถึงสำเร็จรูปเสริมวิตามินที่หนึ่ง

ชื่อ..... วันที่ทำการทดสอบ.....

คำชี้แจง ให้ผู้ทดสอบเลือกชิมตัวอย่างตามหมายเลขที่จัดเรียงไว้ และทำแบบทดสอบโดยให้คะแนนตามคุณภาพของผลิตภัณฑ์ตั้งแต่ 1-9 ซึ่งกำหนดดังนี้

- | | |
|---------------|-------------------|
| 9 = มากที่สุด | 4 = ไม้-เล็กน้อย |
| 8 = มาก | 3 = ไม้-ปานกลาง |
| 7 = ปานกลาง | 2 = ไม้-มาก |
| 6 = เล็กน้อย | 1 = ไม้-มากที่สุด |
| 5 = เจตๆ | |

รหัส 611 392 574

ชน

รสชาติ

ความเหนียว

เนื้อสัมผัส

ความชอบรวม

ชื่อเล่นและ

หมายเหตุ

การให้คะแนน สี : สีอ่อน(1) สีเข้ม(9)

รสชาติ : ไม้ชอบมากที่สุด(1) ชอบมากที่สุด(9)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4 ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ลักษณะทางกายภาพของข้าวเหนียว

4.1.1 ศึกษาขนาดและรูปร่างของเมล็ด

ตารางที่ 4.1 ค่าอัตราส่วนความยาวต่อความกว้าง (l/w ratio) ของข้าวเหนียวพันธุ์ 10 สายพันธุ์

ครั้งที่	ความยาวของเมล็ด (ซม.)	ความกว้างของเมล็ด (ซม.)	l/w
1	2.8	0.8	3.5
2	3.1	0.9	3.4
3	2.9	0.9	3.2
4	3.2	0.9	3.5
5	2.8	0.8	3.5
6	2.8	0.8	3.5
7	3.1	0.9	3.4
8	3.0	0.9	3.3
9	3.2	0.9	3.5
10	2.9	0.8	3.6
\bar{x}	2.99	0.86	3.44
SD	0.16	0.05	0.11
CV	5.3%	5.8%	3.19%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ความชื้นเริ่มต้นของข้าวเหนียว

ตารางที่ 4.2 ปริมาณความชื้นเริ่มต้นของข้าวเหนียว

ครั้งที่	ความชื้นเริ่มต้น (%)
1	11.90
2	11.97
3	11.93
\bar{x}	11.93
SD	0.029
CV	0.24%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 การทดสอบคุณภาพในการหุงต้ม

4.1.3.1 การหาค่าการดูดซึมน้ำและค่าการขยายตัวของเมล็ด(เท่า)

ตารางที่ 4.3 ค่าการดูดซึมน้ำและค่าการขยายตัวของเมล็ด(เท่า) ของข้าวเหนียวที่ผ่านการต้มในน้ำ
กลั่นนาน 20 นาที

ครั้ง	ค่าการดูดซึมน้ำ	ค่าการขยายตัวของเมล็ด (เท่า)
1	3.41	5.83
2	3.49	5.60
3	3.32	5.60
X	3.41	5.68
SD	0.069	0.11
CV	2.04%	0.20%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3.2 การหาค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้(%กรัม/กรัม)

ตารางที่ 4.4 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (%กรัม/กรัม)

ครั้ง	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (%กรัม/กรัม)
1	13.27
2	12.20
3	15.70
\bar{X}	13.72
SD	1.46
CV	10.6%

4.2 ความชื้นของข้าวเหนียวสำเร็จรูป

ตารางที่ 4.5 ปริมาณความชื้นของข้าวเหนียวสำเร็จรูป

ครั้ง	ปริมาณความชื้น(%)
1	8.53
2	9.03
3	9.17
\bar{X}	8.91
SD	0.27
CV	3.08%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ศึกษาระยะเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำแห้งข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง

ตารางที่ 4.6 อัตราการทำแห้งข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งเคลือบเจลาติน 2% โดยใช้กรดอะซิติกความเข้มข้น 1% อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้ง คือ 50 60 และ 70^o ที่ระยะเวลาต่างๆ

อุณหภูมิ (°C)	เวลา (นาที)	วิเคราะห์ครั้งที่	อัตราการทำแห้ง (%)	เฉลี่ย
50	60	1	17.25	14.59
		2	12.52	
		3	12.46	
120	120	1	25.03	20.80
		2	20.02	
		3	17.35	
180	180	1	31.32	29.32
		2	27.22	
		3	24.72	
240	240	1	37.35	33.49
		2	33.70	
		3	29.42	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

อุณหภูมิ (°ซ)	เวลา (นาที)	วิเคราะห์ครั้งที่	อัตราการทำแห้ง (%)	เฉลี่ย
60	60	1	13.31	
		2	16.23	
		3	14.25	14.59
120		1	28.22	
		2	26.81	
		3	22.90	25.97
180		1	33.96	
		2	32.75	
		3	30.87	32.52
240		1	41.12	
		2	42.15	
		3	40.32	41.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

อุณหภูมิ (°ซ)	เวลา (นาที)	วิเคราะห์ครั้งที่	อัตราการทำแห้ง (%)	เฉลี่ย
70	60	1	23.43	
		2	26.46	
		3	25.94	25.27
120		1	40.44	
		2	40.26	
		3	40.81	40.50
180		1	53.67	
		2	54.81	
		3	54.99	54.49
240		1	66.51	
		2	67.60	
		3	67.64	67.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 อัตราการทำแห้งข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งเคลือบเจลาติน 2% โดยที่ใช้กรดอะซิติก 0.1% อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้ง คือ 50 60 และ 70°ซ ที่ระยะเวลาต่างๆ

อุณหภูมิ (ซ)	เวลา (นาที)	วิเคราะห์ครั้งที่	อัตราการทำแห้ง (%)	เฉลี่ย
50	60	1	11.83	
		2	11.81	
		3	11.09	11.57
120		1	20.42	
		2	20.58	
		3	18.62	19.87
180		1	30.13	
		2	29.69	
		3	28.09	29.30
240		1	36.86	
		2	37.12	
		3	34.87	36.42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

อุณหภูมิ (°ซ)	เวลา (นาที)	วิเคราะห์ครั้งที่	อัตราการทำแห้ง (%)	เฉลี่ย
60	60	1	8.60	
		2	16.33	
		3	12.25	12.72
120		1	16.16	
		2	19.32	
		3	21.01	18.83
180		1	24.52	
		2	28.71	
		3	31.57	28.26
240		1	32.32	
		2	37.25	
		3	39.44	36.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

อุณหภูมิ (°ซ)	เวลา (นาที)	วิเคราะห์ครั้งที่	อัตราการทำแห้ง (%)	เฉลี่ย
70	60	1	26.56	
		2	29.07	
		3	32.10	29.96
120		1	43.32	
		2	46.22	
		3	51.10	46.88
180		1	57.49	
		2	58.43	
		3	62.16	59.35
240		1	65.12	
		2	64.10	
		3	66.26	65.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ปริมาณความชื้น(%)ของข้าวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง เมื่อใช้กรดอะซิติกเข้มข้น 1 % อบที่อุณหภูมิ 50 60 และ 70^oซ เป็นเวลา 240 นาที

อุณหภูมิ (^o ซ)	ครั้ง	ปริมาณความชื้น (%)
50	1	47.32
	2	48.97
	3	45.61
		$\bar{X} = 47.30$
		SD = 1.37
		CV = 2.89%
60	1	39.98
	2	41.13
	3	39.52
		$\bar{X} = 40.21$
		SD = 0.67
		CV = 1.66%
70	1	7.94
	2	8.40
	3	9.04
		$\bar{X} = 8.46$
		SD = 0.45
		CV = 5.3%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ปริมาณความชื้น(%) ของข้าวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง เมื่อใช้กรดอะซิติกเข้มข้น 0.1% อบที่อุณหภูมิ 50 60 และ 70°ซ เป็นเวลา 240 นาที

อุณหภูมิ (°ซ)	ครั้ง	ปริมาณความชื้น (%)
50	1	47.63
	2	45.32
	3	53.82
		$\bar{X} = 48.92$
		SD = 3.59
		CV = 7.33%
60	1	41.99
	2	40.46
	3	43.52
		$\bar{X} = 41.99$
		SD = 1.25
		CV = 2.97%
70	1	10.77
	2	10.67
	3	9.50
		$\bar{X} = 10.31$
		SD = 0.57
		CV = 5.6%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

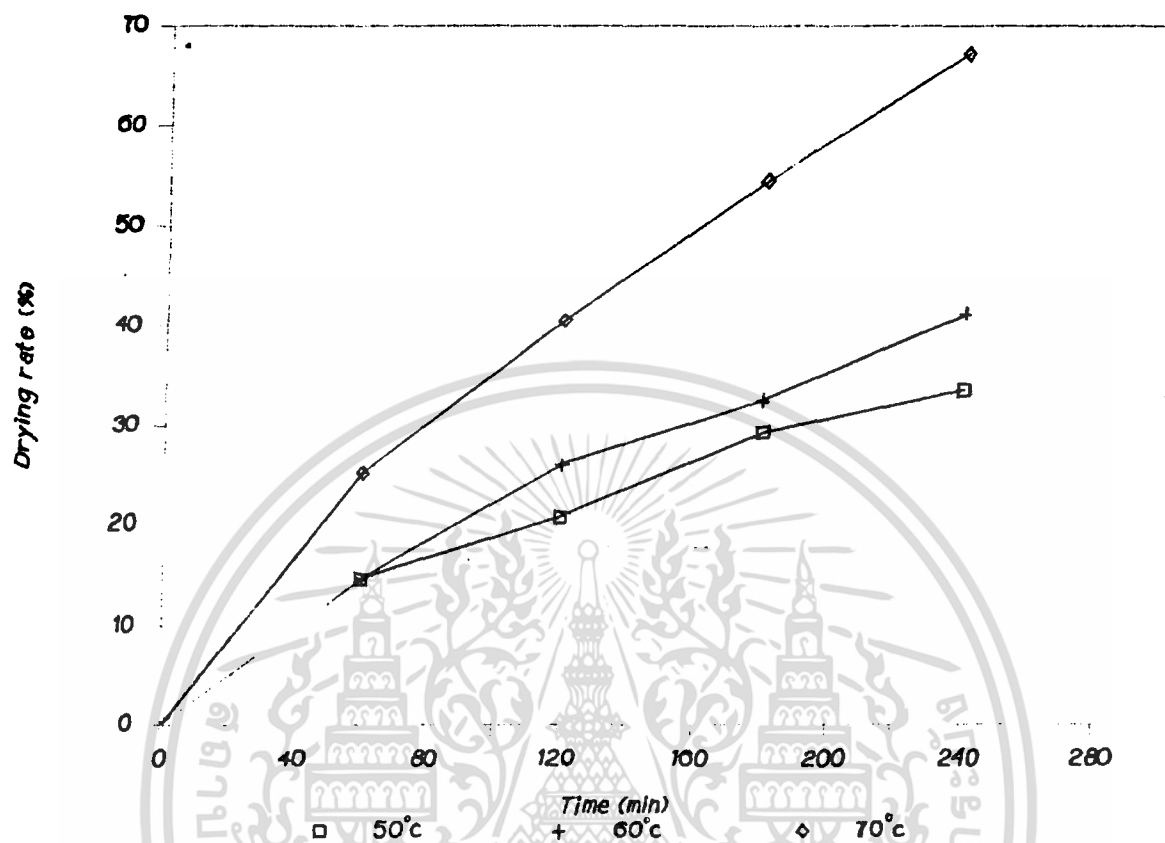
ตารางที่ 4.10 อัตราการทำแห้งและความชื้นของข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งเคลือบ
เจลาติน 2% โดยใช้กรดอะซิติกความเข้มข้น 1% เป็นเวลา 240 นาที

อุณหภูมิ (°ซ)	อัตราการทำแห้ง (%)	ความชื้น ^{สูง} (%)
50	33.49	47.30
60	41.19	40.21
70	67.25	8.64

ตารางที่ 4.11 อัตราการทำแห้งและความชื้นของข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งเคลือบ
เจลาติน 2% โดยใช้กรดอะซิติกความเข้มข้น 0.1% เป็นเวลา 240 นาที

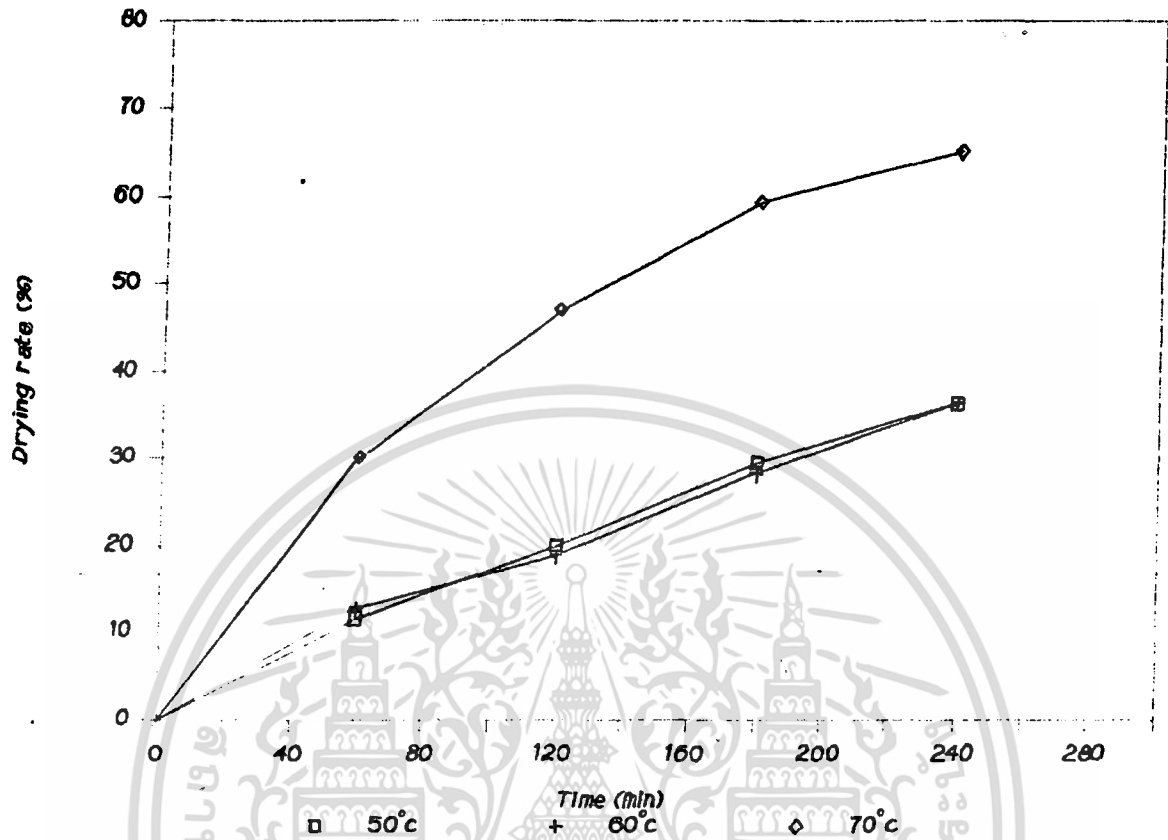
อุณหภูมิ (°ซ)	อัตราการทำแห้ง (%)	ความชื้น ^{สูง} (%)
50	44.59	48.92
60	44.10	41.99
70	69.47	10.63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

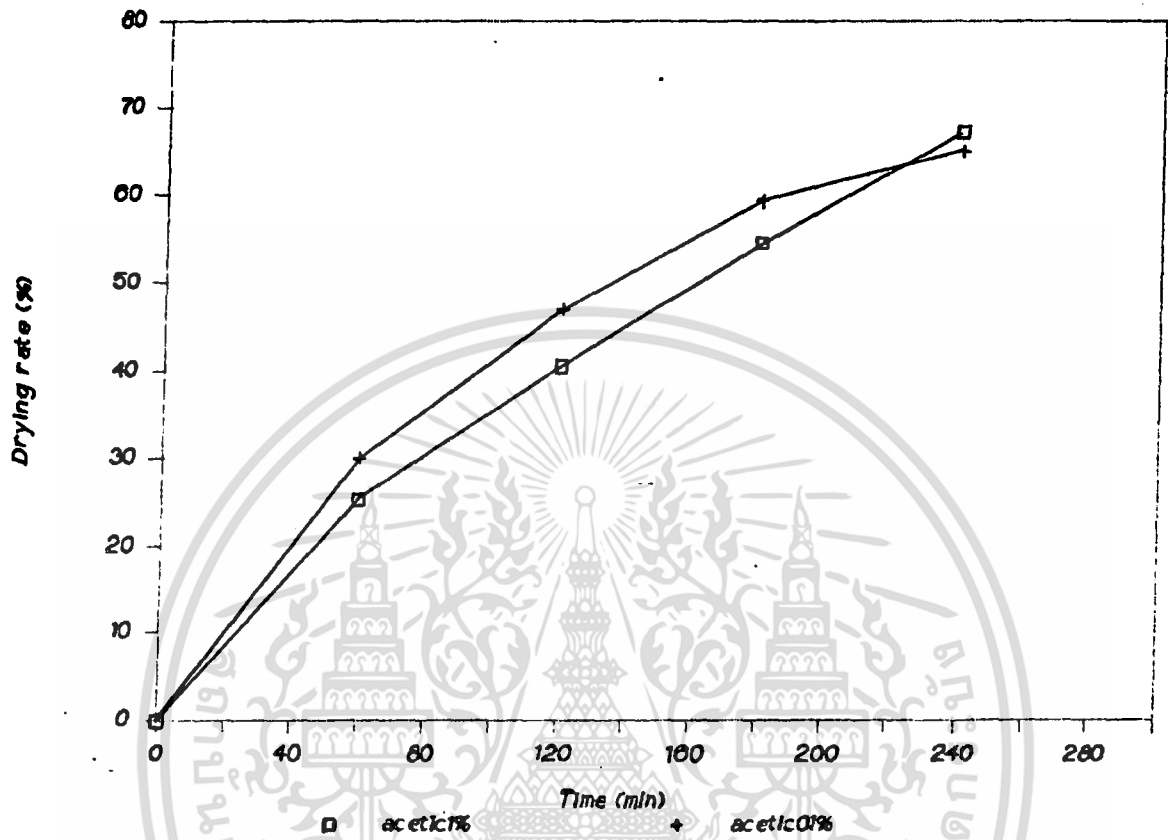


รูปที่ 4 กราฟอัตราการแห้ง (%) ของข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง เมื่อใช้
 กรดอะซิติกเข้มข้น 1% เคลือบเจลาติน 2% อบที่ 50 60 และ 70°C ที่ระยะ
 เวลาต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5 กราฟอัตราการทำแห้ง (%) ของข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง เมื่อใช้
 กรดอะซิติกเข้มข้น 0.1% เคลือบเจลาติน 2% อบที่ 50 60 และ 70 °ซ ที่ระยะ
 เวลาต่างๆ



รูปที่ 6 กราฟเปรียบเทียบอัตราการแห้ง (%) ของข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง เมื่อใช้กรดอะซิติกเข้มข้น 1% และ 0.1% เคลือบเจลาติน 2% อบที่ 70° ซ เป็นเวลาต่างๆกัน

4.4 ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการคั้นรูป

ตารางที่ 4.12 ปริมาณการดูดซึมน้ำ(%กรัม/กรัม) และค่าการดูดซึมน้ำของข้าวเหนียวสำเร็จรูป
ที่ระยะเวลาต่างๆ

เวลา (นาที)	ครั้ง	ปริมาณการดูดซึมน้ำ (%กรัม/กรัม)	ค่าการดูดซึมน้ำ
2	1	92.5	1.93
	2	82.1	1.82
	3	92.7	1.93
	\bar{X}	89.10	1.89
	SD	4.95	0.05
	CV	0.05%	2.75%
	3	1	120
2		125	2.25
3		128	2.28
\bar{X}		123.25	2.24
SD		3.42	0.03
CV		2.77%	1.47%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 (ต่อ)

เวลา (นาที)	ครั้ง	ปริมาณการดูดซึมน้ำ (% กรัม/กรัม)	ค่าการดูดซึมน้ำ
4	1	154	2.54
	2	152	2.52
	3	159	2.59
	\bar{X}	155.00	2.55
	SD	2.94	0.03
	CV	1.90%	1.14%
5	1	169	2.69
	2	163	2.63
	3	167	2.67
	\bar{X}	166.33	2.66
	SD	2.49	0.03
	CV	1.50%	0.94%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 (ต่อ)

เวลา (นาที)	ครั้ง	ปริมาณการดูดซึมน้ำ (% กรัม/กรัม)	ค่าการดูดซึมน้ำ
6	1	176	2.76
	2	178	2.78
	3	180	2.80
	\bar{X}	178.00	2.78
	SD	1.30	0.02
	CV	2.80%	0.58%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 ปริมาณการดูดซึมน้ำ (%กรัม/กรัม) และค่าการดูดซึมน้ำของข้าวเหนียวสำเร็จรูป เสริมวิตามินบีหนึ่งโดยใช้กรดอะซิติกความเข้มข้น 1%

เวลา (นาที)	ครั้ง	ปริมาณการดูดซึมน้ำ (%กรัม/กรัม)	ค่าการดูดซึมน้ำ	
2	1	90	1.90	
	2	92	1.92	
	3	89	1.89	
		\bar{X}	90.33	1.90
		SD	1.25	0.01
		CV	1.38%	0.63%
3	1	129	2.29	
	2	127	2.27	
	3	130	2.30	
		\bar{X}	128.67	2.28
		SD	1.25	0.01
		CV	0.97%	0.53%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 (ต่อ)

เวลา (นาที)	ครั้ง	ปริมาณการดูดซึมน้ำ (%กรัม/กรัม)	ค่าการดูดซึมน้ำ
4	1	137	2.37
	2	133	2.33
	3	135	2.35
	\bar{X}	135.00	2.35
	SD	1.63	0.02
	CV	1.21%	0.68%
5	1	150	2.50
	2	151	2.51
	3	154	2.54
	\bar{X}	151.67	2.52
	SD	1.70	0.02
	CV	1.12%	0.67%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 (ต่อ)

เวลา (นาที)	ครั้ง	ปริมาณการดูดซึมน้ำ (% กรัม/กรัม)	ค่าการดูดซึมน้ำ
6	1	164	2.64
	2	167	2.67
	3	169	2.69
\bar{X}		166.67	2.67
SD		2.05	0.02
CV =		1.23%	0.75%

ตารางที่ 4.14 ปริมาณการดูดซึมน้ำ(%กรัม/กรัม)และค่าการดูดซึมน้ำของข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งโดยใช้กรดอะซิติกความเข้มข้น 0.1%

เวลา (นาที)	ครั้ง	ปริมาณการดูดซึมน้ำ (% กรัม/กรัม)	ค่าการดูดซึมน้ำ
2	1	93	1.93
	2	90	1.90
	3	92	1.92
\bar{X} =		91.66	\bar{X} = 1.92
SD =		1.25	SD = 0.01
CV =		1.30%	CV = 0.50%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 (ต่อ)

เวลา (นาทีก)	ครั้ง	ปริมาณการดูดซึมน้ำ (% กรัม/กรัม)	ค่าการดูดซึมน้ำ
3	1	132	2.32
	2	134	2.34
	3	132	2.32
	\bar{X}	132.67	2.33
	SD	0.94	0.01
	CV	0.71%	0.38%
4	1	161	2.61
	2	160	2.60
	3	159	2.59
	\bar{X}	160.00	2.60
	SD	0.82	0.01
	CV	0.51%	0.31%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 (ต่อ)

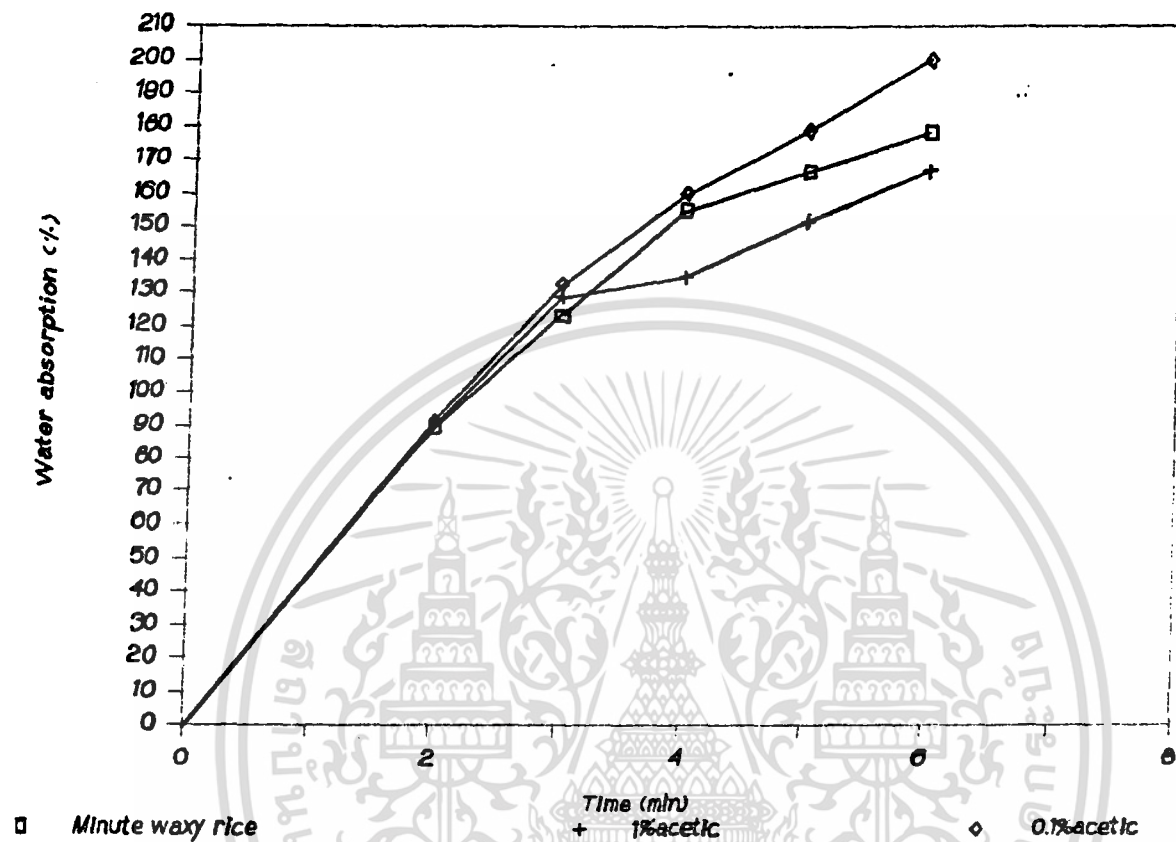
เวลา (นาที)	ครั้ง	ปริมาณการดูดซึม (% กรัม/กรัม)	ค่าการดูดซึม
5	1	178	2.78
	2	180	2.80
	3	179	2.79
	\bar{X}	179.00	2.79
	SD	0.82	0.01
	CV	0.56%	0.28%
6	1	199	2.99
	2	201	3.01
	3	201	3.01
	\bar{X}	200.3	3.00
	SD	0.94	0.01
	CV	0.47%	0.30%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 แสดงการเปรียบเทียบการดูดซึมน้ำ (%กรัม/กรัม) และค่าการดูดซึมน้ำของข้าวเหนียวสำเร็จรูป, ข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งโดยใช้กรดอะซิติกความเข้มข้น 1% และ 0.1%

เวลา (นาที)	ชนิด	ปริมาณการดูดซึมน้ำ (%กรัม/กรัม)	ค่าการดูดซึมน้ำ
2	ข้าวเหนียวสำเร็จรูป	89.10	1.89
	ข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามิน- บีหนึ่งโดยใช้กรดอะซิติก 1%	90.33	1.90
	ข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามิน บีหนึ่งโดยใช้กรดอะซิติก 0.1%	91.66	1.92
	ข้าวเหนียวสำเร็จรูป	123.25	2.24
3	ข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามิน- บีหนึ่งโดยใช้กรดอะซิติก 1%	128.67	2.28
	ข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามิน- บีหนึ่งโดยใช้กรดอะซิติก 0.1%	132.67	2.33
	ข้าวเหนียวสำเร็จรูป	155.00	2.55
	ข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามิน- บีหนึ่งโดยใช้กรดอะซิติก 1%	135.00	2.35
4	ข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามิน- บีหนึ่งโดยใช้กรดอะซิติก 0.1%	160.00	2.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7 กราฟปริมาณการดูดซึมน้ำกลับเข้าในเมล็ด (%)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ผลของความเข้มข้นของกรดอะซิติกต่อปริมาณวิตามินบีหนึ่งในข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง และรสชาติภายหลังการคั่วรูป เมื่อใช้กรดอะซิติกเข้มข้น 1, 0.8, 0.5, 0.3, 0.1 และ 0.05%

ตารางที่ 4.16 การตรวจวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินบีหนึ่งในข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง ภายหลังการคั่วรูปโดยใช้กรดอะซิติกความเข้มข้น 1, 0.8, 0.5, 0.3, 0.1 และ 0.05%

ความเข้มข้นของ กรดอะซิติก (%)	pH	ครั้งที่	ค่าabsorbance ที่ 429 nm.	หมายเหตุ
1	3.35	1	0.040	
		2	0.042	
		3	0.048	
0.8	4.03	1	0.024	
		2	0.025	
		3	0.026	
0.6	4.21	1	0.018	
		2	0.018	มีรสเปรี้ยว
		3	0.018	
0.5	4.33	1	0.014	
		2	0.014	
		3	0.014	
0.3	4.56	1	0.012	
		2	0.013	
		3	0.013	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 (ต่อ)

ความเข้มข้นของ กรดอะซิติก(%)	pH	ครั้งที่	ค่า absorbance ที่ 429 nm.	หมายเหตุ
0.1	4.63	1	0.011	
		2	0.014	
		3	0.015	ไม่มีสเปรี้ยว
0.05	4.88	1	0.007	
		2	0.007	
		3	0.008	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 วิธีการตรวจสอบหาปริมาณ Thiamin hydrochloride

4.6.1 แสดงค่าการดูดกลืนแสงที่ 429 nm. ของ Thiamin hydrochloride

ตารางที่ 4.17 ค่าการดูดกลืนแสงของ Thiamin hydrochloride ที่ 429 nm. ที่มีปริมาณต่างๆกัน

น้ำหนัก (g)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 429 nm.
0.0000	0.000
0.0010	0.000
0.0040	0.001
0.0050	0.002
0.0075	0.002
0.0100	0.004
0.0110	0.004
0.0150	0.005
0.0200	0.007
0.0210	0.007
0.0230	0.008
0.0240	0.008
0.0250	0.009
0.0300	0.011
\bar{X}	0.0131
SD	0.0098
CV	74.82%

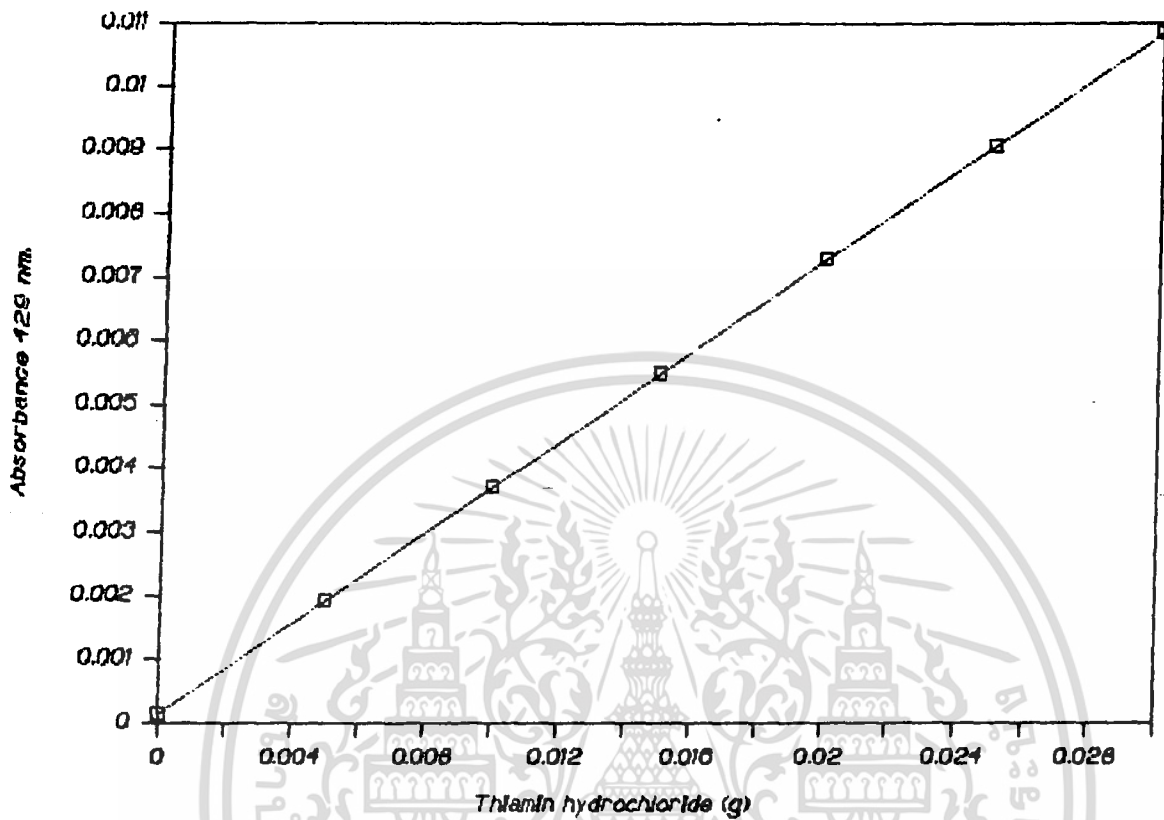
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.2 การตรวจสอบหาปริมาณ Thaimin hydrochloride ในข้าวเหนียวสำเร็จรูป

ตารางที่ 4.18 ปริมาณวิตามินบีหนึ่ง(มก/ข้าว 100 ก.) และการสูญเสียของวิตามินบีหนึ่ง(%) ในข้าวเหนียวสำเร็จรูปทั้งก่อนและหลังการคั้นรูป

ครั้ง	ก่อนคั้นรูป		หลังคั้นรูป		%การสูญเสีย
	ค่าการดูดกลืนแสง ที่ 429 nm.	ปริมาณวิตามิน บีหนึ่ง(มก.)	ค่าการดูดกลืนแสง ที่ 429 nm.	ปริมาณวิตามิน บีหนึ่ง(มก.)	
1	0.008	18.2	0.004	6.1	66.48
2	0.008	18.2	0.006	12.0	34.06
3	0.009	20.8	0.005	9.0	56.73
4	0.009	20.8	0.003	3.0	85.58
5	0.009	20.8	0.005	9.0	56.73
6	0.009	20.8	0.005	9.0	56.73
7	0.010	23.5	0.005	9.0	61.70
8	0.010	23.5	0.004	6.1	74.04
9	0.010	23.5	0.005	9.0	61.70
10	0.011	24.6	0.005	9.0	63.41
\bar{X}	0.0093	21.47	0.0047	8.12	61.72
SD	0.0009	2.13	0.0007	2.32	12.60
CV	9.67%	9.92%	16.61%	28.63%	20.41%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8 กราฟมาตรฐานของ Thiamin hydrochloride

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.19 ปริมาณวิตามินบีหนึ่ง (มก./ข้าว 100 ก.) และการสูญเสียวิตามินบีหนึ่ง (%) ของข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง เมื่อใช้กรดอะซิติกเข้มข้น 1% ทั้งก่อนและหลังการคั้นรูป

ครั้ง	ก่อนคั้นรูป		หลังคั้นรูป		%การสูญเสีย
	ค่าการดูดกลืนแสง ที่ 429 nm.	ปริมาณวิตามิน บีหนึ่ง (มก.)	ค่าการดูดกลืนแสง ที่ 429 nm.	ปริมาณวิตามิน บีหนึ่ง (มก.)	
1	0.074	198.4	0.062	166.2	16.23
2	0.060	160.8	0.054	144.8	9.95
3	0.062	166.2	0.054	144.8	12.87
4	0.072	193.0	0.064	171.6	11.09
5	0.069	184.9	0.057	152.8	17.36
6	0.074	198.4	0.065	174.4	12.10
7	0.070	187.6	0.062	166.2	11.41
8	0.068	182.3	0.059	158.2	13.22
9	0.070	187.6	0.060	160.8	14.28
10	0.064	171.6	0.054	144.8	15.62
\bar{X}	0.068	183.08	0.060	158.46	13.41
SD	0.004	12.35	0.004	10.69	2.29
CV	6.76%	6.74%	6.70%	6.75%	17.07%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.3 การตรวจสอบหาปริมาณ Thaimine hydrochloride ในข้าวเหนียวสำเร็จรูป เสริมวิตามินบีหนึ่งโดยใช้กรดอะซิติกความเข้มข้น 0.1%

ตารางที่ 4.20 ปริมาณวิตามินบีหนึ่ง (มก./ข้าว 100ก.) และการสูญเสียวิตามินบีหนึ่ง (%) ในข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง เมื่อใช้กรดอะซิติกเข้มข้น 0.1 % ทั้งก่อนและหลังการคั่วรูป

ครั้งที่	ก่อนคั่วรูป		หลังคั่วรูป		%การสูญเสีย
	ค่าการดูดกลืนแสง ที่ 429 nm.	ปริมาณวิตามิน บีหนึ่ง (mg)	ค่าการดูดกลืนแสง ที่ 429nm.	ปริมาณวิตามิน บีหนึ่ง (mg)	
1	0.020	53.7	0.015	36.3	32.40
2	0.020	53.7	0.015	36.3	32.40
3	0.020	53.7	0.015	36.3	32.40
4	0.019	50.4	0.015	36.3	27.98
5	0.019	50.4	0.015	36.3	27.98
6	0.018	47.0	0.014	33.1	29.57
7	0.020	53.7	0.016	41.8	22.16
8	0.020	53.7	0.016	41.8	22.16
9	0.018	47.0	0.015	36.3	22.77
10	0.018	47.0	0.015	36.3	22.77
\bar{X}	0.02	51.03	0.015	37.08	27.26
SD	0.0008	2.92	0.0005	2.54	4.22
CV	4.35%	5.72%	3.6%	6.85%	15.48%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อข้าวเหนียวสำเร็จรูปประเภทต่างๆ

ทดสอบโดยใช้วิธีโดเนคส์เกล ผู้ทดสอบจำนวน 10 คน

ตารางที่ 4.21 แสดงผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

ตัวอย่าง	คะแนนเฉลี่ย				
	สี	รสชาติ	ความเหนียว	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
611	6.20	7.00 ^a	7.70 ^a	6.80 ^a	7.10 ^a
392	6.90	2.30 ^c	5.60 ^b	4.70 ^b	2.10 ^b
574	6.60	4.80 ^b	7.20 ^a	6.00 ^{a,b}	5.30 ^a

- หมายเหตุ 1. 611 หมายถึง ข้าวเหนียวสำเร็จรูป
 392 หมายถึง ข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง โดยใช้กรดอะซิติกที่
 ความเข้มข้น 1%
 574 หมายถึง ข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง โดยใช้กรดอะซิติกที่
 ความเข้มข้น 0.1%
2. a, b, c หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น
 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. สรุปผลการทดลองและวิจารณ์

จากการทดลองใช้ข้าวเหนียวพันธุ์เขี้ยวงู (สั้นป่าตอง) พบว่าเมล็ดมีค่าอัตราส่วนระหว่างความยาวกับความกว้าง (l/w ratio) 3.44 ปริมาณความชื้น 11.85 % การดูดซึมน้ำ (Water absorption) 3.38 อัตราการขยายตัวตามปริมาตร (Volume expansion) 5.820 และมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ 13.62 % (กรัม/กรัม) ในการศึกษากระบวนการผลิตข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง พบว่ากระบวนการผลิตที่เหมาะสม คือ นำข้าวเหนียวแช่ในสารละลายกรดอะซิติกเข้มข้น 0.1% ที่มีวิตามินบีหนึ่งละลายอยู่ 0.24 กรัม ต่อข้าวเหนียว 100 กรัม เคลือบเจลาติน 2% นำมาอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 240 นาที โดยมีความชื้นเหลืออยู่ 10.63% ส่วนวิธีการและระยะเวลาที่เหมาะสมในการคั้นรูป คือ นำข้าวเหนียวใส่ถุงร้อนที่เจาะรูไว้เรียบร้อยแล้ว ปิดปากถุง แช่ในน้ำเดือด 100 °C เป็นเวลา 4 นาที แล้วนำขึ้นทิ้งให้สะเด็ดน้ำ 20 นาที ข้าวเหนียวที่คั้นรูปแล้วจะมีลักษณะคล้ายข้าวเหนียวหนึ่งที่บริโภคทั่วไป เมื่อนำข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งมาตรวจวิเคราะห์ ปรากฏว่ามีวิตามินบีหนึ่งเหลือ 17.21% (41.0 มก./ข้าวเหนียว 100 กรัม) สูญเสียวิตามินบีหนึ่งไปในกระบวนการผลิต 82.79% เมื่อทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งในด้านต่างๆ คือ สี รสชาติ ความเหนียว เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม พบว่าข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งเมื่อใช้กรดอะซิติกเข้มข้น 0.1% มีความเหนียว เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากข้าวเหนียวสำเร็จรูปที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากการทดลองสรุปได้ว่าสามารถ นำข้าวเหนียวสำเร็จรูปมาเสริมวิตามินบีหนึ่ง และสามารถคั้นรูปได้โดยมีลักษณะทางกายภาพใกล้เคียงกับข้าวเหนียวหนึ่งที่บริโภคทั่วไป เพื่อปรับปรุงการผลิตให้ดีขึ้น จำเป็นต้องมีการควบคุมสภาวะต่างๆ เนื่องจากวิตามินบีหนึ่งจะถูกทำลายได้ง่ายหากสภาวะที่ใช้ไม่เหมาะสม และเพื่อให้ผลการตรวจสอบวิตามินบีหนึ่งมีความถูกต้องและแม่นยำยิ่งขึ้นควรใช้วิธี High-Performance Liquid Chromatography ในการตรวจสอบ เพราะเป็นวิธีที่สะดวก และให้ผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้องแม่นยำกว่าการวัดค่าการดูดกลืนแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- สิริพร โตมา และ สุภาวรรณ รัตนโชติรัตน์. 2536. ข้าวเหนียวกึ่งสำเร็จรูปเสริมไอโอดีน.
ปัญหาพิเศษปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิตภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร
คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง.
- เสาวนีย์ จักรพิทักษ์. 2526. หลักโภชนาการปัจจุบัน . โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด.
599 ก.ไมตรีจิต กทม.
- AOAC.1980 . Association of Official Analytical Chemists .
Washington,D.C.: Association of Official Chemists,Inc.
1990 . Association of Official Analytical Chemists .
Washington,D.C.: Association of Official Chemists,Inc.
- Deng,B.,Lin,X., and Xie,J.1986. Yaouxue Tongbao . 21(9):519-521.
(Abstract)
- Johnson,P.1994. Encyclopedia of Food Science , Food Technology
and Nutrition . vol 6.
- Joseph,E.W.,Liuzzo,J.A.,and Rao,R.M.1990.Development of Wash and
Cook-proof Methods for Vitamin Enrichment of Rice Grains.
J.of Food Science . 55:1102-1104,1107.
- Misaki,M.,and Yasumatsu,K.1982. Rice : Chemistry and Technology.
Takeda Chemical Industries,Ltd.Tokyo.Japan.389-401.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ตารางผนวกที่ 1ก ปริมาณความชื้นเริ่มต้นของข้าวเหนียว

ครั้งที่	น้ำหนักข้าว+น้ำหนักกระป๋องเริ่มต้น(กรัม)		ความชื้น (%)
	ก่อนอบ	หลังอบ	
1	10.0493	8.9024	11.41
2	10.0864	8.9280	11.48
3	10.0465	8.8813	11.60
4	10.0828	8.8958	11.77
5	10.1377	8.9308	11.90
6	10.0984	8.8900	11.97
7	10.1495	8.9042	12.27
8	10.2082	8.9617	12.21
9	10.3173	9.0866	11.93
10	10.0420	8.8399	11.97
\bar{X}	10.12	8.922	11.851
SD	0.08	0.063	0.272
CV	0.79%	0.71%	2.30%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2ก การทดสอบคุณภาพการหุงต้ม

1.ค่าการดูดซึมน้ำ (กรัม/กรัม)

2.ค่าการขยายตัว (เท่า)

ครั้งที่	น้ำหนักข้าว(กรัม)		ค่าการดูดซึมน้ำ	ความสูงข้าว(ซม.)		ค่าการขยายตัว (เท่า)
	ก่อนต้ม	หลังต้ม		ก่อนต้ม	หลังต้ม	
1	15.0	51.1	3.41	0.6	3.5	5.83
2	15.0	50.4	3.36	0.5	3.1	6.20
3	15.0	50.1	3.34	0.5	3.1	6.20
4	15.0	52.3	3.49	0.6	3.4	5.60
5	15.0	50.8	3.39	0.6	3.3	5.50
6	15.0	49.8	3.32	0.6	3.4	5.60
\bar{X}		50.75	3.35		0.57	5.820
SD		0.81	0.055		0.047	0.285
CV		1.60%	1.62%		8.2%	4.9%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 3ก ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของข้าวเหนียวพันธุ์เขยวง

ครั้งที่	น้ำหนักข้าว เริ่มต้น (กรัม)	น้ำหนักข้าวหลังอบ ปริมาตร 5 มล. (กรัม)	น้ำหนัก TSSในน้ำข้าว 250 มล. (กรัม)	ปริมาณของแข็ง ทั้งหมดที่ละลาย ในน้ำได้(%)
1	15.0	0.0398	1.990	13.27
2	15.0	0.0359	1.795	12.00
3	15.0	0.0361	1.805	12.03
4	15.0	0.0366	1.830	12.20
5	15.0	0.0488	2.440	16.27
6	15.0	0.0471	2.355	15.70
7	15.0	0.0497	2.485	16.57
8	15.0	0.0493	2.465	16.43
9	15.0	0.0322	1.610	10.73
10	15.0	0.0331	1.655	11.03
\bar{X}		0.041	2.04	13.623
SD		0.0067	0.34	2.243
CV		16.34%	16.7%	16.46%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 4ก อัตราการทำแห้งข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งเคลือบเจลาติน 2% โดยใช้กรดอะซิติกความเข้มข้น 1% อุณหภูมิในการอบแห้ง 50° ที่ระยะเวลาต่างๆ

อุณหภูมิ (°C)	เวลา (นาที)	ครั้งที่	น้ำหนักก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักหลังอบ (กรัม)	อัตราการทำแห้ง (%)	
50	60	1	154.2	127.6	17.25	
		2	165.3	144.6	12.52	
		3	141.2	123.6	12.46	
			\bar{X}	153.6	131.9	14.59
			SD	9.84	9.10	1.28
			CV	6.41%	6.9%	8.81%
	120		1		115.6	25.03
2				132.2	20.02	
3				116.7	17.35	
			\bar{X}		121.5	20.8
			SD		7.58	3.18
			CV		6.23%	15.30%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 4ก (ต่อ)

อุณหภูมิ (°ซ)	เวลา (นาที)	ครั้งที่	น้ำหนักก่อน (กรัม)	น้ำหนักหลัง (กรัม)	อัตราการทำแห้ง (%)
50	180	1		105.9	31.32
		2		120.3	27.22
		3		106.3	24.72
		\bar{X}		110.8	29.32
		SD		6.70	1.67
		CV		6.05%	5.71%
240		1		96.6	37.35
		2		109.6	33.70
		3		99.6	29.42
		\bar{X}		101.9	33.49
		SD		5.56	3.24
		CV		5.45%	9.67%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 4ก (ต่อ)

อุณหภูมิ (°ซ)	เวลา (นาที)	ครั้งที่	น้ำหนักก่อน (กรัม)	น้ำหนักหลัง (กรัม)	อัตราการทำแห้ง (%)
50	300	1		89.5	41.95
		2		95.3	42.34
		3		90.0	36.26
		\bar{X}		91.6	39.22
		SD		2.62	2.92
		CV		2.86%	7.40%
	360	1		81.6	47.08
		2		84.5	48.88
		3		85.4	39.52
		\bar{X}		83.8	45.16
		SD		1.62	4.05
		CV		1.93%	8.97%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 4ก (ต่อ)

อุณหภูมิ (°ซ)	เวลา (นาที)	ครั้งที่	น้ำหนักก่อน (กรัม)	น้ำหนักหลัง (กรัม)	อัตราการทำแห้ง (%)
50	420	1		77.4	49.80
		2		79.8	51.72
		3		78.3	44.62
		\bar{X}		78.5	48.71
		SD		1.00	2.99
		CV		1.27%	6.15%
480		1		70.7	54.15
		2		72.5	56.14
		3		70.3	50.12
		\bar{X}		71.16	53.47
		SD		0.95	2.50
		CV		1.33%	4.68%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 4ก (ต่อ)

อุณหภูมิ (°ซ)	เวลา (นาที)	ครั้งที่	น้ำหนักก่อน (กรัม)	น้ำหนักหลัง (กรัม)	อัตราการแห้ง (%)
50	540	1		67.5	56.22
		2		68.8	58.37
		3		66.1	53.18
		\bar{X}		67.46	55.92
		SD		1.10	2.13
		CV		1.63%	3.80%
600		1		63.5	58.82
		2		65.6	60.31
		3		60.4	57.22
		\bar{X}		63.16	58.78
		SD		2.13	1.26
		CV		3.37%	2.14%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 5ก อัตราการทำแห้งข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งเคลือบเจลาติน 2% โดย
ใช้กรดอะซิติกความเข้มข้น 1% อุณหภูมิในการอบแห้ง 60° ซที่ระยะเวลาต่างๆ

อุณหภูมิ (ซ)	เวลา (นาที)	ครั้ง	นน. ก่อนอบ (g)	นน. หลังอบ (g)	อัตราการทำแห้ง (%)
60	60	1	169.0	146.5	13.31
		2	168.2	140.9	16.23
		3	164.2	140.8	14.25
		\bar{X}	167.1	142.7	14.59
		SD	2.10	2.66	1.21
		CV	1.25%	1.86%	8.34%
		120	60	1	
2				123.1	26.81
3				126.6	22.90
\bar{X}				123.7	25.97
SD				2.2	2.25
CV				1.78%	8.6%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 5ก (ต่อ)

อุณหภูมิ (°ซ)	เวลา (นาที)	ครั้งที่	น้ำหนักก่อน (กรัม)	น้ำหนักหลัง (กรัม)	อัตราการทำแห้ง (%)
60	180	1		111.6	33.96
		2		113.1	32.75
		3		113.5	30.87
		\bar{X}		112.7	32.52
		SD		2.82	2.00
		CV		0.73%	6.15%
60	240	1		99.5	41.12
		2		97.3	42.15
		3		98.0	40.32
		\bar{X}		98.26	41.19
		SD		0.92	0.74
		CV		0.94%	1.8%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 5ก (ต่อ)

อุณหภูมิ (°ซ)	เวลา (นาที)	ครั้งที่	น้ำหนักก่อน (กรัม)	น้ำหนักหลัง (กรัม)	อัตราการทำแห้ง (%)
60	300	1		81.2	51.95
		2		84.4	49.82
		3		82.1	50.00
		\bar{X}		82.57	50.59
		SD		1.35	0.96
		CV		1.63%	1.9%
360		1		75.3	55.44
		2		78.9	53.09
		3		77.2	52.98
		\bar{X}		77.13	53.83
		SD		1.47	1.13
		CV		1.91%	2.1%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 5ก (ต่อ)

อุณหภูมิ (°ซ)	เวลา (นาที)	ครั้งที่	น้ำหนักก่อน (กรัม)	น้ำหนักหลัง (กรัม)	อัตราการทำแห้ง (%)
60	420	1		70.5	58.28
		2		69.8	58.50
		3		70.1	57.31
		X		70.13	58.03
		SD		0.29	0.51
		CV		0.41%	0.89%
480		1		67.8	60.30
		2		64.4	61.70
		3		64.5	60.70
		X		65.56	60.90
		SD		1.58	0.58
		CV		2.41%	0.96%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 6ก อัตราการทำแห้งของข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งเคลือบเจลาติน 2% โดยใช้กรดอะซิติกความเข้มข้น 1% อุณหภูมิในการอบแห้ง 70° ซที่ระยะเวลาต่างๆ

อุณหภูมิ (ซ)	เวลา (นาที)	ครั้ง	น้ำหนักก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักหลังอบ (กรัม)	อัตราการทำแห้ง (%)
70	60	1	151.1	115.7	23.43
		2	160.2	117.8	26.46
		3	157.3	116.5	25.94
		\bar{X}	156.2	116.7	25.27
		SD	3.80	0.86	1.32
		CV	2.43%	0.74%	5.23%
		120		1	
2				95.7	40.26
3				93.1	40.81
\bar{X}				92.93	40.50
SD				2.33	0.23
CV				2.51%	0.56%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 6ก (ต่อ)

อุณหภูมิ (°ซ)	เวลา (นาที)	ครั้งที่	น้ำหนักก่อน (กรัม)	น้ำหนักหลัง (กรัม)	อัตราการทำแห้ง (%)		
70	180	1		70.0	53.67		
		2		72.4	54.81		
		3		70.8	54.99		
		\bar{X}			71.07	54.49	
		SD			1.0	0.58	
		CV			1.41%	1.06%	
		240		1		50.6	66.51
				2		51.9	67.60
				3		50.9	67.64
\bar{X}					51.1	67.25	
SD					0.56	0.52	
CV					1.1%	0.78%	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7ก อัตราการทำแห้งข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งเคลือบเจลาติน 2% โดย
ใช้กรดอะซิติกความเข้มข้น 0.1% อณูหภูมิในการอบแห้ง 50°ซที่ระยะเวลาต่างๆ

อณูหภูมิ (ซ)	เวลา (นาที)	ครั้งที่	น้ำหนักก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักหลังอบ (กรัม)	อัตราการทำแห้ง (%)	
50	60	1	160.6	141.6	11.83	
		2	177.8	156.8	11.81	
		3	185.8	165.2	11.09	
			\bar{X}	185.8	154.5	11.57
			SD	10.51	9.77	0.30
			CV	6.02%	6.32%	2.90%
	120		1		127.8	20.42
2				141.2	20.58	
3				151.2	18.62	
			\bar{X}		140.1	19.87
			SD		9.59	0.88
			CV		6.84%	4.47%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7ก (ต่อ)

อุณหภูมิ (°ซ)	เวลา (นาที)	ครั้งที่	น้ำหนักก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักหลังอบ (กรัม)	อัตราการทำแห้ง (%)
50	180	1		112.2	30.13
		2		125.0	29.69
		3		133.6	28.09
		\bar{X}		123.6	29.3
		SD		8.79	0.87
		CV		7.11%	2.99%
240		1		101.4	36.86
		2		111.8	37.12
		3		121.0	34.87
		\bar{X}		111.4	36.42
		SD		8.01	0.91
		CV		7.2%	2.52%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7ก (ต่อ)

อุณหภูมิ (°ซ)	เวลา (นาที)	ครั้งที่	น้ำหนักก่อน (กรัม)	น้ำหนักหลัง (กรัม)	อัตราการทำแห้ง (%)
50	300	1		88.6	44.83
		2		96.2	45.89
		3		105.8	43.06
		\bar{X}		96.87	44.59
		SD		7.04	1.16
		CV		7.27%	2.62%
360		1		79.6	50.43
		2		85.8	51.74
		3		93.8	49.52
		\bar{X}		86.4	50.56
		SD		5.81	0.91
		CV		6.72%	1.80%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7ก (ต่อ)

อุณหภูมิ (°ซ)	เวลา (นาที)	ครั้งที่	น้ำหนักก่อน (กรัม)	น้ำหนักหลัง (กรัม)	อัตราการทำแห้ง (%)
50	420	1		72.0	55.17
		2		78.9	55.12
		3		85.2	54.14
		\bar{X}		78.7	54.81
		SD		5.4	0.47
		CV		6.86%	0.86%
480		1		64.3	59.96
		2		69.4	60.96
		3		76.7	58.72
		\bar{X}		70.1	59.88
		SD		5.09	0.91
		CV		7.26%	1.53%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7ก (ต่อ)

อุณหภูมิ (°ซ)	เวลา (นาที)	ครั้งที่	น้ำหนักก่อน (กรัม)	น้ำหนักหลัง (กรัม)	อัตราการทำแห้ง (%)
50	540	1		57.6	64.13
		2		58.1	67.32
		3		66.3	64.32
		\bar{X}		60.7	65.25
		SD		4.0	1.46
		CV		6.59%	2.24%
600		1		50.4	68.62
		2		50.8	71.43
		3		50.8	72.66
		\bar{X}		50.7	70.90
		SD		0.19	1.69
		CV		0.4%	2.38%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 8ก อัตราการทำแห้งข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งเคลือบเจลาติน2%โดยใช้กรดอะซิติกความเข้มข้น 0.1% อุณหภูมิในการอบแห้ง 60^oซ ที่ระยะเวลาต่างๆ

อุณหภูมิ (ซ)	เวลา (นาที)	ครั้งที่	น้ำหนักก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักหลังอบ (กรัม)	อัตราการทำแห้ง (%)	
60	60	1	177.0	160.0	8.60	
		2	187.4	156.8	16.33	
		3	178.0	156.2	12.25	
			\bar{X}	180.8	157.7	12.72
			SD	4.68	1.67	2.76
			CV	2.6%	1.06%	21.76%
	120		1		148.4	16.16
2				151.2	19.32	
3				140.6	21.01	
			\bar{X}		146.7	18.83
			SD		4.49	2.01
			CV		3.1%	10.67%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 8ก (ต่อ)

อุณหภูมิ (°ซ)	เวลา (นาที)	ครั้งที่	น้ำหนักก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักหลังอบ (กรัม)	อัตราการทำแห้ง (%)
60	180	1		133.6	24.52
		2		133.6	28.71
		3		121.8	31.57
		\bar{X}		129.7	28.26
		SD		5.56	2.89
		CV		4.3%	10.24%
240		1		119.8	32.32
		2		117.6	37.25
		3		107.8	39.44
		\bar{X}		115.1	36.33
		SD		5.22	2.97
		CV		4.54%	8.19%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 8ก (ต่อ)

อุณหภูมิ (°ซ)	เวลา (นาที)	ครั้งที่	น้ำหนักก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักหลังอบ (กรัม)	อัตราการทำแห้ง (%)
60	300	1		107.0	39.55
		2		101.8	45.68
		3		94.2	47.08
		\bar{X}		99.3	44.10
		SD		5.42	3.27
		CV		5.46%	7.42%
360		1		96.6	45.42
		2		90.0	51.97
		3		83.4	53.15
		\bar{X}		90.0	50.18
		SD		5.4	3.40
		CV		6.0%	6.78%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 8ก (ต่อ)

อุณหภูมิ (°ซ)	เวลา (นาที)	ครั้งที่	น้ำหนักก่อน (กรัม)	น้ำหนักหลัง (กรัม)	อัตราการทำแห้ง (%)
60	420	1		85.4	51.75
		2		82.3	56.08
		3		78.5	55.90
		\bar{X}		82.1	54.57
		SD		2.82	2.00
		CV		3.43%	3.66%
480	480	1		72.1	59.27
		2		70.4	62.43
		3		69.8	60.79
		\bar{X}		70.8	60.83
		SD		0.97	1.29
		CV		1.4%	2.12%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางผนวกที่ 9ก อัตราการทำแห้งของข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งเมื่อใช้กรดอะซิติก
เข้มข้น 0.1% อบที่ 70°ซ ที่เวลา 60 120 180 และ 240 นาที**

เวลา (นาที)	ครั้ง	น้ำหนักก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักหลังอบ (กรัม)	อัตราการทำแห้ง (%)
60	1	146.8	107.8	26.56
	2	137.6	97.6	29.07
	3	146.4	99.4	32.10
	\bar{X}	143.6	101.6	29.96
	SD	4.2	4.45	2.32
	CV	2.92%	4.4%	7.74%
120	1		83.2	43.32
	2		74.0	46.22
	3		71.6	51.10
	\bar{X}		76.3	46.88
	SD		5.0	3.21
	CV		6.55%	6.84%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 9ก (ต่อ)

เวลา (นาที)	ครั้งที่	น้ำหนักก่อนอบ (กรัม)	น้ำหนักหลังอบ (กรัม)	อัตราการแห้ง (%)
180	1		62.4	57.49
	2		57.2	58.43
	3		55.4	12.16
	\bar{X}		58.3	59.35
	SD		2.97	2.01
	CV		5.1%	3.38%
240	1		51.2	65.12
	2		49.4	64.10
	3		49.4	66.26
	\bar{X}		50.0	65.16
	SD		0.85	0.88
	CV		1.7%	1.35%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 10 ปริมาณความชื้นในข้าวเหนียวสำเร็จรูป

ครั้งที่	น้ำหนักกระป๋อง (กรัม)	น้ำหนักกระป๋อง+ข้าว (g)		ความชื้น (%)
		ก่อนอบ	หลังอบ	
1	17.9522	27.9329	27.0809	8.53
2	19.4503	29.4890	28.6347	8.51
3	21.2472	31.2807	30.3745	9.03
4	20.5573	30.6723	29.6564	10.04
5	19.9971	30.2024	29.0048	11.73
6	18.7914	28.9225	27.9931	9.17
				$\bar{X} = 9.50$
				$SD = 1.12$
				$CV = 11.79\%$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 11ก ปริมาณความชื้นในข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง โดยใช้กรดอะซิติก เข้มข้น 1 % อบที่ 50°ซ เป็นเวลา 240 นาที

ครั้งที่	น้ำหนักกระป๋อง (g)	น้ำหนักกระป๋อง+ข้าว(g)		ความชื้น (%)
		ก่อนอบ	หลังอบ	
1	17.9672	27.9972	23.2510	47.32
2	18.4656	28.6509	23.6631	48.97
3	21.2472	31.3426	26.7380	45.61

$$\bar{X} = 47.30$$

$$SD = 1.37$$

$$CV = 2.89\%$$

ตารางผนวกที่ 12ก ปริมาณความชื้นในข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง โดยใช้กรดอะซิติก เข้มข้น 1% อบที่ 60°ซ เป็นเวลา 240 นาที

ครั้งที่	น้ำหนักกระป๋อง (g)	น้ำหนักกระป๋อง+ข้าว(g)		ความชื้น (%)
		ก่อนอบ	หลังอบ	
1	17.6196	27.6690	23.2012	39.98
2	19.4500	29.4484	25.3360	41.13
3	20.7688	30.7505	26.8057	39.52

$$\bar{X} = 40.21$$

$$SD = 0.67$$

$$CV = 1.66\%$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 13ก ปริมาณความชื้นในข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งโดยใช้กรดอะซิติกความเข้มข้น 1% อบที่ 70°C เป็นเวลา 240 นาที

ครั้ง	น้ำหนักกระป๋อง	น้ำหนักกระป๋อง+ข้าว(กรัม)		ความชื้น (%)
		ก่อนอบ	หลังอบ	
1	17.8757	27.8786	27.0429	8.35
2	17.7163	27.7230	26.9276	7.94
3	15.0407	25.0532	24.2116	8.40
4	15.4460	25.4685	24.5618	9.04
5	21.2495	30.5380	29.6584	9.46
6	17.8081	27.7164	26.8558	8.66
				$\bar{X} = 8.64$
				SD = 0.49
				CV = 5.67%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 14ก ปริมาณความชื้นในข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง โดยใช้กรดอะซิติก เข้มข้น 0.1% อบที่ 50°ซ เป็นเวลา 240 นาที

ครั้งที่	น้ำหนักกระป๋อง (g)	น้ำหนักกระป๋อง+ข้าว(g)		ความชื้น (%)
		ก่อนอบ	หลังอบ	
1	17.9672	28.0188	23.2312	47.63
2	17.7872	27.8418	23.2855	45.32
3	20.7683	30.7553	26.1242	53.82
				$\bar{X} = 48.92$
				SD = 3.59
				CV = 7.33%

ตารางผนวกที่ 15ก ปริมาณความชื้นในข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง โดยใช้กรดอะซิติก เข้มข้น 0.1% อบที่ 60°ซ เป็นเวลา 240 นาที

ครั้งที่	น้ำหนักกระป๋อง (g)	น้ำหนักกระป๋อง+ข้าว(g)		ความชื้น (%)
		ก่อนอบ	หลังอบ	
1	17.6198	27.6175	23.4173	42.01
2	17.5360	27.5898	23.5225	40.46
3	18.4656	28.4131	24.0836	43.52
				$\bar{X} = 41.99$
				SD = 1.25
				CV = 2.97%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 16ก ปริมาณความชื้นในข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง โดยใช้กรดอะซิติก ความเข้มข้น 0.1% อบที่ 70 °C เป็นเวลา 240 นาที

ครั้ง	น้ำหนักกระป๋อง (กรัม)	น้ำหนักกระป๋อง+ข้าว(กรัม)		ความชื้น (%)
		ก่อนอบ	หลังอบ	
1	17.6202	27.7113	26.5569	11.44
2	17.5360	27.4504	26.3821	10.77
3	18.4654	28.5213	27.4481	10.67
4	17.9523	27.9700	27.0183	9.50
5	19.4506	29.5010	28.4951	11.06
6	17.6214	27.6875	26.6446	10.36
				$\bar{X} = 10.63$
				SD = 0.61
				CV = 5.74%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 17ก ค่าการดูดซึมน้ำของข้าวเหนียวสำเร็จรูปที่เวลา 2 3 4 5 และ 6 นาที

เวลา (นาที)	ครั้ง	น้ำหนักก่อน (g)	น้ำหนักหลัง (g)	ปริมาณการดูดน้ำ (% g/g)	การดูดซึมน้ำ
2	1	10.0	19.25	92.50	1.93
	2	10.0	18.21	82.10	1.82
	3	10.0	19.27	92.70	1.93
	\bar{X}		18.9	89.1	1.89
	SD		0.50	4.95	0.052
	CV		2.6%	0.05%	0.027%
3	1	10.0	22.0	120.00	2.20
	2	10.0	22.5	125.00	2.25
	3	10.0	22.8	128.00	2.28
	\bar{X}		22.4	123.25	2.24
	SD		0.33	3.42	0.033
	CV		1.5%	2.77	0.015%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 17ก (ต่อ)

เวลา (นาที)	ครั้ง	น้ำหนักก่อน (g)	น้ำหนักหลัง (g)	ปริมาณการดูดน้ำ (% g/g)	การดูดซึมน้ำ
4	1	10.0	25.4	154.00	2.54
	2	10.0	25.2	152.00	2.52
	3	10.0	25.9	159.00	2.59
	\bar{X}		25.5	155.00	2.55
	SD		0.3	2.94	0.029
	CV		1.2%	1.9%	1.14%
5	1	10.0	26.9	169.00	2.69
	2	10.0	26.3	163.00	2.63
	3	10.0	26.7	167.00	2.67
	\bar{X}		26.6	166.33	2.66
	SD		2.5	2.49	0.025
	CV		9.4%	1.50%	0.94%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 17ก (ต่อ)

เวลา (นาที)	ครั้ง	น้ำหนักก่อน (g)	น้ำหนักหลัง (g)	ปริมาณการดูดน้ำ (% g/g)	การดูดซึมน้ำ
6	1	10.0	27.6	176.00	2.76
	2	10.0	27.8	178.00	2.78
	3	10.0	28.0	180.00	2.80
	\bar{X}		27.8	178.00	2.78
	SD		0.16	1.30	0.016
	CV		0.6%	0.917%	0.59%

ตารางผนวกที่ 18ก ค่าการดูดซึมน้ำของข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งเมื่อใช้กรดอะซิติก
เข้มข้น 1% ที่เวลา 2 3 4 5 และ 6 นาที

เวลา (นาที)	ครั้ง	น้ำหนักก่อน (g)	น้ำหนักหลัง (g)	ปริมาณการดูดน้ำ (% g/g)	การดูดซึมน้ำ
2	1	10.0	19.0	90.00	1.90
	2	10.0	19.2	92.00	1.92
	3	10.0	18.9	89.00	1.89
	\bar{X}		19.0	90.33	1.90
	SD		0.12	1.25	0.012
	CV		0.6%	1.38%	0.006%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 18ก (ต่อ)

เวลา (นาที)	ครั้ง	น้ำหนักก่อน (g)	น้ำหนักหลัง (g)	ปริมาณการดูดน้ำ (% g/g)	การดูดซึมน้ำ
3	1	10.0	22.9	129.00	2.29
	2	10.0	22.7	127.00	2.27
	3	10.0	23.0	130.00	2.30
	\bar{X}		22.8	128.67	2.28
	SD		0.12	1.25	0.012
	CV		0.5%	0.97%	0.043%
4	1	10.0	23.7	137.00	2.37
	2	10.0	23.3	133.00	2.33
	3	10.0	23.5	135.00	2.35
	\bar{X}		23.5	135.00	2.35
	SD		0.16	1.63	0.016
	CV		0.7%	1.21%	0.006%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 18ก (ต่อ)

เวลา (นาที)	ครั้ง	น้ำหนักก่อน (g)	น้ำหนักหลัง (g)	ปริมาณการดูดน้ำ (% g/g)	การดูดซึมน้ำ
5	1	10.0	25.0	150.00	2.50
	2	10.0	25.1	151.00	2.51
	3	10.0	25.4	154.00	2.54
	\bar{X}		25.2	151.67	2.52
	SD		0.17	1.70	0.017
	CV		0.7%	1.12%	0.006%
6	1	10.0	26.4	166.67	2.64
	2	10.0	26.7	167.00	2.67
	3	10.0	26.9	169.00	2.69
	\bar{X}		26.7	166.67	2.67
	SD		0.21	2.05	0.02
	CV		0.8%	1.23%	0.007%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 19ก ค่าการดูดซึมน้ำของข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งเมื่อใช้กรดอะซิติกเข้มข้น 0.1% ที่เวลา 2 3 4 5 และ 6 นาที

เวลา (นาที)	ครั้ง	น้ำหนักก่อน (g)	น้ำหนักหลัง (g)	ปริมาณการดูดน้ำ (% g/g)	การดูดซึมน้ำ
2	1	10.0	19.3	93.00	1.93
	2	10.0	19.0	90.00	1.90
	3	10.0	19.2	92.00	1.92
	\bar{X}		19.2	91.66	1.92
	SD		0.12	1.25	0.01
	CV		0.6%	1.30%	0.50%
3	1	10.0	23.2	132.00	2.32
	2	10.0	23.4	134.00	2.34
	3	10.0	23.2	132.00	2.32
	\bar{X}		23.3	132.67	2.33
	SD		0.1	0.94	0.009
	CV		0.4%	0.71%	0.38%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 19ก (ต่อ)

เวลา (นาที)	ครั้งที่	น้ำหนักก่อน (g)	น้ำหนักหลัง (g)	ปริมาณการดูดน้ำ (% g/g)	การดูดซึมน้ำ
4	1	10.0	26.1	161.00	2.61
	2	10.0	26.0	160.00	2.60
	3	10.0	25.9	159.00	2.59
	\bar{X}		26.0	160.00	2.60
	SD		0.08	0.82	0.008
	CV		0.3%	0.51%	0.31%
5	1	10.0	27.8	178.00	2.78
	2	10.0	28.0	180.00	2.80
	3	10.0	27.9	179.00	2.79
	\bar{X}		27.9	2.78	2.79
	SD		0.08	0.82	0.008
	CV		0.3%	0.56%	0.28%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 19ก (ต่อ)

เวลา (นาที)	ครั้ง	น้ำหนักก่อน (g)	น้ำหนักหลัง (g)	ปริมาณการดูดน้ำ (% g/g)	การดูดไขมัน
6	1	10.0	29.9	199.00	2.99
	2	10.0	30.1	201.00	3.01
	3	10.0	30.1	201.00	3.01
	\bar{X}		30.0	200.30	3.00
	SD		0.1	0.94	0.009
	CV		0.3%	0.47%	0.30%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 20ก ผลการวิเคราะห์ทางสถิติในการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำแห้ง
ข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง อบที่อุณหภูมิ 70°ซ เป็นเวลา 240 นาที

ข้าวเหนียวสำเร็จรูป เสริมวิตามินบีหนึ่ง	อัตราการทำแห้ง			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
ใช้กรดอะซิติก 1%	66.51 ^a	67.60 ^a	67.64 ^a	67.25 ^a
ใช้กรดอะซิติก 0.1%	65.12 ^a	64.10 ^a	66.26 ^a	65.16 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษร a. ที่เหมือนกันตามแนวตั้ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทาง
สถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางผนวกที่ 21ก ผลการวิเคราะห์ทางสถิติในการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการคืนรูป
ของข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง เมื่อแช่น้ำเดือด 100 °ซ
เป็นเวลา 4 นาที

ตัวอย่าง	ปริมาณการดูดซึมน้ำ			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
ข้าวเหนียวสำเร็จรูป	154 ^a	152 ^a	159 ^a	155 ^a
ข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง เมื่อใช้กรดอะซิติกเข้มข้น 1%	137 ^a	133 ^a	135 ^a	135 ^a
ข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง เมื่อใช้กรดอะซิติกเข้มข้น 0.1%	161 ^a	160 ^a	159 ^a	160 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษร อ ที่เหมือนกันตามแนวตั้ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง
สถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง โดยใช้การดะจริตที่ความเข้มข้น 1% และ 0.1% โดยที่

611 หมายถึง ข้าวเหนียวสำเร็จรูปคินรูป

392 หมายถึง ข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง โดยใช้การดะจริตที่ความเข้มข้น 1% และผ่านกระบวนการคินรูป

574 หมายถึง ข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง โดยใช้การดะจริตที่ความเข้มข้น 0.1% และผ่านกระบวนการคินรูป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1ข การทดสอบลักษณะปรากฏด้านสี

คะแนนจากผู้ทดสอบ คนที่	ตัวอย่าง		
	611	392	574
1	7	6	9
2	3	8	7
3	6	7	6
4	7	9	8
5	5	6	5
6	8	9	5
7	8	8	8
8	4	5	4
9	7	5	6
10	7	6	8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบลักษณะปรากฏทางด้านสีแบบฮีโดนิคสเกล

Analysis of Variance

Source	Df	SS	MS	F _{value}	F _{table}
Treatment	2	2.47	1.24	0.68	3.55
Judgement	9	38.04	4.23	2.31	2.46
Error	18	32.86	1.83		
Total	29	73.37			

$\bar{X} = 6.57$ CV = 23.78%

Alfa = 0.05

RANKED AT PROBABILITY LEVEL 0.05

รหัส	ค่าเฉลี่ย	Duncan Grouping
611	6.20	a
392	6.90	a
574	6.60	a

ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2ข การทดสอบการยอมรับทางด้านรสชาติ

คะแนนจากผู้ทดสอบ คนที่	ตัวอย่าง		
	611	392	574
1	9	5	7
2	3	1	4
3	8	3	3
4	6	1	5
5	8	2	7
6	9	1	7
7	7	6	2
8	7	1	6
9	9	1	3
10	4	2	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบการยอมรับทางด้านรสชาติแบบมีโดเมนสเกล

Analysis of Variance

Source	Df	SS	MS	F _{value}	F _{table}
Treatment	2	110.60	55.30	16.56	3.55
Judgement	9	41.63	4.63	1.39	2.46
Error	18	60.07	3.34		
Total	29	212.30			

$$\bar{X} = 4.7 \quad CV = 56.59\%$$

$$\text{Alfa} = 0.05$$

RANKED AT PROBABILITY LEVEL 0.05

รหัส	ค่าเฉลี่ย	Duncan Grouping
611	7.00	a
392	2.30	c
574	4.80	b

a, b, c หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 3๗ การทดสอบลักษณะปรากฏทางด้านความเหนียว

คะแนนจากผู้ทดสอบ คนที่	ตัวอย่าง		
	611	392	574
1	8	9	8
2	8	8	9
3	8	6	4
4	6	5	7
5	8	4	6
6	9	7	8
7	8	8	8
8	7	4	8
9	9	4	7
10	6	1	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบลักษณะปรากฏทางด้านความเหนียวแบบฮีโรดนิกสเกล

Analysis of Variance

Source	Df	SS	MS	F _{value}	F _{table}
Treatment	2	24.07	12.04	5.52	3.55
Judgement	9	42.84	4.76	2.18	2.46
Error	18	39.26	2.18		
Total	29	106.17			

$$\bar{X} = 6.83$$

$$CV = 27.64\%$$

$$\text{Alfa} = 0.05$$

RANKED AT PROBABILITY LEVEL 0.05

รหัส	ค่าเฉลี่ย	Duncan Grouping
611	7.70	a
392	5.60	b
574	7.20	a

a,b หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 4ข การทดสอบลักษณะปรากฏทางด้านเนื้อสัมผัส

คะแนนจากผู้ทดสอบ คนที่	ตัวอย่าง		
	611	392	574
1	8	6	7
2	6	2	8
3	6	5	3
4	8	7	7
5	6	4	6
6	8	7	4
7	7	4	4
8	7	5	8
9	8	1	6
10	4	6	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบลักษณะปรากฏทางด้านเนื้อสัมผัสแบบฮาร์ดเน็ทสเกล

Analysis of Variance

Source	Df	SS	MS	F _{value}	F _{table}
Treatment	2	22.47	11.24	3.60	3.55
Judgement	9	23.50	2.61	0.84	2.46
Error	18	56.20	3.12		
Total	29	102.17			

$$\bar{X} = 5.83$$

$$CV = 31.65\%$$

$$\text{Alfa} = 0.05$$

RANKED AT PROBABILITY LEVEL 0.05

รหัส	ค่าเฉลี่ย	Duncan Grouping
611	6.80	a
392	4.70	b
574	6.00	ab

a,b หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 5 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยรวม

คะแนนจากผู้ทดสอบ คนที่	ตัวอย่าง		
	611	392	574
1	9	2	5
2	4	3	8
3	7	1	6
4	8	1	7
5	7	2	3
6	9	1	4
7	8	7	1
8	6	1	7
9	9	1	6
10	4	2	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ทางด้านสถิติของการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยรวมแบบซีโดนิสเกอ

Analysis of Variance

Source	Df	SS	MS	F _{value}	F _{table}
Treatment	2	128.27	64.14	11.97	3.55
Judgement	9	7.50	0.83	0.15	2.46
Error	18	96.40	5.36		
Total	29	232.17			

$$\bar{X} = 4.83$$

$$CV = 57.59\%$$

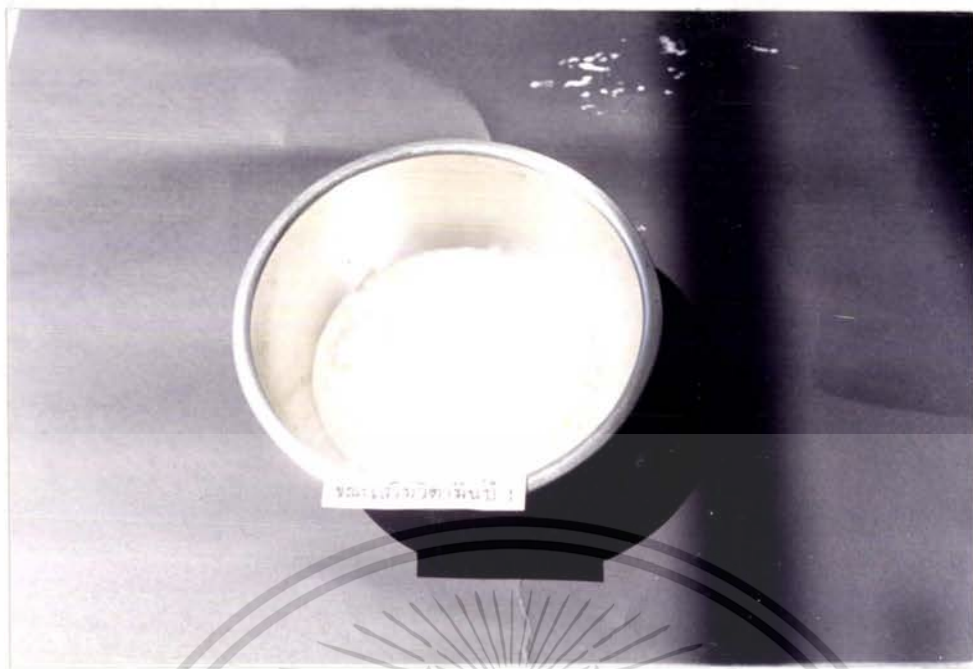
$$\text{Alfa} = 0.05$$

RANKED AT PROBABILITY LEVEL 0.05

รหัส	ค่าเฉลี่ย	Duncan Grouping
611	7.10	a
392	2.10	b
574	5.30	a

a, b หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

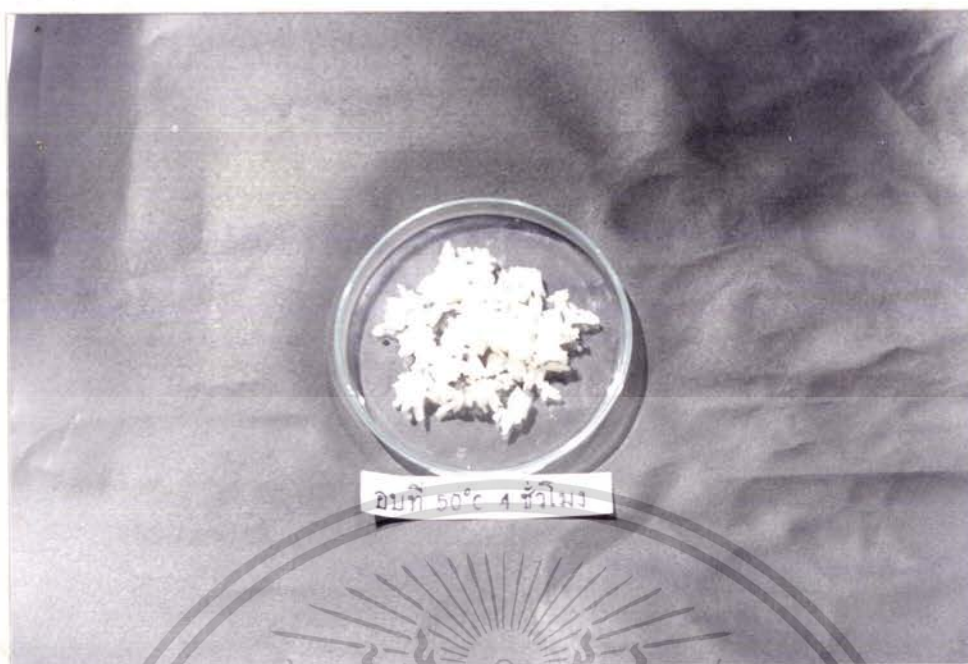


รูปที่ 9 ข้าวเหนียวสำเร็จรูปขณะเสิร์ฟตามขอบหนึ่ง

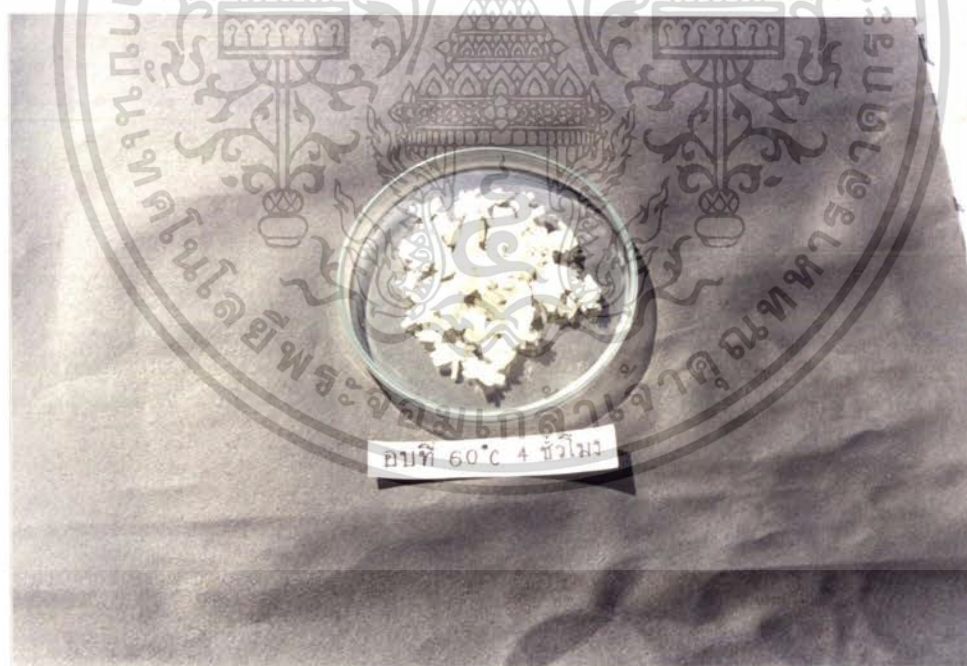


รูปที่ 10 ข้าวเหนียวสำเร็จรูปภายหลังจากการเสิร์ฟวิตามินบีหนึ่ง เป็นเวลา 30 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

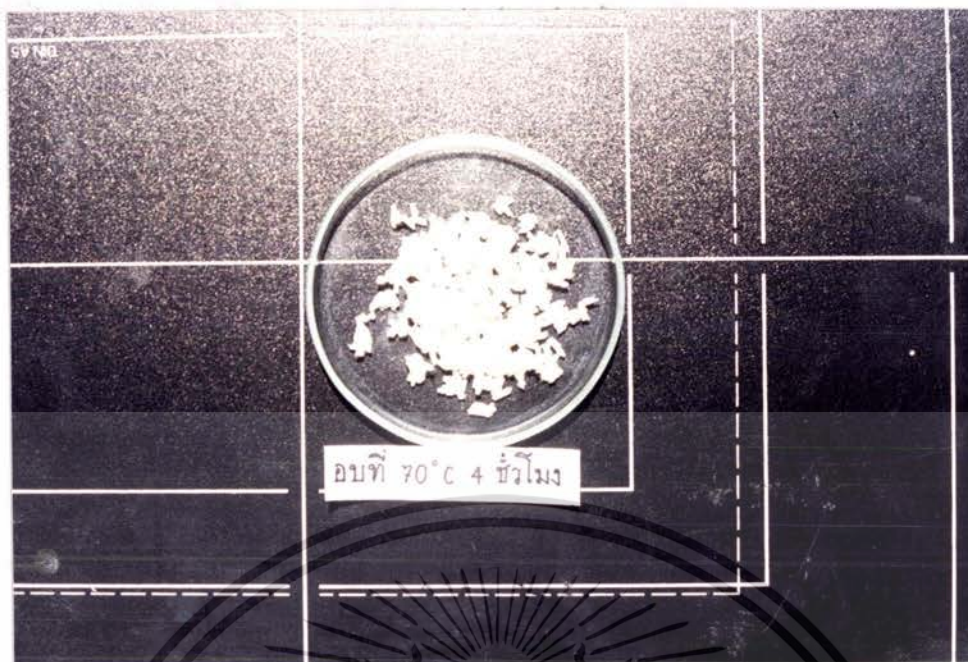


รูปที่ 11 ข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งเมื่อใช้กรดอะซิติกเข้มข้น 0.1%
อบที่ 50° ซ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง



รูปที่ 12 ข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งเมื่อใช้กรดอะซิติกเข้มข้น 0.1%
อบที่ 60° ซ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 13 ข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งเมื่อใช้กรดอะซิติกเข้มข้น 0.1%
อบที่ 70° ซ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง



รูปที่ 14 ข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งเมื่อใช้กรดอะซิติกเข้มข้น 0.1%
อบที่ 70° ซ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง บรรจุถุงที่ใช้ในการคืนรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 15 ข้าวเหนียวรกรงสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งเมื่อใช้กรดอะซิติกเข้มข้น 1%
อบที่ 70° ซ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ภายหลังการคืนรูป



รูปที่ 16 ข้าวเหนียวรกรงสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งเมื่อใช้กรดอะซิติกเข้มข้น 0.1%
อบที่ 70° ซ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ภายหลังการคืนรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาววรณีย์ สถาพรพิชญ์ เกิดเมื่อวันที่ 19 พฤศจิกายน 2517 ที่จังหวัดกรุงเทพฯ สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนเบญจมราชาลัย ในปี พ.ศ. 2533 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อก.) จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นางสาววิษดา วรโสภณทวีพร เกิดเมื่อวันที่ 3 พฤศจิกายน 2515 ที่จังหวัดกรุงเทพฯ สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนสตรีวิทยา ในปี พ.ศ. 2533 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อก.) จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้