



ใบรับรองปัญหาพิเศษ

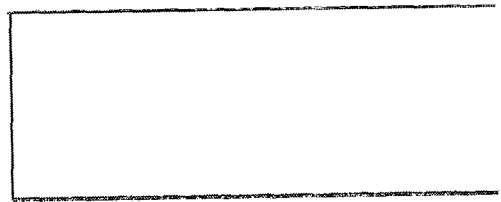
เรื่อง

ข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไอโอดีน
 Enriched-Iodine Minute waxy rice

โดย

นางสาวสุภาวรรณ รัตนโชติพันธ์
 นางสาวสิรินทร โตมา

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก



คุณหญิง ทองทิพย์ 21/08/37
 (นาง. คุณหญิง ทองทิพย์)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....
 (นายบรรณ อนุช)

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ 28 เดือน 12 พ.ศ. 37

ร.พ.
 ศ. ๘๘๙ ๗
 2536

14484

ข้าวกล้องผสมดอกยาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

**ข้าวเหนียวกล้องสำเร็จรูปเสริมไอโอดีน
(Enriched-Iodine Minute Waxy Rice)**

นางสาวสุภาวกรรม รัตนโชติรัมย์
นางสาวสิริพร โดมา

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2537

ร/พ.
สช 39 ข
2537

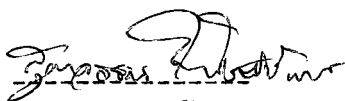
ลงทะเบียน.....
เลขทะเบียน **96870**
วันเดือนปี.....
5 JUN 2009



สุภาวธรรม รัตนโชตินันท์ และสิริพร โตมา : ข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไอโอดีน(Minute Waxy Rice Enriched Iodine).ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.วุฒิชัย นาครักษา

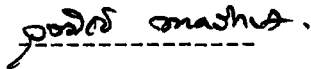
บทคัดย่อ

การผลิตข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไอโอดีนมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไอโอดีนและศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการคืนรูปจากการเปรียบเทียบกับ ลักษณะ และคุณสมบัติของข้าวเหนียว โดยการนำข้าวเหนียวพันธุ์เขี้ยว (สันป่าตอง) มาทดสอบคุณสมบัติทาง กายภาพ และคุณภาพการหุงต้มได้ค่าอัตราส่วนระหว่าง ความยาวกับความกว้าง (l/w ratio) ได้ 3.1188 วัดความชื้นได้ 12.20% ค่าการดูดน้ำ (water absorbtion) ได้ 3.51 อัตราการขยายตัวตามปริมาตร (Volume expansion) วัดได้ 3.14 และมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 15.39 % ,กรัม/กรัม ตามลำดับ และศึกษากระบวนการผลิตโดยศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำให้ข้าวเหนียวหลังจาก ผ่านการเสริมไอโอดีน ระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำให้หลังจากการเคลือบเจลาตินที่ 1% 2% 3% ระยะเวลากการคืนรูปที่เหมาะสม และหาปริมาณไอโอดีนที่เหลืออยู่หลังการทำแห้ง จากการทดลองพบว่า กระบวนการผลิตที่เหมาะสมคือ ข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปหลังจากการผ่านการเสริมไอโอดีนอบแห้งในตู้อบลมร้อน 100 °C 80 นาที โดยมีความชื้นเหลืออยู่ 10.95% เมื่อเคลือบเจลาติน 1% 2% และ 3% นำมาอบแห้งที่ 50 °C 100 นาที และมีปริมาณความชื้นเหลืออยู่ 9.76 % ระยะเวลาที่เหมาะสมในการคืนรูป คือ นำข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปใส่ในถุงผ้าขาวบาง แขนในน้ำเดือด 100 °C 4 นาที แล้วนำขึ้น ทิ้งให้สะเด็ดน้ำ 15 นาที มีไอโอดีนเหลือ 17.05% สูญเสียไอโอดีน 82.95% จากการเติมไอโอดีนเริ่มต้น 151.81×10^{-6} กรัม ต่อข้าว 100 กรัม จะมีปริมาณไอโอดีนเหลืออยู่ 25.88×10^{-6} กรัม



สิริพร โตมา

ลายมือชื่อนักศึกษา



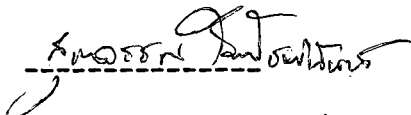
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

วัน เดือน ปี

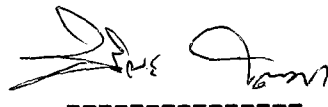
คำนิยม

โครงการปัญหาพิเศษในครั้งนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี จากการชี้แนะและให้คำปรึกษา
ต่างๆตลอดการทดลองโดย ผศ.ดร. วุฒิชัย นาครักษา ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา และอาจารย์ทุกท่านที่
ให้ข้อคิดเห็นต่างๆ จึงขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณเพื่อนๆทุกท่าน ที่ได้ให้ความร่วมมือในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส เอื้อเฟื้อ
ให้หยิบยืมเครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดลอง และช่วยเหลือจนปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี



(นางสาวสุภาวกรรม รัตนเชติพันธ์)



(นางสาวสิริพร โตมา)

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
สารบัญตาราง	ค
สารบัญรูป	ง
สารบัญตารางภาคผนวก	จ
บทที่	
1. บทนำ	1
2. ตรวจเอกสาร	2
3. วัตถุประสงค์ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	4
3.1 วัตถุประสงค์	4
3.2 วิธีการทดลอง	4
3.2.1 ศึกษาลักษณะทางกายภาพของข้าวเหนียวก่อนผ่านกระบวนการให้ความร้อน	4
3.2.2 การทดสอบคุณภาพการหุงต้ม	5
3.2.3 การเตรียมข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูป	6
3.2.4 ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำแห้งข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริม ไอโอดีน	6
3.2.5 ศึกษาระยะเวลาในการทำแห้งข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไอโอดีนเคลือบ เจลาติน 1% 2% และ 3%	7
3.2.6 วิธีการตรวจสอบหาไอโอดีนในข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไอโอดีน	8
3.2.7 การหาปริมาณไอโอดีนที่สูญเสียไป(%)ในข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไอโอดีน	9
3.2.8 ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการคืนรูป	10
3.2.9 ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไอโอดีน เคลือบเจลาติน 1% 2% และ 3%	11

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4. ผลการทดลองและวิจารณ์	13
4.1 ลักษณะทางกายภาพของข้าวเหนียว	13
4.1.1 ศึกษาขนาดและรูปร่างของเมล็ด	13
4.1.2 ความชื้นเริ่มต้นของข้าวเหนียว	14
4.1.3 การทดสอบคุณภาพในการหุงต้ม	14
4.2 ความชื้นของข้าวเหนียวถึงสำเร็จรูป	15
4.3 ศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการทำแห้งข้าวเหนียวถึงสำเร็จรูปเสริมไอโอดีน	16
4.4 ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำแห้งข้าวเหนียวถึงสำเร็จรูปเสริมไอโอดีนเคลือบ เจลาติน 1% 2% และ 3%	19
4.5 ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการคั้นรูป	26
4.6 การตรวจสอบหาไอโอดีนในข้าวเหนียวถึงสำเร็จรูปเสริมไอโอดีน	37
4.6.1 การหาความเข้มข้นของโซเดียมไอโอซัลเฟต(นอร์มอลลิตี)	37
4.6.2 การหาปริมาณบีตาแคโรทีนในข้าวเหนียวถึงสำเร็จรูปเสริมไอโอดีน	39
4.7 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อข้าวเหนียวพันธุ์ต่างๆ	41
5. สรุปผลการทดลองและวิจารณ์	42
เอกสารอ้างอิง	43
ภาคผนวก	44
ภาคผนวก ก.	45
ภาคผนวก ข.	63
ภาคผนวก ค.	65
ประวัติผู้เขียน	83

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. ค่าอัตราส่วนระหว่างความยาวต่อความกว้าง (l/w ratio) ของข้าวเหนียวพันธุ์เขียว	13
2. ปริมาณความชื้นเริ่มต้นของข้าวเหนียว	14
3. ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้(% , กรัม/กรัม)	14
4. ค่าการดูดซึมน้ำ(กรัม/กรัม) และค่าการขยายตัวของเมล็ด(เท่า) ของข้าวเหนียวที่ต้มในน้ำกลั่นนาน 20 นาที	15
5. ปริมาณความชื้นของข้าวเหนียวถึงสำเร็จรูป	15
6. ปริมาณน้ำที่ระเหยออกไป(% , กรัม/กรัม) และ ปริมาณความชื้น(%) ข้าวเหนียวถึงสำเร็จรูปเสริมไฮโดรเจน ที่ผ่านการอบที่ 100 °C นาน 20 40 60 80 และ 100 นาที	16
7. ปริมาณความชื้นสุดท้ายในการทำให้ข้าวเหนียวถึงสำเร็จรูปเสริมไฮโดรเจน หลังการเคลือบเจลาติน 1% อบที่อุณหภูมิ 50 °ซ. ที่ระยะเวลาต่างๆ	19
8. ปริมาณความชื้นสุดท้าย(%) ของข้าวเหนียวถึงสำเร็จรูปเสริมไฮโดรเจนเคลือบเจลาติน 2% อบที่อุณหภูมิ 50 °ซ. ที่ระยะเวลาต่างๆ	21
9. ปริมาณความชื้นสุดท้าย(%) ของข้าวเหนียวถึงสำเร็จรูปเสริมไฮโดรเจนเคลือบเจลาติน 3% อบที่อุณหภูมิ 50 °ซ. ที่ระยะเวลาต่างๆ	23
10. ปริมาณการดูดซึมน้ำกลับของข้าวเหนียวถึงสำเร็จรูป	26
11. ปริมาณการดูดซึมน้ำกลับของข้าวเหนียวถึงสำเร็จรูปเสริมไฮโดรเจนเคลือบเจลาติน 1%	29
12. ปริมาณการดูดซึมน้ำกลับของข้าวเหนียวถึงสำเร็จรูปเสริมไฮโดรเจนเคลือบเจลาติน 2%	30
13. ปริมาณการดูดซึมน้ำกลับของข้าวเหนียวถึงสำเร็จรูปเสริมไฮโดรเจนเคลือบเจลาติน 3%	32
14. แสดงการเปรียบเทียบค่าการดูดซึมน้ำกลับของข้าวเหนียวถึงสำเร็จรูปเสริมไฮโดรเจนเคลือบเจลาติน 1% 2% 3% และ ข้าวเหนียวถึงสำเร็จรูปไม่เคลือบเจลาติน	34
15. ตารางแสดงปริมาณโซเดียมไฮโอซัลเฟตที่ใช้ไตเตรตกับสารละลายโบรเมส เขียวไฮโอเดต	37
16. ตารางแสดงปริมาณโบรเมส เขียวไฮโอเดตที่มีอยู่ในข้าว	39
17. ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค	41

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
1. กราฟแสดงการเปรียบเทียบปริมาณความชื้น (%) และปริมาณน้ำที่ระเหยออกไป (% ,กรัม/กรัม) ของการทาน้ำข้าวเหนียวกึ่งสำเร็จรูปภายหลังการเสริมไฮโดรเจน อบที่อุณหภูมิ 50 °ซ. ที่ระยะเวลาต่างๆ	18
2. กราฟปริมาณความชื้น (%) ของข้าวเหนียวกึ่งสำเร็จรูปเสริมไฮโดรเจนเคลือบเจลาติน 1% 2% และ 3% อบที่อุณหภูมิ 50 °ซ. ที่ระยะเวลาต่างๆ	25
3. กราฟค่าการดูดซึมน้ำกลับเข้าไปในเมล็ด (เท่า)	36
4. ข้าวเหนียวกึ่งสำเร็จรูปเสริมไฮโดรเจนอบที่อุณหภูมิ 100 °ซ. เป็นเวลา 20 นาที	76
5. ข้าวเหนียวกึ่งสำเร็จรูปเสริมไฮโดรเจนอบที่อุณหภูมิ 100 °ซ. เป็นเวลา 40 นาที	76
6. ข้าวเหนียวกึ่งสำเร็จรูปเสริมไฮโดรเจนอบที่อุณหภูมิ 100 °ซ. เป็นเวลา 60 นาที	77
7. ข้าวเหนียวกึ่งสำเร็จรูปเสริมไฮโดรเจนอบที่อุณหภูมิ 100 °ซ. เป็นเวลา 80 นาที	77
8. ข้าวเหนียวกึ่งสำเร็จรูปเสริมไฮโดรเจนอบที่อุณหภูมิ 100 °ซ. เป็นเวลา 100 นาที	78
9. ข้าวเหนียวกึ่งสำเร็จรูป	78
10. ข้าวเหนียวกึ่งสำเร็จรูปคั้นรูป	79
11. ข้าวเหนียวกึ่งสำเร็จรูปเสริมไฮโดรเจนเคลือบเจลาติน 1 %	79
12. ข้าวเหนียวกึ่งสำเร็จรูปเสริมไฮโดรเจนเคลือบเจลาติน 2 %	80
13. ข้าวเหนียวกึ่งสำเร็จรูปเสริมไฮโดรเจนเคลือบเจลาติน 3 %	80
14. ข้าวเหนียวกึ่งสำเร็จรูปเสริมไฮโดรเจนเคลือบเจลาติน 1 % คั้นรูป	81
15. ข้าวเหนียวกึ่งสำเร็จรูปเสริมไฮโดรเจนเคลือบเจลาติน 2 % คั้นรูป	81
16. ข้าวเหนียวกึ่งสำเร็จรูปเสริมไฮโดรเจนเคลือบเจลาติน 3 % คั้นรูป	82

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางที่	หน้า
1ก. ค่าการดูดซึมน้ำ(กรัม/กรัม) และค่าการขยายตัวของเมล็ด(เท่า) ของข้าวเหนียวพันธุ์เขียว โดยน้ำหนักตะแกรงมีค่าเท่ากับ 38.20	45
2ก. ปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในข้าวสารเหนียวพันธุ์เขียว	45
3ก. ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของข้าวเหนียวพันธุ์เขียว หลังจากอบด้วยอุณหภูมิ 110 °ซ. นาน 18 ชั่วโมง	46
4ก. ปริมาณความชื้นของข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูป	47
5ก. ปริมาณน้ำที่ระเหยออกไป(% ,กรัม/กรัม) ของข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไฮโดรเจน อบที่ 100 °ซ. เป็นระยะเวลา 20 40 60 80 และ 100 นาที	48
6ก. ปริมาณความชื้นสุดท้าย(%)ของข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไฮโดรเจนภายหลังการอบที่อุณหภูมิ 100 °ซ. เป็นระยะเวลา 20 40 60 80 และ 100 นาที	49
7ก. ปริมาณความชื้นสุดท้าย (%) ของการทำแห้งข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไฮโดรเจน หลังการเคลือบเจลาติน 1% อบที่อุณหภูมิ 50 °ซ. ที่เวลา 20 40 60 80 และ 100 นาที	50
8ก. ปริมาณความชื้นสุดท้าย (%) ของการทำแห้งข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไฮโดรเจน เคลือบเจลาติน 2% อบที่อุณหภูมิ 50 °ซ. เป็นระยะเวลา 20 40 60 80 และ 100 นาที	51
9ก. ปริมาณความชื้นสุดท้าย (%) ของการทำแห้งข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไฮโดรเจนเคลือบเจลาติน 3% อบที่อุณหภูมิ 50 °ซ. เป็นเวลา 20 40 60 80 และ 100 นาที	52
10ก. ปริมาณการดูดซึมน้ำกลับของข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูป (%) ไม่เคลือบเจลาติน โดยมีระยะเวลาในการคั้นรูปที่ 2 4 6 8 10 และ 12 นาที	53
11ก. ปริมาณการดูดกลับน้ำ (% ,กรัม/กรัม) ของข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไฮโดรเจนเคลือบเจลาติน 1% ตะแกรงมีน้ำหนักเท่ากับ 38.94 กรัม โดยมีระยะเวลาในการคั้นรูปที่ 2 4 6 8 10 และ 12 นาที	55
12ก. ปริมาณการดูดกลับน้ำ (% ,กรัม/กรัม) ของข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไฮโดรเจนเคลือบเจลาติน 2% ตะแกรงมีน้ำหนัก 38.94 กรัม โดยมีระยะเวลาในการคั้นรูปที่ 2 4 6 8 10 และ 12 นาที	57

สารบัญตารางภาคผนวก(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
13ก. ปริมาณการดูดกลืนน้ำ (% , กรัม/กรัม) ของข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไอโอดีน เคลือบเจลาติน 3% ตะแกรงมีน้ำหนัก 38.94 กรัม โดยมีระยะเวลาในการคั่ว รูปที่ 2 4 6 8 10 และ 12 นาที	59
14ก. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติในการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำแห้ง ข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไอโอดีน อยที่อุณหภูมิ 50 °ซ. เป็นเวลา 100 นาที	61
15ก. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติในการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการคั่วของ ข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไอโอดีน โดยแช่น้ำเดือด 100 °ซ. เป็นเวลา 4 นาที	62
1ข. ปริมาณไอโอดีนที่ร่างกายต้องการภายในหนึ่งวัน	63
2ข. ปริมาณโปรตีนที่ร่างกายต้องการภายในหนึ่งวัน	64
1ค. การทดสอบลักษณะปรากฏทางด้านสี	66
2ค. การทดสอบลักษณะปรากฏทางด้านทดสอบความขม	68
3ค. การทดสอบลักษณะปรากฏทางด้านความเหนียว	70
4ค. การทดสอบลักษณะปรากฏทางด้านเนื้อสัมผัส	72
5ค. การทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส	74

1. บทนำ

ปัจจุบันภาวะการขาดธาตุไอโอดีน เป็นปัญหาที่สำคัญในประเทศไทยพบใน 15 จังหวัด ทางภาคเหนือ ตั้งแต่กำแพงเพชรขึ้นไป และในหมู่บ้านที่ยากจนแถบถิ่นภูเขา (กองโภชนาการ กระทรวงสาธารณสุข, 2530) เนื่องมาจากการขาดไอโอดีนในพื้นที่เขัน ในดินและในน้ำทำให้อาหารและน้ำมีไอโอดีนน้อยกว่าปรกติ จึงเกิดภาวะการขาดแคลนไอโอดีน (Iodine deficiency disorders, IDD) ก่อให้เกิดอาการของ endemic cretinism ทางระบบประสาท คือ สติปัญญาเสื่อม เป็นอัมพฤกษ์ และเกิดคอพอก (endemic goiter) จากการที่ ต่อมไทรอยด์ทำงานหนัก (hypothyroidism) จึงเกิดแนวทางการแก้ไข้ปัญหา เช่น น้ำดื่มเสริมไอโอดีน เกลือเสริมไอโอดีน น้ำมันเข้าไอโอดีน (lipiodol) และผสมไอโอดีนลงใน นม ปลา นมช็อคโกแลต แต่วิธีการดังกล่าวมีข้อจำกัดด้านปริมาณในการบริโภคเนื่องจากความเค็ม

การทดลองโครงการปัญหาพิเศษจึงเสริมไอโอดีนลงในข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปโดย ใช้สารไอโอดีนในรูปของ โพแทสเซียมไอโอดेट (KIO_3) และเคลือบด้วย gelatin ข้าวเหนียวเป็นอาหารหลักของประชากรทางภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จึงสามารถบริโภคได้มากและต่อเนื่อง ทำให้ได้รับสารไอโอดีนทดแทนในปริมาณที่เพียงพอและสม่ำเสมอ ข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไอโอดีน นอกจากจะเป็นแนวทางการแก้ไข้ปัญหาภาวะการขาดแคลนไอโอดีนแล้ว ยังประหยัดเวลา และน้ำที่ใช้ในการคั้นรูป มีน้ำหนักเบาต่อการขนส่งและแห้งสามารถเก็บรักษาได้นานนอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มคุณค่า และสามารถพัฒนาเป็นสินค้าส่งออกในอนาคต

2. การตรวจเอกสาร

ข้าวเหนียวเป็นอาหารหลักที่สำคัญของประชาชนทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อาจกล่าวได้ว่า 50% ของประชาชนในประเทศไทยบริโภคข้าวเหนียวเป็นอาหารหลัก และประเทศไทย เป็นประเทศที่มีการผลิตข้าวเหนียวมากที่สุดในโลก (Watabe, 1967)

ในต่างประเทศ มีการแปรรูปข้าวเหนียวเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆ เช่น rice cakes (Palmiano and Juliano 1972 ; Antomio et al. 1975) และ puffed paboiled rice (Antomio and Juliano 1973, 1974). และในประเทศไทยได้มีการนำข้าวเหนียวมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ เช่น แป้งแผ่นกรอบ (glutinous rice flakes). (กรมวิทยาศาสตร์, 2514) การใช้แป้งข้าวเหนียวทำแป้งชุบทอดสำเร็จรูป (seasonied cooking mix). (รายงานกิจกรรมของกรมวิทยาศาสตร์, 2514) การใช้ข้าวเหนียวทำอาหารว่าง เช่น อาราเร่ (arare) (Juliano, 1985) เป็นต้น

ตามปกติการนึ่งข้าวเหนียวเพื่อบริโภคเป็นอาหารหลักนั้น จะใช้เวลาในการนึ่งนานโดยจะต้องแช่น้ำทิ้งไว้ 1 คืน แล้วนึ่งประมาณ 30-40 นาที จึงได้มีการวิจัยคิดค้นผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวกึ่งสำเร็จรูปเพื่อประหยัดเวลาในการนึ่ง ดังนี้

การศึกษาของกรมวิทยาศาสตร์ (2515) การทำข้าวเหนียวสุกตากแห้งเสริมโปรตีน (Precooked rice) โดยนำข้าวเหนียวมานึ่งให้สุก แล้วนำข้าวเหนียวมาเกลี่ยบนตะแกรง แล้วตากในตู้อบ อุณหภูมิระหว่าง 65-75 °ซ. เมื่อนำข้าวเหนียวแห้งมาพรมพอบีบแล้วนำไปนึ่งในหม้อนึ่ง เช่นเดียวกับหม้อนึ่งข้าวเหนียวธรรมดาจะใช้เวลาเพียงไม่กี่นาทีข้าวเหนียวจะมีลักษณะเหนียวเหมือนปกติ ข้าวเหนียวสุกตากแห้งนี้จะช่วยย่นเวลาในการนึ่ง เนื่องจากข้าวเหนียวมีโปรตีนต่ำ การเติม L.Lysine Hydrochloride ลงไป จะทำให้โปรตีนเพิ่มขึ้น โดยการเติมลงในน้ำที่ใช้ในการนึ่งข้าวเหนียว L.Lysine จะซึมเข้าไปในข้าวเหนียวหมด

ปัญหาพิเศษปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิตภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดย รัชณี ศรีวรรณวิทย์ ภัทรชนก วีระธิตี และสุวรรณี จิตตินรเศรษฐ์(2536)ศึกษาการทำข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูป โดยต้มข้าวสารเหนียวในสารละลายกรดซัลฟิวริก 0.002 กรัม/กรัม ของปริมาณข้าวสารเหนียวเป็นเวลา 10 นาที เวลาในการทำแห้งในตู้อบลมร้อนที่ 110 °ซ. นาน 80 นาที โดยมีความชื้นเหลืออยู่ 7-8% และใช้เวลาในการคืนรูปโดยการเติมน้ำเดือดอุณหภูมิ 100 °C. นาน 10 นาที

เนื่องจากในปัจจุบันประชาชนทางภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีปัญหาด้านการขาดธาตุไอโอดีนและบริโภคข้าวเหนียวเป็นอาหารหลัก ดังนั้นในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์

1. ศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไอโอดีน
2. ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการคืนรูปจากการเปรียบเทียบลักษณะ และคุณสมบัติของข้าวเหนียว

3. วัตถุประสงค์ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุประสงค์

- ข้าวเหนียวพันธุ์เขียว (สันป่าตอง)

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 ศึกษาลักษณะทางกายภาพของข้าวเหนียวก่อนผ่านกระบวนการให้ความร้อน

3.2.1.1 ศึกษาขนาดรูปร่างของเมล็ด

วิธี projection โดยการนำเมล็ดข้าววางบนเครื่องฉายแผ่นใสและวัดความกว้างความยาวของเมล็ดบนฉากกัน แล้วหาอัตราส่วน ความยาวต่อความกว้าง (l/w ratio) ของข้าวเหนียว

3.2.1.2 วิเคราะห์ความชื้นของข้าวเหนียวพันธุ์เขียว

ชั่งตัวอย่างข้าวเหนียวประมาณ 10 กรัม ใส่ในกระป๋องอลูมิเนียมที่ทราบน้ำหนักแล้ว นำตัวอย่างพร้อมกระป๋องอลูมิเนียมไปชั่ง ด้วยเครื่องชั่งละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่ง จากนั้น นำตัวอย่างพร้อมกระป๋องอลูมิเนียมไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 130 °C. นาน 1 ชั่วโมง นำมาชั่งด้วยเครื่องชั่งละเอียด หลังจากทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น (desicator) นำน้ำหนักมาคำนวณปริมาณความชื้น

วิธีการคำนวณ

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

a = น้ำหนักของ กระป๋องอะลูมิเนียม + น้ำหนักก่อนอบ, กรัม

b = น้ำหนักของ + น้ำหนักหลังอบ, กรัม

c = น้ำหนักของ aluminium can, กรัม

3.2.2 การทดสอบคุณภาพการหุงต้ม(cooking quality test)

เป็นการทดสอบด้วยการหาปริมาตรที่เพิ่มขึ้น(volume expansion) ปริมาณการดูดซึมน้ำ(water absorption) และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้(total soluble solid) น้ำตะแกรงลวดที่บรรจุข้าวสารหนัก 15 กรัมใส่ในบีกเกอร์ที่มีน้ำเดือด 100 °ซ. ปริมาตร 200 มิลลิลิตรโดยบีกเกอร์ตั้งอยู่บนเตาให้ความร้อนเป็นเวลา 20 นาที น้ำตะแกรงลวดออก ปล่องยาให้น้ำไหลออกจากตะแกรงเป็นเวลา 2 นาที พร้อมชั่งน้ำหนักและวัดควา บันทึกค่าน้ำหนักมาคำนวณหาปริมาตรที่เพิ่มขึ้นและค่าการดูดซึมน้ำ

การหาปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำข้าว นำน้ำข้าวจากบีกเกอร์มาปรับปริมาตรในขวดปรับปริมาตร 250 มิลลิลิตร ดูดน้ำจากขวดปรับปริมาตร 25 มิลลิลิตร ใส่ลงในกระป๋องอลูมิเนียมที่ทราบน้ำหนักแล้วนำไปชั่งน้ำหนักบันทึกผล ต่อจากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 110 °ซ. เป็นเวลา 18 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น(desicator) นำมาชั่งน้ำหนัก บันทึกผล คำนวณหาปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้

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

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

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้

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

3.2.3 การเตรียมข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูป(Minute Waxy Rice)

ชั่งข้าวสารเหนียว 100 กรัม ใส่ในถุงผ้าขาวบางเข้าในน้ำเดือด 100 °ซ.ที่เติมกรดซิตริก 0.002 กรัม/กรัม ของน้ำหนักข้าว เป็นเวลา 13 นาที จนข้าวใสทั้งเมล็ด จากนั้นนำข้าวเหนียวเกลี่ยบนตะแกรงร่งลวด โดยไม่ให้ข้าวติดกันเป็นก้อนและเมล็ดกระจายอย่างสม่ำเสมอ แล้วนำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 110 °ซ. เป็นเวลา 80 นาที จนกว่าข้าวจะแห้งหมดทุกเมล็ด และหาปริมาณความชื้นของข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูป โดยวิธีเดียวกับข้อ 3.2.1.2

3.2.4 ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำแห้งข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไอโอดีน

3.2.4.1 การเตรียมสารละลายไอโอดีน

อบ KIO_3 ที่อุณหภูมิ 100 °ซ. เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ชั่ง KIO_3 0.12647 มิลลิกรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นและปรับปริมาตรให้เป็น 1000 มิลลิลิตร ในขวดปรับปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

3.2.4.2 การเสริมไอโอดีนในข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูป

นำข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปจากข้อ 3.2.3 มาเสริมไอโอดีนโดยเปิดสารละลาย KIO_3 จากขวดปรับปริมาตร 1000 มิลลิลิตรมา 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูป จากนั้นเติมน้ำ 50 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วคนสารละลายและข้าวให้เข้ากัน

3.2.4.3 ชั่งน้ำหนักข้าวเหนียวเสริมไอโอดีนจากข้อ 3.2.4.2 ประมาณ 20 กรัม

บนตะแกรงร่งลวดที่ทราบน้ำหนักแล้ว นำไปอบในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 100 °ซ. นาน 20 40 60 80 และ 100 นาที ตามลำดับ นำข้าวออกมาชั่งน้ำหนักเมื่อครบเวลา บันทึกผลหาอัตราการแห้ง(drying rate) จากปริมาณน้ำที่ระเหยออกมา

คำนวณจาก

ปริมาณน้ำที่ระเหยออกมา(evaporate water)(%กรัม/กรัม)

$$= \frac{(\text{น้ำหนักเฉลี่ยของข้าวเหนียวก่อนอบ} - \text{น้ำหนักเฉลี่ยของข้าวเหนียวหลังอบ}) \times 100}{\text{น้ำหนักเฉลี่ยของข้าวเหนียวหลังอบ}}$$

หาปริมาณความชื้นสุดท้าย(final moisture content)ที่ระยะเวลา 20 40 60 80 และ 100 นาที

$$= \frac{a-b}{a-c} \times 100$$

a-c

a = น้ำหนักกระป๋องอลูมิเนียม + น้ำหนักข้าวเหนียวก่อนอบ

b = น้ำหนักกระป๋องอลูมิเนียม + น้ำหนักข้าวเหนียวหลังอบ

c = น้ำหนักกระป๋องอลูมิเนียมที่คงที่

ระยะเวลาในการทำแห้งที่เหมาะสมจะพิจารณาเวลา ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดที่ดีที่สุดโดยจะต้องมีลักษณะแห้งทั้งเมล็ด และไม่กรอบหรือแตกหักง่าย

3.2.5 ศึกษาระยะเวลาในการทำแห้งข้าวเหนียวถึงสำเร็จรูปเสริมไอโอดีนเคลือบ

เจลาติน 1% 2% และ 3%

3.2.5.1 การเตรียมสารละลายเจลาติน 1% 2% และ 3% โดยใช้น้ำเจลาตินในอัตรา

ส่วน 1:100 2:200 และ 3:300 กรัมเจลาตินต่อปริมาณน้ำกลั่น โดยน้ำกลั่นที่ใช้ละลายเจลาตินควรจะเป็นน้ำอุ่นที่อุณหภูมิไม่เกิน 60 °C. และในการละลายจะต้องค่อยๆละลายเจลาตินทีละน้อยโดยใช้แท่งแก้วคนตลอดเวลา เพื่อไม่ให้เจลาตินจับตัวกันเป็นก้อน จากนั้นนำมาบรรจุในภาชนะบรรจุที่มีหัวฉีด(spray)

3.2.5.2 นำข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไอโอดีนจากข้อ 3.2.4.2 โดยผ่านการทำแห้งด้วยระยะเวลาที่เหมาะสม ภายหลังจากเสริมไอโอดีนแล้ว นำมาเกลี่ยบนตะแกรงมุ้งลวด และสเปรย์(spray)เจลาติน 1% 2% และ 3% ลงในแต่ละตัวอย่างข้าว และนำไปอบที่อุณหภูมิ 50 °ซ. เป็นระยะเวลา 20 40 60 80 และ 100 นาที

พิจารณาระยะเวลาในการทำแห้งที่เหมาะสมจากลักษณะทางกายภาพของเมล็ดข้าว โดยเมล็ดข้าวแห้งทั้งเมล็ดไม่มีลักษณะเหนียวติดมือของเจลาตินเมื่อสัมผัส และไม่แห้งกรอบ นำมาหาปริมาณความชื้นสุดท้าย (final moisture content) ที่ระยะเวลาต่างๆ

3.2.6 วิธีการตรวจสอบหาไอโอดีนในข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไอโอดีน (Food chemical codex,1976)

- 3.2.6.1 การเตรียมสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟต($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 0.001 นอร์มอล โดยตมน้ำ 1000 มิลลิลิตร ที่งาให้เย็น ซึ่งโซเดียมไฮโอซัลเฟต ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 0.25 กรัม ละลายด้วยน้ำที่ต้มแล้ว ปริมาณตราให้เท่ากับ 1000 มิลลิลิตร ด้วยขวดปรับปริมาตรขนาด 1000 มิลลิลิตร กรอกสารละลายใส่ปิปรวขนาด 50 มิลลิลิตร ด้วยกรวยขนาดเล็ก
- 3.2.6.2 ตรวจสอบความเข้มข้นของโซเดียมไฮโอซัลเฟต($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 0.001 นอร์มัล โดยใช้ปิปเตสเซียมไฮโอเดต(KIO_3)
- อบปิปเตสเซียมไฮโอเดต(KIO_3)ที่อุณหภูมิ 100 °ซ. เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นซึ่งปิปเตสเซียมไฮโอเดต(KIO_3) 0.3567 กรัม ละลาย น้ำกลั่นปรับปริมาตรให้เป็น 1000 มิลลิลิตร บีเบตมา 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร เติมปิปเตสเซียมไฮโอไดด์(KI) 3 กรัม และเติมกรดไฮโดรคลอริก 3:7 10 มิลลิลิตร นำหลอดปิเปตฟลอสต์หุ้มปากฟลาสก์ เพื่อป้องกันไอโอดีน(I_2) ที่เกิดขึ้นระเหยออกไป ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที จากนั้นเติมน้ำกลั่นเย็น 100 มิลลิลิตร และนำไปไตเตรทกับสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟต

($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 0.001 นอร์มอล จนได้สีของสารละลายจากสีเหลืองเข้ม เป็นสีเหลืองอ่อน เติมน้ำเบ้ง 0.5% 1 มิลลิลิตร ก่อนถึงจุดยุติ และนำไปไตเตรทกับสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) 0.001 นอร์มอล อีกครั้งจนได้สีของสารละลายจากสีน้ำเงินเป็นสารละลายใสไม่มีสี โดยทำซ้ำ 1 ครั้ง บันทึกปริมาตรโพแทสเซียมไดโครเมต($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) 0.001 นอร์มอลที่ใช้ไป และคำนวณหาความเข้มข้น(นอร์มอลลิตี) จากสูตร

$$= \frac{\text{น.น. โปแตสเซียมไอโอเดต}(\text{KIO}_3)(\text{กรัม}) \times 6 \times 1000}{214.02 \times \text{ปริมาตรโพแทสเซียมไดโครเมตเฉลี่ย}}$$

3.2.7 การหาปริมาณไอโอดีนที่สูญเสียไป(%)ในข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไอโอดีน

3.2.7.1 อยโปแตสเซียมไอโอเดต(KIO_3)ที่ 100 ๐ช. เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และนำมาซึ่งให้ได้ประมาณ 0.12647 กรัม ละลายน้ำและปรับปริมาตรให้เท่ากับ 1000 มิลลิลิตรจากนั้นเปิดสารละลายโปแตสเซียมไอโอเดต(KIO_3) ที่ได้ 10 มิลลิลิตรลงบนข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปจากข้อ 3.2.3 เติมน้ำ 50 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วคนข้าวและสารละลายให้ผสมเข้ากันดี จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 100 ๐ช. ระยะเวลา 80 นาที เมื่อแห้งแล้วนำข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไอโอดีนใส่ลงในบีกเกอร์ และเติมน้ำให้ท่วม ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที นำสารละลายมาใส่ในฟลาสก์ 250 มิลลิลิตร และทำการทดลองเหมือนกับข้อ 3.2.6.2

น้ำหนักโปแตสเซียมไอโอเดต(KIO_3)(กรัม)

$$= \frac{0.001 \times 214.02 \times \text{ปริมาตรโพแทสเซียมไดโครเมตที่ใช้}}$$

6x1000

ปริมาณโปแตสเซียมไอโอเดต(KIO_3)ที่เหลือในข้าว(%)

$$= \frac{\text{ปริมาณโปแตสเซียมไอโอเดตที่เหลือในข้าว} \times 100}{\text{ปริมาณโปแตสเซียมไอโอเดตที่เติมทั้งหมด}}$$

โดยคำนวณกลับเป็นปริมาณไอโอดีน(I_2) ทั่วปริมาณโปแตสเซียมไอโอเดต

(KIO_3) ให้เป็นโมล

$$KIO_3 \quad 2 \text{ โมล} \quad \text{จะให้} \quad I_2 = 1 \text{ โมล}$$

$$KIO_3 \quad A \text{ โมล} \quad \text{จะให้} \quad I_2 = \frac{A}{2} \text{ โมล}$$

2

$$I_2 \quad 1 \text{ โมล} \quad \text{จะมีมวลโมเลกุล} = 253.808 \text{ กรัม}$$

$$KIO_3 \quad A \text{ โมล} \quad \text{ให้} \quad I_2 = \frac{A}{2} \times 253.808 \text{ กรัม}$$

2

3.2.8 ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการคืนรูป

ซึ่งข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไอโอดีนเคลือบเจลาติน 1% 2% และ 3% ประมาณ 30 กรัม ใส่ลงในตะแกรงที่ทราบน้ำหนักแล้วแช่น้ำเดือด 100 °ซ. เป็นเวลา 2 4 6 8 10 และ 12 นาที บันทึกน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และหาปริมาณน้ำที่ถูกดูดซึมกลับเข้าไปในเมล็ด(% absorbed water) จากสมการ

ปริมาณน้ำที่ถูกดูดซึมกลับเข้าไปในเมล็ด (%absorbed water)

$$= \frac{\text{น้ำหนักเฉลี่ยของข้าวเหนียวหลังคืนรูป} - \text{น้ำหนักเฉลี่ยของข้าวเหนียวก่อนคืนรูป} \times 100}{\text{น้ำหนักเฉลี่ยของข้าวเหนียวก่อนคืนรูป}}$$

น้ำหนักเฉลี่ยของข้าวเหนียวก่อนคืนรูป

ข้าวเหนียวที่แช่น้ำเป็นระยะเวลาต่างๆแล้วทิ้งให้สะเด็ดน้ำ และใส่ในภาชนะบรรจุที่มีฝาปิด ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 30 นาที ศึกษาระยะเวลาในการคืนรูปที่เหมาะสม โดยหลังจากตั้งทิ้งไว้ 30 นาทีแล้ว ส่วนในของเมล็ดจะไม่แข็งเป็นไต มีลักษณะนุ่มและเหนียว ข้าวเหนียวจะจับตัวเกาะกันเป็นก้อน เหมือนข้าวเหนียวนึ่ง ไม่และเหมือนข้าวต้ม

3.2.9 ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไฮโดรตีนเคลือบ เจลาติน 1% 2% และ 3%

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไฮโดรตีนเคลือบเจลาติน 1% 2% และ 3% ใช้การทดสอบทางสถิติแบบ ฮีโดนิคสเกล (hedonic scale) ดังแบบฟอร์มการทดสอบในข้อที่ 3.2.9.1 โดยให้ผู้ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ แล้วให้คะแนนตามที่กำหนดในแบบการทดสอบ

3.2.9.1 แบบทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคแบบฮิโดนิคสเกล(hedonic scale)

ผลิตภัณฑ์ : ข้าวเหนียวรังสำเร็จรูปเสริมไอโอดีน

ชื่อ.....วันที่ทำการทดสอบ.....

คำชี้แจง ขีดตัวอย่างตามหมายเลขที่จัดเรียงไว้ พิจารณาตามคุณภาพของผลิตภัณฑ์

แล้วให้คะแนนคุณภาพตั้งแต่ 1-9 ดังตารางข้างล่างนี้

รหัส						รหัส					
1.สี						2.รสขม					
1. เหลือง						1. ไม่ขม					
3. ค่อนข้างเหลือง						3. ขมเล็กน้อย					
5. เหลืองจาง						5. ปานกลาง					
7. ขาวนวล						7. ค่อนข้างมาก					
9. ขาวมาก						9. มาก					
3.ความเหนียว						4.เนื้อสัมผัส					
1. ไม่เกาะติดกัน						1. แข็งมาก					
3. เกาะติดกัน						3. ค่อนข้างแข็ง					
5. ค่อนข้างเหนียว						5. ค่อนข้างนุ่ม					
7. เหนียว						7. นุ่ม					
9. เหนียวมาก						9. เละ					
5.ความชอบรวม						ชื่อเสนอแนะ					
1. ไม่ชอบเลย										
3. ค่อนข้างไม่ชอบ										
5. ชอบเล็กน้อย										
7. ค่อนข้างชอบ										
9. ชอบมาก										

4. ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ลักษณะทางกายภาพของข้าวเหนียว

4.1.1 ศึกษาขนาดและรูปร่างของเมล็ด

ตารางที่ 1 ค่าอัตราส่วนระหว่างความยาวต่อความกว้าง(1/w ratio)ของข้าวสารเหนียวพันธุ์
เข็ยง

การทดลองครั้งที่	ความยาวของเมล็ด (cm.)	ความกว้างของเมล็ด (cm.)	1/w
1	0.7	2.3	3.285
2	0.8	2.5	3.125
3	0.7	2.2	3.142
4	0.7	2.2	3.142
5	0.7	2.3	3.285
6	0.7	2.0	2.857
7	0.7	2.0	2.857
8	0.7	2.2	3.142
9	0.7	2.3	3.285
10	0.75	2.3	3.067

—
X = 3.12

SD = 0.16

CV = 5.06

4.1.2 ความชื้นเริ่มต้นของข้าวเหนียว

ตารางที่ 2 ปริมาณความชื้นเริ่มต้นของข้าวเหนียว

การทดลองครั้งที่	ความชื้นเริ่มต้น(%)
1	12.3641
2	12.1049
3	12.1060

$$\bar{x} = 12.19 \quad SD = 0.15 \quad CV = 1.22$$

4.1.3 การทดสอบคุณภาพในการหุงต้ม

4.1.3.1 การหาค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้(% ,กรัม/กรัม)

ตารางที่ 3 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้(% ,กรัม/กรัม)

การทดลองครั้งที่	ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้(% ,กรัม/กรัม)
1	15.36
2	15.39
3	15.42

$$\bar{x} = 15.39 \quad SD = 0.03 \quad CV = 0.19$$

4.1.3.2 การหาค่าการดูดซึมน้ำ(กรัม/กรัม) และค่าการขยายตัวของเมล็ด(เท่า)
 ตารางที่ 4 ค่าการดูดซึมน้ำ(กรัม/กรัม) และค่าการขยายตัวของเมล็ด(เท่า)ของข้าวเหนียว
 ที่ต้มในน้ำกลั่นนาน 20 นาที

การทดลองครั้งที่	ค่าการดูดซึมน้ำ (กรัม/กรัม)	ค่าการขยายตัวของเมล็ด (เท่า)
1	3.51	3.33
2	3.47	3.34
3	3.54	3.56

—	—
X = 3.51	X = 3.41
SD= 0.03	SD= 0.13
CV= 1.00	CV= 3.18

4.2 ความชื้นของข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูป

ตารางที่ 5 ปริมาณความชื้นของข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูป

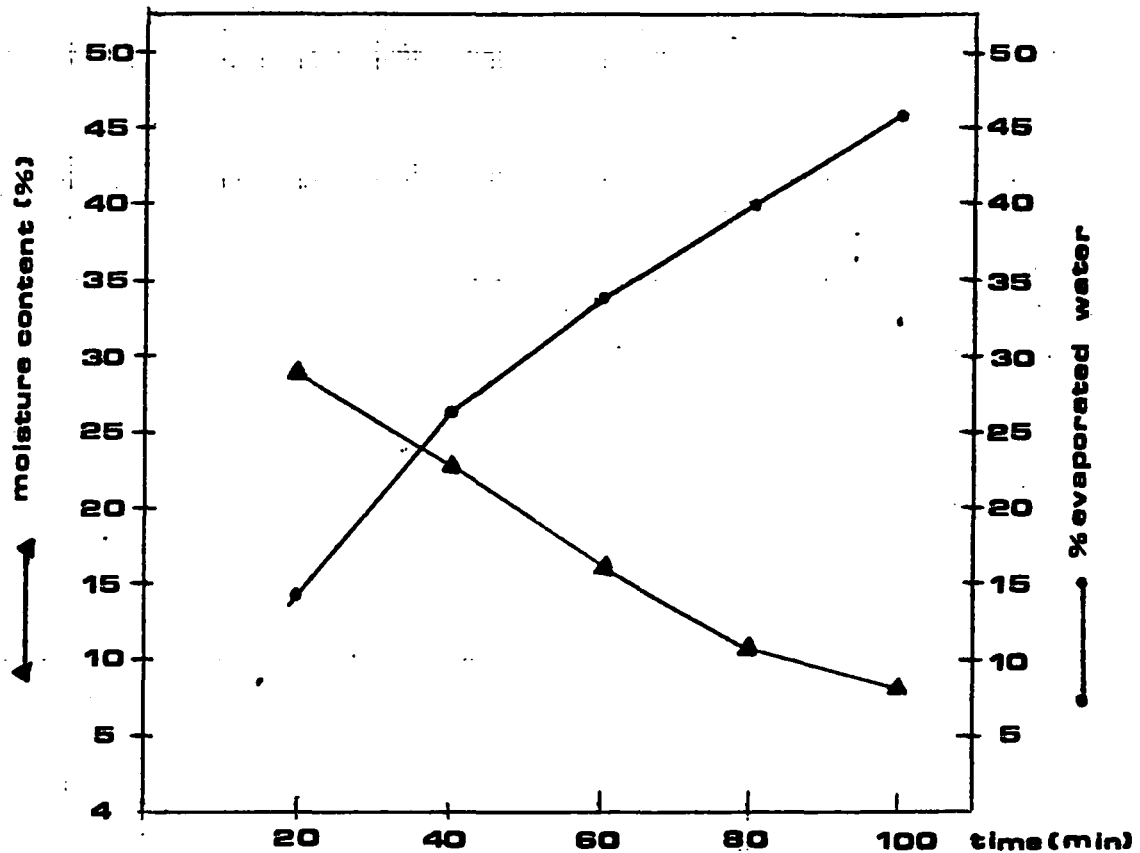
การทดลองครั้งที่	ปริมาณความชื้น(%)
1	9.9905
2	9.9974
3	9.5487

—
 X = 9.84 SD = 0.23 CV = 2.33

4.3 ศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการทำงานแห้งข้าวเหนียวถึงสำเร็จรูปเสริมไอโอดีน
 ตารางที่ 6 ปริมาณน้ำที่ระเหยออกไป(% ,กรัม/กรัม) และ ปริมาณความชื้น(%)ข้าวเหนียวถึง
 สำเร็จรูปเสริมไอโอดีน ที่ผ่านการอบที่ 100 °C นาน 20 40 60 80 และ 100 นาที

เวลา	ครั้งที่	ปริมาณน้ำที่ระเหยออกไป (% ,กรัม/กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
20	1	14.2280	28.9826
	2	14.2531	29.9871
	3	14.6170	28.6571
		—	—
		X = 14.37	X = 29.32
		SD= 0.22	SD= 0.94
		CV= 1.51	CV= 3.21
40	1	25.7281	22.7155
	2	25.8883	23.5086
	3	26.9841	23.9378
		—	—
		X = 26.20	X = 23.39
		SD= 0.68	SD= 0.62
		CV= 2.61	CV= 2.65

เวลา	ครั้งที่	ปริมาณน้ำที่ระเหยออกไป (%, กรัม/กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
60	1	33.1606	16.4352
	2	33.1550	16.2267
	3	34.9149	15.7814
		—	—
		X = 33.50	X = 16.15
		SD= 0.60	SD= 0.34
		CV= 1.79	CV= 2.07
80	1	39.5340	10.7695
	2	39.7669	10.8881
	3	41.3752	11.2136
		—	—
		X = 40.23	X = 10.96
		SD= 1.00	SD= 0.23
		CV= 2.49	CV= 2.10
100	1	43.8200	8.5589
	2	45.6140	8.5308
	3	47.7069	8.8542
		—	—
		X = 45.71	X = 8.65
		SD= 1.94	SD= 0.18
		CV= 4.25	CV= 2.07



รูปที่ 1. กราฟแสดงการเปรียบเทียบปริมาณความชื้น (%) และปริมาณน้ำที่ระเหยออกไป (% ,กรัม/กรัม) ของการทำแห้งข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปภายหลังการเสริมไฮโดรเจน อยที่อุณหภูมิ 50 °ซ. ที่ระยะเวลาต่างๆ

จากรูปที่ 1. พบว่าเมื่อใช้เวลานานในการอบแห้งมากขึ้นปริมาณความชื้น(%) จะลดลงและจะมีปริมาณการระเหยน้ำ (% ,กรัม/กรัม) เพิ่มขึ้นแต่ปริมาณความชื้นลดลง ที่ระยะเวลาในการอบแห้ง 100 นาที เมล็ดข้าวจะมีปริมาณความชื้นน้อยที่สุด และมีปริมาณการระเหยน้ำมากที่สุด แต่เมล็ดข้าวจะมีลักษณะแห้งกรอบแตกหักง่าย จากการทดลองพบว่าที่ระยะเวลาในการอบแห้ง 80 นาที เมล็ดข้าวจะแห้งทั้งเมล็ดและมีลักษณะทางกายภาพที่ดี โดยมีปริมาณความชื้นเท่ากับ 10.96 %

4.4 ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำงานแห้งข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไอโอดีนเคลือบ
เจลาติน 1% 2% และ 3%

ตารางที่ 7 ปริมาณความชื้นสุดท้ายในการทำงานแห้งข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไอโอดีน หลัง
การเคลือบเจลาติน 1% อบที่อุณหภูมิ 50 °ซ.ที่ระยะเวลาต่างๆ

เวลา	ครั้งที่	นน. ข้าวก่อนอบ (กรัม)	นน. ข้าวหลังอบ (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
20	1	5.2258	4.1992	19.6448
	2	5.1966	4.1527	20.0881
	3	5.2845	4.3135	18.3744
		—		
		X = 19.37	SD = 0.89	CV = 4.59
40	1	5.2181	4.3696	16.2607
	2	5.0198	4.1168	17.9887
	3	5.1133	4.2517	16.8501
		—		
		X = 17.42	SD = 0.80	CV = 4.62
60	1	5.2877	4.4586	15.6769
	2	5.2403	6.1305	15.7057
	3	5.2517	4.4328	15.5930
		—		
		X = 15.66	SD = 0.06	CV = 0.38

เวลา	ครั้งที่	นน. ข้าวก่อนอบ (กรัม)	นน. ข้าวหลังอบ (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
80	1	5.0929	4.3961	13.6817
	2	5.1525	4.4969	12.7293
	3	5.1522	4.4013	14.5743
		—		
		X = 13.66	SD = 0.92	CV = 6.75
100	1	5.2107	4.6984	9.8314
	2	5.2191	4.6973	9.9978
	3	5.2513	4.7380	9.7738
		—		
		X = 9.87	SD = 0.12	CV = 1.18

ตารางที่ 8 ปริมาณความชื้นสุดท้าย(%)ของข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไอโอดีนเคลือบเจลาติน
2% อบที่อุณหภูมิ 50 °ซ.ที่ระยะเวลาต่างๆ

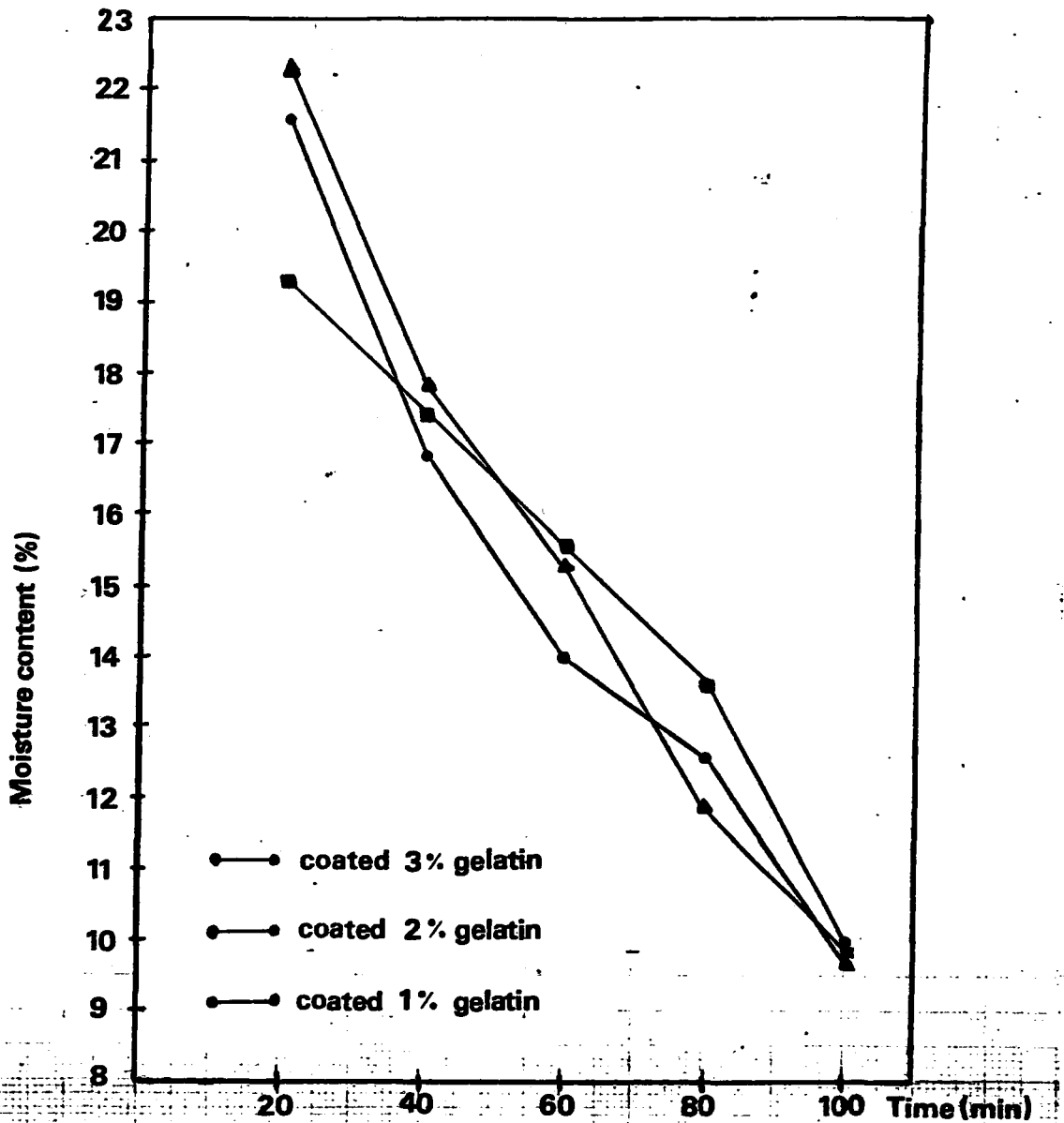
เวลา	ครั้งที่	นน. ข้าวก่อนอบ (กรัม)	นน. ข้าวหลังอบ (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
20	1	5.4314	4.3294	20.2894
	2	5.2831	4.1547	21.3578
	3	5.1528	3.9561	23.2112
		—		
		X = 21.62	SD = 1.31	CV = 5.88
40	1	5.3578	4.4719	16.5341
	2	5.2712	4.3813	16.8829
	3	5.2136	4.3271	17.0039
		—		
		X = 16.81	SD = 0.24	CV = 1.45

เวลา	ครั้งที่	นน. ข้าวก่อนอบ (กรัม)	นน. ข้าวหลังอบ (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
60	1	5.4321	4.6965	13.5409
	2	5.2936	4.5642	13.7788
	3	5.3823	4.5786	14.9320
		—		
		X = 14.08	SD = 0.74	CV = 5.28
80	1	5.1573	4.4706	12.3218
	2	5.3428	4.6726	12.5429
	3	5.5964	4.8678	13.0192
		—		
		X = 12.63	SD = 0.36	CV = 2.82
100	1	5.5821	5.0494	9.5438
	2	5.5922	5.0449	9.7863
	3	5.5432	5.0142	9.5432
		—		
		X = 9.624	SD = 0.14	CV = 1.46

ตารางที่ 9 ปริมาณความชื้นสุดท้าย(%)ของข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไอโอดีนเคลือบเจลาติน 3% อบที่อุณหภูมิ 50 °ซ.ที่ระยะเวลาต่างๆ

เวลา	ครั้งที่	นน.ข้าวก่อนอบ (กรัม)	นน.ข้าวหลังอบ (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
20	1	5.0842	3.8419	24.4352
	2	5.4238	4.2575	21.5034
	3	5.1587	4.0873	20.7687
		—		
		X = 22.24	SD = 1.94	CV = 8.72
40	1	5.0773	4.0982	17.9137
	2	5.5625	4.5187	18.7649
	3	5.3625	4.4650	16.7366
		—		
		X = 17.81	SD = 1.02	CV = 5.72

เวลา	ครั้งที่	นน. ข้าวก่อนอบ (กรัม)	นน. ข้าวหลังอบ (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
60	1	5.0643	4.2830	15.4276
	2	5.0852	4.3441	14.6523
	3	5.1900	4.3635	15.9249
		—		
		X = 15.33	SD = 0.64	CV = 4.18
80	1	5.0563	4.4779	11.4391
	2	5.1592	4.5216	12.3576
	3	5.2138	4.5909	11.9462
		—		
		X = 11.94	SD = 0.46	CV = 3.86
100	1	5.0443	4.5472	9.8542
	2	5.4357	5.9669	9.7845
	3	5.2292	5.7415	9.7969
		—		
		X = 9.81	SD = 0.04	CV = 0.38



รูปที่ 2. กราฟปริมาณความชื้น (%) ของข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไฮโดรเจนเคลือบเจลาติน 1% -2%

และ 3% อบที่อุณหภูมิ 50 °ซ. ที่ระยะเวลาต่างๆ

จากรูปที่ 2. พบว่า ที่ระยะเวลาในการอบแห้งเท่ากับ 100 นาที ข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูป

เสริมไฮโดรเจนเคลือบเจลาติน 1% 2% และ 3% มีปริมาณความชื้น 9.87% 9.62% 9.81%

ตามลำดับ และปริมาณความชื้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น

95%

จากการทดลองพบว่าเมล็ดข้าวที่อบแห้งเป็นเวลา 100 นาที จะมีปริมาณความชื้นที่เหมาะสมในการเก็บรักษา

4.5 ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการกินรูป

ตารางที่ 10 ปริมาณการดูดกลับน้ำของข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูป

เวลา	ครั้งที่	นน. ข้าวแห้ง (กรัม)	นน. ข้าวหลังเติมน้ำ (กรัม)	ปริมาณการดูดกลับน้ำ (%, กรัม/กรัม)
2	1	30.07	58.42	99.28
	2	30.10	57.95	92.52
	3	30.10	58.17	93.25
		—		
		X = 93.35	SD = 0.88	CV = 0.95
4	1	30.07	60.21	100.23
	2	30.10	60.20	100.01
	3	30.10	60.19	99.98
		—		
		X = 100.07	SD = 0.14	CV = 0.14
6	1	30.07	64.46	114.35
	2	30.10	65.30	116.96
	3	30.10	65.57	117.87
		—		
		X = 116.39	SD = 1.83	CV = 1.57

เวลา	ครั้งที่	นน. ข้าวแห้ง (กรัม)	นน. ข้าวหลังเติมน้ำ (กรัม)	ปริมาณการดูดกลับน้ำ (%, กรัม/กรัม)
8	1	30.07	68.66	128.34
	2	30.10	69.12	129.63
	3	30.10	68.89	128.88
		—		
		X = 128.95	SD = 0.65	CV = 0.50
10	1	30.07	72.23	140.21
	2	30.10	72.64	141.33
	3	30.10	72.52	140.92
		—		
		X = 140.82	SD = 0.57	CV = 0.40
12	1	30.07	74.10	146.42
	2	30.10	74.71	148.22
	3	30.10	75.28	150.10
		—		
		X = 148.25	SD = 1.84	CV = 1.24

ตารางที่ 11 ปริมาณการดูดซึมน้ำกลับของข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไฮโดรเจนเคลือบเจลาติน 1%

เวลา	ครั้งที่	นน. ข้าวแห้ง (กรัม)	นน. ข้าวหลังเติมน้ำ (กรัม)	ปริมาณการดูดซึมน้ำกลับ (%, กรัม/กรัม)
2	1	30.05	58.68	95.26
	2	30.10	58.49	94.32
	3	30.07	58.04	93.01
		—		
		X = 94.20	SD = 1.13	CV = 1.20
4	1	30.05	61.06	103.19
	2	30.10	60.35	100.47
	3	30.07	60.16	100.07
		—		
		X = 101.24	SD = 1.70	CV = 1.68
6	1	30.05	66.46	121.16
	2	30.10	66.11	119.63
	3	30.07	66.55	121.32
		—		
		X = 120.69	SD = 0.92	CV = 0.76

เวลา	ครั้งที่	นน. ข้าวแห้ง (กรัม)	นน. ข้าวหลังเติมน้ำ (กรัม)	ปริมาณการดูดซึมน้ำกลับ (%, กรัม/กรัม)
8	1	30.05	70.30	130.94
	2	30.10	69.47	130.79
	3	30.07	69.17	130.03
		—		
		X = 130.59	SD = 0.49	CV = 0.37
10	1	30.05	73.33	143.23
	2	30.10	73.17	143.09
	3	30.07	72.13	139.37
		—		
		X = 141.90	SD = 2.19	CV = 1.54
12	1	30.05	76.43	153.50
	2	30.10	75.39	150.47
	3	30.07	75.28	150.35
		—		
		X = 151.44	SD = 1.78	CV = 1.79

ตารางที่ 12 ปริมาณการดูดซึมน้ำของข้าวเหนียวกิ่งสาขาเร่จรูปเสริมไฮโดรดินเคลือบเจลาติน 2%

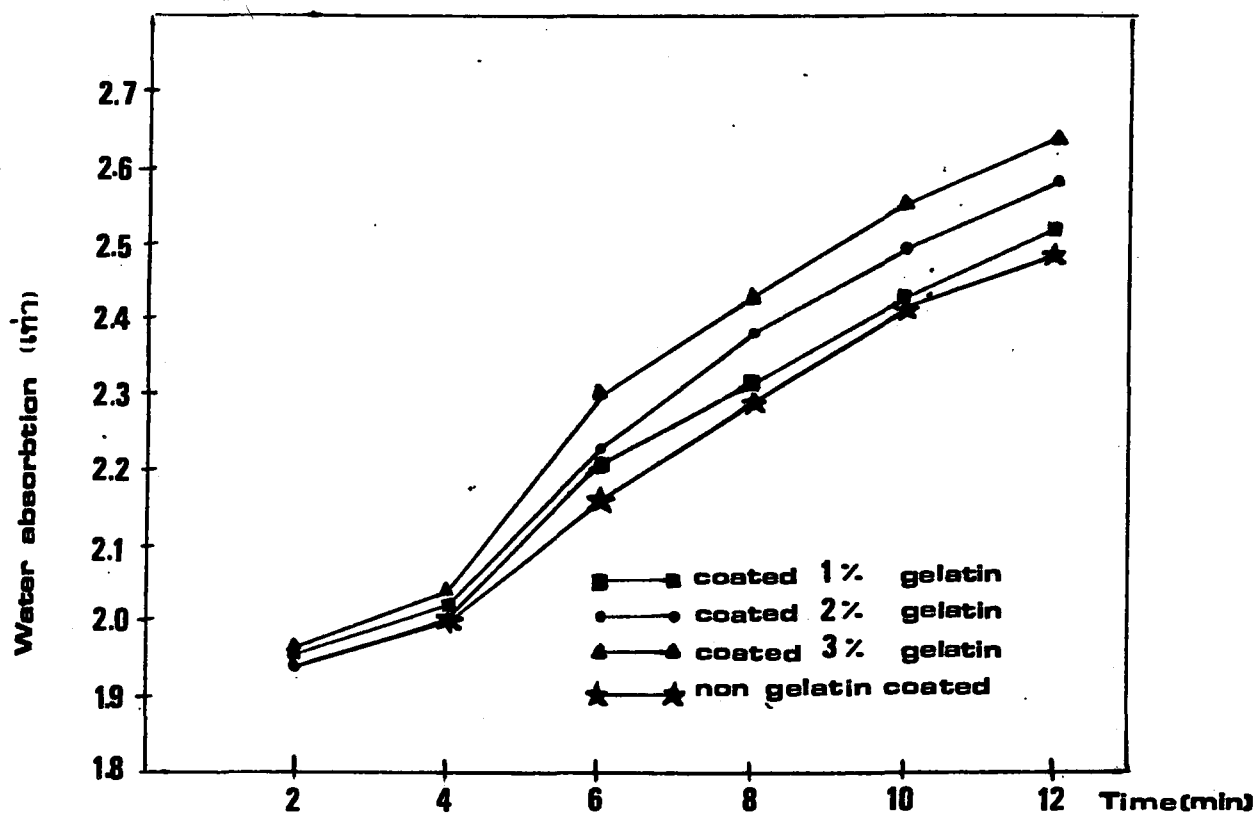
เวลา	ครั้งที่	นน. ข้าวแห้ง (กรัม)	นน. ข้าวหลังเติมน้ำ (กรัม)	ปริมาณการดูดซึมน้ำกลับ (%, กรัม/กรัม)
2	1	30.27	59.49	96.54
	2	30.27	59.09	95.23
	3	30.28	58.73	94.01
	—		X = 95.26	SD = 1.26
4	1	30.27	61.11	101.88
	2	30.27	61.43	102.94
	3	30.28	61.46	102.97
	—		X = 102.60	SD = 0.62
6	1	30.27	67.52	123.06
	2	30.27	67.68	123.59
	3	30.28	67.30	122.26
	—		X = 122.97	SD = 0.67

เวลา	ครั้งที่	นน. ข้าวแห้ง (กรัม)	นน. ข้าวหลังเติมน้ำ (กรัม)	ปริมาณการดูดซึมน้ำกลับ (%, กรัม/กรัม)
8	1	30.27	72.41	139.21
	2	30.27	72.55	139.68
	3	30.28	71.57	136.36
		—		
		X = 138.42	SD = 1.80	CV = 1.30
10	1	30.27	75.14	148.23
	2	30.27	75.34	148.89
	3	30.28	75.36	148.88
		—		
		X = 148.66	SD = 0.38	CV = 0.25
12	1	30.27	78.43	159.10
	2	30.27	78.56	159.53
	3	30.28	78.52	159.31
		—		
		X = 159.31	SD = 0.21	CV = 0.13

ตารางที่ 13 ปริมาณการดูดกลับน้ำของข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไอโอดีนเคลือบเจลาติน 3%

เวลา	ครั้งที่	นน.ข้าวแห้ง (กรัม)	นน.ข้าวหลังเติมน้ำ (กรัม)	ปริมาณการดูดซึมน้ำกลับ (%, กรัม/กรัม)
2	1	30.04	58.76	95.61
	2	30.05	58.99	96.31
	3	30.09	59.21	96.78
		—		
		X = 96.23	SD = 0.59	CV = 0.61
4	1	30.04	60.80	102.39
	2	30.05	61.89	105.96
	3	30.09	61.64	104.85
		—		
		X = 104.4	SD = 1.83	CV = 1.75
6	1	30.04	68.06	126.56
	2	30.05	70.11	133.31
	3	30.09	69.23	130.08
		—		
		X = 129.98	SD = 3.37	CV = 2.60

เวลา	ครั้งที่	นน. ข้าวแห้ง (กรัม)	นน. ข้าวหลังเติมน้ำ (กรัม)	ปริมาณการดูดซึมน้ำกลับ (%, กรัม/กรัม)
8	1	30.04	73.36	144.21
	2	30.05	74.29	147.22
	3	30.09	72.26	139.88
		—		
		X = 143.77	SD = 3.69	CV = 2.57
10	1	30.04	76.99	156.29
	2	30.05	78.06	166.42
	3	30.09	75.20	149.92
		—		
		X = 157.54	SD = 8.32	CV = 5.28
12	1	30.04	77.97	159.55
	2	30.05	81.04	169.68
	3	30.09	78.96	162.41
		—		
		X = 163.88	SD = 5.22	CV = 3.19



รูปที่ 3. กราฟค่าการดูดซึมน้ำกลับเข้าไปในเมล็ด (เท่า)

จากรูปที่ 3. พบว่าที่ระยะเวลา 4 นาที ข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไฮโดรเจนเคลือบเจลาติน 1% 2% 3% และข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปไม่เคลือบเจลาตินมีค่าการดูดซึมน้ำ 2.00 2.02 2.04 และ 2.00 (กรัม/กรัม) ตามลำดับ และมีค่าปริมาณการดูดซึมน้ำกลับเข้าไปในเมล็ด ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากการทดลองพบว่าระยะเวลาในการคืนรูปที่เหมาะสม คือ 4 นาที

ตารางที่ 14 แสดงการเปรียบเทียบค่าการดูดซึมน้ำกลับของข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไฮโดรเจน
เคลือบเจลาติน 1% 2% 3% และ ข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปไม่เคลือบเจลาติน

เวลา	ชนิด	ค่าการดูดซึมน้ำ(%)	ค่าการดูดซึมน้ำ(เท่า)
2	ข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูป	93.35	1.94
	เคลือบเจลาติน 1%	94.196	1.94
	เคลือบเจลาติน 2%	95.26	1.95
	เคลือบเจลาติน 3%	96.23	1.96
4	ข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูป	100.07	2.00
	เคลือบเจลาติน 1%	101.24	2.00
	เคลือบเจลาติน 2%	102.60	2.02
	เคลือบเจลาติน 3%	104.40	2.04
6	ข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูป	116.39	2.16
	เคลือบเจลาติน 1%	120.70	2.21
	เคลือบเจลาติน 2%	122.97	2.23
	เคลือบเจลาติน 3%	129.98	2.30
8	ข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูป	128.95	2.29
	เคลือบเจลาติน 1%	130.59	2.32
	เคลือบเจลาติน 2%	138.42	2.38
	เคลือบเจลาติน 3%	143.73	2.43

เวลา	ชนิด	ค่าการดูดซึมน้ำ(%)	ค่าการดูดซึมน้ำ(เท่า)
10	ข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูป	140.82	2.41
	เคลือบเจลาติน 1%	142.08	2.42
	เคลือบเจลาติน 2%	148.66	2.49
	เคลือบเจลาติน 3%	157.54	2.55
12	ข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูป	148.25	2.48
	เคลือบเจลาติน 1%	151.44	2.51
	เคลือบเจลาติน 2%	159.31	2.59
	เคลือบเจลาติน 3%	163.88	2.64

4.6 การตรวจสอบหาไอโอดีนในข้าวเหนียวถึงสำเร็จรูปเสริมไอโอดีน

4.6.1 การหาความเข้มข้นของโซเดียมไฮโอซัลเฟต(มาตรฐานลิติ)

น้ำหนักของโซเดียมไฮโอซัลเฟต เท่ากับ 0.3576 กรัม

น้ำหนักของโซเดียมไฮโอซัลเฟต เท่ากับ 0.2567 กรัม

ตารางที่ 15 ตารางแสดงปริมาณโซเดียมไฮโอซัลเฟตที่ใช้ไตเตรตกับสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟต

ครั้งที่	ปริมาตร $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ที่ใช้ (มิลลิลิตร)	ปริมาณ KIO_3 ที่ใช้ (กรัม)
1	10.5	0.357525
2	10.5	0.357525
3	10.5	0.357525
4	10.5	0.357525
5	10.6	0.360930
6	10.5	0.357525
7	10.4	0.354120
8	10.5	0.357525
9	10.4	0.354120
10	10.6	0.360930

$$\bar{x} = 10.5$$

$$SD = 0.0667$$

$$CV = 0.634$$

$$\bar{x} = 0.357525$$

$$SD = 0.00227$$

$$CV = 0.6349$$

$$\begin{aligned}
 \text{Normality Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 &= \frac{\text{wm.KIO}_3(\text{g}) * 6 * 1000}{214.20 * (\text{V.Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)} \\
 &= \frac{0.3576 * 6000}{214.20 * 10.5 * 1000} \\
 &= 0.0009547 \text{ N.}
 \end{aligned}$$

0.001 N. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 1 ml. ทํานิการิษาพอดิกับ $\text{KIO}_3 = 0.03567 \text{ mg.}$

0.0009547 N. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 1 ml. ทํานิการิษาพอดิกับ $\text{KIO}_3 = 0.03405 \text{ mg.}$

4.6.2 การหาปริมาณโปแตสเซียมไอโอเดตในข้าวเหนียวถึงสำเร็จรูปเสริมไอโอดีน

เติม 10 เท่าของ 0.12647 g. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 0.0009547 \text{ N.}$

ซึ่ง $\text{KIO}_3 = 0.1280 \text{ g.}$

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 1 ml. ทำปฏิกิริยาพอดีกับ KIO_3 0.03405 mg.

ตารางที่ 16 ตารางแสดงปริมาณโปแตสเซียมไอโอเดตที่มีอยู่ในข้าว

ปริมาณ KIO_3 ที่เติม 10 เท่า(mg.)	ปริมาตรที่ใช้ของ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (ml.)	ปริมาณ KIO_3 ที่ได้(mg.)	% loss
1.28	6.0	0.2043	84.03900
	5.9	0.20089	78.05540
	6.1	0.2077	83.77343
	5.8	0.19749	84.57109
	5.9	0.200895	84.30507
		-	-
		X =0.20225	X =82.95
		SD=0.003880	SD= 2.75
		CV=1.9188	CV= 3.3172

% loss = 82.95 จะเหลือ = 17.05%

ข้าวเสริมไอโอดีน เติม KIO_3 0.1280 mg./ข้าว 100 g. = 151.81 μg .

จะมี KIO_3 เหลือ=0.02181 mg./ข้าว 100 g. .

เหลือ I_2 = 25.4854×10^{-6} g./ข้าว 100 g.

กินข้าว 3 มื้อ =300 g. = 76.455×10^{-6} g.

4.7 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อข้าวเหนียวพันธุ์ต่างๆ

ทำการทดสอบโดยวิธี ซีโอดินคัสเทล ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 20 คน

ตารางที่ 17 ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

ตัวอย่าง	คะแนนเฉลี่ย				
	สี	รสชม	ความเหนียว	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
421	2.50 ^b	1.70 ^{ba}	5.05 ^b	3.35 ^c	5.00 ^a
392	5.80 ^a	1.50 ^b	8.25 ^a	6.45 ^a	4.00 ^b
615	5.80 ^a	1.80 ^{ba}	7.40 ^a	5.45 ^b	3.95 ^b
378	6.00 ^a	2.20 ^a	7.90 ^a	5.00 ^b	3.20 ^b
526	5.90 ^a	1.85 ^{ba}	7.55 ^a	5.30 ^b	3.65 ^b

หมายเหตุ 1) 421 หมายถึง ข้าวเหนียวพันธุ์เขี้ยวหนึ่งธรรมดา

392 หมายถึง ข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปคั้นรูป

615 หมายถึง ข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไฮโดรดินเคลือบเจลาติน 1%

378 หมายถึง ข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไฮโดรดินเคลือบเจลาติน 2%

526 หมายถึง ข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไฮโดรดินเคลือบเจลาติน 3%

2) a,b,c หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

5. สรุปผลการทดลองและวิจารณ์

จากการทดลองใช้ข้าวสารเหนียวพันธุ์เขี้ยววง(สันปาดทอง) พบว่าเมล็ดมีลักษณะยาว เนื่องจากมีค่าอัตราส่วนความยาวต่อความกว้างของเมล็ด(1/w ratio) 3.12 มีความชื้น 12.20% ค่าการดูดซึมน้ำ(water absorbtion) 3.51 อัตราการขยายตัวตามปริมาตร(volume expansion) 3.14 และมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ 15.39 %,กรัม/กรัม จากการทดลองพบว่าสามารถเสริมไฮโดรตินในข้าวเหนียวกึ่งสำเร็จรูป โดยมีสภาพที่เหมาะสมในการทำงานแห้งข้าวเหนียวหลังจากการเสริมไฮโดรตินคือ อยที่อุณหภูมิ 100 °ซ. เป็นเวลา 80 นาที และมีความชื้นเหลืออยู่ 10.95% เมื่อนำมาเคลือบเจลาติน 1% 2% และ 3% จะมีสภาพที่เหมาะสมในการทำงานแห้งหลังการเคลือบเจลาติน คือ อยที่อุณหภูมิ 50 °ซ. เป็นเวลา 100 นาที โดยมีปริมาณความชื้นสุดท้าย 9.87% 9.62% และ 9.81% ตามลำดับ และปริมาณความชื้นสุดท้ายของข้าวเหนียวที่เคลือบด้วยเจลาติน 1% 2% และ 3% ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 95% คิดเป็นปริมาณความชื้นสุดท้ายโดยเฉลี่ยหลังการอบแห้งได้ 9.76% วิธีการและระยะเวลาในการกินรูปที่เหมาะสม คือ นำข้าวเหนียวใส่ผ้าขาวบาง แขนงน้ำเดือดเป็นเวลา 4 นาที จากนั้นยกขึ้น และทิ้งให้สะเด็ดน้ำ บรรจุในภาชนะและปิดฝาครอบทิ้งไว้ 30 นาที จะได้ข้าวเหนียวที่มีการกินรูปคล้ายกับข้าวเหนียวนึ่งที่บริโภคโดยทั่วไป และพบว่าที่ระยะเวลา 4 นาที ข้าวเหนียวกึ่งสำเร็จรูปไม่เคลือบเจลาติน และข้าวเหนียวกึ่งสำเร็จรูปเคลือบเจลาติน 1% 2% 3% ตามลำดับ จะมีค่าการดูดกลับน้ำไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 95% จากการหาปริมาณไฮโดรตินโดยวิธีการไตเตรท มีการสูญเสียไฮโดรติน 82.98% มีไฮโดรตินเหลือ 17.05% จากการเติมไฮโดรตินเริ่มต้น 15.81×10^{-6} กรัม ต่อข้าวสารเหนียว 100 กรัม จะมีไฮโดรตินเหลืออยู่ 25.88×10^{-6} กรัม

จากการทดลองสรุปได้ว่า สามารถนำข้าวเหนียวกึ่งสำเร็จรูปมาเสริมไฮโดรติน และสามารถกินรูปได้ โดยมีลักษณะทางกายภาพใกล้เคียงกับข้าวเหนียวนึ่งที่ใช้บริโภคทั่วไปเพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตให้ดีขึ้น อาจมีการเติม แคลเซียมคลอไรด์ มาใช้ในกระบวนการผลิต เพื่อลดอัตราการแตกหักของเม็ดข้าว ควรใช้วิธีการตรวจสอบไฮโดรตินที่มีความละเอียด และถูกต้อง มากกว่าวิธีการไตเตรท เช่น การใช้ Atomic Absorbtion ในการตรวจสอบ และสามารถปรับปรุงกระบวนการผลิต เพื่อให้สามารถผลิตในระดับอุตสาหกรรมให้ได้เป็นจำนวนมากและต่อเนื่องได้

เอกสารอ้างอิง

1. รัชณี ศรีวารณวิทย์, ภัทรชนก อีริธิตี และ สุวรรณี จิตตินรเศรษฐ์.2535.
ข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูป. บัณฑิตพิเศษปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิตภาควิชา
อุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีทางการเกษตร สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
2. วุฒิชัย นาครักษา. 2530. ขบวนการเสริมคุณค่าทางอาหารแก่ข้าวแบบใหม่.
วารสารเกษตร พระจอมเกล้า 5(2):78-84.
3. โครงการร่วมเวชศาสตร์นิวเคลียร์ โรงพยาบาลศิริราช และ กองโภชนาการ
กระทรวงสาธารณสุข, 2532.
4. Foster Dee Snell and Leslie S. Ettore. 1971.
Encyclopedia of Industrial. Chemical Analysis. Vol.14
5. Virginia Aronsom R.D,M.S. 1986. Recommended Dietary Allowanecs.
The Dietetic Technician (Effective Nutrition Conseling), pp 407.
Boston, Massachusettes : Department of Nutrition Havard school
of Public Health.
6. AOAC. 1970. Association of offiicial Analytical Chemist, 11 ed.
Washington, D.C. : Association of Official Chemist, Inc.
7. Roger Daniels. 1973. Edible Coating and Soluble Packaging.
Food Technology Review. 53 : 178-247.
8. รายงานกิจกรรมของกรมวิทยาศาสตร์.(31)ตค.2510-2515:174.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ตารางผนวกที่ 1 ก. ค่าการดูดซึมน้ำ(กรัม/กรัม) และค่าการขยายตัวของเมล็ด(เท่า) ของข้าวเหนียวพันธุ์เขียว โดยน้ำหนักตะแกรงมีค่าเท่ากับ 38.20

ครั้งที่	น.น.ตะแกรง + ข้าว (กรัม)		ค่าการดูดซึมน้ำ (กรัม/กรัม)	ความสูงของข้าว (ซ.ม.)		ค่าการขยายตัว เมล็ด (เท่า)
	ก่อนต้ม	หลังต้ม		ก่อนต้ม	หลังต้ม	
1	53.2	90.8	3.51	0.86	2.86	3.33
2	53.2	90.3	3.47	0.87	2.95	3.34
3	53.2	91.3	3.84	0.86	3.06	3.56

ตารางผนวกที่ 2 ก. ปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในข้าวสารเหนียวพันธุ์เขียว

ครั้งที่	น.น.กระป๋อง อลูมิเนียม (กรัม)	น.น.ข้าว ก่อนอบ (กรัม)	น.น.กระป๋องอะลูมิเนียม + น.น.ข้าวหลังอบ (กรัม)	ความชื้น (%)
1	20.5909	10.1512	29.4870	12.3641
2	19.6651	10.1661	28.6114	11.9987
3	20.1873	10.0290	29.0023	12.1099
4	20.4783	10.0958	29.3519	12.1060
5	20.1117	10.0678	28.9651	12.0622
6	19.3818	10.1316	28.2562	12.5813

ตารางผนวกที่ 3 ก. ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของข้าวเหนียวพันธุ์เขี้ยว หลังจากอบด้วย
 อุณหภูมิ 110 °ซ. นาน 18 ชั่วโมง

น.น.ข้าว	ขนาดปรับปริมาตรที่	น.น.กระป๋อง	น.น.กระป๋อง	น.น.TSS	น.น.TSS	ΣTSS
		อะลูมิเนียม	อะลูมิเนียม	ในน้ำข้าว	ในน้ำข้าว	
(กรัม)		(กรัม)	+น้ำข้าว 25 มิลลิลิตร	25 มิลลิลิตร	250 มิลลิลิตร	
		(กรัม)	(กรัม)	(กรัม)	(กรัม)	
15.12	1	20.6048	20.8495	0.2447	2.447	16.18
	1	19.6753	19.9192	0.2439	2.439	16.13
	1	20.2089	20.4552	0.2463	2.463	16.29
15.14	2	20.5029	20.4355	0.2326	2.326	15.36
	2	20.1290	20.3621	0.2330	2.330	15.39
	2	19.3912	19.6246	0.2334	2.334	15.42
15.06	3	19.5766	19.8476	0.2710	2.710	17.99
	3	21.0537	21.3246	0.2710	2.710	17.99
	3	20.4276	20.6968	0.2690	2.690	17.88

ตารางผนวกที่ 4 ก. ปริมาณความชื้นของข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูป

ครั้งที่	น.น.กระป๋องอะลูมิเนียม (กรัม)	น.น.ข้าวก่อนอบ (กรัม)	น.น.ทั้งหมดหลังอบ (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
1	22.2776	5.6045	27.3502	9.9905
2	20.3991	5.5779	25.5060	8.4400
3	18.3408	5.6439	23.4193	10.0179
4	20.0053	5.4404	24.9018	9.9974
5	20.5555	5.6636	25.6813	9.5487
6	19.8346	5.5947	24.9183	8.6043

ตารางผนวกที่ 5 ก. ปริมาณน้ำที่ระเหยออกไป(% ,กรัม/กรัม) ของข้าวเหนียวถึงสำเร็จรูปเสริม
ไฮโดรเจน อยที่ 100 ๐ช. เป็นระยะเวลา 20 40 60 80 และ 100 นาที

เวลา	ครั้งที่	น.น. มุ่งลวด (กรัม)	น.น. ข้าวก่อนอบ (กรัม)	น.น. ทั้งหมดหลังอบ (กรัม)	ปริมาณน้ำที่ระเหยออกไป (กรัม)
20	1	4.70	20.60	22.28	14.2280
	2	4.70	20.30	21.96	14.2530
	3	4.70	20.00	21.55	14.6170
40	1	4.50	21.40	20.60	25.7281
	2	4.50	20.30	19.70	25.8883
	3	4.56	20.24	19.53	26.9841
60	1	5.10	20.60	19.30	33.1606
	2	4.80	20.10	18.70	33.1550
	3	4.84	20.32	19.39	34.9149
80	1	3.30	20.70	17.20	39.5340
	2	3.90	20.00	17.10	39.7669
	3	3.87	20.49	17.16	41.3752
100	1	5.20	20.40	17.80	43.8200
	2	4.50	20.40	17.10	45.6140
	3	4.70	20.23	17.69	47.7069

ตารางผนวกที่ 6 ก. ปริมาณความชื้นสุดท้าย(%)ของข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไอโอดีนภายหลังการอบที่อุณหภูมิ 100 °ซ. เป็นระยะเวลา 20 40 60 80 และ 100 นาที

เวลา	ครั้งที่	น.น.กระป๋องอะลูมิเนียม (กรัม)	น.น.ข้าวก่อนอบ (กรัม)	น.น.ทั้งหมดหลังอบ (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
20	1	20.5968	5.1907	24.2831	28.9826
	2	21.8828	5.4290	25.6834	29.9871
	3	19.1430	5.0834	22.7700	28.6571
40	1	21.1460	5.3721	25.2978	22.7155
	2	22.2778	5.1090	26.1169	23.5086
	3	20.4050	5.1851	24.3849	23.9378
60	1	18.3414	5.1919	22.6819	16.4352
	2	20.0054	5.1908	24.3539	16.2267
	3	20.5558	5.0078	24.7733	15.7814
80	1	19.8355	5.0039	24.3005	10.7695
	2	20.0266	5.0771	24.5509	10.8881
	3	20.4198	5.2241	25.0581	11.2136
100	1	20.4014	5.0929	25.0584	8.5589
	2	19.5867	5.0675	24.2218	8.5308
	3	21.6790	5.2156	26.4328	8.8542

ตารางผนวกที่ 7 ก. ปริมาณความชื้นสุดท้าย (%) ของการทาน้ำแห้งข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไอโอดีน
หลังการเคลือบเจลาติน 1% อบที่อุณหภูมิ 50 °ซ. ที่เวลา 20 40 60 80 และ
100 นาที

เวลา	ครั้งที่	น.น.กรบปอง อะลูมิเนียม (กรัม)	น.น.ข้าว ก่อนอบ (กรัม)	น.น.ทั้งหมด หลังอบ (กรัม)	น.น.ข้าว หลังอบ (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
20	1	20.5970	5.2258	24.7962	4.1992	19.6448
	2	20.4051	5.1966	24.5578	4.1527	20.0881
	3	19.1430	5.2845	23.4565	4.3135	18.3744
40	1	21.1462	5.2181	25.5158	4.3696	16.2607
	2	20.0055	5.0198	24.1223	4.1168	17.9887
	3	21.8830	5.1133	26.1347	4.2517	16.8501
60	1	18.3418	5.2877	22.8004	4.4586	15.6797
	2	20.0256	5.2403	24.4768	6.1305	15.7051
	3	20.4200	1.2517	24.8528	4.4328	15.5930
80	1	19.8356	5.0929	24.2317	4.3961	13.6817
	2	22.2780	5.1525	26.7749	4.4969	12.7293
	3	20.5559	5.1522	24.9572	4.4013	14.5433
100	1	20.4014	5.2107	25.0998	4.6984	9.8341
	2	19.5368	5.2191	24.2341	4.6973	9.9978
	3	21.6780	5.2513	26.4160	4.7380	9.7738

ตารางผนวกที่ 8 ก. ปริมาณความชื้นสุดท้าย (%) ของการทำแห้งข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไอโอดีน เคลือบเจลาติน 2% อบที่อุณหภูมิ 50 °ซ. เป็นระยะเวลา 20 40 60 80 และ 100 นาที

เวลา	ครั้งที่	น.น.กระป๋อง อะลูมิเนียม (กรัม)	น.น.ข้าว ก่อนอบ (กรัม)	น.น.ทั้งหมด หลังอบ (กรัม)	น.น.ข้าว หลังอบ (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
20	1	20.5971	5.4314	24.9265	4.3294	19.6448
	2	20.4054	5.2831	24.5601	4.1547	20.0881
	3	19.1443	5.1528	23.1004	3.9561	18.3744
40	1	21.1468	5.3578	25.6187	4.4719	16.2607
	2	20.0056	5.2712	24.3869	4.3813	17.9887
	3	21.8832	5.2136	24.2103	4.3271	16.8501
60	1	18.3418	5.4321	23.0383	4.6965	15.6769
	2	20.0256	5.2936	24.5898	4.5642	15.7057
	3	20.4211	5.3823	24.9997	4.5786	15.5930
80	1	19.8358	5.1573	24.3064	4.4706	13.6817
	2	22.2789	5.3428	26.9515	4.6726	12.7293
	3	20.5560	5.5964	25.4238	4.8678	14.5743
100	1	20.4015	5.5821	25.4509	5.0494	9.8314
	2	19.5370	5.5922	24.5819	5.0449	9.9978
	3	21.6780	5.5432	26.6922	5.0142	9.7738

ตารางผนวกที่ 9 ก. ปริมาณความชื้นสุดท้าย (%) ของการทานแห้งข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริม

ไฮโดรเจนคลอไรด์เจลาติน 3% อบที่อุณหภูมิ 50 °ซ. เป็นเวลา 20 40 60 80

และ 100 นาที

เวลา	ครั้งที่	น.น.กระป๋อง อะลูมิเนียม (กรัม)	น.น.ข้าว ก่อนอบ (กรัม)	น.น.ทั้งหมด หลังอบ (กรัม)	น.น.ข้าว หลังอบ (กรัม)	ปริมาณความชื้น (%)
20	1	21.1442	5.0842	24.9861	3.8419	24.4352
	2	22.2763	5.4238	24.5338	4.2575	21.5034
	3	20.3980	5.1587	24.4853	4.0873	20.7687
40	1	18.3399	5.0773	22.4381	4.0982	17.9137
	2	20.0051	5.5625	24.5238	4.5187	18.7649
	3	20.5547	5.3625	25.0197	4.4650	16.7366
60	1	19.8351	5.0643	24.1181	4.2830	15.4276
	2	20.0257	5.0852	24.3698	4.3441	14.6523
	3	20.4195	5.1900	24.7830	4.3635	15.9249
80	1	20.5693	5.0563	25.0472	4.4779	11.4391
	2	20.4052	5.1592	24.9268	4.5216	12.3576
	3	19.1398	5.2138	23.7307	4.5909	11.9462
100	1	20.4002	5.0443	24.9474	4.5472	9.8542
	2	19.5857	5.4357	25.5526	5.9669	9.7845
	3	21.6782	5.2292	27.4197	5.7415	9.7969

ตารางผนวกที่ 10 ก. ปริมาณการดูดกลับน้ำของข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูป (%) ไม่เคลือบเจลาติน
 น้ำหนักตะแกรงมุ้งลวดเท่ากับ 38.94 กรัม โดยมีระยะเวลาในการคั้นรูปที่
 2 4 6 8 10 และ 12 นาที

เวลา	ครั้งที่	น.น.ข้าว ก่อนการคั้นรูป (กรัม)	น.น.ตะแกรง+น.น.ข้าว หลังการคั้นรูป (กรัม)	น.น.ข้าว หลังการคั้นรูป (กรัม)	ปริมาณการดูดกลับน้ำ (%,กรัม/กรัม)
2	1	30.07	97.36	58.42	99.28
	2	30.10	96.89	57.95	92.52
	3	30.10	97.11	58.17	93.25
4	1	30.07	99.15	60.21	100.23
	2	30.10	99.14	60.20	100.01
	3	30.10	99.09	60.19	99.98
6	1	30.07	103.40	64.46	114.35
	2	30.10	104.24	65.30	115.96
	3	30.10	104.51	65.57	117.87
8	1	30.07	107.60	68.66	128.34
	2	30.10	108.06	69.12	129.63
	3	30.10	107.83	68.89	128.88
10	1	30.07	111.17	72.23	140.21
	2	30.10	111.58	72.64	141.33
	3	30.10	111.46	72.52	140.92

เวลา	ครั้งที่	น.น.ข้าว ก่อนการคั้นรูป (กรัม)	น.น.ตะแกรง+น.น.ข้าว หลังการคั้นรูป (กรัม)	น.น.ข้าว หลังการคั้นรูป (กรัม)	ปริมาณการดูดกลับน้ำ (%,กรัม/กรัม)
12	1	30.07	113.04	74.10	146.42
	2	30.10	113.65	74.71	148.22
	3	30.10	114.22	75.28	150.10

ตารางผนวกที่ 11 ก. ปริมาณการดูดกลับน้ำ (% ,กรัม/กรัม) ของข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไอโอดีน
เคลือบเจลาติน 1% ตะแกรงมีน้ำหนักเท่ากับ 38.94 กรัม โดยมีระยะเวลาใน
การคั้นรูปที่ 2 4 6 8 10 และ 12 นาที

เวลา	ครั้งที่	น.น.ข้าว ก่อนการคั้นรูป (กรัม)	น.น.ตะแกรง+น.น.ข้าว หลังการคั้นรูป (กรัม)	น.น.ข้าว หลังการคั้นรูป (กรัม)	ปริมาณการดูดกลับน้ำ (% ,กรัม/กรัม)
2	1	30.05	97.62	58.68	95.26
	2	30.10	97.43	58.49	94.32
	3	30.07	96.98	58.04	93.01
4	1	30.05	100.00	61.06	103.19
	2	30.10	99.29	60.35	100.47
	3	30.07	99.10	60.16	100.07
6	1	30.05	105.40	66.46	121.16
	2	30.10	105.05	66.11	119.63
	3	30.07	105.49	66.55	121.32
8	1	30.05	109.24	70.30	130.94
	2	30.10	108.41	69.47	130.79
	3	30.07	108.11	69.17	130.03
10	1	30.05	112.27	73.33	143.23
	2	30.10	112.11	73.17	143.09
	3	30.07	111.07	72.13	139.37

เวลา	ครั้งที่	น.น.ข้าว ก่อนการกินรูป (กรัม)	น.น.ตะแกรง+น.น.ข้าว หลังการกินรูป (กรัม)	น.น.ข้าว หลังการกินรูป (กรัม)	ปริมาณการดูดกลับน้ำ (%, กรัม/กรัม)
12	1	30.05	115.37	76.43	153.50
	2	30.10	114.33	75.39	150.47
	3	30.07	114.22	75.28	150.35

ตารางผนวกที่ 13 ก. ปริมาณการดูดซึมน้ำกลับ(% ,กรัม/กรัม)ของข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไอโอดีนเคลือบเจลาติน 2% ตะแกรงมีน้ำหนัก 38.94 กรัม โดยมีระยะเวลาในการคั้นรูปที่ 2 4 6 8 10 และ 12 นาที

เวลา	ครั้งที่	น.น.ข้าว ก่อนการคั้นรูป (กรัม)	น.น.ตะแกรง+น.น.ข้าว หลังการคั้นรูป (กรัม)	น.น.ข้าว หลังการคั้นรูป (กรัม)	ปริมาณการดูดกลับน้ำ (% ,กรัม/กรัม)
2	1	30.27	98.43	59.49	96.54
	2	30.27	98.03	59.09	95.23
	3	30.28	97.67	68.73	94.01
4	1	30.27	100.05	61.11	101.88
	2	30.27	100.37	61.43	102.94
	3	30.28	100.40	61.46	102.97
6	1	30.27	106.46	67.52	123.06
	2	30.27	106.62	67.68	123.59
	3	30.28	106.24	67.30	122.26
8	1	30.27	111.35	72.41	139.21
	2	30.27	111.49	72.55	139.68
	3	30.28	110.51	71.57	136.36
10	1	30.27	114.08	75.14	148.23
	2	30.27	114.28	75.34	148.89
	3	30.28	114.30	75.36	148.88

เวลา	ครั้งที่	น.น.ข้าว ก่อนการคั้นรูป (กรัม)	น.น.ตะแกรง+น.น.ข้าว หลังการคั้นรูป (กรัม)	น.น.ข้าว หลังการคั้นรูป (กรัม)	ปริมาณการดูดกลับน้ำ (%,กรัม/กรัม)
12	1	30.27	117.37	78.43	159.10
	2	30.27	117.50	78.56	159.53
	3	30.28	117.46	78.52	159.31

ตารางผนวกที่ 14 ก. ปริมาณการดูดซึมน้ำกลับ(% ,กรัม/กรัม) ของข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไอโอดีน
เคลือบเจลาติน 3% ตะแกรงมีน้ำหนัก 38.94 กรัม โดยมีระยะเวลาในการคั่ว
รูปที่ 2 4 6 8 10 และ 12 นาที

เวลา	ครั้งที่	น.น. ข้าว ก่อนการคั่วรูป (กรัม)	น.น. ตะแกรง+น.น. ข้าว หลังการคั่วรูป (กรัม)	น.น. ข้าว หลังการคั่วรูป (กรัม)	ปริมาณการดูดซึมน้ำกลับ (% ,กรัม/กรัม)
2	1	30.04	97.70	58.76	95.61
	2	30.05	97.93	58.99	96.31
	3	30.09	98.15	59.21	96.78
4	1	30.04	99.74	60.80	102.39
	2	30.05	100.83	61.89	105.96
	3	30.09	100.58	61.64	104.85
6	1	30.04	107.00	68.06	126.56
	2	30.05	109.05	70.11	133.31
	3	30.09	108.17	69.23	130.08
8	1	30.04	112.30	73.36	144.21
	2	30.05	113.23	74.29	147.22
	3	30.09	111.20	72.26	139.88
10	1	30.04	115.93	76.99	156.29
	2	30.05	117.00	78.06	166.42
	3	30.09	114.14	75.20	149.92

เวลา	ครั้งที่	น.น.ข้าว ก่อนการคั้นรูป (กรัม)	น.น.ตะแกรง+น.น.ข้าว หลังการคั้นรูป (กรัม)	น.น.ข้าว หลังการคั้นรูป (กรัม)	ปริมาณการดูดซึมน้ำกลับ (%,กรัม/กรัม)
12	1	30.04	116.91	77.97	159.55
	2	30.05	120.01	81.04	169.68
	3	30.09	117.90	78.96	162.41

ตารางผนวกที่ 15 ก. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติในการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำแห้งข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไอโอดีน อบที่อุณหภูมิ 50 °ซ. เป็นเวลา 100 นาที

ข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูป เสริมไอโอดีน	ปริมาณความชื้น			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
	a	a	a	a
เคลือบเจลาติน 1%	9.8314	9.9978	9.7738	9.8676
	a	a	a	a
เคลือบเจลาติน 2%	9.5438	9.7863	9.5432	9.6244
	a	a	a	a
เคลือบเจลาติน 3%	9.8542	9.7845	9.7969	9.8118

หมายเหตุ ตัวอักษร a ที่เหมือนกันตามแนวดิ่ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางผนวกที่ 16 ก. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติในการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการกินรูปของ
ข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไอโอดีน โดยแช่น้ำเดือด 100 °ซ. เป็นเวลา 4
นาที

ชนิด	ค่าการดูดซึมน้ำกลับ			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
	a	a	a	a
ข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูป	100.23	100.01	99.98	100.73
	a	a	a	a
ข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไอโอดีน เคลือบเจลาติน 1%	103.19	100.47	100.07	101.24
	a	a	a	a
ข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไอโอดีน เคลือบเจลาติน 2%	101.88	102.94	102.97	102.60
	a	a	a	a
ข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไอโอดีน เคลือบเจลาติน 3%	102.39	105.96	104.85	104.40

หมายเหตุ ตัวอักษร a ที่เหมือนกันตามแนวดิ่ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับของความเชื่อมั่น 95%

ปริมาณไอโอดีนและโปแตสเซียมที่ร่างกายต้องการในหนึ่งวัน

ตารางผนวกที่ 1 ข. ปริมาณไอโอดีนที่ร่างกายต้องการภายในหนึ่งวัน

อายุ (ปี)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ส่วนสูง (เซนติเมตร)	ปริมาณไอโอดีน (ไมโครกรัม)
ทารก			
0.0-0.5	6	60	40
0.5-1.0	9	71	50
เด็ก			
1-3	13	90	70
4-6	20	112	90
7-10	28	132	120
ชาย			
11-14	45	157	150
15-18	66	176	150
19-22	70	177	150
23-50	70	178	150
51 ปีขึ้นไป	70	178	150
หญิง			
11-14	46	157	150
15-18	55	163	150
19-22	55	163	150
23-50	55	163	150
51ปีขึ้นไป	55	163	150
หญิงมีครรภ์			+25
ระยะให้นมบุตร			+50

ตารางผนวกที่ 2 ข. ปริมาณโปแตสเซียมที่ร่างกายต้องการในหนึ่งวัน

อายุ (ปี)	ปริมาณโปแตสเซียม (มิลลิกรัม)
0-0.5	350-925
0.5-1	425-1275
1-3	550-1650
4-6	775-2325
7-10	1000-3000
11 ปีขึ้นไป	1525-4575
ผู้ใหญ่	1875-5625

ภาคผนวก ค.

การทดสอบด้านประสิทธิภาพของผู้บริโภคที่มีต่อข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไอโอดีนเคลือบ
เจลาติน 1% 2% และ 3%

- หมายเหตุ 421 ข้าวเหนียวฝั่ง
392 ข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปคั้นรูป
615 ข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไอโอดีนเคลือบเจลาติน 1% คั้นรูป
378 ข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไอโอดีนเคลือบเจลาติน 2% คั้นรูป
526 ข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไอโอดีนเคลือบเจลาติน 3% คั้นรูป

ตารางผนวกที่ 1 ค. การทดสอบลักษณะปรากฏทางด้านสี

คะแนนจากผู้ทดสอบ คนที่	ตัวอย่าง				
	421	392	615	378	524
1	2	5	5	5	5
2	3	7	7	5	5
3	1	4	6	7	8
4	5	6	6	8	6
5	3	6	5	5	5
6	2	5	4	4	5
7	3	7	5	7	7
8	6	8	7	7	7
9	3	7	7	7	7
10	1	8	5	8	7
11	1	9	5	7	3
12	3	5	7	5	5
13	1	5	5	5	5
14	3	3	5	5	7
15	1	3	7	5	5
16	1	5	7	7	7
17	3	5	5	5	5
18	3	5	5	5	5
19	3	7	7	7	7
20	2	6	6	6	6

การวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบลักษณะปรากฏทางด้านสีแบบฮีดโรนิคสเกล

Analysis Of Variance

source	Df	SS	MS	F _{value}	P _r >F
Treatment	4	182.84	5.7	34.54	0.0001
Judgement	19	5808	3.095	2.34	0.0048

$$\bar{x} = 5.2 \quad C.V. = 22.10$$

$$\text{Alfa} = 0.05 \quad df = 76 \quad \text{MSE} = 1.321$$

RANKED AT PROBABILITY LEVEL 0.05

รหัส	ค่าเฉลี่ย	Duncan Grouping
378	6.00	A
526	5.90	A
615	5.80	A
392	5.80	A
421	2.50	B

A,B หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางผนวกที่ 2 ค. การทดสอบลักษณะปรากฏทางการทดสอบความขม

คะแนนจากผู้ทดสอบ คนที่	ตัวอย่าง				
	421	392	615	378	524
1	3	3	3	3	3
2	1	1	1	3	1
3	1	2	1	3	1
4	1	1	3	3	3
5	3	4	6	7	5
6	3	1	4	3	2
7	3	1	1	1	2
8	1	1	1	1	2
9	5	3	1	3	3
10	1	1	1	1	1
11	1	1	1	1	1
12	1	1	1	1	1
13	1	1	1	1	1
14	1	1	1	1	1
15	3	3	5	7	5
16	1	1	1	1	1
17	1	1	1	1	1
18	1	1	1	1	1
19	1	1	1	1	1
20	1	1	1	1	1

การวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบลักษณะปรากฏทางด้านความขมแบบฮิโดนิคส์เกล

Analysis Of Variance

source	Df	SS	MS	Fvalue	P _r >F
Treatment	4	5.240	1.130	2.24	0.0720
Judgement	19	143.790	7.568	12.97	0.0001

—
 $\bar{X} = 1.180$ C.V. = 42.209

Alfa = 0.05 df = 76 MSE = 0.534

RANKED AT PROBABILITY LEVEL 0.05

รหัส	ค่าเฉลี่ย	Duncan Grouping
378	2.200	A
526	1.850	B A
615	1.800	B A
421	1.700	B A
392	1.500	B

A,B หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางผนวกที่ 3 ค. การทดสอบลักษณะปรากฏทางด้านความเหนียว

คะแนนจากผู้ทดสอบ คนที่	ตัวอย่าง				
	421	392	615	378	524
1	8	9	9	9	9
2	3	9	5	9	7
3	3	8	7	7	9
4	3	7	7	9	8
5	7	7	7	7	7
6	6	9	8	8	7
7	6	9	8	8	8
8	7	5	7	6	8
9	3	9	5	5	5
10	3	9	8	9	5
11	3	9	7	9	7
12	3	9	7	5	7
13	3	7	9	5	9
14	5	7	7	9	7
15	3	9	5	9	9
16	5	9	9	9	7
17	9	9	9	9	9
18	7	7	7	8	8
19	7	9	9	9	7
20	7	9	8	9	8

การวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบลักษณะปรากฏทางด้านความเหนียวแบบฮีโดนิคสเกล

Analysis Of Variance

source	Df	SS	MS	Fvalue	Pr>F
Treatment	4	127.460	31.865	17.43	0.0001
Judgement	19	73.310	3.858	2.11	0.0118

—

X = 7.230

C.V.= 18.701

Alfa = 0.05

df = 76

MSE = 1.828

RANKED AT PROBABILITY LEVEL 0.05

รหัส	ค่าเฉลี่ย	Duncan Grouping
392	8.250	A
378	7.900	A
526	7.550	A
615	7.440	A
421	5.050	B

A,B หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางผนวกที่ 4 ค. การทดสอบลักษณะปรากฏทางด้านเนื้อสัมผัส

คะแนนจากผู้ทดสอบ คนที่	ตัวอย่าง				
	421	392	615	378	524
1	2	4	3	4	1
2	3	9	7	9	3
3	3	5	3	4	3
4	3	7	7	7	7
5	3	5	5	3	7
6	3	7	5	5	9
7	3	9	8	8	8
8	3	5	4	3	3
9	4	7	5	5	5
10	3	7	7	7	3
11	2	3	3	1	1
12	1	7	7	5	7
13	3	9	5	3	7
14	3	7	7	7	5
15	3	5	5	1	9
16	3	7	7	7	7
17	3	9	5	4	7
18	3	2	2	2	2
19	5	7	7	7	5
20	7	8	7	8	7

การวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบลักษณะปรากฏทางด้านเนื้อสัมผัสแบบฮาร์ดเนสเกล

Analysis Of Variance

source	Df	SS	MS	Fvalue	P _r >F
Treatment	4	101.140	25.285	10.99	0.0001
Judgement	19	235.790	12.410	5.39	0.0001

—

X = 5.11

C.V. = 29.68

Alfa = 0.05

df = 76

MSE = 2.301

RANKED AT PROBABILITY LEVEL 0.05

รหัส	ค่าเฉลี่ย	Duncan Grouping
392	6.450	A
615	5.450	B
526	5.300	B
378	5.000	B
421	3.350	C

A,B,C หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางผนวกที่ 5 ค. การทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส

คะแนนจากผู้ทดสอบ คนที่	ตัวอย่าง				
	421	392	615	378	524
1	3	5	5	3	3
2	7	1	3	1	5
3	5	7	4	1	1
4	5	3	3	3	3
5	7	8	5	5	6
6	3	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1
8	4	2	3	6	9
9	1	3	5	3	3
10	4	1	1	1	5
11	3	5	3	1	1
12	5	5	5	3	1
13	9	7	5	3	5
14	7	7	7	7	7
15	7	5	5	1	3
16	5	3	3	3	3
17	3	2	4	3	3
18	3	2	4	3	3
19	9	6	7	7	6
20	9	3	4	6	7

การวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสแบบฮิโตนิกสเกล

Analysis Of Variance

source	Df	SS	MS	Fvalue	P _t >F
Treatment	4	35.140	8.785	3.88	0.0064
Judgement	19	266.640	14.034	6.20	0.0001

—

$\bar{X} = 3.960$ C.V. = 37.996

Alfa = 0.05 df = 76 MSE = 2.26

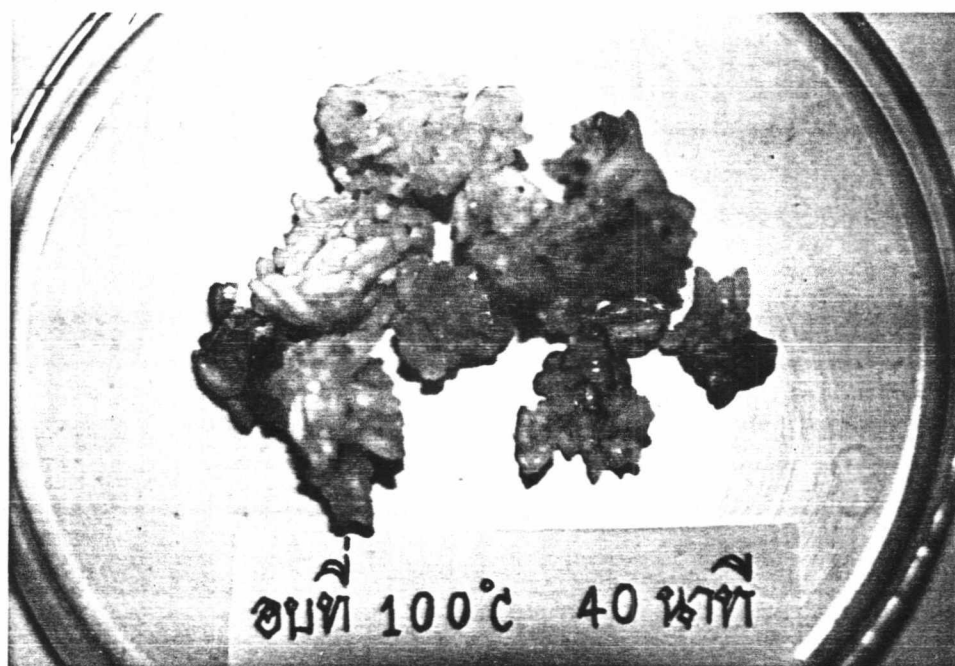
RANKED AT PROBABILITY LEVEL 0.05

รหัส	ค่าเฉลี่ย	Duncan Grouping
421	5.00	A
392	4.00	B
615	3.95	B
378	3.65	B
526	3.20	B

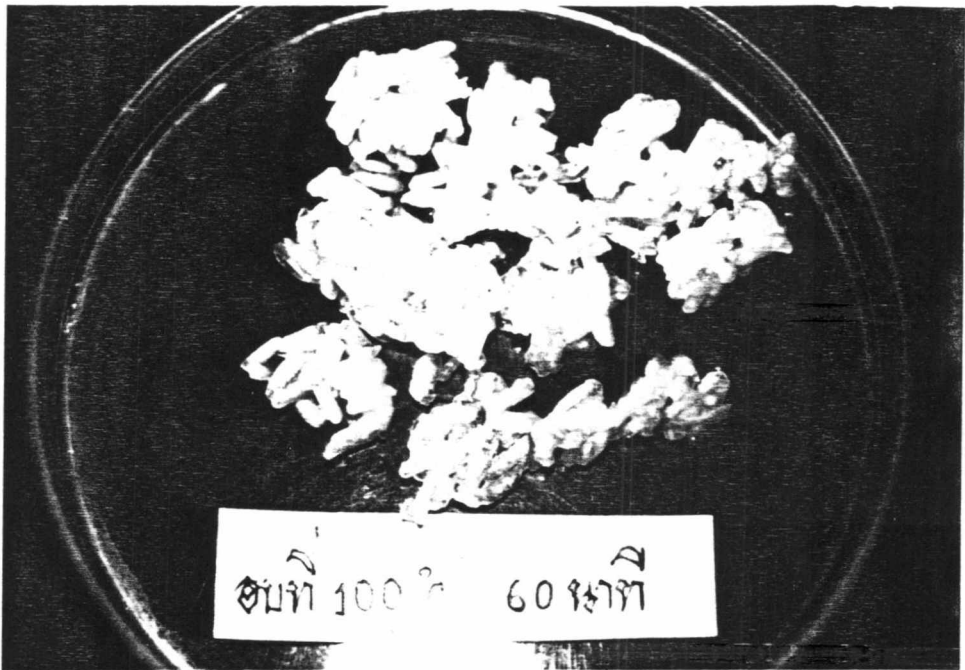
A,B หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



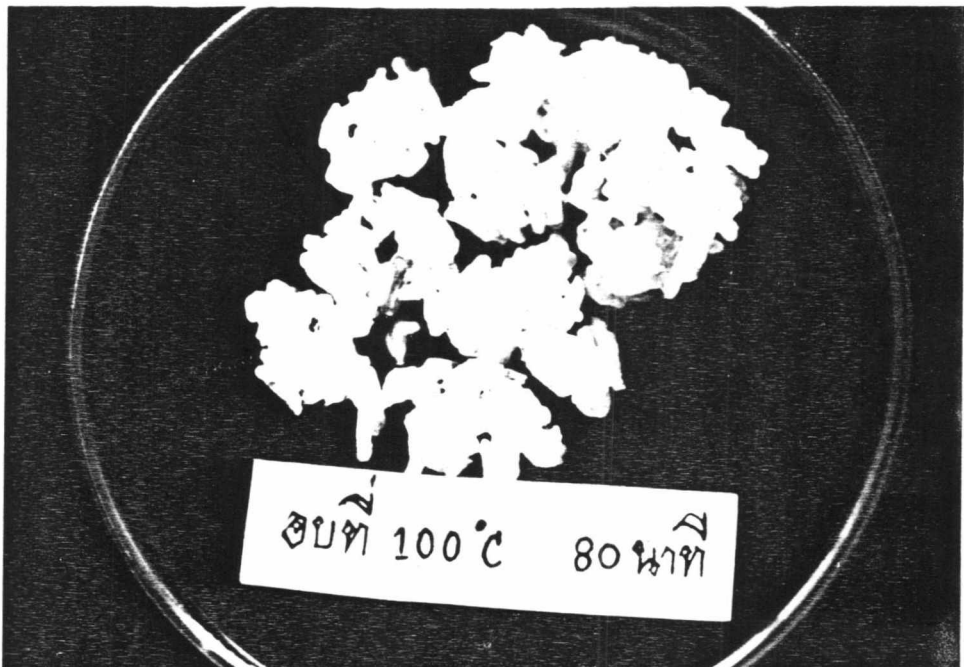
รูปที่ 4 ขี้ขาวเหี่ยววถึงสำเสร็จรูปเสริมไฮโดรเจนอบที่อุณหภูมิ 100 °ซ.เป็นเวลา 20 นาที



รูปที่ 5 ขี้ขาวเหี่ยววถึงสำเสร็จรูปเสริมไฮโดรเจนอบที่อุณหภูมิ 100 °ซ.เป็นเวลา 40 นาที



รูปที่ 6 ซ้ำขาวเหนียวถึงสำเร็จรูปเสริมใยโพลิเมอร์ที่อุณหภูมิ 100 °C. เป็นเวลา 60 นาที



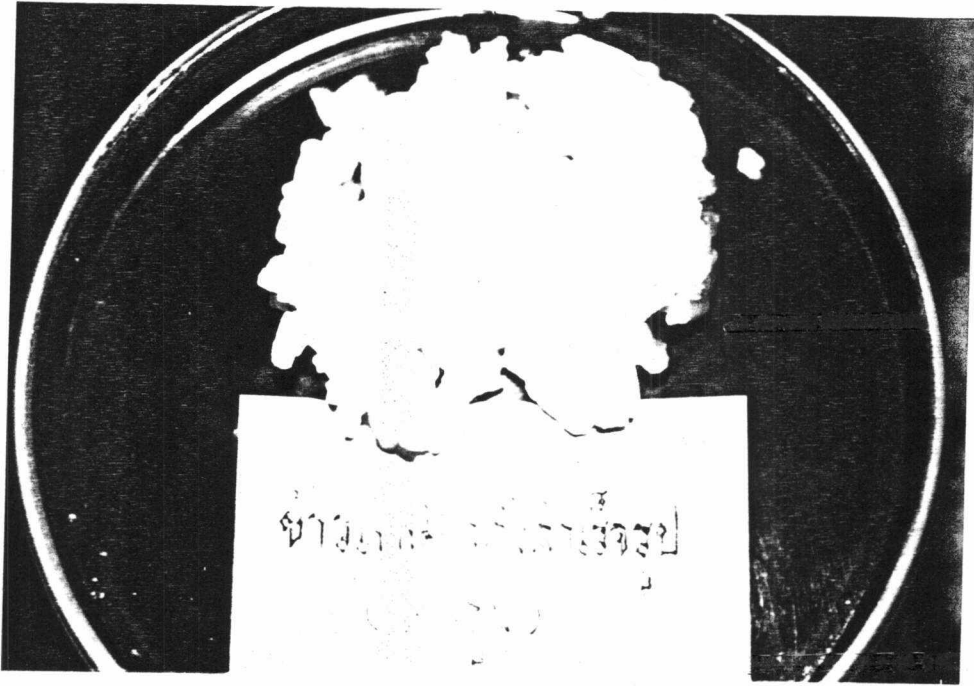
รูปที่ 7 ซ้ำขาวเหนียวถึงสำเร็จรูปเสริมใยโพลิเมอร์ที่อุณหภูมิ 100 °C. เป็นเวลา 80 นาที



รูปที่ ๕ ขี้ควนแห้ง ที่ง.ค. ใช้รูปเพื่อเปรียบเทียบที่อุณหภูมิ 100 °C. เป็นเวลา 100 นาที



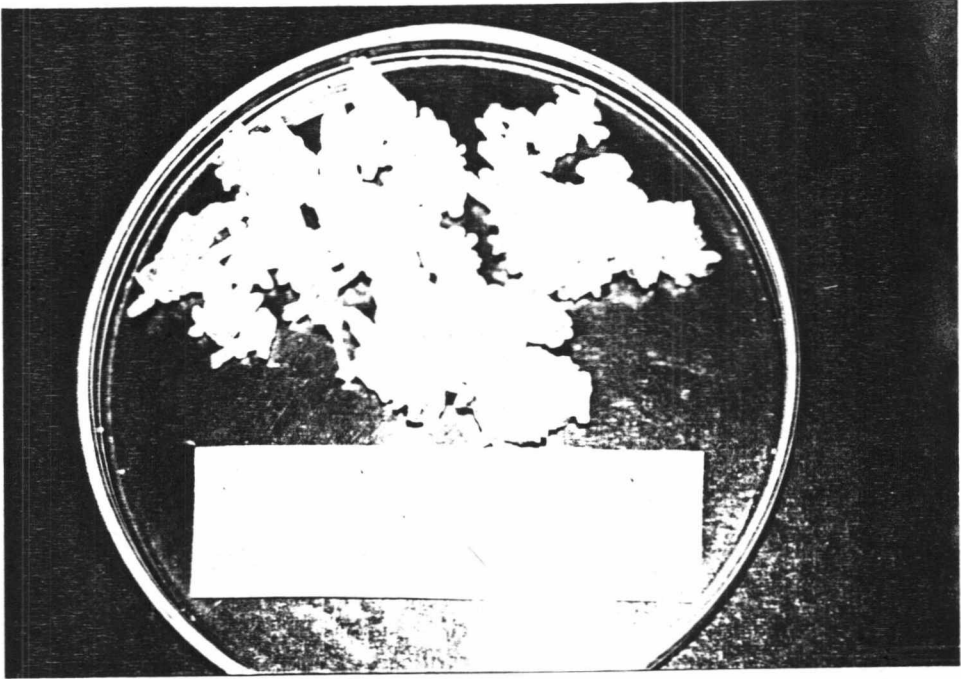
รูปที่ ๖ ขี้ควนแห้งที่ง.ค. สำเร็จรูป



รูปที่ 10. ข้าวเหนียวที่เลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย



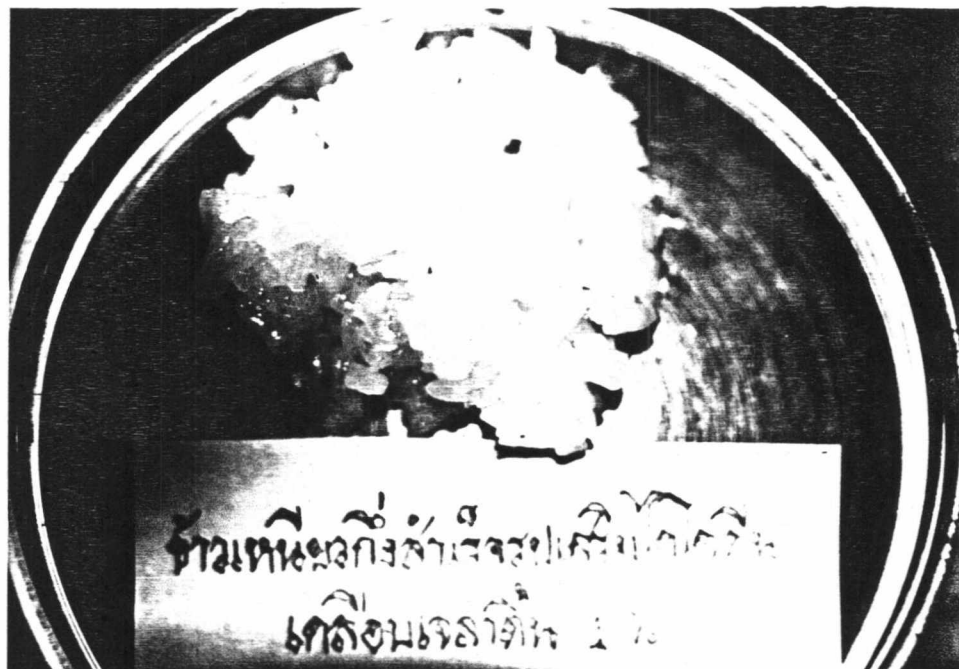
รูปที่ 11. ข้าวเหนียวที่เลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย 1%



รูปที่ 12. วัฒนธรรมเชื้อราบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่ปราศจากคาร์บอน



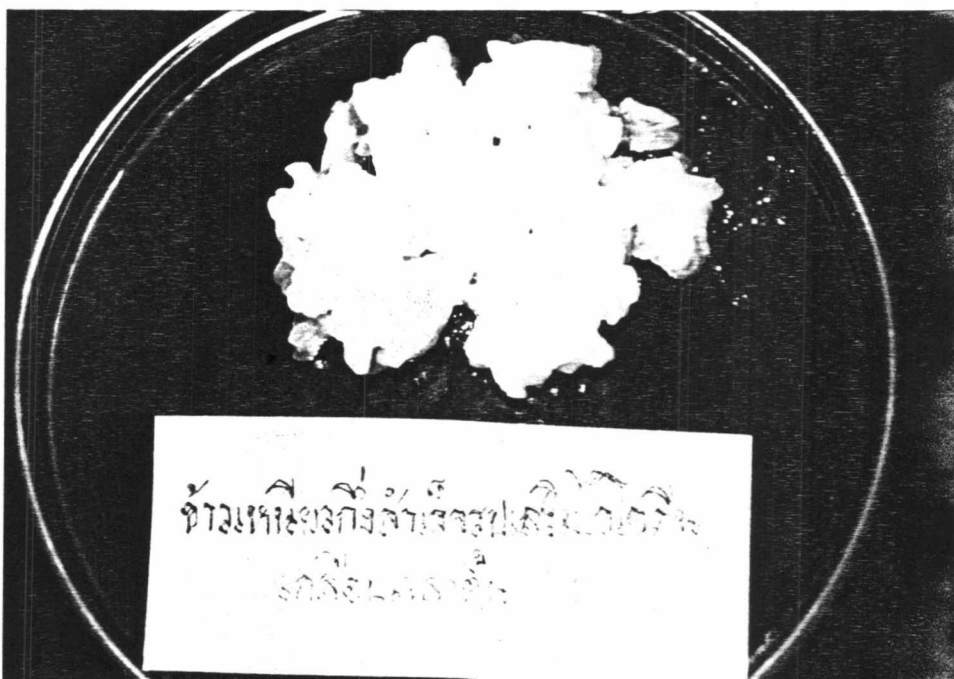
รูปที่ 13. วัฒนธรรมเชื้อราบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่ปราศจากคาร์บอน จาก ต้น 3-8



รูปที่ 14. ข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไอโอดีนเคลือบเจลาติน 1 % คีนรูป



รูปที่ 15. ข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไอโอดีนเคลือบเจลาติน 2 % คีนรูป



รูปที่ 16. ข้าวเหนียวกิ่งสำเร็จรูปเสริมไฮโดรเจนเคสือบเจลาติน 3 % คีนรูป

ประวัติผู้เขียน

นางสาว สุภาวกรรม รัตนโชติพันธ์ เกิดวันที่ 5 พฤศจิกายน 2512 จังหวัด
กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เมื่อ พ.ศ. 2532 จากโรงเรียนสตรีวิทยา
แผนการเรียน วิทยาศาสตร์-ศิลป์ ปัจจุบันกำลังศึกษาอยู่ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ระดับปริญญาตรี วท.บ. อุตสาหกรรมเกษตร

นางสาว สิริพร โดhma เกิดเมื่อวันที่ 17 มีนาคม 2514 จังหวัดกรุงเทพมหานคร
สำเร็จการศึกษาระดับการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย เมื่อ พ.ศ. 2531 จากโรงเรียนมาแตร์เดอี
วิทยาลัยแผนการเรียน วิทยาศาสตร์-คณิต ปัจจุบันกำลังศึกษาอยู่ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยี
การเกษตรสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ระดับปริญญาตรี วท.บ.
อุตสาหกรรมเกษตร

