รายงานการวิจัย

การศึกษาคุณสมบัติของข้าวเหนียวดำพันธุ์พื้นเมืองและ
การเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา

Study on Properties of Black Glutinous Rice Varieties and
Quality Changes During Storage Periods

ภายใต้แผนงานวิจัย
การปลูก คุณสมบัติ การเก็บรักษา และการวางแผนกลยุทธ์ทางการตลาดของ
ข้าวเหนียวดำพันธุ์พื้นเมืองในอำเภอคลองหอยโข่งและอำเภอสิงหนคร
จังหวัดสงขลา

Cultivation, Properties, Storage and Strategic Marketing Planning
of Black Glutinous Rice Varieties in Klonghoykhong and
Singhanakorn Amphor, Songkhla Province

นพรัตน์ วงศ์หิรัญเดชา
สุเพ็ญ ด้วงทอง
อดิศรา ตันตสุทธิกุล

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556

ชื่องานวิจัย การศึกษาคุณสมบัติของข้าวเหนียวดำพันธุ์พื้นเมืองและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา

ผู้วิจัย นพรัตน์ วงศ์หิรัญเดชา
สุเพ็ญ ด้วงทอง
อดิศรา ตันตสุทธิกุล

คณะ เทคโนโลยีการเกษตร

ปี 2559

บทคัดย่อ

การศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการแช่และนึ่งข้าวเหนียวดำพันธุ์เปลือกดำและพันธุ์เปลือกขาว พบว่า ข้าวเหนียวดำที่แช่ในน้ำเปล่าเมื่อนึ่งสุกจะมีเนื้อสัมผัสนุ่มกว่าข้าวเหนียวดำที่แช่ในน้ำเกลือ โดยสภาวะที่เหมาะสมในการแช่และนึ่งข้าวเหนียวดำทั้ง 2 พันธุ์ คือ แช่น้ำเปล่า 4 ชั่วโมงและนึ่ง 50 นาที ทั้งนี้ข้าวเหนียวดำนึ่งจากพันธุ์เปลือกดำได้คะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะมากกว่าพันธุ์เปลือกขาว การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของข้าวเหนียวดำพันธุ์เปลือกดำจากพื้นที่ปลูก อ.คลองหอยโข่ง และ อ.สิงหนคร จ.สงขลา พบว่า ข้าวเหนียวดำจาก อ.คลองหอยโข่ง ซึ่งเป็นพื้นที่ดอน มีน้ำน้อย มีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าข้าวเหนียวดำจาก อ.สิงหนคร ซึ่งเป็นพื้นที่ลุ่ม มีน้ำมาก การเก็บรักษาข้าวสารเหนียวดำไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลานานจะเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพอย่างเห็นได้ชัดเจนตั้งแต่เดือนที่ 4 ของการเก็บรักษา โดยค่าความสว่าง ค่าสีแดง ค่าสีเหลือง ความสามารถในการดูดซับน้ำ อัตราส่วนการยืดตัวของข้าวเหนียวนึ่งต่อข้าวสารเหนียว และปริมาณแอนโธไซยานินลดลง ขณะที่ปริมาณความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ ค่า TBA จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราเพิ่มขึ้น เมื่อประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสได้คะแนนความชอบลดลง เนื่องจากข้าวเหนียวดำมีความหวานลดลง ความร่วนเพิ่มขึ้น และมีกลิ่นหืน ทั้งนี้ข้าวเหนียวดำในถุงอลูมิเนียมฟอยล์บรรจุแบบปกติมีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้อยที่สุด รองลงมาคือ ข้าวเหนียวดำในถุงพลาสติกบรรจุแบบสุญญากาศ และข้าวเหนียวดำในถุงพลาสติกบรรจุแบบปกติ ตามลำดับ การเก็บรักษาข้าวเหนียวดำจึงควรบรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ สามารถเก็บได้ประมาณ 3-4 เดือน

Research Title Study on Properties of Black Glutinous Rice Varieties and Quality Changes During Storage Periods

Researcher Nopparat Vonghirundacha
Supen Doungthong
Adisara Tuntasutikul

Faculty Agricultural Technology

Year 2559

Abstract

This study was conducted on the time period of soaking and steaming black glutinous rice with black and white rice husk. The result showed that soaked sticky rices in water after cooked had a softer texture than soaked rice in brine. Interestingly, the optimum conditions for soaking and steaming both kinds of rices were soaked for 4 hours and steamed for 50 minutes. The steamed glutinous rice with black rice husk was higher scored by all attribute characteristics than white rice husk. The study of nutrition were investigated in black glutinous rices with black rice husk which grew in 2 planting areas of Khlong Hoikhong and Singhanakhon district, Songkhla province. The result showed that the rice from Khlong Hoikhong district where highland with low water supported was higher nutrition than the rice from Singhanakhon district where lowland area with more water supported. The changing of black glutinous rices quality was observed since fourth months of storage period. The values of brightness, redness and yellow color, ability of water absorb, the ratio of stretch of cooked and uncooked rice and anthocyanin quantity were decreased. While, the moisture, A_w values, TBA values, total microorganisms, yeast and mold were increased. In addition, the sensory evaluation scores had been dropped because of rice sweet reduced while crumbly increased with rancidity. Moreover, the black glutinous rices regular packed in aluminum foil bag was lowest quality changing, followed by vacuum-packed in plastic bags and regular packed in plastic bag, respectively. Therefore, black glutinous rice would be packed in aluminum foil bag for long-term storage of 3-4 months.

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณนางสาวกามีลา เจ๊ะเด็ง ที่ช่วยในการเตรียมการทดลองทั้งในห้องปฏิบัติการ เรือนทดลอง และแปลงเกษตรกร ทำให้คณะนักวิจัยสามารถดำเนินการวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณเกษตรกรผู้ปลูกข้าวเหนียวดำทั้งสองอำเภอที่ให้ความร่วมมือในการดำเนินการวิจัย และให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณผู้บริโภคข้าวเหนียวดำทุกคนที่ให้ความร่วมมือตอบแบบสอบถามอย่างครบถ้วนสมบูรณ์

คณะนักวิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ผลการวิจัยเรื่องนี้จะมีประโยชน์ต่อเกษตรกรและผู้บริโภคข้าวเหนียวดำ ตลอดจนหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่อไป

คณะผู้วิจัย
นพรัตน์ วงศ์หิรัญเดชา
สุเพ็ญ ด้วงทอง
อดิศรา ตันตสุทธิกุล
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
มิถุนายน 2559

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	7
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	11
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	30
บรรณานุกรม	31
ภาคผนวก	34
ประวัติผู้วิจัย	40

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.	โปรตีน เถ้า และอุณหภูมิเจลาติไนเซชันของข้าวเหนียวดำและข้าวเหนียวขาว	4
2.	ความสามารถในการดูดซับน้ำและอัตราส่วนการยืดตัวของข้าวเหนียวดำพันธุ์เปลือกดำที่แช่น้ำ 3 และ 4 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับข้าวสารเหนียวดำ	13
3.	อัตราส่วนการยืดตัวของข้าวเหนียวดำพันธุ์เปลือกดำที่แช่น้ำ 3 และ 4 ชั่วโมง ร่วมกับการนึ่งที่ 40, 50 และ 60 นาที เปรียบเทียบกับข้าวสารเหนียวดำ	13
4.	ค่าสีของข้าวเหนียวดำพันธุ์เปลือกดำที่แช่น้ำ 3 และ 4 ชั่วโมง ร่วมกับการนึ่งที่ 40, 50 และ 60 นาที	14
5	คะแนนความชอบของข้าวเหนียวดำพันธุ์เปลือกดำที่แช่น้ำ 3 และ 4 ชั่วโมง ร่วมกับการนึ่งที่ 40, 50 และ 60 นาที	15
6	ความสามารถในการดูดซับน้ำและอัตราส่วนการยืดตัวของข้าวเหนียวดำพันธุ์เปลือกขาวที่แช่น้ำ 3 และ 4 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับข้าวสารเหนียวดำ	15
7	อัตราส่วนการยืดตัวของข้าวเหนียวดำพันธุ์เปลือกขาวที่แช่น้ำ 3 และ 4 ชั่วโมง ร่วมกับการนึ่งที่40, 50 และ 60 นาที เปรียบเทียบกับข้าวสารเหนียวดำ	16
8	ค่าสีของข้าวเหนียวดำพันธุ์เปลือกขาวที่แช่น้ำ 3 และ 4 ชั่วโมง ร่วมกับการนึ่งที่ 40, 50 และ 60 นาที	16
9	คะแนนความชอบของข้าวเหนียวดำพันธุ์เปลือกขาวที่แช่น้ำ 3 และ 4 ชั่วโมง ร่วมกับการนึ่งที่ 40, 50 และ 60 นาที	17
10	คะแนนความชอบด้านประสาทสัมผัสของข้าวเหนียวดำพันธุ์เปลือกดำและพันธุ์เปลือกขาวที่แช่น้ำ 4 ชั่วโมงร่วมกับการนึ่ง 50 นาที	18
11	คุณค่าทางโภชนาการของข้าวสารเหนียวดำจาก อ.คลองหอยโข่ง เปรียบเทียบกับ อ.สิงหนคร	19
12	ค่าความสว่าง (L*) ของข้าวสารเหนียวดำ 3 ลักษณะการบรรจุในระหว่างการเก็บรักษา	20
13	ค่าสีแดง (a*) ของข้าวสารเหนียวดำ 3 ลักษณะการบรรจุในระหว่างการเก็บรักษา	21
14	ค่าสีเหลือง (b*) ของข้าวสารเหนียวดำ 3 ลักษณะการบรรจุในระหว่างการเก็บรักษา	21

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
15	ค่าความสว่าง (L*) ของข้าวเหนียวดำนึ่งจากข้าวสารเหนียวดำ 3 ลักษณะการบรรจุ ในระหว่างการเก็บรักษา	21
16	ค่าสีแดง (a*) ของข้าวเหนียวดำนึ่งจากข้าวสารเหนียวดำ 3 ลักษณะการบรรจุ ในระหว่างการเก็บรักษา	22
17	ค่าสีเหลือง (b*) ของข้าวเหนียวดำนึ่งจากข้าวสารเหนียวดำ 3 ลักษณะการบรรจุ ในระหว่างการเก็บรักษา	22
18	ค่า TBA ของข้าวเหนียวดำนึ่งจากข้าวสารเหนียวดำ 3 ลักษณะการบรรจุ ในระหว่างการเก็บรักษา	26
19	คะแนนความชอบ 9 ระดับ ในคุณลักษณะต่าง ๆ ของข้าวสารเหนียวดำ 3 ลักษณะการบรรจุ ในระหว่างการเก็บรักษา	29

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ภาพที่		หน้า
1.	ข้าวสารเหนียวดำพันธุ์เปลือกดำและพันธุ์เปลือกขาว	11
2.	ข้าวเหนียวดำพันธุ์เปลือกดำและพันธุ์เปลือกขาวที่แช่น้ำ 4 ชั่วโมง ร่วมกับการนึ่ง 50 นาที	18
3.	ความสามารถในการดูดซับน้ำของข้าวสารเหนียวดำ 3 ลักษณะการบรรจุ ในระหว่างการเก็บรักษา	23
4.	อัตราส่วนการยืดตัวของข้าวเหนียวดำนึ่งต่อข้าวสารเหนียวดำ 3 ลักษณะการบรรจุในระหว่างการเก็บรักษา	23
5.	ปริมาณความชื้นของข้าวสารเหนียวดำ 3 ลักษณะการบรรจุ ในระหว่างการเก็บรักษา	24
6.	ปริมาณน้ำอิสระของข้าวสารเหนียวดำ 3 ลักษณะการบรรจุ ในระหว่างการเก็บรักษา	25
7.	ปริมาณแอนโธไซยานินของข้าวสารเหนียวดำ 3 ลักษณะการบรรจุ ในระหว่างการเก็บรักษา	26
8.	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของข้าวสารเหนียวดำ 3 ลักษณะการบรรจุ ในระหว่างการเก็บรักษา	27
9.	ปริมาณยีสต์และราของข้าวสารเหนียวดำ 3 ลักษณะการบรรจุ ในระหว่างการเก็บรักษา	27

บทที่ 1
บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ข้าวเหนียวเป็นธัญพืชชนิดหนึ่งที่คนไทยนิยมบริโภค ในฤดูนาปีมีพื้นที่ปลูกประมาณ 18 ล้านไร่หรือร้อยละ 31 ของพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมด ให้ผลผลิต 6 ล้านตัน ส่วนฤดูนาปรังมีพื้นที่ปลูกประมาณ 2.6 แสนไร่ ให้ผลผลิต 1.2 แสนตัน รวมผลผลิตทั้งปีประมาณ 7 ล้านตัน ส่วนใหญ่ปลูกข้าวเหนียวเพื่อบริโภคภายในครัวเรือน ส่วนที่เหลือจะจำหน่ายทั้งภายในและต่างประเทศ สามารถส่งออกทั้งในรูปเมล็ดข้าวสารและผลิตภัณฑ์ประมาณ 2 แสนตัน คิดเป็นมูลค่า 3 พันล้านบาทของการส่งออกในแต่ละปี แนวโน้มความต้องการข้าวเหนียวของตลาดโลกสูงขึ้น ทำให้ข้าวเหนียวมีราคาสูงกว่าข้าวหอมมะลิ นับได้ว่า ข้าวเหนียวมีบทบาทสำคัญต่อประเทศเป็นอย่างยิ่ง (สำนักพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว, 2550)

ข้าวเหนียวดำหรือข้าวก่ำพันธุ์พื้นเมือง เป็นข้าวที่มีลักษณะเด่นด้วยสีม่วงเข้ม มีปริมาณโปรตีนและสารอนินทรีย์สูงกว่าข้าวเหนียวขาว (สำนักพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว, 2554) ในภาคใต้มีข้าวเหนียวดำพันธุ์พื้นเมืองที่มีลักษณะเรียวยาวกว่าข้าวเหนียวดำพันธุ์พื้นเมืองของภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งมีลักษณะเมล็ดค่อนข้างป้อม สารที่ทำให้เกิดสีต่างๆ ในข้าวเหนียวดำเป็นสารประกอบแอนโทไซยานิน ซึ่งให้สีแตกต่างกันไปตั้งแต่สีชมพูจนถึงสีม่วงดำ มีคุณสมบัติในการต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยชะลอความเสื่อมของเซลล์ (จรัญจิต เพ็งรัตน์ และ สุวัฒน์ เจียระคงมั่น, 2554) ข้าวเหนียวดำถือเป็นแหล่งทรัพยากรพันธุกรรมข้าวชนิดหนึ่ง แต่ปัจจุบันถูกลดความสนใจ มีการเพาะปลูกลดลง และกำลังจะสูญหายไปจากพื้นที่ดอน สาเหตุที่การปลูกข้าวเหนียวดำลดน้อยลงเพราะเกษตรกรหันมาปลูกข้าวขาวกันเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากข้าวขาวสามารถใช้ประโยชน์ได้ทั้งการขายและเก็บไว้บริโภค ขณะที่การปลูกข้าวเหนียวดำใช้ได้เพียงเพื่อการบริโภคในครัวเรือนเท่านั้น แต่ที่จริงแล้วในตลาดต่างประเทศ เช่น อินโดนีเซีย มาเลเซีย และจีน ข้าวเหนียวดำกำลังได้รับความนิยมนำแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหาร ใช้เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์บำรุงสุขภาพ ยา และเวชภัณฑ์ต่างๆ (ชาญวิทย์ รัตนราศรี, 2552)

จากคุณค่าของข้าวเหนียวดำ จึงควรมีการอนุรักษ์ข้าวเหนียวดำพันธุ์พื้นเมืองให้เกิดความยั่งยืน โดยส่งเสริมสนับสนุนการปลูกข้าวเหนียวดำให้เพียงพอต่อการจำหน่ายทางการค้า และส่งเสริมทางการตลาดด้วยคุณค่าทางโภชนาการ คุณภาพการหุงต้ม บรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บ

รักษา เพื่อให้เกิดการบริโภคข้าวเหนียวดำมากขึ้น อันจะส่งผลให้เกษตรกรมีรายได้และชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อให้ได้ข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของข้าวเหนียวดำพันธุ์พื้นเมือง
2. เพื่อให้ได้ดัชนีบ่งชี้อายุการเก็บรักษาของข้าวเหนียวดำพันธุ์พื้นเมือง

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์ต่อการส่งเสริมการบริโภค การเก็บรักษาและการจำหน่ายข้าวเหนียวดำพันธุ์พื้นเมือง

2. กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าวเหนียวดำ อ.คลองหอยโข่ง และ อ.สิงหนคร จ.สงขลา ได้นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

3. ได้เผยแพร่ผลงานวิจัยโดยการตีพิมพ์บทความวิชาการในวารสารวิชาการระดับประเทศ เช่น วารสารอาหาร

4. ได้เผยแพร่ผลงานวิจัยโดยการนำเสนอและจัดนิทรรศการในงานประชุมวิชาการระดับชาติ เช่น งานประชุมวิชาการของ วช. และสกอ.

ขอบเขตการวิจัย

1. ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการแช่และนึ่งข้าวเหนียวดำพันธุ์พื้นเมืองจากโครงการวิจัยย่อยที่ 1

2. ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของข้าวสารเหนียวดำและข้าวเหนียวดำนึ่งสุก

3. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของข้าวเหนียวดำพันธุ์พื้นเมืองระหว่างการเก็บรักษา

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ข้าวเหนียวดำ (black glutinous rice) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Oryza sativa* var.glutinosa มีลักษณะเด่นคือ เมล็ดข้าวมีเยื่อหุ้มสีม่วงแดงจนถึงสีดำ เนื่องจากมีรงควัตถุแอนโทไซยานิน (anthocyanin) ในปริมาณสูง (สำนักพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว, 2554) ข้าวเหนียวดำในภาษาพื้นเมืองของทางภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ เรียกว่า "ข้าวก่ำ" ตามลักษณะสีของเมล็ดที่มีสีแดงเข้ม หรือเรียกว่า แดงก่ำ คือสีม่วง โดยทั่วไปมักพบว่ามีการปลูกข้าวก่ำทั้งข้าวไร่และข้าวนาดำ (จรัญจิต เพ็งรัตน์ และสุวัฒน์ เจียระคงมั่น, 2554)

นวรัตน์ เศรษฐสุวรรณ และคณะ (2553) ศึกษาปริมาณโปรตีน เถ้า และอุณหภูมิเจลาติไนเซชันของข้าวเหนียวดำเปรียบเทียบกับข้าวเหนียวขาว ได้ผลดังตารางที่ 1 พบว่าข้าวเหนียวดำมีโปรตีนและเถ้าสูงกว่าข้าวเหนียวขาว เนื่องจากเมล็ดข้าวเหนียวดำมีส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดที่มีสีเข้ม ซึ่งมีโปรตีน ธาตุเหล็ก ธาตุสังกะสี และวิตามิน จึงทำให้ข้าวเหนียวดำมีปริมาณโปรตีนและสารอนินทรีย์สูงกว่าข้าวเหนียวขาว นอกจากนั้นยังพบว่า ข้าวเหนียวดำมีอุณหภูมิที่เกิดเจลาติไนเซชันสูงกว่าข้าวเหนียวขาว เนื่องจากข้าวเหนียวดำมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าข้าวเหนียวขาว โดยโปรตีนขัดขวางการเกิดเจลาติไนซ์ของสตาร์ช

ตารางที่ 1 โปรตีน เถ้า และอุณหภูมิเจลาติไนเซชันของข้าวเหนียวดำและข้าวเหนียวขาว

รายการ	ข้าวเหนียวดำ	ข้าวเหนียวขาว
โปรตีน (%db)	9.39±0.17	6.65±0.33
เถ้า (%db)	1.54±0.04	0.27±0.02
อุณหภูมิเจลาติไนเซชัน (°C)	67.13±0.06	61.93±0.32

ที่มา: นวรัตน์ เศรษฐสุวรรณ และคณะ (2553)

ข้าวหุงสุกของข้าวเหนียวและข้าวเจ้ามีความแตกต่างกัน โดยข้าวเหนียวมีความหนืดเหนียว เกาะกัน ไม่ร่วนเหมือนข้าวเจ้า การหุงต้มข้าวเหนียวจะทำเช่นเดียวกับข้าวเจ้าไม่ได้ เพราะข้าวเหนียวมีความแน่นมากกว่า ในการหุงต้มจึงต้องแช่ข้าวเหนียวในน้ำไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง หากต้องการให้รวดเร็วขึ้นต้องแช่ในน้ำอุ่น อาจเติมสารส้มเล็กน้อยเพื่อช่วยให้ข้าวเหนียวขาวสะอาดขึ้น นอกจากแช่ในน้ำแล้วอาจแช่ในน้ำเกลือจะช่วยข้าวเหนียวนุ่มขึ้นและการพองตัวดีขึ้น โดยเกลือช่วย

ในเรื่องการนำความร้อนภายในและช่วยในการดึงน้ำออกสู่ภายนอก ทำให้อัตราส่วนของการขยายตัวของข้าวเพิ่มขึ้น การหุงข้าวเหนียวให้นุ่มนิยมใช้วิธีนึ่งโดยใช้ไอน้ำร้อน (สำนักพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว, 2550)

การเก็บรักษาข้าวมีเป้าหมายหลัก คือ ให้มีการสูญเสียของข้าวในขณะเก็บรักษาน้อยที่สุดทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ ในด้านปริมาณ มีการสูญเสียน้ำหนัก เนื่องจาก นก หนู แมลงในโรงเก็บ และการหายใจของเมล็ด ส่วนด้านคุณภาพ เช่น เกิดข้าวเมล็ดเหลือง เกิดกลิ่นเหม็นอับ และมีสิ่งสกปรกเจือปนมาก การเก็บรักษาข้าวโดยทั่วไปควรเก็บรักษาไว้ในสภาพหรือโรงเก็บที่มีความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิของอากาศต่ำ (ในที่แห้งและเย็น) (สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว, 2554) การเก็บรักษาข้าวที่ไม่ถูกวิธีก่อให้เกิดการเสื่อมคุณภาพของข้าวที่เก็บรักษา ซึ่งมาจากหลายสาเหตุ ได้แก่ ความชื้น เชื้อรา มอด และแมลงศัตรูข้าว การเก็บในห้องเย็นที่มีอุณหภูมิประมาณ 18 องศาเซลเซียส และการบรรจุหีบห่อโดยใช้ถุงสุญญากาศหรือถุงบรรจุก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หรือก๊าซเฉื่อยเป็นวิธีการที่ผู้ประกอบการใช้อยู่ในปัจจุบัน

ไพจิตร จันทรวงศ์ และคณะ (2528) ศึกษาความหืนของข้าวสารและข้าวกล้องที่บรรจุในภาชนะต่าง ๆ กัน 4 ชนิด คือ บรรจุในโอ่ง กระสอบป่าน ถุงพลาสติก และถุงพลาสติกสุญญากาศ เก็บไว้ในระยะเวลา 12 เดือน วัดความหืนโดยวิธีวัดค่า Refractive Index N25D ของไขมันในข้าว พบว่า ค่า refractive index ในข้าวสารและข้าวกล้องจะคงที่ในระยะที่ 1 แล้วเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะที่ 2 และเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ในระยะที่ 3 ข้าวสารและข้าวกล้องที่บรรจุในโอ่ง ค่า refractive index จะสูงกว่าที่บรรจุในกระสอบป่านและถุงพลาสติก ส่วนที่บรรจุในถุงพลาสติกสุญญากาศจะเพิ่มขึ้นช้าที่สุด เมื่อครบ 12 เดือน ค่า refractive index ของข้าวสารต่ำกว่าข้าวกล้องในภาชนะบรรจุทั้ง 4 ชนิด สำหรับค่า fat acidity ของข้าวสารและข้าวกล้องที่บรรจุในโอ่งจะมีค่าสูงสุด รองลงมาคือข้าวที่บรรจุในกระสอบและถุงพลาสติก ค่า fat acidity จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 2-3 เดือนแรก และลดลงอย่างช้า ๆ ในเดือนถัดไป แต่สำหรับข้าวสารและข้าวกล้องที่บรรจุในถุงพลาสติกสุญญากาศ ค่า fat acidity จะเพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อเก็บถึงเดือนที่ 6 และจะค่อย ๆ ลดต่ำลงสำหรับข้าวสาร ส่วนในข้าวกล้อง ค่า fat acidity จะสูงขึ้นไปเรื่อย ๆ เมื่อเทียบกับข้าวสารที่เก็บจนถึงเดือนที่ 12 ค่า fat acidity ของข้าวสารจะสูงขึ้นน้อยกว่าข้าวกล้องในทุกชนิดของภาชนะบรรจุและเมื่อเปรียบเทียบคุณภาพข้าวสารและข้าวกล้องที่บรรจุในภาชนะทั้งหมด พบว่า ข้าวสารและข้าวกล้องที่บรรจุในถุงพลาสติกสุญญากาศจะรักษาคุณภาพได้ดีที่สุด

น้ำฝน ศีตะจิตต์ (2541) ศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษาข้าวกล้องพันธุ์หอมมะลิและข้าวกล้องพันธุ์ขาวตาแห้งด้วยเทคนิคไอแอลกอฮอล์ร่วมกับการบรรจุ เป็นเวลา 180 วัน (6 เดือน) โดยศึกษา 3 ปัจจัยร่วมกันคือ ระยะเวลาในการรมไอแอลกอฮอล์ (0, 5, 10, 15 นาที) ชนิดของภาชนะ

บรรจุ (ถุงโพลีโพรพิลีนและถุงโพลีเอทธิลีน) และอุณหภูมิในการเก็บรักษา (20 และ 38 องศาเซลเซียส) ผลการทดลองพบว่า การเก็บในถุงชนิดเดียวกันและอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาเดียวกัน ค่าปริมาณกรดไขมันอิสระ (FFA) ของข้าวที่ไม่ผ่านการรมไอแอลกอฮอล์มีค่าสูงกว่าข้าวที่ผ่านการรมไอแอลกอฮอล์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการรมไอแอลกอฮอล์ที่ระยะเวลาต่างๆ กัน ปริมาณของ FFA ที่เกิดขึ้นจะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% นอกจากนั้นยังพบว่า ข้าวที่ผ่านการรมไอแอลกอฮอล์ และไม่ผ่านการรมไอแอลกอฮอล์นั้นมีปริมาณความชื้น คุณภาพการหุงต้ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การรมไอแอลกอฮอล์มีผลให้ปริมาณจุลินทรีย์ที่มีในข้าวกล้องลดลงมาก โดยไม่ทำให้การสูญเสียวิตามินบีหนึ่งแตกต่างกัน

ส่วนปัจจัยด้านภาชนะบรรจุที่ระดับการรมไอแอลกอฮอล์และอุณหภูมิในการเก็บรักษาเดียวกัน เมื่อเก็บรักษาในช่วง 30-90 วัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ที่ระยะเวลาการเก็บนาน 180 วัน พบว่า ปริมาณของ FFA ที่เกิดขึ้นและการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อข้าวกล้องทั้ง 2 สายพันธุ์ ที่บรรจุในถุงโพลีโพรพิลีน (PP) ดีกว่าถุงโพลีเอทธิลีน (PE) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ภาชนะบรรจุที่ต่างกันไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพการหุงต้ม ปริมาณจุลินทรีย์ การยอมรับของผู้บริโภคและปริมาณวิตามินบีหนึ่ง สำหรับปัจจัยทางด้านอุณหภูมิในการเก็บรักษา พบว่า ในสภาวะการรมไอแอลกอฮอล์ของข้าวกล้องที่บรรจุในถุงชนิดเดียวกันและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 180 วัน ข้าวกล้องทั้ง 2 สายพันธุ์มีปริมาณ FFA เพิ่มขึ้นน้อยกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส และมีคุณภาพการหุงต้มที่ดีกว่า แต่ก็มีการสูญเสียปริมาณของวิตามินบีหนึ่งในระหว่างการเก็บรักษา

เมื่อพิจารณาทั้ง 3 ปัจจัยร่วมกัน จะเห็นว่า ข้าวกล้องที่ผ่านการรมไอแอลกอฮอล์ทั้ง 5, 10, 15 นาที ที่บรรจุในถุงโพลีโพรพิลีนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุด ที่จะใช้ในการยืดอายุการเก็บรักษาข้าวกล้อง โดยที่อายุการเก็บรักษา 6 เดือน ข้าวพันธุ์หอมมะลิมีค่า FFA เพิ่มขึ้น ก่อนเก็บรักษาประมาณ 3.17 เท่า ปริมาณความชื้นใกล้เคียงกันกับก่อนเก็บรักษาคือ ร้อยละ 11-12ค่าการขยายตัวเพิ่มขึ้นจากเดิม 1.32 เท่า ค่าการดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้นจากเดิม 1.15 เท่า และค่า ปริมาณของของแข็งที่ละลายน้ำลดลงจากเดิม 2.07 เท่า สำหรับค่าการยอมรับของผู้บริโภคอยู่ในเกณฑ์การยอมรับได้ระดับปานกลาง โดยที่ปริมาณจุลินทรีย์มีน้อยมาก ซึ่งมีแนวโน้มเช่นเดียวกันกับข้าวกล้องพันธุ์ขาวตาแห้ง คือค่า FFA เพิ่มขึ้นก่อนเก็บรักษาประมาณ 3.22 เท่า ปริมาณความชื้นใกล้เคียงกันกับก่อนเก็บรักษาคือ ร้อยละ 11-12 ค่าการขยายตัวเพิ่มขึ้นจากเดิม 1.10 เท่า ค่าการดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้นจากเดิม 1.19 เท่า และค่าปริมาณของของแข็งที่ละลายน้ำลดลงจากเดิม 1.59 เท่า สำหรับค่าการยอมรับของผู้บริโภคอยู่ในเกณฑ์การยอมรับได้ระดับปานกลาง ปริมาณ

จุลินทรีย์มีน้อยมาก โดยสัมพันธ์กับปริมาณ FFA ของข้าวกล้องพันธุ์หอมมะลิและพันธุ์ขาวตาแห้ง ที่ 0.7 และ 0.28-0.3 มิลลิกรัม KOH ต่อ 100 กรัมข้าว ตามลำดับ

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

วัสดุ

1. วัตถุดิบ
   - ข้าวเหนียวดำพันธุ์พื้นเมือง จากโครงการวิจัยที่ 1
2. บรรจุภัณฑ์
   - ถุงพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีนอย่างหนา ขนาด 5 × 8 นิ้ว
   - ถุงพลาสติกสำหรับบรรจุแบบสุญญากาศ ขนาด 5 × 8 นิ้ว
   - ถุงชนิดอลูมิเนียมฟอยล์ ขนาด 5 × 8 นิ้ว
3. อาหารเลี้ยงเชื้อ
   - อาหารเลี้ยงเชื้อ ได้แก่ potato dextrose agar (PDA) และ plate count agar (PCA)
4. สารเคมี
   - สารเคมีต่างๆที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางเคมี

เครื่องมือ

1. เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่
   - เครื่องวิเคราะห์โปรตีน เครื่องวิเคราะห์ไขมัน เครื่องวิเคราะห์ใยอาหาร ตู้อบไฟฟ้า เตาเผา เครื่อง GLC เครื่อง Atomic absorption และ เครื่อง HPLC เป็นต้น
2. เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ ได้แก่
   - หม้อนึ่งความดันสูง และ ตู้บ่มเชื้อ
3. เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ทางกายภาพ ได้แก่
   - เครื่องวัดค่าสี
4. เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับผลิตข้าวเหนียวดำนึ่ง ได้แก่
   - อุปกรณ์เครื่องครัวต่าง ๆ ได้แก่ ลังถึง กะละมัง ผ้าขาวบาง กระชอน และช้อน เป็นต้น

5. อุปกรณ์สำหรับการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้แก่

- ภาชนะสำหรับทดสอบชิม ถาดเสิร์ฟ แบบประเมิน ปากกา/ดินสอ แก้วน้ำ และกระดาษสติ๊กเกอร์

วิธีการวิจัย

1. ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการแช่และนึ่งข้าวสารเหนียวดำ

นำข้าวสารเหนียวดำของเกษตรกร อ. คลองหอยโข่ง จ.สงขลาจำนวน 2 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์เปลือกดำ ซึ่งมีเปลือกสีดำ และพันธุ์เปลือกขาว ซึ่งมีเปลือกสีเหลืองนวล มาแช่ในน้ำเกลือเข้มข้นร้อยละ 2 อัตราส่วนระหว่างข้าวเหนียวดำต่อน้ำเกลือเท่ากับ 1:1.5 แช่ไว้เป็นเวลา 30, 60, 90, 120, 150 และ 180 นาที จากนั้นนึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10, 15 และ 20นาที นำข้าวเหนียวดำนึ่งสุกมาตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพและทางประสาทสัมผัส ดังนี้

- ความสามารถในการดูดซับน้ำ (water absorption capacity) โดยวิธี Adebowale and Lawal (2004) ของข้าวสารเหนียวดำหลังจากการแช่
- อัตราส่วนการยืดตัว (elongation ratio) ของข้าวสารเหนียวดำหลังแช่น้ำต่อข้าวสารเหนียวดำ และข้าวเหนียวดำหลังนึ่งต่อข้าวสารเหนียวดำ โดยวิธี Juliano and Perze (1984)
- ค่าสีของข้าวสารเหนียวดำและข้าวเหนียวดำนึ่งสุก ด้วยเครื่องวัดค่าสี Hunter Lab
- ความชอบ โดยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสแบบการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของข้าวเหนียวดำนึ่งสุก ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน

พิจารณาคัดเลือกระยะเวลาที่เหมาะสมในการแช่และนึ่งข้าวเหนียวดำมา 1 ชุดการทดลองเพื่อใช้ศึกษาในข้อต่อไป

2. ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการและสมบัติทางเคมีของข้าวสารเหนียวดำ

นำข้าวสารเหนียวดำพันธุ์เปลือกดำจากพื้นที่ปลูก อ.คลองหอยโข่ง และ อ.สิงหนคร จ. สงขลา มาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการดังนี้

- ปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า ความชื้น และใยอาหารโดยวิธี A.O.A.C (1999)
- ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด โดยการคำนวณ
- ปริมาณไขมันอิ่มตัว และโคเลสเตอรอลด้วยเครื่อง GLC
- ปริมาณโซเดียม แคลเซียม และเหล็ก ด้วยเครื่อง Atomic absorption
- ปริมาณน้ำตาล วิตามินเอ วิตามินบี 1 และวิตามินบี 2 ด้วยเครื่องHPLC

3. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของข้าวสารเหนียวดำพันธุ์พื้นเมืองระหว่างการเก็บรักษา

นำข้าวสารเหนียวดำมาใส่ในถุงพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีนบรรจุแบบปกติ ถุงพลาสติกสำหรับบรรจุแบบสุญญากาศ และถุงชนิดอลูมิเนียมฟอยล์บรรจุแบบปกติ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพต่อไปนี้ของข้าวสารเหนียวดำ ทุก ๆ 30 วัน เป็นเวลา 180 วัน (6 เดือน)

3.1 คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่

- สีของข้าวสารเหนียวดำและข้าวเหนียวดำนึ่งสุก ด้วยเครื่องวัดค่าสี Hunter Lab
- ความสามารถในการดูดซับน้ำของข้าวสารเหนียวดำ โดยวิธี Adebowale and Lawal (2004)
- อัตราส่วนการยืดตัวของข้าวเหนียวดำนึ่งต่อข้าวสารเหนียวดำ โดยวิธี Juliano and Perze (1984)

3.2 คุณภาพทางเคมี ได้แก่

- ปริมาณความชื้น โดยวิธี A.O.A.C (1999)
- ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ด้วยเครื่องวัดค่าวอเตอร์แอกทิวิตี
- ปริมาณแอนโธไซยานิน โดยวิธี Abdel-Aal and Hucl (1999)
- Thiobarbituric acid (TBA) โดยวิธี Egan และคณะ (1981)

3.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่

- จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยวิธี pour plate (A.O.A.C, 1999)
- ยีสต์และรา โดยวิธี spread plate (A.O.A.C, 1999)

3.4 คุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้แก่

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสแบบการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน

- ด้านลักษณะปรากฏ สี และกลิ่นของข้าวสารเหนียวดำ
- ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของข้าวเหนียวดำนึ่ง

3.5 คุณภาพทางด้านแมลง เช่น มอด มด โดยการสังเกต

4. การวางแผนทดลองและการวิเคราะห์ทางสถิติ

4.1 การวางแผนการทดลอง

- การศึกษาในข้อ 1 วางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล 6 x 3
- การศึกษาในข้อ 3 วางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล 3 x 7
- การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองแบบบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design: RCBD)

4.2 การวิเคราะห์ทางสถิติ

- วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ Analysis of Variance (ANOVA)
- เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองด้วย Duncan's multiple range test (DMRT)

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ระยะเวลาที่เหมาะสมในการแช่และนึ่งข้าวสารเหนียวดำ

จากการนำข้าวสารเหนียวดำของเกษตรกร อ. คลองหอยโข่ง โดยพันธุ์ข้าวเหนียวดำที่นำมาวิจัยคือ พันธุ์เปลือกดำ ซึ่งส่วนเปลือกมีสีดำ และพันธุ์เปลือกขาว ซึ่งส่วนเปลือกมีสีเหลืองนวล แต่เมื่อนำมาขัดสี ลักษณะปรากฏและสีของข้าวสารเหนียวดำทั้งสองพันธุ์จะแตกต่างกันเล็กน้อย โดยข้าวสารเหนียวดำพันธุ์เปลือกดำแต่ละเมล็ดจะมีสีดำปะปนอยู่กับสีขาวมากกว่าข้าวสารเหนียวดำพันธุ์เปลือกขาว ดังภาพที่ 1

ภาพที่ 1 ข้าวสารเหนียวดำพันธุ์เปลือกดำและพันธุ์เปลือกขาว

จากการศึกษาในเบื้องต้น เมื่อแช่ข้าวสารเหนียวดำพันธุ์เปลือกดำและพันธุ์เปลือกขาวในน้ำเกลือตั้งแต่ 30 นาที จนถึง 180 นาที และนึ่งตั้งแต่ 10 นาที จนถึง 20 นาที พบว่า ข้าวเหนียวดำนึ่งที่แช่ในน้ำเกลือทุกชุดการทดลองมีเนื้อสัมผัสแข็งกว่าข้าวเหนียวดำนึ่งที่แช่ในน้ำเปล่า ผลที่ได้ดังกล่าวขัดแย้งกับการนึ่งข้าวเหนียวขาวซึ่งมีรายงานว่า การแช่ในน้ำเกลือช่วยให้ข้าวเหนียวนุ่มขึ้นและมีการพองตัวดีขึ้น โดยเกลือช่วยในเรื่องการนำความร้อนภายในและช่วยในการดึงน้ำออกสู่ภายนอก ทำให้อัตราส่วนของการขยายตัวของข้าวเพิ่มขึ้น (สำนักพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว, 2550) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะข้าวเหนียวขาวมีปริมาณเยื่อหุ้มเมล็ดน้อยกว่าข้าวเหนียวดำ เนื่องจากการขัดสี

ข้าวเหนียวขาวต้องขัดสีเยื่อหุ้มเมล็ดออกจนหมด เพื่อให้ข้าวเหนียวมีสีขาวสม่ำเสมอทั้งเมล็ด ขณะที่ข้าวเหนียวดำมีเม็ดสีอยู่ในส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ด จึงขัดสีเพียงเพื่อเอาเปลือกออก แต่ยังคงมีเยื่อหุ้มเมล็ดอยู่ เมื่อแช่ข้าวเหนียวดำในน้ำเกลือ เกลือจะทำให้เยื่อหุ้มเมล็ดแข็งขึ้น น้ำซึมผ่านเข้าไปภายในได้ยาก เมื่อนึ่งจึงมีเนื้อสัมผัสแข็ง

การวิจัยจึงปรับเปลี่ยนเป็นการแช่ในน้ำเปล่าแทนน้ำเกลือ อย่างไรก็ตามแม้จะแช่ข้าวสารเหนียวดำในน้ำเปล่า แต่ที่ระยะเวลาการแช่นาน 180 นาที (3 ชั่วโมง) ร่วมกับการนึ่งนาน 20 นาที ข้าวเหนียวดำนึ่งที่ได้ยังคงมีเนื้อสัมผัสแข็งอยู่ จึงปรับเพิ่มเวลาในการแช่เป็น 6 ชั่วโมง และแช่ไว้ค้างคืน พบว่า การเพิ่มระยะเวลาในการแช่ไม่ได้ช่วยให้ข้าวเหนียวดำนุ่มขึ้น เพราะชุดการทดลองที่นึ่งนาน 20 นาที ยังคงมีเนื้อสัมผัสแข็ง จึงศึกษาเพิ่มระยะเวลาการนึ่ง พบว่า การแช่ข้าวเหนียวดำในน้ำอย่างน้อย 3 ชั่วโมง ร่วมกับการนึ่งอย่างน้อย 40 นาที ขึ้นไป จะได้ข้าวเหนียวดำนึ่งที่มีความนุ่ม หากเปรียบเทียบกับการนึ่งข้าวเหนียวขาว ข้าวเหนียวดำจะใช้เวลาในการนึ่งนานกว่า เนื่องจากข้าวเหนียวดำมีเยื่อหุ้มเมล็ดอยู่ทำให้ไอน้ำเข้าไปภายในเมล็ดได้ยากกว่า นอกจากนั้นข้าวเหนียวดำยังมีโปรตีนสูง ซึ่งโปรตีนจะขัดขวางการเกิดเจลาติไนซ์ของสตาร์ช จึงมีอุณหภูมิที่เกิดเจลาติไนเซชันสูงกว่าข้าวเหนียวขาว คือ อุณหภูมิ 67.13 และ 61.93 องศาเซลเซียส ตามลำดับ (นวรัตน์เศรษฐสุวรรณ และคณะ, 2553) เมื่อพิจารณาข้อมูลที่ได้จึงเห็นได้ว่า ชุดการทดลองที่เสนอไว้ในโครงการวิจัยซึ่งกำหนดสภาวะการวิจัยโดยอาศัยข้อมูลจากข้าวเหนียวขาวนั้น ไม่คลอบคลุมการหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการแช่และนึ่งข้าวเหนียวดำ

ดังนั้นเพื่อการหาสภาวะที่เหมาะสมต่อการนึ่งข้าวเหนียวดำที่ดีที่สุด จึงปรับเปลี่ยนการวิจัยในข้อนี้ โดยการแช่ข้าวสารเหนียวดำในน้ำเปล่านาน 3 และ 4 ชั่วโมง ร่วมกับนึ่งนาน 40, 50 และ 60 นาที ผลการวิจัยที่ได้ของข้าวเหนียวดำแต่ละสายพันธุ์ มีดังนี้

1.1 ระยะเวลาที่เหมาะสมในการแช่และนึ่งข้าวสารเหนียวดำพันธุ์เปลือกดำ

เมื่อนำข้าวสารเหนียวดำพันธุ์เปลือกดำมาแช่น้ำ 3 และ 4 ชั่วโมง พบว่า ข้าวสารเหนียวดำมีความสามารถในการดูดซับน้ำ ดังตารางที่ 2 โดยระยะเวลาการแช่เพิ่มขึ้นจาก 3 ชั่วโมงเป็น 4 ชั่วโมง มีผลให้ความสามารถในการดูดซับน้ำของข้าวสารเหนียวดำเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่อัตราส่วนการยืดตัวของข้าวสารเหนียวดำที่แช่น้ำต่อข้าวสารเหนียวดำไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$)

ตารางที่ 2 ความสามารถในการดูดซับน้ำและอัตราส่วนการยืดตัวของข้าวเหนียวดำพันธุ์เปลือกดำที่แช่น้ำ 3 และ 4 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับข้าวสารเหนียวดำ

ระยะเวลาการแช่น้ำ (ชั่วโมง)	ความสามารถในการดูดซับน้ำ (%)	อัตราส่วนการยืดตัวของข้าวสารแช่น้ำต่อข้าวสาร (เท่า)
3	31.56 ± 0.37^{b}	1.04 ± 0.03^{ns}
4	44.78 ± 1.27^{a}	1.07 ± 0.03^{ns}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

เมื่อนำข้าวเหนียวดำมานึ่งพบว่า ระยะเวลาการแช่และระยะเวลาการนึ่งที่เพิ่มขึ้นมีผลให้การยืดตัวของข้าวเหนียวเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาในทางสถิติพบว่า ระยะเวลาการแช่ที่ 3 และ 4 ชั่วโมง ร่วมกับระยะเวลาการนึ่งที่ 40, 50 และ 60 นาที มีผลต่อการยืดตัวของข้าวเหนียวดำไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 อัตราส่วนการยืดตัวของข้าวเหนียวดำพันธุ์เปลือกดำที่แช่น้ำ 3 และ 4 ชั่วโมง ร่วมกับการนึ่งที่ 40, 50 และ 60 นาที เปรียบเทียบกับข้าวสารเหนียวดำ

ระยะเวลาการแช่น้ำ (ชั่วโมง)	ระยะเวลาการนึ่ง (นาที)	อัตราส่วนการยืดตัวของข้าวนึ่งต่อข้าวสาร (เท่า)
3	40	1.07 ± 0.01^{ns}
	50	1.10 ± 0.01^{ns}
	60	1.15 ± 0.05^{na}
4	40	1.08 ± 0.01^{ns}
	50	1.11 ± 0.01^{ns}
	60	1.16 ± 0.01^{ns}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากนั้นนำมาวัดค่าสี ได้ผลดังตารางที่ 4 พบว่า ระยะเวลาการแช่และระยะเวลาการนึ่งที่แตกต่างกัน ให้ค่าความสว่าง (L*) ของข้าวเหนียวดำนึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) แต่ให้ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อพิจาณาผลของระยะเวลาการแช่ พบว่า ข้าวเหนียวดำที่แช่น้ำทั้งสองช่วงเวลาต่างมีค่าสีแดงลดลงเมื่อระยะเวลาการนึ่งเพิ่มขึ้น เนื่องจากสารสีแอนโทไซยานินไม่ทนต่อความร้อน ส่วนค่าสีเหลืองของข้าวเหนียวดำที่แช่น้ำ 3 ชั่วโมง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการนึ่ง ขณะที่ค่าสีเหลืองของข้าวเหนียวดำที่แช่น้ำ 4 ชั่วโมง มีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาการนึ่งเพิ่มขึ้น จึงสรุปไม่ได้ว่า ระยะเวลาการแช่และการนึ่งมีผลต่อค่าสีเหลืองในลักษณะใด ทั้งนี้เนื่องจากการกระจายตัวของเม็ดสีในข้าวเหนียวดำไม่สม่ำเสมอทั่วทั้งเมล็ด จึงทำให้ค่าสีที่วัดได้มีผลไม่แน่นอน

ตารางที่ 4 ค่าสีของข้าวเหนียวดำพันธุ์เปลือกดำที่แช่น้ำ 3 และ 4 ชั่วโมง ร่วมกับการนึ่งที่ 40, 50 และ 60 นาที

ระยะเวลา		ค่าสี		
การแช่น้ำ (ชั่วโมง)	การนึ่ง (นาที)	L*	a*	b*
3	40	20.54 ± 0.61^{ns}	3.78 ± 0.52^{a}	0.73 ± 0.58^{ab}
	50	20.90 ± 0.76^{ns}	3.59 ± 1.18^{abc}	1.12 ± 0.38^{ab}
	60	21.03 ± 0.48^{ns}	2.00 ± 0.14^{c}	1.44 ± 0.20^{a}
4	40	20.43 ± 0.56^{ns}	3.44 ± 0.37^{ab}	1.00 ± 0.39^{ab}
	50	20.62 ± 0.78^{ns}	3.34 ± 0.91^{abc}	0.37 ± 0.45^{bc}
	60	20.89 ± 0.73^{ns}	2.29 ± 0.79^{bc}	-0.50 ± 0.96^{c}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

เมื่อประเมินด้านประสาทสัมผัสแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ โดยผู้ทดสอบชิม 30 คนได้ผลดังตารางที่ 5 พบว่า ข้าวเหนียวดำที่แช่น้ำ 4 ชั่วโมงและนึ่ง 50 นาที ได้รับคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะมากที่สุด ($p<0.05$) เนื่องจากปริมาณเมล็ดข้าวแตกหักน้อย เนื้อสัมผัสนุ่ม ไม่แฉะ ส่วนข้าวเหนียวดำนึ่งจากชุดการทดลองอื่นๆ มีเนื้อสัมผัสค่อนข้างแข็งถึงดิบเล็กน้อย ยกเว้นข้าวเหนียวดำที่แช่น้ำ 4 ชั่วโมงและนึ่ง 60 นาที มีเนื้อสัมผัสนุ่ม แต่ค่อนข้างแฉะเล็กน้อย ดังนั้นจึงเลือกข้าวเหนียวดำพันธุ์เปลือกดำที่แช่น้ำ 4 ชั่วโมง และนึ่ง 50 นาที มาศึกษาในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 5 คะแนนความชอบของข้าวเหนียวดำพันธุ์เปลือกดำที่แช่น้ำ 3 และ 4 ชั่วโมง ร่วมกับการนึ่งที่ 40, 50 และ 60 นาที

ระยะเวลา		คะแนนความชอบ					
การแช่น้ำ (ชั่วโมง)	การนึ่ง (นาที)	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
3	40	7.23 ± 1.16^{ab}	7.23 ± 1.19^{b}	6.93 ± 0.90^{b}	6.93 ± 1.14^{b}	7.16 ± 1.05^{ab}	7.16 ± 0.87^{b}
	50	7.40 ± 0.72^{ab}	7.23 ± 0.93^{b}	7.06 ± 0.90^{b}	7.40 ± 0.93^{ab}	7.13 ± 1.10^{b}	7.26 ± 1.14^{ab}
	60	7.40 ± 0.89^{ab}	7.33 ± 0.95^{b}	7.16 ± 0.98^{b}	7.00 ± 1.05^{b}	7.20 ± 1.12^{ab}	7.33 ± 0.92^{ab}
4	40	7.06 ± 0.94^{ab}	7.10 ± 1.12^{b}	7.20 ± 1.03^{b}	6.93 ± 0.98^{b}	7.23 ± 0.81^{ab}	7.33 ± 1.02^{ab}
	50	7.63 ± 0.76^{a}	7.93 ± 0.63^{a}	7.86 ± 0.89^{a}	7.56 ± 1.04^{a}	7.70 ± 1.12^{a}	7.73 ± 0.82^{a}
	60	7.26 ± 0.86^{ab}	7.20 ± 0.88^{b}	7.26 ± 0.98^{b}	7.30 ± 0.79^{ab}	7.10 ± 0.84^{b}	7.43 ± 0.81^{ab}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

1.2 ระยะเวลาที่เหมาะสมในการแช่และนึ่งข้าวสารเหนียวดำพันธุ์เปลือกขาว

เมื่อนำข้าวสารเหนียวดำพันธุ์เปลือกขาวมาแช่น้ำและนึ่งเป็นระยะเวลาเดียวกับข้าวสารเหนียวดำพันธุ์เปลือกดำ พบว่า ระยะเวลาการแช่ที่เพิ่มขึ้นจาก 3 ชั่วโมงเป็น 4 ชั่วโมง มีผลให้ความสามารถในการดูดซับน้ำและการยืดตัวของข้าวสารเหนียวดำเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ดังตารางที่ 6 เมื่อนำมานึ่ง พบว่า ระยะเวลาการนึ่งมีผลให้การยืดตัวของข้าวสารเหนียวดำเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) เช่นกัน ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 6 ความสามารถในการดูดซับน้ำและอัตราส่วนการยืดตัวของข้าวเหนียวดำพันธุ์เปลือกขาวที่แช่น้ำ 3 และ 4 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับข้าวสารเหนียวดำ

ระยะเวลาการแช่น้ำ (ชั่วโมง)	ความสามารถในการดูดซับน้ำ (%)	อัตราส่วนการยืดตัวของข้าวสารแช่น้ำต่อข้าวสาร (เท่า)
3	45.38 ± 1.50^{ns}	1.04 ± 0.03^{ns}
4	46.92 ± 0.15^{ns}	1.05 ± 0.01^{ns}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 7 อัตราส่วนการยืดตัวของข้าวเหนียวดำพันธุ์เปลือกขาวที่แช่น้ำ 3 และ 4 ชั่วโมง ร่วมกับการนึ่งที่40, 50 และ 60 นาที เปรียบเทียบกับข้าวสารเหนียวดำ

ระยะเวลาการแช่น้ำ (ชั่วโมง)	ระยะเวลาการนึ่ง (นาที)	อัตราส่วนการยืดตัวของข้าวนึ่งต่อข้าวสาร (เท่า)
3	40	1.03 ± 0.01^{ns}
	50	1.05 ± 0.01^{ns}
	60	1.12 ± 0.04^{ns}
4	40	1.04 ± 0.01^{ns}
	50	1.06 ± 0.01^{ns}
	60	1.13 ± 0.03^{ns}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากนั้นนำมาวัดค่าสี ได้ผลดังตารางที่ 8 พบว่า ระยะเวลาการแช่และระยะเวลาการนึ่งที่เพิ่มขึ้น ทำให้ค่าความสว่าง (L*) ของข้าวเหนียวดำเพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) แต่ค่าสีแดง (a*) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ส่วนค่าสีเหลือง (b*) นั้น ไม่สามารถสรุปความสัมพันธ์กับระยะเวลาการแช่และการนึ่งได้เช่นเดียวกับข้าวเหนียวดำพันธุ์เปลือกดำ

ตารางที่ 8 ค่าสีของข้าวเหนียวดำพันธุ์เปลือกขาวที่แช่น้ำ 3 และ 4 ชั่วโมง ร่วมกับการนึ่งที่ 40, 50 และ 60 นาที

ระยะเวลา		ค่าสี		
การแช่น้ำ (ชั่วโมง)	การนึ่ง (นาที)	L*	a*	b*
3	40	19.88 ± 1.22^{c}	3.53 ± 0.89^{ns}	2.02 ± 1.24^{a}
	50	24.45 ± 3.45^{ab}	3.62 ± 1.03^{ns}	1.44 ± 0.87^{ab}
	60	23.65 ± 2.50^{ab}	3.24 ± 0.93^{ns}	0.74 ± 0.81^{ab}
4	40	20.82 ± 1.02^{bc}	3.70 ± 1.10^{ns}	0.46 ± 0.67^{ab}
	50	23.85 ± 1.50^{ab}	3.48 ± 1.12^{ns}	0.61 ± 1.04^{ab}
	60	26.57 ± 1.10^{a}	2.54 ± 1.01^{ns}	3.70 ± 0.51^{b}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

เมื่อประเมินความชอบด้านประสาทสัมผัส ได้ผลดังตารางที่ 9 พบว่า ข้าวเหนียวดำนึ่งทุกชุดการทดลองได้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏสีและเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) ส่วนกลิ่น รสชาติ และความชอบรวม พบว่า ข้าวเหนียวดำนึ่งที่แช่น้ำ 4 ชั่วโมงและนึ่ง 50 นาที ได้คะแนนความชอบด้านกลิ่น รสชาติ และความชอบรวมมากที่สุด ($p < 0.05$) จึงเลือกข้าวเหนียวดำพันธุ์เปลือกขาวที่แช่น้ำ 4 ชั่วโมง และนึ่ง 50 นาที มาศึกษาในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 9 คะแนนความชอบของข้าวเหนียวดำพันธุ์เปลือกขาวที่แช่น้ำ 3 และ 4 ชั่วโมง ร่วมกับการนึ่งที่ 40, 50 และ 60 นาที

ระยะเวลา		คะแนนความชอบ					
การแช่น้ำ (ชั่วโมง)	การนึ่ง (นาที)	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
3	40	7.00 ± 0.90^{ns}	7.03 ± 0.96^{ns}	6.80 ± 1.27^{b}	6.66 ± 0.92^{b}	7.10 ± 0.88^{ns}	6.66 ± 0.95^{b}
	50	7.03 ± 0.88^{ns}	7.20 ± 1.06^{ns}	6.93 ± 1.36^{ab}	6.70 ± 1.20^{b}	6.96 ± 1.06^{ns}	6.93 ± 1.17^{ab}
	60	7.26 ± 0.98^{ns}	7.30 ± 0.74^{ns}	7.26 ± 1.41^{ab}	6.86 ± 1.13^{ab}	7.20 ± 0.96^{ns}	6.90 ± 1.02^{ab}
4	40	7.06 ± 0.98^{ns}	7.33 ± 0.92^{ns}	7.10 ± 1.34^{ab}	6.93 ± 0.90^{ab}	6.80 ± 1.39^{ns}	7.00 ± 0.90^{ab}
	50	7.10 ± 0.92^{ns}	7.26 ± 0.98^{ns}	7.60 ± 0.96^{a}	7.30 ± 0.87^{a}	7.16 ± 1.08^{ns}	7.40 ± 0.85^{a}
	60	7.13 ± 0.93^{ns}	7.33 ± 0.75^{ns}	7.10 ± 1.06^{ab}	7.03 ± 0.96^{ab}	7.06 ± 1.38^{ns}	7.00 ± 1.28^{ab}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

1.3 คัดเลือกพันธุ์ข้าวเหนียวดำที่ได้รับคะแนนความชอบมากที่สุด

จากผลการวิจัยข้อ 1.1 และ 1.2 พบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการแช่และนึ่งข้าวเหนียวดำทั้งพันธุ์เปลือกดำและเปลือกขาว คือ แช่ 4 ชั่วโมงและนึ่ง 50 นาที ลักษณะของข้าวเหนียวดำนึ่งทั้งสองพันธุ์ ดังภาพที่ 2

ข้าวเหนียวดำพันธุ์เปลือกดำ ข้าวเหนียวดำพันธุ์เปลือกขาว

ภาพที่ 2 ข้าวเหนียวดำพันธุ์เปลือกดำและพันธุ์เปลือกขาวที่แช่น้ำ 4 ชั่วโมงร่วมกับการนึ่ง 50 นาที

เมื่อนำข้าวเหนียวดำทั้งสองพันธุ์มาประเมินความชอบทางประสาทสัมผัสเปรียบเทียบกัน ได้ผลดังตารางที่ 10 พบว่า ข้าวเหนียวดำพันธุ์เปลือกดำได้คะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะมากกว่าข้าวเหนียวดำพันธุ์เปลือกขาว ดังนั้นจึงเลือกข้าวเหนียวดำพันธุ์เปลือกดำมาศึกษาในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 10 คะแนนความชอบด้านประสาทสัมผัสของข้าวเหนียวดำพันธุ์เปลือกดำและพันธุ์เปลือกขาวที่แช่น้ำ 4 ชั่วโมงร่วมกับการนึ่ง 50 นาที

พันธุ์ข้าวเหนียว	คะแนนความชอบ					
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
เปลือกดำ	7.66 ± 0.84^{ns}	7.53 ± 1.04^{ns}	8.03 ± 0.80^{a}	7.56 ± 1.05^{ns}	7.50 ± 0.77^{ns}	7.96 ± 0.96^{a}
เปลือกขาว	7.30 ± 0.91^{ns}	7.23 ± 1.04^{ns}	7.40 ± 0.81^{b}	7.33 ± 1.02^{ns}	7.26 ± 0.90^{ns}	7.26 ± 1.33^{b}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

2. คุณค่าทางโภชนาการของข้าวสารเหนียวดำ

จากการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของข้าวสารเหนียวดำพันธุ์เปลือกดำเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ปลูก อ.คลองหอยโข่ง และ อ.สิงหนคร พบว่า สภาพพื้นที่การปลูกมีอิทธิพลต่อคุณค่าทางโภชนาการของข้าวสารเหนียวดำ โดยข้าวสารเหนียวดำจาก อ.คลองหอยโข่ง ซึ่งเป็นพื้นที่ดอนมีน้ำน้อย มีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าข้าวสารเหนียวดำจาก อ.สิงหนคร ซึ่งเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำมาก ดังตารางที่ 11 ยกเว้นปริมาณโซเดียมและวิตามินบี 2 ที่ข้าวสารเหนียวดำจาก อ.สิงหนคร มีปริมาณสูงกว่าข้าวสารเหนียวดำจาก อ.คลองหอยโข่ง การที่ข้าวสารเหนียวดำจาก อ.สิงหนคร มีปริมาณโซเดียมสูง เพราะ อ.สิงหนคร เป็นพื้นใกล้เขตทะเล จึงทำให้ดินมีโซเดียมคลอไรด์สูง ส่งผลให้ข้าวเหนียวดำที่ปลูกในพื้นที่ดังกล่าวดูดซึมโซเดียมคลอไรด์ไว้ในเมล็ดข้าวด้วย

ตารางที่ 11 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวสารเหนียวดำจาก อ.คลองหอยโข่ง เปรียบเทียบกับ อ.สิงหนคร

คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณต่อ 100 กรัม	
	อ.คลองหอยโข่ง	อ.สิงหนคร
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	364	360
พลังงานจากไขมัน (กิโลแคลอรี)	23	21
ไขมันทั้งหมด (กรัม)	2.58	2.31
ไขมันอิ่มตัว (กรัม)	0.61	0.54
โคเลสเตอรอล (มิลลิกรัม)	Not detected	Not detected
โปรตีน (กรัม)	9.61	6.60
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (กรัม)	75.69	73.26
ใยอาหาร (กรัม)	1.75	1.29
น้ำตาล (กรัม)	0.41	0.31
โซเดียม (มิลลิกรัม)	25	33
วิตามินเอ (ไมโครกรัม)	2	2
วิตามินบี 1 (มิลลิกรัม)	0.28	0.22
วิตามินบี 2 (มิลลิกรัม)	0.06	0.13
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	14	10
เหล็ก (มิลลิกรัม)	0.83	0.67

3. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของข้าวเหนียวดำพันธุ์พื้นเมืองระหว่างการเก็บรักษา

จากการนำข้าวสารเหนียวดำพันธุ์เปลือกดำจาก อ.คลองหอยโข่ง จ.สงขลา มาใส่ในบรรจุภัณฑ์ 3 ลักษณะการบรรจุ คือ ถุงพลาสติกบรรจุปกติ ถุงพลาสติกบรรจุสุญญากาศ และถุงอลูมิเนียมฟอยล์บรรจุปกติ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 180 วัน (6 เดือน) การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของข้าวสารเหนียวดำระหว่างการเก็บรักษา ได้ผลดังนี้

3.1 คุณภาพทางกายภาพ

3.1.1 สีของข้าวสารเหนียวดำและข้าวเหนียวดำนึ่ง

ผลการศึกษา พบว่า ค่าความสว่างและค่าสีเหลืองของข้าวสารเหนียวดำและข้าวเหนียวดำนึ่งทั้ง 3 ลักษณะการบรรจุ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาเก็บ ขณะที่ค่าสีแดงมีแนวโน้มลดลง (ตารางที่ 12 - 17) สอดคล้องกับสีของข้าวสารเหนียวดำที่มองเห็นมีการซีดจางลง เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบลักษณะของการบรรจุ พบว่า ค่าความสว่าง ค่าสีแดง และค่าสีเหลืองของข้าวสารเหนียวดำไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) แต่ในข้าวเหนียวดำนึ่งมีความแตกต่างกัน ($p < 0.05$) โดยข้าวเหนียวดำนึ่งจากข้าวสารเหนียวดำในถุงพลาสติกบรรจุแบบปกติมีค่าความสว่างสูงกว่าถุงพลาสติกบรรจุแบบสุญญากาศและถุงอลูมิเนียมฟอยล์บรรจุแบบปกติ ตามลำดับ แต่มีค่าสีแดงต่ำกว่า ส่วนค่าสีเหลืองไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$)

ตารางที่ 12 ค่าความสว่าง (L*) ของข้าวสารเหนียวดำ 3 ลักษณะการบรรจุ ในระหว่างการเก็บรักษา

ลักษณะการบรรจุ	ระยะเวลาเก็บรักษา						
	0 เดือน^{ns}	1 เดือน^{ns}	2 เดือน^{ns}	3 เดือน^{ns}	4 เดือน^{ns}	5 เดือน^{ns}	6 เดือน^{ns}
ปกติ	36.22±1.47	39.16±2.96	38.92±1.08	39.21±0.73	41.45±3.41	53.32±2.41	57.35±0.69
สุญญากาศ	36.22±1.47	36.26±2.18	39.11±1.57	38.68±3.07	40.10±3.41	52.13±2.81	57.41±1.05
ฟอยล์	36.22±1.47	39.81±1.65	39.87±2.17	38.48±2.03	37.65±2.33	52.88±1.56	57.63±1.55

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 13 ค่าสีแดง (a*) ของข้าวสารเหนียวดำ 3 ลักษณะการบรรจุ ในระหว่างการเก็บรักษา

ลักษณะการบรรจุ	ระยะเวลาเก็บรักษา						
	0 เดือน^{ns}	1 เดือน^{ns}	2 เดือน^{ns}	3 เดือน^{ns}	4 เดือน^{ns}	5 เดือน^{ns}	6 เดือน^{ns}
ปกติ	2.39±0.23	2.02±0.33	2.90±0.25	2.46±0.28	2.90±0.63	1.34±0.18	0.35±1.34
สุญญากาศ	2.39±0.23	2.41±0.28	2.48±0.36	2.91±0.40	3.65±0.83	1.53±0.22	1.28±0.18
ฟอยล์	2.39±0.23	1.86±0.58	2.11±0.17	2.77±0.43	3.48±0.59	1.53±0.04	1.60±0.22

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 14 ค่าสีเหลือง (b*) ของข้าวสารเหนียวดำ 3 ลักษณะการบรรจุ ในระหว่างการเก็บรักษา

ลักษณะการบรรจุ	ระยะเวลาเก็บรักษา						
	0 เดือน^{ns}	1 เดือน^{ns}	2 เดือน^{ns}	3 เดือน^{ns}	4 เดือน^{ns}	5 เดือน^{ns}	6 เดือน^{ns}
ปกติ	4.52±1.14	3.89±0.52	3.40±0.67	5.08±1.02	1.69±1.32	5.56±0.88	4.20±0.16
สุญญากาศ	4.52±1.14	3.65±0.12	3.75±0.02	4.79±1.67	2.91±1.03	4.83±1.01	5.11±0.54
ฟอยล์	4.52±1.14	3.49±0.87	3.57±0.39	4.86±1.13	2.81±1.03	4.47±0.80	5.30±1.20

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 15 ค่าความสว่าง (L*) ของข้าวเหนียวดำนึ่งจากข้าวสารเหนียวดำ 3 ลักษณะการบรรจุ ในระหว่างการเก็บรักษา

ลักษณะการบรรจุ	ระยะเวลาเก็บรักษา						
	0 เดือน^{ns}	1 เดือน^{ns}	2 เดือน	3 เดือน^{ns}	4 เดือน^{ns}	5 เดือน^{ns}	6 เดือน
ปกติ	29.57±0.95	25.59±1.25	28.56±0.70^{a}	23.47±2.99	22.10±2.07	19.94±0.29	25.57±0.61^{a}
สุญญากาศ	29.57±0.95	24.88±1.28	21.73±2.13^{b}	22.32±1.29	20.67±1.38	22.90±2.87	22.81±1.94^{b}
ฟอยล์	29.57±0.95	23.96±1.11	21.58±2.88^{b}	21.13±1.27	23.54±1.96	21.01±1.05	20.43±0.13^{c}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 16 ค่าสีแดง (a*) ของข้าวเหนียวดำนึ่งจากข้าวสารเหนียวดำ 3 ลักษณะการบรรจุในระหว่างการเก็บรักษา

ลักษณะการบรรจุ	ระยะเวลาเก็บรักษา						
	0 เดือน^{ns}	1 เดือน^{ns}	2 เดือน	3 เดือน^{ns}	4 เดือน^{ns}	5 เดือน	6 เดือน
ปกติ	1.46±0.35	2.91±0.29	1.78±0.59^{b}	2.91±0.36	5.53±1.26	2.58±0.43^{b}	3.12±0.45^{b}
สุญญากาศ	1.46±0.35	3.26±0.92	4.10±1.30^{a}	2.97±0.51	5.60±0.89	2.74±0.54^{b}	3.35±0.23^{b}
ฟอยล์	1.46±0.35	4.05±0.58	4.20±1.29^{a}	2.27±1.01	6.46±0.97	5.44±0.69^{a}	5.36±0.33^{a}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

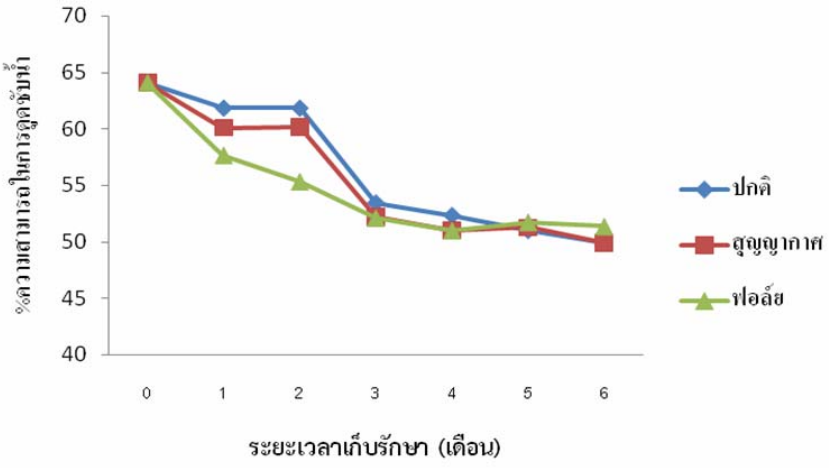
ตารางที่ 17 ค่าสีเหลือง (b*) ของข้าวเหนียวดำนึ่งจากข้าวสารเหนียวดำ 3 ลักษณะการบรรจุในระหว่างการเก็บรักษา

ลักษณะการบรรจุ	ระยะเวลาเก็บรักษา						
	0 เดือน^{ns}	1 เดือน^{ns}	2 เดือน	3 เดือน^{ns}	4 เดือน^{ns}	5 เดือน	6 เดือน^{ns}
ปกติ	-0.37±0.15	-0.11±0.52	-0.53±0.59^{b}	0.34±0.18	1.48±0.64	1.57±0.45^{a}	0.62±0.23
สุญญากาศ	-0.37±0.15	0.66±0.95	1.20±0.95^{a}	0.27±0.47	1.82±0.81	0.45±0.22^{b}	0.52±0.34
ฟอยล์	-0.37±0.15	0.84±0.79	0.68±0.79^{a}	0.67±0.24	0.60±0.25	0.63±0.13^{b}	0.97±0.48

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

3.1.2 ความสามารถในการดูดซับน้ำของข้าวสารเหนียวดำ

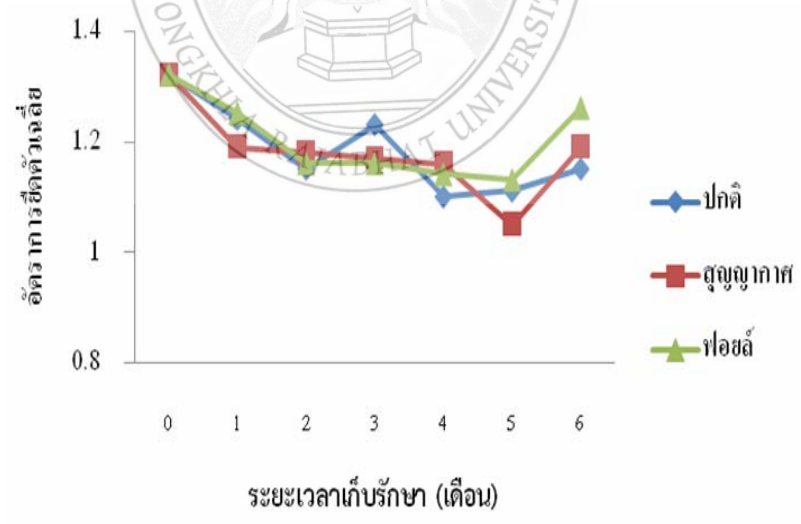
จากผลการศึกษา พบว่า ความสามารถในการดูดซับน้ำของข้าวสารเหนียวดำทั้ง 3 ลักษณะการบรรจุ มีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บ (ภาพที่ 3) เนื่องจากโปรตีนที่ผิวเมล็ดข้าวมีพันธะไดซัลไฟด์เพิ่ม เมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้นทำให้โปรตีนขัดขวางการดูดซับน้ำ จึงส่งผลให้น้ำผ่านเข้าไปในโครงสร้างของเมล็ดข้าวได้ยากขึ้น (นราพร ดาลัย, 2553) ความสามารถในการดูดซับน้ำของข้าวสารเหนียวดำจึงมีแนวโน้มลดลงและระยะเวลาในการหุงต้มนานขึ้น (Zhou *et al*; 2007; Butt *et al*; 2008) สอดคล้องกับงานวิจัยของพัสกร เจียตระกูล และคณะ (2546) ซึ่งรายงานว่าการเก็บรักษาข้าวขาวดอกมะลิ 105 เป็นเวลา 6 เดือน ที่อุณหภูมิห้อง มีผลต่อการหุงต้ม โดยความสามารถในการดูดซับน้ำของข้าวสารเหนียวดำในถุงพลาสติกบรรจุแบบปกติมีค่าสูงสุด รองลงมา คือ ข้าวสารเหนียวดำในถุงพลาสติกบรรจุแบบสุญญากาศ และถุงอลูมิเนียมฟอยล์บรรจุแบบปกติ ตามลำดับ



ภาพที่ 3 ความสามารถในการดูดซับน้ำของข้าวสารเหนียวดำ 3 ลักษณะการบรรจุในระหว่างการเก็บรักษา

3.1.3 อัตราส่วนการยืดตัวของข้าวเหนียวดำนึ่งต่อข้าวสารเหนียวดำ

จากผลการศึกษา พบว่า อัตราส่วนการยืดตัวของข้าวเหนียวดำนึ่งต่อข้าวสารเหนียวดำทั้ง 3 ลักษณะการบรรจุ มีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บ (ภาพที่ 4) โดยมีความแตกต่างกันเล็กน้อยในข้าวสารเหนียวดำแต่ละลักษณะการบรรจุ

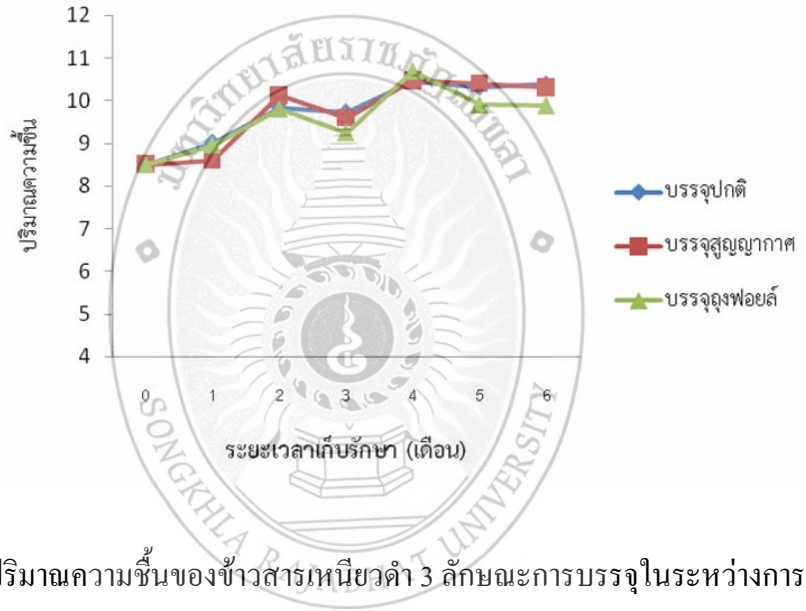


ภาพที่ 4 อัตราส่วนการยืดตัวของข้าวเหนียวดำนึ่งต่อข้าวสารเหนียวดำ 3 ลักษณะการบรรจุในระหว่างการเก็บรักษา

3.2 คุณภาพทางเคมี

3.2.1 ปริมาณความชื้น

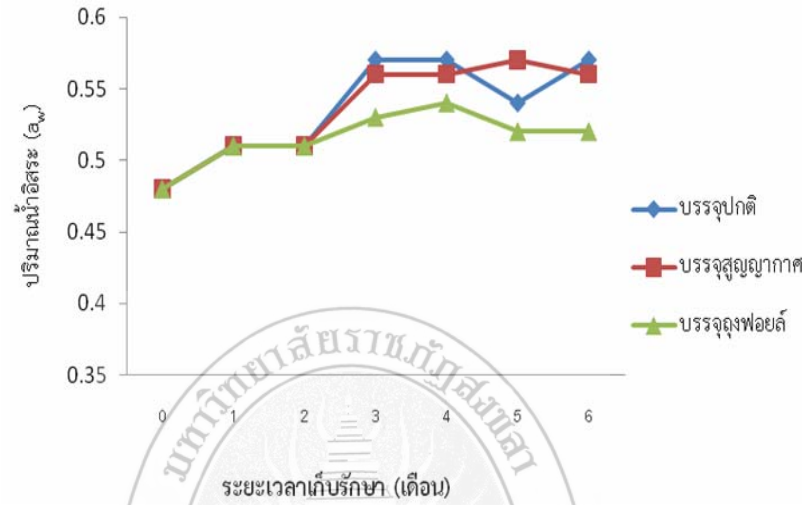
ผลการศึกษา พบว่า ปริมาณความชื้นของข้าวสารเหนียวดำทั้ง 3 ลักษณะการบรรจุ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บ (ภาพที่ 5) เนื่องจากความชื้นที่เพิ่มขึ้น เกิดจากความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกถุงสูงกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในถุง ทำให้ความชื้นภายนอกแพร่เข้าไปในถุง ส่งผลให้ปริมาณความชื้นในข้าวเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาเก็บ (นราพร ดาลัย, 2553) โดยปริมาณความชื้นของข้าวสารเหนียวดำในถุงพลาสติกบรรจุแบบปกติมีค่าสูงสุด รองลงมา คือ ข้าวเหนียวดำในถุงพลาสติกบรรจุแบบสุญญากาศ และถุงอลูมิเนียมฟอยล์บรรจุแบบปกติตามลำดับ



ภาพที่ 5 ปริมาณความชื้นของข้าวสารเหนียวดำ 3 ลักษณะการบรรจุในระหว่างการเก็บรักษา

3.2.2 ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)

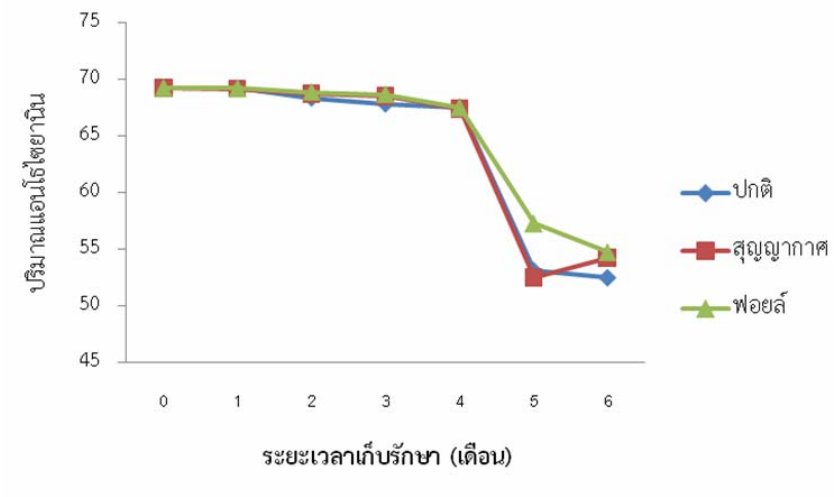
ผลการศึกษา พบว่า ปริมาณน้ำอิสระของข้าวสารเหนียวดำทั้ง 3 ลักษณะการบรรจุ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บเช่นเดียวกับปริมาณความชื้น (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 ปริมาณน้ำอิสระของข้าวสารเหนียวดำ 3 ลักษณะการบรรจุในระหว่างการเก็บรักษา

3.2.3 ปริมาณแอนโธไซยานิน

ผลการศึกษา พบว่า ปริมาณสารแอนโธไซยานินของข้าวสารเหนียวดำทั้ง 3 ลักษณะการบรรจุ มีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บ (ภาพที่ 7) โดยข้าวสารเหนียวดำในถุงอลูมิเนียมฟอยล์บรรจุแบบปก มีแนวโน้มการสลายตัวของแอนโธไซยานินน้อยที่สุด รองลงมา คือ ข้าวเหนียวดำในถุงพลาสติกบรรจุแบบสุญญากาศ และถุงพลาสติกบรรจุแบบปกติตามลำดับ เนื่องจากถุงอลูมิเนียมฟอยล์มีคุณสมบัติในการป้องกันแสง อากาศ และการซึมผ่านของความชื้นได้ดี จึงสามารถป้องกันการสลายตัวของแอนโธไซยานินได้ (สุพิศา สมโต, 2547)



ภาพที่ 7 ปริมาณแอนโธไซยานินของข้าวสารเหนียวดำ 3 ลักษณะการบรรจุในระหว่างการเก็บรักษา

3.2.4 Thiobarbituric acid (TBA)

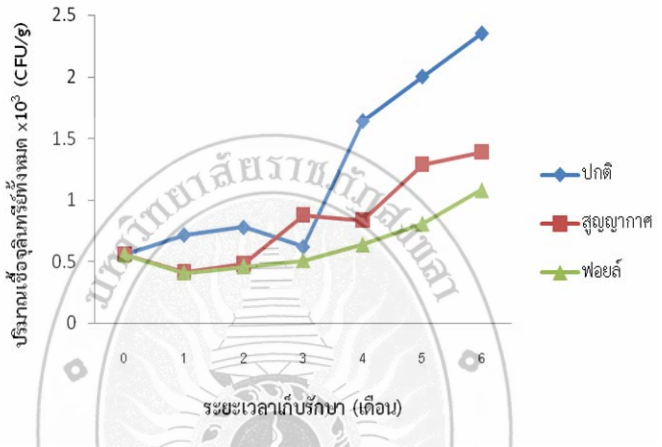
ผลการศึกษา พบว่า ค่า TBA ของข้าวสารเหนียวดำทั้ง 3 ลักษณะการบรรจุ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บ (ตารางที่ 18) เนื่องจากปริมาณกรดไขมันอิสระจะเพิ่มขึ้นในระหว่างเก็บรักษา ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันกับออกซิเจน ทำให้เกิดสารประกอบคาร์บอนิลเพิ่มขึ้น โดยค่า TBA ของข้าวสารเหนียวดำในถุงพลาสติกบรรจุแบบปกติมีค่าสูงสุด รองลงมา คือ ข้าวสารเหนียวดำในถุงพลาสติกบรรจุแบบสุญญากาศและถุงอลูมิเนียมฟอยล์บรรจุแบบปกติ ตามลำดับ ดังนั้นการเก็บข้าวไว้ในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ช่วยชะลอการเกิดกลิ่นหืนได้ เนื่องจากอลูมิเนียมฟอยล์มีคุณสมบัติเป็นตัวกั้นแสงและออกซิเจน ซึ่งเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน (สุพิศา สมโต, 2547)

ตารางที่ 18 ค่า TBA ของข้าวเหนียวดำนึ่งจากข้าวสารเหนียวดำ 3 ลักษณะการบรรจุ ในระหว่างการเก็บรักษา

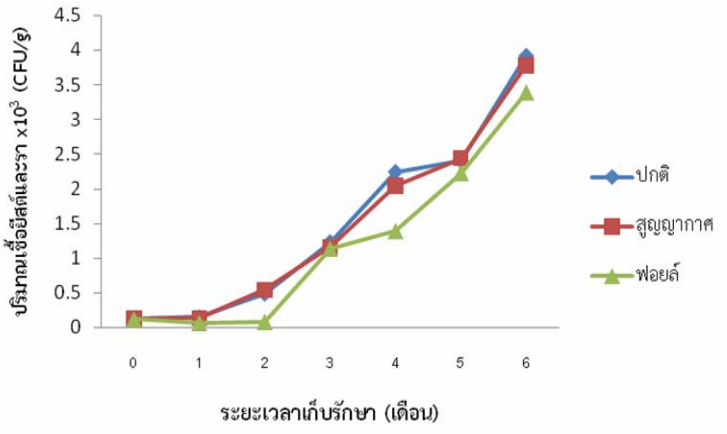
ลักษณะการบรรจุ	ระยะเวลาเก็บรักษา						
	0 เดือน^{ns}	1 เดือน	2 เดือน	3 เดือน^{ns}	4 เดือน	5 เดือน	6 เดือน
ปกติ	0.22±0.01	0.25±0.00^{b}	0.31±0.03^{a}	0.25±0.04	0.27±0.00^{a}	0.25±0.01^{a}	0.24±0.01^{a}
สุญญากาศ	0.22±0.01	0.27±0.01^{a}	0.29±0.01^{ab}	0.23±0.02	0.24±0.02^{b}	0.25±0.00^{a}	0.24±0.02^{b}
ฟอยล์	0.22±0.01	0.25±0.01^{b}	0.27±0.01^{b}	0.23±0.01	0.24±0.01^{b}	0.24±0.00^{b}	0.21±0.02^{b}

3.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์

ผลการศึกษา พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราของของข้าวสารเหนียวดำทั้ง 3 ลักษณะการบรรจุ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บ (ภาพที่ 8-9) แต่ยังไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน โดยปริมาณจุลินทรีย์ของ ข้าวสารเหนียวดำในถุงพลาสติกบรรจุแบบปกติมีค่าสูงสุด รองลงมา คือ ข้าวสารเหนียวดำในถุงพลาสติกบรรจุแบบสุญญากาศ และถุงอลูมิเนียมฟอยล์บรรจุแบบปกติ ตามลำดับ



ภาพที่ 8 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของข้าวสารเหนียวดำ 3 ลักษณะการบรรจุในระหว่างการเก็บรักษา



ภาพที่ 9 ปริมาณยีสต์และราของข้าวสารเหนียวดำ 3 ลักษณะการบรรจุในระหว่างการเก็บรักษา

3.4 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.4.1 ลักษณะปรากฏ สี และกลิ่นของข้าวสารเหนียวดำ

ผลการศึกษา พบว่า ลักษณะปรากฏ สี และกลิ่นของข้าวสารเหนียวดำทั้ง 3 ลักษณะการบรรจุ มีคุณภาพลดลงตามระยะเวลาการเก็บ ทั้งนี้สังเกตเห็นสีของข้าวสารเหนียวดำซีดจางลง มีผงแป้งสีขาว และมีกลิ่นสาบ โดยข้าวสารเหนียวดำในถุงพลาสติกบรรจุแบบปกติเกิดลักษณะดังกล่าวตั้งแต่เดือนที่ 4 และเพิ่มขึ้นในเดือนที่ 5 และ 6 ตามลำดับ ส่วนข้าวสารเหนียวดำในถุงพลาสติกบรรจุแบบสุญญากาศและในถุงอลูมิเนียมฟอยล์บรรจุแบบปกติเกิดลักษณะเช่นนั้นในเดือนที่ 5 และเพิ่มขึ้นในเดือนที่ 6

3.4.2 ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของข้าวเหนียวดำนึ่ง

ผลการศึกษา พบว่า คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของข้าวเหนียวดำนึ่งจากข้าวสารเหนียวดำทั้ง 3 ลักษณะการบรรจุ มีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บ (ตารางที่ 19) โดยคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏและสีลดลงเนื่องจากข้าวเหนียวดำนึ่งมีการเกาะตัวลดลงและสีซีดจาง ด้านกลิ่นมีคะแนนความชอบลดลงเนื่องจากข้าวเหนียวดำมีกลิ่นหืน ซึ่งเกิดจากกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่ผิวเมล็ดข้าวถูกออกซิไดซ์เป็นสารประกอบเปอร์ออกไซด์ และเปลี่ยนเป็นสารประกอบคาร์บอนิก ทำให้เกิดกลิ่นหืนในข้าว โดยมีออกซิเจนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2534) ด้านรสชาติมีคะแนนความชอบลดลงเนื่องจากความหวานของข้าวเหนียวดำลดลง ส่วนด้านเนื้อสัมผัสมีคะแนนความชอบลดลง เพราะเนื้อสัมผัสมีลักษณะแข็งขึ้น ส่งผลให้คะแนนความชอบโดยรวมลดลง

เมื่อพิจารณาลักษณะการบรรจุ พบว่า ข้าวเหนียวดำนึ่งจากข้าวสารเหนียวดำในถุงอลูมิเนียมฟอยล์บรรจุแบบปกติยังได้รับคะแนนความชอบมากกว่าข้าวสารเหนียวดำในถุงพลาสติกบรรจุแบบสุญญากาศ และข้าวสารเหนียวดำในถุงพลาสติกบรรจุแบบปกติ ตามลำดับ

3.5 คุณภาพทางด้านแมลง

ผลการศึกษาตลอดการเก็บรักษา 6 เดือน ไม่พบแมลงชนิดใด ๆ ในข้าวสารเหนียวดำทั้ง 3 ลักษณะการบรรจุ

ตารางที่ 19 คะแนนความชอบ 9 ระดับ ในคุณลักษณะต่าง ๆ ของข้าวสารเหนียวดำ 3 ลักษณะการบรรจุ ในระหว่างการเก็บรักษา

1. ลักษณะปรากฏ							
การบรรจุ	0 เดือน^{ns}	1 เดือน^{ns}	2 เดือน^{ns}	3 เดือน	4 เดือน	5 เดือน	6 เดือน
ปกติ	7.60±0.62	7.23±1.10	7.10±0.92	6.97±0.72^{ab}	6.17±0.91^{b}	5.87±1.02^{b}	5.67±0.99^{b}
สุญญากาศ	7.60±0.62	7.30±0.95	7.07±1.36	6.60±0.72^{b}	6.27±0.74^{ab}	6.20±0.66^{ab}	6.20±0.71^{a}
ฟอยล์	7.60±0.62	7.03±0.96	7.20±0.55	7.20±0.81^{a}	6.67±0.92^{a}	6.67±0.89^{a}	6.50±0.90^{a}
2. สี							
การบรรจุ	0 เดือน^{ns}	1 เดือน^{ns}	2 เดือน^{ns}	3 เดือน	4 เดือน	5 เดือน	6 เดือน
ปกติ	7.67±0.71	7.03±1.40	7.03±1.12	6.37±0.96^{b}	6.07±0.51^{c}	5.90±0.71^{c}	5.63±0.85^{c}
สุญญากาศ	7.67±0.71	7.33±0.71	7.30±1.14	6.33±0.48^{b}	6.47±0.78^{b}	6.37±0.67^{b}	6.23±0.77^{b}
ฟอยล์	7.67±0.71	7.40±0.67	7.33±0.84	7.03±0.85^{a}	6.96±0.76^{a}	6.83±0.75^{a}	6.73±0.69^{a}
3. กลิ่น							
การบรรจุ	0 เดือน^{ns}	1 เดือน^{ns}	2 เดือน^{ns}	3 เดือน^{ns}	4 เดือน^{ns}	5 เดือน	6 เดือน
ปกติ	7.60±0.89	7.03±1.35	7.06±0.74	6.57±0.57	6.37±0.67	6.00±0.74^{b}	5.77±0.77^{b}
สุญญากาศ	7.60±0.89	7.57±0.77	7.16±0.71	6.83±1.26	6.60±0.77	6.46±0.73^{a}	6.23±0.57^{a}
ฟอยล์	7.60±0.89	7.37±0.81	7.23±1.07	6.70±0.88	6.60±0.77	6.43±0.73^{a}	6.43±0.72^{a}
4. รสชาติ							
การบรรจุ	0 เดือน^{ns}	1 เดือน^{ns}	2 เดือน^{ns}	3 เดือน	4 เดือน	5 เดือน	6 เดือน
ปกติ	7.20±0.99	6.78±1.17	6.63±1.29	6.53±0.63^{b}	6.50±0.57^{b}	6.17±0.69^{b}	5.83±0.79^{b}
สุญญากาศ	7.20±0.99	7.17±1.09	6.90±0.80	7.07±1.20^{a}	6.93±.1.10^{a}	6.70±0.88^{a}	6.23±0.73^{a}
ฟอยล์	7.20±0.99	7.30±1.23	6.80±0.71	6.97±0.72^{ab}	6.93±0.74^{a}	6.70±0.75^{a}	6.30±0.70^{a}
5. เนื้อสัมผัส							
การบรรจุ	0 เดือน^{ns}	1 เดือน^{ns}	2 เดือน^{ns}	3 เดือน^{ns}	4 เดือน	5 เดือน	6 เดือน
ปกติ	7.80±0.85	7.27±1.14	6.90±0.80	6.76±1.28	6.27±0.83^{b}	6.03±0.85^{b}	5.90±0.70^{b}
สุญญากาศ	7.80±0.85	7.33±0.99	6.67±0.92	6.80±1.42	6.60±1.19^{ab}	6.43±1.01^{ab}	6.30±0.88^{a}
ฟอยล์	7.80±0.85	7.30±0.79	6.93±0.83	7.20±0.76	6.90±0.71^{a}	6.57±0.68^{a}	6.57±0.50^{a}
6. ความชอบรวม							
การบรรจุ	0 เดือน^{ns}	1 เดือน^{ns}	2 เดือน^{ns}	3 เดือน	4 เดือน	5 เดือน	6 เดือน
ปกติ	7.73±0.69	7.23±1.01	7.17±0.91	6.93±0.83	6.57±0.73^{b}	6.20±0.89^{b}	5.77±0.82^{b}
สุญญากาศ	7.73±0.69	7.40±0.89	6.83±0.75	7.10±1.12	6.93±0.94^{ab}	6.70±0.99^{a}	6.43±1.04^{a}
ฟอยล์	7.73±0.69	7.53±0.78	7.13±0.86	7.13±0.73	7.00±0.69^{a}	6.70±0.79^{a}	6.37±0.93^{a}

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การนึ่งข้าวเหนียวดำให้นุ่มอร่อย ต้องแช่ข้าวสารเหนียวดำในน้ำก่อนอย่างน้อย 4 ชั่วโมง และนึ่งประมาณ 50 นาที สภาพพื้นที่การปลูกข้าวแบบนาดอนจะให้ข้าวเหนียวดำที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าพื้นที่แบบนาลุ่ม การเก็บรักษาข้าวสารเหนียวดำควรบรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ สามารถเก็บได้ประมาณ 3-4 เดือน

ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาการเก็บรักษาข้าวสารเหนียวดำในถุงอลูมิเนียมฟอยล์บรรจุแบบสุญญากาศ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาข้าวสารเหนียวดำให้นานยิ่งขึ้น
2. ควรศึกษาการแปรรูปข้าวสารเหนียวดำพันธุ์พื้นเมืองเป็นผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ เพื่อเพิ่มมูลค่าให้แก่ข้าวสารเหนียวดำพันธุ์พื้นเมืองและเพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้บริโภค
3. ควรส่งเสริมให้เกษตรกรในเขตพื้นที่เป้าหมายและบริเวณใกล้เคียงปลูกข้าวเหนียวดำพันธุ์พื้นเมืองอย่างต่อเนื่อง เพื่อช่วยเสริมสร้างอาชีพและรายได้ ทั้งยังเป็นการอนุรักษ์พันธุ์ข้าวเหนียวดำพันธุ์พื้นเมืองไว้อีกด้วย

บรรณานุกรม

จรัญจิต เพ็งรัตน์ และ สุวัฒน์เจียระคงมั่น. 2554. ข้าวเหนียวดำ : หลากประโยชน์ หลายแนวคิด เสริมเศรษฐกิจ สู่สากล(ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://www.brrd.in.th/main/our- output/29.../76-jaranjit1.html [5/10/2554].

ชนิรัตน์ สำเร็จ, น้องนุช ศิริวงศ์ และศิริพร เรียบร้อย. 2555. สมบัติด้านเนื้อสัมผัสและการยอมรับของข้าวเหนียวดำสุกที่มีผลจากการแช่และวิธีการหุง. เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50. สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์ (สาขาพืช). น 1-8.

ชาญวิทย์ รัตนราศรี. 2552. นวัตกรรมผลิตภัณฑ์ข้าวไทยในตลาดโลก. สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (ออนไลน์). สืบค้นจาก: http://www.xn-12cabva2pma4cc7b5re.co.cc/ [5/10/2554].

นราพร ดาลัย. 2553. การเก็บรักษาและการใช้ความร้อนชื้นต่อสมบัติทางเคมีและกายภาพของข้าวและแป้งข้าววิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

นวรัตน์ เศรษฐสุวรรณ, น้ำตาล เนื่องจำนงค์ และ อโนชา สุขสมบูรณ์. 2553. การพัฒนาผลิตภัณฑ์แครกเกอร์ข้าวเหนียว (อาราเร่) จากข้าวเหนียวดำ. ว.วิทย์.กษ. 41(3/1) (พิเศษ) : 165-168.

น้ำฝน ศีตะจิตต์. 2541. การยืดอายุการเก็บรักษาข้าวกล้องเพื่อวางจำหน่ายด้วยเทคนิคไอแอลกอฮอล์ร่วมกับการบรรจุ. วิทยานิพนธ์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

บริษัทจาร์พา เทคเซ็นเตอร์ จำกัด. 2555. ปัจจัยและการควบคุมอายุอาหาร: พีเอช วอเตอร์แอคทิวิตี สารเคมี บรรจุภัณฑ์(ออนไลน์). สืบค้นจาก : www.charpa.co.th. [5/5/2559].

พัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว, สำนัก. 2550. ข้าวเหนียว: อนาคตการผลิตและการค้าสำนัก (ออนไลน์). สืบค้นจาก http://pre-rsc.ricethailand.go.th/knowledge/kao.pdf [5/10/2554].

พัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว, สำนัก. 2554. ข้าวก่ำมหัศจรรย์พื้นบ้านแห่งล้านนา (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://www.riceproduct.org/index.php?option=com [5/10/2554].

พัสกร เจียตระกูล เมธินี เห่วซึ่งเจริญ และ ศุภศักดิ์ ลิมปิติ. 2546. ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวขาวดอกมะลิ 105. ว.วิทยาศาสตร์. 34 (4-6) : 149-152.

ไพจิตร จันทรวงศ์, วีระศักดิ์ อนันบุตร และ วิไลศรี ลิมปพะยอม. 2528. การเก็บรักษาข้าวสารและข้าวกล้องระยะยาว. ว.วิชาการเกษตร. 3(2) (ออนไลน์). สืบค้นจาก http://it.doa.go.th/journal/php/detail.php?id=93 [5/10/2554].

ภัทรพร ธัญญาวินิชกุล. 2540. ผลของภาชนะบรรจุและสภาพการเก็บรักษาต่อคุณภาพข้าวสาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

ละมุล วิเศษ. 2555. ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพการหุงต้มข้าว. ว.วิทยาศาสตร์บูรพา. 7(1) : 172-178.

วิจัยและพัฒนาข้าว, สำนัก. 2554. วิทยาการก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวข้าว(ออนไลน์). สืบค้นจาก http://www.brrd.in.th/rkb2/postharvest/index.php-file=content.php&id=4.htm [5/10/2554].

สุพิศา สมโต .2547. คุณลักษณะทางกายภาพและเคมีและความคงตัวของข้าวไทยที่มีรงควัตถุ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอาหาร. มหาวิทยาลัยศิลปากร.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547. ข้าว : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

A.O.A.C. 1999. Official methods of Analysis : the Association of Official Analysis Chemists International. 16th. The Association of Official Analysis International. Gaithersburg.

Abdel-Aal, S.M. and Hucl, P. 1999. A rapid method for quantifying total anthocyanins in blue aleurone and purple pericarp wheats. Cereal Chem. 76: 350-354.

Adebowal, K.O. and Lawal, O.S. 2004.Effect of annealing and heat moisture conditioning on the physicochemical characteristics of bambara groundnut (Voandzeia subterranean) starch. Nahrung/Food.46: 311-316.

Butt, M.S., Anjum, F.M., Rehman, S., Nadeem, M.T., Sharif, M.K. and Anwer, M 2008 Selected quality attributes of fine basmati rice: effect of storage history and varieties. International Journal of Food Properties . 11: 698-711.

Egan, H., Kirk, R. and Sawyer, R. 1981. Pearson's Chemical Analysis of Foods. 8thed. Longman, Harlow, U.K. 59-179.

Juliano, B.O. 1985. Polysaccharides, Protein and Lipids of Rice. *In* Rice Chemistry and Technology (Juliano, B.O. ed.) 2nd edition. Am. Assoc. Cereal Chem. St. Paul.

Juliano, B.O. and Perez, C.M. 1984. Result of a collaborative test on the measurement of grain elongation of milled rice during cooking. J.Cereal Sci., 2: 281–92. (online). Available : http://www.xn-12cabva2pma4cc7b5re.co.cc/ [5/10/2554].

Leelayuthsoontorn, P. and Thipayarat, A. 2006.Textural and morphological changes of jasmine rice under various evaluated cooking conditions. Food Chem. 96: 606-613.

Singleton, V.L., Orthofer, R. and Lamuela-Raventos, R.M. 1999.Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by mean of Folin Ciocalteu reagent. Methods in enzymology. 299: 152-178.

Zhou,Z., Robards, K., Helliwell, S and Blanchard, C. 2007. Effect of storage temperature on cooking behavior of rice. Food Chemistry.105, 491-497.

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของเมล็ดข้าว

ก.1 ความสามารถในการดูดซับน้ำของเมล็ดข้าว (ดัดแปลงจาก Adebowale and Lawal, 2004)

อุปกรณ์

- เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

วิธีการ

1. ชั่งน้ำหนักของตัวอย่างเริ่มต้น (ใช้เมล็ดข้าว 10 เมล็ด/ซ้ำ ทำ 3 ซ้ำ)
2. แช่ตัวอย่างในน้ำที่อุณหภูมิห้อง ตามระยะเวลาที่ต้องการ
3. กรองแยกน้ำออก และวางเมล็ดข้าวให้สะเด็ดน้ำ
4. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างหลังแช่น้ำ
5. คำนวณหาความสามารถในการดูดซับน้ำของตัวอย่างตามสมการ

$$\text{ความสามารถในการดูดซับน้ำ (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังแช่น้ำ-น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}} \times 100$$

ก.2 อัตราส่วนการยืดตัวของข้าวสารแช่น้ำต่อข้าวสาร (ดัดแปลงจาก Juliano and Perez, 1984)

อุปกรณ์

- เวอร์เนียร์

วิธีการ

1. วัดความยาวของตัวอย่างเริ่มต้น (ใช้เมล็ดข้าว 10 เมล็ด)
2. แช่ตัวอย่างในน้ำที่อุณหภูมิห้องตามระยะเวลาที่ต้องการ
3. กรองแยกน้ำออก และวางตัวอย่างให้สะเด็ดน้ำ
4. วัดความยาวของตัวอย่างหลังแช่น้ำ
5. คำนวณการยืดตัวของตัวอย่างหลังแช่น้ำตามสมการ

$$\text{การยืดตัว} = \frac{\text{ความยาวเฉลี่ยของตัวอย่างหลังแช่น้ำ (มิลลิเมตร)}}{\text{ความยาวเฉลี่ยของตัวอย่างเริ่มต้น (มิลลิเมตร)}}$$

ก.3 อัตราส่วนการยืดตัวของข้าวนึ่งต่อข้าวสาร (ดัดแปลงจาก Juliano and Perez, 1984)

อุปกรณ์

- เวอร์เนียร์

วิธีการ

1. วัดความยาวของตัวอย่างเริ่มต้น (ใช้เมล็ดข้าว 10 เมล็ด)
2. แช่ตัวอย่างในน้ำที่อุณหภูมิห้องตามเวลาที่ต้องการ
3. กรองแยกน้ำออก และวางตัวอย่างให้สะเด็ดน้ำ
4. นึ่งตัวอย่างตามเวลาที่ต้องการ
5. วัดความยาวของตัวอย่างหลังนึ่ง
6. คำนวณการยืดตัวของตัวอย่างหลังนึ่งตามสมการ

$$\text{การยืดตัว} = \frac{\text{ความยาวเฉลี่ยของตัวอย่างหลังนึ่ง (มิลลิเมตร)}}{\text{ความยาวเฉลี่ยของตัวอย่างเริ่มต้น (มิลลิเมตร)}}$$

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก ข.

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ข.1 แบบประเมินการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) ของข้าวเหนียวดำที่แช่น้ำ 3 และ 4 ชั่วโมง ร่วมกับการนึ่ง 40, 50 และ 60 นาที

ชื่อผลิตภัณฑ์ ข้าวเหนียวดำนึ่ง

ชื่อผู้ทดสอบ .....**วันที่**.....**เวลา**.....

คำแนะนำ กรุณาประเมินตัวอย่างที่เสนอให้จากซ้ายไปขวา แล้วให้คะแนนความชอบตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด

กรุณาบ้วนปากทุกครั้งก่อนประเมินแต่ละตัวอย่าง

กำหนดให้

9 = ชอบมากที่สุด	6 = ชอบเล็กน้อย	3 = ไม่ชอบปานกลาง
8 = ชอบมาก	5 = เฉยๆ	2 = ไม่ชอบมาก
7 = ชอบปานกลาง	4 = ไม่ชอบเล็กน้อย	1 = ไม่ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบ					
	รหัส	รหัส	รหัส	รหัส	รหัส	รหัส .....
ลักษณะปรากฏ						
สี						
กลิ่น						
รสชาติ						
เนื้อสัมผัส						
ความชอบรวม						

ข้อเสนอแนะ……

……

……

ขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ

ข.2 แบบประเมินการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ ของข้าวเหนียวดำพันธุ์เปลือกดำและพันธุ์เปลือกขาวที่แช่น้ำ 4 ชั่วโมงร่วมกับนึ่ง 50 นาที

ชื่อผลิตภัณฑ์ ข้าวเหนียวดำนึ่ง

ชื่อผู้ทดสอบ .....**วันที่**.....**เวลา.**.....

คำแนะนำ กรุณาประเมินตัวอย่างที่เสนอให้จากซ้ายไปขวา แล้วให้คะแนนความชอบตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด

กรุณาบ้วนปากทุกครั้งก่อนประเมินแต่ละตัวอย่าง

กำหนดให้

9 = ชอบมากที่สุด	6 = ชอบเล็กน้อย	3 = ไม่ชอบปานกลาง
8 = ชอบมาก	5 = เฉยๆ	2 = ไม่ชอบมาก
7 = ชอบปานกลาง	4 = ไม่ชอบเล็กน้อย	1 = ไม่ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบ	
	รหัส……	รหัส……
ลักษณะปรากฏ		
สี		
กลิ่น		
รสชาติ		
เนื้อสัมผัส		
ความชอบรวม		

ข้อเสนอแนะ……

……

……

ขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ข.3 แบบประเมินการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ ของข้าวเหนียวดำระหว่างการเก็บรักษา

ชื่อผลิตภัณฑ์ ข้าวเหนียวดำนึ่ง

ชื่อผู้ทดสอบ .....**วันที่**.....**เวลา.**.....

คำแนะนำ กรุณาประเมินตัวอย่างที่เสนอให้จากซ้ายไปขวา แล้วให้คะแนนความชอบตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด

กรุณาบ้วนปากทุกครั้งก่อนประเมินแต่ละตัวอย่าง

กำหนดให้

9 = ชอบมากที่สุด	6 = ชอบเล็กน้อย	3 = ไม่ชอบปานกลาง
8 = ชอบมาก	5 = เฉยๆ	2 = ไม่ชอบมาก
7 = ชอบปานกลาง	4 = ไม่ชอบเล็กน้อย	1 = ไม่ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบ		
	รหัส……	รหัส……	รหัส……
ลักษณะปรากฏ			
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส			
ความชอบรวม			

ข้อเสนอแนะ……

……

……

ขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ

ประวัติคณะผู้วิจัย

1. นางนพรัตน์ วงศ์หิรัญเดชา

1. ชื่อ – สกุล (ภาษาไทย) นางนพรัตน์ วงศ์หิรัญเดชา

   (ภาษาอังกฤษ) Mrs. Nopparat Vonghirundacha

2. เลขหมายประจำตัวประชาชน

   3-9004-00012-14-2

3. ตำแหน่ง

   อาจารย์ ระดับ 7

4. หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก

   โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

   คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

   160 ถ.กาญจนวนิชต.เขารูปช้าง อ.เมือง จ.สงขลา 90000

   โทรศัพท์ 074-336964โทรสาร 074-336964

   มือถือ 086-9593321

   E-mail : vnopparat14@gmail.com

5. ประวัติการศึกษา

   พ.ศ.2535 วิทยาศาสตรบัณฑิต (วาริชศาสตร์) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

   พ.ศ. 2539 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีอาหาร) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญ

   การแปรรูปอาหาร

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย

   7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : -

   7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย :

   พ.ศ. 2548การผลิตบูดูข้าวยำผงทุนพัฒนางานวิจัยของมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

   พ.ศ. 2549 การผลิตกล้วยอบแห้งจากกล้วยนางพญาและการประยุกต์ใช้ทุนพัฒนางานวิจัยของมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

   พ.ศ. 2549 ผงปรุงรสข้าวยำเสริมใยอาหารทุนวิจัย สกว. (โครงการ IRPUS)

พ.ศ. 2549 การถ่ายทอดเทคโนโลยีการแปรรูปผลิตผลทางการเกษตร ในชุดโครงการศึกษาการพัฒนาการผลิตและแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อความปลอดภัยและมีคุณค่าทางโภชนาการใน อ. เมือง จ. สงขลา ทุนงบประมาณจังหวัด

พ.ศ. 2550 การพัฒนาการผลิตข้าวแตนหน้ากะเพราไก่ ทุนวิจัย สกว. (โครงการ IRPUS)

พ.ศ. 2550การพัฒนาผลิตภัณฑ์เต้าฮวยนมข้าวโพดผสมเกล็ดข้าวโพดทุนวิจัย สกว. (โครงการ IRPUS)

พ.ศ. 2551 การผลิตเมี่ยงคำสำเร็จรูปจากถั่วลิสงผสมข้าวพองและการยืดอายุการเก็บรักษา ทุนวิจัย สกว. (โครงการ IRPUS)

พ.ศ. 2551 การผลิตผงปรุงรสต้มยำเสริมแคลเซียมจากเปลือกกุ้งทุนวิจัย สกว. (โครงการ IRPUS)

พ.ศ. 2551 การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากกล้วยนางพญาและทดสอบความยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคในชุดโครงการ การพัฒนาการปลูก การแปรรูปและการบริหารผลิตภัณฑ์จากกล้วยนางพญา [Musa (ABB Group) 'Kluai NangPaya'] เพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ชุมชน ทุนวิจัย วช.

พ.ศ. 2551 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ถั่วลิสงมีเปลือกอบเกลือให้ปลอดภัยจากสารอะฟลาทอกซินในชุดโครงการการพัฒนาการปลูก การแปรรูป และการตลาดถั่วลิสงเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ชุนชน ทุนวิจัย สกอ.เครือข่ายการวิจัยภาคใต้ตอนล่าง.

พ.ศ. 2553 โครงการวิจัย ทดสอบชิม ผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรทุนวิจัยของศูนย์บ่มเพาะธุรกิจ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

พ.ศ. 2553 โครงการพัฒนาสูตรต้นแบบต้มยำกุ้ง ปลาแผ่นกรอบตราลุงพินทุนวิจัยของศูนย์บ่มเพาะธุรกิจ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

7.3 ผู้ร่วมโครงการวิจัย

พ.ศ. 2547 อาหารท้องถิ่นภาคใต้ "ไก่ฆอและ" (ระยะสืบค้น) ในชุดโครงการวิจัยและพัฒนาตำรับชุดอาหารสุขภาพไทยจากท้องถิ่นสู่ครัวโลก ทุนวิจัย สกอ. เครือข่ายการวิจัยภาคใต้ตอนล่าง

พ.ศ. 2548 การปรับปรุงคุณภาพและมาตรฐานการผลิตผลไม้กวนของชุมชนในเขตจังหวัดพัทลุง และสงขลาในชุดโครงการวิจัยการปรับปรุงคุณภาพและ

พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากผลไม้พื้นบ้านภาคใต้ตอนล่าง ทุนวิจัย สกอ. เครือข่ายการวิจัยภาคใต้ตอนล่าง

พ.ศ. 2552 โครงการวิจัยและพัฒนารูปแบบการจัดกระบวนการเรียนการสอนให้นักศึกษามีความสามารถสู่การประกอบอาชีพธุรกิจอาหารตลอดห่วงโซ่อุปทานกรณีศึกษาปลาหวาน ของ ต.หัวเขา อ.สิงหนคร จ.สงขลาทุนวิจัย สกว.

7.4 งานวิจัยที่ตีพิมพ์ : ชื่อผลงานวิจัยปีที่พิมพ์การเผยแพร่และแหล่งทุน

พ.ศ. 2551การผลิตบูดูข้าวยำผงมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา Proceeding งานประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา (ทุนพัฒนางานวิจัยของมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา)

พ.ศ. 2554 การผลิตกล้วยอบแห้งจากกล้วยนางพญาและการประยุกต์ใช้Proceeding งานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏครั้งที่ 2 ทุนพัฒนางานวิจัยของมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา (ทุนพัฒนางานวิจัยของมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา)

พ.ศ. 2554 การผลิตเมี่ยงคำสำเร็จรูปจากถั่วลิสงผสมข้าวพองและการยืดอายุการเก็บรักษาวารสารวิจัยเพื่อการพัฒนาเชิงพื้นที่(ทุนวิจัย สกว. (โครงการ IRPUS))

7.5 งานวิจัยที่กำลังทำ: -

2. นางสุเพ็ญ ด้วงทอง

1. ชื่อ – สกุล (ภาษาไทย) นางสุเพ็ญ ด้วงทอง

   (ภาษาอังกฤษ) Mrs.Supen Doungthong

2. เลขหมายประจำตัวประชาชน

   3 9011 00439 00 1

3. ตำแหน่ง

   อาจารย์ ระดับ 7

4. หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก

   โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

   คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

   160 ถ.กาญจนวนิชต.เขารูปช้าง อ.เมือง จ.สงขลา 90000

   โทรศัพท์ 074-336964โทรสาร 074-336964

   มือถือ 085-6009535

   E-mail :dsupendl@hotmail.com

5. ประวัติการศึกษา

   พ.ศ.2530 เทคโนโลยีการเกษตรบัณฑิต(เทคโนโลยีอุตสาหกรรมอาหาร)
   มหาวิทยาลัยแม่โจ้

   พ.ศ.2542 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีอาหาร) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญ

   เทคโนโลยีการอาหาร

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย

   7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : -

   7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย

   พ.ศ. 2543 การศึกษาและการพัฒนาการผลิตลูกชิ้นปลาแช่เยือกแข็งจากปลาช่อนทะเล ทุนวิจัยสถาบันราชภัฏสงขลา

   พ.ศ. 2548 การพัฒนาคุณภาพ มาตรฐาน สุขลักษณะในการผลิตแกงไตปลาแห้งสำเร็จรูปของกลุ่มแม่บ้านแปรรูปผลผลิตเกษตรคอหงส์สัมพันธ์ในเขตอำเภอหาดใหญ่และกลุ่มแม่บ้านตำบลท่าข้าม อำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง (สภอ.)ในชุดโครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากสัตว์น้ำที่ผลิตในชุมชนเพื่อปรับปรุงคุณภาพและยกระดับมาตรฐานของผลิตภัณฑ์

: กรณีศึกษาแกงไตปลาพร้อมบริโภค ทุนวิจัยสกอ. เครือข่ายวิจัยภาคใต้ตอนล่าง

พ.ศ. 2549 การแปรรูปอาหารเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์สินค้าเกษตรให้มีคุณภาพและปลอดภัย งบประมาณรายจ่ายตามยุทธศาสตร์การพัฒนาจังหวัดสงขลา

พ.ศ. 2550 การศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาหวานเพื่อเป็นสินค้าชุมชนของจังหวัดสงขลา ทุนวิจัย วช.

พ.ศ. 2550 การพัฒนาคุณภาพและการยืดอายุการเก็บรักษาเครื่องแกงเผ็ดกึ่งสำเร็จรูป ทุนวิจัย สกว. (โครงการ IRPUS)

พ.ศ. 2550 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมจีนผสมสีดอกอัญชันทุนวิจัย สกว. (โครงการ IRPUS)

พ.ศ. 2550 การศึกษากรรมวิธีการผลิตโยเกิร์ตจากนมแพะทุนวิจัย สกว. (โครงการ IRPUS)

พ.ศ.2551 การพัฒนากรรมวิธีในการผลิตและคุณภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องแกงกึ่งสำเร็จรูปทุนวิจัยสกอ. เครือข่ายวิจัยภาคใต้ตอนล่าง

7.3 ผู้ร่วมโครงการวิจัย

พ.ศ. 2547 การส่งเสริมการผลิตถั่วเหลืองฝักสดเพื่อการบริโภค ทุนวิจัยสกอ. เครือข่ายวิจัยภาคใต้ตอนล่าง

พ.ศ. 2551 การพัฒนาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตจากกล้วยนางพญาในชุดโครงการ การพัฒนาการปลูก การแปรรูป และการบริหารผลิตภัณฑ์จากกล้วยนางพญา [Musa (ABB Group) 'Kluai NangPaya'] เพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ชุมชน ทุนวิจัย วช.

พ.ศ. 2552 โครงการวิจัยและพัฒนารูปแบบการจัดกระบวนการเรียนการสอนให้นักศึกษามีความสามารถสู่การประกอบอาชีพธุรกิจอาหารตลอดห่วงโซ่อุปทานกรณีศึกษาปลาหวาน ของ ต.หัวเขา อ.สิงหนคร จ.สงขลาทุนวิจัย สกว.

พ.ศ. 2554 การพัฒนาธุรกิจอาหารเพื่อส่งเสริมการบริหารจัดการท่องเที่ยวตลาดน้ำคลองแห อ.หาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ทุนวิจัย วช.

7.4 งานวิจัยที่ตีพิมพ์ : ชื่อผลงานวิจัยปีที่พิมพ์การเผยแพร่และแหล่งทุน

พ.ศ. 2550 การพัฒนาคุณภาพ มาตรฐาน สุขลักษณะในการผลิตแกงไตปลาแห้งสำเร็จรูปของกลุ่มแม่บ้านแปรรูปผลผลิตเกษตรคอหงส์สัมพันธ์ ในเขต

อำเภอหาดใหญ่ และกลุ่มแม่บ้านตำบลท่าข้าม อำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง การสัมมนาเสนอผลงานวิจัยประจำปี ครั้งที่ 2 (2550) เครือข่ายภาคใต้ตอนล่าง วันศุกร์ 23 มีนาคม 2550 ณ โรงแรมราชมังคลา พาวิเลี่ยน บีช รีสอร์ท สงขลา

พ.ศ. 2553 ศึกษาการพัฒนาในการผลิตและคุณภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องแกงสำเร็จรูป Proceedingการประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยมหาวิทยาลัยทักษิณ จัดโดย มหาวิทยาลัยทักษิณ เครือข่ายภาคใต้ตอนล่าง วันที่ 16-18 กันยายน 2553 ณ โรงแรมเจบี อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

7.5 งานวิจัยที่กำลังทำ:

พ.ศ. 2554 การพัฒนาธุรกิจอาหารเพื่อส่งเสริมการบริหารจัดการท่องเที่ยวตลาดน้ำคลองแห อ.หาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ทุน วช.2554 (ระหว่างรอการทำสัญญา)

3. นางสาวอดิศรา ตันตสุทธิกุล

1. ชื่อ – สกุล (ภาษาไทย) นางสาวอดิศรา ตันตสุทธิกุล
   (ภาษาอังกฤษ) Miss Adisara Tantasuttikul
2. เลขหมายประจำตัวประชาชน
   3-9003-00351-15-8
3. ตำแหน่ง
   อาจารย์อัตราจ้าง
4. หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก
   โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
   คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
   160 ถ.กาญจนวนิชต.เขารูปช้าง อ.เมือง จ.สงขลา 90000
   โทรศัพท์ 074-336964โทรสาร 074-336964
   มือถือ 089-5275568
   E-mail : tan1ads@yahoo.com
5. ประวัติการศึกษา
   พ.ศ. 2549 วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีอาหาร) มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
   พ.ศ. 2552 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร)
   มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญ
   เคมีอาหาร
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย
   7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : -
   7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : -
   7.3 ผู้ร่วมโครงการวิจัย
   7.4 งานวิจัยที่ตีพิมพ์ : ชื่อผลงานวิจัยปีที่พิมพ์การเผยแพร่และแหล่งทุน
   อดิศราตันตสุทธิกุล.2553. การศึกษาดัชนีคุณภาพของหมึกกล้วยและหมึกกระดองระหว่างการเก็บรักษาโดยการแช่ในน้ำแข็งและการแช่เยือกแข็ง. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.

Tantasuttikul, A., Kijroongrajana, K. and Benjakul, S. 2009. Study on quality indices of squid (*Photololigoduvaucelii*) and cuttlefish (*Sepia aculeata*) during iced storage. The 10th Annual Conference of Thai Society of Agricultural Engineering.Suranaree University of Technology, NakhonRatchasima, Thailand.

Tantasuttikul, A., Kijroongrajana, K. and Benjakul, S. 2011. Quality Indices of Squid (*Photololigoduvaucelii*) and Cuttlefish (*Sepia aculeata*) Stored in Ice. Journal of Aquatic Food Product Technology. 20(129-147).

7.5 งานวิจัยที่กำลังทำ : -

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY