บทที่ 3

การดำเนินงานวิจัย

<u>วัตถุดิบ สารเคมี อุปกรณ์ และวิธีวิเคราะห์</u>

1. วัตถุดิบ

ข้าวขาว ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัทปทุมไรซ์มิลล์แอนด์แกรนารี่จำกัด เป็นข้าวพื้นแข็งหรือข้าวนาทรายอยู่ในกลุ่มข้าวพันธุ์ขาวตาแห้ง ไม่สามารถระบุชื่อพันธุ์ที่แน่นอนได้ เนื่องจากทางบริษัทรับซื้อข้าวจากหลายแหล่งรวมกันเพื่อให้ได้ลักษณะตามที่ต้องการ เก็บเกี่ยวประมาณเดือนมกราคม 2539 เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง และนำมาทดลองในเดือนมิถุนายน ถึง กันยายน 2539

ข้าวหอมมะลิ ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัทปทุมไรซ์มิลล์แอนด์แกรนารี่จำกัด เป็นข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เก็บเกี่ยวประมาณเดือนมกราคม 2539 เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง และนำมาทดลองในเดือนมิถุนายน ถึง กันยายน 2539

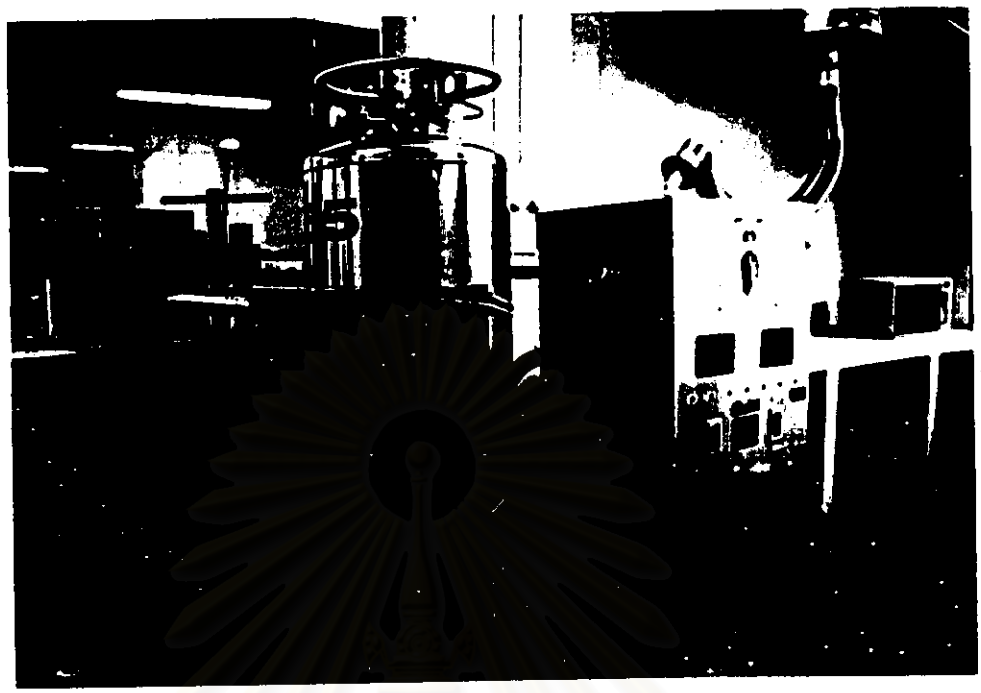
2. สารเคมี

- standard potato amylose type III ของ SIGMA
- sulfuric acid A.R. Grade
- sodium hydroxide A.R. Grade
- potassium sulfate A.R. Grade
- potassium iodide A.R. Grade
- copper sulfate A.R. Grade
- iodine A.R. Grade
- boric acid A.R. Grade
- glacial acetic acid A.R. Grade
- indicator (methyl red and methylene blue) A.R. Grade
- ethanol 95% Commercial Grade

3. อุปกรณ์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมข้าวสุกแช่เยือกแข็งและเก็บรักษา

- Cryo-Test Chamber Model CT-1818-12F สำหรับการแช่เยือกแข็งด้วยไอในโตรเจนเหลว โดยใช้ร่วมกับถังบรรจุไนโตรเจนเหลว XL-55HP ของบริษัท Bangkok Industrial Gas จำกัด ซึ่งติดตั้งไว้ที่ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ดังรูปที่ 3.1
- Air Blast Freezer ของภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ออกแบบและสร้างโดยบริษัท ออกัสด้า จำกัด มีกำลังการทำงาน 1.00 แรงม้า ดังรูปที่ 3.2
- ตู้นึ่งข้าว Houno , ST 2.14 ได้รับความอนุเคราะห์ให้ใช้จากบริษัท S&P Syndicates จำกัด(มหาชน) ดังรูปที่ 3.3
- เครื่องปิดฝากล่อง (Tray Sealer) ได้รับความอนุเคราะห์ให้ใช้จากบริษัท S&P Syndicates จำกัด (มหาชน) ดังรูปที่ 3.4
- ตู้แช่เยือกแข็ง SANYO , SF - C95 แบบตู้นอน อุณหภูมิ -18°C ใช้สำหรับเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์
- หม้อหุงข้าวไฟฟ้าอัตโนมัติ SHARP , KSH-114
- เครื่องบันทึกอุณหภูมิ CHINO , DR015 ใช้ลวดthermocouple ชนิด copper-constantan มีความแม่นยำในการอ่านอุณหภูมิ ± 0.5 °C และสามารถวัดอุณหภูมิได้ตั้งแต่ -200 ถึง 400 °C
- thermometer แบบ digital FLUKE 51
- นาฬิกาจับเวลา
- หม้อนึ่ง (ถังถึง)
- กล่องกระดาษเคลือบไข สำหรับบรรจุข้าวสุกเพื่อนำไปแช่เยือกแข็ง ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท S&P Syndicates จำกัด (มหาชน) ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.1 เครื่อง Cryo-Test Chamber และถังบรรจุไนโตรเจนเหลว

รูปที่ 3.2 เครื่อง Air Blast Freezer

รูปที่ 3.3 ตู้นึ่งข้าว Houno

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.4 เครื่องปิดฝากล่อง (Tray Sealer)

รูปที่ 3.5 กล่องกระดาษเคลือบไขสำหรับบรรจุข้าวสุก

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

- เครื่องวัดความชื้น (Moisture Analyzer) Satorius MA30
- เครื่องวัดเนื้อสัมผัสอาหาร Instron 1140 ของสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ดังรูปที่ 3.6
- เครื่องชั่งหยาบ Sartorius , BA 4100S
- เครื่อง SEM (Scanning Electron Microscope) JEOL , JSM-5410LV

ใช้ในการศึกษาลักษณะภาคตัดขวางของเบล็ดข้าวสุก โดยส่งไปวิเคราะห์ที่ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.6 เครื่อง Instron Model 1140

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

- ชุดเครื่องมือวิเคราะห์โปรตีน Kjeldatherm and Vapodest I , Gerhant , KT 85
- เครื่องบดอาหาร Moulinex
- ตะแกรงร่อนขนาด 60 เมช และ 100 เมช
- เครื่องชั่งละเอียด Sartorius , A200S
- สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ Milton Roy , spectronic 601
- เครื่องแก้วต่างๆ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

- ตู้เขี่ยเชื้อ ISSCO ,BVT-123
- ตู้บ่มเชื้อ Gallenkamp ,INF 820010K
- เครื่องชั่งละเอียด Sartorius , A2000S
- Autoclave Tomy , SS-320
- จานเพาะเชื้อ
- เครื่องแก้วต่างๆ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

- ถ้วยพลาสติก
- ช้อนพลาสติก
- จานพลาสติก
- แก้วน้ำพลาสติก
- เตาไมโครเวฟ Litton Futula , AH 1561 Q.A.
- แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

อุปกรณ์ที่ใช้ในการคำนวณและวิเคราะห์ผลทางสถิติ

- เครื่องคอมพิวเตอร์ PC
- โปรแกรมสำเร็จรูป Statgraphics

4. วิธีวิเคราะห์

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ (รายละเอียดในภาคผนวก ก.1)

- ความชื้นข้าวสาร และข้าวสุก ดัดแปลงจากวิธีของ A.O.A.C.(1990)
- ร้อยละของข้าวสารหัก โดยวิธีคัดแยกด้วยสายตาและชั่งน้ำหนัก
- ร้อยละของข้าวสุกหัก โดยวิธีคัดแยกด้วยสายตาและชั่งน้ำหนัก
- % freezing loss โดยวิธีชั่งน้ำหนัก
- % weight loss (น้ำหนักที่สูญหาย) โดยวิธีชั่งน้ำหนัก
- ค่าแรงต้านของข้าวสุก (เนื้อสัมผัสของข้าวสุก) โดยใช้เครื่อง Instron 1140

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี (รายละเอียดในภาคผนวก ก.2)

- ปริมาณอะมิโลส ตามวิธีของ Juliano (1971)
- ปริมาณโปรตีน ดัดแปลงจาก A.O.A.C.(1990) และ Kangsadalampai และ Sungpuag (1984)

การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ (รายละเอียดในภาคผนวก ก.3)

- ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ตามวิธีของ Diliello (1982) และKiss (1984)
- ปริมาณยีสต์และรา ตามวิธีของDiliello (1982) และKiss (1984)

การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสข้าวสุกก่อนแช่เยือกแข็ง และหลังแช่เยือกแข็ง โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนมาบ้างแล้วจำนวน 15 คน โดยเป็นกลุ่มนิสิตปริญญาโทของภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ใช้แบบทดสอบแบบ Scoring test (แสดงในภาคผนวก ข)

เตรียมตัวอย่างโดยใส่ตัวอย่างข้าวสุกในถ้วยพลาสติกสีขาว ประมาณ 20 กรัม เสิร์ฟตัวอย่างให้ผู้ทดสอบครั้งละ 3-8 ตัวอย่าง ในช่วงเวลา 10.00 - 11.30 น. หรือ14.00 - 15.30 น.

แบบทดสอบที่ใช้เป็นแบบ Descriptive Scoring ซึ่งจะอธิบายรายละเอียดคุณภาพในแต่ละช่วงคะแนน เกณฑ์การประเมินคุณภาพด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น และเนื้อสัมผัสจะอิงความชอบของผู้ทดสอบอยู่ด้วย

ขั้นตอนและการวิธีดำเนินงานวิจัย

1. วิเคราะห์คุณภาพข้าวสาร 2 ชนิด ที่ใช้เป็นวัตถุดิบ ได้แก่ ข้าวขาว และข้าวหอมมะลิ โดยหา

- ความชื้นของข้าวสาร
- ร้อยละของข้าวสารหัก
- ปริมาณอะมิโลส
- ปริมาณโปรตีน

2. ศึกษาวิธีการเตรียมข้าวสุกที่เหมาะสม

2.1 หาอัตราส่วนของข้าวและน้ำ ที่เหมาะสมในการหุงข้าวสุก

นำข้าวสาร 2 ชนิดได้แก่ ข้าวขาวและข้าวหอมมะลิ มาหุงเป็นข้าวสุกด้วยวิธีนึ่ง ใช้เวลา 15 นาที (หลังน้ำเดือด) แปรปริมาณน้ำที่ใช้ในการหุงข้าวดังนี้

- ข้าวขาว แปรอัตราส่วนข้าวแห้งต่อน้ำ เป็น 1:1.5 1:1.7 1:1.9 และ 1:2.1 โดยน้ำหนัก
- ข้าวหอมมะลิ แปรอัตราส่วนข้าวแห้งต่อน้ำ เป็น 1:1.2 1:1.4 และ 1:1.6 โดยน้ำหนัก

ประเมินผลโดยการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ทำการทดลอง 2 ซ้ำ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan 's Multiple Range Test เพื่อหาอัตราส่วนข้าวและน้ำที่ดีที่สุดในการหุงข้าว โดยเลือกอัตราส่วนที่ได้รับคะแนนจากการทดสอบสูงที่สุด

2.2 ศึกษาวิธีการหุงข้าวที่เหมาะสมที่สุด

นำผลสรุปอัตราส่วนข้าวและน้ำจากการทดลองข้อ 2.1 มาใช้ในการเปรียบเทียบวิธีการหุงข้าวสุก 3 วิธี ดังนี้

ก. วิธีหุงด้วยหม้อหุงข้าวไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ

ล้างข้าวสารด้วยน้ำสะอาด สะเด็ดน้ำให้แห้ง เติมน้ำใส่ข้าวตามอัตราส่วนที่สรุปได้จากข้อ 2.1 นำไปหุงด้วยหม้อไฟฟ้าอัตโนมัติจนข้าวสุก

ข. วิธีนึ่ง

ล้างข้าวสาร และเติมน้ำใส่ข้าวสารเหมือนข้อ ก. แล้วนำไปนึ่งในหม้อนึ่ง จับเวลา 15 นาที หลังน้ำเดือด

ค. วิธีดัดแปลงจากวิธีของ Boggs และคณะ (1951)

ล้างข้าวสารและเติมน้ำใส่ข้าวสารเหมือนข้อ ก. แล้วนำไปต้มบนเตาแกส ใช้ไฟอ่อนๆ คนเบาๆ เป็นครั้งคราว ประมาณ 5 นาที จนข้าวดูดน้ำเกือบแห้ง จากนั้นนำไปนึ่งต่อในหม้อนึ่ง เวลา 10 นาที หลังน้ำเดือด

ประเมินผลโดย

- วัดความชื้นข้าวสุก วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลแบบ CRD (Completely Randomized Design) ทำการทดลอง 4 ซ้ำ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test

- ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลเหมือนข้อ 2.1 เพื่อหาวิธีหุงข้าวที่ดีที่สุดของข้าวทั้ง 2 ชนิด โดยเลือกวิธีหุงข้าวที่ได้คะแนนจากการทดสอบสูงที่สุด

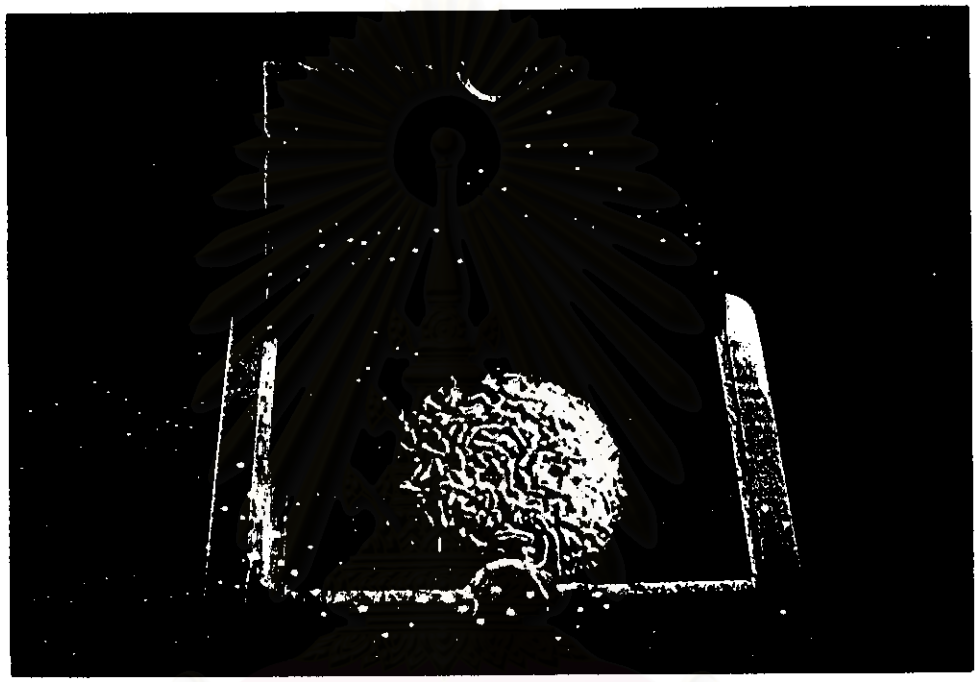
3. ศึกษาหาอุณหภูมิการแช่เยือกแข็งด้วยไอไนโตรเจนเหลวที่เหมาะสม

เตรียมข้าวสุกโดยใช้วิธีตามข้อสรุปจากข้อ 2.1 และ 2.2 แต่นึ่งข้าวโดยใช้หม้อนึ่งไฟฟ้า Homo เพราะสามารถนึ่งข้าวได้ครั้งละมากๆ ชั่งน้ำหนักข้าวสุกประมาณ 150 ± 5 กรัม อัดข้าวสุกใส่ภาชนะพิมพ์กลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร บรรจุใส่กล่องกระดาษเคลือบไขขนาด 9.5 x 15.5 x 4.2 เซนติเมตร ดังรูปที่ 3.7 ปิดผนึกฝากล่องด้วย เครื่อง Tray Sealer และนำไปแช่เยือกแข็งด้วยไอไนโตรเจนเหลว โดยแปรอุณหภูมิการแช่เยือกแข็งเป็น 3 ระดับ คือ -70 -90 และ -110 องศาเซลเซียส แช่เยือกแข็งจนภายในใจกลางก้อนข้าวสุกมีอุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส (หาเวลาที่ใช้แช่เยือกแข็งตามวิธีในภาคผนวก ค)

ประเมินผลด้วยวิธีดังนี้

- หา% freezing loss วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Completely Randomized Design (CRD) ทำการทดลอง 4 ซ้ำ

- ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวสุกแช่เยือกแข็งหลังอุ่นด้วยวิธีใช้ไมโครเวฟ วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลแบบ RCBD ทำการทดลอง 2 ซ้ำ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test สรุปหาอุณหภูมิที่เหมาะสมจากตัวอย่างที่ได้รับคะแนนจากการทดสอบสูงที่สุด



รูปที่ 3.7 ข้าวสุกที่บรรจุอยู่ในกล่องกระดาษเคลือบไข

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพข้าวสุกแช่เยือกแข็ง

เตรียมข้าวสุกและบรรจุลงกล่องเหมือนข้อ 3 ทำการทดลองโดยใช้ปัจจัยที่ศึกษาดังนี้

- ชนิดข้าว 2 ชนิด คือ ข้าวขาว และข้าวหอมมะลิ

- วิธีการแช่เยือกแข็ง 2 วิธี คือ แบบใช้ไอไนโตรเจนเหลว ที่อุณหภูมิและเวลา ที่สรุปได้จากข้อ 3 และแบบ air blast ที่อุณหภูมิ -32 องศาเซลเซียส แช่เยือกแข็งจนอุณหภูมิใจกลางก้อนข้าวสุกถึง -18 องศาเซลเซียส (หาเวลาที่ใช้ในการแช่เยือกแข็ง ตามวิธีในภาคผนวก ค)

- วิธีการอุ่นข้าวสุกแช่เยือกแข็ง 2 วิธี คือ แบบใช้วิธีนึ่ง โดยนำข้าวสุกแช่เยือกแข็งที่บรรจุในกล่องกระดาษเคลือบไขมาละลายน้ำแข็ง ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 1.5 - 2 ชั่วโมง หรือจนอุณหภูมิใจกลางก้อนข้าวสุกได้ประมาณ 0-1 องศาเซลเซียส จากนั้นนำไปนึ่งในลังถึงโดยนำก้อนข้าวสุกใส่จาน นึ่งจนอุณหภูมิใจกลางก้อนข้าวเป็น 70 ± 5 องศาเซลเซียส และเปรียบเทียบกับแบบใช้เตาไมโครเวฟ โดยนำข้าวสุกแช่เยือกแข็งที่บรรจุกล่องกระดาษเคลือบไขเข้าอุ่นในเตาไมโครเวฟเลย ไม่ต้องละลายน้ำแข็งก่อน ใช้กำลังไฟสูงสุด อุ่นประมาณ 4 นาที ครั้งละ 2 กล่อง หรือจนอุณหภูมิใจกลางก้อนข้าวสุกเป็น 70 ± 5 องศาเซลเซียส

ประเมินผลโดยการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวสุกแช่เยือกแข็งหลังอุ่น วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ผลแบบ Symmetric Factorial in RCBD ขนาด 2x2x2 ทำการทดลอง 2 ซ้ำ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan ' s Multiple Range Test หาชนิดข้าว วิธีแช่เยือกแข็ง และวิธีอุ่นข้าวสุกแช่เยือกแข็งที่ดีที่สุด โดยเลือกจากตัวอย่างที่ได้รับคะแนนจากการทดสอบสูงที่สุด

5. ศึกษาผลของวิธีแช่เยือกแข็ง ภาวะการเก็บรักษา และอายุการเก็บรักษาต่อคุณภาพข้าวสุกแช่เยือกแข็ง

เตรียมชนิดข้าวสุกตามข้อสรุปที่ได้จากข้อ 4 ทำการทดลองโดยใช้ปัจจัยที่จะศึกษาดังนี้

- วิธีการแช่เยือกแข็ง 2 วิธี คือแบบไอใช้ไนโตรเจนเหลว และแบบ air blast ใช้อุณหภูมิและเวลาเหมือนข้อ 3

- ภาวะการเก็บรักษา 2 ภาวะ คือ อุณหภูมิคงที่ -18 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิไม่คงที่ (fluctuated temperature) อุณหภูมิ -8 ถึง -18 องศาเซลเซียส ซึ่งทำโดยนำไปเก็บไว้ในตู้เก็บอาหารแช่เยือกแข็งที่มีการเปิด-ปิด ตามสภาพจริง และมีการบันทึกอุณหภูมิไว้โดยตลอด

- อายุการเก็บรักษา 5 เดือน โดยสุ่มตรวจคุณภาพเริ่มต้น และหลังจากนั้นทุกเดือน ประเมินผลโดยตรวจสอบคุณภาพต่างๆดังนี้

5.1 คุณภาพทางกายภาพ

- หา% weight loss
- หา% ข้าวสุกหัก
- วัดความชื้นข้าวสุก
- วัดค่าแรงต้านของข้าวสุก

วางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Asymmetric Factorial in CRD ขนาด 2x2x6 ทำการทดลอง 3 ซ้ำ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan ' s Multiple Range Test

5.2 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

เตรียมตัวอย่างข้าวสุกโดยใช้วิธีอุ่นที่สรุปได้จากข้อ 4 แล้วทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส วางแผนการการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Asymmetric Factorial in RCBD ขนาด 2x2x6 ทำการทดลอง 2 ซ้ำ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan ' s Multiple Range Test

5.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์

- ตรวจหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count)
- ตรวจหาปริมาณยีสต์ และรา (Yeast and Mold)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย