บทที่ 3

อุปกรณ์และการดำเนินงานวิจัย

วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง

ข้าวสารวัตถุดิบในงานวิจัยนี้ได้รับความอนุเคราะห์จากสถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้แก่ พันธุ์ก.วก. 1 ซึ่งเป็นข้าวจาปอนิกา และพันธุ์เฉี้ยงพัทลุงซึ่งเป็นข้าวอินดิกา

สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

Ammonium iron sulphate	A.R. grade (Fluka)
Boric acid	A.R. grade (Merck)
Ethanol, 95%	A.R. grade (Merck)
Glacial acetic acid	A.R. grade (Sigma)
Hydrochloric acid	A.R. grade (Merck)
Iodine	A.R. grade (Fluka)
Nitric acid	A.R. grade (Fluka)
Petroleum ether	A.R. grade (Merck)
Potassium carbonate	A.R. grade (Fluka)
Potassium iodate	Food grade
Potassium iodide	A.R. grade (Fluka)
Potassium thiocyanate	A.R. grade (Fluka)
Selenium reagent mixture	A.R. grade (Merck)
Sodium hydroxide	A.R. grade (Merck)
Sodium nitrite	A.R. grade (Fluka)
Standard potato amylose	A.R. grade (Sigma)
Sulfuric acid	A.R. grade (Merck)
Zinc sulphate	A.R. grade (Fluka)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ตู้อบลมร้อน (WTE binder)
เครื่องชั่งละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Satorious รุ่น A200S)
เครื่องปั่นกวนระบบแม่เหล็ก
เครื่องผสมสารเคมี (thermolyne type 37600 mixer/vortex)
เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (JASCO รุ่น V-530)
เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) JASCO รุ่น V-530
เครื่องวัดสี (Minolta รุ่น CR-310)
เครื่องเหวี่ยงแยก (Centrifuge Thermo IEC รุ่น multi-RF)
ชุดเครื่องกลั่น (BUCHI Digestion Unit K 424)
ชุดเครื่องย่อยโปรตีน (BUCHI Digestion Unit B 324)
เตาเผา (Fischer scientific isotemp muffle furnace)
โถดูดความชื้น

ขอบเขตงานวิจัย

ส่วนที่ 1 การศึกษาสมบัติทางเคมีและกายภาพบางประการของข้าวสาร

งานวิจัยนี้ใช้ข้าวสารที่มีความแตกต่างกันด้านสมบัติทางเคมีและกายภาพ 2 สายพันธุ์ เพื่อนำไปผลิตข้าวหุงสุกเร็วซึ่งอาจส่งผลให้มีสภาวะที่เหมาะสมของกระบวนการผลิตในแต่ละขั้นตอนแตกต่างกัน ดังนั้นจึงศึกษาสมบัติ บางประการของข้าวสาร ได้แก่ องค์ประกอบทางเคมี ปริมาณอมัยโลสและไอโอดีน ความยาวและปริมาตรเมล็ด ค่าการสลายตัวในด่าง ค่าดัชนีความขาว และโครงสร้างผลึก

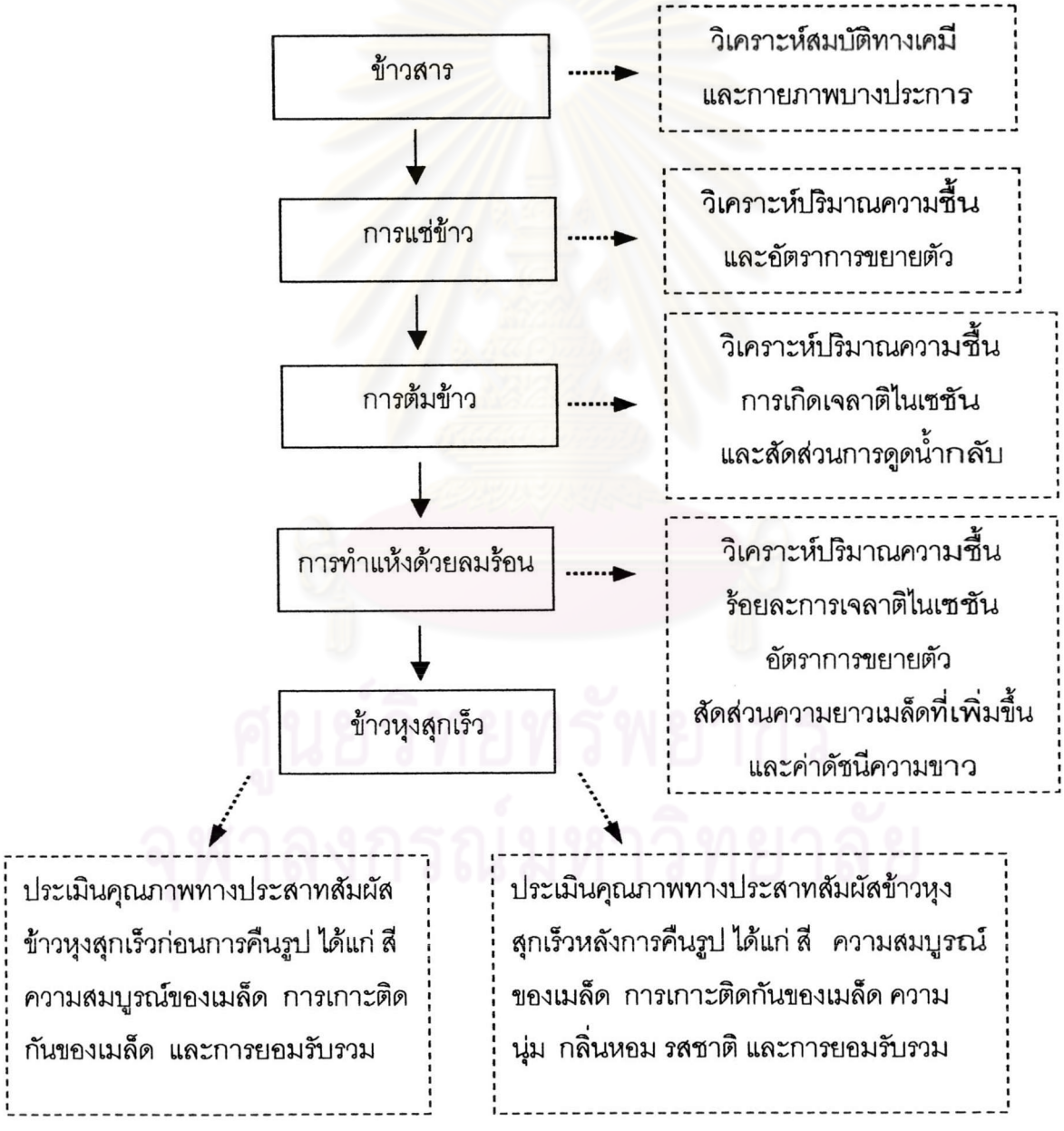
ส่วนที่ 2 การศึกษาขั้นตอนการผลิตข้าวหุงสุกเร็วจากข้าวสารวัตถุดิบ

จากการศึกษาและเปรียบเทียบความเหมาะสมของวิธีการผลิตข้าวหุงสุกเร็วแต่ละวิธี ในงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้วิธี Soak-Boil/Steam-Dry โดยดัดแปลงขั้นตอนการผลิตจากงานวิจัยของ Smith และคณะ, 1985 และ Ghosh และ Mukherjee, 1988 ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้ การแช่ข้าว การให้ความร้อนโดยการต้มในน้ำเดือดและการทำแห้ง ข้าวหุงสุกเร็วที่ผลิตได้นำมา

ศึกษาสมบัติบางประการและเวลาการคืนรูป แล้วพิจารณาเลือกสภาวะที่เหมาะสมสำหรับข้าวแต่ละพันธุ์เพื่อนำไปศึกษาการเสริมไอโอดีนในผลิตภัณฑ์ต่อไป

ส่วนที่ 3 การเสริมไอโอดีนในข้าวหุงสุกเร็วโดยวิธีการแช่

งานวิจัยนี้จะศึกษาการเสริมไอโอดีนในข้าวหุงสุกเร็วโดยวิธีการแช่ข้าวในสารละลายโพแทสเซียมไอโอเดต (KIO_3) ดังรูปที่ 3.1 แล้วนำมาศึกษาและเปรียบเทียบสมบัติทางเคมีและกายภาพบางประการระหว่างข้าวสาร ข้าวหุงสุกเร็ว และข้าวหุงสุกเร็วที่เสริมไอโอดีน



รูปที่ 3.1 กระบวนการผลิตข้าวหุงสุกเร็ววิธีการแช่-ต้ม/ไอน้ำ-ทำแห้ง

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 การศึกษาสมบัติทางเคมีและกายภาพบางประการของข้าวสาร

นำข้าวสารวัตถุดิบ ได้แก่ ข้าวพันธุ์ ก.วก. 1 และเฉี้ยงพัทลุง มาบดเป็นแป้งและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช นำมาวิเคราะห์คุณภาพดังต่อไปนี้

1. วิเคราะห์ปริมาณความชื้น โดยวิธีอบแห้งในตู้อบลมร้อน (AACC, 44-15A, 1995)
2. วิเคราะห์ปริมาณโปรตีนด้วย Kjeldhal method (AACC, 46-13, 1995) และคำนวณโดยใช้แฟคเตอร์เท่ากับ 5.95 (Juliano,1972)
3. วิเคราะห์ปริมาณไขมัน โดยใช้ Petroleum ether เป็น solvent AOAC (1995)
4. วิเคราะห์ปริมาณอมัยโลส โดยเทคนิค Simplified amylose assay (Juliano, 1971)
5. วิเคราะห์ปริมาณไอโอดีนแบบ Macro scale (ชุติมา อัศวเสถียร, 2543)
6. วิเคราะห์ค่าการสลายตัวในด่าง (Alkali digestion) โดยแช่เมล็ดข้าวสารในสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เป็นเวลา 23 ชั่วโมง (งามชื่น คงเสรี และคณะ, 2545)
7. วัดค่าสีในระบบ Hunter (L a b) ด้วยเครื่อง Minolta-C300 โดยวัดสี 3 จุดในแต่ละซ้ำ คำนวณค่าดัชนีความขาว (White index) ตามวิธีของ Chen, Lu และ Lii (1999)

$$\text{ดัชนีความขาว} = 100 - \sqrt{(100-L)^2 + a^2 + b^2}$$

8. วัดค่าปริมาตรโดยเทคนิคการแทนที่ด้วยเมล็ดงา (Smith และคณะ, 1985)
9. ศึกษาโครงสร้างผลึก (crystalline structure) ด้วยเทคนิค X-ray Powder Diffraction และวิเคราะห์ X-ray pattern (Zobel, 1964)

วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design ทำการทดลอง 6 ซ้ำวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Statistix for Window version 8.0

3.2 การศึกษาขั้นตอนการผลิตข้าวหุงสุกเร็วจากข้าวสารวัตถุดิบ

การเตรียมข้าวหุงสุกเร็วในงานวิจัยนี้ใช้วิธี Soak-Boil/Steam-Dry (Luh, Roberts และ Li, 1980) โดยดัดแปลงจาก Smith และคณะ (1985); และ Ghosh และ Mukherjee (1988) สำหรับข้าวพันธุ์ ก.วก. 1 และเฉี้ยงพัทลุง โดยแบ่งออกเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

3.2.1 การศึกษาสภาวะการแช่ข้าว

ในการทดลองการแช่ข้าวนี้ ใช้อัตราส่วนข้าวต่อน้ำกลั่นเท่ากับ 1 : 8 โดยใช้ข้าวเริ่มต้น 50 กรัม แช่ในบีกเกอร์ขนาด 1 ลิตร ที่ตั้งในอ่างควบคุมอุณหภูมิ เมื่อครบกำหนดเวลาสะเด็ดน้ำแล้วซับน้ำส่วนเกินที่ผิวเมล็ดข้าวโดยวางซับบนกระดาษกรอง Whatman (Smith และคณะ, 1985) โดยแปรอุณหภูมิการแช่ 3 ระดับ คือ 30, 45 และ 60 องศาเซลเซียส และแปรเวลาการแช่ข้าว 4 ระดับ คือ 15, 30, 45 และ 60 นาที ข้าวสารที่ผ่านการแช่นำไปวิเคราะห์ดังนี้

1. ปริมาณความชื้น AACC 44-15A (1995)
2. ค่าอัตราการขยายตัว (Horigane และคณะ, 2000)

$$\text{อัตราการขยายตัว} = \frac{\text{ปริมาตรข้าวที่ผ่านการแช่}}{\text{ปริมาตรข้าวสารเริ่มต้น}}$$

วางแผนการทดลองแบบ Spilt plot โดย main plot คือ อุณหภูมิการแช่ และ sub plot คือ เวลาการแช่ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลและความแปรปรวนทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Statistix for Window version 8.0 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยใช้วิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เลือกสภาวะที่เหมาะสม ได้แก่ ปริมาณความชื้นประมาณร้อยละ 30 และ อัตราการขยายตัวสูงปานกลาง เพื่อนำไปศึกษาในขั้นตอนการต้มข้าวต่อไป

3.2.2 การศึกษาสภาวะการต้มข้าว

ข้าวที่ผ่านการแช่น้ำจากข้อ 3.2.1 นำมาให้ความร้อนให้ได้เป็น precooked rice โดยการต้มในน้ำเดือด 100 องศาเซลเซียส อัตราส่วนข้าวต่อน้ำเป็น 1 : 6 เป็นเวลาต่าง ๆ กัน คือ 2, 4, 6, 8 และ 10 นาที เพื่อให้ข้าวเกิดการเจลาติไนเซชันระดับต่าง ๆ กัน จากนั้นนำมาลดอุณหภูมิลง โดยแช่ในน้ำเย็น 0 – 2 องศาเซลเซียส แล้วสะเด็ดน้ำ (Rizk และ Doss, 1995) นำข้าว precooked rice ไปวิเคราะห์ดังนี้

1. ปริมาณความชื้น AACC 44-15A (1995)
2. ร้อยละการเกิดเจลาติไนเซชัน โดยใช้หลักการ Amylose-Iodine Blue Value (Birch และ Priestley, 1973)

3. สัดส่วนการดูดน้ำกลับ (Rehydration ratio) โดย (Smith และคณะ (1985)

$$\text{สัดส่วนการดูดน้ำกลับ} = \frac{\text{น้ำหนักข้าวหลังการต้ม}}{\text{น้ำหนักข้าวสารเริ่มต้น}}$$

วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลและความแปร ปรวนทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Statistix for Window version 8.0 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยใช้วิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.2.3 การศึกษาสภาวะการทำแห้ง Precooked rice ด้วยลมร้อน

นำข้าวสุกจากข้อที่ 3.2.2 มาเกลี่ยในถาดบุตะแกรงลวดแล้วอบด้วยลมร้อนโดยเครื่องอบลมร้อน โดยแปรอุณหภูมิเป็น 80 และ 100 องศาเซลเซียส เพื่อให้ข้าวมีความชื้นลดลงต่ำกว่าร้อยละ 14 (Ghosh และ Mukherjee, 1988) นำข้าว precooked rice ที่อบแห้งแล้วไปวิเคราะห์ดังนี้

1. ปริมาณความชื้น AACC 44-15A (1995)
2. ร้อยละการเกิดเจลาติไนเซชัน โดยใช้หลักการ Amylose-Iodine Blue Value ดัดแปลงจากวิธีของ Birch และ Priestley (1973)
3. ค่าอัตราการขยายตัว (Horigane และคณะ, 2000)

$$\text{อัตราการขยายตัว} = \frac{\text{ปริมาตรข้าวที่ผ่านการแช่}}{\text{ปริมาตรข้าวสารเริ่มต้น}}$$

4. สัดส่วนความยาวเมล็ดที่เพิ่มขึ้น (Elongation ratio) โดย Horigane และคณะ (2000)

วางแผนการทดลองแบบ Spilt plot โดย main plot คือ อุณหภูมิการทำแห้ง และ sub plot คือ เวลาการต้ม ทำการทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลและความแปร ปรวนทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Statistix for Window version 8.0 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยใช้วิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

5. ประเมินผลทางประสาทสัมผัสข้าวหุงสุกเร็วก่อนการคืนรูป โดยพิจารณาการยอมรับของผู้บริโภคต่อลักษณะปรากฏของเมล็ดข้าวหุงสุกเร็ว ได้แก่ สี ความสมบูรณ์ของเมล็ดข้าว การเกาะตัวของเมล็ด โดยใช้ผู้ทดสอบกึ่งฝึกฝน จำนวน 12 คน และใช้

แบบทดสอบแบบ Quantitative descriptive analysis with scoring test ออกแบบการทดลองแบบ Randomized complete block design วิเคราะห์ข้อมูลและความแปร ปรวนทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Statistix for Window version 8.0 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยใช้วิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เลือกสภาวะการทำแห้งด้วยลมร้อน ที่ทำให้ข้าวหุงสุกเร็วที่มีอัตราการขยายตัว 1.5 – 3.0 และมีค่าร้อยละการเกิดเจลาติไนเซชันสูง (Luh, Roberts และ Li, 1980) รวมทั้งมีลักษณะปรากฏเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

3.2.4 การศึกษาเวลาการคืนรูป

ข้าวหุงสุกเร็วที่เลือกมาจากข้อ 3.2.3 นำมาคืนรูปในน้ำเดือด 100 องศาเซลเซียส ในอัตราส่วนข้าวต่อน้ำเป็น 1 : 6 โดยแปรเวลาการคืน ได้แก่ 3 5 และ 7 นาที นำมาวิเคราะห์คุณภาพดังนี้

1. สัดส่วนการดูดน้ำกลับ (Rehydration ratio) โดยวิธีของ Smith และคณะ (1985)
2. ค่าสีในระบบ Hunter (L a b) ด้วยเครื่อง Minolta-C300 โดยวัดสี 3 จุดในแต่ละซ้ำ คำนวณค่าดัชนีความขาว (White index) ตามวิธีของ Chen, Lu และ Lii (1999)

วางแผนการทดลองแบบ Split-split plot โดย main plot คือ อุณหภูมิการแช่ sub plot คือ เวลาการต้ม และ sub-subplot คือ เวลาการคืนรูป ทำการทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปร ปรวนทางสถิติ (Analysis of variance) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยใช้วิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3. ประเมินผลทางประสาทสัมผัสเปรียบเทียบข้าวหุงสุกเร็วที่คืนรูปแล้ว โดยพิจารณาการยอมรับของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะในด้านต่าง ๆ ได้แก่ สี ความสมบูรณ์ของเมล็ดข้าว การเกาะตัวของเมล็ด ความนุ่ม รสชาติ กลิ่นหอม และการยอมรับรวม โดยใช้ผู้ทดสอบกึ่งฝึกฝน จำนวน 12 คน และใช้แบบทดสอบแบบ Quantitative descriptive analysis with scoring test ออกแบบการทดลองแบบ Randomized complete block design วิเคราะห์ข้อมูลและความแปร ปรวนทางสถิติ โดยใช้

โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Statistix for Window version 8.0 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยใช้วิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เลือกสภาวะที่ให้ข้าวหุงสุกเร็วที่มีสัดส่วนการดูดน้ำกลับสูง และมีคะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความนุ่มและการยอมรับรวมสูง โดยใช้เวลาการคืนรูปสั้นที่สุด

3.3 การเสริมไอโอดีนในข้าวหุงสุกเร็วโดยวิธีการแช่

นำกระบวนการเตรียมข้าวหุงสุกเร็วที่เลือกจากข้อ 3.3 มาศึกษาการเสริมไอโอดีน (รูปที่ 3.2) โดยวิธีการแช่ข้าวสารพันธุ์ก.วก. 1 และเฉี้ยงพัทลุง ในสารละลายโพแทสเซียมไอโอเดต (KIO_3) ที่มีปริมาณไอโอดีนคิดเป็น 2 ระดับ ได้แก่ ระดับความเข้มข้น KIO_3 ที่มีปริมาณไอโอดีนคิดเป็น 250 และ 500 ไมโครกรัมต่อข้าวสารเริ่มต้น 50 กรัม วิเคราะห์และเปรียบเทียบสมบัติของข้าวหุงสุกเร็วเสริมไอโอดีน กับข้าวหุงสุกเร็วและข้าวสารดังนี้

1. ปริมาณไอโอดีนโดยวิธีของ Moxon และ Dixon (1980)
2. ร้อยละการเกิดเจลาติไนเซชัน โดยใช้หลักการ Amylose-Iodine Blue Value ดัดแปลงจากวิธีของ Birch และ Priestley (1973)
3. สัดส่วนการดูดน้ำกลับ (Rehydration ratio) โดยวิธีของ Smith และคณะ (1985)
4. ค่าปริมาตรและอัตราการขยายตัว โดย Horigane และคณะ (2000)
5. ค่าความยาวเมล็ด โดย Horigane และคณะ (2000)

วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลและความแปรปรวนทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Statistix for Window version 8.0 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยใช้วิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ข้าวสารพันธุ์ ก.ว.ก.1 และเฉี้ยงพัทลุง 50 กรัม

↓

แช่ในสารละลายโพแทสเซียมไอโอเดต

ความเข้มข้นต่างกัน 2 ระดับ

↓

ต้มในน้ำกลั่นปราศจากไอออนที่ 100°C

↓

สะเด็ดน้ำ

↓

ลดอุณหภูมิโดยแช่ในน้ำเย็นจัด 0-2°C

↓

เกลี่ยในถาดอบบุตะแกรงลวด

อบลมร้อน

↓

วิเคราะห์

ปริมาณไอโอดีน

ร้อยละการเกิดเจลาติไนเซชัน

อัตราการขยายตัว

ความยาวเมล็ด

รูปที่ 3.2 การเสริมไอโอดีนในรูปของโพแทสเซียมไอโอเดตในข้าวหุงสุกเร็ว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย