บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การศึกษาผลของสารโพแทสเซียมไอโอไดด์ และระยะเวลาเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพข้าวในระหว่างการเก็บรักษา ได้แบ่งออกเป็น 2 การทดลอง ได้แก่

3.1 การทดลองที่1 : ศึกษาผลของการจัดการสารโพแทสเซียมไอโอไดด์ที่มีต่อคุณภาพการสีของข้าวตามช่วงระยะเวลาเก็บเกี่ยวและช่วงระยะเวลาการขัดสีหลังการเก็บเกี่ยว

ทำการทดลอง ณ แปลงปฏิบัติการศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) จำนวน 4 ซ้ำ แบ่งออกเป็น 2 กรรมวิธี คือ กรรมวิธีที่มีการฉีดพ่นสารโพแทสเซียมไอโอไดด์ และกรรมวิธีที่ไม่มีการฉีดพ่นสาร ในแปลงทดลองเนื้อที่รวม 1 ไร่ แบ่งออกเป็นแปลงย่อยขนาด 20x10 เมตร ระยะปักดำ 25x25 ซม. โดยข้าวมีอายุกล้า 1 เดือน ทำการปักดำ 3 ต้น/จับ การดูแลรักษาแปลงทดลอง ทำการใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง ครั้งแรกใส่ปุ๋ยสูตร 16-20-0 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ หลังปักดำ 7 วัน ครั้งที่ 2 ใส่เมื่อต้นข้าวเจริญถึงระยะกำเนิดช่อดอก อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ทำการป้องกันกำจัดโรค แมลง และศัตรูพืชอื่นๆตามความเหมาะสม เมื่อถึงระยะกำเนิดช่อดอก (Panicle initiation) ทำการฉีดพ่นสารโพแทสเซียมไอโอไดด์อัตรา 0.2 กรัมต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร และฉีดพ่นซ้ำอีกครั้งหลังจากการฉีดครั้งแรก 7 วัน ในการฉีดพ่นทุกครั้งมีการผสมสารจับใบอัตรา 1 ซีซีต่อน้ำ 1 ลิตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.1.1 การเก็บตัวอย่างและการบันทึกข้อมูล

เมื่อข้าวถึงระยะสุกแก่ทางสรีระ(Physiological Maturity, PM) ทำการเก็บตัวอย่างเพื่อบันทึกข้อมูล โดยจะแบ่งการเก็บตัวอย่างออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

1. เริ่มเก็บตัวอย่างข้าวเมื่อถึงระยะสุกแก่ทางสรีระ (Physiological Maturity, PM) โดยเก็บทุก 4 วัน ตั้งแต่ระยะสุกแก่ทางสรีระจนถึงหลังระยะสุกแก่ทางสรีระ 4, 8, 12, 16 และ 20 วัน เก็บตัวอย่างข้าวครั้งละ 150 กรัม และมาวัดความชื้นของแต่ละกรรมวิธีก่อนเก็บตัวอย่างข้าวไว้ในถุงกระดาษที่อุณหภูมิห้อง เมื่อเก็บรักษาข้าวครบทุก 15 วัน ทยอยนำตัวอย่างดังกล่าวออกมาวัดความชื้นอีกครั้งก่อนนำไปวัดคุณภาพการสี

2. เมื่อถึงระยะสุกแก่ทางสรีระ ทำการเก็บเกี่ยวข้าวจากแต่ละกรรมวิธีมาพร้อมกัน และแบ่งข้าวที่ได้แยกใส่ถุงกระดาษ ทำการวัดความชื้นเมล็ด และขัดสีข้าวเพื่อหาคุณภาพการสี โดยเริ่มขัดสีครั้งแรกที่ระยะสุกแก่ทางสรีระ และขัดสีเมื่อครบทุก 2 วันเป็นระยะเวลา 1 เดือน

คุณภาพการสี

นำตัวอย่างข้าวเปลือกมาเข้ากระบวนการสี โดยนำเมล็ดข้าวเปลือกมากะเทาะเปลือกด้วยเครื่องกะเทาะแบบ Satake จะได้ส่วนที่เป็นข้าวกล้องและแกลบออกมา นำข้าวกล้องที่ได้เข้าเครื่องขัดขาวแบบ Mc. Grill Miller No.2 จะได้ส่วนที่เป็นข้าวขาวและรำออกมา จากนั้นจึงนำข้าวขาวเข้าเครื่องคัดแยกแบบตะแกรงกลม Satake จะได้ส่วนของข้าวสารเต็มเมล็ดและข้าวหัก นำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ข้าวต้น และเปอร์เซ็นต์ข้าวหัก โดย

$$\text{เปอร์เซ็นต์ข้าวต้น} = \frac{\text{น้ำหนักของข้าวสารเต็มเมล็ด}}{\text{น้ำหนักของข้าวเปลือก}} \times 100$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก} = \frac{\text{น้ำหนักของข้าวสารหัก}}{\text{น้ำหนักของข้าวเปลือก}} \times 100$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2 การทดลองที่ 2 : ศึกษาการจัดการสารโพแทสเซียมไอโอไดด์และความชื้นเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเมล็ดข้าวในระหว่างการเก็บรักษา

ทำการทดลองปลูกข้าวในแปลงนาเกษตรกรของ นายประดิษฐ์ ปารมีทอง ที่อยู่ บ้านดง ต.แช่ช้าง อ.สันกำแพง จ.เชียงใหม่ โดยปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ในแปลงนาเนื้อที่รวม 5 ไร่ แบ่งเป็นข้าวที่ได้รับการฉีดพ่นสารโพแทสเซียมไอโอไดด์ และไม่ได้รับการฉีดพ่นสาร อย่างละ 2.5 ไร่ ภายใต้สภาพแวดล้อมของพื้นที่ปลูกขนาดใหญ่และการดูแลรักษาของเกษตรกร ทำการวางแผนการทดลองแบบ Spit plot จำนวน 3 ซ้ำ โดยกำหนดให้

Main plot เป็นกรรมวิธีการฉีดพ่นสารโพแทสเซียมไอโอไดด์ ได้แก่

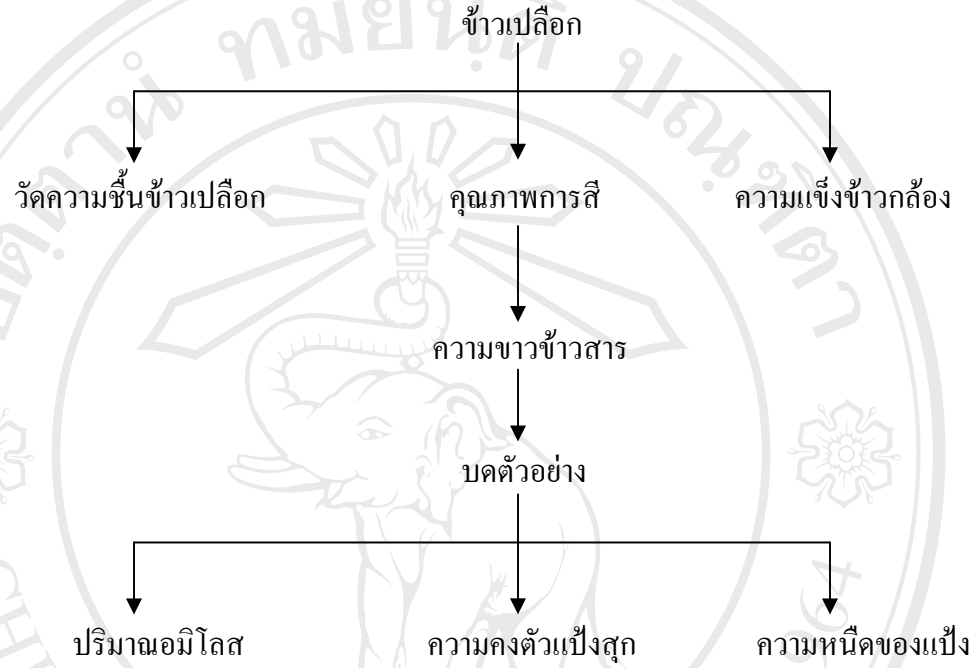
1. ฉีดพ่นสารโพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) อัตรา 0.2 กรัมต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร โดยฉีดพ่นสารครั้งแรกที่ระยะกำเนิดช่อดอก (Panicle initiation) และครั้งที่สองหลังจากการฉีดครั้งแรก 7 วัน
2. ไม่ได้รับการฉีดพ่นสารโพแทสเซียมไอโอไดด์ (non-KI)

Sub-plot เป็นความชื้นเมล็ดข้าวขณะเก็บเกี่ยว ได้แก่ ที่ความชื้น 16%, 18%, 20% และ 22%

หลังจากเก็บเกี่ยวเมล็ดข้าวที่ความชื้นต่างๆ นำมาเก็บรักษาแบบใส่กระสอบเป็นระยะเวลานาน 6 เดือนในโรงเก็บข้าว ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยติดตั้งเครื่องบันทึกข้อมูลสภาพอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในโรงเก็บ และทำการวัดอุณหภูมิของข้าวเปลือกในกระสอบของแต่ละกรรมวิธีทุกสัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อครบทุก 1 เดือน สุ่มตัวอย่างในกระสอบข้าวแต่ละกรรมวิธี อย่างละ 3 ซ้ำ นำมาวัดคุณภาพข้าว ดังแสดงในภาพ 3.1



ภาพ 3.1 แผนภาพขั้นตอนและกรรมวิธีในการสุ่มตัวอย่างข้าวในแต่ละเดือน

ระยะเวลาการดำเนินงานทดลอง

วันปักดำ	วันที่ 11 ส.ค. 46 อายุกล้า 1 เดือน	
การฉีดพ่น KI	ครั้งที่ 1	วันที่ 3 ต.ค. 2546
	ครั้งที่ 2	วันที่ 9 ต.ค. 2546
การเก็บเกี่ยว	ความชื้น 22%	วันที่ 20 พ.ย. 2546
	ความชื้น 20%	วันที่ 22 พ.ย. 2546
	ความชื้น 18%	วันที่ 24 พ.ย. 2546
	ความชื้น 16%	วันที่ 27 พ.ย. 2546

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2.1 การเก็บตัวอย่างและบันทึกข้อมูล

1. วัดความชื้นของข้าวเปลือกโดยใช้เครื่อง Grain Moisture Tester แบบพกพา (Riceter รุ่น J999)

2. วัดอุณหภูมิของข้าวเปลือกในกระสอบโดยเครื่อง Portable Thermocouple Thermometers รุ่น HI 98701 และบันทึกข้อมูลสภาพอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์อากาศ ภายในโรงเก็บด้วยเครื่อง Data Logger

3. วัดคุณภาพทางกายภาพของเมล็ดข้าว

3.1 คุณภาพการสี

ดังวิธีที่กล่าวข้างต้น

3.2 ความแข็งของเมล็ดข้าวกล้อง

ใช้เครื่องวัดความแข็งของเมล็ดข้าวโดยใช้แรงที่สามารถทำให้เมล็ดข้าวเกิดรอยร้าวหรือแตกหักได้ มีหน่วยเป็น นิวตันต่อตารางเซนติเมตร(N/cm^2) โดยสุ่มตัวอย่าง 10 เมล็ดจากแต่ละหน่วยการทดลอง

3.3 ความขาวของข้าวสาร

ใช้เครื่องวัดสี Colorimeter ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น ColorQuestXE ซึ่งจะวัดออกมาความขาวในรูปของค่า L, ค่า a และค่า b แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณค่าดัชนีความขาว (White index) ตามวิธีของ Chen *et al.* (1999) ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

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

ค่า L คือ ค่าความเข้มสว่างของสี ซึ่งมีค่าเริ่มต้นตั้งแต่ 0 ถึง 100 ค่า L มีค่ามาก แสดงว่าสีมีความสว่างมาก และถ้า L เท่ากับ 0 จะเป็นสีดำ

ค่า a คือ ค่าแสดงระดับสีแดง และสีเขียว ถ้า a มีค่าเป็นบวกแสดงถึงสีแดง มีค่าเป็นลบแสดงถึงสีเขียว เมื่อห่างจากจุด 0 มากแสดงถึงสีแดงหรือสีเขียวมากขึ้น

ค่า b คือ ค่าแสดงระดับสีเหลือง และสีน้ำเงิน ถ้า b มีค่าเป็นบวกแสดงถึงสีเหลือง มีค่าเป็นลบแสดงถึงสีน้ำเงิน เมื่อห่างจากจุด 0 มากแสดงถึงสีเหลืองหรือสีน้ำเงินมากขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4. วัดคุณภาพทางเคมีของเมล็ดข้าว

4.1 ปริมาณอมิโลส

การวิเคราะห์หาปริมาณอมิโลสโดยวิธีการของงามชื่น (2545) และJuliano (1971) โดยการนำตัวอย่างข้าวมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดเมล็ดข้าวจนเป็นแป้งที่สามารถผ่านตะแกรงขนาด 80-100 เมช (mesh) จากนั้นจึงชั่งตัวอย่างแป้ง 0.1000 กรัม ใส่ในขวดแก้ว(volumetric flask) ขนาด 100 มิลลิลิตรที่แห้งสนิท เติมเอทิลแอลกอฮอล์ 95% ปริมาณ 1 มิลลิลิตร เขย่าเบาๆ เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 2 นอร์มัล ปริมาณ 9 มิลลิลิตร ใส่แท่งแม่เหล็ก (magnetic bar) และทำการปั่นตัวอย่างบน magnetic stirrier นาน 10 นาทีให้เป็นน้ำแป้ง เติมน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร จากนั้นเตรียมขวดแก้วเปล่าขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นประมาณ 70 มิลลิลิตร เติมกรดแกลเซียลอะซิติก ความเข้มข้น 1 นอร์มัล ปริมาณ 2 มิลลิลิตร และสารละลายไอโอดีน ปริมาณ 2 มิลลิลิตร ดูดน้ำแป้งที่ปรับปริมาตรแล้ว ปริมาณ 5 มิลลิลิตรใส่ในขวดแก้วที่เตรียมไว้ เติมน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที ทำแบลงค์โดยนำขวดแก้วเปล่าขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นประมาณ 70 มิลลิลิตร เติมกรดแกลเซียลอะซิติก ความเข้มข้น 1 นอร์มัล ปริมาณ 2 มิลลิลิตร และสารละลายไอโอดีน ปริมาณ 2 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร วัดความเข้มสีด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ อ่านค่าเป็น absorbance ที่ความยาวคลื่นแสง 610 นาโนเมตร โดยปรับค่า absorbance ของแบลงค์ให้เป็น 0 (ศูนย์) จากนั้นนำสารละลายที่เตรียมไว้ไปวัดความเข้มสี และนำค่า absorbance ไปคำนวณหาปริมาณอมิโลสโดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน วิธีการเตรียมสาร และการเขียนกราฟมาตรฐานแสดงในภาคผนวก

4.2 วัดความคงตัวของแป้งสุก

ความคงตัวของแป้งสุกใช้วิธีการของ Cagampang *et al.* (1973) โดยชั่งแป้งตัวอย่าง จำนวน 0.1 กรัม ใส่ในหลอดทดลองขนาด 13x100 มิลลิเมตร เติมสารละลายไธมอลบูล (thymolblue) ความเข้มข้นร้อยละ 0.025 ปริมาณ 0.2 มิลลิลิตร และเติมสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ความเข้มข้น 0.2 นอร์มัล ปริมาณ 2 มิลลิลิตร เขย่าด้วย mixer เป็นเวลา 2-3 วินาทีเพื่อให้แป้งลอยตัว แล้วนำไปต้มในน้ำเดือดทันทีนาน 8 นาที จากนั้นนำมาเขย่าด้วย mixer อีกครั้งเพื่อให้น้ำแป้งเข้ากันทั่วถึง แล้วนำไปแช่ในน้ำเย็นจัดนาน 20 นาที วางหลอดทดลองในแนวนอนบนกระดาษกราฟเป็นเวลา 30 นาที อ่านระยะทางที่แป้งสุกไหลเทียบกับกระดาษกราฟ โดยค่าความคงตัวของเจลจะแปลผลจากระยะทางที่แป้งสุกไหล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.3 วิเคราะห์ความหนืดของแป้ง

คุณสมบัติทางด้านความหนืดตรวจวัดด้วยเครื่อง Rapid Visco Analyzer (RVA) รุ่นRVA-4 จากบริษัท Newport Scientific โดยใช้แป้งตัวอย่างที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 80-100 เมช (mesh) จำนวน 3.00 กรัม ใส่ในกระป๋องจำเพาะสำหรับเครื่อง RVA จากนั้นชั่งน้ำกลั่น 25 กรัมเทลงในกระป๋อง แล้วใช้ใบกวนที่เข้าชุดกับกระป๋อง กวนตัวอย่างเพื่อไม่ให้จับเป็นก้อนที่ผิวน้ำหรือติดอยู่ที่ใบกวนแล้วจึงนำกระป๋องที่ใส่ใบกวนเข้าเครื่องRVA และกดมอเตอร์ลงเพื่อให้เครื่องทำงาน เครื่องจะทำงานอัตโนมัติ โดยความเร็วรอบของใบกวนในช่วง 10 วินาทีแรกเท่ากับ 960 rpm แต่หลังจากนั้นความเร็วรอบเท่ากับ 160 rpm จนกระทั่งเครื่องทำงานเสร็จ ส่วนอุณหภูมิของเครื่องRVA จะมีการเปลี่ยนแปลงตามขั้นตอน ดังนี้คือ อุณหภูมิเริ่มต้น 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที จากนั้นอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นเป็น 95 องศาเซลเซียสในนาทีที่ 4.7 และจะคงที่ที่อุณหภูมินี้นาน 2 นาที แล้วอุณหภูมิจะลดลงเป็น 50 องศาเซลเซียสในนาทีที่ 11 และจะคงที่ตลอดจนเวลาครบ 12.5 นาที ซึ่งสิ้นสุดการทำงานเครื่องจะหยุดทำงานอัตโนมัติ จากกราฟการเปลี่ยนแปลงความหนืดต่อเวลาที่ได้ ผลที่ได้ทำให้ทราบ Final viscosity, Pasting temperature และ Holding strength จากนั้นนำมาคำนวณค่า Setback from trough

Pasting temperature = อุณหภูมิที่เริ่มมีการเปลี่ยนค่าความหนืด หรือมีค่าความหนืดเพิ่มขึ้น 2 RVUในเวลา 20 วินาที มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส (^{o}C)

Setback from trough = ผลต่างระหว่างความหนืดสุดท้าย (Final viscosity) กับความหนืดต่ำสุด (Holding strength) มีหน่วยเป็น cP (centripoise)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธี Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของสิ่งทดลองด้วย Least Significant Difference (LSD) และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจากการศึกษา Correlation Analysisโดยการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติใช้โปรแกรม Statistix for Window version 8.0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved