

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การทดลองที่ 1

การทดลองเพื่อเปรียบเทียบพันธุ์ข้าวสาลีภายใต้วันปลูกต่าง ๆ ได้ทำการศึกษาใน 2 ฤดูปลูกติดต่อกัน ฤดูแรกประกอบด้วย 2 วันปลูก ส่วนฤดูที่ 2 ประกอบด้วย 3 วันปลูกโดยได้เพิ่มวันปลูกตอนท้ายฤดูอีก 1 วันปลูก เพื่อศึกษาผลกระทบของการปลูกซ้ำให้ชัดเจนยิ่งขึ้น และได้ทำการทดลองที่แปลงทดลองของภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2529 ถึงเดือนมีนาคม 2530 (ฤดูปลูกปีที่ 1) และตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2530 ถึงเดือนเมษายน 2531 (ฤดูปลูกปีที่ 2) คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินแปลงทดลองได้แสดงไว้ในตารางผนวกที่ 3

ฤดูปลูกปีที่ 1

การวางแผนการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ Split plot ประกอบด้วย 3 ซ้ำ Main plot กำหนดให้มี 2 วันปลูก คือ

1. วันที่ 15 พฤศจิกายน 2529 (PD1)
2. วันที่ 15 ธันวาคม 2529 (PD2)

Sub plot ได้แก่ พันธุ์ข้าวสาลี จำนวน 12 สายพันธุ์ คือ

- | | | |
|---------------------|------------------------|------------|
| 1. #144 | 2. #1015 | 3. #1510 |
| 4. CMU#10 | 5. CMU#26 | 6. CMU#245 |
| 7. GENARO 81 | 8. GLENNSON 81 | 9. INIA 66 |
| 10. KU HEAD ROW #12 | 11. MARCOS JUAREZ INTA | 12. SW#23 |

รายละเอียดเกี่ยวกับลักษณะประจำพันธุ์บางประการได้แสดงไว้ในตารางผนวกที่ 4

แปลงทดลองมีขนาด 800 ตารางเมตรแต่ละแปลงย่อยมีขนาด 2.5 ตารางเมตร

การจัดการทดลอง

ข้าวสาลีแต่ละพันธุ์ปลูกโดยวิธีหยอดเป็นหลุม ระยะห่างระหว่างหลุม 25 ซม. แถวยาว 2.5 เมตร ระยะห่างระหว่างแถว 25 ซม. ปลูกพันธุ์ละ 4 แถว ต่อ 1 แปลงย่อย หยอดหลุมละ 5 ถึง 6 เมล็ด เมื่อต้นข้าวสาลีงอกและตั้งตัวได้แล้วได้ถอนทิ้งให้เหลือหลุมละ 3 ต้น มีการให้น้ำก่อนปลูก 1 ครั้งและหลังจากนั้นได้ให้ทุก 10 วันต่อครั้ง ก่อนปลูกใส่ปุ๋ยรองพื้นด้วยปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อข้าวสาลีอายุ 30 วัน ได้ใส่ปุ๋ยแต่งหน้าด้วยปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ หลังหยอดเมล็ดแล้วได้พ่นสารเคมีควบคุมวัชพืชก่อนงอก ชื่อการค้า มาเซตเต้ และต่อจากนั้นการกำจัดวัชพืชทำโดยใช้จอบตากอีก 1-2 ครั้ง โรคและแมลงป้องกันกำจัดโดย คลุกเมล็ดด้วยสารเคมีไดเทนเอ็ม 45 ก่อนปลูก อัตรา 2 กรัมต่อน้ำหนักเมล็ด 1000 กรัมและพ่นสารเคมีฟูราดาน อัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่หลังหยอดเมล็ด และพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราและแมลง เมื่อพบการระบาดของในแปลงข้าวสาลี

การบันทึกข้อมูล

1. อายุการเจริญเติบโต ได้บันทึก วันที่ทำการปลูก วันงอก วันออกรวง วันสุกแก่เต็มที่ และวันเก็บเกี่ยว
2. ความสูง ได้ลุ่มวัดความสูงของต้นข้าวสาลีในแต่ละแปลงย่อย จำนวน 10 ต้น ที่ระยะใกล้เก็บเกี่ยว โดยวัดตั้งแต่โคนต้นติดผิวดินจนถึงปลายรวง ไม่รวมหางเมล็ด
3. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต เก็บเกี่ยว 2 แถวกลางยาว 2 เมตรรวมเป็นพื้นที่ 1 ตารางเมตรต่อแปลงย่อย ลักษณะที่บันทึกได้แก่

3.1 จำนวนรวงต่อตารางเมตร	3.2 จำนวนช่อดอกย่อยต่อรวง
3.3 จำนวนเมล็ดต่อรวง	3.4 น้ำหนัก 1000 เมล็ด
3.5 น้ำหนักเมล็ดต่อตารางเมตร	
3.6 น้ำหนักแห้งต่อตารางเมตร (น้ำหนักเมล็ดรวมทั้งต้นและใบ)	

4. ข้อมูลอุตุวิทยวิทยา ข้อมูลของอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์อากาศ ปริมาณน้ำฝน และพลังงานแสง ได้แสดงในตารางผนวกที่ 1 และ 2

ฤดูปลูกปีที่ 2

การวางแผนการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ Split plot มี 3 ซ้ำ

Main plot ประกอบด้วย 3 วันปลูก คือ

1. วันที่ 15 พฤศจิกายน 2530 (PD1)
2. วันที่ 15 ธันวาคม 2530 (PD2)
3. วันที่ 15 มกราคม 2531 (PD3)

Sub plot ได้แก่ พันธุ์ข้าวสาลีจำนวน 12 สายพันธุ์ ซึ่งเป็นพันธุ์ชุดเดียวกับการทดลอง ปลูกฤดูที่ 1 คือ

- | | | |
|----------------------|------------------------|------------|
| 1. #144 | 2. #1015 | 3. #1510 |
| 4. CMU#10 | 5. CMU#26 | 6. CMU#245 |
| 7. GENARO 81 | 8. GLENNSON 81 | 9. INIA 66 |
| 10. KU HEAD ROW # 12 | 11. MARCOS JUAREZ INTA | 12. SW#23 |

การจัดการทดลองและการบันทึกข้อมูลได้ทำเหมือนฤดูปลูกปีที่ 1 ทุกประการ

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ทั้งฤดูปลูกปีที่ 1 และปีที่ 2 วิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้วิธี Analysis of Varaince เพื่อหาความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ LSD (Least Significant Difference) และหาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่างๆโดยวิธีการหา simple correlation (Steel and Torrie, 1960)

การทดลองที่ 2

เป็นการศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของลักษณะต่าง ๆ ของพันธุ์ข้าวสาลี เช่น ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตต่าง ๆ รวมทั้งองค์ประกอบอื่นที่คาดว่าจะมีความสำคัญต่อผลผลิต

การผลิตลูกผสมชั่วที่ 1 (F1 hybrid seed)

ได้เลือกพันธุ์ข้าวสาลีที่เคยมีประวัติการศึกษามาก่อนว่าเป็นพันธุ์ที่รื้อรวมทั้งผลที่ได้จากการศึกษาเปรียบเทียบพันธุ์ในการทดลองที่ 1 จำนวน 4 พันธุ์ ได้แก่

- | | |
|---------------------|-----------------------|
| 1. CMU#26 | 2. INIA 66 |
| 3. KU HEAD ROW # 12 | 4. MARCOS JUAREZ INTA |

และพันธุ์เหล่านี้ได้ใช้เป็นพันธุ์พ่อและแม่ในการผลิตลูกผสมชั่วที่ 1 แบบพบกันหมด ระยะเวลาที่ผลิตจะทำในระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2529 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2530 ที่แปลงทดลองของภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยปลูกพันธุ์ที่จะใช้เป็นพันธุ์พ่อและแม่ แบบโรยเป็นแถว ยาว 3 เมตร ระยะระหว่างแถว 25 ซม. ปลูกพันธุ์ละ 4 แถว แบ่งช่วงเวลาปลูกเป็นสามครั้ง ห่างกันครั้งละ 7 วัน ส่วนการดูแลรักษาพันธุ์พ่อและแม่นี้ ได้ทำตามปกติเหมือนการทดลองที่ 1 ทุกประการ

ต้นข้าวสาลีเมื่อเริ่มออกดอก ได้ทำการคัดเลือกต้นแม่ที่มีลักษณะลำต้นแข็งแรงไม่เป็นโรคและถูกแมลงทำลาย เพื่อตอนเกสรตัวผู้ (emasculation) โดยใช้ปากคีบดึงอับเกสรตัวผู้ออกจากดอกย่อยของช่อดอกจนครบทั้งรวง หลังจากนั้นใช้ถุงกระดาษคลุมไว้ ช่วงเวลาที่ตอนเกสรตัวผู้ทำในช่วงบ่ายเวลา 13:00 น. ถึง 15:00 น. หลังจากตอนเกสรตัวผู้แล้ว 2 ถึง 4 วัน ถึงได้ทำการผสมพันธุ์โดยการถ่ายละอองเกสร (pollination) จากต้นพ่อไปผสมกับดอกต้นแม่ที่ได้ตอนเกสรตัวผู้ออกแล้ว เวลาที่ผสมทำในช่วงเช้าเวลา 7:00 น. ถึง 10:00 น. หลังผสมเกสรเสร็จแล้วได้เขียนป้ายแสดงรายละเอียดต่างๆ เช่น ชื่อพันธุ์พ่อ, แม่ที่ใช้ในการผสม วันที่และเวลาที่ผสม แขนงไว้บนรวงต้นแม่ทุกรวง

คู่ผสมหนึ่ง ได้ผสมจำนวน 10 ถึง 20 รวง เมื่อเมล็ดแก่ได้เก็บเกี่ยวแยกแต่ละคู่เก็บรักษาเมล็ดไว้เพื่อปลูกประเมินผลในปีถัดไป

การประเมินผลลูกผสมชั่วที่ 1 (Evaluation of F1 generation)

ลูกผสมชั่วที่หนึ่งที่ผลิตได้ ได้ปลูกเพื่อประเมินผลที่แปลงทดลองภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2530 ถึงเดือนเมษายน 2531 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block มี 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำ ประกอบด้วย ลูกผสมชั่วที่ 1 จำนวน 6 คู่ผสม และพันธุ์พ่อแม่และแม่จำนวน 4 พันธุ์ แต่ละพันธุ์/คู่ผสม ปลูก 1 แถว แถวยาว 3 เมตร ระยะห่างระหว่างแถว 25 ซม. ปลูกแบบหยอดเป็นหลุม มีระยะห่างระหว่างหลุม 25 ซม. หยอดหลุมละ 3 เมล็ด เมื่อต้นข้าวสาาลีงอกแล้วได้ถอนให้เหลือหลุมละ 1 ต้น ทำการปลูกเมื่อวันที่ 15 ธันวาคม 2530 เพื่อให้ข้าวสาาลีได้รับอุณหภูมิสูง ในระหว่างการเจริญเติบโต การดูแลรักษาทำเหมือนการทดลองที่ 1 การเก็บเกี่ยว ได้สุ่มเก็บแต่ละต้นจากคู่ผสมที่ปลูกไว้ จำนวน 5 ต้นต่อคู่ผสม พันธุ์พ่อแม่ได้สุ่มเก็บเช่นเดียวกัน โดยการใส่ถุงตาข่ายในลอนต้นละถุงได้ข้อมูลแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

การบันทึกข้อมูล

ลักษณะต่างๆ ที่ได้ศึกษาและบันทึก มีดังนี้คือ

- | | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| 1. อายุออกดอก | 2. อายุช่วงสะสมน้ำหนักเมล็ด |
| 3. ความสูงของลำต้น | 4. จำนวนรวงต่อต้น |
| 5. จำนวนช่อดอกย่อยต่อรวง | 6. จำนวนเมล็ดต่อรวง |
| 7. จำนวนเมล็ดต่อช่อดอกย่อย | 8. น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม) |
| 9. ผลผลิตเมล็ด (กรัมต่อต้น) | 10. ดัชนีเก็บเกี่ยว |

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การศึกษาความดีเด่นในลูกผสมชั่วแรก (Heterosis)

ความดีเด่นของลูกผสมชั่วแรกศึกษาโดยคำนวณจากสูตรดังนี้

$$\text{Heterosis}(\%) = ((F1 - MP) / MP) \times 100$$

$$\text{Heterosis}(\%) = ((F1 - BP) / BP) \times 100$$

โดยที่ F1 MP และ BP เป็นค่าเฉลี่ยของลูกผสมชั่วที่ 1 ค่าเฉลี่ยของพ่อและแม่ (mid-parent) และค่าเฉลี่ยของพ่อหรือแม่ที่ดีกว่า (better parent)

2. การวิเคราะห์ความสามารถในการรวมตัว (Combining ability)

2.1 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ (Statistical analysis)

วิเคราะห์ผลการทดลองแบบ Randomized Complete Block มี

Model คือ

$$X_{ij} = U + v_i + b_j + e_{ij}$$

โดยที่

U = ค่าเฉลี่ยของประชากร

v_i = อิทธิพลของ genotype i

b_j = อิทธิพลของ block j

e_{ij} = ความคลาดเคลื่อนสุ่ม

ใช้ Model I (Fixed Model) โดยแสดงรายละเอียดในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 Analysis of variance and Expected Mean Square (EMS)
ของการวิเคราะห์ผลทางสถิติ การทดลองที่ 2

Source	df	MS	EMS
block	b-1	Mb	$\sigma_e^2 + bc K^2 (b)$
genotype	a-1	Mv	$\sigma_e^2 + ac K^2 (v)$
error	(b-1)(a-1)	Me	σ_e^2

2.2 การวิเคราะห์ผลทางพันธุกรรม (Genetical analysis)

ได้วิเคราะห์หาความสามารถในการรวมตัว (combining ability analysis) โดยใช้วิธีของ Griffing (1956) Method 2 Model I ซึ่งมี mathematical model ดังนี้

$$X_{ij} = U + g_i + g_j + s_{ij} + \frac{1}{bc} \sum_k \sum_l e_{ijkl}$$

โดย $i, j = 1, \dots, p$ = จำนวนพ่อแม่ (parents)

$k = 1, \dots, b$ = จำนวนซ้ำ

$l = 1, \dots, c$ = จำนวนต้นต่อแปลง

U = ค่าเฉลี่ยของประชากร

g_i, g_j = อิทธิพลของ g.c.a. (general combining ability) ของพันธุ์พ่อแม่ i หรือ j

s_{ij} = อิทธิพลของ s.c.a. (specific combining ability) ของการผสมระหว่างพันธุ์ i กับพันธุ์ j

e_{ijkl} = อิทธิพลของสภาพแวดล้อมต่อค่าสังเกต $ijkl$

และได้แสดงการวิเคราะห์ค่า variance และค่า EMS ดังนี้

ตารางที่ 2 Analysis of variance และ Expected Mean Square (EMS) of combining ability analysis , Method 2 Model I. (Griffing, 1956)

Source	df	Sum of Square	Mean Square	EMS
general combining ability	p-1	Sg	Mg	$\sigma^2 + (p+2) \frac{g_i^2}{(p-2)}$
specific combining ability	p(p-1)/2	Ss	Ms	$\sigma^2 + 2 \frac{S_{ij}^2}{p(p-1)}$
error	m	Se	Me'	σ^2

โดยที่
$$Sg = \frac{1}{p+2} \left(\sum (X_{i.} + x_{ii})^2 - 4X_{..}^2 \right)$$

$$Ss = \sum_{i < j} \sum X_{ij}^2 - \frac{1}{p+2} \left(\sum (X_{i.} + x_{ii} + X_{.j} + x_{jj})^2 \right) + \frac{1}{2} X_{..}^2$$

$$Me' = Me/bc$$

สำหรับการทดสอบ F-test ของการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความ สามารถในการรวมตัว ได้ทำดังนี้

การทดสอบ g.c.a. effect ใช้ $F(p-1, m) = Mg / Me'$

การทดสอบ s.c.a. effect ใช้ $F(p(p-1)/2, m) = Ms / Me'$

ค่าอิทธิพลต่างๆ ทำการประมาณค่าดังนี้

$$\hat{U} = \frac{2}{p(p+1)} X_{..}$$

$$\hat{g}_i = \frac{1}{p+2} (X_{i.} + x_{ii} - \frac{2X_{..}}{p})$$

$$\hat{s}_{ij} = X_{ij} - \frac{1}{p+2} (X_{i.} + x_{ii} + X_{.j} + x_{jj}) + \frac{2}{(p+1)(p+2)} X_{..}$$

ค่าความแปรปรวนของอิทธิพลต่างๆ และความแปรปรวนของความแตกต่างระหว่างอิทธิพลต่างๆ ได้ประมาณค่าดังนี้

$$\text{var}(\hat{u}) = \frac{2}{p(p+1)} \hat{\sigma}^2$$

$$\text{var}(\hat{g}_i) = \frac{(p-1)}{p(p+2)} \hat{\sigma}^2$$

$$\text{var}(\hat{s}_{ij}) = \frac{p^2 + p + 2}{(p+1)(p+2)} \hat{\sigma}^2 \quad (i \neq j)$$

$$\text{var}(\hat{g}_i - \hat{g}_j) = \frac{2}{(p+2)} \hat{\sigma}^2 \quad (i \neq j)$$

$$\text{var}(\hat{s}_{ii} - \hat{s}_{ij}) = \frac{2(p-2)}{(p+2)} \hat{\sigma}^2 \quad (i \neq j)$$

$$\text{var}(\hat{s}_{ij} - \hat{s}_{ik}) = \frac{2(p+1)}{(p+2)} \hat{\sigma}^2 \quad (i \neq j, k; j \neq k)$$

$$\text{var}(\hat{s}_{ij} - \hat{s}_{kl}) = \frac{2p}{(p+2)} \hat{\sigma}^2 \quad (i \neq j, k, l; j \neq k, l; k \neq l)$$

3. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ

ใช้วิธีการวิเคราะห์ Path analysis ของ Wright (1921)