

อุปกรณ์และวิธีการ

1. อุปกรณ์

ข้าวที่ใช้ในการทดลองมีจำนวน 30 พันธุ์/สายพันธุ์ โดยแบ่งออกเป็น 2 การทดลอง
การทดลองที่ 1 ประกอบด้วยข้าวเหนียว 15 สายพันธุ์ และ 3 พันธุ์ รวมเป็นจำนวน 18 พันธุ์/
สายพันธุ์ ได้แก่

- | | |
|------------------------|---|
| 1. SPT7202-PRE-7-1 | 10. BKNLR78015-R-R-10-2 |
| 2. SPT7202-PRE-17-2 | 11. BKNLR78016-R-R-2-4 |
| 3. BKNLR78015-R-R-11-1 | 12. BKNLR78030-R-R-3-1 |
| 4. BKNLR78015-R-R-11-2 | 13. BKNLR78015-R-R-PSL-8-1 |
| 5. PMI'79-4-8 | 14. KKNLR77113-UBN-B ₃ -6-8 |
| 6. PMI'79-4-10 | 15. KKNLR77113-UBN-B ₃ -195-21 |
| 7. BKN6721-5-34-1 | 16. เหมยนอง 62 เอ็ม |
| 8. BKNLR78015-R-R-4-1 | 17. กข 6 |
| 9. BKNLR78015-R-R-10-1 | 18. กข 8 |

การทดลองที่ 2 ประกอบด้วยข้าวเจ้า 8 สายพันธุ์ และ 4 พันธุ์ รวมเป็นจำนวน 12 พันธุ์/
สายพันธุ์ ได้แก่

- | | |
|---|--|
| 1. KDML'65G ₁ U-45-6 | 7. KKNLR77113-UBN-B ₃ -36-5 |
| 2. KDML'65G ₁ U-45-47 | 8. KKNLR77138-UBN-B ₃ -36-6 |
| 3. SPT6118-34 | 9. กข 15 |
| 4. KKNLR77159-SKN-17-1-1 | 10. ขาวดอกมะลิ 105 |
| 5. KKNLR77104-PMI2-KKN3-PMI1 | 11. กข 27 |
| 6. KKNLR77140-UBN-B ₃ -63-21 | 12. ขาวปากหม้อ 148 |

ข้อมูลบางประการของข้าว พันธุ์/สายพันธุ์ต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 ข้อมูลบางประการของข้าวเหนียว 18 พันธุ์/สายพันธุ์ ที่ใช้ในการทดลองที่ 1

พันธุ์/สายพันธุ์	คู่ผสม	ปีที่ผสมพันธุ์	สถานที่ผสมพันธุ์	สถานที่คัดเลือกพันธุ์
SPT7202-PRE-7-1	Gam Pai 15/BKN6806-46-62	2515	สถานีทดลองข้าวสันป่าตอง	ศูนย์วิจัยข้าวแพร่
SPT7202-PRE-17-2	Gam Pai 15/BKN6806-46-62	2515	สถานีทดลองข้าวสันป่าตอง	ศูนย์วิจัยข้าวแพร่
BKNLR78015-R-R-11-1	BKN6721/RD6	2521	สถานีทดลองข้าวบางเขน	สถานีทดลองข้าวบางเขน
BKNLR78015-R-R-11-2	BKN6721/RD6	2521	สถานีทดลองข้าวบางเขน	สถานีทดลองข้าวบางเขน
PMI'79-4-8	Dawkmai Khao	-	-	สถานีทดลองข้าวพิมาย
PMI'79-4-10	Dawkmai Khao	-	-	สถานีทดลองข้าวพิมาย
BKN6721-5-34-1	NSPT*2/IR262	2510	สถานีทดลองข้าวบางเขน	สถานีทดลองข้าวขอนแก่น
BKNLR78015-R-R-4-1	BKN6721/RD6	2521	สถานีทดลองข้าวบางเขน	สถานีทดลองข้าวบางเขน
BKNLR78015-R-R-10-1	BKN6721/RD6	2521	สถานีทดลองข้าวบางเขน	สถานีทดลองข้าวบางเขน
BKNLR78015-R-R-10-2	BKN6721/RD6	2521	สถานีทดลองข้าวบางเขน	สถานีทดลองข้าวบางเขน
BKNLR78016-R-R-10-2	BKN6721/RD8	2521	สถานีทดลองข้าวบางเขน	สถานีทดลองข้าวบางเขน
BKNLR78030-R-R-3-1	BKN6819/RD8	2521	สถานีทดลองข้าวบางเขน	สถานีทดลองข้าวบางเขน
BKNLR78015-R-R-PSL-8-1	BKN6721/RD6	2521	สถานีทดลองข้าวบางเขน	ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก
KKNLR77113-UBN-B ₃ -6-8	IR29/Leuang Bunma	2520	สถานีทดลองข้าวขอนแก่น	ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี
KKNLR77113-UBN-B ₃ -195-21	IR29/Leuang Bunma	2520	สถานีทดลองข้าวขอนแก่น	ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี
เหนียนอง 62 เอ็ม	พันธุ์พื้นเมือง	-	-	-
กข 6	ขาวดอกมะลิ 105 (อาบรังสี)	(2508)	-	สถานีทดลองข้าวพิมาย
กข 8	NSPT*2/IR262	2510	สถานีทดลองข้าวบางเขน	สถานีทดลองข้าวขอนแก่น

ตารางที่ 2 ข้อมูลบางประการของข้าวเจ้า 12 พันธุ์/สายพันธุ์ ที่ใช้ในการทดลองที่ 2

พันธุ์/สายพันธุ์	คู่ผสม	ปีที่ผสมพันธุ์	สถานที่ผสมพันธุ์	สถานที่คัดเลือกพันธุ์
KDML'65G ₁ U-45-6	ขาวดอกมะลิ 105 (อาบรังสี)	(2508)	-	สถานีทดลองข้าวพิจิตร
KDML'65G ₁ U-45-47	ขาวดอกมะลิ 105 (อาบรังสี)	(2508)	-	สถานีทดลองข้าวพิจิตร
SPT6118-34	Gam Pai 41/Leuang Bunma	2504	สถานีทดลองข้าวสาลีปากทอง	สถานีทดลองข้าวสาลีปากทอง
KKNLR77159-SKN-17-1-1	RD15/RD1	2520	สถานีทดลองข้าวขอนแก่น	สถานีทดลองข้าวสกลนคร
KKNLR77104-PMI2-KKN3-PMI1	Hawm Ohm/KDML105	2520	สถานีทดลองข้าวขอนแก่น	สถานีทดลองข้าวพิจิตรและขอนแก่น
KKNLR77140-UBN-B ₃ -63-21	SKN135/RD7	2520	สถานีทดลองข้าวขอนแก่น	ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี
KKNLR77113-UBN-B ₃ -36-5	IR29/Leuang Bunma	2520	สถานีทดลองข้าวขอนแก่น	ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี
KKNLR77138-UBN-B ₃ -36-6	SKN48/RD2	2520	สถานีทดลองข้าวขอนแก่น	ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี
กข 15	ขาวดอกมะลิ 105 (อาบรังสี)	(2508)	-	สถานีทดลองข้าวพิจิตร
ขาวดอกมะลิ 105	พันธุ์พื้นเมือง	-	-	-
กข 27	ขาวตาอุ/ขาวตาแห้ง 17	2515	สถานีทดลองข้าวบางเขน	สถานีทดลองข้าวบางเขน
ขาวปากหม้อ 148	พันธุ์พื้นเมือง	-	-	-

2. วิธีการ

ทำการปลูกเปรียบเทียบพันธุ์ข้าวทั้ง 2 การทดลอง ในฤดูนาปี 2529 โดยปลูกในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ กัน 6 แห่ง คือ

1. ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี (UBN) อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี
2. สถานีทดลองข้าวขอนแก่น (KKN) อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น
3. สถานีทดลองข้าวชุมแพ (CPA) อำเภอชุมแพ จังหวัดขอนแก่น
4. สถานีทดลองข้าวพิมาย (PMI) อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา
5. สถานีทดลองข้าวสกลนคร (SKN) อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร
6. สถานีทดลองข้าวสุรินทร์ (SRN) อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์

ในแต่ละสภาพแวดล้อม วางแผนการทดลองแบบ randomized complete block มี 4 ซ้ำ ขนาดแปลงย่อย 1.25×5.25 ตารางเมตร บักดำข้าวสายพันธุ์ละ 5 แถว แถวละ 21 กอ กอละ 3 ต้น ระยะระหว่างกอ 25 เซนติเมตร ระหว่างแถว 33.33 เซนติเมตร ใช้อายุกล้า 25-30 วัน ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 6-6-6 กิโลกรัมต่อไร่ ของ $N-P_2O_5-K_2O$ โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง คือ ใส่ปุ๋ยรองพื้นอัตรา 3-6-6 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนบักดำ และใส่ปุ๋ยแต่งหน้าอัตรา 3-0-0 กิโลกรัมต่อไร่ ในระยะก่าเน็คช่อดอก ทำการป้องกันกำจัดศัตรูพืชแตกต่างกันไปในแต่ละสภาพแวดล้อม แล้วแต่ความสะดวกและเหมาะสม วันตกกล้า วันบักดำ และวันออกดอก ในแต่ละสถานที่ของพันธุ์/สายพันธุ์ต่าง ๆ ในการทดลองที่ 1 และ 2 แสดงในตารางที่ 3 และ 4 ตามลำดับ

3. ลักษณะที่ศึกษาและการบันทึกข้อมูลการทดลอง

ทำการบันทึกข้อมูลของลักษณะต่าง ๆ ในแต่ละสภาพแวดล้อม โดยการสุ่มวัดจากแต่ละแปลงย่อย ลักษณะต่าง ๆ ที่ทำการศึกษาประกอบด้วย

1. ความสูงของต้น โดยสุ่มวัดจาก 10 กอในแต่ละแปลงย่อย แล้วหาค่าเฉลี่ยเป็นเซนติเมตร
2. จำนวนรวงต่อกอ โดยสุ่มนับจาก 10 กอ ในแต่ละแปลงย่อย แล้วหาค่าเฉลี่ย

ตารางที่ 3 วันตกกล้า วันปักดำ และวันออกดอก ของข้าวเหนียว 18 พันธุ์/สายพันธุ์ ที่ปลูกใน
5 สภาพแวดล้อม

พันธุ์/สายพันธุ์	วันออกดอก				
	UBN	KKN	PMI	SKN	SRN
SPT7202-PRE-7-1	2 ตค.	26 ตค.	12 ตค.	15 ตค.	15 ตค.
SPT7202-PRE-17-2	1 ตค.	21 ตค.	12 ตค.	13 ตค.	15 ตค.
BKNLR78015-R-R-11-1	6 ตค.	23 ตค.	10 ตค.	13 ตค.	15 ตค.
BKNLR78015-R-R-11-2	3 ตค.	23 ตค.	10 ตค.	13 ตค.	17 ตค.
PMI '79-4-8	22 ตค.	28 ตค.	22 ตค.	27 ตค.	24 ตค.
PMI '79-4-10	21 ตค.	26 ตค.	22 ตค.	27 ตค.	24 ตค.
BKN6721-5-34-1	27 ตค.	28 ตค.	27 ตค.	29 ตค.	29 ตค.
BKNLR78015-R-R-4-1	22 ตค.	28 ตค.	27 ตค.	29 ตค.	29 ตค.
BKNLR78015-R-R-10-1	23 ตค.	5 พย.	29 ตค.	31 ตค.	3 พย.
BKNLR78015-R-R-10-2	27 ตค.	3 พย.	29 ตค.	27 ตค.	3 พย.
BKNLR78016-R-R-2-4	29 ตค.	28 ตค.	27 ตค.	29 ตค.	29 ตค.
BKNLR780-R-R-3-1	28 ตค.	4 พย.	31 ตค.	31 ตค.	31 ตค.
BKNLR78015-R-R-PSL-8-1	29 ตค.	28 ตค.	27 ตค.	29 ตค.	29 ตค.
KKNLR77113-UBN-B ₃ -6-8	28 ตค.	18 ตค.	3 ตค.	9 ตค.	10 ตค.
KKNLR77113-UBN-B ₃ -195-21	30 กย.	15 ตค.	1 ตค.	9 ตค.	9 ตค.
เหมยทอง 62 เอ็ม	20 ตค.	23 ตค.	22 ตค.	22 ตค.	22 ตค.
กข 6	21 ตค.	28 ตค.	22 ตค.	27 ตค.	27 ตค.
กข 8	25 ตค.	28 ตค.	27 ตค.	27 ตค.	28 ตค.
วันตกกล้า	9 มิย.	5 กค.	17 มิย.	19 มิย.	24 มิย.
วันปักดำ	3 กค.	1 สค.	15 กค.	17 กค.	23 กค.

ตารางที่ 4 วันตกกล้า วันปักดำ และวันออกดอก ของข้าวเจ้า 12 พันธุ์/สายพันธุ์ ที่ปลูกใน
6 สภาพแวดล้อม

พันธุ์/สายพันธุ์	วันออกดอก					
	UBN	KKN	CPA	PMI	SKN	SRN
KDML'65G ₁ U-45-6	22 กย. 12 ตค.	7 ตค.	26 กย.	29 กย.	1 ตค.	
KDML'65G ₁ U-45-47	8 ตค.	23 ตค.	23 ตค.	8 ตค.	17 ตค.	10 ตค.
SPT6118-34	28 ตค.	29 ตค.	30 ตค.	24 ตค.	27 ตค.	28 ตค.
KKNLR77159-SKN-17-1-1	8 ตค.	12 ตค.	18 ตค.	8 ตค.	17 ตค.	10 ตค.
KKNLR77104-PMI2-KKN3-PMI1	28 ตค.	28 ตค.	30 ตค.	24 ตค.	27 ตค.	29 ตค.
KKNLR77140-UBN-B ₃ -63-21	12 ตค.	18 ตค.	14 ตค.	8 ตค.	9 ตค.	8 ตค.
KKNLR77113-UBN-B ₃ -36-5	20 ตค.	27 ตค.	27 ตค.	18 ตค.	24 ตค.	24 ตค.
KKNLR77138-UBN-B ₃ -36-6	22 กย.	8 ตค.	7 ตค.	28 ตค.	2 ตค.	1 ตค.
กข 15	7 ตค.	14 ตค.	19 ตค.	8 ตค.	17 ตค.	9 ตค.
ขาวดอกมะลิ 105	20 ตค.	27 ตค.	28 ตค.	20 ตค.	27 ตค.	23 ตค.
กข 27	30 ตค.	4 พย.	5 พย.	2 พย.	4 พย.	3 พย.
ขาวปากหม้อ 148	5 พย.	8 พย.	8 พย.	3 พย.	3 พย.	7 พย.
วันตกกล้า	5 มีย.	5 กค.	27 มีย.	17 มีย.	19 มีย.	24 มีย.
วันปักดำ	3 กค.	1 สค.	24 กค.	14 กค.	18 กค.	23 กค.

3. ความยาวรวง วัดจาก 10 รวง โดยสุ่มมาจาก 10 กอ กอละ 1 รวง แล้วหาค่าเฉลี่ย

4. จำนวนเมล็ดต่อรวง นับจากรวงที่วัดความยาว 10 รวง แล้วหาค่าเฉลี่ย

5. น้ำหนัก 100 เมล็ด เป็นกรัม ที่ความชื้น 14%

6. ขนาดเมล็ด สุ่มเมล็ดข้าวกล้อง จำนวน 10 เมล็ด มาวัดความกว้าง ความยาว และความหนา ด้วยเครื่องวัดขนาดเมล็ดอย่างละเอียด (micrometer) แล้วหาค่าเฉลี่ยเป็นมิลลิเมตร

7. ผลผลิต ในแต่ละแปลงย่อยเก็บเกี่ยว 3 แถวกลางไม่รวมกอหัวและท้ายแถว ซึ่งเมล็ดที่ได้เป็นกรัมต่อแปลงย่อยพร้อมทั้งวัดความชื้น แล้วจึงปรับเป็นกิโลกรัมต่อไร่ที่ความชื้น 14%

4. วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ

1. วิเคราะห์ข้อมูลจากแต่ละสภาพแวดล้อมในทุกลักษณะที่ทำการศึกษา ตาม model ของแผนการทดลองแบบ randomized complete block ดังนี้

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

โดยที่ $i = 1, 2, 3, \dots, v$ (จำนวนพันธุ์)

$j = 1, 2, 3, \dots, r$ (จำนวนซ้ำ)

Y_{ij} = ค่าสังเกตของพันธุ์ที่ i ในซ้ำที่ j

μ = ค่าเฉลี่ยของประชากร (ทั้งการทดลอง)

T_i = อิทธิพลของพันธุ์ที่ i

B_j = อิทธิพลของซ้ำที่ j

$E_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$ = ค่าความคลาดเคลื่อนสุ่มของพันธุ์ที่ i ในซ้ำที่ j ซึ่งมีการกระจายตัวแบบปกติ (normal distribution) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และมีความแปรปรวน (variance) เท่ากับ σ^2

กำหนดให้พันธุ์เป็นอิทธิพลคงที่ (fixed effect) และซ้ำเป็นอิทธิพลสุ่ม (random effect) ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนและค่าคาดหวังของความแปรปรวนแบบผสม (mixed model) แสดงไว้ในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ randomized complete block ของแต่ละสภาพแวดล้อม

Source of variation	df	MS	EMS
Replications	(r-1)	M_1	$\sigma_e^2 + v\sigma_R^2$
Varieties	(v-1)	M_2	$\sigma_e^2 + rk_V^2$
Error	(r-1)(v-1)	M_3	σ_e^2
Total	(rv-1)		

หมายเหตุ r = จำนวนซ้ำ

v = จำนวนพันธุ์

M_1 = mean square of replications

M_2 = mean square of varieties

M_3 = mean square of error

σ_e^2 = variance component of error

$k_V^2 = \sum_i (T_i^2)/(v-1)$ เมื่อ T_i เป็น population effect ของพันธุ์ที่ i

σ_R^2 = variance component due to replications

2. การทดสอบความเป็นเอกภาพของความแปรปรวน (homogeneity of variance) ใช้วิธี Bartlett's test (Gomez and Gomez, 1984) เนื่องจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combined analysis of variance) จะทำได้ต่อเมื่อ error variance ในลักษณะนั้น มีเอกภาพในระดับเดียวกัน

3. การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combined analysis of variance) โดยนำข้อมูลแต่ละลักษณะจากทุกสภาพแวดล้อม มาวิเคราะห์เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กรรมกับสภาพแวดล้อมตาม model ต่อไปนี้

$$Y_{ijk} = \mu + L_k + T_i + R_{j/k} + (L \times T)_{ik} + E_{ijk}$$

โดยที่

$$i = \text{ลำดับของพันธุ์มีค่าตั้งแต่ } 1, 2, 3, \dots, v$$

$$j = \text{ลำดับของซ้ำมีค่าตั้งแต่ } 1, 2, 3, \dots, r$$

$$k = \text{ลำดับของสภาพแวดล้อมมีค่าตั้งแต่ } 1, 2, 3, \dots, n$$

$$Y_{ijk} = \text{ค่าสังเกตของพันธุ์ที่ } i \text{ ซ้ำที่ } j \text{ ในสภาพแวดล้อมที่ } k$$

$$\mu = \text{ค่าเฉลี่ยทั้งหมดจากทุกสภาพแวดล้อม}$$

$$L_k = \text{อิทธิพลของสภาพแวดล้อมที่ } k$$

$$T_i = \text{อิทธิพลของพันธุ์ที่ } i$$

$$R_{j/k} = \text{อิทธิพลของซ้ำที่ } j \text{ ในสภาพแวดล้อมที่ } k$$

$$(L \times T)_{ik} = \text{อิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ที่ } i \text{ กับสภาพแวดล้อมที่ } k$$

$$E_{ijk} = \text{ความคลาดเคลื่อนที่ไม่ทราบสาเหตุ (random error) ของพันธุ์ที่ } i \text{ ซ้ำที่ } j \text{ ในสภาพแวดล้อมที่ } k$$

กำหนดให้พันธุ์เป็นอิทธิพลคงที่ สภาพแวดล้อมและซ้ำเป็นอิทธิพลสุ่ม การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมได้แสดงไว้ในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม เมื่อทดสอบพันธุ์ต่าง ๆ ในหลายสภาพแวดล้อม

Source of variation	df	MS	EMS
Environment (E)	(n-1)	M ₁	$\sigma_e^2 + v\sigma_{R/E}^2 + rv\sigma_E^2$
Replications/E	n(r-1)	M ₂	$\sigma_e^2 + v\sigma_{R/E}^2$
Varieties (v)	(v-1)	M ₃	$\sigma_e^2 + r\sigma_{EV}^2 + rnk_V^2$
E x (V)	(r-1)(v-1)	M ₄	$\sigma_e^2 + r\sigma_{EV}^2$
Pooled error	n(r-1)(v-1)	M ₅	σ_e^2
Total	(nr-1)		

(สรุปผล, 2526)

หมายเหตุ n = จำนวนสภาพแวดล้อม

v = จำนวนพันธุ์

r = จำนวนซ้ำ

σ_e^2 = variance component of error

$\sigma_{R/E}^2$ = variance component due to replications

σ_E^2 = variance component due to environments

σ_{EV}^2 = variance component of environments x varieties interaction

$K_V^2 = \sum_i (T_i - T)^2 / (v-1)$ เมื่อ T_i เป็น population effect ของพันธุ์ที่ i และ T เป็น population mean

แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนของแหล่งความแปรปรวนต่าง ๆ เมื่อเทียบกับแหล่งความแปรปรวนรวม โดย

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความแปรปรวน} = \frac{\text{Sum of square}}{\text{Total sum of square}} \times 100$$

กรณีที่พบว่ามีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กรรมกับสภาพแวดล้อม (ทดสอบได้จากอัตราส่วน M_4/M_5) ในลักษณะต่าง ๆ ที่ทำการศึกษา จึงนำค่าเฉลี่ยจากทั้ง 4 ซ้ำ ของแต่ละสภาพแวดล้อม มาวิเคราะห์หาพารามิเตอร์ที่ใช้แสดงเสถียรภาพของพันธุ์ ตามวิธีการที่เสนอโดย Eberhart และ Russell (1966)

4. การวิเคราะห์หาพารามิเตอร์ที่ใช้แสดงเสถียรภาพของพันธุ์ (stability parameters) ทำโดยการสร้างรีเกรสชันเส้นตรงของแต่ละพันธุ์ที่ใช้ในการทดลองบนดัชนีสภาพแวดล้อมตาม model ดังนี้

$$Y_{ij} = \mu_i + B_i I_j + \delta_{ij}$$

โดยที่ i = ลำดับของพันธุ์มีค่าตั้งแต่ 1, 2, 3, ..., v

j = ลำดับของสภาพแวดล้อมมีค่าตั้งแต่ 1, 2, 3, ..., n

Y_{ij} = ค่าเฉลี่ยของพันธุ์ที่ i ในสภาพแวดล้อมที่ j

μ_i = ค่าเฉลี่ยของพันธุ์ที่ i จากทุกสภาพแวดล้อม

- B_i = ค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชั่นที่วัดการตอบสนองของพันธุ์ที่ i เมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป
- I_j = ดัชนีสภาพแวดล้อม (environmental index) ซึ่งคำนวณได้จากค่าเฉลี่ยของทุกพันธุ์ในสภาพแวดล้อมที่ j ลบด้วยค่าเฉลี่ยของทุกพันธุ์ในทุกสภาพแวดล้อม
- i_j = ค่าเบี่ยงเบนไปจากเส้นรีเกรสชั่นของพันธุ์ที่ i เมื่อปลูกในสภาพแวดล้อมที่ j

เมื่อมีการทดลองซ้ำใน n สภาพแวดล้อมใช้พันธุ์ทดสอบจำนวน v พันธุ์ คำนวณ I_j ของแต่ละสภาพแวดล้อมได้ดังนี้

$$I_j = \left(\sum_i Y_{ij} / v \right) - \left(\sum_i \sum_j Y_{ij} / vn \right), \quad \sum_j I_j = 0$$

4.1 พารามิเตอร์ตัวแรกที่ใช้บอกเสถียรภาพของพันธุ์ คือค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชั่นของแต่ละพันธุ์ คำนวณได้โดย

$$b_i = \frac{\sum_j Y_{ij} I_j}{\sum_j I_j^2} \quad (b_i \text{ คือค่าประมาณของ } B_i)$$

4.2 พารามิเตอร์ตัวที่สองที่ใช้บอกเสถียรภาพของพันธุ์ คือค่าเบี่ยงเบนโดยเฉลี่ยของความแปรปรวนของแต่ละพันธุ์ คำนวณได้โดย

$$\text{Dev. MS. } (S^2_{di}) = \frac{r}{n-2} \left[\left(\sum_j Y^2_{ij} - \frac{Y^2_{i.}}{n} \right) - \left(\sum_j Y_{ij} I_j \right)^2 / \sum_j I_j^2 \right]$$

โดยที่ $Y_{i.}$ = ผลรวมค่าเฉลี่ยของพันธุ์ที่ i จากทุกสภาพแวดล้อม

การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม เพื่อทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ใช้แสดงเสถียรภาพของพันธุ์ได้แสดงไว้ในตารางที่ 7

201
28
1/222
0.2
n 45847

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวน เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ใช้แสดง
เสถียรภาพของพันธุ์

Source of variations	df.	SS.	MS
Total	$nv-1$	$\sum_{ij} \sum Y_{ij}^2 - C.F.$	
varieties(V)	$v-1$	$\frac{1}{n} \sum_i Y_{i..}^2 - C.F.$	MS_1
Environment(E)	$n-1$	$\frac{1}{v} (\sum_j Y_{.j} I_j)^2 / \sum_j I_j^2$	
VxE	$(v-1)(n-1)$	$\sum_{ij} \sum Y_{ij}^2 - \frac{1}{n} \sum_i Y_{i..}^2 - \frac{1}{v} \sum_j Y_{.j}^2 + \frac{\sum \sum Y_{ij}^2}{n v}$	
V x E (linear)	$v-1$	$\sum_i [(\sum_j Y_{ij} I_j)^2 / \sum_j I_j^2] - E(\text{linear}) S.S.$	MS_2
Pooled deviation	$v(n-2)$	$\sum_{ij} \delta_{ij}^2$	MS_3
Pooled error	$n(r-1)(v-1)$		

หมายเหตุ	n	=	จำนวนสภาพแวดล้อม
	v	=	จำนวนพันธุ์
	r	=	จำนวนซ้ำ
	y_{ij}	=	ค่าเฉลี่ยของพันธุ์ที่ i ในสภาพแวดล้อมที่ j
	$y_{i.}$	=	ผลรวมค่าเฉลี่ยของพันธุ์ที่ i จากทุกสภาพแวดล้อม
	$y_{.j}$	=	ผลรวมค่าเฉลี่ยทุกพันธุ์ของสภาพแวดล้อมที่ j
	I_j	=	ดัชนีสภาพแวดล้อม คำนวณได้จากค่าเฉลี่ยของทุกพันธุ์ ในสภาพแวดล้อมที่ j ลบด้วยค่าเฉลี่ยทั้งหมด
	δ_{ij}	=	ค่าเบี่ยงเบนไปจากเส้นรีเกรสชันของพันธุ์ที่ i เมื่อปลูกในสภาพแวดล้อมที่ j
	δ_{vj}	=	ค่าเบี่ยงเบนไปจากเส้นรีเกรสชันของพันธุ์ที่ v เมื่อปลูกในสภาพแวดล้อมที่ j
	y_{1j}	=	ค่าเฉลี่ยของพันธุ์ที่ 1 ในสภาพแวดล้อมที่ j
	y_{vj}	=	ค่าเฉลี่ยของพันธุ์ที่ v ในสภาพแวดล้อมที่ j
	$y_{1.}$	=	ผลรวมค่าเฉลี่ยของพันธุ์ที่ 1 จากทุกสภาพแวดล้อม
	$y_{v.}$	=	ผลรวมค่าเฉลี่ยของพันธุ์ที่ v จากทุกสภาพแวดล้อม
	i	=	ลำดับของพันธุ์ มีค่าตั้งแต่ 1, 2, 3, ..., v
	j	=	ลำดับของสภาพแวดล้อมมีค่าตั้งแต่ 1, 2, 3, ..., n

5. การทดสอบความแตกต่างทางสถิติ

5.1 ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของพันธุ์ต่าง ๆ ได้ดังนี้

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_v$$

$$F\text{-test, } F \quad MS_1/MS_3$$

5.2 ทดสอบค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชันอันดับหนึ่งของสภาพแวดล้อม ของพันธุ์ต่าง ๆ

ได้ดังนี้

$$H_0 : B_1 = B_2 = \dots = B_v$$

$$F\text{-test, } F \quad MS_2/MS_3$$

5.3 ทดสอบค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชันอันดับหนึ่งของสภาพแวดล้อม ของแต่ละพันธุ์ว่าแตกต่างจาก 1.00 หรือไม่ โดย

$$H_0 : b_1 = 1$$

$$t\text{-test, } t \quad (b_1 - 1)/S_{b_1} ; df = n - 2$$

$$\text{โดยที่ } S_{b_1} = \sqrt{\text{deviation mean square of the } i^{\text{th}} \text{ variety} / r \sum_j I_j^2}$$

5.4 ทดสอบค่าเบี่ยงเบนโดยเฉลี่ยของความแปรปรวน ของพันธุ์ต่าง ๆ ได้

ดังนี้

$$H_0 : S^2_{d1} = S^2_{d2} = \dots = S^2_{dv}$$

$$F\text{-test, } F \quad MS_3/\text{Pooled error}$$

5.5 ทดสอบค่าเบี่ยงเบนโดยเฉลี่ยของความแปรปรวน ของแต่ละพันธุ์ว่าแตกต่างจาก 0 หรือไม่ โดย

$$H_0 : S^2_{d1} = 0$$

$$F\text{-test, } F \approx (\text{Dev. MS. ของพันธุ์ที่ } i) / \text{Pooled error}$$

ในการทดสอบโดยใช้ F-test แล้ว พบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญจึงทำการเปรียบเทียบระหว่างค่าเฉลี่ยของพันธุ์ โดยใช้ Duncan's new multiple range test (DMRT)