

ผลการทดลอง

1. การทดลองในปีที่ 1

1.1 ผลการประเมินในเรือนทดลองโดยใช้เทคนิคการปักชำใบ

การศึกษานี้ ใช้ผลการประเมินความต้านทานต่อโรคใบจุดและโรคราสนิม ที่ได้จากการทดสอบในเรือนทดลอง โดยใช้เทคนิคการปักชำใบ (detached leaf technique) เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ เพื่อประเมินประสิทธิภาพของการประเมินระดับความต้านทานต่อโรคในแปลง จากลักษณะองค์ประกอบของความต้านทานต่อโรค โดยถือว่า ค่าประเมินที่ได้จากการทดสอบในเรือนทดลอง เป็นค่าที่ถูกต้อง ตารางที่ 4 แสดงผลการประเมินในเรือนทดลอง ของลักษณะขนาดของผลและอัตราการสร้างสปอร์ ของโรคใบจุด และโรคราสนิม และระดับความต้านทานในแต่ละลักษณะของพันธุ์ทดสอบ

สำหรับโรคใบจุด ขนาดของผลของพันธุ์ทดสอบ มีช่วงของความแตกต่างค่อนข้างมาก สามารถแยกระดับความต้านทานของพันธุ์ทดสอบได้ดี ทั้งโรคใบจุดสีน้ำตาล และโรคใบจุดสีดำ ในโรคใบจุดสีน้ำตาล ความแตกต่างของขนาดผลใหญ่ จะมีมากกว่าความแตกต่างของขนาดผลตัวแทน ($4.0-13.8$ มม.² เทียบกับ $2.4-7.6$ มม.²) แต่ในโรคใบจุดสีดำ ความแตกต่างของขนาดผลใหญ่ และของขนาดผลตัวแทน ไม่ต่างกันมากนัก ($3.4-10.0$ มม.² เทียบกับ $2.2-9.0$ มม.²) เมื่อแปลงค่าขนาดของผล เป็นระดับความต้านทาน ทั้งผลใหญ่ และผลตัวแทน ให้ผลการประเมินที่ตรงกัน ยกเว้นระดับความต้านทานต่อโรคใบจุดสีดำ ของพันธุ์ NC Ac 17090 ซึ่งผลตัวแทนให้ค่าประเมินเป็นต้านทาน (R) แต่ผลใหญ่ ให้ค่าประเมินเป็นค่อนข้างต้านทาน (MR)

หากถือขนาดของผลใหญ่เป็นเกณฑ์ ในโรคใบจุดสีน้ำตาล พันธุ์ที่ต้านทานมีพันธุ์เดียว คือ KKU 90309 พันธุ์ที่ต้านทานปานกลาง มี 2 พันธุ์ คือ Khon Kaen 60-3 และ ICGS(E) 22 และพันธุ์ที่อ่อนแอมี 3 พันธุ์ คือ Tainan 9, NC Ac 17090 และ ICGS(E) 56 ส่วนโรคใบจุดสีดำ พันธุ์ที่ต้านทานคือ KKU 90309 พันธุ์ที่ต้านทานปานกลางมี 3 พันธุ์ คือ Khon Kaen 60-3, ICGS(E) 22, และ NC Ac 17090 ส่วนพันธุ์ที่

อ่อนแอมี 2 พันธุ์ คือ Tainan 9 และ ICGS(E) 56 จะเห็นได้ว่า ในลักษณะขนาดของแผล ระดับความต้านทานของพันธุ์ทดสอบต่อโรคใบจุดสีน้ำตาลและโรคใบจุดสีดำ ส่วนใหญ่จะตรงกัน ยกเว้นพันธุ์ NC Ac 17090 ซึ่งอ่อนแอต่อโรคใบจุดสีน้ำตาล แต่ต้านทานปานกลางต่อโรคใบจุดสีดำ

คะแนนการสร้างสปอร์ของโรคใบจุดของพันธุ์ทดสอบ ก็มีความแตกต่างกันพอที่จะแยกระดับของความต้านทานได้ ทั้งโรคใบจุดสีน้ำตาลและโรคใบจุดสีดำ แต่ความแตกต่างไม่เด่นชัดเท่าลักษณะขนาดของแผล ในโรคใบจุดสีน้ำตาล ค่าคะแนนการสร้างสปอร์ของแผลใหญ่ จะสูงกว่าคะแนนของแผลตัวแทน ทำให้ผลการประเมินระดับความต้านทานจากแผลใหญ่และแผลตัวแทน แตกต่างกันไปในบางพันธุ์ คือระดับความต้านทานจะลดลงในพันธุ์ KKU 90309, ICGS(E) 22, และ ICGS(E) 56 เมื่อประเมินจากแผลใหญ่ แต่ในโรคใบจุดสีดำ คะแนนการสร้างสปอร์ของแผลใหญ่ และแผลตัวแทนของพันธุ์ทดสอบใกล้เคียงกันมาก ทำให้การประเมินระดับความต้านทานให้ผลตรงกัน ไม่ว่าจะเป็นแผลใหญ่หรือแผลตัวแทน

ในลักษณะอัตราการสร้างสปอร์ พันธุ์ที่ทดสอบจำแนกได้เพียง 2 กลุ่ม คืออ่อนแอ และต้านทานปานกลาง ไม่มีพันธุ์ใดที่ต้านทานต่อโรคใบจุดทั้งสอง สำหรับโรคใบจุดสีน้ำตาล พันธุ์ที่อ่อนแอ คือ ICGS(E) 56 ที่เหลืออีก 5 พันธุ์ ต้านทานปานกลาง ส่วนโรคใบจุดสีดำ พันธุ์ที่อ่อนแอ คือ ICGS(E) 56, Tainan 9, ICGS(E) 22, และ Khon Kaen 60-3 พันธุ์ที่ต้านทานปานกลางคือ NC Ac 17090 และ KKU 90309

สำหรับโรคราสนิม ลักษณะขนาดของแผลมีความแตกต่างกันพอที่จะจำแนกระดับความต้านทานของพันธุ์ทดสอบได้ แม้ว่าความแตกต่างจะไม่ชัดเจนนัก พันธุ์ที่ต้านทานต่อโรคราสนิมในลักษณะขนาดของแผล ได้แก่ ICGS(E) 56 และ Khon Kaen 60-3 พันธุ์ที่ต้านทานปานกลาง คือ KKU 90309 และ NC Ac 17090 และพันธุ์ที่อ่อนแอ คือ Tainan 9 และ ICGS(E) 22 ส่วนเปอร์เซ็นต์แผลที่สร้างสปอร์ค่อนข้างใกล้เคียงกันมากสามารถแยกความแตกต่างระหว่างพันธุ์ได้เป็น 2 กลุ่ม คือ ต้านทานปานกลางและอ่อนแอ ไม่มีพันธุ์ใดที่ต้านทานต่อโรคราสนิมในองค์ประกอบนี้ พันธุ์ต้านทานปานกลาง ได้แก่ ICGS(E) 22 ส่วนที่เหลืออีก 4 พันธุ์ จัดเป็นพันธุ์อ่อนแอ

ตารางที่ 4 ขนาดผล อัตราการสร้างสปอร์ และระดับความต้านทานต่อโรคใบจุดสีน้ำตาล โรคใบจุดสีดำ และโรคราสนิมของพันธุ์ทดสอบ เมื่อประเมินในเรือนทดลอง

พันธุ์	ค่าเฉลี่ย				ระดับความต้านทาน			
	ขนาดผล(มม. ²)		การสร้างสปอร์(1-5)		ขนาดผล		การสร้างสปอร์	
	ผลตัวแทน	ผลใหญ่	ผลตัวแทน	ผลใหญ่	ผลตัวแทน ^{1/}	ผลใหญ่ ^{2/}	ผลตัวแทน ^{3/}	ผลใหญ่ ^{3/}
โรคใบจุดสีน้ำตาล ^{a/}								
ICGS(E)56	7.6	12.5	2.5	3.3	S	S	MR	S
NC Ac 17090	6.2	10.7	2.0	2.8	S	S	MR	MR
Tainan 9	7.1	13.8	2.3	3.0	S	S	MR	MR
ICGS(E)22	5.5	10.0	1.9	2.9	MR	MR	R	MR
Khon Kaen 60-3	5.6	8.4	2.0	2.4	MR	MR	MR	MR
KKU 90309	2.4	4.0	1.8	2.4	R	R	R	MR
F ₆ /	*	*	ns	ns				
C.V. (%)	34.3	39.46	39.38	34.16				
โรคใบจุดสีดำ ^{b/}								
ICGS(E)22	6.1	8.8	3.6	4.3	S	S	S	S
Tainan 9	9.0	10.0	4.8	5.0	S	S	S	S
ICGS(E)56	3.7	5.5	3.5	3.5	MR	MR	S	S
Khon Kaen 60-3	3.3	5.0	3.5	3.5	MR	MR	S	S
NC Ac 17090	2.8	4.6	2.0	2.0	R	MR	MR	MR
KKU 90309	2.2	3.4	2.3	2.3	R	R	MR	MR
F ₆ /	**	**	**	**				
C.V. (%)	16.51	20.98	12.22	10.91				

ตารางที่ 4 ขนาดผล อัตราการว่างสปีร์ และระดับความต้านทานต่อโรคใบจุดสีน้ำตาล โรคใบจุดสีด้า และโรคราสนิม
ของพันธุ์ทดสอบ เมื่อประเมินในเรือนทดลอง (ต่อ)

พันธุ์	ค่าเฉลี่ย		ระดับความต้านทาน	
	ขนาดผล ^{4/} (มม.)	เปอร์เซ็นต์ผล ^{5/} ที่ว่างสปีร์(%)	ขนาดผล ^{4/} (มม.)	เปอร์เซ็นต์ผล ^{5/} ที่ว่างสปีร์(%)
โรคราสนิม				
ICGS(E)22	0.68	51.30	S	MR
Tainan 9	0.65	62.80	S	S
NC Ac 17090	0.42	69.40	MR	S
KKU 90309	0.46	60.90	MR	S
ICGS(E)56	0.34	68.40	R	S
Khon Kaen 60-3	0.34	68.20	R	S
F ^{6/}	ns	ns		
C.V.(%)	11.70	29.91		

1/ <3 มม.² = ต้านทาน(R), 3-6 มม.² = ต้านทานปานกลาง(MR), >6 มม.² = อ่อนแอ(S)

2/

a/ <5 มม.² = ต้านทาน(R), 5-10 มม.² = ต้านทานปานกลาง(MR), >10 มม.² = อ่อนแอ(S)

b/ <4 มม.² = ต้านทาน(R), 4-8 มม.² = ต้านทานปานกลาง(MR), >8 มม.² = อ่อนแอ(S)

3/ <2 มม.² = ต้านทาน(R), 2-3 มม.² = ต้านทานปานกลาง(MR), >3 มม.² = อ่อนแอ(S)

4/ <0.35 มม. = ต้านทาน(R), 0.35-0.5 มม. = ต้านทานปานกลาง(MR), >0.5 มม. = อ่อนแอ(S)

5/ <30 เปอร์เซ็นต์ = ต้านทาน(R), 30-60 เปอร์เซ็นต์ = ต้านทานปานกลาง(MR),
>60 เปอร์เซ็นต์ = อ่อนแอ(S)

6/ ns, * และ ** = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และ 99 % ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (Coefficient of variation, C.V.) ของลักษณะต่าง ๆ พบว่า สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนมีค่าค่อนข้างสูงในทุกลักษณะของโรคใบจุดสีน้ำตาล แต่มีค่าไม่สูงมากนักในทุกลักษณะของโรคใบจุดสีดำ ส่วนในโรคราสนิม ขนาดของแผลมี C.V. ค่อนข้างต่ำ แต่เปอร์เซ็นต์การสร้างสปอร์มี C.V. ค่อนข้างสูง

1.2 ประสิทธิภาพของการประเมินระดับความต้านทานต่อโรคในสภาพแปลง โดยวิธีของ ICRISAT

การประเมินความต้านทานต่อโรค โดยวิธีของ ICRISAT เป็นการหาคะแนนระดับการเป็นโรค โดยพิจารณาลักษณะองค์ประกอบของโรคหลาย ๆ ลักษณะร่วมกัน ค่าคะแนนมีตั้งแต่ 1 ถึง 9 ตามความมากน้อยของโรค (1 = ไม่เป็นโรค ถึง 9 = เป็นโรคมก) ตารางที่ 5 แสดงผลการประเมินระดับการเป็นโรคใบจุดสีน้ำตาล โรคใบจุดสีดำ และโรคราสนิม ในช่วงอายุต่าง ๆ กันของพันธุ์ทดสอบ และระดับความต้านทานต่อโรค ซึ่งแปลงจากค่าคะแนนการเป็นโรค ตามเกณฑ์ที่กำหนด

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า สำหรับโรคใบจุดสีน้ำตาล เมื่อประเมินที่ 66 และ 73 วันหลังปลูก มี 2 พันธุ์ คือ ICGS(E) 22 และ Tainan 9 ที่จัดว่าเป็นพันธุ์อ่อนแอที่เหลืออีก 4 พันธุ์ จัดว่ามีความต้านทานปานกลาง แต่เมื่อประเมินที่ 80 วันหลังปลูกเป็นต้นไป ทุกพันธุ์จัดว่าเป็นพันธุ์อ่อนแอทั้งสิ้น สำหรับโรคใบจุดสีดำ เมื่อประเมินที่ 66 วันจะได้ว่า ทุกพันธุ์มีความต้านทานปานกลาง แต่เมื่อประเมินที่ 73 วัน พันธุ์ Tainan 9 จัดว่าเป็นพันธุ์อ่อนแอ ส่วนพันธุ์ที่เหลือจัดว่ามีความต้านทานปานกลาง และเมื่อประเมินที่ 80 วันเป็นต้นไป ทุกพันธุ์จัดว่าเป็นพันธุ์อ่อนแอทั้งหมด ส่วนโรคราสนิม เมื่อประเมินที่ 66 และ 73 วัน พันธุ์ ICGS(E) 22 และ Tainan 9 จัดว่ามีความต้านทานปานกลาง อีก 4 พันธุ์ที่เหลือ จัดว่าเป็นพันธุ์ต้านทาน แต่เมื่อประเมินที่ 80 วันเป็นต้นไป ทุกพันธุ์จัดว่ามีความต้านทานปานกลางทั้งหมด

จากผลการทดลองดังกล่าว จะเห็นได้ว่า ไม่ว่าจะเป็นพันธุ์ใดก็ตามคะแนนการเป็นโรคจะสูงขึ้นตามอายุพืชในทุกโรค ทว่าค่าประเมินของระดับความต้านทานต่อโรค

ของพันธุ์ต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงไปตามอายุพืชด้วย ในขณะที่พืชอายุน้อย อัตราการเป็นโรคยังต่ำ ทำให้ประเมินได้ว่าเป็นพันธุ์ต้านทาน หรือมีความต้านทานอยู่บ้าง แต่เมื่อพืชอายุมากขึ้น อัตราการเป็นโรคสูงขึ้น ทำให้ค่าประเมินเปลี่ยนไป กลายเป็นว่าพันธุ์นั้น ๆ อ่อนแอต่อโรค หรือมีระดับความต้านทานลดลง

นอกจากนี้ ค่าประเมินระดับความต้านทานต่อโรค ยังขึ้นอยู่กับปริมาณการระบาดของโรคด้วย ในการทดลองนี้ การระบาดของโรคใบจุดสีน้ำตาลและโรคใบจุดสีดำนี้น่าจะทำให้คะแนนการเป็นโรคค่อนข้างสูง ตั้งแต่เมื่อพืชมีอายุ 66 วัน (คะแนน 5.6-7.4 สำหรับโรคใบจุดสีน้ำตาล และ 4.0-6.2 สำหรับโรคใบจุดสีดำ) และเมื่อพืชมีอายุ 80 วัน คะแนนการเป็นโรคสูงมากในทุกพันธุ์ (คะแนน 8.2-9.0) แต่การระบาดของโรคราสนิมมีค่อนข้างน้อย เมื่อพืชอายุได้ 66 วัน คะแนนการเป็นโรคนั้นยังอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ (คะแนน 2.0-4.2) แม้เมื่อพืชอายุถึง 87 วัน คะแนนการเป็นโรคก็ยังอยู่เพียงในช่วง 6.0-6.3 ไม่สูงเท่าคะแนนการเป็นโรคใบจุด ทำให้ได้ค่าประเมินว่าพันธุ์ทดสอบทุกพันธุ์มีความต้านทานต่อโรคปานกลาง

ค่าประเมินระดับความต้านทานของโรคโดยวิธีของ ICRI SAT จึงขึ้นอยู่กับช่วงเวลาในการประเมินว่าจะทำเมื่อพืชมีอายุน้อยเท่าใด และปริมาณการระบาดของโรคว่ามีมากน้อยเพียงใด

จากลักษณะการเพิ่มของอัตราการเป็นโรคตามอายุพืชมดังกล่าว ทำให้การประเมินระดับความต้านทานต่อโรคโดยวิธีนี้ สามารถแยกความแตกต่างระหว่างพันธุ์ได้เฉพาะในบางช่วงเวลาเท่านั้น หากประเมินในช่วงเวลาที่พืชอายุน้อย อัตราการเป็นโรคของพืชยังต่ำทุกพันธุ์ หรือเมื่อพืชมีอายุมากเกินไป อัตราการเป็นโรคสูงหมดทุกพันธุ์ จะไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างพันธุ์ได้ ในการทดลองนี้ ช่วงเวลาที่เหมาะสม ซึ่งจะทำให้สามารถแยกความแตกต่างระหว่างพันธุ์ได้ สำหรับโรคใบจุดสีน้ำตาล และโรคราสนิม จะอยู่ในช่วงที่พืชมีอายุ 66-73 วัน ส่วนโรคใบจุดสีดำ จะอยู่ในช่วงที่พืชมีอายุ 73 วัน

ผลการทดลองดังกล่าว ยืนยันข้อจำกัดของวิธีการประเมินความต้านทานต่อโรคทางใบของถั่วลิสง ตามวิธีของ ICRI SAT อันเป็นที่มาของการศึกษานี้

ตารางที่ 5 ผลการประเมินโดยวิธีของ ICRISAT และระดับความต้านทานต่อโรคในช่วงอายุของพืชต่าง ๆ กันของพันธุ์ทดสอบ

พันธุ์พืช	ค่าเฉลี่ย					ระดับความต้านทาน ^{1/}				
	66 วัน	73 วัน	80 วัน	87 วัน	94 วัน	66 วัน	73 วัน	80 วัน	87 วัน	94 วัน
โรคใบจุดสีน้ำตาล										
ICGS(E) 56	6.6	6.0	8.2	9.0	9.0	MR	MR	S	S	S
NC Ac 17090	6.0	6.0	8.4	8.8	9.0	MR	MR	S	S	S
KKU 903090	5.6	5.8	8.6	8.6	9.0	MR	MR	S	S	S
ICGS(E) 22	7.0	7.4	9.0	9.0	9.0	S	S	S	S	S
Tainan 9	7.4	7.6	8.8	9.0	9.0	S	S	S	S	S
Khon Kaen 60-3	5.8	5.8	8.6	9.0	9.0	MR	MR	S	S	S
โรคใบจุดสีดำ										
ICGS(E) 56	4.0	5.8	8.4	9.0	9.0	MR	MR	S	S	S
NC Ac 17090	4.2	6.0	8.6	8.8	9.0	MR	MR	S	S	S
KKU 903090	5.4	5.8	8.8	8.6	9.0	MR	MR	S	S	S
ICGS(E) 22	5.8	6.8	8.8	9.0	9.0	MR	MR	S	S	S
Tainan 9	6.2	7.2	9.0	9.0	9.0	MR	S	S	S	S
Khon Kaen 60-3	5.8	5.8	8.6	9.0	9.0	MR	MR	S	S	S
โรคราสนิม										
ICGS(E) 56	2.8	3.4	4.2	6.0		R	R	MR	MR	
NC Ac 17090	2.2	1.8	4.6	6.0		R	R	MR	MR	
KKU 903090	2.0	2.2	4.0	6.2		R	R	MR	MR	
ICGS(E) 22	4.2	5.0	4.0	6.3		MR	MR	MR	MR	
Tainan 9	4.0	5.8	4.4	6.0		MR	MR	MR	MR	
Khon Kaen 60-3	3.0	2.2	4.0	6.0		R	R	MR	MR	

^{1/} 1-3 = ต้านทาน(R), 4-6 = ต้านทานปานกลาง(MR), 7-9 = อ่อนแอ(S)

1.3 ประสิทธิภาพของการประเมินระดับความต้านทานต่อโรคในสภาพแปลง จากลักษณะองค์ประกอบของความต้านทานต่อโรค

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ที่จะประเมินว่า จะสามารถใช้ลักษณะขนาดของแผลและอัตราการสร้างสปอร์ ในการประเมินระดับความต้านทานต่อโรคใบจุด และโรคราสนิมของพันธุ์ถั่วลิสงในสภาพแปลงได้หรือไม่ การประเมินประสิทธิภาพของลักษณะทั้งสองในการใช้ประเมินระดับความต้านทานต่อโรค พิจารณาจากความสามารถของแต่ละลักษณะในการแสดงความแตกต่างระหว่างพันธุ์ ความถูกต้องของผลการประเมิน และความแปรปรวนที่เนื่องมาจากสภาพแวดล้อม ความแตกต่างระหว่างพันธุ์จะดูจากความแตกต่างของค่าที่วัดได้ในแต่ละลักษณะของพันธุ์ทดสอบ ในแง่ของความถูกต้องของผลการประเมิน จะเปรียบเทียบกับผลการประเมินระดับความต้านทาน ที่ได้จากการทดสอบในเรือนทดลอง ซึ่งในการศึกษานี้ถือว่าเป็นค่าที่ถูกต้อง ส่วนความแปรปรวนที่เนื่องมาจากสภาพแวดล้อม จะพิจารณาจาก ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (C.V.)

การประเมินระดับความต้านทานต่อโรค โดยใช้ลักษณะขนาดของแผลและอัตราการสร้างสปอร์ ยังมีข้อพิจารณาอีกว่า (1) จะต้องประเมินในช่วงอายุของพืชช่วงใดช่วงหนึ่ง เหมือนการประเมินโรควิธีของ ICRISAT หรือจะประเมินในช่วงเวลาใดก็ได้ (2) ควรจะพิจารณาจากผลที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ซึ่งปฏิกิริยาของพันธุ์ที่มีต่อโรคน่าจะแสดงออกเต็มที่ หรือควรจะพิจารณาจากผลที่เป็นตัวแทนของผลส่วนใหญ่ ซึ่งน่าจะเกิดจากสปอร์ที่ปลิวมาตกบนเดียวกัน และช่วงเวลาในการพัฒนาของโรคเท่าเทียมกัน และ (3) จะประเมินจากใบใดก็ได้ที่การแสดงออกของโรคสูงที่สุด หรือควรจะกำหนดตำแหน่งของใบที่ประเมิน (ในการทดลองนี้กำหนดให้เป็นใบที่ 4 นับจากยอด) ซึ่งการเกิดโรคน่าจะมาจากสปอร์รุ่นเดียวกัน และมีระยะเวลาในการพัฒนาของโรคเท่า ๆ กัน

ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 6 และ 7 สำหรับโรคใบจุดสีน้ำตาล ตารางที่ 8 และ 9 สำหรับโรคใบจุดสีดำ และตารางที่ 10 สำหรับโรคราสนิม

ในโรคใบจุดสีน้ำตาล เมื่อวัดจากใบที่การแสดงออกของโรคสูงที่สุดในต้น โดยไม่จำกัดว่าเป็นใบใด พบว่า เมื่อพืชมีอายุมากขึ้นจาก 66 เป็น 73 วัน ขนาดของแผลในพันธุ์ส่วนใหญ่จะมากขึ้น ทั้งแผลตัวแทนและแผลใหญ่ แต่ก็มีบางพันธุ์ที่ขนาดแผลกลับลดลง

หรือใกล้เคียงกัน เป็นที่น่าสังเกตว่าพันธุ์ประเภทหลังนี้ เป็นพันธุ์ที่มีผลขนาดเล็ก หรือปานกลาง (ตารางที่ 6) แต่เมื่อพืชมีอายุเพิ่มขึ้นเป็น 80 วัน แทบทุกพันธุ์จะมีขนาดผลลดลงและเมื่อพืชมีอายุเพิ่มขึ้นเป็น 87 วัน ขนาดผลกลับยิ่งลดลงไปอีก ทั้งผลตัวแทนและผลใหญ่ และการลดจะมากน้อยแตกต่างกันไปในแต่ละพันธุ์ การที่ขนาดผลลดลงในช่วงท้ายของการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากมีใบร่วง ซึ่งรายละเอียดจะได้กล่าวถึงในภายหลัง คณะแผนการสร้างสปอร์ ทั้งจากผลตัวแทนและผลใหญ่ ก็มีการเปลี่ยนแปลงตามอายุพืช ในลักษณะเดียวกับขนาดของผล (ตารางที่ 6) ทั้งขนาดของผล และแผนการสร้างสปอร์ในสภาพแปลง มีค่าอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับการประเมินในเรือนทดลอง

เมื่อพิจารณาถึงความแตกต่างระหว่างพันธุ์ จะเห็นว่า การประเมินเมื่อพืชมีอายุ 73 วัน จะแยกความแตกต่างระหว่างพันธุ์ได้ดีที่สุด ทั้งจากขนาดของผล และแผนการสร้างสปอร์ และทั้งจากผลตัวแทนและผลใหญ่ แต่เมื่อเปรียบเทียบกับผล การประเมินในเรือนทดลอง พบว่า การประเมินจากผลตัวแทน ทั้งขนาดของผลและการสร้างสปอร์ ค่าประเมินแปลงมีสหสัมพันธ์ต่อกับค่าประเมินในเรือนทดลอง ในทุกช่วงอายุของพืช และระดับความต้านทานที่ประเมินได้ก็แตกต่างกันมาก (ตารางที่ 6) มีเพียงขนาดของผลตัวแทนที่อายุ 80 วันเท่านั้น ที่มีสหสัมพันธ์กับขนาดของผลในเรือนทดลอง อยู่ในระดับปานกลาง ($r = 0.503$) สำหรับค่าประเมินจากผลขนาดใหญ่ ทั้งขนาดของผลและการสร้างสปอร์ จะมีสหสัมพันธ์กับค่าประเมินในเรือนทดลอง ในระดับปานกลางถึงสูง และสหสัมพันธ์จะสูงที่สุด เมื่อประเมินที่ 80 วันหลังปลูก ($r = 0.836$ และ 0.806 สำหรับขนาดของผลและแผนการสร้างสปอร์ตามลำดับ) แต่ระดับความต้านทานที่ประเมินได้ก็ยังแตกต่างไปจากที่ได้จากการประเมินในเรือนทดลอง

ในแง่ความแปรปรวนภายในพันธุ์ พบว่า การประเมินเมื่อ 80 และ 87 วัน จะมีค่า C.V. สูงกว่าการประเมินที่ 66 และ 73 วัน ค่อนข้างมาก ทั้งขนาดของผล และแผนการสร้างสปอร์ ในผลตัวแทนและผลใหญ่ (ตารางที่ 6)

สำหรับการประเมินจากใบที่ 4 นับจากยอด จะได้ค่าประเมินที่ต่ำกว่าค่าประเมินในเรือนทดลองมาก ทุกช่วงอายุของพืช ทั้งขนาดของผล และแผนการสร้างสปอร์ ไม่ว่าจะเป็นผลตัวแทนหรือผลใหญ่ (ตารางที่ 7) สหสัมพันธ์กับผลการประเมินในเรือนทดลองก็ต่ำในทุกลักษณะ และแทบทุกช่วงอายุของพืช และแม้ว่า การสร้างสปอร์ของ

ผลาญจะมีสหสัมพันธ์สูงกับการสร้างสปอร์ในเรือนทดลอง ($r = 0.808$) แต่ระดับความต้านทานที่ประเมินได้ก็แตกต่างกันมาก ค่า C.V. ก็อยู่ในเกณฑ์สูงในทุกลักษณะ และทุกช่วงอายุพืช การประเมินจากใบที่ 4 จึงไม่เหมาะสมในการประเมินความต้านทานต่อโรคในสภาพแปลง

สำหรับโรคใบจุดสีน้ำตาล เมื่อประเมินจากใบที่การแสดงออกของโรคสูงที่สุดในต้นโดยไม่จำกัดว่าเป็นใบใด จะแตกต่างไปจากโรคใบจุดสีน้ำตาลในแง่ที่ ทั้งขนาดของแผลและคะแนนการสร้างสปอร์ในพันธุ์ส่วนใหญ่ จะสูงที่สุด เมื่อพืชมีอายุ 66 วัน ทั้งผลตัวแทนและผลาญ (ตารางที่ 8) และเมื่อพืชมีอายุมากขึ้น ขนาดของแผลและคะแนนการสร้างสปอร์จะค่อนข้างคงที่หรือลดลง และจะลดลงมากเมื่อพืชมีอายุ 87 วัน เนื่องจากใบที่เป็นโรคมากจะร่วงหล่นไป ขนาดของแผลและคะแนนการสร้างสปอร์ที่มีค่าสูง ๆ จะต่ำกว่าค่าที่วัดได้จากการทดสอบในเรือนทดลอง แต่ไม่มากนัก

ขนาดของแผล ทั้งผลตัวแทน และผลาญ เมื่อพืชมีอายุได้ 66 วัน จะมีสหสัมพันธ์ค่อนข้างสูงกับผลการประเมินในเรือนทดลอง ($r = 0.750$ และ 0.701 สำหรับผลตัวแทน และผลาญตามลำดับ) และระดับความต้านทานที่ประเมินได้ก็ตรงกันเป็นส่วนใหญ่ แต่เมื่อพืชมีอายุมากขึ้น สหสัมพันธ์ระหว่างผลการประเมินแปลงกับในเรือนทดลอง จะลดลงมาก นอกจากนี้ ค่า C.V. ของทั้งผลตัวแทนและผลาญ จะต่ำที่สุดเมื่อวัดที่ 66 วันหลังปลูก และจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อพืชมีอายุมากขึ้น (ตารางที่ 8)

สำหรับคะแนนการสร้างสปอร์ ทั้งในผลตัวแทน และผลาญ ก็มีการเปลี่ยนแปลงตามอายุ และมีสหสัมพันธ์กับผลการประเมินในเรือนทดลองในลักษณะที่คล้ายคลึงกับลักษณะขนาดของแผล แต่สหสัมพันธ์ของคะแนนการสร้างสปอร์ของผลตัวแทนในแปลงเมื่ออายุ 66 วัน กับในเรือนทดลอง ก็ยังมีค่าค่อนข้างต่ำ ($r = 0.296$) ทำให้ระดับความต้านทานของพันธุ์ที่ประเมินได้แตกต่างกันมาก (ตารางที่ 8) ส่วนสหสัมพันธ์ของคะแนนการสร้างสปอร์ของผลาญในแปลงเมื่ออายุ 66 วัน กับในเรือนทดลอง แม้จะไม่สูงมาก ($r = 0.456$) แต่ระดับความต้านทานของพันธุ์ที่ประเมินได้ ส่วนใหญ่ตรงกัน ค่า C.V. ของคะแนนการสร้างสปอร์ เมื่ออายุ 66 และ 73 วัน จะใกล้เคียงกัน แต่จะมีค่าสูงขึ้นเมื่อพืชมีอายุมากขึ้น โดยเฉพาะเมื่อพืชมีอายุ 87 วัน ค่า C.V. จะสูงขึ้นมาก

การประเมินลักษณะองค์ประกอบของโรคใบจุดสีน้ำตาล จากใบที่ 4 นับจากยอด ก็ให้ผลเช่นเดียวกับโรคใบจุดสีน้ำตาล คือทั้งขนาดของแผล และคะแนนการสร้างสปอร์ในแปลงมีค่าต่ำกว่าผลการประเมินในเรือนทดลองมาก ค่าประเมินในแปลงและในเรือนทดลองก็มีสหสัมพันธ์กันต่ำ ทำให้ระดับความต้านทานที่ประเมินได้ แตกต่างกันมาก นอกจากนี้ยังมีค่า C.V. ค่อนข้างสูงอีกด้วย (ตารางที่ 9) ลักษณะขององค์ประกอบของโรคบนใบที่ 4 จึงไม่สามารถใช้ประเมินความต้านทานต่อโรคใบจุดสีน้ำตาลได้

สำหรับโรคราสนิม ขนาดของแผลในแปลงมีขนาดเล็กกว่าในเรือนทดลองทำให้ยากต่อการวัด จึงได้ใช้เปอร์เซ็นต์ของแผลใหญ่ ในการประเมินความต้านทานต่อโรคแทน โดยเทียบกับขนาดของแผลที่วัดในเรือนทดลอง ผลปรากฏว่า เปอร์เซ็นต์แผลใหญ่ที่ประเมินจากใบที่ 4 มีความแปรปรวนภายในพันธุ์ (C.V.) สูงทุกช่วงอายุ ทำให้ค่าเฉลี่ยของพันธุ์ที่ได้มีความน่าเชื่อถือต่ำ อีกทั้งระดับความต้านทานที่ประเมินได้ ก็แตกต่างไปจากผลการประเมินจากขนาดของแผลในเรือนทดลองมาก (ตารางที่ 10) เปอร์เซ็นต์แผลใหญ่ที่ประเมินจากใบที่การแสดงออกของโรคสูงที่สุด แม้จะมี C.V. ต่ำลงมา เมื่อประเมินเมื่อพืชมีอายุ 66 และ 73 วัน แต่ระดับความต้านทานที่ประเมินได้ใน 2 ช่วงนี้ในแต่ละพันธุ์ก็มีการเปลี่ยนแปลงโดยไม่มีทิศทางที่แน่นอน เปอร์เซ็นต์แผลใหญ่จึงไม่เหมาะที่จะใช้ในการประเมินความต้านทานต่อโรคราสนิม

ส่วนเปอร์เซ็นต์แผลที่สร้างสปอร์ ไม่สามารถจะประเมินความเหมาะสมได้ เนื่องจากผลการทดสอบในเรือนทดลองและในแปลง เมื่อประเมินจากใบที่แสดงอาการของโรคสูงที่สุด ให้ค่าสูงหมดทุกพันธุ์ และไม่แตกต่างกันมาก แสดงว่าพันธุ์ที่ทดสอบ มีความแตกต่างระหว่างพันธุ์ตามลักษณะองค์ประกอบนี้

1.4 พัฒนาการของใบบนลำต้นหลัก

ผลการทดลองที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น มีลักษณะสำคัญประการหนึ่ง ซึ่งคิดไปจากความคาดหมายคือ ในช่วงหลัง ๆ ของการเจริญเติบโตของพืช เมื่อพืชมีอายุมากขึ้น แทนที่องค์ประกอบต่าง ๆ ของโรคจะมีค่าเพิ่มขึ้น แต่ค่าที่วัดได้กลับลดลง สาเหตุสำคัญก็คือการร่วงของใบ ภาพที่ 1 เป็นภาพสเก็ทของสภาพใบบนลำต้นหลักของพันธุ์ที่ทดสอบในช่วง

ตารางที่ 6 ขนาดของแผล และคะแนนการสร้างสปอร์ของโรคใบจุดสีน้ำตาล ของพันธุ์ทดสอบ บนใบที่การแสดงออกของโรคสูงที่สุด โดยไม่จำกัดว่าเป็นใบใด จากการประเมินใบแปลง ในช่วงอายุของพืชต่าง ๆ กัน เปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการประเมินใบเรือนทดลอง

พันธุ์	ค่าเฉลี่ย					ระดับความต้านทานต่อโรค ^{2/}				
	ใบแปลง		เรือนทดลอง			ใบแปลง		เรือนทดลอง		
	66 วัน	73 วัน	80 วัน	87 วัน		66 วัน	73 วัน	80 วัน	87 วัน	
ขนาดของแผลตัวแทน (mm. ²)										
ICGS(E)56	2.4	2.8	6.6	2.4	7.6	R	R	S	R	S
NC Ac 17090	4.8	7.2	9.8	6.0	6.2	MR	S	S	S	S
Tainan 9	4.0	6.8	4.8	4.2	7.1	MR	S	MR	MR	S
ICGS(E)22	4.0	7.2	4.8	3.6	5.5	MR	S	MR	MR	MR
Khon Kaen 60-3	2.6	1.4	4.0	1.0	5.6	R	R	MR	R	MR
KKU 90309	3.4	3.8	3.0	3.2	2.4	R	MR	R	R	R
F ₁ /	ns	**	ns	ns	ns					
C.V.(%)	35.95	38.91	94.76	77.67	34.3					
Correlation	-0.047	0.148	0.533	0.094						
การสร้างสปอร์ของแผลตัวแทน(1-5)										
ICGS(E)56	2.0	2.4	3.2	1.6	2.5	MR	MR	S	R	MR
NC Ac 17090	3.2	4.8	3.6	3.2	2.0	S	S	S	S	MR
Tainan 9	3.0	4.8	2.4	3.6	2.3	MR	S	MR	S	MR
Khon Kaen 60-3	2.2	1.2	1.8	0.6	2.0	MR	R	R	R	MR
KKU 90309	2.6	3.0	2.6	2.2	1.8	MR	MR	MR	MR	R
ICGS(E)22	3.0	5.0	2.6	2.0	1.9	MR	S	MR	MR	R
F ₁ /	ns	**	ns	ns	ns					
C.V.(%)	26.25	28.63	72.80	67.47	39.38					
Correlation	-0.417	-0.138	0.249	0.05						

ตารางที่ 6 ขนาดของแผล และคะแนนการสร้างสรรค์ของโรคใบจุดสีน้ำตาล ของพันธุ์ทดสอบ บนใบที่การแสดงออกของโรคสูงที่สุด โดยไม่จำกัดว่าเป็นโรค จากการประเมินแผล ในช่วงอายุของพืชต่าง ๆ กัน เปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการประเมินโรคทดลอง (ต่อ)

พันธุ์	ค่าเฉลี่ย					ระดับความต้านทานต่อโรค ^{2/}				
	ใบแปลง		เรือนทดลอง			ใบแปลง		เรือนทดลอง		
	66 วัน	73 วัน	80 วัน	87 วัน		66 วัน	73 วัน	80 วัน	87 วัน	
ขนาดของแผลใหญ่ (mm. ²)										
ICGS(E)56	8.4	7.2	8.8	4.8	12.5	S	S	S	MR	S
NC Ac 17090	8.4	12.0	10.2	7.6	10.7	S	S	S	S	S
Tainan 9	7.2	14.0	8.8	5.6	13.8	S	S	S	MR	S
ICGS(E)22	7.2	12.4	6.0	4.8	10.0	S	S	MR	MR	MR
Khon Kaen 60-3	3.0	2.0	4.0	1.0	8.4	R	R	MR	R	MR
KKU 90309	5.6	7.6	3.0	4.8	4.0	MR	S	R	MR	R
F ₁ /	ns	**	ns	ns	*					
C.V.(%)	44.94	39.47	68.71	60.37	39.46					
Correlation	0.556	0.476	0.836*	0.299						
การสร้างสรรค์ของแผลใหญ่ (1-5)										
ICGS(E)56	3.0	4.4	4.0	3.0	3.3	MR	S	S	MR	S
NC Ac 17090	4.2	4.8	3.0	4.6	2.8	S	S	MR	S	MR
KKU 90309	2.8	4.4	2.6	2.8	2.4	MR	S	MR	MR	MR
ICGS(E)22	3.8	5.0	2.8	2.6	2.9	S	S	MR	MR	MR
Tainan 9	3.8	5.0	4.8	4.4	3.0	S	S	S	S	MR
Khon Kaen 60-3	2.4	1.6	1.8	0.6	2.4	MR	R	R	R	MR
F ₁ /	**	**	ns	**	ns					
C.V.(%)	22.49	21.47	49.40	50.52	34.16					
Correlation	0.456	0.573	0.806*	0.503						

1/ ns, * และ ** = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และ 99 % ตามลำดับ

2/ ระดับความต้านทานที่ขีดเส้นใต้ คือระดับความต้านทานที่ไม่ตรงกับผลจากเรือนทดลอง

ตารางที่ 7 ขนาดของแผล และคะแนนการสร้างสبورของโรคใบจุดสีน้ำตาล ของพันธุ์ทดสอบ ซึ่งประเมินจากวันที่ 4 นับจากยอด ในช่วงอายุของพืชต่าง ๆ กัน จากการประเมินในแปลง เปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการประเมินในเรือนทดลอง

พันธุ์	ค่าเฉลี่ย					ระดับความต้านทานต่อโรค ^{2/}				
	ในแปลง		เรือนทดลอง			ในแปลง		เรือนทดลอง		
	66 วัน	73 วัน	80 วัน	87 วัน		66 วัน	73 วัน	80 วัน	87 วัน	
ขนาดของแผลตัวหนอน (mm. ²)										
ICGS(E)56	1.8	1.2	1.0	1.0	7.6	R	R	R	R	S
NC Ac 17090	3.2	3.0	6.4	2.4	6.2	R	R	S	R	S
Tainan 9	1.4	2.2	2.4	0.0	7.1	R	R	R	R	S
ICGS(E)22	1.6	1.6	0.0	0.8	5.5	R	R	R	R	MR
Khon Kaen 60-3	1.0	1.0	0.0	0.0	5.6	R	R	R	R	MR
KKU 90309	1.8	1.2	1.6	1.2	2.4	R	R	R	R	R
F ₁ /	ns	ns	ns	ns	ns					
C.V.(%)	94.34	90.62	183.86	192.88	34.30					
Correlation	0.039	0.309	0.132	-0.148						
การสร้างสปอร์ของแผลตัวหนอน (1-5)										
ICGS(E)56	1.6	1.2	1.2	0.8	2.5	R	R	R	R	MR
NC Ac 17090	2.0	2.4	2.2	1.4	2.0	MR	MR	MR	R	MR
Tainan 9	1.8	1.8	1.2	0.0	2.3	R	R	R	R	MR
Khon Kaen 60-3	0.8	1.0	0.0	0.0	2.0	R	R	R	R	MR
KKU 90309	1.2	1.0	1.2	1.2	1.8	R	R	R	R	R
ICGS(E)22	1.6	1.0	0.0	0.8	1.9	R	R	R	R	R
F ₁ /	ns	ns	ns	ns	ns					
C.V.(%)	68.53	95.74	154.13	188.44	39.38					
Correlation	0.321	0.189	0.204	-0.329						

ตารางที่ 7 ขนาดของผล และคะแนนการสำรวจของโรคใบจุดสีน้ำตาล ของพันธุ์ทดสอบ ซึ่งประเมินจากปีที่ 4 นับจาก
ยอด ในช่วงอายุของพืชต่าง ๆ กัน จากการประเมินใบแปลง เปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการประเมิน
เรือนทดลอง (ต่อ)

พันธุ์	ค่าเฉลี่ย					ระดับความต้านทานต่อโรค ^{2/}				
	ใบแปลง		เรือนทดลอง			ใบแปลง		เรือนทดลอง		
	66 วัน	73 วัน	80 วัน	87 วัน		66 วัน	73 วัน	80 วัน	87 วัน	
ขนาดของแผลพุ่ม (mm. ²)										
ICGS(E)56	5.2	3.2	1.6	2.8	12.5	MR	R	R	R	S
NC Ac 17090	4.4	4.4	6.4	3.2	10.7	MR	MR	MR	R	S
Tainan 9	2.6	7.2	4.4	0.0	13.8	R	S	MR	R	S
ICGS(E)22	3.0	3.2	0.0	1.2	10.0	R	R	R	R	MR
Khon Kaen 60-3	1.6	1.0	0.0	0.0	8.4	R	R	R	R	MR
KKU 90309	3.2	4.6	1.6	2.0	4.0	R	MR	R	R	R
F ^{1/}	ns	ns	ns	ns	*					
C.V.(%)	64.30	91.89	164.63	148.91	39.46					
Correlation	0.272	0.337	0.384	-0.086						
การสำรวจของแผลพุ่ม (1-5)										
ICGS(E)56	2.8	2.2	1.8	1.6	3.3	MR	MR	R	R	S
NC Ac 17090	2.6	3.2	2.2	2.0	2.8	MR	S	MR	MR	MR
KKU 90309	1.8	3.2	1.2	1.6	2.4	R	S	R	R	MR
ICGS(E)22	2.0	1.4	0.0	0.8	2.9	MR	R	R	R	MR
Tainan 9	2.2	4.0	2.0	0.0	3.0	MR	S	MR	R	S
Khon Kaen 60-3	1.2	1.0	0.0	0.0	2.4	R	R	R	R	MR
F ^{1/}	ns	ns	ns	ns	ns					
C.V.(%)	55.19	79.30	145.85	167.13	34.16					
Correlation	0.808*	0.187	0.461	0.115						

^{1/} ns, * และ ** = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และแตกต่างกันทางสถิติระดับความเชื่อมั่น 95 % และ 99 % ตามลำดับ

^{2/} ระดับความต้านทานที่ขีดเส้นใต้ คือระดับความต้านทานที่ไม่ตรงกับผลจากเรือนทดลอง

ตารางที่ 8 ขนาดของแผล และคะแนนการสร้างสبور ของโรคใบจุดสีน้ำตาลของพันธุ์ทดสอบ บนใบที่การแสดงออกของโรคสูงที่สุด โดยไม่จำกัดว่าเป็นใบใด จากการประเมินแผลในช่วงอายุของพืชต่าง ๆ กัน เปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการประเมินแผลเรือนทดลอง

พันธุ์	ค่าเฉลี่ย					ระดับความต้านทานต่อโรค ^{2/}				
	แผล		เรือนทดลอง			แผล		เรือนทดลอง		
	66 วัน	73 วัน	80 วัน	87 วัน		66 วัน	73 วัน	80 วัน	87 วัน	
ขนาดของแผลตัวหนอน (mm. ²)										
ICGS(E)22	4.0	4.0	2.0	2.4	6.1	S	S	<u>R</u>	<u>R</u>	S
Tainan 9	3.6	4.0	3.6	2.2	9.0	S	S	S	<u>R</u>	S
ICGS(E)56	3.4	1.4	2.2	0.8	3.7	MR	<u>R</u>	<u>R</u>	<u>R</u>	MR
Khon Kaen 60-3	3.2	2.4	1.4	0.6	3.3	MR	<u>R</u>	<u>R</u>	<u>R</u>	MR
NC Ac 17090	2.8	3.2	3.2	3.8	2.8	R	<u>MR</u>	<u>MR</u>	<u>S</u>	R
KKU 90309	2.6	3.6	2.2	3.0	2.2	R	<u>S</u>	R	<u>MR</u>	R
F ₁ /	ns	ns	ns	*	**					
C.V.(%)	31.62	53.75	66.22	73.62	16.51					
Correlation	0.750	0.480	0.494	-0.081						
การสร้างสปอร์ของแมลงตัวหนอน (1-5)										
ICGS(E)56	2.0	1.6	2.8	0.6	3.5	<u>MR</u>	<u>R</u>	<u>MR</u>	<u>R</u>	S
ICGS(E)22	2.8	2.8	1.8	1.8	3.6	<u>MR</u>	<u>MR</u>	<u>R</u>	<u>R</u>	S
Tainan 9	2.8	3.2	2.8	2.2	4.8	<u>MR</u>	<u>S</u>	<u>MR</u>	<u>MR</u>	S
Khon Kaen 60-3	2.8	2.2	1.8	0.6	3.5	<u>MR</u>	<u>MR</u>	<u>R</u>	<u>R</u>	S
NC Ac 17090	2.6	2.6	4.4	3.6	2.0	MR	MR	<u>S</u>	<u>S</u>	MR
KKU 90309	2.4	3.2	3.4	3.2	2.3	MR	<u>S</u>	<u>S</u>	<u>S</u>	MR
F ₁ /	ns	ns	ns	*	**					
C.V.(%)	31.73	39.20	48.18	73.60	12.22					
Correlation	0.296	0.008	-0.646	-0.577						

ตารางที่ 8 ขนาดของแผล และคะแนนการสร้างสเปร์ ของโรคใบจุดสีน้ำตาลของพันธุ์ทดสอบ บนใบที่การแสดงออกของโรคสูงที่สุด โดยไม่จำกัดว่าเป็นโรค จากการประเมินในแปลงในช่วงอายุของพืชต่าง ๆ กัน เปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการประเมินในเรือนทดลอง (ต่อ)

พันธุ์	ค่าเฉลี่ย					ระดับความต้านทานต่อโรค ^{2/}				
	ในแปลง		เรือนทดลอง			ในแปลง		เรือนทดลอง		
	66 วัน	73 วัน	80 วัน	87 วัน		66 วัน	73 วัน	80 วัน	87 วัน	
ขนาดของแผลใหญ่ (mm. ²)										
ICGS(E)22	8.0	7.2	4.0	3.0	8.8	S	S	R	R	S
Tainan 9	8.0	6.8	6.0	3.4	10.0	S	MR	MR	R	S
ICGS(E)56	3.8	3.6	4.0	0.6	5.5	R	R	R	R	MR
NC Ac 17090	6.8	8.4	6.8	5.0	4.6	MR	S	MR	R	MR
Khon Kaen 60-3	6.0	3.6	2.6	0.8	5.0	MR	R	R	R	MR
KKU 90309	5.4	6.0	5.2	5.4	3.4	MR	MR	MR	MR	R
F ^{1/}	ns	**	ns	*	**					
C.V.(%)	55.02	34.81	60.00	77.64	20.98					
Correlation	0.701	0.267	0.061	-0.158						
การสร้างสเปร์ของแผลใหญ่ (1-5)										
ICGS(E)56	2.4	2.8	3.6	0.6	3.5	MR	MR	MS	R	S
ICGS(E)22	3.2	3.8	3.0	1.8	4.3	S	S	MR	R	S
Tainan 9	3.2	4.2	3.2	2.8	5.0	S	S	S	MR	S
Khon Kaen 60-3	3.2	3.8	2.6	1.0	3.5	S	S	MR	R	S
NC Ac 17090	3.0	4.0	4.8	3.6	2.0	MR	S	S	S	MR
KKU 90309	2.6	3.8	4.6	4.2	2.3	MR	S	S	S	MR
F ^{1/}	ns	ns	ns	**	**					
C.V.(%)	31.06	28.39	41.62	62.20	10.91					
Correlation	0.456	0.096	-0.800*	-0.476						

1/ ns, * และ ** = ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ และแตกต่างกันในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และ 99 % ตามลำดับ

2/ ระดับความต้านทานที่ขีดเส้นใต้ คือระดับความต้านทานที่ไม่ตรงกับผลจากเรือนทดลอง

ตารางที่ 9 ขนาดของแผล และคะแนนการสร้างสเปิร์มของโรคใบจุดสีดำ ของพันธุ์ทดสอบ ซึ่งประเมินจากวันที่ 4 นับจากยอด
ในช่วงอายุของพืชต่าง ๆ กัน จากการประเมินแผลแปลง เปรียบเทียบกับค่าที่ได้ จากการประเมินในเรือนทดลอง

พันธุ์	ค่าเฉลี่ย					ระดับความต้านทานต่อโรค ^{2/}				
	แปลง		เรือนทดลอง			แปลง		เรือนทดลอง		
	66 วัน	73 วัน	80 วัน	87 วัน		66 วัน	73 วัน	80 วัน	87 วัน	
ขนาดของแผลตัวหนอน(มม. ²)										
ICGS(E)22	1.0	1.4	0.8	0.4	6.1	R	R	R	R	S
Tainan 9	2.8	1.6	4.0	0.0	9.0	R	R	S	R	S
ICGS(E)56	0.4	0.8	0.8	0.4	3.7	R	R	R	R	MR
Khon Kaen 60-3	1.4	1.4	0.0	0.0	3.3	R	R	R	R	MR
NC Ac 17090	1.8	1.2	1.4	2.4	2.8	MR	R	S	R	R
KKU 90309	2.4	2.2	1.0	1.6	2.2	R	R	R	R	R
F ₁ /	*	ns	*	ns	**					
C.V.(%)	65.27	52.83	137.75	187.50	16.51					
Correlation	0.301	-0.023	0.774	-0.602						
การสร้างสเปิร์มของแผลตัวหนอน(1-5)										
ICGS(E)56	0.4	0.8	1.2	0.4	3.5	R	R	R	R	S
ICGS(E)22	1.0	1.2	0.6	0.4	3.6	R	R	R	R	S
Tainan 9	1.8	2.0	2.2	0.0	4.8	R	MR	MR	R	S
Khon Kaen 60-3	1.8	2.2	0.0	0.0	3.5	R	MR	R	R	S
NC Ac 17090	1.4	1.4	1.8	2.2	2.0	R	R	R	MR	MR
KKU 90309	1.8	2.0	1.8	1.6	2.3	R	MR	R	R	MR
F ₁ /	ns	ns	ns	ns	**					
C.V.(%)	61.94	57.17	121.71	185.69	12.22					
Correlation	-0.033	0.091	-0.09	-0.909**						

ตารางที่ 9 ขนาดของแผล และคะแนนการสร้างสปอร์ของโรคใบจุดสีดำ ของพันธุ์ทดสอบ ซึ่งประเมินจากวันที่ 4 นับจากยอด
ในช่วงอายุของพืชต่าง ๆ กัน จากการประเมินแปลง เปรียบเทียบกับค่าที่ได้ จากการประเมินในเรือนทดลอง
(ต่อ)

พันธุ์	ค่าเฉลี่ย					ระดับความต้านทานต่อโรค ^{2/}				
	เงินแปลง		เรือนทดลอง			เงินแปลง		เรือนทดลอง		
	66 วัน	73 วัน	80 วัน	87 วัน		66 วัน	73 วัน	80 วัน	87 วัน	
ขนาดของแผลใหญ่(มม. ²)										
ICGS(E)22	2.2	2.4	1.6	1.2	8.8	R	R	R	R	S
Tainan 9	4.6	2.8	5.2	0.0	10.0	R	R	R	R	S
ICGS(E)56	0.8	1.2	2.6	0.4	5.5	R	R	R	R	MR
NC Ac 17090	2.8	2.8	2.8	4.0	4.6	R	R	R	R	MR
Khon Kaen 60-3	2.4	3.2	0.0	0.0	5.0	R	R	R	R	MR
KKU 90309	3.0	4.0	2.8	2.0	3.4	R	R	R	R	R
F ^{1/}	ns	*	ns	ns	**					
C.V.(%)	65.59	45.70	129.86	177.53	20.98					
Correlation	0.413	-0.309	0.425	-0.467						
การสร้างสปอร์ของแผลใหญ่(1-5)										
ICGS(E)56	0.6	1.2	2.2	0.4	3.5	R	R	MR	R	S
ICGS(E)22	1.4	1.8	1.0	0.6	4.3	R	R	R	R	S
Tainan 9	2.4	2.4	2.6	0.0	5.0	MR	MR	MR	R	S
Khon Kaen 60-3	2.0	3.4	0.6	0.6	3.5	MR	S	R	R	S
NC Ac 17090	1.6	2.4	2.2	2.4	2.0	R	MR	MR	MR	MR
KKU 90309	2.2	3.0	2.4	2.0	2.3	MR	MR	MR	MR	MR
F ^{1/}	ns	*	ns	ns	**					
C.V.(%)	58.53	43.71	108.80	175.80	10.91					
Correlation	0.093	-0.267	-0.134	-0.871*						

1/ ns, * และ ** = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และ 99 % ตามลำดับ

2/ ระดับความต้านทานที่ขีดเส้นใต้ คือระดับความต้านทานที่ไม่ตรงกับผลจากเรือนทดลอง

ตารางที่ 10 เปอร์เซนต์ผลขนาดใหญ่ และเปอร์เซนต์ผลที่สร้างสปีร์ ของโรคราสนิม ของพันธุ์ทดสอบ ซึ่งประเมินจากใบที่
การแสดงออกของโรคสปีร์ และจากใบที่ 4 นับจากยอด จากการประเมินใบแปลง ในช่วงอายุของพืชต่าง ๆ
กัน เปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการประเมินใบเรือนทดลอง

พันธุ์	ค่าเฉลี่ย					ระดับความต้านทานต่อโรค ^{2/}					
	ใบแปลง		เรือนทดลอง			ใบแปลง		เรือนทดลอง			
	66 วัน	73 วัน	80 วัน	87 วัน		66 วัน	73 วัน	80 วัน	87 วัน		
	เปอร์เซ็นต์ของผลขนาดใหญ่ (ไม่กำหนดใบ)					ขนาดผล (มม. ²)					
ICGS(E)22	58.16	36.28	10.00	6.66	0.68	S	MR	R	R	S	
Tainan 9	51.40	29.26	37.38	26.66	0.65	S	MR	MR	MR	S	
NC Ac 17090	24.88	31.78	13.50	26.66	0.42	MR	MR	R	MR	MR	
KKU 90309	24.00	71.00	25.00	50.00	0.46	MR	S	MR	S	MR	
ICGS(E)56	57.34	30.00	45.80	28.58	0.34	S	MR	S	MR	R	
Khon Kaen 60-3	18.60	39.16	25.00	0.00	0.34	MR	MR	MR	R	R	
F ¹ /	ns	ns	ns	ns	ns						
C.V.(%)	68.87	71.19	118.10	136.05	11.70						
Correlation	0.535	-0.099	-0.305	-0.073							
	เปอร์เซ็นต์ของผลขนาดใหญ่ (ใบที่ 4)					ขนาดผล (มม. ²)					
ICGS(E)22	13.34	9.66	0.00	0.00	0.68	MR	R	R	R	S	
Tainan 9	41.44	15.44	29.38	0.00	0.65	S	MR	MR	R	S	
NC Ac 17090	0.00	0.00	0.00	26.66	0.42	R	R	R	MR	MR	
KKU 90309	2.00	17.10	0.00	20.00	0.46	R	R	R	MR	MR	
ICGS(E)56	20.00	6.66	14.00	20.00	0.34	MR	R	MR	MR	R	
Khon Kaen 60-3	0.00	20.66	0.00	0.00	0.34	R	MR	R	R	R	
F ¹ /	ns	ns	ns	ns	ns						
C.V.(%)	191.41	172.36	189.51	275.52	11.70						
Correlation	0.555	0.048	0.324	-0.529							

ตารางที่ 10 เปอร์เซนต์ผลขนาดใหญ่ และเปอร์เซนต์ผลที่สร้างสปีร์ ของโรคราสนิม ของพันธุ์ทดสอบ ซึ่งประเมินจากวันที่
การแสดงออกของโรคครั้งที่สี่ และจากวันที่ 4 นับจากยอด จากการประเมินแปลง ในช่วงอายุของพืชต่าง ๆ
กัน เปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการประเมินในเรือนทดลอง (ต่อ)

พันธุ์	ค่าเฉลี่ย					ระดับความต้านทานต่อโรค ^{2/}				
	เงินแปลง		เรือนทดลอง			เงินแปลง		เรือนทดลอง		
	66 วัน	73 วัน	80 วัน	87 วัน		66 วัน	73 วัน	80 วัน	87 วัน	
เปอร์เซนต์ผลที่สร้างสปีร์ (ไม่กำหนด)										
ICGS(E)56	93.34	80.28	87.7	60.00	68.4	S	S	S	MR	S
NC Ac 17090	100.00	100.00	80.00	53.34	69.4	S	S	S	MR	S
KKU 90309	100.00	88.34	35.00	80.00	60.9	S	S	MR	S	S
Tainan 9	78.96	87.94	68.96	72.14	62.8	S	S	S	S	S
Khon Kaen 60-3	97.50	93.50	60.00	40.00	68.2	S	S	MR	MR	S
ICGS(E)22	90.48	85.00	50.76	26.66	51.3	S	S	MR	R	MR
F ₁ /	ns	ns	ns	ns	ns					
C.V.(%)	13.36	21.59	67.35	80.36	29.91					
Correlation	0.315	0.399	0.639	0.312						
เปอร์เซนต์ผลที่สร้างสปีร์ (วันที่ 4)										
ICGS(E)56	73.64	53.34	52.00	20.00	68.4	S	MR	MR	R	S
NC Ac 17090	93.34	30.00	0.00	33.34	69.4	S	R	R	MR	S
KKU 90309	76.66	49.20	20.00	33.34	60.9	S	MR	R	MR	S
Tainan 9	50.46	57.92	26.64	0.00	62.8	MR	MR	R	R	S
Khon Kaen 60-3	77.50	71.34	0.00	0.00	68.2	S	S	R	R	S
ICGS(E)22	46.66	55.00	0.00	0.00	51.3	MR	MR	R	R	MR
F	ns	ns	*	ns	ns					
C.V.(%)	57.83	75.33	164.57	236.45	29.91					
Correlation	0.769	-0.143	0.256	0.365						

1/ ns และ * = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และแตกต่างกันทางสถิติระดับความเชื่อมั่น 95 %

2/ ระดับความต้านทานที่ขีดเส้นใต้ คือระดับความต้านทานที่ไม่ตรงกับผลจากเรือนทดลอง

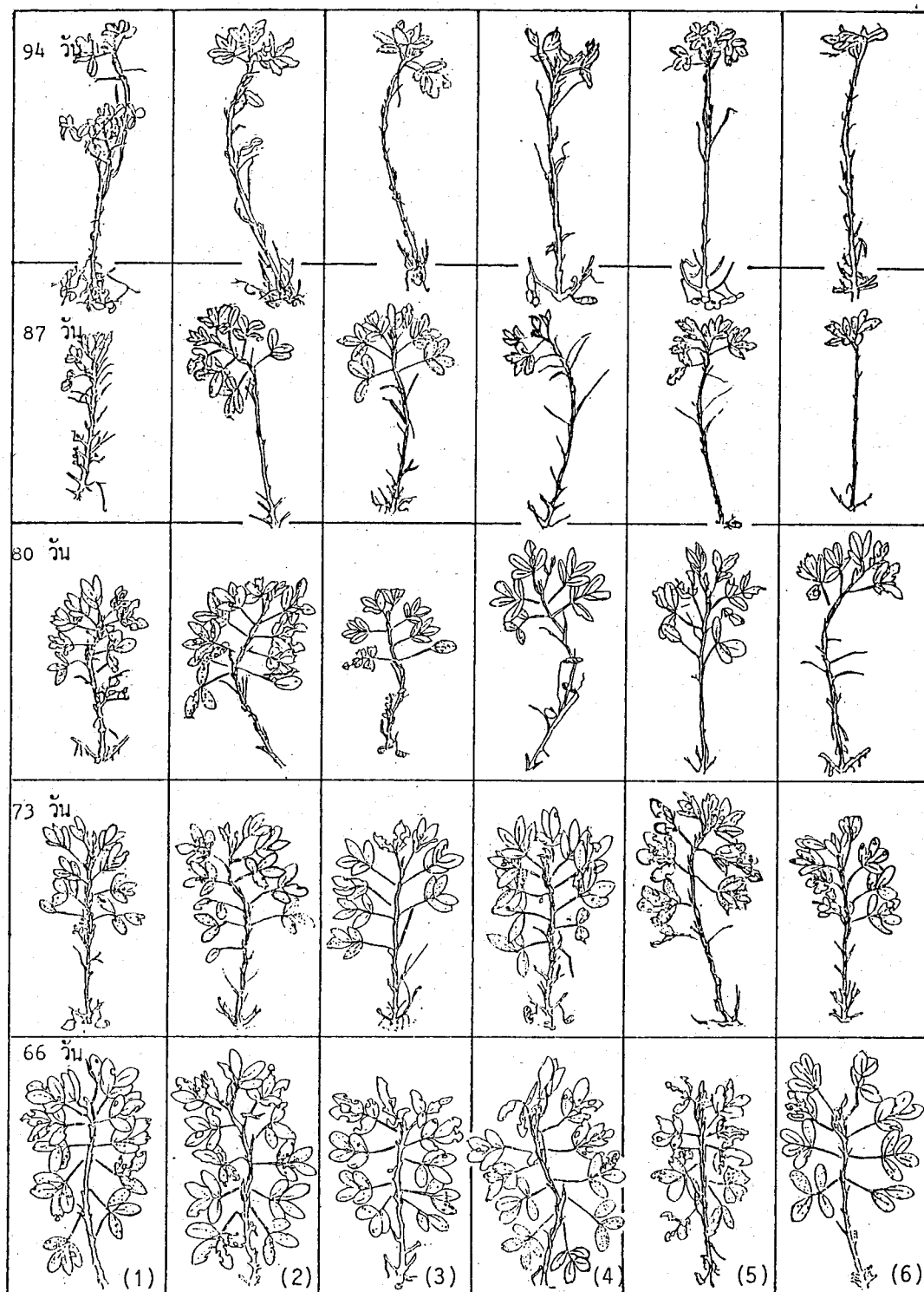
อายุต่าง ๆ และภาพที่ 2 แสดงจำนวนใบทั้งหมด จำนวนใบร่วง และจำนวนใบที่เหลือ ในช่วงอายุต่าง ๆ กันของพันธุ์ที่ทดสอบ

เมื่อพืชมีอายุ 66 วัน พันธุ์ส่วนใหญ่มีใบทั้งหมด 18-20 ใบ ยกเว้นพันธุ์ KKU 90309 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีใบน้อยที่สุด จะมีใบเพียง 14 ใบ เมื่ออายุเพิ่มขึ้นจนถึงอายุ 87 วัน จำนวนใบจะเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ หลังจากนั้น จำนวนใบจะค่อนข้างคงที่ ยกเว้นพันธุ์ ICGS(E) 56 ซึ่งจำนวนใบยังคงเพิ่มขึ้นต่อไปอีก (ภาพที่ 2 ก)

ที่อายุ 66 วัน ทุกพันธุ์ต่างก็มีใบจำนวนหนึ่งที่ร่วงไปแล้ว พันธุ์ที่มีใบมากก็มีใบร่วงมากกว่าพันธุ์ที่มีใบน้อย กล่าวคือ พันธุ์ KKU 90309 ซึ่งมีใบน้อย มีใบร่วงเพียง 4 ใบ ส่วนพันธุ์อื่น ๆ มีใบร่วง 8-10 ใบ (ภาพที่ 2 ข) ทำให้เมื่อ 66 วัน ทุกพันธุ์มีใบที่เหลือใกล้เคียงกัน คือ 9-10 ใบ (ภาพที่ 2 ค) เมื่ออายุมากขึ้น จำนวนใบร่วงก็จะเพิ่มสูงขึ้นเป็นลำดับในทุกพันธุ์ ยกเว้นพันธุ์ NC Ac 17090 ซึ่งในช่วง 66-80 วัน จำนวนใบร่วงจะคงที่ แต่จะเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว หลังจาก 80 วันไปแล้ว (ภาพที่ 2 ข) อัตราการร่วงของใบจะสูงกว่าอัตราการผลิตใบใหม่เพิ่มขึ้น ทำให้ใบที่เหลือนบนต้น จะลดน้อยลงเป็นลำดับเมื่อพืชอายุมากขึ้น (ภาพที่ 2 ค)

จากภาพที่ 1 จะเห็นได้ว่า ใบที่ร่วงจะเป็นที่อยู่ตอนล่าง ซึ่งเป็นใบแก่และเป็นใบที่แสดงการเป็นโรคสูง เมื่อพืชมีอายุมาก ๆ ใบเหล่านี้ร่วงหล่นไป เหลือแต่ใบอ่อนซึ่งช่วงเวลาในการพัฒนาของโรคสั้นกว่า จึงทำให้ค่าลักษณะองค์ประกอบต่าง ๆ ของโรคที่วัดได้ลดลง เมื่อพืชอายุมากขึ้น

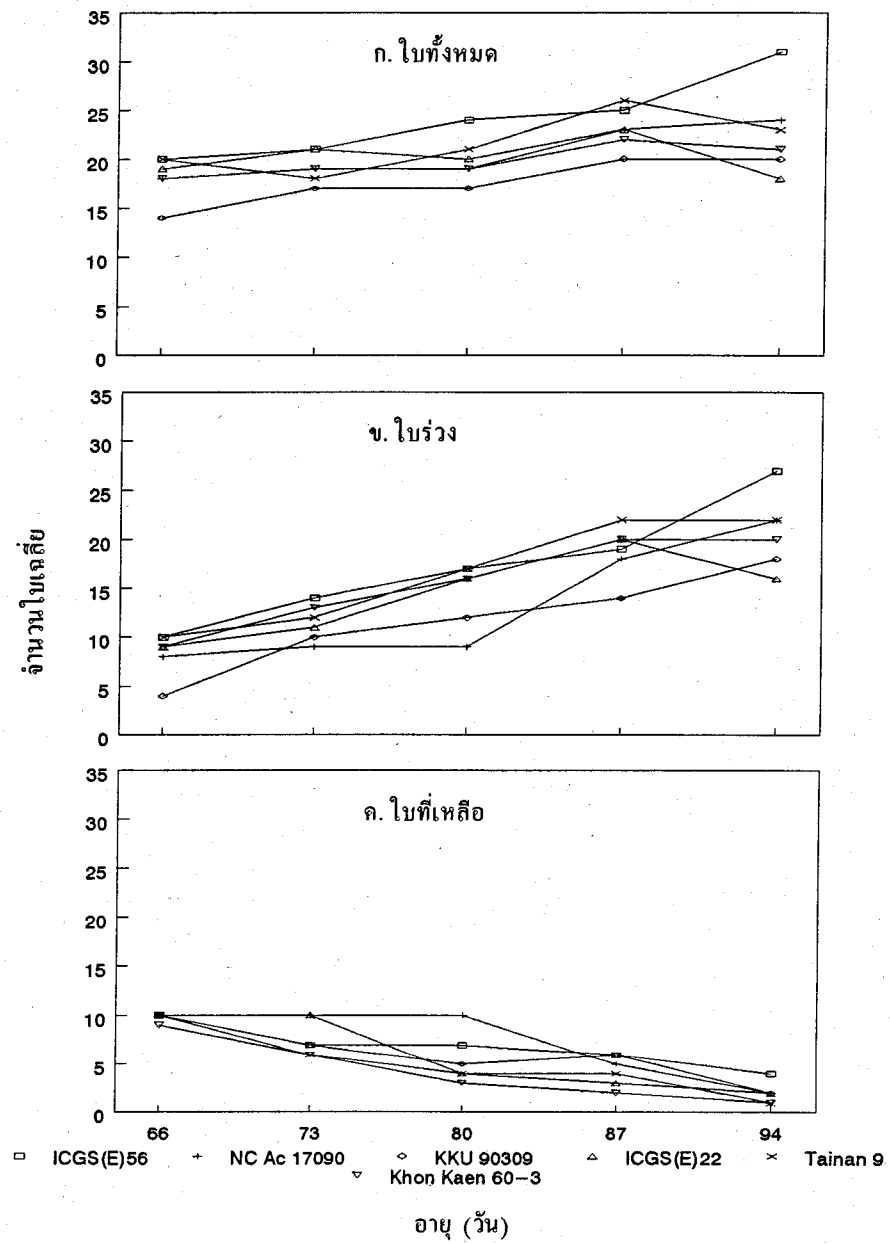
ผลจากการศึกษาพัฒนาการของโรค (ซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป) แสดงให้เห็นว่า ลักษณะองค์ประกอบต่าง ๆ จะแสดงออกสูงที่สุดในใบที่ 6-7 นับจากยอด เมื่อพิจารณาจำนวนใบที่เหลือในช่วงอายุต่าง ๆ จะเห็นว่า ช่วงที่พืชมีอายุ 66-73 วัน เป็นช่วงที่มีใบเหลืออย่างต่ำ 6 ใบ (ภาพที่ 2 ค) ช่วงนี้จึงน่าจะเป็นช่วงที่เหมาะสมที่สุดในการประเมินลักษณะองค์ประกอบต่าง ๆ ของความต้านทานต่อโรค โดยเฉพาะที่อายุ 66 วัน ซึ่งทุกพันธุ์มีใบเหลือ 9-10 ใบ หลังจาก 73 วันไปแล้ว บางพันธุ์จะมีผลกระทบอย่างมากต่อการประเมินลักษณะองค์ประกอบต่าง ๆ ของโรค ทำให้ค่าที่วัดได้ต่ำกว่าที่ควร



ภาพที่ 1 สภาพของใบบนลำต้นหลักที่อายุต่าง ๆ กันของพันธุ์ทดสอบ

ICGS(E) 56 (1) , NC Ac 17090 (2) , KKU 90309 (3)

ICGS(E) 22 (4) , Tainan 9 (5) , Khon Kaen 60-3 (6)



ภาพที่ 2 จำนวนไบทั้งหมด จำนวนไบร่วง และจำนวนไบที่เหลือบนลำต้นหลัก ในช่วงอายุต่างๆ ของพันธุ์ทดสอบ

1.5 พัฒนาการของโรค

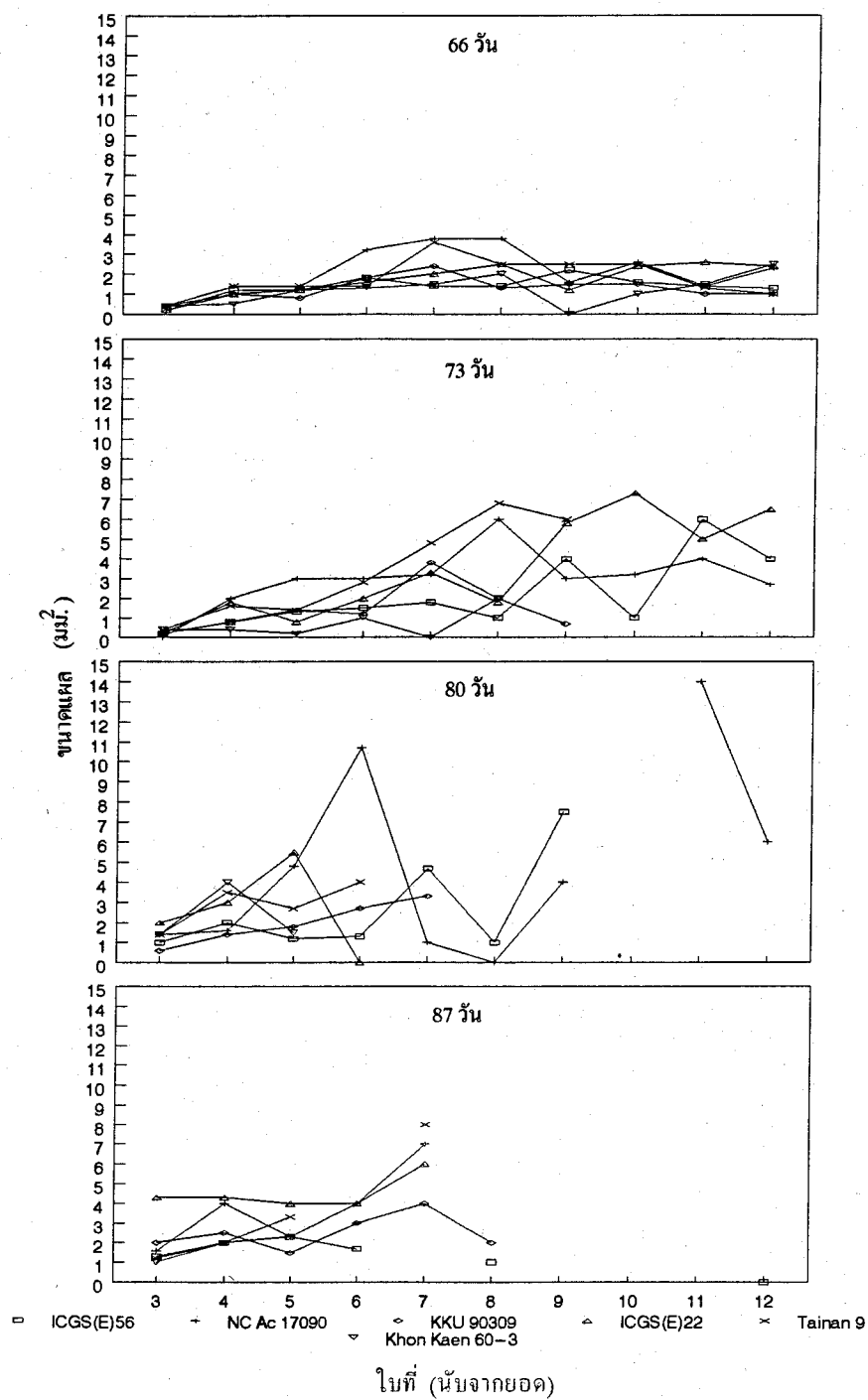
ผลกระทบของใบร่วงที่มีต่อค่าประเมินของลักษณะองค์ประกอบต่าง ๆ ของโรค จะเห็นได้ชัดเจนจากผลการศึกษาพัฒนาการของโรค ภาพที่ 3-5 และภาคผนวกที่ 4 แสดงขนาดของแผลตัวแทนและแผลใหญ่ และคะแนนการสร้างสปอร์ของแผลตัวแทนและแผลใหญ่ ของโรคใบจุดสีน้ำตาล บนใบตำแหน่งต่าง ๆ ของพันธุ์ทดสอบ ที่อายุต่าง ๆ กัน ภาพที่ 6-7 และภาคผนวกที่ 5-6 แสดงลักษณะต่าง ๆ ดังกล่าวของโรคใบจุดสีน้ำตาล จะเห็นได้ว่า ทั้งขนาดของแผลและการสร้างสปอร์ของทั้งสองโรค จะมี pattern ของการพัฒนาลักษณะคล้ายคลึงกัน ไม่ว่าจะเป็นแผลตัวแทนหรือแผลใหญ่ เพียงแต่แผลใหญ่ จะมีขนาดของแผลใหญ่กว่าและมีคะแนนการสร้างสปอร์สูงกว่าแผลตัวแทนในทั้งสองโรค

เมื่อพิจารณาการพัฒนาของขนาดของแผลของโรคใบจุดสีน้ำตาล (ภาพที่ 3 และ 4) จะเห็นได้ว่า ที่อายุ 66 และ 73 วัน เมื่อใบมีอายุมากขึ้น คือตำแหน่งต่ำลงมา จากยอด ขนาดของแผลก็จะใหญ่ขึ้นเป็นลำดับ จนถึงใบที่ 8 ซึ่งบางพันธุ์ขนาดของแผลจะโตขึ้นไปอีกแต่บางพันธุ์ขนาดของแผลกลับลดลง ตั้งแต่ใบที่ 9 เป็นต้นไป ขนาดของแผลในหลายพันธุ์จะแปรปรวน ทั้งนี้เพราะในการวัดขนาดของแผล จะเลือกวัดเฉพาะแผลที่อยู่แยกกัน เนื่องจากไม่สามารถกำหนดขอบเขตของแผลที่ใหญ่จนชนกันได้ ค่าประเมินที่ได้จากบางใบ จึงอาจจะต่ำกว่าที่ควร ทั้งแผลตัวแทนและแผลใหญ่ ความแตกต่างระหว่างพันธุ์ที่อายุ 73 วัน จะสูงกว่าที่อายุ 66 วัน การประเมินที่อายุ 73 วัน จึงน่าจะมีประสิทธิภาพสูงกว่า แต่แผลใหญ่แยกความแตกต่างระหว่างพันธุ์ได้ชัดเจนกว่า จึงน่าจะมีประสิทธิภาพมากกว่า แผลตัวแทน สำหรับค่าประเมินที่อายุ 80 และ 87 วัน จะมีความแปรปรวนระหว่างใบ ตำแหน่งต่าง ๆ ในพันธุ์เดียวกันค่อนข้างสูง และมีใบร่วงมาก ทำให้ผลการประเมินแตกต่างไปจากที่ได้เมื่ออายุ 66 และ 73 วัน และไม่น่าจะเป็นค่าประเมินระดับความต้านทานของพันธุ์ที่ถูกต้อง

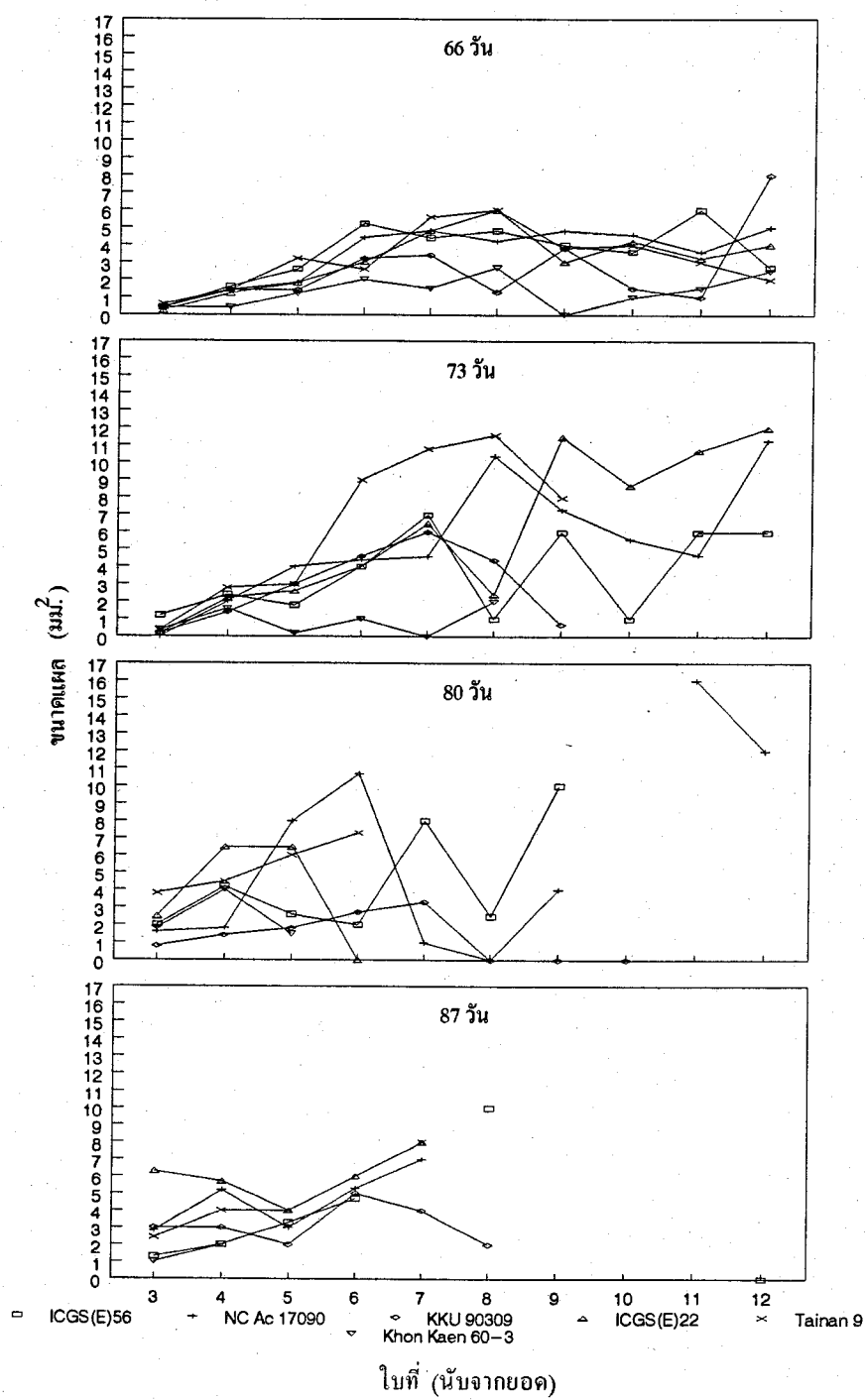
ผลการประเมินประสิทธิภาพขององค์ประกอบของโรคในหัวข้อ 1.3 พบว่า การประเมินโดยการกำหนดใบ คือใบที่ 4 นับจากยอด มีประสิทธิภาพต่ำ จากภาพที่ 3 และ 4 จะเห็นได้ว่า ในใบที่ 4 แผลยังมีขนาดเล็กมาก เมื่อเทียบกับใบที่ต่ำลงมา จากการพัฒนาของโรคที่ได้กล่าวข้างต้นชี้ให้เห็นว่า การประเมินโดยกำหนดตำแหน่งของใบน่าจะใช้ได้

แต่ควรเป็นใบที่ 7 ซึ่งเป็นใบที่ผลมีขนาดใหญ่สุด ในช่วงที่ผลมีขนาดใหญ่ขึ้นเป็นลำดับ ตามตำแหน่งของใบที่ต่ำลงมา และยังไม่มีความแปรปรวน ดังที่ได้กล่าวข้างต้นยิ่งไปกว่านั้น การที่ใบล่าง ๆ มีขนาดของผลแปรปรวน ชี้ให้เห็นว่า การประเมินจากใบที่ 7 น่าจะมีประสิทธิภาพ และให้ค่าประเมินระดับความต้านทานต่อโรคที่ถูกต้อง มากกว่าการประเมินจากผลที่ใหญ่ที่สุด โดยไม่กำหนดตำแหน่งของใบ (ซึ่งก็คือจุดสูงสุดของเส้นกราฟของแต่ละพันธุ์ในภาพที่ 3 และ 4)

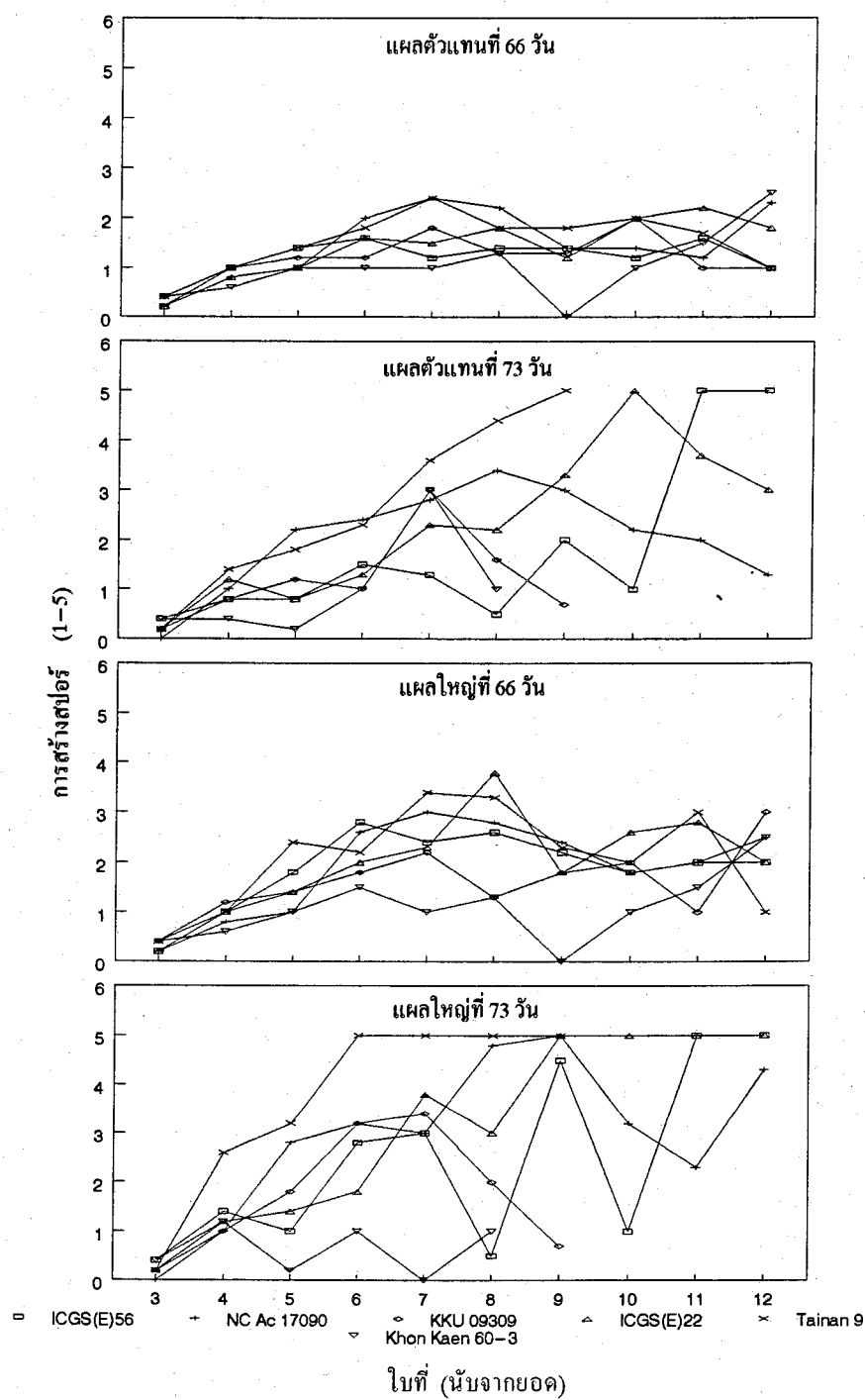
การพัฒนาของคะแนนการสร้างสปอร์ของโรคใบจุดสีน้ำตาล ทั้งผลตัวแทนและผลใหญ่ (ภาพที่ 5 และภาคผนวกที่ 4) มีลักษณะเช่นเดียวกับขนาดของผลทุกประการ การพัฒนาของขนาดของผลและคะแนนการสร้างสปอร์ของโรคใบจุดสีน้ำตาล ทั้งของผลตัวแทนและผลใหญ่ (ภาพที่ 6-7 และภาคผนวกที่ 5-6) ก็มีลักษณะคล้ายคลึงกับโรคใบจุดสีน้ำตาล ต่างกันแต่ว่าในโรคใบจุดสีน้ำตาลการประเมินที่อายุ 66 วัน จะแยกความแตกต่างระหว่างพันธุ์ได้ดีกว่าการประเมินที่ 73 วันและการประเมินจากผลใหญ่หรือผลตัวแทนให้ผลไม่แตกต่างกัน



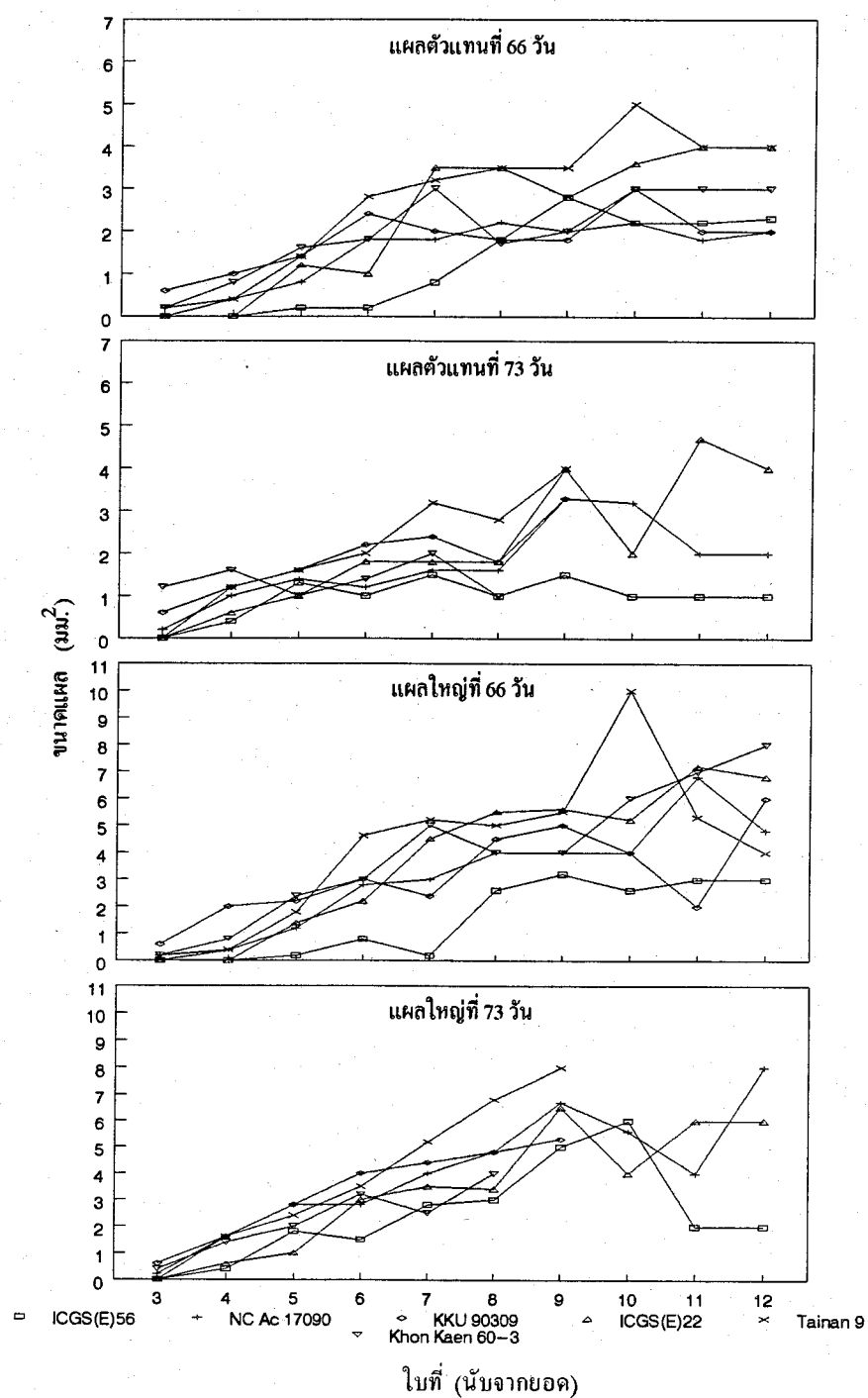
ภาพที่ 3 ขนาดของผลตัวแทนของโรคใบจุดสีน้ำตาล บนใบตำแหน่งต่างๆ บนลำต้นหลัก ของพันธุ์ทดสอบในช่วงอายุต่างๆ กัน



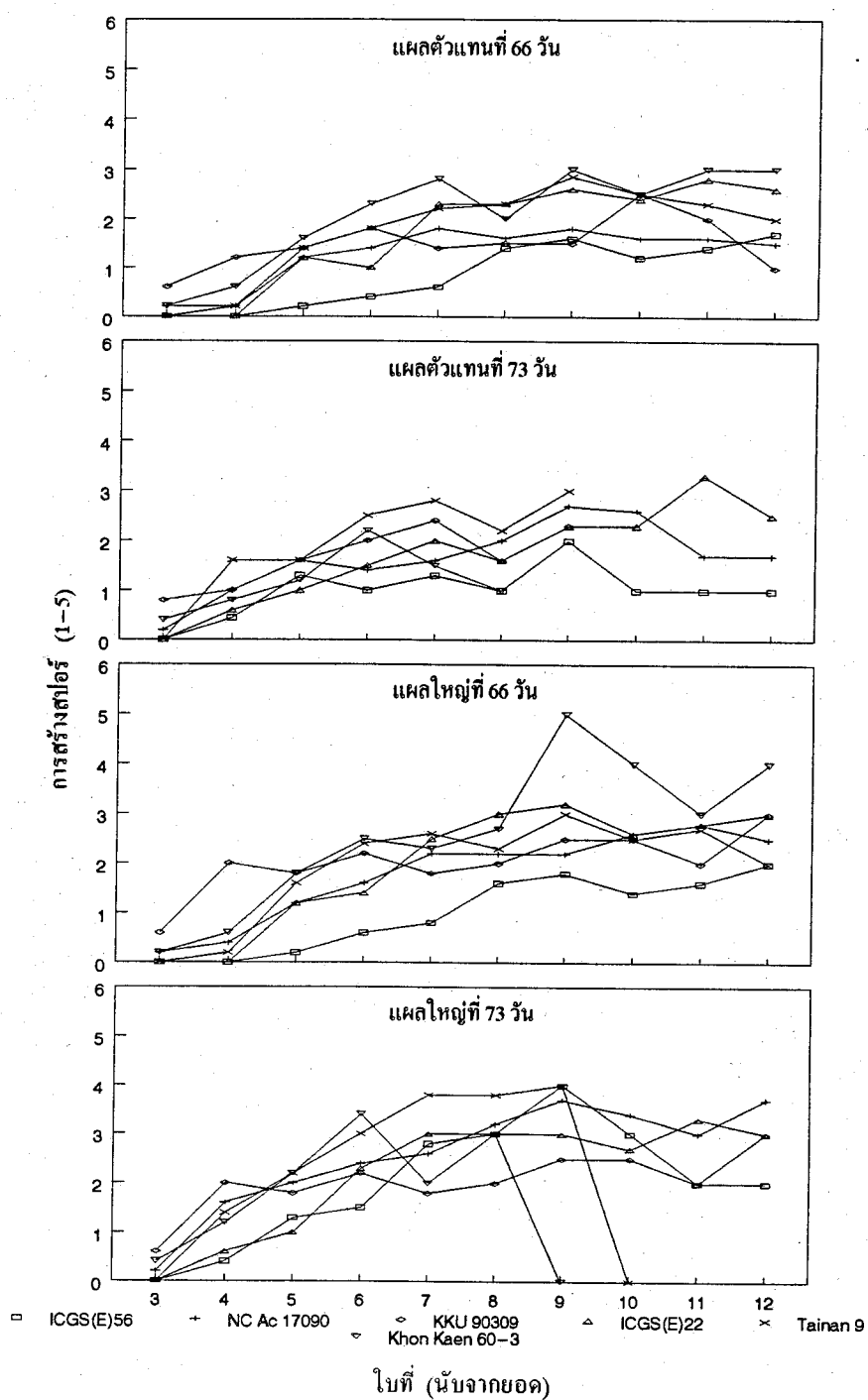
ภาพที่ 4 ขนาดของแผลใหญ่ของโรคใบจุดสีน้ำตาลบนใบตำแหน่งต่างๆ บนลำต้นหลัก ของพันธุ์ทดสอบ ในช่วงอายุต่างๆ กัน



ภาพที่ 5 คะแนนการสร้างสปอร์ของผลัดตัวแทน และผลัดใหญ่ของโรคใบจุดสีน้ำตาล บนใบตำแหน่งต่างๆ บนลำต้นหลักของพันธุ์ทดสอบ ที่อายุ 66 และ 73 วัน



ภาพที่ 6 ขนาดของแผลตัวแทนและแผลใหญ่ของโรคใบจุดสีดำ บนใบตำแหน่งต่างๆ บนลำต้นหลักของพันธุ์ทดสอบ ที่อายุ 66 และ 73 วัน



ภาพที่ 7 คะแนนการสร้างสปอร์ของผลตัวแทนและผลใหญ่ของโรคใบจุดสีดำนบนใบตำแหน่งต่างๆ บนลำต้นหลักของพันธุ์ทดสอบ ที่อายุ 66 และ 73 วัน

2. การทดลองในปีที่ 2

การทดลองในปีที่ 2 เป็นการทดสอบว่า ถ้าทำการประเมินระดับการเป็นโรคจากลักษณะองค์ประกอบต่าง ๆ เพียงครั้งเดียว เมื่อโรคแสดงอาการชัดเจนและแผลพัฒนาเต็มที่ จะสามารถประเมินความต้านทานต่อโรคของพันธุ์ได้ดีเพียงใด โดยทำการประเมินในสภาพการเกิดโรคตามธรรมชาติ และเมื่อมีการสร้างสภาพการเป็นโรค นอกจากนี้ยังได้ทำการประเมินระดับการเป็นโรคตามวิธีของ ICRISAT ควบคู่กันไปด้วย การประเมินทำได้เมื่อพืชมีอายุได้ 75-80 วัน

2.1 ผลการประเมินโดยวิธีของ ICRISAT

ตารางที่ 11 แสดงค่าคะแนนการเป็นโรคจากการประเมินโดยวิธีของ ICRISAT และระดับความต้านทานของพันธุ์ต่าง ๆ ที่ทดสอบ ในแปลงที่มีสภาพการเกิดโรคต่าง ๆ กัน ในแปลงที่เกิดโรคเป็นไปตามธรรมชาติ มีทั้งโรคใบจุดและโรคราสนิมปะปนกัน ไม่สามารถแยกประเมินแต่ละโรคได้ ค่าประเมินจึงเป็นค่ารวมของทั้ง 2 โรค ในแปลงโรคใบจุดสีดำ จะเป็นค่าประเมินของระดับการเกิดโรคใบจุดสีดำ ส่วนในแปลงโรคราสนิม จะเป็นการประเมินระดับการเกิดโรคราสนิม แต่ในแปลงโรคราสนิม 2 จะมีการระบาดของ mycoparasite ส่วนในแปลงโรคราสนิม 1 ไม่มีการระบาดของเชื้อนี้

ผลการทดลองพบว่า ถ้าจำแนกระดับความต้านทานโดยใช้เกณฑ์ค่าคะแนนที่กำหนด คือ 1-3 = ต้านทาน 4-6 = ต้านทานปานกลาง และ 7-9 = อ่อนแอ ในแปลงที่มีสภาพการเกิดโรคตามธรรมชาติ ซึ่งอัตราการเป็นโรคสูง และประเมินรวมกันทั้ง 2 โรค ทุกพันธุ์จัดเป็นพันธุ์อ่อนแอทั้งหมด ในแปลงโรคใบจุดสีดำ การระบาดของโรคมีมากพอสมควร พอที่จะจำแนกพันธุ์ออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ พันธุ์อ่อนแอ ได้แก่ ICGS(E)22, Tainan 9 และ Khon Kaen 60-3 สำหรับแปลงโรคราสนิม แปลงที่ 1 มีระดับการเป็นโรคไม่สูงมาก ทุกพันธุ์จัดเป็นพันธุ์ที่ต้านทานปานกลางทั้งหมด แปลงที่ 2 ซึ่งมีการระบาดของ mycoparasite พบว่าการระบาดของโรคราสนิมเกิดขึ้นรวดเร็ว และอัตราการเป็นโรคสูงพอที่จะแยกความแตกต่างระหว่างพันธุ์ได้ กล่าวคือ พันธุ์ ICGS(E)22

ตารางที่ 11 ผลการประเมินโดยวิธีของ ICRISAT และระดับความต้านทานต่อโรคในการทดลองในปีสอง

พันธุ์	ค่าเฉลี่ย				ระดับความต้านทาน ^{1/}			
	แปลง ธรรมชาติ	แปลง โรคใบจุด สีดำ	แปลง ราสนิม1	แปลง ราสนิม2	แปลง ธรรมชาติ	แปลง โรคใบจุด สีดำ	แปลง ราสนิม1	แปลง ราสนิม2 ^{2/}
ICGS(E) 56	7.1	6.0	4.7	5.9	S	MR	MR	MR
NC Ac 17090	7.3	5.0	4.0	5.0	S	MR	MR	MR
KKU 903090	7.3	5.3	4.1	5.0	S	MR	MR	MR
Khon Kaen 60-3	7.4	8.0	6.0	6.5	S	S	MR	MR
ICGS(E) 22	8.0	7.5	5.7	7.4	S	S	MR	S
Tainan 9	7.8	7.4	6.2	7.3	S	S	MR	S
F	**	**	**	**				
C.V.(%)	6.58	2.91	6.93	4.15				

^{1/} 1-3 = ต้านทาน(R), 4-6 = ต้านทานปานกลาง(MR), 7-9 = อ่อนแอ(S)

^{2/} มีการระบาดของ mycoparasite

และ Tainan 9 จัดได้ว่าเป็นพันธุ์อ่อนแอ อีก 4 พันธุ์ที่เหลือจัดว่ามีความต้านทานปานกลางต่อโรคราสนิมผลการทดลองดังกล่าวข้างต้น ยังแตกต่างไปจากผลการประเมินในปีที่ 1 ในช่วงอายุพืชที่ให้ผลการประเมินดีที่สุดอีกด้วย

จะเห็นได้ว่า การประเมินโดยวิธีของ ICRI SAT จะให้ผลแตกต่างกันไปในแต่ละแปลง ซึ่งมีระดับของการระบาดของโรคแตกต่างกัน อันเป็นการยืนยันข้อจำกัดของการประเมินโดยวิธีของ ICRI SAT เช่นเดียวกับการทดลองในปีที่ 1

2.2 ผลการประเมินจากลักษณะองค์ประกอบของความต้านทานต่อโรค

ในการประเมินระดับความต้านทานของพันธุ์ทดสอบ จากลักษณะองค์ประกอบของความต้านทานต่อโรค ยังมีข้อพิจารณาด้วยว่า การแสดงออกของโรคบนลำต้นหลักและบนกิ่งแขนง จะแตกต่างหรือไม่ ตารางที่ 12 และ 13 แสดงขนาดของแผลและคะแนนการสร้างสปอร์ของโรคใบจุดสีน้ำตาลของพันธุ์ทดสอบ บนใบที่มีการแสดงออกของโรคเต็มทีของลำต้นหลักและกิ่งแขนง 2 กิ่ง ในแปลงที่มีการเกิดโรคตามธรรมชาติ และในแปลงที่มีการสร้างสภาพการเป็นโรคใบจุดสีน้ำตาลตามลำดับ

จากตารางที่ 12 จะเห็นว่า ในแปลงที่มีการเกิดโรคตามธรรมชาติ ลำต้นหลักมีขนาดของแผลใหญ่กว่า และคะแนนการสร้างสปอร์ของแผลสูงกว่ากิ่งแขนง แต่กิ่งแขนงทั้ง 2 กิ่งมีขนาดแผลและคะแนนการสร้างสปอร์ใกล้เคียงกัน ค่าสหสัมพันธ์ของขนาดของแผลบนลำต้นหลัก และบนกิ่งแขนงทั้ง 2 กิ่ง อยู่ในระดับปานกลาง ($r = 0.562-0.688$) แต่ค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนการสร้างสปอร์บนลำต้นหลักกับบนกิ่งแขนงทั้ง 2 กิ่ง อยู่ในเกณฑ์ต่ำ ($r = 0.385$ และ 0.218) ส่วนสหสัมพันธ์ของกิ่งแขนงด้วยกันอยู่ในระดับปานกลาง ($r = 0.606$) เมื่อเทียบกับค่าที่ได้จากการประเมินในเรือนทดลองในปีที่ 1 พบว่า ในลักษณะขนาดของแผล ค่าประเมินจากลำต้นหลักและกิ่งแขนงที่ 1 มีสหสัมพันธ์ต่ำกับค่าประเมินในเรือนทดลอง ($r = 0.240$ และ -0.200 ตามลำดับ) ส่วนค่าประเมินจากกิ่งแขนงที่ 2 มีสหสัมพันธ์ปานกลางกับค่าประเมินในเรือนทดลอง ($r = 0.476$) สำหรับลักษณะคะแนนการสร้างสปอร์ ค่าประเมินจากลำต้นหลักและกิ่งแขนงที่ 1 มีสหสัมพันธ์ปานกลางกับค่าประเมินในเรือนทดลอง ($r = 0.513$ และ

0.452 ตามลำดับ) แต่ค่าประเมีนจากกิ่งแขนงที่ 2 มีสหสัมพันธ์กับค่าประเมีนในเรือนทดลองสูงมาก ($r = 0.953$) อย่างไรก็ตาม ค่าพรรณนีสหสัมพันธ์เหล่านี้ ไม่ได้มีความหมายมากนัก การที่จะพิจารณาว่า การประเมีนจากลำต้นหลักและกิ่งแขนงจะให้ผลถูกต้องหรือไม่ จะต้องดูจากระดับความต้านทานของพันธุ์ทดสอบที่ประเมีนได้

เมื่อแปลงค่าที่วัดได้เป็นระดับความต้านทานต่อโรคตามเกณฑ์ที่กำหนด พบว่าในลักษณะขนาดของแผล ถ้าประเมีนจากลำต้นหลัก ทุกพันธุ์จัดเป็นพันธุ์อ่อนแอทั้งหมด ส่วนการประเมีนจากกิ่งแขนง จะสามารถแยกความแตกต่างระหว่างพันธุ์ได้ อย่างไรก็ตาม เมื่อเทียบกับระดับความต้านทานที่ประเมีนได้จากการทดสอบในเรือนทดลองในปีที่ 1 ซึ่งในการศึกษานี้ ถือว่าเป็นระดับความต้านทานที่ถูกต้อง ระดับความต้านทานที่ประเมีนได้จากลำต้นหลักจะแตกต่างไปจากผลการประเมีนในเรือนทดลองมาก และแม้แต่ระดับความต้านทานที่ประเมีนได้จากกิ่งแขนงทั้งสองก็ยังแตกต่างไปจากผลการประเมีนในเรือนทดลองอยู่หลายพันธุ์ สำหรับคะแนนการสร้างสปอร์ เฉพาะการประเมีนจากลำต้นหลักเท่านั้นที่แยกความแตกต่างระหว่างพันธุ์ได้ การประเมีนจากกิ่งแขนงทั้ง 2 กิ่ง ให้ผลว่าทุกพันธุ์เป็นพันธุ์ที่ค่อนข้างต้านทานทั้งหมด

ผลการทดลองดังกล่าวข้างต้น ชี้ให้เห็นว่า ในสภาพการเกิดโรคตามธรรมชาติ การประเมีนระดับความต้านทานต่อโรคใบจุดสีดํา จากลักษณะองค์ประกอบของโรคเพียงครั้งเดียวเมื่อโรคแสดงอาการชัดเจนและแผลพัฒนาเต็มที่ ไม่ได้ผล ไม่ว่าจะประเมีนจากลำต้นหลักหรือจากกิ่งแขนง แม้ว่าความแปรปรวนที่เนื่องมาจากสภาพแวดล้อม ของทั้งลักษณะขนาดของแผล หรือคะแนนการสร้างสปอร์ ของทั้งลำต้นหลักและกิ่งแขนง จะอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำก็ตาม

ในแปลงที่มีการสร้างสภาพการเกิดโรคใบจุดสีดํา และมีการควบคุมโรคราสนิม (ตารางที่ 13) จะให้ผลแตกต่างไปจากแปลงที่มีการเกิดโรคตามธรรมชาติ กล่าวคือ ทั้งขนาดของแผลและคะแนนการสร้างสปอร์ของลำต้นหลักและกิ่งแขนงทั้ง 2 จะอยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกัน และมีสหสัมพันธ์กันสูง ($r > 0.9$) เมื่อเทียบกับค่าที่วัดได้จากเรือนทดลองในปีที่ 1 พบว่า ขนาดของแผลทั้งจากลำต้นหลักและกิ่งแขนงทั้งสอง มีสหสัมพันธ์กันค่าที่วัดได้ในเรือนทดลองสูงมาก ($r = 0.906 - 0.936$) คะแนนการสร้างสปอร์ก็มีสหสัมพันธ์กับค่าที่วัดได้ในเรือนทดลอง ค่อนข้างสูงเช่นกัน ($r = 0.692 - 0.716$) เมื่อเทียบระดับ

ความต้านทานของพันธุ์ที่ประเมินได้ พบว่า ไม่ว่าจะประเมินจากลำต้นหลักหรือจากกิ่งแขนง การประเมินในแปลงก็ให้ผลใกล้เคียงกับในเรือนทดลอง ทั้งลักษณะขนาดของผลและคะแนนการสร้างสปอร์ จะมีบางพันธุ์ที่ระดับความต้านทานในแปลง และในเรือนทดลอง ต่างกันไปบ้าง 1 ระดับ โดยเฉพาะคะแนนการสร้างสปอร์ ให้ผลตรงกันทั้งหมด ยกเว้นพันธุ์ KKU 90309 ที่การประเมินจากลำต้นหลักได้ว่าเป็นพันธุ์อ่อนแอ แต่การประเมินจากกิ่งแขนงหรือเรือนทดลองได้ว่าเป็นพันธุ์ที่ค่อนข้างต้านทาน ความแปรปรวนที่เนื่องมาจากสภาพแวดล้อมก็อยู่ในเกณฑ์ที่ไม่สูงนัก ($C.V. = 9.97-12.84$ เปอร์เซนต์ สำหรับขนาดของผล และ $11.86-14.59$ เปอร์เซนต์ สำหรับคะแนนการสร้างสปอร์)

ผลการทดลองดังกล่าวข้างต้น ชี้ให้เห็นว่า การประเมินระดับความต้านทานต่อโรคใบจุดสีดํา จากลักษณะองค์ประกอบของโรคเพียงครั้งเดียว เมื่อโรคแสดงอาการชัดเจนและผลพัฒนาเต็มที่ สามารถใช้ได้ในการสภาพแปลงที่มีการสร้างสภาพการเป็นโรคใบจุดสีดําและมีการควบคุมโรคราสนิม และจะประเมินจากลำต้นหลักหรือจากกิ่งแขนงก็ได้

ตารางที่ 14 แสดงขนาดของผล คะแนนการสร้างสปอร์ และพื้นที่ใบที่ถูกทำลายของโรคราสนิมบนพันธุ์ทดสอบ บนใบที่มีการแสดงออกเต็มที่บนลำต้นหลักและกิ่งแขนง จากการประเมินในแปลงที่มีการสร้างสภาพการเป็นโรคราสนิม และไม่มีการระบาดของ mycoparasite ตารางที่ 15 แสดงลักษณะเดียวกัน จากการประเมินในแปลงที่มีการสร้างสภาพการเป็นโรคราสนิมเช่นเดียวกัน แต่มีการระบาดของ mycoparasite ในแปลงที่ไม่มีการระบาดของ mycoparasite ระดับการเป็นโรคราสนิมของพันธุ์ทดสอบจะต่ำกว่าในแปลงที่มีการระบาดของ mycoparasite

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ในแปลงที่ไม่มีการระบาดของ mycoparasite (ตารางที่ 14) ขนาดของผล ทั้งบนลำต้นหลัก กิ่งแขนงทั้งสอง และผลจากการประเมินในเรือนทดลอง อยู่ในช่วงใกล้เคียงกัน และมีสหสัมพันธ์กันสูง ($r = 0.837-0.990$) ระดับความต้านทานของพันธุ์ทดสอบที่ประเมินได้จากลำต้นหลักและกิ่งแขนงทั้งสอง ก็ตรงกันและใกล้เคียงกับที่ประเมินได้จากเรือนทดลอง ความแปรปรวนที่เนื่องมาจากสภาพแวดล้อมก็อยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ ($C.V. = 11.95-13.14$ เปอร์เซนต์) แสดงว่า การประเมินในแปลง สำหรับลักษณะนี้ น่าจะใช้ได้ ทั้งจากลำต้นหลักและกิ่งแขนง

เปอร์เซ็นต์ของผลที่สร้างสปอร์บนลาต้นหลัก และกิ่งแขนงก็มีสหสัมพันธ์กันค่อนข้างสูง ($r = 0.735-0.802$) แต่ผลการประเมินในแปลงมีสหสัมพันธ์ค่อนข้างต่ำกับผลการประเมินในเรือนทดลอง ($r = -0.319-0.048$) เมื่อแปลงค่าเปอร์เซ็นต์ของผลที่สร้างสปอร์ที่วัดได้เป็นระดับความต้านทาน ปรากฏว่า ระดับความต้านทานที่ประเมินได้จากการทดสอบในแปลง ส่วนใหญ่ไม่ตรงกับที่ประเมินได้จากการทดสอบในเรือนทดลอง อย่างไรก็ตาม ช่วงความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การสร้างสปอร์ของพันธุ์ทดสอบ ทั้งจากการประเมินในแปลงและในเรือนทดลอง ค่อนข้างแคบ เช่นเดียวกับการทดลองในปีที่ 1 แสดงว่า ลักษณะนี้มีประสิทธิภาพต่ำในการประเมินระดับความต้านทานต่อโรคราสนิม

สำหรับลักษณะ เปอร์เซ็นต์พื้นที่ใบที่ถูกทำลาย ค่าประเมินจากลาต้นหลักและกิ่งแขนง อยู่ในช่วงใกล้เคียงกันและมีสหสัมพันธ์ค่อนข้างสูง และสหสัมพันธ์กับค่าประเมินจากเรือนทดลองก็อยู่ในเกณฑ์ที่สูงด้วย ($r = 0.844-0.891$) ระดับความต้านทานที่ประเมินได้จากการทดสอบในแปลง แม้จะมีความแตกต่างไปจากระดับความต้านทานที่ประเมินได้จากการทดสอบในเรือนทดลองอยู่บ้างในหลายพันธุ์ แต่ก็มีความแตกต่างเพียงขั้นเดียว (คือ ระหว่างต้านทานกับค่อนข้างต้านทาน) ค่าความแปรปรวนที่เนื่องมาจากสภาพแวดล้อมของลักษณะนี้ ก็ไม่สูงมากนัก การประเมินในแปลงไม่ว่าจะเป็นจากลาต้นหลักหรือกิ่งแขนง จึงน่าจะใช้ได้

การประเมินจากแปลงที่มีการระบาดของ mycoparasite ก็ให้ผลในทางตรงกัน (ตารางที่ 15) แต่การที่ระดับการเป็นโรคราสนิมมีสูงขึ้น ทำให้ผลการทดลองแตกต่างไปจากแปลงที่ไม่มีการระบาดของ mycoparasite อยู่บ้าง กล่าวคือ ในลักษณะขนาดของผล ระดับความต้านทานที่ประเมินได้จากการทดสอบในแปลง ทั้งจากลาต้นหลักและกิ่งแขนง ใกล้เคียงกับที่ประเมินได้จากการประเมินในเรือนทดลอง เปอร์เซ็นต์ผลที่สร้างสปอร์สูงหมดทุกพันธุ์ ทำให้ไม่สามารถจะแยกความแตกต่างระหว่างพันธุ์ได้ พื้นที่ใบที่ถูกทำลาย แม้ว่าจะสูงกว่าในแปลงที่ไม่มีการระบาดของ mycoparasite แต่ก็ยังแยกความแตกต่างระหว่างพันธุ์ได้ และระดับความต้านทานที่ประเมินได้ในแปลงก็ใกล้เคียงกับในเรือนทดลอง ยกเว้นในพันธุ์ ICGS(E) 56 ซึ่งผลการประเมินในเรือนทดลองได้ว่าเป็นพันธุ์อ่อนแอ แต่ผลการประเมินในเรือนทดลองได้ว่าเป็นพันธุ์ต้านทาน

ตารางที่ 12 ขนาดผลและคะแนนการสำรวจของโรคในจุดสีดำ ของพื้นที่ทดสอบ บนใบพิมพ์การส่งออกของโรคเดิมที่บนลำต้นหลักและกิ่งแขนง จากการประเมินใบแปลงที่มีการเกิดโรคตามธรรมชาติ เปรียบเทียบกับค่าที่ได้ในเรือนทดลอง

พื้นที่ พันธุ์	ค่าเฉลี่ย				ระดับความต้านทานต่อโรค ^{3/}			
	แปลงธรรมชาติ		เรือนทดลอง ^{2/}		แปลงธรรมชาติ		เรือนทดลอง ^{2/}	
	ลำต้นหลัก	กิ่งแขนง 1	กิ่งแขนง 2		ลำต้นหลัก	กิ่งแขนง 1	กิ่งแขนง 2	
ขนาดผล(มม. ²)								
ICGS(E)22	5.4	3.3	3.4	6.1	S	MR	S	S
Tainan 9	5.7	3.8	3.7	9.0	S	S	S	S
Khon Kaen 60-3	3.6	2.4	2.4	3.3	S	R	R	MR
ICGS(E)56	5.5	3.3	3.3	3.7	S	MR	MR	MR
NC Ac 17090	5.8	4.3	3.2	2.8	S	S	MR	R
KKU 90309	5.5	5.0	3.5	2.2	S	S	S	R
F ₁ /	ns	*	ns	**				
C.V.(%)	9.18	11.33	10.48	20.98				
Correlation								
เรือนทดลอง	0.240	-0.200	0.476					
ลำต้นหลัก		0.652**	0.562*					
กิ่งแขนง 1			0.688**					
การสำรวจสปอร์(1-5)								
ICGS(E)22	3.2	2.8	2.7	3.6	S	MR	MR	S
Tainan 9	3.3	2.8	2.8	4.8	S	MR	MR	S
Khon Kaen 60-3	3.1	2.7	2.7	3.5	S	MR	MR	S
ICGS(E)56	3.0	2.4	2.6	3.5	MR	MR	MR	S
NC Ac 17090	3.2	2.5	2.4	2.0	S	MR	MR	MR
KKU 90309	2.9	2.7	2.4	2.3	MR	MR	MR	MR
F ₁ /	ns	ns	ns	**				
C.V.(%)	9.27	6.20	7.55	10.91				
Correlation								
เรือนทดลอง	0.513	0.452	0.953**					
ลำต้นหลัก		0.385	0.218					
กิ่งแขนง 1			0.606**					

1/ ns, * และ ** = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และ 99 %

2/ จากการประเมินปีที่ 1

3/ ระดับความต้านทานที่ขีดเส้นใต้ คือระดับความต้านทานที่ไม่ตรงกับผลจากเรือนทดลอง

ตารางที่ 13 ขนาดผลและคะแนนการสร้างสรรค์ของโรคใบจุดสีน้ำตาลของพันธุ์ทดสอบ บนใบที่มีการแสดงออกของโรคเต็มที่ของส่วนต่าง ๆ ของลำต้น จากการประเมินแปลงที่มีการสร้างสภาพการเป็นโรคใบจุดสีน้ำตาล เปรียบเทียบกับค่าที่ได้ในเรือนทดลอง

พันธุ์	ค่าเฉลี่ย				ระดับความต้านทานต่อโรค ^{3/}			
	แปลงใบจุดสีน้ำตาล ^{1/}			เรือนทดลอง ^{2/}	แปลงใบจุดสีน้ำตาล ^{1/}			เรือนทดลอง ^{2/}
	ลำต้นหลัก	กิ่งแขนง			ลำต้นหลัก	กิ่งแขนง		
		1	2			1	2	
ขนาดผล(มม. ²)								
ICGS(E)22	6.9	7.1	7.2	6.1	S	S	S	S
Tainan 9	7.6	7.5	7.7	9.0	S	S	S	S
Khon Kaen 60-3	4.0	3.7	4.0	3.3	R	R	R	MR
ICGS(E)56	4.5	4.2	4.4	3.7	MR	MR	MR	MR
NC Ac 17090	5.0	5.0	5.1	2.8	MR	MR	MR	R
KKU 90309	3.5	3.6	3.6	2.2	R	R	R	R
F ^{1/}	**	**	**	**				
C.V.(%)	12.84	9.97	12.29	20.98				
Correlation								
เรือนทดลอง	0.936**	0.906**	0.921**					
ลำต้นหลัก		0.974**	0.967**					
กิ่งแขนง 1			0.969**					
การสร้างสรรค์สปอร์(1-5)								
Tainan 9	3.9	3.6	3.6	4.8	S	S	S	S
Khon Kaen 60-3	4.1	4.1	4.1	3.5	S	S	S	S
ICGS(E)56	3.2	3.3	3.1	3.5	S	S	S	S
NC Ac 17090	2.9	2.5	2.5	2.0	MR	MR	MR	MR
KKU 90309	3.1	2.8	2.8	2.3	S	MR	MR	MR
ICGS(E)22	4.3	4.1	4.1	3.6	S	S	S	S
F ^{1/}	**	**	**	**				
C.V.(%)	11.86	14.36	14.59	10.91				
Correlation								
เรือนทดลอง	0.703	0.716	0.692					
ลำต้นหลัก		0.952**	0.952**					
กิ่งแขนง 1			0.932**					

1/ ** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

2/ จากการประเมินใบที่ 1

3/ ระดับความต้านทานที่ขีดเส้นใต้ คือระดับความต้านทานที่ไม่ตรงกับผลจากเรือนทดลอง

ตารางที่ 14 ขนาดผล คำนวณการสร้างสปอร์และพื้นที่ที่ถูกทำลาย ของโรคราสนิม ของพันธุ์ทดสอบ บนใบที่มีการแสดง
ออกของโรคเต็มที บนลำต้นหลักและกิ่งแขนง จากการประเมินแปลงที่มีการสร้างสภาพการเป็นโรคราสนิม
และไม่มีการระบาดของ mycoparasite เปรียบเทียบกับค่าที่ได้ในเรือนทดลอง

พันธุ์	ค่าเฉลี่ย				ระดับความต้านทานต่อโรค ^{3/}			
	แปลงโรคราสนิม 1		เรือนทดลอง ^{2/}		แปลงโรคราสนิม 1		เรือนทดลอง ^{2/}	
	ลำต้นหลัก	กิ่งแขนง 1	กิ่งแขนง 2		ลำต้นหลัก	กิ่งแขนง 1	กิ่งแขนง 2	
ขนาดผล(มม. ²)								
ICGS(E)22	0.61	0.57	0.57	0.68	S	S	S	S
Tainan 9	0.71	0.64	0.65	0.65	S	S	S	S
NC Ac 17090	0.36	0.35	0.35	0.43	MR	MR	MR	MR
KKU 90309	0.37	0.36	0.37	0.46	MR	MR	MR	MR
ICGS(E)56	0.45	0.44	0.45	0.34	MR	MR	MR	R
Khon Kaen 60-3	0.34	0.34	0.34	0.34	R	R	R	R
F ₁ /	**	**	**	ns				
C.V.(%)	12.55	13.14	11.95	11.70				
Correlation								
เรือนทดลอง	0.853*	0.855*	0.837*					
ลำต้นหลัก		0.973**	0.990**					
กิ่งแขนง 1			0.989**					
เปอร์เซ็นต์ผลที่สร้างสปอร์(%)								
ICGS(E)56	52.45	50.16	54.91	68.40	MR	MR	MR	S
NC Ac 17090	55.06	57.74	55.51	69.40	MR	MR	MR	S
KKU 90309	41.44	46.85	48.23	60.90	MR	MR	MR	S
Tainan 9	60.27	64.88	59.88	62.80	S	S	MR	S
Khon Kaen 60-3	41.85	49.18	47.07	68.20	MR	MR	MR	S
ICGS(E)22	57.09	52.91	55.66	51.30	MR	MR	MR	MR
F ₁ /	**	*	ns	ns				
C.V.(%)	13.96	16.04	17.14	29.91				
Correlation								
เรือนทดลอง	-0.319	0.048	-0.249					
ลำต้นหลัก		0.735**	0.802**					
กิ่งแขนง 1			0.735**					

ตารางที่ 14 ขนาดผล คะแนนการว่างสبورและพื้นที่ปลูกทำลาย ของโรคราสนิม ของพันธุ์ทดสอบ บนปีที่มีการแสดง
ออกของโรคเดิมที่ บนลำต้นหลักและกิ่งแขนง จากการประเมินแปลงที่มีการสร้างสภาพการเป็นโรคราสนิม
และไม่มีการระบาดของ mycoparasite เปรียบเทียบกับค่าที่ได้ในเรือนทดลอง (ต่อ)

พันธุ์	ค่าเฉลี่ย				ระดับความต้านทานต่อโรค ^{3/}			
	แปลงโรคราสนิม 1		เรือนทดลอง ^{2/}		แปลงโรคราสนิม 1		เรือนทดลอง ^{2/}	
	ขนาดผล							
	ลำต้นหลัก	กิ่งแขนง 1	กิ่งแขนง 2	(มม.)	ลำต้นหลัก	กิ่งแขนง 1	กิ่งแขนง 2	
พื้นที่ปลูกทำลาย (1-10)								
ICGS(E)22	7.1	6.9	6.8	0.68	S	S	S	S
Tainan 9	6.7	6.7	6.6	0.65	S	S	S	S
NC Ac 17090	2.6	3.3	2.4	0.43	R	MR	R	MR
KKU 90309	2.9	2.9	2.9	0.46	R	R	R	MR
ICGS(E)56	3.8	3.7	3.7	0.34	MR	MR	MR	R
Khon Kaen 60-3	3.9	3.6	3.7	0.34	MR	MR	MR	R
F ₁ / ^{1/}	**	**	**	ns				
C.V.(%)	10.77	21.78	11.89	11.70				
Correlation								
เรือนทดลอง	0.844*	0.891*	0.848*					
ลำต้นหลัก		0.865**	0.975**					
กิ่งแขนง 1			0.893**					

1/ ns, * และ ** = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติระดับความเชื่อมั่น 95 % และ 99 %

2/ จากการประเมินปีที่ 1

3/ ระดับความต้านทานที่ขจัดเส้นใต้ คือระดับความต้านทานที่ไม่ตรงกับผลจากเรือนทดลอง

ตารางที่ 15 ขนาดผล คະแนบการสร้างสปอร์และพบในท่อน้ำลาย ของโรคราสนิม ของพันธุ์ทดสอบ บนใบที่มีการแสดง
ออกของโรคเต็มๆ บนลำต้นหลักและกิ่งแขนง จากการประเมินแปลงที่มีการสร้างสภาพการเป็นโรคราสนิม
แต่มีการระบาดของ mycoparasite เปรียบเทียบกับค่าที่ได้ในเรือนทดลอง

พันธุ์	ค่าเฉลี่ย				ระดับความต้านทานต่อโรค ^{3/}			
	แปลงโรคราสนิม 2		เรือนทดลอง ^{2/}		แปลงโรคราสนิม 2		เรือนทดลอง ^{2/}	
	ลำต้นหลัก	กิ่งแขนง 1	กิ่งแขนง 2		ลำต้นหลัก	กิ่งแขนง 1	กิ่งแขนง 2	
ขนาดผล(มม. ²)								
ICGS(E)22	0.51	0.52	0.57	0.68	S	S	S	S
Tainan 9	0.52	0.52	0.52	0.65	S	S	S	S
NC Ac 17090	0.34	0.35	0.35	0.43	<u>R</u>	MR	MR	MR
KKU 90309	0.37	0.37	0.37	0.46	MR	MR	MR	MR
ICGS(E)56	0.41	0.42	0.42	0.34	<u>MR</u>	<u>MR</u>	<u>MR</u>	R
Khon Kaen 60-3	0.38	0.38	0.38	0.34	<u>MR</u>	<u>MR</u>	<u>MR</u>	R
F ₁ /	**	**	**	ns				
C.V.(%)	9.13	9.83	10.03	11.70				
Correlation								
เรือนทดลอง	0.835*	0.843*	0.841*					
ลำต้นหลัก		0.963**	0.968**					
กิ่งแขนง 1			0.974**					
เปอร์เซ็นต์ผลสร้างสปอร์(%)								
ICGS(E)56	80.32	80.49	72.96	68.40	S	S	S	S
NC Ac 17090	80.90	78.39	79.31	69.40	S	S	S	S
KKU 90309	82.21	77.27	82.56	60.90	S	S	S	S
Tainan 9	73.62	73.74	74.75	62.80	S	S	S	S
Khon Kaen 60-3	74.18	74.88	70.44	68.20	S	S	S	S
ICGS(E)22	68.22	68.28	64.94	51.30	<u>S</u>	<u>S</u>	<u>S</u>	MR
F ₁ /	ns	ns	ns	ns				
C.V.(%)	13.90	11.23	22.00	29.91				
Correlation								
เรือนทดลอง	0.643	0.760	0.551					
ลำต้นหลัก		0.697**	0.229					
กิ่งแขนง 1			0.463**					

ตารางที่ 15 ขนาดผล คะแนนการสร้างสปอร์และพื้นที่ที่ถูกทำลาย ของโรคราสนิม ของพันธุ์ทดสอบ บนใบที่มีการแสดง
ออกของโรคเต็มที่ บนลำต้นหลักและกิ่งแขนง จากการประเมินแปลงที่มีการสร้างสภาพการเป็นโรคราสนิม
แต่มีการระบาดของ mycoparasite เปรียบเทียบกับค่าที่ได้ในเรือนทดลอง (ต่อ)

พันธุ์ พืช	ค่าเฉลี่ย				ระดับความต้านทานต่อโรค ^{3/}			
	แปลงโรคราสนิม 2		เรือนทดลอง ^{2/}		แปลงโรคราสนิม 2		เรือนทดลอง ^{2/}	
	ขนาดผล							
	ลำต้นหลัก	กิ่งแขนง 1	กิ่งแขนง 2	(มม.)	ลำต้นหลัก	กิ่งแขนง 1	กิ่งแขนง 2	
พื้นที่ที่ถูกทำลาย (1-10)								
ICGS(E)22	6.8	6.7	6.7	0.68	S	S	S	S
Tainan 9	6.7	6.6	6.5	0.65	S	S	S	S
NC Ac 17090	5.3	5.2	5.2	0.43	MR	MR	MR	MR
KKU 90309	5.7	5.5	5.7	0.46	MR	MR	MR	MR
ICGS(E)56	6.7	6.5	6.2	0.34	<u>S</u>	<u>S</u>	<u>S</u>	R
Khon Kaen 60-3	5.8	5.4	5.2	0.34	<u>MR</u>	<u>MR</u>	<u>MR</u>	R
F ₁ /	**	**	**	ns				
C.V.(%)	10.16	9.27	10.35	11.70				
Correlation								
เรือนทดลอง	0.527	0.610	0.746					
ลำต้นหลัก		0.923**	0.845**					
กิ่งแขนง 1			0.903**					

1/ ns, * และ ** = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ, แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และ 99 %

2/ จากการประเมินใบที่ 1

3/ ระดับความต้านทานที่ขีดเส้นใต้ คือระดับความต้านทานที่ไม่ตรงกับผลจากเรือนทดลอง

ผลการทดลองข้างต้น แสดงให้เห็นว่า ในโรคราสนิม การประเมินแปลง เพียงครั้งเดียว จากลักษณะขนาดของแผล และพื้นที่ใบที่ถูกทำลายน่าจะใช้ได้ดี ส่วนลักษณะ เบอร์เซ็นต์แผลที่สร้างสปอร์ ไม่สามารถจะใช้ประเมินระดับความต้านทานของพันธุ์ได้ เนื่องจากมีความแตกต่างระหว่างพันธุ์ต่ำ

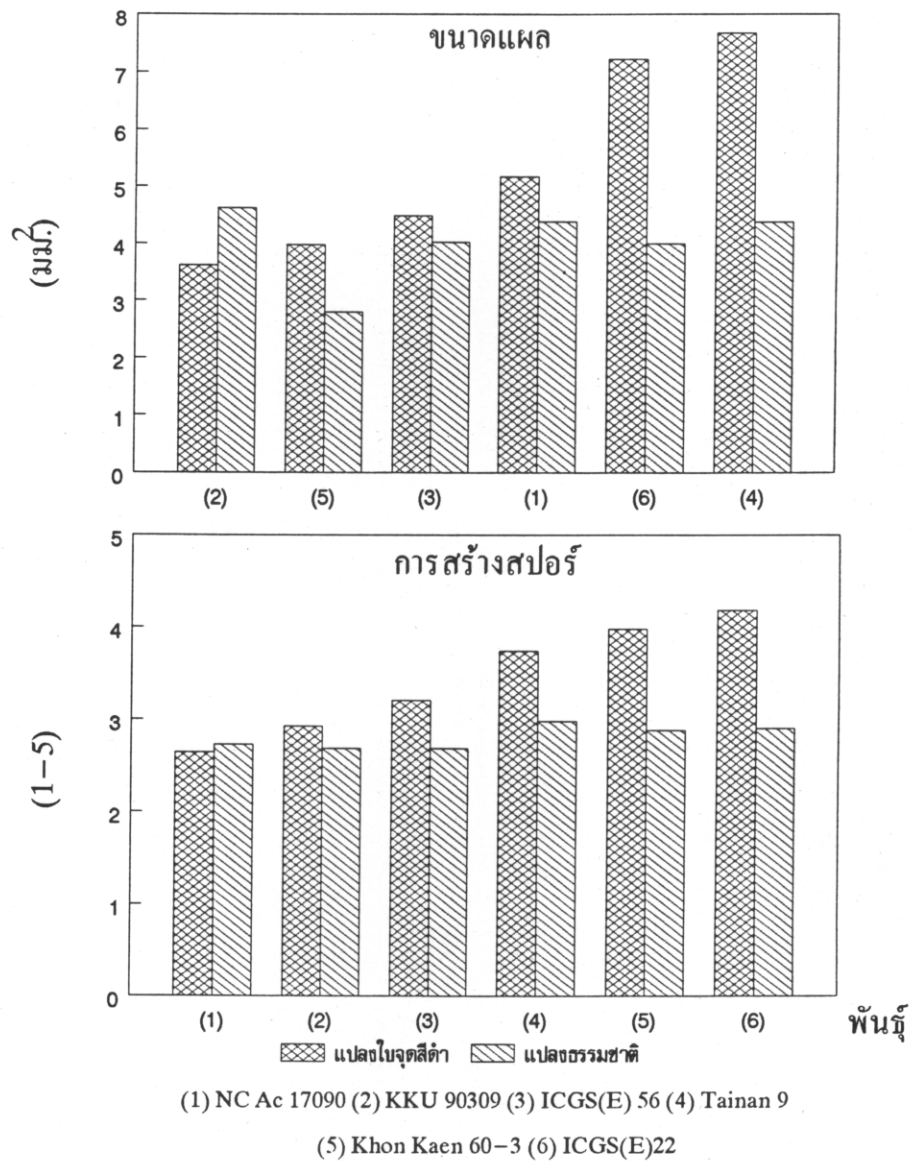
2.3 การแสดงออกของลักษณะองค์ประกอบของโรคในสภาพที่มีและไม่มีการแข่งขัน กับโรคอื่น

การแข่งขันกันระหว่างโรค นอกจากจะมีผลกระทบต่อปริมาณการเกิดโรค (จำนวนแผล) แล้ว ยังมีผลกระทบต่อแสดงออกของลักษณะองค์ประกอบของโรคด้วย ภาพที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของขนาดของแผลและเบอร์เซ็นต์การสร้างสปอร์ ของโรคใบจุดสีน้ำตาลของพันธุ์ทดสอบ ในแปลงที่ทำให้การเกิดโรคเป็นไปตามธรรมชาติ ซึ่งมี การระบาดของโรคยอดไหม้จากเชื้อ *Choanephora* และมีโรคราสนิมบ้างเล็กน้อย กับ แปลงที่มีการสร้างสภาพการเป็นโรคใบจุดสีน้ำตาลและความรุนแรงของโรคราสนิม ซึ่งมีเฉพาะโรค ใบจุดสีน้ำตาล จะเห็นได้ว่า ทั้งสองลักษณะ ความแตกต่างระหว่างพันธุ์ในแปลงที่มีการแข่งขัน กันระหว่างโรค (แปลงที่ทำให้การเกิดโรคเป็นไปตามธรรมชาติ) จะลดลงจากในแปลงที่ไม่มี การแข่งขันกันของโรค (แปลงที่มีการสร้างสภาพการเกิดโรคใบจุดสีน้ำตาล) มาก ทำให้ ไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างพันธุ์ได้ ทั้งนี้เพราะโรคยอดไหม้จากเชื้อ *Choanephora* ทำให้ต้นพืชไม่แข็งแรง แครกแตก และใบร่วงเร็ว เป็นผลทำให้โรคใบ จุดสีน้ำตาลระบาดไม่สม่ำเสมอ และมีการแสดงออกของโรคไม่เต็มที่ จากผลกระทบ ดังกล่าว ทำให้ค่าประเมินระดับความต้านทานที่ได้จากแปลงทั้งสอง แตกต่างกันมาก

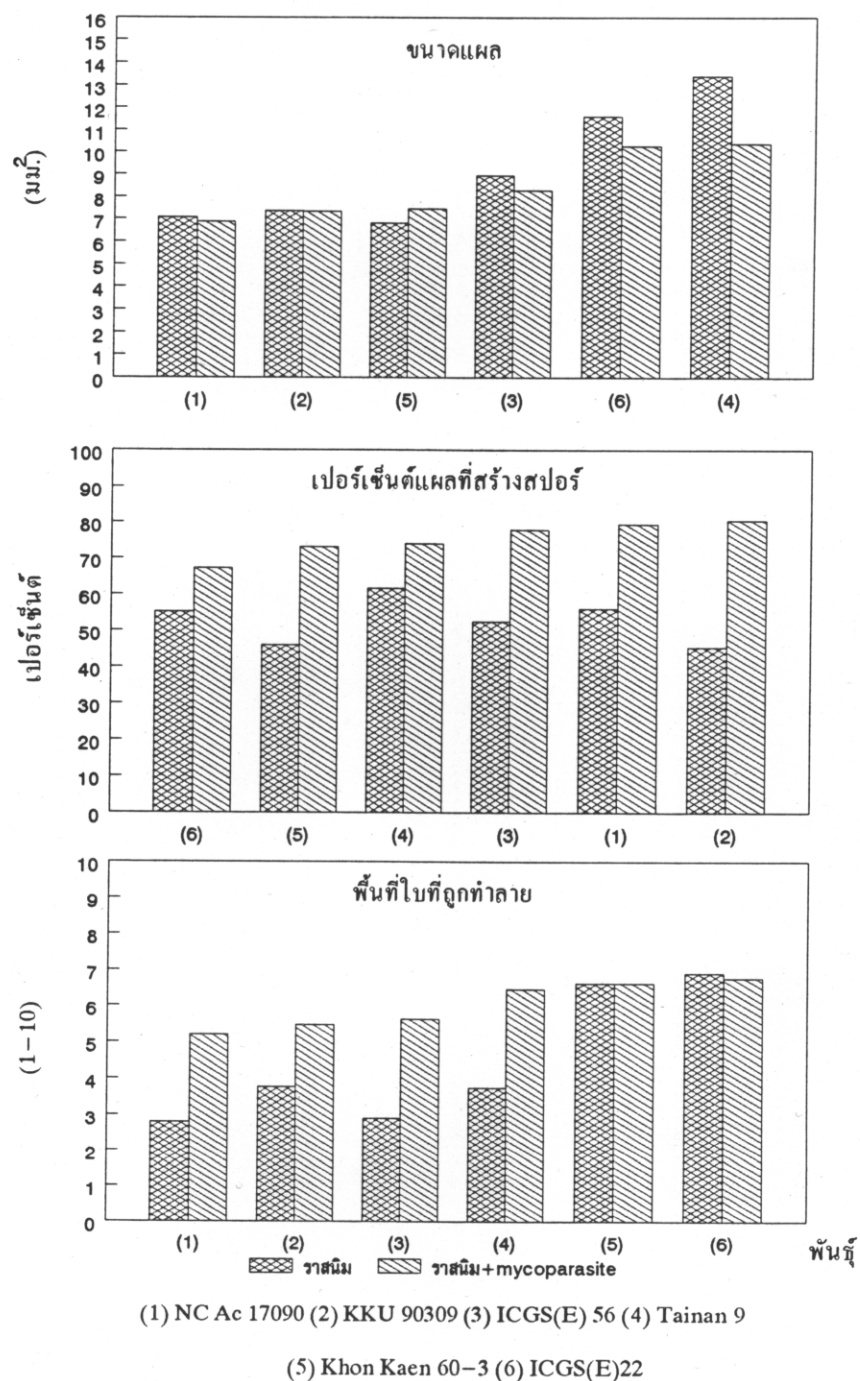
ผลกระทบของการเกิดโรคใบจุดสีน้ำตาลและยอดไหม้จากเชื้อ *Choanephora* ต่อการ เกิดโรคราสนิมจะเห็นได้ชัดเจนในแปลงที่ทำให้การเกิดโรคเป็นไปตามธรรมชาติ ซึ่งพบว่า มีการเกิดโรคราสนิมน้อยมาก ทำให้ไม่สามารถวัดลักษณะองค์ประกอบต่าง ๆ ของโรคราสนิมได้

ในแปลงที่มีการสร้างสภาพการเป็นโรคราสนิม ซึ่งมี 2 แปลง และแปลงหนึ่งมี การระบาดของ mycoparasite พบว่า การระบาดของ mycoparasite ก็มีผลกระทบ

ต่อการแสดงออกของโรคราสนิมเช่นกัน ภาพที่ 9 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของขนาดของแผล เปอร์เซ็นต์แผลที่สร้างสปอร์ และพื้นที่ใบที่ถูกทำลาย ของโรคราสนิมของพันธุ์ทดสอบในแปลงทั้งสอง จะเห็นได้ว่า การเกิด mycoparasite ทำให้ขนาดของแผลของพันธุ์ที่มีแผลใหญ่ลดลง แต่ไม่มีผลกระทบต่อพันธุ์ที่มีแผลขนาดเล็ก ทำให้เปอร์เซ็นต์แผลที่สร้างสปอร์สูงขึ้นทุกพันธุ์ และทำให้พื้นที่ใบที่ถูกทำลายเพิ่มขึ้นในพันธุ์ที่มีพื้นที่ใบที่ถูกทำลายน้อย แต่ไม่มีผลกระทบในพันธุ์ที่มีพื้นที่ใบที่ถูกทำลายมาก ผลกระทบดังกล่าว แม้ว่าจะทำให้ความแตกต่างระหว่างพันธุ์ลดลงในลักษณะขนาดของแผลและพื้นที่ใบที่ถูกทำลาย ส่งผลให้ความแตกต่างระหว่างพันธุ์ไม่เด่นชัดเท่ากับแปลงที่ไม่มีการแข่งขันกันของโรค แต่ก็ยังสามารถแยกความแตกต่างระหว่างพันธุ์ได้ และการประเมินระดับความต้านทานต่อโรคของพันธุ์ยังใช้ได้ทั้งสองลักษณะ ส่วนลักษณะเปอร์เซ็นต์ของแผลที่สร้างสปอร์ ความแตกต่างระหว่างพันธุ์ที่น้อยอยู่แล้ว แม้การเกิด mycoparasite จะทำให้เปอร์เซ็นต์แผลที่สร้างสปอร์เพิ่มขึ้น ก็ไม่มีผลต่อการประเมินความต้านทานต่อโรคในลักษณะนี้



ภาพที่ 8 ค่าเฉลี่ยของขนาดแผลและการสร้างสปอร์ของโรคใบจุดสีดำ ในแปลงที่
 การเกิดโรคเป็นไปตามธรรมชาติ และมีการระบาดของโรคยอดใหม่จากเชื้อ
 Choanephora และในแปลงที่มีการสร้างสภาพการเป็นโรคใบจุดสีดำ



ภาพที่ 9

ค่าเฉลี่ยของขนาดผล เปรอร์เซ็นต์ผลที่สร้างสปอร์ และพื้นที่ใบที่ถูกทำลายของโรคราสนิม ในแปลงที่มีการสร้างสภาพการเป็นโรคราสนิม ซึ่งมีและไม่มีการระบาดของ mycoparasite