

การระบาดของโรคราสนิมและความต้านทานของพีชในประเทศไทย

Stone fruit rust epidemiology and resistance of peach in Thailand

ปณวัตร ลิขัณฑาสมิติ^{1*}, อุณารุจ บุญประกอบ¹ และ รัตติยา พงศ์พิสุทธิธรา²

Panawat Sikhandakasmita^{1*}, Unaroj Boonprakob¹ and Ratiya Pongpisutta²

บทคัดย่อ: พื้นที่ปลูกพีชของมูลนิธิโครงการหลวงประสบปัญหาการระบาดของโรคราสนิมซึ่งเกิดจากเชื้อรา *Tranzschelia discolor* อย่างหนักและมีแนวโน้มว่าจะทวีความรุนแรงขึ้น ดังนั้นจึงได้มีแนวคิดในการปรับปรุงพันธุ์พีชให้มีลักษณะต้านทานต่อโรคราสนิม งานชิ้นแรก คือ การศึกษาปฏิสัมพันธ์ของโรคราสนิมกับเชื้อพันธุกรรมพีชและเนคทารีนของมูลนิธิโครงการหลวง โดยมีวัตถุประสงค์ คือ เพื่อศึกษาการระบาดของโรคราสนิมและวิเคราะห์ระดับความต้านทานต่อโรคราสนิมในเชื้อพันธุกรรมของพีชและเนคทารีนที่เก็บรวบรวมไว้ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จ.เชียงใหม่ ผลการศึกษาพบว่าโรคราสนิมเริ่มระบาดในช่วงปลายของฤดูร้อน หรือช่วงต้นฤดูฝน (เม.ย.-พ.ค.) และอาการของโรครุนแรงในช่วงกลางฤดูฝน (ก.ค.) โดยพบการเข้าทำลายเฉพาะส่วนของใบเท่านั้น จากการประเมินความต้านทานของเชื้อพันธุกรรมบ่งชี้ว่าพันธุ์ FLA84-18C 'Magno' 'SunWright' และ 'Branca' มีความทนทานสูง พันธุ์ 'TropicSweet' 'Esmeralda' TXW1293-2 และ 44047B10T5 เป็นพันธุ์ที่อ่อนแอมาก สำหรับพันธุ์การค้าอย่าง 'Jade' และ 'TropicBeauty' จัดอยู่ในกลุ่มอ่อนแอ การเปรียบเทียบลักษณะทางกายวิภาคของใบแสดงให้เห็นว่าเซลล์ในชั้น Palisade ของกลุ่มทนทานนั้นเรียงตัวกันอย่างหนาแน่นและมีชั้น epidermis ที่หนากว่ากลุ่มอ่อนแอ

คำสำคัญ: *Prunus persica*, *Tranzschelia discolor*, ไม้ผลกลุ่มเปลือกหุ้มเมล็ดแข็ง, การระบาดของโรคราสนิม

ABSTRACT: Peach growing area of Royal Project Foundation (RPF) has experienced serious outbreak of rust disease caused by *Tranzschelia discolor* and epidemic likely to become more intensified. Therefore, the temperate fruit breeding program set up a breeding objective for rust resistance. The first step was to understand rust disease development in RPF growing area and interaction with germplasm. The objectives of this study were to study stone fruit rust epidemics and to evaluate peach germplasm at Angkhang Royal Agricultural Station, Thailand for rust resistance. The results showed that rust disease occurred in late summer (April) or early rain (May) and became serious outbreak in mid rain (July), but only leaves were infected. The results from disease assessment indicated that FLA84-18C, 'Magno', 'SunWright' and 'Branca' were the most tolerant clones; and 'TropicSweet', 'Esmeralda', TXW1293-2 and 44047B10T5 were the most susceptible clones. While 'Jade' and 'TropicBeauty', the prominent commercial cultivars, were moderately susceptible. Comparison of leaf anatomy between the tolerant and susceptible clones showed that the tolerant clones had more compacted palisade cells than those of susceptible clones. Additionally, they had thicker epidermis layer.

Keywords: *Prunus persica*, *Tranzschelia discolor*, stone fruit, Rust epidemics

¹ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

Department of Horticulture, Faculty of Agriculture at Kamphaengsaen Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus

² ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture at Kamphaengsaen Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus

บทนำ

โรคราสนิมที่พบในกลุ่มไม้ผลกลุ่มเปลือกหุ้มเมล็ดแข็ง (stone fruits) นั้นเกิดจากเชื้อราที่มีชื่อว่า *Tranzschelia discolor* (Fckl.) Transchel and Litv. เชื้อราดังกล่าวอยู่ในไฟลัม Basidiomycota คลาส Urediniomycetes โดยมีหลาย race ซึ่งการเข้าทำลายมีความเฉพาะเจาะจงต่อพืชในสกุล *Prunus* เท่านั้น เช่น อัลมอนต์ [*Prunus dulcis* (Mill.) Webb] พืชมะม่วง [*P. persica* (L.) Batsch.] พรุณ (*P. domestica* L.) และแอปริคอต (*P. americana* Marsh.) เป็นต้น (Bolkan et al., 1985; Kable et al., 1986) โดยส่วนมากพบการระบาดที่รุนแรงในต้นพืชมะม่วง (Bertrand, 1995) เชื้อ *T. discolor* นอกจากเข้าทำลายในใบแล้ว ยังพบการเข้าทำลายบริเวณกิ่งและผลอีกด้วย ลักษณะอาการของโรคราสนิม คือ ปรากฏรอยแผลสีเหลืองอมส้มกระจายอยู่ทั่วไปบนผิวใบ และรอยแผลสีเหลืองเหล่านี้สร้างอับสปอร์ขึ้นที่บริเวณใต้แผ่นใบ เมื่ออับสปอร์แตกออกจะมองเห็นสปอร์ที่มีสีคล้ายสนิมเหล็ก ผลกระทบจากการเข้าทำลายของเชื้อ คือ ทำให้เกิดอาการใบร่วงก่อนฤดูพักตัว ซึ่งส่งผลทำให้ปริมาณอาหารสะสมในลำต้นไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต เกิดการบานของดอกก่อนเวลาที่เหมาะสม อีกทั้งทำให้ความสมบูรณ์แข็งแรงของต้นรวมไปถึงปริมาณและคุณภาพของผลผลิตลดลง การศึกษาของ Barbosa และคณะในปี 1994 พบว่า ในเขตภูมิอากาศแบบร้อนชื้นโรคราสนิมสามารถทำให้ใบทั้งหมดร่วงได้ภายใน 4 - 6 เดือน อีกทั้งยังพบร่องรอยของโรคราสนิมที่ผลด้วย ซึ่งทำให้ผลผลิตลดลงประมาณร้อยละ 30

พืชและเนคทารีนที่ปลูกในบริเวณที่มีความหนาวเย็นต่ำมีการเจริญเติบโตทางลำต้นที่ยาวนาน บวกกับสภาพอากาศที่มีความชื้นสูงซึ่งเหมาะสำหรับการพัฒนาของโรคราสนิม ดังนั้นอาการหรือผลกระทบที่เกิดจากการเข้าทำลายของโรคจึงรุนแรงและเป็นปัญหาสำคัญของการปลูกพืชและเนคทารีน ประเทศที่ประสบปัญหาการระบาดของโรคราสนิมส่วนมากอยู่ในเขตร้อนหรือกึ่งร้อนเช่น บราซิล แม็กซิโก และออสเตรเลีย เป็นต้น

ดังนั้นจึงต้องมีการจัดการแปลงให้เหมาะสม และมีการพ่นสารกำจัดเชื้อราอย่างต่อเนื่องเพื่อควบคุมการระบาดของโรคราสนิม จึงทำให้ต้นทุนในการผลิตเพิ่มสูงขึ้นอย่างมาก พื้นที่ปลูกพืชของมูลนิธิโครงการหลวงบริเวณภาคเหนือของประเทศไทยประสบปัญหาการระบาดของโรคราสนิมอย่างหนักเช่นกัน และมีแนวโน้มว่าในอนาคตปัญหาดังกล่าวจะทวีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นโครงการปรับปรุงพันธุ์ไม้ผลเขตหนาว มูลนิธิโครงการหลวงจึงได้มีแนวคิดในการปรับปรุงพันธุ์พืชให้มีลักษณะต้านทานต่อโรคราสนิม งานชิ้นแรกที่สำคัญสำหรับโครงการปรับปรุงพันธุ์ คือ การศึกษาปฏิสัมพันธ์ของโรคราสนิมและเชื้อพันธุกรรมพืชและเนคทารีนของมูลนิธิโครงการหลวง วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ เพื่อศึกษาการระบาดของโรคราสนิมและวิเคราะห์ระดับความต้านทานต่อโรคราสนิมในเชื้อพันธุกรรมของพืชและเนคทารีนที่เก็บรวบรวมไว้ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จ.เชียงใหม่ ระหว่างปี พ.ศ. 2553 – 2556

วิธีการศึกษา

เก็บใบที่เจริญเติบโตเต็มที่แล้วแบบสุ่มจำนวน 10 ใบจากรอบๆ ทรงพุ่มของต้นพืชและเนคทารีน ที่เป็นเชื้อพันธุกรรมและลูกผสมชั้นสูงจำนวน 3 ซ้ำต่อสายพันธุ์ในเดือนกันยายน ซึ่งเป็นเดือนที่มีการระบาดของโรคราสนิมอย่างรุนแรงที่สุดในพื้นที่ปลูกของมูลนิธิฯ แบ่งระดับความต้านทานเป็น 5 ระดับ ตามวิธีการประเมินความต้านทานของ Simeone (1985) โดยอาศัยจำนวนบาดแผล และจำนวนอับสปอร์ ดังนั้นกลุ่มต้านทาน กลุ่มทนทาน กลุ่มทนทานปานกลาง กลุ่มอ่อนแอ และกลุ่มอ่อนแอมาก หลังจากทราบระดับความทนทานของเชื้อพันธุกรรม จึงทำการศึกษาวงจรการระบาดในตัวแทนของพืชกลุ่มทนทาน คือ 'Magno' และตัวแทนของกลุ่มอ่อนแอมาก คือ 44047B10T5 โดยการสุ่มเก็บตัวอย่างใบในทรงพุ่มสายพันธุ์ละ 10 ตัวอย่าง ตั้งแต่วันที่ 1 มีนาคม ถึง เดือนตุลาคม ประเมินพื้นที่ใบที่ถูกโรคราสนิมเข้าทำลาย แล้วคำนวณออกมาเป็นพื้นที่ได้กราฟ

ความรุนแรงของโรค (The area under the disease progress curve, AUDPC) เพื่อหาอัตราการเจริญเติบโตของเชื้อโรคราสนิม ตามวิธีของ Van de Plank (1963) ดัดแปลงค่า AUDPC (Data transformation) โดยใช้ค่า natural logarithms เพื่อให้ค่า AUDPC อยู่ในรูปที่เหมาะสม นอกจากนี้ยังนำใบพืชของกลุ่มทนทานและกลุ่มอ่อนแอมาลอกผิวใบด้านล่างโดยใช้น้ำยาทาเล็บ นำไปศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ เพื่อนับจำนวนปากใบ แล้วหาค่าความหนาแน่นของปากใบ ตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ด้วยโปรแกรม SAS for Window ver. 9.0 และทำการศึกษาความแตกต่างของลักษณะทางกายวิภาคของใบแต่ละกลุ่มโดยการนำใบมาตัดตามยาวและตามขวางด้วยวิธี Free-hand sections ศึกษาโครงสร้างภายในใบด้วยกล้องจุลทรรศน์

ผลการศึกษา

การประเมินระดับความต้านทานต่อโรคราสนิมของเชื้อพันธุกรรมพืชและเนคทารีนทั้งสิ้น 88 สายพันธุ์ที่เก็บรวบรวมไว้ในประเทศไทย พบว่า เชื้อพันธุกรรมส่วนใหญ่ (52 สายพันธุ์) อยู่ในกลุ่มอ่อนแอ พันธุ์ที่จัดอยู่ในกลุ่มทนทานปานกลางมีทั้งสิ้น 28 สายพันธุ์ นอกจากนี้พบพันธุ์ในกลุ่มทนทานและกลุ่มอ่อนแอมากกลุ่มละ 4 สายพันธุ์ โดยพันธุ์การค้าที่สำคัญของมูลนิธิโครงการหลวง คือ 'Jade' และ 'TropicBeauty' มีลักษณะอ่อนแอต่อโรคราสนิม กลุ่มทนทานนั้นประกอบด้วยพันธุ์ FLA84-18C 'Magno' 'SunWright' และ 'Branca' ส่วนพันธุ์ 'TropicSweet', 'Esmeralda' TXW1293-2 และ 44047B10T5 มีลักษณะอ่อนแอมาก โดยกลุ่มทนทานมีจำนวนบาดแผลสีเหลืองและพื้นที่ใบที่เป็นโรคน้อยกว่ากลุ่มอ่อนแออย่างชัดเจน ($P<0.05$) (Table 1)

Table 1 Number of pustule, the percentage of leaf area infected (%), stomatal density in resistance clones and susceptible clones

	Reaction grade	No. of pustule (pustule/leaf)	The percentage of leaf area infected (%)	stomatal density (pores mm ⁻²)
FLA84-18C	Tolerant	14 a	21.46 a	67.41
Magno	Tolerant	11 a	21.68 a	68.38
SunWright	Tolerant	13 a	28.27 a	70.14
Branca	Tolerant	25 b	24.73 a	66.06
Jade	Moderately susceptible	50 c	42.34 b	66.28
TropicBeauty	Moderately susceptible	67 c	44.91 b	69.46
TropicSweet	Susceptible	106 d	59.28 c	65.89
Esmeralda	Susceptible	92 d	57.50 c	69.13
TXW1293-2	Susceptible	129 f	56.38 c	67.54
44047B10T5	Susceptible	157 g	62.07 c	67.71
F-test		*	*	ns

ns and * indicate non-significant and significant at $P<0.05$, respectively. Means in the same column with the different letters are significantly different at $P<0.05$.

การศึกษาวงจรการระบาดของโรคราสนิมในประเทศไทยโดยใช้ค่าพื้นที่ใต้กราฟความรุนแรงของโรค หรือ AUDPC โดยเลือกศึกษาที่พันธุ์ทนทาน คือ 'Magno' และพันธุ์อ่อนแอ คือ 44047B10T5 พบว่าในปี พ.ศ. 2553 โรคราสนิมเริ่มระบาดในพันธุ์ 44047B10T5 ตั้งแต่เดือนเมษายน และระบาดอย่างรวดเร็วจนกระทั่งพืชเข้าสู่ช่วงของการพักตัว เริ่มพบอาการใบร่วงตั้งแต่ช่วงปลายเดือนกรกฎาคม เป็นต้นไป รูปแบบการระบาดของโรคราสนิมในพืชพันธุ์ 'Magno' คล้ายคลึงกับพันธุ์ 44047B10T5 แต่ความรุนแรงของโรคจะน้อยกว่า คือ ไม่พบอาการใบร่วง

ตลอดช่วงของการเก็บข้อมูล และพบร่องรอยการเข้าทำลายของโรคราสนิมช้ากว่าพันธุ์ 44047B10T5 คือ พบในเดือนพฤษภาคม (Figure 1) ส่วนการศึกษาในปี พ.ศ. 2554 ซึ่งเป็นปีที่มีฝนตกมากตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ และเป็นปีที่มีปริมาณน้ำฝนมากที่สุดในรอบ 30 ปี (ปริมาณน้ำฝน 2,311.7 มม.) พบว่า โรคราสนิมระบาดในพืชพันธุ์ 44047B10T5 ตั้งแต่เดือนมีนาคม และพันธุ์ 'Magno' พบตั้งแต่เดือนเมษายน ซึ่งเร็วกว่าในปี พ.ศ. 2553 ประมาณ 30 วัน และในปีนี้มีฝนตกชุกมากยังพบอาการใบร่วงในพืชพันธุ์ 'Magno' อีกด้วย (Figure 1)

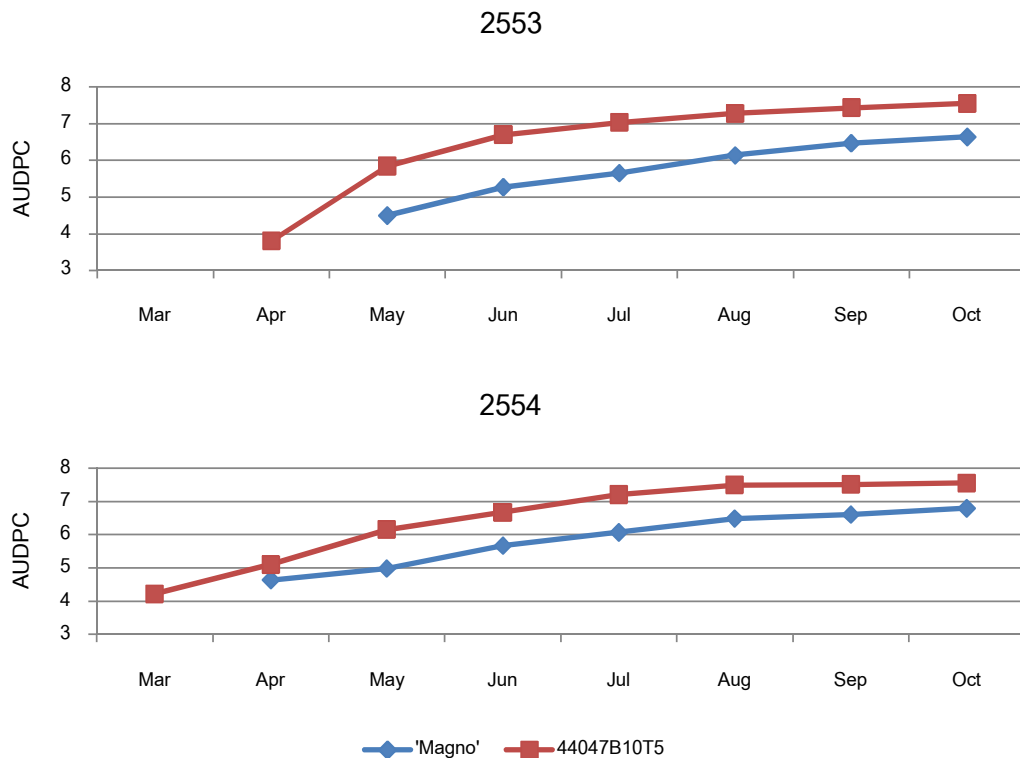


Figure 1. The area under the disease progress curve (AUDPC) in resistance clone ('Magno') and susceptible clone (44047B10T5).

การเปรียบเทียบลักษณะทางกายวิภาคของใบพืชพันธุ์ทนทาน 'Magno' และพันธุ์อ่อนแอมาก 44047B10T5 พบว่ามีความแตกต่างกัน กล่าวคือ พืชพันธุ์ทนทานนั้นมีชั้น epidermis ด้านบนและด้านล่างหนากว่า พันธุ์อ่อนแอ และเซลล์ชั้น palisade จัดเรียงตัว

กันอย่างหนาแน่นและเป็นระเบียบเมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์อ่อนแอ (Figure 2) ส่วนความหนาแน่นของปากใบต่อพื้นที่ พบว่าในพืชพันธุ์ทนทานและพันธุ์อ่อนแอ มีจำนวนปากใบเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 65-70 ปากใบต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ

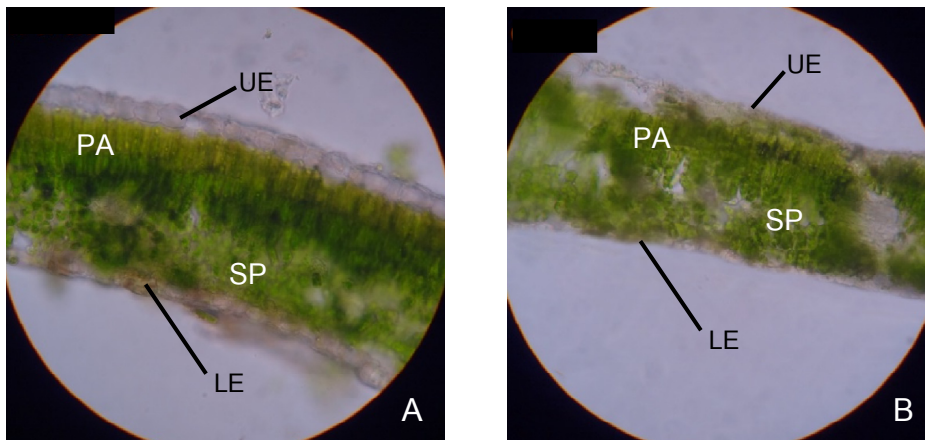


Figure 2. Leaf's anatomy of 'Magno' (A) and 44047B10T5 (B)

Note: UE; Upper Epidermis, PA; Palisade Cell, SP; Spongy Cell, LE; Lower Epidermis

วิจารณ์

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า โรคราสนิมในประเทศไทยเริ่มระบาดในช่วงปลายฤดูร้อนหรือต้นฤดูฝน และระบาดต่อเนื่องอย่างรุนแรงในช่วงกลางของฤดูฝน ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่สภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อการระบาดของโรคราสนิม และในปี พ.ศ. 2554 ซึ่งเป็นปีที่ฝนตกตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ และปริมาณน้ำฝนมากที่สุดในรอบ 30 ปี พบว่าการระบาดของโรคราสนิมเกิดขึ้นได้เร็วขึ้นและรุนแรงกว่าปี พ.ศ. 2553 ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับการทดลองของ ธรรมศักดิ์ และคณะ (2540) ที่รายงานว่า สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการระบาดของโรคราสนิม คือ อุณหภูมิประมาณ 20-30 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 75-95% เป็นสภาวะที่สปอร์ของเชื้อโรคราสนิมสามารถเข้าทำลายพืชอาศัยได้

ส่วนผลการประเมินระดับความต้านทานต่อโรคราสนิมของเชื้อพันธุ์กรรมพืชและเนคทารีนที่เก็บรวบรวมไว้ในประเทศไทย ไม่พบพันธุ์ที่มีลักษณะต้านทานต่อโรคราสนิม โดยเชื้อรา *T. discolor* สามารถเข้าทำลายทุกสายพันธุ์ และพันธุ์ 'EarliGrande' 'Flordaglo' 'FlodaGrande' 'Flordaprince' 'TropicBeauty' 'TropicSnow' 'TropicSweet' และ 'ValleGrande' จัดอยู่ใน

กลุ่มอ่อนแอ สอดคล้องกับข้อมูลที่มีรายงานมาก่อนหน้านี้ (Byrne *et al.*, 2000) แต่การศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของใบพืชกลุ่มทนทานและกลุ่มอ่อนแอ ตามสมมติฐานที่ว่า ปากใบเป็นช่องทางหลักในการเข้าทำลายพืชอาศัยของโรคราสนิมในกาแฟ และถั่วเหลือง (สุธาทิพย์, 2532; ศุภชัย, 2532) แต่สำหรับโรคราสนิมในพืชกลับพบว่า ความหนาแน่นของปากใบกลุ่มของพันธุ์ทนทานและพันธุ์อ่อนแอไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยโรคราสนิมในพืชนั้นอาจจะเข้าทำลายโดยการงอกเส้นใยทะลุผ่านชั้น epidermis ของใบเข้าไป ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองที่พบว่า พันธุ์ทนทานมีชั้น epidermis ที่หนากว่าพันธุ์อ่อนแอ

ผลจากการศึกษาครั้งนี้ทำให้ได้ความรู้พื้นฐานที่สำคัญเกี่ยวกับโรคราสนิมในพืชที่ระบาดบริเวณภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งสามารถนำไปใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์พืชให้มีลักษณะต้านทานต่อโรคราสนิมที่เกิดขึ้นต่อไปในอนาคต นอกจากนี้ความรู้ดังกล่าวสามารถนำมาใช้ในการควบคุมและป้องกันการระบาดของโรคราสนิมได้อีกด้วย โดยงานวิจัยที่ควรทำต่อไปในอนาคต คือ การศึกษากลไกการต้านทานโรคราสนิมของพืช และการทำความเข้าใจเกี่ยวกับการยีนที่ควบคุมลักษณะต้านทานรวมทั้งการถ่ายทอดลักษณะดังกล่าวไปสู่รุ่นลูก

สรุป

โรคราสนิมในประเทศไทยจะเริ่มระบาดในเดือนเมษายน ถึงพฤษภาคม และระบาดอย่างรุนแรงในเดือนกรกฎาคม แต่ในปีที่มีฝนตกเร็วตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ พบว่าการระบาดจะเกิดเร็วขึ้น และถ้ามีปริมาณน้ำฝนมาก ระดับของความรุนแรงก็เพิ่มขึ้นด้วย แต่จะพบการเข้าทำลายเฉพาะในส่วนของใบเท่านั้น ถึงแม้ว่าการประเมินความต้านทานของเชื้อพันธุ์กรรมพืชและเนคทารีนต่อโรคราสนิมนั้น พบว่าไม่มีพันธุ์ใดที่ปราศจากโรคราสนิม 100% แต่พบว่าพันธุ์ 'FLA84-18c' 'Magno' 'SunWright' และ 'Branca' มีความทนทานสูง ส่วนพันธุ์ 'TropicSweet' 'Esmeralda' TXW1293-2 และ 44047B10T5 เป็นพันธุ์ที่อ่อนแอมาก สำหรับพันธุ์การค้าอย่าง 'Jade' และ 'TropicBeauty' จัดอยู่ในกลุ่มอ่อนแอ การเปรียบเทียบลักษณะทางกายวิภาคของใบยังบ่งชี้ว่า ความหนาของชั้น epidermis และการเรียงตัวของเซลล์ในชั้น palisade มีผลต่อการเข้าทำลายของเชื้อโรคราสนิม

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จ.เชียงใหม่ สำหรับสถานที่ทำการวิจัย และมูลนิธิโครงการหลวงในการสนับสนุนงบประมาณสำหรับดำเนินงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- ธรรมศักดิ์ สมมาตรย์, ประชุม จุฑาวรรณะ, สุชาติพิทย์ แสงกุล และจิรนนท์ แหยมสูงเนิน. 2540. รายงานผลการวิจัยการศึกษาโรคราสนิม (rust) ของข้าวโพดที่เกิดจากเชื้อรา *Puccinia polysora* Underw. สถาบันอินทรีวิจัยพันธุ์ เพื่อการค้นคว้าและพัฒนาด้านพืชศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ศุภชัย สัจจจำเนียร. 2532. โรคราสนิมของกาแฟลูกผสมอาราบิก้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุชาติพิทย์ แสงกุล. 2532. ความรุนแรงของโรคราสนิม *Puccinia polysora* Underw. ต่อข้าวโพดพันธุ์ต่างๆ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Barbosa, W., M. Ohima, F.A. Campo-Dall'Oro, G.P.C. Kalil, A.A. Lovate, I.J.A. Ribeiro, F.P. Martins, and E.M.C. Nogueira, 1994. Incidência de ferrugem em folhas de pessegueiro e mectarineira do germoplasma IAC. Sci. Agri. (Piracicaba, Brazil) 51, 90-93
- Bertrand, P.F. 1995. Rust, In: Compendium of Stone Fruit Diseases (Ogawa, J.M., E.J., Zehr, G.W., Bird, D.F., Ritchie, K, Uriu. and J.K., Uyemoto. eds) APS Press. P.23-24
- Bolkan, H.A., J.M., Ogawa, T.J., Michailides and P.F., Kable. 1985. Physiological specialization in *Tranzschelia discolor*. Plant Dis. 69, 485-486
- Byrne, D.H., W.B., Sherman, and T.A., Bacon. 2000. Stone fruit genetic pool and its exploitation for growing under warm winter condition. In: A. Erez. Temperate Fruit Crops in Warm Climmates. Kluwer Academic Publishers.
- Simeone, A.M. 1985. Study on peach and nectarine cultivars susceptibility to the main fungus and bacteria. Acta Hort. 173, 541-551
- Van der Plank, J.E. 1963. Plant Disease Epidemics and Control. Academic Press, New York.