

## แบบจำลองโลจิสติกเรียกรสชั้นเพื่อการพยากรณ์การระบาดของโรคใบขาวอ้อย

### Logistic regression model for forecasting sugarcane white leaf disease

จิรนนท์ รัตนบุญทา<sup>1</sup> ยูพา หาญบุญทรง<sup>1\*</sup> และ วิโรจน์ ขลิบสุวรรณ<sup>1</sup>

Chiranan Rattanaboontha<sup>1</sup> Yupa Hanboonsong<sup>1\*</sup> and Wirote Khibsuwan<sup>1</sup>

**บทคัดย่อ:** การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้แบบจำลองโลจิสติกเรียกรสชั้นพยากรณ์การระบาดของโรคใบขาวอ้อยสำหรับเป็นข้อมูลเตือนการล่วงหน้าในการวางแผนการป้องกันกำจัดได้ทันการ ผลการวิจัยพบว่าแบบจำลองประกอบด้วยปัจจัยทางกายภาพคือ ปริมาณแสงแดด อุณหภูมิ เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม ในสภาพไร่ที่แปลงอ้อยปลูกและอ้อยคอก ในอำเภอโนนสะอาด จังหวัดอุดรธานี ระหว่างเดือน กุมภาพันธ์ – กรกฎาคม พ.ศ. 2554 ปัจจัยทางชีวภาพ คือจำนวนแมลงพาหะเพลี้ยจักจั่น *Matsumuratetix hiroglyphicus* (Matsumura) โดยใช้กับดักกาวเหนียวร่วมกับแสงไฟล่อแมลงรวมทั้งการสำรวจการเกิดโรคใบขาว ผลจากการใช้แบบจำลองโลจิสติกพยากรณ์การระบาดของโรคใบขาว พบว่ามีค่าการระบาดของโรคใบขาวใกล้เคียงกับการสำรวจในสภาพไร่ มีค่าความแม่นยำของอ้อยปลูก ( $R^2 = 0.785$  และ  $0.716$ ) มากกว่าอ้อยคอก ( $R^2 = 0.506$  และ  $0.595$ )

**คำสำคัญ:** การพยากรณ์ ไฟโตพลาสมาและเพลี้ยจักจั่น

**Abstract:** The objective of this study is to use a logistic regression model to forecast the disease outbreak as basic data for disease control decision making process for farmers. The model consists of physical factor and biological factor. The physical factor is weather data (sunlight, temperature, humidity and wind speed) collected from seeding sugarcane planting and ratoon sugarcane fields at, Udon Thani province, during the period of February to July 2011. The biological factor is the numbers of insect vectors *Matsumuratetix hiroglyphicus* (Matsumura) collected from light trap. Sugarcane white leaf symptoms were also recorded. The use of constructed logistic regression model resulted in similar prediction of the occurrence of white leaf disease from model compared to field survey data. Using the logistic model for prediction sugarcane white leaf disease occurrence from the seeding sugarcane planting field was higher accuracy ( $R^2 = 0.785$  and  $0.716$ ) than from the ratoon sugarcane field ( $R^2 = 0.506$  and  $0.595$ ).

**Keywords:** prediction, phytoplasma and leaf hopper

<sup>1</sup> สาขากีฏวิทยา ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

Entomology Section Department of Plant Sciences and Agricultural Resource, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, 40002, Thailand

\* Corresponding author: yupa\_han@kku.ac.th @kku.ac.th

## บทนำ

ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกน้ำตาลเป็นอันดับสี่ของโลกรองจาก บราซิล กลุ่มสหภาพยุโรป (EU) และออสเตรเลีย ตามลำดับ ในปี พ.ศ. 2553 ประเทศไทยส่งออกน้ำตาลทั่วโลกกว่า 4.48 ล้านตัน สร้างรายได้เข้าสู่ประเทศคิดเป็นมูลค่า 70.84 ล้านบาท ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกอ้อยทั่วประเทศ 7,134,846 ไร่ แบ่งออกเป็นภาคเหนือ 1,479,661 ไร่ ภาคกลาง 2,351,094 ไร่ ภาคตะวันออก 454,401 ไร่ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 2,849,690 ไร่ (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2553) แต่ในการผลิตอ้อยในประเทศไทยประสบปัญหาที่สำคัญคือ โรคใบขาว เพราะทำความเสียหายให้แก่อุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลปีละนับพันล้านบาท โดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 3 จังหวัด ได้แก่ อุรธานี ขอนแก่นและมหาสารคาม ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มความรุนแรงมากขึ้น (กรมวิชาการเกษตร, 2553) พื้นที่ปลูกอ้อยจังหวัดขอนแก่นประสบปัญหาโรคใบขาวอ้อยทั้งหมดราว 69,863 ไร่ จากพื้นที่ปลูกอ้อยในจังหวัดขอนแก่นที่มีอยู่ทั้งหมด 664,416 ไร่ นับว่าเป็นตัวเลขความเสียหายค่อนข้างสูง นักวิจัยจากกรมวิชาการเกษตรได้สำรวจความเสียหายที่เกิดจากการระบาดของโรคใบขาวของผลผลิตอ้อย ในปีการผลิต 2549/2550 ในอ้อยคอกบอการใบขาวอ้อยระบาดประมาณ 34-37 % และทำให้สูญเสียผลผลิตเฉลี่ย 22-74 % เกษตรกรต้องรื้อไถแปลงทิ้งไม่สามารถเก็บไว้ต่อได้ (ทักษิณา, 2550) สำหรับโรคใบขาวอ้อยมีเชื้อไฟโตพลาสมาเป็นเชื้อสาเหตุ ในการถ่ายทอดเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุโรคใบขาวอ้อยสามารถถ่ายทอดได้ 2 วิธี คือ ทางท่อนพันธุ์อ้อยและแมลงพาหะเลี้ยงจักจั่น 2 ชนิด คือ *Matsumuratettix hiroglyphicus* (Matsumura) และ *Yamatotettix flavoittatus* (Hanboonsong et al., 2006) ปัจจัยของการระบาดของโรคใบขาวและแมลงพาหะนำโรคขึ้นกับสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิและความชื้น พืชอาหารและศัตรูธรรมชาติ นอกจากนี้ยังขึ้นกับจำนวนประชากรและระยะการพัฒนาของโรค

และแมลง ณ เวลานั้นๆ (Hilbert, 1995) ปัจจุบันยังไม่มีวิธีการใดที่มีประสิทธิภาพในป้องกันกำจัดโรคใบขาวอ้อยได้ นอกจากการจัดการจัดการต่างๆที่เหมาะสมเพื่อลดความรุนแรงและการแพร่ระบาดของโรค เช่น การใช้สารต้านเชื้อ การใช้ความร้อน การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อผลิตพันธุ์อ้อยปลอดโรค การเขตรกรรม การปลูกพืชสลับเพื่อตัดวงจรโรค เป็นต้น ดังนั้น จึงจำเป็นต้องใช้แบบจำลองโรคเชิงสถิติหรือการสุ่ม เพื่อประเมินประชากรและการระบาดของโรคและแมลงพาหะ เพื่อสามารถคาดการณ์สถานการณ์การผลิตที่วิกฤตได้ล่วงหน้าและแก้ปัญหาได้ทันการณ์

## วิธีการศึกษา

การเลือกพื้นที่ศึกษา เลือกสำรวจพื้นที่ที่มีการระบาดของโรคใบขาวรุนแรง ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คือ อำเภอโนนสะอาด จังหวัดอุรธานี คิดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพอากาศอัตโนมัติเพื่อเก็บข้อมูล แสง อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม และปริมาณน้ำฝน ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญต่ออัตราการขยายประชากรของโรคและแมลงพาหะเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการแพร่ระบาดและสภาพแวดล้อม (Figure 1)

การสำรวจโรคใบขาวและแมลงพาหะ สำรวจความรุนแรงของโรคใบขาวอ้อยพันธุ์ K88-92 ในพื้นที่ 1 ไร่ต่อแปลง จำนวน 4 แปลง แบ่งออกเป็นอ้อยปลูกจำนวน 2 แปลง และอ้อยคอกไว้ต่อหนึ่งจำนวน 2 แปลง ออกสำรวจทุก 2 สัปดาห์ ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึงกรกฎาคม พ.ศ. 2554 โดยนับจำนวนต้นที่แสดงอาการใบขาวในแต่ละแปลง และใช้กับดักแสงไฟล่อแมลงพาหะ *Matsumuratettix hiroglyphicus* มาคิดในแผ่นพลาสติกที่ทาขาวไว้แล้ว นำแมลงมาตรวจนับต่อไปในห้องปฏิบัติการ สาขาวิชากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

การพัฒนาแบบจำลอง ใช้แบบจำลองโลจิสติกกรีเกรสชัน (Model development) สำหรับการพยากรณ์การระบาดของหน้าของโรคใบขาวอ้อย ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกนำข้อมูลสภาพภูมิอากาศรายวันที่บันทึกไว้ล่วงหน้า ได้แก่ ความเข้มแสง อุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิสูงสุด ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และปริมาณน้ำฝน นำมาพิจารณาพร้อมกับข้อมูลจำนวนแมลงพาหะ ซึ่งเป็นปัจจัยในการเกิดโรคใบขาววิเคราะห์ข้อมูลจาก PROC CORR in SAS (version 9.1; SAS Institute Inc., Cary, NC) ขั้นตอนที่สองเป็นการจำลองการเกิดโรคจากค่าพารามิเตอร์ของปัจจัยต่างๆ วิเคราะห์ข้อมูลจาก PROC LOGISTIC in SAS แล้วนำไปคำนวณด้วยฟังก์ชันโลจิสติกกรีเกรสชันเพื่อการพยากรณ์การเกิดโรคใบขาวมีสมการดังต่อไปนี้ คือ

$$\text{Prob (event)} = e^{(\beta_0 + \beta_1 X)} / (1 + e^{(\beta_0 + \beta_1 X)})$$

#### การทดสอบความสอดคล้อง

การทดสอบความสอดคล้อง (Model validation) เป็นการทดสอบความแม่นยำของแบบจำลอง ซึ่งได้จากค่าสหสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์แบบจำลองโลจิสติกกรีเกรสชันกับข้อมูลเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคใบขาวในสภาพไร่ จากการสำรวจใน 4 แปลงอำเภอโนนสะอาด จังหวัดอุดรธานี ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนกรกฎาคม 2554

#### ผลการศึกษาและวิจารณ์

การสำรวจโรคใบขาวและแมลงพาหะ จากการสำรวจพบว่าแปลงอ้อยปลูกมีการแสดงอาการใบขาวมากที่สุดเดือนกรกฎาคมเท่ากับ  $1.11 \pm 0.73$  เปอร์เซ็นต์ ส่วนแปลงอ้อยดอมีการแสดงอาการใบขาวมากที่สุดเดือนกรกฎาคมเท่ากับ  $56.95 \pm 32.39$  เปอร์เซ็นต์ อาจเป็นไปได้ว่าอ้อยดออาจมีเชื้อไฟโตพลาสมาแอบแฝงมาอยู่แล้วในตอไว้ และอาการของโรคแสดงออกมาทีหลัง และจำนวนแมลงพาหะที่พบมากที่สุดในเดือนกรกฎาคม มีจำนวนแมลงพาหะเฉลี่ยมากที่สุด แต่พบจำนวนแมลงพาหะ *M. hiroglyphicus*

ในอ้อยปลูก ( $488 \pm 76.77$  ตัว) มากกว่าอ้อยดอ ( $184.75 \pm 91.47$  ตัว) อาจเนื่องจากว่าอ้อยปลูกเป็นพืชอาหารที่มีความสมบูรณ์ของดินอ้อยและมีสีเขียวสดมากกว่าอ้อยดอ จากการทดลองการเข้าหาอาหารของแมลงพบว่าสีเขียวของพืชสามารถดึงดูดแมลงได้ดีกว่าสีขาว (Bernays and Chapman, 1994)

การพัฒนาแบบจำลองและการทดสอบความสอดคล้อง จากการพัฒนาแบบจำลองโลจิสติกกรีเกรสชันประกอบด้วย ข้อมูลสภาพภูมิอากาศรายวันที่ เช่น ความเข้มแสง อุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิสูงสุด ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และปริมาณน้ำฝน นำมาพิจารณาร่วมกับข้อมูลจำนวนแมลงพาหะ *M. hiroglyphicus* จากการใช้แบบจำลองโลจิสติกกรีเกรสชันพยากรณ์การเกิดโรคใบขาวอ้อย พบว่าแปลงอ้อยดอมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคใบขาว มากกว่าแปลงอ้อยปลูก และเปรียบเทียบค่าพยากรณ์การระบาดของโรคใบขาวมีค่าใกล้เคียงกับการสำรวจในสภาพไร่ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากกรวิเคราะห์มาการทดสอบความสอดคล้องของแบบจำลอง จากค่าสหสัมพันธ์ ( $R^2$ ) ของข้อมูลที่ได้จากการแบบจำลองโลจิสติกกรีเกรสชันกับข้อมูลการเกิดโรคใบขาวจากการสำรวจในสภาพไร่ (Table 1) พบว่าค่าสหสัมพันธ์รวมทั้งแปลงอ้อยปลูกและอ้อยดอ มีค่าความแม่นยำเท่ากับ 67.7% ( $R^2 = 0.677$ ) (Figure 2) เมื่อทดสอบความสอดคล้องในแต่ละแปลงจะเห็นได้ว่าในแปลงอ้อยปลูก มีค่าความแม่นยำเท่ากับ 71.60 - 78.50% ( $R^2 = 0.785$  และ 0.716) ซึ่งมีค่าความแม่นยำสูง เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงอ้อยดอมีค่าความแม่นยำเท่ากับ 50.60 - 59.50% ( $R^2 = 0.506$  และ 0.595) เนื่องจากข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์ในแบบจำลองประกอบไปด้วย สภาพภูมิอากาศและจำนวนแมลงพาหะ *M. hiroglyphicus* เมื่อใช้ทดสอบในแปลงอ้อยปลูกเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคใบขาวจะมีความสัมพันธ์กับจำนวนแมลงพาหะ *M. hiroglyphicus* ในขณะนั้น จึงทำให้การพยากรณ์ของแบบจำลองมีค่าความแม่นยำสูง แต่เมื่อใช้ทดสอบกับแปลงอ้อยดอจะมีความแม่นยำน้อยกว่าเนื่องจากว่าเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคใบขาว

อาจจะไม่ได้สัมพันธ์กับจำนวนแมลงพาหะ *M hiroglyphicus* ในขณะนั้น เพราะในอ้อยต่ออาจจะติดเชื้อไฟโตพลาสมาสาเหตุของโรคใบขาวอ้อยมาก่อนจึงทำให้การพยากรณ์ของแบบจำลองมีค่าความแม่นยำน้อยลง โดยทั่วไปสมการที่มักนำไปใช้ควรมีค่า  $R^2$  อย่างน้อย 0.75 ดังนั้นจากศึกษาครั้งนี้อ้อยปลูกและอ้อยต่อ มีค่า  $R^2$  เท่ากับ 71.60 - 78.50% และ 50.6 - 59.50% ตามลำดับ จึงจำเป็นต้องเพิ่มฤดูกาลสำรวจและข้อมูลปัจจัยต่างๆให้ครอบคลุมมากขึ้น เพื่อพัฒนาแบบจำลองให้มีความแม่นยำในการพยากรณ์โรคใบขาวอ้อยให้มากขึ้น

### สรุป

การพัฒนาแบบจำลองโลจิสติกส์เกรสชันจากข้อมูลสภาพภูมิอากาศ เช่น ความเข้มแสง อุณหภูมิต่ำสุด อุณหภูมิสูงสุด ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และปริมาณน้ำฝน นำมาพิจารณาพร้อมกับข้อมูลจำนวนแมลงพาหะ *M. hiroglyphicus* ซึ่งเป็นปัจจัยในการเกิดโรคใบขาวอ้อย แล้วนำไปคำนวณด้วยฟังก์ชันโลจิสติกส์เกรสชันเพื่อการพยากรณ์การเกิดโรคใบขาวอ้อย ผลจากการใช้แบบจำลองโลจิสติกพยากรณ์การระบาดของโรคใบขาวอ้อย พบว่ามีค่าการระบาดของโรคใบขาวอ้อยใกล้เคียงกับการสำรวจในสภาพไร่ และจากการทดสอบความสอดคล้องพบว่ามีค่าความแม่นยำของอ้อยปลูก (78.50 - 71.60%) มากกว่าอ้อยต่อ (50.6 - 59.50%) การศึกษาครั้งนี้ได้ข้อมูลจากการสำรวจเพียงฤดูกาลเดียวดังนั้นจึงจำเป็นต้องเพิ่มฤดูกาลสำรวจและข้อมูลปัจจัยต่างๆให้ครอบคลุมมากขึ้น เช่น ข้อมูลจากการทดสอบอัตราพัฒนาการและการขยายพันธุ์ของแมลงโดยใช้ห้องควบคุมอุณหภูมิ (degree day) ข้อมูลการกระจายของการเกิดโรค เป็นต้น เพื่อพัฒนาแบบจำลองให้มีความแม่นยำในการพยากรณ์การระบาดของโรคใบขาวอ้อยให้มากขึ้น

### คำขอบคุณ

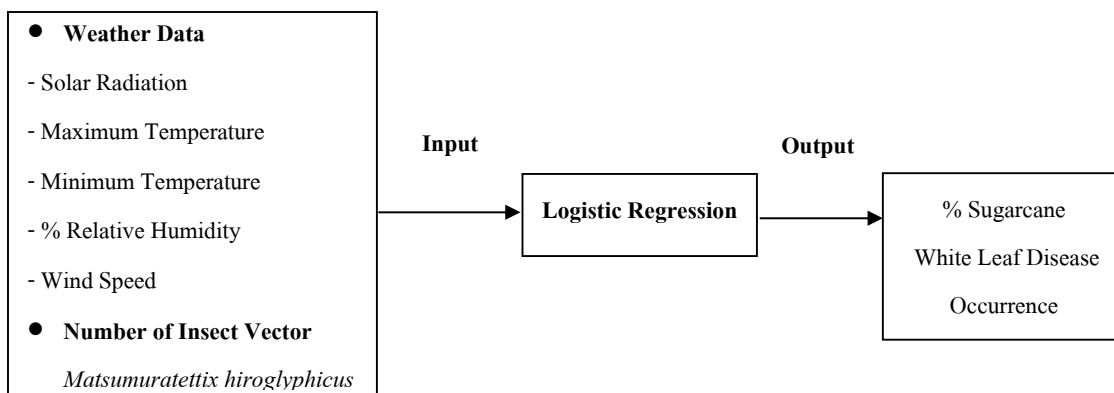
ขอบคุณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่ให้การสนับสนุนการทำวิจัย ในครั้งนี้

### เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2553. สรุปข่าวสารการเกษตร. สืบค้นข้อมูลจาก <http://www.doa.go.th/th/ShowArticles.aspx?id=3208>. เมื่อวันที่ 28 กันยายน 2554.
- เกริก ปิ่นแห่งเพชร, युพา หาญบุญทรง, วิโรจน์ ขลิบสุวรรณ และสถาพร ไพบูลย์ศักดิ์. 2553. โปรแกรมพยากรณ์พื้นที่เสี่ยงต่อการระบาดของโรคใบขาวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. เอกสารสัมมนาหลักสูตรด้านความรู้ อ้อยและน้ำตาลทราย. สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย.
- ทักษิณา สันตยะวิชัย. 2550. การตรวจวินิจฉัยระดับความเสียหายจากโรคใบขาวอ้อย. สืบค้นข้อมูลจาก <http://www.ekaset.net>. เมื่อวันที่ 28 กันยายน 2554.
- สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. 2553. รายงานการส่งออกน้ำตาลไปนอกราชอาณาจักรจำแนกตามประเทศปลายทาง ยอดสะสมเดือนมกราคม-ธันวาคม 2553. สืบค้นข้อมูลจาก <http://ocsb.go.th>. เมื่อวันที่ 10 สิงหาคม 2554.
- Hanboonsong, Y., C. Choosai, S. Panyim, and S. Damak. 2002. Transovarial transmission of sugarcane white leaf phytoplasma in the insect vector *Matsumuratettix hiroglyphicus* (Matsumura). *Insect Molecular Biology* 11:97-103.

Stokes, M.E., C.S. Davis and G.G. Koch. 1995. Categorical Data Analysis Using the SAS System. SAS Institute, Cary, NC.

Bernays, E.A. and R.F. Chapman. 1994. Host Plant Selection by Phytophagous Insects, New York.



**Figure 1.** The factors for input to construction the logistic regression model (ดัดแปลงจาก เกรวิกและคณะ, 2553)

**Table1.** Comparison of the model generated data and observed data at 4 locations

Province (Udon Thani)	Logistic regression and correlation coefficient		
	INT <sup>1</sup>	Slope <sup>2</sup>	R-square <sup>3</sup>
Site 1 Ratoon Cane	0.745	1.139	0.595
Site 2 Seeding Cane	-2.180	9.571	0.785
Site 3 Ratoon Cane	0.167	1.790	0.506
Site 4 Seeding Cane	10.007	0.429	0.716
Sum Locations	4.491	0.568	0.677

<sup>1</sup> Interception; <sup>2</sup> Slope of generated data versus observed; <sup>3</sup> Correlation squared

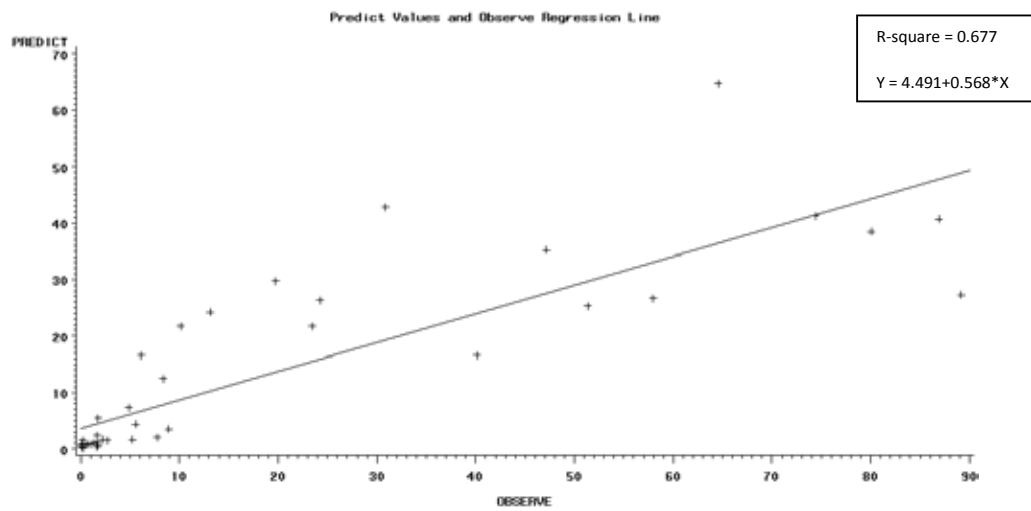


Figure 2. The scatter plot of sugarcane white leaf data: observed showing a correlation and a linear regression line