

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด ปี 2558

1. ชุดโครงการวิจัย วิจัยและพัฒนาถั่วเหลือง
2. โครงการวิจัย การศึกษาและพัฒนาถั่วเหลือง
 กิจกรรม เทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตถั่วเหลือง
 กิจกรรมย่อยที่ 2.1 เทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตถั่วเหลือง
3. ชื่อการทดลอง ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการระบาดของ
 ของโรคและแมลงศัตรูถั่วเหลือง
 The Effect of climate change on the spread of disease and pests
 of soybean.
4. คณะผู้ดำเนินงาน
 หัวหน้าการทดลอง นางสาวกัลยา วิสี สังกัด ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่
 ผู้ร่วมงาน นางสาวพรพรรณ สุทธิรัมย์ สังกัด ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่
 นางจรงค์ษ์ พันธุ์ไชยศรี สังกัด ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่

5. บทคัดย่อ

การวิจัยผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อการระบาดของโรคและแมลงศัตรูถั่วเหลือง ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ วางแผนการทดลองแบบ Split plot จำนวน 3 ซ้ำ มีปัจจัยหลัก คือ วันปลูก จำนวน 5 วันปลูก (ห่างกันทุก 15 วัน) และ Sub plot เป็น ถั่วเหลือง 4 พันธุ์ ได้แก่ สุโขทัย 1 สจ. 5 เชียงใหม่ 60 และ CM9513-3 สภาพภูมิอากาศในแต่ละช่วงปลูกมีความแตกต่างกันในฤดูแล้ง อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 31.0 - 39.0 °C อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยต่ำ (12.0-23.1) ค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 60.4 - 72.9 ปริมาณน้ำฝนสะสม 5.1-173 มิลลิเมตร ในฤดูฝน อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 28.8 -35.2 °C ไม่ต่างกันในแต่ละช่วงปลูก อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยสูงกว่าฤดูแล้ง (13.3-24.8) ค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยสูง 70.4 - 84.2 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณน้ำฝนสะสมสูง 145-665 มิลลิเมตร การเกิดโรคโคนเน่าดำ เกิดในฤดูแล้งปี 2556 และฤดูฝนปี 2558 ที่มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างรุนแรง อุณหภูมิสูงสุดเพิ่มขึ้นมากกว่า 35 °C และมีความชื้นสูงมากกว่า 72 % การเกิดโรคราสนิม เกิดในทุกฤดู ยกเว้นฤดูแล้งปี 2558 ซึ่งพบว่า อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยสูงกว่า 23 °C ทุกช่วงปลูก ความรุนแรงของโรคราสนิมขึ้นอยู่กับอุณหภูมิเฉลี่ยและความชื้นของแต่ละช่วงปลูก ปริมาณแมลงหิวข้าวและเพลี้ยอ่อนมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับอุณหภูมิสูงสุดที่เพิ่มขึ้น และมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกับปริมาณน้ำฝนสะสมที่เพิ่มขึ้นมากกว่า 200 มิลลิเมตร ในแต่ละช่วงปลูก

คำหลัก: การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ, โรคถั่วเหลือง, โรคราสนิม , โรคโคนเน่าดำ, แมลงศัตรูถั่วเหลือง, แมลงหิวข้าว, เพลี้ยอ่อน,

Abstract

Experiments conducted at Chiang Mai. Field crop Research Center Nong Han district Sai, Chiang Mai. In the dry season and the rainy season of 2013 and 2015 experimental design Split plot design 3 over Main plot is planted every 15 days four times since early November and early June rains and Sub plot is 4 soybean varieties include ST1 SJ5 Chiang Mai 60 and CM 9513-3.

Climate in each planting date is different in the dry season. 31.0-39.0 °C maximum temperature average, minimum temperature average is low (12.0 to 23.1), the average relative humidity of 60.4 to 72.9 and 5.1 to 173 mm of accumulated rainfall. In the rainy season, the average maximum temperature 28.8 -35.2 °C were similar in each planting date. Average minimum temperature higher than the dry season (13.3 to 24.8) and high relative humidity values from 70.4 to 84.2 percent and cumulative rainfall 145-665 mm. High incidence of Charcoal rot in dry season 2013 and rainy season 2015 with a extreme climate change. The maximum temperature increase of more than 35 °C and high humidity over 72 %, the rust disease in every season except dry season 2015, which found that minimum temperature over 23 °C. All of the growing severity of rust up to the average temperature and humidity of the planting date. The white fly and aphids relations in line with the maximum temperature rise. And a relationship in the opposite direction with increasing cumulative rainfall over 145 mm in each planting date.

Key word: climate, soybean disease, soybean insect pests, rust, charcoal rot, white fly , aphids

6. คำนำ

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการระบาดของโรคและแมลง อาจมีผลกระทบต่อการผลิตทางการเกษตร โดยเฉพาะทำให้แมลงศัตรูพืชบางชนิดสามารถอยู่รอดและเพิ่มปริมาณได้เมื่อฤดูกาลเปลี่ยนไป แมลงศัตรูพืชและโรคพืชจากละติจูดต่ำอาจย้ายไปสู่ละติจูดที่สูงขึ้นได้ จึงมีความเสี่ยงต่อการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืชมากขึ้น การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิจะทำให้เชื้อรา แบคทีเรีย โดยเฉพาะเชื้อในดิน ซึ่งทำให้สามารถอยู่รอดได้นานขึ้น สามารถอยู่ข้ามฤดูและเพิ่มปริมาณสูงขึ้น รวมถึงตัวอ่อนและดักแด้ของแมลงศัตรูพืช แต่เชื้อโรคบางชนิด เช่น *Beauveria brassiana* สามารถเจริญได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ 8-35 °C เมื่ออุณหภูมิสูงถึง 37 °C และมีแสงแดดจัดก็ทำให้เชื้อมีความรุนแรงลดลง (Fernandes, *et al.*, 2008) การศึกษาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทยโดยเฉพาะในระบบการผลิตถั่วเหลืองยังขาดอยู่มาก ดังนั้นการศึกษาในด้านนี้ต่อการเกิดโรคและแมลงศัตรูพืชของถั่วเหลืองจึงมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อพัฒนาการผลิตถั่วเหลืองของไทยที่ยั่งยืนต่อไป

7.วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

ถั่วเหลือง 4 พันธุ์ ได้แก่ สุโขทัย 1 สจ. 5 เชียงใหม่ 60 และ CM9513-3
ปุ๋ยเคมีสูตร 12 - 24 - 12

วิธีการทดลอง

การทดลองดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ต.หนองหาร อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ ในฤดูแล้งและฤดูฝนปี 2556 - 2558 วางแผนการทดลองแบบ Split plot design 3 ซ้ำ Main plotเป็น วันปลูกทุก 15 วันรวม 5 ครั้งตั้งแต่กลางพฤศจิกายนและต้นเดือนกรกฎาคมในฤดูฝน และ Sub plot เป็น ถั่วเหลือง 4 พันธุ์ ได้แก่ สุโขทัย 1 สจ. 5 เชียงใหม่ 60 และ CM9513-3 การปลูกถั่วเหลืองตามวันปลูกที่กำหนดโดยปรับวันปลูกตามความจำเป็นในพื้นที่แปลงย่อย 3 x 5 เมตรด้วยระยะปลูก 20 x 50 เซนติเมตร หลุมละ 4-5 เมล็ด แล้วถอนแยกให้เหลือ 3 ต้นต่อหลุมหลังงอก 10-15 วัน ดูแลรักษาตามคำแนะนำการปลูกถั่วเหลืองของกรมวิชาการเกษตร (2545) และเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองสุกแก่เต็มที่ฝักมีสีน้ำตาลร้อยละ 95 (ระยะ R8) ในพื้นที่เก็บเกี่ยว 2 x 4 เมตรและบันทึก การเกิดโรคถั่วเหลือง ปริมาณแมลงถั่วเหลือง ข้อมูลอุตุวิทยามา ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

เวลาและสถานที่

2556 -2558 และสถานที่ทำการทดลอง ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่

8.ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการทดลองในฤดูแล้ง

สภาพภูมิอากาศในแต่ละช่วงปลูก(Table 1) อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยของฤดูแล้งปี 2556 มีค่าสูงกว่าในปี 2557 และ 2558 โดยช่วงปลูกวันที่ 3 (ต้นเดือนมกราคม) และ 4 (กลางเดือนมกราคม) มีค่าสูงถึง 38 และ 39°C อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยพบว่า ฤดูแล้งปี 2556 มีค่าต่ำกว่า 15°C ในขณะที่ฤดูแล้งปี 2558 มีค่าค่อนข้างสูง มีค่าสูงกว่า 18.3-23.1°C ความชื้นเฉลี่ยแต่ละช่วงปลูก พบว่า ในฤดูแล้งปี 2556 มีค่าสูงกว่า 72 % ในช่วงปลูกที่ 3 (ต้นเดือนมกราคม) และ 4 (กลางเดือนมกราคม) ส่วนปริมาณน้ำฝนสะสม พบว่า ในฤดูแล้งปี 2557 มีปริมาณน้ำฝนสะสมน้อยมาก มีค่าน้อยกว่า 50 มิลลิเมตร

การทดลองในฤดูแล้ง 2556

เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราสนิมในแต่ละช่วงปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติ(Table 2) โดยช่วงปลูกที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคสูงคือ ช่วงปลูกที่ 5 (10 มกราคม 2556) และ 4 (24 มกราคม 2556) มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราสนิม 13.3 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราสนิมในแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคสูงคือ พันธุ์ สจ. 5 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราสนิม 7.3 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปัจจัยของช่วงปลูก และพันธุ์มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน (Table 3) โดยพันธุ์ สท..1 เชียงใหม่ 60 และ MJ 9513-3 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคสูง ในช่วงปลูกที่ 5 (10 มกราคม 2556) และ 4 (24 มกราคม 2556)

เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคโคนเน่าดำในแต่ละช่วงปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 2) โดยช่วงปลูกที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคสูงคือ ช่วงปลูกที่ 5 (10 มกราคม 2556) และ 4 (24 มกราคม 2556) มีเปอร์เซ็นต์การเกิด

โรค 14.18 และ 11.08 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเน่าดำในแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคสูงคือ พันธุ์ MJ 9513-3 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 22.96 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปัจจัยของช่วงปลูกและพันธุ์มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน (Table 3) โดยพันธุ์ MJ 9513-3 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคสูง ในช่วงปลูกที่ 5 (24 มกราคม 2557)

ปริมาณแมลงหริ่งขาวในแต่ละช่วงปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 5) โดยช่วงปลูกที่มีปริมาณแมลงหริ่งขาวสูงคือ ช่วงปลูกที่ 5 (14 มกราคม 2557) และช่วงปลูกที่ 4 (10 มกราคม 2557) มีปริมาณแมลงหริ่งขาว 1.70 และ 1.55 ตัวต่อต้น ปริมาณแมลงหริ่งขาวในแต่ละพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนปัจจัยของช่วงปลูกและพันธุ์ไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน

ปริมาณเพลี้ยอ่อนในแต่ละช่วงปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 5) โดยช่วงปลูกที่มีปริมาณเพลี้ยอ่อนสูงคือ ช่วงปลูกที่ 4 (10 มกราคม 2557) มีปริมาณเพลี้ยอ่อน 7.96 ตัวต่อต้น ปริมาณเพลี้ยอ่อนในแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันทางสถิติ พันธุ์ สจ. 5 มีปริมาณเพลี้ยอ่อนสูงสุด ส่วนปัจจัยของช่วงปลูกและพันธุ์มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน (Table 6) โดยทุกพันธุ์มีปริมาณเพลี้ยอ่อนสูงสุดที่ช่วงปลูกที่ 4 (10 มกราคม 2557)

ผลผลิตเฉลี่ยในแต่ละช่วงปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (Table 7) ช่วงปลูกที่ 2 (11 ธันวาคม 2555) ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 339 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาได้แก่ ช่วงปลูกที่ 1 (26 พฤศจิกายน 2555) จำนวน 281 กิโลกรัมต่อไร่ ช่วงปลูกที่ 1 (26 ธันวาคม 2555) จำนวน 261 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนปัจจัยของช่วงปลูกและพันธุ์มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันโดยแต่ละพันธุ์ให้ผลผลิตสูงสุดเมื่อปลูกในช่วงปลูกที่ 2 (11 ธันวาคม 2555) สายพันธุ์ MJ 9513-3 ให้ผลผลิต 362 กิโลกรัมต่อไร่ สจ. 5 ให้ผลผลิต 355 กิโลกรัมต่อไร่ เชียงใหม่ 60 ให้ผลผลิต 337 กิโลกรัมต่อไร่ และพันธุ์ สท. 1 ให้ผลผลิต 302 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

การทดลองในฤดูแล้ง ปี 2557

เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราสนิมในแต่ละช่วงปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 2) โดยช่วงปลูกที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคสูงคือ ช่วงปลูกที่ 5 (14 มกราคม 2557) มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราสนิม 21.3 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราสนิมในแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคสูงคือ พันธุ์ MJ 9513-3 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราสนิม 19.3 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปัจจัยของช่วงปลูกและพันธุ์มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน (Table 4) โดยพันธุ์ สท.1 เชียงใหม่ 60 และ MJ 9513-3 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคสูง ในช่วงปลูกที่ 5 (14 มกราคม 2557)

ปริมาณแมลงหริ่งขาวในแต่ละช่วงปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 4) โดยช่วงปลูกที่มีปริมาณแมลงหริ่งขาวสูงคือ ช่วงปลูกที่ 1 (15 พฤศจิกายน 2556) และช่วงปลูกที่ 5 (14 มกราคม 2557) มีปริมาณแมลงหริ่งขาว 1.05 และ 0.87 ตัวต่อต้น ปริมาณแมลงหริ่งขาวในแต่ละพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนปัจจัยของช่วงปลูกและพันธุ์ไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน

ปริมาณเพลี้ยอ่อนในแต่ละช่วงปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 4) โดยช่วงปลูกที่มีปริมาณเพลี้ยอ่อนสูงคือ ช่วงปลูกที่ 1 (15 พฤศจิกายน 2556) มีปริมาณเพลี้ยอ่อน 2.44 ตัวต่อต้น ปริมาณเพลี้ยอ่อนในแต่ละพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนปัจจัยของช่วงปลูกและพันธุ์ไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน

ผลผลิตเฉลี่ยของแต่ละช่วงปลูกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 7) ผลผลิตเฉลี่ยในแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์ที่มีผลผลิตสูงคือ พันธุ์เชียงใหม่ 60 และ สจ.5 ให้ผลผลิต 341 และ 338 กิโลกรัมต่อไร่ และพันธุ์ MJ 9513-3 ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำสุด เท่ากับ 298 กิโลกรัมต่อไร่ ปัจจัยของช่วงปลูกและพันธุ์มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน (Table 8) โดยถั่วเหลืองพันธุ์ สท.1 สจ. 5 และเชียงใหม่ 60 ได้ผลผลิตสูงสุดในช่วงปลูกที่ 2 (16 ธันวาคม 2556) ส่วนพันธุ์ MJ 9513-3 ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงเมื่อปลูกที่ช่วงปลูกที่ 4 (2 มกราคม 2557) เท่ากับ 347 กิโลกรัมต่อไร่

การทดลองในฤดูแล้ง ปี 2558

เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราสนิม (Table 2) พบว่า ปัจจัยของช่วงปลูกและพันธุ์ไม่พบว่ามีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน ในแต่ละช่วงปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยช่วงปลูกที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคสูงคือ ช่วงปลูกที่ 1 (14 พฤศจิกายน 2557) มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราสนิม 11.3 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราสนิมในแต่ละพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ปริมาณแมลงหริ่งขาว (Table 5) ไม่พบปฏิสัมพันธ์ร่วมกันของปัจจัยช่วงปลูกและพันธุ์ ในแต่ละช่วงปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยช่วงปลูกที่มีปริมาณแมลงหริ่งขาวสูงคือ ช่วงปลูกที่ 1 (14 พฤศจิกายน 2557) และ ช่วงปลูกที่ 2 (28 พฤศจิกายน 2557) มีปริมาณแมลงหริ่งขาว 1.8 และ 1.7 ตัวต่อต้น ปริมาณแมลงหริ่งขาวในแต่ละพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ปริมาณเพลี้ยอ่อนในแต่ละช่วงปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 5) โดยช่วงปลูกที่มีปริมาณเพลี้ยอ่อนสูงคือ ช่วงปลูกที่ 5 (19 มกราคม 2558) มีปริมาณเพลี้ยอ่อน 6.9 ตัวต่อต้น ปริมาณเพลี้ยอ่อนในแต่ละพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันปัจจัยของช่วงปลูกและพันธุ์ (Table 8) โดยถั่วเหลืองพันธุ์ สท. 1 สจ. 5 และเชียงใหม่ 60 ได้ผลผลิตสูงสุดในช่วงปลูกที่ 2 (28 พฤศจิกายน 2557) จนถึงช่วงปลูกที่ 5 (19 มกราคม 2558) ได้ผลผลิตช่วง 380-495 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนพันธุ์ MJ 9513-3 ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงเมื่อปลูกที่ช่วงปลูกที่ 5 (19 มกราคม 2558) เท่ากับ 343 กิโลกรัมต่อไร่

เมื่อนำเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราสนิม โรคโคนเน่าดำ ปริมาณแมลงหริ่งขาวและปริมาณเพลี้ยอ่อนของถั่วเหลืองในแต่ละช่วงปลูกในฤดูแล้งปี 2556-2558 มาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันซึ่งเป็นสถิติที่ใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้แก่เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราสนิม โรคโคนเน่าดำ ปริมาณแมลงหริ่งขาวและปริมาณเพลี้ยอ่อน กับ ค่าอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย ค่าอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย ความชื้นเฉลี่ย และปริมาณน้ำฝนสะสม พบว่าโรคโคนเน่าดำมีความสัมพันธ์ทางบวกมากที่สุดกับค่าอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย ($r^2 = 0.4791$) เมื่ออุณหภูมิสูงสุดเพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์การโรคโคนเน่าดำเพิ่มมากด้วยสอดคล้องกับ Ron (1999) โรคโคนเน่าดำทำให้เกิดความเสียหายผลผลิตเมื่อดินมีอุณหภูมิสูงที่ 30-35 °C เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคโคนเน่าดำในฤดูแล้งปี 2556 พบว่า ระหว่างวันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2556 ถึงวันที่ 3 มีนาคม 2556 มีอุณหภูมิสูงสุดมากกว่า 36.5 °C และเมื่อ วันที่ 3 มีนาคม มีฝนตกลงมา 15.5 มิลลิเมตร ความชื้นเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 65 เป็น 82 เปอร์เซ็นต์ เป็นสภาพต่อการเกิดโรคราสนิม ประกอบกับถั่วเหลืองที่ปลูกช่วงปลูกที่ 4 และ 5 มีการเจริญเติบโตในช่วง Reproductive ซึ่งเป็นระยะที่ถั่วเหลืองอ่อนแอ (ช่วงปลูกที่ 4 และ 5 ในวันที่ 3 มีนาคม 2556 อยู่ในช่วง 54 และ 40 วัน) สอดคล้องกับ Darcy (2005) พบว่าโรค

โรคเน่าดำเชื้อสาเหตุอาศัยอยู่ในดินสามารถเข้าสู่ต้นถั่วเหลืองได้ทุกระยะการเจริญเติบโต สามารถอยู่รอดได้ในสภาพความชื้นต่ำ สภาพพร้อมและแห้งแล้งเป็นสภาพที่ส่งเสริมให้โรครุนแรงมากขึ้นเมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมแก่การเกิดโรคเมื่อมีความชื้นสูงพอให้ปรากฏโรคได้ตั้งแต่ระยะ R1- R7 ส่วนปริมาณแมลงหิวข้าวและปริมาณเพลี้ยอ่อนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับอุณหภูมิสูงสุด($r^2 = 0.6681$ และ $r^2 = 0.3210$)

การทดลองในฤดูฝน

การทดลองในฤดูฝน 2556 เพอร์เซ็นต์การเกิดโรคราสนิมในแต่ละช่วงปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 10) โดยช่วงปลูกที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคสูงคือ ช่วงปลูกที่ 4 (14 สิงหาคม 2556) และ 5 (28 สิงหาคม 2556) เพอร์เซ็นต์การเกิดโรคราสนิมในแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคสูงคือ พันธุ์ สจ. 5 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 8.00 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปัจจัยของช่วงปลูกและพันธุ์มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน (Table 11) โดยพันธุ์ สจ. 5 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคสูง ในช่วงปลูกที่ 5 (28 สิงหาคม 2556)

ปริมาณแมลงหิวข้าวในแต่ละช่วงปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 14) โดยช่วงปลูกที่มีปริมาณแมลงหิวข้าวสูงคือ ช่วงปลูกที่ 1 (2 มิถุนายน 2556) ปริมาณแมลงหิวข้าวในแต่ละพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนปัจจัยของช่วงปลูกและพันธุ์ไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน

ปริมาณเพลี้ยอ่อนในแต่ละช่วงปลูกและแต่ละพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 14) ส่วนปัจจัยของช่วงปลูกและพันธุ์ไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันเช่นกัน

ผลผลิตเฉลี่ยของแต่ละช่วงปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 16) โดยช่วงปลูกที่ 1 (2 กรกฎาคม 2556) ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงที่สุด จำนวน 351 กิโลกรัมต่อไร่ ช่วงปลูกที่ 5 (29 สิงหาคม 2556) ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำที่สุด จำนวน 245 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ผลผลิตเฉลี่ยในแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์ที่มีผลผลิตสูงคือ พันธุ์เชียงใหม่ 60 ให้ผลผลิต 337 กิโลกรัมต่อไร่ และพันธุ์ MJ 9513-3 ให้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 320 กิโลกรัมต่อไร่ ปัจจัยของช่วงปลูกและพันธุ์มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน (Table 17) โดยถั่วเหลืองพันธุ์ สท. 1 และ สจ. 5 ได้ผลผลิตสูงที่สุดในช่วงปลูกที่ 2 (16 กรกฎาคม 2556) ส่วนพันธุ์ เชียงใหม่ 60 และ MJ 9513-3 ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงเมื่อปลูกในช่วงปลูกที่ 1 (16 กรกฎาคม 2556) เท่ากับ 470 และ 467 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

การทดลองในฤดูฝน ปี 2557

เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราสนิมในแต่ละช่วงปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 10) โดยช่วงปลูกที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคสูงคือ ช่วงปลูกที่ 4 (18 สิงหาคม 2557) เพอร์เซ็นต์การเกิดโรคราสนิมในแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคสูงคือ พันธุ์ สจ. 5 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 1.67 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปัจจัยของช่วงปลูกและพันธุ์มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน (Table 12) โดยพันธุ์ สจ. 5 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคสูง ในช่วงปลูกที่ 5 (1 กันยายน 2557)

เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคโคนเน่าดำในแต่ละช่วงปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 10) โดยช่วงปลูกที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคสูงคือ ช่วงปลูกที่ 4 (18 สิงหาคม 2557) และช่วงปลูกที่ 5 (1 กันยายน 2557) เพอร์เซ็นต์การเกิดโรคโคนเน่าดำในแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคสูงคือ พันธุ์ MJ 9513-3 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 10.24 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปัจจัยของช่วงปลูกและพันธุ์มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน (Table 12) โดยพันธุ์ MJ 9513-3 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคสูง ในช่วงปลูกที่ 4 (18 สิงหาคม 2557) และช่วงปลูก 5 (1 กันยายน 2557)

ปริมาณแมลงหวี่ขาวในแต่ละช่วงปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 14) โดยช่วงปลูกที่มีปริมาณแมลงหวี่ขาวสูงคือ ช่วงปลูกที่ 2 ถึง ช่วงปลูกที่ 5 มีปริมาณแมลงหวี่ขาว 1.54 – 2.10 ตัวต่อต้น ปริมาณแมลงหวี่ขาวในแต่ละพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนปัจจัยของช่วงปลูกและพันธุ์ไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน

ปริมาณเพลี้ยอ่อนในแต่ละช่วงปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 14) โดยช่วงปลูกที่มีปริมาณเพลี้ยอ่อนสูงคือ ช่วงปลูกที่ 3 (30 กรกฎาคม 2557) มีปริมาณเพลี้ยอ่อน 9.60 ตัวต่อต้น ปริมาณเพลี้ยอ่อนในแต่ละพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนปัจจัยของช่วงปลูกและพันธุ์ไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน

ผลผลิตเฉลี่ยของแต่ละช่วงปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 16) ช่วงปลูกที่ 1 (30 มิถุนายน 2557) และช่วงปลูกที่ 2 (15 กรกฎาคม 2557) ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 300 และ 286 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตเฉลี่ยในแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์ที่มีผลผลิตสูงคือ พันธุ์เชียงใหม่ 60 และ พันธุ์ MJ 9513-3 ให้ผลผลิต 284 และ 274 กิโลกรัมต่อไร่ ปัจจัยของช่วงปลูกและพันธุ์มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน (Table 17) โดยถั่วเหลืองพันธุ์ สจ. 5 เชียงใหม่ 60 และ พันธุ์ MJ 9513-3 ได้ผลผลิตสูงที่สุดในช่วงปลูกที่ 1 (30 มิถุนายน 2557) ส่วนพันธุ์ สท. 1 ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงเมื่อปลูกในช่วงปลูกที่ 4 (18 สิงหาคม 2557) เท่ากับ 304 กิโลกรัมต่อไร่

การทดลองในฤดูฝน ปี 2558

เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคโคนเน่าดำในแต่ละช่วงปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 10) โดยช่วงปลูกที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคสูงคือ ช่วงปลูกที่ 5 (31 สิงหาคม 2558) เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคโคนเน่าดำในแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคสูงคือ พันธุ์ MJ 9513-3 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 21.00 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปัจจัยของช่วงปลูกและพันธุ์มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน (Table 13) โดยพันธุ์ MJ 9513-3 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคสูง ในช่วงปลูกที่ ช่วงปลูก 5 (31 สิงหาคม 2558) มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคสูง 68.00 เปอร์เซ็นต์

ปริมาณแมลงหวี่ขาวในแต่ละช่วงปลูกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 14) ปริมาณแมลงหวี่ขาวในแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์ MJ 9513-3 ปริมาณแมลงหวี่ขาวต่ำที่สุด ส่วนปัจจัยของช่วงปลูกและพันธุ์ไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน

ปริมาณเพลี้ยอ่อนในแต่ละช่วงปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 14) โดยช่วงปลูกที่มีปริมาณเพลี้ยอ่อนสูงคือ ช่วงปลูกที่ 2 (15 กรกฎาคม 2558) มีปริมาณเพลี้ยอ่อน 2.26 ตัวต่อต้น ปริมาณเพลี้ยอ่อนในแต่ละพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนปัจจัยของช่วงปลูกและพันธุ์มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน (Table 15)

ผลผลิตเฉลี่ยของแต่ละช่วงปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 16) ช่วงปลูกที่ 1 (30 มิถุนายน 2558) และช่วงปลูกที่ 2 (15 กรกฎาคม 2558) ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 344 และ 353 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตเฉลี่ยในแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์ที่มีผลผลิตสูงคือ พันธุ์เชียงใหม่ 60 ให้ผลผลิต 322 กิโลกรัมต่อไร่ ปัจจัยของช่วงปลูกและพันธุ์มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน (Table 17) โดยถั่วเหลืองพันธุ์ สจ. 5 เชียงใหม่ 60 และ พันธุ์ MJ 9513-3 ได้ผลผลิตสูงที่สุดในช่วงปลูกที่ 1 (30 มิถุนายน 2558) ส่วนพันธุ์ สท. 1 ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงเมื่อปลูกในช่วงปลูกที่ 2 (15 กรกฎาคม 2558) เท่ากับ 333 กิโลกรัมต่อไร่

เมื่อนำเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราสนิม โรคโคนเน่าดำ ปริมาณแมลงหวี่ขาวและปริมาณเพลี้ยอ่อนของถั่วเหลืองในแต่ละช่วงปลูกในฤดูฝนปี 2556-2558 มาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน กับ ค่าอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย ค่าอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย ความชื้นเฉลี่ย และปริมาณน้ำฝนสะสม พบว่า โรคราสนิมความสัมพันธ์ทางลบมาก

ที่สุดกับค่าอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย ค่าอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย ($r^2 = -0.3628$ และ $r^2 = -0.5640$) โดยในฤดูฝนปี 2556-2558 มีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย อยู่ระหว่าง 28.8 - -35.5 ค่าอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย อยู่ระหว่าง 13.3 - 24.8 ถั่วเหลืองที่ปลูกในฤดูฝนนี้การเกิดโรคราสนิมเมื่ออุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Darío (2006) อุณหภูมิที่เชื้อสาเหตุสามารถการเข้าทำลายคือ 13 - 26 °C และ อุณหภูมิเหมาะสมแก่การเข้าทำลายที่สุด 20 - 23 °C หากอุณหภูมิมากกว่า 28 °C โรคราสนิมจะไม่ปรากฏผลเลย ความชื้นที่เหมาะสมคือ 75- 80 เปอร์เซ็นต์ ส่วนโรคโคนเน่าดำมีความสัมพันธ์ทางลบมากที่สุดกับค่าปริมาณน้ำฝนสะสม ($r^2 = -0.6904$) โดยในฤดูฝนปี 2556-2558 มีปริมาณน้ำฝนสะสมอยู่ระหว่าง 145 - 665 มิลลิเมตร แสดงว่าโรคโคนเน่าดำมีแนวโน้มลดลงเมื่อช่วงปลูกนั้นมีปริมาณเพิ่มขึ้นจาก 145 มิลลิเมตร ทางด้านปริมาณแมลงหริ่งและปริมาณเพลี้ยอ่อนมีความสัมพันธ์ทางลบกับอุณหภูมิสูงสุด และปริมาณน้ำฝนสะสม

9.สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ :

สภาพภูมิอากาศในแต่ละช่วงปลูกมีความแตกต่างกันในฤดูแล้ง อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 31.0-39.0 °C อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยต่ำ (12.0-23.1) ค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 60.4 - 72.9 ปริมาณน้ำฝนสะสม 5.1-173 มิลลิเมตร ในฤดูฝน อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 28.8 -35.2 °C ไม่ต่างกันในแต่ละช่วงปลูก อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยสูงกว่าฤดูแล้ง (13.3-24.8) ค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยสูง 70.4 - 84.2 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณน้ำฝนสะสมสูง 145-665 มิลลิเมตร การเกิดโรคโคนเน่าดำ เกิดในฤดูแล้งปี 2556 และฤดูฝนปี 2558 ที่มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างรุนแรง อุณหภูมิสูงสุดเพิ่มขึ้นมากกว่า 35 °C และมีความชื้นสูงมากกว่า 72 % การเกิดโรคราสนิมเกิดในทุกฤดู ยกเว้นฤดูแล้งปี 2558 ซึ่งพบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่า 28 °C ทุกช่วงปลูก ความรุนแรงของโรคราสนิมขึ้นอยู่กับอุณหภูมิเฉลี่ยและความชื้นของแต่ละช่วงปลูก ปริมาณแมลงหริ่งและเพลี้ยอ่อนมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับอุณหภูมิสูงสุดที่เพิ่มขึ้น และมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกับปริมาณน้ำฝนสะสมที่เพิ่มขึ้นมากกว่า 200 มิลลิเมตร ในแต่ละช่วงปลูก

10.การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ : เผยแพร่

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2545. เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับถั่วเหลือง. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด กรุงเทพฯ. 26 หน้า.

Darcy, P.2005. *Macrophomina phaseolina*. Department of Plant Pathology College of Agriculture and Life Sciences. [ระบุ บ บ อ อ น ไ ล น์] แห ล่ ง สึ บ คั น : http://www.cal.ncsu.edu/course/pp728/Macrophomina/macrophomina_phaseolina.HTM (10 กุมภาพันธ์ 2559)

Dario, N. 2006. Soybean rust life cycle, spore germination and survival. [ระบบออนไลน์]. แหล่งสืบค้น <http://www.plantmanagementnetwork/infecenter/topic/soybeanrust/2006> (10 กุมภาพันธ์ 2559)

Fernandes, E.K.K., Rangel, D.E.N., Moraes, A.M.L., Bittencourt, V.R.E.P. and Robert, D.W. 2008. Cold activity of Beauveria and Metarhizium, and thermotolerance of Beauveria. *Journal of Invertebrate Pathology*. 98: 69-78.

Ron, B.1999. Charcoal Rot Like It Hot. [ระบบออนไลน์] แหล่งสืบค้น :<http://www.m.cornandsoybeandigest.com/charcoal-rot-like-it-hot> (10 กุมภาพันธ์ 2559)

Table 1 The average maximum temperature, average minimum temperature, average relative humidity and cumulative rainfall during planting in dry season 2013-2015

Planting Date		Maturity	Tmax	Tmin	RHav	Total Rain
Planting Date	Harvesting Date					
2013						
26-Nov	1 Mar	96	32.30	12.40	22.4	69.50
11-Dec	18 Mar	98	32.70	12.20	22.5	67.30
26-Dec	10 April	109	38.20	14.50	26.4	72.90
10-Jan	10 April	91	39.00	14.80	26.9	72.30
24-Jan	17 April	84	34.00	13.50	23.8	60.40
2014						
15-Nov	19 Feb	96	29.7	14.2	21.95	71.6
2-Dec	17 Mar	105	31.0	14.9	23.0	67.3
16-Dec	31 Mar	105	32.0	15.0	23.5	64.8
2-Jan	4 April	92	33.3	15.8	24.2	63.7
14-Jan	23 April	99	34.2	17.2	25.7	63.3
2015						
14-Nov	16 Feb	95	33.8	18.3	26.1	65.7
28-Nov	12 Mar	105	34.7	19.3	27.0	64.5
12-Dec	20 Mar	99	35.4	20.0	27.7	63.7
29-Dec	9 April	102	36.6	21.6	29.1	64.3

19-Jan	29 April	101	36.6	23.1	29.9	66.0	207.2
--------	----------	-----	------	------	------	------	-------

Table 2 Percent leaf area infected (Rust) and percent infected plant (Charcoal rot) of soybean as affected by planting dates and varieties at Chiang Mai Field crops Research Center in dry season 2013 -2015.

Treatment	2013		2014		2015	
	Rust	Charcoal rot	Rust	Charcoal rot	Rust	Charcoal rot
Planting Date(a)						
PD1	0.00B	0.00C	7.5E	-	11.3A	-
PD2	0.00B	0.00C	10.8D	-	9.5A	-
PD3	0.00B	8.53B	15.0C	-	4.6B	-
PD4	13.33A	11.08A	18.3B	-	3.6B	-
PD5	13.33A	14.18A	21.3A	-	0.0C	-
F-test	**	**	**	-	**	-
CV (%) a	57.4	13.8	23.3	-	20.7	-
Varieties(b)						
ST1	6.33A	1.62B	14.7B	-	4.6	-
SJ 5	7.33A	2.45B	16.3AB	-	6.3	-
CM 60	2.33C	0.60B	8.0C	-	3.9	-
CM 9513-3	5.33B	22.96A	19.3A	-	8.3	-
F-test	ns	**	**	-	ns	-
CV (%) b	34.9	22.5	21.4	-	20.1	-
F-test S x C	**	**	**	-	ns	-

Mean different letter(s) in each trait are significantly at $P < 0.05$ by LSD.

ns, *, ** = non significant, significant at $P < 0.05$ and significant at $P < 0.01$, respectively.

Table 3 Interaction between planting dates and varieties on percent leaf area infected (Rust) and percent infected plant (Charcoal rot) in dry season 2013.

Planting Date	Varieties				Mean
	ST.1	SJ.5	CM.60	CM9513-3	
Rust					
PD1: 26 NOV	0.00b	0.00b	0.00b	0.00b	0.00
PD2: 11 DEC	0.00b	0.00b	0.00b	0.00b	0.00
PD3: 26 DEC	0.00b	0.00b	0.00b	0.00b	0.00
PD4: 10 JAN	18.33a	16.67a	8.33a	10.00a	13.33
PD5: 24 JAN	13.33a	20.00a	3.33a	16.67a	13.33
Mean	6.33	7.33	2.33	5.33	
	CV (a) = 57.4	CV (b) = 34.9			
Charcoal rot					
PD1: 26 NOV	0.00c	0.00c	0.00b	0.00c	0.00
PD2: 11 DEC	0.00c	0.00c	0.00b	0.00c	0.00
PD3: 26 DEC	2.93a	1.73b	3.00a	29.47b	8.53
PD4: 10 JAN	1.73b	5.60a	0.00b	37.00ab	11.08
PD5: 24 JAN	3.47a	4.93a	0.00b	48.33a	14.18
Mean	1.62	2.45	0.60	22.96	
	CV (a) = 13.8	CV (b) = 22.6			

Mean different letter(s) in each trait are significantly at $P < 0.05$ by LSD.

Table 4 Interaction between planting dates and varieties on percent leaf area infected by Rust in dry season 2014.

Planting Date	Varieties				Mean
	ST.1	SJ.5	CM.60	CM9513-3	
Rust					
PD1: 15-Nov	5.0c	13.3b	0.0c	11.7b	7.5E
PD2: 2-Dec	11.7b	15.0b	3.3c	13.3b	10.8D
PD3: 16-Dec	13.3b	20.0a	8.3b	18.3b	15.0C
PD4: 2-Jan	15.0b	20.0a	13.3a	18.3b	18.3B
PD5: 14-Jan	28.3a	13.3b	15.0a	28.3a	21.3A
Mean	14.7b	16.3b	8.0c	19.3a	
	CV (a) = 23.3	CV (b) = 21.4			

Mean different letter(s) in each trait are significantly at $P < 0.05$ by LSD.

Table 5 The number of White fly and Aphid as affected by planting dates and varieties at Chiang Mai Field crops Research Center in dry season 2013 -2015.

Treatment	2013		2014		2015	
	White fly	Aphid	White fly	Aphid	White fly	Aphid
Planting Date(a)						
PD1	0.37B	0.73D	1.05A	2.44A	0.67	9.60A
PD2	0.16B	0.00E	0.31B	2.14B	1.58	7.28B
PD3	1.48A	2.59C	0.50B	0.46B	2.10	3.30C
PD4	1.55A	7.96A	0.54B	0.42B	1.94	2.58C
PD5	1.70A	5.50B	0.87A	2.14A	1.54	0.14D
F-test	**	**	**	**	ns	**
CV (%) a	27.8	31.7	30.7	33.5	49.6	35.8
Cultivar(b)						
ST1	1.08	3.38B	0.69	0.89	1.4	4.91
SJ 5	1.07	4.85A	0.69	1.09	1.3	4.70
CM 60	1.10	3.73B	0.67	1.41	1.2	4.67
CM 9513-3	0.97	1.47C	0.59	1.08	1.1	4.06
F-test	ns	**	ns	ns	ns	ns
F-test S x C	ns	**	ns	ns	ns	ns

CV (%) b 19.5

Mean different letter(s) in each trait are significantly at $P < 0.05$ by LSD.

ns, *, ** = non significant, significant at $P < 0.05$ and significant at $P < 0.01$, respectively.

Table 6 Interaction between planting dates and varieties on the number of Aphid in dry season 2013.

Planting Date	Varieties				Mean
	ST.1	SJ.5	CM.60	CM9513-3	
Aphid					
PD1: 26 NOV	0.85c	0.67d	0.61c	0.81b	0.73
PD2: 11 DEC	0.00c	0.01	0.00	0.00b	0.00
PD3: 26 DEC	2.85b	2.85c	2.38b	2.28a	2.59
PD4: 10 JAN	8.61a	13.04a	7.71a	2.47a	7.96
PD5: 24 JAN	4.57b	7.67b	7.95a	1.81b	5.50
Mean	3.38	4.85	3.73	1.47	
	CV (a) = 31.7	CV (b) = 19.5			

Mean different letter(s) in each trait are significantly at $P < 0.05$ by LSD.

ns, *, ** = non significant, significant at $P < 0.05$ and significant at $P < 0.01$, respectively.

Table 7 Yield of soybean as affected by planting dates and varieties at Chiang Mai Field crops Research Center in dry season 2013 -2015.

Treatment	2013	2014	2015
Planting Date(a)			
PD1	281B	270C	310B
PD2	339A	385A	344AB
PD3	261B	317B	388A
PD4	230C	326B	397A
PD5	139D	321B	394A
F-test	**	**	**
CV (%) a	17.3	24.3	8.0
Varieties(b)			
ST1	251	319AB	350B

SJ 5	252	341A	420A
CM 60	242	338A	433A
CM 9513-3	254	298B	246C
F-test	ns	**	**
F-test S x C	**	**	**
CV (%) b	27.1	12.6	11.4

Mean different letter(s) in each trait are significantly at $P < 0.05$ by LSD.

ns, *, **= non significant, significant at $P < 0.05$ and significant at $P < 0.01$, respectively.

Table 8 Interaction between planting dates and varieties on yield in dry season 2013 – 2015.

Planting Date	Varieties				Mean
	ST.1	SJ.5	CM.60	CM9513-3	
2013					
26-Nov	273 b	283 b	332 b	230 b	281
11-Dec	302 a	355 a	337 a	362 a	339
26-Dec	280 b	266 c	170 d	326 a	261

10-Jan	293 a	220 d	233 c	173 c	230
24-Jan	109 c	135 c	135 d	180 c	139
Mean	251	252	242	254	

CV (a) = 17.3 CV (b) = 27.1

2014

15-Nov	289b	319bc	252c	221c	270
2-Dec	385a	428a	418a	310b	385
16-Dec	272 b	307c	373b	315b	317
2-Jan	311ab	298c	350b	347a	326
14-Jan	335a	353b	298c	299b	321
Mean	319	341	338	298	

CV (a) = 24.3 CV (b) = 12.6

2015

14-Nov	291b	354b	364b	232b	310
28-Nov	323ab	399a	424a	232b	344
12-Dec	378a	459a	495a	223b	388
29-Dec	371a	471a	455a	292b	397
19-Jan	390a	416a	428a	343a	394
Mean	350	420	433	246	

CV (a) = 8.0 CV (b) = 11.4

Mean different letter(s) in each trait are significantly at $P < 0.05$ by LSD.

Table 9 The average maximum temperature, average minimum temperature, average relative humidity and cumulative rainfall during planting in rainy season 2013-2015.

Planting Date		Maturity	Tmax	Tmin	RHav	Total Rain	
Planting Date	Harvesting Date						
2013							
2 July	1 Oct	92	28.88	13.80	21.3	70.40	665
14 July	14 Oct	91	32.20	15.00	23.6	78.90	598
31 July	21 Oct	83	32.00	14.80	23.4	78.90	611
14 August	5 Nov	84	31.70	14.30	23.0	78.80	483
28 August	18 Nov	82	31.00	13.30	22.2	76.60	397
2014							
30 June	2 Oct	94	33.4	24.1	28.8	79.5	493
15 July	7 Oct	84	33.4	23.9	28.7	80.0	438
30 July	27 Oct	89	35.2	24.8	30.0	84.2	443
18 August	18 Nov	92	33.2	22.9	28.1	79.2	414
1 Sep	24 Nov	84	33.1	22.5	28.1	78.5	234
2015							
30 June	5 Oct	98	33.3	23.6	28.5	77.6	436
15 July	19 Oct	97	32.8	23.3	28.1	78.5	407
29 July	21 Oct	85	32.9	23.2	28.1	78.1	346
17 August	10 Nov	86	33.2	23.0	28.1	76.2	163
31 August	21 Nov	83	33.2	22.8	28.0	75.7	145

Table 10 Percent leaf area infected (Rust) and percent infected plant (Charcoal rot) of soybean as affected by planting dates and varieties at Chiang Mai Field crops Research Center in rainy season 2013 -2015.

Treatment	2013		2014		2015	
	RUST	CHACOROT	RUST	CHACOROT	RUST	CHACOROT
Sowing Date(a)						
SD1	0.00B	-	0.00C	0.00B	-	0.00C
SD2	0.00B	-	0.41B	0.00B	-	0.75B
SD3	0.00B	-	0.00C	0.00B	-	1.00B
SD4	12.08A	-	0.00C	7.65A	-	2.75B
SD5	15.41A	-	1.67A	8.15A	-	18.08A
F-test	**	-	**	**	-	*
CV (%) a	23.5	-	23.3	39.2	-	54.0
Varieties(b)						
ST1	5.67B	-	0.00B	0.00D	-	0.00B
SJ 5	8.00A	-	1.67A	2.33C	-	0.47B
CM 60	4.00B	-	0.00B	8.67B	-	0.40B
CM 9513-3	4.33B	-	0.00B	10.24A	-	21.00A
F-test	*	-	*	**	-	**
CV (%) b	32.5	-	21.4	47.1	-	62.4
F-test S x C	**	-	*	**	-	**

Mean different letter(s) in each trait are significantly at $P < 0.05$ by LSD.

ns, *, **= non significant ,significant at $P < 0.05$ and significant at $P < 0.01$, respectively.

Table 11 Interaction between planting dates and varieties on percent leaf area infected by Rust in rainy season 2013.

Planting Date	Varieties				Mean
	ST.1	SJ.5	CM.60	CM9513-3	
Rust					

2 July	0.00b	0.00b	0.00b	0.00b	0.00B
14 July	0.00b	0.00b	0.00b	0.00b	0.00B
31 July	0.00b	0.00b	0.00b	0.00b	0.00B
14 August	13.33a	18.33a	8.33a	8.33a	12.08A
28 August	15.00a	21.67a	11.67a	13.33a	15.41A
Mean	5.67B	8.00A	4.00B	4.33B	

CV (a) = 23.47 CV (b) = 32.50

Mean different letter(s) in each trait are significantly at $P < 0.05$ by LSD.

Table 12 Interaction between planting dates and varieties on percent leaf area infected by Rust and percent infected plant (Charcoal rot) in rainy season 2014.

Planting Date	Varieties				Mean
	ST.1	SJ.5	CM.60	CM9513-3	
Rust					
30 June	0.00a	0.00b	0.00a	0.00a	0.00
15 July	0.00a	1.67a	0.00a	0.00a	0.41
30 July	0.00a	0.00b	0.00a	0.00a	0.00
18 August	0.00a	0.00b	0.00a	0.00a	0.00
1 Sep	0.00a	6.67a	0.00a	0.00a	1.67
Mean	0.00	1.67	0.00	0.00	
CV (a) = 23.3		CV (b) = 21.4			
Charcoal rot					
30 June	0.00a	0.00b	0.00c	0.00b	0.00
15 July	0.00a	0.00b	0.00c	0.00b	0.00
30 July	0.00a	0.00b	0.00c	0.00b	0.00
18 August	0.00a	0.00b	1.00b	29.6a	7.65
1 Sep	0.00a	2.33a	8.67a	21.6a	8.15
Mean	0.00	0.46	1.93	10.24	
CV (a) = 39.23		CV (b) = 47.12			

Mean different letter(s) in each trait are significantly at $P < 0.05$ by LSD.

Table 13 Interaction between planting dates and varieties on percent infected plant (Charcoal rot) in rainy season 2015.

Planting Date	Varieties				Mean
	ST.1	SJ.5	CM.60	CM9513-3	
Charcoal rot					
30 June	0.00	0.00b	0.00b	0.00b	0.00
15 July	0.00	0.00b	0.00b	3.00c	0.75
29 July	0.00	0.00b	0.00b	4.00c	1.000
17 August	0.00	0.00b	0.00b	11b.00	2.75
31 August	0.00	2.33a	2.00a	68.0a	18.08
Mean	0.00	0.47	0.40	21.00	
	CV (a) = 54.0	CV (b) = 62.4			

Mean different letter(s) in each trait are significantly at $P < 0.05$ by LSD.

Table 14 The number of White fly and Aphid as affected by planting dates and varieties at Chiang Mai Field crops Research Center in rainy season 2013 -2015.

Treatment	2013		2014		2015	
	White fly	Aphid	White fly	Aphid	White fly	Aphid
Planting						
Date(a)						
PD1	4.98A	5.40	0.67b	0.14D	1.78	1.46AB
PD2	3.20B	7.04	1.58A	3.30C	1.20	2.26A
PD3	3.67BC	7.22	2.10A	9.60A	1.20	1.67AB
PD4	3.24BC	5.65	1.94A	7.28B	0.98	0.31B
PD5	2.35C	8.32	1.54A	2.58C	1.20	0.53B
F-test	**	ns	*	**	ns	**
CV (%) a	23.7	39.9	39.6	35.8	21.7	45.4
Varieties(b)						
ST1	3.44	5.43	1.41	4.91	1.37A	1.37
SJ 5	3.47	7.16	1.80	4.06	1.26A	1.32
CM 60	3.43	7.00	1.67	4.66	1.16AB	1.22
CM 9513-3	3.61	7.31	1.38	4.70	0.82B	1.07

F-test	ns	ns	ns	ns	**	ns
CV (%) b	23.2	51.1	46.1	41.1	26.1	35.4
F-test S x C	ns	ns	ns	ns	ns	**

Mean different letter(s) in each trait are significantly at $P < 0.05$ by LSD.

ns, *, ** = non significant, significant at $P < 0.05$ and significant at $P < 0.01$, respectively.

Table 15 Interaction between planting dates and varieties on the number of Aphid in rainy season 2015.

Planting Date	Varieties				Mean
	ST.1	SJ.5	CM.60	CM9513-3	
Aphid					
30 June	1.31b	1.74b	1.33b	1.45b	1.46
15 July	1.60b	2.30a	2.87a	2.26a	2.26
29 July	2.74a	1.49b	1.14b	1.32b	1.67
17 August	0.53c	0.45c	0.26c	0.01c	0.31
31 August	0.70c	0.62c	0.50c	0.31c	0.53
Mean	1.37	1.32	1.22	1.07	
	CV (a) = 45.4	CV (b) = 35.4			

Mean different letter(s) in each trait are significantly at $P < 0.05$ by LSD.

Table 16 Yield of soybean as affected by planting dates and varieties at Chiang Mai Field crops Research Center in rainy season 2013 -2015.

Treatment	2013	2014	2015
Planting Date(a)			
PD1	351 A	300A	344A
PD2	299 B	286AB	353A
PD3	276 B	237B	205B
PD4	270 BC	247B	217B
PD5	245 C	240	163C
F-test	**	**	**
CV (%) a	11.3	8.3	22.6
Varieties(b)			
ST1	256B	266AB	241B

SJ 5	240B	224B	212C
CM 60	337A	284A	322A
CM 9513-3	320A	274A	251B
F-test	**	*	**
F-test S x C	**	**	**
CV (%) b	16.7	10.0	19.4

Mean different letter(s) in each trait are significantly at $P < 0.05$ by LSD.

ns, *, **= non significant, significant at $P < 0.05$ and significant at $P < 0.01$, respectively.

Table 17 Interaction between planting dates and varieties on yield in rainy season 2013 – 2015.

Planting Date	Varieties				Mean
	ST.1	SJ.5	CM.60	CM9513-3	
2013					
PD1	229 b	238 a	470 a	467 a	351
PD2	333 a	253 a	268 c	341 b	299
PD3	262 ab	226 a	286 bc	330 b	276
PD4	261 ab	272 a	308 bc	238 c	270

PD5	193 b	211 a	353 b	223 c	245
Mean	256	240	337	320	

CV (a) = 11.3 CV (b) = 16.7

2014

PD1: 30 June	246b	252a	409a	293a	300
PD2: 15 July	251b	262a	328b	305a	286
PD3: 30 July	261b	218b	231c	239b	237
PD4: 18 August	304a	223b	222c	241b	247
PD5: 1 September	269b	168c	232c	291a	240
Mean	266	224	284	274	

CV (a) = 8.3 CV (b) = 10.0

2015

PD1	274b	302a	442a	360a	344
PD2	339a	297a	421a	356a	353
PD3	239c	132b	243b	208b	205
PD4	181d	178b	279b	231b	217
PD5	173d	153b	224b	103c	163
Mean	241	212	322	252	

CV (a) = 22.6 CV (b) = 19.4

Mean different letter(s) in each trait are significantly at $P < 0.05$ by LSD.