



ปัญหาพิเศษ

การประเมินความต้านทานต่อโรคยอดไหม้ในถั่วลิสงสายพันธุ์ดีเด่น

Evaluation of Bud Necrosis Disease Resistance in Promising Peanut
Lines

นางสาวชนัญญา จินดากุล

ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

DEPARTMENT OF AGRONOMY

FACULTY OF AGRICULTURE KASETSART UNIVERSITY



ใบรับรองปัญหาพิเศษ
คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาศาสตร์เกษตร)

ปริญญา

.....วิทยาศาสตร์เกษตร.....

.....พืชไร่.....

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การประเมินความต้านทานต่อโรคยอดไหม้ในถั่วลิสงสายพันธุ์ดีเด่น

Evaluation of Bud Necrosis Disease Resistance in Promising Peanut Lines

นามผู้วิจัย นางสาวชนัญญา จินดากุล

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษหลัก

(.....ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธนพล ไชยแสน, Ph.D.....)

หัวหน้าภาควิชา

(.....ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปิยะ กิตติภาดากุล, Ph.D.....)

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การประเมินความต้านทานต่อโรคยอดไหม้ในถั่วลิสงสายพันธุ์ดีเด่น

Evaluation of Bud Necrosis Disease Resistance in Promising Peanut Lines

โดย

นางสาวชนัญญา จินดากุล

เสนอ

ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

DEPARTMENT OF AGRONOMY

FACULTY OF AGRICULTURE KASETSART UNIVERSITY

บทคัดย่อ

ชัญญญา จินดากุล 2562: การประเมินความต้านทานต่อโรคยอดไหม้ในถั่วลิสงสายพันธุ์ดีเด่น
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์เกษตร ภาควิชาพืชไร่ฯ อาจารย์ที่ปรึกษา: อาจารย์ธนพล ไชยแสน, Ph.D.

งานทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความต้านทานต่อโรคยอดไหม้ของถั่วลิสงสายพันธุ์ดีเด่น และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการประเมินความต้านทานต่อโรคดังกล่าวในสภาพธรรมชาติและประเมินด้วยวิธีปลูกเชื้อ โดยดำเนินการทดลองดังนี้ 1) การประเมินความต้านทานต่อโรคของสายพันธุ์/พันธุ์ถั่วลิสงในไร่เกษตรกร พื้นที่พบการระบาดของโรคอย่างรุนแรงใน จ.พิจิตร จำนวน 2 แปลงในฤดูแล้ง ปี 2561/62 แต่ละแปลงวางแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (RCB) จำนวน 2 ซ้ำ สิ่งทดลองประกอบด้วยถั่วลิสง 5 สายพันธุ์ และพันธุ์เปรียบเทียบ 3 พันธุ์ ได้แก่ ไทนาน 9 ขอนแก่น 5 และเกษตรศาสตร์โก่ง 40 และ 2) การประเมินความต้านทานต่อโรคด้วยวิธีปลูกเชื้อ โดยการทดลองที่สองวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) จำนวน 4 ซ้ำ สิ่งทดลองประกอบด้วยถั่วลิสง 5 สายพันธุ์ และพันธุ์เปรียบเทียบ 4 พันธุ์ ได้แก่ ไทนาน 9 ขอนแก่น 5 ขอนแก่น 6 และ ICGV86388 ผลการประเมินในสภาพธรรมชาติเป็นดังนี้ จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมพบว่าเปอร์เซ็นต์การเป็นโรคที่อายุ 60 วันหลังปลูกและค่าพื้นที่ใต้กราฟการพัฒนาของโรค (AUDPC) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดย KUP13W060 และ KUP13W027 มีเปอร์เซ็นต์การเป็นโรค (14.2 และ 17.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) และค่า AUDPC (139.0 และ 193.5 ตามลำดับ) ต่ำกว่า ไทนาน 9 (38.5 เปอร์เซ็นต์ และ 430.6) และขอนแก่น 5 (38.8 เปอร์เซ็นต์ และ 353.6) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นถึงระดับความต้านทานต่อโรคยอดไหม้ของสายพันธุ์ดังกล่าวที่เหนือกว่าพันธุ์เปรียบเทียบทั้งสองพันธุ์อย่างชัดเจน ในส่วนของผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตพบว่า ผลผลิตฝักไม่แตกต่างทางสถิติ ขณะที่เปอร์เซ็นต์กะเทาะและดัชนีเก็บเกี่ยวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดย KUP13W060 (74.0 เปอร์เซ็นต์) มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะไม่แตกต่างจากพันธุ์เปรียบเทียบทั้งสามพันธุ์ ขณะที่ KUP13W027 (67.9 เปอร์เซ็นต์) มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะต่ำกว่าพันธุ์เปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญ ด้านดัชนีเก็บเกี่ยวพบว่า KUP13W060 มีดัชนีเก็บเกี่ยว (HI) สูงที่สุดเท่ากับ 0.462 นอกจากนั้นจากการประเมินความต้านทานต่อโรคยอดไหม้ด้วยวิธีปลูกเชื้อพบว่า คะแนนความรุนแรงของโรคและค่า AUDPC แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดย KUP13W027, KUP13W058 และ KUP13W060 มีค่าต่ำกว่าไทนาน 9 และขอนแก่น 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่แตกต่างจากขอนแก่น 6 และ ICGV86388 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบที่ต้านทานต่อโรค ทั้งนี้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการประเมินความต้านทานต่อโรคในสภาพธรรมชาติและวิธีปลูกเชื้อพบว่าทั้งสองวิธีมีความสัมพันธ์อย่างสูงในทางบวก จากผลการทดลองทั้งหมดนี้อาจสรุปได้ว่า KUP13W060 เป็นสายพันธุ์ที่มีศักยภาพความต้านทานต่อโรคยอดไหม้และให้ผลผลิตสูง

ABSTRACT

Chananya Chindakul 2019: Evaluation of Bud Necrosis Disease Resistance in Promising Peanut Lines. Major Field: Agronomy, Department of Agronomy. Special problem
Advisor: Tanapon Chisan, Ph.D.

Objectives of this study were to evaluate the peanut bud necrosis disease (PBND) resistance of peanut elite lines, and to study on correlation between disease screening under natural infection and mechanical inoculation. The experiments were carried out as follows; 1) evaluation of PBND resistance of the elite lines in two farmer's fields under, hot spot areas of PBND at Kalasin province in dry season 2018/19, and the experiment was arranged in randomized complete block design (RCBD) with two replications with 5 peanut elite lines and 3 check varieties (Tainan 9, KhonKaen 5 and Kasetsart Kohkae 40) and 2) evaluation of PBND resistance by mechanical inoculation. The second experiment was conducted by CRD with 4 replications with 5 elite lines and 4 varieties such as Tainan 9, KhonKaen 5, KhonKaen 6 and ICGV86388. The combined analysis of variance for natural infection revealed that % PBND at 60 DAP and area under the disease progress curve (AUDPC) were highly significant ($P>0.01$). KUP13W060 and KUP13W027 presented PBND symptoms (%) (14.2 and 17.7%) and AUDPC (139.0 and 193.5) significantly lower than Tainan 9 (38.5% and 430.6) and KhonKaen 5 (38.8% and 353.6). The results indicated that the PBND resistance these lines was better than both checked varieties. For yield and yield components, pod yield was not significant whereas shelling percentage and harvest index (HI) were highly significant comparing with checked varieties. Shelling percentage of KUP13W060 (74.0%) was not difference with check varieties. While shelling percentage of KUP13W027 (67.9 %) was lower than check varieties. For harvesting index (HI), KUP13W060 showed the highest value at 0.462. Moreover, PBND evaluation by mechanical inoculation revealed that disease severity score and AUDPC of genotypes were highly significant. The disease severity score and AUDPC of KUP13W027, KUP13W058 and KUP13W060 was lower than Tainan 9 and KhonKaen 5 but not difference from KhonKaen 6 and ICGV86388, which were PBND resistant varieties. The correlation between PBND evaluation under natural infection and mechanical inoculation was highly positive. To sum up, results of each experiment indicated that KUP13W060 was a resistant line for PBND with high yield potential.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ เจตษฎา อุตรพันธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำและช่วยเหลือในด้านการวางแผนและดำเนินงานวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูลและการแก้ไขเรียบเรียงปัญหาพิเศษ ขอขอบคุณ ผศ.ดร.ธนพล ไชยแสน อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษหลัก ที่คอยให้คำปรึกษาและกรุณาตรวจสอบและแก้ไขปัญหาพิเศษ

ขอกราบขอบพระคุณ พ่อ แม่ ที่คอยอบรมสั่งสอนให้ความรัก ให้กำลังใจ รวมทั้งกำลังกาย และกำลังทรัพย์ตลอดระยะเวลาในการศึกษาเล่าเรียน ทำให้ข้าพเจ้าสำเร็จการศึกษาจนถึงระดับปริญญาตรี และสำเร็จเป็นปัญหาพิเศษเล่มนี้ คุณประโยชน์ที่ได้รับจากการทำปัญหาพิเศษเล่มนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้ พ่อ แม่ ตลอดจนอาจารย์ทุก ๆ ท่านที่อบรมสั่งสอนศิษย์ด้วยดีตลอดมา

นางสาว ชนัญญา จินดากุล

เมษายน 2563

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	14
อุปกรณ์	14
วิธีการ	16
สถานที่และระยะเวลาการทำวิจัย	22
ผลและวิจารณ์	23
สรุป	43
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	44
ภาคผนวก	50
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	54

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	รายละเอียดประวัติสายพันธุ์/พันธุ์ ที่ใช้ในการทดลอง	15
2	คะแนนการเกิดโรคยอดไหม้ถั่วลิสงโดยวิธีการปลูกเชื้อ	18
3	การวิเคราะห์ความแปรปรวนตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์	20
4	การวิเคราะห์ความแปรปรวนตามแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์	20
5	การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม	21
6	ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเป็นโรคยอดไหม้ที่อายุ 30, 45 และ 60 วันหลังปลูก และค่า AUDPC ของถั่วลิสง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ จากการทดสอบในแปลงเกษตรกรบ้านโคกกวาง อ.สมเด็จ จ.กาฬสินธุ์ ในฤดูแล้ง ปี พ.ศ. 2561/62	25
7	ผลผลิต เปอร์เซ็นต์กะเทาะ ดัชนีเก็บเกี่ยว น้ำหนัก 100 เมล็ด จำนวนฝักต่อต้น น้ำหนักฝักต่อต้น และน้ำหนักเมล็ดต่อต้นของถั่วลิสง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ จากการทดสอบในแปลงเกษตรกรบ้านโคกกวาง อ.สมเด็จ จ.กาฬสินธุ์ ในฤดูแล้ง ปี พ.ศ. 2561/62	27
8	ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคที่อายุ 30, 45 และ 60 วันหลังปลูก และค่า AUDPC จากการประเมินโรคของถั่วลิสง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ จากการทดสอบในแปลงเกษตรกรบ้านคำบอน อ.เมือง จ.กาฬสินธุ์ ในฤดูแล้ง ปี พ.ศ. 2561/62	29
9	ผลผลิต เปอร์เซ็นต์กะเทาะ ดัชนีเก็บเกี่ยว น้ำหนัก 100 เมล็ด จำนวนฝักต่อต้น น้ำหนักฝักต่อต้น และน้ำหนักเมล็ดต่อต้น ของถั่วลิสง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ จากการทดสอบในแปลงเกษตรกรบ้านคำบอน อ.เมือง จ.กาฬสินธุ์ ในฤดูแล้งปี พ.ศ. 2561/62	30
10	วิเคราะห์ความแปรปรวนรวมเปอร์เซ็นต์การเป็นโรคที่อายุ 45 และ 60 วันหลังปลูก และค่า AUDPC ของถั่วลิสง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ จากการทดสอบในแปลงเกษตรกรบ้านโคกกวาง อ.สมเด็จ จ.กาฬสินธุ์ และบ้านคำบอน อ.เมือง จ.กาฬสินธุ์ ในฤดูแล้ง ปี พ.ศ. 2561/62	34
11	เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคที่อายุ 30, 45 และ 60 วันหลังปลูก และค่า AUDPC ของถั่วลิสง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ จากการทดสอบในแปลงเกษตรกรบ้านโคกกวาง อ.สมเด็จ จ.กาฬสินธุ์ และบ้านคำบอน อ.เมือง จ.กาฬสินธุ์ ในฤดูแล้ง ปี พ.ศ. 2561/62	35
12	การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม ผลผลิตฝัก เปอร์เซ็นต์กะเทาะ ดัชนีเก็บเกี่ยว และองค์ประกอบผลผลิตถั่วลิสงทั้ง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ จากการทดสอบในแปลงเกษตรกรบ้านโคกกวาง อ.สมเด็จ จ.กาฬสินธุ์ และบ้านคำบอน อ.เมือง จ.กาฬสินธุ์ ในฤดูแล้ง ปี พ.ศ. 2561/62	36

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
13	ค่าเฉลี่ยผลผลิตฝัก เปอร์เซ็นต์กะเทาะ ดัชนีเก็บเกี่ยว น้ำหนัก 100 เมล็ด จำนวนฝักต่อต้น น้ำหนักฝักต่อต้น และน้ำหนักเมล็ดต่อต้น ของถั่วลิสงทั้ง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ จากการทดสอบในแปลงเกษตรกรจำนวน 2 แปลง	37
14	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (F-Test) คะแนนความรุนแรงของโรค ค่าเฉลี่ยคะแนน และค่า AUDPC ของแต่ละสายพันธุ์/พันธุ์ถั่วลิสง จากการประเมินความต้านทานต่อโรคยอดไหม้ด้วยวิธีปลูกเชื้อ	39
15	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของการประเมินความต้านทานโรคยอดไหม้ในสภาพไร่และการประเมินความต้านทานต่อโรคยอดไหม้โดยวิธีการปลูกเชื้อในตู้ควบคุมอุณหภูมิ	40
16	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของถั่วลิสงจำนวน 8 สายพันธุ์/พันธุ์ จากการปลูกทดสอบที่แปลงเกษตรกรบ้านโคกกวาง อ.สมเด็จ จ.กาฬสินธุ์ และบ้านคำบอน อ.เมือง จ.กาฬสินธุ์ ปี พ.ศ. 2561/62	42

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การเตรียมแปลงทดลอง การปลูก และการเขตรกรรมต่าง ๆ ในแปลงทดลอง	51
2	อาการของโรคยอดไหม้ (peanut bud necrosis disease) และวิธีการประเมินต้นเป็นโรค	52
3	ขั้นตอนการปลูกเชื้อโรคยอดไหม้ (mechanical inoculation) ตามวิธีของโสภณ (2536)	53

การประเมินความต้านทานต่อโรคยอดไหม้ในถั่วลิสงสายพันธุ์ดีเด่น

Evaluation of Bud Necrosis Disease Resistance in Promising Peanut Lines

คำนำ

ถั่วลิสง (*Arachis hypogaea* L.) เป็นพืชตระกูลถั่วที่มีความสำคัญของประเทศไทย เป็นพืชที่ให้คุณค่าทางโภชนาการสูงและนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลาย เช่น บริโภคในรูปถั่วต้ม ถั่วอบ เป็นต้น อีกทั้งต้นถั่วลิสงยังช่วยปรับปรุงบำรุงดิน ในปี 2562 ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกถั่วลิสงประมาณ 99,972 ไร่ มีผลผลิตรวม 31,097 ตัน ผลผลิตเฉลี่ย 333 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งไม่เพียงพอต่อความต้องการภายในประเทศที่มีความต้องการปริมาณสูงถึง 126,178 ตัน คิดเป็นมูลค่า 2,053.7 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562) สาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการ คือ การระบาดของโรคและแมลงศัตรูของถั่วลิสง โดยเฉพาะโรคยอดไหม้ (Peanut Bud Necrosis Disease, PBND) เกิดจากเชื้อไวรัสในสกุล *Tospovirus* โดยมีเพลี้ยไฟเป็นแมลงพาหะ มักจะระบาดในฤดูแล้ง ทำให้ผลผลิตลดลงมากกว่า 50 % (Pensuk et al., 2002) *Tospovirus* เป็นไวรัสพืชสำคัญกลุ่มหนึ่งที่สร้างความเสียหายแก่ระบบการผลิตพืชเศรษฐกิจที่สำคัญหลายชนิด พืชที่ถูก *Tospovirus* เข้าทำลายนั้น จะมีการแตกต่างกันออกไปตามชนิดของพืช ในประเทศไทยได้มีการตรวจพบ *Tospovirus* ครั้งแรกในถั่วลิสง ปีพ.ศ. 2528 ที่บริเวณเขตปลูกถั่วลิสงเขื่อนน้ำอูน จังหวัดสกลนคร หลังจากนั้นมีการแพร่ระบาดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และทำความเสียหายแก่ผลผลิตถั่วลิสง โดยในบางพื้นที่ทำความเสียหายต่อผลผลิตถึง 90 เปอร์เซ็นต์ พบการเกิดโรคค่อนข้างสูงในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (โสภณ, 2536) ปัจจุบันยังไม่มีวิธีการป้องกันกำจัดโรคนี้ได้ผล การใช้พันธุ์ต้านทานจึงเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด จากสาเหตุดังกล่าวการปรับปรุงพันธุ์ถั่วลิสงให้ต้านทานต่อโรคยอดไหม้จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะลดความเสียหายและช่วยเพิ่มปริมาณผลผลิตถั่วลิสงได้

วัตถุประสงค์

1. ประเมินความต้านทานต่อโรคยอดไหม้และผลผลิตของถั่วลิสงสายพันธุ์ดีเด่น
2. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการประเมินความต้านทานต่อโรคยอดไหม้ในสภาพธรรมชาติและวิธีปลูกเชื้อในตู้ควบคุมสภาพแวดล้อม

การตรวจเอกสาร

ถั่วลิสงเป็นพืชตระกูลถั่วที่สำคัญของประเทศไทยมีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกาใต้ บริเวณตอนกลางของประเทศบราซิล แถบเทือกเขา Andes ประเทศโบลิเวีย และแถบตอนใต้ของประเทศอุรุกวัย (Gregory, 1980) ถั่วลิสงเป็นพืชตระกูลถั่วที่สร้างฝักใต้ดิน ซึ่งเป็นลักษณะที่แตกต่างไปจากพืชตระกูลถั่วชนิดอื่น ๆ เป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เนื่องจากเมล็ดถั่วลิสงมีองค์ประกอบประเภทโปรตีนสูงถึง 25-30 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณไขมันสูงถึง 45-50 เปอร์เซ็นต์ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลายประเภท ผลผลิตส่วนใหญ่ใช้ภายในประเทศเพื่อการบริโภคโดยตรง และแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ถั่วลิสงขนาดเมล็ดปานกลางเป็นที่ต้องการของตลาดมากกว่าถั่วลิสงขนาดเมล็ดโต และยังเป็นที่ต้องการของภาคเอกชนผู้ประกอบการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากถั่วลิสง (ปาริชาติ, 2557) จากข้อมูลการผลิตในปี 2562/63 ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกถั่วลิสงรวมทั้งประเทศ 93,258 ไร่ มีผลผลิตรวม 31,097 ตัน ผลผลิตเฉลี่ย 333 กิโลกรัมต่อไร่ ปัจจุบันความต้องการผลิตถั่วลิสงภายในประเทศมีปริมาณสูงถึงปีละ 114,608 ตัน ทำให้มีการนำเข้า ถั่วลิสงจากต่างประเทศปีละ 100,000 ตัน คิดเป็นมูลค่า 462,964 บาท ถั่วลิสงที่นำเข้ามาในประเทศไทยส่วนใหญ่มาจาก ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว พม่า และเวียดนาม ซึ่งมีต้นทุนการผลิตถั่วลิสงต่ำกว่าในประเทศไทย ทำให้ราคาขายผลผลิตถั่วลิสงภายในประเทศอยู่ในระดับต่ำ ในขณะที่ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นทุกปี เกษตรกรได้ผลตอบแทนสุทธิน้อยลง นอกจากนี้ยังมีการระบาดของโรคและแมลง ดังนั้นเกษตรกรจึงเปลี่ยนไปปลูกพืชชนิดอื่นที่ให้ผลตอบแทนที่สูงกว่าถั่วลิสง (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562) นอกจากนี้การปลูกถั่วลิสงในประเทศยังลดลง เนื่องจากดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ต้นทุนการผลิตสูง ขาดแคลนเมล็ดพันธุ์ และเกิดการระบาดของโรคและแมลงก่อให้เกิดความเสียหาย ได้แก่ โรคยอดไหม้ โรคใบจุดดำ โรคราสนิม เป็นต้น ทำให้เกษตรกรสูญเสียรายได้ โรคที่ทำความเสียหายมากในปัจจุบัน คือ โรคยอดไหม้ โรคใบจุด (leaf spot) และโรคราสนิม (rust) โดยเฉพาะการระบาดของโรคยอดไหม้ เป็นโรคที่สำคัญของถั่วลิสง เกิดจากเชื้อไวรัส Peanut Bud Necrosis Virus เป็นเชื้อไวรัสในสกุล *Tospovirus* สำหรับประเทศไทยพบทอสปอไวรัสครั้งแรกในมะเขือเทศ โดยมีอาการแผลวงแหวนสีน้ำตาลบนผล (พิสวรรณ, 2553)

ในปี 2533 พบว่าโรคไวรัสใบด่างในมะเขือเทศเป็นไวรัสชนิดหนึ่งในสกุล *Tospovirus* ในปี 2535 มีรายงานว่าโรคยอดไหม้ในถั่วลิสงมีสาเหตุมาจาก Groundnut Bud Necrosis Virus (GBNV) (Mendal *et al.*, 2012) เช่นเดียวกับ โสภณ และจุฑารัตน์ (2536) รายงานว่าโรคยอดไหม้ซึ่งเกิดจากเชื้อ Peanut Bud Necrosis Virus (PBNV) ระบาดครั้งแรกที่จังหวัดสกลนคร ในเขตปลูกถั่วลิสงบริเวณเขื่อนน้ำอูน แต่ในขณะนั้นมีการแพร่ระบาดที่ยังไม่รุนแรง ต่อมาพบว่า การแพร่ระบาดของโรคนี้ได้มีความรุนแรงมากขึ้น โดยเฉพาะถั่วลิสงที่ปลูกในฤดูแล้ง (ถั่วลิสงหลังนา) ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

ทอสปอไวรัสเป็นกลุ่มไวรัสสาเหตุโรคพืชที่สร้างความเสียหายต่อการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจหลายชนิดทั่วโลก มีพืชอาศัยหลายชนิด เช่น พริก มะเขือเทศ ยาสูบ ถั่วลิสง เป็นต้น ทอสปอไวรัสจัดอยู่ใน Family Bunyaviridae และ Genus *Tospovirus* ซึ่งเป็นไวรัสพืชที่มีการเพิ่มปริมาณได้ทั้งในต้นพืชและในเพลี้ยไฟที่เป็นพาหะนำโรค

ทอสปอไวรัสเป็นกลุ่มเชื้อไวรัสสาเหตุโรคพืชที่ก่อให้เกิดความเสียหายแก่พืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจหลายชนิด แบ่งออกเป็น 4 serogroups คือ serogroup I ได้แก่ tomato spotted wilt virus (TSWV), serogroups II ได้แก่ tomato chlorotic spot virus (TCSV), groundnut ringspot virus (GRSV), serogroups III ได้แก่ impatiens necrotic spot virus (INSV) และ serogroup IV ได้แก่ peanut bud necrosis virus (PBNV), watermelon silver mottle virus (WSMoV) สำหรับในประเทศไทย โสภณ (2536) รายงานการพบทอสปอไวรัส serogroup IV ที่เข้าทำลายในถั่วลิสง พริก มะเขือเทศ ยาสูบ พืชตระกูลแตง และพืชอื่น ๆ จากการตรวจสอบเชื้อทอสปอไวรัสจากตัวอย่างพริก มะเขือเทศ แตงโม และถั่วลิสงด้วยเทคนิค DAC-ELISA โดยใช้แอนติซีรั่มต่อทอสปอไวรัสซีโรกรุ๊ป IV พบเชื้อทอสปอไวรัสในทุกพืชทุกชนิดที่นำมาตรวจ จัดจำแนกเชื้อทอสปอไวรัสได้ 4 สปีชีส์ คือ watermelon silver mottle virus (WSMoV) จากพริก และแตงโม melon yellow spot virus (MYSV) จากแตงโม capsicum chlorosis virus (CaCV) จากพริก และถั่วลิสง และ tomato necrotic spot virus (TNSV) จากมะเขือเทศ (วิมล และคณะ, 2548)

ทอสปอไวรัสที่พบในถั่วลิสง ซึ่งจัดอยู่ในซีโรกรุ๊ป IV คือ Capsicum chlorosis virus (CaCV) และผลการจำแนกชนิดของเพลี้ยไฟที่เก็บมาจากแปลงปลูกพืช พบว่า มีเพลี้ยไฟชนิด *Scirtothrips dorsalis* มากในแปลงถั่วลิสง และตรวจพบเชื้อ tomato necrotic spot virus (TNSV), capsicum chlorosis virus (CaCV), watermelon silver mottle virus (WSMoV) และ melon yellow spot virus (MYSV) ด้วยเทคนิค RT-PCR (พิสวรรณ และคณะ, 2549)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ถั่วลิสงมีระบบรากเป็นรากแก้ว (tap root system) มีขนรากอ่อน (root hair) น้อยมากหรือบางพันธุ์ไม่มีเลย ที่รากแก้วและรากแขนงจะพบปม (nodule) ขนาดเล็กสีน้ำตาลและมีแบคทีเรียอาศัยอยู่ แบคทีเรียนี้สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศมาสะสมไว้ในรูปไนเตรตซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ได้ ลำต้นของถั่วลิสงมีความสูงประมาณ 15 – 70 เซนติเมตร ถั่วลิสงเป็นพืชล้มลุกจำพวกไม้เนื้ออ่อน จึงมี 2 ประเภท คือ ลำต้นตั้งตรง และลำต้นเลื้อย ใบของถั่วลิสงประกอบด้วยใบย่อย (leaflet) 2 คู่ ใบย่อยมีรูปร่างแบบรูปไข่โดยใบจะเกิดสลับบนข้อของลำต้น ดอกถั่วลิสงมีดอกเดี่ยวหรือเกิดเป็นกลุ่ม ๆ ละ ประมาณ 2 – 5 ดอก ดอกเกิดตรงโคนก้าน ใบติดกับลำต้น ดอกมีสีเหลืองเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.9 – 1.4 เซนติเมตร ก้านดอกสั้น ที่ฐานก้านดอกมี bract 1 อัน และ bractiole 2 อัน ถั่วลิสงจัดเป็นพืชผสมตัวเอง การถ่ายละอองเกสรจะเกิดขึ้นก่อนที่ดอกจะบาน เมื่อดอกได้รับการผสมแล้ว hypanthium และส่วนที่อยู่เหนือขึ้นจะเหี่ยวแห้งไป หลังจากแบ่งตัว

แล้วเจริญเป็นเข็ม (peg) ปรากฏให้เห็นหลังดอกบานประมาณ 5 – 7 วัน ส่วนรังไข่ที่อยู่ปลายเข็มสามารถลงไปได้ผิวดินได้ลึกประมาณ 3 – 5 เซนติเมตร และเจริญเป็นฝักแก่ ผลหรือฝัก (pod) เมื่อแก่เปลือกของฝักจะแข็งและและเปราะ ฝักมีสีขาวนวลหรือสีน้ำตาลอ่อน ภายในมี 1 – 5 เมล็ดขึ้นอยู่กับแต่ละพันธุ์ เมล็ดถั่วลิสงมีเยื่อหุ้มเมล็ด (see coat) ถัดจากเปลือกจะมีใบเลี้ยงที่มีลักษณะหนา 2 อัน ประกบติดกัน ซึ่งใบเลี้ยงนี้ทำหน้าที่เก็บสะสมอาหารพวกไขมัน โปรตีน และสารอื่น ๆ ด้วย คัพภะ (embryo) จะมีขนาดเล็กอยู่ที่ปลายด้านหนึ่งของเมล็ดตรงบริเวณที่ใบเลี้ยงประกบติดกัน (จุฑามาศ, 2541)

ต้นกำเนิด ลักษณะทางพันธุศาสตร์ และจีโนมของถั่วลิสง

ถั่วลิสง (*Arachis hypogaea*) มีต้นกำเนิดมาจากทางตะวันตกเฉียงใต้ของบราซิล หรือทางตะวันออกเฉียงเหนือของปารากวัย เกิดจากการผสมพันธุ์ของพันธุ์ป่า 2 สปีชีส์ คือ *Arachis duranensis* (AA จีโนม) และ *Arachis ipaensis* (BB จีโนม) จำนวนโครโมโซมเป็น allotetraploid ($2n=4x=40$) เป็นพืชผสมตัวเอง และได้มีการปรับปรุงพันธุ์ต่อมาจนสามารถผลิตพันธุ์ถั่วลิสงที่สามารถต้านทานโรคและแมลงได้ (Seijo *et al.*, 2007)

Bertioli *et al.* (2016) ศึกษาการจัดลำดับเบสของ *Arachis duranensis* V14167 (A genome) และ *Arachis ipaensis* K30076 (B genome) เช่นเดียวกับ Chen *et al.* (2016) ได้ทำการทดลองจัดลำดับเบสของถั่วลิสงทั้ง 2 สายพันธุ์ได้แก่ *A. duranensis* PI475845 (A genome; Chen *et al.*, 2016) และ *A. ipaensis* ICG8206 (B genome; Lu *et al.*, 2018) ทั้งนี้การศึกษาทางด้านจีโนมของถั่วลิสงทำให้ทราบขนาดของจีโนมในถั่วลิสง โดยที่ *A. duranensis* มีขนาดจีโนม 1.2 จิกะเบส จำนวน 36,734 ยีน และ *A. ipaensis* มีขนาดจีโนม 1.5 จิกะเบส จำนวน 41,840 ยีน ดังนั้นถั่วลิสง (*Arachis hypogaea*) มีขนาดประมาณ 2.7 จิกะเบส ในปี 2019 มีการรายงานถึง reference genome ของ subsp. *fastigiata* (Chen *et al.*, 2019; Zhuang *et al.*, 2019) และ subsp. *hypogaea* (Bertioli *et al.*, 2019).

IPGI รายงาน การจัดลำดับเบสของ *Arachis hypogaea* subsp. *hypogaea* ‘Tifrunner’ (2.56 จิกะเบส 66,469 ยีน) โดยการปรับใช้เทคโนโลยีการจัดลำดับเบสที่ทันสมัยเช่น PacBio และ Hi-C ข้อมูลหรือเทคโนโลยีต่างๆ จะถูกนำมาใช้ในการพัฒนาชุดจีโนมสำหรับ *Arachis hypogaea* subsp. *fastigiata* ‘Shitouqi’ ที่มีขนาดจีโนม 2.54 จิกะเบส จำนวน 83,709 ยีน จีโนมอ้างอิงทั้งหมดเหล่านี้ทำให้การศึกษาด้านจีโนมของถั่วลิสงมีความแม่นยำ ในการศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างการทำงานของจีโนม และยีนที่ควบคุมลักษณะที่แสดงออกของยีนลักษณะของผลผลิต คุณค่าทางโภชนาการ และลักษณะทางคุณภาพของถั่วลิสง (Bertioli *et al.*, 2019; Zhuang *et al.*, 2019 and Chen *et al.*, 2019)

การจำแนกถั่วลิสง

ถั่วลิสงในปัจจุบันสามารถจำแนกได้หลายประเภท ตามที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น (2542) รายงานไว้ดังนี้

1. จำแนกทางพฤกษศาสตร์ สามารถแบ่งได้ 2 subspecies ได้แก่

1.1 *Arachis hypogaea* subsp. *hypogaea* มีลักษณะที่สำคัญ คือ ไม่มีดอกบนลำต้นหลัก เมล็ดมีการพักตัว ออกดอกที่กิ่งเวียนคู่สลับกันไป

1.2 *Arachis hypogaea* subsp. *fastigiata* มีดอกบนลำต้นหลัก และมีการสร้างดอกทุกข้อของกิ่งแขนง (sequential branching) เมล็ดไม่มีการพักตัว เมล็ดมีขนาดเล็กจนถึงปานกลาง

2. จำแนกตามชนิดของชุดโครโมโซม แบ่งออกเป็น 2 ชนิด

2.1 ถั่วลิสงที่เป็น diploid มีจีโนม 2 ชุด คือ $2n = 2x = 20$ เป็นถั่วลิสงพันธุ์ป่า (wild type) มีระดับความต้านทานสูง และภูมิต้านทานดี ในประเทศไทยใช้เป็นพืชคลุมดิน และปลูกเป็นพืชอาหารสัตว์

2.2 ถั่วลิสงที่เป็น tetraploid มีจีโนม 4 ชุด คือ $2n = 4x = 40$ เป็นถั่วลิสงพันธุ์การค้าทั่วไป (*Arachis hypogaea* L.)

3. จำแนกตามลักษณะทรงต้น จำแนกได้ 2 ประเภท

3.1 ลำต้นตั้งตรง (erect type) มีการแตกแขนงค่อนข้างมาก แขนงจะตั้งขึ้น ฝักเป็นกระจุกพร้อม ๆ กันที่บริเวณโคนต้น มีการสุกแก่พร้อมกัน

3.2 ลำต้นเป็นพุ่มเลื้อย (runner type) แขนงที่แตกออกมาจะเลื้อยขนานไปบนพื้นดินโดยชูส่วนยอดขึ้นมา ฝักถูกสร้างขึ้นเรื่อย ๆ ตามกิ่งแขนง ทำให้ถั่วลิสงสุกแก่ไม่พร้อมกัน

4. จำแนกตามรูปร่างลักษณะทางพฤกษศาสตร์

4.1 Virginia ลำต้นมีทั้งแบบเลื้อย แบบพุ่มตั้ง และแบบพุ่มแผ่ (prostate type) กิ่งแขนงมีความยาวมากกว่าลำต้นหลัก ลำต้นหลักไม่มีการออกดอก ใบมีขนาดเล็ก สีเขียวเข้ม เมล็ดและฝักมีขนาดใหญ่ เยื่อหุ้มเมล็ดมีสีน้ำตาลแดง ฝักส่วนใหญ่มี 2 เมล็ด แต่บางครั้งอาจพบ 3 หรือ 4 เมล็ด เมล็ดมีการพักตัว อายุเก็บเกี่ยว 120-150 วัน

4.2 Spanish ลักษณะคล้ายกับพวก Valencia แต่แตกกิ่งแขนงมากกว่า ใบมีสีเขียวจาง ฝักและเมล็ดมีขนาดเล็ก ฝักมีจะงอยและรอยคอดชัดเจน ส่วนใหญ่มีประมาณ 2 เมล็ด เยื่อหุ้มเมล็ดมีสีจาง และเมล็ดไม่มีการพักตัว อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 90-100 วัน

4.3 Valencia ลักษณะสำคัญคือ ลำต้นตั้งตรง แตกกิ่งก้านน้อยกว่าพวก Spanish กิ่งแขนงยาวกว่า ลำต้นหลัก ดอกเกิดทั้งบนลำต้นหลักและกิ่งแขนง ฝักมีขนาดใหญ่ ลายบนฝักเห็นชัดเจน เยื่อหุ้มเมล็ดมีสีม่วงหรือน้ำตาลแดง ฝักมี 3-4 เมล็ด เมล็ดไม่มีการพักตัว อายุเก็บเกี่ยว 100-110 วัน

5. จำแนกตามขนาดของเมล็ด

5.1 ถั่วลิสงเมล็ดโต เป็นถั่วลิสงที่มีน้ำหนัก 100 เมล็ด มากกว่า 60 กรัมขึ้นไป ได้แก่ ถั่วลิสงประเภท Virginia เป็นถั่วลิสงที่มีการเจริญเติบโตดีและให้ผลผลิตสูงเมื่อปลูกในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างดี จะทำให้เมล็ดเต็มและมีขนาดโต ถั่วลิสงประเภทนี้จึงปลูกกันน้อยในประเทศไทย ได้แก่ พันธุ์ขอนแก่น 6 และขอนแก่น 60-3 ซึ่งมีน้ำหนัก 100 เมล็ด 70 กรัมขึ้นไป (สมจินตนา, 2536)

5.2 ถั่วลิสงเมล็ดกลาง เป็นถั่วลิสงที่มีน้ำหนัก 100 เมล็ดระหว่าง 35-60 กรัม ได้แก่ ถั่วลิสงประเภท Valencia และ Spanish ซึ่งเป็นถั่วลิสงที่มีการเจริญเติบโตได้ดีและให้ผลผลิตสูงในสภาพพื้นที่การปลูกในประเทศไทย โดยถั่วลิสงประเภท Valencia ต้องการดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงกว่า Spanish จึงทำให้ถั่วลิสงประเภท Spanish เป็นที่นิยมปลูกกันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย (สนั่น และอารันต์, 2536)

5.3 ถั่วลิสงเมล็ดเล็ก เป็นถั่วลิสงที่มีน้ำหนัก 100 เมล็ด ต่ำกว่า 35 กรัม ได้แก่ ถั่วลิสงประเภท Spanish เป็นส่วนใหญ่ สามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ดีในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ ถั่วลิสงในกลุ่มนี้ คือ พันธุ์พื้นเมือง (สมจินตนา, 2541)

พันธุ์ถั่วลิสงในประเทศไทย

1. สข.38 มีทรงต้นเป็นพุ่มตรง อายุเก็บเกี่ยวฝักสด 85-90 วัน ฝักแก่เต็มที่ 95-100 วัน ติดฝักเป็นกระจุกที่โคนต้น เส้นลายฝักและจะงอยฝักเห็นได้ชัดเจน มี 3-4 เมล็ดต่อฝัก เยื่อหุ้มเมล็ดสีแดง น้ำหนัก 100 เมล็ด 38.90 กรัม ให้ผลผลิตฝักสด 510 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตฝักแห้ง 250 กิโลกรัมต่อไร่ เหมาะสำหรับใช้บริโภคในรูปถั่วต้มสด

2. ลำปาง มีทรงต้นเป็นพุ่มตรง อายุเก็บเกี่ยวฝักสด 85-90 วัน ฝักแก่เต็มที่ 95-110 วัน ติดฝักเป็นกระจุกที่โคนต้น เส้นลายฝักและจะงอยฝักเห็นได้ชัดเจน มี 3-4 เมล็ดต่อฝัก เยื่อหุ้มเมล็ดสีชมพู น้ำหนัก 100 เมล็ด 40.60 กรัม ให้ผลผลิตฝักแห้ง 280 กิโลกรัมต่อไร่ เหมาะสำหรับบริโภคในรูปถั่วต้มสด

3. ไทนาน 9 มีทรงต้นเป็นพุ่มตรง อายุเก็บเกี่ยว 95-105 วัน ติดฝักเป็นกระจุกที่โคนต้น เส้นลายฝักเรียบ เยื่อหุ้มเมล็ดสีชมพู น้ำหนัก 100 เมล็ด 42.20 กรัม ให้ผลผลิตฝักแห้ง 260 กิโลกรัมต่อไร่ เหมาะสำหรับใช้ในรูปแบบถั่วลันเตา

4. ขอนแก่น 4 มีทรงต้นเป็นพุ่มตรง อายุเก็บเกี่ยวฝักสด 85 - 90 วัน ฝักแก่เต็มที่ 95 - 100 วัน ติดฝักเป็นกระจุกที่โคนต้น เส้นลายบนฝักชัด มี 3 - 4 เมล็ดต่อฝัก เยื่อหุ้มเมล็ดสีชมพู น้ำหนัก 100 เมล็ด 47.10 กรัม ให้ผลผลิตฝักสด 590 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตฝักแห้ง 270 กิโลกรัมต่อไร่ เหมาะสำหรับใช้ประโยชน์ 2 รูปแบบ คือ ใช้บริโภคในรูปแบบถั่วลันเตาและใช้ประโยชน์ในรูปแบบถั่วลันเตา

5. ขอนแก่น 5 มีทรงต้นเป็นพุ่มกว้างตั้งตรง อายุเก็บเกี่ยว 90 - 110 วัน ติดฝักเป็นกระจุกที่โคนต้น เส้นลายบนฝักชัด มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีชมพูเข้ม น้ำหนัก 100 เมล็ด 51.10 กรัม ให้ผลผลิต 300 กิโลกรัมต่อไร่ เหมาะสำหรับใช้ประโยชน์ในรูปแบบถั่วลันเตา

6. ขอนแก่น 6 ทรงพุ่มแผ่กว้าง ออกดอก 21 - 25 วัน เก็บเกี่ยว 110 - 120 วัน เปลือกฝักมีลายชัดเจน 2 เมล็ดต่อฝัก เยื่อหุ้มเมล็ดสีชมพู น้ำหนัก 100 เมล็ด 67.4 กรัม ผลผลิต 400 กิโลกรัม มีอายุพักตัว 6 สัปดาห์ ทนทานต่อโรคยอดไหม้

7. ขอนแก่น 60-1 มีทรงต้นเป็นพุ่มตรง อายุเก็บเกี่ยว 95 - 105 วัน ติดฝักเป็นกระจุกที่โคนต้น เส้นลายฝักชัด มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีชมพู น้ำหนัก 100 เมล็ด 45.90 กรัม ให้ผลผลิตฝักแห้ง 270 กิโลกรัมต่อไร่ เหมาะสำหรับใช้ในรูปแบบถั่วลันเตา

8. ขอนแก่น 60-2 มีทรงต้นเป็นพุ่มตรง อายุเก็บเกี่ยวฝักสด 85 - 90 วัน ฝักแก่เต็มที่ 95 - 105 วัน ติดฝักเป็นกระจุกที่โคนต้น เส้นลายฝักและจะงอยฝักเห็นได้ชัดเจนมี 3 - 4 เมล็ดต่อฝัก เยื่อหุ้มเมล็ดสีชมพู น้ำหนัก 100 เมล็ด 40.70 กรัม ให้ผลผลิตฝักสด 570 กิโลกรัมต่อไร่ ผลผลิตฝักแห้ง 270 กิโลกรัมต่อไร่ เหมาะสำหรับใช้บริโภคในรูปแบบถั่วลันเตา

9. ขอนแก่น 60-3 มีทรงต้นเป็นพุ่มกว้างกิ่งเลื้อย ติดฝักกระจายไปตามกิ่งที่ทอดไปบนดินทำให้ฝักแก่ไม่พร้อมกัน อายุเก็บเกี่ยว 110 - 120 วัน เส้นลายบนฝักชัด มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีชมพูและส้มอ่อน น้ำหนัก 100 เมล็ด 76.20 กรัม ให้ผลผลิต 380 กิโลกรัมต่อไร่ เหมาะสำหรับใช้ในรูปแบบเมล็ดที่แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ เช่น ถั่วอบเนย ถั่วทอด

10. ขอนแก่น 84-7 มีลำต้นเขียว ใบสีเขียวเข้ม ทรงพุ่มแผ่กว้างลักษณะการแตกกิ่งแบบ alternate branching มีดอกสีเหลือง การติดฝักค่อนข้างกระจายรอบโคนต้น เยื่อหุ้มเมล็ดมีสีชมพู เส้นลายบนฝักเห็นได้ชัดอายุถึงวันออกดอก 28-30 วัน อายุถึงวันเก็บเกี่ยว 98-125 วัน

11. ขอนแก่น 84-8 เดิมชื่อพันธุ์ KK4401 ทรงต้นพุ่มตรง ใบสีเขียว แตกกิ่งแบบ sequential branching มีดอกบนลำต้นหลักและทุกข้อของกิ่งแขนง เป็นพันธุ์ที่ค่อนข้างทนทานต่อโรคโคนเน่าขาว แต่อ่อนแอต่อโรคราสนิมและใบจุดดำ และโรคยอดไหม้ ติดฝักเป็นกระจกรอบโคนต้น

12. ภาพสินธุ์ 1 ทรงต้นเป็นพุ่ม ลำต้นสีเขียวอมแดง ดอกสีเหลือง ติดฝักเป็นกระจุกที่โคนต้น เยื่อหุ้มเมล็ดสีแดง อายุเก็บเกี่ยวฝักสด 80-85 วัน ฝักแห้ง 90-100 วัน เปลือกฝักค่อนข้างเรียบ ซึ่งเป็นที่นิยมของตลาดถั่วลิสงฝักดำในประเทศไทย

13. ภาพสินธุ์ 2 หรือพันธุ์พระราชทาน (พันธุ์ KAC 431) ถั่วลิสงพันธุ์ KAC 431 มีชื่อเรียกในเชิงการค้าหลายชื่อต่าง ๆ กัน เช่น ถั่วลิสงพันธุ์พระราชทาน ถั่วจัมโบ้ลาย ถั่วราชินี ถั่วหลวง

14. เกษตรศาสตร์โก่ง 40 ทรงต้นเป็นพุ่ม เก็บเกี่ยวง่าย ให้ผลผลิตสูง เปลือกฝักมีลาย เพอร์เซ็นต์กะเทาะสูง ต้านทานโรคยอดไหม้ อายุเก็บเกี่ยว 110-120 วัน ผลผลิตเหมาะกับการแปรรูปเป็นขนมอบกรอบ

15. ขอนแก่น 9 มีลักษณะเด่น คือ ขนาดเมล็ดโตกว่าพันธุ์มาตรฐานที่อยู่ในกลุ่มขนาดเมล็ดปานกลาง โดยมีน้ำหนัก 100 เมล็ดเท่ากับ 52.8 กรัม ซึ่งขนาดเมล็ดโตกว่าถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 และ ขอนแก่น 5

16. ICGV86388 เกิดจากคู่ผสมกลับระหว่าง [(Dh 3-20 x USA 20) x NC Ac2232] มีลักษณะเด่น คือ ผลผลิตสูง อายุเก็บเกี่ยว 110-115 วัน เพอร์เซ็นต์กะเทาะสูง ต้านทานต่อเพลี้ยไฟและโรคยอดไหม้ (Dwevedi *et al.*, 1995)

โรคที่สำคัญในถั่วลิสง

โรคของถั่วลิสงจัดเป็นปัญหาสำคัญที่มีผลกระทบต่อผลผลิตและคุณภาพของถั่วลิสงเป็นอย่างมาก ส่งผลให้ถั่วลิสงเจริญเติบโตผิดปกติ ความเสียหายจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความรุนแรงของการระบาด ทั้งนี้มีผลมาจากพันธุ์ อายุ ฤดูกาล และปัจจัยภายนอกอื่นๆในการเจริญเติบโตด้วย โรคที่เข้าทำลายและสร้างความเสียหายแก่ผลผลิตถั่วลิสง ตามที่โสภณ (2545) รายงานไว้ ดังนี้

1. โรคโคนเน่า (seedling blight หรือ crown rot) เกิดจากเชื้อสาเหตุ *Aspergillus niger* สามารถทำความเสียหายได้ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ เชื้อรามีสปอร์สีดำคล้ายเขม่า เข้าทำลายถั่วลิสงบริเวณโคนต้น เมื่อเป็นรอบโคนต้นทำให้ถั่วลิสงแห้งตายทั้งต้น

2. โรคใบด่าง เกิดจากเชื้อไวรัส *Peanut Mosaic Virus (PMV)* สามารถถ่ายทอดผ่านเมล็ดได้ในอัตราสูงมาก ลักษณะอาการใบด่างเป็นวงแหวน ขึ้นบนใบยอดที่เริ่มคลี่ตัว ซึ่งเห็นชัดบนใบที่คลี่ตัวแล้ว ในกรณีที่เชื้อเข้าทำลาย จะพบอาการใบซีด

3. โรคราสนิม (rust) เกิดจากเชื้อสาเหตุ *Puccinia arachidis* คล้ายกับโรคใบจุด ระบาดมากในช่วงฤดูฝน พบทั่วทั้งประเทศ มักเข้าทำลายในระยะหลังออกดอก ลักษณะการเกิดแผลที่ใบเป็นจุดนูนสีน้ำตาล กระจายอยู่เต็มได้ผิวใบอย่างเห็นได้ชัดเจน แผลจะปริแตกหลังจากโตเต็มที่ เผยให้เห็นสปอร์สีน้ำตาล คล้ายผงสนิม ในกรณีที่โรคระบาดรุนแรง ใบอาจจะเหลืองและแห้งตาย มักจะไม่หลุดร่วงจากต้น

4. โรคใบจุดสีน้ำตาล (early leaf spot) เกิดจากเชื้อสาเหตุ *Cercospora arachidicola* พบการระบาดเฉพาะพื้นที่ เมื่อพิจารณาทางด้านหลังใบ แผลมีรูปร่างค่อนข้างเป็นเหลี่ยม สีน้ำตาลเข้ม มักมีวงสีเหลืองล้อมรอบ บริเวณแผลจะพบสปอร์บนผิวของแผลทั้งสองด้านของใบ โดยมักจะพบมากบริเวณด้านหลังใบ

5. โรคใบจุดสีดำ (black spot หรือ late leaf spot) เกิดจากเชื้อสาเหตุ *Cercosporidium personatum* โดยทำให้ผลผลิตถั่วลิสงลดลง 20-80 เปอร์เซ็นต์ ปรากฏรอยแผลแห้งสีดำ รูปร่างค่อนข้างกลม พบสปอร์อยู่ใต้ใบบริเวณแผล เกิดที่ใบล่างแล้วลุกลามขึ้นด้านบน หากต้นถั่วลิสงมีความอ่อนแอ อาจถูกทำลายจนแห้งตาย ใบหลุดร่วงก่อนถึงช่วงเวลาเก็บเกี่ยว โรคนี้มีระบาดรุนแรงในช่วงฤดูฝน

6. โรคยอดไหม้ (peanut bud necrosis disease) เกิดจากเชื้อไวรัสในสกุล *Tospovirus* โดยมีเพลี้ยไฟเป็นแมลงพาหะ เมื่อมีการเข้าทำลายของเพลี้ยไฟ ยอดอ่อนและใบยอดจะแสดงอาการเริ่มแรกเป็นจุดสีซีดหรือเป็นปื้นสีน้ำตาล จะเห็นใบยอดซีด ใบเป็นสีเหลือง ก้านใบและกิ่งโค้งงอ หากเป็นโรคในระยะต้นกล้า ถั่วลิสงจะแห้งตาย หรือแคระแกร็นไม่ติดฝัก ทำให้ผลผลิตลดลง

อาร์นันท์ และคณะ (2546) ได้ประเมินและคัดเลือกในลักษณะการต้านทานต่อโรคยอดไหม้ของถั่วลิสงต่อโรคยอดไหม้ (PBNV) จำนวน 6 พันธุ์ ได้แก่ ICGV86388, IC34, IC10, JL24, ขอนแก่น 60-1 และ ขอนแก่น 4 โดยประเมินการตอบสนองต่อเชื้อ Peanut Bud Necrosis Virus (PBNV) พบว่า ผลจากการปล่อยให้เชื้อโรคแพร่ระบาดโดยธรรมชาติแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของจีโนไทป์ได้ที่อายุ 40 วันหลังปลูก ICGV86388, IC34 และ IC10 มีอัตราการเกิดโรคต่ำกว่าพันธุ์ JL24, KK60-1 และ KK4 โดยอัตราการเกิดโรคสูงสุดที่ 50 หรือ 60 วันหลังปลูก เช่นเดียวกับ ทักษิณา และคณะ (2541) พบว่า โรคยอดไหม้ที่ระบาดเมื่ออายุ 2-4 สัปดาห์จะไม่ส่งผลกระทบต่อผลผลิต เมื่อถั่วลิสงอายุมากขึ้น ความรุนแรงของโรคจะลดลง แสดงให้เห็นว่าเมื่อความรุนแรงของโรคเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ผลผลิตลดลง

จากการวิเคราะห์และประเมินปฏิกิริยาของสายพันธุ์ถั่วลิสง 360 สายพันธุ์ พบว่า สายพันธุ์ ICGV86518, ICGV91201, KKFC4003-6, KKFC4014-2, KKFC4003-1 และ ICGV96024 มีปฏิกิริยาด้านทาน

ต่อโรคสูง ถั่วลิสง 22 สายพันธุ์ มีปฏิกริยาด้านทานต่อโรคปานกลาง มีปฏิกริยาอ่อนแอต่อโรคปานกลาง และอ่อนแอต่อโรคสูง ICGV86388 มีเปอร์เซ็นต์การเป็นโรค 8.57 เปอร์เซ็นต์ มีปฏิกริยาด้านทานต่อโรคปานกลาง พันธุ์ขอนแก่น 60-2 ขอนแก่น 4 และไทนาน 9 อ่อนแอต่อโรคสูง และจากการเปรียบเทียบพันธุ์ด้านทานโรคยอดไหม้ พบว่า สายพันธุ์ KK97-44-106, KK97-44-109 และ KK9744-112 มีความต้านทานต่อโรคและให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ไทนาน 9 ขอนแก่น 60-2 ขอนแก่น 60-3 ขอนแก่น 4 และขอนแก่น 5 (วรยุทธ และคณะ, 2549) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของสถาบันวิจัยพืชไร่ (2547) พบว่า ผลการวิเคราะห์และประเมินปฏิกริยาของสายพันธุ์ถั่วลิสง 360 สายพันธุ์ พบว่า ICGV86388 มีปฏิกริยาด้านทานต่อโรคปานกลาง ขอนแก่น 60-1 ขอนแก่น 60-3 และขอนแก่น 5 มีปฏิกริยาอ่อนแอต่อโรคปานกลาง ส่วนขอนแก่น 60-2 ขอนแก่น 4 และไทนาน 9 ทั้งนี้ Kesmala *et al.* (2006) รายงานผลการประเมินความต้านทานต่อโรคยอดไหม้ในพันธุ์ถั่วลิสงจำนวน 10 พันธุ์ จากการปลูกทดสอบในสภาพไร่และประเมินความต้านทานต่อโรคยอดไหม้ 3 วิธี ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ต้นเป็นโรค ความรุนแรงของโรค และพื้นที่ใต้กราฟการเป็นโรค (area under disease progress curve , AUDPC) พบว่าทั้งสามวิธีสามารถบ่งบอกความแตกต่างระหว่างพันธุ์อ่อนแอและต้านทานต่อโรคได้ดี โดยกลุ่มพันธุ์ที่ต้านทานต่อโรค ได้แก่ IC 10, IC 34, ICGV86031 และ ICGV86388 นอกจากนี้ถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 6 ยังแสดงลักษณะต้านทานต่อโรคยอดไหม้อีกด้วย (สมจินตนา, 2542)

ในปัจจุบันมีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชเป็นจำนวนมาก เนื่องจากผลผลิตที่ลดลงจากการเข้าทำลายของโรคถั่วลิสง ในการผลิตถั่วลิสงในสหรัฐอเมริกาผลผลิตเฉลี่ยลดลงมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ โรคที่สำคัญของถั่วลิสง เช่น โรคใบจุด โรคราสนิม และโรคยอดไหม้ ถึงแม้ว่าในปัจจุบันจะมีสารเคมีที่ใช้ป้องกันกำจัดโรคนี้ได้อย่างดีผล แต่สารเคมีนั้นมีราคาแพงจึงไม่เป็นที่นิยม และทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นด้วย นอกจากนั้นยังทำให้เป็นพิษต่อสภาพแวดล้อม ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์ให้ต้านทานโรค และแมลงศัตรูจึงได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก (Holbrook and Stalker, 2003)

การปรับปรุงพันธุ์ถั่วลิสง

ถั่วลิสงเป็นพืชผสมตัวเอง (self-pollinated crop) ตามธรรมชาติ ดังนั้น แนวทางการปรับปรุงพันธุ์ถั่วลิสงจึงเป็นการสร้างหรือพัฒนาสายพันธุ์แท้ (pure line) ให้ดีกว่าพันธุ์เดิมที่มีอยู่เพื่อให้ได้พันธุ์ที่มีลักษณะดีเด่นตามความต้องการของตลาดผู้บริโภค อุตสาหกรรมอาหาร (สมจินตนา, 2536) การปรับปรุงพันธุ์จำเป็นต้องมีเชื้อพันธุกรรม (germplasm) ถั่วลิสงหลากหลายพันธุ์ที่มีลักษณะที่แตกต่างกันออกไป ลักษณะที่นำมาใช้ในการพิจารณาในการปรับปรุงพันธุ์ถั่วลิสง ได้แก่ ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต อายุเก็บเกี่ยว ลักษณะ

ทรงต้นที่เหมาะสมต่อการเก็บเกี่ยวด้วยมือหรือเครื่องจักร การปรับตัวต่อสภาพแวดล้อม และความต้านทานต่อโรคและแมลง เป็นต้น (อารีย์, 2532 และ สมจินตนา, 2542)

โดยทั่วไปจะมีวัตถุประสงค์หลัก คือ มีผลผลิตสูง และวัตถุประสงค์รองลงมาคือ การต้านทานต่อโรคและแมลงในสภาพแวดล้อมนั้น ๆ การเลือกใช้เชื้อพันธุกรรมเริ่มต้นจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เชื้อพันธุกรรมพ่อแม่ที่ดินั้นจะต้องมีลักษณะดีเด่นในตัวเองและมีความแตกต่างทางพันธุกรรม (genetic diversity) เพื่อให้เกิดความแปรปรวนทางพันธุกรรมในรุ่นต่อไป (สุทัศน์, 2552) ในการปรับปรุงพันธุ์ถั่วลิสงให้มีผลผลิตสูงเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยเพิ่มปริมาณผลผลิตถั่วลิสง เพื่อลดการนำเข้าจากต่างประเทศ การปรับปรุงพันธุ์ถั่วลิสงมีหลายวิธี แต่วิธีที่นักปรับปรุงพันธุ์นิยมปฏิบัติโดยทั่วไปคือ วิธีคัดรวม (bulk method) เป็นการคัดเลือกโดยการเก็บรวบรวมลูกผสมในชั่วต่าง ๆ เพื่อคัดเลือกลักษณะที่ดี ซึ่งวิธีนี้มีธรรมชาติเข้ามาช่วยคัดเลือกลักษณะที่ไม่ต้องการออกไป และวิธีคัดเลือกแบบ جدประวัติ (pedigree selection) เป็นการคัดเลือกที่มีการบันทึกลักษณะต่างของพืชทุกต้นที่คัดเลือก โดยเก็บลูกผสมรวมกันจนถึงรุ่นที่ 3 คัดเลือกต้นที่มีลักษณะดีเด่นตามต้องการด้วยสายตา จากประชากรรุ่นที่ 3 และเก็บแยกต้นเป็นประชากรรุ่นที่ 4 นำมาปลูกทดสอบผลผลิตแบบต้นต่อแถวโดยการปลูกพืชชั่วที่ 1 ทุกเมล็ด เก็บเมล็ดจากต้นที่ปลูกทุกต้น 2-3 เมล็ด นำเมล็ดที่ได้มาปลูกเป็นหลุม ๆ ละ 1 ต้น เก็บเมล็ดจากต้นเหล่านี้ต้นละ 2-3 เมล็ด และปลูกเพียง 1 เมล็ดต่อต้น จนแน่ใจว่ามีความคงตัวทางพันธุกรรม จึงดำเนินการคัดเลือกแบบบันทึกประวัติต่อไป (อารีย์, 2532)

การคัดเลือกพันธุ์พืชมีความหลากหลายขึ้นอยู่กับนักปรับปรุงพันธุ์พืชแต่ละชนิดที่จะนำวิธีการต่างๆ ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด อีกทั้งการประยุกต์ใช้ดัชนีการคัดเลือกมาช่วยในการคัดเลือกสายพันธุ์อาจเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในกระบวนการคัดเลือกสายพันธุ์ถั่วลิสงได้

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

ผลผลิตของถั่วลิสงที่เก็บเกี่ยวและใช้ประโยชน์คือ ส่วนของฝักและเมล็ดซึ่งจัดเป็น economic yield ของถั่วลิสง (Kiniry *et al.*, 2005) องค์ประกอบผลผลิตของถั่วลิสงประกอบด้วย จำนวนต้นต่อพื้นที่ จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก น้ำหนักเมล็ด ขนาดของเมล็ด และเปอร์เซ็นต์กะเทาะ (Enyi, 1977) นอกจากนี้องค์ประกอบผลผลิตมีความสำคัญในการนำมาใช้ในการคัดเลือกถั่วลิสงที่ให้ผลผลิตสูงหรือใช้ในการคัดเลือกถั่วลิสงในประชากรที่มีความแปรปรวน ทั้งนี้ขนาดเมล็ดและจำนวนเมล็ดต่อฝักจะเป็นตัวกำหนดมูลค่าทางการตลาดของถั่วลิสง นอกจากนี้ลักษณะของฝักและเมล็ดยังสามารถใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกลักษณะที่ดีเพื่อนำมาใช้เป็นพันธุกรรมในการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป (Jeyaramraja and Woldesenbet, 2014)

การคัดเลือกถั่วลิสงเพื่อให้ได้ผลผลิตสูงสามารถทำได้โดยการคัดเลือกต้นที่มีจำนวนฝักต่อต้นหรือจำนวนเมล็ดต่อต้นสูง (สมศักดิ์, 2529) นอกจากองค์ประกอบผลผลิตแล้ว ดัชนีเก็บเกี่ยว (harvest index) ยังเป็นตัวบ่งชี้ถึงผลผลิตของถั่วลิสงเช่นเดียวกับพืชไร่ชนิดอื่นๆ

ดัชนีเก็บเกี่ยว คือ สัดส่วนของ economic yield ต่อ biological yield บ่งบอกถึงประสิทธิภาพของต้นพืชในการกระจายน้ำหนักแห้งที่พืชสร้างได้ไปสะสมในส่วนผลผลิตพืช ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานของการเพิ่มผลผลิตพืช และยังเป็นตัวชี้วัดที่สำคัญในการเปรียบเทียบผลผลิตของถั่วลิสงในแต่ละพันธุ์ (Gardner *et al.*, 1985; Kiniry *et al.*, 2005) ทั้งนี้ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น (2542) รายงานว่า ค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวจะแสดงให้เห็นถึงสัดส่วนระหว่างผลผลิตเชิงเศรษฐกิจ (economic yield) กับผลผลิตมวลรวมทั้งหมดของต้นพืชที่สูงที่สุด ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญลักษณะหนึ่งในการนำมาพิจารณาคัดเลือกพันธุ์พืช อีกทั้งลักษณะที่นำมาประกอบการคัดเลือกสายพันธุ์ถั่วลิสง ส่วนใหญ่เป็นลักษณะเชิงปริมาณได้แก่ ผลผลิตฝัก ผลผลิตเมล็ด จำนวนฝักต่อต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด เปอร์เซ็นต์กะเทาะ การต้านทานต่อโรคและแมลง เป็นลักษณะที่ควบคุมด้วยยีนหลายคู่ ในปี 2549 สุนทรี และคณะได้ศึกษาองค์ประกอบผลผลิต และลักษณะทางสรีรวิทยาของถั่วลิสง 9 พันธุ์ พบว่า ถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 มีผลผลิตฝัก จำนวนฝักต่อต้นสูงสุด อีกทั้งศึกษาค่าสหสัมพันธ์ในลักษณะต่าง ๆ ของถั่วลิสง พบว่า จำนวนฝักต่อต้นกับลักษณะความกว้าง และความยาวฝัก มีความสัมพันธ์กันในทางลบ แสดงให้เห็นว่าเมื่อถั่วลิสงมีจำนวนฝักต่อต้นมาก ขนาดฝักมีขนาดเล็ก และพบว่าลักษณะน้ำหนักต้นสด น้ำหนักฝักสด และจำนวนกิ่งแขนงมีความสัมพันธ์กันในทางบวก แสดงให้เห็นว่าเมื่อมีจำนวนกิ่งแขนงมากขึ้น น้ำหนักต้นสด และน้ำหนักฝักสดจะเพิ่มขึ้น ศิริพร (2522) ศึกษาสหสัมพันธ์ของลักษณะต่างๆของลูกผสมชั่วแรกในถั่วลิสงพบว่าจำนวนฝักต่อต้น น้ำหนักฝักต่อต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด มีสหสัมพันธ์ทางบวกซึ่งกันและกันแต่น้ำหนักฝักมีสหสัมพันธ์ทางลบกับเปอร์เซ็นต์กะเทาะ

การทดลองนี้เป็นการคัดเลือกสายพันธุ์ถั่วลิสงที่พัฒนาจากโครงการปรับปรุงพันธุ์ถั่วลิสง ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มาประเมินความต้านทานต่อโรคยอดไหม้และ ให้ผลผลิตสูง เพื่อนำมาใช้เป็นเชื้อพันธุ์กรรมและการผสมพันธุ์ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ถั่วลิสงต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. สายพันธุ์ถั่วลิสงรุ่น F₉ ที่พัฒนาจากโครงการปรับปรุงพันธุ์ถั่วลิสง ภาควิชาพืชไร่ นา คณะเกษตร

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จำนวน 5 สายพันธุ์ (ตารางที่ 1) ดังนี้

- สายพันธุ์ที่เกิดจากคู่ผสมระหว่าง ไทนาน 9 x ขอนแก่น 6 จำนวน 2 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ KUP11200-1 และ KUP11222-3

- สายพันธุ์ที่เกิดจากคู่ผสมระหว่าง ขอนแก่น 5 x (ขอนแก่น 5 x IC10) จำนวน 3 สายพันธุ์ ได้แก่ KUP13W027, KUP13W058 และ KUP13W060

พันธุ์เปรียบเทียบ (check varieties) จำนวน 5 พันธุ์ ได้แก่ ไทนาน 9 ขอนแก่น 5 ขอนแก่น 6 เกษตรศาสตร์โก่ง 40 และ ICGV86388 (ตารางที่ 1)

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองและบันทึกข้อมูล ได้แก่

- อุปกรณ์ที่ใช้ในแปลงทดลอง ได้แก่ เครื่องมือปลูกด้วยมือ (jab) เทปวัดขนาดความยาว 50 เมตร ป้ายพลาสติก (tag) ไม้หลักปักแปลง และถุงตาข่าย

- อุปกรณ์สำหรับใช้ในการปลูกเชื้อ ได้แก่ โกร่ง หลอดใส่น้ำคั้น ปีกเกอร์ ผ้าขาวบาง ไมโครปิเปตต์ (micro pipette) ขนาด 200 µl ไมโครปิเปตต์ทิป (micro pipette tip) ถุงมือยาง ล้างโฟมเก็บความเย็น และกระบอกฉีดน้ำ

- อุปกรณ์การเก็บข้อมูล ได้แก่ สมุดบันทึกข้อมูล (field book)

3. สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

3.1 สารเคมีที่ใช้ในแปลงทดลอง ได้แก่ ปูนขาว ไรโซเบียมสำหรับใช้ในถั่วลิสง

- สารเคมีป้องกันโรคโคนเน่า ได้แก่ แคปแทน (captan)

- สารเคมีควบคุมวัชพืชแบบก่อนงอก ได้แก่ อิมซาพิก (imazapic) และเพนดิเมทาลิน (pendimethalin)

- ปุ๋ยและธาตุอาหารเสริมสำหรับถั่วลิสง ได้แก่ ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 และ ยิปซัม (CaSO_4)

3.2 สารเคมีที่ใช้สำหรับการปลูกเชื้อไวรัส ได้แก่ 0.05M phosphate buffer pH 7.0, 2-mercaptoethanol และ ผงคาร์ไบด์ (silicon carbide)

ตารางที่ 1 รายละเอียดประวัติสายพันธุ์/พันธุ์ ที่ใช้ในการทดลอง

สายพันธุ์/พันธุ์	พันธุ์ประวัติ (pedigree)	ลักษณะ	แหล่งที่มา
ไทนาน 9	นำเข้าพันธุ์จากประเทศ ไต้หวัน	ผลผลิตสูง เปอร์เซ็นต์กะเทาะสูง เปลือกบาง ทรงพุ่มตั้งตรง ติดฝัก เป็นกระจุกที่โคนต้น	กรมวิชาการเกษตร
ขอนแก่น 5	ไทนาน 9 x RCM387	ผลผลิตสูง ทรงต้นเป็นพุ่มตั้งตรง มีระดับการเป็นโรคยอดไหม้ต่ำ กว่าไทนาน 9	กรมวิชาการเกษตร
ขอนแก่น 6	(ICGV88361xICGV88390) x MACAN จาก ICRISAT*	ฝักใหญ่ ทรงต้นตั้งตรง ใบสีเขียว เข้ม ติดฝักเป็นกระจุกที่โคนต้น ต้านทานต่อโรคยอดไหม้	กรมวิชาการเกษตร
เกษตรศาสตร์โก่ง 40	ไทนาน 9 x ขอนแก่น 6	ผลผลิตสูง เปอร์เซ็นต์กะเทาะสูง มีระดับการเป็นโรคยอดไหม้ต่ำ กว่าไทนาน 9 และขอนแก่น 5	กรมวิชาการเกษตร
ICGV86388	[(Dh 3-20 x USA 20) x NC Ac 2232]	ผลผลิตสูง เปอร์เซ็นต์กะเทาะสูง ทรงต้นเป็นพุ่มเตี้ย ต้านทานต่อ เพลี้ยไฟและโรคยอดไหม้	ICRISAT

ที่มา : ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น (2542), กรมวิชาการเกษตร (2560) และสถาบันวิจัยพืชนาชาติเขตร้อนกึ่ง
แห้งแล้ง (International Crops Research Institute for the Semi-Arid-Tropics, ICRISAT)

วิธีการ

การประเมินความต้านทานต่อโรคยอดไหม้และทดสอบผลผลิตของถั่วลิสงสายพันธุ์ดีเด่นในสภาพไร่

1. ปลุกทดสอบความต้านทานต่อโรคยอดไหม้และผลผลิตของถั่วลิสงจำนวน 5 สายพันธุ์ในพื้นที่จังหวัดกาฬสินธุ์ที่มีประวัติการระบาดของโรคยอดไหม้อย่างรุนแรง 2 แปลง ได้แก่ บ้านโคกกวาง ต.มหาไชย อ.สมเด็จ จ.กาฬสินธุ์ และบ้านคำบอน ต.กลางหมื่น อ.เมือง จ.กาฬสินธุ์ ในฤดูแล้ง (ธ.ค.61-เม.ย.62) แต่ละแปลงวางแผนการทดลองแบบ randomized complete block design (RCBD) จำนวน 2 ซ้ำ

2. เตรียมพื้นที่โดยไถตะ 1 ครั้ง และพรวน 1-2 ครั้ง ยกร่อง แต่ละแปลงย่อยปลูก 5 แถวต่อ สายพันธุ์/พันธุ์ ความยาวแถว 5 เมตร ปลูกบนสันร่อง ระยะระหว่างต้น 20 ซม. ระยะห่างระหว่างร่อง 50 ซม. ปลูก 2 เมล็ดต่อหลุม ก่อนปลูกคลุกเมล็ดพันธุ์ด้วยสารเคมีป้องกันโรคโคนเน่า แคปแทน และเชื้อไรโซเบียม ถั่วลิสง หวานปุ๋ยเคมีรองพื้นสูตร 13 - 13 - 21 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ โดยปลูกพันธุ์ไทนาน 9 ที่อ่อนแอต่อโรคยอดไหม้คันระหว่างแปลงย่อยเพื่อให้เป็นแถวแพร่เชื้อ (spreader row) ให้น้ำตามทันทีหลังปลูก ฉีดพ่นสารเคมีควบคุมวัชพืชแบบก่อนงอก เพนติเมทาลินอัตรา 400 ซีซีต่อไร่ ผสมกับอิมาซาพิคอัตรา 50 ซีซีต่อไร่ เมื่อถั่วลิสงอายุ 1 เดือน ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13 - 13 - 21 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ จากนั้นอีก 2 สัปดาห์ หวานยิปซัมอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ จากนั้นปฏิบัติดูแลจนถึงอายุเก็บเกี่ยวถั่วลิสง

การประเมินความต้านทานต่อโรคยอดไหม้ของถั่วลิสงสายพันธุ์ดีเด่นโดยวิธีการปลูกเชื้อ

1. การประเมินความต้านทานต่อโรคยอดไหม้ของสายพันธุ์/พันธุ์ถั่วลิสงตามวิธีการของโสภณ (2536) โดยตู้ควบคุมสภาพแวดล้อม (growth chamber) จำนวน 9 สายพันธุ์/พันธุ์ ได้แก่ KUP11200-1, KUP11222-3, KUP13W027, KUP13W058 และ KUP13W060 พันธุ์เปรียบเทียบ ได้แก่ ไทนาน 9 ขอนแก่น 5 ขอนแก่น 6 และ ICGV86388

2. เก็บตัวอย่างต้นถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ที่แสดงอาการโรคยอดไหม้ ได้แก่ ใบเป็นจุดสีเหลือง ยอดและใบอ่อนเป็นสีน้ำตาล จากแปลงเกษตรกรที่พบการระบาดอย่างรุนแรง ในพื้นที่อำเภอนาคู จังหวัดกาฬสินธุ์ เพื่อนำมาใช้ในการปลูกเชื้อ

3. การปลูกเชื้อไวรัสโรคยอดไหม้บนสายพันธุ์/พันธุ์ถั่วลิสง

3.1 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design ; CRD) โดยมีสายพันธุ์/พันธุ์ถั่วลิสง 9 สายพันธุ์/พันธุ์ จำนวน 4 ซ้ำ ปลูกแต่ละสายพันธุ์ในสภาพหลุมขนาดกว้าง 25.5 เซนติเมตร และยาว 53.5 เซนติเมตร แต่ละสายพันธุ์/พันธุ์ปลูกหลุมละ 1 เมล็ด

3.2 การปลูกเชื้อไวรัสตามวิธีการของโสภณ (2536) จำนวน 3 ครั้ง ที่อายุ 9, 14 และ 18 วันหลังออก โดยมีวิธีการเตรียมสารละลายและวิธีการปลูกเชื้อ ดังนี้

ก่อนการปลูกเชื้อนำต้นถั่วลิสงที่มีอายุ 7 วันหลังออกเก็บไว้ในที่มีด 10 ชั่วโมง การเตรียมสารละลายในการปลูกเชื้อโดยเลือกใบอ่อนจากต้นถั่วลิสงที่แสดงอาการของโรคยอดไหม้อย่างชัดเจนจำนวน 8 กรัม บดในโกร่งพร้อมสารละลาย 0.05M phosphate buffer pH 7.0 ปริมาณ 50 ml. แชนเจนจัด และผสม 2-mercaptoethanol ปริมาณ 0.2 ml. ก่อนการปลูกเชื้อผสมกับผงคาร์โบรันด์จำนวน 2 กรัม ในสารละลายเชื้อโรค ทาสารละลายเชื้อโรคลงบนใบถั่วลิสง ตำแหน่งใบที่ 2, 3 และ 4 นับจากยอดของแต่ละสายพันธุ์/พันธุ์ ปริมาณ 200 ไมโครลิตร หลังจากปลูกเชื้อแล้วล้างใบพืชด้วยน้ำสะอาด จากนั้นนำสายพันธุ์ไปเก็บไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 27-29 องศาเซลเซียส โดยให้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน (ภาพที่ 3)

การบันทึกข้อมูล

1. การประเมินความรุนแรงของโรคยอดไหม้ในสายพันธุ์/พันธุ์ถั่วลิสง 2 วิธี ได้แก่

- การประเมินโดยวิธีเปอร์เซ็นต์การเป็นโรคยอดไหม้ในสภาพไร่ นา โดยนับจำนวนต้นที่เป็นโรคยอดไหม้จาก 4 แถวกลางของแต่ละสายพันธุ์/พันธุ์ ที่อายุ 30, 45 และ 60 วันหลังออก แล้วเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ต้นเป็นโรค สมการดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ต้นเป็นโรค} = \frac{\text{จำนวนต้นถั่วลิสงที่เป็นโรค}}{\text{จำนวนต้นถั่วลิสงทั้งหมด}} \times 100$$

- การประเมินความต้านทานต่อโรคยอดไหม้ของสายพันธุ์/พันธุ์ถั่วลิสงโดยวิธีการปลูกเชื้อ ประเมินโดยวิธีการให้คะแนนการเป็นโรค 1-5 ตามวิธีการของ วิบูลและคณะ (2545) โดยเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 คะแนนการเกิดโรคยอดไหม้ถั่วลิสงโดยวิธีการปลูกเชื้อ

คะแนนการเกิดโรคยอดไหม้	ลักษณะอาการ
1	ไม่มีอาการของโรค
2	พบจุดสีเหลืองเล็กน้อยเฉพาะบางใบ เท่านั้น
3	พบจุดสีเหลือง (chlorosis) กระจายทั่วไปที่ใบ ต้นไม่แสดงอาการแคระแกร็น
4	พบอาการใบมีสีเหลือง ใบบิดเบี้ยว และต้นแสดงอาการ แคระแกร็น
5	พบอาการใบแห้งตาย (necrosis) อย่างรุนแรง ต้นแสดงอาการ แคระแกร็น

2. การคำนวณพื้นที่ใต้กราฟการพัฒนาของโรค (Area Under Disease Progress Curve, AUDPC) โดยนำการประเมินความรุนแรงของโรคยอดไหม้ถั่วลิสงทั้ง 2 วิธีมาคำนวณค่าพื้นที่ใต้กราฟการพัฒนาของโรค (AUDPC) ตามวิธีของ Van der Plank (1963) โดยใช้สูตร

$$AUDPC = \sum^n \left[\left(\frac{Y(i+1) + Y_i}{2} \right) \right] [X_{(i+1)} - X_i]$$

โดยที่ n = จำนวนครั้งที่ประเมินความต้านทานต่อโรคยอดไหม้

Y_i = ผลการประเมินความรุนแรงของโรคในช่วงเวลาที่ i

X_i = ช่วงเวลาที่ประเมินความต้านทานต่อโรค

3. ผลผลิตฝัก เก็บผลผลิตฝักในพื้นที่เก็บเกี่ยว 16 ตารางเมตร ปลิดฝักด้วยมือ ตากฝักให้แห้ง ชั่งน้ำหนัก ฝักแห้ง แล้วเทียบเป็นผลผลิตต่อไร่ ดังนี้

$$\text{ผลผลิตฝัก} = \frac{\text{ผลผลิตฝักแห้ง} \times 1600}{\text{พื้นที่เก็บเกี่ยว}}$$

4. องค์ประกอบผลผลิตถั่วลิสง ดังนี้

- จำนวนฝักต่อต้น สุ่มเก็บต้นถั่วลิสงแต่ละสายพันธุ์/พันธุ์ จำนวน 6 ต้น ปลิดฝักด้วยมือ จากนั้นนับจำนวนฝักที่แก่ของแต่ละต้นในแต่ละสายพันธุ์/พันธุ์ แล้วคำนวณหาค่าเฉลี่ยจำนวนฝักต่อต้น

- น้ำหนักฝักต่อต้น สุ่มเก็บต้นถั่วลิสงแต่ละสายพันธุ์/พันธุ์ จำนวน 6 ต้น ปลิดฝักด้วยมือ จากนั้นชั่งน้ำหนักฝักที่แก่ของแต่ละต้นในแต่ละสายพันธุ์/พันธุ์ แล้วคำนวณค่าเฉลี่ยน้ำหนักฝักต่อต้น

- น้ำหนักเมล็ดต่อต้น สุ่มเก็บต้นถั่วลิสงแต่ละสายพันธุ์/พันธุ์ จำนวน 6 ต้น ปลิดฝักด้วยมือ จากนั้นกะเทาะเปลือก ชั่งน้ำหนักเมล็ด และคำนวณหาค่าเฉลี่ยน้ำหนักเมล็ดต่อต้น

- เปอร์เซ็นต์กะเทาะ สุ่มเก็บต้นถั่วลิสงแต่ละสายพันธุ์/พันธุ์ จำนวน 6 ต้น ปลิดฝักด้วยมือ จากนั้นนำไปตากให้แห้ง ชั่งน้ำหนักฝักแห้งและกะเทาะเปลือก ชั่งน้ำหนักเมล็ดและคำนวณหาเปอร์เซ็นต์กะเทาะโดยวิธีคำนวณ ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์กะเทาะ} = \frac{(\text{น้ำหนักเมล็ด} \times 100)}{\text{น้ำหนักฝัก}}$$

- น้ำหนัก 100 เมล็ด สุ่มเก็บต้นถั่วลิสงแต่ละสายพันธุ์/พันธุ์ จำนวน 6 ต้น ปลิดฝักด้วยมือ นำไปตากให้แห้งแล้วกะเทาะเปลือก จากนั้นนับเมล็ดตัวอย่างละ 100 เมล็ดและเก็บข้อมูลจำนวน 2 ซ้ำ เพื่อหาค่าเฉลี่ยชั่งน้ำหนักและรายงานผลเป็นน้ำหนัก 100 เมล็ด

- ดัชนีเก็บเกี่ยว (HI) สุ่มเก็บต้นถั่วลิสงแต่ละสายพันธุ์/พันธุ์ จำนวน 6 ต้น นำไปตากให้แห้ง ปลิดฝักด้วยมือแล้วกะเทาะเมล็ด จากนั้นชั่งน้ำหนักเมล็ดและส่วนของต้นที่อยู่เหนือดิน นำมาคำนวณหาค่าดัชนีเก็บเกี่ยว

โดยวิธีคำนวณ ดังนี้

$$\text{ดัชนีเก็บเกี่ยว} = \frac{\text{น้ำหนักแห้งของเมล็ด}}{\text{น้ำหนักแห้งของส่วนที่เหนือดินทั้งหมด}}$$

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

1. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ของสายพันธุ์/พันธุ์ถั่วลิสงจำนวน 9 สายพันธุ์/พันธุ์ ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) (ตารางที่ 3) ตามวิธีการของ (สุรพล, 2536) โดยมีแบบหุ่นทางสถิติ ดังนี้

$$Y_{ij} = \mu + G_i + \varepsilon_{ij}$$

เมื่อ Y_{ij} = ค่าสังเกตแต่ละค่าที่ได้จากทรีตเมนต์ i และซ้ำ j

μ = ค่าเฉลี่ยของต้นถั่วลิสงทั้งหมด

G_i = อิทธิพลของพันธุ์ i

ϵ_{ij} = ความคลาดเคลื่อนของค่าสังเกตจากพันธุ์ i ซ้ำ j

$i = 1, \dots, g$ (g = จำนวนพันธุ์)

$j = 1, \dots, n$ (n = จำนวนซ้ำ)

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์

Sources of variation	df	MS	EMS
Genotypes	$g - 1$	$M1$	$\sigma^2 + n\sigma_g^2$
Error	$g(n - 1)$	$M2$	σ^2
Total	$gn - 1$		

เมื่อ σ^2 = ความแปรปรวนเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อนของการทดลอง

$\sigma_g^2 = (M1 - M2)/n$ = ความแปรปรวนเนื่องมาจากความแตกต่างของพันธุ์

2. การวิเคราะห์ความแปรปรวน 8 สายพันธุ์/พันธุ์ ตามแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อก (Randomized Complete Block Design: RCBD) (ตารางที่ 4) โดยมีแบบหุ่นทางสถิติ ตามวิธีของ สุรพล (2536) ดังนี้

$$Y_{ijk} = \mu + b_j + t_i + \sum_{ik}$$

เมื่อ Y_{ijk} = ค่าทางสถิติ

m = ค่าเฉลี่ยของประชากร

b_j = อิทธิพลของบล็อกที่ j

t_i = อิทธิพลของสิ่งทดลองที่ i

$\sum_{ik}$ = ความคลาดเคลื่อนของการทดลอง (experimental error)

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนตามแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์

Source of variation	Degree of freedom
Block	$r-1$
Treatments	$t-1$
Error	$(r-1)(t-1)$
Total	$tr-1$

3. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างสายพันธุ์/พันธุ์ ด้วยวิธี Least Significant Different (LSD) ซึ่งมีสูตรคำนวณตามที่ สุรพล (2536) ระบุไว้ดังนี้

$$LSD_{\alpha} = t_{\alpha} \cdot S^2 (1/n_1 + 1/n_2)$$

โดย LSD_{α} = ค่า least significant different

t = ค่า t จากตาราง t ที่ degree of freedom ของความคลาดเคลื่อน

S^2 = ค่าความแปรปรวน

α = ระดับความเป็นไปได้ที่ต้องการใช้ 0.05 หรือ 0.01

n = จำนวนข้อมูลหรือตัวหารในการหาค่าเฉลี่ย

4. การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combine analysis of variances) ของการประเมินความต้านทานต่อโรคยอดไหม้ ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม

Source of variation	Degree of freedom
Location (loc.)	n-1
Rep	n(r-1)
Line/Varieties (V)	V-1
Pooled error	n(r-1)(v-1)
Total	nrv-1

5. การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient ; r)

วิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง การประเมินความต้านทานต่อโรคยอดไหม้ของถั่วลิสงในสภาพไร่และสภาพโรงเรือน ผลผลิตฝักและองค์ประกอบผลผลิตถั่วลิสง ดังสมการต่อไปนี้

$$r = \frac{\sum XY - (\sum X \sum Y)/n}{\sqrt{(\sum X^2 - (\sum X^2)/n)(\sum Y^2 - (\sum Y^2)/n)}}$$

โดยที่ X คือ ตัวแปรอิสระ

Y คือ ตัวแปรปรวนตาม

n คือ จำนวนข้อมูล

สถานที่และระยะเวลาการทำวิจัย

สถานที่การทำวิจัย

1. แปลงเกษตรกรบ้านโคกกวาง ต.มหาไชย อ.สมเด็จ จ.กาฬสินธุ์
2. แปลงเกษตรกรบ้านคำบอน ต.กลางหมื่น อ.เมือง จ.กาฬสินธุ์

ระยะเวลาการทำวิจัย

ตั้งแต่เดือน ธันวาคม พ.ศ.2561 ถึง เดือน เมษายน พ.ศ.2562

ผลและวิจารณ์

1. การประเมินความต้านทานต่อโรคยอดไหม้ ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของถั่วลิสงในไร่นาเกษตรกร

จากการประเมินความต้านทานต่อโรคยอดไหม้ ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของถั่วลิสงในไร่นาเกษตรกรที่เคยพบการระบาดของโรคอย่างรุนแรงจำนวน 2 แปลง ได้แก่ แปลงเกษตรกรบ้านโคกกวาง อ.สมเด็จ จ.กาฬสินธุ์ และบ้านคำบอน อ.เมือง จ.กาฬสินธุ์ ในฤดูแล้ง ปี 2562 ผลการทดลองเป็นดังนี้

1.1) แปลงเกษตรกรบ้านโคกกวาง อ.สมเด็จ จ.กาฬสินธุ์

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เป็นโรคยอดไหม้จากการประเมินที่ 60 วันหลังปลูกของการทดลอง (38.3 %) และไทนาน 9 (52.2 %) ซึ่งเป็นพันธุ์ที่อ่อนแอต่อโรคแสดงให้เห็นว่าพื้นที่นี้มีการระบาดของโรคอย่างรุนแรง ดังนั้นจึงเป็นแปลงที่มีความเหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับการคัดเลือกพันธุ์ถั่วลิสงที่ต้านทานต่อโรค จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) (ตารางที่ 6) พบว่าเปอร์เซ็นต์การเป็นโรคที่อายุ 30 และ 45 วันหลังปลูกไม่แตกต่างทางสถิติ ทั้งนี้ที่ 30 วันหลังปลูก ยังไม่พบต้นที่แสดงอาการของโรค ส่วนที่ 60 วันหลังปลูก แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) และมีค่าผันแปรตั้งแต่ 17.0 ถึง 52.6 % แสดงให้เห็นว่าที่อายุดังกล่าว ซึ่งเป็นระยะที่ต้นถั่วลิสงกำลังเริ่มลงเข็ม (peg) เป็นช่วงที่เหมาะสมสำหรับประเมินความต้านทานต่อโรคยอดไหม้ของสายพันธุ์/พันธุ์ถั่วลิสง โดยสามารถระบุความแตกต่างระหว่างพันธุ์ต้านทานและอ่อนแอได้อย่างชัดเจน (Kesmala *et al.*, 2006) ทั้งนี้เปอร์เซ็นต์การเป็นโรคที่ 60 วันหลังปลูกของ KUP13W060 KUP13W027 KUP13W058 KUP11200-1 และ KUP11222-3 มีค่าเท่ากับ 17.0, 22.3, 25.5, 45.6 และ 52.6 % ตามลำดับ ส่วนไทนาน 9 ขอนแก่น 5 และเกษตรศาสตร์โก่ง 40 มีค่าเท่ากับ 52.2, 50.3 และ 41.0 % ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเป็นโรคที่อายุ 60 วันหลังปลูกระหว่างสายพันธุ์ถั่วลิสงกับพันธุ์เปรียบเทียบด้วยวิธี least significant difference (LSD) จะเห็นได้ว่า KUP13W060 และ KUP13W027 มีเปอร์เซ็นต์การเป็นโรคต่ำกว่าพันธุ์เปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 6)

ส่วนค่า AUDPC ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงพัฒนาการของโรคต่อหน่วยเวลาพบว่า แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยมีค่าผันแปรตั้งแต่ 173.1 ถึง 576.4 ทั้งนี้ KUP13W060 KUP13W027 KUP13W058 KUP11200-1 และ KUP11222-3 มีค่าเฉลี่ย AUDPC เท่ากับ 173.1, 260.4, 344.4, 483.3 และ 576.4 ตามลำดับ ส่วนไทนาน 9 ขอนแก่น 5 และเกษตรศาสตร์โก่ง 40 มีค่าเท่ากับ 565.7, 436.5 และ 363.2 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD พบว่า KUP13W060 มีค่าต่ำกว่าไทนาน 9 และ ขอนแก่น 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงระดับความต้านทานต่อโรคยอดไหม้ของสายพันธุ์นี้

ที่เหนือกว่าไทนาน 9 และซอนแก่น 5 ขณะที่ KUP13W027 มีค่า AUDPC น้อยกว่าไทนาน 9 เท่านั้น และ
สายพันธุ์อื่น ๆ ไม่แตกต่างจากไทนาน 9 และซอนแก่น 5 (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเป็นโรคยอดไหม้ที่อายุ 30, 45 และ 60 วันหลังปลูก และค่า AUDPC ของถั่วลิสง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ จากการทดสอบในแปลงเกษตรกร บ้านโคกกว้าง อ.สมเด็จ จ.กาฬสินธุ์ ในฤดูแล้ง ปี พ.ศ. 2561/62

สายพันธุ์/พันธุ์	เปอร์เซ็นต์การเป็นโรคยอดไหม้			AUDPC
	30 วันหลังปลูก	45 วันหลังปลูก	60 วันหลังปลูก	
KUP11200-1	0.0	7.6	45.6 a	483.3 ab
KUP11222-3	0.0	9.7	52.6 a	576.4 a
KUP13W027	0.0	5.0	22.3 c	260.4 cd
KUP13W058	0.0	8.2	25.5 bc	344.4 bcd
KUP13W060	0.0	2.4	17.0 c	173.1 d
ไทนาน 9	0.0	9.3	52.2 a	565.7 a
ขอนแก่น 5	0.0	3.2	50.3 a	436.5 abc
เกษตรศาสตร์โก๋แก้ว 40	0.0	3.0	41.0 ab	363.2 abcd
ค่าเฉลี่ย	0.0	6.1	38.3	400.4
F – test	ns	ns	**	*
LSD (0.05)	-	-	18.5	216.7
C.V. (%)	-	41.6	20.4	22.9

*, **แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99%, ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

AUDPC = พื้นที่ใต้กราฟพัฒนาการของโรค (area under disease progress curve) ซึ่งคำนวณจากเปอร์เซ็นต์การเป็นโรคยอดไหม้ของแต่ละสายพันธุ์/พันธุ์ที่อายุ 30, 45 และ 60 วันหลังปลูก

ในส่วนผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของถั่วลิสง จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ตารางที่ 7) พบว่า

ผลผลิตฝักพบว่า แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) มีค่าผันแปรตั้งแต่ 240.0 ถึง 364.3 กิโลกรัมต่อไร่ โดย KUP13W060, KUP13W027, KUP11222-3, KUP11200-1 และ KUP13W058 มีผลผลิตฝักเท่ากับ 363.3, 314.4, 305.9, 279.5 และ 263.6 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ขณะที่ไทนาน 9 ขอนแก่น 5 และเกษตรศาสตร์โก่ง 40 มีผลผลิตฝักเท่ากับ 259.8, 240 และ 364.3 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างสายพันธุ์กับพันธุ์เปรียบเทียบกับวิธี LSD พบว่า KUP13W060 มีผลผลิตฝักสูงกว่าไทนาน 9 และขอนแก่น 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่ KUP13W027 มีผลผลิตฝักสูงกว่า ขอนแก่น 5 (ตารางที่ 7)

เปอร์เซ็นต์กะเทาะพบว่า แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) มีค่าผันแปรตั้งแต่ 65.2 ถึง 76.5 % โดย KUP11200-1 KUP11222-3 KUP13W060 KUP13W058 และ KUP13W027 มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะเท่ากับ 75.7, 75.3, 74.6, 70.8 และ 65.2 % ตามลำดับ ส่วนไทนาน 9 ขอนแก่น 5 และเกษตรศาสตร์โก่ง 40 มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะเท่ากับ 71.4, 71.6 และ 76.5 % เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างสายพันธุ์กับเกษตรศาสตร์โก่ง 40 ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์กะเทาะสูงด้วยวิธี LSD พบว่า KUP11200-1 KUP11222-3 และ KUP13W060 มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะไม่แตกต่างจากเกษตรศาสตร์โก่ง 40 ส่วน KUP13W058 และ KUP13W027 มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะต่ำกว่าเกษตรศาสตร์โก่ง 40 (ตารางที่ 7)

สำหรับดัชนีเก็บเกี่ยวและองค์ประกอบผลผลิตถั่วลิสงพบว่า ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 7) มีค่าตั้งแต่ 0.298 ถึง 0.447 โดย KUP13W060 มีค่าดัชนีเก็บเกี่ยวสูงสุดเท่ากับ 0.447 รองลงมาได้แก่ KUP11222-3, KUP11200-1, KUP13W058 และ KUP13W027 มีดัชนีเก็บเกี่ยวเท่ากับ 0.381, 0.334, 0.322 และ 0.308 ตามลำดับ ส่วนไทนาน 9 ขอนแก่น 5 และเกษตรศาสตร์โก่ง 40 มีดัชนีเก็บเกี่ยวเท่ากับ 0.298, 0.305 และ 0.377 ตามลำดับ ทั้งนี้ KUP13W060 มีน้ำหนัก 100 เมล็ดเท่ากับ 58.5 กรัม จำนวนฝักต่อต้นเท่ากับ 18.7 ฝัก น้ำหนักฝักต่อต้นเท่ากับ 26.0 กรัม น้ำหนักเมล็ดต่อต้นเท่ากับ 19.4 กรัม และจำนวนเมล็ดต่อต้นเท่ากับ 33.6 เมล็ด (ตารางที่ 7)

จากผลการประเมินความต้านทานโรคยอดไหม้และผลผลิตในพื้นที่ซึ่งมีการระบาดของโรคอย่างรุนแรง ทั้งนี้ KUP13W060 มีเปอร์เซ็นต์เป็นโรคเพียง 17 % และมีผลผลิตฝักในเกณฑ์ที่ดีเท่ากับ 363.3 กิโลกรัมต่อไร่ รวมทั้งมีดัชนีเก็บเกี่ยวและเปอร์เซ็นต์กะเทาะสูง และมีองค์ประกอบผลผลิตอื่นๆ ที่ดีอีกด้วย ดังนั้นอาจเป็นสายพันธุ์ที่มีความต้านทานต่อโรคและให้ผลผลิตสูง นอกจากนั้นยังมีสายพันธุ์อื่นๆ ที่มีระดับการเป็นโรคยอดไหม้ต่ำ ได้แก่ KUP13W027 และ KUP13W058 มีเปอร์เซ็นต์เป็นโรคเท่ากับ 22.3 และ 25.5 % ตามลำดับ อย่างไรก็ตามผลผลิตฝักของ 2 สายพันธุ์นี้ยังค่อนข้างต่ำเท่ากับ 314.4 และ 263.6 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

ตารางที่ 7 ผลผลิต เปอร์เซ็นต์กะเทาะ ดัชนีเก็บเกี่ยว น้ำหนัก 100 เมล็ด จำนวนฝักต่อต้น น้ำหนักฝักต่อต้น และน้ำหนักเมล็ดต่อต้นของถั่วลิสง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ จาก การทดสอบในแปลงเกษตรกรบ้านโคกกวาง อ.สมเด็จ จ.กาฬสินธุ์ ในฤดูแล้ง ปี พ.ศ. 2561/62

สายพันธุ์/พันธุ์	ผลผลิตฝัก (กก./ไร่)	เปอร์เซ็นต์ กะเทาะ	ดัชนีเก็บเกี่ยว	น้ำหนัก 100 เมล็ด (ก.)	จำนวนฝักต่อ ต้น	น้ำหนักฝักต่อ ต้น (ก.)	น้ำหนักเมล็ด ต่อต้น (ก.)	จำนวนเมล็ด ต่อต้น
KUP11200-1	279.5 bc	75.7 ab	0.334	55.0	17.3	20.0	15.4	27.9
KUP11222-3	305.9 abc	75.3 ab	0.381	56.5	24.7	32.0	24.1	42.5
KUP13W027	314.4 ab	65.2 c	0.308	53.0	18.4	24.0	15.7	31.9
KUP13W058	263.6 bc	70.8 b	0.322	58.5	17.1	22.0	15.6	26.4
KUP13W060	363.3 a	74.6 ab	0.447	58.5	18.7	26.0	19.4	33.6
ไทนาน 9	259.8 bc	71.4 ab	0.298	47.5	19.4	21.0	15.0	34.6
ขอนแก่น 5	240.0 c	71.6 ab	0.305	52.0	16.2	21.0	15.1	27.8
เกษตรศาสตร์โก่ง 40	364.3 a	76.5 a	0.377	54.0	20.8	26.0	19.9	36.5
ค่าเฉลี่ย	298.8	72.6	0.346	54.4	19.1	24.0	17.5	32.7
F-test	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
LSD (0.05)	72.4	5.3	-	-	-	-	-	-
C.V. (%)	10.3	3.1	17.3	8.2	14.7	16.1	17.1	12.5

*, **แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99%, ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

1.2) แปลงเกษตรกรบ้านคำบอน อ.เมือง จ.กาฬสินธุ์

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เป็นโรคยอดไหม้จากการประเมินที่ 60 วันหลังปลูกของการทดลอง (22.0 %) ไทนาน 9 (24.8 %) ขอนแก่น 5 (27.2 %) และเกษตรศาสตร์โก่แก้ว 40 (32.1 %) จะเห็นได้ว่าการระบาดของโรคยอดไหม้ในพื้นที่นี้มีความรุนแรงปานกลาง

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ตารางที่ 8) พบว่า เปอร์เซ็นต์การเป็นโรคที่อายุ 30 45 และ 60 วันหลังปลูก และค่า AUDPC ไม่แตกต่างทางสถิติ ทั้งนี้สายพันธุ์ที่ต้านทานต่อโรคยอดไหม้ ได้แก่ KUP13W060 มีเปอร์เซ็นต์เป็นโรคที่ 45 และ 60 วันหลังปลูกเท่ากับ 1.1 และ 11.4 % และมีค่า AUDPC เท่ากับ 104.9 ขณะที่ KUP13W027 เท่ากับ 1.5 และ 13.1 % ตามลำดับ และมีค่า AUDPC เท่ากับ 126.7 ส่วนเปอร์เซ็นต์เป็นโรคและค่า AUDPC ของสายพันธุ์อื่น ๆ และพันธุ์เปรียบเทียบแสดงดังตารางที่ 8

ในส่วนผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของถั่วลิสง จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ตารางที่ 9) พบว่า ผลผลิตฝักพบว่า ไม่แตกต่างทางสถิติ โดย KUP11200-1 KUP13W060 KUP11222-3 KUP13W027 และ KUP13W058 มีผลผลิตฝักเท่ากับ 325.0, 300.3, 290.0, 266.0 และ 235.0 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนไทนาน 9 ขอนแก่น 5 และเกษตรศาสตร์โก่แก้ว 40 มีผลผลิตฝักเท่ากับ 267.5, 256.8 และ 264.9 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 9)

เปอร์เซ็นต์กะเทาะพบว่า แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) มีค่าผันแปรตั้งแต่ 70.5 ถึง 78.7 % และมีค่าเฉลี่ยของการทดลองเท่ากับ 74.8 % โดย KUP11222-3 KUP13W060 KUP11200-1 KUP13W027 และ KUP13W058 มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะเท่ากับ 78.7, 73.3, 73.0, 72.5 และ 70.5 % ตามลำดับ ส่วนไทนาน 9 ขอนแก่น 5 และเกษตรศาสตร์โก่แก้ว 40 มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะเท่ากับ 77.3, 75.2 และ 77.8 % ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ระหว่างสายพันธุ์และพันธุ์เปรียบเทียบพบว่า KUP11222-3 และ KUP13W060 มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะไม่แตกต่างจากทั้ง 3 พันธุ์ ขณะที่ KUP13W027 และ KUP13W058 มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะต่ำกว่าทั้ง 3 พันธุ์ (ตารางที่ 9)

ดัชนีเก็บเกี่ยวพบว่า แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) มีค่าผันแปรตั้งแต่ 0.188 ถึง 0.478 และมีค่าเฉลี่ยของการทดลองเท่ากับ 0.283 โดย KUP13W060 KUP11200-1 KUP11222-3 KUP13W058 และ KUP13W027 มีดัชนีเก็บเกี่ยวเท่ากับ 0.478, 0.384, 0.286, 0.248 และ 0.188 ตามลำดับ ส่วนไทนาน 9 ขอนแก่น 5 และเกษตรศาสตร์โก่แก้ว 40 มีดัชนีเก็บเกี่ยวเท่ากับ 0.217, 0.197 และ 0.269 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD ระหว่างสายพันธุ์และพันธุ์เปรียบเทียบพบว่า KUP13W060 มีดัชนีเก็บเกี่ยวสูงกว่าทั้ง 3 พันธุ์ (ตารางที่ 9) ในขณะเดียวกันองค์ประกอบผลผลิตถั่วลิสงในทุกลักษณะพบว่า ไม่แตกต่างทางสถิติ โดยค่าเฉลี่ยลักษณะต่างๆ ของแต่ละสายพันธุ์/พันธุ์แสดงดังตารางที่ 9

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคที่อายุ 30, 45 และ 60 วันหลังปลูก และค่า AUDPC จากการประเมินโรคของถั่วลิสง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ จากการทดสอบในแปลงเกษตรกรบ้านคำบอน อ.เมือง จ.กาฬสินธุ์ ในฤดูแล้ง ปี พ.ศ. 2561/62

สายพันธุ์/พันธุ์	เปอร์เซ็นต์การเป็นโรคยอดไหม้			AUDPC
	30 วันหลังปลูก	45 วันหลังปลูก	60 วันหลังปลูก	
KUP11200-1	0.0	1.0	27.4	224.1
KUP11222-3	0.0	2.5	24.8	232.1
KUP13W027	0.0	1.5	13.1	126.7
KUP13W058	0.0	0.6	15.0	123.7
KUP13W060	0.0	1.1	11.4	104.9
ไทนาน 9	0.0	5.9	24.8	295.4
ขอนแก่น 5	0.0	3.6	27.2	270.7
เกษตรศาสตร์โก่ง 40	0.0	2.7	32.1	290.2
ค่าเฉลี่ย	0.0	2.4	22.0	208.5
F – test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	-	70.4	29.1	35.1

*,** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99%, ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

AUDPC = พื้นที่ใต้กราฟพัฒนาการของโรค (area under disease progress curve) ซึ่งคำนวณจากเปอร์เซ็นต์การเป็นโรคยอดไหม้ของแต่ละสายพันธุ์/พันธุ์ที่อายุ 30, 45 และ 60 วันหลังปลูก

ตารางที่ 9 ผลผลิต เพอร์เซ็นต์กะเทาะ ดัชนีเก็บเกี่ยว น้ำหนัก 100 เมล็ด จำนวนฝักต่อต้น น้ำหนักฝักต่อต้น และน้ำหนักเมล็ดต่อต้น ของถั่วลิสง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ จาก การทดสอบในแปลงเกษตรกรบ้านคำบอน อ.เมือง จ.กาฬสินธุ์ ในฤดูแล้งปี พ.ศ. 2561/62

สายพันธุ์/พันธุ์	ผลผลิตฝัก (กก./ไร่)	เปอร์เซ็นต์ กะเทาะ	ดัชนีเก็บเกี่ยว	น้ำหนัก 100 เมล็ด (ก.)	จำนวนฝัก ต่อต้น	น้ำหนักฝัก ต่อต้น (ก.)	น้ำหนักเมล็ด ต่อต้น (ก.)	จำนวนเมล็ด ต่อต้น
KUP11200-1	325.0	73.0 cd	0.384 ab	58.0	17.4	20.3	14.8	27.9
KUP11222-3	290.0	78.7 a	0.286 bc	61.0	17.4	19.6	15.4	27.4
KUP13W027	266.0	70.5 d	0.188 c	59.0	14.3	16.7	11.7	20.2
KUP13W058	235.0	72.5 d	0.248 c	47.0	16.6	16.5	11.9	23.5
KUP13W060	300.3	73.3 bcd	0.478 a	62.5	18.5	23.6	17.3	31.9
ไทนาน 9	267.5	77.3 abc	0.217 bc	52.0	17.5	19.3	14.9	28.8
ขอนแก่น 5	256.8	75.2 abcd	0.197 c	59.5	16.6	20.8	15.6	27.1
เกษตรศาสตร์โก๋แก้ว 40	264.9	77.8 ab	0.269 bc	61.5	17.2	21.4	16.5	26.8
ค่าเฉลี่ย	275.7	74.8	0.283	57.6	16.9	19.8	14.8	26.7
F-test	ns	**	**	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	25.3	2.7	15.4	9.1	17.6	19.4	17.5	18.2

*, **แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99%, ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

2. การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combined analysis of variance)

วิเคราะห์ความแปรปรวนรวมจากการประเมินความต้านทานต่อโรคยอดไหม้และผลผลิต สายพันธุ์/พันธุ์ถั่วลิสงในฤดูแล้งปี พ.ศ. 2561/62 ทั้ง 2 แปลง ที่พบการระบาดของโรคอย่างรุนแรง ซึ่งเป็นสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมอย่างยิ่งในการคัดเลือกพันธุ์ต้านทานโรค ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม เปอร์เซ็นต์เป็นโรคที่อายุ 30, 45 และ 60 วันหลังปลูกและค่า AUDPC (ตารางที่ 10) พบว่า ที่อายุ 45 วันหลังปลูกสภาพแวดล้อม (E) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ส่วนสายพันธุ์/พันธุ์ (G) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ขณะที่ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสายพันธุ์/พันธุ์กับสภาพแวดล้อมไม่แตกต่างทางสถิติ โดยค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เป็นโรคที่ 45 วันหลังปลูกของ KUP11200-1, KUP11222-3, KUP13W027, KUP13W058 และ KUP13W060 เท่ากับ 4.3, 6.1, 3.2, 4.4 และ 1.7 % ตามลำดับ ส่วนไทนาน 9 ขอนแก่น 5 และเกษตรศาสตร์โก่แก้ว 40 เท่ากับ 7.6, 3.4 และ 3.1 % ตามลำดับ (ตารางที่ 11)

เปอร์เซ็นต์การเป็นโรคที่ 60 วันหลังปลูก พบว่าสภาพแวดล้อมแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ส่วนสายพันธุ์/พันธุ์ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ในขณะที่ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสายพันธุ์/พันธุ์กับสภาพแวดล้อมไม่แตกต่างทางสถิติ โดยค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เป็นโรคที่ 60 วันหลังปลูกของ KUP11200-1, KUP11222-3, KUP13W027, KUP13W058 และ KUP13W060 เท่ากับ 36.5, 38.7, 17.7, 20.2 และ 14.2 % ตามลำดับ ส่วนไทนาน 9 ขอนแก่น 5 และเกษตรศาสตร์โก่แก้ว 40 เท่ากับ 38.5, 38.8, และ 36.5 % ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD พบว่า KUP13W027 และ KUP13W060 มีเปอร์เซ็นต์การเป็นโรคที่ 60 วันหลังปลูก ต่ำว่าพันธุ์เปรียบเทียบทั้ง 3 พันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 11)

ค่า AUDPC พบว่า สภาพแวดล้อม สายพันธุ์/พันธุ์ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ในขณะที่ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสายพันธุ์/พันธุ์กับสภาพแวดล้อมไม่แตกต่างทางสถิติ โดยค่าเฉลี่ย AUDPC ของ KUP11200-1, KUP11222-3, KUP13W027, KUP13W058 และ KUP13W060 เท่ากับ 353.7, 404.2, 193.5, 234.0 และ 139.0 ตามลำดับ ส่วนไทนาน 9 ขอนแก่น 5 และเกษตรศาสตร์โก่แก้ว 40 เท่ากับ 430.6, 353.6 และ 326.7 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD พบว่า KUP13W060 มีเปอร์เซ็นต์การเป็นโรคที่ 60 วันหลังปลูก ต่ำว่าพันธุ์ไทนาน 9 และขอนแก่น 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 11) ทั้งนี้เมื่อเปอร์เซ็นต์การเป็นโรคเพิ่มขึ้น ค่า AUDPC จะสูงขึ้นด้วย สอดคล้องกับผลการทดลองของ วรยุทธ และคณะ (2549) และ Kesmala *et al.* (2006) ที่พบว่าค่า AUDPC สามารถนำมาเป็นพารามิเตอร์หนึ่งในการบ่งบอกความแตกต่างระหว่างพันธุ์อ่อนแอหรือต้านทานต่อโรคได้

ผลผลิตฝักพบว่าสภาพแวดล้อม และสายพันธุ์/พันธุ์ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างสายพันธุ์/พันธุ์กับสภาพแวดล้อมไม่แตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 12) โดยค่าเฉลี่ยผลผลิตฝักของ KUP11200-1, KUP11222-3,

KUP13W027, KUP13W058 และ KUP13W060 เท่ากับ 302.3, 298.0, 290.2, 249.3 และ 331.8 กิโลกรัม ต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนไทนาน 9 ขอนแก่น 5 และเกษตรศาสตร์โก่ง 40 เท่ากับ 263.6, 248.4 และ 314.6 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 13)

เปอร์เซ็นต์กะเทาะ พบว่าสายพันธุ์/พันธุ์แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ขณะที่สภาพแวดล้อมและปฏิสัมพันธ์ระหว่างสายพันธุ์/พันธุ์กับสภาพแวดล้อมไม่แตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 12) โดยค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์กะเทาะของ KUP11200-1, KUP11222-3, KUP13W027, KUP13W058 และ KUP13W060 เท่ากับ 74.3, 77.0, 67.9, 71.6 และ 74.0 % ตามลำดับ ส่วนเปอร์เซ็นต์กะเทาะของไทนาน 9 ขอนแก่น 5 และเกษตรศาสตร์โก่ง 40 เท่ากับ 74.4, 73.4 และ 77.1 % ตามลำดับ (ตารางที่ 13)

ดัชนีเก็บเกี่ยว พบว่าสายพันธุ์/พันธุ์แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ขณะที่สภาพแวดล้อมและปฏิสัมพันธ์ระหว่างสายพันธุ์/พันธุ์กับสภาพแวดล้อมไม่แตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 12) โดยค่าเฉลี่ยดัชนีเก็บเกี่ยวของ KUP11200-1, KUP11222-3, KUP13W027, KUP13W058 และ KUP13W060 เท่ากับ 0.359, 0.333, 0.248, 0.285 และ 0.462 ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยดัชนีเก็บเกี่ยวของไทนาน 9 ขอนแก่น 5 และเกษตรศาสตร์โก่ง 40 เท่ากับ 0.257, 0.251 และ 0.323 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างสายพันธุ์กับพันธุ์เปรียบเทียบด้วยวิธี LSD พบว่า KUP13W060 มีดัชนีเก็บเกี่ยวสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบทั้ง 3 พันธุ์ (ตารางที่ 13)

น้ำหนัก 100 เมล็ดพบว่า สภาพแวดล้อม สายพันธุ์/พันธุ์ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมไม่แตกต่างทางสถิติ โดย KUP11200-1, KUP11222-3, KUP13W027, KUP13W058 และ KUP13W060 มีน้ำหนัก 100 เมล็ดเท่ากับ 56.5, 58.8, 56.0, 52.8 และ 60.5 กรัม ตามลำดับ ส่วนไทนาน 9 ขอนแก่น 5 และเกษตรศาสตร์โก่ง 40 มีน้ำหนัก 100 เมล็ดเท่ากับ 49.8, 55.8 และ 57.8 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 13)

จำนวนฝักต่อต้นพบว่า สภาพแวดล้อม สายพันธุ์/พันธุ์ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมไม่แตกต่างทางสถิติ โดย KUP11200-1, KUP11222-3, KUP13W027, KUP13W058 และ KUP13W060 มีจำนวนฝักต่อต้นเท่ากับ 17.4, 21.1, 16.4, 16.8 และ 18.6 ฝัก ตามลำดับ ส่วนไทนาน 9 ขอนแก่น 5 และเกษตรศาสตร์โก่ง 40 เท่ากับ 18.5, 16.4 และ 19.0 ฝัก ตามลำดับ (ตารางที่ 13)

น้ำหนักฝักต่อต้นพบว่า สภาพแวดล้อม สายพันธุ์/พันธุ์ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมไม่แตกต่างทางสถิติ โดย KUP11200-1, KUP11222-3, KUP13W027, KUP13W058 และ KUP13W060 มีน้ำหนักฝักต่อต้นเท่ากับ 20.2, 25.8, 20.4, 19.2 และ 24.8 กรัม ตามลำดับ ส่วนไทนาน 9 ขอนแก่น 5 และเกษตรศาสตร์โก่ง 40 เท่ากับ 20.1, 20.9 และ 23.7 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 13)

น้ำหนักเมล็ดต่อต้นพบว่า สภาพแวดล้อม สายพันธุ์/พันธุ์ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมไม่แตกต่างทางสถิติ โดย KUP11200-1, KUP11222-3, KUP13W027, KUP13W058 และ KUP13W060 มีน้ำหนักเมล็ดต่อต้นเท่ากับ 15.1, 19.8, 13.7, 13.8 และ 18.3 กรัม ตามลำดับ ส่วนไทนาน 9 ขอนแก่น 5 และเกษตรศาสตร์โก่ง 40 เท่ากับ 14.9, 15.4 และ 18.2 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 13)

จำนวนเมล็ดต่อต้น พบว่า สภาพแวดล้อม สายพันธุ์/พันธุ์ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อมไม่แตกต่างทางสถิติ โดย KUP11200-1, KUP11222-3, KUP13W027, KUP13W058 และ KUP13W060 มีจำนวนเมล็ดต่อต้นเท่ากับ 27.9, 35.0, 26.1, 25.0 และ 32.8 เมล็ดตามลำดับ ส่วนไทนาน 9 ขอนแก่น 5 และเกษตรศาสตร์โก่ง 40 เท่ากับ 31.7, 27.5 และ 31.7 เมล็ด ตามลำดับ (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 10 วิเคราะห์ความแปรปรวนรวมเปอร์เซ็นต์การเป็นโรคที่อายุ 45 และ 60 วันหลังปลูก และค่า AUDPC ของถั่วลิสง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ จากการทดสอบในแปลงเกษตรกรบ้านโคกกวาง อ.สมเด็จ จ.กาฬสินธุ์ และบ้านคำบอน อ.เมือง จ.กาฬสินธุ์ ในฤดูแล้ง ปี พ.ศ. 2561/62

source	df	Mean square		
		เปอร์เซ็นต์การเป็นโรค		AUDPC
		45 วันหลังปลูก	60 วันหลังปลูก	
สภาพแวดล้อม (E)	1	108.8**	2133.7*	294604.9**
สายพันธุ์/พันธุ์ (G)	7	14.0*	460.5**	43335.7**
พันธุ์ x สภาพแวดล้อม	7	9.8 ^{ns}	79.7 ^{ns}	9743.9 ^{ns}
Pooled error	14	4.5	51.1	6875.5
C.V. (%)		50.7	23.7	27.2

*,** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และ 99%, ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 11 เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคที่อายุ 30, 45 และ 60 วันหลังปลูก และค่า AUDPC ของถั่วลิสง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ จากการทดสอบในแปลงเกษตรกรบ้านโคกกวาง

อ.สมเด็จ จ.กาฬสินธุ์ และบ้านคำบอน อ.เมือง จ.กาฬสินธุ์ ในฤดูแล้ง ปี พ.ศ. 2561/62

สายพันธุ์/พันธุ์	เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค			AUDPC
	30 วันหลังปลูก	45 วันหลังปลูก	60 วันหลังปลูก	
KUP11200-1	0.0	4.3 ab	36.5 ab	353.7 ab
KUP11222-3	0.0	6.1 ab	38.7 a	404.2 a
KUP13W027	0.0	3.2 ab	17.7 c	193.5 bc
KUP13W058	0.0	4.4 ab	20.2 bc	234.0 abc
KUP13W060	0.0	1.7 b	14.2 c	139.0 c
ไทนาน 9	0.0	7.6 a	38.5 a	430.6 a
ขอนแก่น 5	0.0	3.4 ab	38.8 a	353.6 ab
เกษตรศาสตร์โก๋แก้ว 40	0.0	2.8 ab	36.5 ab	326.7 abc
ค่าเฉลี่ย	0.0	4.2	30.1	304.4
C.V. (%)	-	50.67	23.7	27.2

AUDPC = พื้นที่ใต้กราฟพัฒนาการของโรค (area under disease progress curve) ซึ่งคำนวณจากเปอร์เซ็นต์การเป็นโรคยอดไหม้ของแต่ละสายพันธุ์/พันธุ์ที่อายุ 30, 45 และ 60 วันหลังปลูก,

ตารางที่ 12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม ผลผลิตฝัก เปอร์เซ็นต์กะเทาะ ดัชนีเก็บเกี่ยว และองค์ประกอบผลผลิตถั่วลิสงทั้ง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ จากการทดสอบในแปลงเกษตรกรบ้านโคกกวาง อ.สมเด็จ จ.กาฬสินธุ์ และบ้านคำบอน อ.เมือง จ.กาฬสินธุ์ ในฤดูแล้ง ปี พ.ศ. 2561/62

Source	df	Mean square							
		ผลผลิตฝัก (กก./ไร่)	เปอร์เซ็นต์ กะเทาะ	ดัชนี เก็บเกี่ยว	องค์ประกอบผลผลิตถั่วลิสง				
					น้ำหนัก 100 เมล็ด (ก.)	จำนวนฝัก ต่อต้น	น้ำหนัก ฝักต่อต้น (ก.)	น้ำหนัก เมล็ดต่อต้น (ก.)	จำนวน เมล็ดต่อต้น
สภาพแวดล้อม (E)	1	4282.8 ^{ns}	36.1 ^{ns}	0.032 ^{ns}	81.3 ^{ns}	36.1 ^{ns}	144.5 ^{ns}	60.0 ^{ns}	283.2 ^{ns}
สายพันธุ์/พันธุ์ (G)	7	3765.1 ^{ns}	35.3 ^{**}	0.021 ^{**}	46.2 ^{ns}	10.2 ^{ns}	24.8 ^{ns}	21.2 ^{ns}	50.8 ^{ns}
พันธุ์ x สภาพแวดล้อม	7	2196.4 ^{ns}	9.1 ^{ns}	0.004 ^{ns}	37.9 ^{ns}	7.3 ^{ns}	17.9 ^{ns}	8.8 ^{ns}	31.6 ^{ns}
Pooled error	14	2925.5	4.5	0.003	23.4	8.3	14.8	7.8	20.1
C.V. (%)		18.8	2.9	16.63	8.6	16.1	17.6	17.3	15.1

*,**แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และ 99%, ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยผลผลิตฝัก เปอร์เซ็นต์กะเทาะ ดัชนีเก็บเกี่ยว น้ำหนัก 100 เมล็ด จำนวนฝักต่อต้น น้ำหนักฝักต่อต้น และน้ำหนักเมล็ดต่อต้น ของถั่วลิสงทั้ง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ จากการทดสอบในแปลงเกษตรกรจำนวน 2 แปลง

สายพันธุ์/พันธุ์	ผลผลิตฝัก (กก./ไร่)	เปอร์เซ็นต์ กะเทาะ	ดัชนี เก็บเกี่ยว	องค์ประกอบผลผลิตถั่วลิสง				
				น้ำหนัก 100 เมล็ด (ก.)	จำนวนฝัก ต่อต้น	น้ำหนักฝัก ต่อต้น (ก.)	น้ำหนัก เมล็ดต่อต้น (ก.)	จำนวน เมล็ดต่อต้น
KUP11200-1	302.3	74.3 ab	0.359 ab	56.5	17.4	20.2	15.1	27.9
KUP11222-3	298.0	77.0 a	0.333 ab	58.8	21.1	25.8	19.8	35.0
KUP13W027	290.2	67.9 c	0.248 b	56.0	16.4	20.4	13.7	26.1
KUP13W058	249.3	71.6 bc	0.285 b	52.8	16.8	19.2	13.8	25.0
KUP13W060	331.8	74.0 ab	0.462 a	60.5	18.6	24.8	18.3	32.8
ไทนาน 9	263.6	74.4 ab	0.257 b	49.8	18.5	20.1	14.9	31.7
ขอนแก่น 5	248.4	73.4 ab	0.251 b	55.8	16.4	20.9	15.4	27.5
เกษตรศาสตร์โก๋แก้ว 40	314.6	77.1 a	0.323 b	57.8	19.0	23.7	18.2	31.7
ค่าเฉลี่ย	287.3	73.7	0.315	56.0	18.0	21.9	16.1	29.7
C.V. (%)	18.4	3.7	22.1	11.0	17.3	22.0	21.0	20.7

การประเมินความต้านทานต่อโรคยอดไหม้ของสายพันธุ์/พันธุ์ถั่วลิสงโดยวิธีการปลูกเชื้อ

จากการประเมินความต้านทานต่อโรคยอดไหม้ของสายพันธุ์/พันธุ์ถั่วลิสงจำนวน 9 สายพันธุ์ด้วยวิธีปลูกเชื้อ (mechanical inoculation) ตามวิธีของโสภณ (2536) ในตู้ควบคุมสภาพแวดล้อมปลูกเชื้อโรคยอดไหม้บนสายพันธุ์/พันธุ์ถั่วลิสงจำนวนทั้งสิ้น 3 ครั้ง เมื่อถั่วลิสงอายุ 9, 14 และ 18 วันหลังออก และประเมินความรุนแรงของโรคที่ระยะต่าง ๆ ผลการทดลองเป็นดังนี้

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติในคะแนนความรุนแรงของโรคจากการประเมินทั้ง 3 ครั้ง ค่าเฉลี่ยคะแนน และ ค่า AUDPC (ตารางที่ 14) พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ทั้งนี้ค่าเฉลี่ยคะแนนความรุนแรงของโรคของทุกสายพันธุ์/พันธุ์มีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาการประเมินโดยมีค่าเฉลี่ยคะแนนความรุนแรงของโรคจากการประเมินครั้งที่ 3 (18 วันหลังออก) ของ KUP11200-1, KUP11222-3, KUP13W027, KUP13W058 และ KUP13W060 เท่ากับ 3.4, 3.0, 1.0, 1.0 และ 1.0 ตามลำดับ ส่วนไทนาน 9 ขอนแก่น 5 ขอนแก่น 6 และ ICGV86388 เท่ากับ 3.6, 2.0, 1.0 และ 1.0 ตามลำดับ ทั้งนี้ค่าเฉลี่ยคะแนนความรุนแรงของโรคจากการประเมินทั้ง 3 ครั้งของ KUP11200-1, KUP11222-3, KUP13W027, KUP13W058 และ KUP13W060 เท่ากับ 2.4, 2.1, 1.0, 1.0 และ 1.0 ตามลำดับ ส่วนไทนาน 9 ขอนแก่น 5 ขอนแก่น 6 และ ICGV86388 นั้นเท่ากับ 2.7, 1.6, 1.0 และ 1.0 ตามลำดับ ในขณะที่ค่า AUDPC จากคะแนนความรุนแรงของโรคที่ประเมินทั้ง 3 ครั้ง ของ KUP11200-1, KUP11222-3, KUP13W027, KUP13W058 และ KUP13W060 เท่ากับ 32.1, 28.1, 13.5, 13.5 และ 13.5 ส่วนไทนาน 9 ขอนแก่น 5 ขอนแก่น 6 และ ICGV86388 เท่ากับ 36.0, 21.4, 13.5 และ 13.5 ตามลำดับ (ตารางที่ 14)

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD (ตารางที่ 14) พบว่าคะแนนความรุนแรงของโรคจากการประเมินทั้ง 3 ครั้ง ค่าเฉลี่ยคะแนน และค่า AUDPC ของ KUP13W027, KUP13W058 และ KUP13W060 มีค่าต่ำกว่าพันธุ์ไทนาน 9 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่แตกต่างจากขอนแก่น 6 และ ICGV86388 ซึ่งเป็นพันธุ์เปรียบเทียบที่ต้านทานต่อโรคยอดไหม้ ทั้งนี้การประเมินความต้านทานต่อโรคยอดไหม้ของถั่วลิสงโดยวิธีการปลูกเชื้อ วิบูล (2545) ได้รายงานไว้ว่า วิธีการปลูกเชื้อ PBNV มี 3 วิธี คือ วิธีเสียบยอด, วิธีทาด้วยน้ำคั้น และวิธีใช้เครื่องพ่นแรงดันสูง พบว่าการปลูกเชื้อด้วยวิธีเสียบยอดได้ผลไม่ดี มีการถ่ายเชื้อที่ส่วนยอดได้ดีที่สุดแต่เปอร์เซ็นต์ความสำเร็จยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำและได้ผลไม่แน่นอน สำหรับวิธีใช้เครื่องพ่นแรงดันสูงไม่ให้ต้นที่เป็นโรคเลยในการทดลอง ผลการทดลองจึงสรุปได้ว่า วิธีการปลูกเชื้อ PBNV ได้ผลดีที่สุดสำหรับการคัดเลือกพันธุ์ต้านทานยังคงเป็นวิธีทาด้วยน้ำคั้น

ตารางที่ 14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (F-Test) คะแนนความรุนแรงของโรค ค่าเฉลี่ยคะแนน และค่า AUDPC ของแต่ละสายพันธุ์/พันธุ์ถั่วลิสง จากการประเมินความต้านทานต่อโรคยอดไหม้ ด้วยวิธีปลูกเชื้อ

สายพันธุ์/พันธุ์	คะแนนความรุนแรงของโรคยอดไหม้ 1-5				AUDPC
	9 วัน	14 วัน	18 วัน	ค่าเฉลี่ย	
KUP11200-1	1.5 bc	2.3 a	3.4 ab	2.4 b	32.1 b
KUP11222-3	1.6 b	1.6 b	3.0 b	2.1 c	28.1 c
KUP13W027	1.0 d	1.0 c	1.0 d	1.0 e	13.5 e
KUP13W058	1.0 d	1.0 c	1.0 d	1.0 e	13.5 e
KUP13W060	1.0 d	1.0 c	1.0 d	1.0 e	13.5 e
ไทนาน 9	2.0 a	2.4 a	3.6 a	2.7 a	36.0 a
ขอนแก่น5	1.3 cd	1.5 b	2.0 c	1.6 d	21.4 d
ขอนแก่น6	1.0 d	1.0 c	1.0 d	1.0 e	13.5 e
ICGV86388	1.0 d	1.0 c	1.0 d	1.0 e	13.5 e
ค่าเฉลี่ย	1.3	1.4	1.9	1.5	20.6
F-test	**	**	**	**	**
C.V. (%)	19.9	23.5	17.6	14.0	14.0

*,** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

AUDPC = พื้นที่ใต้กราฟแสดงพัฒนาการของ โรค (area under disease progress curve)

3. สหสัมพันธ์ระหว่างการประเมินความต้านทานต่อโรคในสภาพธรรมชาติวิธีการปลูกเชื้อ

จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างการประเมินความต้านทานต่อโรคในสภาพธรรมชาติและวิธีการปลูกเชื้อในตู้ควบคุมสภาพแวดล้อมพบว่ามีสหสัมพันธ์อย่างสูงในทางบวก โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient analysis; r) ระหว่างพารามิเตอร์จากการประเมินความต้านทานต่อโรคยอดไหม้ในธรรมชาติและพารามิเตอร์จากประเมินด้วยวิธีการปลูกเชื้อ อยู่ระหว่าง 0.87 ถึง 0.93 (ตารางที่ 15) แสดงให้เห็นได้ว่าการประเมินความต้านทานโรคยอดไหม้โดยวิธีการปลูกเชื้อในตู้ควบคุมสภาพแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น และช่วงแสง เป็นหนึ่งทางเลือกในการประเมินความต้านทานต่อโรคยอดไหม้ ซึ่งเป็นวิธีที่ประหยัดค่าใช้จ่ายและเวลา เนื่องจากการประเมินความต้านทานของโรคในสภาพธรรมชาติดังกล่าวมีความแปรปรวนและความไม่สม่ำเสมอของการระบาดในพื้นที่ โดยบางฤดูกาลอาจเกิดการระบาดของโรคที่ไม่รุนแรงจึงทำให้การประเมินความต้านทานต่อโรคไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร อีกทั้งยังมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงอีกด้วย อย่างไรก็ตามในกรณีที่มีการระบาดในสภาพธรรมชาติอย่างรุนแรง การประเมินความต้านทานต่อโรคยอดไหม้ของสายพันธุ์/พันธุ์ถั่วลิสงก็อาจเห็นความแตกต่างระหว่างพันธุ์ได้อย่างชัดเจน อีกทั้งปัจจัยด้านจำนวนประชากรและการเข้าทำลายของแมลงพาหะยังมีส่วนสำคัญต่อการระบาดของโรคเป็นอย่างมาก ขณะที่การประเมินด้วยวิธีปลูกเชื้อด้วยวิธีกลอาจเกิดการเสียดสีที่ผิวใบทำให้เซลล์ถูกทำลายส่งผลให้อาการที่แสดงไม่ชัดเจนมากนัก

ตารางที่ 15 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของการประเมินความต้านทานโรคยอดไหม้ในสภาพไร่และการประเมินความต้านทานต่อโรคยอดไหม้โดยวิธีการปลูกเชื้อในตู้ควบคุมอุณหภูมิ

วิธีการปลูกเชื้อ	การประเมินความต้านทานในสภาพธรรมชาติ	
	เปอร์เซ็นต์การเป็นโรค (60 วันหลังปลูก)	AUDPC (เปอร์เซ็นต์การเป็นโรค)
คะแนนความรุนแรงของโรค	0.89**	0.93**
AUDPC (คะแนนฯ)	0.87**	0.92**

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

AUDPC = พื้นที่ใต้กราฟแสดงพัฒนาการของโรค

4. สหสัมพันธ์ระหว่างผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของถั่วลิสง

จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตฝัก และองค์ประกอบผลผลิตต่างๆ ของถั่วลิสง (ตารางที่ 16) พบว่า ดัชนีเก็บเกี่ยว จำนวนฝักต่อต้น น้ำหนักฝักต่อต้น น้ำหนักเมล็ดต่อต้น และจำนวนเมล็ดต่อต้น มีความสัมพันธ์อย่างสูงในทางบวกกับผลผลิตผลผลิตฝัก โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.54, 0.45, 0.46, 0.46 และ 0.50 ตามลำดับ แสดงว่า องค์ประกอบผลผลิตเหล่านี้สามารถนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกพันธุ์ถั่วลิสงที่ให้ผลผลิตสูงได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศรัณจิต (2557) พบว่า น้ำหนักฝักต่อต้น และจำนวนฝักต่อต้นมีความสัมพันธ์อย่างสูงกับผลผลิตฝักของถั่วลิสง และสามารถนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกพันธุ์ถั่วลิสงที่ให้ผลผลิตสูงได้

ตารางที่ 16 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของถั่วลิสงจำนวน 8 สายพันธุ์/พันธุ์ จากการปลูกทดสอบที่แปลงเกษตรกร บ้านโคกกวาง อ.สมเด็จ จ.กาฬสินธุ์ และบ้านคำบอน อ.เมือง จ.กาฬสินธุ์ ปี พ.ศ. 2561/62

	ผลผลิตฝัก	เปอร์เซ็นต์กะเทาะ	ดัชนีเก็บเกี่ยว	องค์ประกอบผลผลิตถั่วลิสง				
				น้ำหนัก 100 เมล็ด	จำนวนฝัก ต่อต้น	น้ำหนักฝักต่อ ต้น	น้ำหนัก เมล็ดต่อต้น	จำนวน เมล็ดต่อต้น
ผลผลิตฝัก	0.05		0.54	0.09	0.45	0.46	0.46	0.50
เปอร์เซ็นต์กะเทาะ			0.07	0.22	0.13	0.05	0.27	0.12
ดัชนีเก็บเกี่ยว				0.30	0.61	0.71	0.71	0.68
น้ำหนัก100 เมล็ด					0.12	0.34	0.37	0.08
จำนวนฝักต่อต้น						0.90	0.90	0.94
น้ำหนักฝักต่อต้น							0.98	0.91
น้ำหนักเมล็ดต่อต้น								0.90

สรุป

จากการประเมินความต้านทานโรคยอดไหม้ของถั่วลิสงสายพันธุ์ดีเด่นทั้งในสภาพธรรมชาติและด้วยวิธีปลูกเชื้อในตู้ควบคุมสภาพแวดล้อม และทดสอบผลผลิตสายพันธุ์ดังกล่าวในไร่นาเกษตรกร สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. สายพันธุ์ที่ต้านทานต่อโรคยอดไหม้และมีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง ได้แก่ KUP13W060 (เปอร์เซ็นต์เป็นโรค 14.2%) ซึ่งมีระดับการเป็นโรคยอดไหม้ต่ำกว่าพันธุ์ไทนาน 9 (เปอร์เซ็นต์เป็นโรค 38.5%) ขอนแก่น 5 (เปอร์เซ็นต์เป็นโรค 38.8%) และเกษตรศาสตร์โก่แก้ว 40 (เปอร์เซ็นต์เป็นโรค 36.5%) อย่างเด่นชัด และมีผลผลิตฝักในเกณฑ์ที่ดี (331.8 กก./ไร่) เมื่อเทียบกับพันธุ์เปรียบเทียบกับทั้ง 3 พันธุ์ (ไทนาน 9 = 263.6 กก./ไร่, ขอนแก่น 5 = 248.4 กก./ไร่ และเกษตรศาสตร์โก่แก้ว 40 = 314.6 กก./ไร่) และดัชนีเก็บเกี่ยวสูง (0.462) อีกทั้งยังมีเปอร์เซ็นต์กะเทาะสูง (74.0%) และมีองค์ประกอบผลผลิตที่ดีอีกด้วย

2. จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างการประเมินความต้านทานต่อโรคยอดไหม้ในสภาพธรรมชาติ และการปลูกเชื้อในตู้ควบคุมสภาพแวดล้อม พบว่าความสัมพันธ์อย่างสูงและเป็นไปในทางบวก ดังนั้นวิธีการปลูกเชื้อในสภาพควบคุมสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการคัดเลือกพันธุ์ถั่วลิสงที่ต้านทานต่อโรคยอดไหม้ได้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- จุฑามาศ ร่มแก้ว. 2541. **พฤกษศาสตร์พืชเศรษฐกิจ**. ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ทักษิณา ศัสยะวิชัย, เพ็ญเพ็ญ ศรวัต, และวุฒิศักดิ์ บุตรธนู. 2541. การป้องกันกำจัดโรคไวรัสยอดไหม้ถั่วลิสง. หน้า 1-15. ในรายงานสรุปโครงการวิจัยการป้องกันกำจัดโรคไวรัสยอดไหม้ถั่วลิสง. ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร, ขอนแก่น.
- ปาริชาติ พรหมโชติ, เจตษฎา อุตพรพันธ์, สรารัฐ รุ่งเมฆารัตน์, อุดมศักดิ์ เลิศสุชาตวนิช, ประกาย ราชณวณิชและคมศักดิ์ ส่วยหล้า. 2557. **เอกสารวิชาการโครงการส่งเสริมและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตถั่วลิสงในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ**. ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- พิสสุวรรณ เจียมสมบัติ. 2553. คู่มือทอสโฟไวรัสในประเทศไทย, น.13-21. ในการเสวนาวิชาการครั้งที่ 4 เรื่องทอสโฟไวรัสในพริกและมะเขือเทศ และการเยี่ยมชมแปลงเชื้อพันธุ์กรรมพริก ศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชผักเขตร้อน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. 16 มีนาคม 2553.
- พิสสุวรรณ เจียมสมบัติ, สิริภัทร์ พราหมณีย์, ณรงค์ชัย พิพัฒน์ธนวังศ์, สุวรรณ กัลดพันธ์, นุชนาถ วารินทร์ และ อัจฉรา ภาวศุทธิ. (2549). รายงานผลงานวิจัยของมูลนิธิโครงการหลวง ประจำปี 2549 ฝ่ายวิจัยมูลนิธิโครงการหลวง 16-17 พฤศจิกายน 2549 จ.เชียงใหม่. หน้า 1-33.
- วิบูล เป็นสุข. 2545. พันธุกรรมการถ่ายทอดลักษณะต้านทานต่อโรคยอดไหม้ที่เกิดจากเชื้อ Peanut bud necrosis tospovirus (PBNV) ในถั่วลิสง. วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วิมล สีเทา, พิสสุวรรณ เจียมสมบัติ, อรประไพ คชนันท์, อัญญา บุญชด, นุชนาถ วารินทร์, ปิยาภรณ์ เพชรสูงเนิน และชาญณรงค์ ศรีภิบาล. 2548. การจำแนกทอสโฟไวรัสที่พบในพริก มะเขือเทศ และ พืชตระกูลแตง. การประชุมทางวิชาการครั้งที่ 42 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 1-4 กุมภาพันธ์ 2547. หน้า 445-451.

วรยุทธ ศิริขัมพันธ์, เพ็ญเพ็ญ ศรวัต, นิรุบล ทวีกุล, ทักษิณา คັນยะวิชัย, สมจินตนา ทুমแสน และเทวา เมลา
นนท์. 2549. **สถานการณ์ผลิตถั่วลิสงในจังหวัดขอนแก่นและพื้นที่ใกล้เคียง**. น. 407. เอกสารการ
ประชุมวิชาการพืชไร่วงศ์ถั่วแห่งชาติ ครั้งที่ 1 เรื่อง “พืชไร่วงศ์ถั่วเพื่อสุขภาพและความพอเพียง” ณ
โรงแรมริมกกรีสอร์ท อ.เมือง จ.เชียงราย วันที่ 28-30 สิงหาคม 2549. 407 หน้า.

ศรัญจิต ชนะสุวรรณ. 2557. **การปรับปรุงพันธุ์ถั่วลิสงขนาดเมล็ดกลางโดยใช้ประโยชน์จากเชื้อพันธุกรรม
ถั่วลิสงขนาดเมล็ดโต**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริพร เหล่าเทิดพงษ์. 2522. **การศึกษาความตื่นและความสามารถในการรวมตัวของลูกผสมชั่วแรกของ
ถั่วลิสงชนิดสแปนิช-วาเลนเซีย และเวอร์จิเนีย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศุภชัยวิชัยพืชไร่ขอนแก่น. 2542. **เอกสารวิชาการถั่วลิสง**. ศุภชัยวิชัยพืชไร่ขอนแก่น กรมวิชาการเกษตร,
ขอนแก่น.

สนั่น จอกลอย, อารันต์ พัฒนชัย, วิบูล เป็นสุข, และณัฐโสภณ เจณวิทย์. 2536. **การเปรียบเทียบ
ผลผลิตของถั่วลิสงสายพันธุ์ต่อโรคราสนิมและโรคใบจุด**. วารสารแก่นเกษตร 2(1): 32-38.

สุทัศน์ ศรีวัฒนพงศ์. 2552. **การปรับปรุงพันธุ์พืช**. ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพฯ.

สุรพล อุปติสสกุล. 2536. **สถิติการวางแผนการทดลองเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 2. ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุนทรีย์ สุรสร. (2549). **การศึกษาศักยภาพขององค์ประกอบผลผลิตถั่วลิสงพันธุ์ต่าง ๆ ในสุราษฎร์ธานี**.
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี, สุราษฎร์ธานี.

โสภณ วงศ์แก้ว. 2536. **โรคไวรัสของถั่วลิสงในประเทศไทย**. กลุ่มพืชน้ำมัน กองส่งเสริมพืชไร่ฯ กรมส่งเสริม
การเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

โสภณ วงศ์แก้ว และจุฑารัตน์ เชื้อพงษ์. (2536). ไวรัสสาเหตุโรคยอดไหม้ของถั่วลิสง และการสำรวจการแพร่ระบาดของโรคไวรัสของถั่วลิสง, น.233-238. ในรายงานการสัมมนางานวิจัยถั่วลิสง ครั้งที่11 วันที่ 17-21 พฤษภาคม 2536. रणอง.

โสภณ วงศ์แก้ว. 2545. **คู่มือวินิจฉัยโรคถั่วลิสงภาคสนาม**. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562. **สารสนเทศเศรษฐกิจการเกษตรรายสินค้า ปี2562**. ที่มา <http://www.oae.go.th>, 23 มีนาคม 2563

สมศักดิ์ ทองศรี. 2529. การใช้องค์ประกอบผลผลิตเพื่อคัดเลือกถั่วลิสง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมจินตนา ทুমแสน. 2536. การปรับปรุงพันธุ์ถั่วลิสง, น. 26-36. ในเอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตร **การใช้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มผลผลิตถั่วลิสง**. 1-5 มีนาคม 2536 ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร.

สมจินตนา ทুমแสน. 2541. ถั่วลิสงสายพันธุ์ (Tiwan9xRCM387)-12-3-11 หรือพันธุ์ขอนแก่น 5, น. 1-42. ใน **เอกสารประกอบการพิจารณาให้เป็นพันธุ์รับรอง**. ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร.

สมจินตนา ทুমแสน. 2542. **เอกสารวิชาการถั่วลิสง**. ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, หน้า 104.

อารันต์ พัฒโนทัย และสนั่น จอกลอย. 2546. ถั่วลิสงพันธุ์ใหม่ให้ผลผลิตสูง. **แก่นเกษตร ปีที่ 31**. ฉบับที่ 4 ตุลาคม-ธันวาคม 2546. หน้า 242-246.

อารีย์ วรรณญาวัฒน์. 2532. **พืชน้ำมันถั่วเหลือง ถั่วลิสง ละหุ่ง**. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- Bera, S. K., H. K. Jignesh, K. M. Anil and D. Pitabash. 2014. Molecular diversity and association of simple sequence repeat markers with bud necrosis disease in interspecific breeding lines and cultivars of peanut (*Arachis hypogaea* L.). **AJCS**. 8(5): 771-780.
- Bertioli, D.J., S.B. Cannon, L. Froenicke, G. Huang, A.D. Farmer, E.K. Cannon, X. Liu, D. Gao, J. Clevenger, S. Dash, L. Ren, M.C. Moretzsohn, K. Shirasawa, W. Huang, B. Vidigal, B. Abernathy, Y. Chu, C.E. Niederhuth, P. Umale, A.C. Araújo, A. Kozik, K.D. Kim, M.D. Burow, R.K. Varshney, X. Wang, X. Zhang, N. Barkle, P.M. Guimarães, S. Isobe, B. Guo, B. Liao, H.T. Stalker, R.J. Schmitz, B.E. Scheffler, S.C. Leal-Bertioli, X. Xun, S.A. Jackson, R. Michelmore and P. OziasAkins. 2016. The genome sequences of *Arachis duranensis* and *Arachis ipaensis*, the diploid ancestors of cultivated peanut. **Nat Genet**. 48: 438-446.
- Bertioli, D.J., J. Jenkins, J. Clevenger, D. Gao, O. Dudchenko, G. Seijo, S. Leal-Bertioli, L. Ren, A. Farmer, M.K. Pandey, S. Samoluk, B. Abernathy, G. Agarwal, C. Ballen, C. Cameron, L. Campbell, C. Chavarro, A. Chitikineni, Y. Chu, S. Dash, M. Elbaidouri, B. Guo, W. Huang, K.D. Kim, W. Korani, S. Lanciano, C.G. Lui, M. Mirouze, C.M. Moretzsohn, M. Pham, J.H. Shin, K. Shirasawa, S. Sinharoy, A. Sreedashyam, N.T. Weeks, X.Y. Zhang, Z. Zheng, Z.Q. Sun, L. Froenicke, E.L. Aiden, R. Michelmore, R.K. Varshney, C.C. Holbrook, E.K. Cannon, B.E. Scheffler, J. Grimwood, P. Ozias-Akins, S.B. Cannon, S.A. Jackson and J. Schmutz. 2019. The genome sequence of peanut (*Arachis hypogaea*), a segmental allotetraploid. **Nat Genet**. 51: 877-884.
- Chen X., H. Li, M.K. Pandey, Q. Yang, X. Wang, V. Garg, C.X. LiH, D. Doddamani, Y. Hong, H.D. Upadhyaya, H. Guo, A.W. Khan, F. Zhu, X. Zhang, L. Pan, G.J. Pierce, G. Zhou, K.A. Krishnamohan, M. Chen, N. Zhong, G. Agarwal, S. Li, A. Chitikineni, G. Zhang, S. Sharma, N. Chen, N. Liu, P. Janila, S. Li, M. Wang, T. Wang, J. Sun, X. Li, C. Li, M. Wang, L. Yu, S. Wen, S. Singh, Z. Yang, J. Zhao, C. Zhang, Y. Yu, J. Bi, X. Zhang, Z. Liu, A.H. Paterson, S. Wang, X. Liang, R.K. Varshney and S. Yu. 2016. Draft genome of the peanut A-genome progenitor (*Arachis duranensis*) provides insights into geocarpy, oil biosynthesis and allergens. **Proc Natl Acad Sci USA**. 113: 6785-6790

- Chen X., Q. Lu, H. Liu, J. Zhang, Y. Hong, H. Lan, H. Li, J. Wang, H. Liu, H. Li, M.K. Pandey, Z. Zhang, G. Zhou, J. Yu, G. Zhang, J. Yuan, X. Li, S. Wen, F. Meng, S. Yu, X. Wang, K.H.M. Siddique, Z.J. Liu, A.H. Paterson, R.K. Varshney and X. Liang. 2019. Sequencing of cultivated peanut, *Arachis hypogaea*, yields insights into genome evolution and oil improvement. **Mol Plant**. 12(7): 920–934
- Dwivedi, S.L., S.N. Nigam, D.V.R. Reddy, A.S. Reddy and G.V. Ranga Rao. 1995. **Progress in breeding groundnut varieties resistant to Peanut bud necrosis virus and its vector**. Proc. of Recent Studies on Bud Necrosis Disease, ICRISAT, Patancheru, India, March 20, 1995. p 35-40.
- Enyi, B.A.C. 1977. Physiology of grain yield in groundnuts (*Arachis hypogaea* L.). **Expl. Agr.** 13: 101-110.
- Gregory, W.C., A. Krapoviclas and M.P. Gregory. 1980. Structure, variation, evaluation and classification in *Arachis hypogaea* L., pp. 469-481. In R.J. Summerfield and A.H. bunting, eds. **Advances in Legume Science**. Royal Botanic Gardens. Kew, England
- Gardner, F.P. and E.O. Auma. 1985. Canopy structure, light interception, and yield and marget quality of peanut genotypes. **Field Crops Res.** 20: 13-29.
- Holbrook, C.C. and H.T. Stalker. 2003. Peanut Breeding and genetic resources. **Plant Breeding Reviews**. 22: 297-356.
- Jeyaramraja P.R. and W. Famtahun. 2014. **Characterization of yield components in certain groundnut (*Arachis hypogaea* L.) varietaies of Ethiopia**. Department of Biology, College of Natural Sciences, Arba Minch University.
- Kesmala, T. 2006. **Inheritance of resistance to peanut bud necrosis disease and agronomic traits in large-seeded type peanut**. M.S. Thesis, Khon Kaen University, Thailand (in Thai with English summary)

- Kiniry, J.R., C.A. Jones, J.C. O'Toole, R. Blanchet, M. Cabelguenn and D.A. Spanel. 2005. Forecasting growth and yield of groundnut with a dynamic simulation model "PNUTGRO" under Punjab conditions. **J. of Agric. Science**. Cambridge. pp. 133.
- Mandal, B., R. K. Jain, M. Krishnareddy, N. K. K. Kumar, K. S. Ravi, and H. R. Pappu. 2012. Emerging problems of tospoviruses (Bunyaviridae) and their management in the Indian subcontinent. **Plant Disease**. 96(4): 469-479.
- Seijo, G., G.I. Lavia, A. Fernandez, A. Krapovickas, D.A. Ducasse, D.J. Bertioli, and E.A. Moscone. 2007. Genomic Relationships between the Cultivated Peanut (*Arachis hypogaea*, Leguminosae) and its Close Relatives revealed by Double GISH. **Am. J. Bot.** 94: 1963-1971.
- Van der Plank, L.E. 1963. **Plant disease: Epidermics and control**. pp. 365.

ภาคผนวก



การยกร่องโดยรถแทรกเตอร์



การยกร่องโดนรถไถเดินตาม



การเตรียมแปลงทดลอง



การหว่านปุ๋ยรองพื้น

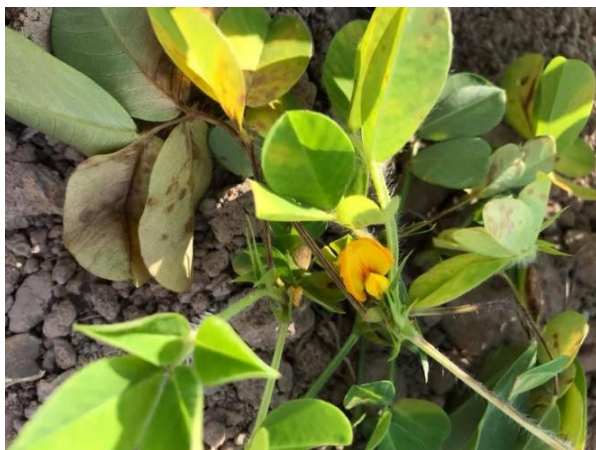


การปลูกโดยเครื่องปลูกด้วยมือ



การฉีดพ่นสารเคมีควบคุมวัชพืชแบบก่อนงอก

ภาพที่ 1 การเตรียมแปลงทดลอง การปลูก และการเกษตรกรรมต่าง ๆ ในแปลงทดลอง



โรคเริ่มเข้าทำลายที่ใบและก้านใบในช่วงออกดอก



อาการยอดไหม้และแคระแกรน



ต้นเป็นโรคเปรียบเทียบกับต้นปกติ



นับต้นเป็นโรคโดยใช้หลอดสีติดตามอาการของโรค



ต้นเป็นโรคที่แสดงอาการต้นตาย

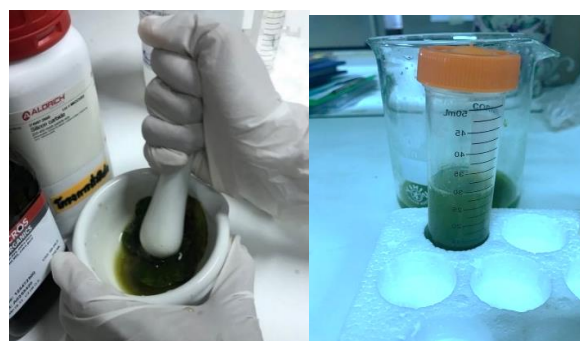


ต้นที่เป็นโรคตายทำให้จำนวนต้นต่อพื้นที่ลดลง

ภาพที่ 2 อาการของโรคยอดไหม้ (peanut bud necrosis disease) และวิธีการประเมินต้นเป็นโรค



เก็บตัวอย่างถั่วลิสงไว้ในที่มืด 10 ชั่วโมง



เตรียมสารละลายเชื้อโรคยอดไหม้



ทาสารละลายบนใบถั่วลิสง



นำถั่วลิสงไว้ในตู้ควบคุมสภาพแวดล้อม

ภาพที่ 3 ขั้นตอนการปลูกเชื้อโรคยอดไหม้ (mechanical inoculation) ตามวิธีของโสภณ (2536)

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวชนัญญา จินดากุล
วัน เดือน ปี เกิด	วันที่ 23 พฤษภาคม 2540
สถานที่เกิด	จังหวัดกาญจนบุรี
ประวัติการศึกษา	จบชั้นมัธยมต้นจากโรงเรียนวีรศิลป์ จ.กาญจนบุรี จบชั้นมัธยมปลายจากโรงเรียนวิสุทธิรังษี จ.กาญจนบุรี
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-