

แผนงานวิจัย การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตร  
โครงการวิจัย การใช้เครื่องหมายโมเลกุลในการจำแนกและปรับปรุงพันธุ์พืช

การศึกษาความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมและสภาพแห้งแล้งของถั่วเหลืองพันธุ์รับรอง  
ของกรมวิชาการเกษตรโดยใช้เทคนิคทางชีวโมเลกุล

Study of Flooding Tolerance and Drought Tolerance in DOA recommended  
Soybean Cultivars using Biotechnology

จิราพร แก่นทรัพย์<sup>1/</sup> ขนิษฐา วงศ์วัฒนารัตน์<sup>1/</sup> ประสาน สืบสุข<sup>1/</sup> รัชณี โสภ<sup>2/</sup>

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมและสภาพแห้งแล้งของถั่วเหลืองพันธุ์รับรองของกรมวิชาการเกษตรทั้งลักษณะทางสรีรวิทยาและลักษณะทางพันธุกรรม จำนวน 20 พันธุ์ ประกอบด้วยถั่วเหลืองพันธุ์รับรองของกรมวิชาการเกษตร 18 พันธุ์ และถั่วเหลืองที่ใช้เป็นพันธุ์ควบคุม (control) 2 พันธุ์ ได้แก่ อุตสาหะ-เอ และ Williams ในส่วนของลักษณะทางสรีรวิทยาได้ทำการทดสอบความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมของถั่วเหลืองระยะแรกงอก และการทดสอบความทนทานต่อสภาพแห้งแล้งของถั่วเหลืองระยะแรกงอกโดยใช้สาร Polyethylene glycol (PEG) แต่ละการทดลองวางแผนแบบ 2 x 20 Factorial in CRD จำนวน 4 ซ้ำ จากนั้นวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้วิธี Analysis of variance พบว่า ถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์มีความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมแตกต่างกัน พันธุ์ที่มีความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมมากที่สุดใน 3 อันดับแรก ได้แก่ พันธุ์ศรีสำโรง 1 พันธุ์เชียงใหม่ 2 และพันธุ์สุโขทัย 1 พันธุ์ที่มีความอ่อนแอต่อสภาพน้ำท่วมมากที่สุดใน 3 อันดับแรก ได้แก่ พันธุ์เชียงใหม่ 1 พันธุ์เชียงใหม่ 5 และพันธุ์ สจ.4 สำหรับสภาพแห้งแล้ง พันธุ์ที่มีความทนทานต่อสภาพแห้งแล้งมากที่สุดใน 3 อันดับแรก ได้แก่ พันธุ์ศรีสำโรง 1 พันธุ์เชียงใหม่ 2 และพันธุ์สุโขทัย 1 พันธุ์ที่มีความอ่อนแอต่อสภาพแห้งแล้งมากที่สุดใน 3 อันดับแรก ได้แก่ พันธุ์เชียงใหม่ 1 พันธุ์เชียงใหม่ 84-2 และพันธุ์เชียงใหม่ 6 เมื่อคำนวณหาค่าความสัมพันธ์ (Correlation) ระหว่างความทนทานต่อสภาพแห้งแล้งกับความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมของถั่วเหลืองระยะแรกงอกในแต่ละพันธุ์ พบว่า มีความสัมพันธ์ (Correlation) เชิงบวกระหว่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลจากงานวิจัยนี้ทำให้ทราบว่าถั่วเหลืองพันธุ์รับรองพันธุ์ใดเหมาะสมต่อสภาพน้ำท่วมและสภาพแห้งแล้งที่เกิดขึ้นในช่วงปลูกถั่วเหลืองรวมถึงระยะแรกงอก สามารถนำไปเผยแพร่แก่เกษตรกรให้ปลูกในพื้นที่ที่ประสบปัญหาดังกล่าวได้

อย่างไรก็ตาม การต่อยอดงานวิจัยนี้โดยการศึกษาสารพันธุกรรมของถั่วเหลืองพันธุ์รับรองของกรมวิชาการเกษตรด้วยเครื่องหมายโมเลกุลและยีนที่เกี่ยวข้องกับระบบความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมหรือสภาพแห้งแล้ง คาดว่าจะเป็นประโยชน์ในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับระบบความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมและสภาพแห้งแล้งของถั่วเหลืองในระดับยีน รวมถึงสามารถนำเครื่องหมายโมเลกุลและยีนที่มีประสิทธิภาพในการคัดเลือกพันธุ์ที่ทนทานต่อสภาพน้ำท่วมและสภาพแห้งแล้งไปใช้ในการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองในอนาคต

---

หน่วยงานต้นสังกัด 1/ สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ 2/ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่

### Abstract

The objective of this research was to study flooding tolerance and drought tolerance of DOA recommended soybean cultivars both physiologically and genetically. Twenty soybean cultivars consisting of 18 DOA recommended cultivars and 2 control cultivars, namely Utsaha-A and Williams, were examined. In physiological test, germination percentage after soaking treatment and germination percentage under drought stress that induced by Polyethylene glycol (PEG) were measured to investigate seed-flooding tolerance and drought tolerance, respectively. Each experiment was performed as Factorial based on Completely Randomized Design (CRD) with four replications. Analysis of variance (ANOVA) was conducted for germination percentage. The result of seed-flooding tolerance test showed that the germination percentage was affected by different cultivars suggesting the presence of genetic control of seed-flooding tolerance. The three most tolerant cultivars in flooding were Srisamrong1, CM 2, and Sukothai1. The three most susceptible ones were CM1, CM5, and SJ4. In seed-drought tolerance test, the result showed that the three most tolerant cultivars were Srisamrong1, CM 2, and Sukothai1. The three most susceptible cultivars in drought stress were CM1, CM84-2, and CM6. Correlation between germination percentage after soaking treatment as seed-flooding tolerance and germination percentage under drought stress as seed-drought tolerance of the examined cultivars were calculated. And the result showed that there was a significant positive correlation between them, indicating that cultivars having tolerance to seed-flooding tended to show tolerance to seed-drought stress as well. From this research, the seed-flooding tolerance and drought tolerance of DOA recommended soybean cultivars was studied. The information will be useful for selecting soybean cultivars to plant in area with much rainfall or flooding and area facing drought problem at sowing time.

Further research in genetics such as study of molecular markers and genes related to flooding tolerance and drought tolerance using the DOA recommended soybean cultivars will help us to understand the tolerance mechanisms at gene level more clearly. Furthermore,

identification of candidate molecular markers or genes applicable for marker-assisted selection for flooding tolerance and drought tolerance will be highly beneficial.

## คำนำ

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกเป็นผลสืบเนื่องมาจากปรากฏการณ์จากภาวะโลกร้อนซึ่งมีสาเหตุจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างต่อเนื่อง นับตั้งแต่ยุคปฏิวัติอุตสาหกรรมช่วงปี ค.ศ. 1750 ถึง ค.ศ. 1850 และเพิ่มปริมาณมากขึ้นจนถึงปัจจุบัน ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกนับวันทวีความรุนแรงมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นด้านสิ่งแวดล้อม สุขภาพ ความมั่นคงและเศรษฐกิจ รวมถึงการเกษตร การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศส่งผลกระทบต่อเกษตรทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น ปริมาณผลผลิตต่อพื้นที่ คุณภาพของผลผลิต การบำรุงรักษาพืช และการป้องกันศัตรูพืช เป็นต้น (ศูนย์จัดการความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ, 2555) เนื่องจากสภาพภูมิอากาศเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อผลผลิตการเกษตรโดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศกำลังพัฒนา เช่น ประเทศไทยที่การเกษตรพึ่งพาน้ำฝนและฤดูกาลตามธรรมชาติเป็นส่วนใหญ่ อุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้น ความแปรปรวนของฤดูกาล ปัญหาภัยแล้งและน้ำท่วมที่เกิดบ่อยครั้งขึ้น ส่งผลกระทบต่อผลผลิตการเกษตรเป็นอย่างมาก

ปัจจุบันประเทศไทยประสบปัญหาอุทกภัยบ่อยครั้งและมีความรุนแรงมากขึ้น ผลการสำรวจความเสียหายจากมหาอุทกภัยในประเทศไทย พ.ศ. 2554 ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เมื่อวันที่ 15 ธันวาคม พ.ศ. 2554 พบว่าผลกระทบในด้านพืช เกษตรกรได้รับความเสียหายทั้งหมด 1,284,106 ราย พื้นที่การเกษตรเสียหายทั้งหมด 12.61 ล้านไร่ แบ่งเป็นข้าว 9.99 ล้านไร่ พืชไร่ 1.87 ล้านไร่ พืชสวนและอื่นๆ 0.75 ล้านไร่ (ศูนย์ติดตามและแก้ไขปัญหาภัยพิบัติด้านการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2554) ในส่วนสถิติความเสียหายจากภัยแล้งระหว่างปี พ.ศ. 2535 ถึง พ.ศ. 2550 พบว่าโดยส่วนใหญ่จังหวัดที่ประสบภัยแล้งอยู่ระหว่าง 51 – 60 จังหวัด ซึ่งภาวะภัยแล้งในปี พ.ศ. 2548 มีมูลค่าความเสียหายสูงสุดถึง 7,565.9 ล้านบาท สำหรับในปี พ.ศ. 2550 มีมูลค่าความช่วยเหลือ 554.9 ล้านบาท (ศูนย์ป้องกันวิกฤตน้ำ ศูนย์เมขลา, 2553) ปัญหาน้ำท่วมและปัญหาภัยแล้งสร้างความเสียหายแก่เศรษฐกิจของประเทศไทยเป็นอย่างมาก ดังนั้นการปรับตัวของภาคการเกษตรต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง แนวทางในการปรับตัวของภาคการเกษตรวิธีการหนึ่ง ได้แก่ การปรับเปลี่ยนสายพันธุ์พืชให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป เช่น พันธุ์ทนอุณหภูมิสูง พันธุ์ทนแล้ง และพันธุ์ทนน้ำท่วม เป็นต้น ซึ่งการค้นคว้าวิจัยเพื่อค้นหาและปรับปรุงพันธุ์ให้เหมาะสมดังกล่าว เป็นสิ่งที่มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง

ถั่วเหลือง (*Glycine max* (L.) Merrill) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย เนื่องจากเป็นวัตถุดิบของอุตสาหกรรมน้ำมันพืช อาหารมนุษย์ และอาหารสัตว์ นอกจากนี้ถั่วเหลืองยังเป็นพืชที่มีประโยชน์ทางการเกษตรคือพืชหมุนเวียนอีกด้วย จนถึงปัจจุบันนี้ ถั่วเหลืองที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์และรับรองพันธุ์จากกรมวิชาการเกษตรมีจำนวน 18 พันธุ์ ได้แก่ เชียงใหม่ 1 เชียงใหม่ 2 เชียงใหม่ 3 เชียงใหม่ 4 เชียงใหม่ 5 เชียงใหม่ 6 เชียงใหม่ 60 สจ.1 สจ.2 สจ.3 สจ.4 สจ.5 สุโขทัย 1 สุโขทัย 2 สุโขทัย 3 ศรีสำโรง 1 นครสวรรค์ 1 และขอนแก่น (กรมวิชาการเกษตร, 2547 และ [http://www.doa.go.th/frcr/chiangmai/index.php?option=com\\_content&view=category&id=39&Itemid=103](http://www.doa.go.th/frcr/chiangmai/index.php?option=com_content&view=category&id=39&Itemid=103)) การจำแนกลักษณะประจำพันธุ์ของ

ถั่วเหลืองดังกล่าวมีการดำเนินการไม่มากนัก ส่วนใหญ่เป็นลักษณะทางสรีรวิทยา เช่น ลักษณะของต้น ใบ ดอก ฝัก และเมล็ด รวมถึงลักษณะทางการเกษตร เช่น อายุถึงวันออกดอก อายุเก็บเกี่ยว ปริมาณโปรตีนและน้ำมันในเมล็ด เป็นต้น (กรมวิชาการเกษตร, 2547) แต่ไม่มีการศึกษาถึงความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่างๆ รวมถึงความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมและสภาพแห้งแล้ง นอกจากนี้การจำแนกลักษณะประจำพันธุ์โดยใช้ข้อมูลในระดับดีเอ็นเอหรือสารพันธุกรรมของถั่วเหลืองสายพันธุ์ไทยมีไม่มากนัก งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมและสภาพแห้งแล้งของถั่วเหลืองพันธุ์รับรองของกรมวิชาการเกษตรทั้งลักษณะทางสรีรวิทยาและลักษณะทางพันธุกรรม การศึกษาถึงความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมและสภาพแห้งแล้งของถั่วเหลืองพันธุ์รับรองของกรมวิชาการเกษตรทำให้ทราบว่าพันธุ์รับรองใดเหมาะสมต่อสภาพน้ำท่วมและสภาพแห้งแล้งที่สุด (ดำเนินงานในปีงบประมาณ 2559 และ 2560) สามารถนำไปเผยแพร่แก่เกษตรกรให้ปลูกในพื้นที่ที่ประสบปัญหาดังกล่าวได้ นอกจากนี้การใช้เทคนิคทางชีวโมเลกุลในการศึกษาความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมและสภาพแห้งแล้งของถั่วเหลือง ซึ่งประกอบด้วยการทดสอบโดยใช้เครื่องหมายโมเลกุลที่เกี่ยวข้องกับระบบความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมหรือสภาพแห้งแล้ง (แผนดำเนินงานในปีงบประมาณ 2561 ซึ่งถูกพิจารณาระงับการทดลอง) และการศึกษาการแสดงออกของยีนที่ทำหน้าที่ในระบบความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมหรือสภาพแห้งแล้ง (แผนดำเนินงานในปีงบประมาณ 2562 ซึ่งถูกพิจารณาระงับการทดลอง) จะเป็นประโยชน์ในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับระบบความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมและสภาพแห้งแล้งของถั่วเหลืองในระดับยีน รวมถึงสามารถนำเครื่องหมายโมเลกุลและยีนที่มีประสิทธิภาพในการคัดเลือกพันธุ์ที่ทนทานต่อสภาพน้ำท่วมและสภาพแห้งแล้ง ไปใช้ในการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองในอนาคต

## วิธีการดำเนินการ

### อุปกรณ์

#### 1. ถั่วเหลืองพันธุ์ต่าง ๆ

- ถั่วเหลืองพันธุ์รับรองของกรมวิชาการเกษตร จำนวน 18 พันธุ์ ได้แก่ เชียงใหม่ 1 เชียงใหม่ 2 เชียงใหม่ 3 เชียงใหม่ 4 เชียงใหม่ 5 เชียงใหม่ 6 เชียงใหม่ 60 สจ.1 สจ.2 สจ.3 สจ.4 สจ.5 สุโขทัย 1 สุโขทัย 2 สุโขทัย 3 ศรีสำโรง 1 นครสวรรค์ 1 และขอนแก่น

- ถั่วเหลืองที่ใช้เป็นพันธุ์ควบคุม (control) จำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ อุตสาหะ-เอ และ Williams

#### 2. กระดาษเพาะเมล็ด

#### 3. สาร Polyethylene glycol (PEG)

#### 4. ตู้กระจกและเครื่องปั๊มอากาศสำหรับแช่เมล็ดถั่วเหลือง

#### 5. ดินและปุ๋ยที่ใช้ในการปลูกถั่วเหลือง

### วิธีการ

1. รวบรวมและจัดเตรียมถั่วเหลืองพันธุ์รับรองของกรมวิชาการเกษตร จำนวน 18 พันธุ์ ได้แก่ เชียงใหม่ 1 เชียงใหม่ 2 เชียงใหม่ 3 เชียงใหม่ 4 เชียงใหม่ 5 เชียงใหม่ 6 เชียงใหม่ 60 สจ.1 สจ.2 สจ.3 สจ.4 สจ.5 สุโขทัย 1 สุโขทัย 2 สุโขทัย 3 ศรีสำโรง 1 นครสวรรค์ 1 และขอนแก่น รวมถึงพันธุ์ที่ใช้เป็นพันธุ์ควบคุม

(control) จำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ อุตสาหะ-เอ และ Williams รวมทั้งสิ้น 20 พันธุ์ โดยขอความอนุเคราะห์จาก ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ทำการผลิตเมล็ดพันธุ์ ประมาณพันธุ์ละ 2,000 เมล็ด ซึ่งทำการปลูกถั่วเหลืองเมื่อวันที่ 15 ธันวาคม 2558

2. ทดสอบความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมของถั่วเหลืองระยะแรกออก ประยุกต์จากวิธีของ Sayama *et al.* (2009) โดยทำให้เกิดสภาพน้ำท่วมเมล็ดถั่วเหลืองเป็นเวลา 2 วัน จากนั้นเพาะทดสอบในกระดาด (Between paper) และตรวจสอบอัตราการมีชีวิตรอดหลังประสบการณ์น้ำท่วม (อัตราการรอดหลังประสบการณ์น้ำท่วม) 5 วันหลังปลูก วางแผนการทดลองแบบ 2 x 20 Factorial in CRD จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 2 ปัจจัยดังนี้ ปัจจัยที่ 1 คือ ถั่วเหลือง 20 พันธุ์ ปัจจัยที่ 2 คือ สภาพของน้ำ 2 สภาพ ได้แก่ สภาพปกติและสภาพน้ำท่วม ทำการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผลทางสถิติ

3. ทดสอบความทนทานต่อสภาพแห้งแล้งของถั่วเหลืองระยะแรกออก ตามวิธีของ Rasaei *et al.* (2013) โดยใช้ Polyethylene glycol (PEG) เป็นสารดูดความชื้นหรือสารชักน้ำให้เกิดสภาพแห้งแล้งในกระดาดเพาะ ตรวจสอบและเก็บข้อมูลอัตราการมีชีวิตรอดหลังประสบการณ์แห้งแล้ง (อัตราการรอดหลังประสบการณ์แห้งแล้ง) 5 วันหลังปลูก และ 8 วันหลังปลูก วางแผนการทดลองแบบ 2 x 20 Factorial in CRD จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 2 ปัจจัยดังนี้ ปัจจัยที่ 1 คือ ถั่วเหลือง 20 พันธุ์ ปัจจัยที่ 2 สภาพความแห้งแล้ง 2 สภาพ ได้แก่ PEG 0% และ PEG 15% ทำการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผลทางสถิติ

#### เวลาและสถานที่

ระยะเวลาทำการทดลอง ตุลาคม 2558 – กันยายน 2560

สถานที่ดำเนินการ สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ และศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่

### ผลการทดลองและวิจารณ์

#### 1. การรวบรวมและจัดเตรียมถั่วเหลืองพันธุ์ต่าง ๆ

ขอความอนุเคราะห์จากศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ สำหรับนำมาใช้ในการทดสอบความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมและสภาพแห้งแล้ง โดยทำการปลูกถั่วเหลืองจำนวน 20 พันธุ์ เมื่อวันที่ 15 ธันวาคม 2558 จากนั้นในเดือนกุมภาพันธ์ 2559 ไปสำรวจต้นถั่วเหลืองที่ทำการปลูก (ภาคผนวก ภาพที่ 1 และ 2) พบว่า พันธุ์ถั่วเหลืองส่วนใหญ่มีการเจริญเติบโตที่ดี แต่มีบางพันธุ์ที่การเจริญเติบโตไม่ค่อยดี ซึ่งมีสาเหตุจากสภาพอากาศแปรปรวนที่มีอุณหภูมิต่ำลงอย่างมากช่วงกลางเดือนมกราคม 2559 อย่างไรก็ตามสามารถเก็บเกี่ยวเมล็ดถั่วเหลืองได้ตามจำนวนที่ต้องการ คือ ประมาณพันธุ์ละ 2,000 เมล็ด ซึ่งได้รับเมล็ดถั่วเหลืองที่กะเทาะเปลือกเรียบร้อยแล้ว ในช่วงต้นเดือนมิถุนายน 2559 ตรวจสอบสภาพเมล็ดถั่วเหลืองพบว่าเมล็ดถั่วเหลืองมีสภาพดี ไม่มีสิ่งปนเปื้อน นอกจากนี้ทำการชั่งน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์ จำนวน 100 เมล็ด 3 ซ้ำและเก็บข้อมูล (ตารางที่ 1) เนื่องจากต้องการศึกษาว่าขนาดของเมล็ดมีผลต่อความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมและสภาพแห้งแล้งของถั่วเหลืองหรือไม่

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลือง 100 เมล็ด

พันธุ์	ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)	พันธุ์	ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)
ชม.1	23.63	สจ.4	15.44
ชม.2	13.03	สจ.5	13.96
ชม.3	10.72	สท.1	12.70
ชม.5	10.48	สท.2	14.41
ชม.6	12.86	สท.3	10.91
ชม.60	11.00	ศรีสำโรง 1	14.97
ชม.84-2	23.46	ขอนแก่น	12.63
สจ.1	13.85	นครสวรรค์ 1	20.26
สจ.2	12.44	อุตสาหกรรม-เอ	8.00
สจ.3	10.65	Williams	15.30

## 2. การทดสอบความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมของถั่วเหลืองระยะแรกงอก

สำหรับสถานะน้ำท่วม คณะผู้วิจัยได้สร้างสถานะให้เมล็ดถั่วเหลืองจมอยู่ในน้ำเป็นเวลา 2 วัน ดังภาพที่ 1 จากนั้นเพาะทดสอบในกระดาษ (Between paper) และตรวจสอบอัตราการมีชีวิตรอดหลังประสบภาวะน้ำท่วม (อัตราการงอกหลังประสบภาวะน้ำท่วม) 5 วันหลังปลูกโดยเปรียบเทียบกับสภาพปกติที่ไม่มีน้ำท่วม (ภาพที่ 2)

ภาพที่ 1 การทดสอบความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมของถั่วเหลืองระยะแรกงอก



ภาพที่ 2 การเพาะทดสอบในกระดาดเพื่อตรวจสอบอัตราการมีชีวิตรอดหลังประสบการณ์น้ำท่วม (5 วันหลังปลูก)

สภาพปกติ พันธุ์ ชม.6



น้ำท่วม 2 วัน พันธุ์ ชม.6



ถั่วเหลืองพันธุ์นครสวรรค์ 1 เมล็ดไม่ออกทั้งในสภาพปกติและสภาพน้ำท่วม รวมถึงในการทดสอบความทนทานต่อสภาพแห้งแล้งของถั่วเหลืองระยะแรกออก สภาพ PEG 0% และ PEG 15% ก็ไม่ออกเช่นกัน ซึ่งคาดว่าเมล็ดถั่วเหลืองของพันธุ์นครสวรรค์ 1 ที่เก็บเกี่ยวมานั้นเสื่อมสภาพ จึงดำเนินการวิเคราะห์ผลอัตราการมีชีวิตรอดหลังประสบการณ์น้ำท่วมของถั่วเหลืองจำนวน 19 พันธุ์ ทางสถิติโดยใช้วิธี Analysis of variance ด้วยโปรแกรม IRRI Stat ได้ผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความงอก ณ 5 วันหลังปลูกของถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์ที่สภาวะน้ำท่วม 0 วัน และ 2 วัน

VARIETY (V)	FLOOD (F)		V-MEAN	DIFF
	0 day	2 days		
CM1	99 a	47 g	73	52 **
CM2	100 a	95 ab	97	5 **
CM3	66 d	75 de	71	-9 ns
CM5	99 a	50 g	74	49 **
CM6	99 a	81 d	90	17 **
CM60	88 bc	84 cd	86	4 ns
CM84-2	99 a	79 d	89	20 **
SJ1	82 c	85 cd	83	-4 ns
SJ2	94 b	77 d	85	17 **
SJ3	82 c	76 de	79	6 ns
SJ4	93 b	52 g	72	42 **
SJ5	99 a	66 ef	82	34 **
Sukothai1	100 a	84 cd	92	16 **
Sukothai2	99 a	64 f	82	35 **
Sukothai3	99 a	65 ef	82	33 **
Srisamrong1	100 a	98 a	99	2 **
Konkaen	92 b	91 bc	91	1 ns
Utsaha-A	88 bc	82 d	85	6 ns
williams	99 a	58 fg	79	41 **
F-MEAN	93	74	84	19

\*\* = significant at 1% level, ns = not significant

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

CV = 6.45%

จากตารางแสดงค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความงอก ณ 5 วันหลังปลูกของถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์ที่สภาวะน้ำท่วม 0 วัน และ 2 วัน (ตารางที่ 2) พบว่าถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์ตอบสนองต่อสภาวะน้ำท่วมแตกต่างกัน โดยสภาวะน้ำท่วม 0 วันซึ่งเป็นกรณีควบคุมนั้น เมล็ดถั่วเหลืองไม่ถูกน้ำท่วมก่อนการเพาะ ถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์มีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความงอก ณ 5 วันหลังปลูกในช่วง 66-100 เปอร์เซ็นต์โดยถั่วเหลืองที่มีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความงอกในช่วง 91-100 เปอร์เซ็นต์มีจำนวน 14 พันธุ์ และถั่วเหลืองที่มีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำกว่า 90 เปอร์เซ็นต์มีจำนวน 5 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์เชียงใหม่ 60 (CM60) พันธุ์อุตสาหะ-เอ (Utsaha-A) พันธุ์ สจ.1 (SJ1) พันธุ์ สจ.3 (SJ3) และพันธุ์เชียงใหม่ 3 (CM3) ซึ่งมียค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความงอก 88, 88, 82, 82 และ 66 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ พันธุ์เหล่านี้พบว่ามี hard seed อยู่จำนวนมาก ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำ

สำหรับสภาวะน้ำท่วม ซึ่งคณะผู้วิจัยได้สร้างสภาวะให้เมล็ดถั่วเหลืองจมอยู่ในน้ำเป็นเวลา 2 วันจากนั้นนำมาเพาะทดสอบ จากตารางที่ 2 พบว่า พันธุ์ถั่วเหลืองส่วนใหญ่ตอบสนองต่อสภาวะน้ำท่วม กล่าวคือ มีเปอร์เซ็นต์ความงอกลดลงจากกรณีควบคุม (สภาวะน้ำท่วม 0 วัน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นถั่วเหลือง 6 พันธุ์ ดังนี้ พันธุ์เชียงใหม่ 3 (CM3) พันธุ์เชียงใหม่ 60 (CM60) พันธุ์ สจ.1 (SJ1) พันธุ์ สจ.3 (SJ3) พันธุ์ขอนแก่น (Konkaen) และพันธุ์อุตสาหะ-เอ (Utsaha-A) นอกจากนี้ผลการทดลองพบว่า ถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์ตอบสนองต่อสภาวะน้ำท่วมแตกต่างกัน กล่าวคือ ถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์มีความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมแตกต่างกัน โดยมีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความงอก ณ 5 วันหลังปลูกในช่วง 47-98 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งพันธุ์ที่มีความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมมาก



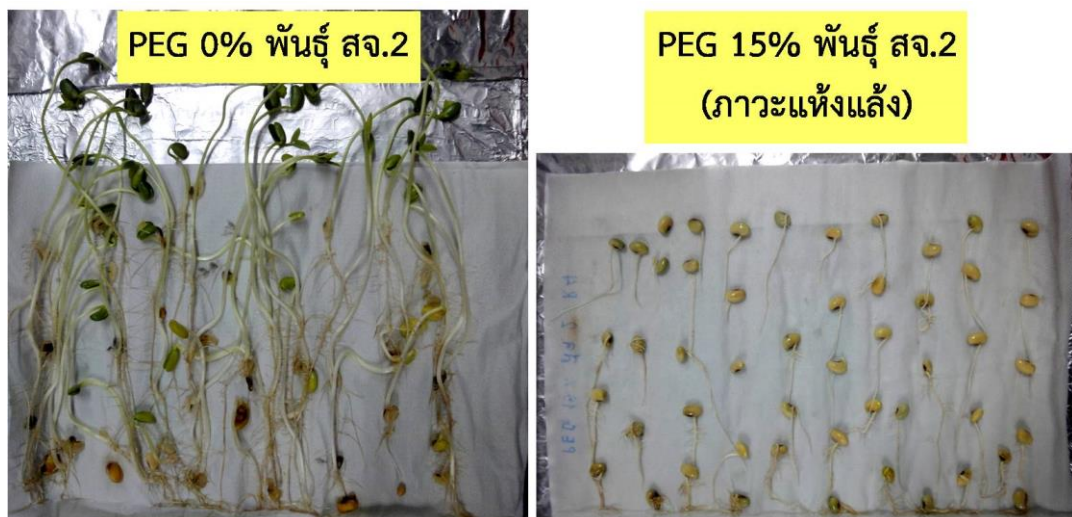
ที่สุดใน 3 อันดับแรก ได้แก่ พันธุ์ศรีสำโรง 1 (Srisamrong1) พันธุ์เชียงใหม่ 2 (CM2) และพันธุ์สุโขทัย 1 (Sukothai1) มีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความงอก 98, 95 และ 84 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และพันธุ์ที่มีความอ่อนแอต่อสภาพน้ำท่วมมากที่สุดใน 3 อันดับแรก ได้แก่ พันธุ์เชียงใหม่ 1 (CM1) พันธุ์เชียงใหม่ 5 (CM5) และพันธุ์ สจ.4 (SJ4) มีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความงอก 47, 50 และ 52 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

ถั่วเหลืองเป็นพืชที่ไม่ต้องการน้ำมาก การได้รับน้ำปริมาณมากเกินไปจนความจำเป็นทั้งก่อน หลัง หรือขณะที่เมล็ดกำลังงอกจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อเมล็ดและต้นอ่อน เช่น เมล็ดไม่งอก การสลายตัวของเมล็ด (seed decay) และการเจริญเติบโตที่ไม่สมบูรณ์ของต้นอ่อน (unhealthy seedling development) ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อเนื้อทำให้ผลผลิตลดลงในที่สุด (Sayama *et al.*, 2009) การศึกษาพันธุ์ที่มีความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมในระยะแรกงอกจะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรในพื้นที่ที่มีฝนตกมากในช่วงปลูกถั่วเหลือง รวมถึงเป็นการรองรับปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกอีกด้วย

### 3. การทดสอบความทนทานต่อสภาพแห้งแล้งของถั่วเหลืองระยะแรกงอก

ดำเนินการตามวิธีของ Rasaei *et al.* (2013) โดยใช้ polyethylene glycol (PEG) เป็นสารลดความชื้นหรือสารชักนำให้เกิดสภาพแห้งแล้งในกระดาดเพาะ ตรวจสอบและเก็บข้อมูลอัตราการมีชีวิตรอดหลังประสบภาวะแห้งแล้ง (อัตราการงอกหลังประสบภาวะแห้งแล้ง) 5 วันหลังปลูกและ 8 วันหลังปลูก (ภาพที่ 3)

ภาพที่ 3 การทดสอบความทนทานต่อสภาพแห้งแล้งของถั่วเหลืองระยะแรกงอกโดยใช้ PEG (8 วันหลังปลูก)



เมื่อวิเคราะห์ผลอัตราการมีชีวิตรอดหลังประสบภาวะแห้งแล้ง 5 วันหลังปลูกของถั่วเหลืองจำนวน 19 พันธุ์ ทางสถิติโดยใช้วิธี Analysis of variance ด้วยโปรแกรม IRRI Stat ได้ผลดังตารางที่ 3 ซึ่งแสดงค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความงอก ณ 5 วันหลังปลูกของถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์ที่ระดับ PEG 0% และ 15% พบว่า ถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์ตอบสนองต่อ PEG แตกต่างกันในแต่ละระดับ โดย PEG 0% เป็นกรณีควบคุมซึ่งไม่มี PEG ในกระดาดเพาะ ถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์มีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความงอก ณ 5 วันหลังปลูกในช่วง 70-100 เปอร์เซ็นต์ โดยถั่วเหลืองที่มีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความงอกในช่วง 91-100 เปอร์เซ็นต์มีจำนวน 14 พันธุ์ และถั่วเหลืองที่มีค่าเฉลี่ยของ

เปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำกว่า 90 เปอร์เซ็นต์มีจำนวน 5 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ สจ.1 (SJ1) พันธุ์อุตสาหะ-เอ (Utsaha-A) พันธุ์เชียงใหม่ 60 (CM60) พันธุ์ สจ.3 (SJ3) และพันธุ์เชียงใหม่ 3 (CM3) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความงอก 86, 78, 73, 72 และ 70 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าผลการทดลองนี้มีความสอดคล้องกับผลค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความงอกของถั่วเหลืองที่สภาวะน้ำท่วม 0 วันซึ่งเป็นกรณีควบคุมในการทดสอบความทนทานต่อสภาพน้ำท่วม

สำหรับ PEG 15% เป็นการสร้างสภาวะแห้งแล้งให้แก่พืช เนื่องจาก PEG ทำให้เกิดการดูดน้ำออกจากเซลล์พืช จากตารางที่ 3 พบว่า พันธุ์ถั่วเหลืองส่วนใหญ่ตอบสนองต่อ PEG 15% และมีเปอร์เซ็นต์ความงอก ณ 5 วันหลังปลูกลดลงจากกรณีควบคุม PEG 0% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สามารถกล่าวได้ว่าสภาพแห้งแล้งส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ความงอกของถั่วเหลืองลดลง ยกเว้นถั่วเหลือง 3 พันธุ์ ดังนี้ พันธุ์เชียงใหม่ 60 (CM60) พันธุ์ สจ.3 (SJ3) และพันธุ์ขอนแก่น (Konkaen) นอกจากนี้ผลการทดลองพบว่า ถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์ตอบสนองต่อ PEG 15% แตกต่างกัน กล่าวคือ ถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์มีความทนทานต่อสภาพแห้งแล้งแตกต่างกัน โดยมีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความงอก ณ 5 วันหลังปลูกในช่วง 14-96 เปอร์เซ็นต์ซึ่งพันธุ์ที่มีความทนทานต่อสภาพแห้งแล้งมากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ พันธุ์ศรีสำโรง 1 (Srisamrong1) พันธุ์เชียงใหม่ 2 (CM2) และพันธุ์สุโขทัย 1 (Sukothai1) มีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความงอก 96, 92 และ 91 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และพันธุ์ที่มีความอ่อนแอต่อสภาพแห้งแล้งมากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ พันธุ์เชียงใหม่ 1 (CM1) พันธุ์เชียงใหม่ 84-2 (CM84-2) และพันธุ์เชียงใหม่ 6 (CM6) มีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความงอก 14, 45 และ 48 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความงอก ณ 5 วันหลังปลูกของถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์ที่ระดับ PEG 0% และ 15%

VARIETY (V)	PEG (P)		V-MEAN	DIFF
	0%	15%		
CM1	97 bc	14 h	55	83 **
CM2	100 ab	92 ab	96	8 **
CM3	70 f	50 fg	60	20 **
CM5	98 abc	54 fg	76	44 **
CM6	100 ab	48 fg	74	51 **
CM60	73 f	63 ef	68	10 ns
CM84-2	99 ab	45 g	72	54 **
SJ1	86 de	61 ef	73	25 **
SJ2	93 cd	80 d	86	12 **
SJ3	72 f	63 ef	68	9 ns
SJ4	91 cd	74 de	82	17 **
SJ5	96 bc	80 d	88	16 **
Sukothai1	99 ab	91 abc	95	8 **
Sukothai2	99 ab	82 cd	90	17 **
Sukothai3	96 bc	73 de	85	23 **
Srisamrong1	100 a	96 a	98	4 **
Konkaen	91 cd	83 bcd	87	8 ns
Utsaha-A	78 ef	64 ef	71	14 *
williams	100 a	50 fg	75	50 **
P-MEAN	91	66	79	25

\*\* = significant at 1% level, \* = significant at 5% level  
ns = not significant

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

CV = 8.72%

เมื่อวิเคราะห์ผลอัตราการมีชีวิตรอดหลังประสพภาวะแห้งแล้ง 8 วันหลังปลูกของถั่วเหลืองจำนวน 19 พันธุ์ ทางสถิติโดยใช้วิธี Analysis of variance ด้วยโปรแกรม IRRI Stat ได้ผลดังภาคผนวกตารางที่ 1 พบว่า ความแตกต่างระหว่างเปอร์เซ็นต์ความงอกของถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์ที่ระดับ PEG 0% และ 15% ณ 8 วันหลังปลูกมี น้อยลงเมื่อเปรียบเทียบกับความแตกต่างที่พบ ณ 5 วันหลังปลูก (ตารางที่ 3) อย่างไรก็ตามจากภาพที่ 3 จะเห็นได้ ว่า แม้ถั่วเหลืองงอกได้เมื่ออยู่ในสภาวะ PEG 15% ณ 8 วันหลังปลูก แต่การเจริญเติบโตช้ากว่าถั่วเหลืองที่ปลูกใน สภาวะ PEG 0% สามารถกล่าวได้ว่า นอกจากสภาพแห้งแล้งจะส่งผลทางลบต่อเปอร์เซ็นต์ความงอกของถั่วเหลือง แล้ว ยังส่งผลทางลบต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองอีกด้วย สอดคล้องกับรายงานของ Rasaei *et al.* (2013) ที่ ความยาวของรากที่งอกจากเมล็ดถั่วเหลืองที่ปลูกในสภาวะ PEG 13.8% (Osmotic potential -3 bar) สั้นกว่า ความยาวของรากที่งอกจากเมล็ดถั่วเหลืองที่ปลูกในสภาวะ PEG 0% (Osmotic potential 0 bar)

เมื่อคำนวณหาความสัมพันธ์ (Correlation) ระหว่างความทนทานต่อสภาพแห้งแล้งกับความทนทาน ต่อสภาพน้ำท่วมของถั่วเหลืองระยะแรกงอกในแต่ละพันธุ์ พบว่า มีความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ โดยค่า  $R = 0.53^*$  และค่า  $R^2 = 0.28^*$  กล่าวคือ พันธุ์ถั่วเหลืองที่มีความทนทานต่อสภาพแห้ง แล้งมีแนวโน้มที่จะมีความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมด้วย ขณะเดียวกันพันธุ์ถั่วเหลืองที่อ่อนแอต่อสภาพแห้งแล้งมี แนวโน้มที่จะอ่อนแอต่อสภาพน้ำท่วมเช่นกัน ดังผลการทดลองที่พันธุ์ศรีสำโรง 1 (Srisamrong1) พันธุ์เชียงใหม่ 2 (CM2) และพันธุ์สุโขทัย 1 (Sukothai1) เป็นพันธุ์ที่ทนทานต่อสภาพแห้งแล้งมากที่สุดใน 3 อันดับแรก รวมถึงเป็น พันธุ์ที่ทนทานต่อสภาพน้ำท่วมมากที่สุดใน 3 อันดับแรกด้วย สำหรับพันธุ์เชียงใหม่ 1 (CM1) นั้นเป็นพันธุ์ที่ อ่อนแอต่อสภาพแห้งแล้งมากที่สุดและเป็นพันธุ์ที่อ่อนแอต่อสภาพน้ำท่วมมากที่สุดด้วย Fukao *et al.* (2011) รายงานความเชื่อมโยงระหว่างระบบความทนทานต่อสภาพแห้งแล้งและระบบความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมโดยมี ยีน *SUBMERGENCE1A (SUB1A)* เป็นจุดเชื่อมระหว่าง 2 ระบบดังกล่าว ยีน *SUB1A* เป็น Transcription factor ชนิดหนึ่งที่ควบคุมปริมาณฮอร์โมนเอทิลีนซึ่งส่งผลต่อการยืดยาวของลำต้นพืชในสภาพน้ำท่วม นอกจากนี้ยีน *SUB1A* ยังทำหน้าที่กระตุ้นการแสดงออกของยีนที่ทำงานในระบบความทนทานต่อสภาพแห้งแล้งอีกด้วย กล่าวได้ ว่าระบบความทนทานต่อสภาพแห้งแล้งและระบบความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมมีสัญญาณแทรกข้ามระหว่างกัน (crosstalk) ในการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงสมดุลของน้ำภายในเซลล์

ความสัมพันธ์ (Correlation) ระหว่างขนาดของเมล็ดถั่วเหลืองกับความทนทานต่อสภาพแห้งแล้งของ ถั่วเหลืองระยะแรกงอก และความสัมพันธ์ (Correlation) ระหว่างขนาดของเมล็ดถั่วเหลืองกับความทนทานต่อ สภาพน้ำท่วมของถั่วเหลืองระยะแรกงอก ณ 5 วันหลังปลูกนั้น เมื่อคำนวณหาความสัมพันธ์แล้วพบว่า ขนาด ของเมล็ดถั่วเหลืองไม่มีความสัมพันธ์กับความทนทานต่อสภาพแห้งแล้งของถั่วเหลืองระยะแรกงอกหรือความ ทนทานต่อสภาพน้ำท่วมของถั่วเหลืองระยะแรกงอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งค่าความสัมพันธ์ระหว่างขนาด ของเมล็ดถั่วเหลืองกับความทนทานต่อสภาพแห้งแล้งของถั่วเหลืองระยะแรกงอก ณ 5 วันหลังปลูก ค่า  $R = -0.44$  และค่า  $R^2 = 0.20$  สำหรับค่าความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของเมล็ดถั่วเหลืองกับความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมของ ถั่วเหลืองระยะแรกงอก ณ 5 วันหลังปลูก ค่า  $R = -0.27$  และค่า  $R^2 = 0.07$  อย่างไรก็ตาม Sayama *et al.* (2009) รายงานความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างขนาดของเมล็ดถั่วเหลืองกับความทนทานต่อ

สภาพน้ำท่วมของถั่วเหลืองระยะแรกออก ณ 3 วันหลังปลูก โดยค่า  $R = -0.62^{***}$  (Significant at 0.1% level) กล่าวคือ เมล็ดถั่วเหลืองที่มีขนาดเล็กมีแนวโน้มที่จะมีความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมในระยะแรกออกสูง แม้ว่าในงานวิจัยนี้ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของเมล็ดถั่วเหลืองกับความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมของถั่วเหลืองระยะแรกออก ณ 5 วันหลังปลูก ปรากฏว่าไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ค่า  $R$  ที่ได้เป็นค่าลบเช่นเดียวกับรายงานของ Sayama *et al.* (2009) นอกจากนี้ Duke *et al.* (1986) รายงานว่าเมล็ดถั่วเหลืองที่มีขนาดใหญ่จะมีเปลือกที่ไม่แข็งแรง ซึ่งส่งผลให้เกิดการรั่วไหลของสารต่างๆจากเมล็ดถั่วเหลือง (seed substance leakage) ได้ง่ายเมื่อเมล็ดถั่วเหลืองดูดซึมน้ำเข้าไป (water imbibition) เมล็ดถั่วเหลืองดังกล่าวจึงขาดสารอาหารหรือสารที่จำเป็นต่างๆที่จะใช้ในการงอกและเจริญเติบโต

### สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. ถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์มีความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมแตกต่างกัน พันธุ์ที่มีความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมมากที่สุดใน 3 อันดับแรก ได้แก่ พันธุ์ศรีสำโรง 1 (Srisamrong1) พันธุ์เชียงใหม่ 2 (CM2) และพันธุ์สุโขทัย 1 (Sukothai1) และพันธุ์ที่มีความอ่อนแอต่อสภาพน้ำท่วมมากที่สุดใน 3 อันดับแรก ได้แก่ พันธุ์เชียงใหม่ 1 (CM1) พันธุ์เชียงใหม่ 5 (CM5) และพันธุ์ สจ.4 (SJ4) การศึกษาพันธุ์ที่มีความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมในระยะแรกออกจะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรในพื้นที่ที่มีฝนตกมากในช่วงปลูกถั่วเหลือง รวมถึงเป็นการรองรับปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกอีกด้วย
2. ถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์มีความทนทานต่อสภาพแห้งแล้งแตกต่างกัน พันธุ์ที่มีความทนทานต่อสภาพแห้งแล้งมากที่สุดใน 3 อันดับแรก ได้แก่ พันธุ์ศรีสำโรง 1 (Srisamrong1) พันธุ์เชียงใหม่ 2 (CM2) และพันธุ์สุโขทัย 1 (Sukothai1) และพันธุ์ที่มีความอ่อนแอต่อสภาพแห้งแล้งมากที่สุดใน 3 อันดับแรก ได้แก่ พันธุ์เชียงใหม่ 1 (CM1) พันธุ์เชียงใหม่ 84-2 (CM84-2) และพันธุ์เชียงใหม่ 6 (CM6)
3. ความทนทานต่อสภาพแห้งแล้งกับความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมของถั่วเหลืองระยะแรกออกมีความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ พันธุ์ถั่วเหลืองที่มีความทนทานต่อสภาพแห้งแล้งมีแนวโน้มที่จะมีความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมด้วย ขณะเดียวกันพันธุ์ถั่วเหลืองที่อ่อนแอต่อสภาพแห้งแล้งมีแนวโน้มที่จะอ่อนแอต่อสภาพน้ำท่วมเช่นกัน
4. ผลจากงานวิจัยนี้ทำให้ทราบว่าถั่วเหลืองพันธุ์รับรองพันธุ์ใดเหมาะสมต่อสภาพน้ำท่วมและสภาพแห้งแล้งที่เกิดขึ้นในช่วงปลูกถั่วเหลืองรวมถึงระยะแรกออก สามารถนำไปเผยแพร่แก่เกษตรกรให้ปลูกในพื้นที่ที่ประสบปัญหาดังกล่าวได้
5. การต่อยอดงานวิจัยนี้โดยการศึกษาสารพันธุกรรมของถั่วเหลืองพันธุ์รับรองของกรมวิชาการเกษตรด้วยเครื่องหมายโมเลกุลที่เกี่ยวข้องกับระบบความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมหรือสภาพแห้งแล้ง (ภาคผนวกตารางที่ 2) และการศึกษาการแสดงออกของยีนที่ทำหน้าที่ในระบบความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมหรือสภาพแห้งแล้ง จะเป็นประโยชน์ในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับระบบความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมและสภาพแห้งแล้งของถั่วเหลืองในระดับยีน รวมถึงสามารถนำเครื่องหมายโมเลกุลและยีนที่มีประสิทธิภาพในการคัดเลือกพันธุ์ที่ทนทานต่อสภาพน้ำท่วมและสภาพแห้งแล้งไปใช้ในการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองในอนาคต

## การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ได้ข้อมูลว่าพันธุ์รับรองพันธุ์ใดเป็นพันธุ์ทนทานและพันธุ์อ่อนแอต่อสภาพน้ำท่วมและสภาพแห้งแล้งที่เกิดขึ้นในช่วงปลูกข้าวเหลืองรวมถึงระยะแรกงอก สามารถนำไปเผยแพร่แก่เกษตรกรให้เลือกปลูกในพื้นที่ที่ประสบปัญหาอย่างเหมาะสม
2. เผยแพร่งานวิจัยได้ รวมถึงได้ข้อมูลเกี่ยวกับความสัมพันธ์ (Correlation) ระหว่างความทนทานต่อสภาพแห้งแล้งกับความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมของข้าวเหลืองระยะแรกงอก

## คำขอบคุณ

ขอขอบพระคุณ ดร.อลงกรณ์ กรณ์ทอง (รองอธิบดีกรมการข้าว อดีตดำรงตำแหน่งผู้อำนวยการสำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ) ดร.สมศักดิ์ ศรีสมบูรณ์ (อดีตผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านการจัดการพืชที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ สวพ.1) ดร.กษิต ศิษฐบรรจง (ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตร) และ ผอ.ชยานิจ ศิษฐบรรจง (ผู้อำนวยการกลุ่มวิจัยเทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ) ที่กรุณาให้คำปรึกษางานวิจัยข้าวเหลืองด้านต่างๆ ขอขอบพระคุณ คุณเสาวณี เดชะคำภู นักวิชาการเกษตรชำนาญการ และคุณพิทยา วงษ์ช้าง นักวิชาการเกษตรชำนาญการ ที่กรุณาให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์ผลทางสถิติและวิธีเก็บรักษาเมล็ดข้าวเหลือง ขอขอบพระคุณข้าราชการ พนักงานราชการ พนักงานอัตราจ้างของสำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ และศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ทุกท่าน ที่กรุณาให้การสนับสนุนและความช่วยเหลือในด้านต่างๆ ทำให้การทดลองดำเนินไปได้เป็นอย่างดี

## เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2547. ฐานข้อมูลเชื้อพันธุ์พืช : ข้าวเหลือง. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 156 หน้า.
- ศูนย์จัดการความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (Center of Excellence for Climate Change Knowledge Management: CCKM). สภาวะอากาศเปลี่ยนแปลงกระทบผลผลิตการเกษตร...ปัจจัยต้นราคาอาหารพุ่ง ณ วันที่ 18 พฤษภาคม พ.ศ.2555. (ออนไลน์ <http://www.cckm.or.th/drupal/2012/05/186>) Accessed on April 10, 2014.
- ศูนย์ติดตามและแก้ไขปัญหาภัยพิบัติด้านการเกษตรกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. รายงานสถานการณ์ภัยพิบัติด้านการเกษตร ณ วันที่ 15 ธันวาคม พ.ศ.2554. (ออนไลน์ [http://www.moac.go.th/ewt\\_dl\\_link.php?nid=7701&filename=index](http://www.moac.go.th/ewt_dl_link.php?nid=7701&filename=index)) Accessed on April 10, 2014.
- ศูนย์ป้องกันวิกฤตน้ำ ศูนย์เมขลา. 2553. รายงานสถานการณ์และคาดการณ์ภัยแล้งของประเทศไทยประจำปี พ.ศ. 2550. (ออนไลน์ <http://mekhala.dwr.go.yh/main/index.php/2010-04-07-07-00-38/35-2010-09-18-11-55-36/1868--2550>) Posted on September 18, 2010. Accessed on April 10, 2014.
- Duke, S.H., G. Kakefuda, C.A. Henson, N.L. Loeffler and N.M. Van Hulle. 1986. Role of the testa

- epidermis in the leakage of intracellular substance from imbibing soybean seeds and implications for seedling survival. *Physiol. Plant.* 68: 625–631.
- Fukao, T., E. Yeung and J. Bailey-Serres. 2011. The submergence tolerance regulator SUB1A mediates crosstalk between submergence and drought tolerance in rice. *The Plant Cell.* 23: 412–427.
- [http://www.doa.go.th/fcrc/chiangmai/index.php?option=com\\_content&view=category&id=39&Itemid=103](http://www.doa.go.th/fcrc/chiangmai/index.php?option=com_content&view=category&id=39&Itemid=103) Accessed on May 9, 2014.
- Rasaei, B., M.E. Ghobadi, M. Khas-Amiri and M. Ghobadi. 2013. Effect of osmotic potential on germination and seedling characteristic of soybean seeds. *Intl J Agri Crop Sci.* 5: 1265-1268.
- Sayama, T., T. Nakazaki, G. Ishikawa, K. Yagasaki, N. Yamada, N. Hirota, K. Hirota, T. Yoshigawa, H. Saito, M. Teraishi, Y. Okumoto, T. Tsukiyama and T. Tanisaka. 2009. QTL analysis of seed-flooding tolerance in soybean (*Glycine max* [L.] Merr.). *Plant Science.* 176: 514–521.

#### ภาคผนวก

ภาพที่ 1 แปลงปลูกถั่วเหลืองเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่  
ปลูกเมื่อวันที่ 15 ธันวาคม 2558 ถ่ายรูปเมื่อวันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2559



ภาพที่ 2 การไปสำรวจต้นถั่วเหลืองที่ทำการปลูก ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ เมื่อวันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2559



ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความงอก ณ 8 วันหลังปลูกของถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์ที่ระดับ PEG 0% และ 15%

VARIETY (V)	PEG (P)		V-MEAN	DIFF
	0%	15%		
CM1	99 ab	34 i	66	65 **
CM2	100 ab	99 ab	100	0 ns
CM3	79 ef	65 gh	72	14 *
CM5	100 ab	73 fgh	86	27 **
CM6	100 a	61 h	80	39 **
CM60	80 ef	78 efg	79	2 ns
CM84-2	100 ab	73 fgh	87	26 **
SJ1	89 de	74 fgh	81	15 **
SJ2	93 cd	91 cd	92	2 ns
SJ3	77 f	75 fgh	76	2 ns
SJ4	91 cd	90 cd	91	1 ns
SJ5	97 bc	91 cd	94	6 ns
Sukothai1	99 ab	96 bc	98	3 ns
Sukothai2	100 ab	92 cd	96	8 **
Sukothai3	98 abc	85 def	91	12 **
Srisamrong1	100 a	100 a	100	0 ns
Konkaen	93 cd	89 cde	91	4 ns
Utsaha-A	84 def	79 efg	82	5 ns
Williams	100 a	66 gh	83	34 **
P-MEAN	94	80	87	14

\*\* = significant at 1% level, \* = significant at 5% level  
ns = not significant

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

**CV = 7.97%**

ตารางที่ 2 เครื่องหมายโมเลกุลที่เกี่ยวข้องกับระบบความทนทานต่อสภาพน้ำท่วมหรือสภาพแห้งแล้ง

เครื่องหมายโมเลกุลระบบความทนทาน ต่อสภาพน้ำท่วม	เครื่องหมายโมเลกุลระบบความทนทาน ต่อสภาพแห้งแล้ง
Sat_064, Sat_175, Sat_279, Satt100, Satt187, Satt252, Satt277, Satt296, Satt338, Satt385	Sat_292, Sat_345, Satt134, Satt142, Satt210, Satt249, Satt385, Satt458, Satt648, Satt650