1. บทนำ

ถั่วลิสงเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจพืชหนึ่งของประเทศไทย เป็นแหล่งของโปรตีนและน้ำมัน ผลผลิตถั่วลิสงใช้บริโภคทั้งฝักสด และฝักแห้ง เมล็ดนำมาแปรรูปเป็นอาหารประเภทต่าง ๆ เมล็ดนำมาสกัดน้ำมัน กากที่ได้นำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ (Jogloy et. al. 1992) ถั่วลิสงมีความสามารถในการตรึงไนโตรเจนจากอากาศให้เป็นปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณสูงถึง 20 กิโลกรัม/ไร่ (McDonagh et. al. 1993) ส่วนของเศษซากต้นและใบถั่วลิสงหลังจากเก็บเกี่ยวช่วยปรับปรุงบำรุงดินและช่วยเพิ่มผลผลิตให้กับพืชที่ปลูกตามในระบบปลูกพืช อาทิ ข้าว ข้าวโพด มันสำปะหลัง และอ้อย (McDonagh et. al. 1993. Sirchantawong et. al. 2005) จึงส่งผลทำให้การใช้ที่ดินเพื่อการปลูกพืชไร่หลักยั่งยืน และลดการใช้ปุ๋ยเคมีในการผลิตพืชอีกด้วย

ประเทศไทยมีผลผลิตถั่วลิสงรวมปีละ 53,600 ตันจากพื้นที่เพาะปลูก 211,800 ไร่ มากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ เป็นแหล่งผลิตโดยอาศัยน้ำฝน ผลผลิตเฉลี่ย 250 กก./ไร่ ซึ่งค่อนข้างต่ำสาเหตุที่สำคัญประการหนึ่งคือ ความแห้งแล้ง จากการศึกษาในหลายแหล่งผลิต พบว่า ความแห้งแล้งทำให้ผลผลิตลดลง 55-85 เปอร์เซ็นต์ (Raddy et. al. 2003; Wright and Nageswara Rao, 1994) ทำให้มีการปนเปื้อนของสารอะฟลาทอกซินที่สร้างโดยเชื้อรา *Aspergillus flavus* และ *Aspergillus parasiticus* (Anderson et. al. 1995 ; Rachaputi et. al. 2002) เพิ่มขึ้นสารนี้เป็นสารก่อมะเร็งต่อผู้บริโภค นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจน โดยทำให้การสร้างปมของไรโซเบียม กิจกรรมการตรึงไนโตรเจน และปริมาณไนโตรเจนที่ตรึงได้ลดลง (Ramos et. al. 1999 ; Serraj et. al. 1999) ทำให้พืชต้องใช้ธาตุไนโตรเจนจากดินเพิ่มมากขึ้น ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตของถั่วลิสง และพืชที่ปลูกตามในระบบการปลูกพืช แนวทางการแก้ไขปัญหาดังกล่าวนอกจากการจัดการน้ำซึ่งทำได้ยากและมีต้นทุนสูง รวมทั้งปัญหาการแข่งขันการใช้น้ำระหว่างภาคเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม ตลอดจนการใช้เพื่อการอุปโภคบริโภค ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์ถั่วลิสงให้ทนแล้ง จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดปัญหาความรุนแรงทั้งในแง่ปริมาณ และคุณภาพของผลผลิต ลดการปนเปื้อนของสารอะฟลาทอกซิน และรักษาประสิทธิภาพของการตรึงไนโตรเจน ซึ่งข้อมูลของลักษณะการทนแล้ง กลไกและการตอบสนองต่อสภาวะแห้งแล้ง ทั้งด้านสัณฐานวิทยา สรีรวิทยา กระบวนการทางชีวเคมีต่างๆ อาทิ กลไกระดับโปรตีน และเทคนิควิธีการทดสอบเพื่อประเมินลักษณะการทนแล้ง ตลอดจนการนำแบบจำลองมาใช้เพื่อศึกษาการตอบสนองต่อการกระทบแล้ง ได้มีการศึกษาภายใต้โครงการเมธีวิจัยอาวุโส ศ.ดร.อารันต์ พัฒโนทัย การใช้เทคนิคการตรวจสอบ DNA เพื่อนำมาใช้จำแนกพันธุ์ที่มีลักษณะทนแล้ง การศึกษาเกี่ยวกับราก และระบบรากของถั่วลิสง พันธุกรรมของลักษณะการทนแล้ง และสหสัมพันธ์ของลักษณะการทนแล้งกับผลผลิต ลักษณะความต้านทานต่อเชื้อราที่สร้างสารอะฟลาทอกซิน และประสิทธิภาพของการตรึงไนโตรเจน จะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการปรับปรุงพันธุ์ถั่วลิสงให้ทนแล้ง ลดความเสี่ยงจากการปนเปื้อนของเชื้อราที่สร้างสารอะฟลาทอกซิน และมีประสิทธิภาพของการตรึงไนโตรเจนสูง เพื่อให้ได้ถั่วลิสงพันธุ์ใหม่ที่มีความเหมาะสมกับการใช้ในระบบการปลูกพืช กล่าวคือ มีความสามารถในการให้ผลผลิตสูงในสภาพแล้ง ลดความเสี่ยงจากการปนเปื้อนของสารอะฟลาทอกซิน และมีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนได้สูงในสภาพแห้งแล้ง ทำให้ถั่วลิสงมีคุณภาพซากที่ดีสำหรับการปรับปรุงบำรุงดิน และลดการใช้ปุ๋ยเคมี

สำหรับการผลิตพืชไร่หลักที่ปลูกตาม อาทิ ข้าว ข้าวโพด มันสำปะหลัง และอ้อย ซึ่งส่งผลทำให้การใช้ที่ดินเพื่อการผลิตพืชไร่หลักยั่งยืน

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาพันธุกรรมการถ่ายทอดลักษณะทนแล้ง และสหสัมพันธ์ของลักษณะการทนแล้งกับการปนเปื้อนของสารอะฟลาทอกซิน และประสิทธิภาพของการตรึงไนโตรเจน

2.2 เพื่อศึกษาเพื่อจำแนกความแตกต่างระหว่างพันธุ์ทนแล้ง โดยใช้ลักษณะที่ปรากฏและการใช้เครื่องหมายโมเลกุล

2.3 เพื่อศึกษาระบบรากและการตอบสนองของรากถั่วลิสงเมื่อกระทบแล้ง

3. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

3.1 จากผลการศึกษาพันธุกรรมการถ่ายทอดลักษณะและสหสัมพันธ์ของลักษณะทนแล้ง กับลักษณะการตรึงไนโตรเจน และลักษณะการติดเชื้อราที่สร้างสารอะฟลาทอกซิน จะได้ข้อแนะนำสำหรับการคัดเลือกพันธุ์เพื่อปรับปรุงลักษณะการทนแล้ง และผลการกระทบของการคัดเลือกพันธุ์ทนแล้งต่อลักษณะการตรึงไนโตรเจน และการติดเชื้อราที่สร้างสารอะฟลาทอกซิน ผลที่ได้จะได้ทำการคัดเลือกพันธุ์คาดว่าจะได้ 1) สายพันธุ์ถั่วลิสงที่ทนแล้ง 2) สายพันธุ์ถั่วลิสงทนแล้งระยะก่อนการออกดอก 3) สายพันธุ์ถั่วลิสงที่ทนแล้งช่วงปลายการเจริญเติบโต 4) ได้สายพันธุ์ถั่วลิสงที่ทนแล้ง และมีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนสูงในสภาพแล้ง และ 5) ได้สายพันธุ์ทนแล้งและต้านทานต่อการติดเชื้อราที่สร้างสารอะฟลาทอกซินเมื่ออยู่ในสภาวะแห้งแล้ง พันธุ์ต่าง ๆ เหล่านี้จะนำไปทดสอบศักยภาพและเสถียรภาพของการให้ผลผลิตก่อนการแนะนำพันธุ์สำหรับเกษตรกรใช้ปลูกต่อไป

3.2 ได้เครื่องหมายโมเลกุลที่เชื่อมต่อกับลักษณะปริมาณน้ำสัมพัทธ์ในใบถั่วลิสง และพื้นที่ใบจำเพาะ ซึ่งนำมาใช้ช่วยคัดเลือกพันธุ์ถั่วลิสงทนแล้งได้รวดเร็ว และมีความแม่นยำสูงในโปรแกรมการปรับปรุงพันธุ์ถั่วลิสงทนแล้ง

3.3 ได้รูปแบบของรากและการตอบสนองของรากถั่วลิสง เพื่อบ่งชี้ลักษณะของรากที่ดีของถั่วลิสงที่จะใช้เป็นลักษณะการทนแล้งในงานปรับปรุงพันธุ์ถั่วลิสงต่อไป

3.4 การตีพิมพ์ผลงานวิจัยในวารสารวิชาการ 10 เรื่อง

3.5 การเชื่อมโยงกับนักวิจัยต่างประเทศ 5 สถาบัน

4. ผลการดำเนินงานของโครงการ

4.1 งานวิจัย งานวิจัยของโครงการประกอบด้วย

4.1.1 ความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะการทนแล้งและสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมและลักษณะที่ปรากฏของลักษณะการทนแล้งและลักษณะทางการเกษตรของถั่วลิสง

Heritability of Drought - Resistance Traits and Genotypic and Phenotypic Correlation of Drought - Resistance and Agronomic Traits in Peanut

พัชริน ส่งศรี สนั่น จอกลอย ถวัลย์ เกษมาลา นิมิตร วรสูต ชุติพงษ์ อรรคแสง อารันต์ พัฒโนทัย และ C.C. Holbrook

ระบบการผลิตถั่วลิสงทั่วโลกส่วนใหญ่เป็นเกษตรอาศัยน้ำฝนซึ่งมักจะกระทบแล้งอันเนื่องจากปริมาณน้ำฝนน้อยและมีการกระจายตัวไม่ดี ทำให้ถั่วลิสงมีผลผลิตลดลงมากถึง 90 เปอร์เซ็นต์และการกระทบแล้งยังทำให้การปนเปื้อนสารพิษอะฟลาทอกซินซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งเพิ่มขึ้นด้วย การแก้ปัญหาการลดลงของผลผลิตและการปนเปื้อนสารพิษอะฟลาทอกซินโดยการจัดการน้ำมีข้อจำกัดหลายประการ ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์ถั่วลิสงให้มีประสิทธิภาพในการใช้น้ำสูงและ/หรือทนต่อความแห้งแล้งจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหาความรุนแรงทั้งในแง่ของผลผลิตและคุณภาพได้อย่างยั่งยืน แต่ที่ผ่านมาการปรับปรุงพันธุ์ถั่วลิสงทนแล้งส่วนใหญ่คัดเลือกจากลักษณะผลผลิตสูงในสภาพแห้งแล้ง ซึ่งมีความก้าวหน้าช้า เนื่องจากมีความแปรปรวนสูงที่เกิดจากปฏิกิริยาสัมพันธ์ของพันธุกรรมกับสิ่งแวดล้อม (genotype x environment) (Wright et al., 1996)

ลักษณะทางสรีรวิทยาบางลักษณะถูกนำมาใช้ในการคัดพันธุ์ทนแล้งในถั่วลิสงเพื่อช่วยให้มีความก้าวหน้าและประสบผลสำเร็จรวดเร็วขึ้น (Nigam et al., 2005) เช่น ดัชนีเก็บเกี่ยว (harvest index ; HI) ประสิทธิภาพการใช้น้ำ (water use efficiency ; WUE) พื้นที่ใบจำเพาะ (specific leaf area ; SLA) และค่า Chlorophyll ที่อ่านจากเครื่อง SPAD chlorophyll meter (SCMR) โดยค่า SLA และ SCMR เป็นลักษณะที่ใช้วัดทางอ้อมสำหรับ WUE ที่เป็นลักษณะที่วัดได้ยากและไม่สามารถนำมาใช้วัดในระบบการปรับปรุงพันธุ์ที่มีสายพันธุ์จำนวนมาก (Sheshshayee et al., 2006; Nigam et al., 2005) อย่างไรก็ตาม ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพันธุกรรมการถ่ายทอดลักษณะ HI, SLA และ SCMR รวมทั้งสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะดังกล่าวนี้ทั้งในสภาวะที่ขาดน้ำและไม่ขาดน้ำซึ่งยังไม่มีการศึกษามาก่อน เป็นสิ่งจำเป็นเพื่อการนำมาใช้วางแผนและกำหนดวิธีการปรับปรุงพันธุ์ถั่วลิสงทนแล้งได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมิน (i) ความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะการทนแล้ง (ii) สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมและลักษณะที่ปรากฏระหว่างลักษณะการทนแล้งและลักษณะทางการเกษตรทั้งในสภาวะที่ขาดน้ำและไม่ขาดน้ำ และ (iii) สหสัมพันธ์ของลักษณะทนแล้งในสภาพที่ขาดน้ำกับสภาพที่ได้รับน้ำเต็มที่