



รายงานโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตกระเจี๊ยบแดง

หัวหน้าโครงการวิจัย

นางสาวอรุณี ใจเถิง

พ.ศ. 2561



รายงานโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตกระเจี๊ยบแดง

หัวหน้าโครงการวิจัย

นางสาวอรุณี ใจเถิง

พ.ศ. 2561

ผู้วิจัย

นางสาวอรุณี	ใจเถิง ^{1/}	นางสาวทัศนีย์	ดวงแยม ^{1/}
นางวิมล	แก้วสีดา ^{1/}	นายไฉ	อินดีะแก้ว ^{1/}
นางศศิธร	วรปดิรังสี ^{1/}	นางลัดดาวลัย	อินทร์สังข์ ^{2/}
นางสาวสุภา	สุขโชคกุศล ^{2/}	นายวัชรพล	บำเพ็ญอยู่ ^{1/}
นายวีระ	วรปดิรังสี ^{3/}	นางสาวสุภาวดี	สมภาค ^{2/}
นางสาวอาทิตย์ยา	พงษ์ชัยสิทธิ์ ^{4/}	นางสาวสิริพร	มะเจี้ยว ^{4/}
นางทิพย์อรุณี	สิทธินาม ^{6/}	นายสมศักดิ์	ศิริพลตั้งมั่น ^{5/}

^{1/} ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย อ.เมือง จ.เชียงราย

^{2/} สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กรุงเทพฯ

^{3/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ อ.ฝาง จ.เชียงใหม่

^{4/} สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 อ.เมือง จ.เชียงใหม่

^{5/} สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กรุงเทพฯ

^{6/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี

คำนำ

กระเจี๊ยบแดง มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Hibiscus sabdariffa* L. อยู่ในวงศ์ Malvaceae ชื่อสามัญ Roselle, Jamaica sorrel ชื่อท้องถิ่นหลายชื่อ ได้แก่ กระเจี๊ยบ กระเจี๊ยบเปรี้ยว ผักแก้งเค็ง ส้มแก้งเค็ง ส้มตะเลงเครง ส้มปู เป็นพืชล้มลุก ส่วนที่ใช้เป็นยาคือส่วนกลีบเลี้ยง มีสรรพคุณรักษาอาการปัสสาวะขัด มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อโรคในทางเดินปัสสาวะ ขับปัสสาวะ บำรุงธาตุ บำรุงกำลัง แก้ดีพิการ ลดไขมันในเลือด ลดความดันเลือด นอกจากนี้ในน้ำต้มดอกแห้งมีกรดผลไม้และ AHA หลายชนิดในปริมาณสูง กระเจี๊ยบแดงสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งส่วนของใบอ่อน และยอดใช้ประกอบอาหาร กลีบเลี้ยง สีแดงทำเครื่องดื่ม แยม และเบเกอรี่ ส่วนของเมล็ดกระเจี๊ยบแดงเมื่อนำมาบีบน้ำมัน พบว่ามีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง สามารถนำไปทำไบโอบีนซิน หรือนำไปประกอบอาหาร เมล็ดกระเจี๊ยบแดงมีไขมันปริมาณมากเมื่อเทียบกับพืชน้ำมันชนิดอื่น และกากเมล็ดกระเจี๊ยบแดงที่ได้หลังจากสกัดน้ำมันแล้วจะมีปริมาณ โปรตีนสูงเหมาะแก่การนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ ดังนั้น จึงมีการนำเมล็ดกระเจี๊ยบแดงมาศึกษาทดลองหาค่าประกอบทางเคมี วิเคราะห์น้ำมัน คุณลักษณะของน้ำมันเมล็ดกระเจี๊ยบที่ทำให้บริสุทธิ์แล้ว องค์ประกอบทางเคมีของกากเมล็ดกระเจี๊ยบหลังสกัดน้ำมัน และหาค่าประกอบทางด้านกรดไขมันของเมล็ดกระเจี๊ยบแดงโดยวิธี gas liquid chromatography ผลทดลองพบว่า เมล็ดกระเจี๊ยบแดงมีปริมาณน้ำมันถึงร้อยละ 19 น้ำมันที่สกัดได้เมื่อนำมาทำให้บริสุทธิ์จะได้น้ำมันใส สีเหลืองอ่อนมีกลิ่นปกติ คุณสมบัติทางด้านกรดไขมัน เทียบได้กับน้ำมันรำ มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงถึงร้อยละ 74 ประกอบด้วยกรดลิโนเลอิกร้อยละ 30.9 และลิโนเลนิกร้อยละ 1.47 น้ำมันเมล็ดกระเจี๊ยบทำให้บริสุทธิ์ง่ายกว่าน้ำมันรำ เพราะกรดต่ำกว่า แต่จะให้ปฏิกิริยา halphen ซึ่งแสดงว่ามีสาร cyclopropenoid fatty acid ผสมอยู่ เช่นเดียวกับน้ำมันเมล็ดฝ้ายและเมล็ดงู (http://lib2.dss.go.th/elib/cgi-bin ค้นเมื่อวันที่ 20 พ.ค. 2557) จากคุณประโยชน์ที่มีในกระเจี๊ยบแดงจึงทำการวิจัย ศึกษาหาเทคโนโลยีการผลิต ประกอบกับกรมวิชาการเกษตร ได้รวบรวมพันธุ์กระเจี๊ยบแดงไว้บางส่วน ตั้งแต่ ปี 2556-2557 จึงควรเร่งนำมาศึกษาต่อยอดเพื่อใช้ประโยชน์ และเพิ่มมูลค่าจากน้ำมันเมล็ดกระเจี๊ยบแดงต่อไป ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาความต้องการธาตุอาหารในกระเจี๊ยบแดงที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆ เพื่อนำมาจัดการปุ๋ย เพิ่มผลผลิตและปริมาณน้ำมันในเมล็ด

สำหรับการให้น้ำกระเจี๊ยบแดงนั้นเกษตรกรจะให้น้ำเพียงช่วง 1-2 เดือนแรก เมื่อถึงระยะออกดอกที่เป็นช่วงปลายฤดูฝนและมีแสงแดดน้อยกว่า 13 ชั่วโมง มักปล่อยให้ไปตามธรรมชาติไม่มีการให้น้ำอีก มีรายงานวิจัยของดิเรกและคณะ (มปพ.) พบว่า ระยะวิกฤติของพืชคือช่วงที่พืชขาดน้ำและจะก่อให้เกิดความเสียหายแก่ผลผลิตโดยตรงมากที่สุด ซึ่งส่วนใหญ่จะอยู่ในขณะที่พืชออกดอกหรือติดผล สำหรับสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2557) ได้สำรวจการปลูกกระเจี๊ยบแดงพบว่า พื้นที่ปลูกต่อครัวเรือน 5-6 ไร่ ได้ผลผลิตสดต่อไร่ 1,000-1,500 กิโลกรัม โดยคิดเป็นน้ำหนักแห้ง 113 กิโลกรัม และรายได้ 10,848 บาท (96 บาทต่อกิโลกรัม) มีต้นทุนการผลิต 3,785.45 บาทต่อไร่ โดยมีค่าแรงงานในการเก็บเกี่ยวสูงถึง 3 ใน 4 ส่วนของต้นทุนทั้งหมดและกรมวิชาการเกษตร 2 (2557) รายงานว่ากระเจี๊ยบแดงเจริญเติบโตได้ดีในเขตอากาศร้อนหรือค่อนข้างร้อน อุณหภูมิ 18-35 องศาเซลเซียส ทนทานต่อความแห้งแล้งแต่ไม่ชอบน้ำท่วมขัง ต้องการแสงแดดเต็มวัน ขึ้นได้ในดินทุกชนิดแต่ที่เหมาะสมคือดินเหนียว ดินสีแดง pH 6.6-6.8 เป็นพืชไวแสง ออกดอกเมื่อวันสั้น ช่วงแสงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต 13 ชั่วโมง ในระยะเวลา 4-5 เดือน ออกดอกเมื่ออายุได้ 120 วัน พันธุ์ที่นิยมปลูกคือพันธุ์ชูดาน ปลูกโดยการหว่านหรือหยอดเมล็ด ระยะปลูก 1x1 เมตร ฤดูปลูกคือเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม การให้น้ำกระเจี๊ยบแดง ควรให้น้ำอย่างสม่ำเสมอช่วง 1-2 เดือนแรก ทั้งนี้เพื่อให้ได้ผลผลิตกลีบรองดอกที่มีคุณภาพดีที่สุดเพื่อการผลิตเมล็ดในการนำไปสกัดน้ำมัน จึงได้ศึกษาการให้น้ำในระยะการเจริญเติบโตต่างๆ นอกจากจะทำให้ได้ผลผลิตกลีบรองดอกมีปริมาณและคุณภาพดีขึ้นแล้ว ยังอาจทำให้การติดเมล็ดมากขึ้น คุณภาพและปริมาณของน้ำมันในเมล็ดเพิ่มมากขึ้น ในส่วนของการเก็บเกี่ยวกระเจี๊ยบแดงของเกษตรกรนั้น จะเก็บผลผลิตแล้วคัดแยกส่วนของกลีบเลี้ยง

เพื่อนำไปทำเป็นกระเจี๊ยบแดงแห้ง ส่วนเมล็ดที่ได้นำไปหีบน้ำมัน ซึ่งเมล็ดชนิดนี้ยังไม่สุกแก่ตามสรีระวิทยาของเมล็ด จึงได้ศึกษาอายุของเมล็ดกระเจี๊ยบแดงที่เหมาะสมเพื่อการผลิตน้ำมัน เพื่อให้ได้น้ำมันกระเจี๊ยบแดงที่มีคุณภาพ

การปลูกกระเจี๊ยบแดงโดยทั่วไปมักพบว่า มีแมลงเข้าทำลายหลายชนิด ทำให้ผลผลิตและคุณภาพของกระเจี๊ยบแดงลดลง แมลงที่สำคัญ คือ หนอนกระทู้หอม หนอนเจาะสมอฝ้าย เพลี้ยไฟ เพลี้ยจักจั่นฝ้าย เป็นต้น (สัจจะ, ไม่ระบุปี) สำหรับเพลี้ยจักจั่นฝ้าย (*Amrasca biguttata* Ishida) เป็นแมลงศัตรูสำคัญที่เข้าทำลายพืชหลายชนิด เช่น พืชตระกูลมะเขือ พืชตระกูลถั่ว ฝ้าย กระเจี๊ยบแดง กระเจี๊ยบเขียว พบระบาดได้ทั่วประเทศ โดยเพลี้ยจักจั่นฝ้ายจะดูดกินน้ำเลี้ยงจากพืชทำให้ใบเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและงอลง ใบเหี่ยวและแห้งกรอบในที่สุด (สัญญาณี และคณะ, 2557) การป้องกันกำจัดเกษตรกรผู้ปลูกมักนิยมใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดโดยใช้ในปริมาณที่สูงและใช้สารเคมีไม่ถูกต้องตามลักษณะชนิดของศัตรูพืช ทำให้เกิดปัญหาเกิดการระบาดของศัตรูพืชมากขึ้น ดังนั้นการหาวิธีการป้องกันกำจัดเพลี้ยจักจั่นฝ้ายที่ระบาดทำลายกระเจี๊ยบแดงที่ถูกต้องสามารถใช้เป็นข้อมูลแนะนำให้เกษตรกรผู้ปลูกกระเจี๊ยบแดงต่อไป

บทคัดย่อ

ศึกษาความต้องการธาตุอาหารและการจัดการปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตและปริมาณน้ำมันในเมล็ดกระเจี๊ยบแดง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเทคโนโลยีการจัดการปุ๋ยของกระเจี๊ยบแดงเพิ่มผลผลิตและปริมาณน้ำมัน ดำเนินการทดลองตั้งแต่ ตุลาคม 2558 ถึง กันยายน 2561 ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย จ. เชียงราย แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบ กลีบเลี้ยง และเมล็ดกระเจี๊ยบแดงระยะเก็บเกี่ยว ขั้นตอนที่ 2 นำผลวิเคราะห์หาคำนวณปริมาณปุ๋ยที่จะใส่ให้กระเจี๊ยบแดงในแปลงทดลอง โดยวางแผนการทดลองแบบ RCB 4 กรรมวิธี 5 ซ้ำ คือ กรรมวิธีที่ 1 ใส่ปุ๋ยผสมที่มีสัดส่วนของธาตุอาหาร N ในอัตราเท่ากับความต้องการธาตุอาหาร กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยผสมที่มีสัดส่วนของธาตุอาหาร N ในอัตรามากกว่าความต้องการ 25 % กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยผสมที่มีสัดส่วนของธาตุอาหาร N ในอัตรามากกว่าความต้องการ 50% และกรรมวิธีที่ 4 ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี ขั้นตอนที่ 3 นำกรรมวิธีที่ให้ผลดีที่สุดจากขั้นตอนที่ 2 มาปลูกทดสอบเปรียบเทียบกับวิธีของเกษตรกร จากผลการทดลองในปีที่ 1 (58/59) จากการนำส่วนของใบ กลีบเลี้ยง และเมล็ดของกระเจี๊ยบแดงพันธุ์ CR02 ไปวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร พบว่า เมล็ดของกระเจี๊ยบแดง มีธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมากกว่าในส่วนของกลีบเลี้ยงและใบ แต่กลีบเลี้ยงและใบของกระเจี๊ยบแดง มีธาตุโพแทสเซียมมากกว่าในส่วนของเมล็ด จึงได้สัดส่วนธาตุอาหารที่กระเจี๊ยบแดงต้องการ คือ $N:P_2O_5:K_2O$ 5:1:4 ขณะที่ในปีที่ 2 (59/60) พบว่า การใส่ปุ๋ยมีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของกระเจี๊ยบแดงดีกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย โดยเฉพาะการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น 50% ต้นกระเจี๊ยบแดงมีการตอบสนองต่อปุ๋ยที่ใส่ได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่นๆ โดยในฤดูปลูกแรกให้ผลผลิตมากที่สุดเท่ากับ 1,079.11 กิโลกรัม/ไร่ ฤดูปลูกที่ 2 ให้ผลผลิต 1,375.11 กิโลกรัมต่อไร่และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี และเมื่อนำเมล็ดกระเจี๊ยบแดงไปสกัดน้ำมัน พบว่า การใส่ปุ๋ยไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ดกระเจี๊ยบแดง และจากการวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันเมล็ดกระเจี๊ยบแดง พบว่า น้ำมันในเมล็ดกระเจี๊ยบแดงประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัว ได้แก่ omega 3,6,9 โดยมี omega 6 มากที่สุดในทุกกรรมวิธี ส่วนผลการทดลองปีที่ 3 (60/61) พบว่า การใส่ปุ๋ยผสมที่มีสัดส่วนของธาตุอาหาร $N:P_2O_5:K_2O$ ในอัตราไนโตรเจนมากกว่าความต้องการ 50% โดยใส่ 46-0-0, 18-46-0 และ 0-0-60 อัตรา 33, 7.5 และ 21 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นกรรมวิธีที่ให้ผลผลิตและผลตอบแทนมากกว่าวิธีของเกษตรกรถึง 56,700 บาทต่อไร่ รวมทั้ง มีต้นทุนค่าปุ๋ยต่ำกว่าวิธีของเกษตรกร 1,346.50 บาทต่อไร่ หรือเกษตรกรสามารถลดต้นทุนค่าปุ๋ยลงได้ 61%

การทดลองผลของปริมาณการให้น้ำที่มีต่อผลผลิตเมล็ดกระเจี๊ยบแดงมีวัตถุประสงค์เพื่อทราบปริมาณการให้น้ำที่เหมาะสมต่อผลผลิตเมล็ดกระเจี๊ยบแดงด้านปริมาณของเมล็ดและปริมาณน้ำมันในเมล็ดดำเนินการทดลองตั้งแต่ตุลาคม 2558 ถึงกันยายน 2561 แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ในขั้นตอนที่ 1 การหาช่วงวิกฤติน้ำของกระเจี๊ยบแดง วางแผนการทดลองแบบ RCB 3 ซ้ำ 9 กรรมวิธี ประกอบด้วย ให้พืชขาดน้ำนาน 1 และ 2 สัปดาห์ ในระยะเริ่มแตกกิ่งก้านสาขา ระยะเจริญเติบโตเต็มที่ถึงเริ่มสร้างตาดอก ระยะดอกบานถึงระยะติดผลอ่อน ระยะพัฒนาผล และให้น้ำเต็มที่ต้องการตามความต้องการของพืชตลอดฤดูกาลปลูกถึงเก็บเกี่ยว พบว่าช่วงที่พืชขาดน้ำแล้วมีผลกระทบต่อผลผลิตมากที่สุดคือ การขาดน้ำนาน 2 สัปดาห์ในระยะดอกบานถึงระยะติดผลอ่อน ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาผลของปริมาณการให้น้ำที่มีต่อผลผลิตเมล็ดกระเจี๊ยบแดงช่วงหลังจากพืชออกดอก วางแผนการทดลองแบบ RCB 4 ซ้ำ 5 กรรมวิธี ดังนี้ ไม่ให้น้ำ ให้น้ำ 0.5 เท่า ให้น้ำ 1 เท่า ให้น้ำ 1.5 เท่า และให้น้ำ 2 เท่าของปริมาณความต้องการน้ำ พบว่าการให้น้ำ 0.5 เท่ามีน้ำหนักเมล็ดมากกว่ากรรมวิธีไม่ให้น้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและให้ปริมาณน้ำมันในเมล็ดสูงกว่า

การศึกษาการสะสมน้ำมันในระยะต่างๆ ของเมล็ดกระเจี๊ยบแดงพันธุ์หนักและพันธุ์เบา ที่ศูนย์วิจัยพืชสวน เชียงราย ตั้งแต่ตุลาคม 2558 ถึงกันยายน 2561 เพื่อทราบอายุเก็บเกี่ยวเมล็ดกระเจี๊ยบแดงพันธุ์หนักและพันธุ์เบา วางแผนการทดลองแบบ RCB 4 ซ้ำ 5 กรรมวิธี ซึ่งประกอบด้วย พันธุ์หนัก (CR03) อายุเก็บเกี่ยว 61, 68, 75, 82 และ 89 วันหลังดอกบาน และพันธุ์เบา (CR02) อายุเก็บเกี่ยว 45, 52, 59, 66 และ 73 วันหลังดอกบาน และ วัดผลจากผลผลิตของกระเจี๊ยบแดง และเปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ดพบว่าพันธุ์หนัก (CR03) อายุเก็บเกี่ยว 89 วัน มีน้ำมันสูงสุด 23.89% รองลงมาคืออายุเก็บเกี่ยว 82 วัน หลังดอกบาน มีน้ำมัน 22.51% แต่อายุเก็บเกี่ยว 75 วัน หลังดอกบาน มีผลผลิตเมล็ดสูงที่สุด 600 กก./ไร่ และมีผลผลิตส่วนของกลีบเลี้ยง 480 กก./ไร่ ส่วนพันธุ์เบา (CR02) อายุเก็บเกี่ยว 73 วัน มีน้ำมันสูงสุด 21.45% รองลงมาคืออายุเก็บเกี่ยว 66 วัน มีน้ำมัน 21.37% โดยวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT แต่ผลผลิตเมล็ดของพันธุ์พันธุ์เบาอายุ 59 วันหลังดอกบาน ให้ปริมาณน้ำมันต่อไร่สูงที่สุด เนื่องจาก มีผลผลิตเมล็ดสูงที่สุด 600 กก./ไร่ และเป็นระยะที่ให้ผลผลิตกลีบเลี้ยงสูง

การทดสอบประสิทธิภาพของสารป้องกันกำจัดเพลี้ยจักจั่นฝ้าย ดำเนินงานในปี 2559 -2561 ที่ศูนย์วิจัย และพัฒนาการเกษตรกาญจนบุรี และศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย วางแผนแบบ RCB 4 ซ้ำ 7 กรรมวิธี คือ กรรมวิธี ที่ 1 dinotefuran 10%WP อัตรา 30 มล./น้ำ 20 ลิตร กรรมวิธีที่ 2 fipronil 5% SC อัตรา 10 มล./น้ำ 20 ลิตร กรรมวิธีที่ 3 imidacloprid 70% WG อัตรา 10 มล./น้ำ 20 ลิตร กรรมวิธีที่ 4 dichlorvos 50% W/V EC อัตรา 60 มล./ต่อน้ำ 20 ลิตร กรรมวิธีที่ 5 carbosulfan 20% EC อัตรา 60 มล./น้ำ 20 ลิตร กรรมวิธีที่ 6 Thiamethoxam 25% WG อัตรา 1 กก./น้ำ 20 ลิตร กรรมวิธีที่ 7 น้ำหมักสะเดา (สำเร็จรูป) อัตรา 20 มล./น้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีที่ 8 control (พ่นน้ำเปล่า) พบว่า การทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาญจนบุรี พบจำนวนเพลี้ยจักจั่นฝ้ายก่อนพ่นสารทดลอง 0.74 - 1.55 ตัว/ใบ หลังพ่นสาร 1 ครั้งพบว่ากรรมวิธีที่ใช้ fipronil พบเพลี้ยจักจั่นฝายน้อยที่สุดคือ 0.29 ตัว/ใบ รองลงมาคือ dichlorvos thiamethoxam และ imidacloprid พบ 0.48, 0.49 และ 0.51 ตัว/ใบ ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีควบคุมพบ 1.15 ตัว/ใบ ส่วนการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชสวน เชียงราย พบว่าก่อนการพ่นสารทดลองพบเพลี้ยจักจั่นฝ้าย 14.90 -17.25 ตัว/ใบ หลังพ่นสารพบกรรมวิธีที่ใช้ carbosulfan และ dichlorvos พบจำนวนเพลี้ยจักจั่นฝายน้อยที่สุดคือ พบเพลี้ยจักจั่นฝ้าย 6.00 และ 6.70 ตัว ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีควบคุมพบเพลี้ยจักจั่นฝ้าย 15.40 ตัว/ใบ

การทดลองที่ 1 ศึกษาความต้องการธาตุอาหารและการจัดการปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตและปริมาณน้ำมันในเมล็ด
กระเจี๊ยบแดง

Study of nutrient requirement and fertilizer management to increase yield
and quantity oil in Roselle seed.

- อุปกรณ์

1. พันธุ์กระเจี๊ยบแดง พันธุ์ CR 02
2. วัสดุการเกษตร ได้แก่ ปูนขาว ปุ๋ยคอก (มูลวัว) ปุ๋ยเคมี 46-0-0 18-46-0 0-0-60 และอื่นๆ
3. อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ได้แก่ เครื่องแก้ว และสารเคมีในห้องปฏิบัติการ

- วิธีการ

แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบ ผล และเมล็ดกระเจี๊ยบแดงระยะเก็บเกี่ยว

แผนการทดลอง ไม่มีแผนการทดลองทางสถิติ

วิธีปฏิบัติการทดลอง

สุ่มเก็บตัวอย่าง ใบ ผล และเมล็ดกระเจี๊ยบแดงระยะเก็บเกี่ยวจากแปลงทดลองในศูนย์วิจัยพืชสวน
เชียงราย ชั่งน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของตัวอย่าง นำไปวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร N P K Ca Mg Fe Mn
Cu Zn และ B ในแต่ละส่วน บันทึกผลผลิตต่อพื้นที่ คำนวณปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลผลิต

ขั้นตอนที่ 2 นำผลวิเคราะห์มาคำนวณปริมาณปุ๋ยที่จะใส่ให้กระเจี๊ยบแดงในแปลงทดลอง

แผนการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ RCB 4 กรรมวิธี 5 ซ้ำ กรรมวิธี คือการจัดการปุ๋ยดังนี้

- กรรมวิธีที่ 1 ใส่ปุ๋ยผสมที่มีสัดส่วนของธาตุอาหาร N ในอัตราเท่ากับความต้องการธาตุอาหาร
(การใส่ปุ๋ย 46-0-0, 18-46-0 และ 0-0-60 อัตรา 23, 7.5 และ 21 กิโลกรัมต่อไร่)
- กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยผสมที่มีสัดส่วนของธาตุอาหาร N ในอัตรามากกว่าความต้องการ 25 %
(การใส่ปุ๋ย 46-0-0, 18-46-0 และ 0-0-60 อัตรา 28, 7.5 และ 21 กิโลกรัมต่อไร่)
- กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยผสมที่มีสัดส่วนของธาตุอาหาร N ในอัตรามากกว่าความต้องการ 50 %
(การใส่ปุ๋ย 46-0-0, 18-46-0 และ 0-0-60 อัตรา 33, 7.5 และ 21 กิโลกรัมต่อไร่)
- กรรมวิธีที่ 4 ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี (control)

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. เก็บตัวอย่างดินวิเคราะห์คุณสมบัติของดินเบื้องต้น ได้แก่ pH อินทรีย์วัตถุ และปริมาณธาตุอาหาร
ก่อนการทดลอง ปรับความเป็นกรดเป็นด่างของดินโดยการใส่ปูนขาวหรือปูนโดโลไมท์ตามผลวิเคราะห์ดิน
2. ปลูกกระเจี๊ยบแดงพันธุ์ CR 02 ในแปลงทดลองโดยใช้ต้นกล้าจากการเพาะเมล็ดอายุ 2 เดือน ระยะ
ปลูก 1.5 x 1.5 เมตร ในช่วงเดือนกรกฎาคม จำนวน 20 แปลงย่อย ขนาดแปลงย่อย 6 x 6 เมตร จำนวน 4
แถว/แปลง เว้นด้านข้างและหัวท้ายแปลงด้านละ 0.75 เมตร (16 ต้น/แปลงย่อย)
3. ดูแลรักษาให้น้ำสม่ำเสมอในช่วง 1-2 เดือนแรก กำจัดวัชพืช
4. ใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธี ในกรรมวิธีที่ 1-3 ผสมปุ๋ยโดยใช้แม่ปุ๋ย 46-0-0 18-46-0 และ 0-0-60 แบ่งใส่ 3
ครั้ง คือ เมื่อกระเจี๊ยบอายุ 1 2 และ 3 เดือน โดยใส่ปุ๋ย 18-46-0 และ 0-0-60 อัตรา 7.5 และ 21 กิโลกรัมต่อไร่
5. กำจัดโรคและแมลงตามความจำเป็น

6. เก็บเกี่ยวเมื่อครบอายุเก็บเกี่ยว 90 วัน โดยนำส่วนดอกกระเจี๊ยบแดงไปกระทั่งเอาเมล็ดออก นำเฉพาะส่วนกลีบเลี้ยงไปทำให้แห้งโดยการตากแดด หรืออบจนแห้งสนิท นำส่วนเมล็ดที่ได้ไปสกัดน้ำมัน ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาชา น้ำมันและพืชน้ำมัน และวิเคราะห์คุณภาพน้ำมัน ณ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย

7. ดำเนินการทดลองซ้ำอีก 1 ฤดูปลูกเพื่อยืนยันผลการทดลอง

การบันทึกข้อมูล

1. บันทึกวันปฏิบัติการต่างๆ
2. บันทึกระยะเวลาเจริญเติบโตของต้น การออกดอกติดผล
3. ผลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร N P K Ca Mg Fe Mn Cu Zn และ B ในใบ กลีบเลี้ยงและเมล็ด กระเจี๊ยบแดง และผลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดินก่อนปลูก
4. บันทึกน้ำหนักสด และน้ำหนักเมล็ด
5. เปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ดทุกกรรมวิธี

ขั้นตอนที่ 3 การปลูกทดสอบเปรียบเทียบกับวิธีของเกษตรกร

แผนการทดลอง ไม่มีการวางแผนการทดลองแต่เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี t-test 2 กรรมวิธี 13 ซ้ำ กรรมวิธีมีดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 การใส่ปุ๋ย 46-0-0, 18-46-0 และ 0-0-60 อัตรา 33, 7.5 และ 21 กิโลกรัมต่อไร่

กรรมวิธีที่ 2 การใส่ปุ๋ยคอก อัตรา 1 ตันต่อไร่ และ 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. เก็บตัวอย่างดินวิเคราะห์คุณสมบัติของดินเบื้องต้น ได้แก่ pH อินทรีย์วัตถุ และปริมาณธาตุอาหารก่อนการทดลอง ปรึบความเป็นกรดเป็นด่างของดินโดยการใส่ปูนขาวหรือปูนโดโลไมท์ตามผลวิเคราะห์ดิน

2. ปลูกกระเจี๊ยบแดงพันธุ์ CR 02 ในแปลงทดลองโดยใช้ต้นกล้าจากการเพาะเมล็ดอายุ 2 เดือน ระยะปลูก 1.5 x 1.5 เมตร ในช่วงเดือนกรกฎาคม จำนวน 26 แปลงย่อย ขนาดแปลงย่อย 3 x 6 เมตร เว้นด้านข้างและหัวท้ายแปลงด้านละ 0.75 เมตร (8 ต้น/แปลงย่อย)

3. ดูแลรักษาให้น้ำสม่ำเสมอในช่วง 1-2 เดือนแรก กำจัดวัชพืช

4. ใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธี กรรมวิธีที่ 1 ผสมปุ๋ยโดยใช้แม่ปุ๋ย 46-0-0 18-46-0 และ 0-0-60 อัตรา 33, 7.5 และ 21 กิโลกรัมต่อไร่ โดย 0-0-60 จะใส่ในครั้งที่ 2 และ 3 เมื่ออายุ 2 และ 3 เดือนหลังปลูก ส่วนกรรมวิธีที่ 2 ก่อนปลูกหว่านด้วยปุ๋ยคอก อัตรา 1 ตันต่อไร่ และใส่ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อกระเจี๊ยบแดงอายุ 1 เดือนและ 3 เดือน

5. กำจัดโรคและแมลงตามความจำเป็น

6. เก็บเกี่ยวเมื่อครบอายุเก็บเกี่ยว 90 วัน โดยนำส่วนดอกกระเจี๊ยบแดงไปกระทั่งเอาเมล็ดออก นำเฉพาะส่วนกลีบเลี้ยงไปทำให้แห้งโดยการตากแดด หรืออบจนแห้งสนิท นำส่วนเมล็ดที่ได้ไปบีบน้ำมัน

การบันทึกข้อมูล

1. บันทึกวันปฏิบัติการต่างๆ
2. บันทึกระยะเวลาเจริญเติบโตของต้น การออกดอกติดผล
3. บันทึกน้ำหนักสดผล กลีบเลี้ยงและเมล็ด
4. เปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ดทุกกรรมวิธี

- เวลาและสถานที่

เริ่มต้น ตุลาคม 2558 สิ้นสุด กันยายน 2561

ดำเนินการทดลองที่ - ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย อ.เมือง จ.เชียงราย

- สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 เชียงใหม่
- สถาบันวิจัยพืชสวน กรุงเทพฯ

การทดลองที่ 2 ผลของปริมาณการให้น้ำที่มีต่อผลผลิตเมล็ดกระเจี๊ยบแดง

Effect of Water Quantity on Yield of Rosella (*Hibiscus sabdariffa* Linn.) seeds.

- อุปกรณ์

1. เมล็ดกระเจี๊ยบแดงพันธุ์ชูดาน
2. บ่อซีเมนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.6 เมตร.
3. อุปกรณ์การให้น้ำ
4. มิเตอร์วัดปริมาณน้ำ
5. ปุ๋ยและสารเคมีกำจัดศัตรูพืช
6. อุปกรณ์บันทึกข้อมูล

- วิธีการ

ขั้นตอนที่ 1 ช่วงวิกฤติน้ำของกระเจี๊ยบแดง วางแผนการทดลองแบบ RCB 9 กรรมวิธี 3 ซ้ำ กรรมวิธีประกอบด้วย

กรรมวิธีที่ 1 ให้พืชขาดน้ำนาน 1 สัปดาห์ในระยะเริ่มแตกกิ่งก้านสาขา

กรรมวิธีที่ 2 ให้พืชขาดน้ำนาน 2 สัปดาห์ในระยะเริ่มแตกกิ่งก้านสาขา

กรรมวิธีที่ 3 ให้พืชขาดน้ำนาน 1 สัปดาห์ในระยะเจริญเติบโตเต็มที่ถึงเริ่มสร้างตาดอก

กรรมวิธีที่ 4 ให้พืชขาดน้ำนาน 2 สัปดาห์ในระยะเจริญเติบโตเต็มที่ถึงเริ่มสร้างตาดอก

กรรมวิธีที่ 5 ให้พืชขาดน้ำนาน 1 สัปดาห์ในระยะดอกบานถึงระยะติดผลอ่อน

กรรมวิธีที่ 6 ให้พืชขาดน้ำนาน 2 สัปดาห์ในระยะดอกบานถึงระยะติดผลอ่อน

กรรมวิธีที่ 7 ให้พืชขาดน้ำนาน 1 สัปดาห์ในระยะพัฒนาผล

กรรมวิธีที่ 8 ให้พืชขาดน้ำนาน 2 สัปดาห์ในระยะพัฒนาผล

กรรมวิธีที่ 9 ให้น้ำเต็มที่ตามความต้องการของพืชตลอดฤดูกาลปลูกถึงเก็บเกี่ยว

1. บรรจุดินลงในบ่อซีเมนต์ จำนวน 4 บ่อต่อกรรมวิธี ห่างกัน 1.5 เมตร (ขยายออก 0.5 เมตร เพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงาน) รวมทั้งสิ้น 108 บ่อ

2. เพาะเมล็ดกระเจี๊ยบแดงพันธุ์ชูดานในกระถางหลุมละ 3 เมล็ด เมื่อเมล็ดงอกและออกใบจริงแล้วให้ถอนต้นที่อ่อนแอหรือมีโรคแมลงออกเหลือเพียงกระถางละ 1 ต้น ซึ่งเป็นต้นที่สมบูรณ์แข็งแรง และมีขนาดสม่ำเสมอทุกกรรมวิธี มีการให้น้ำอย่างเต็มที่ตามความต้องการของพืช โดยให้น้ำที่ระดับความชื้นชลประทาน (field capacity) ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ เมื่ออายุได้ 6 สัปดาห์ และป้องกันกำจัดศัตรูพืชตามความจำเป็น คำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยใช้สูตร

E-pan (FAO 24,1992 : 30-34 & Jensen,1983 : 203-205 (กรมชลประทาน, 2560)

3. เมื่อถึงระยะเวลาการทดลองเพื่อให้พืชขาดน้ำตามกรรมวิธี งดการให้น้ำจนกระทั่งต้นกระเจี๊ยบแดงแสดงอาการขาดน้ำอย่างชัดเจน คือในขณะที่ดินเริ่มแห้งลงไปเรื่อยๆ จากการหยุดให้น้ำ พืชมีอาการเหี่ยวเฉาในตอนกลางวันแต่ยังสามารถกลับมาสดชื่นหรือเซลล์พืชเต่งตึงได้ตามปกติในช่วงเวลาเช้าที่มีความชื้นสูง (ก่อนถึงระยะจุดเหี่ยวเฉาถาวร) และต้องคลุมบ่อซีเมนต์เพื่อป้องกันน้ำฝนได้ในขณะที่ต้องการงดน้ำตามกรรมวิธี หลังจากนั้นจึงเริ่มให้น้ำเต็มที่ตามความต้องการอีกครั้ง จนถึงช่วงการเก็บเกี่ยวเสร็จสิ้น

4. การบันทึกข้อมูล สุ่มเก็บตัวอย่างพืช 2 กระจายต่อกรรมวิธี เพื่อวัดความสูงของต้น จำนวนแขนง จำนวนผลต่อต้น น้ำหนักกลีบรองดอก น้ำหนักผลผลิตเมล็ดแห้ง

ขั้นตอนที่ 2 ผลของปริมาณการให้น้ำที่มีต่อผลผลิตเมล็ดกระเจี๊ยบแดง วางแผนการทดลองแบบ RCB

5 กรรมวิธี 4 ซ้ำ กรรมวิธีคือการให้น้ำหลังจากกระเจี๊ยบแดงออกดอก ประกอบด้วย

กรรมวิธีที่ 1 不给น้ำ

กรรมวิธีที่ 2 ให้น้ำ 0.5 เท่าของปริมาณน้ำที่คำนวณได้

กรรมวิธีที่ 3 ให้น้ำ 1 เท่าของปริมาณน้ำที่คำนวณได้

กรรมวิธีที่ 4 ให้น้ำ 1.5 เท่าของปริมาณน้ำที่คำนวณได้

กรรมวิธีที่ 5 ให้น้ำ 2 เท่าของปริมาณน้ำที่คำนวณได้

1. เตรียมพื้นที่ปลูกกระเจี๊ยบแดง โดยการไถตากดิน พรวนและวัดขนาดพื้นที่แปลงทดลองย่อย ขนาด 6x6 เมตร จำนวน 20 แปลงๆ ละ 36 ต้น ระยะระหว่างแปลง 3 เมตร เพื่อป้องกันผลกระทบจากการให้น้ำจากแปลงที่อยู่ติดกัน

2. เตรียมระบบน้ำ อุปกรณ์หรือมิเตอร์วัดปริมาณน้ำ

3. ปลูกกระเจี๊ยบแดงโดยใช้ระยะปลูก 1x1 เมตร ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ เมื่ออายุได้ 6 สัปดาห์ ให้น้ำ 1-2 เดือนแรก หรือช่วงที่ฝนทิ้งช่วง ป้องกันกำจัดศัตรูพืชตามความจำเป็น

4. เมื่อต้นกระเจี๊ยบแดงเริ่มออกดอก จึงเริ่มมีการให้น้ำตามกรรมวิธี ทุกๆ 5 วัน ซึ่งคำนวณตามความต้องการน้ำของพืช ไปจนกระทั่งเก็บเกี่ยว

5. การบันทึกข้อมูล สุ่มเก็บตัวอย่างพืชจำนวน 5 ต้น เว้นแถวริมสุด เก็บข้อมูลผลผลิตวัดความสูงของต้น จำนวนแขนง จำนวนผลต่อต้น และน้ำหนักกลีบรองดอก น้ำหนักเมล็ดแห้งต่อ 300 ผล แล้วนำเมล็ดกระเจี๊ยบแดง ตรวจปริมาณไขมัน (Fat) รวมทั้งต้นทุนการผลิตค่าน้ำเฉพาะในส่วนที่ให้เพิ่มแก่ต้นกระเจี๊ยบแดงต่อไร่

- เวลาและสถานที่

เริ่มต้น ตุลาคม 2558 สิ้นสุด กันยายน 2561 รวม 3 ปี

ดำเนินการทดลองที่ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย อ.เมือง จ.เชียงราย

การทดลองที่ 3 การสะสมน้ำมันในระยะต่างๆ ของเมล็ดกระเจี๊ยบแดงพันธุ์หนักและพันธุ์เบา

The Accumulation of oil in various stages of long duration varieties and short duration varieties of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* Linn.) seeds.

- อุปกรณ์

1. เมล็ดกระเจี๊ยบแดงพันธุ์หนัก CR 03

2. เมล็ดกระเจี๊ยบแดงพันธุ์เบา CR 02

3. ไหมสีต่างๆ สำหรับผูกดอก

4. ปุ๋ยและสารเคมีกำจัดศัตรูพืช

5. อุปกรณ์บันทึกข้อมูล

- วิธีการ

- การสะสมน้ำมันในระยะต่างๆ ของกระเจี๊ยบแดงพันธุ์หนัก

วางแผนการทดลองแบบ RCB 5 กรรมวิธี 4 ซ้ำ กรรมวิธีประกอบด้วย

กรรมวิธีที่ 1	เก็บเกี่ยวผลหลังดอกบาน	61	วัน
กรรมวิธีที่ 2	เก็บเกี่ยวผลหลังดอกบาน	68	วัน
กรรมวิธีที่ 3	เก็บเกี่ยวผลหลังดอกบาน	75	วัน
กรรมวิธีที่ 4	เก็บเกี่ยวผลหลังดอกบาน	82	วัน
กรรมวิธีที่ 5	เก็บเกี่ยวผลหลังดอกบาน	89	วัน

- เตรียมพื้นที่ปลูกกระเจี๊ยบแดง โดยการไถตากดิน พรวนดิน วัดขนาดพื้นที่แปลงทดลองย่อย ขนาด 5x4 เมตร จำนวน 20 แปลงๆ ละ 20 ต้น ระยะระหว่างแปลง 1 เมตร
- ปลูกกระเจี๊ยบแดงวันที่ 28 กรกฎาคม 2559 ซึ่งทำการแช่เมล็ดเพื่อกระตุ้นการงอกของเมล็ดนาน 2 วัน ในหลุม หลุมละ 3 เมล็ด ระยะปลูก 1x1 เมตร
- เมื่อกระเจี๊ยบแดงอายุได้ 1 เดือน คัดเลือกต้นที่ไม่แข็งแรงออก ให้เหลือหลุมละ 1 ต้น ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ ป้องกันกำจัดศัตรูพืชตามความจำเป็น
- เมื่อต้นกระเจี๊ยบแดงเริ่มออกดอก ทำการผูกดอกที่บานวันแรก ปลอ่ยให้ผลมีการพัฒนาอายุตามกรรมวิธีต่างๆ
- เก็บเกี่ยวผลกระเจี๊ยบแดงตามกรรมวิธีต่างๆ ซึ่งนำหนักรวม แยกแยกส่วนของกลีบเลี้ยง กระจ้อ และเมล็ด ซึ่งน้ำหนักของส่วนต่างๆ อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน ซึ่งน้ำหนักหลังอบแห้ง
- วิเคราะห์ปริมาณน้ำมันของเมล็ดตามกรรมวิธีต่างๆ

การสะสมน้ำมันในระยะต่างๆ ของกระเจี๊ยบแดงพันธุ์เบา

วางแผนการทดลองแบบ RCB 5 กรรมวิธี 4 ซ้ำ กรรมวิธีประกอบด้วย

กรรมวิธีที่ 1	เก็บเกี่ยวผลหลังดอกบาน	45	วัน
กรรมวิธีที่ 2	เก็บเกี่ยวผลหลังดอกบาน	52	วัน
กรรมวิธีที่ 3	เก็บเกี่ยวผลหลังดอกบาน	59	วัน
กรรมวิธีที่ 4	เก็บเกี่ยวผลหลังดอกบาน	66	วัน
กรรมวิธีที่ 5	เก็บเกี่ยวผลหลังดอกบาน	73	วัน

- เตรียมพื้นที่ปลูกกระเจี๊ยบแดง โดยการไถตากดิน พรวนดิน วัดขนาดพื้นที่แปลงทดลองย่อย ขนาด 5x4 เมตร จำนวน 20 แปลงๆ ละ 20 ต้น ระยะระหว่างแปลง 1 เมตร
- ปลูกกระเจี๊ยบแดงวันที่ 28 กรกฎาคม 2559 ซึ่งทำการแช่เมล็ดเพื่อกระตุ้นการงอกของเมล็ดนาน 2 วัน ในหลุม หลุมละ 3 เมล็ด ระยะปลูก 1x1 เมตร
- เมื่อกระเจี๊ยบแดงอายุได้ 1 เดือน คัดเลือกต้นที่ไม่แข็งแรงออก ให้เหลือหลุมละ 1 ต้น ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น สูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัม/ไร่ ป้องกันกำจัดศัตรูพืชตามความจำเป็น
- เมื่อต้นกระเจี๊ยบแดงเริ่มออกดอก ทำการผูกดอกที่บานวันแรก ปลอ่ยให้ผลมีการพัฒนาอายุตามกรรมวิธีต่างๆ
- เก็บเกี่ยวผลกระเจี๊ยบแดงตามกรรมวิธีต่างๆ ซึ่งนำหนักรวม แยกแยกส่วนของกลีบเลี้ยง กระจ้อ และเมล็ด ซึ่งน้ำหนักของส่วนต่างๆ อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน ซึ่งน้ำหนักหลังอบแห้ง
- วิเคราะห์ปริมาณน้ำมันของเมล็ดตามกรรมวิธีต่างๆ

- เวลาและสถานที่

เริ่มต้น ตุลาคม 2558 สิ้นสุด กันยายน 2561 รวม 3 ปี

ดำเนินการทดลองที่ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย อ.เมือง จ.เชียงราย

การทดลองที่ 4 การทดสอบประสิทธิภาพของสารป้องกันกำจัดเพลี้ยจักจั่นฝ้าย (*Amrasca biguttata* Ishida) ในกระเจี๊ยบแดง

- อุปกรณ์

1. เมล็ดพันธุ์กระเจี๊ยบแดง พันธุ์ชูดาน
2. สารกำจัดแมลง
3. เครื่องพ่นสารสูบโยกสะพายหลัง
4. อุปกรณ์บันทึกข้อมูล

- วิธีการ

กรรมวิธีการทดลอง

- วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 4 ซ้ำ 8 กรรมวิธี ประกอบด้วย

กรรมวิธีที่ 1	dinotefuran 10% WP	อัตรา 30 มล. ต่อน้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 2	fipronil 5% SC	อัตรา 10 มล. ต่อน้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 3	imidacloprid 70% WG	อัตรา 10 มล. ต่อน้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 4	dichlorvos 50% W/V EC	อัตรา 60 มล. ต่อน้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 5	carbosulfan 20% EC	อัตรา 60 มล. ต่อน้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 6	Thiamethoxam 25% WG	อัตรา 1 กก. ต่อน้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 7	น้ำหมักสะเดา (สำเร็จรูป)	อัตรา 20 มล. ต่อน้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 8	control (พ่นน้ำเปล่า)	

- เตรียมแปลงย่อยขนาด 1X5 ตรม. จำนวน 32 แปลง ปลูกกระเจี๊ยบแดง ระยะปลูก 0.5X0.5 ม. ปลูกโดยหยอดเมล็ดหลุมละ 2-3 เมล็ด ปฏิบัติดูแลตามขั้นตอน

- เมื่อพบเพลี้ยจักจั่นฝ้ายเริ่มระบาดทำการนับและบันทึกจำนวนเพลี้ยจักจั่นฝ้ายก่อนดำเนินการทดลอง โดยสุ่มนับจำนวนเพลี้ยจักจั่นฝ้ายจาก 5 ใบบนจากยอด หลังจากนั้นจึงทำการพ่นสารตามกรรมวิธี โดยพ่นสารทดลองทุก 5 วัน ก่อนทำการพ่นสารในแต่ละครั้งจะทำการนับและบันทึกจำนวนเพลี้ยจักจั่นฝ้ายทุกครั้ง (เป็นการนับจำนวนเพลี้ยจักจั่นฝ้ายหลังการพ่นสาร 5 วัน)

- นำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ

- เวลาและสถานที่

เริ่มต้น ตุลาคม 2558 สิ้นสุด กันยายน 2561

ดำเนินการทดลองที่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาญจนบุรี และศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย

ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 ศึกษาความต้องการธาตุอาหารและการจัดการปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตและปริมาณน้ำมันในเมล็ดกระเจี๊ยบแดง

Study of nutrient requirement and fertilizer management to increase yield and quantity oil in Roselle seed.

ปีที่ 1 (2558/2559)

ขั้นตอนที่ 1 ผลวิเคราะห์ดินจากแปลงทดลองก่อนปลูกและผลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในใบ กลิบเลี้ยง และเมล็ดของกระเจี๊ยบแดงพันธุ์ CR 02

จากการนำดินแปลงทดลองก่อนปลูกกระเจี๊ยบแดงไปวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร พบว่า มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 6.2 มีอินทรีย์วัตถุ 3.94% ฟอสฟอรัส 19 mg/kg และโพแทสเซียม 308 mg/kg (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ปริมาณธาตุอาหารในดินจากแปลงทดลองก่อนปลูกกระเจี๊ยบแดงพันธุ์ CR 02 ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ปี 2558

ตัวอย่าง	ธาตุอาหารที่มีในดินจากแปลงทดลองก่อนปลูก			
	pH	อินทรีย์วัตถุ (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)
1. ดินจากแปลงทดลอง	6.2	3.94	19	308

จากการนำส่วนของใบ กลิบเลี้ยง และเมล็ดของกระเจี๊ยบแดงพันธุ์ CR02 ไปวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร พบว่า เมล็ดของกระเจี๊ยบแดง มีธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมากกว่าในส่วนของกลีบเลี้ยงและใบ แต่กลีบเลี้ยงและใบของกระเจี๊ยบแดง มีธาตุโพแทสเซียมมากกว่าในส่วนของเมล็ด (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ปริมาณธาตุอาหารในใบ กลิบเลี้ยง และเมล็ดของกระเจี๊ยบแดงพันธุ์ CR 02 ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ปี 2558

ตัวอย่างพืช	ธาตุอาหารที่มีในส่วนต่างๆของกระเจี๊ยบแดง		
	N (%)	P (%)	K (%)
1. ใบ	3.07	0.22	2.29
2. กลิบเลี้ยง	2.60	0.23	2.99
3. เมล็ด	3.37	0.77	1.60

ขั้นตอนที่ 2 ผลการทดลองการจัดการปุ๋ยในแปลงทดลอง

- ผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อความสูงต้นกระเจี๊ยบแดง

ก่อนใส่ปุ๋ย เมื่อกระเจี๊ยบแดงอายุ 1 เดือน พบว่า แต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ยเคมี แต่หลังจากใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 เมื่อกระเจี๊ยบแดงอายุ 2 3 และ 4 เดือน พบว่า กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยผสมที่มีสัดส่วนของธาตุอาหาร $N:P_2O_5:K_2O$ ในอัตราไนโตรเจนมากกว่าความต้องการ 50 % มีความสูงเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 147.25 215.44 และ 272.65 เซนติเมตร ตามลำดับ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ 4 ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี

โดยผลการทดลองเห็นเด่นชัดในเดือนที่ 4 การใส่ปุ๋ยทำให้ต้นกระเจี๊ยบแดงมีการเจริญเติบโตด้านความสูงต้นดีกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย โดยเฉพาะการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น 50% ต้นกระเจี๊ยบแดงมีการตอบสนองต่อปุ๋ยที่ใส่ได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่นๆ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตด้านความสูงของกระเจี๊ยบแดงพันธุ์ CR 02 เมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่างๆ กับการไม่ใส่ปุ๋ย ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ปี 2559

กรรมวิธี	อายุ 1 เดือน (ก่อนใส่ปุ๋ย)		อายุ 2 เดือน (หลังใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1)		อายุ 3 เดือน (หลังใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2)		อายุ 4 เดือน (หลังใส่ปุ๋ยครั้งที่ 3)	
	ความสูง (ซม.)	ค่า แตกต่าง	ความสูง (ซม.)	ค่า แตกต่าง	ความสูง (ซม.)	ค่า แตกต่าง	ความสูง (ซม.)	ค่า แตกต่าง
	1. N:P ₂ O ₅ :K ₂ O (ค่าวิเคราะห์)	44.85	6.3 ^{ns1/}	141.20	9.8 ^{ns}	210.31	8.96 ^{ns}	260.40
2. N:P ₂ O ₅ :K ₂ O + N 25%	39.75	1.2 ^{ns}	142.90	11.5 ^{ns}	206.90	5.55 ^{ns}	262.90	16.50*
3. N:P ₂ O ₅ :K ₂ O + N 50%	43.75	5.2 ^{ns}	147.25	15.85*	215.44	14.09*	272.65	26.25**
4. ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี	38.55	-	131.40	-	201.35	-	246.40	-
CV. (%)	16.3		7.3		4.5		3.5	
LSD _{0.05}	9.35		14.10		12.92		12.69	
LSD _{0.01}	13.10		19.77		18.11		17.80	

^{1/} ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = แตกต่างกันทางสถิติโดยเทียบกับ LSD_{0.05}

** = แตกต่างกันทางสถิติโดยเทียบกับ LSD_{0.01}

- ผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อขนาดโคนต้นกระเจี๊ยบแดง

ก่อนใส่ปุ๋ย เมื่อกระเจี๊ยบแดงอายุ 1 เดือน พบว่า แต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ยเคมี แต่หลังจากใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 เมื่อกระเจี๊ยบแดงอายุ 2, 3 และ 4 เดือน พบว่า กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยผสมที่มีสัดส่วนของธาตุอาหาร N:P₂O₅:K₂O ในอัตราไนโตรเจนมากกว่าความต้องการ 50% ขนาดโคนต้นเฉลี่ยสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 2.81, 3.27 และ 4.91 เซนติเมตร ตามลำดับ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ 4 ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบขนาดโคนต้นของกระเจี๊ยบแดงพันธุ์ CR 02 เมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่างๆกับการไม่ใส่ปุ๋ย ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ปี 2559

กรรมวิธี	อายุ 1 เดือน (ก่อนใส่ปุ๋ย)		อายุ 2 เดือน (หลังใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1)		อายุ 3 เดือน (หลังใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2)		อายุ 4 เดือน (หลังใส่ปุ๋ยครั้งที่ 3)	
	ขนาด โคนต้น (ซม.)	ค่า แตกต่าง	ขนาด โคนต้น (ซม.)	ค่า แตกต่าง	ขนาด โคนต้น (ซม.)	ค่า แตกต่าง	ขนาดโคน ต้น(ซม.)	ค่า แตกต่าง
	1.	0.67		2.80	0.37**	3.15	0.26*	4.74
N:P ₂ O ₅ :K ₂ O (ค่าวิเคราะห์)		0.12 ^{ns 1/}						
2.	0.54	-0.01 ^{ns}	2.60	0.17 ^{ns}	3.09	0.20 ^{ns}	4.67	0.24 ^{ns}
N:P ₂ O ₅ :K ₂ O + N 25%								
3.	0.65	0.10 ^{ns}	2.81	0.38**	3.27	0.38**	4.91	0.48**
N:P ₂ O ₅ :K ₂ O + N 50%								
4. ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี	0.55	-	2.43	-	2.89	-	4.43	-
CV. (%)	23.3		6.4		5.1		4.2	
LSD _{0.05}	0.19		0.23		0.22		0.27	
LSD _{0.01}	0.27		0.33		0.31		0.38	

^{1/} ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = แตกต่างกันทางสถิติโดยเทียบกับ LSD_{0.05}

** = แตกต่างกันทางสถิติโดยเทียบกับ LSD_{0.01}

- ผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อจำนวนกิ่งหลักของต้นกระเจี๊ยบแดง

ก่อนใส่ปุ๋ย เมื่อกระเจี๊ยบแดงอายุ 1 เดือน พบว่า กรรมวิธีที่ 1 ใส่ปุ๋ยผสมที่มีสัดส่วนของธาตุอาหาร N:P₂O₅:K₂O ในอัตราเท่ากับความต้องการธาตุอาหาร(ค่าวิเคราะห์) มีจำนวนกิ่งหลักต่อต้นเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 7.30 กิ่ง หลังจากใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 เมื่อกระเจี๊ยบแดงอายุ 2 และ 3 เดือน พบว่าแต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยผสมที่มีสัดส่วนของธาตุอาหาร N:P₂O₅:K₂O ในอัตราไนโตรเจนมากกว่าความต้องการ 50% มีแนวโน้มว่ามีจำนวนกิ่งหลักต่อต้นมากที่สุด แต่เมื่อปุ๋ยครั้งที่ 3 เมื่อกระเจี๊ยบแดงอายุ 4 เดือน พบว่า กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยผสมที่มีสัดส่วนของธาตุอาหาร N:P₂O₅:K₂O ในอัตราไนโตรเจนมากกว่าความต้องการ 50% มีจำนวนกิ่งหลักต่อต้นมากที่สุด เท่ากับ 36.95 กิ่งต่อต้น เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ 4 ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบจำนวนกิ่งหลักต่อต้นของกระเจี๊ยบแดงพันธุ์ CR 02 เมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจน อัตราต่างๆกับการไม่ใส่ปุ๋ย ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ปี 2559

กรรมวิธี	อายุ 1 เดือน (ก่อนใส่ปุ๋ย)		อายุ 2 เดือน (หลังใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1)		อายุ 3 เดือน (หลังใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2)		อายุ 4 เดือน (หลังใส่ปุ๋ยครั้งที่ 3)	
	จำนวนกิ่ง	ค่า	จำนวนกิ่ง	ค่า	จำนวนกิ่ง	ค่า	จำนวนกิ่ง	ค่า
	หลัก/ต้น	แตกต่าง	หลัก/ต้น	แตกต่าง	หลัก/ต้น	แตกต่าง	หลัก/ต้น	แตกต่าง
1. N:P ₂ O ₅ :K ₂ O (ค่าวิเคราะห์)	7.30	2.00* ^{1/}	21.30	2.10 ^{ns}	29.10	1.50 ^{ns}	34.50	0.60 ^{ns}
2. N:P ₂ O ₅ :K ₂ O + N 25%	5.75	0.45 ^{ns}	21.00	1.80 ^{ns}	28.80	1.20 ^{ns}	34.15	0.25 ^{ns}
3. N:P ₂ O ₅ :K ₂ O + N 50%	6.40	1.10 ^{ns}	21.60	2.40 ^{ns}	29.70	2.10 ^{ns}	36.95	3.05*
4. ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี	5.30	-	19.2	-	27.60	-	33.90	-
CV. (%)	20.5		11.8		8.1		5.7	
LSD _{0.05}	1.75		3.37		3.21		2.74	
LSD _{0.01}	2.45		4.73		4.50		3.84	

^{1/} ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = แตกต่างกันทางสถิติโดยเทียบกับ LSD_{0.05}

- ผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อผลผลิตและปริมาณน้ำมันในเมล็ดกระเจี๊ยบแดง

เก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่ออายุ 5 เดือน พบว่า น้ำหนักผลของกระเจี๊ยบแดงในกรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยผสมที่มีสัดส่วนของธาตุอาหาร N:P₂O₅:K₂O ในอัตราไนโตรเจนมากกว่าความต้องการ 50% ให้น้ำหนักผลมากที่สุด เท่ากับ 1,079.11 กิโลกรัมต่อไร่และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ 4 ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี (ตารางที่ 6)

น้ำหนักกลีบสด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกกรรมวิธี โดยกรรมวิธีที่ 1 ใส่ปุ๋ยผสมที่มีสัดส่วนของธาตุอาหาร N:P₂O₅:K₂O ในอัตราเท่ากับความต้องการธาตุอาหาร (ค่าวิเคราะห์) มีแนวโน้มว่าให้น้ำหนักกลีบสดมากที่สุดเท่ากับ 322.96 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 6)

น้ำหนักเมล็ด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกกรรมวิธี โดยกรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยผสมที่มีสัดส่วนของธาตุอาหาร N:P₂O₅:K₂O ในอัตราไนโตรเจนมากกว่าความต้องการ 50% มีแนวโน้มว่าให้น้ำหนักเมล็ดมากที่สุดเท่ากับ 576.29 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 6)

เมื่อนำเมล็ดกระเจี๊ยบแดงไปสกัดน้ำมัน พบว่า กรรมวิธีที่ 1 ใส่ปุ๋ยผสมที่มีสัดส่วนของธาตุอาหาร N:P₂O₅:K₂O ในอัตราเท่ากับความต้องการธาตุอาหาร (ค่าวิเคราะห์) ได้เปอร์เซ็นต์น้ำมันมากที่สุด เท่ากับ

19.60% ส่วนกรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยผสมที่มีสัดส่วนของธาตุอาหาร N:P₂O₅:K₂O ในอัตราไนโตรเจนมากกว่าความต้องการ 25% ได้เปอร์เซ็นต์น้ำมันน้อยที่สุด เท่ากับ 18.66% แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับ การไม่ใส่ปุ๋ย (ตารางที่ 6)

จากการทดลองแสดงให้เห็นว่า การใส่ปุ๋ยมีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของกระเจี๊ยบแดง แต่ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ดกระเจี๊ยบแดง

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบผลผลิตต่อไร่และเปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ดของกระเจี๊ยบแดงพันธุ์ CR 02

เมื่อได้รับปุ๋ย ไนโตรเจนอัตราต่างๆกับการไม่ใส่ปุ๋ย ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ปี 2559

กรรมวิธี	น้ำหนัก	ค่า	น้ำหนัก	ค่า	น้ำหนัก	ค่าแตกต่าง	เปอร์เซ็นต์ น้ำมัน
	ผล	แตกต่าง	กลีบสด	แตกต่าง	เมล็ด		
	(กก./ไร่)		(กก./ไร่)		(กก./ไร่)		(%)
1. N:P ₂ O ₅ :K ₂ O (ค่าวิเคราะห์)	905.77	143.99 ⁿ _{s 1/}	322.96	139.85 ^{ns}	347.55	6.21 ^{ns}	19.60
2. N:P ₂ O ₅ :K ₂ O + N 25%	807.10	45.32 ^{ns}	303.71	220.22 ^{ns}	418.67	77.33 ^{ns}	18.66
3. N:P ₂ O ₅ :K ₂ O + N 50%	1,079.11	317.33*	312.59	129.48 ^{ns}	576.29	234.95 ^{ns}	19.22
4. ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี	761.78	-	183.11	-	341.34	-	18.90
CV. (%)	23.2		38.4		42.6		-
LSD _{0.05}	284.09		148.39		247.35		-
LSD _{0.01}	398.22		208.00		346.71		-

^{1/} ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = แตกต่างกันทางสถิติโดยเทียบกับ LSD_{0.05}

- ผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อคุณภาพน้ำมันในเมล็ดกระเจี๊ยบแดง

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันเมล็ดกระเจี๊ยบแดง พบว่า น้ำมันในเมล็ดกระเจี๊ยบแดง ประกอบด้วยกรดไขมันอิ่มตัว และกรดไขมันไม่อิ่มตัว ได้แก่ omega 3 ,6, 9 ซึ่งในน้ำมันเมล็ดกระเจี๊ยบแดง มี omega 6 มากที่สุดในทุกกรรมวิธี และไม่มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 7)

จากการทดลองแสดงให้เห็นว่า การใส่ปุ๋ยไม่มีผลต่อองค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันเมล็ดกระเจี๊ยบแดง

ตารางที่ 7 องค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันเมล็ดกระเจี๊ยบแดง ปี 2559

กรรมวิธี	กรดไขมันอิ่มตัว	Omega 3	Omega 6	Omega 9
	(%)	(%)	(%)	(%)
1. N: P ₂ O ₅ :K ₂ O (ค่าวิเคราะห์)	26.18	0.04	41.62	28.65
2. N: P ₂ O ₅ :K ₂ O + N 25%	26.30	0.04	41.87	28.17
3. N: P ₂ O ₅ :K ₂ O + N 50%	26.17	0.04	41.86	28.23
4. ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี	26.35	0.05	41.88	27.84

ปีที่ 2 (2559/2560)

ผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อความสูงต้นกระเจี๊ยบแดง

ก่อนใส่ปุ๋ย เมื่อกระเจี๊ยบแดงอายุ 1 เดือน พบว่า กรรมวิธีที่ 1 ใส่ปุ๋ยผสมที่มีสัดส่วนของธาตุอาหาร N:P₂O₅:K₂O ในอัตราเท่ากับความต้องการธาตุอาหาร มีความสูงเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 62.05 เซนติเมตร แต่หลังจากใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 เมื่อกระเจี๊ยบแดงอายุ 2 3 และ 4 เดือน พบว่า กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยผสมที่มีสัดส่วนของธาตุอาหาร N:P₂O₅:K₂O ในอัตราไนโตรเจนมากกว่าความต้องการ 50% มีความสูงเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 140.50, 244.60 และ 270.70 เซนติเมตร ตามลำดับ

โดยผลการทดลองเห็นเด่นชัดในเดือนที่ 4 การใส่ปุ๋ยทำให้ต้นกระเจี๊ยบแดงมีการเจริญเติบโตด้านความสูงต้นดีกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย โดยเฉพาะการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น 50% ต้นกระเจี๊ยบแดงมีการตอบสนองต่อปุ๋ยที่ใส่ได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่นๆ (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตด้านความสูงเฉลี่ยของกระเจี๊ยบแดงพันธุ์ CR 02 เมื่อได้รับ

ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่างๆกับการไม่ใส่ปุ๋ย ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ปี 2560 (ฤดูปลูกครั้งที่ 2)

กรรมวิธี	อายุ 1 เดือน (ก่อนใส่ปุ๋ย)		อายุ 2 เดือน (หลังใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1)		อายุ 3 เดือน (หลังใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2)		อายุ 4 เดือน (หลังใส่ปุ๋ยครั้งที่ 3)	
	ความสูง (ซม.)	ค่า แตกต่าง	ความสูง (ซม.)	ค่า แตกต่าง	ความสูง (ซม.)	ค่า แตกต่าง	ความสูง (ซม.)	ค่า แตกต่าง
1. N:P ₂ O ₅ :K ₂ O (ค่าวิเคราะห์)	62.05	9.25 ^{*1/}	137.20	3.75 ^{ns}	240.30	2.35 ^{ns}	258.50	11.40*
2. N:P ₂ O ₅ :K ₂ O + N 25%	55.80	3.00 ^{ns}	138.65	5.20 ^{ns}	241.60	3.65 ^{ns}	257.60	10.50*
3. N:P ₂ O ₅ :K ₂ O + N 50%	58.90	6.10 ^{ns}	140.50	7.05 ^{ns}	244.60	6.65 ^{ns}	270.70	23.60**
4. ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี	52.80	-	133.45	-	237.95	-	247.10	-
CV. (%)	8.8		4.9		4.2		2.7	
LSD _{0.05}	6.99		9.20		13.96		9.44	
LSD _{0.01}	9.79		12.89		19.56		13.23	

^{1/} ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = แตกต่างกันทางสถิติโดยเทียบกับ LSD_{0.05}

** = แตกต่างกันทางสถิติโดยเทียบกับ LSD_{0.01}

ผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อขนาดโคนต้นกระเจี๊ยบแดง

ก่อนใส่ปุ๋ย เมื่อกระเจี๊ยบแดงอายุ 1 เดือน พบว่า กรรมวิธีที่ 1 ใส่ปุ๋ยผสมที่มีสัดส่วนของธาตุอาหาร N:P₂O₅:K₂O ในอัตราเท่ากับความต้องการธาตุอาหาร มีขนาดโคนต้นเฉลี่ยสูงสุด มีค่าเท่ากับ 1.09 เซนติเมตร แต่หลังจากใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 เมื่อกระเจี๊ยบแดงอายุ 2 3 และ 4 เดือน พบว่า กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยผสมที่มีสัดส่วนของธาตุอาหาร N:P₂O₅:K₂O ในอัตราไนโตรเจนมากกว่าความต้องการ 50 % ขนาดโคนต้นเฉลี่ยสูงสุด มีค่าเท่ากับ 3.32 4.41 และ 4.77 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบขนาดโคนต้นเฉลี่ยของกระเจี๊ยบแดงพันธุ์ CR 02 เมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจน อัตราต่างๆกับการไม่ใส่ปุ๋ย ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ปี 2560 (ฤดูปลูกครั้งที่ 2)

กรรมวิธี	อายุ 1 เดือน (ก่อนใส่ปุ๋ย)		อายุ 2 เดือน (หลังใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1)		อายุ 3 เดือน (หลังใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2)		อายุ 4 เดือน (หลังใส่ปุ๋ยครั้งที่ 3)	
	ขนาด โคนต้น (ซม.)	ค่า แตกต่าง	ขนาด โคนต้น (ซม.)	ค่า แตกต่าง	ขนาดโคน ต้น(ซม.)	ค่า แตกต่าง	ขนาด โคนต้น (ซม.)	ค่า แตกต่าง
	1. N:P ₂ O ₅ :K ₂ O (ค่าวิเคราะห์)	1.09	0.74 ^{ns 1/}	3.28	0.05 ^{ns}	4.32	0.13 ^{ns}	4.50
2. N:P ₂ O ₅ :K ₂ O + N 25%	1.02	0.01 ^{ns}	3.27	0.04 ^{ns}	4.34	0.14 ^{ns}	4.52	0.26 ^{ns}
3. N:P ₂ O ₅ :K ₂ O + N 50%	1.03	0.01 ^{ns}	3.32	0.09 ^{ns}	4.41	0.21 ^{ns}	4.77	0.50 ^{ns}
4. ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี	1.02	-	3.23	-	4.19	-	4.26	-
CV. (%)	13.0		7.4		5.7		17.8	
LSD _{0.05}	0.19		0.33		0.34		1.19	
LSD _{0.01}	0.26		0.47		0.47		1.66	

^{1/} ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = แตกต่างกันทางสถิติโดยเทียบกับ LSD_{0.05}

** = แตกต่างกันทางสถิติโดยเทียบกับ LSD_{0.01}

ผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อจำนวนกิ่งหลักต่อต้นกระเจี๊ยบแดง

ก่อนใส่ปุ๋ย เมื่อกระเจี๊ยบแดงอายุ 1 เดือนและหลังจากใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 เมื่อกระเจี๊ยบแดงอายุ 2, 3 และ 4 เดือน พบว่า กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยผสมที่มีสัดส่วนของธาตุอาหาร N:P₂O₅:K₂O ในอัตรา

ไนโตรเจนมากกว่าความต้องการ 50% มีจำนวนกิ่งหลักต่อต้นมากที่สุด เท่ากับ 7.80 18.70 38.40 และ 42.20 กิ่งต่อต้น (ตารางที่ 10) และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ 4 ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี

ตารางที่ 10 เปรียบเทียบจำนวนกิ่งหลักต่อต้นเฉลี่ยของกระเจี๊ยบแดงพันธุ์ CR 02 เมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่างๆกับการไม่ใส่ปุ๋ย ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ปี 2560 (ฤดูปลูกครั้งที่ 2)

กรรมวิธี	อายุ 1 เดือน (ก่อนใส่ปุ๋ย)		อายุ 2 เดือน (หลังใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1)		อายุ 3 เดือน (หลังใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2)		อายุ 4 เดือน (หลังใส่ปุ๋ยครั้งที่ 3)	
	จำนวนกิ่ง	ค่า	จำนวนกิ่ง	ค่า	จำนวนกิ่ง	ค่า	จำนวนกิ่ง	ค่า
	หลัก/ต้น	แตกต่าง	หลัก/ต้น	แตกต่าง	หลัก/ต้น	แตกต่าง	หลัก/ต้น	แตกต่าง
1. N:P ₂ O ₅ :K ₂ O (ค่าวิเคราะห์)	7.55		17.95	0.65 ^{ns}	36.10	0.55 ^{ns}	38.60	1.40 ^{ns}
		0.35 ^{ns1/}						
2. N:P ₂ O ₅ :K ₂ O + N 25%	7.10	-0.10 ^{ns}	18.00	0.70 ^{ns}	37.05	1.50 ^{ns}	39.80	2.60*
3. N:P ₂ O ₅ :K ₂ O + N 50%	7.80	0.60 ^{ns}	18.70	1.40 ^{ns}	38.40	2.85*	42.20	5.00**
4. ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี	7.20	-	17.30	-	35.55	-	37.20	-
CV. (%)		12.8		7.8		5.3		4.4
LSD _{0.05}		1.31		1.93		2.69		2.40
LSD _{0.01}		1.84		2.71		3.78		3.36

^{1/} ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = แตกต่างกันทางสถิติโดยเทียบกับ LSD_{0.05}

** = แตกต่างกันทางสถิติโดยเทียบกับ LSD_{0.01}

- ผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อผลผลิตกระเจี๊ยบแดง

เก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่ออายุ 5 เดือน พบว่า กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยผสมที่มีสัดส่วนของธาตุอาหาร $N:P_2O_5:K_2O$ ในอัตราไนโตรเจนมากกว่าความต้องการ 50% ให้น้ำหนักผล น้ำหนักกลีบสด และน้ำหนักเมล็ดมากที่สุด เท่ากับ 1,375.11, 523.55 และ 693.33 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 11)

เมื่อนำเมล็ดกระเจี๊ยบแดงไปสกัดน้ำมัน พบว่า กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยผสมที่มีสัดส่วนของธาตุอาหาร $N:P_2O_5:K_2O$ ในอัตราไนโตรเจนมากกว่าความต้องการ 25% ได้เปอร์เซ็นต์น้ำมันมากที่สุด เท่ากับ 23.33% ส่วนกรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยผสมที่มีสัดส่วนของธาตุอาหาร $N:P_2O_5:K_2O$ ในอัตราไนโตรเจนมากกว่าความต้องการ 50% ได้เปอร์เซ็นต์น้ำมันน้อยที่สุด เท่ากับ 19.05% แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ย (ตารางที่ 11)

จากการทดลองแสดงให้เห็นว่า การใส่ปุ๋ยมีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของกระเจี๊ยบแดง แต่ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ดกระเจี๊ยบแดง

ตารางที่ 11 เปรียบเทียบผลผลิตต่อไร่ของกระเจี๊ยบแดงพันธุ์ CR 02 เมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่างๆ กับการไม่ใส่ปุ๋ย ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ปี 2560 (ฤดูปลูกครั้งที่ 2)

กรรมวิธี	น้ำหนัก ผล (กก./ไร่)	ค่าแตกต่าง	น้ำหนัก กลีบสด (กก./ไร่)	ค่าแตกต่าง	น้ำหนัก เมล็ด (กก./ไร่)	ค่าแตกต่าง	เปอร์เซ็นต์ น้ำมัน (%)
1. $N:P_2O_5:K_2O$ (ค่าวิเคราะห์)	1,095.11	698.66** ^{1/}	267.56	169.78*	420.44	249.77**	19.39
2. $N:P_2O_5:K_2O$ + N 25%	629.33	232.88*	152.84	55.06 ^{ns}	278.22	107.55 ^{ns}	23.33
3. $N:P_2O_5:K_2O$ + N 50%	1,375.11	978.66*	523.55	425.77**	693.33	522.66**	19.05
4. ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี	396.45	-	97.78	-	170.67	-	21.26
CV. (%)	13.8		33.9		22.2		-
LSD _{0.05}	166.19		121.82		119.44		-
LSD _{0.01}	232.95		170.76		167.42		-

^{1/} ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = แตกต่างกันทางสถิติโดยเทียบกับ LSD_{0.05}

** = แตกต่างกันทางสถิติโดยเทียบกับ LSD_{0.01}

ปีที่ 3 (2560/2561)

ผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อความสูงต้นกระเจี๊ยบแดง

ก่อนใส่ปุ๋ย เมื่อกระเจี๊ยบแดงอายุ 1 เดือนและหลังจากใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 เมื่อกระเจี๊ยบแดงอายุ 2, 3 และ 4 เดือน พบว่า กรรมวิธีที่ 1 ใส่ปุ๋ยผสมที่มีสัดส่วนของธาตุอาหาร $N:P_2O_5:K_2O$ ในอัตราไนโตรเจนมากกว่าความต้องการ 50% มีความสูงเฉลี่ยมากกว่าการใส่ปุ๋ยตามวิธีของเกษตรกรและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 60.21, 152.32, 256.29 และ 280.64 เซนติเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตด้านความสูงเฉลี่ย(เซนติเมตร)ของกระเจี๊ยบแดงพันธุ์ CR 02 เมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจนอัตรามากกว่าความต้องการ 50% กับการใส่ปุ๋ยตามวิธีของเกษตรกร ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงใหม่ ปี 2561

กรรมวิธี	อายุ 1 เดือน (ก่อนใส่ปุ๋ย)	อายุ 2 เดือน (หลังใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1)	อายุ 3 เดือน (หลังใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2)	อายุ 4 เดือน (หลังใส่ปุ๋ยครั้งที่ 3)
1. $N:P_2O_5:K_2O + N50\%$ 46-0-0, 18-46-0, 0-0-60 อัตรา 33, 7.5, 21 กก./ไร่	60.21	152.32	256.29	280.64
2. ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร ปุ๋ยคอก, 15-15-15 อัตรา 1,000, 50 กก./ไร่	51.20	140.09	180.14	220.82
T-test	**	**	**	**

ผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อขนาดโคนต้นกระเจี๊ยบแดง

ก่อนใส่ปุ๋ย เมื่อกระเจี๊ยบแดงอายุ 1 เดือนและหลังจากใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 เมื่อกระเจี๊ยบแดงอายุ 2, 3 และ 4 เดือน พบว่า กรรมวิธีที่ 1 ใส่ปุ๋ยผสมที่มีสัดส่วนของธาตุอาหาร $N:P_2O_5:K_2O$ ในอัตราไนโตรเจนมากกว่าความต้องการ 50 % มีขนาดโคนต้นเฉลี่ยมากกว่าการใส่ปุ๋ยตามวิธีของเกษตรกรและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีขนาดโคนต้นเฉลี่ยเท่ากับ 1.12, 3.46, 4.45 และ 4.62 เซนติเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 เปรียบเทียบขนาดโคนต้นเฉลี่ย(เซนติเมตร)ของกระเจี๊ยบแดงพันธุ์ CR 02 เมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจนอัตรามากกว่าความต้องการ 50% กับการใส่ปุ๋ยตามวิธีของเกษตรกร ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงใหม่ ปี 2561

กรรมวิธี	อายุ 1 เดือน (ก่อนใส่ปุ๋ย)	อายุ 2 เดือน (หลังใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1)	อายุ 3 เดือน (หลังใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2)	อายุ 4 เดือน (หลังใส่ปุ๋ยครั้งที่ 3)
1. $N:P_2O_5:K_2O + N50\%$ 46-0-0,18-46-0,0-0-60 อัตรา 33,7.5,21 กก./ไร่	1.12	3.46	4.45	4.62
2. ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร ปุ๋ยคอก, 15-15-15 อัตรา 1000, 50 กก./ไร่	1.10	3.24	3.89	4.10
T-test	ns	**	**	**

ผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อจำนวนกิ่งหลักต่อต้นกระเจี๊ยบแดง

ก่อนใส่ปุ๋ย เมื่อกระเจี๊ยบแดงอายุ 1 เดือนและหลังจากใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 เมื่อกระเจี๊ยบแดงอายุ 2, 3 และ 4 เดือน พบว่า กรรมวิธีที่ 1 ใส่ปุ๋ยผสมที่มีสัดส่วนของธาตุอาหาร $N:P_2O_5:K_2O$ ในอัตราไนโตรเจนมากกว่าความต้องการ 50% มีจำนวนกิ่งหลักต่อต้นมากกว่าการใส่ปุ๋ยตามวิธีของเกษตรกรและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีจำนวนกิ่งหลักต่อต้นเฉลี่ย เท่ากับ 8.12, 19.25, 40.57 และ 43.25 กิ่งต่อต้น (ตารางที่ 14)

ตารางที่ 14 เปรียบเทียบจำนวนกิ่งหลักต่อต้นเฉลี่ย(กิ่ง)ของกระเจี๊ยบแดงพันธุ์ CR 02 เมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจนอัตรามากกว่าความต้องการ 50% กับการใส่ปุ๋ยตามวิธีของเกษตรกร ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ปี 2561

กรรมวิธี	อายุ 1 เดือน (ก่อนใส่ปุ๋ย)	อายุ 2 เดือน (หลังใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1)	อายุ 3 เดือน (หลังใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2)	อายุ 4 เดือน (หลังใส่ปุ๋ยครั้งที่ 3)
1. $N:P_2O_5:K_2O + N50\%$ 46-0-0,18-46-0,0-0-60 อัตรา 33,7.5,21 กก./ไร่	8.12	19.25	40.57	43.25
2. ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร ปุ๋ยคอก, 15-15-15 อัตรา 1000, 50 กก./ไร่	7.98	17.31	24.78	28.41
T-test	*	**	**	**

- ผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อผลผลิตกระเจี๊ยบแดง

เก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่ออายุ 5 เดือน พบว่า น้ำหนักผลของกระเจี๊ยบแดงในกรรมวิธีที่ 1 ใส่ปุ๋ยผสมที่มีสัดส่วนของธาตุอาหาร $N:P_2O_5:K_2O$ ในอัตราไนโตรเจนมากกว่าความต้องการ 50% ให้น้ำหนักผลมากกว่ากรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกรและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เท่ากับ 654.36 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 15)

น้ำหนักกลีบสด พบว่า กรรมวิธีที่ 1 ใส่ปุ๋ยผสมที่มีสัดส่วนของธาตุอาหาร $N:P_2O_5:K_2O$ ในอัตราไนโตรเจนมากกว่าความต้องการ 50% ให้น้ำหนักกลีบสดมากกว่ากรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เท่ากับ 358.29 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 15)

น้ำหนักกลีบแห้ง พบว่า กรรมวิธีที่ 1 ใส่ปุ๋ยผสมที่มีสัดส่วนของธาตุอาหาร $N:P_2O_5:K_2O$ ในอัตราไนโตรเจนมากกว่าความต้องการ 50% ให้น้ำหนักกลีบแห้งมากกว่ากรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เท่ากับ 181.15 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 15)

น้ำหนักเมล็ด พบว่า กรรมวิธีที่ 1 ใส่ปุ๋ยผสมที่มีสัดส่วนของธาตุอาหาร $N:P_2O_5:K_2O$ ในอัตราไนโตรเจนมากกว่าความต้องการ 50% ให้น้ำหนักเมล็ดมากกว่ากรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เท่ากับ 153.85 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 15)

ตารางที่ 15 เปรียบเทียบผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของกระเจี๊ยบแดงพันธุ์ CR 02 เมื่อได้รับปุ๋ยไนโตรเจนอัตรามากกว่าความต้องการ 50% กับการใส่ปุ๋ยตามวิธีของเกษตรกร ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ปี 2561

กรรมวิธี	น้ำหนักผล (กก./ไร่)	น้ำหนักกลีบสด (กก./ไร่)	น้ำหนักกลีบแห้ง (กก./ไร่)	น้ำหนักเมล็ด (กก./ไร่)
----------	------------------------	----------------------------	------------------------------	---------------------------

1. N:P ₂ O ₅ :K ₂ O + N50% 46-0-0,18-46-0,0-0-60 อัตรา 33,7.5,21 กก./ไร่	654.36	358.29	181.15	153.85
2. ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร ปุ๋ยคอก, 15-15-15 อัตรา 1000, 50 กก./ไร่	365.50	161.78	79.23	103.73
T-test	**	**	**	*

- ต้นทุนค่าปุ๋ยและผลตอบแทน

ต้นทุนค่าปุ๋ยและผลตอบแทน การใส่ปุ๋ยกรรมวิธีที่ 1 ใส่ปุ๋ยผสมที่มีสัดส่วนของธาตุอาหาร N:P₂O₅:K₂O ในอัตราไนโตรเจนมากกว่าความต้องการ 50% โดยใส่ 46-0-0, 18-46-0 และ 0-0-60 อัตรา 33, 7.5 และ 21 กิโลกรัมต่อไร่ มีต้นทุนค่าปุ๋ยเท่ากับ 853.50 บาทต่อไร่ ในขณะที่การใส่ปุ๋ยตามวิธีของเกษตรกรมีต้นทุนค่าปุ๋ย 2,200 บาทต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบราคาขายผลผลิตและผลตอบแทนหลังหักต้นทุนค่าปุ๋ยแล้ว พบว่า การใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีที่ 1 มีผลตอบแทนมากกว่าการใส่ปุ๋ยตามวิธีของเกษตรกรถึง 56,700 บาทต่อไร่ ต้นทุนค่าปุ๋ยต่ำกว่าของเกษตรกร 1,346.50 บาทต่อไร่หรือเกษตรกรสามารถลดต้นทุนค่าปุ๋ยลงได้ 61% (ตารางที่ 16)

จากผลการทดลองปี 60/61 ใส่ปุ๋ยผสมที่มีสัดส่วนของธาตุอาหาร N:P₂O₅:K₂O ในอัตราไนโตรเจนมากกว่าความต้องการ 50% โดยใส่ 46-0-0, 18-46-0 และ 0-0-60 อัตรา 33, 7.5 และ 21 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นกรรมวิธีที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากเป็นกรรมวิธีที่ให้ผลผลิตมากที่สุดทั้งน้ำหนักผล น้ำหนักกลีบสด น้ำหนักกลีบแห้ง น้ำหนักเมล็ด และให้ผลตอบแทนมากกว่าวิธีของเกษตรกร

ตารางที่ 16 ต้นทุนค่าปุ๋ยและผลตอบแทนจากการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรามากกว่าความต้องการ 50%
กับการใส่ปุ๋ยตามวิธีของเกษตรกร ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ปี 2561

กรรมวิธี	ราคาขาย กลีบสด (บาท/ไร่)	ราคาขาย กลีบแห้ง (บาท/ไร่)	ราคาขาย เมล็ด (บาท/ไร่)	ต้นทุน ค่าปุ๋ย (บาท/ไร่)	ผลตอบแทน (บาท/ไร่)	ผลต่าง (บาท/ไร่)
1. N:P ₂ O ₅ :K ₂ O + N50% 46-0-0,18-46-0,0-0-60 อัตรา 33,7.5,21 กก./ไร่	17,914.50	45,287.50	61,540	853.50	123,888.50	+56,700
2. ใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร ปุ๋ยคอก, 15-15-15 อัตรา 1000, 50 กก./ไร่	8,089	19,807.50	41,492	2,200	67,188.50	-

ราคาปี 2561 - กลีบสด 50 บาท/กิโลกรัม กลีบแห้ง 250 บาท/กิโลกรัม เมล็ด 400 บาท/กิโลกรัม

การทดลองที่ 2 ผลของปริมาณการให้น้ำที่มีต่อผลผลิตเมล็ดกระเจียบแดง

Effect of Water Quantity on Yield of Rosella (*Hibiscus sabdariffa* Linn.) seeds.

1. ขั้นตอนที่ 1 ช่วงวิกฤติน้ำของกระเจี๊ยบแดง (ตารางที่ 17)

1.1 น้ำหนักกลีบรองดอกแห้งพบว่า กรรมวิธีให้พืชขาดน้ำนาน 2 สัปดาห์ ในระยะดอกบานถึงระยะติดผลอ่อนมีน้ำหนักกลีบรองดอกแห้งน้อยที่สุดเพียง 26.0 กรัมต่อต้น แตกต่างจากกรรมวิธีให้พืชขาดน้ำนาน 1 สัปดาห์ ในระยะเริ่มแตกกิ่งก้านสาขาที่ได้น้ำหนักของกลีบรองดอกแห้งมากที่สุด 42.3 กรัมต่อต้น

1.2 น้ำหนักเมล็ดแห้ง ผลการวิจัยมีความสอดคล้องกับผลผลิตของน้ำหนักกลีบรองดอกแห้งซึ่งเป็นผลผลิตที่สำคัญที่สุดพบว่า กรรมวิธีให้พืชขาดน้ำนาน 2 สัปดาห์ ในระยะดอกบานถึงระยะติดผลอ่อนมีน้ำหนักเมล็ดแห้งน้อยที่สุดเพียง 38.5 กรัมต่อต้น แตกต่างจากกรรมวิธีให้พืชขาดน้ำนาน 1 สัปดาห์ ในระยะเริ่มแตกกิ่งก้านสาขาที่ได้น้ำหนักเมล็ดแห้งมากที่สุด 71.8 กรัมต่อต้น อาจเป็นเพราะว่าต้นกระเจี๊ยบในกรรมวิธีที่ให้พืชขาดน้ำนาน 2 สัปดาห์ ในระยะดอกบานถึงระยะติดผลอ่อนมีจำนวนผลสดน้อยแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ และมีจำนวนแขนงที่ให้ผลผลิตและน้ำหนักกลีบสดค่อนข้างน้อยสอดคล้องกัน (ตารางผนวกที่ 1)

สรุปว่าช่วงวิกฤตของกระเจี๊ยบแดง ซึ่งเป็นช่วงที่พืชขาดน้ำแล้วมีผลกระทบให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตโดยตรงมากที่สุดในส่วนที่เป็นกลีบรองดอกแห้ง คือกรรมวิธีที่ 6 เป็นช่วงที่ให้พืชขาดน้ำนาน 2 สัปดาห์ ในระยะดอกบานถึงระยะติดผลอ่อน และเมื่อพิจารณาถึงผลกระทบต่อผลผลิตของเมล็ดแห้งที่จะนำไปใช้สกัดน้ำมัน พบว่ามีช่วงวิกฤตอยู่ในช่วงเดียวกัน สอดคล้องกับจำนวนผลสดและน้ำหนักผลสดซึ่งได้ผลผลิตต่ำที่สุดแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ

ตารางที่ 17 ผลผลิตกระเจี๊ยบแดงตามระยะเวลาที่พืชขาดน้ำช่วงต่าง ๆ

กรรมวิธี	น้ำหนักกลีบรองดอกแห้ง (กรัม/ต้น)	น้ำหนักเมล็ดแห้ง (กรัม/ต้น)	จำนวนผลสด (ผล/ต้น)	น้ำหนักผลสด (กรัม/ต้น)
กรรมวิธีที่ 1	42.3 a	71.8 a	74.7	685.5
กรรมวิธีที่ 2	42.0 a	67.7 ab	73.3	697.8
กรรมวิธีที่ 3	39.5 ab	58.0 ab	70.2	689.7
กรรมวิธีที่ 4	37.5 abc	54.0 bc	59.8	630.5
กรรมวิธีที่ 5	28.7 cd	41.0 cd	52.3	518.8
กรรมวิธีที่ 6	26.0 d	38.5 d	50.7	504.0
กรรมวิธีที่ 7	34.2 a-d	54.5 bc	62.5	572.3
กรรมวิธีที่ 8	31.2 b-d	52.3 b-d	53.8	526.8
กรรมวิธีที่ 9	36.7 abc	58.5 ab	62.8	589.7
CV (%)	15.0	15.0	16.0	15.7

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่เหมือนกันในสมมุติเดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดย DMRT

2. ขั้นตอนที่ 2 ผลของปริมาณการให้น้ำที่มีต่อผลผลิตเมล็ดกระเจี๊ยบแดง (ตารางที่ 18)

2.1 น้ำหนักเมล็ดแห้งของกระเจี๊ยบแดงซึ่งเป็นวัตถุประสงค์หลักตามขั้นตอนนี้พบว่า กรรมวิธีให้น้ำ 0.5 เท่าของปริมาณการใช้น้ำของพีชอ้างอิง (Eto) ให้น้ำหนักเมล็ดแห้ง 1,606 กรัมต่อ 300 ผล มากกว่ากรรมวิธีไม่ให้น้ำที่ให้น้ำหนักเมล็ดแห้งเพียง 1,342 กรัม แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีให้น้ำ 1.0 เท่า ให้น้ำ 1.5 เท่าและให้น้ำ 2.0 เท่า ขณะที่น้ำหนักของกลีบรองดอกแห้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติทุกกรรมวิธี อาจเนื่องมาจากกรรมวิธีให้น้ำ 0.5 เท่ามีจำนวนผลต่อต้นและจำนวนแขนงที่ให้ผลผลิตมาก 2.2 ปริมาณน้ำมันในเมล็ดเมื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (Fat) พบว่า กรรมวิธีให้น้ำ 0.5 เท่า มีปริมาณไขมัน ค่อนข้างสูงร้อยละ 18.93 ขณะที่กรรมวิธีไม่ให้น้ำมีปริมาณไขมัน ต่ำที่สุดร้อยละ 17.89 ซึ่งกรรมวิธีให้น้ำ 0.5 เท่า มีต้นทุนค่าน้ำเพิ่มขึ้นเพียงไร่ละ 18.35 บาทเท่านั้นตามปริมาณการให้น้ำ (ตารางผนวกที่ 3) ได้น้ำมันส่วนที่เพิ่มขึ้น 1.6 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางผนวกที่ 4) เมื่อให้น้ำมากขึ้นกว่า 0.5 เท่าแม้ว่าจะได้น้ำมันมากขึ้นแต่เพิ่มขึ้นได้ไม่มากนักและทำให้ต้นกระเจี๊ยบมีใบเหลืออยู่บนต้นช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิตมากเกินไป เป็นอุปสรรคต่อการจัดการและอาจทำให้ต้นทุนเพิ่มมากขึ้นได้

สรุปกรรมวิธีให้น้ำ 0.5 เท่าของปริมาณการใช้น้ำของพีชอ้างอิง (Eto) ให้น้ำหนักเมล็ดแห้ง สูงกว่ากรรมวิธีไม่ให้น้ำ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีให้น้ำ 1.0 เท่า ให้น้ำ 1.5 เท่าและให้น้ำ 2.0 เท่า เนื่องมาจากเมล็ดมีความสมบูรณ์รวมทั้งมีจำนวนผลต่อต้นมาก นอกจากนั้นยังให้ปริมาณน้ำมันในเมล็ดสูงกว่าและมีต้นทุนค่าน้ำเพิ่มขึ้นเพียงไร่ละ 18.35 บาทเท่านั้น

ตารางที่ 18 ผลผลิตกระเจี๊ยบแดงตามปริมาณการให้น้ำ

กรรมวิธีทดลอง	น้ำหนัก เมล็ด/300 ผล (กรัม)	น้ำหนัก กลีบรองดอก/ 300 ผล (กรัม)	จำนวน ผล/ต้น (ผล)	ความสูง ต้น (ซม.)	จำนวน แขนง/ต้น (แขนง)
กรรมวิธีที่ 1 ไม่ให้น้ำ	1,342 b	177	288	195	21.3 ab
กรรมวิธีที่ 2 ให้น้ำ 0.5 เท่า	1,606 a	167	312	192	24.3 a
กรรมวิธีที่ 3 ให้น้ำ 1.0 เท่า	1,429 ab	172	302	197	24.3 a
กรรมวิธีที่ 4 ให้น้ำ 1.5 เท่า	1,358 ab	178	275	197	20.5 b
กรรมวิธีที่ 5 ให้น้ำ 2.0 เท่า	1,574 ab	162	296	198	23.0 ab
CV. (%)	10.6	6.7	8.1	2.8	8.7

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยDMRT

การทดลองที่ 3 การสะสมน้ำมันในระยะต่างๆ ของเมล็ดกระเจี๊ยบแดงพันธุ์หนักและพันธุ์เบา

The Accumulation of oil in various stages of long duration varieties and short duration varieties of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* Linn.) seeds.

ผลการทดลอง ปี 2559-2560

การสะสมน้ำมันในระยะต่างๆ ของกระเจี๊ยบแดงพันธุ์หนัก (CR03)

ผลผลิตของผลกระเจี๊ยบแดงที่เก็บเกี่ยวตามกรรมวิธีต่างๆ พบว่า กรรมวิธีที่ 3 มีน้ำหนักผลสูงที่สุด 1,253.5 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ 2, 1, 4 และ 5 มีน้ำหนักผล 1,169.5, 1,068.5, 1,018.25 และ 734 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ เมื่อนำผลกระเจี๊ยบแดงแยกส่วนของกลีบเลี้ยง กระจ๊อ และเมล็ด พบว่ากลีบเลี้ยง กรรมวิธีที่ 2 มีน้ำหนักกลีบเลี้ยงสูงที่สุด 445.03 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ 3, 1, 4 และ 5 มีน้ำหนักกลีบเลี้ยง 415.15, 379.33, 361.48 และ 260.58 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนของกระจ๊อ พบว่ากรรมวิธีที่ 2 มีน้ำหนักกระจ๊อสูงที่สุด 307.1 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ 3, 1, 4 และ 5 มีน้ำหนักกระจ๊อ 286.43, 261.8, 249.48 และ 243.6 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และส่วนของเมล็ด พบว่า กรรมวิธีที่ 3 มีน้ำหนักเมล็ดมากที่สุด 501.4 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ 2, 1, 4 และ 5 มีน้ำหนักผล 467.8, 427.4, 407.3 และ 179.83 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ กรรมวิธีที่ 4 และ 5 ทั้งส่วนของผล กลีบเลี้ยง กระจ๊อ เริ่มแห้งบนต้น ทำให้มีน้ำหนักลดลง และส่วนของเมล็ด กรรมวิธีที่ 4 และ 5 มีเมล็ดบางส่วนได้ร่วงลงพื้นดินเนื่องจากกระจ๊อแตกแยกออกจากกัน และเมื่อนำเมล็ดจาก กรรมวิธีต่างๆ ไปวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์น้ำมันพบว่า กรรมวิธีที่ 5 มีน้ำมันสูงที่สุด 22.363% รองลงมาคือ 4, 3, 2 และ 1 มีน้ำมัน 21.048, 20.265, 19.358 และ 18.725 % ตามลำดับ ดังตารางที่ 19 พบว่าทุกกรรมวิธีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 19 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักส่วนต่างๆ ของกระเจี๊ยบแดงพันธุ์หนัก (CR03) ในปี 2559-2560 ตามกรรมวิธีต่างๆ

อายุเก็บเกี่ยวผล (วันหลังดอกบาน)	น้ำหนักผล กก./ไร่	น้ำหนักกลีบเลี้ยง กก./ไร่	น้ำหนักกระจ๊อ กก./ไร่	น้ำหนักเมล็ด กก./ไร่	น้ำมัน %
61	1,068.5 bc ^{1/}	379.33 bc ^{1/}	261.8 bc ^{1/}	427.4 bc ^{1/}	18.725 d ^{1/}
68	1,169.5 ab	<u>445.03 a</u>	<u>307.1 a</u>	467.8 ab	19.358 d
75	<u>1,253.5 a</u>	415.15 ab	286.43 ab	<u>501.4 a</u>	20.265 c
82	1,018.3 c	361.48 c	249.48 c	407.3 c	21.048 b
89	734.0 d	260.58 d	243.6 c	179.83 d	<u>22.363 a</u>
F-test	**	**	**	**	**
CV. (%)	18.3	21.3	19.4	18.2	12.4

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

การสะสมน้ำมันในระยะต่างๆ ของกระเจี๊ยบแดงพันธุ์เบา (CR02)

ผลผลิตของผลกระเจี๊ยบแดงที่เก็บเกี่ยวตามกรรมวิธีต่าง พบว่า กรรมวิธีที่ 2 มีน้ำหนักผลสูงที่สุด 1,520.25 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ 3, 1, 4 และ 5 มีน้ำหนักผล 1,332.0, 1,188.5, 1,186.0 และ 1,013.0 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ เมื่อนำผลกระเจี๊ยบแดงแยกส่วนของกลีบเลี้ยง กระจ๊อ และเมล็ด พบว่ากลีบเลี้ยง กรรมวิธีที่ 2 มีน้ำหนักกลีบเลี้ยงสูงที่สุด 681.88 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ 3, 1, 4 และ 5 มีน้ำหนักกลีบเลี้ยง 599.4, 534.83, 473.7 และ 406.1 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนของกระจ๊อ พบว่ากรรมวิธีที่ 2 มีน้ำหนักกระจ๊อสูงที่สุด 228.05 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ 3, 1, 4 และ 5 มีน้ำหนักกระจ๊อ 199.8, 178.28, 177.9 และ

151.95 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และส่วนของเมล็ด พบว่า กรรมวิธีที่ 3 มีน้ำหนักเมล็ดมากที่สุด 608.1 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ 2, 1, 4 และ 5 มีน้ำหนักผล 532.05, 510.85, 484.8 และ 423.9 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ กรรมวิธีที่ 4 และ 5 ทั้งส่วนของผล กลีบเลี้ยง กระจ๊อ เริ่มแห้งบนต้น ทำให้มีน้ำหนักลดลง และส่วนของเมล็ด กรรมวิธีที่ 4 และ 5 มีเมล็ดบางส่วนได้ร่วงลงพื้นดินเนื่องจากกระจ๊อแตกแยกออกจากกัน และเมื่อนำเมล็ดจากกรรมวิธีต่างๆ ไปวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์น้ำมันพบว่า กรรมวิธีที่ 5 มีปริมาณน้ำมันสูงสุด 20.728% รองลงมาคือ 4, 3, 2 และ 1 มีน้ำมัน 19.713, 18.025 และ 15.030% ตามลำดับ ดังตารางที่ 20 พบว่าทุกกรรมวิธีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 20 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักส่วนต่างๆ ของกระเจี๊ยบแดงพันธุ์เบา (CR02) ในปี 2559-2560 ตามกรรมวิธีต่างๆ

อายุเก็บเกี่ยวผล (วันหลังดอกบาน)	น้ำหนักผล กก./ไร่	น้ำหนักกลีบเลี้ยง กก./ไร่	น้ำหนักกระจ๊อ กก./ไร่	น้ำหนักเมล็ด กก./ไร่	น้ำมัน %
45	1,188.5 bc ^{1/}	534.83 bc ^{1/}	178.28 bc ^{1/}	475.4 b ^{1/}	15.068 c ^{1/}
52	1,520.25 a	681.88 a	228.05 a	532.05 b	16.273 b
59	1,332.0 b	599.4 b	199.8 b	608.1 a	20.068 a
66	1,186.0 b	473.7 cd	177.9 bc	474.4 b	20.483 a
73	1,013.0 c	406.1 d	151.95 c	380.2 c	20.728 a
F-test	**	**	**	**	**
CV. (%)	19.7	21.5	17.9	18.4	12.4

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ผลการทดลอง ปี 2560-2561

การสะสมน้ำมันในระยะต่างๆ ของกระเจี๊ยบแดงพันธุ์หนัก (CR03)

ผลผลิตของผลกระเจี๊ยบแดงที่เก็บเกี่ยวตามกรรมวิธีต่าง พบว่า กรรมวิธีที่ 3 มีน้ำหนักผลสูงที่สุด 1,492.0 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ 2, 4, 1 และ 5 มีน้ำหนักผล 1,348.5, 1,318.0, 1,251.0 และ 1,195 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ เมื่อนำผลกระเจี๊ยบแดงแยกส่วนของกลีบเลี้ยง กระจ๊อ และเมล็ด พบว่ากลีบเลี้ยง กรรมวิธีที่ 2 มีน้ำหนักกลีบเลี้ยงสูงที่สุด 529.68 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ 3, 4, 1 และ 5 มีน้ำหนักกลีบเลี้ยง 478.8, 467.9, 450.85 และ 326.8 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนของกระจ๊อ พบว่ากรรมวิธีที่ 2 มีน้ำหนักกระจ๊อสูงที่สุด 365.53 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ 3, 1, 4 และ 5 มีน้ำหนักกระจ๊อ 330.38, 306.5, 302.9 และ 255.55 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และส่วนของเมล็ด พบว่า กรรมวิธีที่ 3 มีน้ำหนักเมล็ดมากที่สุด 596.8 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ 2, 4, 1 และ 5 มีน้ำหนักผล 539.0, 527.2, 500.4 และ 378.0 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ กรรมวิธีที่ 4 และ 5 ทั้งส่วนของผล กลีบเลี้ยง กระจ๊อ เริ่มแห้งบนต้น ทำให้มีน้ำหนักลดลง และส่วนของเมล็ด กรรมวิธีที่ 4 และ 5 มีเมล็ดบางส่วนได้ร่วงลงพื้นดินเนื่องจากกระจ๊อแตกแยกออกจากกัน และเมื่อนำเมล็ดจากกรรมวิธีต่างๆ ไปวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์น้ำมันพบว่า กรรมวิธีที่ 5 มีน้ำมันสูงที่สุด 23.885% รองลงมาคือ 4, 3, 2 และ 1 มีน้ำมัน 22.508, 20.730, 19.455 และ 18.38% ตามลำดับ ดังตารางที่ 21 พบว่าทุกกรรมวิธีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 21 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักส่วนต่างๆ ของกระเจี๊ยบแดงพันธุ์หนัก (CR03) ในปี 2560 ตามกรรมวิธีต่างๆ

อายุเก็บเกี่ยวผล (วันหลังดอกบาน)	น้ำหนักผล กก./ไร่	น้ำหนักกลีบเลี้ยง กก./ไร่	น้ำหนักกระจ๊อ กก./ไร่	น้ำหนักเมล็ด กก./ไร่	น้ำมัน %
61	1,251.0 b ^{1/}	450.85 b ^{1/}	306.5 b ^{1/}	500.4 b ^{1/}	18.38 e ^{1/}

68	1,348.5 ab	<u>529.68 a</u>	<u>365.53 a</u>	539.4 ab	19.455 d
75	<u>1,492.0 a</u>	478.8 ab	330.38 ab	<u>596.8 a</u>	20.730 c
82	1,318.0 ab	467.9 ab	302.9 b	527.2 ab	22.508 b
89	1,195 b	326.8 c	255.55 c	378.0 c	<u>23.885 a</u>
F-test	**	**	**	**	**
CV. (%)	18.3	21.3	19.4	18.2	12.4

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

การสะสมน้ำมันในระยะต่างๆ ของกระเจี๊ยบแดงพันธุ์เบา (CR02)

ผลผลิตของผลกระเจี๊ยบแดงที่เก็บเกี่ยวตามกรรมวิธีต่าง พบว่า กรรมวิธีที่ 2 มีน้ำหนักผลสูงที่สุด 1,513.25 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ 3, 4, 1 และ 5 มีน้ำหนักผล 1,406.25, 1,277.0, 1,211.75 และ 1,072.25 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ เมื่อนำผลกระเจี๊ยบแดงแยกส่วนของกลีบเลี้ยง กระจ๊อ และเมล็ด พบว่า กลีบเลี้ยง กรรมวิธีที่ 2 มีน้ำหนักกลีบเลี้ยงสูงที่สุด 681.03 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ 3, 1, 4 และ 5 มีน้ำหนักกลีบเลี้ยง 632.88, 545.4, 514.75 และ 442.5 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนของกระจ๊อ พบว่ากรรมวิธีที่ 2 มีน้ำหนักกระจ๊อสูงที่สุด 227.03 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ 3, 4, 1 และ 5 มีน้ำหนักกระจ๊อ 210.98, 191.6, 181.83 และ 190.83 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ และส่วนของเมล็ด พบว่า กรรมวิธีที่ 3 มีน้ำหนักเมล็ดมากที่สุด 605.38 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ 2, 4, 1 และ 5 มีน้ำหนักผล 532.55, 510.85, 484.8 และ 423.9 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ กรรมวิธีที่ 4 และ 5 ทั้งส่วนของผล กลีบเลี้ยง กระจ๊อ เริ่มแห้งบนต้น ทำให้มีน้ำหนักลดลง และส่วนของเมล็ด กรรมวิธีที่ 4 และ 5 มีเมล็ดบางส่วนได้ร่วงลงพื้นดินเนื่องจากกระจ๊อแตกแยกออกจากกัน และเมื่อนำเมล็ดจากกรรมวิธีต่างๆ ไปวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์น้ำมันพบว่า กรรมวิธีที่ 5 มีน้ำมันสูงที่สุด 21.445% รองลงมาคือ 4, 3, 2 และ 1 มีน้ำมัน 21.372, 21.297, 18.025 และ 16.03% ตามลำดับ ดังตารางที่ 22 พบว่าทุกกรรมวิธี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 22 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักส่วนต่างๆ ของกระเจี๊ยบแดงพันธุ์เบา (CR02) ในปี 2560 ตามกรรมวิธีต่างๆ

อายุเก็บเกี่ยวผล (วันหลังดอกบาน)	น้ำหนักผล กก./ไร่	น้ำหนักกลีบเลี้ยง กก./ไร่	น้ำหนักกระจ๊อ กก./ไร่	น้ำหนักเมล็ด กก./ไร่	น้ำมัน %
45	1,211.75 cd ^{1/}	545.4 b ^{1/}	181.83 cd ^{1/}	484.8 cd ^{1/}	16.03 d ^{1/}
52	<u>1,513.25 a</u>	<u>681.03 a</u>	<u>227.03 a</u>	532.55 ab	18.025 c
59	1,406.25 ab	632.88 a	210.98 ab	<u>605.38 a</u>	21.297 a
66	1,277.0 bc	514.75 b	191.6 bc	510.85 bc	21.372 a
73	1,072.25 d	442.5 c	160.83 d	423.9 d	21.445 a
F-test	**	**	**	**	**
CV (%)	19.7	21.5	17.9	18.4	12.4

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

เมื่อนำเปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ดที่วิเคราะห์ได้มาคำนวณเปรียบเทียบกับผลผลิตเมล็ดกระเจี๊ยบแดงพันธุ์หนักและพันธุ์เบาในแต่ละกรรมวิธี พบว่า กระเจี๊ยบแดงพันธุ์หนัก(CR03) เมล็ดที่เก็บเกี่ยวอายุ 75 วันหลังดอกบาน ผลผลิตน้ำมันสูงที่สุด คือ 101.61 และ 123.72 กก./ไร่ ในปี 2559-2560 และ 2560-2561 ตามลำดับ

ดังตารางที่ 23 ส่วนในกระเจี๊ยบแดงพันธุ์เบา(CR02) เมล็ดที่เก็บเกี่ยวอายุ 59 วันหลังดอกบาน ผลผลิตน้ำมันสูงที่สุด คือ 122.03 และ 128.93 กก./ไร่ ในปี 2559-2560 และ 2560-2561 ตามลำดับ ดังตารางที่ 24

ตารางที่ 23 ค่าเฉลี่ยผลผลิตน้ำมันในเมล็ดกระเจี๊ยบแดงพันธุ์หนัก(CR03) ในปี 2559-2560 และปี 2560-2561 ตามกรรมวิธีต่างๆ

อายุเก็บเกี่ยวผล (วันหลังดอกบาน)	ค่าเฉลี่ยผลผลิตน้ำมันในเมล็ดกระเจี๊ยบแดงพันธุ์หนัก (CR03) กก./ไร่	
	ปี 2559-2560	ปี 2559-2560
61	80.03	91.97
68	90.56	104.94
75	101.61	123.72
82	85.73	118.66
89	40.22	90.29

ตารางที่ 24 ค่าเฉลี่ยผลผลิตน้ำมันในเมล็ดกระเจี๊ยบแดงพันธุ์เบา(CR02) ในปี 2559-2560 และปี 2560-2561 ตามกรรมวิธีต่างๆ

อายุเก็บเกี่ยวผล (วันหลังดอกบาน)	ค่าเฉลี่ยผลผลิตน้ำมันในเมล็ดกระเจี๊ยบแดงพันธุ์เบา (CR02) กก./ไร่	
	ปี 2559-2560	ปี 2560-2561
45	71.63	77.71
52	86.58	95.99
59	122.03	128.93
66	97.17	109.18
73	78.81	90.91

จากการทดลอง อายุการเก็บเกี่ยวเพื่อให้ได้น้ำมันสูงสุดของกระเจี๊ยบแดงพันธุ์หนักและพันธุ์เบา และรายได้จากการจำหน่ายส่วนอื่นๆ พบว่า กระเจี๊ยบแดงพันธุ์หนัก (CR03) มีลักษณะต้นสูง ทรงพุ่มกว้าง ลำต้นใหญ่ มีการแตกกิ่งจำนวนมาก ผลมีขนาดใหญ่สีแดง มีจำนวน 190-210 ผลต่อต้น เมล็ดมีขนาดปานกลาง (น้ำหนักเมล็ด 2.44 กรัม/100 เมล็ด) ควรเก็บเกี่ยวผลที่อายุ 75 วันหลังดอกบาน หรือผลที่มีลักษณะของกลีบเลี้ยงมีสีแดงสด และใหญ่เต็มที่สุด และส่วนของกระจ๊อด้านในมีสีขาวและแห้ง ซึ่งกระจ๊อดที่ถูกแยกส่วนออกมายังคงสภาพเดิม และนำไปประดิษฐ์เป็นดอกไม้เพื่อจำหน่ายได้ การเก็บเกี่ยวก่อนช่วงอายุ 75 วันหลังดอกบาน จะได้น้ำหนักในส่วนของกลีบเลี้ยงสูงที่สุด แต่กระจ๊อดสีเขียวซึ่งยังไม่แก่เต็มที่ และอาจแตกหักเสียหายขณะแยกส่วน เมื่อนำไปอบแห้งเพื่อทำดอกไม้แห้งลักษณะที่ได้จะผิดรูปลักษณะไปมาก และในส่วนของเมล็ดยังไม่พัฒนาสูงสุดทำให้น้ำมันที่ได้ และ

ก่อนการนำเมล็ดไปสกัดน้ำมันต้องทำการอบแห้งก่อนทำให้สูญเสียน้ำหนักหลังการอบไปด้วย และถ้าเก็บเกี่ยวหลังอายุ 75 วันหลังดอกบาน จะได้น้ำหนักส่วนของกลีบเลี้ยงลดลง และสีของกลีบเลี้ยงจะซีดจางลงไม่สวยงาม ทำให้ไม่เป็นที่ต้องการของตลาด กระจ้อด้านในอาจมีสีดำที่เกิดจากเชื้อรา ในช่วงอายุนี้มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ดสูง เพราะเมล็ดมีการพัฒนาภายในสูงสุด แต่เมล็ดที่ได้ต่อไร่น้ำเนื่องจากเมล็ดร่วงลงพื้นดินเนื่องจากส่วนปลายของกระจ้อแตก และต้องใช้เวลาในการดูแลรักษานานกว่าช่วงอายุที่เหมาะสม 2 สัปดาห์

กระเจี๊ยบแดงพันธุ์เบา (CR02) มีลักษณะต้นสูง ทรงพุ่มกว้าง ลำต้นใหญ่ มีการแตกกิ่งจำนวนมาก ผลมีขนาดใหญ่สีแดงเข้ม มีจำนวน 170-190 ผลต่อต้น เมล็ดมีขนาดใหญ่ (น้ำหนักเมล็ด 3.49 กรัม/100 เมล็ด) ควรเก็บเกี่ยวผลที่อายุ 59 วันหลังดอกบาน หรือผลที่มีลักษณะของกลีบเลี้ยงมีสีแดงเข้มและใหญ่เต็มที่มากที่สุด และส่วนของกระจ้อด้านในมีสีขาวและแห้ง ซึ่งกระจ้อที่ถูกแยกส่วนออกมายังคงสภาพเดิมและนำไปประดิษฐ์เป็นดอกไม้เพื่อจำหน่ายได้ การเก็บเกี่ยวก่อนช่วงอายุ 59 วันหลังดอกบาน จะได้น้ำหนักในส่วนของกลีบเลี้ยงสูงที่สุด แต่กระจ้อสีเขียวซึ่งยังไม่แก่เต็มที่ และอาจแตกหักเสียหายขณะแยกส่วน เมื่อนำไปอบแห้งเพื่อทำดอกไม้แห้ง ลักษณะที่ได้จะผิดรูปลักษณะไปมาก และในส่วนของเมล็ดยังไม่พัฒนาสูงสุดทำให้น้ำมันที่ได้ และก่อนการนำเมล็ดไปสกัดน้ำมันต้องทำการอบแห้งก่อนทำให้สูญเสียน้ำหนักหลังการอบไปด้วย และถ้าเก็บเกี่ยวหลังอายุ 59 วันหลังดอกบาน จะได้น้ำหนักส่วนของกลีบเลี้ยงลดลง และสีของกลีบเลี้ยงจะซีดจางลงไม่สวยงาม ทำให้ไม่เป็นที่ต้องการของตลาด กระจ้อด้านในอาจมีสีดำที่เกิดจากเชื้อรา ในช่วงอายุนี้มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ดสูงเพราะเมล็ดมีการพัฒนาภายในสูงสุด แต่เมล็ดที่ได้ต่อไร่น้ำเนื่องจากเมล็ดร่วงลงพื้นดินเนื่องจากส่วนปลายของกระจ้อแตก และต้องใช้เวลาในการดูแลรักษานานกว่าช่วงอายุที่เหมาะสม 2 สัปดาห์

การทดลองที่ 4 การทดสอบประสิทธิภาพของสารป้องกันกำจัดเพลี้ยจักจั่นฝ้าย (*Amrasca biguttata* Ishida) ในกระเจี๊ยบแดง

จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารป้องกันกำจัดเพลี้ยจักจั่นฝ้าย ที่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาญจนบุรี และศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย พบว่า สารที่มีแนวโน้มมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเพลี้ยจักจั่นฝ้ายได้ดี ที่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาญจนบุรี คือ fipronil 5%SC อัตรา 10 มล./น้ำ 20 ลิตร รองลงมาคือ dichlorvos 50% W/V EC อัตรา 60 มล./น้ำ 20 ลิตร, thiamethoxam 25%WG อัตรา 1 กก./น้ำ 20 ลิตร และ imidacloprid 70%WG อัตรา 10 มล./น้ำ 20 ลิตร ส่วนศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย พบว่า carbosulfan อัตรา 60 มล./น้ำ 20 ลิตร และ dichlorvos อัตรา 60 มล./น้ำ 20 ลิตร มีแนวโน้มในการป้องกันกำจัดเพลี้ยจักจั่นฝ้ายได้ดี ส่วนด้วงที่พบในดอกและกระจ้อของกระเจี๊ยบแดง พบว่า หลังพ่นสารทุกกรรมวิธี 3-4 ครั้ง สามารถลดจำนวนปริมาณด้วงที่พบในดอกและกระจ้อลงได้ และผลผลิตที่ได้ไม่มีความแตกต่างกัน

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. จากผลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร ได้สัดส่วนธาตุอาหารที่กระเจียบแดงต้องการ คือ N: P₂O₅ :K₂O 5:1:4
2. การใส่ปุ๋ยมีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของกระเจียบแดงดีกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย โดยเฉพาะการใส่ปุ๋ย ไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น 50% คือการใส่ปุ๋ย 46-0-0, 18-46-0 และ 0-0-60 อัตรา 33, 7.5 และ 21 กิโลกรัมต่อไร่ โดย 0-0-60 จะใส่ในครั้งที่ 2 และ 3 เมื่ออายุ 2 และ 3 เดือนหลังปลูก ในปีแรกให้ผลผลิต 1,079.11 กิโลกรัมต่อไร่ ในปีที่ 2 ให้ผลผลิต 1,375.11 กิโลกรัมต่อไร่
3. การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น 50% คือ การใส่ปุ๋ย 46-0-0, 18-46-0 และ 0-0-60 อัตรา 33, 7.5 และ 21 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตและผลตอบแทนมากกว่าวิธีของเกษตรกรถึง 56,700 บาทต่อไร่ รวมทั้ง มีต้นทุนค่าปุ๋ย ต่ำกว่าวิธีของเกษตรกร 1,346.50 บาทต่อไร่ หรือเกษตรกรสามารถลดต้นทุนค่าปุ๋ยลงได้ 61%
4. ช่วงวิกฤตของกระเจียบแดง ที่พืชขาดน้ำแล้วมีผลให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตกสิบรองดอกแห้ง ของเมล็ดแห้งที่จะนำไปใช้สกัดน้ำมันคือ ช่วงที่ให้พืชขาดน้ำนาน 2 สัปดาห์ ในระยะดอกบานถึงระยะติดผลอ่อน ซึ่งในการทดลองปลูกกระเจียบแดงในกระถางเพื่อศึกษาเกี่ยวกับการให้น้ำกระเจียบแดงควรใช้กระถางที่ค่อนข้างใหญ่ และดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง เพราะระหว่างการทดลองพืชจะได้รับธาตุอาหารที่มีอยู่เท่านั้นหรือไม่สามารถเติมปุ๋ยให้ระหว่างทดลองได้ ซึ่งอาจทำให้ผลผลิตต่ำกว่าปกติ นอกจากนั้นในการทดลองที่อยู่กลางแจ้ง ต้องออกแบบวิธีการป้องกันน้ำฝน
5. การให้น้ำ 0.5 เท่าของปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Eto) ให้น้ำหนักเมล็ดแห้งมากกว่ากรรมวิธีไม่ให้น้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และให้ปริมาณน้ำมันในเมล็ดสูงกว่า มีต้นทุนค่าน้ำไร่ละ 18.35 บาท ซึ่ง : โดยทั่วไปเกษตรกรจะอาศัยเพียงน้ำฝนซึ่งเป็นในระยะเจริญเติบโตทางต้นและใบ หากต้องการทั้งกสิบเลี้ยง (กระเจียบแดงแห้ง) และเมล็ดที่สมบูรณ์ ควรมีการให้น้ำเพิ่มเติมบ้างหลังจากออกดอกถึงเก็บเกี่ยว ทั้งนี้เพื่อเพิ่มความสะดวกของเมล็ดเพราะน้ำช่วยให้รักษาปริมาณของใบที่ช่วยในการปรุงอาหาร ทำให้ปริมาณน้ำมันในเมล็ดกระเจียบแดงสูงขึ้น แต่หากขาดน้ำเป็นระยะเวลานานจนใบร่วง (ผลไม่ร่วง) จะทำให้เมล็ดไม่ค่อยสมบูรณ์
6. การผลิตกระเจียบแดงพันธุ์หนัก(CR03) พบว่าเมล็ดกระเจียบแดงพันธุ์หนักอายุประมาณ 89 วันหลังดอกบาน จะมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ดสูงสุด 23.89% แต่เมื่อคำนวณผลผลิตน้ำมันต่อไร่ที่ได้ จึงจำเป็นต้องเก็บเกี่ยวผลกระเจียบแดงพันธุ์หนักอายุ 75 วันหลังดอกบาน ซึ่งจะได้ปริมาณน้ำมันประมาณ 100-125 กก./ไร่ และมีผลผลิตส่วนของกสิบเลี้ยงสูงกว่า
7. การผลิตกระเจียบแดงพันธุ์เบา (CR02) เพื่อผลิตน้ำมัน พบว่าเมล็ดกระเจียบแดงพันธุ์หนักอายุประมาณ 73 วันหลังดอกบาน จะมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ดสูงสุด 21.45% แต่เมื่อคำนวณผลผลิตน้ำมันต่อไร่ที่ได้ จึงจำเป็นต้องเก็บเกี่ยวผลกระเจียบแดงพันธุ์หนักอายุ 59 วันหลังดอกบาน ซึ่งจะได้ปริมาณน้ำมันประมาณ 106-125 กก./ไร่ และมีผลผลิตส่วนของกสิบเลี้ยงสูงกว่า
8. จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารป้องกันกำจัดเพลี้ยจักจั่นฝ้ายที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาญจนบุรี และศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงใหม่ พบว่า สารที่มีแนวโน้มมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเพลี้ยจักจั่นฝ้ายได้ดีที่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาญจนบุรี คือ fipronil 5%SC อัตรา 10 มล./น้ำ 20 ลิตร รองลงมาคือ dichlorvos 50% W/V EC อัตรา 60 มล./น้ำ 20 ลิตร, thiamethoxam 25%WG อัตรา 1 กก./น้ำ 20 ลิตร และ imidacloprid 70%WG อัตรา 10 มล./น้ำ 20 ลิตร ส่วนศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงใหม่พบว่า carbosulfan อัตรา 60 มล./น้ำ 20 ลิตร และ dichlorvos อัตรา 60 มล./น้ำ 20 ลิตร มีแนวโน้มในการป้องกันกำจัดเพลี้ยจักจั่นฝ้ายได้ดี ส่วนด้วงที่พบในดอกและกระจ้อของกระเจียบแดง พบว่าหลังพ่นสารทุกกรรมวิธี 3-4 ครั้ง สามารถลดจำนวนปริมาณด้วงที่พบในดอกและกระจ้อลงได้ และผลผลิตที่ได้ไม่มีความแตกต่างกัน

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

มีคำแนะนำการใช้ปุ๋ยที่ถูกต้อง ระยะเวลาที่เหมาะสมในการให้น้ำ อายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม และการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดเพลี้ยจักจั่นฝ้ายที่เข้าทำลายกระเจี๊ยบแดง เพื่อเพิ่มผลผลิตกลีบดอกและเมล็ดของกระเจี๊ยบแดงแก่เกษตรกรผู้ปลูก และหน่วยงานอื่นที่สนใจ

เอกสารอ้างอิง

- กรมชลประทาน. 2560.คู่มือการหาปริมาณการใช้น้ำของพืช ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงและค่าสัมประสิทธิ์ของพืช.http://water.rid.go.th/hwm/cropwater/iwmd/pdf/rev_cwr_manual.pdf, 15/4/2559.
- กรมวิชาการเกษตร 2. 2557. เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับกระเจี๊ยบแดง
www.doa.go.th.apoc12.com/?p=2256. ค้นเมื่อวันที่ 18 เมษายน 2557.
- กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. ไม่ระบุปี.น้ำมันกระเจี๊ยบแดง. ข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต. <http://lib2.dss.go.th> ค้นเมื่อวันที่ 22 พฤษภาคม 2557
- จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529ข. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์. กลุ่มหนังสือเกษตร, กรุงเทพ.
- ดิเรก ทองอร่าม วิทยา ตั้งก่อสกุล นาวิ จิระชีวี และอิทธิสุนทร นันทกิจ. มปป. เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตรการออกแบบระบบให้น้ำแบบประหยัดแก่พืช(เล่มที่ 1). ไม่ปรากฏสถานที่พิมพ์. ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์.499หน้า.
- นิรนาม. 2557. กระเจี๊ยบแดง. paiboonrayong.igetweb.com. ค้นเมื่อวันที่ 17 เมษายน 2557.
- นิรนาม. ไม่ระบุปี. กระเจี๊ยบแดง. <http://www.agrimandoae.go.th>. ค้นเมื่อวันที่ 23 พฤษภาคม 2557.
- รติกร ณ ลำปาง อีสริยา มีสิงห์ และภรภัทร นพมาลัย. 2554. การจัดการดินกรรร่วมกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่เหมาะสมเพื่อผลิตสมุนไพรกระเจี๊ยบแดงอินทรีย์. กรมพัฒนาที่ดิน. <http://www.ldr.go.th> ค้นเมื่อวันที่ 23 พฤษภาคม 2557
- ดิเรก ทองอร่าม วิทยา ตั้งก่อสกุล นาวิ จิระชีวี และอิทธิสุนทร นันทกิจ. มปป. เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตรการออกแบบระบบให้น้ำแบบประหยัดแก่พืช (เล่มที่ 1). ไม่ปรากฏสถานที่พิมพ์.ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์. 499 หน้า.
- รัชตา ทนวิฑูว์ตร. 2553. ผลของวันปลูกต่อผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต ปริมาณกรดในกลีบเลี้ยงและปริมาณน้ำมันในเมล็ดของกระเจี๊ยบแดงพันธุ์สุรินทร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. <http://www.nhc13kku.ac.th>. ค้นเมื่อวันที่ 23 พฤษภาคม 2557.
- ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น. ไม่ระบุปี. กระเจี๊ยบแดง. <http://www.kkfcrc.org>. ค้นเมื่อวันที่ 23 พฤษภาคม 2557.
- ศิวพร แสงภัทรเนตร และ นิพัฒน์ สุขวิบูลย์. 2557. การศึกษากระเจี๊ยบแดงเพื่อใช้เมล็ดสกัดน้ำมัน. วารสารวิจัยและพัฒนาการเกษตร.สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1. จังหวัดเชียงใหม่. ปีที่ 15 ฉบับที่ 1 มกราคม –เมษายน 2557. หน้า 12 -16.
- ศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น. 2557. กระเจี๊ยบแดง. www.kkfcrc.org/images/-2555-4.pdf. ค้นเมื่อวันที่ 10 เมษายน 2557.
- สุทธิพงศ์ หนูฤทธิ์ .2547. กระเจี๊ยบแดง. <http://drug.pharmacy.psu.ac.th>. ค้นเมื่อวันที่ 23 พฤษภาคม 2557.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. เศรษฐกิจสมุนไพรไทย ปี2549/50 กรณีศึกษา:กระเจี๊ยบแดง ดอกคำฝอย และกวาวเครือขาว. www.oae.go.th/download/resech/edu_50.pdf. ค้นเมื่อวันที่ 10 เมษายน 2557.
- Badford, K.J., 2004. Seed Production and Quality[online], Available:
<http://www.plantsciences.ucdavis.edu/veg/home/classe/Spring2004/AMR118/index.html>
- El-Adawy, T.A. and A.H.Khaili, 1994. Characteristics of roselle seeds as a new source of protein and lipid. J. Agric. Food Chem., 42: 1896-1900.
- M.J. Seghatoleslami , S. G. Mousavi and T. Barzgaran . 2557. EFFECT OF IRRIGATION AND PLANTING DATE ON MORPHO-PHYSIOLOGICAL TRAITS AND YIELD OF ROSELLE (HIBISCUS SABDARIFFA). www.thejaps.org.pk/docs/v-23-1/39.pdf. Accessed Apr. 4 2014.

- Nzikou. J. M., et al. 2011. Characteristics and Nutritional Evaluation of seed from Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) in Cong – Brazzaville. Journal of Biological Sciences 3(2).Page 141-146.
- Parichart Promchote, Juangjun Duangpatra and Wanchai Chanprasert. Seed Composition and Physiological Changes in Thai Peanut cv. Kaset 1 and Tainan 9 during Maturation. Kasetsart J. (Nat. Sci.) 42 : 407 - 416 (2008)
- Roa, P.U., 1996. Nutrient composition and biological evaluation of mesta (*Hibiscus sabdariffa*) seeds. Plant Foods Human Nutri., 49:27-34.
- <http://lib2.dss.go.th/elib/cgi-bin>. ค้นเมื่อวันที่ 20 พฤษภาคม 2557.
- <http://www.oknation.net/blog/print.php?id=206105>. ค้นเมื่อวันที่ 20 พฤษภาคม 2557

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 น้ำหนักกลีบสด ความสูงและจำนวนแขนงกระเจี๊ยบแดงตามการขาดน้ำช่วงต่างๆ

กรรมวิธี	น้ำหนักกลีบสด (กรัม/ต้น)	ความสูงต้น (ซ.ม.)	จำนวนแขนง (แขนง/ต้น)
กรรมวิธีที่ 1	424.5 a-c	184.2 ab	12.0
กรรมวิธีที่ 2	457.7 a	153.3 cd	10.8
กรรมวิธีที่ 3	445.2 ab	165.8 bc	11.5
กรรมวิธีที่ 4	402.7 a-c	138.3 d	12.0
กรรมวิธีที่ 5	340.3 bc	175.8 b	9.8
กรรมวิธีที่ 6	326.3 c	173.3 b	10.3
กรรมวิธีที่ 7	357.8 a-c	182.5 ab	11.3
กรรมวิธีที่ 8	322.0 c	195.8 a	12.5
กรรมวิธีที่ 9	378.2 a-c	194.2 a	11.0
CV (%)	14.2	5.6	9.2

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยDMRT

ตารางภาคผนวกที่ 2 ปริมาณไขมัน (Fat) ในเมล็ดกระเจี๊ยบแดง

กรรมวิธีทดลอง	ซ้ำที่ 1 (ร้อยละ)	ซ้ำที่ 2 (ร้อยละ)	เฉลี่ย (ร้อยละ)
กรรมวิธีที่ 1 ไม่ให้น้ำ	17.04	18.73	17.89
กรรมวิธีที่ 2 ให้น้ำ 0.5 เท่า	18.43	19.42	18.93
กรรมวิธีที่ 3 ให้น้ำ 1.0 เท่า	19.23	18.27	18.75
กรรมวิธีที่ 4 ให้น้ำ 1.5 เท่า	19.60	19.43	19.52
กรรมวิธีที่ 5 ให้น้ำ 2.0 เท่า	20.14	18.39	19.27

หมายเหตุ: ทดสอบโดยศูนย์สิ่งแวดล้อมและทดสอบผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
18 พ.ค. 2561

ตารางภาคผนวกที่ 3 ปริมาณน้ำที่ให้แก่ต้นกระเจี๊ยบแดงตามกรรมวิธี (ทุก 5 วัน)

ปริมาณน้ำที่ให้เป็นจำนวนเป็นเท่า ของ Eto ต่อพื้นที่ปลูก 36 ตร.ม.	0 เท่า (ลิตร)	0.5 เท่า (ลิตร)	1.0 เท่า (ลิตร)	1.5 เท่า (ลิตร)	2.0 เท่า (ลิตร)
1-5 พ.ย.60	0	209.6	419.2	628.8	838.4
6-10 พ.ย.60	0	105.5	211.0	316.5	422.0
11-15 พ.ย.60	0	149.0	298.0	447.0	596.0
16-20 พ.ย.60	0	185.3	370.5	555.8	741.0
21-25 พ.ย.60	0	0	0	0	0
26-30 พ.ย.60	0	0	0	0	0
1-5 ธ.ค.60	0	177.2	354.3	531.5	708.6
6-10 ธ.ค.60	0	0	0	0	0
11-15 ธ.ค.60	0	0	0	0	0
รวม	0	826.6	1,653.0	2,479.6	3,306.0
รวมปริมาณน้ำ/ไร่ (ม. ³)	0	36.7	73.5	110.2	146.9
ค่าน้ำส่วนเพิ่ม/ไร่ (0.50 บาท/ม. ³)	0	18.35	36.75	55.10	73.45

หมายเหตุ : คำนวณอ้างอิงจาก พ.ร.บ. ทรัพยากรน้ำ <https://www.khaosod.co.th> > ชาวสวน

ตารางภาคผนวกที่ 4 ปริมาณไขมัน (Fat) ในเมล็ดกระเจี๊ยบแดงต่อไร่

กรรมวิธีทดลอง	น้ำหนักเมล็ด (กก./ไร่)	ปริมาณไขมัน (%)	ปริมาณไขมัน (กก./ไร่)	ส่วนเพิ่ม (กก./ไร่)
กรรมวิธีที่ 1 ไม่ให้น้ำ	141.5	17.89	27.6	-
กรรมวิธีที่ 2 ให้น้ำ 0.5 เท่า	139.1	18.93	29.2	1.6
กรรมวิธีที่ 3 ให้น้ำ 1.0 เท่า	148.5	18.75	28.9	1.3
กรรมวิธีที่ 4 ให้น้ำ 1.5 เท่า	166.3	19.52	30.1	2.5
กรรมวิธีที่ 5 ให้น้ำ 2.0 เท่า	174.4	19.27	29.7	2.1
เฉลี่ย	154.0	18.87	29.1	-

การคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยใช้สูตร E-pan (FAO 24,1992 : 30-34 & Jensen,1983 : 203-205 (กรมชลประทาน, 2560)

จากสมการ Eto = $k_p \times E_{pan}$

Eto = ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (มม./วัน)

K_p = ค่าสัมประสิทธิ์ของอ่างวัดการระเหย (ค่าเฉลี่ยสำหรับประเทศไทย=0.85)

E_{pan} = ค่าการระเหยของน้ำที่อ่านได้จากอ่างวัดการระเหยแบบ class A pan (มม.)