

การถ่ายทอดลักษณะใบย่อยหลายใบในถั่วเหลือง

An Inheritance of Multiple Leaflet in Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.)

วิมลรัตน์ จิรกุลวัฒนพร และ พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์¹

Wimolrat Giragulvattanaporn and Peerasak Srinives

ABSTRACT

A group of normal leaflet soybeans (IGH 23, GH-29-14-3 (2), Siatsa 1204 A, Williams, SJ-5, SJ-2, Clark 63 and TN # 4) were crossed with a group of multiple leaflet soybeans (BB 13 No.9, BB 13 No. 10, BB 13 No. 11) to obtain 21 direct crosses and 22 reciprocal crosses. Five more crosses were also made between lines within the multiple leaflet group. Chi-square tests for F_2 segregation of these 48 crosses showed that multiple leaflet was controlled by 1 or 2 pairs with different actions of major gene locating in the nucleus. Each cross also exhibited a unique combination of penetrance, and expressivity. This reflected in a low heritability estimate of number of maximum leaflet in many crosses.

บทคัดย่อ

การศึกษาเบื้องต้นเพื่อหาแนวทางในการสร้างพันธุ์ถั่วเหลืองให้มีใบย่อยหลายใบ ใช้กลุ่มพันธุ์ที่มีใบย่อยปกติ 8 พันธุ์ คือ IGH 23, GH-29-14-3(2), Siatsa 1204 A, Williams, SJ-5, SJ-2, Clark 63 และ TN # 4 ผสมกับกลุ่มสายพันธุ์ที่มีใบย่อยมากกว่า 3 ใบ คือ BB 13 No.9, BB 13 No.10 และ BB 13 No. 11 ได้ 21 คู่ผสม และคู่ผสมกลับของพันธุ์เหล่านี้ 22 คู่ผสม นอกจากนั้นยังได้ผสมระหว่างสายพันธุ์ที่มีใบย่อยมากกว่า 3 ใบด้วยกันอีก 5 คู่ผสม ผลการทดสอบการกระจายตัวของลักษณะใบย่อยมากกว่า 3 ใบ ในลูกชั่วที่ 2 ของทั้ง 48 คู่ผสม พบว่าลักษณะนี้ถูกควบคุมด้วยยีนเด่น 1 หรือ 2 คู่ ซึ่งอยู่ในนิวเคลียส นอกจากนั้นความสามารถของยีนที่จะแสดงจำนวนใบย่อยให้เห็น และความแปรปรวนของการแสดงออก ยังแตกต่างกันไปแต่ละคู่ผสม มีผลทำให้การประเมินอัตราพันธุกรรมได้ค่าค่อนข้างต่ำในหลายคู่ผสม

¹ ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Dept. of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart Univ.

คำนำ

เนื่องจากใบของถั่วเหลืองเป็นส่วนที่สังเคราะห์แสง การเพิ่มพื้นที่ใบจึงน่าจะเป็นการเพิ่มปริมาณการสังเคราะห์แสงต่อต้น ซึ่งจะมีผลไปถึงการเพิ่มผลผลิตต่อต้น และผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ในที่สุด การที่จะตรวจสอบได้ว่า ลักษณะใบย่อยมากกว่า 3 ใบมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตหรือไม่ เพียงใดนั้น จำเป็นที่นักปรับปรุงพันธุ์พืชจะต้องถ่ายทอดลักษณะดังกล่าวให้แก่สายพันธุ์ที่มีพันธุกรรมต่าง ๆ กัน จะได้วัดอิทธิพลของจำนวนใบย่อยได้อย่างกว้างขวาง ในการถ่ายทอดลักษณะนั้น ควรจะต้องทราบว่าพันธุกรรมเป็นอย่างไร จะได้วางแผนการผสมพันธุ์ให้ถูกต้อง เพื่อให้ได้พันธุ์ใบย่อยมากกว่า 3 ใบโดยรวดเร็ว

การศึกษาพันธุกรรมที่ควบคุมจำนวนใบย่อยในถั่วเหลืองโดย Fehr (1972) พบว่าลักษณะใบย่อย 7 ใบในถั่วเหลืองถูกควบคุมโดยยีนเพียง 1 คู่ คือ lf_2 โดยยีนเด่น Lf_2 ช่มอย่างสมบูรณ์ ทำให้เกิดใบย่อย 3 ใบในกลุ่มผสมระหว่าง Hawkeye และ T 255 แต่ในกลุ่มผสมอื่น ๆ แสดงลักษณะช่มไม่สมบูรณ์ ส่วนถั่วเหลืองที่มีใบย่อย 5 ใบถูกควบคุมด้วยยีน Lf_1 ซึ่งแสดงลักษณะช่มไม่สมบูรณ์ในทุกกลุ่มผสม เขาพบว่า ถั่วเหลือง genotype $Lf_1 Lf_1 lf_2 lf_2$ มีใบย่อยสูงสุดถึง 15 ใบ โดยมียีน Lf_1 และ lf_2 นี้เป็นอิสระต่อกันในการควบคุมจำนวนใบย่อยในถั่วเหลือง ในประเทศไทย Waranyuwat (1977) พบถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.2 ประมาณร้อยละ 6.84 เกิดการกลายพันธุ์ตามธรรมชาติ มีใบย่อย 4 และ 5 ใบ

การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงพันธุกรรมการถ่ายทอดลักษณะจำนวนใบย่อยให้แก่ถั่วเหลืองพันธุ์ที่ใช้ปลูกในประเทศและต่างประเทศบางพันธุ์ โดยใช้สายพันธุ์ใบย่อยหลายใบที่รายงานโดย Waranyuwat (1977) เป็นสายพันธุ์พ่อหรือแม่

อุปกรณ์และวิธีการ

ใช้ถั่วเหลืองพันธุ์ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ถั่วเหลืองที่มีใบย่อย 3 ใบ

พันธุ์

1. IGH 23
2. GH-29-14-3(2)
3. Siatsa 1204 A
4. Williams
5. Clark 63
6. TN 4
7. SJ-2
8. SJ-5

อักษรย่อ แหล่งที่มา

- | | |
|---|--------------|
| I | เปอร์โตริโก |
| G | เปอร์โตริโก |
| S | ฮอนดูรัส |
| W | สหรัฐอเมริกา |
| C | สหรัฐอเมริกา |
| T | ไต้หวัน |
| | ไทย |
| | ไทย |

2. ถั่วเหลืองที่มีใบย่อยมากกว่า 3 ใบ กลายพันธุ์มาจากถั่วเหลือง SJ-2 (Waranyuwat, 1977) ได้แก่

พันธุ์

1. BB 13 No.9
2. BB 13 No.10
3. BB 13 No.11

แหล่งที่มา

- | |
|-----|
| ไทย |
| ไทย |
| ไทย |

เริ่มทำการผสมพันธุ์ด้วยมือ โดยปลูกถั่วเหลืองทั้ง 11 พันธุ์ ตั้งแต่เดือน มกราคม 2525 ในเรือนทดลองภาควิชาพืชไร่ ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ทำการผสมโดยใช้พันธุ์ที่มีลักษณะใบย่อย 3 ใบเป็นต้นแม่ ผสมกับต้นพ่อที่มีจำนวนใบย่อยมากกว่า 3 ใบทั้งหมด ได้ 21 กลุ่มผสม และใช้ถั่วเหลืองที่มีใบย่อยมากกว่า 3 ใบเป็นต้นแม่ผสมกับถั่วเหลืองที่มีใบย่อย 3 ใบ ได้ 22 กลุ่มผสม และผสมแบบพบกันหมดในถั่วเหลืองที่มีใบย่อยมากกว่า 3 ใบได้ 5 กลุ่มผสม รวมเป็น 48 กลุ่มผสม นำเมล็ดลูกผสมชั่วที่ 1 ปลูกเก็บเมล็ดแยกต้นได้เมล็ดชั่วที่ 2 นำมาปลูกเพื่อศึกษาพันธุกรรมควบคุมลักษณะใบย่อยและลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจอื่น ๆ ในระหว่างเดือนสิงหาคม-ธันวาคม 2526 ส่วนการศึกษาในลูกผสมชั่วที่ 3 ทำโดยการสุ่มต้นชั่วที่ 2 มา 10 ต้นในแต่ละกลุ่มผสม แล้วนำมาปลูกแยก 1 ต้นต่อ 1 แถว ระหว่างเดือนมกราคม - เมษายน 2527 เพื่อ

ประเมินอัตราพันธุกรรมของลักษณะใบย่อย โดยใช้วิธีรีเกรสชันของข้อมูลลูกชั่วที่ 3 บนลูกชั่วที่ 2

การปลูกลูกผสมชั่วที่ 2 และ 3 ทำที่แปลงทดลองสถานีวิจัยสุวรรณจากกสิกิจ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา แปลงทดลองใส่ปุ๋ย 15-15-15 อัตรา 75 กิโลกรัมต่อไร่ พร้อมการเตรียมดิน โดยร่องห่างกัน 50 เซนติเมตร ระยะระหว่างต้น 25 เซนติเมตร ใช้แถวยาว 5 เมตร ควบคุมวัชพืชโดยฉีดยาแลซโซ (Lasso) อัตรา 0.7 ลิตรต่อไร่ หลังจากการให้น้ำครั้งแรก 1 วัน ป้องกันและกำจัดแมลงโดยฉีดยา Azodrin (3-hydroxy-N-methyl-cis-cromatonamide diethyl phosphate 56% W.S.C.) อัตรา 20 ซีซีต่อน้ำ 15 ลิตรทุก ๆ 15 วัน

การบันทึกและวิเคราะห์ข้อมูล

1. การบันทึกข้อมูลทางพันธุกรรม เพื่อทดสอบอัตราส่วนทางพันธุกรรมของลูกชั่วที่ 2 โดยวิธีทดสอบค่า X^2 (Chi-square) ของ Mather (1957) ในแต่ละกลุ่มผสม ทั้งนี้ ลักษณะที่ทดสอบมี 2 ลักษณะ คือ ลักษณะที่มีใบย่อยมากกว่า 3 ใบ และลักษณะใบย่อย 3 ใบ โดยมีอัตราส่วนคาดหวังของจำนวนต้นที่มีใบย่อยมากกว่า 3 ใบ : ต้นที่มีใบย่อย 3 ใบ เป็น 3 : 1 และ 9 : 7

2. การหาดัชนีใบ (leaflet index) ในลูกผสมชั่วที่ 2 สุ่ม 10 ต้นในแต่ละกลุ่มผสม โดยติดป้ายแต่ละต้น นับจำนวนใบทั้งหมด และจำนวนใบย่อยในแต่ละใบ ในระยะถั่วเหลืองเริ่มติดฝัก ดังนั้น

ดัชนีใบต่อต้น

$$= \frac{\text{ผลรวมของ (จำนวนใบ} \times \text{จำนวนใบย่อย)}}{\text{จำนวนใบทั้งหมด} \times 3}$$

3. การศึกษาลูกผสมในชั่วที่ 3 นำเมล็ดจากต้นที่ติดป้ายไว้ในข้อ 2 มาปลูกแยกต้นเป็นชั่วที่ 3 เพื่อศึกษาดัชนีใบย่อยสูงสุด (maximum leaflet index) ในแต่ละกลุ่มผสม โดยที่

ดัชนีใบย่อยสูงสุด

$$= \frac{\text{ผลรวมของ (จำนวนต้น} \times \text{จำนวนใบย่อยสูงสุด)}}{\text{จำนวนต้นทั้งหมด}}$$

4. การหาอัตราพันธุกรรม (H) ใช้การทำรีเกรสชันของข้อมูลของลูกชั่วที่ 3 บนลูกชั่วที่ 2 โดยตั้งสมมุติฐานว่า สภาพแวดล้อมไม่มีสหสัมพันธ์กับพันธุกรรมในลักษณะใบย่อยสูงสุด

$$H = \frac{X}{Y} b_{YX} \times 100$$

โดยที่ X เป็นจำนวนชั่วก่อน ในที่นี้คือชั่วที่ 2

Y เป็นจำนวนชั่วหลัง ในที่นี้คือชั่วที่ 3

b_{YX} เป็นสัมประสิทธิ์รีเกรสชันของลักษณะดัชนีใบย่อยสูงสุดของลูกชั่วที่ 3 บนจำนวนใบย่อยสูงสุดของลูกชั่วที่ 2

$$\therefore H = \frac{2}{3} b_{YX} \times 100 \text{ (Mahmud and Kramer, 1951)}$$

ผลและวิจารณ์

เมื่อพิจารณาค่า X^2 ในแต่ละกลุ่มผสมแล้ว พบว่า มี 16 กลุ่มผสมที่ยอมรับสมมุติฐาน 3 : 1 (ตารางที่ 1) อีก 23 กลุ่มผสมยอมรับสมมุติฐาน 9 : 7 (ตารางที่ 2) แต่มีบางกลุ่มผสมได้แก่ SJ-5 $\times$ ML 11, G $\times$ ML 9 และ SJ-2 $\times$ ML 10 ยอมรับทั้ง 2 สมมุติฐาน ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากจำนวนค่าสังเกต (จำนวนต้นถั่วเหลืองในชั่วที่ 2) ที่มีอยู่น้อยเกินไป จากตารางที่ 1 เมื่อใช้พันธุ์ G และ T เป็นต้นแม่ ผสมกับต้นพ่อซึ่งมีลักษณะใบย่อย

มากกว่า 3 ใบ (รวมทั้งลูกผสมกลับของพันธุ์เหล่านี้) พบว่า ทุกคู่ผสมยอมรับสมมติฐาน 3 : 1 ส่วนในตารางที่ 2 คู่ผสมที่มีพันธุ์ I,S,SJ-5 และ C อยู่ จะยอมรับสมมติฐาน 9 : 7 ยกเว้นคู่ผสมระหว่าง ML 11 × S ที่ยอมรับสมมติฐาน 3 : 1 ซึ่งจากตารางที่ 1 และ 2 พอแสดงให้เห็นว่า โดยส่วนใหญ่แล้วเมื่อใช้พันธุ์ใดเป็นต้นแม่ ลูกผสมกลับของพันธุ์นั้น จะยอมรับสมมติฐานเดียวกัน แสดงว่ายีนที่ควบคุมจำนวนใบย่อยนี้ น่าจะอยู่ในนิวเคลียสทั้งสิ้น และพันธุกรรมที่ควบคุมลักษณะใบย่อยมากกว่า 3 ใบนี้ถูกควบคุมด้วยยีนเพียง 1 หรือ 2 คู่เท่านั้น แต่การแสดงออกอาจขึ้นอยู่กับพื้นฐานทางพันธุกรรมของแต่ละคู่ผสม

อย่างไรก็ตามมี 4 คู่ผสม ในตารางที่ 3 ที่แสดงการกระจายในลูกชั่วที่ 2 แตกต่างจาก 3 : 1 และ 9 : 7 กล่าวคือ คู่ผสม W × ML 9 มีการกระจายของลูกชั่วที่ 2 ยอมรับทั้ง 1 : 3 และ 7 : 9 คู่ผสม W × ML 11 ยอมรับ 1 : 3 ML 9 × W ยอมรับ 7 : 9 แต่ I × ML 11 ไม่ยอมรับสมมติฐานใดเลย คาดว่าความไม่สอดคล้องกันระหว่างข้อมูลของคู่ผสมที่แสดงไว้ในตารางนี้ กับข้อมูลที่แสดงไว้ในตารางที่ 1 และ 2 เป็นผลของความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการสุ่มหรือการแสดงออก (penetrance) ของลักษณะ มากกว่าจะเป็นผลจากการกระจายตัวของยีนในลูกชั่วที่ 2 เพียงอย่างเดียว อย่างไรก็ตาม ลูกชั่วที่ 2 ที่เกิดจากพ่อแม่ที่มีใบย่อยหลายใบสามารถให้ลูกชั่วที่ 2 ที่มีใบย่อยมากกว่า 3 ใบได้ทุกต้น (ตารางที่ 4) อันเป็นการแสดงให้เห็นได้ทางหนึ่งว่ายีนที่ควบคุมลักษณะนี้มีอยู่น้อยคู่ และสายพันธุ์พ่อแม่ที่ใช้มีความบริสุทธิ์ในลักษณะใบย่อยหลายใบ

จากการสังเกต พบว่า ใบย่อยที่เกิดจากต้นเดียวกันก็มีจำนวนไม่เท่ากัน แสดงว่าลักษณะนี้มีความผันแปรในอัตราการแสดงออก (expressivity) อีกด้วย ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้นักปรับปรุงพันธุ์สามารถมองลักษณะใบย่อยหลายใบให้เป็นลักษณะทางปริมาณได้ ดังตารางที่ 5 ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบลักษณะใบย่อยสูงสุดระหว่างลูกชั่วที่ 2 กับดัชนีใบย่อยสูงสุดในลูกชั่ว

ที่ 3 พบว่า ลูกชั่วที่ 2 (ปลูกในฤดูฝน) มีจำนวนใบย่อยสูงสุดมากกว่าลูกชั่วที่ 3 (ปลูกในฤดูแล้ง) ซึ่งลูกชั่วที่ 2 บางคู่ผสมมีใบย่อยสูงสุดถึง 9 ใบ (ภาพที่ 1) แต่ลูกชั่วที่ 3 มีใบย่อยสูงสุดเพียง 6 ใบ แสดงว่าสภาพแวดล้อม (คือฤดูปลูก) มีอิทธิพลต่อการแสดงออกของลักษณะจำนวนใบย่อยนี้ เมื่อค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน และค่าสหสัมพันธ์แล้ว พบว่า มีค่าเป็นบวกเกือบทุกคู่ผสม โดยมีนัยสำคัญ 25 ใน 47 คู่ผสม แสดงว่าเมื่อลูกผสมในชั่วที่ 2 มีจำนวนใบย่อยสูงสุดมาก ก็มีแนวโน้มให้ลูกชั่วที่ 3 ที่มีใบย่อยมากกว่า 3 ใบมากตามไปด้วย แต่จากการประเมินอัตราพันธุกรรมโดยวิธีรีเกรสชันของข้อมูลของลูกชั่วที่ 3 บนลูกชั่วที่ 2 พบว่ามีค่าค่อนข้างต่ำ คาดว่าความชื้นในดิน ความดีเด่นของลูกผสม (heterosis) และการเจริญเติบโตทางลำต้นที่ยาวนานกว่า มีผลทำให้ลูกชั่วที่ 2 ที่ปลูกในฤดูฝนมีจำนวนใบย่อยสูงกว่าลูกชั่วที่ 3 ที่ปลูกในฤดูแล้ง

สรุป

จากการศึกษาพันธุกรรมควบคุมจำนวนใบย่อยในลูกชั่วที่ 2 พบว่า ลักษณะนี้ถูกควบคุมด้วยยีนเด่น 1-2 คู่ แตกต่างกันไปในแต่ละคู่ผสม ซึ่ง Fehr (1972) ก็พบว่าลักษณะใบย่อย 5 ใบและ 7 ใบ ถูกควบคุมด้วยยีนคนละตำแหน่งกันหรือมี 2 คู่แน่นอน และยีนที่ควบคุมจำนวนใบย่อยนี้น่าจะอยู่ในนิวเคลียสทั้งสิ้น ในการทดลองครั้งนี้ยังพบว่า อาจมีอิทธิพลของยีนรองมาเกี่ยวข้องด้วย จึงมีผลทำให้จำนวนใบย่อยสูงสุดแตกต่างกันไปในแต่ละคู่ผสม และแม้แต่ภายในต้นเดียวกันก็มีจำนวนใบย่อยแตกต่างกัน ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับความสามารถของยีนที่แสดงออกมาให้เห็น (penetrance) และความผันแปรของการแสดงออกในลักษณะจำนวนใบย่อย (expressivity) ความแปรปรวนทางพันธุกรรมดังกล่าว ทำให้การประเมินอัตราพันธุกรรมในลักษณะจำนวนใบย่อยนี้ ได้ค่าค่อนข้างต่ำ แสดงว่าอิทธิพลส่วนหนึ่งมาจากสภาพแวดล้อมด้วย แต่ไม่เป็นการยากแต่อย่างใดในการสร้างพันธุ์ถั่วเหลืองให้มีใบย่อยมากกว่า 3 ใบ เพียงแต่จำนวนใบย่อยที่มากกว่า 3 ใบนั้นอาจแปรปรวนไปได้จากฤดูหนึ่งไปยังอีกฤดูหนึ่ง

ตารางที่ 1. การกระจายตัวอัตราส่วน 3 : 1 ของต้นถั่วเหลืองที่มีใบย่อยมากกว่า 3 ใบ : ต้นที่มีใบปกติของลูกผสมชั่วที่ 2 รวม 16 กลุ่มผสม

กลุ่มผสม	จำนวน ตระกูล	จำนวนต้น ทั้งหมด	ต้นถั่วเหลืองที่มีใบย่อยมากกว่า 3 ใบ		ต้นปกติ		X ²	Prob.
			ค่าสังเกต	ค่าคาดหวัง	ค่าสังเกต	ค่าคาดหวัง		
1. G × ML 9	5	187	145	140.25	42	46.75	0.64	.25 - .50
2. G × ML 10	3	87	58	62.25	29	21.75	3.22	.05 - .10
3. SJ - 2 × ML 9	5	213	156	159.75	57	53.25	0.35	.50 - .75
4. SJ - 2 × ML 10	1	21	16	15.75	5	5.25	0.02	.75 - .90
5. SJ - 2 × ML 11	18	1,010	732	757.50	278	252.50	3.43	.05 - .10
6. T × ML 9	4	211	147	158.25	64	52.75	3.20	.05 - .10
7. T × ML 10	8	315	222	236.25	93	78.75	3.44	.05 - .10
8. T × ML 11	16	615	448	461.25	167	154.75	1.52	.10 - .25
9. ML 9 × G	5	127	104	95.25	23	31.75	3.22	.05 - .10
10. ML 10 × G	7	337	252	252.75	85	84.25	0.01	> .90
11. ML 11 × G	7	643	462	482.25	181	160.75	3.40	.05 - .10
12. ML 9 × T	4	180	126	135.00	54	45.00	2.40	.10 - .25
13. ML 10 × T	2	52	39	39.00	13	13.00	0.00	> .90
14. ML 11 × T	10	452	322	339.00	130	113.00	3.41	.05 - .10
15. ML 11 × S	14	861	625	645.75	236	215.25	2.67	.10 - .25
16. S × ML 10	1	36	28	27.00	8	9.00	0.15	.50 - .75

ตารางที่ 2. การกระจายตัวอัตราส่วน ๑ : ๗ ของต้นถั่วเหลืองที่มีใบน้อยกว่า ๓ ใบ : ต้นที่มีใบปกติของลูกผสมชั่วที่ 2 รวม 23 กลุ่มผสม

กลุ่มผสม	จำนวน ตระกูล	จำนวนต้น ทั้งหมด	ต้นที่มีใบน้อยกว่า ๓ ใบ		ต้นปกติ		X ²	Prob.
			ค่าสังเกต	ค่าคาดหวัง	ค่าสังเกต	ค่าคาดหวัง		
1. I × ML 10	3	103	65	57.94	38	45.06	1.97	.10 - .25
2. S × ML 9	8	267	147	150.19	120	116.81	0.15	.50 - .75
3. S × ML 11	4	342	208	192.38	134	149.62	2.90	.50 - .10
4. SJ - 5 × ML 9	5	97	58	54.56	39	42.44	0.49	.25 - .50
5. SJ - 5 × ML 10	3	150	85	84.38	65	65.62	0.01	> .90
6. SJ - 5 × ML 11	2	37	25	20.81	12	16.19	1.93	.10 - .25
7. C × ML 9	2	57	37	32.06	20	24.94	1.74	.10 - .25
8. C × ML 10	3	54	28	30.38	26	23.62	0.42	.50 - .75
9. ML 9 × I	11	347	209	195.19	138	151.81	2.23	.10 - .25
10. ML 10 × I	17	463	271	260.44	192	202.56	0.98	.25 - .50
11. ML 11 × I	11	694	415	390.38	279	303.62	3.55	.05 - .10
12. ML 9 × S	1	159	100	119.25	59	39.75	2.85	.05 - .10
13. ML 10 × S	2	70	43	39.38	27	30.62	0.76	.25 - .50
14. ML 10 × W	17	647	353	363.94	294	283.06	0.75	.25 - .50
15. ML 9 × SJ - 5	3	58	34	32.62	24	25.38	0.13	.50 - .75
16. ML 10 × SJ - 5	6	205	119	115.31	86	89.69	0.27	.50 - .75
17. ML 11 × SJ - 5	7	246	136	138.38	110	107.62	0.09	.75 - .90
18. ML 9 × SJ - 2	5	242	148	136.12	94	105.88	2.37	.10 - .25
19. ML 10 × SJ - 2	6	212	129	119.25	83	92.75	1.82	.10 - .25
20. ML 11 × SJ - 2	10	384	228	216.00	156	168.00	1.52	.10 - .25
21. ML 9 × C	8	382	197	214.88	185	167.12	3.40	.05 - .10
22. ML 10 × C	2	72	46	31.50	26	40.50	1.71	.10 - .25
23. W × ML 10	1	31	18	23.25	13	7.75	0.04	.75 - .90

ตารางที่ 3. การกระจายตัวอัตราส่วน 1 : 3 และ 7 : 9 ของต้นถั่วเหลืองที่มีใบย่อยมากกว่า 3 ใบ : ต้นที่มีใบปกติของลูกผสมชั่วที่ 2 รวม 4 กลุ่ม

กลุ่ม	จำนวน ตระกูล	จำนวน ต้นทั้งหมด	ต้นที่มีใบย่อยมากกว่า 3 ใบ	ต้นปกติ	$X^2(1:3)$	Prob.	$X^2(7:9)$	Prob.
1. I $\times$ ML 11	8	272	102	170	22.67	.05	4.32	< .05
2. W $\times$ ML 9	2	74	25	49	3.04	.05 - .10	2.99	.05 - .10
3. W $\times$ ML 11	2	30	5	25	1.11	.10 - .20	8.94	< .05
4. ML 9 $\times$ W	6	207	78	129	17.75	< .05	3.12	.05 - .10

ตารางที่ 4. การกระจายตัวของต้นถั่วเหลืองที่มีใบย่อยมากกว่า 3 ใบ : ต้นที่มีใบปกติ ของลูกผสมชั่วที่ 2 ที่เกิดจากการผสมระหว่างสายพันธุ์ที่มีใบย่อยมากกว่า 3 ใบด้วยกันเอง รวม 5 กลุ่ม

กลุ่ม	จำนวน ตระกูล	จำนวน ต้นทั้งหมด	ต้นที่มีใบย่อยมากกว่า 3 ใบ	ต้นปกติ
1. ML 9 $\times$ ML 10	1	18	18	0
2. ML 9 $\times$ ML 11	6	285	285	0
3. ML 10 $\times$ ML 11	2	79	79	0
4. ML 11 $\times$ ML 9	4	132	132	0
5. M. 11 $\times$ ML 10	4	102	102	0

ตารางที่ 6 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างจำนวนใบย่อยสูงสุดในกลุ่มข้าวที่ 2 กับดัชนีใบย่อยสูงสุดในกลุ่มข้าวที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชัน และอัตราพันธุกรรมของจำนวนใบย่อยสูงสุด

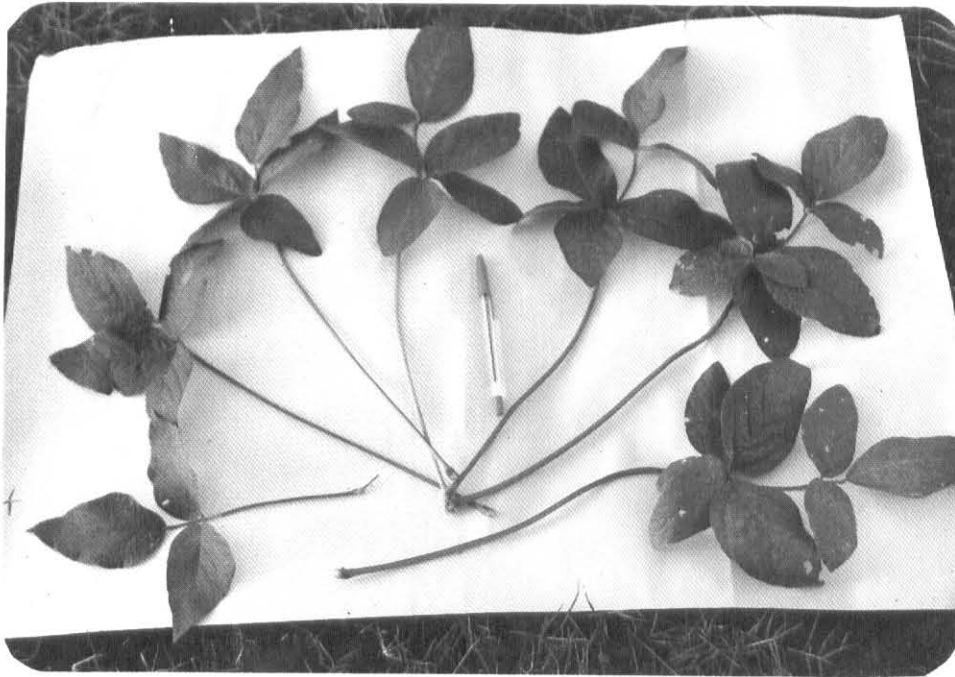
คู่ผสมระหว่าง	ลักษณะใบย่อย สูงสุดในข้าวที่ 2	ดัชนีใบย่อย สูงสุดในข้าวที่ 3	ค่าสหสัมพันธ์ (r) ^{2/}	ค่าสัมประสิทธิ์ รีเกรสชัน b(F ₃ , F ₂)	อัตราพันธุกรรม $h^2 = \frac{2}{3} b(F_3, F_2)$
	(X)	(Y)			
1. I × ML 10	4.90	3.86	0.70*	0.37	0.25
2. I × ML 11	4.30	3.38	0.59	0.28	0.19
3. G × ML 9	4.75	3.71	0.28	0.27	0.18
4. G × ML 10	6.50	3.65	0.73	0.24	0.16
5. S × ML 9	5.40	3.83	0.01	0.01	0.01
6. S × ML 10	4.67	3.69	0.31	0.12	0.08
7. S × ML 11	4.80	3.73	0.30	0.24	0.16
8. W × ML 9	4.40	3.52	0.38	0.24	0.16
9. W × ML 10	4.60	3.52	0.73*	0.34	0.23
10. W × ML 11	3.40	3.32	0.57	0.29	0.19
11. SJ - 5 × ML 9	4.30	3.82	0.15	0.09	0.06
12. SJ - 5 × ML 10	4.20	3.26	0.69*	0.21	0.14
13. SJ - 5 × ML 11	4.20	3.45	0.81**	0.45	0.30
14. SJ - 2 × ML 9	4.10	3.29	0.36	0.12	0.08
15. SJ - 2 × ML 10	4.20	3.71	-0.07	-0.05	-0.03
16. SJ - 2 × ML 11	5.11	4.03	0.80*	0.56	0.37
17. C × ML 9	4.80	4.03	0.70*	0.66	0.44
18. C × ML 10	4.22	3.53	0.73*	0.39	0.26
19. T × ML 9	4.50	3.65	0.69*	0.55	0.37
20. T × ML 10	4.40	3.36	0.71*	0.41	0.27
21. T × ML 11	4.70	3.96	0.83**	0.66	0.44
22. ML 9 × I	4.44	3.65	0.54	0.43	0.29
23. ML 9 × G	4.70	3.53	0.51	0.40	0.27
24. ML 9 × S	5.80	4.18	0.82**	0.39	0.26
25. ML 9 × W	4.30	3.78	0.86**	0.65	0.34
26. ML 9 × SJ - 5	4.13	3.45	0.87**	0.51	0.34

ตารางที่ 5 (ต่อ)

กลุ่มระหว่าง	ลักษณะใบย่อย สูงสุดในช่วงที่ 2 (X)	ค่านีใบย่อย สูงสุดในช่วงที่ 3 (Y)	ค่าสหสัมพันธ์ (r) ^{1/}	ค่าสัมประสิทธิ์ รีเกรสชัน b(F ₃ , F ₂)	อัตราพันธุกรรม $h^2 = \frac{2}{3} b(F_3, F_2)$
27. ML 9 × SJ - 2	4.30	3.51	0.51	0.45	0.30
28. ML 9 × C	4.20	3.57	0.93**	0.49	9.33
29. ML 9 × T	4.40	3.54	0.70*	0.38	0.25
30. ML 9 × ML 11	5.40	4.71	0.76*	0.31	0.21
31. ML 10 × I	5.10	3.42	0.21	0.06	0.04
32. ML 10 × G	4.50	3.44	0.12	0.04	0.03
33. ML 10 × S	4.30	3.46	0.85**	0.45	0.30
34. ML 10 × W	4.60	3.64	0.45	0.39	0.26
35. ML 10 × SJ - 5	4.10	3.68	0.60	0.37	0.25
36. ML 10 × SJ - 2	4.80	4.16	0.75*	0.62	0.41
37. ML 10 × C	4.40	3.48	0.35	0.18	0.12
38. ML 10 × T	4.90	3.84	0.35	0.71	0.48
39. ML 10 × ML 11	6.10	4.95	0.64*	0.07	0.05
40. ML 11 × I	4.90	3.94	0.74*	0.36	0.24
41. ML 11 × G	5.00	3.80	0.87**	0.49	0.33
42. ML 11 × S	5.00	4.01	0.80**	0.66	0.44
43. ML 11 × SJ - 5	4.50	4.00	0.77**	0.61	0.41
44. ML 11 × SJ-2	4.60	4.08	0.64*	0.74	0.49
45. ML 11 × T	5.20	4.05	0.79**	0.60	0.40
46. ML 11 × ML 9	5.50	4.77	0.33	0.17	0.11
47. ML 11 × ML 10	5.10	4.86	0.27	0.07	0.05

^{1/} กลุ่มสม ML 9 × ML 10 ไม่ได้นำมาคำนวณ เพราะความแปรปรวนเป็น 0 ในจำนวนใบย่อยสูงสุดของลูกชั่วที่ 2

^{2/} องศาความเป็นอิสระ 8 ยกเว้นกลุ่มสม G × ML 10 เท่ากับ 5, G × ML 9 และ ML 9 × SJ-5 เท่ากับ 6, SJ-2 × ML 11 และ G × ML 10 เท่ากับ 7



ภาพที่ 1 การกระจายตัวของจำนวนใบย่อย ในลูกชั่วที่ 2 ที่มีตั้งแต่ 3-9 ใบ

เอกสารอ้างอิง

- Fehr, W.R. 1972. Genetic control of leaflet number in soybean. *Crop Sci.* 12:221-224.
- Mahmud, I. and H.H. Kramer. 1951. Segregation for yield, height, and maturity following a soybean cross. *Agron. J.* 43:605-609.

- Mather, K. 1957. *The Measurement of Linkage in Heredity*. Methuen. London.
- Waranyuwat, A. 1977. A high percentage of multifoliage leaves in SJ-2 soybean. *Soybean Genet. Newsl.* 4:67.