

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

งานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 การทดลอง การทดลองที่ 1 เป็นการคัดเลือกหาสายพันธุ์ถั่วเหลืองที่ทนต่อความเค็มในระดับต่างๆของสายพันธุ์ถั่วเหลืองที่ได้มาจากแหล่งพันธุกรรมที่แตกต่างกัน ส่วนการทดลองที่ 2 เป็นการศึกษาการถ่ายทอดลักษณะที่ทนทานต่อความเค็ม สายพันธุ์ทนเค็มที่ได้จากการคัดเลือกของการทดลองที่ 1 พร้อมทั้งลูกผสมชั่วที่ 2 นำมาปลูกทดสอบในแปลงทดลองที่มีสภาพเป็นดินเค็ม โดยการปรับสภาพที่แปลงทดลองของ ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ แต่ละขั้นตอนของงานวิจัยมีดังนี้ คือ

การทดลองที่ 1 การคัดเลือกสายพันธุ์ถั่วเหลืองทนความเค็ม

วางแผนการทดลองแบบ split plot จำนวน 3 ซ้ำ โดยมีระดับความเค็มเป็น main plot และสายพันธุ์ถั่วเหลืองเป็น sub plot ปลูกในสารละลายอาหาร Modified Hoagland's No.2 (Wivutvongvana, 1979) ความเข้มข้นของธาตุอาหารแสดงในตารางที่ 1 ให้มีระดับความเค็ม 4 ระดับคือ 0 6 8 และ 10 mmhos.cm⁻¹ สายพันธุ์ถั่วเหลืองมีจำนวน 31 สายพันธุ์ มีรายชื่อดังนี้

- | | | |
|-------------|-----------------------|-------------------|
| 1. สจ.4 | 11. ดอกขาวตาแดง | 21. CAO QUATIA |
| 2. สจ.5 | 12. ราหูเขียงราย | 22. GO 83 - 58035 |
| 3. ชม.60 | 13. ศุลกากร | 23. GO 83 - 34012 |
| 4. ดอยคำ | 14. EMGOPA 302 | 24. TG 21 |
| 5. O.C.B. | 15. EMGOPA 307 | 25. TG 49 |
| 6. ผาบ่อง 3 | 16. JANGK YONG KONG#5 | 26. TG 60 |

- | | | |
|---------------|------------------------------|--------------------|
| 7. ผ่าช่อง 11 | 17. JANGK YONG KONG#6 | 27. LV.-SU. 1 |
| 8. ผ่าช่อง 13 | 18. XANH TIAN TAI (VIR) | 28. BOKWANG KONG |
| 9. อีสานเขียว | 19. XANH TIAN TAI (LARE, BR) | 29. MTD 176 |
| 10. ปากช่อง | 20. L3 GIA LAIN (LARE, BL) | 30. TANYEUP KONG |
| | | 31. HWANGGEUM KONG |

วิธีการปลูกในสารละลายอาหาร

1. เพาะเมล็ดถั่วเหลืองในกระบะทรายจนถึงระยะที่ต้นถั่วเหลืองมีใบจริงคู่แรก (unifoliage leaves) แล้วย้ายลงปลูกในสารละลายอาหารที่มีความเค็ม 0 6 8 และ 10 mmhos.cm⁻² โดยบรรจุสารละลายอาหารในอ่างพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 18 นิ้วขณะทำการทดลองได้เพิ่มออกซิเจนในสารละลายอาหารตลอดเวลา โดยการใช้ปั๊มลมพ่นอากาศเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์
2. นำต้นถั่วเหลืองที่ปลูกในแต่ละระดับความเค็มมาศึกษาลักษณะต่างๆ เพื่อคัดเลือกหาสายพันธุ์ที่มีความทนทานต่อความเค็ม โดยการสังเกตการแพร่กระจายและความยาวของราก และการผิดปกติของลำใบ (Furlani and Clark, 1981)

การแพร่กระจายของรากให้คะแนน 4 ระดับ ดังนี้

- | | |
|--------------------------|---------------------------|
| 0 หมายถึง รากเจริญปกติ | 1 หมายถึง ผิดปกติเล็กน้อย |
| 2 หมายถึง ผิดปกติปานกลาง | 3 หมายถึง ผิดปกติมาก |

การวัดความยาวราก วัดจากข้อใบเลี้ยงจนถึงปลายรากแก้ว

การสังเกตการผิดปกติของลำใบ ให้คะแนน 3 ระดับ ดังนี้

- | |
|----------------------------------|
| 0 หมายถึง ใบมีสีเขียวปกติ |
| 1 หมายถึง ใบมีสีเขียวเข้มปานกลาง |
| 2 หมายถึง ใบมีสีเขียวเข้มมาก |

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้วิธี Analysis of Variance ทา

ตารางที่ 1 ปริมาณธาตุอาหารต่างๆในสารละลายอาหาร Modified Hoagland's No.2 (Wivutvongvana, 1979)

| สารประกอบ | ปริมาณสารใน stock solution (g/l) | ปริมาณ stock solution ที่ใช้เตรียมสารละลาย (ml/l) |
|---|----------------------------------|---|
| $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ | 114.83 | 0.5 |
| KNO_3 | 151.65 | 2.0 |
| $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ | 236.15 | 2.0 |
| $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ | 246.48 | 1.0 |
| H_3BO_3 | 10.01 | 1/7 liter |
| $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ | 0.77 | 1/7 liter |
| $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ | 0.56 | 0.5/7 liter |
| $(\text{Na}_2)\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ | 0.28 | 0.5/7 liter |
| $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ | 2.15 | 1/7 liter |
| Fe-EDTA | 28.75 | 2/7 liter |

| ธาตุอาหาร | ความเข้มข้นในสารละลายธาตุอาหาร (ppm.) |
|-----------|---------------------------------------|
| N | 210 |
| P | 31 |
| K | 235 |
| Ca | 160 |
| Mg | 24 |
| S | 32 |
| B | 0.50 |
| Zn | 0.05 |
| Cu | 0.02 |
| Mo | 0.01 |
| Mn | 0.20 |
| Fe | 2.5 |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright © by Chiang Mai University
 All rights reserved

ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD. (Least Significant Difference)
(Steel and Torrie, 1960)

การทดลองที่ 2 ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของลักษณะต่างๆของสายพันธุ์ถั่วเหลือง

1. การเตรียมสิ่งทดลองและวิธีการศึกษา

1.1 การสร้างเมล็ดลูกผสมชั่วที่ 2 (F_2) นำพันธุ์ถั่วเหลืองที่ผ่านการทดสอบความทนเค็มจากการทดลองที่ 1 จำนวน 3 สายพันธุ์ แบ่งเป็นพันธุ์ที่ทนต่อความเค็มที่ระดับความเค็ม 6 mmhos.cm^{-1} 2 สายพันธุ์ ได้แก่สายพันธุ์ XANHTIANTAI (VIR) สายพันธุ์ EMGOPA 302 และสายพันธุ์ที่ไม่ทนต่อความเค็ม 1 สายพันธุ์ ได้แก่สายพันธุ์ GO 83-34012 ปลูกร่วมกับถั่วเหลืองพันธุ์มาตรฐาน 2 พันธุ์ ได้แก่พันธุ์ สจ.5 และชม.60 เพื่อใช้เป็นพันธุ์พ่อ-แม่สำหรับสร้างเมล็ดลูกผสมชั่วที่ 1 โดยวิธีการผสมแบบพบกันหมด และไม่มีการผสมกลับ (half diallel cross) จำนวน 10 คู่ผสม เมล็ดลูกผสมชั่วที่ 1 ที่ได้นำไปปลูกต่อ โดยปล่อยให้ผสมตัวเองได้เป็นเมล็ดลูกผสมชั่วที่ 2

1.2 วิธีการปลูก วางแผนการทดลองแบบ Split plot มี 3 ซ้ำ main plot ได้แก่ระดับความเค็ม 2 และ 6 mmhos.cm^{-1} sub plot ได้แก่ประชากรถั่วเหลืองจำนวน 15 ประชากร ซึ่งประกอบด้วยเมล็ดลูกผสมชั่วที่ 2 จำนวน 10 คู่ผสม และสายพันธุ์พ่อ-แม่จำนวน 5 สายพันธุ์ ปลูกในดินที่ปรับให้มีความเค็ม โดยก่อนปลูกได้ทำการลุ่มเก็บตัวอย่างดินจากแปลงทดลอง วิเคราะห์หาข้อมูลพื้นฐาน เพื่อประเมินถึงสภาพความเค็มของดินเบื้องต้น และเพื่อใช้คำนวณหาปริมาณเกลือที่ใช้ในการปรับความเค็มที่ระดับต่างๆ ข้อมูลดินพื้นฐานก่อนปรับสภาพดินแสดงในตารางที่ 2 จากนั้นทำการปรับพื้นที่ให้มีความเค็มที่ระดับ 2 และ 6 mmhos.cm^{-1} ปลูกถั่วเหลืองให้มีระยะปลูกระหว่างต้น 20 ซม. ระหว่างแถว 50 ซม. จำนวน 100 ต้นต่อประชากร การปฏิบัติดูแลเช่นการให้น้ำ ให้น้ำ และ การป้องกันกำจัดโรค และแมลง จัดการตามความเหมาะสม

ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลพื้นฐานของดินก่อนปรับสภาพ ที่แปลงทดลองภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

| ข้อมูลพื้นฐาน | ค่าที่วัดได้ | หน่วย |
|--|--------------|------------------------|
| ความเป็นกรด-ด่าง (pH) | 6.68 | - |
| ความจุของประจุบวกที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ (CEC.) | 6.20 | meq/100 gm. soil |
| ค่าการนำไฟฟ้า (EC.) | 0.26 | mmhos.cm ⁻¹ |
| ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic matter) | 2.28 | % |
| ปริมาณธาตุอาหาร | | |
| N (Total) | 0.108 | % |
| P | 36.00 | ppm. |
| K | 37.50 | ppm. |
| Ca | 475.00 | ppm. |
| Mg | 112.50 | ppm. |
| Fe | 17.50 | ppm. |
| Texture | | |
| sand | 39.52 | % |
| silt | 39.84 | % |
| clay | 20.64 | % |

1.3 ลักษณะที่ศึกษาและการบันทึกข้อมูล มีดังนี้

| | |
|--------------------------------|---------------------------|
| ความแข็งแรงของต้นกล้า | ความสูง (ซม.) |
| (วัดความสูงของ hypocotyl; ซม.) | |
| จำนวนกิ่งต่อต้น | จำนวนฝักต่อต้น |
| จำนวนเมล็ดต่อต้น | น้ำหนักเมล็ดต่อต้น (กรัม) |
| อายุออกดอก(วัน) | อายุสุกแก่ (วัน) |

2. การศึกษาและวิธีการวิเคราะห์ผลทางพันธุกรรม
(Genetical analysis)

2.1 ศึกษาอัตราพันธุกรรม (Heritability; h^2)

คำนวณหาอัตราพันธุกรรมแบบกว้าง (broad sense heritability; h_b^2) ใช้วิธีของ Mahmud and Kramer (1951) (อ้างโดย วิทยา, 2527) โดยวิเคราะห์หาค่า Analysis of variance และค่า Expected Mean Square (EMS) ดังนี้

| Source | df | SS. | MS. | EMS |
|-------------|--------------|--------|--------|---------------|
| Replication | $r-1$ | SS_1 | MS_1 | $t\sigma^2_r$ |
| Treatment | $t-1$ | SS_2 | MS_2 | $r\sigma^2_t$ |
| Error | $(r-1)(t-1)$ | SS_3 | MS_3 | |
| Total | $rt-1$ | SS_4 | | |

ค่า variance ของ Treatment (MS_2) ประกอบด้วย variance จาก P_1, P_2 และ F_2

$$\text{variance } P_1 = V_{P_1} = \frac{MS_{2-1} - MS_3}{r} = \sigma_{P_1}^2$$

$$\text{variance } P_2 = V_{P_2} = \frac{MS_{2-2} - MS_3}{r} = \sigma_{P_2}^2$$

$$\text{variance } F_2 = V_{F_2} = \frac{MS_{2-3} - MS_3}{r} = \sigma_{F_2}^2$$

ค่า $\sigma_{P_1}^2, \sigma_{P_2}^2 = \sigma_E^2$ เป็นค่าลักษณะความแปรปรวนของพ่อ-แม่
เกิดจากอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม

ค่า $\sigma_{F_2}^2 = \sigma_G^2 + \sigma_E^2$ เป็นค่าลักษณะความแปรปรวนของลูก
 F_2 เกิดจากอิทธิพลของพันธุกรรมร่วมกับสิ่งแวดล้อม

ดังนั้น

$$h_{b.w.}^2 = \frac{\sigma_{F_2}^2 - (\sigma_{P_1}^2 + \sigma_{P_2}^2)}{\sigma_{F_2}^2}$$

การคำนวณหาอัตราพันธุกรรมแบบแคบ (narrow sense heritability; $h_{b.w.}^2$) คำนวณได้จาก $h_{b.w.}^2 = \frac{\sigma_A^2}{\sigma_G^2 + \sigma_E^2}$ ค่า σ_A^2 คำนวณได้จากวิธี

ของ Griffing (1956) Method 2 Model 1 โดยใช้วิธีการ Combining

ability analysis ซึ่งมีรายละเอียดของการวิเคราะห์ค่า variance และค่า EMS มีดังนี้

All rights reserved

| Source | df | SS | MS | EMS |
|--------|----------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|
| g.c.a. | n | SS _g | MS _g | $\sigma^2 + \sigma^2 (n+2) \sigma^2$ |
| s.c.a. | n(n-2)/2 | SS _s | MS _s | $\sigma^2 + \sigma^2$ |
| error | m | SS _e | MS _e | σ^2 |

จาก component variance ดังกล่าวสามารถคำนวณหา σ^2_A ได้ กล่าวคือ

$$\begin{aligned} \sigma^2_g &= 1/2 \sigma^2_A \\ \sigma^2_s &= \sigma^2_D \\ \text{ดังนั้น } \sigma^2_A &= 2 \sigma^2_g \\ \sigma^2_D &= \sigma^2_s \end{aligned}$$

2.2 ศึกษาความก้าวหน้าจากการคัดเลือก (Genetic advance)

ของลักษณะพันธุกรรมต่างๆภายใต้การคัดเลือก โดยคำนวณจากสมการ

$$G = k \sigma_h^2$$

และคำนวณหาค่าเฉลี่ยที่คาดว่าจะได้ในสายพันธุ์รุ่นลูก (Expected mean of progeny)

$$\text{Copyright} \text{ } \bar{A} + k \sigma_h^2$$

เมื่อ $G =$ ความก้าวหน้าของลักษณะที่คัดเลือกที่คาดว่าจะเกิดขึ้น

k = selection differential ซึ่งกำหนดให้จำนวน
สายพันธุ์ที่ถูกคัดเลือกไว้มีค่าเท่ากับ 20% ค่า k มีค่า
1.40

σ_p = standard deviation of phenotype ของลูก
ผสมชั่วที่ 2

h^2 = narrow sense heritability

\bar{A} = ค่าเฉลี่ยของประชากรที่คัดเลือก (Original mean)

(Allard, 1960)

2.3 ศึกษาการกระจายตัว (Segregation) ของลักษณะพันธุกรรมต่าง ๆ

วิธีการศึกษา ใช้วิธีการเปรียบเทียบลักษณะความแปรปรวน ระหว่างพันธุ์พ่อ-แม่ และลูกผสมชั่วที่ 2 จากค่า Frequency distribution และค่า Coefficient of Variability (CV.) (Allard, 1960)

2.4 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ Path analysis โดยใช้วิธีของ Wright (1921)

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 การคัดเลือกสายพันธุ์ถั่วเหลืองทนเค็ม

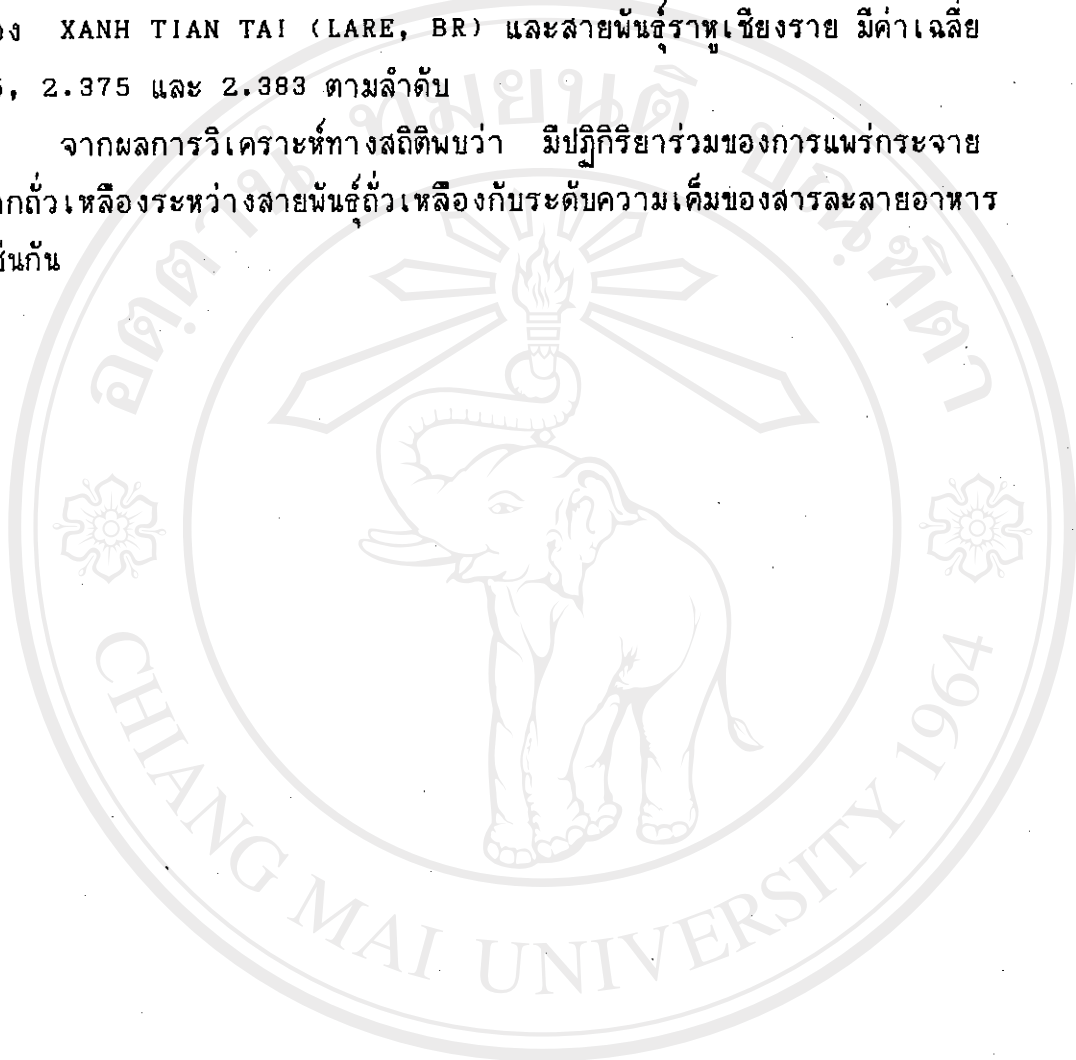
1.1 การแพร่กระจายของรากถั่วเหลือง

ผลการทดลองความทนเค็มของสายพันธุ์ถั่วเหลือง โดยสังเกตการแพร่กระจายของรากได้แสดงไว้ในตารางที่ 3 ส่วนผลการวิเคราะห์ทางสถิติได้แสดงไว้ในตารางภาคผนวกที่ 1 ผลการทดลองพบว่า ถั่วเหลืองสายพันธุ์ต่าง ๆ จำนวน 31 สายพันธุ์ปลูกในสารละลายอาหารที่มีระดับความเค็ม 4 ระดับ ค่าสังเกตการแพร่กระจายของรากที่บ่งถึงความทนทานของสายพันธุ์ถั่วเหลืองต่าง ๆ ต่อระดับความเค็มของสารละลายอาหารที่มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การแสดงอาการผิดปกติของการแพร่กระจายรากจะมีค่าสังเกตเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้น เมื่อปลูกในสารละลายอาหารที่มีระดับความเค็มสูงขึ้น กล่าวคือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.170, 2.134, 2.763 และ 2.989 เมื่อปลูกในสารละลายอาหารที่มีระดับความเค็ม 0, 6, 8 และ 10 mmhos.cm⁻¹ ตามลำดับ

การตอบสนองต่อความเค็มของสายพันธุ์ถั่วเหลืองจะมีความแตกต่างกันระหว่างสายพันธุ์ถั่วเหลืองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน ค่าสังเกตการแพร่กระจายของรากถั่วเหลืองสายพันธุ์ต่าง ๆ เมื่อเฉลี่ยจากความเค็มของสารละลายอาหาร 4 ระดับ มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.192-2.383 สายพันธุ์ถั่วเหลืองที่แสดงความทนทานต่อความเค็มของสารละลายเฉลี่ยทั้ง 4 ระดับได้ดี และมีค่าเฉลี่ยการแพร่กระจายของรากอยู่ในระดับผิดปกติเล็กน้อยจนถึงผิดปกติปานกลางได้แก่สายพันธุ์ XANH TIAN TAI (VIR), EMGOPA302, TG60, O.C.B. และสายพันธุ์ JANK YONG KONG#5 มีค่าเฉลี่ย 1.192, 1.508, 1.675, 1.700 และ 1.725 ส่วนสายพันธุ์ถั่วเหลืองที่แสดงความทนทานต่อความเค็มได้ระดับค่อนข้างต่ำ และมีค่า

เฉลี่ยการแพร่กระจายของรากระดับผิวดินปานกลางถึงผิวดินมาก ได้แก่ สายพันธุ์ปากช่อง XANH TIAN TAI (LARE, BR) และสายพันธุ์ราหูเชียงราย มีค่าเฉลี่ย 2.325, 2.375 และ 2.383 ตามลำดับ

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า มีปฏิกริยาร่วมของการแพร่กระจายของรากแก้วเหลืองระหว่างสายพันธุ์แก้วเหลืองกับระดับความเค็มของสารละลายอาหารด้วยเช่นกัน



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3 การแพร่กระจายของรากที่สังเกตได้จากสายพันธุ์ถั่วเหลืองจำนวน 31 สายพันธุ์ เมื่อปลูกในสารละลายอาหารที่ระดับความเค็ม 4 ระดับ

| พันธุ์หรือสายพันธุ์ | การแพร่กระจายของราก ระดับความเค็ม (mmhos.cm ⁻¹) | | | | เฉลี่ย (คะแนน) ^{1/2} |
|-------------------------|--|-------|-------|-------|----------------------------------|
| | 0 | 6 | 8 | 10 | |
| สจ.4 | 0.000 | 2.933 | 3.000 | 3.000 | 2.233 |
| สจ.5 | 0.000 | 2.000 | 2.900 | 3.000 | 1.975 |
| ชม.60 | 0.000 | 2.933 | 3.000 | 3.000 | 2.233 |
| ดอยคำ | 0.000 | 1.967 | 2.967 | 3.000 | 1.984 |
| O.C.B. | 0.067 | 1.700 | 2.067 | 2.967 | 1.700 |
| ผาบ่อง 3 | 0.067 | 1.833 | 2.900 | 3.000 | 1.950 |
| ผาบ่อง 11 | 0.033 | 2.867 | 3.000 | 3.000 | 2.225 |
| ผาบ่อง 13 | 0.067 | 1.867 | 2.100 | 2.933 | 1.742 |
| อีสานเขียว | 0.047 | 1.967 | 2.967 | 3.000 | 1.995 |
| ปากช่อง | 0.433 | 2.867 | 3.000 | 3.000 | 2.325 |
| ดอกขาวตาแดง | 0.067 | 1.967 | 2.933 | 3.000 | 1.992 |
| ราหูเขียงราย | 0.633 | 2.900 | 3.000 | 3.000 | 2.383 |
| ศุลกากร | 0.067 | 2.767 | 3.000 | 3.000 | 2.209 |
| EMGOPA 302 | 0.033 | 0.167 | 2.833 | 3.000 | 1.508 |
| EMGOPA 307 | 0.133 | 2.800 | 3.000 | 3.000 | 2.233 |
| JANGK YONG KONG#5 | 0.133 | 1.767 | 2.100 | 2.900 | 1.725 |
| JANGK YONG KONG#6 | 0.000 | 1.467 | 2.867 | 3.000 | 1.834 |
| XANH TIAN TAI(VIR) | 0.000 | 0.300 | 1.600 | 2.867 | 1.192 |
| XANH TIAN TAI(LARE, BR) | 0.700 | 2.800 | 3.000 | 3.000 | 2.375 |
| L3 GIA LAIN(LARE, BL) | 0.000 | 2.533 | 2.933 | 3.000 | 2.117 |
| CAO QUATIA | 0.067 | 1.767 | 2.733 | 3.000 | 1.892 |
| GO 83 - 58035 | 0.433 | 1.767 | 2.833 | 3.000 | 2.008 |

ตารางที่ 3 (ต่อ)

| พันธุ์หรือสายพันธุ์ | การแพร่กระจายของราก ระดับความเค็ม (mmhos.cm ⁻¹) | | | | เฉลี่ย (คะแนน) ^{1/} |
|---------------------|--|-------|-------|-------|---------------------------------|
| | 0 | 6 | 8 | 10 | |
| GO 83 - 34012 | 0.267 | 1.700 | 2.800 | 3.000 | 1.942 |
| TG 21 | 0.000 | 2.533 | 2.933 | 3.000 | 2.117 |
| TG 49 | 0.367 | 2.600 | 3.000 | 3.000 | 2.242 |
| TG 60 | 0.000 | 1.567 | 2.133 | 3.000 | 1.675 |
| LV.-SU.1 | 0.000 | 2.167 | 2.167 | 3.000 | 1.834 |
| BOKWANG KONG | 0.000 | 2.867 | 3.000 | 3.000 | 2.217 |
| MTD 176 | 0.000 | 1.933 | 2.900 | 3.000 | 1.958 |
| TANYEUP KONG | 0.000 | 2.700 | 3.000 | 3.000 | 2.175 |
| HWANGGEUM KONG | 0.000 | 2.700 | 3.000 | 3.000 | 2.175 |
| Mean | 0.170 | 2.134 | 2.763 | 2.989 | 2.014 |
| F-value | | | | | |
| main plot | 115.11* | | | | |
| sub plot | 37.19* | | | | |
| interaction | 17.25* | | | | |
| LSD(0.05) | | | | | |
| main plot | 0.384 | | | | |
| sub plot | 1.046 | | | | |
| interaction | 1.812 | | | | |
| CV. | | | | | |
| main plot | 9.57 % | | | | |
| sub plot | 32.10 % | | | | |

^{1/} คะแนน 4 ระดับมีดังนี้

- | | |
|--------------------------|---------------------------|
| 0 หมายถึง รากเจริญปกติ | 1 หมายถึง ผิดปกติเล็กน้อย |
| 2 หมายถึง ผิดปกติปานกลาง | 3 หมายถึง ผิดปกติมาก |

1.2 ความยาวของรากแก้วเหลือง

ผลการทดลองความทนเค็มของสายพันธุ์แก้วเหลืองโดยการวัดความยาวรากของแก้วเหลือง ได้แสดงไว้ตารางที่ 4 ส่วนผลการวิเคราะห์ทางสถิติได้แสดงไว้ในตารางภาคผนวกที่ 2 ผลการทดลองพบว่า แก้วเหลืองจำนวน 31 สายพันธุ์เมื่อปลูกในสารละลายอาหารที่มีระดับความเค็มแตกต่างกัน 4 ระดับมีความยาวรากเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความยาวรากของแก้วเหลืองลดลงเมื่อปลูกในสารละลายอาหารที่มีระดับความเค็มสูงขึ้น กล่าวคือ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 201.13, 190.82, 182.30 และ 174.40 มม. เมื่อปลูกในสารละลายอาหารที่มีระดับความเค็ม 0, 6, 8 และ 10 mmhos.cm⁻¹ ตามลำดับ

การตอบสนองต่อความทนเค็มของสายพันธุ์แก้วเหลืองมีความแตกต่างกันระหว่างสายพันธุ์แก้วเหลืองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน ความยาวรากของแก้วเหลืองสายพันธุ์ต่าง ๆ เมื่อเฉลี่ยจากความเค็มของสารละลายอาหาร 4 ระดับมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 169.92-197.52 มม. สายพันธุ์แก้วเหลืองที่แสดงความทนทานต่อความเค็มของสารละลายเฉลี่ยทั้ง 4 ระดับได้ดี และมีค่าความยาวรากมากกว่าค่าเฉลี่ยรวม ได้แก่สายพันธุ์ ดอยคำ, ฅาบอง 11, EMGOPA 302, XANH TIAN TAI (VIR) และสายพันธุ์ XANH TIAN TAI (LARE, BR) มีค่าเฉลี่ย 196.34, 196.06, 194.98, 192.27 และ 197.52 มม. ส่วนสายพันธุ์แก้วเหลืองที่แสดงความทนทานต่อความเค็มได้ระดับค่อนข้างต่ำ มีค่าเฉลี่ยความยาวรากน้อยกว่าค่าเฉลี่ยรวมได้แก่พันธุ์ ฅาบอง 3, ฅาบอง 13, ปากช่อง, ราหู เชียงราย และสายพันธุ์ EMGOPA 307 มีค่าเฉลี่ย 177.36, 176.94, 178.17, 179.29 และ 169.92 มม. ตามลำดับ

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า มีปฏิกริยาร่วมของความยาวรากแก้วเหลืองระหว่างสายพันธุ์แก้วเหลืองกับระดับความเค็มของสารละลายอาหารด้วยเช่นเดียวกัน

ตารางที่ 4 ความยาวราก ที่วัดได้จากสายพันธุ์ถั่วเหลืองจำนวน 31 สายพันธุ์ เมื่อปลูก
ในสารละลายอาหาร ที่ระดับความเค็ม 4 ระดับ

| พันธุ์หรือสายพันธุ์ | ความยาวราก | | | | เฉลี่ย (มม.) |
|------------------------|---|--------|--------|--------|-----------------|
| | ระดับความเค็ม (mmhos.cm ⁻¹) | | | | |
| | 0 | 6 | 8 | 10 | |
| สจ.4 | 203.03 | 191.90 | 180.86 | 177.90 | 188.42 |
| สจ.5 | 195.66 | 192.87 | 185.93 | 175.70 | 187.54 |
| ชม.60 | 209.10 | 190.63 | 185.26 | 174.26 | 189.81 |
| ดอยคำ | 208.50 | 196.00 | 191.23 | 189.63 | 196.34 |
| O.C.B. | 210.33 | 191.36 | 188.56 | 182.32 | 193.07 |
| ผ้าช่อง 3 | 210.63 | 192.30 | 155.60 | 150.93 | 177.36 |
| ผ้าช่อง 11 | 209.70 | 203.06 | 189.56 | 181.93 | 196.06 |
| ผ้าช่อง 13 | 187.73 | 178.93 | 173.83 | 167.30 | 176.94 |
| อีสานเขียว | 190.56 | 190.30 | 183.70 | 170.63 | 183.80 |
| ปากช่อง | 189.86 | 180.23 | 175.10 | 167.50 | 178.17 |
| ดอกขาวตามดง | 198.86 | 188.36 | 184.70 | 174.86 | 186.70 |
| ราหูเขียวราย | 191.00 | 180.86 | 179.10 | 166.20 | 179.29 |
| ศุลกากร | 206.60 | 195.66 | 191.26 | 184.80 | 194.58 |
| EMGOPA 302 | 214.93 | 204.36 | 195.63 | 186.40 | 194.98 |
| EMGOPA 307 | 189.26 | 166.43 | 167.86 | 156.13 | 169.92 |
| JANGK YONG KONG#5 | 205.06 | 190.80 | 179.93 | 170.66 | 186.61 |
| JANGK YONG KONG#6 | 195.43 | 193.10 | 187.13 | 183.40 | 189.76 |
| XANH TIAN TAI(VIR) | 221.53 | 214.33 | 169.03 | 164.20 | 192.27 |
| XANH TIAN TAI(LARE,BR) | 208.80 | 200.36 | 196.20 | 184.73 | 197.52 |
| L3 GIA LAIN(LARE,BL) | 209.63 | 186.10 | 170.50 | 165.03 | 182.81 |
| CAO QUATIA | 190.70 | 185.93 | 181.96 | 169.30 | 181.97 |
| GO 83 - 58035 | 199.63 | 196.26 | 188.13 | 175.83 | 189.96 |
| GO 83 - 34012 | 193.80 | 182.60 | 177.93 | 172.36 | 181.67 |

ตารางที่ 4 (ต่อ)

| พันธุ์หรือสายพันธุ์ | ความยาวราก | | | | เฉลี่ย (มม.) |
|---------------------|---|--------|--------|--------|-----------------|
| | ระดับความเค็ม (mmhos.cm ⁻¹) | | | | |
| | 0 | 6 | 8 | 10 | |
| TG 21 | 200.73 | 192.06 | 188.00 | 185.30 | 191.52 |
| TG 49 | 207.50 | 196.66 | 188.66 | 179.50 | 193.08 |
| TG 60 | 192.46 | 187.10 | 185.70 | 174.66 | 185.35 |
| LV.-SU.1 | 197.96 | 187.53 | 182.96 | 172.93 | 185.35 |
| BOKWANG KONG | 204.33 | 186.80 | 174.56 | 167.86 | 183.39 |
| MTD 176 | 204.50 | 200.00 | 189.90 | 185.00 | 194.85 |
| TANYEUP KONG | 191.70 | 188.90 | 180.26 | 172.36 | 183.30 |
| HWANGGEUM KONG | 195.43 | 184.13 | 181.86 | 176.66 | 184.52 |
| Mean | 201.13 | 190.82 | 182.30 | 174.40 | 187.16 |
| F-value | main plot 2026.08* | | | | |
| | sub plot 114.14* | | | | |
| | interaction 22.82* | | | | |
| LSD(0.05) | main plot 4.912* | | | | |
| | sub plot 3.629* | | | | |
| | interaction 17.567* | | | | |
| CV. | main plot 1.31 % | | | | |
| | sub plot 5.78 % | | | | |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

1.3 สีของใบถั่วเหลือง

ผลการทดลองความทนเค็มของสายพันธุ์ถั่วเหลือง โดยสังเกตได้จาก ระดับความเข้มของสีใบซึ่งได้แสดงไว้ในตารางที่ 5 ส่วนผลการวิเคราะห์ทางสถิติ ได้แสดงไว้ในตารางภาคผนวกที่ 3 ผลการทดลองพบว่า ถั่วเหลืองสายพันธุ์ต่าง ๆ จำนวน 31 สายพันธุ์เมื่อปลูกในสารละลายอาหารที่มีความเค็ม 4 ระดับ ค่าสังเกต สีของใบที่บ่งถึงความทนทาน ต่อระดับความเค็มของสารละลายอาหารมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความเข้มของสีใบมีค่าสังเกตเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้นเมื่อ ปลูกในสารละลายอาหารที่มีระดับความเค็มสูงขึ้นกล่าวคือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.020, 1.010, 1.370 และ 1.760 เมื่อปลูกในสารละลายอาหารที่มีระดับความเค็ม 0, 6, 8 และ 10 mmhos.cm⁻¹ ตามลำดับ

การตอบสนองต่อความทนเค็มของสายพันธุ์ถั่วเหลืองมีความแตกต่างกัน ระหว่างสายพันธุ์ของถั่วเหลืองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน ค่าสังเกตความ เข้มของสีใบถั่วเหลืองสายพันธุ์ต่าง ๆ เมื่อเฉลี่ยจากความเค็มของสารละลาย อาหาร 4 ระดับ มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.758-1.284 สายพันธุ์ถั่วเหลืองที่แสดงความ ทนทานต่อความเค็มของสารละลายเฉลี่ยทั้ง 4 ระดับได้ดี และมีค่าเฉลี่ยของสีใบอยู่ ในระดับปกติถึงมีสีเขียวเข้มปานกลางและมีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยรวม ได้แก่พันธุ์ สจ.5, 0.C.B., ปากช่อง, EMGOPA302 และสายพันธุ์ XANH TIAN TAI (LARE, BR) มีค่าเฉลี่ย 0.758, 0.792, 0.783, 0.983 และ 0.759 ส่วนสายพันธุ์ถั่วเหลือง ที่แสดงความทนทานต่อความเค็มได้ระดับค่อนข้างต่ำ และมีค่าเฉลี่ยของสีใบเขียว เข้มปานกลางถึงสีเขียวเข้มมากได้แก่สายพันธุ์ ดอยคำ, ผาบ่อง 13, อีสานเขียว, TG 49 และสายพันธุ์ MTD 176 มีค่าเฉลี่ย 1.108, 1.250, 1.225, 1.284 และ 1.284 ตามลำดับ

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า มีปฏิกริยาร่วมของสีของใบระหว่าง สายพันธุ์ถั่วเหลืองกับระดับความเค็มของสารละลายอาหารเช่นเดียวกัน

ตารางที่ 5 ลิของใบ ที่สังเกตได้จากสายพันธุ์ถั่วเหลืองจำนวน 31 สายพันธุ์ เมื่อปลูกในสารละลายอาหาร ที่ระดับความเค็ม 4 ระดับ

| พันธุ์หรือสายพันธุ์ | ลิของใบ ระดับความเค็ม (mmhos.cm ⁻¹) | | | | เฉลี่ย (คะแนน) |
|------------------------|--|-------|-------|-------|-------------------|
| | 0 | 6 | 8 | 10 | |
| สจ.4 | 0.000 | 1.000 | 1.033 | 2.000 | 1.008 |
| สจ.5 | 0.000 | 0.900 | 1.033 | 1.100 | 0.758 |
| ชม.60 | 0.000 | 0.933 | 1.067 | 1.933 | 0.983 |
| ดอยคำ | 0.000 | 0.900 | 1.800 | 1.733 | 1.108 |
| O.C.B. | 0.000 | 1.000 | 1.000 | 1.167 | 0.792 |
| ผาบ่อง 3 | 0.000 | 0.900 | 1.200 | 2.000 | 1.025 |
| ผาบ่อง 11 | 0.000 | 0.900 | 1.067 | 1.267 | 0.809 |
| ผาบ่อง 13 | 0.000 | 1.067 | 1.933 | 2.000 | 1.250 |
| อีสานเขียว | 0.033 | 1.033 | 1.833 | 2.000 | 1.225 |
| ปากช่อง | 0.000 | 1.000 | 1.000 | 1.133 | 0.783 |
| ดอกขาวตาแดง | 0.000 | 1.033 | 1.000 | 2.000 | 1.008 |
| ราหูเขียงราย | 0.100 | 1.000 | 1.167 | 1.933 | 1.050 |
| ศุภกากร | 0.000 | 0.967 | 1.933 | 1.867 | 1.192 |
| EMGOPA 302 | 0.000 | 0.400 | 1.533 | 2.000 | 0.983 |
| EMGOPA 307 | 0.000 | 1.067 | 1.467 | 1.900 | 1.109 |
| JANGK YONG KONG#5 | 0.033 | 0.933 | 1.200 | 1.900 | 1.017 |
| JANGK YONG KONG#6 | 0.033 | 0.833 | 1.433 | 1.933 | 1.058 |
| XANH TIAN TAI(VIR) | 0.000 | 0.633 | 1.867 | 2.000 | 1.125 |
| XANH TIAN TAI(LARE,BR) | 0.000 | 0.767 | 1.000 | 1.267 | 0.759 |
| L3 GIA LAIN(LARE,BL) | 0.100 | 0.800 | 1.400 | 1.933 | 0.900 |
| CAO QUATIA | 0.000 | 0.500 | 1.133 | 1.967 | 0.784 |
| GO 83 - 58035 | 0.067 | 0.600 | 1.100 | 1.367 | 0.784 |

All rights reserved

ตารางที่ 5 (ต่อ)

| พันธุ์หรือสายพันธุ์ | สีของใบ | | | | เฉลี่ย (คะแนน) ^{1/} |
|---------------------|---|-------|-------|-------|---------------------------------|
| | ระดับความเค็ม (mmhos.cm ⁻¹) | | | | |
| | 0 | 6 | 8 | 10 | |
| GO 83 - 34012 | 0.000 | 1.067 | 1.367 | 1.767 | 1.050 |
| TG 21 | 0.000 | 1.033 | 1.600 | 1.800 | 1.108 |
| TG 49 | 0.167 | 1.067 | 1.900 | 2.000 | 1.284 |
| TG 60 | 0.000 | 1.000 | 1.700 | 1.800 | 1.125 |
| LV.-SU.1 | 0.033 | 0.867 | 1.133 | 2.000 | 1.008 |
| BOKWANG KONG | 0.000 | 1.000 | 1.333 | 1.533 | 0.967 |
| MTD 176 | 0.000 | 1.167 | 1.967 | 2.000 | 1.284 |
| TANYEUP KONG | 0.000 | 1.067 | 1.167 | 1.833 | 1.017 |
| HWANGGEUM KONG | 0.000 | 1.000 | 1.000 | 1.100 | 0.775 |
| Mean | 0.020 | 1.010 | 1.370 | 1.760 | 1.040 |
| F-value | | | | | |
| main plot | 425.40* | | | | |
| sub plot | 2.93* | | | | |
| interaction | 2.00* | | | | |
| LSD(0.05) | | | | | |
| main plot | 0.698 | | | | |
| sub plot | 0.616 | | | | |
| interaction | 0.881 | | | | |
| CV. | | | | | |
| main plot | 36.40 % | | | | |
| sub plot | 56.61 % | | | | |

^{1/} คะแนน 3 ระดับ มีดังนี้

- 0 หมายถึง ใบมีสีเขียวปกติ
- 1 หมายถึง ใบมีสีเขียวเข้มปานกลาง
- 2 หมายถึง ใบมีสีเขียวเข้มมาก

การทดลองที่ 2 ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของลักษณะต่าง ๆ ของสายพันธุ์ถั่วเหลือง

2.1 การกระจายตัวของลูกผสมชั่วที่ 2

ได้ศึกษาการกระจายตัวของลูกผสมชั่วที่ 2 (F_2) ของลักษณะต่างๆของแต่ละคู่ผสมของถั่วเหลือง เมื่อปลูกทดลองที่ระดับความเค็ม 2 และ 6 mmhos.cm⁻¹ ผลการศึกษาพบว่า การกระจายตัวของลักษณะต่าง ๆ ของลูกผสมชั่วที่ 2 เมื่อปลูกที่ระดับความเค็ม 2 mmhos.cm⁻¹ จะมีการกระจายตัวอยู่ระหว่างลักษณะของพันธุ์พ่อ-แม่ ในทุกลักษณะที่ศึกษา ลักษณะของลูกผสมชั่วที่ 2 ที่มีค่าเฉลี่ยอยู่เฉพาะระหว่างพันธุ์พ่อ-แม่ ได้แก่ลักษณะความแข็งแรงของต้นกล้า ความสูงของลำต้น และอายุสกกแก่ ซึ่งพบในคู่ผสมต่างๆ ลักษณะลูกผสมชั่วที่ 2 ที่มีการกระจายตัวอยู่ระหว่างลักษณะของพันธุ์พ่อ-แม่ แต่มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าพันธุ์พ่อ-แม่ รวมทั้งมีการกระจายตัวแบบ Transgressive segregation ร่วมอยู่ด้วย ได้แก่จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้น จำนวนกิ่งต่อต้น และน้ำหนักเมล็ดต่อต้น ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้จะพบในทุกคู่ผสมเช่นเดียวกัน มีบางลักษณะที่ลูกผสมชั่วที่ 2 มีค่าเฉลี่ยของการกระจายตัวต่ำกว่าพันธุ์พ่อ-แม่ ได้แก่ ความสูงของลำต้น ซึ่งพบในคู่ผสม สจ.5xชม.60 และลักษณะความแข็งแรงของต้นกล้า ซึ่งพบในคู่ผสม XANH TIAN TAI(VIR) x GO 83-34012 (ตารางภาคผนวกที่ 4 - 73)

การกระจายตัวของลูกผสมชั่วที่ 2 ของคู่ผสมต่าง ๆ เมื่อปลูกที่ระดับความเค็ม 6 mmhos.cm⁻¹ ของลักษณะต่าง ๆ นั้น จะมีการกระจายตัวอยู่ระหว่างพันธุ์พ่อ-แม่ เช่นเดียวกัน ค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ ในแต่ละคู่ผสม จะมีทั้งค่าอยู่ระหว่าง สูงกว่า และต่ำกว่าลักษณะของพันธุ์พ่อ-แม่ รวมทั้งมี Transgressive segregation ของลักษณะองค์ประกอบที่สำคัญของผลผลิตด้วยเช่นเดียวกัน เช่น ลักษณะจำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้น และจำนวนกิ่งต่อต้น รายละเอียดของลักษณะการกระจายตัวของลูกผสมชั่วที่ 2 ของลักษณะต่างๆ ของแต่ละคู่ผสมเมื่อปลูกที่ระดับความเค็ม 6 mmhos.cm⁻¹ ได้แสดงไว้ในตารางภาคผนวกที่ 74 - 143 ส่วนผลผลิตต่อต้นที่ระดับความเค็ม 2 และ 6 mmhos.cm⁻¹ แสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลผลิตต่อต้น(กรัม) ของประชากรถั่วเหลืองเมื่อปลูกในสภาพดินเค็มที่ระดับ
2 และ 6 mmhos.cm⁻¹

| ประชากร | ผลผลิตต่อต้น(กรัม) | | เฉลี่ย |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------|
| | 2 mmhos.cm ⁻¹ | 6 mmhos.cm ⁻¹ | |
| 1.สจ.5 | 4.00 | 7.46 | 5.73 |
| 2.ขม.60 | 3.36 | 3.51 | 3.44 |
| 3.XANH TIAN TAI(VIR) | 3.59 | 3.51 | 3.44 |
| 4.EMGOPA 302 | 2.56 | 0.35 | 1.46 |
| 5.G0 83-34012 | 2.46 | 0.76 | 1.61 |
| 6.สจ.5 x ขม.60 | 4.93 | 3.29 | 4.11 |
| 7.สจ.5 x XANH | 5.82 | 3.14 | 4.48 |
| 8.สจ.5 x EMGOPA302 | 2.97 | 2.93 | 2.95 |
| 9.สจ.5 x G083-34012 | 7.07 | 6.77 | 6.92 |
| 10.ขม.60 x XANH | 7.23 | 6.60 | 6.92 |
| 11.ขม.60 x EMGOPA302 | 5.71 | 2.62 | 4.17 |
| 12.ขม.60 x G083-34012 | 5.20 | 5.51 | 5.36 |
| 13.XANH x EMGOPA302 | 4.76 | 3.95 | 4.36 |
| 14.XANH x G083-34012 | 3.61 | 5.55 | 4.58 |
| 15.EMGOPA302 x G083-34012 | 3.99 | 3.17 | 3.58 |
| เฉลี่ย | 4.48 | 4.07 | 4.28 |
| F-test | 0.08 | | |
| CV. | 9.92 % | | |

2.2 ศึกษาอัตราพันธุกรรม (Heritability; h^2)

2.2.1 อัตราพันธุกรรมแบบกว้าง (broad sense heritability; $h_{b.s.}^2$)

การศึกษ้อัตราพันธุกรรมแบบกว้าง ($h_{b.s.}^2$) ของลักษณะต่าง ๆ ของคัพผสม ถั่วเหลืองที่ระดับความเค็ม 2 และ 6 mmhos.cm⁻¹ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 7 ผลการศึกษพบว่า ค่า $h_{b.s.}^2$ ของแต่ละลักษณะที่ศึกษา ได้แก่ ความแข็งแรงของต้นกล้า ความสูง จำนวนกิ่งต่อต้น จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้น น้ำหนักเมล็ดต่อต้น อายุออกดอก และอายุสุกแก่ ที่ระดับความเค็มต่ำ (2 mmhos.cm⁻¹) มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าที่ระดับเค็มสูง (6 mmhos.cm⁻¹) ลักษณะบางลักษณะ เช่น จำนวนกิ่งต่อต้น อายุออกดอก และอายุสุกแก่ มีค่า $h_{b.s.}^2$ ไม่แตกต่างกันมากเมื่อปลูกในสภาพความเค็มที่แตกต่างกัน 2 ระดับ แต่มีบางลักษณะ เช่น ความสูงของลำต้น จำนวนฝักต่อต้น และจำนวน เมล็ดต่อต้น ค่า $h_{b.s.}^2$ ลดลงอย่างมากเมื่อปลูกในสภาพความเค็มที่เพิ่มจาก 2 เป็น 6 mmhos.cm⁻¹

ค่า $h_{b.s.}^2$ ของลักษณะถั่วเหลืองเมื่อเฉลี่ยจากทั้ง 2 ระดับความเค็มของทุกคัพผสม พบว่า ลักษณะที่มี $h_{b.s.}^2$ มีค่าเฉลี่ยสูงกว่า 50% มี 2 ลักษณะ ได้แก่ ความแข็งแรงของต้นกล้า และอายุออกดอก มีค่า $h_{b.s.}^2$ เท่ากับ 0.50 และ 0.52 ที่ระดับความเค็ม 2 mmhos.cm⁻¹ ลักษณะที่มีค่าเฉลี่ยของ $h_{b.s.}^2$ สูงกว่า 50% ได้แก่ลักษณะความแข็งแรงของต้นกล้า ความสูง จำนวนฝักต่อต้น น้ำหนักเมล็ดต่อต้น อายุออกดอก และอายุสุกแก่ และมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า 50% ได้แก่ ลักษณะจำนวนกิ่งต่อต้น และจำนวนเมล็ดต่อต้นที่ระดับความเค็ม 6 mmhos.cm⁻¹ ไม่พบว่ามีลักษณะใดที่มีค่าเฉลี่ยของ $h_{b.s.}^2$ สูงกว่า 50%

2.2.2 อัตราพันธุกรรมแบบแคบ (narrow sense heritability; $h_{n.s.}^2$)

อัตราพันธุกรรมแบบแคบ ($h_{n.s.}^2$) ของแต่ละลักษณะถั่วเหลืองที่ศึกษา ซึ่งคำนวณได้โดยวิธีการ combining ability analysis ของลูกผสมชั่วที่ 2 (F_2) ได้แสดงไว้ในตารางที่ 8 ผลการศึกษพบว่า ค่า $h_{n.s.}^2$ ของแต่ละลักษณะมีทั้งมีค่าเพิ่มมากขึ้นและลดลง เมื่อปลูกทดลองในดินที่มีความเค็ม 2 และ 6 mmhos.cm⁻¹ กล่าวคือ ลักษณะความแข็งแรงของต้นกล้า อายุออกดอก และอายุสุกแก่ มีค่า $h_{n.s.}^2$ ลดลง เมื่อปลูกที่ระดับความเค็ม 6 mmhos.cm⁻¹ ซึ่งตรงกันข้ามกับลักษณะความสูง จำนวนกิ่งต่อต้น จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้น และน้ำหนักเมล็ดต่อต้น ที่มีค่า $h_{n.s.}^2$ สูงขึ้น เมื่อปลูกที่ระดับความเค็มดังกล่าว

ตารางที่ 7. อัตราพันธุกรรมแบบกว้าง (broad sense heritability; h_{b}^2) ของลักษณะต่าง ๆ ของคัพผสมถั่วเหลือง ที่ระดับความเค็ม 2 และ 6 mmhos.cm⁻¹

| คัพผสม | ความแข็งแรงของต้นกล้า | | | ความสูง | | | จำนวนกิ่งต่อต้น | | |
|----------------------|-----------------------|------|--------|---------|------|--------|-----------------|------|--------|
| | 2 | 6 | เฉลี่ย | 2 | 6 | เฉลี่ย | 2 | 6 | เฉลี่ย |
| สจ.5 x ซม.60 | 0.88 | 0.28 | 0.58 | 0.28 | 0.72 | 0.50 | 0.15 | 0.99 | 0.57 |
| สจ.5 x XANH. | 0.47 | 0.61 | 0.54 | 0.99 | 0.29 | 0.64 | 0.74 | 0.11 | 0.43 |
| สจ.5 x EMGOPA 302 | 0.73 | 0.31 | 0.52 | 0.98 | 0.09 | 0.54 | 0.83 | 0.75 | 0.79 |
| สจ.5 x GO 83-34012 | 0.36 | 0.67 | 0.52 | 0.79 | 0.70 | 0.75 | 0.48 | 0.08 | 0.28 |
| ซม.60 x XANH. | 0.85 | 0.31 | 0.58 | 0.54 | 0.17 | 0.36 | 0.48 | 0.11 | 0.29 |
| ซม.60 x EMGOPA 302 | 0.88 | 0.39 | 0.64 | 0.63 | 0.12 | 0.38 | 0.03 | 0.78 | 0.41 |
| ซม.60 x GO 83-34012 | 0.65 | 0.91 | 0.78 | 0.37 | 0.65 | 0.51 | 0.19 | 0.68 | 0.44 |
| XANH x EMGOPA 302 | 0.53 | 0.11 | 0.32 | 0.66 | 0.10 | 0.38 | 0.66 | 0.08 | 0.37 |
| XANH x GO 83-34012 | 0.16 | 0.53 | 0.35 | 0.23 | 0.61 | 0.42 | 0.07 | 0.44 | 0.26 |
| EMGOPA X GO 83-34012 | 0.18 | 0.24 | 0.21 | 0.07 | 0.20 | 0.14 | 0.77 | 0.24 | 0.51 |
| เฉลี่ย | 0.57 | 0.44 | 0.50 | 0.55 | 0.37 | 0.46 | 0.44 | 0.43 | 0.43 |

ตารางที่ 7 (ต่อ)

| คู่ผสม | จำนวนฝักต่อต้น | | | จำนวนเมล็ดต่อต้น | | | น้ำหนักเมล็ดต่อต้น | | |
|----------------------|----------------|------|--------|------------------|------|--------|--------------------|------|--------|
| | 2 | 6 | เฉลี่ย | 2 | 6 | เฉลี่ย | 2 | 6 | เฉลี่ย |
| สจ.5 x ชม.60 | 0.69 | 0.79 | 0.74 | 0.25 | 0.79 | 0.52 | 0.78 | 0.81 | 0.80 |
| สจ.5 x XANH. | 0.98 | 0.21 | 0.59 | 0.90 | 0.28 | 0.59 | 0.81 | 0.09 | 0.42 |
| สจ.5 x EMGOPA 302 | 0.93 | 0.74 | 0.84 | 0.97 | 0.73 | 0.85 | 0.62 | 0.73 | 0.68 |
| สจ.5 x GO 83-34012 | 0.40 | 0.44 | 0.42 | 0.36 | 0.57 | 0.47 | 0.77 | 0.68 | 0.73 |
| ชม.60 x XANH. | 0.70 | 0.12 | 0.41 | 0.62 | 0.14 | 0.38 | 0.09 | 0.04 | 0.06 |
| ชม.60 x EMGOPA 302 | 0.45 | 0.34 | 0.39 | 0.54 | 0.16 | 0.35 | 0.47 | 0.29 | 0.38 |
| ชม.60 x GO 83-34012 | 0.64 | 0.20 | 0.42 | 0.26 | 0.11 | 0.19 | 0.63 | 0.17 | 0.40 |
| XANH x EMGOPA 302 | 0.65 | 0.18 | 0.42 | 0.59 | 0.19 | 0.39 | 0.57 | 0.49 | 0.53 |
| XANH x GO 83-34012 | 0.22 | 0.79 | 0.51 | 0.21 | 0.66 | 0.44 | 0.20 | 0.37 | 0.29 |
| EMGOPA X GO 83-34012 | 0.17 | 0.11 | 0.14 | 0.14 | 0.14 | 0.14 | 0.05 | 0.11 | 0.08 |
| เฉลี่ย | 0.58 | 0.39 | 0.49 | 0.48 | 0.38 | 0.43 | 0.50 | 0.37 | 0.44 |

ตารางที่ 7 (ต่อ)

| คู่ผสม | อายุออกดอก | | | อายุสุกแก่ | | |
|----------------------|------------|------|--------|------------|------|--------|
| | 2 | 6 | เฉลี่ย | 2 | 6 | เฉลี่ย |
| สจ.5 x ชม.60 | 0.05 | 0.39 | 0.22 | 0.14 | 0.29 | 0.22 |
| สจ.5 x XANH. | 0.98 | 0.05 | 0.52 | 0.98 | 0.14 | 0.56 |
| สจ.5 x EMGOPA 302 | 0.97 | 0.93 | 0.95 | 0.71 | 0.98 | 0.85 |
| สจ.5 x GO 83-34012 | 0.77 | 0.70 | 0.74 | 0.75 | 0.68 | 0.72 |
| ชม.60 x XANH. | 0.82 | 0.19 | 0.51 | 0.77 | 0.22 | 0.49 |
| ชม.60 x EMGOPA 302 | 0.61 | 0.44 | 0.53 | 0.70 | 0.29 | 0.49 |
| ชม.60 x GO 83-34012 | 0.85 | 0.69 | 0.77 | 0.84 | 0.46 | 0.65 |
| XANH x EMGOPA 302 | 0.32 | 0.11 | 0.22 | 0.08 | 0.14 | 0.11 |
| XANH x GO 83-34012 | 0.25 | 0.99 | 0.62 | 0.22 | 0.96 | 0.59 |
| EMGOPA X GO 83-34012 | 0.10 | 0.19 | 0.15 | 0.09 | 0.16 | 0.13 |
| เฉลี่ย | 0.57 | 0.47 | 0.52 | 0.53 | 0.43 | 0.48 |

จากการศึกษาค่า h^2 ของลักษณะต่าง ๆ ของถั่วเหลืองนี้สังเกตเห็นว่า ลักษณะความแข็งแรงของต้นกล้าจะมีค่า h^2 ค่อนข้างสูงเมื่อปลูกที่ระดับความเค็ม ทั้ง 2 ระดับ แต่ลักษณะอายุออกดอก และอายุสุกแก่มีค่า h^2 สูงเฉพาะเมื่อปลูกที่ ระดับความเค็ม 2 mmhos.cm⁻¹ เท่านั้น นอกจากนี้ค่าเฉลี่ย h^2 ของทุกลักษณะที่ ระดับความเค็ม 2 mmhos.cm⁻¹ จะมีค่าสูงกว่าที่ระดับความเค็ม 6 mmhos.cm⁻¹ อีกด้วย

ตารางที่ 8 อัตราพันธุกรรมแบบแคบ (narrow sense heritability; h^2) ของ ลักษณะถั่วเหลือง ที่ระดับความเค็ม 2 และ 6 mmhos.cm⁻¹

| ลักษณะ | ระดับความเค็ม | |
|-----------------------|--------------------------|--------------------------|
| | 2 mmhos.cm ⁻¹ | 6 mmhos.cm ⁻¹ |
| ความแข็งแรงของต้นกล้า | 0.73 | 0.49 |
| ความสูง | 0.04 | 0.10 |
| จำนวนกิ่งต่อต้น | -0.01 | 0.03 |
| จำนวนฝักต่อต้น | 0.11 | 0.14 |
| จำนวนเมล็ดต่อต้น | 0.10 | 0.16 |
| น้ำหนักเมล็ดต่อต้น | -0.04 | 0.31 |
| อายุออกดอก | 0.38 | 0.05 |
| อายุสุกแก่ | 0.46 | 0.05 |
| เฉลี่ย | 0.22 | 0.16 |

2.3 ศึกษาความก้าวหน้าจากการคัดเลือก (Genetic advance)

การประเมินความก้าวหน้าของลักษณะพันธุกรรมที่ถูกคัดเลือก (genetic advance under selection, G) ของลักษณะต่าง ๆ ของถั่วเหลืองที่คำนวณได้จาก ลูกผสมชั่วที่ 2 (F_2) เมื่อปลูกในดินที่มีระดับความเค็ม 2 และ 6 mmhos.cm⁻¹ ได้แสดง ไว้ในตารางที่ 9 และ 10 ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่า ค่า G ที่คำนวณได้จะมีค่าแตกต่างกันตามลักษณะของถั่วเหลือง และมีความแตกต่างกันระหว่างระดับความเค็มที่ใช้ปลูก ศึกษา

ตารางที่ 9 Predicted genetic advance under selection (G_{μ}) ใน 8 ลักษณะของลูกผสม 10 คู่ ที่ระดับความเค็ม 2 mmhos.cm⁻¹

| ลักษณะ | Heritability (h_{nn}^2) | G_{μ} | Original mean | Expected mean of progeny | Expected mean increase(%) |
|----------------------------|-----------------------------|-----------|---------------|--------------------------|---------------------------|
| ความแข็งแรงของต้นกล้า(ซม.) | 0.73 | 0.07 | 3.69 | 3.76 | 1.89 |
| ความสูง (ซม.) | 0.04 | 0.04 | 38.72 | 38.76 | 0.10 |
| จำนวนกิ่งต่อต้น | -0.01 | -0.002 | 3.05 | 3.05 | 0.00 |
| จำนวนฝักต่อต้น | 0.11 | 0.26 | 33.14 | 33.40 | 0.78 |
| จำนวนเมล็ดต่อต้น | 0.10 | 0.45 | 54.68 | 55.13 | 0.82 |
| น้ำหนักเมล็ดต่อต้น (กรัม) | -0.04 | -0.02 | 5.31 | 5.29 | -0.37 |
| อายุออกดอก (วัน) | 0.38 | 6.11 | 38.70 | 44.81 | 15.78 |
| อายุสุกแก่ (วัน) | 0.46 | 0.44 | 102.82 | 103.26 | 0.42 |

ตารางที่ 10 Predicted genetic advance under selection (G_{μ}) ใน 8 ลักษณะของลูกผสม 10 คู่ ที่ระดับความเค็ม 6 mmhos.cm⁻¹

| ลักษณะ | Heritability (h_{nn}^2) | G_{μ} | Original mean | Expected mean of progeny | Expected mean increase(%) |
|----------------------------|-----------------------------|-----------|---------------|--------------------------|---------------------------|
| ความแข็งแรงของต้นกล้า(ซม.) | 0.49 | 0.05 | 3.25 | 3.30 | 1.50 |
| ความสูง (ซม.) | 0.10 | 0.20 | 31.84 | 32.04 | 0.63 |
| จำนวนกิ่งต่อต้น | 0.03 | 0.02 | 3.09 | 3.11 | 0.64 |
| จำนวนฝักต่อต้น | 0.14 | 0.80 | 31.50 | 32.30 | 2.53 |
| จำนวนเมล็ดต่อต้น | 0.16 | 1.56 | 51.78 | 53.34 | 3.01 |
| น้ำหนักเมล็ดต่อต้น (กรัม) | 0.31 | 0.31 | 4.98 | 5.29 | 6.22 |
| อายุออกดอก (วัน) | 0.05 | 1.15 | 39.10 | 40.25 | 2.94 |
| อายุสุกแก่ (วัน) | 0.05 | 0.09 | 103.47 | 103.56 | 0.08 |

ค่า G นี้เมื่อนำมาใช้คำนวณหาค่าเฉลี่ยที่คาดว่าจะได้ในสายพันธุ์รุ่นลูก (expected mean of progeny) นั้น พบว่า ทุกลักษณะที่ศึกษามีค่าเฉลี่ยสูงกว่ารุ่นชั่วที่ 2 (F_2) (original mean) ทั้งที่ปลูกในระดับความเค็ม 2 และ 6 mmhos.cm⁻¹ ยกเว้นลักษณะจำนวนกิ่งต่อต้น และน้ำหนักเมล็ดต่อต้น ที่มีค่าลดลงเมื่อปลูกที่ความเค็มระดับ 2 mmhos.cm⁻¹

2.4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ

ตารางที่ 11 และ 12 แสดงความสัมพันธ์แบบ simple correlation ระหว่างลักษณะ ของถั่วเหลืองจำนวน 7 ลักษณะได้แก่ น้ำหนักเมล็ดต่อต้น ความแข็งแรงของต้นกล้า ความสูงของลำต้น จำนวนกิ่งต่อต้น จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้นและอายุสุกแก่ ที่ระดับความเค็ม 2 และ 6 mmhos.cm⁻¹

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะที่ระดับความเค็ม 2 mmhos.cm⁻¹ พบว่าทุกลักษณะที่ศึกษา มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับน้ำหนักเมล็ดต่อต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจำนวนกิ่งต่อต้น จำนวนฝักต่อต้น และจำนวนเมล็ดต่อต้น มีความสัมพันธ์ทางบวกกับน้ำหนักเมล็ดต่อต้นสูงมาก โดยมีค่า correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.4626, 0.8328 และ 0.9401 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าลักษณะที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของผลผลิต มีความสัมพันธ์ระหว่างกันทางบวกค่อนข้างสูง เช่น จำนวนฝักต่อต้นกับจำนวนเมล็ดต่อต้น และจำนวนฝักต่อต้นกับจำนวนกิ่งต่อต้น และจำนวนเมล็ดต่อต้นกับจำนวนกิ่งต่อต้น เป็นต้น โดยมีค่า r เท่ากับ 0.8914, 0.5955 และ 0.5391 ตามลำดับ

ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะที่ระดับความเค็ม 6 mmhos.cm⁻¹ นั้น จะได้ผลเช่นเดียวกับที่ระดับความเค็ม 2 mmhos.cm⁻¹ กล่าวคือ น้ำหนักเมล็ดต่อต้นจะมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับลักษณะอื่น ๆ ที่ศึกษา ลักษณะที่มีความสัมพันธ์ทางบวกสูงมากกับน้ำหนักเมล็ดต่อต้น ได้แก่ จำนวนฝักต่อต้น และจำนวนเมล็ดต่อต้น โดยมีค่า r เท่ากับ 0.8305 และ 0.9604 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าลักษณะจำนวนฝักต่อต้น จะมีความสัมพันธ์ทางบวกสูงมากกับลักษณะจำนวนเมล็ดต่อต้น และจำนวนกิ่งต่อต้นด้วยเช่นเดียวกัน โดยมีค่า r เท่ากับ 0.8864 และ 0.5307 ตามลำดับ

ตารางที่ 11 ความสัมพันธ์ (simple correlation) ระหว่างลักษณะต่าง ๆ ของพันธุ์ถั่วเหลือง 5 พันธุ์ และลูกผสมชั่วที่ 2 จำนวน 10 คู่ ที่ระดับความเค็ม 2 mmhos.cm⁻¹

| ลักษณะ | ความแข็งแรงต้นกล้า | ความสูง | จำนวนกิ่งต่อต้น | จำนวนฝักต่อต้น | จำนวนเมล็ดต่อต้น | อายุสุกแก่ |
|--------------------|--------------------|----------|-----------------|----------------|------------------|------------|
| น้ำหนักเมล็ดต่อต้น | 0.1164** | 0.3075** | 0.4626** | 0.8328** | 0.9401** | 0.1418** |
| ความแข็งแรงต้นกล้า | | 0.1321** | 0.1546** | 0.1200** | 0.1135** | 0.1772** |
| ความสูง | | | 0.3633** | 0.3799** | 0.3394** | 0.2060** |
| จำนวนกิ่งต่อต้น | | | | 0.5955** | 0.5391** | 0.2220** |
| จำนวนฝักต่อต้น | | | | | 0.8914** | 0.1486** |
| จำนวนเมล็ดต่อต้น | | | | | | 0.1562** |
| อายุสุกแก่ | | | | | | |

** แตกต่างจากศูนย์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางที่ 12 ความสัมพันธ์ (simple correlation) ระหว่างลักษณะต่าง ๆ ของพันธุ์ถั่วเหลือง 5 พันธุ์ และลูกผสมชั่วที่ 2 จำนวน 10 คู่ ที่ระดับความเค็ม 6 mmhos.cm⁻¹

| ลักษณะ | ความแข็งแรงต้นกล้า | ความสูง | จำนวนกิ่งต่อต้น | จำนวนฝักต่อต้น | จำนวนเมล็ดต่อต้น | อายุสุกแก่ |
|--------------------|--------------------|----------|-----------------|----------------|------------------|------------|
| น้ำหนักเมล็ดต่อต้น | 0.1658* | 0.4135** | 0.3713** | 0.8305** | 0.9604** | 0.2332* |
| ความแข็งแรงต้นกล้า | | 0.2128* | 0.2620** | 0.2392** | 0.2327** | 0.3145** |
| ความสูง | | | 0.3527** | 0.4828** | 0.4338** | 0.3356** |
| จำนวนกิ่งต่อต้น | | | | 0.5307** | 0.4374** | 0.1977* |
| จำนวนฝักต่อต้น | | | | | 0.8864** | 0.2585** |
| จำนวนเมล็ดต่อต้น | | | | | | 0.2316* |
| อายุสุกแก่ | | | | | | |

*, ** แตกต่างจากศูนย์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%, 99% ตามลำดับ

จากผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของถั่วเหลืองที่ปลูกที่ 2 ระดับความเค็มพบว่า ทุกลักษณะมีความสัมพันธ์กันในทางบวกกับลักษณะน้ำหนักเมล็ดต่อต้น และความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะอื่น ๆ จะมีความสัมพันธ์ทางบวกด้วยเช่นเดียวกัน จึงได้นำลักษณะต่าง ๆ มาวิเคราะห์โดยวิธี Path coefficient เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของแต่ละลักษณะว่าจะมีอิทธิพลทางตรง (direct effect) และมีอิทธิพลทางอ้อม (indirect effect) ต่อลักษณะผลผลิตหรือน้ำหนักเมล็ดต่อต้นมากน้อยเพียงใด ที่ระดับความเค็ม 2 mmhos.cm⁻¹ ผลการวิเคราะห์พบว่า มีเพียงลักษณะเดียว ได้แก่ ลักษณะจำนวนเมล็ดต่อต้นที่มีความสัมพันธ์ และมีอิทธิพลทางตรงด้านบวกสูงมากให้แก่ น้ำหนักเมล็ดต่อต้น โดยมีค่า coefficient (b) เท่ากับ 0.9650 นอกจากนี้ยังพบว่าลักษณะของจำนวนเมล็ดต่อต้นนี้จะมีอิทธิพลทางอ้อมโดยผ่านลักษณะความสูง จำนวนกิ่งต่อต้น และจำนวนฝักต่อต้นให้แก่ น้ำหนักเมล็ดต่อต้นในทางบวกสูงมากด้วยเช่นเดียวกัน โดยมีค่า coefficient (b) เท่ากับ 0.3275, 0.5202, 0.8602 ตามลำดับ (ตารางที่ 13 และภาพที่ 1)

ที่ระดับความเค็ม 6 mmhos.cm⁻¹ นั้น ผลการวิเคราะห์ได้ผลเช่นเดียวกับที่ระดับความเค็ม 2 mmhos.cm⁻¹ กล่าวคือลักษณะจำนวนเมล็ดต่อต้นจะมีความสัมพันธ์และมีอิทธิพลทางตรงด้านบวกให้แก่ น้ำหนักเมล็ดต่อต้นสูงมาก โดยมีค่า coefficient เท่ากับ 1.0450 และมีอิทธิพลทางอ้อมโดยผ่านลักษณะความสูง จำนวนกิ่งต่อต้น และจำนวนฝักต่อต้นให้แก่ น้ำหนักเมล็ดต่อต้นในทางบวกสูงด้วยเช่นเดียวกัน โดยมีค่า coefficient เท่ากับ 0.4533, 0.4571 และ 0.9263 ตามลำดับ (ตารางที่ 14 และภาพที่ 2)

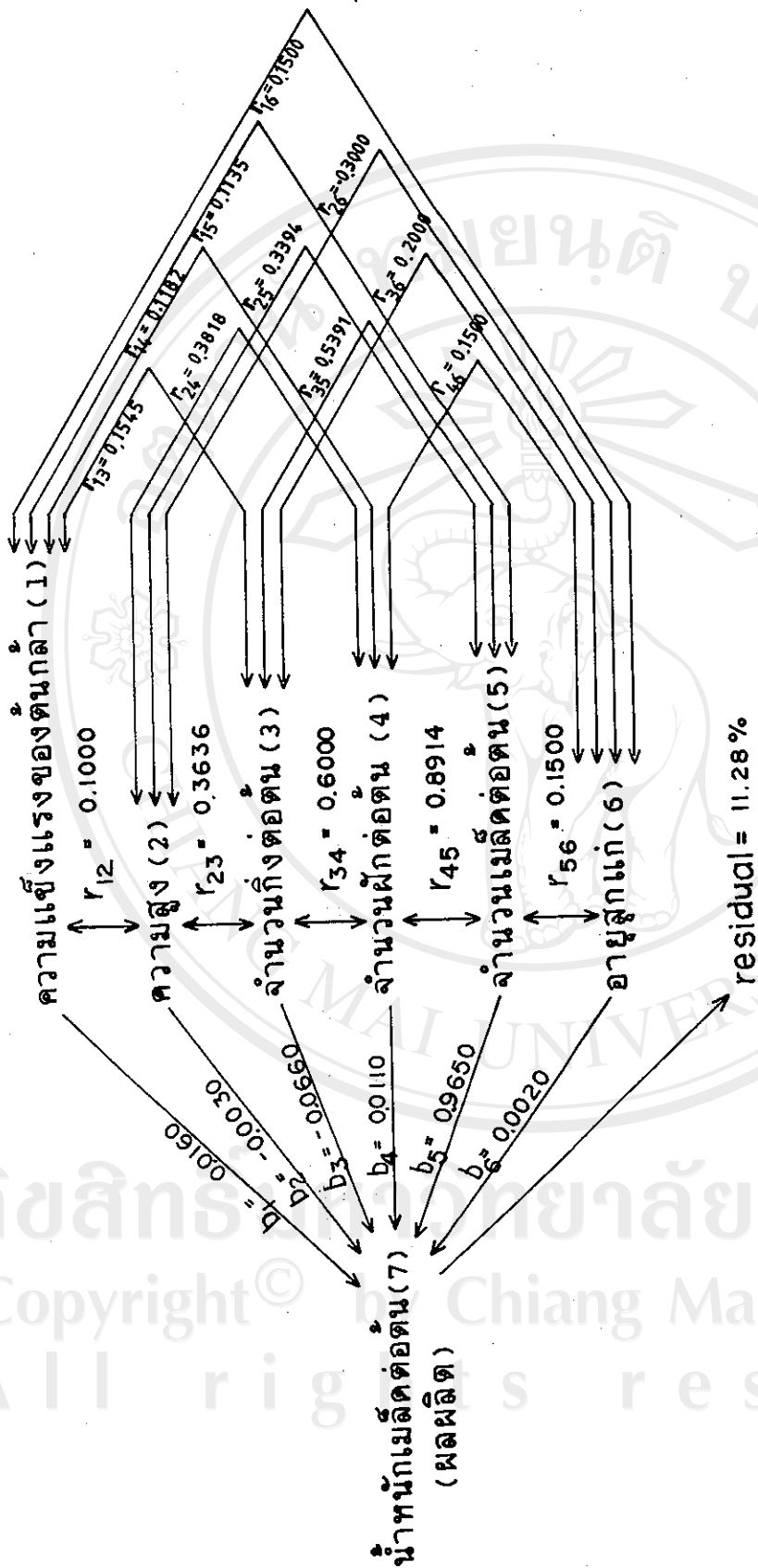
ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์ Path coefficient แสดงอิทธิพลของลักษณะต่าง ๆ ที่มีต่อน้ำหนักเมล็ดต่อต้นของถั่วเหลือง ที่ระดับความเค็ม 2 mmhos.cm⁻¹

| อิทธิพลของลักษณะ | ค่า coefficient |
|---|-----------------|
| น้ำหนักเมล็ดต่อต้นและความแข็งแรงของต้นกล้า | |
| ผลทางตรง | 0.0160 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางความสูง | -0.0003 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางจำนวนกิ่งต่อต้น | -0.0102 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางจำนวนฝักต่อต้น | 0.0013 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางจำนวนเมล็ดต่อต้น | 0.1095 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางอายุสุกแก่ | 0.0003 |
| รวม | 0.1164 |
| น้ำหนักเมล็ดต่อต้นและความสูง | |
| ผลทางตรง | -0.0030 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางความแข็งแรงของต้นกล้า | 0.0021 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางจำนวนกิ่งต่อต้น | -0.0240 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางจำนวนฝักต่อต้น | 0.0042 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางจำนวนเมล็ดต่อต้น | 0.3275 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางอายุสุกแก่ | 0.0128 |
| รวม | 0.3075 |
| น้ำหนักเมล็ดต่อต้นและจำนวนกิ่งต่อต้น | |
| ผลทางตรง | -0.0660 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางความแข็งแรงของต้นกล้า | 0.0025 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางความสูง | -0.0011 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางจำนวนฝักต่อต้น | 0.0066 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางจำนวนเมล็ดต่อต้น | 0.5202 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางอายุสุกแก่ | 0.0004 |
| รวม | 0.4626 |

ลิขสิทธิ์ © วิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 13 (ต่อ)

| | |
|--|---------|
| น้ำหนักเมล็ดต่อต้นและจำนวนฝักต่อต้น | |
| ผลทางตรง | 0.0110 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางความแข็งแรงของต้นกล้า | 0.0019 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางความสูง | -0.0011 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางจำนวนกิ่งต่อต้น | 0.0393 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางจำนวนเมล็ดต่อต้น | 0.8602 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางอายุสุกแก่ | 0.0003 |
| รวม | 0.8328 |
| น้ำหนักเมล็ดต่อต้นและจำนวนเมล็ดต่อต้น | |
| ผลทางตรง | 0.9650 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางความแข็งแรงของต้นกล้า | 0.0018 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางความสูง | 0.0010 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางจำนวนกิ่งต่อต้น | -0.0356 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางจำนวนฝักต่อต้น | 0.0981 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางอายุสุกแก่ | 0.0003 |
| รวม | 0.9401 |
| น้ำหนักเมล็ดต่อต้นและอายุสุกแก่ | |
| ผลทางตรง | 0.0020 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางความแข็งแรงของต้นกล้า | 0.0028 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางความสูง | -0.0006 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางจำนวนกิ่งต่อต้น | -0.0147 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางจำนวนฝักต่อต้น | 0.0016 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางจำนวนเมล็ดต่อต้น | 0.1507 |
| รวม | 0.1418 |



ภาพที่ 1 ไดอะแกรมแสดงอิทธิพลของลักษณะต่างๆ ที่มีผลต่อน้ำหนักเมล็ดต่อตม (ผลผลิต) ของถั่วเหลืองเมื่อปลูกที่ระดับความเค็ม 2 mmhos.cm

ลิขสิทธิ์ © Chiang Mai University
 All rights reserved

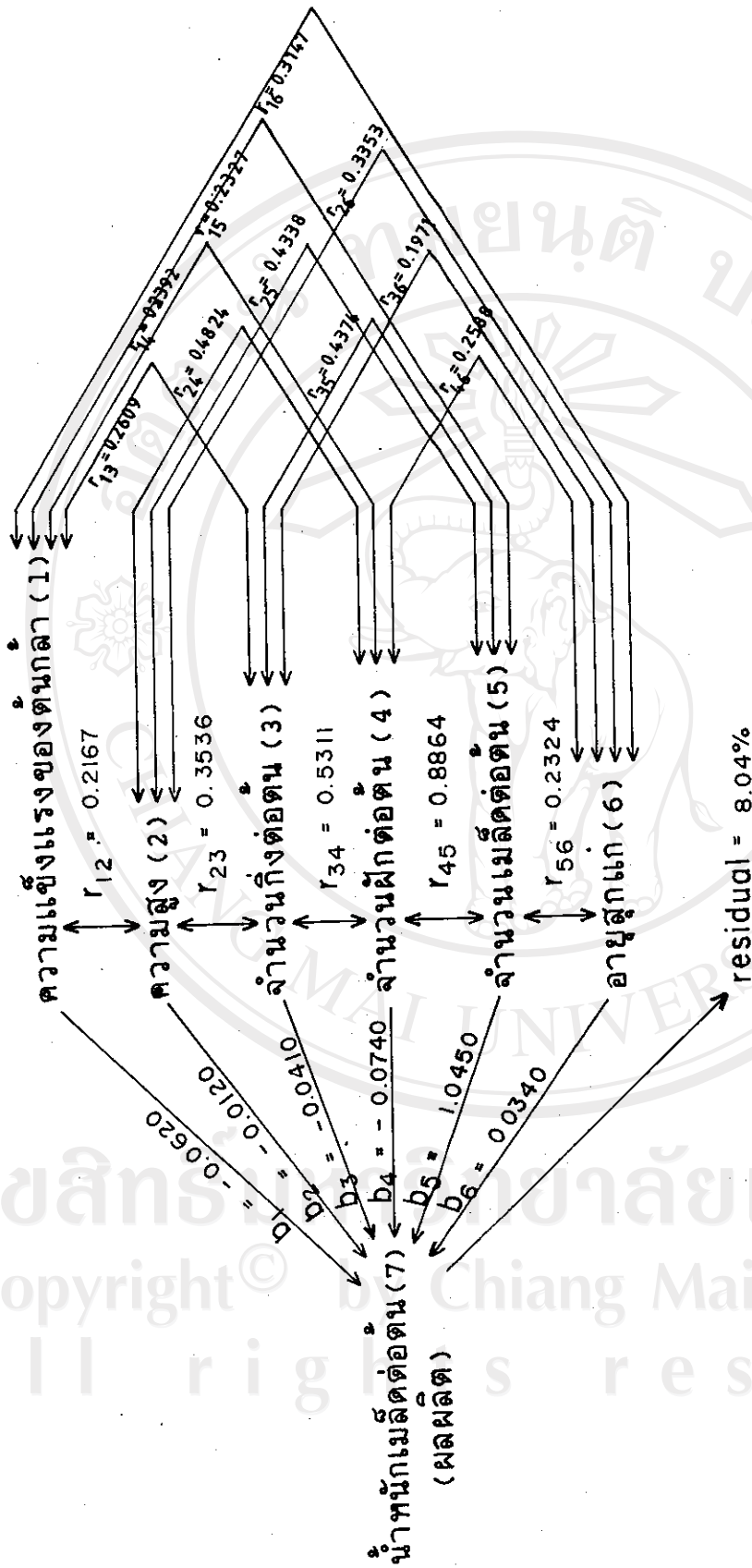
ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์ Path coefficient แสดงอิทธิพลของลักษณะต่าง ๆ ที่มีต่อน้ำหนักเมล็ดต่อต้นของถั่วเหลือง ที่ระดับความเค็ม 6 mmhos.cm⁻¹

| อิทธิพลของลักษณะ | ค่า coefficient |
|---|-----------------|
| น้ำหนักเมล็ดต่อต้นและความแข็งแรงของต้นกล้า | |
| ผลทางตรง | -0.0620 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางความสูง | -0.0026 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางจำนวนกิ่งต่อต้น | -0.0107 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางจำนวนฝักต่อต้น | -0.0177 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางจำนวนเมล็ดต่อต้น | 0.2432 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางอายุสุกแก่ | 0.0107 |
| รวม | 0.1658 |
| น้ำหนักเมล็ดต่อต้นและความสูง | |
| ผลทางตรง | -0.0120 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางความแข็งแรงของต้นกล้า | -0.0132 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางจำนวนกิ่งต่อต้น | -0.0145 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางจำนวนฝักต่อต้น | -0.0357 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางจำนวนเมล็ดต่อต้น | 0.4533 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางอายุสุกแก่ | 0.0114 |
| รวม | 0.4135 |
| น้ำหนักเมล็ดต่อต้นและจำนวนกิ่งต่อต้น | |
| ผลทางตรง | -0.0410 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางความแข็งแรงของต้นกล้า | -0.0162 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางความสูง | -0.0042 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางจำนวนฝักต่อต้น | -0.0393 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางจำนวนเมล็ดต่อต้น | 0.4571 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางอายุสุกแก่ | 0.0067 |
| รวม | 0.3713 |

ลิขสิทธิ์ของวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 14 (ต่อ)

| | |
|--|---------|
| น้ำหนักเมล็ดต่อต้นและจำนวนฝักต่อต้น | |
| ผลทางตรง | -0.0740 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางความแข็งแรงของต้นกล้า | -0.0148 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางความสูง | -0.0058 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางจำนวนกิ่งต่อต้น | -0.0218 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางจำนวนเมล็ดต่อต้น | 0.9263 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางอายุสุกแก่ | 0.0088 |
| รวม | 0.8305 |
| น้ำหนักเมล็ดต่อต้นและจำนวนเมล็ดต่อต้น | |
| ผลทางตรง | 1.0450 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางความแข็งแรงของต้นกล้า | -0.0144 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางความสูง | -0.0052 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางจำนวนกิ่งต่อต้น | -0.0179 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางจำนวนฝักต่อต้น | -0.0656 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางอายุสุกแก่ | 0.0079 |
| รวม | 0.9604 |
| น้ำหนักเมล็ดต่อต้นและอายุสุกแก่ | |
| ผลทางตรง | 0.0340 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางความแข็งแรงของต้นกล้า | -0.0195 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางความสูง | -0.0040 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางจำนวนกิ่งต่อต้น | -0.0081 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางจำนวนฝักต่อต้น | -0.0191 |
| ผลทางอ้อมโดยผ่านทางจำนวนเมล็ดต่อต้น | 0.2420 |
| รวม | 0.2332 |



ภาพที่ 2 โดอะแกรมแสดงอิทธิพลของลักษณะต่างๆ ที่มีผลต่อน้ำหนักเมล็ดต่อต้น (ผลผลิต) ของถั่วเหลืองเมื่อปลูกที่ระดับความเค็ม 6 mmhos.cm