

การศึกษาการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของลักษณะที่มี

ความสำคัญทางเศรษฐกิจในมะเขือจาน 4 สายพันธุ์

II. ปฏิกริยาของยีนที่ควบคุมลักษณะต่าง ๆ

A Study on the Inheritance of Some Economically Important Characters
in 4 Cultivars of Eggplant (*Solanum melongena* var. *esculenta* Nees.)

II. Gene Actions Controlling the Characters

จรัสศรี นวลศรี จันทรวิภา ธนะโสภณ¹ และ พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์²

Charussri Nualsri, Chantravipha Dhanasobhon and Peerasak Srinives

ABSTRACT

Six crosses derived from 4 eggplant lines were studied for gene actions controlling their economic characters, viz. plant height, flowering date, fruit shape, fruit weight, number of fruits per plant, and yield per plant using generation mean analysis consisting of P_1 , P_2 , F_1 , F_2 , BC_1 and BC_2 . Additive gene action was important in all characters studied except yield per plant, which was largely conditioned by the interaction of dominance x dominance gene effect.

All characters except yield per plant were highly heritable. Also a high and positive correlation was found between number of fruits per plant and yield per plant, while negative correlations with intermediate to high magnitude were found between fruit weight and number of fruits per plant as well as between flowering date and yield per plant.

It was suggested that varietal development of this kind of eggplant in the future could be in the form of either pure lines or, more preferably, hybrids.

บทคัดย่อ

การศึกษาพันธุกรรมของลักษณะที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ได้แก่ ความสูง วันออกดอก รูปร่างผล น้ำหนักผล จำนวนผลต่อต้น และผลผลิตต่อต้น ในมะเขือจาน 6 คู่ผสม จาก 4 สายพันธุ์ โดยการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของชั่วแม่พ่อ ลูกผสมชั่วที่ 1 และ 2 รวมทั้งลูกผสมกลับไปยังแม่และพ่อ (P_1 , P_2 , F_1 , F_2 , BC_1 และ BC_2 ตามลำดับ) เพื่อศึกษา

ปฏิกริยาการทำงานของยีนที่ควบคุมลักษณะต่าง ๆ ปรากฏว่า การทำงานของยีนแบบผลบวกมีความสำคัญต่อทุกลักษณะ ยกเว้นผลผลิตต่อต้นที่พบว่า ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนต่างตำแหน่งแบบข่มกับแบบข่มมีบทบาทมากที่สุด

อัตราพันธุกรรมมีค่าค่อนข้างสูงในเกือบทุกลักษณะ ยกเว้นผลผลิตต่อต้นที่มีอัตราพันธุกรรมปานกลางถึงต่ำ ส่วนค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ

¹ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

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

² ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ต่าง ๆ ในแต่ละกลุ่มสม จำนวนผลต่อต้นกับผลผลิตต่อต้นมีสหสัมพันธ์เป็นบวกและมีค่าสูง ในขณะที่น้ำหนักผลกับจำนวนผลต่อต้นและวันออกดอกกับผลผลิตต่อต้นมีค่าสหสัมพันธ์ปานกลางถึงสูงเป็นลบ

จากข้อมูลที่ได้แสดงว่า การสร้างพันธุ์มะเขือจานในอนาคตอาจกระทำในรูปของสายพันธุ์บริสุทธิ์หรือลูกผสมก็ได้ แต่พันธุ์ลูกผสมน่าจะให้ผลดีกว่า

คำนำ

จรัสศรี และคณะ (2529) ได้ศึกษาความดีเด่นในลูกผสมชั่วที่ 1 ของกลุ่มสม 6 คู่จากมะเขือจาน 4 สายพันธุ์ พบว่า ลูกผสมส่วนใหญ่แสดงความดีเด่นเหนือค่าเฉลี่ยของพ่อแม่ และเหนือกว่าพันธุ์พ่อแม่หรือแม่ที่มีค่าสูงกว่าในลักษณะจำนวนผลต่อต้นและผลผลิตต่อต้น จึงได้แนะนำให้ผลิตเมล็ดพันธุ์มะเขือจานในประเทศไทยในรูปของลูกผสม ซึ่งอาจเป็นลูกผสมเดี่ยว ลูกผสมคู่ หรือลูกผสมสามทางก็ได้ ขึ้นอยู่กับราคาเมล็ดพันธุ์และปริมาณความดีเด่นในลูกผสมแต่ละแบบเป็นสำคัญ อย่างไรก็ตาม สายพันธุ์บริสุทธิ์ (pure line) ก็มีข้อดีที่ว่าเกษตรกรไม่ต้องซื้อเมล็ดใหม่ทุกปี หรือซื้อได้ในราคาที่ถูกลงกว่าพันธุ์ลูกผสม การศึกษาปฏิกริยาของยีนที่ควบคุมลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจอย่างละเอียด จึงมีความสำคัญในการช่วยให้นักปรับปรุงพันธุ์พืชมีข้อมูลมากขึ้นในการตั้งเป้าหมายการปรับปรุงพันธุ์มะเขือจาน ว่า จะมุ่งผลิตลูกผสมหรือสายพันธุ์บริสุทธิ์จึงจะได้ผลดี และใช้ความรู้ทางวิชาการเข้าช่วยได้มากที่สุด

การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจะศึกษาถึงการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจของมะเขือจานและสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะดังกล่าว เพื่อที่จะเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์มะเขือให้มีผลผลิตและคุณภาพสูงขึ้นอันจะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรและผู้บริโภคต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ใช้มะเขือจาน 4 สายพันธุ์ สร้างเป็น 6 คู่ผสม แต่ละกลุ่มสมประกอบด้วยแม่และพ่อ (P_1 และ

P_2) ลูกผสมชั่วแรก (F_1) ลูกผสมชั่วที่ 2 (F_2) ลูกผสมกลับไปหา P_1 (BC_1) และลูกผสมกลับไปหา P_2 (BC_2) ดังได้กล่าวไว้ในอุปกรณ์และวิธีการโดยจรัสศรี และคณะ (2529) ลักษณะที่บันทึกในการทดลองก็เป็น 6 ลักษณะเดิมที่ได้กล่าวไว้ คือ ความสูงต้น (ซม.) วันออกดอก รูปร่างผล น้ำหนักผล (กรัม) จำนวนผลต่อต้น และผลผลิตต่อต้น (กรัม)

จากข้อมูลที่ได้ นำมาวิเคราะห์ดังนี้

1. วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของชั่ว เพื่อศึกษา

ปฏิกริยาการทำงานของยีนที่ควบคุมลักษณะต่าง ๆ โดยวิธีที่เสนอโดย Mather and Jinks (1971) ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$m = \frac{1}{2} P_1 + \frac{1}{2} P_2 + 4 F_2 - 2BC_1 - 2BC_2$$

$$d = \frac{1}{2} P_1 - \frac{1}{2} P_2$$

$$h = -\frac{3}{2} P_1 - \frac{3}{2} P_2 - F_1 - 8 F_2 + 6BC_1 + 6BC_2$$

$$i = -4 F_2 + 2BC_1 + 2BC_2$$

$$j = -P_1 + P_2 + 2BC_1 - 2BC_2$$

$$l = P_1 + P_2 + 2F_1 + 4 F_2 - 4BC_1 - 4BC_2$$

เมื่อ m = ค่ากึ่งกลางระหว่าง homozygous recessive กับ homozygous dominance

d = อิทธิพลของยีนแบบผลบวก (additive gene effects)

h = อิทธิพลของยีนแบบข่ม (dominance gene effects)

i = ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบผลบวกกับผลบวก (additive $\times$ additive gene effects)

j = ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบผลบวกกับแบบข่ม (additive $\times$ dominance gene effects)

l = ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบข่มกับแบบข่ม (dominance $\times$ dominance gene effects)

และ P_1 , P_2 , F_1 , F_2 , BC_1 และ BC_2 คือ ค่าเฉลี่ย

ของมะเขือจานชั่วแม่, พ่อ ลูกผสมชั่วที่ 1, 2 และ ลูกผสมกลับไปยังแม่และพ่อตามลำดับ

การทดสอบนัยสำคัญของอิทธิพลของยีน ที่ได้ทำโดยตรวจสอบค่า t

$t = x/S_x$
โดยที่ x = ปฏิกริยาของยีนแบบต่าง ๆ ที่คำนวณได้จากสมการข้างต้น
 S_x = ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error) ของค่าประเมินของปฏิกริยาของยีนนั้น

2. หาอัตราพันธุกรรมแนวกว้าง (broad-sense heritability) โดยใช้สูตรที่เสนอโดย Burton (1951)

$$h^2 = \frac{VF_2 - (VP_1 + VP_2 + VF_1)/3}{VF_2}$$

เมื่อ VF_2 , VP_1 , VP_2 และ VF_1 คือ ค่า mean square ของ F_2 , P_1 , P_2 และ F_1 ตามลำดับ

3. หาสหสัมพันธ์ (phenotypic correlation) ระหว่างลักษณะต่าง ๆ ที่ศึกษาโดยใช้สูตร

$$r = \frac{\sqrt{\Sigma X_i Y_i - (\Sigma X_i)(\Sigma Y_i)/n}}{\sqrt{[\Sigma X_i^2 - (\Sigma X_i)^2/n][\Sigma Y_i^2 - (\Sigma Y_i)^2/n]}}$$

เมื่อ X_i และ Y_i คือ ค่าสังเกตของลักษณะ X และ Y ของมะเขือจานต้นที่ i ($i = 1, \dots, n$)

ผล

ปฏิกริยาการทำงานของยีน

จากตารางที่ 1 พบว่า อิทธิพลของยีนแบบผลบวกมีบทบาทสำคัญในการควบคุมความแปรปรวนทางพันธุกรรมของลักษณะความสูงในทุกกลุ่มผสม ในขณะที่อิทธิพลของยีนแบบข่มมีความสำคัญใน 2 กลุ่มผสมเท่านั้น คือ กลุ่มผสมระหว่าง $G_2 \times G_1$ และ $G_2 \times P_2$ ส่วนปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนต่างตำแหน่ง (epistasis) มีความสำคัญในทุกกลุ่มผสม ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบผลบวกกับแบบผลบวกมีความสำคัญใน 3 กลุ่มผสม คือ $G_2 \times G_1$

$G_2 \times P_2$ และ $P_2 \times W_3$ ส่วนปฏิกริยาแบบข่มกับแบบข่มมีความสำคัญในกลุ่มผสม $G_2 \times G_1$ และ $G_1 \times W_3$

จากตารางที่ 2 พบว่า ปฏิกริยาการทำงานของยีนแบบผลบวกมีอิทธิพลในการควบคุมวันออกดอกใน 5 กลุ่มผสม ยกเว้นกลุ่มผสมระหว่าง $G_2 \times W_3$ ส่วนการทำงานของยีนแบบข่มไม่แสดงอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนต่างตำแหน่งนั้นมีปรากฏทั้ง 3 แบบในบางกลุ่มผสม คือ ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบผลบวกกับแบบผลบวกพบในกลุ่มผสม $P_2 \times G_1$ เพียงคู่เดียว ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบผลบวกกับแบบข่มมีความสำคัญในกลุ่มผสม $G_2 \times W_3$ และ $P_2 \times G_1$ และปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบข่มกับแบบข่มมีความสำคัญในกลุ่มผสม $G_2 \times G_1$ และ $G_2 \times W_3$

ในตารางที่ 3 การทำงานของยีนแบบผลบวกแสดงอิทธิพลต่อดัชนีรูปร่างผลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในเกือบทุกกลุ่มผสม ยกเว้นกลุ่มผสมระหว่าง $G_2 \times G_1$ และปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนต่างตำแหน่งแบบผลบวกกับแบบข่ม ก็ให้ผลเช่นเดียวกับอิทธิพลของยีนแบบผลบวก ในขณะที่ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบผลบวกกับแบบผลบวกมีความสำคัญใน 3 กลุ่มผสม คือ $G_2 \times W_3$, $G_1 \times W_3$ และ $P_2 \times W_3$ และปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบข่มกับแบบข่มมีความสำคัญในกลุ่มผสม $G_2 \times G_1$, $G_2 \times W_3$ และ $G_1 \times W_3$ ส่วนอิทธิพลของยีนข่มปรากฏว่าไม่มีบทบาทในการควบคุมรูปร่างผลจากการศึกษาครั้งนี้เลย

ในลักษณะนำหน้าผล พบว่า อิทธิพลของยีนแบบผลบวกมีความสำคัญใน 4 กลุ่มผสม ยกเว้นกลุ่มผสม $G_2 \times P_2$ และ $P_2 \times G_1$ (ตารางที่ 4) ในขณะที่อิทธิพลของยีนข่มมีความสำคัญเพียงกลุ่มผสมเดียว คือ กลุ่มผสมระหว่าง $G_2 \times W_3$ เมื่อพิจารณาถึงปฏิกริยาสัมพันธ์ของยีนต่างตำแหน่งพบว่า ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบผลบวกมีบทบาทสำคัญใน 2 กลุ่มผสม คือ $G_2 \times W_3$ และ $P_2 \times G_1$ ในขณะเดียวกัน ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบผลบวกกับแบบข่มมีความสำคัญในกลุ่มผสม $G_2 \times W_3$ และ $G_1 \times W_3$ ส่วนปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบข่ม

ตารางที่ 1 ปฏิบัติการงานของยีนแบบต่าง ๆ ที่ควบคุมความสูงต้นของมะเขือจาน 6 กลุ่มสม

กลุ่มสม	Parameter					
	m	d	h	i	j	l
$G_2 \times G_1$	$116.5 \pm 7.4^{**}$	$4.6 \pm 1.2^{**}$	$-63.9 \pm 18.8^{**}$	$-25.9 \pm 7.3^{**}$	$-43.8 \pm 5.5^{**}$	$42.2 \pm 11.8^{**}$
$G_2 \times P_2$	$119.5 \pm 7.9^{**}$	$-7.1 \pm 1.7^{**}$	$-49.9 \pm 20.5^*$	$-21.8 \pm 7.7^{**}$	$36.6 \pm 6.4^{**}$	26.7 ± 13.8
$G_2 \times W_3$	$107.2 \pm 8.4^{**}$	$-2.9 \pm 0.5^{**}$	-14.9 ± 26.7	-6.8 ± 8.4	$19.7 \pm 6.5^{**}$	8.2 ± 14.2
$P_2 \times G_1$	$95.8 \pm 6.4^{**}$	$-5.1 \pm 0.9^{**}$	2.7 ± 15.0	5.8 ± 6.4	$19.1 \pm 3.6^{**}$	7.3 ± 9.6
$G_1 \times W_3$	$107.9 \pm 5.9^{**}$	$-3.8 \pm 0.8^{**}$	-21.3 ± 14.0	-9.5 ± 5.8	$12.8 \pm 3.6^{**}$	$17.0 \pm 8.3^*$
$P_2 \times W_3$	$113.4 \pm 7.4^{**}$	$9.4 \pm 1.2^{**}$	-37.2 ± 24.6	$-23.8 \pm 7.3^{**}$	$-22.1 \pm 6.2^{**}$	24.9 ± 13.2

*, ** แสดงนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ปฏิบัติการงานของยีนแบบต่าง ๆ ที่ควบคุมวันออกดอกของมะเขือจาน 6 กลุ่มสม

กลุ่มสม	Parameter					
	m	d	h	i	j	l
$G_2 \times G_1$	$94.1 \pm 2.8^{**}$	$1.2 \pm 0.5^*$	11.3 ± 16.3	1.5 ± 2.8	-1.5 ± 2.1	$-9.9 \pm 4.6^*$
$G_2 \times P_2$	$95.4 \pm 3.1^{**}$	$1.8 \pm 0.6^{**}$	3.8 ± 16.5	1.3 ± 3.0	-1.3 ± 2.1	-6.7 ± 4.5
$G_2 \times W_3$	$98.5 \pm 2.4^{**}$	1.1 ± 0.6	-12.6 ± 15.8	-2.4 ± 2.3	$-4.6 \pm 1.6^{**}$	$8.5 \pm 3.5^*$
$P_2 \times G_1$	$101.7 \pm 2.4^{**}$	$1.0 \pm 0.4^*$	-11.2 ± 15.8	-5.1 ± 2.3	$-7.6 \pm 1.4^{**}$	4.2 ± 3.3
$G_1 \times W_3$	$100.6 \pm 3.3^{**}$	$-1.1 \pm 0.4^*$	-9.4 ± 16.5	-4.1 ± 3.3	2.6 ± 1.8	3.9 ± 4.7
$P_2 \times W_3$	$99.1 \pm 3.0^{**}$	$-1.8 \pm 0.4^{**}$	0.5 ± 17.0	-2.8 ± 3.0	0.7 ± 2.9	-5.2 ± 5.8

*, ** แสดงนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ปฏิบัติการงานของยีนแบบต่างๆ ที่ควบคุมดัชนีรูปร่างผลของมะเขือจาน 6 คู่ผสม

คู่ผสม	Parameter					
	m	d	h	i	j	l
$G_2 \times G_1$	$0.95 \pm 0.06^{**}$	0.002 ± 0.01	-0.27 ± 1.32	-0.08 ± 0.05	0.002 ± 0.05	$0.20 \pm 0.09^*$
$G_2 \times P_2$	$0.96 \pm 0.13^{**}$	$-0.23 \pm 0.02^{**}$	-0.03 ± 1.33	0.01 ± 0.13	$0.89 \pm 0.09^{**}$	0.04 ± 0.21
$G_2 \times W_3$	$1.06 \pm 0.08^{**}$	$-0.11 \pm 0.01^{**}$	-0.35 ± 1.33	$0.19 \pm 0.08^*$	$0.35 \pm 0.05^{**}$	$0.24 \pm 0.11^*$
$P_2 \times G_1$	$0.95 \pm 0.10^{**}$	$-0.19 \pm 0.02^{**}$	0.17 ± 1.36	0.04 ± 0.09	$0.76 \pm 0.07^{**}$	-0.18 ± 0.15
$G_1 \times W_3$	$0.63 \pm 0.06^{**}$	$-0.05 \pm 0.01^{**}$	0.79 ± 1.38	$0.26 \pm 0.06^{**}$	$0.38 \pm 0.05^{**}$	$-0.54 \pm 0.11^{**}$
$P_2 \times W_3$	$0.62 \pm 0.11^{**}$	$0.10 \pm 0.02^{**}$	0.61 ± 1.60	$0.40 \pm 0.11^{**}$	$-0.50 \pm 0.07^{**}$	-0.21 ± 0.19

*, ** แสดงนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

ตารางที่ 4 ปฏิบัติการงานของยีนแบบต่างๆ ที่ควบคุมน้ำหนักผลของมะเขือจาน 6 คู่ผสม

คู่ผสม	Parameter					
	m	d	h	i	j	l
$G_2 \times G_1$	$263.5 \pm 43.1^{**}$	$13.8 \pm 5.7^*$	-63.1 ± 107.7	-16.8 ± 42.7	-17.7 ± 28.4	76.5 ± 67.4
$G_2 \times P_2$	$183.5 \pm 51.6^{**}$	-7.4 ± 11.3	148.2 ± 138.3	70.4 ± 50.3	85.0 ± 45.6	-64.6 ± 92.3
$G_2 \times W_3$	$426.6 \pm 66.2^{**}$	$-20.0 \pm 8.7^*$	$-379.2 \pm 152.0^*$	$-150.6 \pm 65.6^*$	$108.5 \pm 36.3^{**}$	$240.2 \pm 88.2^{**}$
$P_2 \times G_1$	$162.6 \pm 43.5^{**}$	-16.8 ± 9.5	181.7 ± 113.7	$98.4 \pm 42.4^*$	67.3 ± 35.7	-60.5 ± 74.5
$G_1 \times W_3$	$222.4 \pm 36.9^{**}$	$-18.0 \pm 9.0^*$	109.7 ± 97.9	29.3 ± 35.8	$158.6 \pm 32.1^{**}$	-78.2 ± 64.2
$P_2 \times W_3$	$261.4 \pm 45.2^{**}$	$15.9 \pm 4.9^{**}$	36.8 ± 111.2	7.9 ± 44.9	8.0 ± 28.1	-3.0 ± 66.1

*, ** แสดงนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

ตารางที่ 5 ปฏิบัติการงานของยีนแบบต่าง ๆ ที่ควบคุมจำนวนผลต่อต้นของมะเขือจาน 6 กลุ่มผสม

กลุ่มผสม	Parameter					
	m	d	h	i	j	l
$G_2 \times G_1$	$9.1 \pm 1.5^{**}$	$0.6 \pm 0.2^*$	$-11.3 \pm 5.3^*$	$-3.1 \pm 1.5^*$	$-2.7 \pm 1.0^{**}$	$9.5 \pm 2.4^{**}$
$G_2 \times P_2$	$8.2 \pm 1.9^{**}$	$0.7 \pm 0.3^*$	$-10.9 \pm 5.9^*$	-3.0 ± 1.8	$-3.8 \pm 1.3^{**}$	$12.0 \pm 3.1^{**}$
$G_2 \times W_3$	$5.1 \pm 1.3^{**}$	$0.6 \pm 0.2^*$	-0.4 ± 5.0	1.4 ± 1.2	$-4.0 \pm 0.9^{**}$	3.8 ± 2.0
$P_2 \times G_1$	$6.7 \pm 1.2^{**}$	$0.6 \pm 0.2^{**}$	-5.8 ± 5.0	-0.5 ± 1.2	-1.6 ± 0.9	$7.0 \pm 2.3^{**}$
$G_1 \times W_3$	$7.4 \pm 1.6^{**}$	0.6 ± 0.3	-7.7 ± 5.5	-1.1 ± 1.5	$-3.2 \pm 1.2^{**}$	$9.3 \pm 2.7^{**}$
$P_2 \times W_3$	$4.5 \pm 1.2^*$	$-0.8 \pm 0.2^{**}$	-0.8 ± 4.6	1.5 ± 1.2	$1.8 \pm 0.9^*$	$4.5 \pm 1.9^{**}$

*, ** แสดงนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

ตารางที่ 6 ปฏิบัติการงานของยีนแบบต่าง ๆ ที่ควบคุมผลผลิตต่อต้นของมะเขือจาน 6 กลุ่มผสม

กลุ่มผสม	Parameter					
	m	d	h	i	j	l
$G_2 \times G_1$	$2031 \pm 305^*$	$229 \pm 50^{**}$	$-2563 \pm 756^{**}$	$-608 \pm 301^*$	$-847 \pm 213^{**}$	$2404 \pm 499^{**}$
$G_2 \times P_2$	$1283 \pm 401^{**}$	107 ± 72	-1331 ± 1028	-85 ± 394	-526 ± 313	$2427 \pm 745^{**}$
$G_2 \times W_3$	$2233 \pm 353^{**}$	52 ± 76	$-2514 \pm 846^{**}$	-472 ± 345	-253 ± 249	$2718 \pm 558^{**}$
$P_2 \times G_1$	$1063 \pm 290^{**}$	7 ± 54	-363 ± 772	524 ± 285	17 ± 241	$1471 \pm 541^{**}$
$G_1 \times W_3$	$1465 \pm 317^{**}$	-63 ± 48	-1004 ± 749	82 ± 313	187 ± 196	$1565 \pm 471^{**}$
$P_2 \times W_3$	$754 \pm 229^{**}$	-9 ± 43	649 ± 601	$925 \pm 224^{**}$	458 ± 191	$1030 \pm 403^*$

*, ** แสดงนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

กับแบบข่ม มีบทบาทสำคัญในการควบคุมน้ำหนักผลในคู่ผสม $G_2 \times W_3$ เพียงคู่ผสมเดียว

จากตารางที่ 5 พบว่า อิทธิพลของยีนแบบผลบวกมีบทบาทสำคัญในการควบคุมจำนวนผลต่อต้นในทุกคู่ผสม แต่อิทธิพลของยีนแบบข่มมีความสำคัญใน 2 คู่ผสมเท่านั้น คือ $G_2 \times G_1$ และ $G_2 \times P_2$ เมื่อพิจารณาถึงปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนต่างตำแหน่งพบว่า ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบผลบวกกับแบบผลบวกมีความสำคัญในคู่ผสมเดียว คือ $G_2 \times G_1$ ส่วนปฏิกริยาระหว่างยีนแบบข่มกับแบบข่มมีอิทธิพลในทุกคู่ผสม ยกเว้น $P_2 \times G_1$ ในทำนองเดียวกัน ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบข่มกับแบบข่มมีความสำคัญในทุกคู่ผสม ยกเว้นคู่ผสมของ $G_2 \times W_3$

จากตารางที่ 6 พบว่า ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนต่างตำแหน่งแบบข่มกับแบบข่มมีบทบาทสำคัญที่สุดในการควบคุมความแปรปรวนของผลผลิตต่อต้นในทุกคู่ผสม ในขณะที่การทำงานของยีนแบบอื่น ๆ มีความสำคัญในบางคู่ผสมเท่านั้น คือ อิทธิพลของยีนแบบผลบวกพบในคู่ผสมเดียว คือ $G_2 \times G_1$ การทำงานของยีนแบบข่มใน 2 คู่ผสม คือ $G_2 \times G_1$ และ $G_2 \times W_3$ และปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนต่างตำแหน่งแบบผลบวกกับแบบผลบวก และแบบผลบวกกับแบบข่มพบในคู่ผสมที่สำคัญใน 2 คู่ผสม คือ $G_2 \times G_1$ และ $P_2 \times W_3$

อัตราพันธุกรรม

จากการศึกษาอัตราพันธุกรรมแนวกว้างในตารางที่ 7 พบว่า ในลักษณะความสูง คู่ผสมที่มีอัตราพันธุกรรมสูง คือ $G_2 \times G_1$, $G_2 \times W_3$, $P_2 \times G_1$ และ $G_1 \times W_3$ ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 71.47–90.28% แต่อีก 2 คู่ผสมมีอัตราพันธุกรรมค่อนข้างต่ำ ส่วนวันออกดอก ทุกคู่ผสมยกเว้น $P_2 \times W_3$ มีอัตราพันธุกรรมสูงกว่า 50% คือ มีค่าตั้งแต่ 53.77–84.45% ในขณะที่ดัชนีรูปร่างผลนั้น คู่ผสมที่มีอัตราพันธุกรรมสูง คือ $G_2 \times P_2$, $G_2 \times W_3$ และ $P_2 \times G_1$ โดยมีค่า 76.12, 76.81 และ 68.96% ตามลำดับ

ลักษณะน้ำหนักผล พบว่า คู่ผสมที่มีอัตราพันธุกรรมสูง คือ $G_2 \times G_1$, $G_2 \times W_3$ และ $P_2 \times W_3$ (มีค่าตั้งแต่ 73.74–89.23%) สำหรับลักษณะจำนวนผลต่อต้น ทุกคู่ผสมมีค่าอัตราพันธุกรรมค่อนข้างสูง (53.32–73.07%) ยกเว้นคู่ผสมของ $P_2 \times G_1$ เพียงคู่เดียวที่อัตราพันธุกรรมมีค่าต่ำ คือ 16.19%

ลักษณะผลผลิตต่อต้น พบว่า อัตราพันธุกรรมของลักษณะผลผลิตต่อต้นค่อนข้างสูงในคู่ผสม $G_1 \times W_3$ คือ มีค่า 76.59% ในขณะที่คู่ผสมของ $P_2 \times W_3$, $G_2 \times P_2$ และ $P_2 \times G_1$ มีอัตราพันธุกรรมต่ำ โดยคู่ผสม $G_2 \times P_2$ มีอัตราพันธุกรรมต่ำที่สุด (17.77%)

ตารางที่ 7 อัตราพันธุกรรมแนวกว้าง (%) ของลักษณะต่างๆ ในแต่ละคู่ผสม

ลักษณะ	คู่ผสม					
	$G_2 \times G_1$	$G_2 \times P_2$	$G_2 \times W_3$	$P_2 \times G_1$	$G_1 \times W_3$	$P_2 \times W_3$
ความสูง	71.47	27.62	90.28	74.56	84.64	37.62
วันออกดอก	53.77	72.13	57.08	84.45	84.15	31.35
ดัชนีรูปร่างผล	42.69	76.12	76.81	68.95	35.21	43.80
น้ำหนักผล	73.74	21.39	89.23	40.76	25.14	88.84
จำนวนผลต่อต้น	59.21	53.39	64.49	16.19	53.32	73.07
ผลผลิตต่อต้น	58.12	17.77	53.63	20.82	76.59	41.39

ตารางที่ 8 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่าง ๆ ในมะเขือจานแต่ละกลุ่มผสม

	$G_2 \times G_1$	$G_2 \times P_2$	$G_2 \times W_3$	$P_2 \times G_1$	$G_1 \times W_3$	$P_2 \times W_3$
ความสูงกับจำนวนผลต่อต้น	-.05	.48**	-.005	.01	.01	-.13
ความสูงกับผลผลิตต่อต้น	.26**	-.21*	-.07	.03	.06	.10
วันออกดอกกับผลผลิตต่อต้น	-.54**	-.73**	-.43**	-.92**	-.64**	-.62**
ดัชนีรูปร่างผลกับน้ำหนักผล	-.31**	-.11	-.03	-.72**	-.55**	-.13
น้ำหนักผลกับจำนวนผลต่อต้น	-.47**	-.57**	-.41**	-.61**	-.41**	-.88**
น้ำหนักผลกับผลผลิตต่อต้น	-.29**	-.96**	.41**	.10	.63**	-.49**
จำนวนผลต่อต้นกับผลผลิตต่อต้น	.73**	.55**	.55**	.71**	.89**	.69**

*, ** แสดงนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ

ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่าง ๆ

สหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะบางลักษณะได้แสดงไว้ในตารางที่ 8 จะเห็นได้ว่า ความสัมพันธ์ระหว่างความสูงกับจำนวนผลต่อต้น ความสูงกับผลผลิตต่อต้น และน้ำหนักผลกับผลผลิตต่อต้นมีนัยสำคัญในบางกลุ่มผสม แต่ทิศทางของความสัมพันธ์เป็นไปได้ทั้งทางบวกและทางลบ ไม่อาจจะยึดถือเป็นรูปแบบที่แน่นอนได้ ส่วนสหสัมพันธ์ระหว่างดัชนีรูปร่างผลกับน้ำหนักผล แม้ว่าจะแสดงค่าลบในทุกกลุ่มผสมแต่มิมีนัยสำคัญเพียง 3 ใน 6 กลุ่มผสม คือ $G_2 \times G_1$, $P_2 \times G_1$ และ $G_1 \times W_3$

สหสัมพันธ์ที่น่าจะมีประโยชน์ต่อการปรับปรุงพันธุ์มะเขือจานในอนาคต คือ วันออกดอกกับผลผลิตต่อต้น น้ำหนักผลกับจำนวนผลต่อต้น และจำนวนผลต่อต้นกับผลผลิตต่อต้น ทั้งนี้เพราะแสดงความสัมพันธ์สอดคล้องกันทุกกลุ่มผสม โดยสรุปได้ว่า มะเขือที่ออกดอกเร็วมักให้ผลผลิตตลอดฤดูที่สูงกว่า แต่ถ้ามะเขือติดผลมาก ๆ ก็จะมีขนาดผลเล็กลง ส่วนมะเขือที่ผลดกก็จะทำให้ได้ผลผลิตมากขึ้น

วิจารณ์

ในการปรับปรุงพันธุ์พืชผสมตัวเอง เช่น มะเขือนั้น อาจทำได้ทั้งผลิตสายพันธุ์บริสุทธิ์และการผลิตลูกผสม ถ้าการทำงานของยีนที่ควบคุม

ลักษณะที่สำคัญส่วนใหญ่เป็นแบบผลบวก หรือมีปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนต่างตำแหน่งแบบผลบวกกับแบบผลบวก ควรจะคัดเลือกเพื่อผลิตสายพันธุ์บริสุทธิ์ แต่ถ้าการทำงานของยีนเป็นแบบข่ม หรือปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนต่างตำแหน่งแบบผลบวกกับแบบข่ม และแบบข่มกับแบบข่ม ควรจะผลิตลูกผสม (hybrid) เพื่อใช้ประโยชน์จากปฏิริยาของยีนดังกล่าวให้มากที่สุด

ในลักษณะผลผลิตต่อต้นซึ่งเป็นลักษณะที่มีความสำคัญที่สุดในการศึกษานี้ พบว่า อิทธิพลของยีนแบบข่มและปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนต่างตำแหน่งมีความสำคัญมากกว่าอิทธิพลของยีนแบบผลบวก โดยเฉพาะอย่างยิ่งปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่างยีนแบบข่มกับแบบข่มนับว่ามีอิทธิพลมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Srivastava and Bajpai (1978) การทำงานของยีนดังกล่าวสนับสนุนโดยการพบความดีเด่นของลูกผสม (จรัสศรี และคณะ, 2529) ส่วนลักษณะอื่น เช่น จำนวนผลต่อต้น ความสูง ดัชนีรูปร่างผล และวันออกดอก พบว่า อิทธิพลของยีนแบบผลบวกมีความสำคัญเป็นส่วนใหญ่ ยิ่งกว่านั้นจำนวนผลต่อต้นในลูกชั่วที่ 1 ยังแสดงความดีเด่นในทุกกลุ่มผสม แสดงว่าน่าจะมีปฏิริยาของยีนแบบอื่นมาเกี่ยวข้องด้วย จึงทำให้เกิดความดีเด่นของลูกผสมดังกล่าว ซึ่งผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของชั่ว พบว่า

ปฏิกริยาของยีนแบบข่ม และปฏิกริยาสัมพันธระหว่างยีนต่างตำแหน่ง โดยเฉพาะแบบผลบวกกับแบบข่ม และแบบข่มกับแบบข่ม มีความสำคัญดังแสดงไว้ในตารางที่ 5

จากการศึกษาถึงอัตราพันธุกรรมของลักษณะต่าง ๆ ในแต่ละกลุ่ม พบว่า ค่าของลักษณะเดียวกันจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับกลุ่ม โดยเฉลี่ยอย่างยิ่งผลผลิต ซึ่งอัตราพันธุกรรมแนวกว้างมีความแปรปรวนตั้งแต่ 17.77–76.59% Baha-Eldin *et al.* (1968) ประเมินค่าอัตราพันธุกรรมทั้งแนวกว้างและแนวแคบในมะเขือ พบว่าการประเมินทั้ง 2 วิธีให้ผลแตกต่างกันมาก เช่น ลักษณะผลผลิต ให้อัตราพันธุกรรมแนวกว้างและแนวแคบ 60.43% และ 15.05% ตามลำดับ จำนวนผลต่อต้น ให้อัตราพันธุกรรมแนวกว้างและแนวแคบ 76.94% และ 38.06% ตามลำดับ เป็นต้น โดยที่อัตราพันธุกรรมแนวกว้างมีประโยชน์ใน 2 กรณี คือ

1. เมื่อพืชนั้นขยายพันธุ์โดยอาศัยส่วนอื่น ๆ นอกเหนือจากเมล็ด นักปรับปรุงพันธุ์สามารถใช้ปฏิกริยาของยีนทุกชนิดที่มีอยู่ในต้นที่ต้องการได้

2. เมื่อต้องการใช้ประโยชน์จาก hybrid vigor เช่น ในการสร้างลูกผสมชั่วที่ 1 จะเป็นการใช้ปฏิกริยาของยีนทุกชนิด

ในลักษณะที่แสดงอัตราพันธุกรรมค่อนข้างสูง เช่น จำนวนผลต่อต้น วันออกดอก หรือความสูงต้น เราจะสามารถใช้วิธีการคัดเลือกแบบง่าย ๆ เช่น คัดเลือกจากชั่วที่มีการกระจายตัวสูง แต่ถ้าอัตราพันธุกรรมมีค่าต่ำจะคัดเลือกได้ยาก เนื่องจากสภาพแวดล้อมมีอิทธิพลมาก ต้องใช้วิธีทดสอบรุ่นลูกเข้ามาช่วย และถ้าอิทธิพลของยีนแบบไม่เป็นผลบวกมีความสำคัญ ก็อาจต้องใช้การคัดเลือกเพื่อปรับปรุงสมรรถนะการผสมเฉพาะ หรือถ้าปฏิกริยาระหว่างสภาพแวดล้อมกับพันธุกรรมมีมาก ก็อาจต้องใช้วิธีการคัดเลือกหลาย ๆ แบบ และทำภายใต้หลาย ๆ สภาพแวดล้อม นอกจากนี้แล้ว อัตราพันธุกรรมยังสามารถใช้ทำนายความก้าวหน้าในการคัดเลือกลักษณะหรือการตอบสนองต่อการคัดเลือกว่าจะปรับปรุงได้ก้าวหน้ามากน้อยเพียงไร

จากการทำงานของยีน พิจารณาร่วมกับอัตราพันธุกรรมของลักษณะต่าง ๆ รวมทั้งการเกิดความถี่เด่นของลูกผสมที่เสนอโดยจรัสศรี และคณะ (2529) ในลักษณะผลผลิตต่อต้น เป็นการยืนยันข้อเสนอของจรัสศรี และคณะ (2529) ที่ว่า ควรจะสร้างมะเขือจานพันธุ์ลูกผสมขึ้นใช้ในประเทศไทย เพราะจะเป็นการใช้ประโยชน์จากปฏิกริยาของยีนที่มีอยู่อย่างมากที่สุด

สรุป

จากการศึกษาถึงการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของมะเขือจาน 4 สายพันธุ์ โดยวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของชั่วต่าง ๆ คือ P_1 , P_2 , F_1 , F_2 , BC_1 และ BC_2 พบว่า ลักษณะความสูง วันออกดอก น้ำหนักผล จำนวนผลต่อต้น และรูปร่างผล ถูกควบคุมโดยอิทธิพลของยีนแบบผลบวกและไม่เป็นผลบวก แต่ยีนแบบผลบวกมีแนวโน้มมีอิทธิพลสูงกว่าในลักษณะดังกล่าว ส่วนผลผลิตต่อต้นนั้น พบว่าปฏิกริยาสัมพันธระหว่างยีนต่างตำแหน่งแบบข่มกับแบบข่มมีความสำคัญมาก การสร้างพันธุ์มะเขือจานในอนาคตจึงควรมุ่งสร้างพันธุ์ลูกผสม

ลักษณะที่มีอัตราพันธุกรรมในแนวกว้างค่อนข้างสูง คือ ความสูง วันออกดอก ดัชนีรูปร่างผล น้ำหนักผล และจำนวนผลต่อต้น แต่ก็ขึ้นอยู่กับกลุ่มสมด้วยเช่นกัน เมื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะต่าง ๆ พบว่า ลักษณะที่แสดงค่าสหสัมพันธ์ทางบวกคือ จำนวนผลต่อต้นกับผลผลิตต่อต้น จึงเป็นไปได้ว่านักปรับปรุงพันธุ์อาจใช้วิธีคัดเลือกลูกผสมลูกแรกไว้ซึ่งทำได้แม่นยำกว่าการวัดผลผลิตโดยตรง ส่วนน้ำหนักผลนั้น พบว่ามีความสัมพันธ์กับผลผลิตแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับกลุ่ม จึงอาจใช้ประโยชน์ได้กับกลุ่มนั้น ๆ เท่านั้น

เนื่องจากการทดลองครั้งนี้ทำในสภาพแวดล้อมเดียวและทดลองเพียงครั้งเดียวเท่านั้น จึงไม่สามารถประเมินอิทธิพลของสภาพแวดล้อมต่อการแสดงออกทางพันธุกรรมได้ ดังนั้น ถ้าต้องการทราบผลของสภาพแวดล้อม จะต้องทำการศึกษาทดลองดังกล่าวในสภาพแวดล้อมที่ต่างกันและเป็นเวลาหลายปีอีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

- จรัสศรี นวลศรี, จันทรวีภา ธนะโสภณ และพีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2529. การศึกษาการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของลักษณะที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในมะเขือจาน 4 สายพันธุ์ I. ความดีเด่นในลูกผสมชั่วที่ 1. ว. เกษตรศาสตร์ (วิทย.) 20:117-123.
- Baha-Eldin, H.T. Blackhurst and B.A. Perry. 1968. The inheritance of certain quantitative characters in eggplant (*Solanum melongena* L.) II. inheritance of yield, fruit number and fruit weight. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 92:490-497.
- Burton, G.W. 1951. Quantitative inheritance in pearl millet (*Pennisetum glaucum*.) Agron. J. 43:409-417.
- Mather, K. and J.L. Jinks. 1971. Biometrical Genetics. Chapman and Hall Ltd., London.
- Srivastava, O.P. and P.N. Bajpai. 1978. Note on the combining ability in eggplant. Indian J. Agr. Sci. 48(11):688-690.