

การศึกษาการถ่ายทอดลักษณะบางประการ ของมะละกอสองพันธุ์

A Study on the Inheritance of Some Characters in Two Cultivars of
Papaya (*Carica papaya* L.)

สิริกุล วะสี¹ สุรนนต์ สุกัทรพันธุ์² พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์³ และ
จันทรวีภา ธนะโสภณ²

Sirikul Wasee, Suranant Subhadrabandhu, Peerasak Srinives
and Chantravipha Dhanasobhon

ABSTRACT

The inheritance of fruit weight, fruit shape, cavity percentage, thickness and firmness of flesh, and total soluble solids of papaya (*Carica papaya* L.) were studied in Line 10 Solo, Cocoa, F_1 , F_2 , BC_1 and BC_2 by using generation mean analysis. Characters controlled mostly by additive gene effects were fruit weight, fruit shape, thickness of flesh and total soluble solids. High narrow sense heritability was found in fruit weight, thickness and firmness of flesh and total soluble solids. Simple mass selection or other recurrent selection methods can be employed for cultivar improvement for these characters.

บทคัดย่อ

การศึกษาลักษณะที่ถ่ายทอดได้ 8 ลักษณะ ในมะละกอ คือ น้ำหนักผล รูปร่างผล เปอร์เซ็นต์ช่องว่างภายในผล ความหนาเนื้อ ความแน่นเนื้อ และ percent total soluble solids (% TSS) โดยศึกษาในมะละกอพันธุ์ Line 10 Solo, โกโก้, F_1 , F_2 , BC_1 , และ BC_2 โดยการใช้การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของชั่ว (generation mean analysis) พบว่าลักษณะที่ควบคุมด้วยยีนที่ทำงานแบบบวก (additive gene action) เป็นส่วนใหญ่ คือ น้ำหนักผล รูปร่างผล ความหนาเนื้อ และ % TSS สำหรับลักษณะที่มีความสามารถในการถ่ายทอดได้ (narrow sense he-

ritability) สูง คือ น้ำหนักผล ความหนาเนื้อ ความแน่นเนื้อและ % TSS ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์ลูกผสมดังกล่าว อาจใช้วิธีคัดเลือกแบบคัดเลือกหมู่ (mass selection) หรือคัดเลือกแบบวงจร (recurrent selections) แบบอื่นๆ ก็ได้

คำนำ

มะละกอเป็นผลไม้เขตร้อนที่มีแนวโน้มว่าจะมีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทยขึ้น เพราะมะละกอปลูกได้ในแทบทุกภาค แต่การคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์มะละกอให้ได้ลักษณะที่ตามความต้องการของผู้บริโภคนั้นปัจจุบันยังคงเลือกโดยกลไก ซึ่งมักจะคัดเลือก

1 ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

2 ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3 ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในสายพันธุ์เดียวกัน หรือสายพันธุ์ที่ใกล้ชิดกัน จากพันธุ์ที่ปลูกอยู่แล้วคือ พันธุ์โกโก้ แยกดำ และสายนาฬิง

การทดลองนี้ได้นำมะละกอพันธุ์ Line 10 Solo จากมลรัฐฮาวาย ประเทศสหรัฐอเมริกา เข้ามาปลูกเปรียบเทียบกับพันธุ์โกโก้ พบว่า พันธุ์ Line 10 Solo มีน้ำหนักผล และเปอร์เซ็นต์ช่องว่างภายในผลน้อยกว่าพันธุ์โกโก้ แต่มีความแน่นเนื้อและเปอร์เซ็นต์น้ำตาลมากกว่า (สิริกุล 2522) การศึกษาพันธุ์ Line 10 Solo ในมลรัฐฮาวาย พบว่า ไม่มีช่วงของการเป็นหมัน และผลที่เกิดผิดปกติจะเกิดเพียง 1 เปอร์เซ็นต์ต่อต้น ต่อปี ผลมีขนาดเล็กสม่ำเสมอ เนื้อหนา และหวาน (Hamilton and Izuno, 1965) ดังนั้น การผสมข้าม ระหว่าง มะละกอ สองพันธุ์นี้ ก็เพื่อศึกษาลักษณะ บางประการ ที่ถ่ายทอดได้ทาง พันธุกรรม เพื่อเป็น ข้อมูลเบื้องต้น ในการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ให้ดีขึ้น และเหมาะสมแก่ความต้องการของตลาด ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อกลิตรผู้ปลูก ผู้บริโภค และการส่งเป็นสินค้าออกต่อไป

$$\text{ช่องว่างภายในผล (\%)} = \frac{\text{ปริมาณน้ำเป็นมิลลิลิตรที่แทนที่ช่องว่างภายในผลเมื่อเอามันดัดออกหมด}}{\text{ปริมาณน้ำเป็นมิลลิลิตรแทนที่ทั้งหมด}} \times 100$$

4. ความหนาเนื้อ (เซนติเมตร) วัด 2 แห่งคือ บริเวณที่หนาที่สุด และบางที่สุดแล้วหาค่าเฉลี่ย

5. ความแน่นเนื้อ โดยใช้ pressure tester ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.79 เซนติเมตร วัดบริเวณส่วนหัว และส่วนปลายผล แล้วหาค่าเฉลี่ย

6. percent total soluble solids(%TSS) โดยใช้ hand sugar refractometer วัดบริเวณส่วนหัว ส่วนกลาง และส่วนปลายผล แล้วหาค่าเฉลี่ย

ในการศึกษาครั้งนี้ ศึกษาใน มะละกอ

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการผสมพันธุ์มะละกอสองพันธุ์ คือ พันธุ์ Line 10 Solo (P_1) และโกโก้ (P_2) แล้วนำมาผลิต F_1 ไปปลูก ศึกษาลักษณะต่างๆ พร้อมทั้งผสมตัวเอง (selfing) เพื่อให้ได้ลูกผสมชั่ว F_2 และผสมกลับ (backcross) ไปยัง พันธุ์ Line 10 Solo และโกโก้ด้วย (BC_1 และ BC_2) เสร็จแล้วปลูก Line 10 Solo โกโก้ F_1 F_2 BC_1 และ BC_2 เก็บผลมะละกอทุกชั่ว เมื่อผลเริ่มเปลี่ยนสีจากสีเขียวเป็นสีเหลืองหรือสีแดงส้มนำมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง จนผลเปลี่ยนสีทั้งผล จึงศึกษาลักษณะต่างๆดังนี้

1. น้ำหนักผล (กิโลกรัม)
2. รูปร่างผล โดยการวัดความยาวและความกว้างผลเป็นเซนติเมตร แล้วหาอัตราส่วนของความยาวต่อความกว้างผล ตามวิธีของ Chan and Ooi (1975) ถ้าอัตราส่วนที่ได้มีค่ามากกว่า 2 แสดงว่าผลมีขนาดยาว
3. เปอร์เซ็นต์ช่องว่างภายในผล คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ศึกษาโดยการแทนที่น้ำ ตามวิธีของ Nakasone et al. (1974) แล้วคำนวณจากสูตร

พันธุ์ Line 10 Solo 9 ต้น โกโก้ 14 ต้น F_1 3 ต้น F_2 26 ต้น BC_1 15 ต้น BC_2 18 ต้น ที่แปลงทดลองภาควิชาพืชสวนมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพมหานคร ตั้งแต่วันที่ เดือน มิถุนายน 2522 ถึงเดือน สิงหาคม 2523

วิธีวิเคราะห์ผล

ได้ทำการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของชั่ว (gene ration mean analysis) เพื่อหาการทำงานแบบต่างๆของยีน (gene effects) ตามวิธีของ Mather and Jinks (1971) ดังนี้

$$\begin{array}{lcl}
 m & = & \frac{1}{2}P_1 + \frac{1}{2}P_2 \qquad +4F_2 \quad -2BC_1 \quad -2BC_2 \\
 d & = & \frac{1}{2}P_1 - \frac{1}{2}P_2 \\
 h & = & -\frac{3}{2}P_1 - \frac{3}{2}P_2 \quad -F_1 \quad -8F_2 \quad +6BC_1 \quad +6BC_2 \\
 i & = & \qquad \qquad \qquad -4F_2 \quad +2BC_1 \quad +2BC_2 \\
 j & = & -P_1 + P_2 \qquad \qquad \qquad +2BC_1 \quad -2BC_2 \\
 l & = & P_1 + P_2 \qquad +2F_1 \quad +4F_2 \quad -4BC_1 \quad -4BC_2
 \end{array}$$

เมื่อ m คือค่ากึ่งกลาง (mid-point) ระหว่าง homozygous recessive กับ homozygous dominance

d คือ additive gene effects

h คือ dominance gene effects

i คือ additive x additive gene effects

j คือ additive x dominance gene effects

l คือ dominance x dominance gene effects

และ P_1 P_2 F_1 F_2 BC_1 BC_2 คือค่าเฉลี่ยของมะละกอชนิดต่าง ๆ

การทดสอบความแตกต่างทางสถิติใช้ t -test, $t = x/S_x$ เมื่อ x คือค่าต่าง ๆ ที่คำนวณ

ได้จากสมการข้างต้น และ S_x คือค่าเบี่ยงเบน

มาตรฐาน (standard error) ของ effect

ต่าง ๆ ที่เราประเมินมาได้ เช่น การตรวจสอบ

นัยสำคัญของ additive gene effects, d , ทด

สอบได้โดยใช้ S_d ซึ่งคำนวณจาก $\sqrt{V_d}$ เมื่อ

V_d คือ $\frac{1}{4}VP_1 + \frac{1}{4}VP_2$ ซึ่งการคำนวณหา va-

riance 2 ค่าเหล่านี้ คำนวณได้จากตารางการ

วิเคราะห์ความแปรปรวนดังนี้

Source of Variation	Degree of Freedom	Mean Square
Generations	$g - 1$	
Plants within generations	$\sum_i (p_i - 1)$	
Plants/ P_1	$p_1 - 1$	MS_1
Plants/ P_2	$p_2 - 1$	MS_2
Plants/ F_1	$p_3 - 1$	MS_3
Plants/ F_2	$p_4 - 1$	MS_4
Plants/ BC_1	$p_5 - 1$	MS_5
Plants/ BC_2	$p_6 - 1$	MS_6
Error	$n \dots - g - \sum_i p_i - 8$	
Total	$n \dots - 1$	

เมื่อ g คือ จำนวนชั่ว (ในการทดลองนี้มี 6 ชั่ว)
 p_i คือจำนวนต้นในชั่วที่ i

$n \dots$ คือ จำนวนผลทั้งหมดที่นำมาวัด
 ลักษณะดังกล่าว

$MS_1, MS_2 \dots, MS_6$ คือค่า mean square
 หรือค่าความแปรปรวนภายในชั่ว ทั้ง 6 ชั่ว

ดังนั้น VP_1 และ VP_2 ก็คือ MS_1/p_1
 และ MS_2/p_2

ค่า degree of freedom สำหรับ t-test
 ก็คือ ผลรวมของ degree of freedom ของ
 แต่ละชั่วในสมการ เช่นในการตรวจสอบนัย-
 สำคัญของ d มี degree of freedom ก็คือ
 $(p_1-1) + (p_2-1)$

จากการทดสอบนัยสำคัญแล้วพบว่าการทำงาน
 ของยีนเป็นแบบผลบวกทั้งสิ้น ไม่มีแบบข่ม
 หรือแบบ epistasis เลย ดังนั้นจึงได้หาสัดส่วน
 ของความผันแปรอันเนื่องมาจากปฏิริยาผลบวก
 ของยีนเปรียบเทียบกับสัดส่วนของความผันแปร
 ทั้งหมด (narrow sense heritability) โดย
 คำนวณจาก $\sigma_A^2/(\sigma_A^2 + \sigma_E^2)$ เมื่อ σ_A^2 คือความ
 แปรปรวนของปฏิริยาผลบวกของยีน (additive
 genetic variance) และ σ_E^2 คือความแปร-
 ปรวนของสภาพแวดล้อม (environmental va-
 riance) ดังนั้น mean square F_2 ($Var F_2$)
 จะมีองค์ประกอบของความแปรปรวน (variance
 components) เป็น $\sigma_A^2 + \sigma_E^2$ และ mean
 square P_1 และ P_2 ($Var P_1$ และ $Var P_2$)
 จะประเมิน σ_E^2 ดังนั้น ความสามารถในการ
 ถ่ายทอดลักษณะจึงคำนวณได้จาก

narrow sense heritability

$$= \frac{[Var F_2 - (Var P_1 + Var P_2)/2]}{Var F_2}$$

ในการคำนวณ ค่าสังเกตของ F_1 มีน้อย จึง
 มิได้นำมาคำนวณด้วย

ผลและวิจารณ์

จากการศึกษาค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ
 ทั้ง 6 ลักษณะในมะละกอพันธุ์ Line 10 Solo,
 โกโก้, F_1 , F_2 , BC_1 และ BC_2 พบว่าน้ำหนัก
 ผล รูปปร่างผล เปอร์เซนต์ช่องว่างภายในผล
 และความหนาเนื้อ ในชั่ว F_1 , F_2 , BC_1 และ
 BC_2 มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน และมีค่าใกล้เคียง
 กับโกโก้ นอกจากนี้ความแน่นเนื้อในลูกผสมจะ
 มีค่ามากกว่า P_1 และ P_2 ส่วน % TSS ใน
 ชั่ว F_1 , F_2 และ BC_1 มีค่าใกล้เคียงกัน และ
 มีค่าใกล้เคียงกับ Line 10 Solo (ซึ่งมี %TSS
 มากกว่าโกโก้) ส่วนใน BC_2 จะมีค่าใกล้เคียง
 กับโกโก้ (ตารางที่ 1)

การศึกษากฎิกริยาของยีน (gene effects)
 ในลักษณะต่าง ๆ ทั้ง 6 น (ตารางที่ 2) ลักษณะ
 ที่ควบคุมด้วยยีนทำงานแบบบวก (additive gene
 actions) ใน น้ำหนักผล ($d = -5.75 \pm 0.04$)
 ในรูปปร่างผล (-4.82 ± 0.10) ในความหนาเนื้อ
 (-3.15 ± 0.08) และใน %TSS (4.78 ± 0.23)
 มีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
 หรือ พอจะสรุปได้ว่าปฏิริยาแบบบวกของยีน
 เป็นส่วน สำคัญที่สุดที่ทำให้เกิดความผันแปรใน
 ลักษณะทั้ง 4 น นอกจากนั้นยังพบว่า ความสามารถ
 ในการถ่ายทอดได้ (narrow sense heritabi-
 lity) มีค่าสูงในน้ำหนักผล % TSS และความ
 หนาเนื้อ (88.21 % 62.14 % และ 61.10% ตาม
 ลำดับ)

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยของลักษณะต่างๆ ของมะละกอพันธุ์ Line 10 Solo, โกโก้, F_1 , F_2 , BC_1 และ BC_2

ชั่ว	ค่าเฉลี่ย					%TSS
	น้ำหนักผล (กก.)	รูปร่างผล	เปอร์เซ็นต์ช่องว่างภายในผล	ความหนาเนื้อ (ซม.)	ความแน่นเนื้อ (กก./ตร.ซม.)	
P_1	0.19	1.22	15.08	1.45	3.70	13.75
P_2	0.70	2.16	20.66	1.92	4.84	11.54
F_1	0.90	1.55	22.17	2.27	8.95	12.60
F_2	0.69	1.55	22.30	1.97	5.44	12.17
BC_1	0.69	1.48	20.75	2.05	6.03	12.94
BC_2	0.77	1.80	24.99	2.01	7.13	11.17

ลักษณะที่พบว่าไม่มี การทำงาน ของยีนแบบใดเลยที่มันยี่สำคัญ คือ เปอร์เซนต์ช่องว่างภายในผล และความแน่นเนื้อ ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่ามีความผันแปรระหว่างต้นเกิดขึ้นสูง ทำให้ค่า standard error of estimates ของปฏิกิริยาของยีนแบบต่างๆ มีค่าสูงตามไปด้วย การตรวจสอบยี่สำคัญ จึงไม่พบความแตกต่างดังกล่าวสำหรับ ความ สามารถ ในการถ่ายทอดได้พบว่ามี ความผันแปรอันเนื่องมาจาก ปฏิกิริยาของยีนแบบบวกสะสม 55.00 % และ 19.71 % ของความผันแปรทั้งหมดที่วัดได้ในความแน่นเนื้อ และ เปอร์เซนต์ช่องว่างภายในผล ตามลำดับ

ลักษณะต่างๆ ทั้ง 6 ลักษณะนี้ จากการสังเกตพบว่า ผลจากต้นตัวเมียและผลจากต้นสมบูรณเพศไม่มีความแตกต่างกัน (ภาพที่ 1 และ ภาพที่ 8) นอกจากนั้นเนื้อ และรูปร่างช่องว่างภายในผลก็ไม่แตกต่างกันด้วย (ภาพที่ 2 และ ภาพที่ 4) จากการศึกษาในพันธุ์ Line 10 Solo ซึ่งมีเนื้อสีเหลือง ช่องว่างภายในผลเป็นรูปดาวห้าแฉก พันธุ์โกโก้เนื้อสีแดงช่องว่างภายในผลเป็นรูปห้าเหลี่ยมหรือค่อนข้างกลม F_1 จะมีเนื้อสีเหลืองช่องว่างภายในผลเป็นรูปดาวห้าแฉก และเมื่อศึกษาใน F_2 , BC_1 และ BC_2 พบว่าใน F_2 มีเพียงส่วนน้อยที่มีเนื้อสีแดงและช่องว่างภายในผลเป็นรูปห้าเหลี่ยมใน BC_1 จะมีเนื้อ

สีเหลือง ช่องว่างภายในผลเป็นรูปดาวห้าแฉกใน BC_2 พบทั้งเนื้อสีแดงส้มและเนื้อสีเหลืองช่องว่างภายในผลทั้งรูปห้าเหลี่ยมและรูปดาวห้าแฉก สำหรับตลาดในประเทศนิยมเนื้อสีแดงช่องว่างภายในผลกลมและเล็ก ดังนั้นการนำพันธุ์ที่มีเนื้อสีเหลือง แต่ลักษณะอื่นๆ ดี เช่น มี %TSS สูง เนื้อแน่น คุณภาพในการเก็บรักษาดี มาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ที่มีปลูกอยู่แล้วต้องคำนึงถึงเรื่องไปด้วย

ในการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์มะละกอนั้น กสิกรยังนิยมคัดเลือกผลขนาดโตซึ่งอาจมีเปอร์เซนต์น้ำตาลต่ำ ในการคัดเลือกผลสำหรับรับประทานสด สิ่งที่ต้องคำนึงถึงเป็นอันดับแรกคือความหวานและรสชาติ รองลงมาคือ ขนาดและน้ำหนักผล แต่ถ้าจะคัดเลือกสำหรับอุตสาหกรรมต่างๆ แล้ว สิ่งสำคัญ คือ ผลต้องมีขนาดโต น้ำหนักมาก ปัจจุบันการคัดเลือกยังคงเลือกจากลักษณะที่มองเห็นด้วยตา (phenotypic) และคัดเลือกจากต้นที่มีการผสมเปิด (open-pollinate) ดังนั้นจึงคงได้ต้นมะละกอที่ยังไม่มีความสม่ำเสมอทางพันธุกรรมอยู่ จากการพบว่าลักษณะต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพผล เช่น น้ำหนักผล รูปร่างผล ความหนาเนื้อ และ %TSS ถูกควบคุม ด้วยยีนที่ม การทำงานแบบบวกสะสมเป็นส่วนใหญ่ แสดงว่า การคัดเลือกเพื่อปรับ-

ตารางที่ 2 ปฏิกริยาของยีน (gene effects) และความสามารถในการถ่ายทอดได้ (narrow sense heritability) ของลักษณะต่างๆ 6 ลักษณะในมะละกอฟันธุ์ Line 10 Solo โกโก้ F₁, F₂, BC₁ และ BC₂

ลักษณะ	ปฏิกริยาของยีน (gene effects)						ความสามารถในการถ่ายทอดได้ (narrow sense heritability) (%)
	¹ m	d	h	i	j	l	
น้ำหนักผล (กก.)	0.68±0.40	-5.75±0.04**	1.04±1.01	0.44±0.40	1.29±0.27	-0.59±0.71	66.21
รูปร่างผล	2.39±0.55*	-4.82±0.10**	0.49±1.41	0.69±0.54	0.70±0.42	-0.47±0.95	3.21
เปอร์เซ็นต์ช่องว่างภายในผล	1.64±9.54	1.78±1.56	0.83±24.21	0.24±9.41	-0.41±7.09	-0.86±15.79	19.71
ความหนาเนื้อ (ชม.)	2.48±0.58*	-3.15±0.08**	0.89±1.42	0.40±0.58	0.82±0.68	-0.41±1.08	61.10
ความแน่นเนื้อ(กก./ตร.ชม.)	-0.07±5.18	-0.83±0.69	1.07±13.07	0.91±3.55	-0.27±5.13	-0.48±9.56	55.00
Total soluble solids %	5.05±2.59**	4.78±0.23**	-0.45±7.06	-0.17±2.58	0.62±2.17	0.59±4.58	62.14

*ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

¹m คือ ค่ากึ่งกลาง (mid-point) ระหว่าง homozygous recessive กับ homozygous dominance.

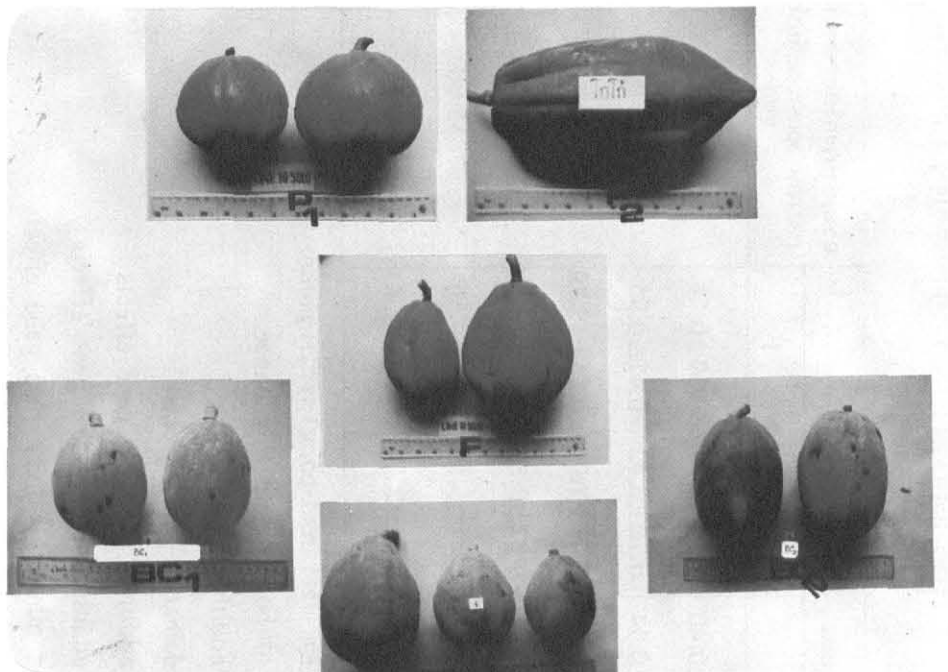
d คือ additive gene effects

h คือ dominance gene effects

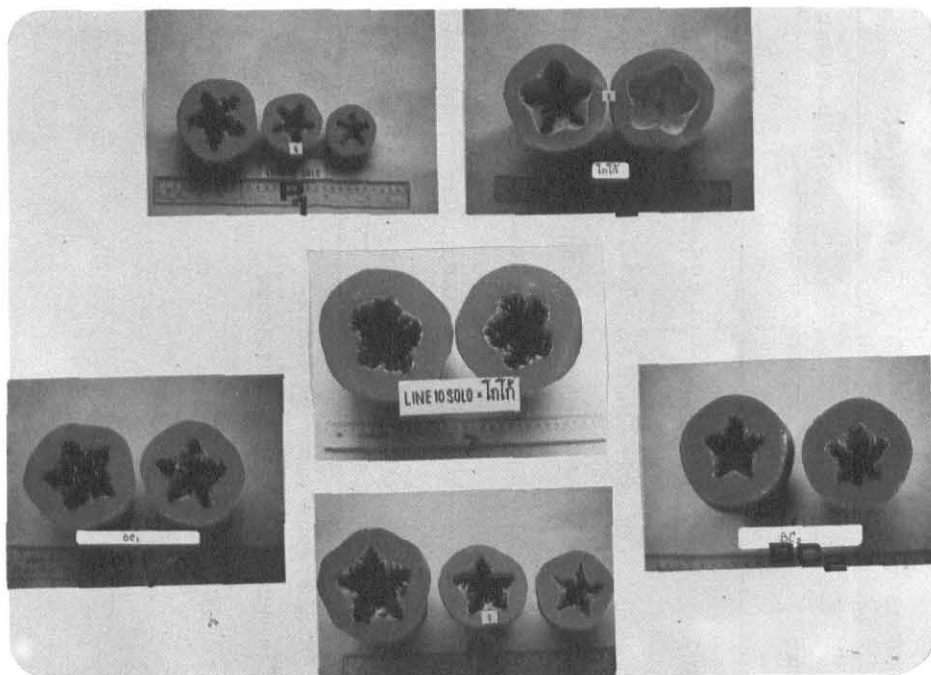
i คือ additive × additive gene effects

j คือ additive × dominance gene effects

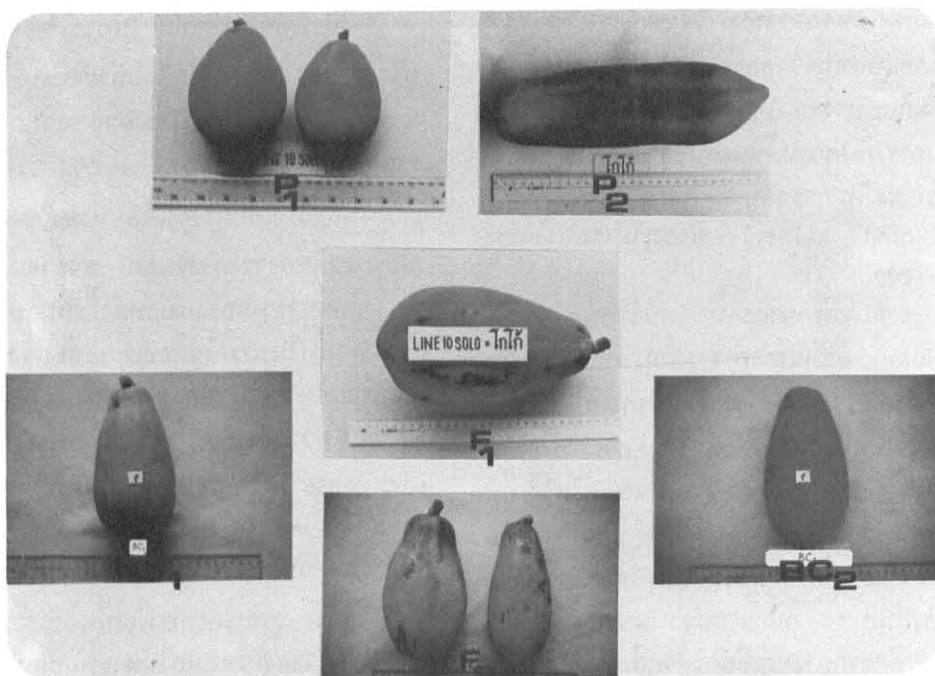
l คือ dominance × dominance gene effects



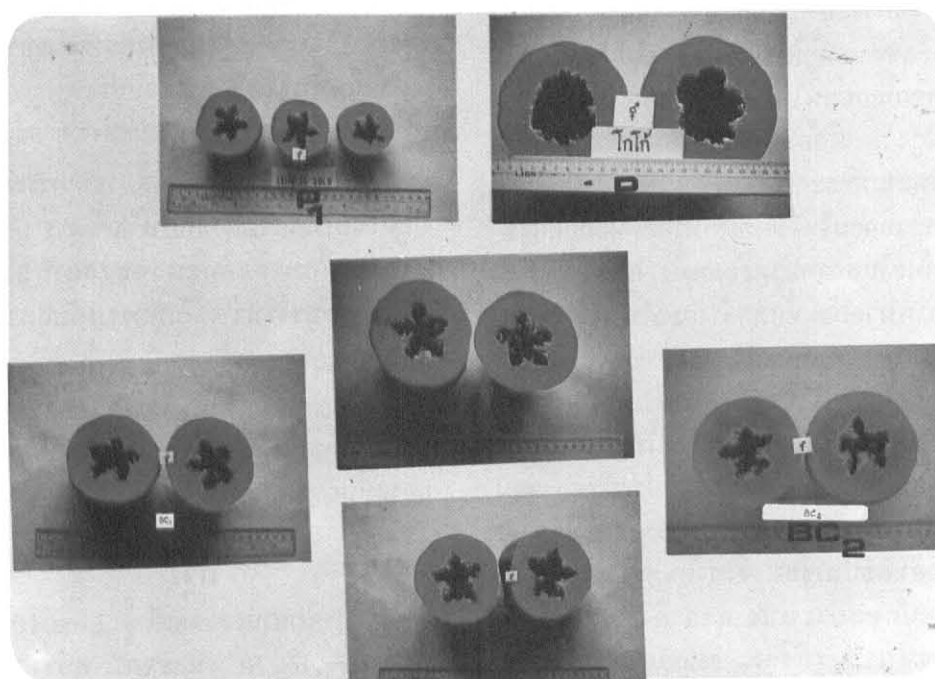
ภาพที่ 1 ผลจากต้นตัวเมียของมะละกอพันธุ์ Line 10 Solo, โทโก้, F_1 , F_2 , BC_1 และ BC_2



ภาพที่ 2 ลักษณะภายในผลจากต้นตัวเมียของมะละกอพันธุ์ Line 10 Solo, โทโก้, F_1 , F_2 , BC_1 และ BC_2



ภาพที่ 3 ผลจากต้นสมบุรณ์เพศของมะละกอพันธุ์ Line 10 Solo, โทโก, F_1 , F_2 , BC_1 และ BC_2



ภาพที่ 4 ลักษณะภายในผลจากต้นสมบุรณ์เพศของมะละกอพันธุ์ Line 10 Solo, โทโก, F_1 , F_2 , BC_1 และ BC_2

ปรับปรุงลักษณะดังกล่าวจะทำให้ได้ง่าย เช่น ใช้วิธีการคัดเลือกแบบหมู่ (mass selection) หรือการคัดเลือกแบบวงจร (recurrent selection) อื่นๆ ที่เป็นการเพิ่มความถี่ของยีนบวกสะสม หรือเพิ่มสมรรถนะในการรวมตัวโดยทั่วไป (general combining ability) ก็จะสามารถปรับปรุงลักษณะดังกล่าวได้

จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่าพันธุ์ Line 10 Solo มีลักษณะต่างๆ ก่อนข้างสม่ำเสมอ ไม่มีความแปรปรวนแปร ในพันธุ์มากเหมือนโกโก้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ Line 10 Solo เป็นสายพันธุ์แท้ (inbred line) ในขณะที่โกโก้เป็นพันธุ์ผสมเปิด (open-pollinate) อย่างไรก็ตาม บางลักษณะของพันธุ์โกโก้ เช่น ความหนาเนื้อ ความแน่นเนื้อ ก็มีความแปรปรวนเกิดขึ้นน้อย ซึ่งอาจเกิดจากการคัดเลือกโดยกลไกมาแล้ว สิ่งที่ต้องปรับปรุงในพันธุ์โกโก้ คือการเพิ่มความหวานซึ่งยีนที่ควบคุมส่วนใหญ่ก็มีการทำงานแบบบวก จึงน่าจะทำการคัดเลือกได้ทันที โดยการนำเมล็ดจากผลที่มีความหวานสูงไปปลูกทดสอบ แล้วคัดเลือกต้นที่ให้ผลสม่ำเสมอ และมีความหวานสูง แต่ต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อมด้วย ทั้งนี้เพราะ มะละกอ เป็นพืชที่เปลี่ยนแปลงตามสภาพแวดล้อมได้ง่าย หากทำการคัดเลือกปรับปรุงพันธุ์ในสภาพแวดล้อมหนึ่ง แล้วนำไปปลูกยังสภาพแวดล้อมที่แตกต่างออกไป การเจริญเติบโต การออกดอก ติดผล คุณภาพผล อาจเปลี่ยนแปลงไปด้วย ตัวอย่างเช่นพันธุ์ Line 10 Solo เมื่อปลูกที่มตรัฐฮาวาย มีน้ำหนักประมาณ 0.40-0.62 กิโลกรัม %TSS ประมาณ 14.4 (Hamilton and Izuno, 1965) แต่เมื่อนำมาปลูกที่อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา จะมีน้ำหนักผลประมาณ 0.30 กิโลกรัม %TSS ประมาณ 11.8 (สิริกุล, 2522) และเมื่อนำมาปลูกที่อำเภอบางเขน กรุงเทพมหานคร จะมีน้ำหนักผลประมาณ 0.19 กิโลกรัม %TSS ประมาณ 13.75 (ตารางที่ 1)

มะละกอพันธุ์ที่ปลูกในประเทศไทยปัจจุบัน นอกจากพันธุ์โกโก้แล้วยังนิยมปลูกพันธุ์แขกดำ และพันธุ์สายน้ำผึ้งด้วย สิริกุล (2522) รายงานว่า ลักษณะประจำพันธุ์ของมะละกอทั้งสามพันธุ์ที่ไม่แตกต่างกันคือ น้ำหนักผล และเปอร์เซ็นต์ช่องว่างภายในผล ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่า ยีนที่ควบคุมลักษณะเหล่านี้เป็นยีนชุดเดียวกัน ดังนั้นในการคัดเลือกเพื่อปรับปรุงลักษณะดังกล่าว ก็น่าจะประยุกต์ข้อมูลที่ได้จากปฏิกิริยาของยีน ความสามารถในการถ่ายทอดได้ (narrow sense heritability) เพื่อใช้กับลูกผสมที่เกิดจาก Line 10 Solo กับแขกดำ และ Line 10 Solo กับสายน้ำผึ้งได้เช่นเดียวกัน

ในการปลูกมะละกอเพื่อเป็นการค้าขึ้น ต้องคำนึงถึงความสม่ำเสมอในสายพันธุ์และต้องไม่กลายพันธุ์ (Chan and Ooi, 1975) ดังนั้น การศึกษาถึงปฏิกิริยาของยีน (gene effects) ความดีเด่น ในลูกผสม และความสามารถในการถ่ายทอดได้ของลักษณะที่พึงปรารถนาบางลักษณะ จึงใช้เป็นพื้นฐานในการปรับปรุงพันธุ์ เพื่อให้เกิดความสม่ำเสมอในลักษณะต่างๆ อย่างไรก็ตาม ข้อสรุปการทดลองครั้งนี้ได้มาจากการทดลองที่ปลูกในสภาพแวดล้อมที่จำกัดเพียง 1 จุด ไม่สามารถศึกษาถึงอิทธิพลของสภาพแวดล้อมหรือปฏิกิริยาระหว่างพันธุ์กรรมกับสภาพแวดล้อมได้ ในอนาคตจึงควรมีการศึกษาถึงการถ่ายทอดลักษณะภายใต้สภาพแวดล้อมต่างๆ หลายจุดและหลายท้องถิ่น เพื่อให้การสรุปผลการทดลองแม่นยำยิ่งขึ้น

สรุป

การศึกษามะละกอพันธุ์ Line 10 Solo, โกโก้, F_1 , F_1 , BC_1 และ BC_2 พบว่า ลักษณะที่ควบคุมด้วยยีนที่ทำงานแบบบวกเป็นส่วนใหญ่คือ น้ำหนักผล รูปร่างผล ความหนาเนื้อ และ %TSS ส่วนลักษณะที่มีการถ่ายทอดได้ (narrow

sense heritability) สูง คือ น้ำหนักผล ความหนาเนื้อ ความแน่นเนื้อ และ %TSS วิธีการคัดเลือกที่ใช้กันทั่วไป เช่น การคัดเลือกแบบวงจรต่างๆ จึงน่าจะนำมาใช้ปรับปรุงลักษณะดังกล่าวข้างต้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เนื่องจากการทดลองนี้ ได้ดำเนินการเพียงสภาพแวดล้อมเดียว จึงไม่สามารถวัดอิทธิพลของสภาพแวดล้อมที่มีต่อการถ่ายทอดลักษณะได้ ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาการถ่ายทอดลักษณะภายใต้สภาพแวดล้อมต่างๆ เพื่อให้การสรุปผลเป็นทมนใจยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

ศิริกุล วะสี. 2522. การศึกษาลักษณะประจำพันธุ์บางประการของมะละกอสีพันธุ์. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตร-

ศาสตร์. 14 หน้า. ปัญหาพิเศษ (ปริญาโท สาขาเกษตรศาสตร์)

Chan, Y.K., and S.C. Oci. 1975. Preliminary studies on papaya selection in Malaysia. *Malays Agric. J.* 50 : 67-77.

Hamilton, R.A., and T. Izuno. 1965. Line 10-A new strain of export papaya. *Hawaii Farm Sci.* (14)4 : 1-3.

Mather, K., and J.L. Jinks. 1971. Biometric genetics. Ithaca, New York: Cornell University Press. 382 p.

Nakasone, H.Y., W. Yee, D.K. Ikehara, M.J. Doi, and P.J. Ito. 1974. Evaluation and naming of two new Hawaii papaya lines, 'Higgins' and 'Wilder'. *Hawaii Agr. Exp. Sta. Res. Bull.* 167. 24 p.