สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานฉบับสมบูรณ์

งานวิจัย

เรื่อง

ลักษณะการกระจายตัวของมะเขือเทศนอกฤดูกาล ลูกผสมชั่วที่สอง

SEGREGATION OF F_2 OFF - SEASON HYBRID TOMATO

โดย

นายสมภพ จิตะวสันต์

ภาควิชาพืชสวน

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

RC1+
SB
349
ส2715
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 54597
วัน,เดือน,ปี 21 ส.ค. 2548

งานวิจัยนี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนการวิจัยประจำปีงบประมาณ 2546

จากเงินรายได้คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

b1121522
b2.....
i.....

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตร และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่ได้สนับสนุนโครงการวิจัยเรื่องนี้ โดยทางคณะฯ ได้จัดสรรงบประมาณเงินรายได้คณะฯ เพื่อการวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2546 เป็นเงิน 57,000 บาท

ผู้ดำเนินโครงการวิจัยคาดหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ผลงานวิจัยดังกล่าวนี้ จะเป็นประโยชน์ทางด้านวิชาการสำหรับผู้ที่เกี่ยวข้อง นำไปสู่การเพิ่มผลผลิตและกระตุ้นให้กสิกรหันมาปลูกมะเขือเทศนอกฤดูกาลเพิ่มมากขึ้น

.....

(รศ.สมภพ ฐิตะวสันต์)

หัวหน้าโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	(ก)
สารบัญภาพ	(ข)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	1
ตรวจเอกสาร	2
วิธีการดำเนินการ	30
การเก็บข้อมูล	34
ระยะเวลาในการดำเนินงาน	36
สถานที่ดำเนินการ	36
ผลการทดลอง	36
วิจารณ์ผลการทดลอง	55
สรุปผลการทดลอง	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงการกระจายตัวในลักษณะของความสูงต้นเมื่ออายุ 50 วัน (ซ.ม.) ของพ่อแม่และลูก F_2 ของมะเขือเทศ	39
2	แสดงการกระจายตัวในลักษณะของทรงพุ่ม (ซ.ม.) เมื่ออายุ 50 วัน ของพ่อแม่และลูก F_2 ของมะเขือเทศ	40
3	แสดงการกระจายตัวในลักษณะของอายุการออกดอก (วัน) ของพ่อแม่ และลูก F_2 ของมะเขือเทศ	41
4	แสดงการกระจายตัวในลักษณะของจำนวนดอกต่อช่อของพ่อแม่ และลูก F_2 ของมะเขือเทศ	42
5	แสดงการกระจายตัวในลักษณะของจำนวนช่อดอกต่อต้นของพ่อแม่ และลูก F_2ของมะเขือเทศ	43
6	แสดงการกระจายตัวในลักษณะของจำนวนดอกต่อต้นของพ่อแม่ และลูก F_2ของมะเขือเทศ	44
7	แสดงการกระจายตัวในลักษณะของอายุการติดผล (วัน) ของพ่อแม่ และลูก F_2 ของมะเขือเทศ	45
8	แสดงการกระจายตัวในลักษณะของจำนวนผลต่อต้นของพ่อแม่ และลูก F_2 ของมะเขือเทศ	46
9	แสดงการกระจายตัวในลักษณะของการติดผล (เปอร์เซ็นต์)ของพ่อแม่ และลูก F_2 ของมะเขือเทศ	47
10	แสดงการกระจายตัวในลักษณะของผลแตก(เปอร์เซ็นต์)ของพ่อแม่ และลูก F_2 ของมะเขือเทศ	48
11	แสดงการกระจายตัวในลักษณะของน้ำหนักเฉลี่ยต่อลูก(กรัม)ของพ่อแม่ และลูก F_2ของมะเขือเทศ	49
12	แสดงการกระจายตัวในลักษณะของน้ำหนักผลผลิตต่อต้น(กรัม)ของพ่อแม่ และลูกF_2ของมะเขือเทศ	50
13	แสดงการกระจายตัวในลักษณะของปริมาณวิตามินCทั้งหมดของพ่อแม่ และลูกF_2ของมะเขือเทศ	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
14	แสดงการกระจายตัวลักษณะปริมาณของแข็งทั้งหมดของพ่อแม่และลูกF_2ของมะเขือเทศ	52
15	แสดงการกระจายตัวลักษณะปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้(เปอร์เซ็นต์)ของพ่อแม่และลูกF_2ของมะเขือเทศ	53
16	แสดงการกระจายตัวในลักษณะของปริมาณกรด(เปอร์เซ็นต์)ของพ่อแม่และลูกมะเขือเทศ	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงการกระจายตัวในลักษณะของความสูงต้นเมื่ออายุ 50 วัน (ซ.ม.) ของพ่อแม่และลูก F_2 ของมะเขือเทศ	39
2	แสดงการกระจายตัวในลักษณะของทรงพุ่ม (ซ.ม.) เมื่ออายุ 50 วัน ของพ่อแม่และลูก F_2 ของมะเขือเทศ	40
3	แสดงการกระจายตัวในลักษณะของอายุการออกดอก (วัน) ของพ่อแม่ และลูก F_2 ของมะเขือเทศ	41
4	แสดงการกระจายตัวในลักษณะของจำนวนดอกต่อช่อของพ่อแม่ และลูก F_2 ของมะเขือเทศ	42
5	แสดงการกระจายตัวในลักษณะของจำนวนช่อดอกต่อต้นของพ่อแม่ และลูก F_2 ของมะเขือเทศ	43
6	แสดงการกระจายตัวในลักษณะของจำนวนดอกต่อต้นของพ่อแม่ และลูก F_2 ของมะเขือเทศ	44
7	แสดงการกระจายตัวในลักษณะของอายุการติดผล (วัน) ของพ่อแม่ และลูก F_2 ของมะเขือเทศ	46
8	แสดงการกระจายตัวในลักษณะของจำนวนผลต่อต้นของพ่อแม่ และลูก F_2 ของมะเขือเทศ	46
9	แสดงการกระจายตัวในลักษณะของการติดผล (เปอร์เซ็นต์) ของพ่อแม่และลูก F_2 ของมะเขือเทศ	47
10	แสดงการกระจายตัวในลักษณะของผลแตก (เปอร์เซ็นต์) ของพ่อแม่ และลูก F_2 ของมะเขือเทศ	48
11	แสดงการกระจายตัวในลักษณะของน้ำหนักเฉลี่ยต่อลูก (กรัม) ของพ่อแม่และลูก F_2 ของมะเขือเทศ	49
12	แสดงการกระจายตัวในลักษณะของน้ำหนักผลผลิตต่อต้น (กรัม) ของพ่อแม่และลูก F_2 ของมะเขือเทศ	50
13	แสดงการกระจายตัวในลักษณะของปริมาณวิตามิน C ทั้งหมดของพ่อแม่ และลูก F_2 ของมะเขือเทศ	51
14	แสดงการกระจายตัวลักษณะปริมาณของแข็งทั้งหมดของพ่อแม่ และลูก F_2 ของมะเขือเทศ	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
15	แสดงการกระจายตัวลักษณะปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (เปอร์เซ็นต์) ของพ่อแม่และลูก F_2 ของมะเขือเทศ	53
16	แสดงการกระจายตัวในลักษณะของปริมาณกรด (เปอร์เซ็นต์) ของพ่อแม่และลูกลูก F_2 มะเขือเทศ	54
17	แสดงลักษณะของผลของมะเขือเทศ	65
18	แสดงลักษณะของใบของมะเขือเทศ	66
19	แสดงลักษณะของต้นของมะเขือเทศพันธุ์ CLN2123	67
20	แสดงลักษณะของต้นของมะเขือเทศพันธุ์ KMITL 1	68
21	แสดงลักษณะของต้นของมะเขือเทศพันธุ์ CLN2123 x KMITL 1	69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

มะเขือเทศเป็นพืชผักที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจพืชหนึ่งที่มีผู้นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายรวมทั้งสามารถนำมาใช้รับประทานสดแล้วยังแปรรูปได้หลายชนิด เช่น ทำมะเขือเทศเข้มข้น น้ำมะเขือเทศ มะเขือเทศแช่อิ่ม และมะเขือเทศกวน ในประเทศไทยบริโภคมะเขือเทศในรูปซอสมะเขือเทศบรรจุปลากระป๋องมากกว่าผลิตภัณฑ์อื่นๆ สำหรับมะเขือเทศผลสดเป็นอาหารประจำวันของคนไทยทุกภาคโดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารในการเพิ่มรสชาติอาหารพื้นเมือง ได้แก่ ส้มตำ ต้มซุป และอาหารอื่นๆ ส่วนภาคอื่นๆบริโภคในรูปผักสด ผัด ต้ม และแกง เป็นต้น จากสถิติการปลูกมะเขือเทศของกรมส่งเสริมการเกษตรพบว่าในปีการเพาะปลูก 2533/34 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกมะเขือเทศทั้งหมด 85,193 ไร่ ผลผลิต 171,850 ตัน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือปลูกมากที่สุด 62,468 ไร่ ในการปลูกมะเขือเทศพบว่าผลผลิตยังมีคุณภาพไม่สม่ำเสมอและอยู่ในปริมาณต่ำ (1,900 กก./ไร่) และถ้าเป็นการปลูกนอกฤดู (ฤดูฝน) ผลผลิตยิ่งต่ำมากขึ้นทำให้มะเขือเทศไม่เพียงพอต่อการบริโภค มีราคาแพง สถาบันวิจัยพืชสวนได้คัดเลือกพันธุ์มะเขือเทศและแนะนำมะเขือเทศพันธุ์รับประทานสด คือพันธุ์สีดาห้างฉัตรสำหรับปลูกในฤดูปกติทั่วไป แต่เนื่องจากพันธุ์แนะนำดังกล่าวยังให้ผลผลิตค่อนข้างต่ำเมื่อปลูกในฤดูฝนประกอบกับปัจจุบันได้มีหน่วยงานต่างๆทำการปรับปรุงพันธุ์มะเขือเทศทนร้อน เช่น ศูนย์วิจัยพืชผักแห่งเอเชีย (AVRCD) ได้ปรับปรุงมะเขือเทศทนร้อนหลายพันธุ์ แต่พันธุ์ดังกล่าวยังมีลักษณะสีผลและรสชาติไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคภายในประเทศหน่วยงานต่างๆจึงได้ทำการปรับปรุงพันธุ์โดยการผสมพันธุ์และคัดเลือกพันธุ์ลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูงคุณภาพดีตามมาตรฐานที่ตั้งไว้ และนำมาเปรียบเทียบพันธุ์เพื่อหาพันธุ์ที่ดีและเหมาะสมสำหรับประทานผลสดสำหรับนำไปปรับปรุงพันธุ์หรือแนะนำแก่เกษตรกรต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาถึงการกระจายตัวของลักษณะทางการเกษตรของมะเขือเทศชั่วที่ 1 จากการผสมระหว่างมะเขือเทศพันธุ์ CLN 2123A และมะเขือเทศพันธุ์ KMITL 1
2. เพื่อใช้เป็นประชากรพื้นฐานในการพัฒนาพันธุ์มะเขือเทศรับประทานสดขนาดผลปานกลางนอกฤดู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

มะเขือเทศมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Lycopersicon esculentum* Mill. เป็นพืชที่จัดอยู่ในตระกูล Solanaceae มีชื่อสามัญว่า tomato ในประเทศไทยนอกจากเรียกว่ามะเขือเทศแล้ว ยังมีชื่อที่เรียกในท้องถิ่นด้วย เช่น มะเขือส้ม (ภาคเหนือ) , มะเขือเครือ (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) เป็นต้น (เมืองทอง และสุรีรัตน์ , 2525)

มะเขือเทศเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งของไทย เพราะมีผู้นิยมปลูกและบริโภคกันอย่างแพร่หลาย โดยปลูกมากเป็นอันดับที่ 15 จากผัก 27 ชนิด ของประเทศ ปลูกมากที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ฝ่ายวิเคราะห์ข้อมูลส่งเสริมการเกษตร , 2530) ใช้รับประทานได้ทั้งในรูปของผลสดและสามารถนำไปประกอบอาหารได้หลายชนิด เป็นพืชผักที่มีคุณค่าทางอาหารสูง โดยเฉพาะวิตามินเอ และวิตามินซี ในปัจจุบันยังมีการปลูกมะเขือเทศเพื่อส่งโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปในแบบต่างๆ เช่น น้ำมะเขือเทศ ซอสมะเขือเทศ (สุนทร,2539)

มะเขือเทศมีถิ่นกำเนิดอยู่แถบอเมริกากลางและอเมริกาใต้โดยแมกซิโกเป็นประเทศแรกที่มีการปลูกมะเขือเทศเพื่อบริโภค (ทศพร,2531)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

มะเขือเทศอยู่ในสกุล (genus) Lycopersicon มี 8-10 ชนิด (species) จำนวนโครโมโซม 2n = 2x = 24 สามารถผสมข้ามชนิดกันได้ทั้งหมด *Lycopersicon* แบ่งออกเป็นสองสกุลย่อย (subgenus) คือ *Eulycopersicon* และ *Eriopersicon* (สมภพ ฐิตะวสันต์. 2530)

สกุลย่อย *Eulycopersicon* เมื่อยังคงเป็นพืชป่า (wide species) มีการเจริญเติบโตแบบพืชหลายฤดู (perennials) แต่เมื่อนำมาใช้ทำการเพาะปลูก จะเปลี่ยนวงชีพเป็นพืชฤดูเดียว (annual) ลักษณะผลเมื่อสุกไม่มีขน สีแดง เป็นที่ดึงดูดความสนใจของมนุษย์ เมล็ดแบนมีขน ช่อดอกไม่มีกาบดอก (inflorescenced bractless) ใบไม่มี หูใบเทียม (pseudostipules) ผลมีรงควัตถุ (pigment) ไลโคพีน (lycopene) และคาโรทีน (carotene) แบ่งออกเป็น 2 ชนิดได้แก่

Lycopersicon pimpinellifolium เป็นมะเขือเทศที่รู้จักกันในนามมะเขือเครือ (red current tomato) ผลมีขนาดเล็กมาก เส้นผ่าศูนย์กลางของผลไม่เกิน 10 มิลลิเมตร ทางอีสานนิยมนำผลแก่มาใส่ส้มตำ

Lycopersicon esculentum ลักษณะผลเหมือนมะเขือเทศทั่วไป แต่มีเส้นผ่าศูนย์กลางของผลมากกว่า 10 มิลลิเมตร เป็นมะเขือเทศที่ใช้ปลูกอยู่ในปัจจุบันและทั้ง2 ชนิดนี้สามารถผสมข้ามกันให้ลูกผสมที่มีความผันแปรทางพันธุกรรม (genetic variation) อย่างกว้างขวาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สกุลย่อย *Eriopersicon* เป็นพืชป่า มีการเจริญเติบโตแบบพืชหลายฤดู ลำต้นมีเนื้อไม้ (woody stem) ทำให้สามารถแตกกิ่งก้านขึ้นมาใหม่ได้ในแต่ละปี ผลสุกจะมีขนสีเขียวอมขาว ผลสีเขียวเมล็ดหนาสีน้ำตาล ช่อดอกมีกาบดอก (inflorescenced bract) ใบมีหูใบเทียม (pseudostipules) แบ่งออกเป็น 4 ชนิด ได้แก่

Lycopersicon cheesmanii

Lycopersicon glandulosum

Lycopersicon hirsutum

Lycopersicon peruvianum

ทั้ง 4 ชนิด สามารถผสมข้ามกันให้ลูกผสมที่แข็งแรงสมบูรณ์ได้ และทุกชนิดของสกุลย่อย *Eriopersicon* สามารถผสมข้ามกันได้กับสกุลย่อย *Eulycopersicon* โดยอาศัยเทคนิคพิเศษช่วยให้เกิดการผสมข้ามกันและได้ลูกที่สมบูรณ์ โดยวิธีการผสมพันธุ์ข้ามชนิด (interspecific hybridization) จะทำให้ลูกผสมที่มีความผันแปรทางพันธุกรรมขึ้นภายในประชากรอย่างกว้างขวาง

เมล็ด เมล็ดของสกุลย่อย มีลักษณะรูปไข่แบน เปลือกหุ้มเมล็ดมีขนละเอียดสั้นสีน้ำตาลอ่อนปกคลุมอยู่ทั่วไป ความยาวของเมล็ดแตกต่างกันไปตั้งแต่ 3-5 มิลลิเมตร ภายในเมล็ดมีต้นอ่อนขดกลม ที่ถูกล้อมรอบด้วยอาหารสำหรับเลี้ยงต้นอ่อน เพียงเล็กน้อย(สมภพ ฐิตะวสันต์.2530)

ราก ระบบรากเป็นรากแก้วที่แข็งแรงและสามารถหยั่งลึกลงในดินได้มากกว่า 1 เมตร ถ้ารากแก้วขาดขณะย้ายกล้าปลูก มะเขือเทศจะสร้างรากแขนง เป็นจำนวนมากและสามารถเกิดรากพิเศษ ใหม่ได้ตามลำต้นที่สัมผัสกับดิน (กรุง สีตะธนี และคณะ.2540)

ใบ มะเขือเทศมีใบสีเขียวบนเทา ย่นและเรียว ใบเป็นใบเรียว ประกอบด้วยใบย่อย 7-9 ใบ แต่ละใบย่อยยาว 5-10 นิ้ว โดยอยู่กันเป็นคู่ๆ ยกเว้นใบย่อยปลายใบจะมีใบเดี่ยว ใบมีขนขึ้น และมีต่อมที่ขนใบ ขอบใบส่วนใหญ่จะเป็นหยัก (สมภพ ฐิตะวสันต์.2530)

ลำต้น ในระยะแรกจะมีขนขึ้นปกคลุม ลำต้นกลม อ่อน เปราะ แต่เมื่อเจริญเติบโตมากขึ้น ลำต้นจะแข็งเป็นเหลี่ยม การเจริญเติบโตของต้นมะเขือเทศแบ่งได้เป็น 3 ประเภท (จานุลักษณ์ ขนบดี.2535) คือ

1) เป็นลักษณะของมะเขือเทศที่ลำต้นมีการเจริญเติบโตไปเรื่อยๆ การออกดอกจะทยอยออกไม่พร้อมกัน ช่อดอกเกิดระหว่างข้อบนลำต้นและกิ่งแขนง โดยทุกๆ 3 ข้อ จะมีช่อดอกเกิดขึ้น 1 ช่อดอก มะเขือเทศที่มีการเจริญเติบโตแบบนี้ต้นจะสูง มีทรงพุ่มใหญ่ต้องใช้ไม้ค้างช่วยพยุงลำต้น
2) มีลำต้นตั้งตรง เป็นลักษณะของมะเขือเทศที่ออกดอกในระยะเวลาในการเจริญเติบโตจำกัด ลักษณะทรงต้นเป็นพุ่มเตี้ยๆ เมื่อตายอดของกิ่งแรกหยุดการเจริญเติบโต ตาข้างที่อยู่ส่วนโคนจะถูกกระตุ้นให้มีการเจริญเติบโตแทนจนกระทั่งกิ่งเหล่านั้นออกดอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก็จะหยุดการเจริญเติบโตทางลำต้นเช่นเดียวกับกิ่งแรก มะเขือเทศที่มีการเจริญเติบโตแบบนี้ไม่ต้องใช้ไม้ค้างช่วย

3) การเจริญเติบโตแบบกึ่งเลื้อย เมื่อตายอดเกิดช่อดอกแล้วจะมีแขนงเกิดที่ใต้ช่อดอกเติบโตต่อไปเรื่อยๆและมีลำต้นสูงกว่า การปลูกอาจขึ้นค้างก็ได้

ช่อดอกและดอก ช่อดอกเป็นแบบเกิดระหว่างใบหรือตรงข้ามกับใบ ส่วนดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ เกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกันมะเขือเทศเชอรี่มีดอกขณะยังตูมอยู่มีสีขาวแล้วเปลี่ยนเป็นสีเหลืองสดเมื่อถึงระยะดอกบาน มีจำนวน 5 กลีบเช่นกัน อับละอองเกสรตัวผู้ 5 อัน หลอมรวมเป็นกลุ่มรูปถ้วยคว่ำห่อหุ้มเกสรตัวเมียไว้ภายใน การแตกของอับละอองเรณูจะแตกตามยาวด้านใน ละอองเกสรจึงตกลงบนเกสรตัวเมียได้สะดวก ทำให้มะเขือเทศเป็นพืชผสมตัวเองเกือบ 100% (กรุงสีตะธนี และคณะ.2540)

สมภพ ฐิตะวสันต์ (2530) ได้แบ่งพันธุ์มะเขือเทศเป็น 2 ชนิด คือ

พันธุ์สำหรับรับประทานสด ซึ่งแบ่งออกตามขนาดผลและการใช้ประโยชน์ได้แก่ พันธุ์ผลโต นิยมใช้ทำสลัดและประดับจานอาหาร เช่น พันธุ์ฟลอราเดลมาสเตอร์และ ผลมีลักษณะทรงกลมแบบแอบเปิ้ล สีผลเขียว มีไหล่เขียว ผลสุกมีสีแดงจัด ส่วนพันธุ์ผลเล็ก นิยมใช้ประกอบอาหารพื้นบ้าน เช่นสีดา ลักษณะของผลเล็กที่มีสีชมพูซึ่งได้รับความนิยมมากกว่าสีแดงที่มีรสเปรี้ยว

พันธุ์สำหรับส่งโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่พันธุ์วีเอฟ 134-1-2 บี 502 พีโต้ 94 และเดลต้าโดยมีลักษณะเป็นพันธุ์ที่มีลักษณะสุกพร้อมกนเป็นส่วนใหญ่ มีทั้งผลเล็ก ผลกลาง และผลใหญ่ ขั้วผลหลุดจากผลได้ง่ายเมื่อปลิดผล ผลสุกมีสีแดงจัดตลอดผล เนื้อมากน้ำน้อยมีปริมาณกรดสูง ผลแน่น เปลือกหนาและเหนียว สามารถขนส่งได้ระยะทางไกลๆและเก็บไว้ได้นาน

พันธุ์สำหรับบริโภคสดในประเทศไทยอาจแบ่งตามขนาดของผลได้ 2 ชนิดคือ

พันธุ์ผลโต นิยมทำสลัดและประดับจานอาหารมีลักษณะผลโต ทรงกลม คล้ายแอปเปิ้ลผลสีเขียว เมื่อสุกจะมีสีแดงจัด จำนวนช่องในผลมาก ไม่กลวง เนื้อหนาแน่น รสชาติดีเปลือกไม่เหนียว เช่น พันธุ์ฟลอราเดล

พันธุ์ผลเล็ก นิยมนำมาใช้ประกอบอาหารพื้นบ้านเช่นส้มตำ มีลักษณะผลเล็กสีชมพูหรือแดง รสเปรี้ยว ไม่ขื่น ปลูกได้ทั้งปีเช่นมะเขือเทศพันธุ์สีดา

การปลูกมะเขือเทศ

ฤดูปลูก

มะเขือเทศปลูกได้ตลอดปี แต่ฤดูที่เหมาะสม คือ ปลายฤดูฝน (เดือนกันยายนถึงพฤศจิกายน) และฤดูหนาว (เดือนธันวาคมถึงมกราคม) ซึ่งจะให้ผลผลิตสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเตรียมดิน

ควรเตรียมดินให้ลึก 30-40 เซนติเมตร โดยไถกลบดินไปมา และตากดินให้แห้ง 3-4 สัปดาห์ จึงทำการย่อยดินให้ละเอียด และปรับสภาพความเป็นกรดด่างของดินด้วยการใส่ปูนขาว หว่านคลุกเคล้ากับดิน โดยทำก่อนปลูก 2-3 สัปดาห์ การเตรียมแปลงปลูกในฤดูร้อนไม่ค่อยมีปัญหา แต่ในฤดูฝนอาจมีปัญหา โดยเฉพาะบริเวณที่จะเกิดน้ำขังได้ง่าย จะต้องยกแปลงให้สูงกว่าปกติ โดยยกแปลงเป็นรูปสามเหลี่ยมแล้วปลูกบนสันร่องเพื่อป้องกันโรครากเน่าเนื่องจากน้ำขัง ในแปลงมะเขือเทศต้องการดินที่ระบายน้ำดี

การเตรียมเพาะกล้า

การปลูกมะเขือเทศนั้นส่วนมากจะเพาะกล้าก่อนปลูกเนื่องจากเมล็ดมีราคาแพงและยังสามารถคัดทิ้งต้นที่เป็นโรคไม่แข็งแรง หรือไม่สมบูรณ์ออกเสียก่อน การเพาะกล้ามีหลายวิธี คือ

เพาะในกระบะเพาะ

ใช้ในกรณีที่ต้องการต้นกล้าไม่มากนัก วิธีนี้สามารถควบคุมโรคต่างๆ ได้ดี ดินที่ใช้ควรเป็นดินละเอียดและฆ่าเชื้อโรคแล้ว โดยการอบหรือตากแดด 1-2 สัปดาห์ นำดินมาผสมกับทรายและปุ๋ยคอก ในอัตรา 1:1:2 ปุ๋ยคอกที่ใช้ควรเป็นปุ๋ยคอกที่สลายตัว นำเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศหว่านหรือโรยเป็นแถวกลบดินบางๆ ทำการดูแลรดน้ำให้ชุ่มชื้น เมื่อกล้าอายุ 7-10 วัน จึงย้ายถุงพลาสติก และดูแลจนกระทั่งแข็งแรงเต็มที่ จึงย้ายลงปลูกในแปลง หรือดูแลกล้าจนอายุได้ 25-30 วัน แล้วย้ายลงปลูกในแปลงได้เลย

เพาะในแปลงเพาะ

ใช้ในกรณีต้องการต้นกล้าจำนวนมาก ใช้วิธีการเช่นเดียวกันกับการเพาะด้วยกระบะ แต่ทำบนแปลงเพาะบนดินเมื่อเพาะเสร็จควรใช้ฟางข้าวคลุมบางๆหลังจากโรยเมล็ดและดินเรียบร้อยแล้ว เพื่อป้องกันฝนและแสงแดดจัด

การปลูก

เมื่อมะเขือเทศมีอายุประมาณ 1 เดือน หรือมีใบจริงไม่เกิน 3 ใบ ให้รีบย้ายปลูกทันที ถ้าย้ายในขณะที่ต้นกล้ามีอายุมากเกินไป นอกจากจะทำให้ต้นชะงักการเจริญเติบโตแล้ว ยังมีผลต่อการออกดอกของมะเขือเทศอีกด้วย เพราะปกติมะเขือเทศจะเริ่มเกิดตาดอกที่ใบคู่ที่ 8 ถ้าย้ายปลูกกล้าที่โตเกินไป จะกระทบกระเทือน ทำให้ตาดอกเหี่ยวและร่วงซึ่งมีผลให้เก็บผลผลิตล่าช้าไป 2 อาทิตย์

วิธีปลูก ถ้าเป็นกล้าที่ย้ายจากแปลงเพาะลงแปลงปลูกโดยตรง ควรย้ายปลูกในเวลาที่อากาศไม่ร้อนและควรมีร่มเงาให้ด้วย เมื่อย้ายเสร็จรีบรดน้ำตาม จะทำให้ต้นกล้าตั้งตัวเร็วขึ้น เปอร์เซ็นต์การตายน้อยลง ถ้ากล้าที่ย้ายปลูกเป็นกล้าที่ได้จากการชำในถุงพลาสติกจะได้ผลดีกว่า โดยกล้าจะตั้งตัวเร็วและรอดตายเกือบ 100 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะปลูก ในฤดูร้อนอัตราการเจริญเติบโตของมะเขือเทศจะต่ำกว่าในฤดูฝน ดังนั้นในฤดูฝนควรใช้ระยะปลูกระหว่างต้น x ระหว่างแถวเท่ากับ 50 x 100 ตารางเซนติเมตร โดยปลูกเป็นแถวเดียวบนสันร่อง ส่วนในฤดูร้อนควรใช้ระยะปลูก 40 x 50 ตารางเซนติเมตร

การพรวนดิน

หลังจากกล้าที่ย้ายปลูกลงแปลงตั้งตัวได้แล้ว (ประมาณ 7-14 วัน) ให้หว่านปุ๋ยครั้งที่ 1 และพรวนดินกลบโคนกำจัดวัชพืชไปในตัว ควรกลบโคนให้สูงขึ้นเพื่อช่วยให้ต้นมะเขือเทศแตกรากใหม่ เป็นการช่วยให้มีการดูดธาตุอาหารมากขึ้น ทำให้ต้นมะเขือเทศมีการเจริญเติบโตเร็ว และไม่ควรพรวนดินใกล้ๆราก เพราะจะทำให้ชะงักการเจริญเติบโตได้

การใส่ปุ๋ย

ใช้ปุ๋ยคอกรองก้นหลุม แล้วคลุกเคล้ากับดินก่อนปลูกใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ แบ่งใส่ 3 ครั้ง ดังนี้

ครั้งที่ 1 ใส่หลังย้ายกล้า 7-10 วัน

ครั้งที่ 2 ใส่หลังจากใส่ครั้งที่ 1 แล้ว 15 วัน

ครั้งที่ 3 ใส่หลังจากใส่ครั้งที่ 2 แล้ว 20 วัน

การใส่ปุ๋ยควรทำพร้อมกับการพูนดินกลบโคนต้น แต่ควรระวังไม่ให้จอบหรือเครื่องมือถูกลำต้นเป็นแผล เพราะอาจทำให้เชื้อจุลินทรีย์เข้าทำลายได้

การเก็บเกี่ยว

มะเขือเทศจะมีผลอ่อนสีขาว และเริ่มเปลี่ยนเป็นสีชมพูเข้มถึงแดง เมื่ออายุได้ประมาณ 60-75 วันหลังปลูก ควรเก็บในระยะที่เริ่มสุกหรือห่าม หรือเมื่อผลเริ่มมีสีชมพู จะทำให้ทนทานต่อการขนส่ง ไม่ช้ำง่ายและสามารถเก็บไว้ได้นานอีกด้วย ผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 2-3 ตันต่อไร่

โรคและแมลงศัตรูที่สำคัญ

โรคเหี่ยว

สาเหตุ : เชื้อบักเตรี ซูโดโมแนส

อาการ : เกิดอาการเหี่ยวอย่างรวดเร็ว โดยไม่มีอาการใบเหลืองปรากฏก่อน บางครั้งเรียกว่าเหี่ยวเขียว ถ้าผ่าลำต้นดูจะพบมีเมือกสีขาวข้นไหลออกมาจากรอยตัดซึ่งเป็นบักเตรีที่เข้าทำลายพืชนั้นเอง

การป้องกันกำจัด : เมื่อพบต้นพืชเป็นโรคต้องรีบถอนทิ้ง และทำลาย เพื่อไม่ให้เป็นแหล่งของเชื้อโรค และการให้น้ำแก่พืช ไม่ควรใช้วิธีปล่อยน้ำไหลตามร่อง เพราะจะทำให้โรคระบาดได้เร็วขึ้น พื้นที่ที่มีการระบาดของโรค ควรงดปลูกมะเขือเทศอย่างน้อย 4 ปี เพื่อให้เชื้อโรคลดปริมาณลง

โรคใบหงิก

สาเหตุ : เชื้อไวรัส มีแมลงหวี่ขาวเป็นพาหะนำโรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาการ : ใบยอดหดเป็นคลื่นใบม้วนขึ้น ขอบใบม้วนห่อไม่คลี่ออก และเกิดอาการใบสีเหลืองจากขอบใบ ขนาดใบจะเล็กลง ถ้าเป็นมากยอดจะเกาะเป็นกระจุก ต้นแคระแกร็น

การป้องกันกำจัด : กำจัดต้นที่เป็นโรคทิ้ง กำจัดแมลงพาหะ และการใช้พันธุ์ต้านทาน

แมลงหวี่ขาว

ใช้สารเคมีคาร์โบซัลแฟน (พอสซ์ 25 เอสที) 40 กรัม ต่อเมล็ด 1 กก. คลุกเมล็ดก่อนเพาะ หรือใช้คาร์โบซัลแฟน (พอสซ์) ฉีดพ่นเมื่อพืชอายุ 5 วัน ถึงออกดอก และพ่นทุก 7-10 วัน จากระยะออกดอกถึงติดผลอีก 3-5 ครั้ง ในกรณีที่มีการคลุกเมล็ดด้วยสารเคมี จะเริ่มฉีดพ่นสารเคมีครั้งแรกเมื่อพืชอายุ 15-20 วัน หลังย้ายปลูก

หนอนเจาะสมอฝ้าย

ใช้สารเคมี แลมบ์ดาไซฮาโลทริน (คาราเต้ 2.5 อีซี) อัตรา 20 มล./น้ำ 20 ลิตร หรือโซฟลูทริน (ไบทรอยด์ 10 % อีซี) 20 มล. / น้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นทุก 5 วัน (สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์)

การถ่ายทอดทางพันธุกรรม

การถ่ายทอดลักษณะแต่ละลักษณะจากพ่อแม่ไปยังรุ่นลูก สามารถแบ่งได้เป็นสองพวก คือ

1) การถ่ายทอดลักษณะทางคุณภาพ (qualitative) ซึ่งเป็นลักษณะที่ควบคุมด้วยยีนน้อยตัว แต่ละตัวมีความสามารถที่จะแสดงลักษณะที่ควบคุมอยู่ออกมาได้อย่างเด่นชัด (major gene) ลักษณะการกระจายตัวของรุ่นลูกสามารถที่จะแยกออกได้เป็นกลุ่มอย่างชัดเจน หรือเรียกว่าเป็น "การกระจายตัวอย่างเป็นกลุ่ม" (discontinous variation) สภาพแวดล้อมจะมีผลต่อการแสดงออกของลักษณะเหล่านี้ได้น้อย

2) การถ่ายทอดลักษณะทางปริมาณ (quantitative) เป็นลักษณะที่ควบคุมด้วยยีนจำนวนมาก แต่ละตัวมีผลต่อการแสดงออกต่อลักษณะนั้นๆได้น้อย (minor gene) ลักษณะการกระจายตัวของรุ่นลูกไม่สามารถแยกออกเป็นพวกได้อย่างเด่นชัด หรือที่เรียกว่า "การกระจายตัวอย่างต่อเนื่อง" (continuos variation) สภาพแวดล้อมจะมีผลต่อการแสดงออกของลักษณะเหล่านี้อย่างมาก

กฎเกณฑ์การถ่ายทอดลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่เมนเดลค้นพบเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปแต่มิได้หมายความ ว่าการถ่ายทอดลักษณะของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดจะดำเนินตามกฎดัง กล่าวเสมอไป การศึกษาค้นคว้าต่อมาพบว่าลักษณะต่างๆบางลักษณะที่ปรากฏออกมาให้เห็นนั้น เป็นผลอันเนื่องมาจากการแสดงออร่วมกันระหว่างยีนกับสภาพแวดล้อม และยีนส่วนมากไม่ได้แสดงออกโดดเดี่ยวในการกำหนดลักษณะใดลักษณะหนึ่ง แต่มักจะแสดงออกร่วมกับยีนอื่นในการแสดงของลักษณะนั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กฎของเมนเดล

กฎข้อที่ 1 กฎการแยกออกจากกันของยีน (Law of segregation of gene)

เมนเดลกล่าวว่า ลักษณะต่างๆจะต้องมีแฟกเตอร์ในการควบคุม การที่ลักษณะบางลักษณะบางลักษณะไม่แสดงออกมาในรุ่น F_1 แต่ปรากฏอีกครั้งในรุ่น F_2 นั้น แสดงว่าแฟกเตอร์นั้นจะต้องถูกข่มโดยอีกแฟกเตอร์ เขาจึงได้ตั้งสมมติฐานขึ้นมาว่า แฟกเตอร์จะอยู่เป็นคู่ๆเสมอ เช่น ถั่วพันธุ์แท้ที่มีดอกสีม่วงจะมีแฟกเตอร์สีม่วงอยู่เป็นคู่ๆ ส่วนถั่วพันธุ์แท้สีขาวจะมีแฟกเตอร์สีขาวอยู่เป็นคู่ๆสำหรับลูกผสม F_1 จะได้แฟกเตอร์สีม่วงและแฟกเตอร์สีขาวมาจากพันธุ์พ่อและพันธุ์แม่ฝ่ายละ 1 แฟกเตอร์โดยที่แฟกเตอร์สีม่วงจะ "ข่ม" (= dominant) แฟกเตอร์สีขาว (recessive) ต่อมาใช้คำว่ายีนแทนคำว่า "แฟกเตอร์" อาจกล่าวได้ว่า

กฎการแยกตัวของยีน มีใจความว่า "ลักษณะต่างๆจะถูกควบคุมด้วยยีน และ 1 ยีน จะประกอบด้วย 2 อัลลีล (คู่ของยีน) ที่อยู่ด้วยกันเป็นคู่ๆในการสร้างหน่วยสืบพันธุ์" อัลลีลทั้งสอง จะแยกออกจากกันโดยแยกไปยังแต่ละหน่วยสืบพันธุ์ (โดยการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส) และเมื่อมีการผสมระหว่างหน่วยสืบพันธุ์จากพ่อและแม่
(โดยการปฏิสนธิ) อัลลีลทั้งสอง จากหน่วยสืบพันธุ์ของพ่อและแม่ ก็จะมาเข้าคู่กันใหม่ในลูก

กฎข้อที่ 2 กฎการจับคู่อย่างอิสระของยีนต่างคู่ (Law of independent assortment of genes)

จากผลการทดลองเมื่อทำการผสมพันธุ์มากกว่า 1 คู่ลักษณะเป็นต้นไป เมนเดลจึงได้ตั้งเป็นกฎข้อที่ 2 ซึ่งอาจอธิบายดังใจความต่อไปนี้ "ในการสร้างหน่วยสืบพันธุ์นั้นอัลลีลใดอัลลีลหนึ่งของยีนคู่ใดคู่หนึ่งจะเข้าสู่หน่วยสืบพันธุ์เดียวกันกับอัลลีลหนึ่งของยีนอีกคู่หนึ่งได้อย่างอิสระ"

ยกตัวอย่าง ในการผสมพันธุ์ถั่วลันเตาที่เป็นไดไฮบริด ครอส ระหว่างลักษณะผิวและสีของเมล็ดโดยให้พันธุ์พ่อมีเมล็ด ผิวกลม (เรียบ) และเนื้อสีเหลือง (เป็นลักษณะเด่นทั้ง 2 ลักษณะ) ส่วนพันธุ์แม่มีผิวย่นและเนื้อสีเขียว (เป็นลักษณะด้อยทั้ง 2 ลักษณะ) โอกาสที่อัลลีลที่ควบคุมลักษณะเม็ดกลม จะเข้าสู่หน่วยสืบพันธุ์เดียวกันกับอัลลีลที่ควบคุมลักษณะเมล็ดสีเหลืองจะเท่ากับโอกาสที่อัลลีลที่ควบคุมลักษณะเมล็ดกลม จะเข้าสู่หน่วยสืบพันธุ์เดียวกันกับอัลลีลที่ควบคุมเนื้อสีเขียว ในทำนองเดียวกัน โอกาสที่อัลลีลที่ควบคุมลักษณะเมล็ดย่นจะเข้าสู่หน่วยสืบพันธุ์เดียวกันกับอัลลีลที่ควบคุมลักษณะเนื้อสีเหลืองจะเท่ากับโอกาสที่อัลลีลที่ควบคุมลักษณะเมล็ดย่นจะเข้าสู่หน่วยสืบพันธุ์เดียวกันกับอัลลีลที่ควบคุมลักษณะเนื้อสีเขียว ซึ่งผลจากกฎข้อที่ 2 ของเมนเดลนี้ ทำให้ลูก F_2 มีอัตราส่วนของฟีโนไทป์กระจายในอัตราส่วน 9 : 3 : 3 : 1 แต่มีสาเหตุหลายประการที่ทำให้การถ่ายทอดลักษณะบางแบบ มีอัตราส่วนผิดไปจากอัตราส่วนดังกล่าว จะกล่าวถึงสาเหตุเพียง 3 ประการ คือ

1. ยีนคู่หนึ่งคู่ใดหรือทั้งสองคู่ที่เป็นอิสระกัน แสดงการข่มไม่สมบูรณ์ (incomplete) หรือการแสดงออกเท่ากันของยีนที่เป็นคู่กัน (codominance)

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ยีนคู่ใดคู่หนึ่งแสดง lethal effect คือ ทำให้สิ่งมีชีวิตนั้นเสียชีวิตตั้งแต่ยังเป็นเอมบริโอ

3. ยีนสองคู่หรือมากกว่ามีปฏิกิริยาร่วมกันในการแสดงออกต่อลักษณะเพียงลักษณะเดียว (gene interaction)

1. การแสดงออกแบบข่มไม่สมบูรณ์หรือการแสดงออกเท่ากันของยีนแต่ละคู่ (incomplete or codominance)

1.1 หากยีนคู่หนึ่งแสดงการข่มสมบูรณ์ แต่อีกคู่หนึ่งแสดงการข่มไม่สมบูรณ์ อัตราส่วนของลูกชั่วที่สองผิดไปจาก 9 : 3 : 3 : 1 ตัวอย่างเช่น ในมะเขือเทศมียีนอยู่สองคู่ที่เป็นอิสระกัน แต่ละคู่ควบคุมลักษณะที่ต่างกัน คือ ลักษณะความสูงของลำต้น ยีน D ควบคุมต้นสูง และยีน d ควบคุมลักษณะต้นเตี้ย D ข่ม d อย่างสมบูรณ์ ดังนั้น มะเขือเทศที่มี Dd จะแสดงลักษณะต้นสูง ส่วนยีนอีกคู่หนึ่งคือ h_1 กับ h_2 ควบคุมลักษณะขนตามลำต้น ยีนคู่นี้แสดงการข่มไม่สมบูรณ์ มะเขือเทศที่มียีน h_1h_1 จะไม่มีขน h_1h_2 จะมีขนสั้นและบาง และ h_2h_2 จะมีขนยาวหนาแน่น หากผสมพันธุ์ระหว่างมะเขือเทศพันธุ์แท้ที่มีลักษณะต้นสูงไม่มีขน กับมะเขือเทศพันธุ์เตี้ยขนยาวหนาแน่น ลูกชั่วที่หนึ่งจะมีลักษณะต้นสูง ตามลำต้นจะมีขนสั้นและบาง นำลูกชั่วที่หนึ่งมาผสมกันเองจะได้ลูกชั่วที่สองดังนี้ คือ

พ่อ - แม่ DDh_1h_1 x ddh_2h_2

↓

ลูกชั่วที่ 1 Ddh_1h_2

ลูกชั่วที่ 2

	Dh_1	**Dh2**	**dh1**	**dh2**
Dh_1	DDh_1h_1	DDh_1h_2	Ddh_1h_1	Ddh_1h_2
Dh_2	DDh_1h_2	DDh_2h_2	Ddh_1h_2	Ddh_2h_2
dh_1	Ddh_1h_1	Ddh_1h_2	ddh_1h_1	Ddh_1h_2
dh_2	Ddh_1h_2	Ddh_2h_2	Ddh_1h_2	Ddh_2h_2

จากตารางข้างบน ลูกชั่วที่สองจะมีลักษณะต่างๆในอัตราส่วนดังนี้ คือ

ต้นสูง	ไม่มีขน	3/16 ส่วน
ต้นสูง	ขนสั้นและบาง	6/16 ”
ต้นสูง	ขนยาว	3/16 ”
ต้นเตี้ย	ไม่มีขน	1/16 ”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้นเตี้ย	ขนสั้นและบาง	2/16 ”
ต้นเตี้ย	ขนยาว	1/16 ”

จะเห็นได้ว่าจากตัวอย่างในมะเขือเทศ การข่มไม่สมบูรณ์ทำให้สิ่งมีชีวิตที่เป็นเฮตเตอโรไซกัส เช่น พวก h_1h_2 ในมะเขือเทศมีลักษณะขนสั้นและบางพวก Rr ในวัวมีขนแดงแซมขาวซึ่งสามารถแยกออกเป็นอีกพวกหนึ่งได้ ด้วยสาเหตุนี้เองทำให้อัตราส่วนของลักษณะต่างๆที่ปรากฏในชั่วที่สองผิดไปจาก 9 : 3 : 3 : 1 คือเป็น

6 : 3 : 3 : 2 : 1 : 1

2. การแสดงออกของยีนที่เป็นแบบ lethal effect

การที่ยีนคู่ใดคู่หนึ่งแสดง lethal effect โดยทำให้สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในสภาพโฮโม-ไซกัสใน lethal gene ตาย ซึ่งเป็นเหตุให้อัตราส่วนของลูกผิดไป ตัวอย่างเช่น ในข้าวโพดลักษณะต้นสูงถูกควบคุมด้วยยีน D ลักษณะต้นเตี้ยถูกควบคุมด้วยยีน d ยีน D ข่ม d นอกจากลักษณะความสูงยังมีลักษณะสีขาวซึ่งถูกควบคุมด้วยยีน a ส่วนต้นสีเขียวถูกควบคุมด้วยยีน a ส่วนต้นสีเขียวถูกควบคุมด้วยยีน A และข่ม a ต้นข้าวโพดที่เป็นโฮโมไซกัส aa จะตายตั้งแต่ระยะที่เป็นต้นกล้า เพราะไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ หากผสมระหว่างข้าวโพดต้นสูงสีเขียวที่เป็นเฮตเตอโรไซกัสในยีนทั้งสองคู่ คือ DdAa ลูกที่ได้จะมีอัตราส่วน ดังนี้

DDAA	ต้นสูง	สีเขียว	1	ส่วน
DDAa	ต้นสูง	สีเขียว	2	”
DDaa	ต้นสูง	สีเขียว	1	”
DdAA	ต้นสูง	สีเขียว	2	”
DdAa	ต้นสูง	สีเขียว	4	”
Ddaa	ต้นสูง	สีขาว	2	” (ตาย)
ddAA	ต้นเตี้ย	สีเขียว	1	”
ddAa	ต้นเตี้ย	สีเขียว	2	”
ddaa	ต้นเตี้ย	สีเขียว	1	”

ดังนั้น จะเหลือพวกต้นสูงสีเขียว 9 ส่วน และต้นเตี้ยสีเขียว 3 ส่วน ส่วนพวกต้นสูงสีขาว 3 ส่วน และต้นเตี้ยสีขาว 1 ส่วน จะตายในระยะต้นกล้า ซึ่งทำให้อัตราส่วนผิดไปจาก 9 : 3 : 3 : 1

3. การแสดงออกร่วมกันของยีนสองคู่ต่อลักษณะเดียว

ลักษณะหนึ่งๆที่ปรากฏนั้นเป็นผลเนื่องมาจากปฏิกิริยาร่วม (interaction) ระหว่างยีนหลายคู่ทั้งนี้ก็เพราะลักษณะต่างๆของสิ่งมีชีวิตต้องผ่านการพัฒนาโดยอาศัยขั้นตอนที่ซับซ้อนของปฏิกิริยาและปฏิกิริยาร่วมต่างๆจำนวนมาก และยีนต่างๆเป็นตัวควบคุมขั้นตอนต่างๆดังกล่าวนี้

เอกสาร... ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปฏิกิริยาของยีนที่แสดงออกร่วมกันมีหลายแบบ เช่น ยีนหลายคู่แสดงออกร่วมกันต่อลักษณะเดียว หรือยีนคู่หนึ่งอาจระงับ (inhibit) ไม่ให้ยีนคู่อื่นแสดงออก บางยีนเมื่อปรากฏอยู่กับยีนคู่อื่นมีผลให้ยีนคู่นั้นแสดงลักษณะออกไปทางตรงกันข้าม ปฏิกริยาดังกล่าวนี้ทำให้อัตราส่วนทางพันธุกรรมของลูกชั่วที่ 2 ผันแปรไป

การแสดงออกรวมกันของยีนแบ่งออกดังนี้

3.1 Atavism หรือ Reversion หรือ Novel

ปฏิกิริยาของยีนแบบ atavism หรือ reversion นั้นมีการถ่ายทอดลักษณะเป็นไปตามกฎ Independent Assortment โดยมียีนที่เป็นอิสระกัน 2 คู่ ลูกชั่วที่สองมีอัตราส่วน 9:3:3:1 แต่ atavism หรือ reversion นั้นมีความแตกต่างในด้านลักษณะที่ปรากฏออกมาใหม่ในลูกชั่วที่ 1 และ2 คือ ในลูกชั่วที่ 1 ไก่จะมีหงอนแบบ walnut ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากปฏิกิริยาของยีน P และ R ซึ่งอยู่ร่วมกัน ส่วน ในลูกชั่วที่สองไก่ยังมีลักษณะหงอนแบบ walnut 9 ส่วน ซึ่งเกิดจากโดมิแนนท์ยีน 2 ตัว คือ P และ R และหงอนแบบ single 1 ส่วน ซึ่งเป็นลักษณะที่เกิดจากยีนที่เป็นรีเซสซีฟ 2 คู่ คือ pprr

3.2 Complementary หรือ duplicate-recessive epistasis

ยีน 2 คู่ที่เป็นอิสระกันอาจมีปฏิกิริยาร่วมกันในการแสดงออกของลักษณะหนึ่งโดยที่โดมิแนนท์ยีนตัวใดตัวหนึ่งไม่สามารถแสดงออกโดยตัวของมันเอง นอกเสียจากว่าโดมิแนนท์ทั้งสองตัวมาอยู่ร่วมกัน ยีนทั้งสองคู่นี้แสดงอิทธิพลเป็นแบบ complementary ยีนโดมิแนนท์แต่ละตัวช่วยกันแสดงออกต่อลักษณะหนึ่ง หากยีนคู่ใดคู่หนึ่งหรือทั้ง 2 คู่เป็นรีเซสซีฟ ก็จะแสดงลักษณะตรงข้ามออกมา

การแสดงปฏิกิริยาของยีนดังกล่าวอาจอธิบายได้ในอีกแง่หนึ่งในรูปของอิพิแต-ซิส ความหมายของคำว่า อิพิแตซิส คือ การข่มกันระหว่างยีนสองตัวซึ่งไม่ได้เป็นคู่กัน และมีผลในการแสดงออกของลักษณะที่ยีนสองตัวควบคุมอยู่ การแสดงออกของยีนตัวหนึ่งมีผลให้ยีนอีกตัวหนึ่งที่ไม่ได้เป็นคู่กันไม่สามารถแสดงออก ดังนั้นยีนที่สามารถข่มไม่ให้ยีนอื่นแสดงออกเรียกว่า epistatic gene และยีนตัวที่ถูกข่มไม่ให้แสดงออกเรียกว่า hypostatic gene epistatic gene อาจจะเป็นโดมิแนนท์ หรือรีเซสซีฟก็ได้ สมมติว่าลักษณะหนึ่งถูกควบคุมด้วยยีน 2 คู่ คู่แรก คือ A กับ a คู่ที่ 2 คือ B กับ b ซึ่งเป็น hypostatic gene ไม่ให้แสดงออก ในทางกลับกันหาก B เป็น epistatic gene ก็จะข่ม A และ a ซึ่งเป็น hypostatic gene ไม่ให้แสดงออก การที่ A และ B แสดงอิพิสแตซิสเป็นแบบ dominant epistasis หาก aa แสดงการข่มข้าม B และ b หรือ bb แสดงการข่มข้าม A หรือ a การแสดงออกดังกล่าวเรียกว่า recessive epistasis

ในทำนองเดียวกัน aa และ bb อาจแสดงเป็น epistatic gene พร้อมกัน คือ aa ข่มข้าม B และ bb ข่มข้าม A และ a ดังนั้นเมื่อ aa และ bb ปรากฏอยู่ในจีโนไทพ์ใดจะสามารถข่ม

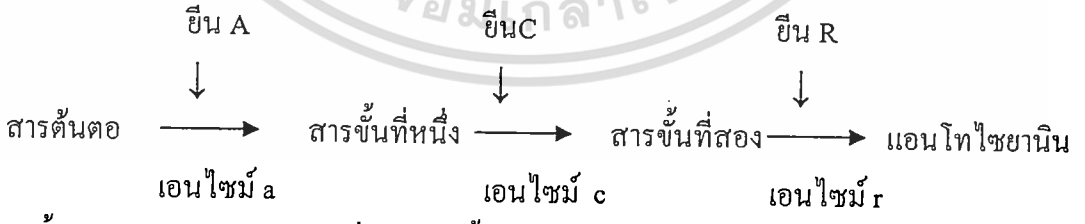
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่ให้ hypostatic genes แสดงออก การที่ทั้ง aa และ bb เป็น epistatic นี้เรียกว่า duplicate recessive epistasis

จะเห็นได้ว่าปฏิกิริยาของยีนที่แสดงออกต่อลักษณะหนึ่งสามารถอธิบายได้สองแบบ คือ โดมิแนนท์ยีนสองตัวช่วยกันแสดงออกเป็นแบบ complementary หรือจีโนไทพ์รีเซสซีฟ (aa หรือ bb) แสดงการข่มข้ามหรือระงับการแสดงออกของยีนที่ไม่ได้เป็นคู่ของมันไม่ให้แสดงออก หรือเป็นปฏิกริยาแบบ recessive epistasis

การอธิบายในแง่ของอิพิสแตซิสนั้นไม่ค่อยกระจ่างชัดเท่ากับการอธิบายในแง่ของ complementary ทั้งนี้ก็เพราะในขบวนการทางชีวเคมีนั้นเราทราบว่าสารอินทรีย์ที่มีในสิ่งมีชีวิตทั้งหลายนั้นมีขั้นตอนในการสังเคราะห์เป็นลำดับที่แน่นอน ดังนั้น ยีนแต่ละตัวที่สร้างเอนไซม์เพื่อการสังเคราะห์แต่ละขั้นนั้นจะต้องทำงานตามลำดับ หากยีนตัวหนึ่งตัวใดไม่สร้างเอนไซม์ การสังเคราะห์สารสุดท้ายก็ไม่สามารถกระทำได้ จะเห็นได้จากตัวอย่างการสังเคราะห์แอนโธไซยานินในข้าวโพดและการสังเคราะห์กรดไฮโดรไซนานิคในพืชตระกูลถั่ว white clover ซึ่งจะกล่าวต่อไปตามลำดับ

ในข้าวโพด ลักษณะสีของเมล็ดขึ้นอยู่กับชั้นเนื้อเยื่อที่เรียกว่า aleurone และการเกิดสีในชั้นเนื้อเยื่อนี้เนื่องมาจากเม็ดสีแอนโธไซยานิน พันธุกรรมลักษณะของเมล็ดข้าวโพดดังกล่าวนี้เหมือนกับในพวกถั่วที่กล่าวข้างต้น คือ เป็น complementary ระหว่างยีน 2 คู่ แต่ภายหลังพบว่าการสร้างเม็ดสีแอนโธ-ไซยานินต้องมียีนที่เป็นโดมิแนนท์ 3 คู่ หากยีนคู่หนึ่งหรือมากกว่าเป็นรีเซส-ซีฟ ชั้นของ aleurone จะไม่มีสี ดังนั้นเมล็ดจึงมีสีขาว การสร้างสารแอนโธไซยานินนี้มีขั้นตอนต่างๆที่เกี่ยวข้องอย่างน้อย 3 ขั้นติดต่อกัน ในแต่ละขั้นจะมียีนที่เป็นโดมิแนนท์ยีนหนึ่งเป็นผู้ควบคุมการสังเคราะห์สารดังกล่าว หากขาดยีนที่เป็นโดมิแนนท์ตัวใดตัวหนึ่งในขั้นใดขั้นหนึ่ง ก็ไม่สามารถสร้างสารดังกล่าวนี้ได้ดังตัวอย่างข้างล่างนี้



จากขั้นต่าง ๆดังกล่าว ข้าวโพดที่มีเมล็ดสีน้ำเงินหรือสีขาวจะต้องประกอบด้วยยีนดังนี้

A – C – R –	สีน้ำเงิน	A – ccrr	สีขาว
aaC – R –	สีขาว	aaC – rr	สีขาว
A – ccR –	สีขาว	aaccR –	สีขาว
A – C – rr	สีขาว	aaccrr	สีขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในบางครั้งจะพบว่าการผสมพันธ์ระหว่างพ่อและแม่ที่มีเมล็ดสีขาว แต่ลูกชั่วที่หนึ่งมีเมล็ดสีม่วงและในชั่วที่สองจะมีเมล็ดสีม่วงละสีขาวในอัตราส่วน 9 : 7 ดังตัวอย่าง

	สีขาว		สีขาว	
แม่	ccRR	×	CCrr	พ่อ
กามีท	(cR)		(Cr)	
ลูกชั่วที่ 1		CcRr	สีม่วง	
กามีทของลูกชั่วที่ 1	(CR) (Cr) (cR) (cr)			

จะเห็นได้ว่าฝ่ายแม่และพ่อมีความแตกต่างกันในยีนเพียงสองคู่ คือ แต่ละฝ่ายมียีนที่เป็นรีเซสซีฟหนึ่งคู่ จึงไม่สามารถสร้างสารแอนโธไซยานินได้ ลูกชั่วแรกได้รับโดมิแนนท์ยีน R จากฝ่ายแม่และโดมิแนนท์ยีน C จากฝ่ายพ่อ จึงสามารถสร้างสารแอนโธไซยานินได้ ทำให้เมล็ดข้าวโพดชั่วที่หนึ่งมีสีม่วง อย่างไรก็ตาม ข้าวโพดฝ่ายแม่และฝ่ายพ่อจะต้องมียีนที่เกี่ยวข้องอีกคู่หนึ่ง คือ AA และทั้งสองฝ่ายต้องมียีนคู่นี้อยู่ในสภาพโฮโมไซกัส AA เหมือนกัน ลูกในชั่วที่สองจึงไม่มี aa ปรากฏออกมา

ในพืชตระกูลถั่ว white clover (*Trifolium repens*) ซึ่งเป็นพืชอาหารสัตว์ บางพันธุ์มีปริมาณกรดไฮโดรไซยานิค (HCN) บางพันธุ์ไม่มี กรดไฮโดรไซยานิคมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความแข็งแรงงอกงามของพืชชนิดนี้ กรดดังกล่าวไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์เลี้ยงที่กินพืชชนิดนี้ Atwood และ Sullivan ได้ศึกษาพันธุกรรมของกรดไฮโดรไซยานิคพบว่า พันธุ์ที่มีกรดนี้ผสมกับพันธุ์ที่ไม่มีกรด ลูกชั่วที่ 1 จะมีกรดไฮโดรไซยานิค และลูกชั่วที่ 2 พบพวกที่มีกรดไฮโดรไซยานิค 3 ส่วน และพวกที่ไม่มีกรดดังกล่าว 1 ส่วน แสดงว่ามียีนควบคุมเพียงคู่เดียวโดยมียีนที่สร้างกรดไฮโดรไซยานิคเป็นโดมิแนนท์

ในการทดลองเดียวกันพบว่ามีคู่ผสมคู่หนึ่งที่ให้อัตราส่วนลูกชั่วที่ 2 ผิดไปจาก 3 :1 คือ เมื่อผสมระหว่างพวกมีกรดกับพวกไม่มีกรด ลูกชั่วที่ 1 มีกรด และลูกชั่วที่ 2 พวกมีกรดปรากฏออกมา 351 ต้น และพวกไม่มีกรด 256 ต้น หากลูกชั่วที่ 2 กระจายตัวเป็น 3 : 1 ควรจะประกอบด้วยพวกมีกรดประมาณ 455 และพวกไม่มีกรดประมาณ 152 อัตราส่วนของลูกชั่วที่ 2 จากการทดลองใกล้เคียงกับ 9 : 7 มาก คือ พวกมีกรดควรจะมี 342 และไม่มีกรด 265 ซึ่งการกระจายตัวของลูกชั่วที่ 2 ดังกล่าวนี้บ่งชี้ว่ามียีนควบคุม 2 คู่

ต่อมาพบว่าการสังเคราะห์กรดไฮโดรไซยานิคนั้นมีขบวนการทางชีวเคมี 2 ขั้น ดังนี้

$$\text{PRECURSOR} \xrightarrow{\text{enzyme } \alpha} \text{CYANOGENIC GLUCOSIDE} \xrightarrow{\text{enzyme } \beta} \text{HCN}$$

แต่ละขั้นของการสังเคราะห์มีเอนไซม์เข้าเกี่ยวข้องหนึ่งชนิด ในขั้นแรกจากสารต้นตอ (precursor) เป็นไซยาโนจีนิคกลูโคไซด์ มีเอนไซม์อัลฟาเป็นตัวย่อย และขั้นที่สองจากไซยาโนจี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิดกลูโคไซด์เป็นกรดไฮโดรไซยานิค มีเอนไซม์เบตาเป็นตัวย่อย การสร้างเอนไซม์แต่ละชนิดนั้นมียีนควบคุม คือ เอนไซม์อัลฟามียีน A เป็นตัวควบคุม และเอนไซม์เบตามียีน B เป็นตัวควบคุม พืชต้นที่สามารถสร้างกรดนี้ได้จะต้องมียีน A และ B เป็นตัวควบคุมการสร้างเอนไซม์อัลฟาและเบตาตามลำดับ ขบวนการสังเคราะห์กรดนี้จึงจะสมบูรณ์ หากพืชต้นใดขาดยีน A หรือ B ตัวใดตัวหนึ่ง หรือพืชนั้นมียีนที่เป็นรีเซสซีฟ aabb ทั้งคู่ จะไม่สามารถสร้างกรดไฮโดรไซยานิคได้เลยพันธุ์กรรมของการสร้างกรดไฮโดรไซยานิคใน white clover จึงเป็นดังนี้

แม่	มีกรด	×	ไม่มีกรด	พ่อ
	AABB		aabb	
ลูกชั่วที่ 1	มีกรด			
	AaBb			
ลูกชั่วที่ 2	9 ส่วน	A – B –	มีกรด	– 9 ส่วน
	3 ส่วน	A – bb	ไม่มีกรด	
	3 ส่วน	aaB –	ไม่มีกรด	– 7 ส่วน
	1 ส่วน	aabb	ไม่มีกรด	

จากพันธุกรรมของกรดไฮโดไซยานิคดังกล่าวสามารถอธิบายผลการทดลองของคู่ผสมแบบต่างๆ เช่น บางคู่ผสมพันธ์ฝ่ายพ่อและฝ่ายแม่ไม่มีกรด แต่ลูกชั่วที่ 1 มีกรด และลูกชั่วที่ 2 ประกอบด้วยพวกมีกรด 9 ส่วน ไม่มีกรด 7 ส่วน ดังนี้ คือ

แม่	ไม่มีกรด	×	ไม่มีกรด	พ่อ
	AAbb		aaBB	
ลูกชั่วที่ 1	AaBb			
	มีกรด			

ลูกชั่วที่ 2 มีการกระจายตัวดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

สำหรับการผสมระหว่างพวกที่มีกรดไฮโดรไซยานิคกับพวกที่ไม่มีกรด ลูกชั่วที่ 1 มีกรดไฮโดรไซยานิค ลูกชั่วที่ 2 ประกอบด้วยพวกมีกรด 3 ส่วน และพวกที่มีไม่มีกรด 1 ส่วนนั้น ฝ่ายพ่อและแม่มียีนแตกต่างกันเพียงคู่เดียว ซึ่งอาจมีจีโนไทพ์ดังนี้

1)	AABB	×	AAbb
	มีกรด		ไม่มี
2)	AABB	×	aaBB
	มีกรด		ไม่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 Supplementary or recessive epistasis

ปฏิกิริยาระหว่างยีน 2 คู่ที่แสดงออกลักษณะเดียวกันโดยที่โดมิแนนท์ตัวที่ 1 สามารถแสดงออกโดยไม่อาศัยโดมิแนนท์ของยีนตัวที่ 2 ไม่ว่าโดมิแนนท์ของยีนตัวที่ 2 จะปรากฏอยู่หรือไม่ แต่โดมิแนนท์ของยีนตัวที่ 2 จะแสดงออกก็ต่อเมื่อมีโดมิแนนท์ของยีนตัวที่ 1 อยู่ด้วย สมมติให้ A เป็นโดมิแนนท์ของยีนคู่ที่ 1 และ B เป็นโดมิแนนท์ของยีนคู่ที่ 2 A สามารถแสดงลักษณะออกมาได้ไม่ว่ายีนคู่ที่ 2 จะมี B หรือ b แต่ B หรือ b จะแสดงออกมาก็ต่อเมื่อมี A อยู่เท่านั้น หากมี aa อยู่ B หรือ b จะไม่แสดงลักษณะออกมา หรืออาจอธิบายในแง่อิพิสแตซิส คือ เฉพาะ aa เท่านั้นที่สามารถข่มข้ามไม่ให้ B หรือ b แสดงออก จึงเรียกอิพิสแตซิสนี้ว่า recessive epistasis

ในพืชก็มีพันธุกรรมแบบ supplementary คือ ลักษณะสีของหัวหอม ยีนที่เกี่ยวข้องมี 2 คู่ คือ C และ c กับ R และ r C เป็นยีนที่ควบคุมการสร้างเม็ดสี หากต้นหอมที่มี cc จะไม่สามารถสร้างเม็ดสีได้ ยีน R ควบคุมลักษณะสีแดงและ r ควบคุมลักษณะสีเหลือง การที่หัวหอมจะมีสีแดงหรือเหลืองได้ก็ต่อเมื่อมียีน C อยู่ด้วย หากหอมมี cc ก็ไม่สามารถสร้างเม็ดสีได้ ดังนั้นยีน R ซึ่งควบคุมสีแดงและ r ซึ่งควบคุมสีเหลือง จะไม่แสดงออกเพราะไม่มีเม็ดสี หัวหอมจึงมีสีขาว ดังตัวอย่าง

	สีเหลือง		สีขาว	
แม่	CCrr	x	ccRR	พ่อ
		↓		
ลูกชั่วที่ 1		CcRr	สีแดง	
ลูกชั่วที่ 2		C-R-	สีแดง 9 ส่วน	
		C-rr	สีเหลือง 3 ส่วน	
		ccR-	สีขาว 4 ส่วน	
		ccrr		

จากการกระจายตัวของลูกชั่วที่ 2 ปรากฏว่าอัตราส่วนของหัวหอมสีแดง : เหลือง : ขาว เท่ากับ 9 : 3 : 4

3.4 Dominant epistasis (12 : 3 : 1)

การข่มข้ามหรืออิพิสแตซิสที่เกิดจากโดมิแนนท์ยีนเรียกว่า dominant ep;istasis เฉพาะโดมิแนนท์ยีนตัวเดียวเท่านั้นที่แสดงการข่มข้ามไม่ให้โดมิแนนท์หรือรี-เซสซีฟของยีนอีกคู่หนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงออก ตัวอย่าง เช่น A สามารถข่มข้าม B หรือ b ซึ่งเป็นยีนอีกคู่หนึ่งได้ แต่ a ไม่สามารถข่มข้าม B หรือ b ได้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

3.5 Inhibitory factor or dominant recessive epistasis (13 : 3)

การแสดงออกของลักษณะบางอย่างในสิ่งมีชีวิตอาจมีความซับซ้อนมากขึ้น แม้ว่าลักษณะดังกล่าวจะถูกควบคุมโดยยีนเพียง 2 คู่ก็ตาม ปฏิกริยาระหว่างยีนสองคู่นี้ต่างฝ่ายต่างข่มข้ามกัน (epistasis) หรือต่างฝ่ายต่างระงับการแสดงออก (inhibit) ของยีนที่ไม่ได้เป็นคู่ของมัน สมมติว่าลักษณะหนึ่งถูกควบคุมด้วยยีน 2 คู่ คู่ที่ 1 คือ A หรือ a คู่ที่ 2 คือ B หรือ b A ซึ่งเป็นโดมิแนนท์ของยีนคู่ที่ 1 สามารถระงับหรือข่มข้าม B และ b ซึ่งเป็นยีนคู่ที่ 2 ไม่ให้แสดงลักษณะออกมา และขณะเดียวกัน bb ซึ่งเป็นรีเซสซีฟของยีนคู่ที่ 2 ก็สามารถระงับหรือข่มข้าม A และ a ไม่ให้แสดงลักษณะออกมา ดังนั้นฟีโนไทพ์ต่างๆของลูกชั่วที่ 2 คือ A-B-, A-bb และ aabb จะมีลักษณะเหมือนกัน ส่วน aaB- นั้น มีลักษณะแตกต่างไปจาก 3 พวกแรก การที่โดมิแนนท์ยีนคู่ที่ 1 ข่ม ยีนคู่ที่ 2 และขณะเดียวกันรีเซสซีฟในยีนคู่ที่ 2 ก็ข่มยีนคู่ที่ 1 ได้นี้เรียกว่า dominant recessive epistasis

ตัวอย่างเกี่ยวกับ inhibitory factor หรือ dominant recessive epistasis นี้มีปรากฏในพืชและสัตว์หลายชนิด เช่น

ข้าวโดยทั่วไปจะมีใบสีเขียว แต่บางพันธุ์ใบมีสีม่วง พันธุกรรมของสีในใบข้าวนี้มียีนควบคุมสองคู่ I และ i เกี่ยวข้องกับการสร้างเม็ดสี I เป็นตัวระงับการสร้างสารแอนโธไซยานิน ยีนอีกคู่หนึ่งคือ P และ p เกี่ยวข้องกับสี คือ P ควบคุมการสร้างสีม่วง และ p ควบคุมการสร้างสีเขียว หากผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์ใบสีเขียวกับพันธุ์ใบสีม่วง จะมีการกระจายตัวของลูกชั่วต่างๆดังนี้ คือ

	ใบสีเขียว		ใบสีม่วง	
แม่	IIpp	x	iiPP	พ่อ

↓

ลูกชั่วที่ 1	IiPp	ใบสีเขียว	
ลูกชั่วที่ 2	I-P-	9	13 ส่วน ใบสีเขียว
	I-pp	3	
	iipp	1	
	iiP-		3 ส่วน ใบสีม่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

จากตัวอย่างข้างบนนี้ ยีน I จะแสดงการข่มข้ามหรือระงับการแสดงออกของ P และ p ทำให้ใบข้าวมีสีเขียว และในขณะเดียวกัน pp ข่มข้ามหรือระงับการแสดงออกของ I และ i ได้ต้นข้าวจึงมีใบสีเขียว ส่วน ii ไม่สามารถระงับการแสดงออกของ P ได้ใบข้าวจึงมีสีม่วง ดังนั้น อัตราส่วนของลูกชั่วที่ 2 จึงมีใบสีเขียวต่อใบสีม่วงเท่ากับ 13 :3

3.6 Duplicate factor or duplicate dominant epistasis (15 :1)

พันธุกรรมของบางลักษณะในสิ่งมีชีวิตถูกควบคุมโดยยีนที่ซ้ำซ้อนกัน และยีนที่ควบคุมแต่ละตัวไม่แสดงผลทบรวมต่อลักษณะนั้น เราเรียกยีนนี้ว่า duplicate factor การที่ยีนทำหน้าที่เหมือนกัน เป็นโดมิแนนท์และมีการข่มซึ่งกันและกัน ทำให้การแสดงออกเท่ากันเรียกว่า duplicate dominant epistasis ดังตัวอย่างลักษณะของหนวดข้าว ตามปกติข้าวที่ปลูกโดยทั่วไปจะไม่มีหนวด แต่มีข้าวป่าและข้าวบางพันธุ์มีหนวดตรงปลายเมล็ด ลักษณะการมีหนวดหรือไม่มีหนวดขึ้นอยู่กับยีน 2 คู่ คือ A_1 กับ a_1 และ A_2 กับ a_2 ยีน A_1 กับ A_2 ควบคุมลักษณะมีหนวดข้าวที่มียีน A_1 หรือ A_2 หรือมีทั้ง A_1 กับ A_2 จะมีหนวดทั้งสิ้น การมีจำนวนโดมิแนนท์ยีนเพิ่มขึ้นไม่ทำให้ลักษณะผิดไป ส่วนพันธุ์ข้าวที่ไม่มีหนวดได้แก่พวกที่ไม่มียีน A_1 หรือ A_2 หรือมีทั้ง A_1 กับ A_2 จะมีหนวดทั้งสิ้น การมีจำนวนโดมิแนนท์ยีนเพิ่มขึ้นไม่ทำให้ลักษณะผิดไป ส่วนพันธุ์ข้าวที่ไม่มีหนวดได้แก่พวกที่ไม่มียีน A_1 หรือ A_2 อยู่เลย ดังตัวอย่าง การผสมระหว่างข้าวมีหนวดกับไม่มีหนวด ดังนี้

แม่ $A_1A_1A_2A_2$ x $a_1a_1a_2a_2$ พ่อ

มีหนวด ไม่มีหนวด

ลูกชั่วที่ 1 $A_1a_1A_2a_2$

มีหนวด

ลูกชั่วที่ 2

A_1-A_2-	9	มีหนวด 15 ส่วน
A_1-a_2a_2	3	
$a_1a_2A_2$-	3	
$a_1a_1a_2a_2$	1	ไม่มีหนวด 1 ส่วน

จะเห็นได้ว่าลูกชั่วที่ 2 A_1-A_2-- , A_1 a_2a_2 และ $a_1a_1A_2$- รวม 15 ส่วนมีหนวด และพวก $a_1a_1a_2a_2$ ไม่มีหนวด ทำให้อัตราส่วนเป็น 15 : 1

3.7 Polymerism or duplicate interaction (9 : 3 : 1)

Polymerism หรือ duplicate interaction เป็นการแสดงออกของโดมิแนนท์ยีนแต่ละตัวที่มีต่อลักษณะหนึ่งในแบบทบรวม เช่น A และ B ต่างก็ควบคุมลักษณะเดียวกัน การข่มของ A ต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

54597

a และ B ต่อ b เป็นแบบสมบูรณ์ A สามารถแสดงออกต่อลักษณะนั้นวัดได้หนึ่งหน่วย และ B สามารถแสดงออกต่อลักษณะเดียวกันวัดได้หนึ่งหน่วย หาก A และ B ปรากฏอยู่ด้วยกันก็สามารถแสดงออกต่อลักษณะนั้นเป็นแบบบทรวม คือ วัดได้เท่ากับสองหน่วย ดังนั้น A-bb หรือ aaB- จะวัดได้หนึ่งหน่วย ส่วน A-B- วัดได้สองหน่วย ตัวอย่างความเข้มของสีในเมล็ดข้าวสาลี หากผสมระหว่างข้าวสาลีเมล็ดสีแดงกับข้าวสาลีเมล็ดสีขาว ลูกชั่วต่างๆจะมีการกระจายตัวดังนี้

	แดง		ขาว	
แม่	$C_1C_1C_2C_2$	x	$c_1c_1c_2c_2$	พ่อ

↓

ลูกชั่วที่ 1 $C_1c_1C_2c_2$ แดงปานกลาง

ลูกชั่วที่ 2				
	C1-C2-	9		แดง
	C1-c2c2	3	6	แดงปานกลาง
	c1c1C2-	3		แดงปานกลาง
	c1c1c2c2	1		ขาว

จะเห็นได้ว่า C_1 และ C_2 สามารถสร้างเม็ดสีแดงได้เท่ากัน พวก C_1-c_2c_2 และ $c_1c_1C_2$- จึงมีสีแดงปานกลางเท่ากัน ส่วนพวก C_1-C_2- นั้นเนื่องจากทั้ง C_1 และ C_2 ช่วยกันสร้างเม็ดสี ปริมาณเม็ดสีจึงเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า ทำให้เมล็ดข้าวสาลีมีความเข้มของสีเป็นสองเท่าด้วย (ชัยฤกษ์ มณีพงษ์. 2523)

การทำงานของยีน (gene action)

ไม่ว่ายีนเหล่านั้นจะควบคุมลักษณะทางปริมาณหรือคุณภาพ ต่างก็มีลักษณะการทำงานร่วมกันที่เหมือนกัน จะต่างกันที่จำนวนยีนและอิทธิพลของสภาพแวดล้อมที่เข้ามาเกี่ยวข้อง

การทำงานร่วมกันของยีนอาจแบ่งออกได้เป็นสองพวกใหญ่ๆ คือ

1) การทำงานร่วมกันของยีนภายในตำแหน่ง (locus) เดียวกัน

2) การทำงานร่วมกันของยีนที่อยู่คนละตำแหน่ง

นอกจากนี้การทำงานของยีนไม่ว่าจะอยู่บนตำแหน่งเดียวกันหรือคนละตำแหน่ง ก็จะมีลักษณะการทำงานร่วมกันอยู่สองแบบคือ

1) ในแบบเสริมหรือลดการแสดงออกในแบบผลบวก

2) การเสริมหรือลดอย่างไม่เป็นผลบวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานร่วมกันของยีนที่ตำแหน่งเดียวกัน

1) **ปฏิกิริยาแบบผลบวก** (additive gene action) ลักษณะที่แสดงออกจะขึ้นอยู่กับจำนวนของยีนที่ช่วยเสริมลักษณะนั้นๆและยีนแต่ละตัวจะเพิ่มขึ้นได้เท่าๆกันไม่ว่าจะอยู่ในรูปเฮตเทอโรไซโกตหรือโฮโมไซโกต การปรับปรุงลักษณะและการรักษาคุณสมบัติต่างๆของประชากร เช่น ขนาด รูปร่าง ผลผลิต ฯลฯ สามารถทำได้ง่ายรวดเร็วได้ผลค่อนข้างแน่นอน(วิทยา บัวเจริญ . 2542)

2) **ปฏิกิริยาไม่เป็นผลบวก** (non-additive gene action) ซึ่งจะแบ่งออกได้เป็นสามลักษณะด้วยกัน คือ

a. ปฏิกิริยาข่มสมบูรณ์ (dominant gene action) หมายถึง ปฏิกิริยาของยีนตัวหนึ่งไปข่มการแสดงออกของยีนอีกตัวหนึ่งบนตำแหน่งเดียวกันอย่างสมบูรณ์
b. ปฏิกิริยาข่มไม่สมบูรณ์ (incomplete dominant) คือ การที่ยีนตัวหนึ่งไปข่มการแสดงออกของยีนอีกตัวหนึ่งบนตำแหน่งเดียวกันอย่างไม่สมบูรณ์
c. ปฏิกิริยาข่มเกิน (overdominant gene action) เป็นการทำงานร่วมกันของยีนภายในตำแหน่งเดียวกันซึ่งจะทำให้ลักษณะเฮตเทอโรไซโกตแสดงออกได้มาก

การทำงานร่วมกันของยีนคนละตำแหน่ง

ดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ไม่ว่าจะเป็นยีนที่ตำแหน่งเดียวกันหรือคนละตำแหน่งปฏิกิริยาที่ทำร่วมกันก็มีอยู่สองแบบ คือ แบบผลบวก และไม่เป็นผลบวก

1) **แบบผลบวก** แทนที่จะเป็นผลบวกของยีนบนตำแหน่งเดียวกัน ก็จะกลายเป็นผลบวกระหว่างยีนคนละตำแหน่งที่ควบคุมลักษณะเดียวกัน ยีนหลายๆตัวที่ควบคุมลักษณะเดียวกันในแบบผลบวก เรียกว่า “multiple factors” ยีนแต่ละตัวจะทำงานกันเป็นอิสระ

2) **ปฏิกิริยาไม่เป็นผลบวก** ระหว่างยีนคนละตำแหน่ง เกิดขึ้นกับลักษณะที่ควบคุมด้วยยีนหลายตัว แต่ละตัวไม่เป็นอิสระต่อกัน พืชที่มีลักษณะทางพันธุกรรมที่แตกต่างกันอาจแสดงลักษณะออกมาเหมือนกัน ขึ้นอยู่กับปฏิกิริยาในระหว่างกลุ่มของยีนที่แสดงลักษณะนั้นๆและสภาพแวดล้อม กลุ่มของยีนย่อย (minor gene) ที่ควบคุมลักษณะทางปริมาณเหล่านี้เรียกว่า “poly-gene” สภาพแวดล้อมจะมีผลอย่างมากต่อการแสดงออกของยีน

นอกจากนี้ยังมียีนบางพวกที่แสดงลักษณะข่มการแสดงออกของยีนบนตำแหน่งอื่นๆ เรียกว่า “epistasis” ซึ่งมักจะเป็นการแสดงออกของพวกยีนหลัก (major gene) แต่ถ้ายีนพวกนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพียงแต่ไปเปลี่ยนแปลงการแสดงออกของยีนอื่นๆทั้งในทางที่ดีขึ้นหรือเลวลง ก็จะเรียกกลุ่มของยีนพวกนี้ว่ายีนประยุกต์ (modifying genes)

ข้อสำคัญในการปรับปรุงพันธุ์พืชก็คือ นักปรับปรุงพันธุ์จะต้องคำนึงอยู่เสมอว่า ยีนแต่ละตัวเมื่อไปอยู่ในพื้นฐานทางพันธุกรรมที่แตกต่างกัน อาจแสดงออกมาได้ไม่เหมือนกัน การถ่ายทอดลักษณะใดลักษณะหนึ่งไปหาสายพันธุ์ต่างๆที่มีพื้นฐานทางพันธุกรรมที่แตกต่างกันอาจมีความจำเป็นเพื่อหวังผลที่ดีที่สุดที่ควรจะได้รับ (กฤษดา สัมพันธารักษ์ . 2546)

จากการทดลองเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการกระจายตัวของลักษณะต่างๆในลูกผสมชั่วที่ 2 ของมะเขือเทศ ดังนั้นจึงขอยกตัวอย่างการศึกษาการกระจายตัวและสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของพิทูเนีย และ การศึกษาการกระจายตัวของถั่วเหลือง

ประนอม (2539) ได้ศึกษาการกระจายตัวของลักษณะต่างๆในลูกผสมชั่วที่ 2 (F2) ของพิทูเนียที่ได้จากการผสมตัวเองของลูกผสมชั่วที่ 1 (F1) จำนวน 5 สี พบว่า ในลักษณะความสูงมีการกระจายตัวของลักษณะ 5.2 – 45.0 ซม. ขนาดทรงพุ่มต้น มี 10.0 – 85.5 ซม. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของดอกมี 3.0 – 9.0 ซม. จำนวนดอกต่อต้นมี 5 – 151 ดอก จำนวนวันตั้งแต่เริ่มปลูกจนถึงดอกบานเต็มต้น มี 79 – 133 วัน จำนวนวันตั้งแต่ดอกบานเต็มต้นถึงดอกโรยมี 19 – 73 วัน แต่การกระจายตัวของสีไม่สามารถสรุปได้

สุมาลี (2538) ทำการผสมตัวเองของลูกชั่วที่ 2 (F2) ที่ได้คัดเลือกจำนวน 14 ต้น พบว่าลูกชั่วที่ 3 (F3) มีจำนวนวันตั้งแต่เริ่มปลูกจนถึงดอกแรกบานมี 69 – 103 วัน มีสีดอกถึง 22 สี ขนาดของทรงพุ่มต้น 9.0 – 55.0 ซม. ความสูงต้น 7.0 -27.0 ซม. จำนวนดอกต่อต้น 2 -45 ดอก เส้นผ่าศูนย์กลางของดอก 2.8 -8.2 ซม. และอายุการบานของดอกจนดอกโรย 2 – 7 วัน

การศึกษาลักษณะต่างๆของพืชมากกว่าหนึ่งลักษณะในเวลาเดียวกัน สามารถศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะเหล่านั้นได้ ว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร โดยวิเคราะห์ค่า “สหสัมพันธ์” สามารถตรวจสอบได้ว่า หากลักษณะหนึ่งเปลี่ยนไปจะทำให้ลักษณะอื่นเปลี่ยนไปด้วยหรือไม่ (ปานเดช , 2537) ลักษณะทางพันธุกรรมหลายลักษณะมีความสัมพันธ์กัน ตัวอย่างเช่น ความสูงฝักกับความสูงต้นของข้าวโพด มีสหสัมพันธ์กันในทางบวก ในขณะการหักล้มมีความสหสัมพันธ์ทางลบกับผลผลิต เป็นต้น ซึ่งการที่สองลักษณะมีความสัมพันธ์กัน (หรือเปลี่ยนแปลงไปด้วยกันในตอนคัดเลือก) นั้น มักเกิดจากสาเหตุใหญ่ๆ 2 ประการ คือ (1) การที่ยีนคู่เดียวกันสามารถควบคุมได้ทั้งสองลักษณะ (pleiotropy) และ (2) ยีนที่ควบคุมลักษณะทั้งสองอยู่บนโครโมโซมเดียวกัน (linkage) ดังนั้น ถ้าลักษณะสองลักษณะมีความสัมพันธ์กันในทางบวก แสดงว่าถ้าเราคัดเลือกเพื่อเพิ่มลักษณะหนึ่ง อีกลักษณะจะเพิ่มตามไปด้วย แต่ถ้าสหสัมพันธ์เป็นไปในทางลบแล้ว การเพิ่มลักษณะหนึ่งจะไปลดอีกลักษณะหนึ่ง เป็นต้น (พีระศักดิ์, 2525)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาสหสัมพันธ์ของลักษณะบางลักษณะในลูกชั่วที่ 2 (F2) ของพิทูเนีย กานต์มณี (2539) รายงานว่า ความสูงต้นมีความสัมพันธ์ทางบวกกับขนาดทรงพุ่มและจำนวนดอกต่อต้น ขนาดทรงพุ่มมีความสัมพันธ์ ทางบวกกับความสูง จำนวนดอกต่อต้น และจำนวนวันตั้งแต่เริ่มปลูกถึงดอกบานเต็มต้น แต่มีความสัมพันธ์ทางลบกับจำนวนวันตั้งแต่ดอกบานเต็มต้นถึงดอกโรย จำนวนดอกต่อต้นมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสูงต้นและขนาดทรงพุ่ม แต่มีความสัมพันธ์ทางลบกับเส้นผ่าศูนย์กลางดอก เส้นผ่าศูนย์กลางดอกมีความสัมพันธ์ทางลบกับจำนวนดอกต่อต้น จำนวนวันตั้งแต่เริ่มปลูกถึงดอกบานเต็มต้นมีความสัมพันธ์ทางบวกกับขนาดทรงพุ่ม แต่มีความสัมพันธ์ทางลบกับจำนวนวันตั้งแกต่ดอกบานเต็มต้นถึงดอกโรย จำนวนวันตั้งแต่ดอกบานเต็มต้นถึงดอกโรยมีความสัมพันธ์ทางบวกกับขนาดทรงพุ่ม และจำนวนวันตั้งแต่เริ่มปลูกถึงดอกบานเต็มต้น

วิธีดำเนินการวิจัย

อุปกรณ์

อุปกรณ์ในแปลงปลูก

1) เมล็ดพันธุ์มะเขือเทศ 3 สายพันธุ์ ได้แก่
   - KMITL1
   - CLN 2123A
   - CLN2123A x KMITL 1
2) ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์
3) สารเคมีที่ใช้ในการกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืช
4) เครื่องมือสำหรับปลูกและบำรุงรักษามะเขือเทศ ได้แก่ กระถางพลาสติก ป้ายชื่อ จอบ บัวรดน้ำ ช้อนพรวนดิน เครื่องพ่นยา ไม้หลัก
5) อุปกรณ์สำหรับจดบันทึก ได้แก่ สมุด ดินสอ ไม้บรรทัด ตลับเมตร

อุปกรณ์สำหรับตรวจสอบลักษณะทางเคมีของผลมะเขือเทศในห้องปฏิบัติการ

1) **ผลมะเขือเทศพันธุ์** ได้แก่ KMITL 1, CLN2123A, CLN2123AxKMITL 1
2) **สารเคมี** ได้แก่ โซเดียมไฮดรอกไซด์ ฟีนอฟธาลีน กรดแอสคอบิก ไดคลอโรฟีนอลอินโดฟีนอล กรดเมตาฟอสโฟริก กรดซิตริก โซเดียมไบคาร์บอเนต เอธานอล ดีกลูโคส อันไฮโดรสโซเดียมคาร์บอเนต คอปเปอร์ซัลเฟต อันไฮโดรสโซเดียมซัลเฟต แอมโมเนียมโมลิบเดต ไดโซเดียมไฮโดรเจนอาซิเนต โปแตสเซียมโซเดียมทาร์เทต อีเทอร์ สารละลายกำมะถัน สารละลายกรดเกลือ เอธิลแอลกอฮอร์ น้ำกลั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) **เครื่องแก้วต่างๆ** ได้แก่ บีกเกอร์ บิวเรต ปิเปต กระบอกตวง หลอดทดลอง ขวดรูปชมพู่ วอลูเมตริคฟลาสต์ หลอดหยด จานเพาะเชื้อ กรวยกรอง

4) **อุปกรณ์อื่นๆ** ได้แก่ ตู้บ่มควบคุมอุณหภูมิ (hotpack) ตู้อบ (hot air oven) เตาเผา (muffle fumace) เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียดทศนิยม 2 และ 4 ตำแหน่ง อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath) โถดูดความชื้น (desiccator) ครูซิเบิล (crucible) เครื่องปั่น ตระแกรงร่อน กระดาษกรอง ผ้ากรอง อลูมิเนียมฟอยด์ ช้อนตวง นาฬิกาจับเวลา

วิธีดำเนินการ

แปลงปลูก

ปลูกจำนวน 3 สายพันธุ์ พันธุ์ละ 3 ซ้ำ ปลูกซ้ำละ 10 ต้น สุ่มเก็บข้อมูลจำนวน 5 ต้นต่อซ้ำ

การเตรียมกล้า นำเมล็ดลูกผสมชั่วที่ 1 และพันธุ์พ่อแม่ เพาะในกะบะพลาสติก โดยหยอดเมล็ดเป็นแถว พ่นยาป้องกันเชื้อรา เมื่อต้นกล้ามีใบจริงคู่แรก (8-12 วัน) ทำการย้ายกล้าลงถุงเพาะ วัสดุที่ใช้เพาะเมล็ด คือ ทราย : ขี้เถ้าแกลบ : ขุยมะพร้าว : ปุ๋ยคอก คือ 1 : 1 : 1 : 1 คลุกให้เข้ากันแล้วนำไปอบฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ดูแลรักษาต้นกล้า รดน้ำพรวนดิน ฉีดพ่นปุ๋ยทางใบสูตร 10-52-170 ทุก 5 วัน ทำการย้ายปลูกในแปลงทดลองเมื่อต้นกล้ามีอายุ 25-30 วัน

การเตรียมแปลงปลูก ไถพรวนพื้นที่ ปรับพื้นที่จัดแปลงปลูกเป็น 3 ซ้ำ ซ้ำละ 3 แปลงย่อย ขนาดแปลงย่อย 1.5 เมตร x 5 เมตร ระยะระหว่างซ้ำ 1.5 เมตร ระยะระหว่างแปลงย่อยในแต่ละซ้ำ 0.5 เมตร เตรียมหลุมปลูกในแต่ละแปลงย่อยในระยะระหว่างแถว 80 เซนติเมตร ระหว่างต้น 100 เซนติเมตร แปลงละ 5 ต้น รองก้นหลุมด้วยปุ๋ยคอก ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 70 กิโลกรัมต่อไร่ แอมโมเนียมซัลเฟต 50 กิโลกรัมต่อไร่

การปฏิบัติบำรุงรักษา กำจัดวัชพืช พูนโคน แต่งทรงพุ่ม ให้ปุ๋ยเสริม ฉีดยาป้องกันกำจัดศัตรูพืชตามสมควร

ห้องปฏิบัติการ

นำมะเขือเทศที่เก็บจากแปลงในระยะสุกแดง มาผึ่งลมเพื่อคายความร้อน ถ้ายังไม่ได้ทำการศึกษาให้นำมะเขือเทศเก็บไว้ในตู้แช่แข็ง ที่อุณหภูมิต่ำกว่า -10 องศาเซลเซียส เพื่อหยุดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี

วิธีการวัดและการประเมินคุณภาพของผลผลิต

1) การวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งทั้งหมด (total soluble solids) และความชื้น (moisture content) นำผลมะเขือมาทำการปั่น และสุ่มชั่งน้ำหนักลงในกระป๋องหาความชื้นที่ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การอบและทราบน้ำหนักแน่นอน นำมะเขือเทศไปอบที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง เปิดฝาขณะอบ นำออกมาปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งหาน้ำหนักนำไปอบซ้ำหลายๆครั้งจนได้น้ำหนักคงที่ คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมด (มาฑินี จึงจะดี. 2544)

1. เปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมด = $\frac{\text{น้ำหนักมะเขือเทศอบแห้ง}}{\text{น้ำหนักมะเขือเทศเริ่มต้น}} \times 100$

2. เปอร์เซ็นความชื้น = 100 – เปอร์เซ็นของแข็งทั้งหมด

2) การวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (soluble solids concentration) นำผลมะเขือเทศมาทำการปั่น แล้ววัดโดยใช้แฮนรีเฟรคโตมิเตอร์มีหน่วยเป็นบริกซ์ (Brix)

3) การวิเคราะห์หาปริมาณกรดทั้งหมด (total titratable acidity) โดยชั่งตัวอย่างมะเขือเทศที่ปั่นไว้ 50 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วคนให้เข้ากัน กรองด้วยผ้ากรอง ปิเปตน้ำมะเขือเทศ 10 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ หยดฟีนอฟธาลีน 1 เปอร์เซ็นต์ 1-2 หยด ไทเทรตน้ำมะเขือเทศด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์มาตรฐานเข้มข้น 0.1 นอร์มอล จนถึงจุดยุติเมื่อสารละลายมีสีชมพูอย่างน้อย 30 วินาที จดปริมาณสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ คำนวณหาเปอร์เซ็นต์กรดเทียบเป็นกรดซิตริกโดยใช้สูตรในการคำนวณของ A.O.A.C (1995)

เปอร์เซ็นต์กรดทั้งหมด = ปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์ (มล.) x ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ x น้ำหนักโมเลกุลของกรดซิตริก / น้ำหนักตัวอย่าง x 100

น้ำหนักโมเลกุลของกรดซิตริก = 0.064

4) การวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินซี (ascorbic acid) โดยชั่งตัวอย่างมะเขือ เทศที่ปั่นไว้ 80 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ เติมกรดเมตาฟอสฟอริคอะซิติก (metaphosphoric acetic acid) 100 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วคนให้เข้ากัน กรองด้วยผ้ากรองปิเปตมา 10 มิลลิลิตร ใส่ในขวดรูปชมพู่ แล้วไทเทรตด้วยสารละลายไดคลอโรฟีนอลอินโดฟีนอล (dichlorophenolindophenol) จนถึงจุดยุติเมื่อสารละลายมีสีชมพูอย่างน้อย 5 วินาที จดปริมาณไดคลอโรฟีนอลอินโดฟีนอลคำนวณหาค่าเฉลี่ย

การทำ blank ไม่ใช้ตัวอย่างมะเขือเทศ โดยปิเปตกรดเมตาฟอสริอะซิติก (metaphosphoric acetic acid) 7 มิลลิลิตร แล้วไทเทรตด้วยสารละลายไดคลอโรฟีนอลอินโดฟีนอล จนถึงจุดยุติเมื่อสารละลายมีสีชมพูอย่างน้อย 5 นาที จดปริมาณไดคลอฟีนอลอินโดฟีนอล คำนวณหาค่าเฉลี่ย คำนวณหาปริมาณวิตามินซี โดยใช้สูตรในการคำนวณของ A.O.A.C. (1995)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มิลลิกรัมของกรดแอสคอบิก / น้ำคั้นมะเขือเทศ 100 มิลลิลิตร = (X-B) (F/E) (V/Y) x 100 จากสูตร

X= ปริมาณของสารละลายไดคลอโรฟีนอลอินโดฟีนอลที่ใช้ไทเทรตกับน้ำคั้นมะเขือเทศ (มิลลิลิตร)

B=ปริมาณเฉลี่ยของสารละลายไดคลอโรฟีนอลอินโดฟีนอลที่ใช้ไทเทรตกับ blank (มิลลิลิตร)

F= มิลลิกรัมของกรดแอสคอบิกมาตรฐาน / สารละลายไดคลอโรฟีนอลอินโดฟีนอล 1 มิลลิลิตร

E= ปริมาณตัวอย่างที่ใช้ (มิลลิลิตร)

V= ปริมาณน้ำคั้นมะเขือเทศที่ใช้ไทเทรต (มิลลิลิตร)

Y= ปริมาณสารละลายทั้งหมดที่ใช้ไทเทรต (มิลลิลิตร)

การเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลในแปลงเพื่อการวิเคราะห์ทางการเกษตร

1) **ความสูง** โดยวัดเป็นเซนติเมตรจากโคนต้นระดับผิวดินถึงปลายยอดที่สูงที่สุดเมื่ออายุ 50 วัน
2) **ทรงพุ่ม** วัดความกว้างสูงสุดของทรงพุ่มเป็นเซนติเมตรเมื่ออายุ 50 วัน
3) **รูปร่างใบ** โดยการถ่ายภาพลักษณะรูปร่างใบมะเขือเทศแต่ละพันธุ์เมื่ออายุ 50 วัน
4) **จำนวนดอกต่อช่อ** นับจำนวนดอกในแต่ละช่อเมื่ออายุ 50 วัน
5) **จำนวนดอกต่อต้น** นับจำนวนดอกทั้งหมดในแต่ละต้นเมื่ออายุ 50 วัน
6) **จำนวนช่อต่อต้น** นับจำนวนช่อทั้งหมดในแต่ละต้นเมื่ออายุ 50 วัน
7) **น้ำหนักผลผลิตต่อต้น** (กรัม) ชั่งน้ำหนักผลผลิตทั้งหมดในแต่ละต้นเมื่ออายุ 50 วัน
8) **ผลต่อต้น** นับจำนวนผลผลิตทั้งหมดในแต่ละต้นเมื่ออายุ 50 วัน
9) **น้ำหนักต่อผล** คำนวณจากน้ำหนักผลผลิตต่อต้นหารด้วยจำนวนผลต่อต้นเมื่ออายุ 50 วัน
10) **ผลต่อต้น** นับจำนวนผลผลิตทั้งหมดในแต่ละต้นเมื่ออายุ 50 วัน
11) **น้ำหนักต่อผล** คำนวณจากน้ำหนักผลผลิตต่อต้นหารด้วยจำนวนผลต่อต้นเมื่ออายุ 50 วัน
12) **อายุการออกดอก** (วัน) จดบันทึกวันที่ออกดอกแรกและอายุออกดอก 50 %
13) **อายุการติดผล** (วัน) จดบันทึกวันที่ติดผลผลแรกและวันที่เก็บผลวันสุดท้าย
14) **เปอร์เซ็นต์การติดผล** จากสูตร $\frac{\text{จำนวนผลทั้งหมด x 100}}{\text{จำนวนดอกทั้งหมด}}$
15) **เปอร์เซ็นต์ที่ผิดปกติ และผลแตก**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ทางเคมีในห้องปฏิบัติการ ดังนี้

1) ปริมาณของแข็งทั้งหมดและปริมาณความชื้น
2) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้
3) ปริมาณกรดทั้งหมด
4) ปริมาณวิตามินซี

ระยะเวลาที่ทำการวิจัย

วันที่ 14 พฤศจิกายน 2545 วันที่ 30 กันยายน 2546

สถานที่ดำเนินงาน

บริเวณแปลงทดลองและห้องปฏิบัติการของภาคพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

ผลการทดลอง

ความสูงของต้นเมื่ออายุ 50 วัน

ความสูงของต้นของมะเขือเทศลูกผสมพันธุ์ CLN 2123A x KMITL1 ชั่วที่ 2 พบว่าความสูงของต้นของมะเขือเทศพันธุ์ CLN 2123A มีประมาณ 81-100 เซนติเมตร เฉลี่ยความสูงอยู่ที่ 82.5 เซนติเมตร และความสูงของต้นมะเขือเทศพันธุ์ KMITL1 มีประมาณ 131-150 เซนติเมตร เฉลี่ยความสูงอยู่ที่ 129.1 เซนติเมตรซึ่งความสูงของต้นของมะเขือเทศลูกผสมพันธุ์ CLN 2123A x KMITL สามารถแบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ 41-80 เซนติเมตร และ 81-130 เซนติเมตร ในอัตราส่วน 1:3 โดยมีความแตกต่างระหว่างกลุ่มเท่ากับ 30 (ตารางที่1)

ขนาดของทรงพุ่มเมื่ออายุ 50 วัน

ขนาดของทรงพุ่มของมะเขือเทศลูกผสมพันธุ์ CLN 2123A x KMITL1 ชั่วที่ 2 พบว่าขนาดของทรงพุ่มของมะเขือเทศพันธุ์ CLN 2123A มีอายุได้ 50 วัน มีประมาณ 61-90 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 72.5 เซนติเมตร และขนาดของทรงพุ่มของมะเขือเทศพันธุ์ KMITL1 เมื่ออายุ 50 วัน มีประมาณ 81-100 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 87.7 เซนติเมตร ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดของทรงพุ่มของมะเขือเทศลูกผสมพันธุ์ CLN 2123A x KMITL1 สามารถแบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ 41-80 เซนติเมตร และ 81-120 เซนติเมตร ในอัตราส่วน 1:3 โดยมีความแตกต่างระหว่างกลุ่มเท่ากับ 23 (ตารางที่2)

อายุการออกดอก

อายุการออกดอกของมะเขือเทศลูกผสมพันธุ์ CLN 2122A x KMITL1 ชั่วที่ 2 พบว่าอายุของการออกดอกของมะเขือเทศพันธุ์ CLN 2123A ประมาณ 41-60 วัน เฉลี่ยอยู่ที่ 54.5 วัน และอายุการออกดอกของมะเขือเทศพันธุ์ KMITL1 ประมาณ 41-60 เฉลี่ยอยู่ที่ 49.3 วัน ซึ่งอายุการออกดอกของมะเขือเทศลูกผสมพันธุ์ CLN 2123A x KMITL1 สามารถแบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ 21-60 วัน และ 61-100 วัน ในอัตราส่วน 7:9 โดยมีความแตกต่างระหว่างกลุ่มเท่ากับ 20 (ตารางที่3)

จำนวนดอกต่อช่อ

จำนวนดอกต่อช่อของมะเขือเทศลูกผสม CLN 2123A x KMITL1 ชั่วที่ 2 พบว่าจำนวนดอกต่อช่อของ CLN 2123A มีจำนวนดอกอยู่ระหว่าง 4-8 ดอกต่อช่อ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 5.44 และจำนวนดอกต่อช่อของ KMITL1 มีจำนวนดอกอยู่ระหว่าง 4-7 ดอกต่อช่อ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 5.33 ซึ่ง CLN 2123A x KMITL1 สามารถแบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ 1-7 ดอก และ 8-13 ดอก ในอัตราส่วน 3:1 โดยมีความแตกต่างระหว่างกลุ่มเท่ากับ 5 (ตารางที่ 4)

จำนวนช่อดอกต่อต้น

จำนวนช่อดอกต่อต้นของมะเขือเทศลูกผสม CLN 2123A x KMITL1 ชั่วที่ 2 พบว่าจำนวนช่อดอกของ CLN 2123A มีประมาณ 11-20 ช่อดอก ซึ่งมีค่าเฉลี่ยคือ 16.7 และจำนวนช่อดอกของ KMITL1 มีประมาณ 26-30 ช่อดอก ซึ่งมีค่าเฉลี่ยคือ 25.3 ช่อดอก ซึ่งจำนวนช่อดอกของ CLN 2123A x KMITL1 สามารถแบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ 6-20 ช่อดอก กับ 21-40 ช่อดอก ในอัตราส่วน 3:1 โดยมีความแตกต่างระหว่างกลุ่มเท่ากับ 10 (ตารางที่ 5)

จำนวนดอกต่อต้น

จำนวนดอกต่อต้นของมะเขือเทศลูกผสม CLN 2123A x KMITL1 ชั่วที่ 2 พบว่าจำนวนดอกต่อต้นของ CLN 2123A มีประมาณ 81-120 ดอก มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 94.89 ดอกต่อต้น และจำนวนดอกต่อต้นของ KMITL1 มีประมาณ 101-140 ดอก ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 120.50 ดอกต่อต้น ซึ่งจำนวนดอกต่อต้นของ CLN 2123A x KMITL1 สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ 21-140 ดอกต่อต้น และ 141-260 ดอกต่อต้น ในอัตราส่วน 3:1 โดยมีความแตกต่างระหว่างกลุ่มเท่ากับ 29 (ตารางที่ 6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อายุการติดผล

อายุการติดผลของมะเขือเทศลูกผสมพันธุ์ CLN 2123A x KMITL 1 ชั่วที่ 2 พบว่าเปอร์เซ็นต์การติดผลของมะเขือเทศพันธุ์ CLN 2123A ประมาณ 61-80 วัน เฉลี่ยอยู่ที่ 69.9วัน และอายุการติดผลของมะเขือเทศพันธุ์ KMITL 1 ประมาณ 61-80 วัน เฉลี่ยอยู่ที่ 66.5 วัน ซึ่งอายุการติดผลของมะเขือเทศพันธุ์ CLN 2123A x KMITL 1 สามารแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ 31-70 และ 71-110 วัน ในอัตราส่วน 1:3 โดยมีความแตกต่างระหว่างกลุ่มเท่ากับ 21 (ตารางที่ 7)

จำนวนผลต่อต้น

จำนวนผลต่อต้นของมะเขือเทศลูกผสม CLN 2123A x KMITL1 ชั่วที่ 2 พบว่า จำนวนผลของ CLN 2123A มีประมาณ 11-30 ผล มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 18.22 ผลต่อต้น และจำนวนผลของ KMITL1 มีประมาณ 41-60 ผล มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 47.9 ผลต่อต้น และจำนวนผลต่อต้นของ CLN 2123A x KMITL1 สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ 1-40 ผลต่อต้นและ 41-80 ผลต่อต้น ในอัตราส่วน 3:1 โดยมีความแตกต่างระหว่างกลุ่มเท่ากับ 23 (ตารางที่ 8)

เปอร์เซ็นต์การติดผล

เปอร์เซ็นต์ติดผลของมะเขือเทศพันธุ์ CLN 2123A x KMITL1 ชั่วที่ 2 พบว่าเปอร์เซ็นต์การติดผลของมะเขือเทศพันธุ์ CLN 2123A ประมาณ 6-25% เฉลี่ยอยู่ที่ 49.2% และเปอร์เซ็นต์การติดผลของมะเขือเทศพันธุ์ KMITL1 ประมาณ 31-50% เฉลี่ยอยู่ที่ 39.1% ซึ่งเปอร์เซ็นต์การติดผลของมะเขือเทศลูกผสมของพันธุ์ CLN 2123A x KMITL1 สามารถแบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ 1-30% และ 31-50% ในอัตราส่วน 7:9 โดยมีความแตกต่างระหว่างกลุ่มเท่ากับ 13 (ตารางที่ 9)

เปอร์เซ็นผลแตกและผลผิดปกติ

เปอร์เซ็นผลแตกและผลผิดปกติของมะเขือเทศพันธุ์ CLN 2123A x KMITL1 ชั่วที่ 2 พบว่าเปอร์เซ็นต์เปอร์เซ็นผลแตกและผลผิดปกติของมะเขือเทศพันธุ์ CLN 2123A ประมาณ 16-25 % เฉลี่ยอยู่ที่ 21% เปอร์เซ็นต์เปอร์เซ็นผลแตกและผลผิดปกติของมะเขือเทศพันธุ์ KMITL1 ประมาณ 6-15 % เฉลี่ยอยู่ที่ 12.6 % ซึ่งเปอร์เซ็นผลแตกและผลผิดปกติของมะเขือเทศพันธุ์ CLN 2123A x KMITL1สามารถแบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ 1%-25 % และ 26%-45 % ในอัตราส่วน 3:1 โดยมีความแตกต่างระหว่างกลุ่มเท่ากับ 14 (ตารางที่ 10)

น้ำหนักเฉลี่ยต่อผล

น้ำหนักเฉลี่ยต่อผลมะเขือเทศลูกผสม CLN 2123A x KMITL 1 ซ้ำที่ 2 พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยของ CLN 2123A มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อผลอยู่ระหว่าง 21-35 กรัม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 27.3 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของ CLN 2123A x KMITL1 สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ 2-6% และ 7-11% ในอัตราส่วน 3:1 โดยมีความแตกต่างระหว่างกลุ่มเท่ากับ 3 (ตารางที่ 15)

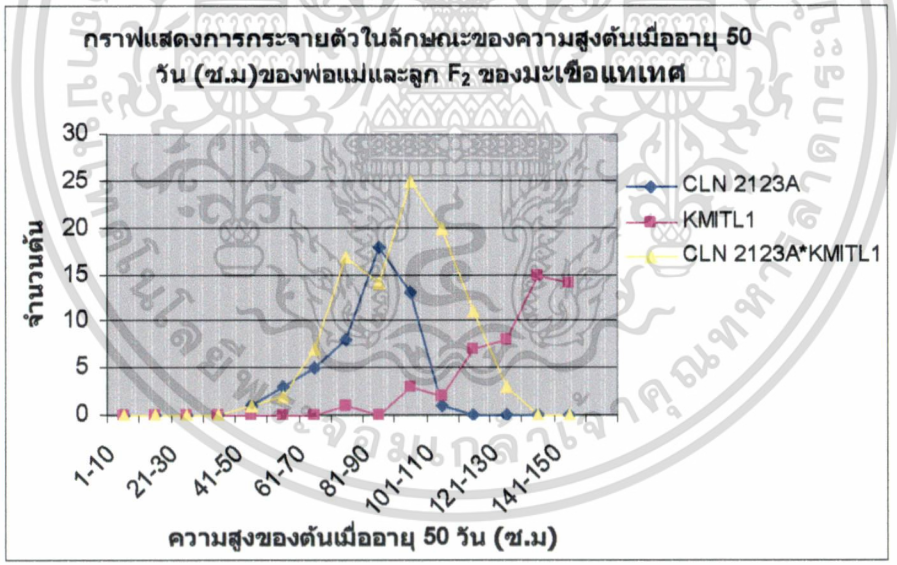
ปริมาณของกรด

ปริมาณของกรดของมะเขือเทศลูกผสม CLN 2123A x KMITL1 ชั่วที่ 2 พบว่า ปริมาณของกรดของมะเขือเทศพันธุ์ CLN 2123A มีปริมาณ 0.3-0.6 % มีเฉลี่ยอยู่ที่ 0.47% และปริมาณของกรดของมะเขือเทศพันธุ์ KMITL1 มีปริมาณ 0.3-0.5 % มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.41% ซึ่งปริมาณของกรดของมะเขือเทศพันธุ์ CLN 2123A x KMITL1 สามารถแบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ 0.1-0.4 % และ 0.5-0.8 % ในอัตราส่วน 1:3 โดยมีความแตกต่างระหว่างกลุ่มเท่ากับ 0.2 (ตารางที่ 16)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

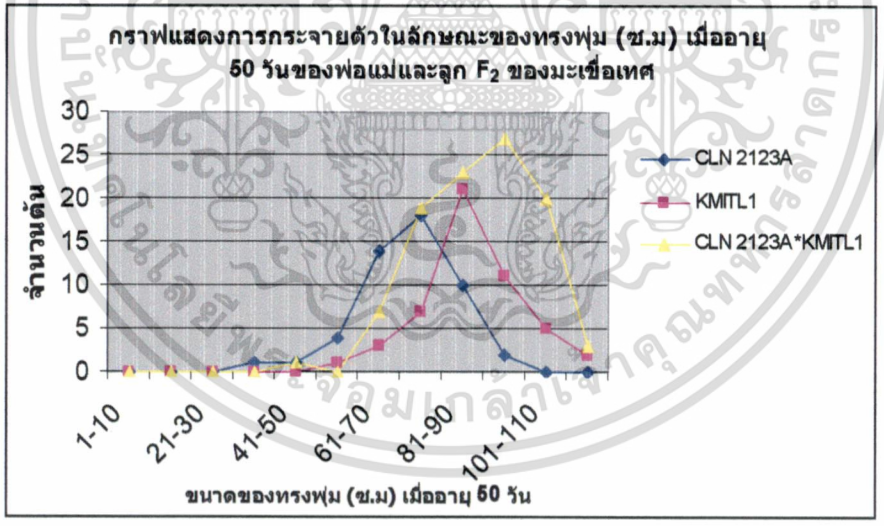
ตารางที่ 1 แสดงการกระจายตัวในลักษณะของความสูงต้นเมื่ออายุ 50 วัน (ซ.ม.) ของพ่อแม่และลูก F_2 ของมะเขือเทศ

พันธุ์	ความสูงของต้นเมื่ออายุ 50 วัน (ซ.ม.)																		
	1-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100	101-110	111-120	121-130	131-140	141-150	n	ค่าเฉลี่ย	S.D	C.V.
CLN 2123A	0	0	0	0	1	3	5	8	18	13	1	0	0	0	0	50	82.5	13.1	15.9
KMITL1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	2	7	8	15	14	50	129.1	16.4	19.7
CLN 2123AxKMITL1	0	0	0	0	1	2	7	17	14	25	20	11	3	0	0	100	92.4	16.9	18.3



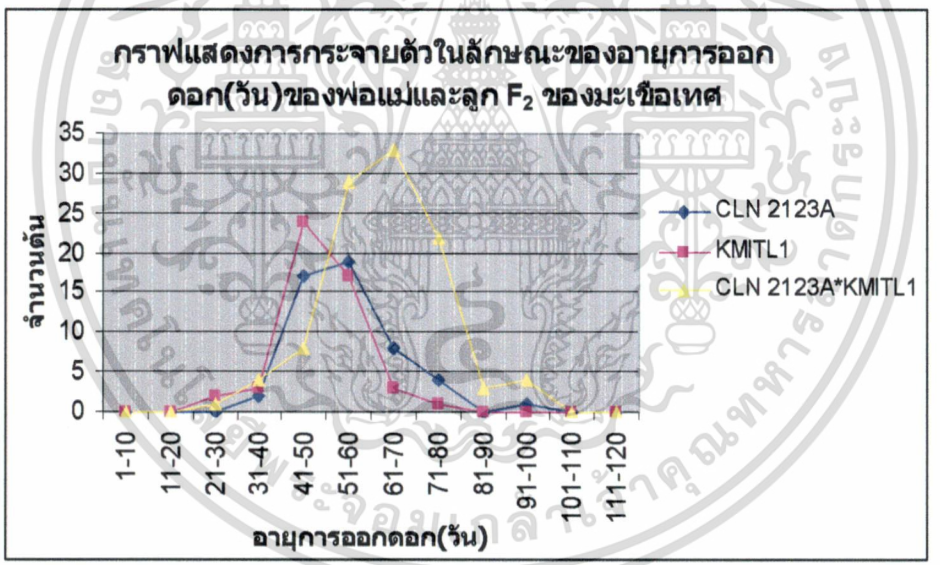
ตารางที่ 2 แสดงการกระจายตัวในลักษณะของทรงพุ่ม (ซ.ม.) เมื่ออายุ 50 วันของพ่อแม่และลูก F_2 ของมะเขือเทศ

พันธุ์	ขนาดของทรงพุ่ม (ซ.ม.) เมื่ออายุ 50 วัน															
	1-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100	101-110	111-120	n	ค่าเฉลี่ย	S.D.	C.V
CLN 2123A	0	0	0	1	1	4	14	18	10	2	0	0	50	72.5	11.82	16.31
KMITL1	0	0	0	0	0	1	3	7	21	11	5	2	50	87.7	12.34	14.01
CLN 2123AxKMITL1	0	0	0	0	1	0	7	19	23	27	20	3	100	89.4	13.55	15.16



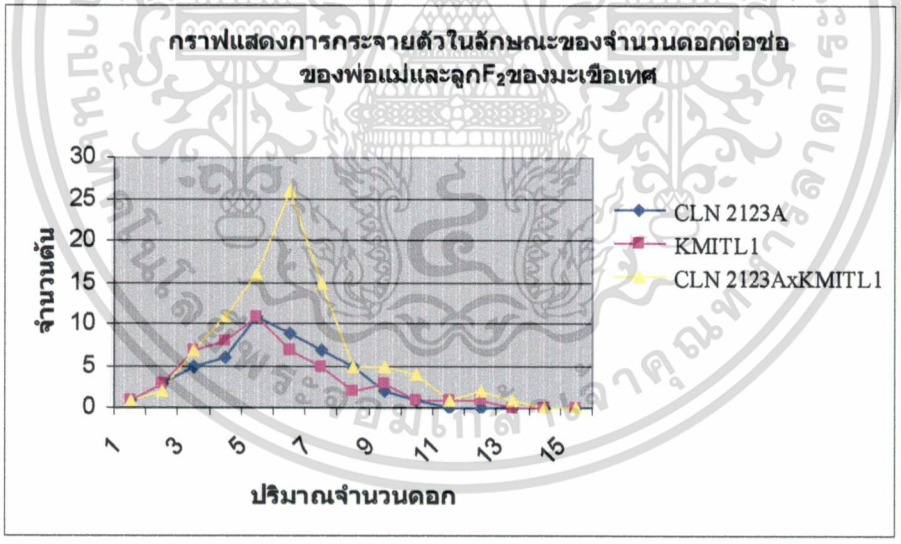
ตารางที่ 3 แสดงการกระจายตัวในลักษณะของอายุการออกดอก (วัน) ของพ่อแม่และลูก F_2 ของมะเขือเทศ

พันธุ์	อายุการออกดอก (วัน)															
	1-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100	101-110	111-120	n	ค่าเฉลี่ย	S.D.	C.V
CLN 2123A	0	0	0	2	17	19	8	4	0	1	0	0	50	54.5	9.95	18.25
KMITL1	0	0	2	3	24	17	3	1	0	0	0	0	50	49.3	9.23	18.73
CLN 2123AxKMITL1	0	0	1	4	8	28	33	22	3	1	0	0	100	62.6	12.17	19.44



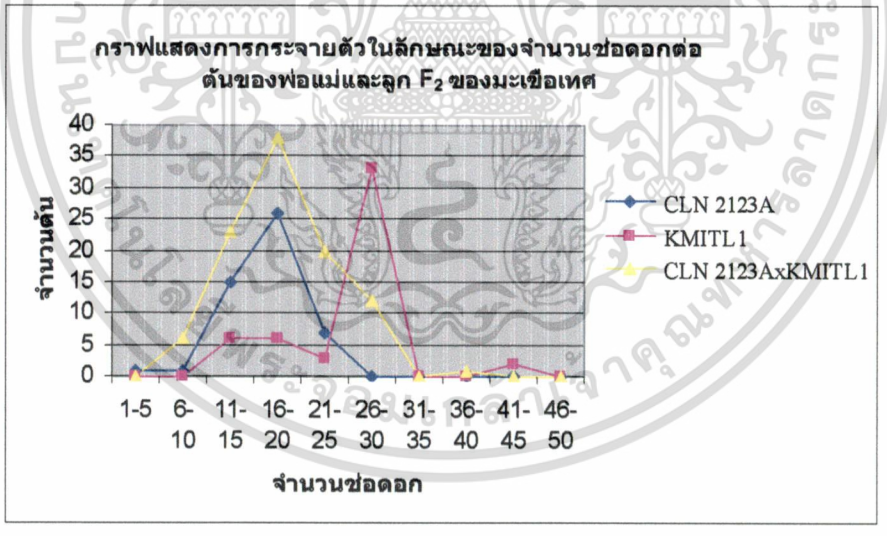
ตารางที่ 4 แสดงการกระจายตัวในลักษณะของจำนวนดอกต่อช่อของพ่อแม่และลูก F_2 ของมะเขือเทศ

พันธุ์	จำนวนดอกต่อช่อ (ดอกต่อช่อ)																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	n	ค่าเฉลี่ย	S.D	C.V
CLN 2123A	1	3	5	6	11	9	7	5	2	1	0	0	0	0	0	50	5.44	2.01	36.98
KMITL1	1	3	7	8	11	7	5	2	3	1	1	1	0	0	0	50	5.36	2.37	44.24
CLN 2123AxKMITL1	1	2	7	11	17	26	15	7	5	4	2	2	1	0	0	100	6.16	2.25	36.54



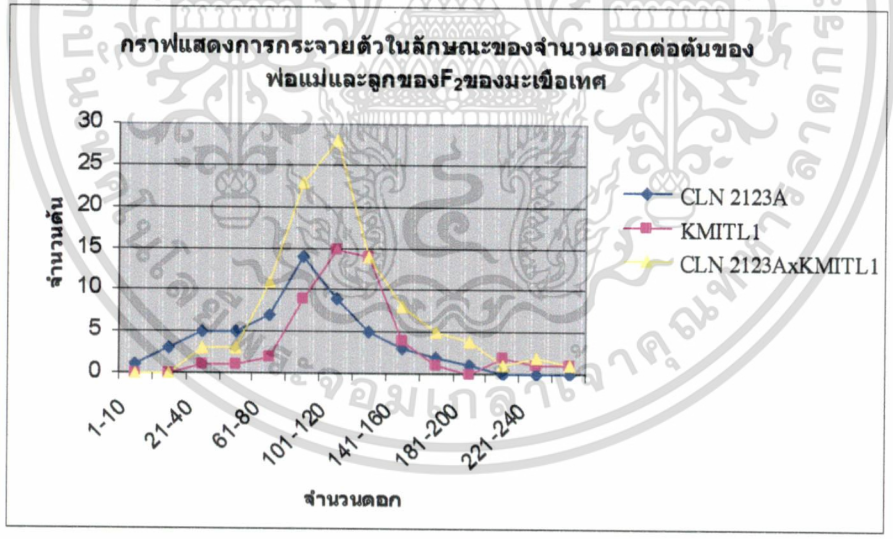
ตารางที่ 5 แสดงการกระจายตัวในลักษณะของจำนวนช่อดอกต่อต้นของพ่อแม่และลูก F_2 ของมะเขือเทศ

พันธุ์	จำนวนช่อดอกต่อต้น (ดอกต่อต้น)													
	1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	n	ค่าเฉลี่ย	S.D	C.V
CLN 2123A	1	1	15	26	7	0	0	0	0	0	50	16.7	4.02	24.05
KMITL1	0	0	6	6	3	33	0	0	2	0	50	25.3	6.56	25.94
CLN 2123AxKMITL1	0	6	23	38	20	12	0	1	0	0	100	18.65	5.56	29.91



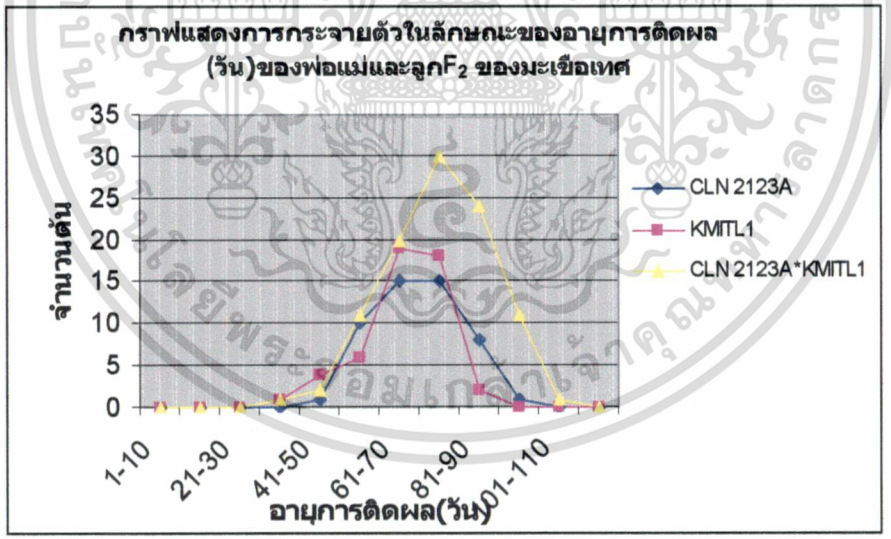
ตารางที่ 6 แสดงการกระจายตัวในลักษณะของจำนวนดอกต่อต้นของพ่อแม่และลูก F_2 ของมะเขือเทศ

พันธุ์	จำนวนดอกต่อต้น (ดอกต่อต้น)																
	1-20	21-40	41-60	61-80	81-100	101-120	121-140	141-160	161-180	181-200	201-220	221-240	240-260	n	ค่าเฉลี่ย	S.D	C.V
CLN 2123A	1	3	5	7	14	9	5	3	2	1	0	0	0	50	94.89	38.41	40.47
KMITL1	0	1	1	2	9	15	14	4	1	0	2	1	1	50	120.5	39.85	33.07
CLN 2123AxKMITL1	0	3	3	11	23	28	14	8	4	2	1	2	1	100	110.5	40.27	35.92



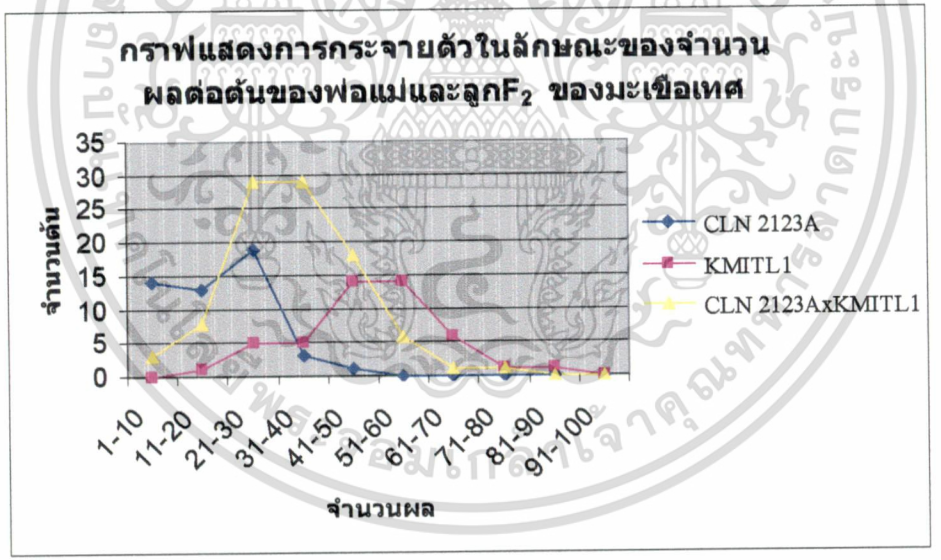
ตารางที่ 7 แสดงการกระจายตัวในลักษณะของอายุการติดผล (วัน) ของพ่อแม่และลูก F_2 ของมะเขือเทศ

พันธุ์	อายุการติดผล (วัน)															
	1-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100	101-110	111-120	n	ค่าเฉลี่ย	S.D.	C.V
CLN 2123A	0	0	0	0	1	10	15	15	8	1	0	0	50	69.9	11.1	15.87
KMITL1	0	0	0	1	4	6	19	18	2	0	0	0	50	66.5	10.74	16.15
CLN 2123AxKMITL1	0	0	0	1	2	11	20	30	24	11	1	0	100	75.2	13.29	17.68



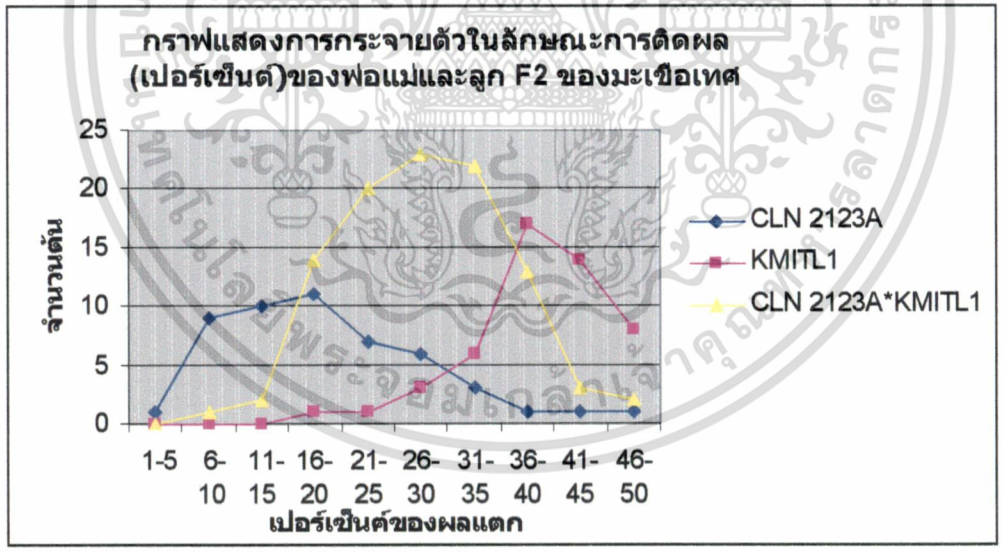
ตารางที่ 8 แสดงการกระจายตัวในลักษณะของจำนวนผลต่อต้นของพ่อแม่และลูก F_2 ของมะเขือเทศ

พันธุ์	จำนวนผลต่อต้น (ผลต่อต้น)													
	1-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100	n	ค่าเฉลี่ย	S.D	C.V
CLN 2123A	14	13	19	3	1	0	0	0	0	0	50	18.22	10.11	55.24
KMITL1	0	1	5	5	14	14	6	1	1	0	50	47.9	14.08	29.34
CLN 2123AxKMITL1	3	11	31	29	18	6	1	1	0	0	100	33	12.82	38.85



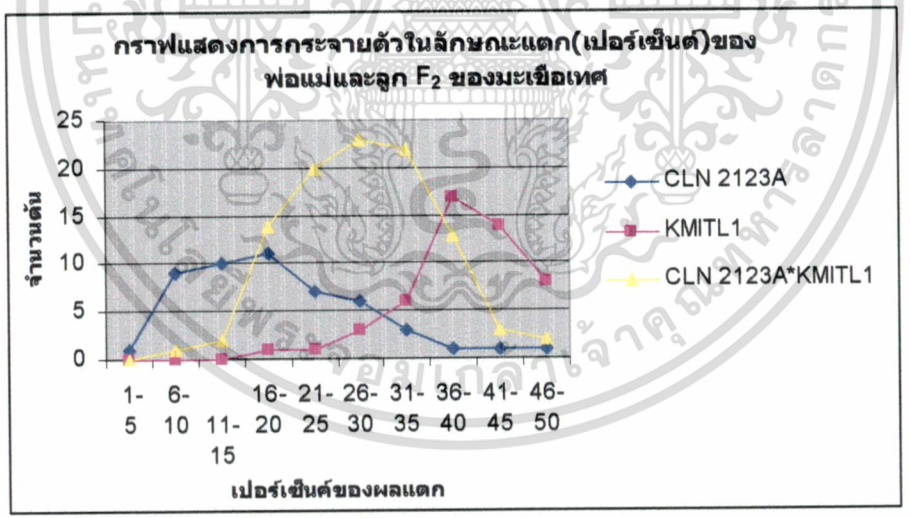
ตารางที่ 9 แสดงการกระจายตัวในลักษณะของการติดผล (เปอร์เซ็นต์)ของพ่อแม่และลูก F_2 ของมะเขือเทศ

พันธุ์	เปอร์เซ็นต์ของการติดผล (เปอร์เซ็นต์)													
	1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	n	ค่าเฉลี่ย	S.D.	C.V
CLN 2123A	1	9	10	11	7	6	3	1	1	1	50	19.2	9.77	50.89
KMITL1	0	0	0	1	1	3	6	17	14	8	50	39.1	6.65	17
CLN 2123AxKMITL1	0	1	2	14	20	23	22	13	3	2	100	28.35	7.83	27.6



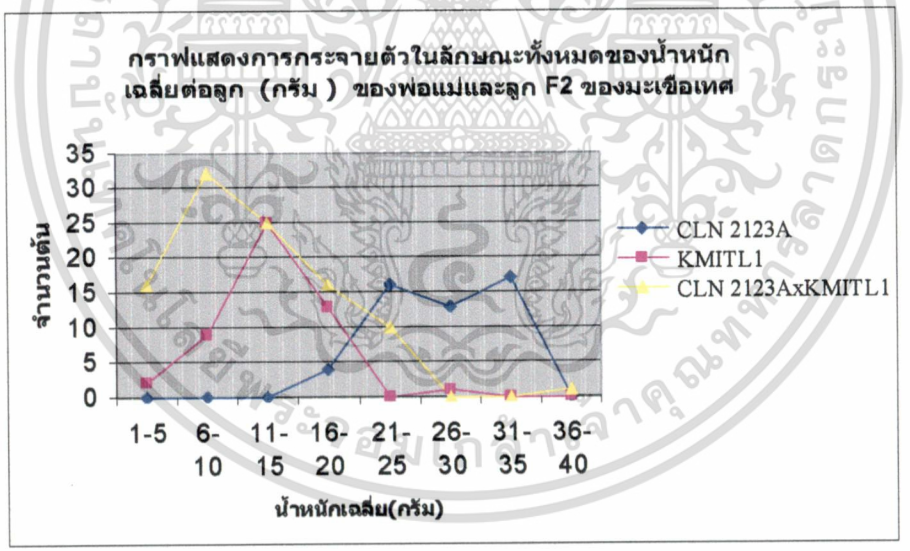
ตารางที่ 10 แสดงการกระจายตัวในลักษณะของผลแตก (เปอร์เซ็นต์) ของพ่อแม่และลูก F_2 ของมะเขือเทศ

พันธุ์	เปอร์เซ็นต์ของผลแตก (เปอร์เซ็นต์)													
	1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	n	ค่าเฉลี่ย	S.D.	C.V
CLN 2123A	2	3	4	13	15	9	3	1	0	0	50	21	7.49	35.67
KMITL1	7	18	11	6	4	2	2	0	0	0	50	12.6	7.75	61.5
CLN 2123AxKMITL1	6	8	17	23	23	13	8	1	1	0	100	19.55	8.43	43.12



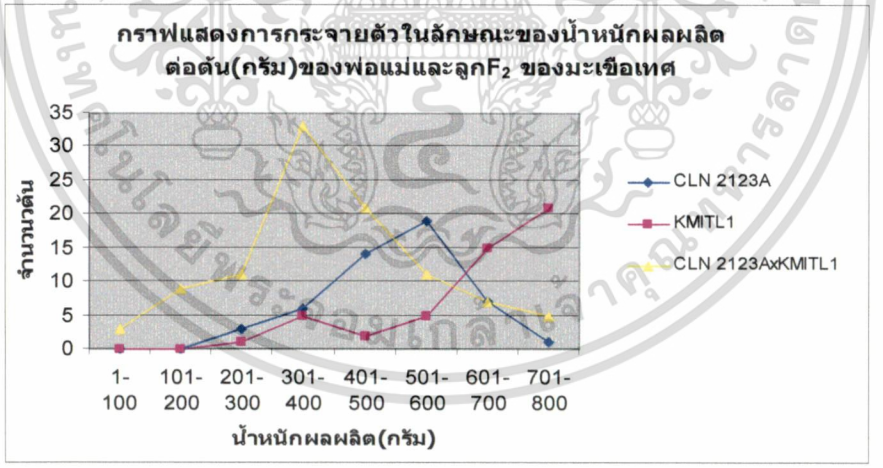
ตารางที่ 11 แสดงการกระจายตัวในลักษณะของน้ำหนักเฉลี่ยต่อลูก (กรัม) ของพ่อแม่และลูก F_2 ของมะเขือเทศ

พันธุ์	น้ำหนักเฉลี่ยต่อลูก (กรัม)											
	1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	n	ค่าเฉลี่ย	S.D	C.V
CLN 2123A	0	0	0	4	16	13	17	0	50	27.3	4.95	18.13
KMITL1	2	9	25	13	0	1	0	0	50	13.3	4.45	33.46
CLN 2123AxKMITL1	16	32	25	16	10	0	0	1	100	11.85	6.58	55.57



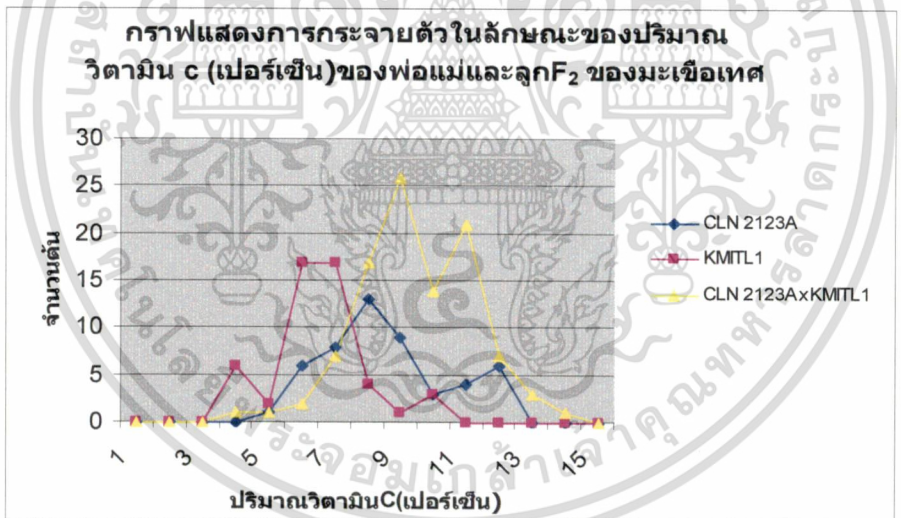
ตารางที่ 12 แสดงการกระจายตัวในลักษณะของน้ำหนักผลผลิตต่อต้น (กรัม) ของพ่อแม่และลูก F2 ของมะเขือเทศ

พันธุ์	น้ำหนักผลผลิตต่อต้น (กรัม)											
	1-100	101-200	201-300	301-400	401-500	501-600	601-700	701-800	n	ค่าเฉลี่ย	S.D	CV
CLN 2123A	0	0	3	6	14	19	7	1	50	498.5	112.9	22.65
KMITL1	0	0	1	5	2	5	15	21	50	636.5	138.5	21.76
CLN 2123AxKMITL1	3	9	11	33	21	11	7	5	100	396.5	162.3	40.94



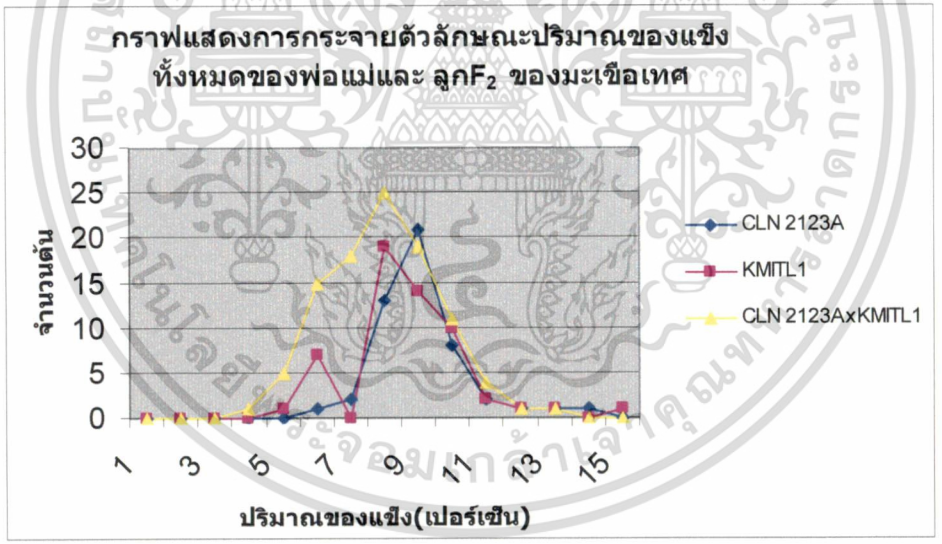
ตารางที่ 13 แสดงการกระจายตัวในลักษณะของปริมาณวิตามิน C ของพ่อแม่และลูก F_2 ของมะเขือเทศ

พันธุ์	ปริมาณวิตามิน C (เปอร์เซ็นต์)																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	n	ค่าเฉลี่ย	S.D	C.V
CLN 2123A	0	0	0	0	1	6	8	13	9	3	4	6	0	0	0	50	8.56	1.91	22.29
KMITL1	0	0	0	6	2	17	17	4	1	3	0	0	0	0	0	50	6.52	1.45	22.18
CLN 2123AxKMITL1	0	0	0	1	1	2	7	17	26	14	21	7	3	1	0	100	9.51	1.88	19.8



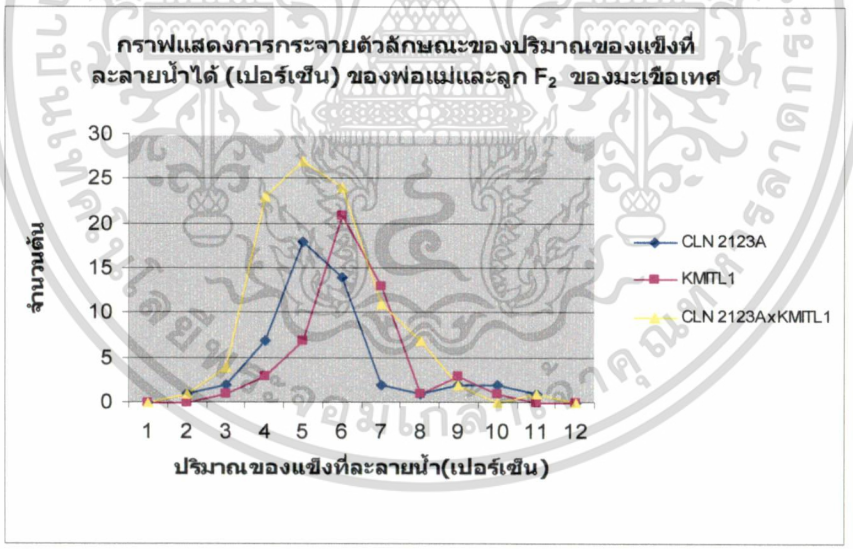
ตารางที่ 14 แสดงการกระจายตัวในลักษณะปริมาณของแข็งทั้งหมดของพ่อแม่และลูก F_2 ของมะเขือเทศ

พันธุ์	ปริมาณของแข็งทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	n	ค่าเฉลี่ย	S.D	C.V
CLN 2123A	0	0	0	0	0	1	2	13	21	8	2	1	1	1	0	50	9.08	1.4	15.39
KMITL1	0	0	0	0	1	7	0	19	14	10	2	1	1	0	1	50	9.02	1.58	17.56
CLN 2123AxKMITL1	0	0	0	1	5	15	18	25	19	11	4	1	1	0	0	100	7.95	1.58	21.11



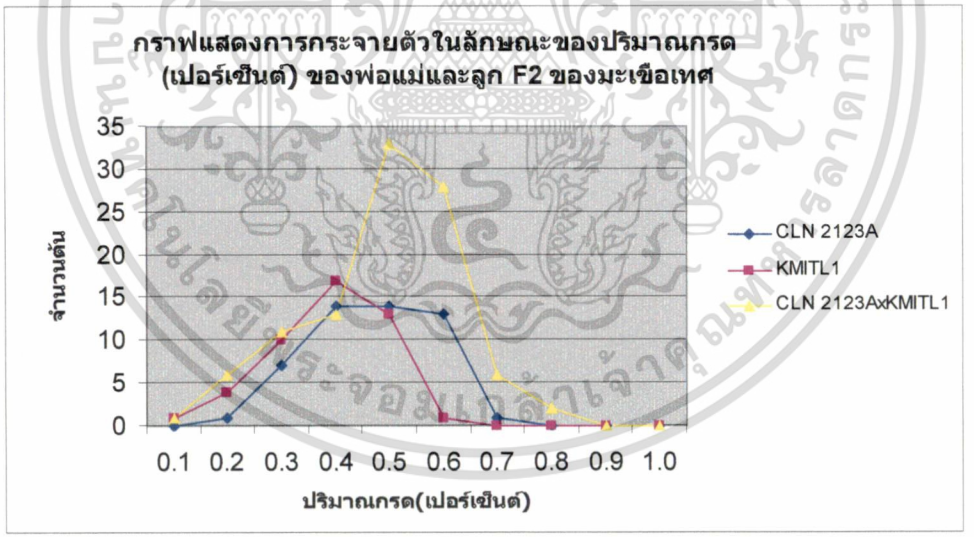
ตารางที่ 15 แสดงการกระจายตัวลักษณะปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (เปอร์เซ็นต์) ของพ่อแม่และลูก F_2 ของมะเขือเทศ

พันธุ์	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (เปอร์เซ็นต์)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	n	ค่าเฉลี่ย	S.D	C.V
CLN 2123A	0	1	2	7	18	14	2	1	2	2	1	50	5.62	1.77	31.52
KMITL1	0	0	1	3	7	21	13	1	3	1	0	50	6.24	1.32	21.12
CLN 2123AxKMITL1	0	1	4	23	27	24	11	7	2	0	1	100	5.47	1.51	27.55



ตารางที่ 16 แสดงการกระจายตัวในลักษณะของปริมาณกรด (เปอร์เซ็นต์) ของพ่อแม่และลูก F2 ของมะเขือเทศ

พันธุ์	ปริมาณของกรด (เปอร์เซ็นต์)													
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	n	ค่าเฉลี่ย	S.D	C.V
CLN 2123A	0	1	7	14	14	13	1	0	0	0	50	0.47	0.11	24.21
KMITL1	1	4	10	17	13	1	0	0	0	0	50	0.41	0.13	32.03
CLN 2123AxKMITL1	1	6	11	13	33	28	6	2	0	0	100	0.489	0.14	28.76



วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาพบว่าการกระจายตัวในลักษณะต่างๆของพ่อแม่และลูกชั่วที่ 2 (F_2) จากการผสมข้ามระหว่างมะเขือเทศสายพันธุ์ CLN2123A และสายพันธุ์ KMITL1 ระหว่างลักษณะต่างๆส่วนใหญ่มีการกระจายตัวมากกว่าสายพันธุ์พ่อและแม่ ทั้งนี้เพราะพืชลูกผสมชั่วที่สองมีหลาย genotype และอยู่ในระหว่างการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม (ไพศาล.2527 , สุรัตน์. 2545 , Scheik and Probat .1985) ลักษณะความสูงของต้น และลักษณะทรงพุ่มมีแนวโน้มเป็นลักษณะทางคุณภาพ ทั้งนี้เพราะการกระจายตัวของลูกผสมชั่วที่สองทั้ง 2 ลักษณะสามารถแยกได้เป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ (ค่อนข้างสูง : ค่อนข้างเตี้ย) และ (ค่อนข้างใหญ่ : ค่อนข้างเล็ก) อยู่ในอัตราส่วน 3 : 1 ได้อย่างชัดเจน (discontinuous distribution) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของพรรณี (2543) ที่ศึกษาการกระจายตัวของถั่วเหลืองฝักสดลูกผสมชั่วที่ 2 W.S.1 x AGS 190 และ KMITL Soy II x AGS 190 ซึ่งเป็นไปตามกฎข้อที่ 1 เรื่อง กฎการแยกออกจากกันของยีนของเมนเดล

ลักษณะการติดผล ปริมาณกรดภายในผล ลักษณะดอกต่อช่อ ลักษณะช่อดอกต่อต้น ลักษณะดอกต่อต้น น้ำหนักเฉลี่ยต่อผล ของแข็งทั้งหมด ของแข็งละลายน้ำได้ มีแนวโน้มเป็นลักษณะทางปริมาณ ทั้งนี้เพราะการกระจายตัวของลูกผสมชั่วที่สองไม่สามารถแยกเป็นกลุ่มได้อย่างชัดเจน (continuous distribution) และมียีนควบคุม 2 คู่ ซึ่งเป็นการทำงานร่วมกันบนตำแหน่งเดียวกันและคนละตำแหน่ง และการทำงานร่วมกันของยีนมีทั้งปฏิกิริยาแบบผลบวก (additive gene - action) และปฏิกิริยาที่ไม่เป็นผลบวก (non - additive gene - action) (กฤษฎา.2546)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

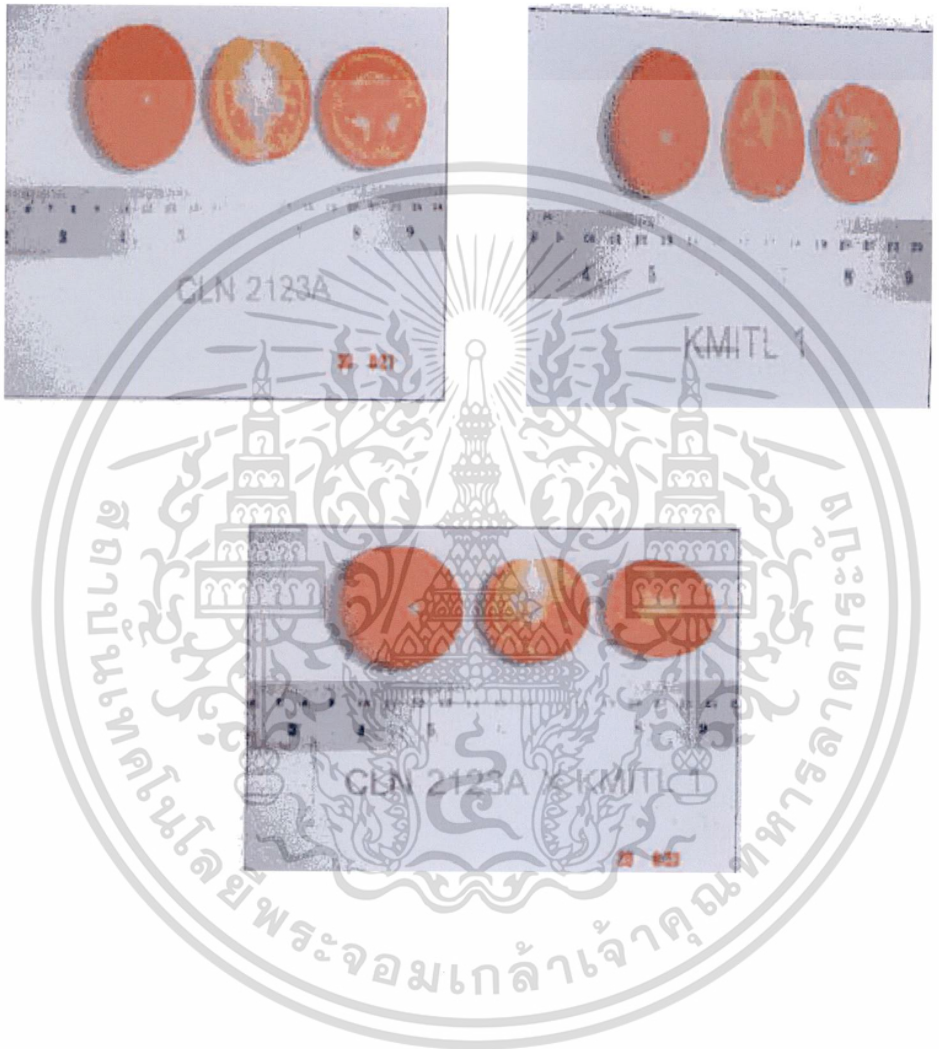
สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองเพื่อศึกษาลักษณะการกระจายตัวในลูกผสมชั่วที่ 2 จากการผสมระหว่างมะเขือเทศพันธุ์ CLN2123A และพันธุ์ KMITL 1 ณ แปลงทดลองภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2545 ถึง เดือนมีนาคม 2546 ผลการทดลองสรุปได้ดังนี้

1. อัตราการกระจายตัวของลูก F_2 ของทั้ง CLN2123A x KMITL1 ที่พบมีทั้งแบบเกิดจากยีนควบคุม 1 คู่ เกิดจากยีนควบคุม 2 คู่ และแบบ epistasis

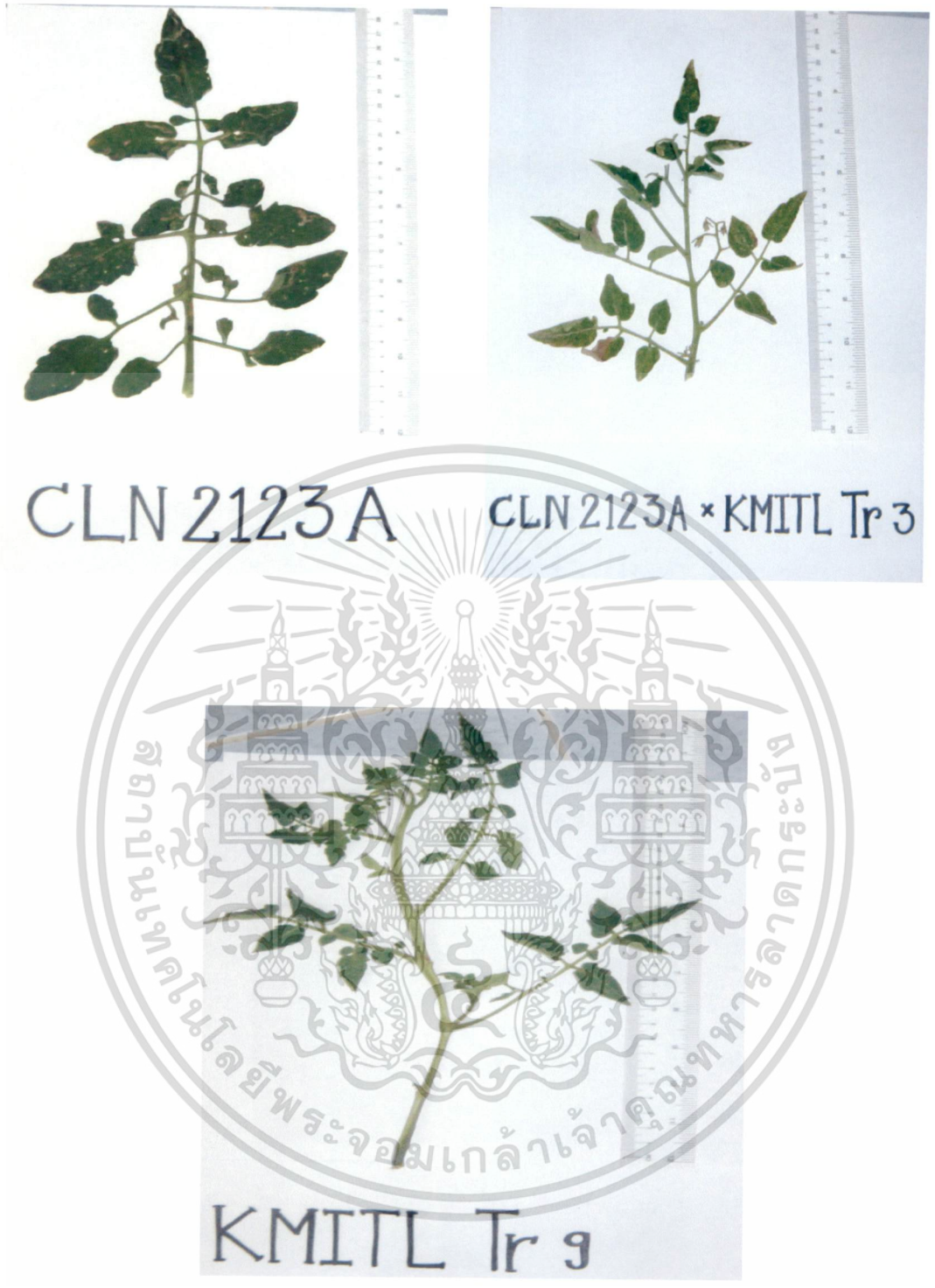
2. จากลักษณะการกระจายตัวของลูก F_2 พันธุ์ CLN2123A x KMITL1 ในลักษณะต่าง ๆ ที่ศึกษาชี้ให้เห็นว่าลูกผสมสามารถนำมาปรับปรุงพันธุ์ โดยการคัดเลือกสายพันธุ์ให้ดีขึ้นในชั่วต่อๆไปมีความเป็นไปได้สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 17 ภาพ แสดงลักษณะของผลของมะเขือเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 18 ภาพ แสดงลักษณะของใบของมะเขือเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 19 ภาพ แสดงลักษณะของต้นของมะเขือเทศพันธุ์ CLN2123A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 20 ภาพ แสดงลักษณะของต้นของมะเขือเทศพันธุ์ KMITL 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 21 ภาพ แสดงลักษณะของต้นของมะเขือเทศพันธุ์ CLN2123A x KMITL 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กฤษฎา สัมพันธ์ธารักษ์. 2546. **ปรับปรุงพันธุ์พืช.** ภาควิชาพืชไร่.คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.กรุงเทพฯ.

กาจบัณฑิต หอมมะลิ และสุรัตน์ มุสิราช. 2544. " ลักษณะการกระจายตัวของถั่วเหลืองลูกผสมชั่วที่ 2 จากการผสมระหว่าง AGS 292 กับพันธ์นครสวรรค์ 1 และลาดกระบัง1." ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

กรุง สีตะธนี และคณะ. 2540. **มะเขือเทศเชอรี่.** รายงานการประชุมวิชาการแห่งชาติ ครั้งที่ 15. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. กรุงเทพฯ.

เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์ และพีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2529. **การปรับปรุงพันธุ์พืชเศรษฐกิจของประเทศไทย.** กรุงเทพฯ.

ชัยฤกษ์ มณีพงษ์.2523. **พันธุศาสตร์.** ภาควิชาพืชไร่.คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.กรุงเทพฯ.

นภดล คล้ายเอี่ยม และเสกสรรค์ วรรณกรี .2544. "ลักษณะการกระจายตัวของถั่วเหลืองลูกผสมชั่วที่ 2 จากการผสมระหว่าง AGS 190-กับพันธ์นครสวรรค์ 1 และลาดกระบัง1." ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

มาฑินี จึงจะดี .2544. "การศึกษาการเจริญเติบโต และองศ์ประกอบทางเคมีของมะเขือเทศรับประทานสดผลเล็ก 18 สายพันธุ์." ปัญหาพิเศษปริญญาโท.ภาควิชาพืชสวน.คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มงคล มหาเจริญเกียรติ. 2544. "การกระจายตัวและสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของพิทูเนีย ในลูกชั่วที่ 2 และ 3." ปัญหาพิเศษปริญญาโท ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ลักขณา รุจนาไกรกานต์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2533. **หลักวิเคราะห์อาหาร.** ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.

วัฒนศักดิ์ พึ่งสาระ. 2546. "การศึกษาความดีเด่นในลูกผสมของมะเขือเทศนอกฤดูกาล." ปัญหาพิเศษปริญญาโท.ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

วิทยา บัวเจริญ. 2526. **ลักษณะการถ่ายทอดทางพันธุ์กรรมและในลักษณะของผลและผลผลิตและความสามารถในการปรับตัวต่อสภาพการปลูกนอกฤดูในมะเขือเทศ.** เสนอในการประชุมเชิงปฏิบัติการพืชผักครั้งที่ 3 ณ วิทยาลัยเกษตรกรรมชลบุรี จังหวัดชลบุรี. (โรเนียว)

สมภพ ฐิตะวสันต์. 2530. **การผลิตมะเขือเทศเพื่อการค้า.** ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

อนุสรา แสนสุทธิ์. 2543. "การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีบางประการของผลมะเขือเทศพันธุ์รับประทานสดผลเล็ก 16 สายพันธุ์." ปัญหาพิเศษปริญญาโท ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

อนุสรา แสนสุทธิ์. 2544. "การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุ์กรรมบางลักษณะในมะเขือเทศ." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

Aswathappa, N. 1982. Genetics and Analysis of Yield, Yield Components, and Resistance to Root – Knot Nematode in Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). **Plant Breeding Abstr.** 52(12):10845.

Avdeev, Y.l. and Drokin, M.D. 1978. Study of F_1 Hybrids and Parental forms of Tomoto with Once – over Harvesting. **Plant Breeding Abstr.** 48(6):6031.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Averchenkova, Z.G. 1984. Characteristics of the Expression of Heterosis in Tomatoes. **Plant Breeding Abstr**. 54(11):8499.

Khalil, R.M. et al. 1986. Genetics and Heritability of Number of Fruits per Plant and Fruit Weigh in Tomato, *Lycopersicon esculentum* Mill. **Plant Breeding Abstr**. 56(12):11138.

Volkov, V.J and Evstaf 'eva, M.E. 1969. Detection of Heterotic Effect at Stages of Development of Tomato Hybrids. **Plant Breeding Abstr**. 39(1):1583.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้