

ผลการทดลอง

1. ลักษณะความผิดปกติของตนกกล้าและ เเปอร์ เช่นตนกกล้าที่มีชีวิตอยู่หลังจากได้รับสารละลายโคลชิซิน

1.1 ลักษณะความผิดปกติของตนกกล้าหลังจากได้รับสารละลายโคลชิซิน

หลังจากตนกกล้าแพงพวยฝรั่งสีขาวและสีชมพูได้รับโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้น 0.2 เเปอร์เซ็นต์, 0.6 เเปอร์เซ็นต์ และ 1.0 เเปอร์เซ็นต์ โดยทุกความเข้มข้นได้รับปริมาณ 6 หยด 12 หยด และ 18 หยด พบวาระยะแรกการเจริญเติบโตของตนกกล้าหยุดชะงัก ต่อมาต้นที่ไม่ตอบสนองต่อโคลชิซินจะเจริญเป็นปกติเหมือนกับต้นที่ไม่ได้รับโคลชิซิน ส่วนต้นที่ตอบสนองมีลักษณะผิดปกติหลายอย่างเช่น ต้นเตี้ยแคระ ช่วงลำต้นที่อยู่เหนือใบเลี้ยงมีลักษณะอวบอ้วน บางต้นมีปล้องสั้นทำให้ขอรนมาอยู่ใกล้กันมากจึงเห็นใบเกิดเป็นกระจุกตรงยอด แผ่นใบหงิกงอ เนื้อใบหนา บางใบมีแต่เส้นกลางใบหรือเส้นกลางใบแยกเป็น 2 แฉก (รูปที่ 4) รูปร่างใบผิดปกติคือ แผ่นใบแยกออกเป็น 2 ใบ หรือแผ่นใบเป็นรูปถ้วย (รูปที่ 5) นอกจากนี้ยังมีต้นที่ลำต้นแยกออกเป็น 2 กิ่ง ซึ่งเจริญไปเป็นต้นผิดปกติทั้ง 2 กิ่ง คือใบหงิกงอ หนาหรือเจริญไปเป็นต้นปกติกิ่งหนึ่งกับกิ่งที่ใบมีลักษณะหงิกงอหนาอีกกิ่งหนึ่ง (รูปที่ 6) บางต้นหยุดเจริญเติบโต คือ มีเฉพาะใบเลี้ยงแต่สามารถมีอายุอยู่ได้ถึง 3 เดือน (รูปที่ 7)

1.2 เปอร์เซ็นต์ตนกกล้าที่มีชีวิตอยู่หลังจากได้รับสารละลายโคลชิซิน

ต้นกล้าอายุ 3 เดือน นับเปอร์เซ็นต์ต้นกล้าที่มีชีวิตอยู่ในแต่ละการทดลองดังแสดงไว้ในตารางที่ 4 พบว่าต้นกล้าแพงพวยฝรั่งสีขาวที่ได้รับโคลชิซินจำนวน 6 หยด ในระดับความเข้มข้น 1.0 เเปอร์เซ็นต์, 0.6 เเปอร์เซ็นต์ และ 0.2 เเปอร์เซ็นต์ รอดชีวิตสูงคือ 88.33 เเปอร์เซ็นต์, 86.67 เเปอร์เซ็นต์ และ 85.00 เเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตต่ำที่สุดคือ 65.00 เเปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นต้นกล้าที่ได้รับโคลชิซินความเข้มข้น 0.6 เเปอร์เซ็นต์ จำนวน 12 หยด และ 1.0 เเปอร์เซ็นต์ จำนวน 18 หยด ส่วนเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของต้นกล้าแพงพวยฝรั่งสีชมพูที่พบสูงสุดได้แก่ต้นกล้าที่ได้รับสารละลายโคลชิซินจำนวน 6 หยด ในระดับความเข้มข้น 0.6 เเปอร์เซ็นต์ มีต้นรอดชีวิตสูงถึง 98.33 เเปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ 95.00 เเปอร์เซ็นต์ เมื่อใช้ความเข้มข้น 1.0 เเปอร์เซ็นต์ ส่วนความ



รูปที่ 4 ต้นกล้าที่มีลักษณะผิดปกติหลังจากได้รับโคลชิซีน 3 เดือน



รูปที่ 5 ต้นกล้าที่มีใบแยกเป็น 2 แฉก (รูปบน) และแผ่นใบเป็นรูปถ้วย (รูปล่าง)  
หลังจากได้รับโคลชิซิน 3 เดือน



รูปที่ 6 ต้นกล้าที่มีลำต้นแยกเป็น 2 กิ่ง หลังจากได้รับโคลชิซิน 3 เดือน



ศูนย์วิจัยพืชสวน  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 7 ต้นกล้าที่ได้รับโคลชิซินแล้วไม่มีการเจริญให้ใบแท้  
แต่สามารถมีอายุอยู่ได้ 3 เดือน

ตารางที่ 4 แสดงจำนวนต้นกล้าแพงพวยฝรั่งสีขาวและสีชมพูที่รอดชีวิตหลังจากได้รับ  
โคลชิซีน 3 เดือน

ความเข้มข้น และจำนวน หยดโคลชิซีน	แพงพวยฝรั่งสีขาว			แพงพวยฝรั่งสีชมพู		
	จำนวนต้นที่ ได้รับโคลชิซีน	จำนวนต้น ที่รอดชีวิต	เปอร์เซ็นต์ ต้นที่รอดชีวิต	จำนวนต้นที่ ได้รับโคลชิซีน	จำนวนต้น ที่รอดชีวิต	เปอร์เซ็นต์ ต้นที่รอดชีวิต
0	60	60	100.00	60	60	100.00
0.2 % 6	60	51	85.00	60	55	91.67
0.2 % 12	60	49	81.67	60	52	86.67
0.2 % 18	60	42	70.00	60	52	86.67
0.6 % 6	60	52	86.67	60	59	98.33
0.6 % 12	60	39	65.00	60	51	85.00
0.6 % 18	60	46	76.67	60	39	65.00
1.0 % 6	60	53	88.33	60	57	95.00
1.0 % 12	60	43	71.67	60	51	85.00
1.0 % 18	60	39	65.00	60	34	56.67

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



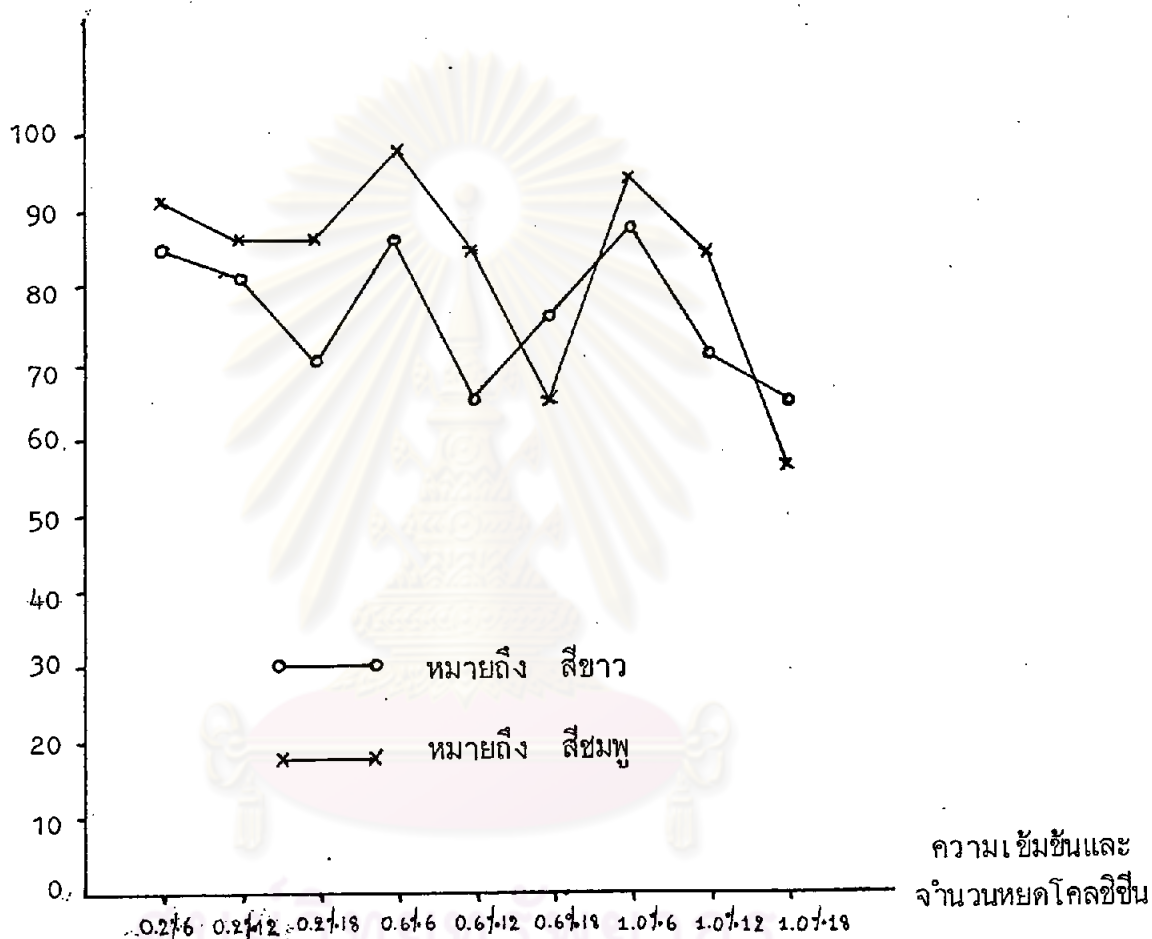
เข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ กลับมีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดต่ำกว่าคือมีเพียง 91.67 เปอร์เซ็นต์ ส่วนต้นกล้าที่มีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดต่ำสุดได้แก่พวกที่<sup>1</sup>ได้รับโคลชิซินความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ 18 หยก มีชีวิตรอดเพียง 56.67 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำความเข้มข้นและจำนวนหยดของโคลชิซินกับเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของต้นกล้ามาเขียนกราฟ (กราฟที่ 1) พบว่าความเข้มข้นของโคลชิซินไม่มีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของต้นกล้าในแบบเชิงเส้น แต่จำนวนหยดของโคลชิซินในแต่ละความเข้มข้นมีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของต้นกล้าในแบบเชิงเส้นทั้งในแพงพวยฝรั่งสีขาและสีชมพู (ยกเว้นความเข้มข้น 0.6 เปอร์เซ็นต์ 18 หยก ในแพงพวยฝรั่งสีขา) เมื่อเปรียบเทียบการรอดชีวิตของต้นกล้าระหว่างแพงพวยฝรั่งทั้งสองสี พบว่าต้นกล้าสีชมพูมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตสูงกว่าสีขาทุกการทดลอง ยกเว้นความเข้มข้น 0.6 เปอร์เซ็นต์ 18 หยก และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ 18 หยก ที่ต้นกล้าสีชมพูมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตต่ำกว่าสีขา

## 2. ผลการศึกษาเซลล์วิทยาของ $C_0$ generation

### 2.1 จำนวนโครโมโซมใน microsporocyte และจำนวนต้นที่ถูกชักนำให้เป็น polyploid

ผลจากการนับจำนวนโครโมโซมใน microsporocyte ของแพงพวยฝรั่งสีขาและสีชมพูหลังจากได้รับโคลชิซิน พบว่าแพงพวยฝรั่งทั้งสองสีถูกชักนำให้เป็น polyploid ได้ทุกการทดลอง โดยเป็น tetraploid ( $4X = 32$ ) มากกว่า near octoploid ( $8X \approx 64$ ) แต่มีบางต้นยังคงสภาพเป็น diploid ( $2X = 16$ ) จากจำนวนโครโมโซมสามารถนับเปอร์เซ็นต์ต้นที่มีระดับ ploidy ต่าง ๆ ในแต่ละการทดลองได้ดังแสดงไว้ในตารางที่ 5 พบว่าแพงพวยฝรั่งสีขาถูกชักนำให้เป็น polyploid ทั้งหมด 83.87 เปอร์เซ็นต์ โดยเป็น tetraploid 57.42 เปอร์เซ็นต์ และ near octoploid 26.45 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์จำนวน 18 หยก สามารถชักนำให้เป็น polyploid ได้สูงสุดคือ 100.00 เปอร์เซ็นต์ โดยเป็นต้น tetraploid 43.75 เปอร์เซ็นต์ และ near octoploid 56.25 เปอร์เซ็นต์ ส่วนความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 6 หยก ชักนำให้เป็น polyploid ได้ต่ำสุดคือ 68.42 เปอร์เซ็นต์ โดยเป็นต้น tetraploid 52.63 เปอร์เซ็นต์ และ near octoploid 15.79 เปอร์เซ็นต์ เมื่อแยกดูระหว่างต้น tetraploid และ near octoploid พบว่าความเข้มข้น 0.6 เปอร์เซ็นต์ 18 หยก สามารถชักนำให้เป็น tetraploid ได้สูงสุดคือ 72.73 เปอร์เซ็นต์ ส่วนความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ 12 หยก ชักนำให้เป็น tetraploid ได้น้อยที่สุดคือ 35.29 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น แต่สามารถชักนำให้เป็น near octoploid ได้ถึง 52.94 เปอร์เซ็นต์ รอง-

## เปอร์เซ็นต์ต้นกล้าที่รอดชีวิต



กราฟที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและจำนวนหยดของโคลชิซินกับเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของต้นกล้าแพงพวยฝรั่งสีขาวและสีชมพู หลังจากได้รับโคลชิซิน 3 เดือน



ตารางที่ 5 แสดงเปอร์เซ็นต์ของต้นแพงพวยฝรั่งสีขาและสีชมพูที่เป็น diploid, tetraploid และ near octoploid ใน  $C_0$  generation

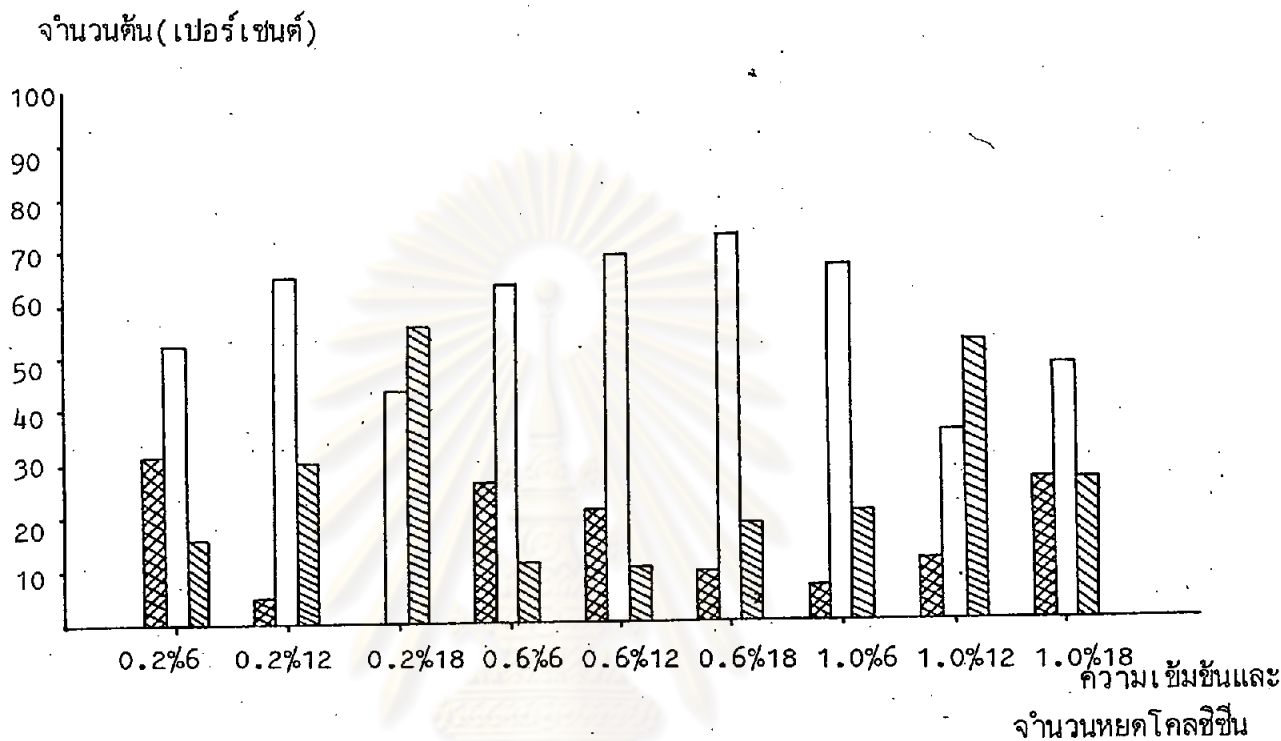
ความเข้มข้น และจำนวน หยดโคลชิซิน	จำนวนต้นที่รอดชีวิต *		เปอร์เซ็นต์ต้น diploid		เปอร์เซ็นต์ต้น polyploid		เปอร์เซ็นต์ต้น tetraploid		เปอร์เซ็นต์ต้น near octoploid	
	สีขาว	สีชมพู	สีขาว	สีชมพู	สีขาว	สีชมพู	สีขาว	สีชมพู	สีขาว	สีชมพู
0	24	24	100	100	-	-	-	-	-	-
0.2 % 6	19	22	31.58	31.82	68.42	68.18	52.63	59.09	15.79	9.09
0.2 % 12	20	18	5.00	5.56	95.00	94.44	65.00	72.22	30.00	22.22
0.2 % 18	16	16	0	6.25	100.00	93.75	43.75	56.25	56.25	37.50
0.6 % 6	19	16	26.32	25.00	73.69	75.00	63.16	56.25	10.53	18.75
0.6 % 12	19	17	21.05	0	78.95	100.00	68.42	52.94	10.53	47.06
0.6 % 18	11	20	9.09	0	90.91	100.00	72.73	65.00	18.18	35.00
1.0 % 6	15	20	6.67	35.00	93.34	65.00	66.67	55.00	26.67	10.00
1.0 % 12	17	15	11.76	20.00	88.23	80.00	35.29	73.33	52.94	6.67
1.0 % 18	19	12	26.32	8.33	73.69	91.67	47.37	41.67	26.32	50.00
รวม	155	156	16.13	15.38	83.87	84.62	57.42	59.62	26.45	25.00

\* จำนวนต้นที่ย้ายลงแปลงทดลองสุ่มจากการทดลองละ 24 ต้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ 18 หยด ที่สามารถชักนำให้เป็น near octoploid ได้มากที่สุดคือ 56.25 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเปอร์เซ็นต์ต้น near octoploid ที่น้อยที่สุดคือ 10.53 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเกิดจากการชักนำโดยใช้โคลชิซินความเข้มข้น 0.6 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 6 หยด และ 12 หยด เมื่อนำเปอร์เซ็นต์ต้นแพงพวยฝรั่งที่เป็น diploid, tetraploid และ near octoploid กับความเข้มข้นและจำนวนหยดของโคลชิซินไปเขียนกราฟแท่ง (กราฟที่ 2) พบว่าความเข้มข้นและจำนวนหยดของโคลชิซินไม่มีความสัมพันธ์กับการชักนำให้เป็น tetraploid ในแบบเชิงเส้น คือเมื่อความเข้มข้นหรือจำนวนหยดเพิ่มจำนวนต้น tetraploid ไม่ได้เพิ่มหรือลดตาม (ยกเว้นความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 6 หยด, 12 หยด และความเข้มข้น 0.6 เปอร์เซ็นต์ทั้งหมด) จำนวนหยดของโคลชิซินมีความสัมพันธ์กับการชักนำให้เป็น tetraploid แบบเชิงเส้น เพราะเมื่อจำนวนหยดเพิ่มจำนวนต้น tetraploid เพิ่มขึ้น) สำหรับต้น near octoploid พบว่าความเข้มข้นของโคลชิซินไม่มีความสัมพันธ์กับการชักนำในแบบเชิงเส้น แต่จำนวนหยดของโคลชิซินมีความสัมพันธ์กับการชักนำให้เป็น near octoploid แบบเชิงเส้น (ยกเว้นความเข้มข้น 0.6 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 6 หยด และ 12 หยด สามารถชักนำได้ต้น near octoploid เท่ากัน และความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ 18 หยด ที่จำนวนหยดเพิ่มแต่ต้น near octoploid ลดลง)

สำหรับแพงพวยฝรั่งสีชมพู (ตารางที่ 5) สามารถถูกชักนำให้เป็น polyploid ทั้งหมด 84.62 เปอร์เซ็นต์ โดยเป็น tetraploid 59.62 เปอร์เซ็นต์ และ near octoploid 25.00 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มข้น 0.6 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 12 หยด และ 18 หยด สามารถชักนำให้เป็น polyploid ได้สูงสุดเท่ากันคือ 100.00 เปอร์เซ็นต์ โดย 12 หยด ชักนำให้เป็นต้น tetraploid ได้ 52.94 เปอร์เซ็นต์ และ near octoploid 47.06 เปอร์เซ็นต์ ส่วน 18 หยด สามารถชักนำให้เป็น tetraploid ได้สูงกว่าคือ 65.00 เปอร์เซ็นต์ ส่วนต้น polyploid ที่พบน้อยที่สุดได้จากการใช้โคลชิซินความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 6 หยด โดยได้ต้น tetraploid 55.00 เปอร์เซ็นต์ และ near octoploid 10.00 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาที่ใกล้เคียงกันคือความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ 6 หยด ชักนำได้ต้น polyploid 68.18 เปอร์เซ็นต์ เป็นต้น tetraploid 59.09 เปอร์เซ็นต์ และ near octoploid 9.09 เปอร์เซ็นต์ เมื่อแยกดูระหว่างต้น tetraploid และ octoploid พบว่าความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ 12 หยด และ 0.2 เปอร์เซ็นต์ 12 หยด สามารถชักนำให้เป็น tetraploid ได้สูงสุดใกล้เคียงกันคือ 73.33 เปอร์เซ็นต์ และ 72.22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ 18 หยด ชักนำให้เป็น tetraploid ได้น้อยที่สุดคือ 41.67 เปอร์เซ็นต์ แต่สามารถชักนำให้เป็น near octoploid ได้มากที่สุดคือ 50.00 เปอร์เซ็นต์ ต้น near octoploid



กราฟที่ 2 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ต้นแพงพวยฝรั่งสี่ขาที่เป็น diploid, tetraploid และ near octoploid ( $C_0$  generation) หลังจากได้รับโคลชิซินความเข้มข้นและปริมาณต่าง ๆ กัน

- ☒ หมายถึง diploid
- หมายถึง tetraploid
- ▨ หมายถึง near octoploid

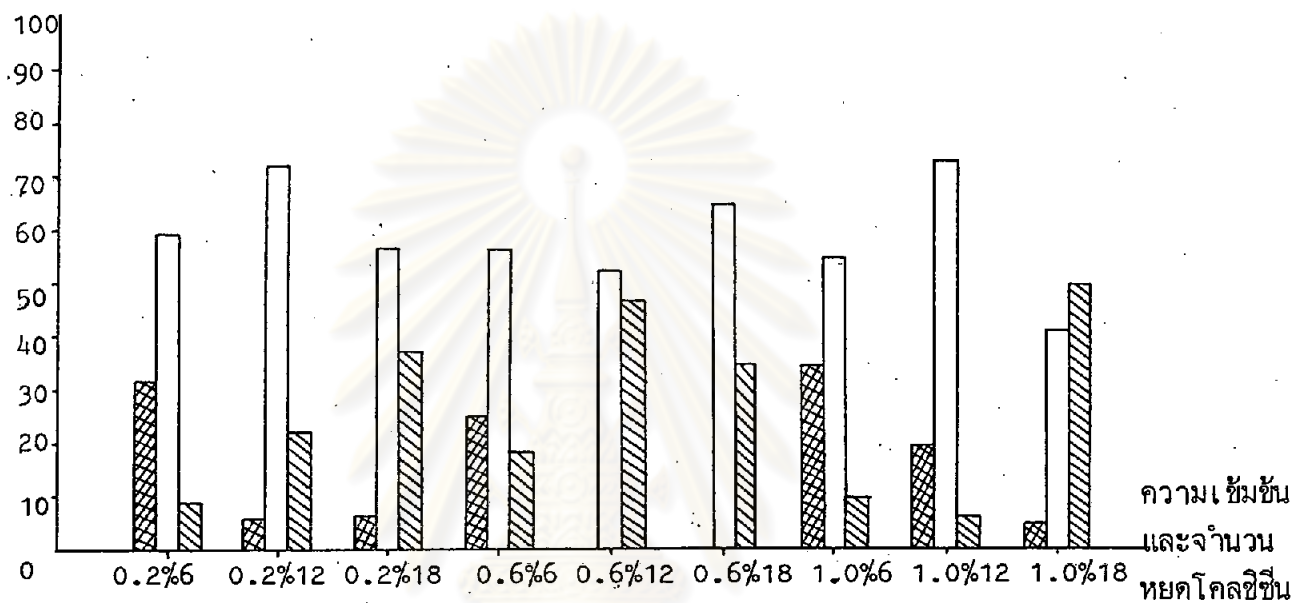
ที่น้อยที่สุดคือ 6.67 เปอร์เซ็นต์ เกิดจากการชักนำโดยใช้ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ 12 หยด ซึ่งเป็นความเข้มข้นที่ชักนำให้ต้น tetraploid ได้สูงสุด เมื่อนำเปอร์เซ็นต์ต้นแพงพวยฝรั่งที่เป็น diploid, tetraploid และ near octoploid กับความเข้มข้นและจำนวนหยดของโคลชิซินไปเขียนกราฟแท่ง (กราฟที่ 3) พบว่าความเข้มข้นและจำนวนหยดของโคลชิซินไม่มีความสัมพันธ์กับการชักนำให้เป็น tetraploid และ near octoploid แบบเชิงเส้น ยกเว้นต้น near octoploid ความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ เมื่อให้จำนวนหยดของโคลชิซินมากขึ้นจำนวนต้น near octoploid ที่เกิดก็เพิ่มตาม

เมื่อเปรียบเทียบจำนวน polyploid ที่เกิดขึ้นระหว่างแพงพวยฝรั่งสีขาวยและสีชมพู (ตารางที่ 5) พบว่าความเข้มข้นและจำนวนหยดของโคลชิซินที่ชักนำให้เป็น polyploid ได้สูงสุดคือ 100.00 เปอร์เซ็นต์ ในแพงพวยฝรั่งแต่ละสีแตกต่างกันคือ ในสีขาวยใช้ความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ 18 หยด และในสีชมพูใช้ความเข้มข้น 0.6 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 12 หยด และ 18 หยด สำหรับความเข้มข้นที่พบ polyploid น้อยที่สุดของแต่ละสีใกล้เคียงกันคือ 68.42 เปอร์เซ็นต์ ในสีขาวย และ 65.00 เปอร์เซ็นต์ ในสีชมพู โดยเกิดจากการใช้โคลชิซินจำนวน 6 หยด เท่ากัน แต่มีความเข้มข้นต่างกันคือในสีขาวยใช้ความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ และในสีชมพูใช้ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทั้งหมดของแพงพวยฝรั่งทั้งสองสี พบว่าเปอร์เซ็นต์ต้น polyploid ทั้งหมดใกล้เคียงกันคือ 83.87 เปอร์เซ็นต์ ในสีขาวยและ 84.62 เปอร์เซ็นต์ ในสีชมพู เปอร์เซ็นต์ต้น tetraploid และ near octoploid ใกล้เคียงกันคือ 57.42 เปอร์เซ็นต์ และ 26.45 เปอร์เซ็นต์ ในสีขาวย และ 59.62 เปอร์เซ็นต์ และ 25.00 เปอร์เซ็นต์ ในสีชมพู ส่วนเปอร์เซ็นต์ต้นที่ยังคงเป็น diploid มีจำนวนน้อยและใกล้เคียงกันระหว่างแพงพวยฝรั่งสีขาวยและสีชมพูคือ 16.13 เปอร์เซ็นต์ และ 15.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

## 2.2 การจับคู่ของโครโมโซมที่เหมือนกันใน microsporocyte

ศึกษาการจับคู่ของโครโมโซมที่เหมือนกันใน microsporocyte ระยะ first metaphase โดยเลือกเก็บดอกตูมจากทุกต้นที่รอดชีวิตหลังจากย้ายลงปลูกในแปลงทดลอง ศึกษา microsporocyte ต้นละ 10 เซลล์ (จากที่ดอกก็ได้) ผลการศึกษาแสดงไว้ในตารางที่ 6 พบว่าแพงพวยฝรั่งสีขาวยและสีชมพูที่เป็น diploid ( $2X = 16$ ) มีการจับคู่ของโครโมโซมที่เหมือนกันเป็น 8 bivalent โดยมีการเข้าคู่แบบ ring bivalent มากกว่า rod bivalent คือมีจำนวน ring bivalent ในแพงพวยฝรั่งสีขาวยและสีชมพูอยู่ระหว่าง 2-8 คู่ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเป็น 6.63 และ 6.24 ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับ control คือ 6.82 ในสีขาวย และ 6.76 ในสี

จำนวนต้น (เปอร์เซ็นต์)



กราฟที่ 3 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ต้นแพงพวยฝรั่งสี่ชมพูที่เป็น diploid, tetraploid, near octoploid หลังจากได้รับโคลชิซีนความเข้มข้นและปริมาณต่าง ๆ กัน

▨ หมายถึง diploid

□ หมายถึง tetraploid

▨ หมายถึง near octoploid

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบการจับคู่ของโครโมโซมที่เหมือนกันใน microsporocyte ของแพงพวยฝรั่งสีขาวและสีชมพู (C<sub>0</sub> generation)

ที่เป็น diploid, tetraploid และ near octoploid

ชนิดของ แพงพวย ฝรั่ง	ระดับของ ploidy	จำนวนต้น ที่ศึกษา	จำนวน metaphase ที่ศึกษา	univalent		bivalent				trivalent		quadrivalent	
				range	mean	ring		rod		range	mean	range	mean
						range	mean	range	mean				
สีขาว	2X (control)	24	240	-	-	2-8	6.82	0-6	1.18	-	-	-	-
	2X	25	250	-	-	2-8	6.63	0-8	1.37	-	-	-	-
	4X	89	890	0-3	0.015	0-16	4.10	0-16	2.57	0-3	0.015	0-8	4.66
	8X	41	2*	-	-	2-18	8.45	10-30	17	-	-	0-6	3.28
สีชมพู	2X (control)	24	240	-	-	3-8	6.76	0-5	1.24	-	-	-	-
	2X	24	240	-	-	2-8	6.24	0-6	1.76	-	-	-	-
	4X	92	920	0-2	0.015	0-16	4.06	0-14	2.42	-	-	0-8	4.76
	8X	39	0*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

\* ต้น octoploid ไม่สามารถศึกษาการจับคู่ของโครโมโซมได้ทุกต้นเนื่องจากอับเรณูฝ่อไม่ฝ่อ microsporocyte



ชมพู ส่วนจำนวน rod bivalent เฉลี่ยในสีขาวมีค่า 1.37 (control 1.18) ซึ่งต่ำกว่าในสีชมพูคือมีค่า 1.76 (control 1.24)

ในต้นที่พบว่าเป็น tetraploid ( $4X = 32$ ) ส่วนใหญ่ของการจับคู่ของโครโมโซมที่เหมือนกันเป็น quadrivalent ปนกับ bivalent แต่มีบางเซลล์ที่พบ trivalent กับ univalent ด้วย และบางเซลล์พบแต่ quadrivalent หรือ bivalent อย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น จากตารางที่ 6 พบว่าจำนวน quadrivalent เฉลี่ยของสีขาวต่ำกว่าสีชมพูคือ 4.66 และ 4.76 ตามลำดับ แต่ค่า range เฉลี่ยเท่ากันคือ 0-8 ส่วน trivalent พบในสีขาวเท่านั้นโดยมีค่าเฉลี่ย 0.015 จำนวน ring bivalent เฉลี่ยของสีขาวสูงกว่าสีชมพูคือ 4.10 และ 4.06 ตามลำดับ รวมทั้งจำนวน rod bivalent เฉลี่ยก็สูงกว่าคือ 2.57 ในสีขาวและ 2.42 ในสีชมพู ส่วนค่า range เฉลี่ยของ ring bivalent ของแพงพวยฝรั่งทั้งสองสีเท่ากันคือ 0-16 (แต่ range ของ rod bivalent ในสีชมพูน้อยกว่าสีขาวคือเป็น 0-14) ค่าเฉลี่ยของจำนวน univalent ในสีขาวและสีชมพูเท่ากันคือ 0.015 แต่จำนวนที่พบของสีขาวสูงกว่าสีชมพูคือ 0-3 และ 0-2 ตามลำดับ

สำหรับต้น near octoploid ( $8X \approx 64$ ) เนื่องจากอับเรณูฝ่อไม่สามารถนำ microsporocyte มาศึกษาการจับคู่ของโครโมโซมที่เหมือนกันได้หมดทุกต้น เท่าที่สามารถศึกษาได้ 2 เซลล์ ในแพงพวยฝรั่งสีขาว จากตารางที่ 6 พบว่าโครโมโซมที่เหมือนกันจับคู่เป็น quadrivalent ปนกับ bivalent ทั้งแบบ ring bivalent และ rod bivalent โดยมีจำนวน quadrivalent เฉลี่ย 3.28 มี range ตั้งแต่ 0-6 จำนวน ring bivalent อยู่ระหว่าง 2-18 คู่ โดยมีค่าเฉลี่ย 8.45 ส่วนจำนวน rod bivalent มีตั้งแต่ 10-30 คู่ และมีค่าเฉลี่ย 17.00

จากการศึกษาจำนวนและการจับคู่ของโครโมโซมที่เหมือนกันใน microsporocyte ของแพงพวยฝรั่งสีขาวและสีชมพู ปรากฏว่าไม่พบต้นที่เป็น mixoploid รายละเอียดการจับคู่ของโครโมโซมที่เหมือนกันในแต่ละการทดลองของแพงพวยฝรั่งทั้งสองสีแสดงไว้ในภาคผนวก

### 2.3 การวัดขนาดและศึกษาการมีชีวิตของละอองเรณู

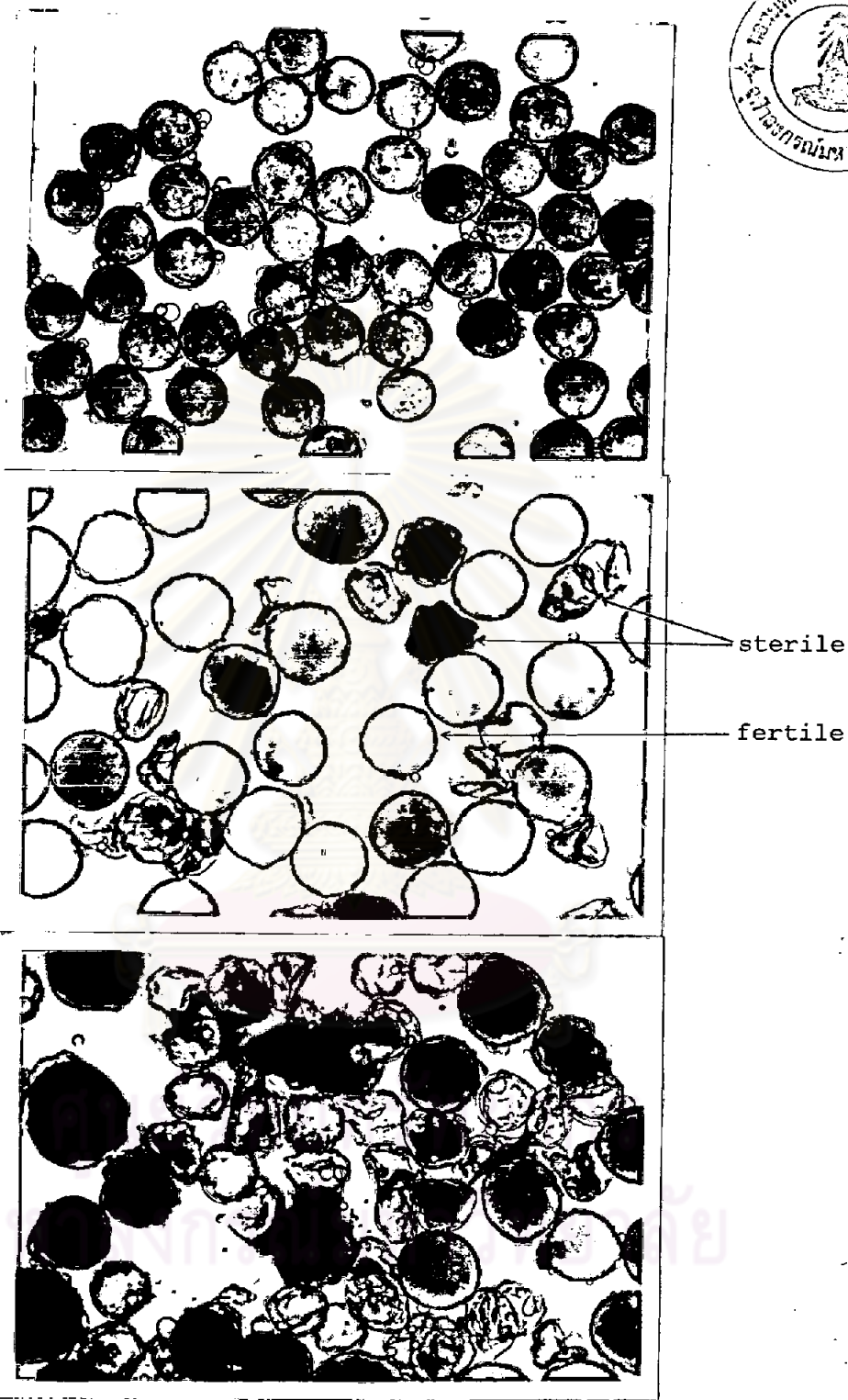
นอกจากการศึกษาโครโมโซมใน microsporocyte เพื่อใช้เป็นเกณฑ์คัดเลือกต้น  $C_0$  generation ที่จะให้เมล็ดที่เป็น polyploid แล้ว ยังศึกษาขนาดและการมีชีวิตของละอองเรณูในต้น  $C_0$  เพื่อประกอบการคัดเลือก โดยนำละอองเรณูจากแพงพวยฝรั่งสีขาวและสีชมพูทุกต้น ต้นละ 100 เซลล์ มาวัดขนาดพร้อมกับนับเปอร์เซ็นต์การมีชีวิต พบว่าละอองเรณูของแพงพวยฝรั่งทั้งสองสีมีรูปร่างเป็นทรงกลม แต่ขนาดและเปอร์เซ็นต์การมีชีวิต

ของละอองเรณูที่เป็น diploid, tetraploid และ near octoploid แตกต่างกันดังรูปที่ 8 ขนาดละอองเรณูที่เป็น near octoploid ใหญ่กว่า tetraploid และ diploid ตามลำดับ เบอร์เซ็นต์การมีชีวิตของละอองเรณูที่เป็น near octoploid ต่ำกว่า tetraploid และ diploid ตามลำดับ จากตารางที่ 7 พบว่าขนาดละอองเรณูเฉลี่ยของสีข้าวและสีชมพูที่เป็น diploid ใกล้เคียงกันคือ 63.61 ไมครอน และ 62.75 ไมครอน ซึ่งไม่ต่างจาก control คือ 65.05 ไมครอน ในสีข้าว และ 64.75 ไมครอน ในสีชมพู ส่วนเบอร์เซ็นต์การมีชีวิตของละอองเรณูใน control ของทั้งสองสีเท่ากันคือ 100 เบอร์เซ็นต์ แต่ละอองเรณู diploid ของสีข้าวมีเบอร์เซ็นต์การมีชีวิตต่ำกว่าสีชมพูคือ 85.74 เบอร์เซ็นต์ และ 97.43 เบอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยขนาดละอองเรณูที่เป็น tetraploid ของทั้งสองสีมีขนาดใหญ่กว่า diploid คือมีขนาด 82.97 ไมครอน ในสีข้าว และ 78.28 ไมครอน ในสีชมพู และพบว่าค่าเฉลี่ยเบอร์เซ็นต์การมีชีวิต ของละอองเรณูในสีข้าวต่ำกว่าสีชมพูคือ 38.10 เบอร์เซ็นต์ และ 41.67 เบอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับต้น near octoploid ของแพงพวยฝรั่งสีข้าว ขนาดละอองเรณูเฉลี่ยเกือบเท่ากับ tetraploid คือมีขนาด 82.74 ไมครอน ส่วนสีชมพูมีขนาดใหญ่กว่า tetraploid เล็กน้อย คือมีขนาด 79.78 ไมครอน ส่วนเบอร์เซ็นต์การมีชีวิตของละอองเรณูในแพงพวยฝรั่งทั้งสองสีต่ำมากคือเพียง 8.51 เบอร์เซ็นต์ในสีข้าว และ 8.80 เบอร์เซ็นต์ ในสีชมพู สำหรับรายละเอียดของขนาดและเบอร์เซ็นต์การมีชีวิตของละอองเรณูในแต่ละการทดลองแสดงไว้ในภาคผนวก

### 3. ผลการศึกษาเซลล์วิทยาของ $C_1$ generation

#### 3.1 จำนวนโครโมโซมจากปลายราก

จากผลการศึกษาจำนวนโครโมโซมและการจับคู่ของโครโมโซมที่เหมือนกันใน microsporocyte รวมทั้งขนาดของละอองเรณูใน  $C_0$  generation ได้นำมาใช้คัดเลือกเมล็ดจากต้น  $C_0$  โดยเลือกเมล็ดของต้น  $C_0$  ที่มีจำนวนโครโมโซม 32 แท่ง การจับคู่ของโครโมโซมที่เหมือนกันส่วนใหญ่เป็น quadrivalent ปนกับ bivalent และมีขนาดละอองเรณูมากกว่า 76.65 ไมครอน นำเมล็ดที่ได้จากต้น  $C_0$  เหล่านี้ และเมล็ดที่ได้จากต้น  $C_0$  ที่เป็น diploid มาอย่างละ 10 เมล็ด จากทุกการทดลอง นำไปเพาะลงกระถาง กระถางละ 1 เมล็ด เมื่อต้นกล้าอายุ 2 เดือน นำรากมานับจำนวนโครโมโซมต้นละ 3 เซลล์ โดยวิธี Feulgen Squash ผลการนับจำนวนโครโมโซมจากปลายรากใน  $C_1$  generation ของแพงพวยฝรั่งสีข้าวและสีชมพู (ดังรูปที่ 9) พบว่าต้น  $C_1$  ที่เจริญมาจากเมล็ดของต้น  $C_0$  ที่เป็น diploid ซึ่งมีทั้งหมด 90 ต้น มีจำนวนโครโมโซม 16 แท่ง เท่ากับจำนวนโครโมโซมของต้น control ส่วนต้น ที่เจริญมาจากเมล็ดของต้น  $C_0$  ที่เป็น tetraploid ทั้งหมด 90 ต้น มีจำนวนโครโมโซม 32 แท่ง



รูปที่ 8 เปรียบเทียบขนาดและลักษณะของแฉกหัวหอมที่มีชีวิต (fertile) และไม่มีชีวิต (sterile) ของแพลงพวยฝรั่งที่เป็น diploid, tetraploid และ near octoploid กำลังขยาย 500 เท่า

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของขนาดละอองเรณูและเปอร์เซ็นต์การมีชีวิตของ  
ละอองเรณูในแพงพวยฝรั่งสี่ขาวและสี่ชมพู ( $C_0$  generation) ที่เป็น  
diploid, tetraploid และ near octoploid

ชนิดของ แพงพวย ฝรั่ง	ระดับ ของ ploidy	จำนวน ต้นที่ ศึกษา	จำนวนละ- อองเรณูที่ ศึกษา	ขนาดละอองเรณู(ไมครอน)		เปอร์เซ็นต์การมีชีวิต ของละอองเรณู	
				range	mean	range	mean
สี่ขาว	2X (control)	24	2400	54.75-76.65	65.05	100-100	100.00
	2X	25	2500	54.75-87.60	63.61	65-100	85.74
	4X	89	8900	54.75-120.45	82.97	2-88	38.10
	8X	41	4100	54.75-109.50	82.74	0-59	8.51
สี่ชมพู	2X (control)	24	2400	54.75-76.65	64.75	100-100	100.00
	2X	24	2400	54.75-76.65	62.75	77-100	97.43
	4X	92	9200	54.75-131.40	78.28	0-84	41.67
	8X	39	3900	54.75-120.45	79.78	0-49	8.80

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 9 somatic metaphase ที่เป็น diploid ( $2X = 16$ ) และ tetraploid ( $4X = 32$ ) กำลังขยาย 9000 เท่า และ 7000 เท่าตามลำดับ



### 3.2 การจับคู่ของโครโมโซมที่เหมือนกันใน microsporocyte

นำต้นกล้า  $C_1$  generation ที่เป็น tetraploid ( $4X = 32$ ) ไปปลูกแปลงทดลอง เมื่อต้น  $C_1$  เจริญจนมีดอก นำดอกตูมมาศึกษาการจับคู่ของโครโมโซมที่เหมือนกันใน microsporocyte เช่นเดียวกับใน  $C_0$  generation โดยศึกษาการทดลองละ 10 ต้น ต้นละ 10 เซลล์ (จากที่ดอกก็ได้) ซึ่งผลการศึกษากการจับคู่ของโครโมโซมแสดงไว้ในตารางที่ 8 พบว่า แพงพวยฝรั่งทั้งสองสีที่เป็น diploid ( $2X = 16$ ) มีการจับคู่ของโครโมโซมที่เหมือนกันเป็น 8 bivalent พฤติกรรมการเข้าคู่เป็น ring bivalent มากกว่า rod bivalent โดยมีจำนวนที่พบระหว่าง 2 ถึง 8 ในสีขาว และ 4 ถึง 8 ในสีชมพู ค่าเฉลี่ยของ ring bivalent ในสีขาวคือ 7.04 และ 6.90 ในสีชมพู ส่วนจำนวน rod bivalent ที่พบในสีขาวมีตั้งแต่ 0 ถึง 6 ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 0.96 ในสีชมพูพบระหว่าง 0 ถึง 4 โดยมีค่าเฉลี่ย 1.10

ส่วนแพงพวยฝรั่งสีขาวและสีชมพูที่เป็น tetraploid ( $4X = 32$ ) พบว่าการจับคู่ของโครโมโซมที่เหมือนกันในเซลล์ส่วนใหญ่เป็น quadrivalent ปนกับ bivalent มีบางเซลล์ที่พบ trivalent และ univalent ด้วย ค่าเฉลี่ยของจำนวน quadrivalent สูงสุดในสีขาวคือ 5.02 จากความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ 12 หยด และในสีชมพูคือ 5.09 จากความเข้มข้น 0.6 เปอร์เซ็นต์ 6 หยด ส่วนค่าเฉลี่ยจำนวน quadrivalent ต่ำสุดของแพงพวยฝรั่งทั้งสองสีเกิดจากการใช้โคลชิซินความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ 6 หยด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.16 ในสีขาว และ 4.69 ในสีชมพู ส่วนโครโมโซมที่จับคู่เป็น bivalent ในแพงพวยฝรั่งทั้งสองสีพบว่าจะจับคู่เป็น ring bivalent มากกว่า rod bivalent โดยค่าเฉลี่ย ring bivalent สูงสุดในสีขาวคือ 5.37 จากความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ 18 หยด และในสีชมพูคือ 4.66 จากความเข้มข้น 0.6 เปอร์เซ็นต์ 18 หยด ส่วนค่าเฉลี่ยต่ำสุดของ ring bivalent ในสีขาวและสีชมพูเกิดจากการใช้โคลชิซินความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ 12 หยด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.50 และ 3.90 ตามลำดับ ส่วนจำนวน trivalent และ univalent ของแพงพวยฝรั่งทั้งสองสีพบบางการทดลองเท่านั้น ซึ่งมีจำนวนน้อยมาก ค่าเฉลี่ยจำนวน trivalent สูงสุดที่พบในสีขาวคือ 0.03 จากความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ 12 หยด และ 18 หยด ส่วนค่าเฉลี่ยสูงสุดในสีชมพูคือ 0.01 เท่านั้น

เมื่อเปรียบเทียบการจับคู่ของโครโมโซมที่เหมือนกันระหว่าง diploid และ tetraploid ทั้งหมดของแพงพวยฝรั่งทั้งสองสี โดยหาค่าเฉลี่ยออกมาดังตารางที่ 9 พบว่าต้น diploid ทั้งสีขาวและสีชมพูมีการจับคู่ของโครโมโซมที่เหมือนกันเป็น 8 bivalent โดยเป็น ring bivalent มากกว่า rod bivalent ไม่พบ univalent เลย ดังรูปที่ 10 ค่าเฉลี่ยของ



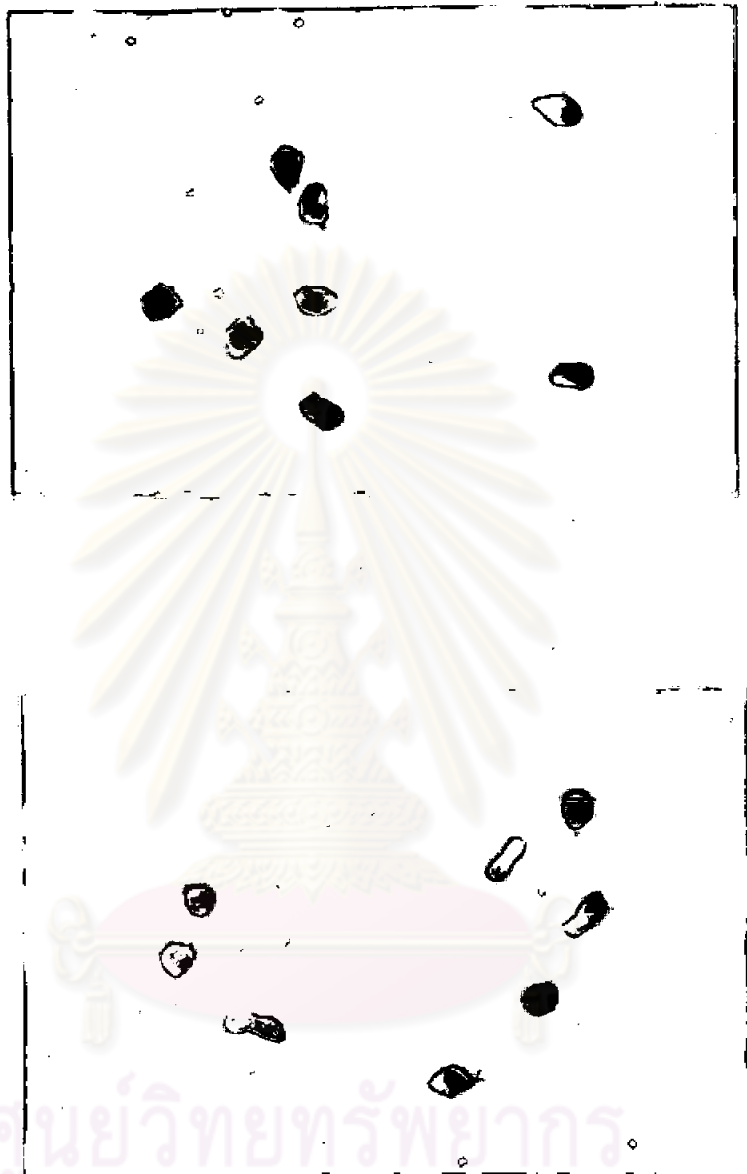
ตารางที่ 8 เปรียบเทียบการจับคู่ของโครโมโซมที่เหมือนกันใน microsporocyte ของเพศชายหิ้งสีขาวและสีชมพู ( $C_1$  generation) ที่เป็น diploid กับ tetraploid ซึ่งเกิดจากโคลนขึ้นในระดับความเข้มข้นและปริมาณต่าง ๆ กัน

ความเข้มข้น และจำนวน หยดโคลนขึ้น	ระดับของ ploidy	ชนิดของ หนงพวย หิ้ง	univalent		bivalent				trivalent		quadrivalent	
			range	mean	ring		rod		range	mean	range	mean
					range	mean	range	mean				
0	2X	สีขาว	-	-	2-8	7.04	0-6	0.96	-	-	-	-
		สีชมพู	-	-	4-8	6.90	0-4	1.10	-	-	-	-
0.2% 6	4X	สีขาว	-	-	2-16	5.52	0-14	2.16	-	-	0-7	4.16
		สีชมพู	-	-	0-11	4.65	0-8	1.97	-	-	1-8	4.69
0.2% 12	4X	สีขาว	0-1	0.01	0-11	4.50	0-10	1.44	0-1	0.01	0-7	5.02
		สีชมพู	0-2	0.02	0-10	3.90	0-7	2.25	-	-	2-8	4.92
0.2% 18	4X	สีขาว	0-3	0.03	0-13	5.37	0-8	2.26	0-1	0.01	0-7	4.17
		สีชมพู	0-2	0.02	0-10	4.56	0-6	1.81	-	-	2-6	4.81
0.6% 6	4X	สีขาว	0-2	0.02	2-11	5.01	0-6	1.88	-	-	0-6	4.55
		สีชมพู	-	-	0-10	4.08	0-4	1.74	-	-	3-7	5.09
0.6% 12	4X	สีขาว	-	-	2-12	5.34	0-8	1.70	-	-	0-6	4.48
		สีชมพู	0-2	0.05	2-10	4.28	0-5	1.84	0-1	0.01	2-7	4.92
0.6% 18	4X	สีขาว	0-3	0.04	2-16	5.22	0-7	2.21	0-1	0.02	0-6	4.26
		สีชมพู	0-2	0.02	0-10	4.66	0-6	1.77	-	-	2-8	4.78
1.0% 6	4X	สีขาว	-	-	2-10	4.76	0-5	2.38	-	-	2-6	4.43
		สีชมพู	0-2	0.03	0-10	4.64	0-4	1.37	0-1	0.01	3-7	4.98
1.0% 12	4X	สีขาว	0-1	0.01	0-12	5.21	0-5	1.98	0-3	0.03	0-8	4.38
		สีชมพู	0-1	0.01	1-11	4.63	0-7	1.65	0-1	0.01	3-7	4.85
1.0% 18	4X	สีขาว	0-2	0.05	1-11	4.54	0-6	1.85	0-2	0.03	2-6	4.77
		สีชมพู	-	-	0-10	4.42	0-6	1.74	-	-	2-8	4.92

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบการจับคู่ของโครโมโซมที่เหมือนกันใน microsporocyte ที่เป็น diploid กับ tetraploid ของแพงพวยฝรั่ง  
 สีขาวและสีชมพู ( $C_1$  generation)

ระดับของ ploidy	ชนิดของ แพงพวย ฝรั่ง	จำนวน ต้นที่ ศึกษา	จำนวน metaphase ที่ศึกษา	univalent		bivalent				trivalent		quadrivalent	
				range	mean	ring		rod		range	mean	range	mean
						range	mean	range	mean				
2X	สีขาว	10	100	-	-	2-8	7.04	0-6	0.96	-	-	-	-
	สีชมพู	10	100	-	-	4-8	6.90	0-4	1.10	-	-	-	-
4X	สีขาว	90	900	0-3	0.02	0-16	5.05	0-14	1.98	0-1	0.01	0-8	4.47
	สีชมพู	90	900	0-2	0.02	0-11	4.42	0-8	1.79	0-1	0.03	1-8	4.88

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 10 แสดง ring bivalent และ rod bivalent ที่พบใน microsporocyte  
 ของแพลงพวยฝรั่งที่เป็น diploid ( $2x = 16$ ) กำลังขยาย 9000 เท่า  
 ภาพบน 8 ring II  
 ภาพล่าง 5 ring II + 3 rod II

ring bivalent ในสีขาเป็น 7.04 สูงกว่าในสีชมพูซึ่งเท่ากับ 6.90 แต่สีขาหามีค่าเฉลี่ย rod bivalent ต่ำกว่าสีชมพูคือ 0.96 และ 1.10 ตามลำดับ ส่วนต้น tetraploid โครโมโซมที่เหมือนกันของเซลล์ส่วนใหญ่จับคู่เป็น quadrivalent ปนกับ bivalent มีบางเซลล์พบทั้ง trivalent และ univalent ดังรูปที่ 11 ต้น tetraploid สีขาบางเซลล์มี bivalent ทั้งหมด (เท่ากับ 16 II) ลักษณะการจับคู่แบบนี้ไม่พบใน tetraploid สีชมพู จากตารางที่ 9 พบว่าค่าเฉลี่ยจำนวน quadrivalent ในสีชมพูสูงกว่าในสีขา คือ 4.88 และ 4.47 ตามลำดับ โดยมีค่า range สูงสุดเท่ากันคือ 8 แต่ค่า range ต่ำสุดในสีขาเป็น 0 และสีชมพูเป็น 1 ส่วน trivalent พบน้อยมากทั้งสองสีมีค่าเฉลี่ย 0.01 และ 0.03 ในสีขาและสีชมพูตามลำดับ ส่วนโครโมโซมที่จับคู่เป็น ring bivalent ของทั้งสองสีมีจำนวนต่ำสุดเท่ากันคือ 0 ส่วนจำนวนที่พบสูงสุดในสีขาเป็น 16 และ 11 ในสีชมพู ค่าเฉลี่ยของ ring bivalent ในสีขาสูงกว่าสีชมพู คือมีค่า 5.05 และ 4.42 ตามลำดับ แต่ค่าเฉลี่ยของทั้งสองสียังต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ ring bivalent ใน control (7.04 ในสีขา และ 6.90 ในสีชมพู) จำนวน rod bivalent ที่พบสูงสุดในสีขา คือ 14 ส่วนสีชมพูเป็น 8 โดยมีจำนวนที่พบน้อยที่สุดเท่ากันคือ 0 ค่าเฉลี่ยของ rod bivalent ในสีขาสูงกว่าสีชมพูคือ 1.98 และ 1.79 ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยสูงสุดของ rod bivalent ใน control (0.96 ในสีขา และ 1.10 ในสีชมพู) ส่วนจำนวน univalent พบน้อยมากในแพงพวยฝรั่งทองสองสีซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากันคือ 0.02 และมีค่า range ตั้งแต่ 0 ถึง 3 ในสีขา และ 0 ถึง 2 ในสีชมพู

### 3.3 ขนาดและการมีชีวิตของละอองเรณู

เมื่อนำละอองเรณูของแพงพวยฝรั่งทั้งสองสี ( $C_1$  generation) มาวัดขนาดพร้อมกับนับเปอร์เซ็นต์การมีชีวิต สังเกตพบว่าละอองเรณู diploid มีช่องเปิด (aperture) 3 ช่อง ส่วนละอองเรณู tetraploid ส่วนใหญ่มีช่องเปิด 4 ช่อง และมีขนาดใหญ่กว่าละอองเรณู diploid ดังรูปที่ 12 ส่วนเปอร์เซ็นต์การมีชีวิตของละอองเรณูให้ผลเหมือนกับ  $C_0$  generation คือต้น tetraploid มีละอองเรณูที่มีชีวิตต่ำกว่า diploid จากตารางที่ 10 พบว่าละอองเรณูของแพงพวยฝรั่งสีขาที่เป็น diploid มีขนาดตั้งแต่ 54.75 ไมครอน ถึง 70.08 ไมครอน (มีค่าเฉลี่ย 63.66 ไมครอน) และมีเปอร์เซ็นต์การมีชีวิตเฉลี่ย 98.90 เปอร์เซ็นต์ ส่วนขนาดละอองเรณูของต้น tetraploid ในแต่ละการทดลองมีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 78.46 ไมครอน ถึง 83.37 ไมครอน (ค่าเฉลี่ยขนาดของละอองเรณูใหญ่ที่สุดคือ 83.37 ไมครอน พบเมื่อใช้โคลชิซินความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ 12 หยด ส่วนขนาดเฉลี่ยที่เล็กที่สุดคือ 78.46 ไมครอน



รูปที่ 11 แสดง quadrivalent, trivalent, bivalent และ univalent ที่พบใน microsporocyte ของแพลงพวยฝรั่งที่เป็น tetraploid ( $4x = 32$ ) กำลังขยาย 7000 เท่า

ภาพบนซ้าย 5 IV + 4 ring II + 2 rod II

ภาพบนขวา 4IV + 6 ring II + 2 rod II

ภาพล่าง 5IV + 2III + 2 ring II + 2 univalent (กำลังขยาย 8000 เท่า)



รูปที่ 12 ละอองเรณูแพลงพวยฝรั่ง diploid (มีช่องเปิด 3 ช่อง) และ  
 ละอองเรณู tetraploid (มีช่องเปิด 4 ช่อง) กำลังขยาย 2000 เท่า



ตารางที่ 10 แสดงค่าเฉลี่ยขนาดละอองเรณูและความแตกต่างของค่าเฉลี่ยซึ่งทดสอบโดยวิธี DMRT, เปอร์เซ็นต์การมีชีวิตของ ละอองเรณูที่เป็น diploid และ tetraploid ในแพงพวยฝรั่งสีขาและสีชมพู (C<sub>1</sub> generation)

ความเข้มข้น และจำนวน หยดโคลชิซิน	แพงพวยฝรั่งสีขา					แพงพวยฝรั่งสีชมพู				
	ขนาดละอองเรณู (ไมครอน)			เปอร์เซ็นต์การมีชีวิตของละอองเรณู *		ขนาดละอองเรณู(ไมครอน)			เปอร์เซ็นต์การมีชีวิตของละอองเรณู *	
	range	mean	DMRT **	range	mean	range	mean	DMRT **	range	mean
0	54.75-70.08	63.66	a	96-100	98.90	54.75-70.08	63.59	A	98-100	99.20
0.2% 6	65.70-98.55	80.64	b	18-62	38.70	68.99-98.55	82.70	B	29-79	43.90
0.2% 12	65.70-109.50	83.37	b	18-63	34.30	65.70-96.36	79.27	B	34-59	49.30
0.2% 18	65.70-104.03	79.66	b	32-80	56.40	65.70-104.03	81.42	B	10-78	56.00
0.6% 6	65.70-93.08	78.71	b	30-79	54.00	65.70-96.36	81.77	B	27-64	46.40
0.6% 12	65.70-89.79	78.46	b	38-77	53.80	65.70-96.36	79.66	B	16-79	39.90
0.6% 18	65.70-93.08	78.85	b	33-74	56.60	65.70-109.50	80.88	B	14-67	36.90
1.0% 6	65.70-96.36	80.54	b	26.76	52.40	67.89-93.08	79.43	B	28-58	46.20
1.0% 12	65.70-96.36	78.98	b	37.70	54.70	65.70-109.50	80.86	B	22-77	48.30
1.0% 18	65.70-109.50	78.65	b	47-80	58.30	67.89-97.46	80.76	B	40-63	51.00
เฉลี่ย 4x	65.70-109.50	79.76	-	18-80	51.02	65.70-109.50	80.75	-	10-79	46.43

\* ศึกษาการทดลองละ 10 หัน หันละ 100 เซลล์

\*\* DMRT = Duncan's multiple range test

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกัน

ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

รายละเอียดการคำนวณอยู่ในภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากความเข้มข้น 0.6 เปอร์เซ็นต์ 12 หยด) ซึ่งค่าเฉลี่ยละอองเรณู tetraploid ในแต่ละ การทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีความแตกต่างกับค่าเฉลี่ยขนาดละอองเรณูที่เป็น diploid อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทดสอบโดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ส่วนเปอร์เซ็นต์การมีชีวิตเฉลี่ยสูงสุดคือ 58.30 เปอร์เซ็นต์ จากความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ 18 หยด ค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ 34.30 เปอร์เซ็นต์ จากความเข้มข้นที่มีขนาดละอองเรณูเฉลี่ยใหญ่ที่สุดคือ 0.2 เปอร์เซ็นต์ 12 หยด

สำหรับแพงพวยฝรั่งสีชมพู จากตารางที่ 10 พบว่าละอองเรณูของ diploid มีขนาด ตั้งแต่ 54.75 ไมครอน ถึง 70.08 ไมครอน (มีค่าเฉลี่ย 63.59 ไมครอน) และมีเปอร์เซ็นต์ การมีชีวิตของละอองเรณูเฉลี่ย 99.20 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าเฉลี่ยขนาดละอองเรณูที่เป็น tetraploid ในแต่ละการทดลองมีขนาดเฉลี่ยระหว่าง 79.27 ไมครอน ถึง 82.70 ไมครอน (ขนาดละอองเรณูใหญ่ที่สุดคือ 82.70 ไมครอน พบเมื่อใช้โคลชิซินความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ 6 หยด ขนาดเฉลี่ยเล็กที่สุดคือ 79.27 ไมครอน จากความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ 12 หยด) ซึ่งค่าเฉลี่ยขนาดละอองเรณูที่เป็น tetraploid ในแต่ละการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทาง สถิติเช่นเดียวกับในสีขาว แต่มีความแตกต่างกับค่าเฉลี่ยของ ละอองเรณูที่เป็น diploid อย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทดสอบโดยวิธี DMRT ส่วนค่าเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์การมีชีวิตของละอองเรณูที่สูงที่สุดคือ 56.00 เปอร์เซ็นต์ และต่ำสุดคือ 36.90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเกิดจากการใช้โคลชิซินจำนวน 18 หยด ความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ และ 0.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างแพงพวยฝรั่งสีขาวกับสีชมพู พบว่าละอองเรณูที่เป็น diploid ทั้งสองสีมีขนาดเล็กที่สุด 54.75 ไมครอน และขนาดใหญ่สุด 70.08 ไมครอน โดยมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันมากคือ 63.66 ไมครอน ในสีขาว และ 63.59 ไมครอน ในสีชมพู นอกจากนี้เปอร์เซ็นต์ การมีชีวิตของละอองเรณูสีขาวและสีชมพูก็ไม่ต่างกันคือ 98.90 เปอร์เซ็นต์ และ 99.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยมีค่า range สูงสุดเท่ากันคือ 100 เปอร์เซ็นต์ แต่ค่า range ต่ำสุดต่าง กันเล็กน้อยคือ 96.00 เปอร์เซ็นต์ ในสีขาว และ 98.00 เปอร์เซ็นต์ ในสีชมพู ส่วนค่าเฉลี่ย ขนาดละอองเรณูที่เป็น tetraploid ทั้งหมดของทั้งสองสีมีขนาดใกล้เคียงกันคือ 79.76 ไมครอน ในสีขาวและ 80.75 ไมครอน ในสีชมพู ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าขนาดละอองเรณู diploid มาก ส่วนค่า range เท่ากันคือ 65.70 ไมครอน ถึง 109.50 ไมครอน แต่พบว่าเปอร์เซ็นต์การ มีชีวิต ของละอองเรณูในสีขาวสูงกว่าสีชมพูคือ 51.02 เปอร์เซ็นต์ และ 46.43 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าของ diploid มาก (ค่าเฉลี่ยการมีชีวิตของละอองเรณูที่เป็น diploid คือ 98.90 เปอร์เซ็นต์ ในสีขาวและ 99.20 เปอร์เซ็นต์ ในสีชมพู)

#### 4. ผลการศึกษาสัณฐานวิทยาของ $C_1$ generation

##### 4.1 ความสูงของต้น

หลังจากย้ายต้น  $C_1$  generation ที่เป็น tetraploid ลงปลูกในแปลงทดลอง แล้วศึกษาอัตราการเจริญเติบโต โดยวัดความสูงจากบริเวณข้อแรกที่แตกกิ่งนับจากระดับพื้นดินขึ้นไป ถึงยอดของกิ่งที่สูงที่สุด เมื่อแพงพวยฝรั่งอายุ 4, 5, 6 และ 7 เดือน ผลการศึกษาแสดงไว้ใน ตารางที่ 11 แพงพวยฝรั่งสีขาที่เป็น tetraploid ซึ่งเกิดจากการใช้สารโคลชิซินความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ 18 หยด มีค่าเฉลี่ยความสูงต่ำสุดคือ 75.75 เซนติเมตร (เมื่ออายุ 7 เดือน) ส่วน  $C_1$  ซึ่งเกิดจากความเข้มข้น 0.6 เปอร์เซ็นต์ 18 หยด มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำสุดคือ 98.35 เซนติเมตร (เมื่ออายุ 7 เดือน) แต่เมื่อเริ่มต้นศึกษาคืออายุ 4 เดือน มีความสูงเพียง 41.45 เซนติเมตร ซึ่งต่ำกว่าต้น  $C_1$  ที่ได้มาจากความเข้มข้น 0.6 เปอร์เซ็นต์ 6 หยด และต้น diploid เล็กน้อย (42.15 เซนติเมตร) เมื่อนำค่าเฉลี่ยความสูงและอายุของ ต้นแพงพวยฝรั่งไปเขียนกราฟ (กราฟที่ 4) พบว่าค่าเฉลี่ยความสูง มีความสัมพันธ์กับอายุ (เดือน) ในแบบเชิงเส้นทุกการทดลอง

ส่วนแพงพวยฝรั่งสีชมพูที่เป็น tetraploid ซึ่งเกิดจากการใช้โคลชิซินความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ 6 หยด มีอัตราการเจริญเติบโตที่ต่ำสุด คือเมื่ออายุ 7 เดือน ต้นสูง 93.65 เซนติเมตร (ตารางที่ 11) ส่วน  $C_1$  ซึ่งเกิดจากความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ 18 หยด มีค่าเฉลี่ยความสูงน้อยที่สุดคือ 76.95 เซนติเมตร (เมื่ออายุ 7 เดือน) ยกเว้นเมื่ออายุ 4 เดือน มีความสูง 25.00 เซนติเมตร ซึ่งสูงกว่าต้น  $C_1$  จากความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ 12 หยด เล็กน้อย (23.10 เซนติเมตร) เมื่อนำค่าเฉลี่ยความสูงและอายุต้นแพงพวยฝรั่งสีชมพูไป เขียนกราฟ (กราฟที่ 5) พบว่าค่าเฉลี่ยความสูง มีความสัมพันธ์กับอายุ (เดือน) ในแบบเชิงเส้นทุกการทดลอง

จากกราฟที่ 6 ซึ่งเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสูงของต้น diploid และ tetraploid ในแพงพวยฝรั่งสีขาและสีชมพู พบว่าต้น diploid ของแพงพวยฝรั่งสีชมพูมีค่าเฉลี่ยความสูงมากที่สุด รองลงมาคือต้น diploid ของสีขา ส่วนต้น tetraploid พบว่าในช่วงอายุ 4 เดือน ถึง  $5\frac{1}{2}$  เดือน ต้น tetraploid สีขามีการเจริญเติบโตดีกว่าสีชมพู ต่อมาเมื่ออายุ  $5\frac{1}{2}$  เดือน ถึง 7 เดือน ทั้งสองสีมีอัตราการเจริญเติบโตใกล้เคียงกัน เมื่อนำค่าเฉลี่ยความสูงเมื่ออายุ 7 เดือน ของต้น  $C_1$  ทั้งหมดในแต่ละการทดลองไปคำนวณหาความแตกต่างทางสถิติซึ่งทดสอบโดยวิธี DMRT ดังตารางที่ 12 พบว่าในแพงพวยฝรั่งสีขาความสูงเฉลี่ยของต้น  $C_1$

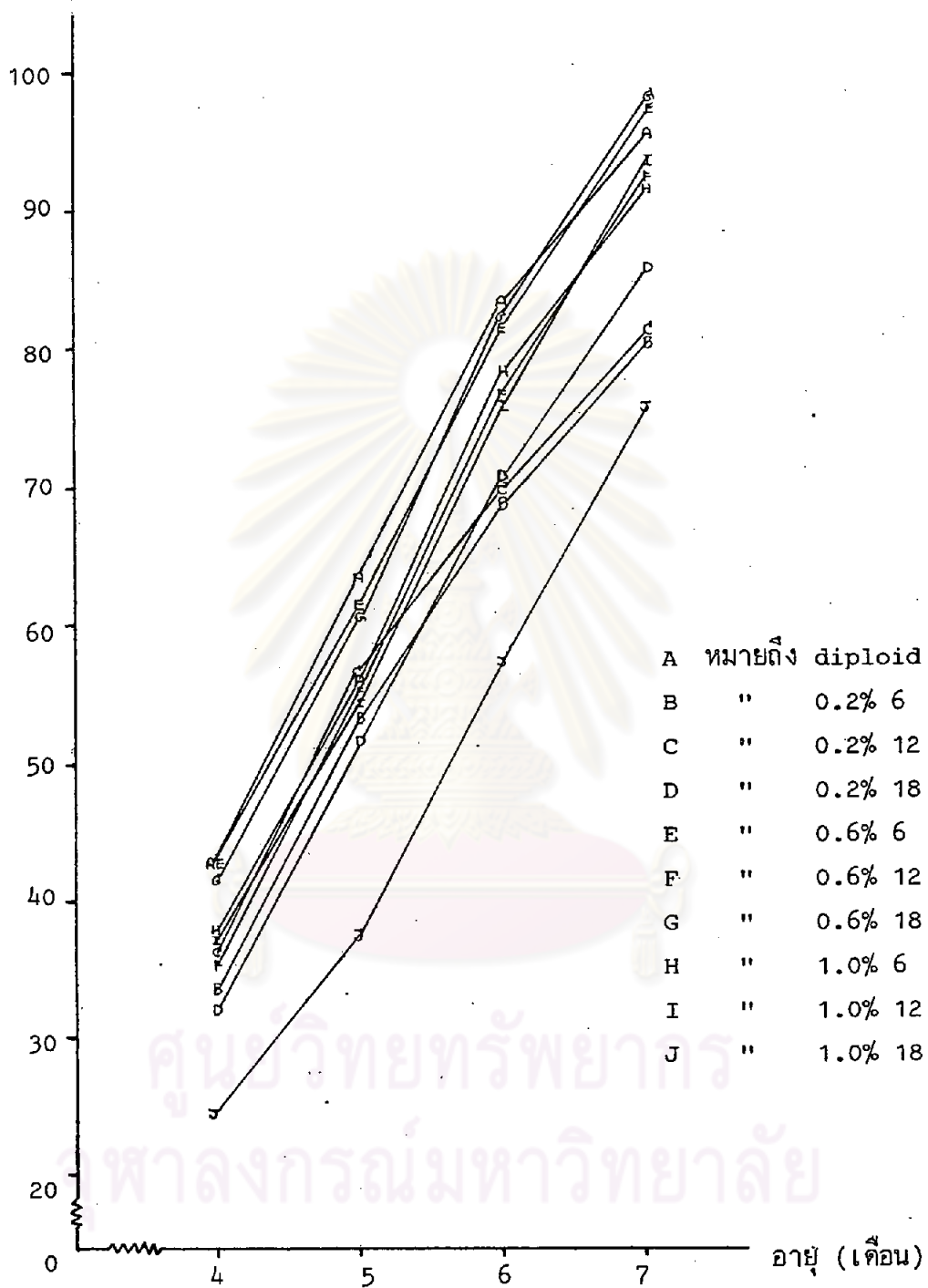
ตารางที่ 11 เปรียบเทียบความสูงเฉลี่ย\* (เซนติเมตร) ของต้นแพงพวยฝรั่งที่เป็น  
diploid และ tetraploid เมื่ออายุ 4, 5, 6, 7 เดือน

ความเข้มข้น และจำนวน หยดโคลชิซิน	แพงพวยฝรั่งสีขาวอายุ (เดือน)				แพงพวยฝรั่งสีม่วงอายุ (เดือน)			
	4	5	6	7	4	5	6	7
0	42.15	63.50	83.90	95.80	46.60	70.55	92.50	106.50
0.2% 6	33.83	53.67	69.17	80.56	32.25	52.80	74.50	86.95
0.2% 12	37.05	56.00	69.95	81.55	29.60	50.50	76.25	91.45
0.2% 18	32.40	51.65	70.70	86.00	25.00	41.55	63.05	76.95
0.6% 6	42.15	61.40	82.10	96.75	28.75	53.20	75.90	92.75
0.6% 12	35.50	55.25	76.60	92.80	32.65	52.70	74.45	87.75
0.6% 18	41.45	61.50	82.30	98.35	36.70	56.55	78.65	93.50
1.0% 6	37.80	55.75	78.50	91.85	37.70	59.50	83.60	93.65
1.0% 12	37.20	54.45	76.50	93.95	23.10	44.30	68.60	80.90
1.0% 18	24.50	37.05	57.20	75.75	35.20	52.75	78.20	90.10
เฉลี่ยต้น 4x	35.76	54.08	73.67	88.62	31.22	51.54	74.80	88.22

\*วัดความสูงจาก 10 ต้น ในแต่ละการทดลอง

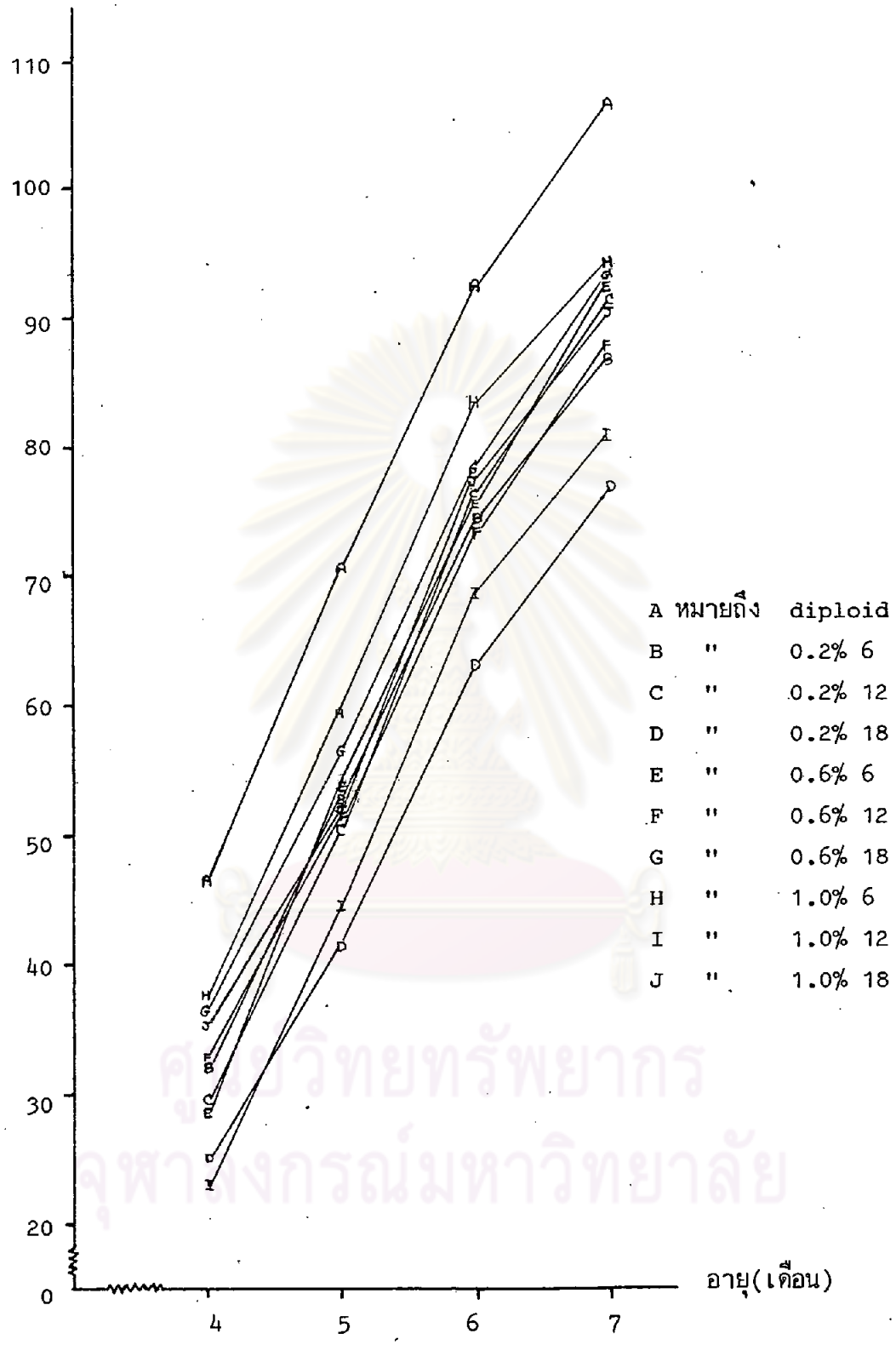
ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความสูง(เซนติเมตร)



กราฟที่ 4 เปรียบเทียบความสูงของต้น diploid และ tetraploid  
ใน  $C_1$  generation ของแพงพวยฝรั่งสีขาว

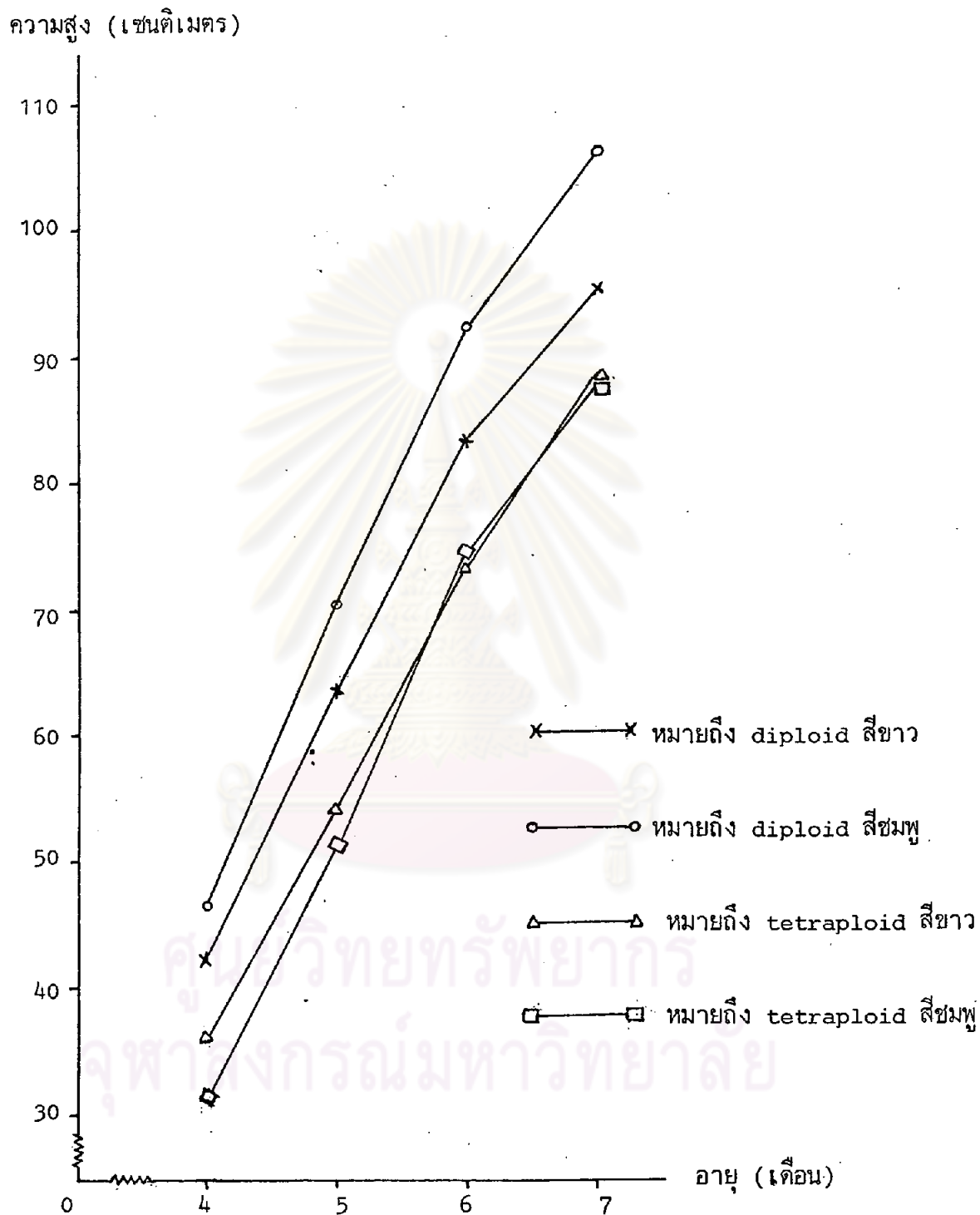
ความสูง(เซนติเมตร)



กราฟที่ 5 เปรียบเทียบความสูงของต้น diploid และ tetraploid

ใน  $C_1$  generation ของแพลงพวยฝรั่งสี่ชมพู





กราฟที่ 6 เปรียบเทียบความสูงของคน diploid และ tetraploid  
ใน  $C_1$  generation ของแพงพวยฝรั่งสีขาวและสีชมพู

ที่เป็น diploid ไม่แตกต่างจากค่าเฉลี่ยความสูงของต้น tetraploid ในความเข้มข้น 0.6 เปอร์เซ็นต์ 6 หยด, 12 หยด และ 18 หยด รวมทั้งความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 6 หยด และ 12 หยด แต่มีความแตกต่างจาก tetraploid ที่ได้จากการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และต้น tetraploid ของแต่ละการทดลองก็มีความแตกต่างและไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งทดสอบโดยวิธี DMRT ดังรายละเอียดในตารางที่ 12 ส่วนแพรวพวยฝรั่งสี่ชมพูต้น  $C_1$  ที่เป็น diploid มีค่าเฉลี่ยความสูงแตกต่างจากต้น tetraploid ทุกการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แต่ระหว่างต้น tetraploid ในแต่ละการทดลองมีความแตกต่างและไม่แตกต่างกันทางสถิติเช่นเดียวกับในสีขาว ดังรายละเอียดในตารางที่ 12

#### 4.2 ลักษณะใบ ดอก และราก

##### 4.2.1 ความกว้างและความยาวของใบ

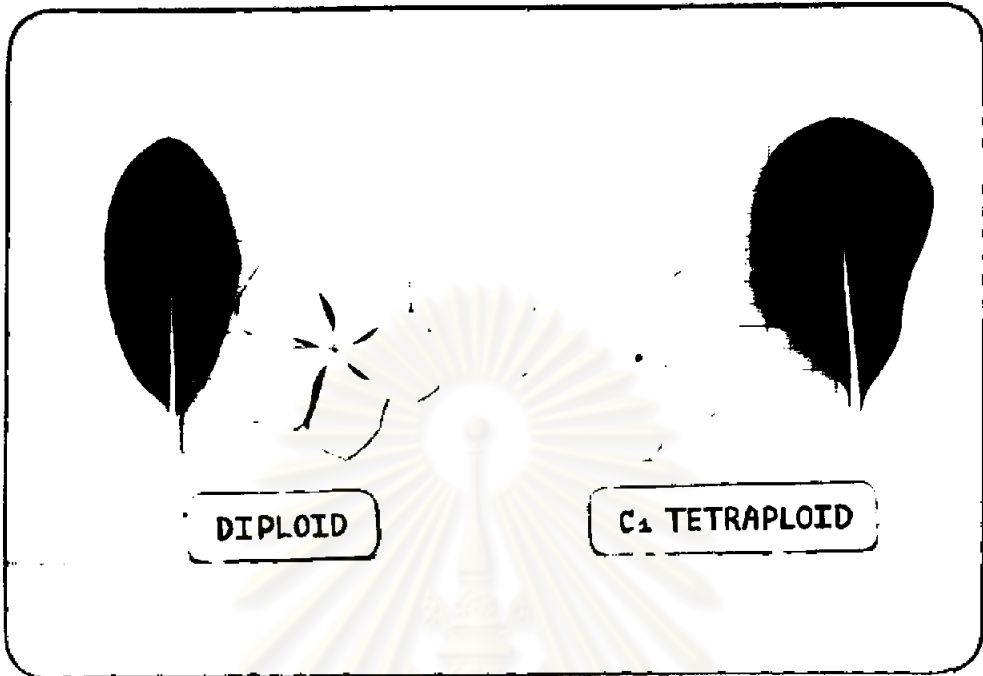
เมื่อต้น  $C_1$  อายุ 5 เดือน วัดความกว้างและความยาวของใบโดยใช้ใบคู่ที่ 6 นับจากปลายยอดของกิ่ง 5 กิ่ง ในแต่ละต้น (รวมศึกษาต้นละ 10 ใบ) แพรวพวยฝรั่งสีขาวและสี่ชมพูที่เป็น tetraploid แผ่นใบไม่เรียบ ปลายใบกระดกขึ้นและมีความกว้างมากกว่าโคนใบ ดังรูปที่ 13 เมื่อนำค่าเฉลี่ยความกว้างและความยาวของใบแพรวพวยฝรั่งสีขาวในแต่ละการทดลองไปทดสอบความแตกต่างทางสถิติโดยวิธี DMRT พบว่าค่าเฉลี่ยของแต่ละการทดลองมีความแตกต่างและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ดังรายละเอียดในตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยความกว้างของใบ diploid เป็น 2.65 เซนติเมตร ซึ่งมีความแตกต่างจากใบ tetraploid ทุกการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนใบ tetraploid ที่กว้างที่สุดคือ 3.72 เซนติเมตร ซึ่งได้จากต้นที่ได้รับโคลชิซินเข้มข้น 0.6 เปอร์เซ็นต์ 18 หยด และค่าเฉลี่ยที่น้อยที่สุดคือ 3.13 เซนติเมตร จากความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ 6 หยด ส่วนค่าเฉลี่ยความยาวใบ diploid ไม่แตกต่างจากใบ tetraploid อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่พบว่าใบของต้น tetraploid ที่มีค่าเฉลี่ยความยาวและความกว้างของใบมากที่สุดคือ 5.66 เซนติเมตร และ 3.72 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งเกิดจากโคลชิซินเข้มข้น 0.6 เปอร์เซ็นต์ 18 หยด ส่วนค่าเฉลี่ยความยาวใบน้อยที่สุดคือ 4.89 เซนติเมตร (จากความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ 6 หยด)

สำหรับแพรวพวยฝรั่งสี่ชมพูเมื่อนำค่าเฉลี่ยความกว้างของใบในแต่ละการทดลองไปทดสอบความแตกต่างทางสถิติและทดสอบโดยวิธี DMRT พบว่าค่าเฉลี่ยในแต่ละการทดลองมีความแตกต่างและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ดังรายละเอียดในตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยความกว้างของใบ diploid สี่ชมพูเท่ากับ 2.39 เซนติเมตร ซึ่งมีความ

ตารางที่ 12 แสดงค่าเฉลี่ยความสูงของต้น diploid และ tetraploid เมื่ออายุ 7 เดือน และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยซึ่งทดสอบโดยวิธี DMRT

ความเข้มข้นและ จำนวนหยด โคลชิซิน	แพงพวยฝรั่งสีขาว		แพงพวยฝรั่งสีชมพู	
	ความสูงเฉลี่ย (เซนติเมตร)	DMRT*	ความสูงเฉลี่ย (เซนติเมตร)	DMRT*
0	95.80	a	106.50	A
0.2 % 6	80.56	cd	86.95	BCD
0.2 % 12	81.55	cd	91.45	BC
0.2 % 18	86.00	bc	76.95	D
0.6 % 6	96.75	a	92.75	BC
0.6 % 12	92.80	ab	87.75	BCD
0.6 % 18	98.35	a	93.50	B
1.0 % 6	91.85	ab	93.65	B
1.0 % 12	93.95	ab	80.90	CD
1.0 % 18	75.75	d	90.10	BC

DMRT = Duncan's multiple range test ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วย  
อักษรที่เหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ  
ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ดูรายละเอียดการ  
คำนวณในภาคผนวก)



รูปที่ 13 ลักษณะของใบ, ดอกแพงพวยฝรั่งสีขาวและสีชมพูที่เป็น diploid และ tetraploid ใน  $C_1$  generation

ตารางที่ 13 แสดงค่าเฉลี่ยความกว้างของใบ, ค่าเฉลี่ยความยาวของใบ, ค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางกอกและความแตกต่างของค่าเฉลี่ยซึ่งทดสอบโดยวิธี DMRT ของแพงพวยฝรั่งสีขาและสีชมพูที่เป็น diploid และ tetraploid ใน  $C_1$  generation

ความเข้มข้น และจำนวน หยกโกลซีซี	แพงพวยฝรั่งสีขา						แพงพวยฝรั่งสีชมพู					
	ความกว้าง ของใบ (ซ.ม.)	DMRT*	ความยาว ของใบ (ซ.ม.)	DMRT*	เส้นผ่าศูนย์กลาง กอก (ซ.ม.)	DMRT*	ความกว้าง ของใบ (ซ.ม.)	DMRT*	ความยาว ของใบ (ซ.ม.)	DMRT*	เส้นผ่าศูนย์กลาง กอก (ซ.ม.)	DMRT*
0	2.65	e	5.41	ab	4.59	a	2.39	E	5.52	A	4.63	A
0.2 % 6	3.13	d	4.89	d	4.58	a	3.04	D	5.43	A	4.84	A
0.2 % 12	3.48	bc	5.01	cd	4.71	a	3.34	B	5.63	A	4.69	A
0.2 % 18	3.60	ab	5.51	ab	4.76	a	3.10	CD	5.31	A	4.60	A
0.6 % 6	3.44	bc	5.43	ab	4.62	a	3.09	D	5.57	A	4.76	A
0.6 % 12	3.39	bc	5.41	ab	4.60	a	3.03	D	5.12	A	4.73	A
0.6 % 18	3.72	a	5.66	a	4.62	a	3.31	BC	5.53	A	4.57	A
1.0 % 6	3.32	cd	5.30	bc	4.63	a	3.12	BCD	5.22	A	4.62	A
1.0 % 12	3.15	d	5.04	cd	4.89	a	3.24	BCD	5.53	A	4.65	A
1.0 % 18	3.48	bc	5.25	bc	4.48	a	3.58	A	5.84	A	4.90	A
ค่าเฉลี่ยใบ 4X	3.41	-	5.28	-	4.65	-	3.21	-	5.46	-	4.71	-

\*DMRT = Duncan's multiple range test

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ  
ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์  
รายละเอียดการคำนวณดูในภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แตกต่างจากใบ tetraploid ของทุกการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ใบ tetraploid ที่มีค่าเฉลี่ยความกว้างของใบมากที่สุดคือ 3.58 ซึ่งเกิดจากต้นที่ได้รับโคลชิซินเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ 18 หยด และค่าเฉลี่ยความกว้างใบน้อยที่สุดคือ 3.03 เซนติเมตร จากต้นที่ได้รับโคลชิซินเข้มข้น 0.6 เปอร์เซ็นต์ 12 หยด ส่วนค่าเฉลี่ยความยาวใบในแต่ละการทดลองเมื่อนำไปทดสอบความแตกต่างทางสถิติและทดสอบโดยวิธี DMRT พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญโดยใบ diploid มีค่าเฉลี่ยความยาว 5.52 เซนติเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยความยาวใบ tetraploid มากที่สุดคือ 5.84 เซนติเมตร ซึ่งเกิดจากการใช้โคลชิซินเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ 18 หยด และใบของต้นเดียวกันนี้ยังพบว่ามีค่าเฉลี่ยความกว้างมากที่สุดด้วย ส่วนใบของต้นที่เกิดจากการใช้โคลชิซินเข้มข้น 0.6 เปอร์เซ็นต์ 12 หยด พบว่ามีค่าเฉลี่ยของความยาวและความกว้างน้อยที่สุดคือ 5.12 เซนติเมตร และ 3.03 เซนติเมตร ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบความกว้างและความยาวของใบ diploid กับ tetraploid ในแพงพวยฝรั่งทั้งสองสี พบว่าใบ diploid ของสีชาวมียค่าเฉลี่ยความกว้างมากกว่าสีชมพูคือ 2.65 เซนติเมตร และ 2.39 เซนติเมตร แต่ค่าเฉลี่ยความยาวของใบสีชำน้อยกว่าสีชมพูคือเท่ากับ 5.41 เซนติเมตร และ 5.52 เซนติเมตร ตามลำดับ สำหรับค่าเฉลี่ยใบ tetraploid ทั้งหมดก็พบเช่นเดียวกับ diploid คือสีชาวมียค่าเฉลี่ยความกว้างของใบมากกว่าสีชมพูโดยมีค่า 3.41 เซนติเมตร และ 3.21 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่มีความยาวเฉลี่ยน้อยกว่าคือ 5.28 เซนติเมตร ในสีชาวม และ 5.46 เซนติเมตร ในสีชมพู

#### 4.2.2 เส้นผ่าศูนย์กลางดอก

เมื่อดอกบานเต็มทีวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางดอก โดยศึกษา 10 ต้น ในแต่ละการทดลอง และในแต่ละต้นเลือกวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของดอก 10 ดอก แล้วนำค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางของดอกแพงพวยฝรั่งทั้งสองสีไปทดสอบความแตกต่างทางสถิติโดยวิธี DMRT พบว่าในแพงพวยฝรั่งทั้งสองสีค่าเฉลี่ยของเส้นผ่าศูนย์กลางดอกในแต่ละการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังรายละเอียดในตารางที่ 13 โดยดอกแพงพวยฝรั่งสีชาวมที่เป็น diploid มีค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางดอกเท่ากับ 4.59 เซนติเมตร ส่วนดอก tetraploid ที่มีค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางดอกมากที่สุดคือ 4.89 เซนติเมตร ซึ่งได้จากต้นที่ใช้โคลชิซินความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ 12 หยด และค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 4.48 เซนติเมตร (น้อยกว่าดอก diploid) จากการใช้โคลชิซินความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ 18 หยด ส่วนในสีชมพูค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางดอก diploid เท่ากับ 4.63 เซนติเมตร ค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางดอก



tetraploid มากที่สุดคือ 4.90 เซนติเมตร และค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 4.57 เซนติเมตร (น้อยกว่าดอก diploid เช่นเดียวกับดอกสีขาว) ซึ่งเกิดจากการใช้โคลชิซินจำนวน 18 หยด ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ และ 0.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบลักษณะดอก diploid และ tetraploid ของแพงพวยฝรั่งทั้งสองสี พบว่ากลีบดอก tetraploid หนาและกว้างขึ้น ทำให้ไม่มีช่องว่างระหว่างกลีบดอก รูปร่างดอกจึงกลมกว่า diploid ดังรูปที่ 13 ดอกแพงพวยฝรั่งสีขาวมีขนาดเล็กกว่าดอกสีชมพูทั้ง diploid และ tetraploid คือ ดอก diploid สีขาวมีค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลาง 4.59 เซนติเมตร ส่วนสีชมพูมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.63 เซนติเมตร และดอก tetraploid สีขาวมีค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลาง 4.65 เซนติเมตร สีชมพูมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.71 เซนติเมตร

#### 4.2.3 ลักษณะราก

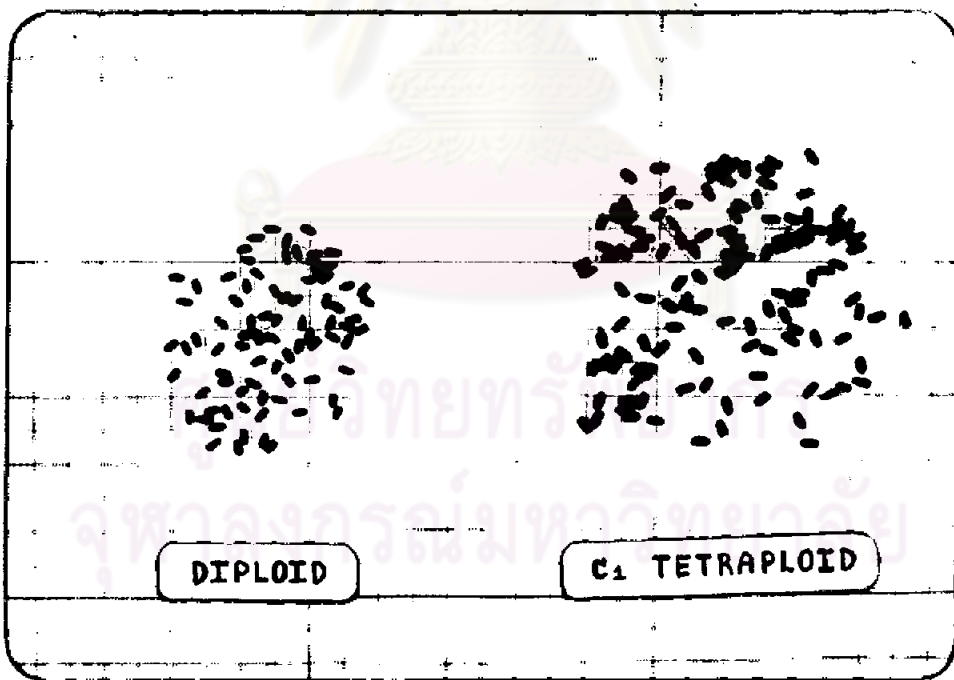
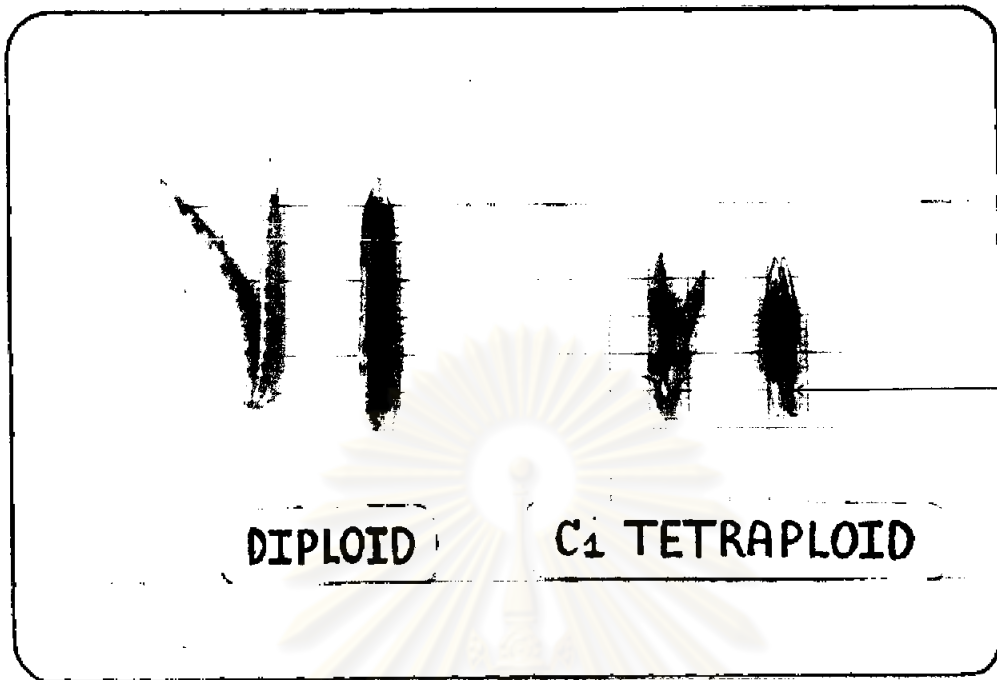
เมื่อต้น  $C_1$  เจริญเต็มที่ สังเกตลักษณะรากของแพงพวยฝรั่งที่เป็น diploid และ tetraploid พบว่าราก tetraploid มีขนาดใหญ่กว่าราก diploid ทั้งสีขาวและสีชมพู ดังรูปที่ 14

#### 4.3 จำนวนเมล็ดที่สามารถเจริญพันธุ์ได้

เมื่อปล่อยให้ดอก tetraploid ( $C_1$ ) ผสมตัวเองแล้วทิ้งไว้จนผักแก่ ตรวจสอบลักษณะผักและการเจริญพันธุ์ โดยเก็บผักแก่ของแต่ละต้นมาต้นละ 10 ผัก นับจำนวนเมล็ดที่สามารถเจริญพันธุ์ได้ พบว่าผักของ tetraploid มีขนาดสั้นกว่า diploid และมีจำนวนเมล็ดที่เจริญพันธุ์ได้น้อยกว่า แต่ขนาดเมล็ดของ tetraploid ใหญ่กว่าเมล็ด diploid ดังรูปที่ 15 ส่วนผลการศึกษากการเจริญพันธุ์แสดงไว้ในตารางที่ 14 พบว่าแพงพวยฝรั่งสีขาวและสีชมพูที่เป็น diploid สามารถเจริญพันธุ์ได้ทุกต้น โดยมีจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผัก 22.29 เมล็ด และ 23.41 เมล็ดตามลำดับ ส่วนต้น tetraploid ทั้งสองสีมีเพียงการทดลองเดียวเท่านั้นที่สามารถเจริญพันธุ์ได้ทั้ง 10 ต้น คือต้นสีขาวที่ได้รับโคลชิซินเข้มข้น 0.6 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 6 หยด ซึ่งมีจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผักสูงสุดคือ 3.28 เมล็ด และต้นสีชมพูที่ได้รับโคลชิซินเข้มข้น 0.6 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 12 หยด ต้น tetraploid สีขาวที่เจริญพันธุ์ได้น้อยที่สุดคือ 4 ต้น เกิดจากการใช้โคลชิซินเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ 12 หยด ซึ่งมีจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อผักน้อยที่สุดด้วยคือ 2.00 เมล็ด ส่วนต้นแพงพวยฝรั่ง tetraploid สีชมพูที่เจริญพันธุ์น้อยที่สุดพบจากต้นที่เกิดมาจากการใช้โคลชิซินเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ 12 หยด คือมีเพียง 3 ต้น แต่มีค่าเฉลี่ยของเมล็ด



รูปที่ 14 เปรียบเทียบขนาดของรากแพงพวยฝรั่งที่เป็น diploid  
กับ tetraploid ใน  $C_1$  generation



รูปที่ 15 เปรียบเทียบขนาด รูปร่างของฝัก และขนาดของเมล็ดแพงพวยฝรั่งที่ได้จากต้น diploid กับ tetraploid ใน C<sub>1</sub> generation



ตารางที่ 14 แสดงจำนวนต้นที่เจริญพันธุ์ได้และจำนวนเมล็ดเฉลี่ยของ diploid และ tetraploid ใน  $C_1$  generation ของแพงพวยฝรั่งสีขาว และสีชมพู

ความเข้มข้น และจำนวนหยด โคคลิซีน	แพงพวยฝรั่งสีขาว		แพงพวยฝรั่งสีชมพู	
	จำนวนต้นที่เจริญพันธุ์ได้	จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อฝัก **	จำนวนต้นที่เจริญพันธุ์ได้*	จำนวนเมล็ดต่อฝัก **
0	10	22.29	10	23.41
0.2 % 6	6	2.23	5	2.56
0.2 % 12	4	2.00	8	2.28
0.2 % 18	6	2.25	8	2.40
0.6 % 6	10	3.28	7	2.96
0.6 % 12	7	2.50	10	2.94
0.6 % 18	9	2.60	7	3.51
1.0 % 6	9	3.03	9	3.57
1.0 % 12	8	2.05	3	3.60
1.0 % 18	4	2.15	9	2.98
เฉลี่ยต้น 4x	7	2.45	7.33	2.98

\* แต่ละการทดลองนับจาก 10 ต้น

\*\* นับจากต้นที่เจริญพันธุ์ ต้นละ 10 ฝัก

ต่อฝากสูงสุดคือ 3.60 เมล็ด

เมื่อเปรียบเทียบกัน tetraploid ทั้งหมดของสีข้าวและสีชมพู พบว่าค่าเฉลี่ยจำนวนต้นที่เจริญพันธุ์ได้ของแพงพวยฝรั่งทั้งสองสีใกล้เคียงกันคือ 7 ต้น ในสีข้าว และ 7.33 ต้นในสีชมพู ส่วนจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อฝักของทั้งสองสีต่ำมากเมื่อเทียบกับ diploid คือสีข้าวมีค่าเฉลี่ย 2.45 เมล็ด และสีชมพูมีค่าเฉลี่ย 2.98 เมล็ด (ค่าเฉลี่ยของ diploid สีข้าวเท่ากับ 22.29 เมล็ด และ diploid สีชมพูเท่ากับ 23.41 เมล็ด)

#### 5. การเจริญพันธุ์ของต้น tetraploid ( $C_1$ generation)

เมื่อนำค่าเฉลี่ยจำนวน univalent, bivalent, trivalent และ quadrivalent ที่ได้จากการศึกษา microsporocyte ในระยะ first metaphase มาเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของขนาดและเปอร์เซ็นต์การมีชีวิตของละอองเรณู รวมทั้งจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อฝักของแพงพวยฝรั่งสีข้าวและสีชมพูที่เป็น diploid และ tetraploid ( $C_1$  generation) ดังตารางที่ 15 พบว่าต้น tetraploid ส่วนใหญ่ที่มีจำนวน quadrivalent สูง จะมีขนาดละอองเรณูใหญ่ขึ้น แต่มีเปอร์เซ็นต์การมีชีวิตของละอองเรณูและจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อฝักน้อยลง เช่น ต้น tetraploid สีขาวที่เกิดจากการใช้โคลชิซินเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ 12 หยด มีจำนวน quadrivalent สูงสุดคือ 5.02 มีค่าเฉลี่ยขนาดละอองเรณูใหญ่ที่สุดคือ 83.37 ไมครอน แต่มีเปอร์เซ็นต์การมีชีวิตของละอองเรณูและจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อฝักต่ำสุดคือ 34.30 เปอร์เซ็นต์ และ 2.00 เมล็ด ตามลำดับ ส่วนต้นที่มีจำนวน quadrivalent ต่ำสุด ซึ่งเกิดจากโคลชิซินเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ 6 หยด มีจำนวน quadrivalent เฉลี่ยเพียง 4.16 (ไม่พบ univalent และ trivalent) และมีขนาดละอองเรณูเฉลี่ย 80.64 ไมครอน มีเปอร์เซ็นต์การมีชีวิตของละอองเรณูและจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อฝักสูงขึ้นคือ 38.70 เปอร์เซ็นต์ และ 2.23 เมล็ด ตามลำดับ

สำหรับแพงพวยฝรั่งสีชมพูที่เป็น tetraploid ส่วนใหญ่ที่มีจำนวน quadrivalent สูงจะมีการเจริญพันธุ์ต่ำ ตัวอย่างเช่นต้น tetraploid ที่เกิดจากการใช้โคลชิซินเข้มข้น 0.6 เปอร์เซ็นต์ 6 หยด มีจำนวน quadrivalent เฉลี่ยสูงสุดคือ 5.09 มีขนาดละอองเรณูเฉลี่ย 81.77 ไมครอน มีเปอร์เซ็นต์การมีชีวิตของละอองเรณู 46.40 เปอร์เซ็นต์ และมีจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อฝัก 2.96 เมล็ด เมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่มีจำนวน quadrivalent ต่ำสุดคือ 4.69 ซึ่งเกิดจากโคลชิซินเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ 6 หยด มีค่าเฉลี่ยขนาดละอองเรณูใหญ่ขึ้นคือ 82.70 ไมครอน เปอร์เซ็นต์การมีชีวิตของละอองเรณูและจำนวนเมล็ด

ตารางที่ 15 เปรียบเทียบจำนวน univalent, bivalent, trivalent และ quadrivalent, ค่าเฉลี่ยของขนาดและเปอร์เซ็นต์การมีชีวิตของละอองเรณู และจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อฝักของแพลงพวยฝรั่งสีขาและสีชมพูที่เป็น diploid และ tetraploid ( $C_1$  generation)

ความเข้มข้นและจำนวนหยดโคลชิซิน	ระดับของ ploidy	ชนิดของแพลงพวยฝรั่ง	จำนวน univalent	จำนวน bivalent	จำนวน trivalent	จำนวน quadrivalent	ค่าเฉลี่ยขนาดละอองเรณู	เปอร์เซ็นต์การมีชีวิตของละอองเรณู	จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อฝัก
0	2x	สีขา	-	8.00	-	-	63.66	98.90	22.29
		สีชมพู	-	8.00	-	-	63.59	99.20	23.41
0.2% 6	4x	สีขา	-	7.68	-	4.16	80.64	38.70	2.23
		สีชมพู	-	6.62	-	4.69	82.70	43.90	2.56
0.2% 12	4x	สีขา	0.01	5.94	0.01	5.02	83.37	34.30	2.00
		สีชมพู	0.02	6.15	-	4.92	72.27	49.30	2.28
0.2% 18	4x	สีขา	0.03	7.63	0.01	4.17	79.66	56.40	2.25
		สีชมพู	0.02	6.37	-	4.81	81.42	56.00	2.40
0.6% 6	4x	สีขา	0.02	6.89	-	4.55	78.71	54.00	3.28
		สีชมพู	-	5.82	-	5.09	81.77	46.40	2.96
0.6% 12	4x	สีขา	-	7.04	-	4.48	78.46	53.80	2.50
		สีชมพู	0.05	6.12	0.01	4.92	79.66	39.90	2.94
0.6% 18	4x	สีขา	0.04	7.43	0.02	4.26	78.85	56.60	2.60
		สีชมพู	0.02	6.43	-	4.78	80.88	36.90	3.51
1.0% 6	4x	สีขา	-	7.14	-	4.43	80.54	52.40	3.03
		สีชมพู	0.03	6.01	0.01	4.98	79.43	46.20	3.57
1.0% 12	4x	สีขา	0.01	7.19	0.03	4.38	78.98	54.70	2.05
		สีชมพู	0.01	6.28	0.01	4.85	80.86	48.30	3.60
1.0% 18	4x	สีขา	0.05	6.39	0.03	4.77	78.65	58.30	2.15
		สีชมพู	-	6.16	-	4.92	80.76	51.00	2.98

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



เฉลี่ยต่อฝักต่ำลงคือ 43.90 เปอร์เซ็นต์ และ 2.56 เมล็ด ตามลำดับ แต่มีแพงพวยฝรั่ง tetraploid หลายต้นที่พบจำนวน quadrivalent ค่อนข้างสูง กลับมีเปอร์เซ็นต์ การมีชีวิต ของละอองเรณูและจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อฝักสูงด้วย เช่น tetraploid สีขาวที่เกิดจาก โคลชิซินเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ 6 หยด มีจำนวน quadrivalent 4.43 มีเปอร์เซ็นต์ การมีชีวิต ของละอองเรณูและจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อฝักค่อนข้างสูงคือ 52.40 เปอร์เซ็นต์ และ 3.03 เมล็ดตามลำดับ ส่วน tetraploid สีชมพูที่เกิดจากโคลชิซินเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ 6 หยด มีจำนวน quadrivalent 4.98 (รองจากค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 5.09) มี univalent 0.03 และ trivalent 0.01 ทำให้เปอร์เซ็นต์การเจริญพันธุ์ของละออง เรณูลดลงเป็น 46.20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้อยกว่าต้น tetraploid ที่ได้จากโคลชิซินเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ 6 หยด ที่มีจำนวน quadrivalent มากที่สุด แต่กลับมีจำนวนเมล็ดเฉลี่ย ต่อฝักสูงกว่าคือมีเมล็ด 3.57 เมล็ด ต่อฝักแทน 2.96 เมล็ด

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย