บทที่ 3

ผลการทดลอง

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. การศึกษาคารีโอไทพ์

การจัดคารีโอไทพ์ของบัวจีนดอกเหลืองเข้ม ศึกษาจากเซล 10 เซล โดยใช้ centromeric index (C.I.) เป็นหลักสามารถจัดโครโมโซมเป็น 4 ชนิด คือ ค่า centromeric index ระหว่าง 0.50 - 0.54 จัดเป็น metacentric chromosome ระหว่าง 0.55 - 0.66 จัดเป็น submetacentric chromosome ระหว่าง 0.67-0.89 จัดเป็น acrocentric chromosome และระหว่าง 0.90 - 1.00 จัดเป็น telocentric chromosome ส่วนการจัดขนาดของโครโมโซม ถือค่า relative length (R.L.) เป็นหลักแบ่งเป็น 3 ขนาด คือ ขนาดใหญ่, ขนาดกลาง และขนาดเล็ก โดยใช้ความยาวของ relative length ของโครโมโซมคู่ที่ยาวที่สุด (คู่ที่ 1) เป็นหลักกล่าวคือ โครโมโซมที่มีค่า relative length น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของโครโมโซมคู่ที่ยาวที่สุดจัดเป็นโครโมโซมขนาดเล็ก ส่วนโครโมโซมขนาดกลาง หาโดยวิธีทางสถิติ โดยนำข้อมูลเข้าสู่โค้งปกติ ด้วยการทำให้เป็นคะแนนมาตรฐานหาพื้นที่โค้งปกติ และเทียบกลับมาเป็นความยาวของโครโมโซม

โครโมโซมของบัวจีนดอกเหลืองเข้ม (Z. citrina Baker) มีจำนวน 48 แท่งจากค่าความยาวของโครโมโซมแต่ละแท่ง ซึ่งได้จากผลรวมของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) กับความยาวของแขนโครโมโซมข้างยาว (Ll) และค่า relative length ที่แสดงไว้ในตารางที่ 2 (ดูที่ตารางผนวก) พบว่าโครโมโซมคู่ที่ยาวที่สุดมีความยาวระหว่าง 3.75-9.00 เซ็นติเมตร เมื่อคิดค่าเฉลี่ย 10 เซลได้ค่าความยาวของโครโมโซมคู่ที่ยาวที่สุดเป็น 5.96 เซ็นติเมตร ซึ่งมีค่า relative length เท่ากับ 0.036 ส่วนโครโมโซมคู่ที่สั้นที่สุดมีความยาวระหว่าง 1.10-3.00 เซ็นติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 1.84 เซ็นติเมตร ค่า

ค่า relative length เป็น 0.011 จากค่าความยาวของแขนโครโมโซมข้างยาว และความยาวของโครโมโซมแต่ละแท่งในตารางที่ 2 นำมาคำนวณหาค่า centromeric index ของโครโมโซมทั้ง 24 คู่ในแต่ละเซลรวมทั้งหมด 10 เซล ดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่าโครโมโซมคู่ที่ 1 และคู่ที่ 16 มีค่า C.I. เท่ากัน คือ 0.51 ส่วนคู่ที่ 2 และคู่ที่23 ก็มีค่า C.I. เท่ากันคือ 0.52 และโครโมโซมคู่ที่ 4, 5, 7, 8, 10, 11, 20, 24 มีค่า C.I. มากกว่า 0.66 โครโมโซมคู่ที่ 3,6,9,12,13,14,15,17,18,19,21,22 มีค่า C.I. อยู่ระหว่าง 0.57-0.62 จากตารางที่ 2,3 นำค่าเฉลี่ย relative length และ centromeric index มาคำนวณหา standard deviation และ standard error ดังแสดงในตารางที่ 4 แล้วนำมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย relative length กับค่าเฉลี่ย centromeric index รวมทั้งค่า standard deviation และ standard error ดังกราฟที่ 1 จะเห็นว่าโครโมโซมคู่ที่ 1,2,16,23 มีค่า C.I. น้อยกว่า 0.54 จึงจัดเป็น metacentric chromosome ส่วนโครโมโซมคู่ที่ 4,5,7,8,10,11,20 และ 24 มีค่า C.I. มากกว่า 0.66 จึงจัดโครโมโซมกลุ่มนี้เป็น acrocentric chromosome และโครโมโซมกลุ่มที่เหลือคือ ประกอบด้วยคู่ที่ 3,6,9,12,13,14,15,17,18,19,21 และ 22 จัดเป็น submetacentric chromosome เนื่องจากมีค่า C.I. อยู่ระหว่าง 0.55-0.66 และทราบขนาดของโครโมโซม โดยดูจากค่า relative length โครโมโซมขนาดเล็กจะมีค่า relative length น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของโครโมโซมคู่ที่ยาวที่สุดซึ่งเท่ากับ 0.018 ดังนั้นโครโมโซมขนาดเล็ก มี 12 คู่ ตั้งแต่คู่ที่ 13 ถึงคู่ที่ 24 ซึ่งโครโมโซมคู่ที่ 10,11 คู่ที่,13 กับ 14 และคู่ที่ 17 กับ 18 มีค่า RL, C.I. เท่ากัน ส่วนโครโมโซมขนาดใหญ่ จะประกอบด้วยคู่ที่ 1,2 ดังนั้นโครโมโซมขนาดกลางคือคู่ที่ 2-12

จากตารางที่ 2,3 และกราฟที่ 1 สามารถนำมาจัดชนิด, ขนาดโครโมโซม ดังตารางที่ 5 จะเห็นว่าแบ่งโครโมโซมบัวจีนดอกเหลืองเข้ม ออกเป็นโครโมโซมขนาดใหญ่ 2 คู่ คือ คู่ที่ 1,2 ซึ่งจัดเป็น metacentric chromosome แต่คู่ที่ 1,2 แยกจากกันได้แม้เป็นโครโมโซมชนิดเดียวกัน เนื่องจากมีความยาวโครโมโซมต่างกันชัดเจน โครโมโซมขนาดกลาง 10 คู่ (คู่ที่ 3-12) แบ่งเป็น 2 กลุ่มย่อย คือ กลุ่มที่ประกอบด้วย

ต้นฉบับไม่มีหน้า 23

NO PAGE 23 IN ORIGINAL

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

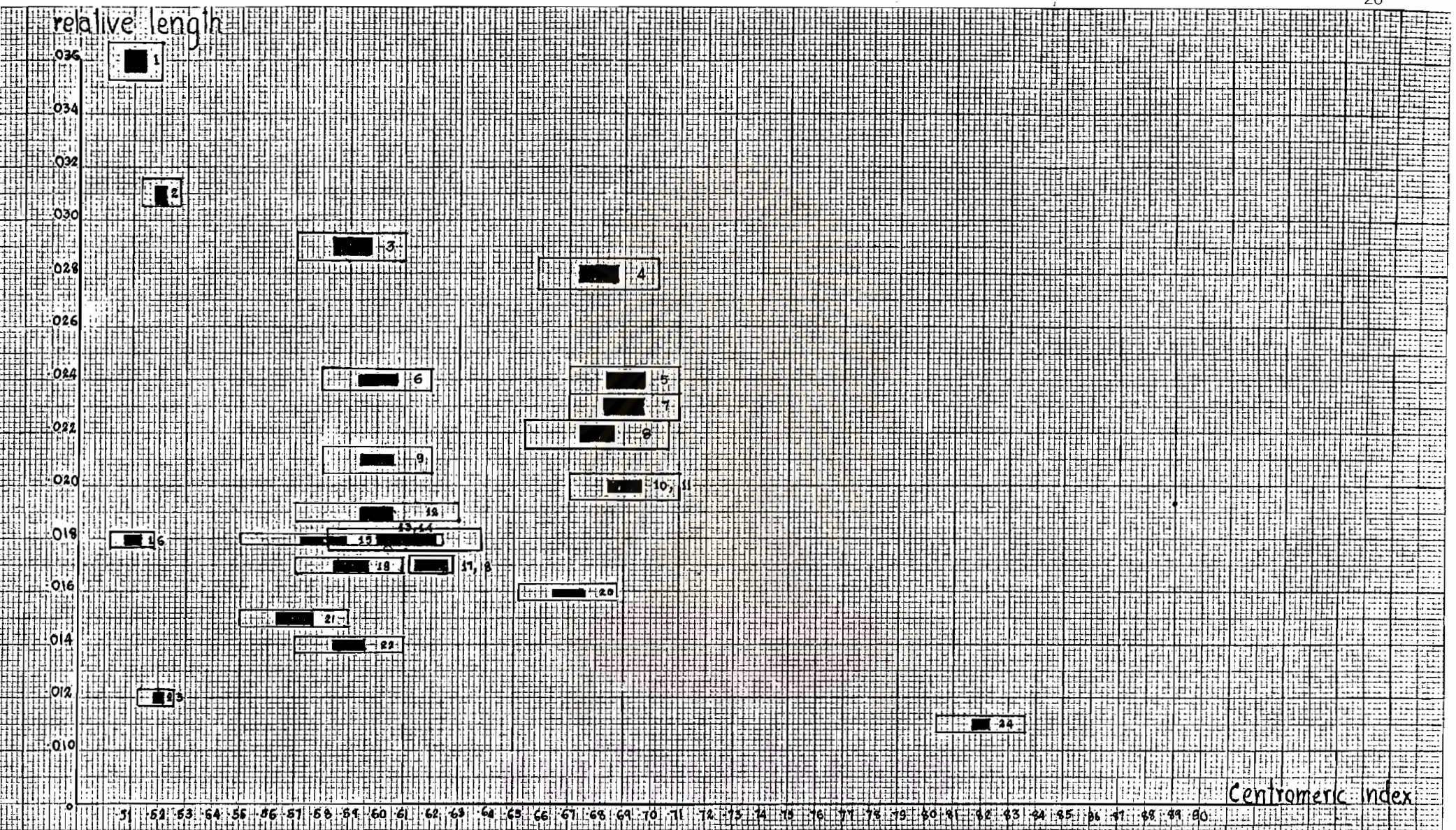
ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) Standard deviation (S.D.)และ standard error($S_{\bar{x}}$) ของ relative length (RL.) และ centromeric index (C.I.)ของ Z. citrina Baker ทั้ง 24 คู่

คู่ที่	relative length (RL.)			centromeric index (CI.)		
	Mean	St.deviation	St. error	Mean	St.deviation	St. error
1	0.036	± 0.0036	± 0.0007	0.51	± 0.012	± 0.0027
2	0.031	± 0.0026	± 0.0005	0.52	± 0.009	± 0.0021
3	0.029	± 0.0027	± 0.0005	0.59	± 0.028	± 0.0060
4	0.028	± 0.0030	± 0.0006	0.68	± 0.030	± 0.0070
5	0.025	± 0.0029	± 0.0006	0.69	± 0.026	± 0.0061
6	0.024	± 0.0020	± 0.0004	0.60	± 0.026	± 0.0061
7	0.023	± 0.0025	± 0.0005	0.69	± 0.026	± 0.0062
8	0.022	± 0.0026	± 0.0005	0.68	± 0.030	± 0.0072
9	0.021	± 0.0024	± 0.0005	0.60	± 0.024	± 0.0051
10	0.020	± 0.0022	± 0.0004	0.69	± 0.028	± 0.0075
11	0.020	± 0.0021	± 0.0004	0.69	± 0.032	± 0.0073
12	0.019	± 0.0017	± 0.0003	0.60	± 0.024	± 0.0091
13	0.018	± 0.0012	± 0.0002	0.61	± 0.020	± 0.0042
14	0.018	± 0.0015	± 0.0003	0.61	± 0.034	± 0.0085
15	0.018	± 0.0012	± 0.0002	0.58	± 0.038	± 0.0093
16	0.018	± 0.0016	± 0.0003	0.51	± 0.012	± 0.0024
17	0.017	± 0.0016	± 0.0003	0.62	± 0.027	± 0.0061
18	0.017	± 0.0015	± 0.0003	0.62	± 0.025	± 0.0065
19	0.017	± 0.0014	± 0.0003	0.59	± 0.028	± 0.0067
20	0.016	± 0.0013	± 0.0002	0.67	± 0.023	± 0.0052

ตารางที่ 4 (ต่อ)

คู่ที่	relative length (RL)			centromeric index (CI)		
	Mean	St.deviation	St.error	Mean	St.deviation	St.error
21	0.015	±0.0016	±0.0003	0.57	±0.030	±0.0071
22	0.014	±0.0016	±0.0003	0.59	±0.026	±0.0064
23	0.013	±0.0015	±0.0003	0.52	±0.010	±0.0021
24	0.011	±0.0017	±0.0003	0.82	±0.011	±0.0025

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



กราฟที่ 1 ตำแหน่งเครโมโซม ของ Z citrina Baker สี่เหลี่ยมคำหมายถึง error ของ mean สี่เหลี่ยมขาวหมายถึง standard deviation ของ relative length (ordinate) และ centromeric index (abscissa)

ตารางที่ 5 ชนิด, ขนาดโครโมโซม และค่าเฉลี่ย centromeric index กับ relative length ของ Z. citrina Baker 2n = 48

คู่ที่	ชนิดโครโมโซม	ขนาด	ค่าเฉลี่ย centromeric index	ค่าเฉลี่ย relative length
1	metacentric	ใหญ่	0.51	0.036
2	metacentric	ใหญ่	0.52	0.031
3	submetacentric	กลาง	0.59	0.029
4	acrocentric	กลาง	0.68	0.028
5	acrocentric	กลาง	0.69	0.025
6	submetacentric	กลาง	0.60	0.024
7	acrocentric	กลาง	0.69	0.023
8	acrocentric	กลาง	0.68	0.022
9	submetacentric	กลาง	0.60	0.021
10	acrocentric	กลาง	0.69	0.020
11	acrocentric	กลาง	0.69	0.020
12	submetacentric	กลาง	0.60	0.019
13	submetacentric	เล็ก	0.61	0.018
14	submetacentric	เล็ก	0.61	0.018
15	submetacentric	เล็ก	0.58	0.018
16	metacentric	เล็ก	0.51	0.018
17	submetacentric	เล็ก	0.62	0.017
18	submetacentric	เล็ก	0.62	0.017
19	submetacentric	เล็ก	0.59	0.017
20	acrocentric	เล็ก	0.67	0.016
21	submetacentric	เล็ก	0.57	0.015

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

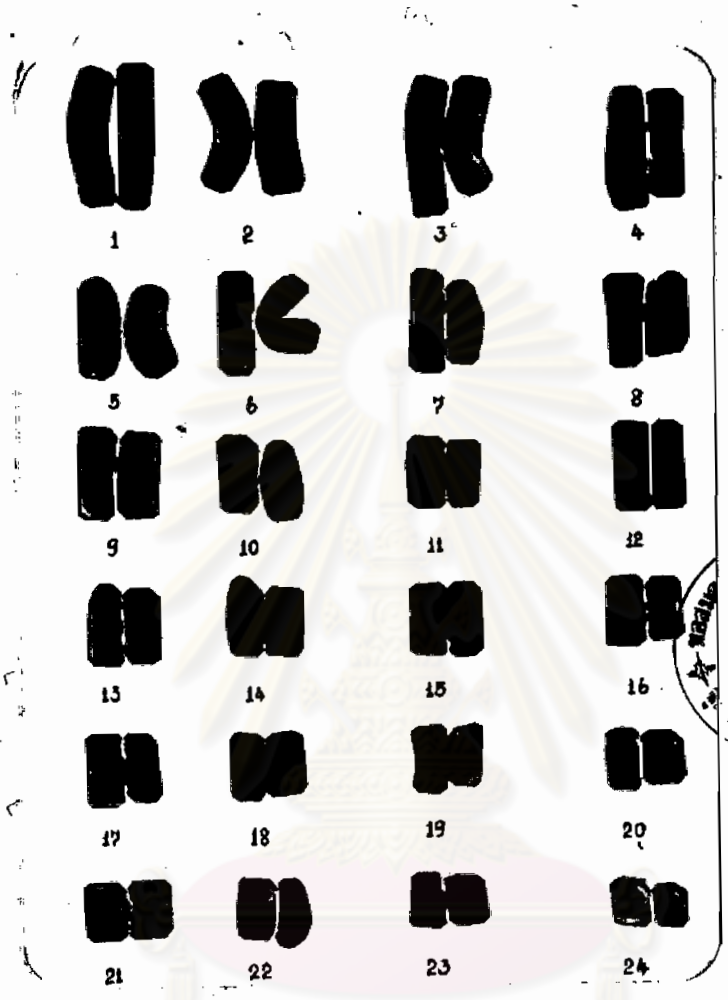
ตารางที่ 5 (ต่อ)

คู่ที่	ชนิดโครโมโซม	ขนาด	ค่าเฉลี่ย centromeric index	ค่าเฉลี่ย relative length
22	submetacentric	เล็ก	0.59	0.014
23	metacentric	เล็ก	0.52	0.013
24	acrocentric	เล็ก	0.82	0.011

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โครโมโซมคู่ที่ 3,6,9,12 จัดเป็น submetacentric chromosome เนื่องจากมี centromere เป็น submedian และกลุ่มที่เป็น acrocentric chromosome ประประกอบด้วยคู่ที่ 4,5,7,8,10,11 ส่วนโครโมโซมขนาดเล็กมี 12 คู่แบ่งเป็น 3 กลุ่มย่อย กลุ่มแรก metacentric chromosome คู่ที่ 16, 23 กลุ่มที่สองประกอบด้วยคู่ที่ 13,14,15,17,18,19,21 และ 22 จัดเป็น submetacentric chromosome และกลุ่มที่สามมีโครโมโซม 2 คู่ คือ คู่ที่ 20,24 ซึ่งเป็น acrocentric chromosome ดัง (ภาพที่ 1)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 1 ลักษณะ karyogram ของบัวจีนดอกเหลืองเข้ม (Z. citrina Baker)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ผลจากการฉายรังสี

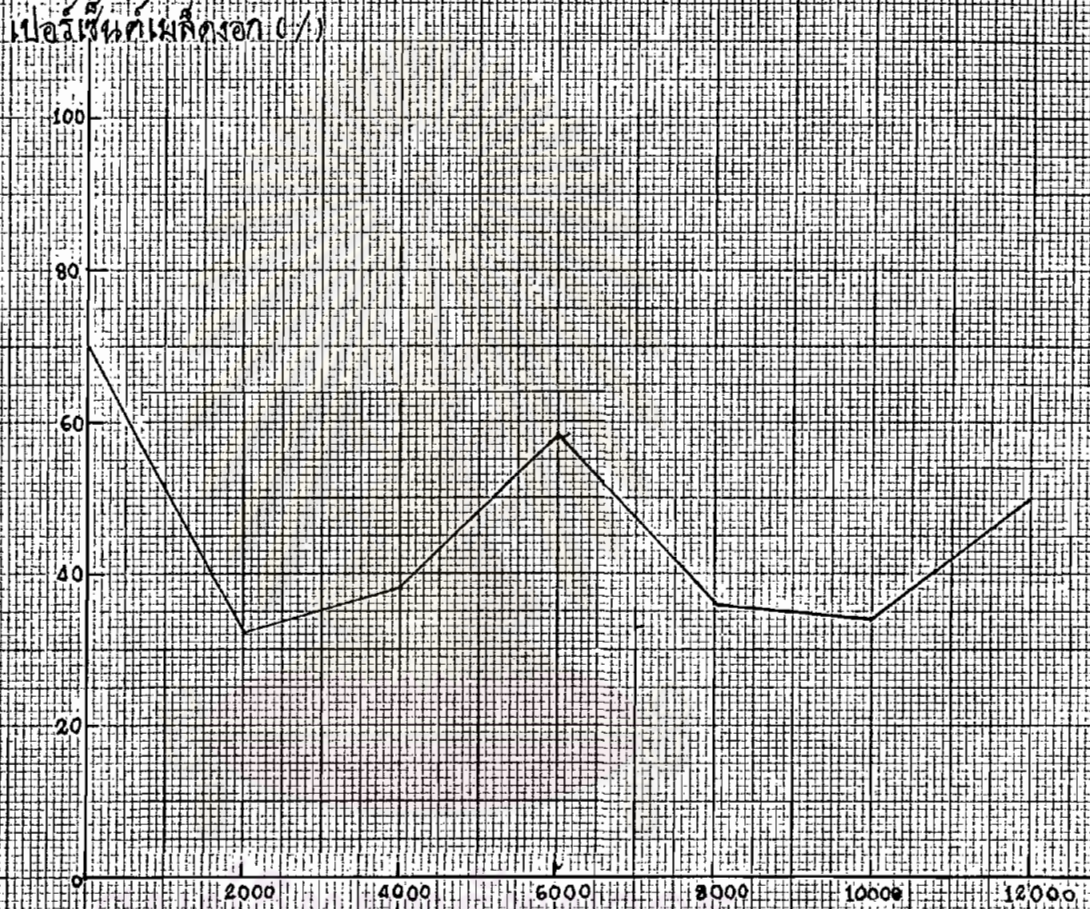
2.1 ผลของรังสีต่อการงอกของเมล็ด

เมื่อนำเมล็ดไปฉายรังสีปริมาณต่างๆ กันแล้วนำไปเพาะ ประมาณ 14 วัน ศึกษาอัตราการงอกของเมล็ดที่ได้รับรังสีกับเมล็ดที่ไม่ได้รับรังสี พบเปอร์เซนต์การงอกของเมล็ดต่างกันดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เปอร์เซนต์การงอกของเมล็ดเมื่อได้รับรังสีปริมาณต่างๆ

ปริมาณรังสี (rads)	จำนวนเมล็ดที่ได้รับรังสี	จำนวนเมล็ดงอก	เปอร์เซนต์เมล็ดงอก (%)
0	20	14	70
2000	61	20	32.7
4000	56	27	48.2
6000	56	33	58.9
8000	92	34	36.9
10000	86	30	34.8
12000	55	28	50.9

พบว่าต้นกล้าที่งอกจากเมล็ดปกติมีเปอร์เซนต์การงอกสูงถึง 70% เมล็ดที่งอกได้ดีรองลงมาได้แก่ เมล็ดที่ได้รับรังสี 6000 และ 12000 rads ตามลำดับ ส่วนเมล็ดที่งอกได้น้อยที่สุดคือ เมล็ดที่ได้รับรังสี 2000 rads งอกได้เพียง 32.7% เมื่อนำค่าเปอร์เซนต์เมล็ดงอกกับปริมาณรังสีที่ใช้มาเขียนกราฟ (ดังกราฟที่ 2) พบว่าปริมาณของรังสีที่ใช้ไม่มีความสัมพันธ์กับเปอร์เซนต์การงอกในแบบเชิงเส้น



กราฟที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การงอกกับปริมาณรังสี

2.2 ผลของรังสีที่มีต่อโครโมโซม

นำรากของต้นกล้าอายุ 16 สัปดาห์ ที่ได้จากเมล็ดหลังจากฉายรังสี 2000, 4000, 6000, 8000, 10000 และ 12000 rads จำนวน 20, 27, 33, 34, 30 และ 28 ต้น มาศึกษารูปร่างลักษณะโครโมโซมในระยะเมตาเฟส โดยวิธี Feulgen squash ใช้ราก 30 รากในแต่ละปริมาณรังสี ในแต่ละรากศึกษาจำนวนเซล 20 เซล ผลการศึกษาพบความผิดปกติของโครโมโซมชนิดต่างๆ ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 จำนวนเซลที่มีโครโมโซมผิดปกติที่เกิดจากรังสีแกมมา

ปริมาณรังสี (rads)	จำนวนเซลที่ศึกษา	จำนวนเซลที่มีโครโมโซมผิดปกติ					
		ring chromosome	chromatid gap	fragment	dicentric chromosome	sister chromatid exc.	others
0	600	0	0	0	0	0	0
2000	600	0	0	0	0	0	1**
4000	600	3	1	3	2	0	1**
6000	600	0	0	2	2	0	1*
8000	600	0	0	9	0	0	0
10000	600	3	0	5	4	2	1**
12000	600	1	0	7	2	2	0

หมายเหตุ * โครโมโซมพองผิดปกติ

** โครโมโซมมีเนื้อโครโมโซมอื่นมาเพิ่ม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชนิดโครโมโซมที่ผิดปกติต่าง ๆ เช่น ring chromosome(ภาพที่ 2) พบได้ในต้นที่ได้รับรังสี 4000, 10000 rads ประมาณ 0.51 % และต้น 12000 rads0.17 % chromatid gap (ภาพที่ 3) พบเฉพาะในต้นที่ได้รับรังสี 4000 rads ประมาณ 0.17 %, fragement (ภาพที่ 4) พบได้ในต้นที่ได้รับรังสีปริมาณต่าง ๆ ยกเว้นต้น 2000 rads และ 8000rads พบมากที่สุดประมาณ 1.53 %, dicentric chromosome (ภาพที่ 5) พบในต้นที่ได้รับรังสี 4000, 6000, 12000 rads ประมาณ 0.33 % และ 0.66 % ในต้น 10000 rads, sister chromatid exchange (ภาพที่ 6) ประมาณ 0.33 % ในต้นที่ได้รับรังสี 10000, 12000 rads ส่วนลักษณะผิดปกติอื่น ๆ เช่น โครโมโซมมีการพองผิดปกติ (ภาพที่ 7) พบได้ในต้นที่ได้รับรังสี 6000 rads ประมาณ 0.17 % และลักษณะที่โครโมโซมมีเนื้อโครโมโซมอื่นมาเพิ่ม (ภาพที่ 8) ในต้นที่ได้รับรังสี 2000, 4000 และ 12000 rads ประมาณ 0.17 %

ส่วนหัวกลีบเมื่อฉายรังสีแล้วมาปลูกในกระถาง ประมาณ 8 สัปดาห์ พบว่าราก-เน่า เปื่อย หลุดไปจากหัวจนหมด จึงไม่สามารถนำรากมาศึกษาโครโมโซมได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 2 Ring chromosome (ลูกศรชี้) ของ Z. citrina Baker (basic number = 6) ปริมาณรังสี 4000 rads กำลังขยาย 1000 เท่า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

i 17155714

ภาพที่ 3 Chromatid gap (ลูกศรชี้) ปริมาณรังสี 4000 rads กำลังขยาย 1000 เท่า

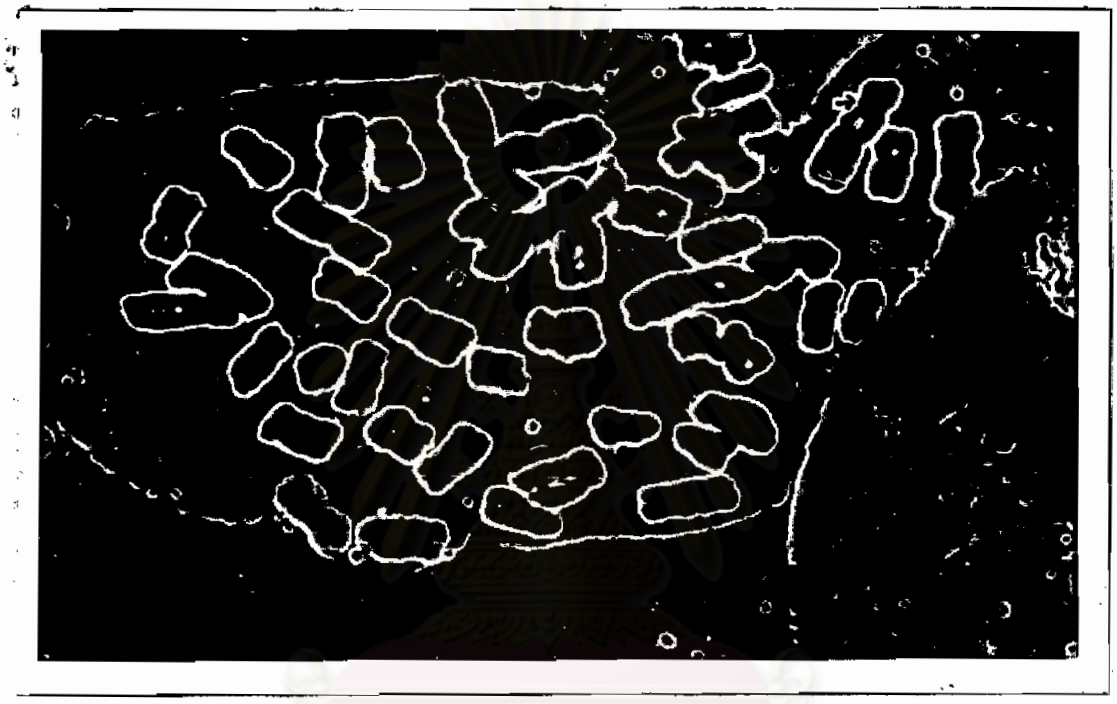
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 4 Fragments (ลูกศรชี้) ปริมาณรังสี 8000 rads กำลังขยาย 1000 เท่า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 5 Dicentric chromosome (ลูกศรชี้) ปริมาณรังสี 4000 rads กำลังขยาย 1000 เท่า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

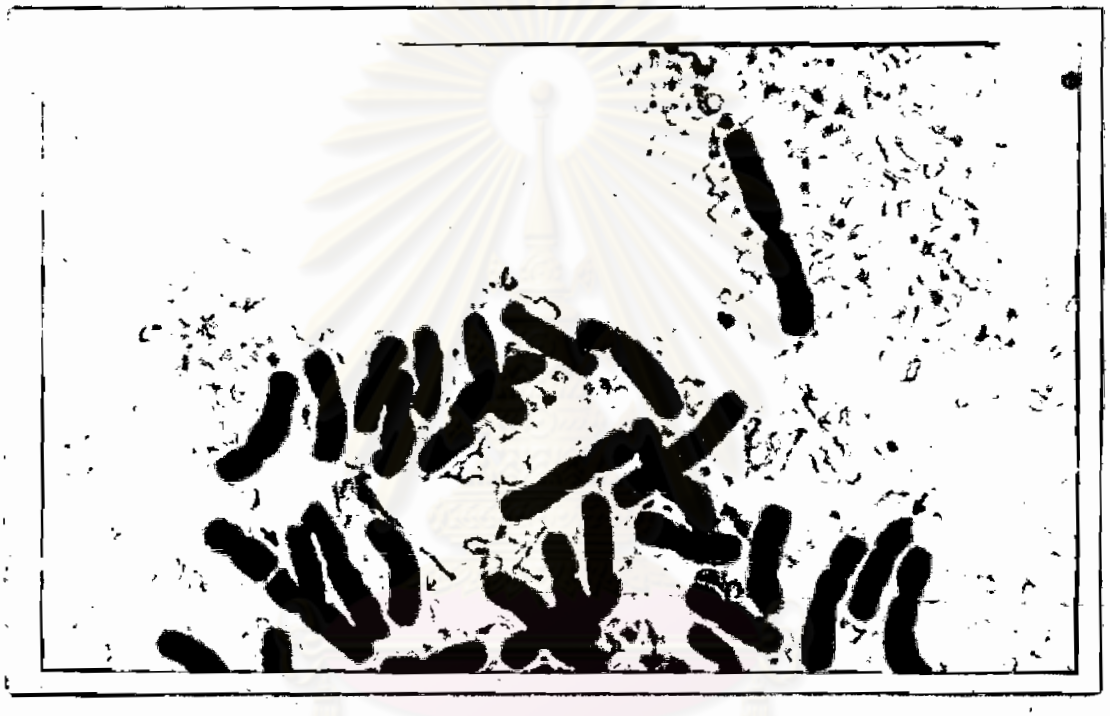


ภาพที่ 6 Sister chromatid exchange (ลูกศรชี้) ของโครโมโซมคู่ที่ 4 ปริมาณรังสี 12000 rads กำลังขยาย 1000 เท่า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 7 การพองของโครโมโซมคู่ที่ 22 (ลูกศรชี้) ปริมาณรังสี 6000 rads กำลังขยาย 1000 เท่า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

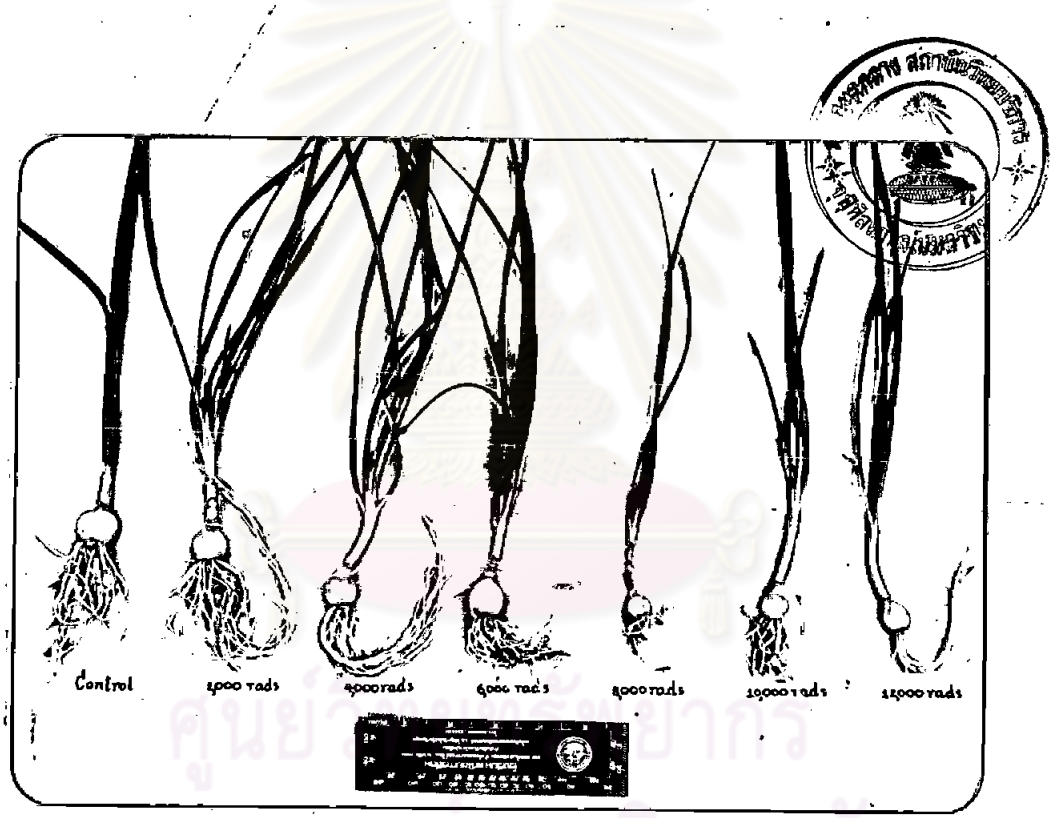


ภาพที่ 8 Fragment (ลูกศรชี้) ของโครโมโซมคู่ที่ 1 และมีเนื้อโครโมโซมอื่นมาเพิ่ม (ลูกศรชี้) บนโครโมโซมคู่ที่ 14 ปริมาณรังสี 4000 rads กำลังขยาย 1000 เท่า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.3 ผลของรังสีที่มีต่อลักษณะภายนอกของลำต้น ใบ

2.3.1 หัวกลีบของต้นที่เจริญมาจากเมล็ดที่ได้รับรังสี มีขนาดแตกต่างจากต้นปกติ คือ เมื่ออายุได้ 365 วันพบว่า ปริมาณรังสี 8000, 10000 และ 12000 rads ขนาดหัวกลีบเล็กกว่าหัวกลีบปกติ ขณะที่ 2000, 4000 และ 6000 rads ขนาดหัวกลีบใกล้เคียงกับหัวกลีบปกติ ลักษณะของใบของต้นที่ได้รับรังสีปริมาณต่าง ๆ ปกติ คือ รูปร่างยาว (linear) ใบมีสีเขียว (ภาพที่ 9)



ภาพที่ 9 ขนาดของหัวกลีบและใบที่ได้รับปริมาณรังสีต่าง ๆ กัน

2.3.2 นำส่วนหัวกลีบที่ได้รับปริมาณรังสีต่าง ๆ คือ 4000, 6000, 8000, 10000 และ 12000 rads โดยใช้หัว 10 หัวต่อการทดลองแต่ละครั้ง นอกจากหัวกลีบปกติ และหัวกลีบที่ได้รับรังสี 2000 rads ใช้การทดลองละ 4 หัวไปปลูกไว้ประมาณ 7 วัน แล้วสังเกตลักษณะภายนอก เช่น ใบ รวมทั้งการอยู่รอดของหัว ดังแสดงผลในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 การอยู่รอดของหัวกลีบ หลังจากที่ได้รับรังสี

หลังจากได้รับรังสี (วัน)	ปริมาณรังสี (rads)						
	0	2000	4000	6000	8000	10000	12000
1	4	4	10	10	10	10	10
7	+4	+4	+10	+10	+10	+10	+10
14	+4	+4	+10	+10	+10	+10	+10
21	+4	+4	+10	+10	+10	+10	+10
56	+4	+4	+10	+10	+10	+10	+10
133	+4	-4	-10	-10	-10	-10	-10
189	+4	+1	+1	-10	-10	+2	+1
210	+4	-4	-10	-10	+2	-10	-10
231	+4	+1	-10	-10	-10	-10	-10
365	+4	-4	+1	+1	-10	+1	-10

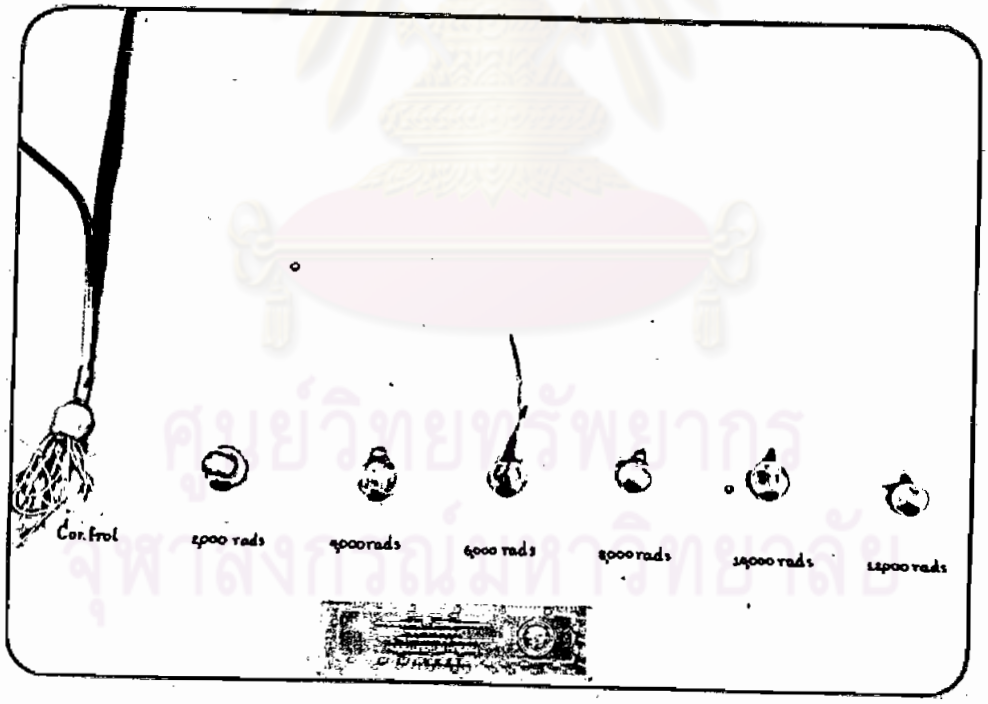
หมายเหตุ (+) แทนหัวกลีบที่ยังมีใบเหลืออยู่

(-) แทนหัวกลีบที่ใบร่วงหมดเหลือแต่หัว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พบว่าส่วนหัวกลีบหลังจากได้รับรังสี ใบเริ่มเหี่ยวแห้ง หลุดร่วงไป จนในที่สุด ประมาณ 133 วัน ใบร่วงหมด พร้อมทั้งรากก็หลุดร่วงเช่นกัน เหลือแต่ส่วนหัวอยู่ ต่อมา ประมาณ 189 วัน จะมีใบใหม่งอก ซึ่งมีลักษณะแคระแกรน หรือขาดคลอโรฟิลล์ ใบยาว ประมาณ 6 ซม. แล้วหลุดร่วงไปอีก ส่วนรากไม่พบว่าเกิดใหม่ คงเหลือแต่ส่วนหัวกลีบ

ประมาณ 365 วัน ส่วนหัวกลีบของต้นที่ไม่ได้รับรังสียังคงมีการเจริญสร้างใบ, ดอก ได้ปกติ ขณะที่ส่วนหัวกลีบของต้นที่ได้รับรังสี 2000, 8000, 10000 และ 12000 rads มีสีน้ำตาลแดงเกิดขึ้นเป็นแถบ หรือ จุดบนส่วนหัว ไม่มีราก ใบ ส่วนหัวกลีบที่ได้รับรังสี 4000, 6000 rads มีใบสีขาว หรือใบสีเขียวที่มีแถบสีแดงอยู่ ไม่มีราก เหลืออยู่เลย (ภาพที่ 10)



ภาพที่ 10 ลักษณะของหัวกลีบหลังจากได้รับรังสี 365 วัน

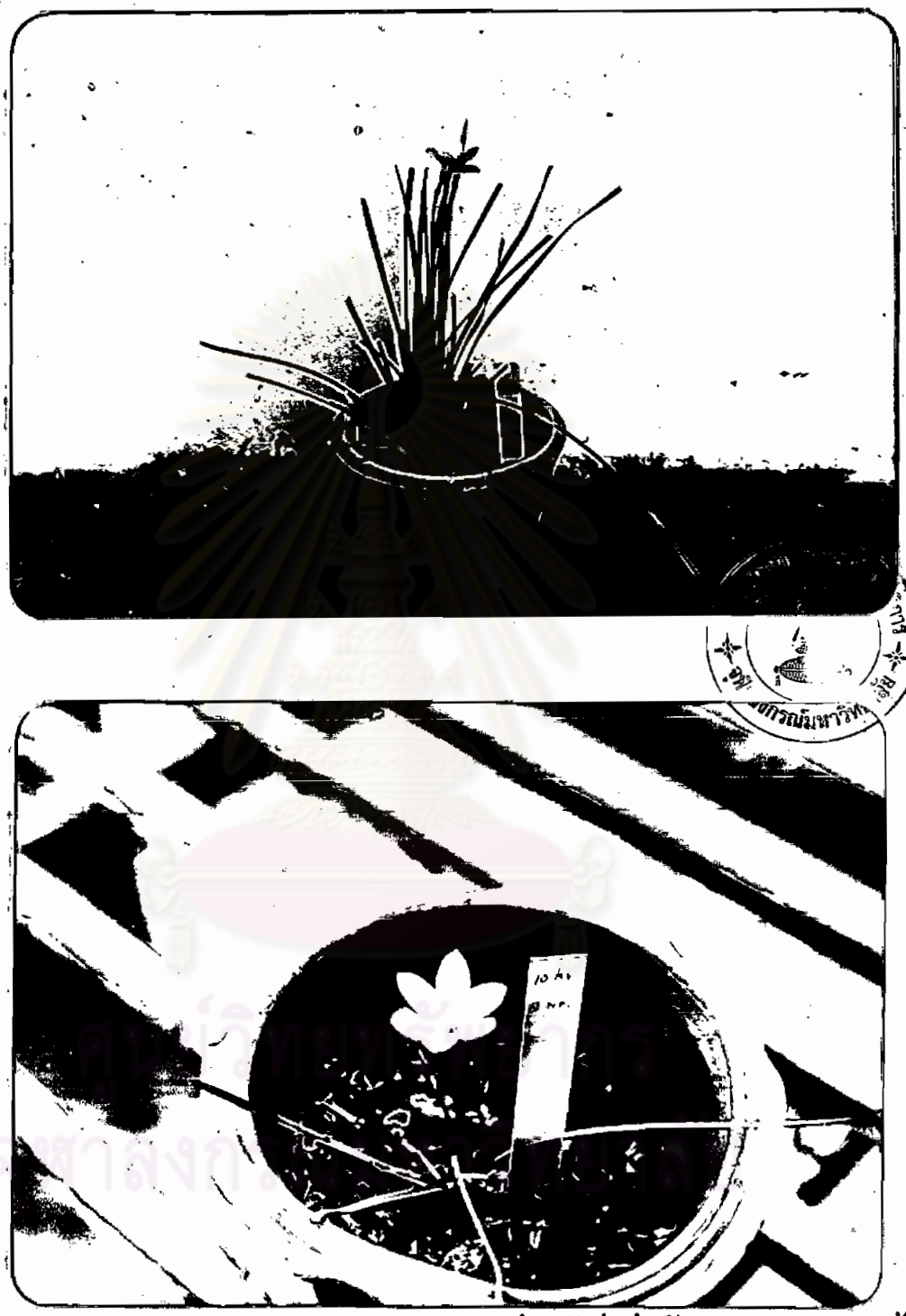
2.4 ผลของรังสีที่มีต่อลักษณะดอก

เมล็ดที่ได้รับรังสี 2000, 4000 และ 6000 rads เมื่อเจริญเติบโตจนอายุประมาณ 12 เดือน เริ่มมีดอก ขณะที่ต้นที่เจริญมาจากเมล็ดปกติประมาณ 7 เดือน ก็สามารถมีดอกได้ พบว่า ลักษณะดอกที่เจริญมาจาก 2000, 4000, 6000 rads ให้ลักษณะกลีบเลี้ยง กลีบดอกเหมือนกับต้นปกติ. ยกเว้นต้นที่ได้รับรังสี 4000 rads 1 ต้น ที่ให้ดอกมีลักษณะของสีจางลง และกลีบดอกยาวขึ้นเล็กน้อย ลักษณะที่ต่างจากต้นปกติ คือ อัตราการยืดตัวของก้านดอกจะช้ากว่าปกติ และก้านดอกของต้นที่ได้รับรังสีบางต้นจะสั้นกว่าปกติ ต้นปกติมีก้านดอกยาว 20-26 ซม. ขณะที่ต้นที่ได้รับรังสี 4000, 6000 rads ยาว 15, 16 ซม. ตามลำดับ

ส่วนหัวกลีบที่ได้รับรังสีปริมาณต่าง ๆ ประมาณ 1-6 สัปดาห์ ก็สามารถมีดอก เนื่องจากเลือกหัวระยะที่โตเต็มที่ (มีการสร้างตาดอกแล้ว) ดอกที่บานมีกลีบเลี้ยงกลีบดอกปกติ มีเกสรตัวผู้ 6 อัน เกสรตัวเมียมีปลายยอดเป็นสามแฉก (ภาพที่ 11) ยกเว้นก้านดอกมีความยาวลดลงจากเดิม ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ลักษณะดอกและความยาวของก้านดอก หลังจากหัวกลีบได้รับรังสี

ปริมาณรังสี (rads)	จำนวนหัว	จำนวนดอก	ลักษณะดอก	ความยาวก้านดอก (ซม.)
0	4	7	ปกติ	20-26
2000	4	7	ปกติ	4-12
4000	10	4	ปกติ	6-15
6000	10	4	ปกติ	8-17
8000	10	2	ปกติ	7-15
10000	10	1	ปกติ	20
		2	ปกติ	6-7
12000	10	1	ปกติ	22
		2	ปกติ	6-12



ภาพที่ 11 เปรียบเทียบความยาวของก้านดอกระหว่างต้นที่ไม่ได้รับรังสี (บน) กับต้นที่ได้รับรังสี (ล่าง)

2.5 การเจริญพันธุ์หลังจากได้รับรังสี

เมล็ดที่ได้รับรังสีปริมาณต่าง ๆ กัน เมื่อเจริญจนให้ดอกและทำการผสมตัวเอง พบว่า ต้นที่ได้รับรังสี 2000, 4000 และ 6000 rads สามารถผสมติดเมล็ดได้เหมือนปกติ ยกเว้นต้น 4000 และ 6000 rads (ที่เจริญให้ก้านสั้น) ผสมไม่ติดเมล็ด

ตารางที่ 10 ร้อยละของดอกที่ผสมติด และจำนวนเมล็ด จากต้นที่ได้รับรังสีปริมาณต่าง ๆ

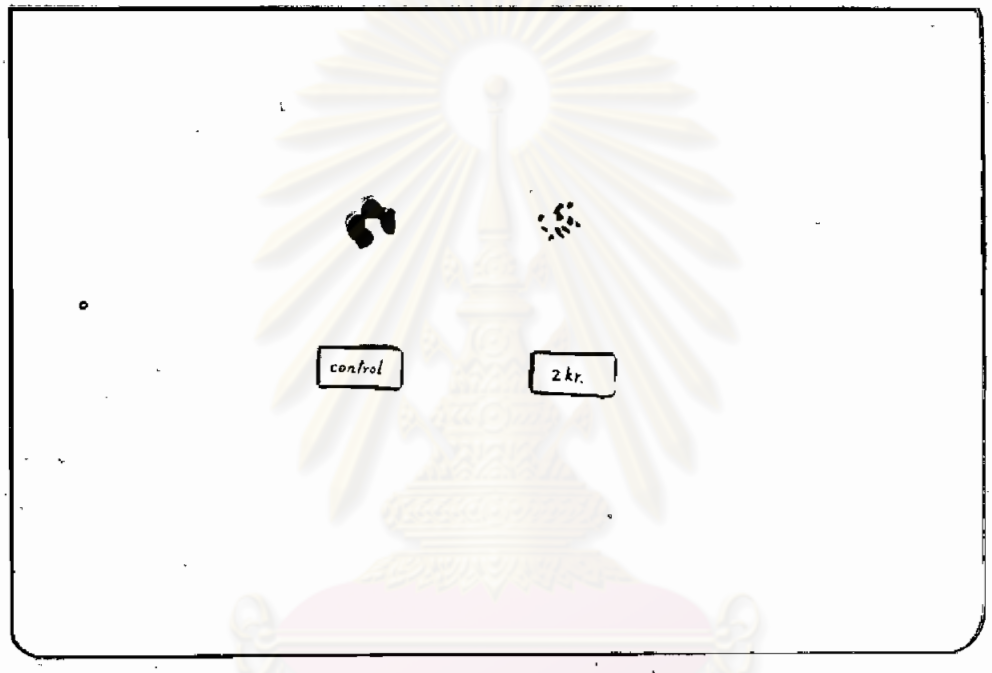
ปริมาณรังสี (rads)	จำนวนหัว	จำนวนดอกที่ผสมพันธุ์	จำนวนดอกที่ผสมพันธุ์ติด	ร้อยละของดอกที่ผสมพันธุ์ติด	จำนวนเมล็ดที่ผสมพันธุ์ติด
0	14	15	15	100	280
2000	3	3	3	100	52
4000	3	3	2	66.6	40
6000	3	3	2	66.6	42

เมื่อผสมดอกที่เกิดจากหัวกลีบที่ได้รับรังสี โดยวิธีผสมตัวเอง พบว่าผลที่ได้มีลักษณะเปลือกของผล (pericarp) ขรุขระ (ภาพที่ 12) เมล็ดที่พบมีขนาดเล็ก รูปร่างยังคงปกติ แต่ส่วนใหญ่เมล็ดจะฝ่อ (ภาพที่ 13) เมื่อนำเมล็ดไปเพาะก็ไม่งอก ฉะนั้น การเจริญพันธุ์ของหัวกลีบที่ได้รับรังสีปริมาณต่าง ๆ เป็นศูนย์ ยกเว้นปริมาณรังสี 2000 rads มีเพียง 1 ดอกที่ผสมติดเมล็ด ดังตารางที่ 11

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 12 เปรียบเทียบลักษณะผลของต้นที่ได้รับรังสีและไม่ได้รับรังสี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 13 เปรียบเทียบลักษณะเมล็ดปกติกับเมล็ดที่ได้รับรังสี 2000 rads

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 11 ร้อยละของดอกที่ผสมติด และจำนวนติดเมล็ดจากหัวกลีบที่ได้รับรังสี

ปริมาณรังสี (rads)	จำนวนหัว	จำนวนดอกที่ผสมพันธุ์	จำนวนดอกที่ผสมพันธุ์ติด	ร้อยละของดอกที่ผสมพันธุ์ติด	จำนวนเมล็ด
0	4	7	7	100	135
2000	4	7	1	14.29	14
4000	10	4	0	0	0
6000	10	4	0	0	0
8000	10	2	0	0	0
10000	10	3	0	0	0
12000	10	3	0	0	0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย