บทที่ 4

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 อิทธิพลของสารละลายโคลชิซีนที่ความเข้มข้น และระยะเวลาที่ต่างกันต่อหัวย่อยของช่อทับทิม (*Globba rosea* Gagnep.)

อิทธิพลของระยะเวลาการให้สารละลายโคลชิซีน (main effect)

จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มงอก

การแช่หัวย่อยในสารละลายนานต่างกัน 1-6 วัน มีผลให้จำนวนวันเริ่มงอกเฉลี่ยใกล้เคียงกัน โดยการให้สารละลาย 1 วัน สามารถงอกได้เร็วที่สุดคือ 23.33 วัน (ตาราง 1) ส่วนการให้สารละลายนาน 2-6 วัน มีจำนวนวันเมื่อเริ่มงอกเฉลี่ยนานขึ้นคือ 24.17-26.00 วัน

ตาราง 1 ผลของระยะเวลาการให้สารละลายโคลชิซีนต่อการงอก และการรอดตายของหัวย่อยช่อทับทิม [1/]

ระยะเวลา (วัน)	จำนวนวันเฉลี่ย เมื่อเริ่มงอก	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่องอกถึงห้าสิบเปอร์เซนต์	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่องอกสูงสุด	การงอกของหัวย่อยทั้งหมด (%)	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มออกดอก	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อออกดอกครบห้าสิบเปอร์เซนต์	การรอดตายภายหลังการออกดอก (%)
1	23.33	34.00	78.17	89.00	79.33	84.00	96.07
2	26.00	32.33	73.33	87.83	80.00	88.00	97.54
4	24.17	35.50	73.17	87.50	80.67	86.50	96.77
6	25.67	37.67	71.17	77.66	80.17	84.00	96.99

[1/] ตัวเลขที่ได้ มิได้นำไปวิเคราะห์ค่าความแตกต่างความแปรปรวนทางสถิติ

จำนวนวันเฉลี่ยเมื่องอกถึงห้าสิบเปอร์เซนต์

จากตาราง 1 การให้สารละลายนาน 2 วัน มีผลให้หัวย่อยงอกได้ถึงห้าสิบเปอร์เซนต์เร็วที่สุดคือ 32.33 วัน และเมื่อเพิ่มระยะเวลาการให้สารละลายนานขึ้นเป็น 4 และ 6 วัน ทำให้จำนวนวันเฉลี่ยเมื่องอกถึงห้าสิบเปอร์เซนต์เพิ่มขึ้นเป็น 35.50 และ 37.67 วันตามลำดับ

จำนวนวันเฉลี่ยเมื่องอกสูงสุด

จากตาราง 1 พบว่าระยะของเวลาการให้สารละลายที่นานขึ้น ทำให้จำนวนวันเฉลี่ยเมื่องอกสูงสุดลดลง โดยการให้สารละลายนาน 1 วัน มีจำนวนวันเฉลี่ยเมื่องอกสูงสุดถึง 78.17 วัน จากนั้นมีจำนวนวันที่ลดลงตามลำดับ และเหลือเพียง 71.17 วัน เท่านั้น เมื่อให้สารละลายนาน 6 วัน

เปอร์เซนต์การงอกของหัวย่อย

การให้ระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้การงอกของหัวย่อยลดลง โดยการงอกของหัวย่อยต่ำที่สุดคือ 77.66 % (ตาราง 1) จากกรรมวิธีที่ใช้ระยะเวลาการแช่หัวย่อยนานที่สุดคือ 6 วัน และเปอร์เซนต์การงอกจะเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาที่แช่หัวย่อยลดลง

จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มออกดอก

จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มออกดอกมีค่าใกล้เคียงกัน คือ 79.33-80.67 วัน ดังแสดงในตาราง 1

จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อต้นออกดอกครบห้าสิบเปอร์เซนต์

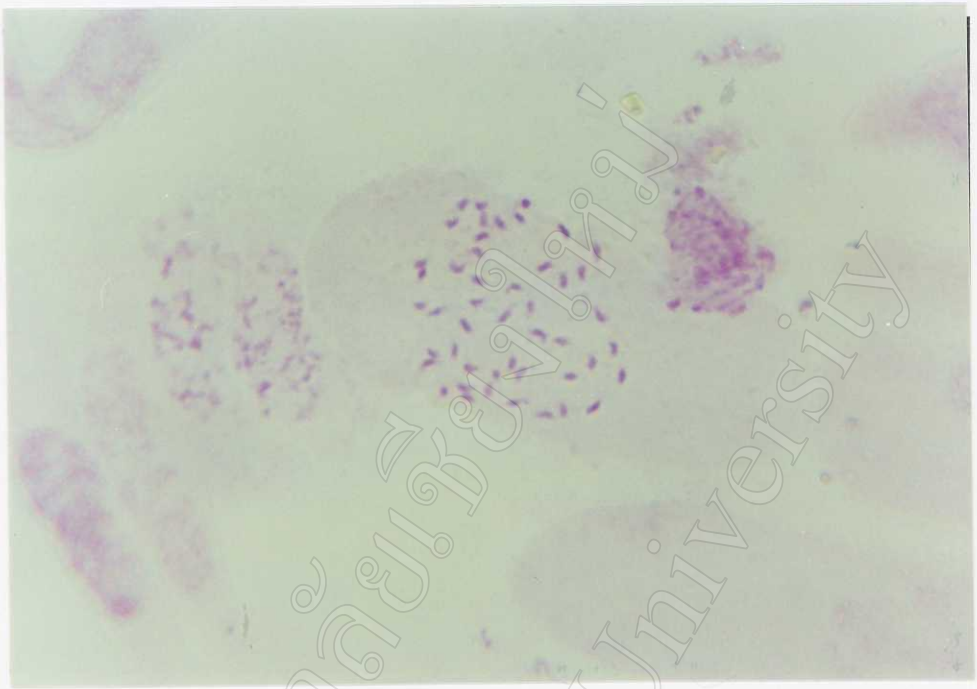
จากตาราง 1 พบว่าระยะเวลาการให้สารละลาย 2-6 วันมีจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อออกดอกครบห้าสิบเปอร์เซนต์ใกล้เคียงกันคือ 84.00-88.00 วัน

การรอดตายภายหลังการออกดอก

จากตาราง 1 จำนวนการรอดตายภายหลังการออกดอกในทุกกรรมวิธี มีค่าใกล้เคียงกันในช่วง 96.07 - 97.54 %

ต้นที่พบโครโมโซมแบบปกติ

การให้สารละลายโคลชิซีนนาน 4 ระดับ ให้เปอร์เซนต์ต้นที่มีจำนวนโครโมโซมแบบปกติ ($2n=3x=48$ ดังภาพ 8) เฉลี่ยใกล้เคียงกัน โดยพบมากที่สุดคือ 93.33 % ในกรรมวิธีที่ให้สารละลายนาน 2 วัน ดังแสดงในตาราง 2



ภาพ 8 จำนวนโครโมโซมปกติจากปลายรากช่อทับทิม (2n=3x=48)
(กำลังขยาย 3,500 เท่า)

ต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid

ระยะเวลาการให้สารละลายโคลชิซีน 4 และ 6 วัน ให้เปอร์เซนต์ต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid มากที่สุดคือ 10.83 % เท่ากันรองลงมาใกล้เคียงกันคือ 9.17 และ 6.66 % ซึ่งน้อยที่สุดจากระยะเวลาการให้สารละลายโคลชิซีน 1 และ 2 วัน ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง 2

ต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ที่เพิ่มขึ้น

ระยะเวลาการให้สารละลายแต่ละกรรมวิธีสามารถพบจำนวนต้นที่มีโครโมโซมแบบ aneuploid ที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยในช่วง 1.67 - 5.00 % (ตาราง 2) โดยเวลาของการให้สารละลายโคลชิซีน 1 วัน มีโครโมโซมแบบ aneuploid ที่เพิ่มขึ้นมากที่สุดคือ 5.00 % รองลงมาคือระยะเวลา 6 , 4 และ 2 วัน โดยพบจำนวน 4.17 , 2.50 และ 1.67 % ตามลำดับ โดยแสดงรายละเอียดของจำนวนต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ที่เพิ่มขึ้นในตารางผนวก 5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ที่ลดลง

จากตาราง 2 ระยะเวลาการให้สารละลายของแต่ละกรรมวิธีมีผลต่อจำนวนต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ที่ลดลงคือสามารถพบเปอร์เซนต์เฉลี่ยในช่วง 4.17 - 8.33 % โดยระยะเวลาของการให้สารละลายโคลชิซีนนาน 4 วัน มีโครโมโซมแบบ aneuploid ที่ลดลงมากที่สุดคือ 8.33 % รองลงมาคือระยะเวลา 6 , 2 และ 1 วัน โดยพบจำนวน 6.66 , 5.00 และ 4.17 % ตามลำดับ โดยแสดงรายละเอียดของจำนวนต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ที่ลดลงในตารางผนวก 6

ตาราง 2 ผลของระยะเวลาการให้สารละลายโคลชิซีนต่อจำนวนต้นที่พบโครโมโซมปลายรากแบบต่างๆ จากหัวย่อยช่อทับทิม [1/]

ระยะเวลา (วัน)	ต้นที่พบโครโมโซมแบบปกติ (2n=48) (%)	ต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ทั้งหมด (%)	ต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ที่เพิ่มขึ้น (%)	ต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ที่ลดลง (%)
1	90.63	9.17	5.00	4.17
2	93.33	6.67	1.67	5.00
4	89.17	10.83	2.50	8.33
6	89.17	10.83	4.17	6.66

[1/] ตัวเลขที่ได้ มิได้นำไปวิเคราะห์ค่าความแตกต่างความแปรปรวนทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

อิทธิพลของความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซีน (main effect)

จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มงอก

การให้สารละลายโคลชิซีนที่ความเข้มข้น 0 % มีจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มงอกต่ำสุดเท่ากับ 22.50 วัน การเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายขึ้นทำให้งอกได้ช้าลง โดยการให้สารละลายที่เข้มข้นสูงสุด 0.24 % มีจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มงอกสูงสุดเท่ากับ 26.75 วัน ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 ผลของการให้สารละลายโคลชิซีนที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อการงอก การออกดอกและการรอดตายของหัวย่อยช่อทับทิม [1/]

ความเข้มข้น (%)	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มงอก	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่องอกห้าสิบเปอร์เซนต์	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่องอกสูงสุด	การงอกของหัวย่อยทั้งหมด (%)	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มออกดอก	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อออกดอกครบห้าสิบเปอร์เซนต์	การรอดตายภายหลังการออกดอก (%)
0	22.50	33.25	67.25	85.00	78.25	86.75	97.65
0.015	24.25	34.50	69.25	84.25	79.25	84.75	95.25
0.03	24.75	34.25	92.00	89.75	79.75	85.50	97.49
0.06	24.75	33.75	60.50	88.25	80.0	85.25	94.62
0.12	25.75	35.25	86.25	85.75	81.25	85.00	99.42
0.24	26.75	38.25	68.50	80.000	81.75	86.50	96.57

[1/] ตัวเลขที่ได้ มิได้นำไปวิเคราะห์ค่าความแตกต่างความแปรปรวนทางสถิติ

จำนวนวันเฉลี่ยเมื่องอกถึงห้าสิบเปอร์เซนต์

จากตาราง 3 ความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซีนที่ 0 % มีจำนวนวันเฉลี่ยเมื่องอกถึงห้าสิบเปอร์เซนต์เท่ากับ 33.25 วัน ส่วนกรรมวิธีที่ให้สารละลายโคลชิซีนความเข้มข้นสูงสุด 0.24 % มีผลทำให้ต้นที่งอกถึงห้าสิบเปอร์เซนต์ ใช้เวลานานที่สุดเท่ากับ 38.25 วัน และการใช้สารละลายโคลชิซีนความเข้มข้น 0.015 - 0.12 % มีจำนวนวันเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 33.75 - 35.25 วัน

จำนวนวันเฉลี่ยเมื่องอกสูงสุด

จากตาราง 3 การให้สารละลายโคลชิซีนความเข้มข้น 0.03 % มีจำนวนวันเฉลี่ยมากที่สุด คือ 92.0 วัน รองลงมาคือที่ความเข้มข้น 0.12 % ซึ่งใช้เวลางอกสูงสุดนาน 86.25 วัน ขณะที่การให้สารละลายโคลชิซีนความเข้มข้น 0.06 % งอกได้เร็วที่สุด โดยมีจำนวนวันเฉลี่ยเท่ากับ 60.50 วัน เมื่อดูภาพรวมแล้วจำนวนวันเฉลี่ยเมื่องอกสูงสุดไม่สอดคล้อง กับความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น หรือลดลง

เปอร์เซนต์การงอกของหัวย่อย

จากตาราง 3 การงอกของหัวย่อยต่ำที่สุดคือ 80.25 % พบในกรรมวิธีที่ให้สารละลายโคลชิซีนความเข้มข้นสูงสุด 0.24 % ขณะที่การให้สารละลายโคลชิซีนความเข้มข้น 0.03 % พบการงอกของหัวย่อยสูงสุดเท่ากับ 89.75 % แต่ความเข้มข้นอื่นให้ผลในช่วง 84.25 - 88.25 %

จำนวนวันเมื่อเริ่มออกดอก

จากตาราง 3 จำนวนวันเมื่อเริ่มออกดอกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อใช้ความเข้มข้นเพิ่มขึ้น โดยมีค่าอยู่ในช่วงระหว่างกัน คือ 78.25 - 81.75 วัน หลังการปลูก

จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อต้นออกดอกครบห้าสิบเปอร์เซนต์

จากตาราง 3 สารละลายโคลชิซีนทุกความเข้มข้น มีผลทำให้ต้นมีเวลาการออกดอกถึงห้าสิบเปอร์เซนต์ได้ใกล้เคียงกัน โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 84.75 – 86.75 วัน

การรอดตายภายหลังการออกดอก

จากตาราง 3 สารละลายโคลชิซีนความเข้มข้น 0 – 0.24 % ให้เปอร์เซนต์การรอดตายภายหลังการออกดอก ระหว่าง 99.42 – 94.62 %

ต้นที่พบโครโมโซมแบบปกติ

จากตาราง 4 ผลจากการไม่ใช้สารละลายโคลชิซีนให้เปอร์เซนต์ต้นที่พบจำนวนโครโมโซมปกติมากที่สุดคือ 100 % ซึ่งสูงกว่ากรรมวิธีให้สารละลายโคลชิซีนทุกระดับ ที่มีค่าเฉลี่ย 88.75 - 90.00 %

ต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid

พบว่ากรรมวิธีที่ไม่แช่สารละลายโคลชิซีนแตกต่างจากกลุ่มอื่นทั้งหมด คือไม่มีจำนวนโครโมโซมแบบ aneuploid เลย และเมื่อให้สารละลายโคลชิซีนความเข้มข้น 0.03 % ให้ค่าเฉลี่ยของต้นที่พบจำนวนโครโมโซมเป็นแบบ aneuploid มากที่สุด คือ 16.25 % ดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 ผลของการให้สารละลายโคลชิซีนที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อต้นที่พบโครโมโซมปลายรากแบบต่างๆ ของหัวย่อยช่อทับทิม [1/]

ความเข้มข้น (%)	ต้นที่พบโครโมโซมแบบปกติ (2n=3x=48) (%)	ต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ทั้งหมด (%)	ต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ที่เพิ่มขึ้น (%)	ต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ที่ลดลง (%)
0	100	0	0	0
0.015	88.75	8.75	1.25	7.50
0.03	83.75	16.25	6.25	10.00
0.06	88.75	11.25	5.00	6.25
0.12	90.00	10.00	1.25	8.75
0.24	90.00	10.00	6.25	3.75

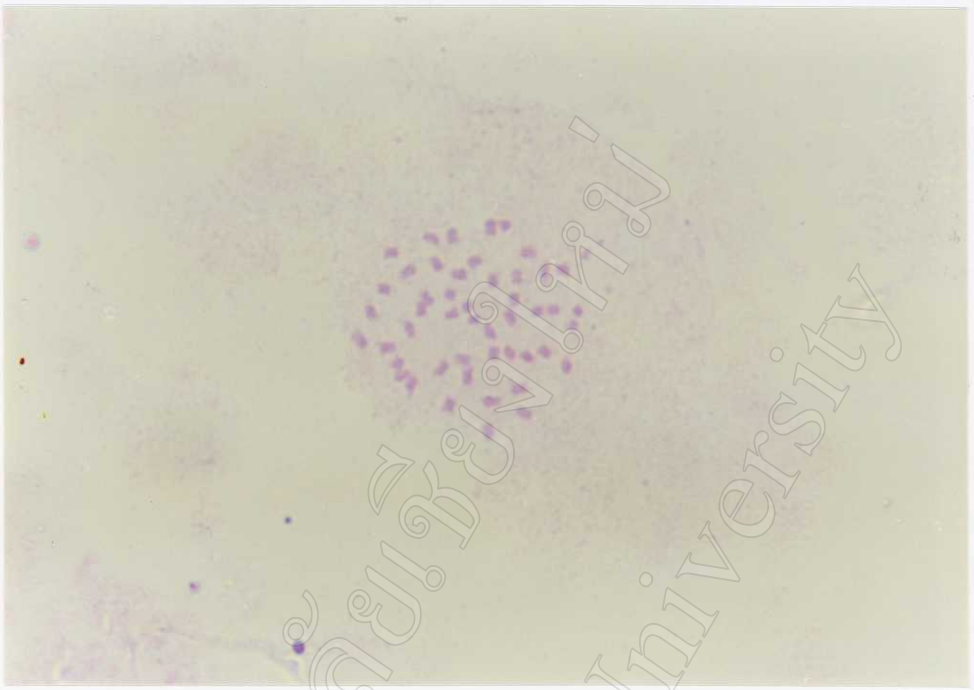
[1/] ตัวเลขที่ได้ มิได้นำไปวิเคราะห์ค่าความแตกต่างความแปรปรวนทางสถิติ

ต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ที่เพิ่มขึ้น

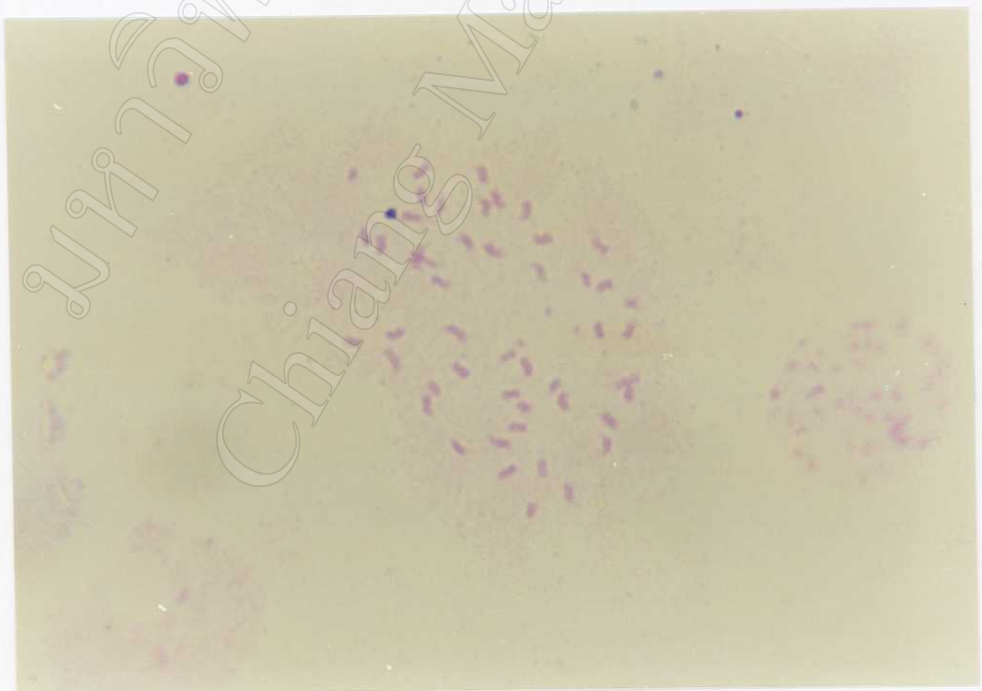
จากตาราง 4 แสดงให้เห็นว่าไม่พบจำนวนโครโมโซมแบบ aneuploid ที่เพิ่มขึ้น (ภาพ 9 และ 10) เมื่อไม่ใช้สารละลายโคลชิซีนเลย ต่างจากกรรมวิธีที่ให้สารละลายทุกระดับ โดยมีเปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.25 – 6.25 % ซึ่งมีจำนวน aneuploid ที่เพิ่มขึ้นพบตั้งแต่ 49 (2n+1) ถึง 54 (2n+6) แท่ง

ต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ที่ลดลง

จากตาราง 4 พบว่าเมื่อไม่ใช้สารละลายโคลชิซีน ไม่พบจำนวนโครโมโซมที่ลดลงเลย ซึ่งต่างจากกรรมวิธีที่ให้สารละลายทุกระดับ โดยมีเปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.75 – 10.00 % และพบจำนวน aneuploid ที่ลดลงตั้งแต่ 26 (2n-22) ถึง 47 (2n-1) แท่ง



ภาพ 9 จำนวนโครโมโซมแบบ aneuploid จากปลายรากช่อทับทิม ที่เพิ่มขึ้นเป็น 49 แท่ง (2n+1) (กำลังขยาย 3,500 เท่า)



ภาพ 10 จำนวนโครโมโซมแบบ aneuploid จากปลายรากช่อทับทิม ที่เพิ่มขึ้นเป็น 52 แท่ง (2n+4) (กำลังขยาย 3,500 เท่า)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ผลร่วมของระยะเวลาการให้สารละลาย และความเข้มข้นของโคลชิซีนต่อการเจริญของหัวย่อยช่อทับทิม

จำนวนวันเมื่อเริ่มงอก

จำนวนวันเริ่มงอกในกรรมวิธีที่ใช้ความเข้มข้นของโคลชิซีนในปริมาณสูงขึ้น มีผลให้จำนวนวันเริ่มงอกเพิ่มขึ้นในทุกระยะเวลาการให้สารละลาย โดยจำนวนวันงอกที่น้อยที่สุดแสดงผลในทุกกรรมวิธีที่ไม่ใช้สารละลายโคลชิซีนในทุกระยะเวลาการให้ โดยมีแนวโน้มในการเพิ่มขึ้นของจำนวนวันเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารละลาย อย่างไรก็ตาม ผลจากการแช่หัวย่อยเพียง 1 วัน ให้ผลไม่ชัดเจนนัก แต่การเพิ่มขึ้นของระยะเวลาการให้สารละลาย กลับไม่แสดงผลที่ชัดเจนต่อจำนวนวันของการงอก ดังแสดงในตาราง 5

จำนวนวันเมื่องอกถึงห้าสิบเปอร์เซนต์

จำนวนวันเมื่องอกถึงห้าสิบเปอร์เซนต์ ไม่แสดงผลที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนในกรรมวิธีต่างๆ โดยมีจำนวนวันงอกห้าสิบเปอร์เซนต์น้อยที่สุดในกรรมวิธีควบคุมที่ใช้เวลาการให้สารละลาย 2 วัน คือเพียง 30 วัน ส่วนกรรมวิธีอื่นให้จำนวนวันอยู่ระหว่าง 32 - 37 วัน แต่จำนวนวันงอกห้าสิบเปอร์เซนต์มากที่สุดคือ 49 วัน แสดงผลชัดเจนในกรรมวิธีที่ใช้ระยะเวลาให้โคลชิซีน 6 วัน ที่ความเข้มข้น 0.24 % ดังแสดงในตาราง 5

จำนวนวันเมื่องอกทั้งหมด

จำนวนวันเมื่องอกทั้งหมดมีความแปรปรวนอยู่ในช่วงระหว่าง 42 – 96 วัน โดยจำนวนวันที่หัวย่อยงอกทั้งหมดดูไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่างผลของระยะเวลา และความเข้มข้นของการให้สารละลาย (ตาราง 5)

จำนวนต้นเมื่องอกทั้งหมด

กรรมวิธีที่ใช้ความเข้มข้น และระยะเวลาการแช่หัวย่อยสูงสุดคือความเข้มข้น 0.24 % ที่ระยะเวลา 6 วัน มีจำนวนต้นเมื่องอกทั้งหมดต่ำที่สุดเพียง 59 ต้น ซึ่งต่ำกว่ากรรมวิธีอื่นทั้งหมดที่มีค่าอยู่ในช่วง 78 – 94 ต้น ดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 ผลร่วมของระยะเวลาการให้สารละลาย และความเข้มข้นของโคลชิซีนต่อการงอก การออกดอก และการรอดตายของหัวย่อยช่อทับทิม [1/]

ระยะเวลา (วัน)	ความเข้มข้น (%)	จำนวนวันเมื่อเริ่มงอก	จำนวนวันเมื่องอกร้อยละห้าสิบ	จำนวนวันเมื่องอกทั้งหมด	จำนวนต้นเมื่องอกทั้งหมด	จำนวนวันเมื่อเริ่มออกดอก	จำนวนวันเมื่อออกดอกครบห้าสิบเปอร์เซนต์	การรอดตายภายหลังการออกดอก (%)
1	0	22	33	88	88	78	89	97.72
	0.015	26	35	75	90	79	80	94.44
	0.03	22	34	96	90	79	82	100
	0.06	22	33	47	92	79	82	94.57
	0.12	26	35	96	88	79	82	100
	0.24	22	34	67	86	82	89	89.53
2	0	24	30	74	89	79	87	98.88
	0.015	24	32	81	87	79	89	97.70
	0.03	27	32	88	92	79	88	94.57
	0.06	27	33	74	85	79	88	97.65
	0.12	27	34	65	83	82	88	97.59
	0.24	27	33	58	91	82	88	98.90
4	0	23	35	65	84	78	87	97.62
	0.015	23	36	58	79	80	86	88.61
	0.03	23	36	93	94	80	87	95.74
	0.06	23	34	65	90	80	86	98.89
	0.12	23	35	93	94	82	86	100
	0.24	30	37	65	84	84	87	98.81
6	0	21	35	42	79	78	84	96.20
	0.015	24	35	63	81	79	84	100
	0.03	27	35	91	83	81	85	100
	0.06	27	35	56	86	82	85	87.21
	0.12	27	37	91	78	82	84	100
	0.24	28	49	84	59	79	82	100

[1/] ตัวเลขที่ได้ มิได้นำไปวิเคราะห์ค่าความแตกต่างความแปรปรวนทางสถิติ

จำนวนวันเมื่อเริ่มออกดอก

จำนวนวันเมื่อเริ่มออกดอกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อใช้ระยะเวลา และความเข้มข้นเพิ่มขึ้น แต่มีค่าใกล้เคียงกัน คือ 78 - 84 วัน หลังการปลูก ดังแสดงในตาราง 5

จำนวนวันเมื่อต้นออกดอกครบห้าสิบเปอร์เซนต์

จำนวนวันเมื่อต้นออกดอกห้าสิบเปอร์เซนต์ไม่แสดงผลที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนในกรรมวิธีต่างๆ ซึ่งเป็นผลระหว่างปัจจัยทั้งสอง ดังแสดงในตาราง 5

การรอดตายภายหลังการออกดอก

จากตาราง 5 เปอร์เซนต์การรอดตายภายหลังการออกดอกเมื่อหัวย่อยได้รับสารละลายความเข้มข้นต่างๆ ร่วมกับระยะเวลาเพิ่มขึ้น แสดงผลร่วมไม่ชัดเจนโดยมีค่าในช่วง 87.21 - 100 %

ต้นที่พบโครโมโซมแบบปกติ

การให้สารละลายโคลชิซีนทุกระดับความเข้มข้น ส่งผลให้จำนวนต้นที่พบจำนวนโครโมโซมแบบปกติลดลงซึ่งเห็นได้ชัดเมื่อให้สารละลาย และเพิ่มระยะเวลาที่ให้สารละลายพร้อมกัน ดังแสดงในตาราง 6

ต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid

การให้สารละลายโคลชิซีนที่ความเข้มข้นต่างๆ ส่งผลให้จำนวนโครโมโซมแบบ aneuploid โดยรวมเพิ่มขึ้นในกรรมวิธีต่างๆ แต่ระยะเวลาที่ให้สารละลายโดยภาพรวม แสดงผลต่อการเพิ่มต้นที่มีโครโมโซมแบบ aneuploid ไม่ชัดเจนเท่าจำนวนต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ซึ่งมีทั้งแบบเพิ่มขึ้น และลดลง โดยมีค่าในช่วง 26 - 54 แท่ง ดังแสดงในตาราง 6 , 7 และ 8 (โดยมีรายละเอียดเพิ่มเติมแสดงในตารางผนวก 5 และ 6)

จำนวนโครโมโซมที่ตรวจพบในการปลูกครั้งที่สอง

จากการตรวจนับจำนวนโครโมโซมในการปลูกครั้งต่อมาจากต้นที่ได้ทำการสุ่มครั้งแรก พบว่าจำนวนโครโมโซมที่พบเป็นแบบปกติทั้งหมด คือ 2n=48

ตาราง 6 ผลร่วมของระยะเวลาการให้สารละลาย และความเข้มข้นของโคลชิซีนต่อจำนวนโครโมโซมปลายรากของหัวย่อยช่อทับทิม [1/]

ระยะเวลา (วัน)	ความเข้มข้น (%)	จำนวนต้นที่นับโครโมโซม	ต้นที่พบโครโมโซมแบบปกติ (2n=3x=48)		ต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ทั้งหมด		
			จำนวนต้นที่นับได้	(%)	จำนวนต้นที่นับได้ (ต้น)	(%)	จำนวนโครโมโซมที่นับได้
1	0	20	20	100	0	0	-
	0.015	20	20	100	0	0	-
	0.03	20	16	80	4	20	50 , 38 , 37
	0.06	20	18	90	2	10	50 , 38
	0.12	20	18	90	2	10	40 , 26
	0.24	20	17	85	3	15	54 , 50
2	0	20	20	100	0	0	-
	0.015	20	18	90	2	10	47 , 38
	0.03	20	17	85	3	15	51 , 50
	0.06	20	18	90	2	10	42
	0.12	20	19	95	1	5	46
	0.24	20	20	100	0	0	-
4	0	20	20	100	0	0	-
	0.015	20	18	90	2	10	50 , 45
	0.03	20	16	80	4	20	52 , 40 , 37
	0.06	20	17	85	3	15	50 , 47 , 46
	0.12	20	16	80	2	10	38 , 37
	0.24	20	16	80	2	10	46 , 42
6	0	20	20	100	0	0	-
	0.015	20	17	85	3	15	40 , 38 , 37
	0.03	20	18	90	2	10	45 , 40
	0.06	20	18	90	2	10	54 , 52
	0.12	20	17	85	3	15	52 , 49 , 40
	0.24	20	17	85	3	15	50 , 49

[1/] ตัวเลขที่ได้ มิได้นำไปวิเคราะห์ค่าความแตกต่างความแปรปรวนทางสถิติ

ตาราง 7 ผลร่วมของระยะเวลาการให้สารละลาย และความเข้มข้นของโคลชิซีนต่อจำนวนโครโมโซม aneuploid แบบต่างๆ จากปลายรากของหัวย่อยช่อทับทิม [1/]

ระยะเวลา (วัน)	ความเข้มข้น (%)	จำนวนต้นที่นับโครโมโซม	ต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ที่เพิ่มขึ้น		ต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ที่ลดลง	
			จำนวนต้นที่นับได้	(%)	จำนวนต้นที่นับได้	(%)
1	0	20	0	0	0	0
	0.015	20	0	0	0	0
	0.03	20	2	10	2	10
	0.06	20	1	5	1	5
	0.12	20	0	0	2	10
	0.24	20	3	15	0	0
2	0	20	0	0	0	0
	0.015	20	0	0	2	10
	0.03	20	2	10	1	5
	0.06	20	0	0	2	10
	0.12	20	0	0	1	5
	0.24	20	0	0	0	0
4	0	20	0	0	0	0
	0.015	20	1	5	1	5
	0.03	20	1	5	3	15
	0.06	20	1	5	2	10
	0.12	20	0	0	2	10
	0.24	20	0	0	2	10
6	0	20	0	0	0	0
	0.015	20	0	0	3	15
	0.03	20	0	0	2	10
	0.06	20	2	10	0	0
	0.12	20	1	5	2	10
	0.24	20	2	10	1	5

[1/] ตัวเลขที่ได้มิได้นำไปวิเคราะห์ค่าความแตกต่างความแปรปรวนทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ตาราง 8 ผลร่วมของระยะเวลาการให้สารละลาย และความเข้มข้นของโคลชิซีนต่อจำนวนโครโมโซมปลายรากของหัวย่อยซ่อทับทิม แสดงในรายละเอียด [1/]

ระยะเวลา (วัน)	ความเข้มข้น (%)	จำนวนเซลล์ที่นับโครโมโซมได้	จำนวนเซลล์ที่พบโครโมโซมแบบปกติ (2n=48)	จำนวนเซลล์ที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid
1	0	37	37	0
	0.015	40	40	0
	0.03	43	39	4 (50,2) , (38,1) , (37,1) [2/]
	0.06	46	43	3 (50,2) , (38,1)
	0.12	48	44	4 (40,3) , (26,1)
	0.24	44	37	7 (54,3) , (50,4)
2	0	35	35	0
	0.015	45	38	7 (47,2) , (38,5)
	0.03	48	43	5 (51,3) , (50,2)
	0.06	44	40	4 (42,4)
	0.12	46	43	3 (46,3)
	0.24	45	45	0
4	0	39	39	0
	0.015	42	37	5 (50,3) , (45,2)
	0.03	43	37	6 (52,3) , (40,1) , (37,2)
	0.06	45	37	8 (50,4) , (47,3) , (46,1)
	0.12	46	44	2 (38,1) , (37,1)
	0.24	44	42	2 (46,1) , (42,1)
6	0	35	35	0
	0.015	41	38	3 (40,1) , (38,1) , (37,1)
	0.03	43	40	3 (45,2) , (40,1)
	0.06	42	40	2 (54,1) , (52,1)
	0.12	32	29	3 (52,1) , (49,1) , (40,1)
	0.24	45	41	4 (50,3) , (49,1)

[1/] ตัวเลขที่ได้มิได้นำไปวิเคราะห์ค่าความแตกต่างความแปรปรวนทางสถิติ

[2/] p(m,n) p = จำนวนเซลล์ที่นับได้ทั้งหมด
m = จำนวนโครโมโซมที่นับได้
n = จำนวนเซลล์ที่นับได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

การทดลองที่ 2 อิทธิพลของสารละลายโคลชิซีนที่ความเข้มข้น และระยะเวลาที่ต่างกันต่อเมล็ดของต้อยติ่ง (*Ruellia tuberosa* Linn.)

อิทธิพลของระยะเวลาการให้สารละลายโคลชิซีน (main effect)

จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มงอก

ระยะเวลาการให้สารละลาย ไม่มีผลต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มงอกโดยให้จำนวนวันเริ่มงอกเท่ากันทั้งสองความเข้มข้นคือ 8 วันหลังการทดลอง ดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 9 ผลของระยะเวลาการให้สารละลายโคลชิซีนต่อการงอก และรอดตายของต้อยติ่ง [1/]

ระยะเวลา (วัน)	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มงอก	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่องอกสูงสุด	ต้นที่งอกทั้งหมด (%)	การรอดตาย[2/] (%)
1	8.00	24.00	52.00	80.77
2	8.00	19.80	58.00	75.86

[1/] ตัวเลขที่ได้ มิได้นำไปวิเคราะห์ค่าความแตกต่างความแปรปรวนทางสถิติ

[2/] คิดจากต้นที่งอก

จำนวนวันเฉลี่ยเมื่องอกสูงสุด

จากตาราง 9 ผลของระยะเวลาการให้สารละลายต่อจำนวนวันงอกสูงสุดมีจำนวนวันเฉลี่ย 24.00 และ 19.80 วัน จากระยะเวลาการให้สารละลาย 1 และ 2 วัน ตามลำดับ

เปอร์เซนต์ต้นที่งอกทั้งหมด

จากตาราง 8 เปอร์เซนต์ต้นที่งอกทั้งหมดเมื่อแช่โคลชิซีนเป็นเวลา 1 วันคือ 52.0 % ขณะที่เมื่อที่ใช้ระยะเวลา 2 วันมีค่าเป็น 58.00 %

การรอดตาย

จากตาราง 9 ผลของระยะเวลาการให้สารละลายต่ออัตราการรอดตาย พบว่าจำนวนต้นรอดตายเฉลี่ย 80.77 และ 75.86 % จากระยะเวลาการให้สารละลาย 1 และ 2 วัน ตามลำดับ

จำนวนวันเกิดรากในการตัดย้ายอาหารครั้งแรก

ต้นที่ได้จากการเพาะเมล็ด จากกรรมวิธีแช่สารละลายโคลชิซีนถูกนำไปตัดยอด เพื่อเลี้ยงในหลอดแก้วรวมสองครั้ง เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงต่อไป

ผลของระยะเวลาการให้สารละลายต่อจำนวนวันเกิดรากในการตัดย้ายยอดเลี้ยงในอาหารครั้งแรก พบว่ามีจำนวนวันเกิดรากเฉลี่ย 9.50 และ 9.00 วัน จากระยะเวลาการให้สารละลาย 1 และ 2 วัน ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง 10

ตาราง 10 ผลของระยะเวลาการให้สารละลายโคลชิซีน ต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเกิดรากและข้อของต้อยติ่ง [1/]

ระยะเวลา (วัน)	จำนวนวันออกราก เฉลี่ยเมื่อตัดย้าย ครั้งแรก	จำนวนวันออกราก เฉลี่ยเมื่อตัดย้าย ครั้งที่สอง	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อ เกิดข้อแรก	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อ เกิดข้อที่สอง	จำนวนวันเฉลี่ย ระหว่างการเกิด ข้อแรกและข้อที่สอง
1	9.50	7.50	7.00	13.00	6.00
2	9.00	7.60	6.00	13.60	7.60

[1/] ตัวเลขที่ได้ มิได้นำไปวิเคราะห์ค่าความแตกต่างความแปรปรวนทางสถิติ

จำนวนวันเกิดรากในการตัดย้ายอาหารครั้งที่สอง

จากตาราง 10 จำนวนวันเกิดรากในการตัดย้ายยอดเดิมไปเลี้ยงบนอาหารครั้งที่สอง มีจำนวนวันเกิดรากเฉลี่ยใกล้เคียงกันคือ 7.50 และ 7.60 วัน จากระยะเวลาการให้สารละลาย 1 และ 2 วัน ตามลำดับ

จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเกิดข้อแรก

จากตาราง 10 ระยะเวลาการให้สารละลายมีผลให้จำนวนวันเกิดข้อแรกเฉลี่ย 7.00 และ 6.00 วัน จากระยะเวลาการให้สารละลาย 1 และ 2 วัน ตามลำดับ

จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเกิดข้อที่สอง

จากตาราง 10 ระยะเวลาการให้สารละลาย ทำให้มีจำนวนวันเกิดข้อที่สองเฉลี่ยใกล้เคียงกันคือ 13.00 และ 13.60 วัน จากระยะเวลาการให้สารละลาย 1 และ 2 วัน ตามลำดับ

จำนวนวันเฉลี่ยระหว่างการเกิดข้อแรกและข้อที่สอง

จากตาราง 10 ระยะเวลาการให้สารละลายที่เพิ่มขึ้นทำให้จำนวนวันเฉลี่ยระหว่างการเกิดข้อแรกและข้อที่สองช้าลงเท่ากับ 6.00 และ 7.60 วันจากระยะเวลาการให้สารละลาย 1 และ 2 วัน ตามลำดับ

ต้นที่พบโครโมโซมแบบปกติในการตัดย้ายอาหารครั้งแรก

ผลของระยะเวลาการให้สารละลายต่อจำนวนต้นที่พบโครโมโซมแบบปกติ คือมีจำนวนโครโมโซม 34 แท่ง (ภาพ 11 และ 12) มีจำนวนต้นเป็น 21 และ 18 ต้น จากระยะเวลาการให้สารละลาย 1 และ 2 วัน ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง 11

ตาราง 11 ผลของระยะเวลาการให้สารละลายโคลชิซีน ต่อจำนวนโครโมโซมปลายรากต้อยติ่งในการตัดเลี้ยงบนอาหารครั้งแรก [1/]

ระยะเวลา (วัน)	จำนวนต้นที่หาทั้งหมด	ต้นที่พบจำนวนโครโมโซมปกติ (2n=2x=34)		ต้นที่พบจำนวนโครโมโซมแบบ aneuploid ทั้งหมด		ต้นที่พบจำนวนโครโมโซมแบบ aneuploid ที่เพิ่มขึ้น		ต้นที่พบจำนวนโครโมโซมแบบ aneuploid ที่ลดลง	
		(ต้น)	(%)	(ต้น)	(%)	(ต้น)	(%)	(ต้น)	(%)
1	21	21	100	0	0	0	0	0	0
2	22	18	81.82	4	18.18	1	4.55	3	13.63

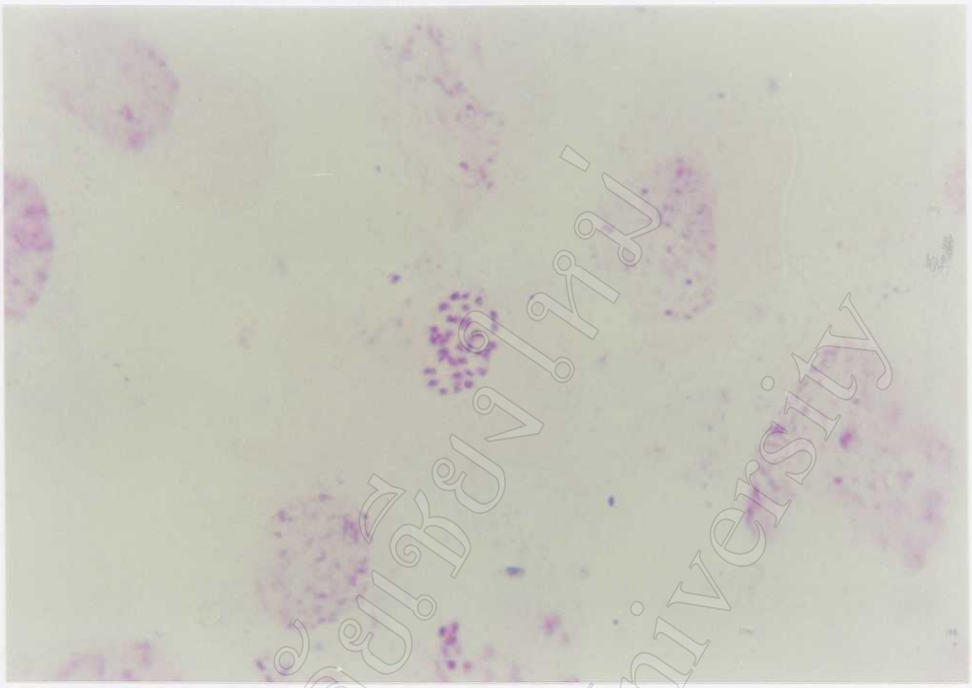
[1/] ตัวเลขที่ได้ มิได้นำไปวิเคราะห์ค่าความแตกต่างความแปรปรวนทางสถิติ

ต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ในการตัดเลี้ยงบนอาหารครั้งแรก

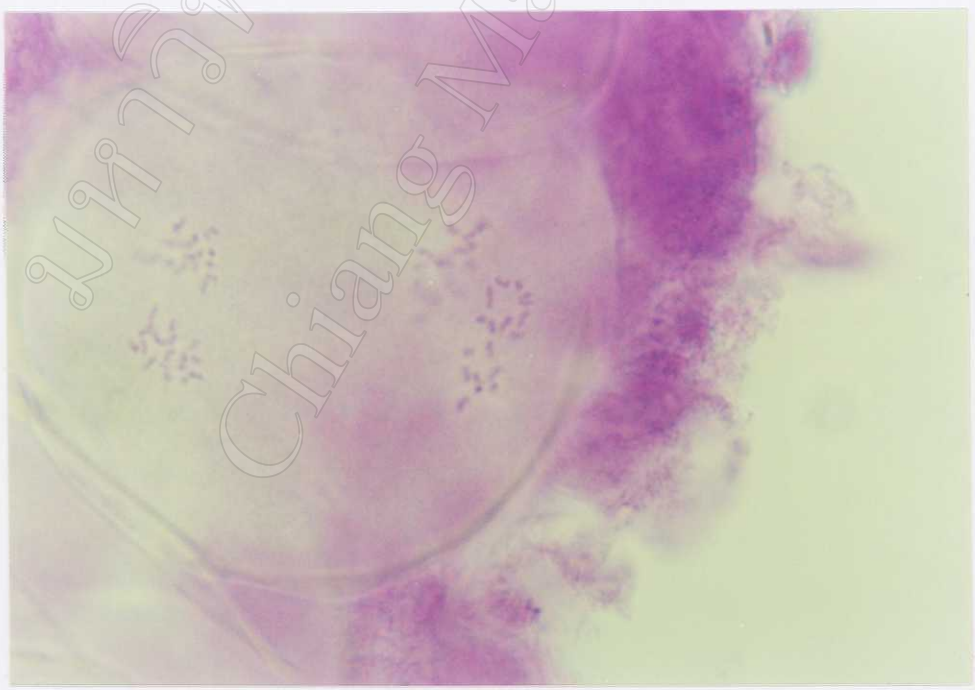
จากตาราง 11 ผลของระยะเวลาการให้สารละลายต่อจำนวนต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid พบว่าระยะเวลาการให้สารละลาย 2 วัน มีจำนวนต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ทั้งหมด 4 ต้น คิดเป็น 18.18 % จากต้นทั้งหมดที่เกิดโครโมโซมแบบนี้

ต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ที่เพิ่มขึ้นในการตัดเลี้ยงบนอาหารครั้งแรก

จากตาราง 11 ผลของระยะเวลาการให้สารละลายต่อจำนวนต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ที่เพิ่มขึ้น สามารถพบได้เพียง 1 ต้น คิดเป็นเพียง 4.55 % จากการที่ให้สารละลาย 2 วัน โดยสามารถนับจำนวนโครโมโซมได้ 50 แท่ง (2n+16)



ภาพ 11 จำนวนโครโมโซมปกติจากปลายรากของต้อยติ่ง นับจำนวนได้ 34 แท่ง (2n=2x=34) (กำลังขยาย 3,500 เท่า)



ภาพ 12 เซลล์ในระยะ meiosis II จากละอองเรณูของดอกต้อยติ่งนับจำนวนโครโมโซมในนิวเคลียสได้ 17 แท่ง (กำลังขยาย 3,500 เท่า)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ที่ลดลงในการตัดเลี้ยงบนอาหารครั้งแรก

จากตาราง 11 ผลของระยะเวลาการให้สารละลายกับจำนวนต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ที่ลดลง สามารถพบได้ถึง 3 ต้นจากการทดลองที่ใช้ระยะเวลาการแช่เมล็ด 2 วันโดยสามารถนับจำนวนโครโมโซมได้ 3 แบบคือ 26 (2n-8) , 29 (2n-5) และ 32 (2n-2) แท่ง

จำนวนต้นที่พบโครโมโซมแบบปกติในการตัดย้ายครั้งที่สอง

ผลของระยะเวลาการให้สารละลายต่อจำนวนต้นที่พบโครโมโซมแบบปกติ มีจำนวนต้นจากการแช่ 1 และ 2 วัน เป็น 21 ต้นเท่ากัน คิดเป็น 100 และ 95.45 % ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง 12

ตาราง 12 ผลของระยะเวลาการให้สารละลายโคลชิซีน ต่อจำนวนโครโมโซมปลายรากต้อยติ่งในการตัดย้ายอาหารครั้งที่สอง [1/]

ระยะเวลา (วัน)	จำนวนต้นที่หาทั้งหมด	ต้นที่พบจำนวนโครโมโซมปกติ (2n=2x=34)		ต้นที่พบจำนวนโครโมโซมแบบ aneuploid ทั้งหมด		ต้นที่พบจำนวนโครโมโซมแบบ aneuploid ที่เพิ่มขึ้น		ต้นที่พบจำนวนโครโมโซมแบบ aneuploid ที่ลดลง	
		(ต้น)	(%)	(ต้น)	(%)	(ต้น)	(%)	(ต้น)	(%)
1	21	21	100	0	0	0	0	0	0
2	22	21	95.45	1	4.55	0	0	1	4.55

[1/] ตัวเลขที่ได้ มิได้นำไปวิเคราะห์ค่าความแตกต่างความแปรปรวนทางสถิติ

ต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ในการย้ายปลูกครั้งที่สอง

จากตาราง 12 ระยะเวลาการให้สารละลายต่อจำนวนต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid สามารถพบต้นที่ยังคงเป็น aneuploid ได้เพียง 1 ต้นคิดเป็น 4.55 % เท่านั้น จากกรรมวิธีที่ใช้ระยะเวลา 2 วัน โดยเป็นลักษณะของ aneuploid แบบลดลง ซึ่งมีจำนวนโครโมโซม 32 แท่ง (2n-2)

อิทธิพลของความเข้มข้นสารละลายโคลชิซีน (main effect)

จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มงอก

ความเข้มข้นของสารละลายต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มงอก ให้จำนวนวันเริ่มงอกเท่ากันทุกระดับความเข้มข้น คือ 8 วัน หลังการทดลอง ดังแสดงในตาราง 13

ตาราง 13 ผลของการให้สารละลายโคลชิซีนที่ความเข้มข้นต่างๆต่อการงอก และการรอดตายของต้อยติ่ง [1/]

ความเข้มข้น (%)	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มงอก	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่องอกสูงสุด	ต้นที่งอกทั้งหมด (%)	การรอดตาย[2/] (%)
0	8	20.00	70.00	92.86
0.025	8	22.00	55.00	90.91
0.05	8	18.00	50.00	100
0.10	8	27.50	40.00	87.50
0.20	8	22.00	60.00	25.00

[1/] ตัวเลขที่ได้ มิได้นำไปวิเคราะห์ค่าความแตกต่างความแปรปรวนทางสถิติ

[2/] คิดจากต้นที่งอก

จำนวนวันเฉลี่ยเมื่องอกสูงสุด

จากตาราง 13 ผลของความเข้มข้นของสารละลายต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่องอกสูงสุดมีจำนวนวันเฉลี่ยมากที่สุดคือ 27.50 วัน จากความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซีน 0.10 % และจำนวนวันเฉลี่ยที่งอกเร็วที่สุดคือเพียง 18.00 วัน จากกรรมวิธีที่ใช้สารละลายโคลชิซีน 0.05 %

ต้นที่งอกทั้งหมด

จากตาราง 13 ความเข้มข้นของสารละลายที่มีต่อต้นที่งอกทั้งหมดมากที่สุด พบเมื่อไม่ใช้สารละลายเลย ซึ่งงอกทั้งหมด 70.0 % และความเข้มข้นที่พบจำนวนต้นที่งอกเฉลี่ยต่ำลงมาอยู่ในช่วง 40.0-60.0 % เมื่อมีการใช้สารละลายความเข้มข้นต่างๆ

การรอดตาย

จากตาราง 13 ผลของความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซีนต่อการรอดตาย พบเปอร์เซนต์การรอดตายต่ำที่สุดคือ 25.0 % ที่ความเข้มข้น 0.20 % ส่วนความเข้มข้นอื่นๆ มีค่าใกล้เคียงกันในช่วง 87.50 – 100 %

จำนวนวันเกิดรากจากการเลี้ยงบนอาหารครั้งแรก

จากการตัดยอดของต้นกล้าไปเลี้ยงในสภาพหลอดแก้ว พบว่า เมื่อไม่มีการให้สารละลายและเมื่อใช้ความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซีน 0.025 % มีจำนวนวันออกรากเฉลี่ยเร็วสุดเท่ากันคือ 8.00 วัน แต่จำนวนวันออกรากช้ากว่าคือ 9.00 - 11.50 วัน เมื่อให้ความเข้มข้นที่สูงขึ้น ดังแสดงในตาราง 14

ตาราง 14 ผลของการให้สารละลายโคลชิซีนที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อจำนวนวันเกิดราก และข้อของต้อยติ่ง [1/]

ความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซีน (%)	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเกิดรากจากการตัดย้ายครั้งแรก	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเกิดรากจากการตัดย้ายครั้งที่สอง	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเกิดข้อแรก	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเกิดข้อที่สอง	จำนวนวันเฉลี่ยระหว่างการเกิดข้อแรกและข้อที่สอง
0	8.00	7.00	6.00	12.00	6.00
0.025	8.00	7.50	6.00	13.00	7.00
0.05	11.50	8.00	7.00	14.00	7.00
0.10	9.00	7.50	7.00	14.00	7.00
0.20	10.00	8.00	6.00	14.00	8.00

[1/] ตัวเลขที่ได้ มิได้นำไปวิเคราะห์ค่าความแตกต่างความแปรปรวนทางสถิติ

จำนวนวันเกิดรากเฉลี่ยในการตัดย้ายอาหารครั้งที่สอง

จากตาราง 14 ผลของความเข้มข้นของสารละลายต่อจำนวนวันออกรากครั้งที่สองมีค่าใกล้เคียงกันในช่วง 7.00 – 8.00 วัน ซึ่งเมื่อไม่ใช้สาร ละลายพบจำนวนวันเฉลี่ยเกิดรากต่ำที่สุดคือ 7.00 วัน

จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเกิดข้อแรก

จากตาราง 14 ผลของความเข้มข้นของสารละลายต่อจำนวนวันเมื่อเกิดข้อแรกมีค่าใกล้เคียงกันในช่วง 6.00 – 7.00 วัน

จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเกิดข้อที่สอง

จากตาราง 14 ผลของความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซีนต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเกิดข้อที่สองมีค่าใกล้เคียงกันในช่วง 12.00 – 14.00 วัน โดยกรรมวิธีที่ไม่ใช้สารละลายพบจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเกิดข้อที่สองต่ำที่สุดคือ 12.00 วัน

จำนวนวันเฉลี่ยระหว่างการเกิดข้อแรกและข้อที่สอง

จากตาราง 14 ผลของความเข้มข้นของสารละลายต่อจำนวนวันเฉลี่ยระหว่างการเกิดข้อแรกและข้อที่สองมีค่าใกล้เคียงกันในช่วง 6.00 – 8.00 วัน โดยกรรมวิธีที่ใช้ความเข้มข้นสูงสุดคือ 0.20 % มีจำนวนวันเฉลี่ยระหว่างการเกิดข้อแรกและข้อที่สองมากที่สุดคือ 8.00วัน

ต้นที่พบโครโมโซมแบบปกติในการตัดเลี้ยงบนอาหารครั้งแรก

ผลของความเข้มข้นของสารละลายต่อต้นที่พบจำนวนโครโมโซมปกติ เกิดขึ้นกับทุกต้นเมื่อไม่ใช้สารละลาย และใช้สารละลายโคลชิซีนความเข้มข้น 0.025 % ดังแสดงในตาราง 15

ต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ในการตัดเลี้ยงบนอาหารครั้งแรก

ผลของความเข้มข้นของสารละลายต่อจำนวนต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid พบในความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซีน 0.05, 0.10 และ 0.20 % โดยพบต้นที่มีจำนวนโครโมโซมแบบ aneuploid รวม 4 ต้นจากจำนวน 20 ต้น ดังแสดงในตาราง 15 (ซึ่งแสดงรายละอียดเพิ่มเติมในตารางผนวก 7)

ต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ที่เพิ่มขึ้นในการตัดเลี้ยงบนอาหารครั้งแรก

ผลของความเข้มข้นของสารละลายต่อต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ที่เพิ่มขึ้นเกิดขึ้นเมื่อใช้ความเข้มข้น 0.05 % โดยพบเพียง 1 ต้นเท่านั้น (10.0%) โดยมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 50 แท่ง (2n+16) ดังแสดงในตาราง 15

ตาราง 15 ผลของการให้สารละลายโคลชิซีนที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อจำนวนโครโมโซมปลายรากของต้อยติ่งในการตัดเลี้ยงบนอาหารครั้งแรก [1/]

ความเข้มข้น (%)	จำนวนต้นที่หาโครโมโซม[2/]	จำนวนต้นที่พบโครโมโซมปกติ		จำนวนต้นที่พบจำนวนโครโมโซมแบบ aneuploid		จำนวนต้นที่พบจำนวนโครโมโซมแบบ aneuploid ที่เพิ่มขึ้น		จำนวนต้นที่พบจำนวนโครโมโซมแบบ aneuploid ที่ลดลง	
		(ต้น)	(%)	(ต้น)	(%)	(ต้น)	(%)	(ต้น)	(%)
0	13	13	100	0	0	0	0	0	0
0.025	10	10	100	0	0	0	0	0	0
0.05	10	8	80.00	2	20.0	1	10.00	1	10.00
0.10	7	6	85.71	1	14.29	0	0	1	14.29
0.20	3	2	66.67	1	33.33	0	0	1	33.33

[1/] ตัวเลขที่ได้มิได้นำไปวิเคราะห์ค่าความแตกต่างความแปรปรวนทางสถิติ

[2/] หาโครโมโซมจากต้นที่เจริญ และออกรากได้

ต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ที่ลดลงในการตัดเลี้ยงบนอาหารครั้งแรก

จากตาราง 15 ผลของความเข้มข้นของสารละลายต่อจำนวนต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ที่ลดลงพบเมื่อใช้ความเข้มข้น 0.05 , 0.10 และ 0.20 % ซึ่งพบเพียงความเข้มข้นละ 1 ต้นเท่ากัน โดยจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 32 (2n-2) , 26 (2n-8) และ 29 (2n-5) แท่ง ตามลำดับ

ต้นที่พบโครโมโซมแบบปกติในการตัดย้ายอาหารครั้งที่สอง

สารละลายเกือบทุกความเข้มข้น ทำให้จำนวนต้นมีโครโมโซมแบบปกติในการตัดย้ายอาหารครั้งที่สองทั้งหมด ยกเว้นที่ความเข้มข้น 0.05 % ซึ่งก็มี ต้นที่มีโครโมโซมแบบปกติเป็น 90 % ดังแสดงในตาราง 16

ต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ในการตัดย้ายอาหารครั้งที่สอง

จากตาราง 16 ผลของความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซีนต่อจำนวนต้นที่พบจำนวนโครโมโซมแบบ aneuploid ในการตัดย้ายอาหารครั้งที่สองพบเพียงความเข้มข้น 0.05 % เพียงต้นเดียวจาก 10 ต้นเท่านั้น โดยเป็นจำนวนโครโมโซม aneuploid แบบลดลง คือกับ 32 แท่ง (2n-2)

ตาราง 16 ผลของการให้สารละลายโคลชิซีนที่ความเข้มข้นต่างๆต่อจำนวนโครโมโซมปลายรากของต้อยติ่งในการย้ายปลูกครั้งที่สอง [1/]

ความเข้มข้น (%)	จำนวนต้นที่หาโครโมโซม	จำนวนต้นที่พบโครโมโซมปกติ		จำนวนต้นที่พบจำนวนโครโมโซมแบบ aneuploid ที่ลดลง	
		(ต้น)	(%)	(ต้น)	(%)
0	13	13	100	0	0
0.025	10	10	100	0	0
0.05	10	9	90.00	1	10.00
0.10	7	7	100	0	0
0.20	3	3	100	0	0

[1/] ตัวเลขที่ได้ มิได้นำไปวิเคราะห์ค่าความแตกต่างความแปรปรวนทางสถิติ

ผลร่วมของระยะเวลาการให้สารละลาย และความเข้มข้นของโคลชิซีนต่อการเจริญของเมล็ดต้อยติ่ง

จำนวนวันเมื่อเริ่มงอก

ผลของระยะเวลา และความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซีนต่อจำนวนวันเมื่อเริ่มงอกให้จำนวนวันเริ่มงอกเท่ากันทุกกรรมวิธีคือ 8 วันหลังการทดลอง ดังแสดงในตาราง 17

จำนวนวันเมื่องอกถึงห้าสิบเปอร์เซนต์

จากตาราง 17 ระยะเวลา และความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซีนต่อจำนวนวันเมื่องอกถึงห้าสิบเปอร์เซนต์จากเมล็ดที่เพาะจำนวน 10 เมล็ด ในแต่ละกรรมวิธีนั้นในหลายกรรมวิธีไม่สามารถงอกได้ถึง ซึ่งจำนวนวันเมื่องอกถึงห้าสิบเปอร์เซนต์เร็วที่สุดคือกรรมวิธีที่ไม่ใช้สารละลาย ในระยะเวลาการแช่เมล็ด 1 วัน โดยใช้เวลาเพียง 8 วัน ขณะที่จำนวนวันที่ช้าที่สุดคือ 47 วัน พบในกรรมวิธี

ที่ใช้ความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซีน 0.10 % ที่ระยะเวลาเดียวกัน โดยภาพรวมเมื่อใช้สารละลายความเข้มข้นต่างๆ ใช้เวลา 1 หรือ 2 วัน ไม่สามารถแสดงความสัมพันธ์ของกรรมวิธีได้ชัดเจน

ตาราง 17 ผลร่วมของระยะเวลาการให้สารละลาย และความเข้มข้นของโคลชิซีนต่อการงอกและการรอดตายของต้อยติ่ง [1/]

ระยะเวลา (วัน)	ความเข้มข้น (%)	จำนวนวันเมื่อเริ่มงอก (วัน)	จำนวนวันเมื่องอกถึงห้าสิบเปอร์เซนต์	จำนวนวันเมื่องอกสูงสุด	ต้นที่งอกทั้งหมด	การรอดตาย[2/]	
						(ต้น)	(%)
1	0	8	8	11	7	7	100
	0.025	8	26	26	5	5	100
	0.05	8	*	18	4	4	100
	0.10	8	47	47	5	5	100
	0.20	8	18	18	5	0	0
2	0	8	29	29	7	6	85.67
	0.025	8	18	18	6	5	83.33
	0.05	8	18	18	6	6	100
	0.10	8	*	8	3	2	66.67
	0.20	8	26	26	7	3	42.86

[1/] ตัวเลขที่ได้มิได้นำไปวิเคราะห์ค่าความแตกต่างความแปรปรวนทางสถิติ

[2/] คิดจากต้นที่งอก

* กรรมวิธีที่ไม่สามารถงอกได้ถึงห้าสิบเปอร์เซนต์

จำนวนวันเมื่องอกสูงสุด

จากตาราง 17 จำนวนวันเมื่องอกสูงสุดที่มากที่สุดคือ 47 วัน ในกรรมวิธีที่ให้ความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซีน 0.10 % ในระยะเวลา 1 วัน และจำนวนวันน้อยที่สุดคือกรรมวิธีที่ให้ความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซีน 0.10 % ในระยะเวลา 2 วัน ซึ่งมีจำนวนวันเมื่องอกสูงสุดเพียง 8 วันเท่านั้น โดยภาพรวมไม่สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทดลองได้ชัดเจน

ต้นที่งอกทั้งหมด

จากตาราง 17 ต้นที่งอกทั้งหมด มีจำนวนต้นมากที่สุดคือ 7 ต้นในกรรมวิธีที่ไม่ใช้สารละลายโคลชิซีน ในระยะเวลา 1 และ 2 วัน และในกรรมวิธีที่ให้ความเข้มข้น 0.20 % ในระยะเวลา 2

วัน ส่วนจำนวนต้นน้อยที่สุดคือกรรมวิธีที่ให้ความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซีน 0.10 % ในระยะเวลา 2 วัน ซึ่งมีจำนวนเพียง 3 ต้น โดยภาพรวมของความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทดลองไม่สามารถระบุได้เด่นชัด

การรอดตาย

จากตาราง 17 การรอดตายในแต่ละกรรมวิธีมีความแตกต่างกันมาก โดยพบตั้งแต่รอดทั้งหมดจนถึงไม่มีต้นรอดตายเลย โดยจำนวนต้นที่ไม่รอดตายเลยพบในกรรมวิธีที่ให้ความเข้มข้น 0.20 % ในระยะเวลาให้สารละลาย 1 วัน จากตารางชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของระยะเวลา คือเมื่อใช้เวลา 1 วัน และไม่ใช้สารละลาย หรือใช้สารละลายทุกความเข้มข้น ยกเว้นความเข้มข้นสูงสุดจะได้เปอร์เซนต์รอดตายสูง แต่เมื่อเพิ่มระยะเวลาเป็น 2 วัน เปอร์เซนต์รอดตายลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ความเข้มข้นสูงสุด 2 ระดับสุดท้าย

จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเกิดยอด

ระยะเวลา และความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซีนไม่มีผลต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเกิดยอด โดยให้จำนวนวันเกิดยอดเท่ากันทุกกรรมวิธีคือ 11 วัน หลังการทดลอง ดังแสดงในตาราง 18

จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเกิดข้อแรก

จากตาราง 18 จำนวนวันเมื่อเกิดข้อแรกที่มีระยะเวลาการเกิดข้อแรกมากที่สุดคือ 8 วัน (นับจากวันเกิดยอด) จากกรรมวิธีการให้สารละลายความเข้มข้น 0.05 และ 0.10 % ที่ระยะเวลาการให้สารละลาย 1 วัน ขณะที่กรรมวิธีอื่นๆ มีจำนวนวันเมื่อเกิดข้อแรกเท่ากันคือ 6 วัน

จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเกิดข้อที่สอง

จากตาราง 18 จำนวนวันเมื่อเกิดข้อที่สองใกล้เคียงกันในทุกกรรรมวิธี โดยมีจำนวนวันเมื่อเกิดข้อที่สองในช่วง 12-14 วัน (นับจากวันเกิดข้อแรก) โดยจำนวนวันเกิดข้อที่สองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อมีการให้ระยะเวลา และความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซีนมากขึ้น

ตาราง 18 ผลร่วมของระยะเวลาการให้สารละลาย และความเข้มข้นของโคลชิซีนต่อการเกิดยอดและข้อของต้อยติ่ง [1/]

ระยะเวลา (วัน)	ความเข้มข้น (%)	จำนวนวันเมื่อเริ่มเห็นยอด	จำนวนวันเกิดข้อแรก (นับจากยอดแรก)	จำนวนวันเกิดข้อที่สอง (นับจากยอดแรก)	จำนวนวันระหว่างการเกิดข้อทั้งสอง (วัน)
1	0	11	6	12	6
	0.025	11	6	12	6
	0.05	11	8	14	6
	0.10	11	8	14	6
	0.20	11	*	*	*
2	0	11	6	12	6
	0.025	11	6	14	8
	0.05	11	6	14	8
	0.10	11	6	14	8
	0.20	11	6	14	8

[1/] ตัวเลขที่ได้มิได้นำไปวิเคราะห์ค่าความแตกต่างความแปรปรวนทางสถิติ

* กรรมวิธีที่ไม่สามารถเกิดข้อใหม่ได้

จำนวนวันเฉลี่ยระหว่างการเกิดข้อแรกและข้อที่สอง

จากตาราง 18 ระยะเวลาระหว่างการเกิดข้อทั้งสองข้อมีค่าในช่วงระยะเวลาระหว่าง 6-8 วัน (นับจากวันเกิดข้อแรก) โดยผลของระยะเวลาการให้สารละลายโคลชิซีนที่เพิ่มขึ้นเป็น 2 วัน มีผลให้จำนวนวันระหว่างการเกิดข้อทั้งสองเพิ่มขึ้นเป็น 8 วัน ยกเว้นเมื่อไม่ใช้สารละลาย

จำนวนวันเกิดรากในการตัดเลี้ยงบนอาหารครั้งแรก

จากตาราง 19 จำนวนวันเกิดรากในการตัดเลี้ยงบนอาหารในหลอดแก้วครั้งแรก พบมากที่สุดคือ 12 วัน และรองลงมาคือ 11 วันจากกรรมวิธีที่ให้ความเข้มข้น 0.05 % จากทั้งสองระยะเวลาการให้สารละลาย หากลดความเข้มข้นลง หรือไม่ใช้สารละลายเลย ไม่ว่าจะใช้เวลา 1 หรือ 2 วัน ระยะเวลาการเกิดรากจะลดลงเหลือเพียง 8 วัน

จำนวนวันเกิดรากในการตัดย้ายอาหารครั้งที่สอง

จากตาราง 19 จำนวนวันเกิดรากในการย้ายอาหารครั้งที่สองมีค่าใกล้เคียงกันในช่วง 7-8 วัน โดยจำนวนวันเมื่อเกิดรากในการตัดย้ายครั้งที่สองที่น้อยที่สุดคือ 7 วัน พบในกรรมวิธีที่ไม่ใช้สารละลายโคลชิซีนทั้ง 2 ระยะเวลาการให้สารละลาย ภาพรวมของการเกิดรากจากการตัดย้ายครั้งที่สองจากทั้งสองเวลา และทุกความเข้มข้นใช้เวลาน้อยกว่าการเกิดรากจากตัดย้ายครั้งแรก

ตาราง 19 ผลร่วมของระยะเวลาการให้สารละลาย และความเข้มข้นของโคลชิซีนต่อจำนวนวันเกิดรากของต้อยติ่งในการตัดย้ายอาหารทั้งสองครั้ง [1/]

ระยะเวลา (วัน)	ความเข้มข้น (%)	จำนวนวันเมื่อเกิดรากในการตัดเลี้ยงบนอาหารครั้งแรก	จำนวนวันเมื่อเกิดรากในการตัดย้ายอาหารครั้งที่สอง
1	0	8	7
	0.025	8	8
	0.05	12	8
	0.10	10	7
	0.20	*	*
2	0	8	7
	0.025	8	7
	0.05	11	8
	0.10	8	8
	0.20	10	8

[1/] ตัวเลขที่ได้มิได้นำไปวิเคราะห์ค่าความแตกต่างความแปรปรวนทางสถิติ

* กรรมวิธีที่ไม่สามารถเกิดรากได้

ต้นที่พบโครโมโซมแบบปกติในการตัดเลี้ยงบนอาหารครั้งแรก

จำนวนต้นที่พบโครโมโซมแบบปกติมีแนวโน้มลดลงชัดเจนเมื่อให้ความเข้มข้น และระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น ซึ่งมีจำนวนต้นที่พบโครโมโซมแบบปกติลดลงมากที่สุดในกรรมวิธีที่ใช้ความเข้มข้น 0.10 % ที่ระยะเวลา 2 วัน รองลงมาคือ ความเข้มข้น 0.05 และ 0.20 % ที่ระยะเวลาเดียวกัน ซึ่งมีจำนวนเป็น 50.0, 66.67 และ 66.67 % ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง 20

ต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ในการตัดย้ายอาหารครั้งแรก

จำนวนต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid สามารถพบได้ในกรรมวิธีให้ความเข้มข้นและระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น โดยมีจำนวนต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid มากที่สุดเมื่อใช้ความเข้มข้นสูงสุด 3 ระดับสุดท้ายร่วมกับใช้เวลานาน 2 วัน ซึ่งทำให้เกิด aneuploidy คิดเป็น 33.33-50.00 % ซึ่งมีจำนวนโครโมโซมเป็น 26 , 29 , 32 และ 50 แท่ง ดังแสดงในตาราง 20 และ 21

ตาราง 20 ผลร่วมของระยะเวลาการให้สารละลาย และความเข้มข้นของโคลชิซีนต่อจำนวนโครโมโซมปลายรากของต้อยติ่งในการตัดเลี้ยงบนอาหารครั้งแรก [1/]

ระยะเวลา	ความเข้มข้น	จำนวนต้นที่นับโครโมโซมทั้งหมด	ต้นที่พบโครโมโซมแบบปกติ (2n=34)		ต้นที่พบโครโมโซมแบบ anueploid ทั้งหมด		
(วัน)	(%)		(ต้น)	(%)	(ต้น)	(%)	จำนวนโครโมโซมที่นับได้
1	0	7	7	100	0	0	-
	0.025	5	5	100	0	0	-
	0.05	4	4	100	0	0	-
	0.10	5	5	100	0	0	-
	0.20	*	*	*	*	*	*
2	0	6	6	100	0	0	-
	0.025	5	5	100	0	0	-
	0.05	6	4	66.67	2	33.33	50 , 32
	0.10	2	1	50.00	1	50.00	26
	0.20	3	2	66.67	1	33.33	29

[1/] ตัวเลขที่ได้มิได้นำไปวิเคราะห์ค่าความแตกต่างความแปรปรวนทางสถิติ

* กรรมวิธีที่ต้นตายในระหว่างการทดลอง

ตาราง 21 ผลร่วมของระยะเวลาการให้สารละลาย และความเข้มข้นของโคลชิซีนต่อจำนวนโครโมโซมปลายรากของต้อยติ่งในการตัดเลี้ยงบนอาหารครั้งแรก แสดงในรายละเอียด [1/]

ระยะเวลา (วัน)	ความเข้มข้น (%)	จำนวนเซลล์ที่นับโครโมโซมได้	จำนวนเซลล์ที่พบโครโมโซมแบบปกติ (2n=34)	จำนวนเซลล์ที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid
1	0	30	30	0
	0.025	32	32	0
	0.05	35	35	0
	0.10	40	40	0
	0.20	*	*	*
2	0	30	30	0
	0.025	30	30	0
	0.05	33	28	5 (50,1) , (32,4) [2/]
	0.10	6	5	1 (26,1)
	0.20	18	17	1 (29,1)

[1/] ตัวเลขที่ได้มิได้นำไปวิเคราะห์ค่าความแตกต่างความแปรปรวนทางสถิติ

[2/] p(m,n) p = จำนวนเซลล์ที่นับได้ทั้งหมด
m = จำนวนโครโมโซมที่นับได้
n = จำนวนเซลล์ที่นับได้

* กรรมวิธีที่ต้นตายในระหว่างการทดลอง

ต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ที่เพิ่มขึ้นในการตัดเลี้ยงบนอาหารครั้งแรก

จำนวนต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ที่เพิ่มขึ้นสามารถพบได้เพียงต้นเดียวจากกรรมวิธีที่ใช้ความเข้มข้น 0.50 % ที่ระยะเวลา 2 วัน ซึ่งมีจำนวนเป็น 16.67 % (จากจำนวนต้นทั้งหมด 6 ต้น ในขณะที่กรรมวิธีอื่นไม่พบจำนวนโครโมโซมแบบนี้เลย) ดังแสดงในตาราง 21 และ 22

ต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ที่ลดลงในการตัดเลี้ยงบนอาหารครั้งแรก

จำนวนต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ที่ลดลงพบในกรรมวิธีให้ความเข้มข้นและระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น ซึ่งมีจำนวนต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ที่ลดลงมากที่สุดในกรรมวิธีที่ใช้ความเข้มข้น 0.10 % ที่ระยะเวลา 2 วัน รองลงมาคือ ความเข้มข้น 0.20 และ 0.05 % ในระยะเวลาเดียว

กัน ซึ่งคิดเป็น 50.00 , 33.33 และ 16.67 % จากจำนวนต้นที่นับโครโมโซมได้ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง 22

ต้นที่พบโครโมโซมแบบต่างๆในการตัดย้ายอาหารครั้งที่สอง

การหาจำนวนโครโมโซมปลายรากของยอดต้อยติ่ง ในการตัดย้ายอาหารครั้งที่สองพบจำนวนต้นที่มีจำนวนโครโมโซมปกติทั้งหมด ยกเว้นกรรมวิธีที่ให้ความเข้มข้น 0.05 % ในระยะเวลา 2 วัน ซึ่งพบว่าเป็นต้นที่พบจำนวนโครโมโซมแบบ aneuploid ที่ลดลง โดยพบเพียง 1 ต้น ซึ่งมีจำนวนโครโมโซมเป็น 32 แท่ง (2n-2) ดังแสดงในตาราง 23 และ 24 แต่จำนวนโครโมโซมแบบ aneuploid จากกรรมวิธีอื่นได้หายไปในการตัดย้ายอาหารครั้งที่สอง

ตารางที่ 22 ผลร่วมของระยะเวลาการให้สารละลาย และความเข้มข้นของโคลชิซีนต่อจำนวนโครโมโซมปลายรากแบบ aneuploid ของต้อยติ่งในการตัดเลี้ยงบนอาหารครั้งแรก [1/]

ระยะเวลา (วัน)	ความเข้มข้น (%)	จำนวนต้นที่หาโครโมโซม	ต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ที่เพิ่มขึ้น		ต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ที่ลดลง	
			(ต้น)	(%)	(ต้น)	(%)
1	0	7	0	0	0	0
	0.025	5	0	0	0	0
	0.05	4	0	0	0	0
	0.10	5	0	0	0	0
	0.20	*	*	*	*	*
2	0	6	0	0	0	0
	0.025	5	0	0	0	0
	0.05	6	1	16.67	1	16.67
	0.10	2	0	0	1	50.00
	0.20	3	0	0	1	33.33

[1/] ตัวเลขที่ได้มิได้นำไปวิเคราะห์ค่าความแตกต่างความแปรปรวนทางสถิติ

* กรรมวิธีที่ต้นตายในระหว่างการทดลอง

ตาราง 23 ผลร่วมของระยะเวลาการให้สารละลาย และความเข้มข้นของโคลชิซีนต่อจำนวนโครโมโซมปลายรากของต้อยติ่งในการตัดย้ายอาหารครั้งที่สอง [1/]

ระยะเวลา (วัน)	ความเข้มข้น (%)	จำนวนต้นที่หาโครโมโซม	ต้นที่พบโครโมโซมแบบปกติ (2n=34)		ต้นที่พบโครโมโซมแบบ anueploid ทั้งหมด		ต้นที่พบโครโมโซมแบบ anueploid ที่ลดลง	
			(ต้น)	(%)	(ต้น)	(%)	(ต้น)	(%)
1	0	7	7	100	0	0	0	0
	0.025	5	5	100	0	0	0	0
	0.05	4	4	100	0	0	0	0
	0.10	5	5	100	0	0	0	0
	0.20	*	*	*	*	*	*	*
2	0	6	6	100	0	0	0	0
	0.025	5	5	100	0	0	0	0
	0.05	6	5	83.33	1	16.67	1	16.67
	0.10	2	2	100	0	0	0	0
	0.20	3	3	100	0	0	0	0

[1/] ตัวเลขที่ได้มิได้นำไปวิเคราะห์ค่าความแตกต่างความแปรปรวนทางสถิติ

* กรรมวิธีที่ต้นตายในระหว่างการทดลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ตาราง 24 ผลร่วมของระยะเวลาการให้สารละลาย และความเข้มข้นของโคลชิซีนต่อจำนวนโครโมโซมปลายรากของต้อยติ่งในการตัดย้ายอาหารครั้งที่สอง [1/]

ระยะเวลา (วัน)	ความเข้มข้น (%)	จำนวนเซลล์ที่นับโครโมโซมได้	จำนวนเซลล์ที่พบโครโมโซมแบบปกติ (2n=34)	จำนวนเซลล์ที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid
1	0	21	21	0
	0.025	22	22	0
	0.05	25	25	0
	0.10	21	21	0
	0.20	*	*	*
2	0	20	20	0
	0.025	23	23	0
	0.05	29	28	1 (32,1) [2/]
	0.10	15	15	0
	0.20	19	19	0

[1/] ตัวเลขที่ได้มิได้นำไปวิเคราะห์ค่าความแตกต่างความแปรปรวนทางสถิติ

[2/] p(m,n) p = จำนวนเซลล์ที่นับได้ทั้งหมด
m = จำนวนโครโมโซมที่นับได้
n = จำนวนเซลล์ที่นับได้

* กรรมวิธีที่ต้นตายในระหว่างการทดลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

การทดลองที่ 3 อิทธิพลของสารละลายโคลชิซีนที่ความเข้มข้น และระยะเวลาที่ต่างกันต่อเมล็ดของดอกดาว (*Ipomoea quamoclit* Linn.)

อิทธิพลของระยะเวลาการให้สารละลายโคลชิซีน (main effect)

จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มงอก

ระยะเวลาการให้สารละลายไม่มีผลต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มงอกโดยให้จำนวนวันเริ่มงอกเฉลี่ยเท่ากันทุกกรรมวิธีคือ 2 วัน หลังการทดลอง ดังแสดงในตาราง 25

ตาราง 25 ผลของระยะเวลาการให้สารละลายโคลชิซีนต่อการงอก และการรอดตายของเมล็ดดอกดาว [1/]

ระยะเวลา (วัน)	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มงอก	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่องอกทั้งหมด	จำนวนต้นที่งอกทั้งหมด	การรอดตาย[2/]	
				(ต้น)	(%)
1	2	17.80	49	48	97.96
2	2	11.00	48	24	50.00

[1/] ตัวเลขที่ได้ มิได้นำไปวิเคราะห์ค่าความแตกต่างความแปรปรวนทางสถิติ

[2/] คิดจากต้นที่งอก

จำนวนวันเฉลี่ยเมื่องอกทั้งหมด

จากตาราง 25 ระยะเวลาการให้สารละลายโคลชิซีนนานขึ้นทำให้จำนวนวัน เฉลี่ยเมื่องอกสูงสุดลดลง โดยมีจำนวนวันเฉลี่ย 17.80 และ 11.00 วัน จากระยะเวลาการให้สารละลาย 1 และ 2 วันตามลำดับ

จำนวนต้นที่งอกทั้งหมด

จากตาราง 25 การแช่เมล็ดดอกดาวในสารละลายโคลชิซีน 1 และ 2 วัน ให้จำนวนต้นที่งอกได้สูงสุดใกล้เคียงกันคือ 49 และ 48 ต้น เมื่อแช่นาน 1 และ 2 วัน ตามลำดับ

การรอดตาย

จากตาราง 25 การแช่เมล็ดดอกดาวในสารละลายนานขึ้น ทำให้ต้นอ่อนดอกดาว มีชีวิตรอดลดลง โดยการแช่สารละลาย 1 วัน ต้นอ่อนที่งอกได้ทั้งหมดรอดตาย 97.96 % แต่เมื่อแช่สารละลายนานขึ้นเป็น 2 วัน เหลือรอดตายเพียง 50.00 %

จำนวนวันเกิดรากในการตัดยอดเลี้ยงบนอาหารครั้งแรก

ภายหลังจากการตัดยอดของต้นกล้าจากการเพาะเมล็ด แล้วไปย้ายลงเลี้ยงในอาหารใหม่ พบว่ายอดของต้นอ่อนที่งอกจากเมล็ดที่ได้รับโคลชิซีน 1 และ 2 วัน ใช้เวลาเฉลี่ยในการเริ่มออกรากใกล้เคียงกันคือ 14.20 และ 14.60 วัน เมื่อให้สารละลาย 1 และ 2 วัน ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง 26

ตาราง 26 ผลของระยะเวลาการให้สารละลายโคลชิซีน ต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเกิดรากและข้อของดอกดาว [1/]

ระยะเวลา (วัน)	จำนวนวันออกราก เฉลี่ยเมื่อตัดเลี้ยง บนอาหารครั้งแรก	จำนวนวันออกราก เฉลี่ยเมื่อตัดย้าย ครั้งที่สอง	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเกิด ข้อแรก	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเกิด ข้อที่สอง
1	14.20	12.80	12.40	15.60
2	14.60	12.67	13.30	17.00

[1/] ตัวเลขที่ได้ มิได้นำไปวิเคราะห์ค่าความแตกต่างความแปรปรวนทางสถิติ

จำนวนวันเกิดรากในการตัดย้ายอาหารครั้งที่สอง

จากตาราง 26 เมื่อตัดย้ายยอดไปเลี้ยงบนอาหารใหม่ครั้งที่ 2 ยอดที่ได้จากการแช่เมล็ด 1 และ 2 วัน ใช้เวลาเริ่มออกรากเฉลี่ยใกล้เคียงกันคือ 12.80 และ 12.67 วัน ตามลำดับ

จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเกิดข้อแรก

จากตาราง 26 ผลของระยะเวลาการให้สารละลายต่อจำนวนวันเกิดข้อแรกภายหลังการตัดยอดเลี้ยงบนอาหารครั้งแรก พบว่าสามารถเกิดข้อที่ 2 ได้ใกล้เคียงกันในระยะเวลาการให้สารละลายนาน 2 ระดับ โดยมีจำนวนวันเกิดข้อที่สองเฉลี่ย 12.40 และ 13.30 วัน

จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเกิดข้อที่สอง

จากตาราง 26 พบว่าการแช่เมล็ดในสารละลาย 1 วัน ยอดสามารถเกิดข้อที่สองได้ในเวลา 15.60 วัน และเมื่อเพิ่มระยะเวลาขึ้นเป็น 2 วัน ทำให้มีจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเกิดข้อที่สองเพิ่มขึ้นเป็น 17.00 วัน

ต้นที่พบโครโมโซมแบบปกติในการตัดยอดเลี้ยงบนอาหารครั้งแรก

ผลของระยะเวลาการให้สารละลายต่อจำนวนต้นที่พบโครโมโซมแบบปกติ ทำให้ได้ต้นที่มีโครโมโซมแบบปกติเป็น 89.58 % จากระยะเวลาการให้สารละลาย 1 วัน และลดลงเหลือใกล้เคียงกัน คือ 79.41 % เมื่อระยะเวลา 2 วัน ดังแสดงในตาราง 27

ตาราง 27 ผลของระยะเวลาการให้สารละลายโคลชิซีน ต่อจำนวนโครโมโซมปลายรากดอกดาวในการตัดยอดเลี้ยงบนอาหารครั้งแรก [1/]

ระยะเวลา (วัน)	จำนวนต้นที่หาโครโมโซมทั้งหมด	ต้นที่พบโครโมโซมปกติ (2n=30)		ต้นที่พบจำนวนโครโมโซมแบบ aneuploid	
		(ต้น)	(%)	(ต้น)	(%)
1	48	43	89.58	5	10.42
2	34	27	79.41	7	20.59

[1/] ตัวเลขที่ได้ มิได้นำไปวิเคราะห์ค่าความแตกต่างความแปรปรวนทางสถิติ

ต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ในการตัดยอดเลี้ยงบนอาหารครั้งแรก

จากตาราง 27 ผลของระยะเวลาการให้สารละลายต่อจำนวนต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid คิดเป็น 10.42 % จากจำนวนทั้งหมด 48 ต้น จากระยะเวลาการให้สารละลาย 1 วัน จากนั้นเพิ่มขึ้นอีกประมาณเท่าตัวเป็น 20.59 % จากจำนวนทั้งหมด 34 ต้น เมื่อให้สารละลายนานเพิ่มขึ้นเป็น 2 วัน

ต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ที่เพิ่มขึ้นในการตัดยอดเลี้ยงบนอาหารครั้งแรก

ผลของระยะเวลาการให้สารละลายต่อจำนวนต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ที่เพิ่มขึ้นคิดเป็น 2.08 % จากระยะเวลาการให้สารละลาย 1 วัน จากนั้นเพิ่มสูง ขึ้นถึง 11.77 % เมื่อให้สารละลายนาน 2 วัน (ตาราง 28)

ตาราง 28 ผลของระยะเวลาการให้สารละลายโคลชิซีน ต่อจำนวนโครโมโซมปลายรากแบบ aneuploid ของดอกดาวในการตัดยอดเลี้ยงบนอาหารครั้งแรก [1/]

ระยะเวลา (วัน)	จำนวนต้นที่หาโครโมโซมทั้งหมด	ต้นที่พบจำนวนโครโมโซมแบบ aneuploid ที่เพิ่มขึ้น		ต้นที่พบจำนวนโครโมโซมแบบ aneuploid ที่ลดลง	
		(ต้น)	(%)	(ต้น)	(%)
1	48	1	2.08	4	8.34
2	34	4	11.77	3	8.82

[1/] ตัวเลขที่ได้ มิได้นำไปวิเคราะห์ค่าความแตกต่างความแปรปรวนทางสถิติ

ต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ที่ลดลงในการตัดยอดเลี้ยงบนอาหารครั้งแรก

จากตาราง 28 ผลของระยะเวลาการให้สารละลายต่อจำนวนต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ที่ลดลงพบในจำนวนใกล้เคียงกัน โดยคิดเป็น 8.34 และ 8.82 % จากระยะเวลาการให้สารละลาย 1 และ 2 วันตามลำดับ

ต้นที่พบโครโมโซมแบบปกติในการตัดย้ายอาหารครั้งที่สอง

ผลของระยะเวลาการให้สารละลายต่อจำนวนต้นที่พบโครโมโซมแบบปกติในการตัดย้ายอาหารครั้งที่สองใกล้เคียงกันมากคือ 97.92 และ 100 % จากระยะเวลาการให้สารละลาย 1 และ 2 วัน ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง 29

ตาราง 29 ผลของระยะเวลาการให้สารละลายโคลชิซีน ต่อจำนวนโครโมโซมปลายรากแบบต่างๆ ของดอกดาวในการตัดย้ายอาหารครั้งที่สอง [1/]

ระยะเวลา (วัน)	จำนวนต้นที่หาโครโมโซมทั้งหมด	ต้นที่พบโครโมโซมปกติ (2n=30)		ต้นที่พบจำนวนโครโมโซมแบบ aneuploid ที่เพิ่มขึ้น	
		(ต้น)	(%)	(ต้น)	(%)
1	48	47	97.92	1	2.08
2	24	24	100	0	0

[1/] ตัวเลขที่ได้ มิได้นำไปวิเคราะห์ค่าความแตกต่างความแปรปรวนทางสถิติ

ต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ในการตัดย้ายอาหารครั้งที่สอง

จากตาราง 29 ระยะเวลาการให้สารละลายต่อจำนวนต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ในการตัดย้ายอาหารครั้งที่สอง พบเพียง 1 ต้น จากระยะเวลาการให้สารละลาย 1 วัน ซึ่งเป็นต้นที่พบจำนวนโครโมโซมแบบ aneuploid ที่เพิ่มขึ้นโดยมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 50 แท่ง (2n+20)

อิทธิพลของความเข้มข้นสารละลายโคลชิซีน (main effect)

จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มงอก

ความเข้มข้นของสารละลายต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มงอก ให้จำนวนวันเฉลี่ยมากที่สุดคือ 4.00 วัน จากกรรมวิธีที่ใช้ความเข้มข้น 0.15 % ส่วนความเข้มข้นอื่นให้จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มงอกเท่ากันคือ 1.50 วัน ดังแสดงในตาราง 30

ตาราง 30 ผลของการให้สารละลายโคลชิซีนที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อการงอก และการรอดตายของเมล็ดดอกดาว [1/]

ความเข้มข้น (%)	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มงอก	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่องอกทั้งหมด	ต้นที่งอกทั้งหมด (%)	การรอดตาย[2/] (%)
0	1.50	14.00	45.00	100
0.05	1.50	15.00	52.50	85.71
0.10	1.50	13.00	57.50	82.61
0.15	4.00	13.00	47.50	47.37
0.20	1.50	17.00	40.00	50.00

[1/] ตัวเลขที่ได้ มิได้นำไปวิเคราะห์ค่าความแตกต่างความแปรปรวนทางสถิติ

[2/] คิดจากต้นที่งอก

จำนวนวันเฉลี่ยเมื่องอกทั้งหมด

จากตาราง 30 ผลของความเข้มข้นของสารละลายที่ระดับ 0.20 % มีจำนวนวันเฉลี่ยเมื่องอกทั้งหมดสูงสุดคือ 17.00 วัน

จำนวนต้นเฉลี่ยเมื่องอกทั้งหมด

จากตาราง 30 ความเข้มข้นของสารละลายที่มากที่สุดคือ 0.20 % ให้จำนวนต้นเมื่องอกทั้งหมดน้อยที่สุดเพียง 40.0 % ส่วนความเข้มข้นระดับอื่น ให้เปอร์เซนต์งอกทั้งหมดอยู่ระหว่าง 45.00 - 57.50 %

การรอดตาย

จากตาราง 30 สารละลายโคลชิซีนทำให้ต้นรอดตายได้น้อยลง เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใช้สารละลาย โดยเมื่อเพิ่มความเข้มข้นให้สูงถึง 0.15 และ 0.20 % ทำให้ต้นรอดตายน้อยลงมากคือ 47.37 และ 50.00 % ขณะที่การไม่ใช้สารละลายเลยต้นที่งอกรอดตายทั้งหมด

จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเกิดรากจากการตัดยอดเลี้ยงบนอาหารครั้งแรก

ผลของความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซีนต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเกิดรากในการตัดยอดเลี้ยงบนอาหารครั้งแรกมีค่าใกล้เคียงกันในช่วง 13.50 – 15.00 วัน ดังแสดงในตาราง 31

ตาราง 31 ผลของการให้สารละลายโคลชิซีนที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อจำนวนวันเกิดราก และข้อของดอกดาว [1/]

ความเข้มข้น (%)	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเกิดรากจากการตัดเลี้ยงบนอาหารครั้งแรก	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเกิดรากจากการตัดย้ายอาหารครั้งที่สอง	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเกิดข้อแรก	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเกิดข้อที่สอง
0.0	13.50	12.00	12.00	14.50
0.05	14.50	13.00	13.00	16.50
0.10	14.00	13.00	13.00	16.50
0.15	15.00	13.00	12.00	16.00
0.20	15.00	13.00	14.00	18.00

[1/] ตัวเลขที่ได้ มิได้นำไปวิเคราะห์ค่าความแตกต่างความแปรปรวนทางสถิติ

จำนวนวันเกิดรากในการตัดย้ายอาหารครั้งที่สอง

จากตาราง 31 ผลของความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซีนต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเกิดราก ในการย้ายปลูกครั้งที่สองมีค่าใกล้เคียงกันในช่วง 12.00 - 13.00 วัน โดยจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเกิดราก น้อยที่สุดคือ 12.00 วัน จากกรรมวิธีที่ไม่ใช้สารละลายโคลชิซีน

จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเกิดข้อแรก

จากตาราง 31 ผลของความเข้มข้นของสารละลายต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเกิดข้อแรกอยู่ใน ช่วง 12.00 -14.00 วัน ซึ่งจำนวนวันมากที่สุด 14.00 วัน จากความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซีนที่ มากที่สุดคือ 0.20 %

จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเกิดข้อที่สอง

จากตาราง 31 ความเข้มข้นของสารละลายที่เพิ่มขึ้นทำให้จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเกิดข้อที่สอง สูงขึ้น โดยมีจำนวนวันเกิดรากเฉลี่ยสูงที่สุดที่ระดับความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซีนสูงสุด คือ 18 วัน ในขณะที่เมื่อไม่ใช้สารละลายเลยใช้เวลาเพียง 14.50 วัน

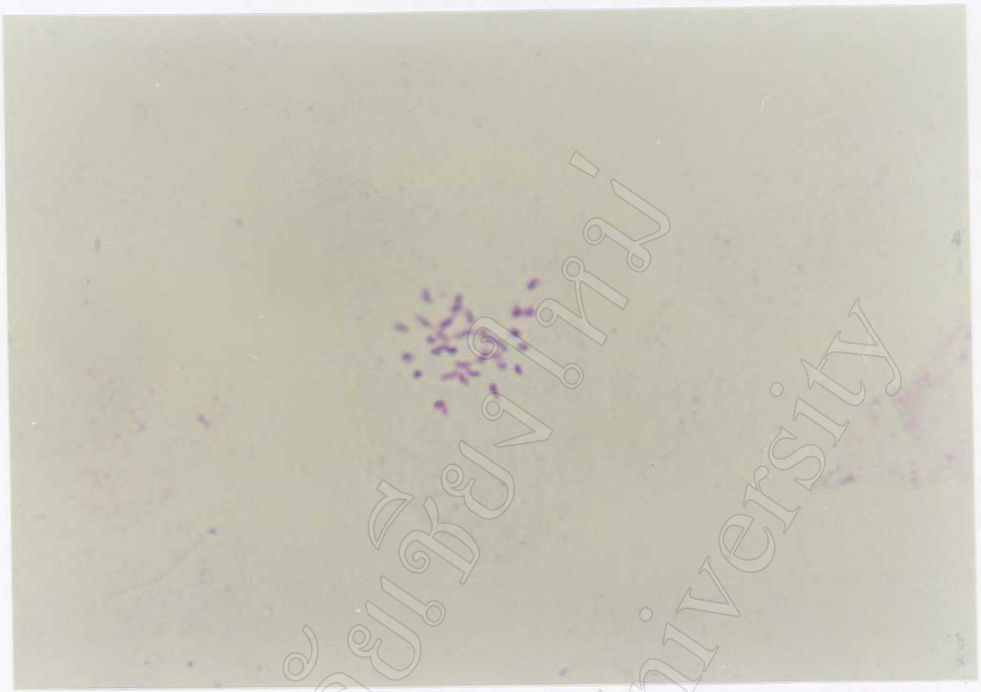
ต้นที่พบโครโมโซมแบบปกติในการตัดยอดเลี้ยงบนอาหารครั้งแรก

ผลของความเข้มข้นสารละลายต่อจำนวนต้นที่พบโครโมโซมปกติ (2n=30 ดังภาพ 13) พบ มากที่สุดในกรรมวิธีที่ไม่ใช้สารละลายโคลชิซีนเลย โดยพบโครโมโซมแบบปกติทั้งหมด ขณะที่ การใช้สารละลาย 0.15 และ 0.20 % พบต้นที่มีโครโมโซมปกติต่ำที่สุดเพียง 68.75 และ 72.73 % ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง 32

ตาราง 32 ผลของการให้สารละลายโคลชิซีนที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อจำนวนโครโมโซม ปลายรากของดอกดาวในการตัดยอดเลี้ยงบนอาหารครั้งแรก [1/]

ความเข้มข้น (%)	ต้นที่หาโครโมโซมทั้งหมด	ต้นที่พบโครโมโซมปกติ		ต้นที่พบจำนวนโครโมโซมแบบ aneuploid	
		(ต้น)	(%)	(ต้น)	(%)
0	18	18	100	0	0
0.05	18	15	83.33	3	16.67
0.10	19	18	94.74	1	5.26
0.15	16	11	68.75	5	31.25
0.20	11	8	72.73	3	27.27

[1/] ตัวเลขที่ได้ มิได้นำไปวิเคราะห์ค่าความแตกต่างความแปรปรวนทางสถิติ



ภาพ 13 จำนวนโครโมโซมปกติจากปลายรากของดอกดาว นับจำนวนโครโมโซมได้ 30 แท่ง (2n=30)
(กำลังขยาย 3,500 เท่า)

ต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ในการตัดยอดเลี้ยงบนอาหารครั้งแรก

จากตาราง 32 จำนวนต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid พบมากที่สุดในกรรมวิธีที่ใช้ความเข้มข้นของสารละลาย 0.15 % โดยให้ค่าเป็น 31.25 % (จาก 16 ต้น) รองลงมาคือที่ความเข้มข้น 0.20 % ซึ่งพบใกล้เคียงกันคือ 27.27 % (จาก 11 ต้น) ในขณะที่ความเข้มข้น 0.05 และ 0.10 % ให้ค่าเพียง 5.26 – 16.67 % แต่ไม่พบโครโมโซมแบบนี้เลยเมื่อไม่ใช้สารละลายโคลชิซีน

ต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ที่เพิ่มขึ้นในการตัดย้ายอาหารครั้งแรก

จากตาราง 33 จำนวนต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ที่เพิ่มขึ้นมีเพียงแต่ในกรรมวิธีที่ใช้ความเข้มข้น 0.15 และ 0.20 % โดยพบ 18.75 และ 18.18 % ตามลำดับ โดยพบจำนวนโครโมโซม 36 (2n+6) , 49 (2n+19) และ 50 (2n+20)

ต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ที่ลดลงในการตัดยอดเลี้ยงบนอาหารครั้งแรก

จากตาราง 33 ผลของความเข้มข้นสารละลายต่อจำนวนต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ที่ลดลงมีมากที่สุดในความเข้มข้นของสารละลาย 0.05 % โดยมีจำนวน 16.67 % โครโมโซมที่ลดลง

ในกลุ่มที่ได้รับสารละลายความเข้มข้นต่างๆ สามารถนับจำนวนโครโมโซมได้เท่ากับ 26 (2n-4) , 27 (2n-3) และ 28 (2n-2) แท่ง

ตาราง 33 ผลของการให้สารละลายโคลชิซีนที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อจำนวนโครโมโซมปลายรากแบบ aneuploid ของดอกดาวในการตัดยอดเลี้ยงบนอาหารครั้งแรก [1/]

ความเข้มข้น (%)	ต้นที่หาโครโมโซมทั้งหมด	ต้นที่พบจำนวนโครโมโซมแบบ aneuploid ที่เพิ่มขึ้น		ต้นที่พบจำนวนโครโมโซมแบบ aneuploid ที่ลดลง	
		(ต้น)	(%)	(ต้น)	(%)
0	18	0	0	0	0
0.05	18	0	0	3	16.67
0.10	19	0	0	1	5.26
0.15	16	3	18.75	2	12.50
0.20	11	2	18.18	1	9.09

[1/] ตัวเลขที่ได้ มิได้นำไปวิเคราะห์ค่าความแตกต่างความแปรปรวนทางสถิติ

ตาราง 34 ผลของการให้สารละลายโคลชิซีนที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อจำนวนโครโมโซมปลายรากของดอกดาวในการย้ายปลูกครั้งที่สอง [1/]

ความเข้มข้น (%)	ต้นที่หาโครโมโซมทั้งหมด	จำนวนต้นที่พบโครโมโซมปกติ		จำนวนต้นที่พบจำนวนโครโมโซมแบบ aneuploid ที่เพิ่มขึ้น	
		(ต้น)	(%)	(ต้น)	(%)
0	18	18	100	0	0
0.05	18	18	100	0	0
0.10	19	19	100	0	0
0.15	9	8	88.89	1	11.11
0.20	8	8	100.0	0	0

[1/] ตัวเลขที่ได้ มิได้นำไปวิเคราะห์ค่าความแตกต่างความแปรปรวนทางสถิติ

ต้นที่พบโครโมโซมแบบต่างๆ ในการตัดย้ายครั้งที่สอง

จากตาราง 34 พบว่าสารละลายทุกความเข้มข้นทำให้ต้นมีโครโมโซมแบบปกติได้ทั้งหมด ยกเว้นที่ความเข้มข้น 0.15 % ที่พบว่ามีโครโมโซมแบบ aneuploid เพิ่มขึ้นจากเดิม คิดเป็น 11.11 % ซึ่งสามารถนับจำนวนได้ 50 แท่ง (2n+20)

ผลร่วมของระยะเวลาการให้สารละลาย และความเข้มข้นของโคลชิซีนต่อการเจริญของดอกดาว

จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มงอก

จากตาราง 35 การใช้ระยะเวลาให้สารละลาย 2 วัน ร่วมกับทุกความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซีนไม่มีผลแตกต่างกันต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มงอก โดยจำนวนวันเท่ากันคือ 2 วัน ส่วนการใช้ระยะเวลา 1 วัน เกือบทุกความเข้มข้นมีจำนวนวันเริ่มงอกเท่ากันคือ 1 วัน ยกเว้นที่ระดับ 0.15 % เท่านั้น ซึ่งงอกได้ช้ากว่ามากคือ 6 วัน

จำนวนวันเฉลี่ยเมื่องอกถึงห้าสิบเปอร์เซนต์

จากตาราง 35 ผลของระยะเวลา และความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซีนต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่องอกถึงห้าสิบเปอร์เซนต์ ในหลายกรรมวิธีไม่สามารถงอกได้ถึง ภาพรวมสามารถเห็นได้ชัดว่า เมื่อความเข้มข้นสูงสุดยับยั้งการงอก และการแช่ 2 วัน กระตุ้นให้มีวันงอกครบห้าสิบเปอร์เซนต์เร็วขึ้น

จำนวนวันเมื่อเมล็ดงอกทั้งหมด

จำนวนวันเมื่อเมล็ดงอกทั้งหมดใช้เวลามากที่สุด 21 วันในกรรมวิธีที่ให้ความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซีน 0 , 0.05 และ 0.20 % เมื่อมีระยะแช่เมล็ด 1 วัน และจำนวนวันน้อยที่สุดคือกรรมวิธีที่ให้สารละลายโคลชิซีนที่ระยะเวลา 2 วัน ซึ่งมีจำนวนวันเมื่องอกทั้งหมด 7 วัน โดยรวมการให้สารละลายทุกความเข้มข้นในระยะเวลา 2 วัน มีจำนวนวันเมื่องอกทั้งหมดน้อยกว่าที่ 1 วัน ดังแสดงในตาราง 35

จำนวนต้นเมื่องอกทั้งหมด

จำนวนต้นเมื่องอกทั้งหมดอยู่ในช่วง 8 - 12 ต้น ในกรรมวิธีที่ใช้ระยะเวลา 1 วัน และ 8 – 11 ต้น ที่ระยะเวลา 2 วัน โดยพบว่าเห็นผลชัดเจนทั้ง 1 และ 2 วัน ที่ให้จำนวนต้นน้อยที่สุด เมื่อใช้ความเข้มข้นสารละลายระดับสูงสุด ดังแสดงในตาราง 35

ตาราง 35 ผลร่วมของระยะเวลาการให้สารละลาย และความเข้มข้นของโคลชิซีนต่อการงอกและการรอดตายของเมล็ดดอกดาว [1/]

ระยะเวลา (วัน)	ความเข้มข้น (%)	จำนวนวันเมื่อเริ่มงอก	จำนวนวันเมื่องอกถึงห้าสิบเปอร์เซนต์	จำนวนวันเมื่องอกทั้งหมด	จำนวนต้นเมื่องอกทั้งหมด	การรอดตาย[2/]	
						(ต้น)	(%)
1	0	1	21	21	10	10	100
	0.05	1	21	21	10	10	100
	0.10	1	10	13	12	11	91.67
	0.15	6	*	13	9	9	100
	0.20	1	*	21	8	8	100
2	0	2	*	7	8	8	100
	0.05	2	9	9	11	8	72.73
	0.10	2	9	13	11	8	72.73
	0.15	2	13	13	10	0	0
	0.20	2	*	13	8	0	0

[1/] ตัวเลขที่ได้ มิได้นำไปวิเคราะห์ค่าความแตกต่างความแปรปรวนทางสถิติ

[2/] คิดจากต้นที่งอก

* กรรมวิธีที่ไม่สามารถงอกได้ถึงห้าสิบเปอร์เซนต์

การรอดตาย

จากตาราง 35 ต้นที่รอดตายมีค่าในช่วงใกล้เคียงกันมากคือ 91.67 - 100 % เมื่อให้สารละลายทุกความเข้มข้น ในระยะเวลา 1 วัน แต่เมื่อเพิ่มระยะเวลาเป็น 2 วัน ต้นที่รอดตายมีจำนวนที่

ลดลงตามความเข้มข้นของสารละลายที่เพิ่มขึ้น และไม่มีมีต้นที่รอดตายเลยเมื่อให้ความเข้มข้นสูง 0.15 และ 0.20 %

จำนวนวันเมื่อเริ่มเกิดยอดครั้งแรก

ผลของระยะเวลา ร่วมกับความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซีนต่อจำนวนวันเมื่อเริ่มเกิดยอดครั้งแรก ในกรรมวิธีที่ให้ความเข้มข้น 0.20 % ในระยะเวลา 1 วัน และกรรมวิธีที่ให้ความเข้มข้น 0.05 % ในระยะเวลา 2 วัน ใช้เวลาในการเกิดยอดมากที่สุดคือ 29 วัน ขณะที่การไม่ใช้สารละลายเลยทั้งที่ 1 และ 2 วัน มีจำนวนวันเมื่อเกิดยอดเพียง 9 และ 7 วัน ตามลำดับ สรุปได้ว่าความเข้มข้นสูงสุด 2 ระดับ ชะลอการเกิดยอด และเมื่อร่วมกับปัจจัยเวลาการแช่เมล็ดนานขึ้นยิ่งใช้เวลาการเกิดยอดมากขึ้นมาก จนยับยั้งการเกิดยอด ดังแสดงในตาราง 36

ตาราง 36 ผลร่วมของระยะเวลาการให้สารละลาย และความเข้มข้นของโคลชิซีนต่อการเกิดยอดและข้อของดอกดาว [1/]

ระยะเวลา (วัน)	ความเข้มข้น (%)	จำนวนวันเมื่อเริ่มเกิดยอดจากเมล็ด (จากวันเพาะ)	จำนวนวันเกิดข้อแรก (นับจากยอดแรก)	จำนวนวันเกิดข้อที่สอง (นับจากยอดแรก)	จำนวนวันระหว่างวันเกิดข้อทั้งสอง
1	0	9	12	14	2
	0.05	9	12	15	3
	0.10	9	12	15	3
	0.15	21	12	16	4
	0.20	29	14	18	4
2	0	7	12	15	3
	0.05	29	14	18	4
	0.10	26	14	18	4
	0.15	*	*	*	*
	0.20	*	*	*	*

[1/] ตัวเลขที่ได้ มิได้นำไปวิเคราะห์ค่าความแตกต่างความแปรปรวนทางสถิติ

* กรรมวิธีที่ต้นตายในระหว่างการทดลอง

จำนวนวันเมื่อเริ่มเกิดข้อแรก

จากตาราง 36 ระยะเวลาการเกิดข้อแรกมากที่สุดคือ 14 วัน (นับจากวันเกิดยอด) ในกรรมวิธีที่ให้สารละลาย 0.20 % ที่ระยะเวลา 1 วัน และกรรมวิธีที่ให้สารละลายความเข้มข้น 0.05 และ 0.10 % ที่ระยะเวลาการให้สารละลาย 2 วัน ส่วนกรรมวิธีอื่นมีจำนวนวันเมื่อเกิดข้อแรกใช้เวลานาน 12 วัน

จำนวนวันเมื่อเกิดข้อที่สอง

จากตาราง 36 จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเกิดข้อที่สองอยู่ระหว่าง 14 - 18 วัน (นับจากวันเกิดยอดแรก) ซึ่งจำนวนวันที่เกิดข้อที่สองมากที่สุดพบได้ในกรรมวิธีเดียวกันกับที่เกิดข้อแรกมากที่สุดเช่นกัน

จำนวนวันระหว่างการเกิดข้อแรกและข้อที่สอง

จากตาราง 36 ระยะเวลาระหว่างการเกิดข้อทั้งสองในกรรมวิธีที่ไม่ใช้สารละลายเลยเป็นเวลา 1 วัน เกิดได้เร็วที่สุด คือเพียง 2 วัน การเพิ่มสารละลายขึ้น ทำให้จำนวนวันระหว่างการเกิดข้อแรกและข้อที่สองเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย โดยเฉลี่ยระหว่าง 3 - 4 วัน ในระยะเวลาการให้สารละลายทั้งสองช่วง

จำนวนวันเกิดรากในการตัดยอดเลี้ยงบนอาหารครั้งแรก

จากตาราง 37 จำนวนวันเกิดรากจากการตัดยอดเลี้ยงบนอาหารครั้งแรกมีค่าใกล้เคียงกันในช่วง 13 – 15 วัน ในทุกกรรมวิธี โดยมีแนวโน้มของการใช้เวลาการออกรากมากขึ้น เมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้น และระยะเวลาที่ให้สารละลาย

จำนวนวันเกิดรากในการตัดย้ายอาหารครั้งที่สอง

จำนวนวันเกิดรากในการตัดย้ายอาหารครั้งที่สอง มีค่าใกล้เคียงกันในช่วง 12 – 13 วัน จากกรรมวิธีต่างๆ และให้ผลในทิศทางเดียวกันกับจำนวนวันเกิดรากในการตัดย้ายอาหารครั้งแรก แต่ใช้เวลาสั้นกว่า และการใช้สารละลายโคลชิซีนในระดับสูง ร่วมกับการใช้ระยะเวลาการแช่ที่นานขึ้นทำให้ใช้เวลาการเกิดรากมากขึ้น จนถึงสามารถยับยั้งการเจริญ และส่งผลต่อเนื่องทำให้ต้นในกรรมวิธีนั้นๆ ไม่สามารถเจริญต่อไปจนถึงการตัดย้ายอาหารครั้งที่สอง ดังแสดงในตาราง 37

ตาราง 37 ผลร่วมของระยะเวลาการให้สารละลาย และความเข้มข้นของโคลชิซีนต่อจำนวนวันเมื่อเกิดรากของดอกดาวในการตัดย้ายอาหารทั้งสองครั้ง [1/]

ระยะเวลา (วัน)	ความเข้มข้น (%)	จำนวนวันออกรากเมื่อตัดย้ายอาหารครั้งแรก	จำนวนวันออกรากเมื่อตัดย้ายอาหารครั้งที่สอง
1	0	13	12
	0.05	14	13
	0.10	14	13
	0.15	15	13
	0.20	15	13
2	0	14	12
	0.05	15	13
	0.10	14	13
	0.15	15	*
	0.20	15	*

[1/] ตัวเลขที่ได้ มิได้นำไปวิเคราะห์ค่าความแตกต่างความแปรปรวนทางสถิติ

* กรรมวิธีที่ต้นตายในระหว่างการทดลอง

จำนวนต้นที่พบโครโมโซมแบบปกติในการตัดยอดเลี้ยงบนอาหารครั้งแรก

การให้สารละลาย 1 วัน ร่วมกับทุกความเข้มข้นของโคลชิซีน ยังคงพบต้นที่มีโครโมโซมปกติสูง 70.0-100 % แต่เมื่อเพิ่มระยะเวลาเป็น 2 วัน และเพิ่มความเข้มข้นสารละลายขึ้น ทำให้พบต้นที่มีโครโมโซมจำนวนปกติลดลง โดยพบเพียง 42.86 และ 0 % เมื่อเพิ่มความเข้มข้นเป็น 0.15 และ 0.20 % ตามลำดับ (ตาราง 38)

ตาราง 38 ผลร่วมของระยะเวลาการให้สารละลาย และความเข้มข้นของโคลชิซีนต่อจำนวนโครโมโซมปลายรากของดอกดาวในการตัดยอดเลี้ยงบนอาหารครั้งแรก [1/]

ระยะเวลา (วัน)	ความเข้มข้น (%)	จำนวนต้นที่นับโครโมโซมทั้งหมด	ต้นที่พบโครโมโซมแบบปกติ (2n=30)		ต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ทั้งหมด		
			(ต้น)	(%)	(ต้น)	(%)	จำนวนโครโมโซมที่นับได้
1	0	10	10	100	0	0	-
	0.05	10	7	70.00	3	30.00	28 , 27 , 26
	0.10	11	10	90.90	1	9.09	25
	0.15	9	8	88.89	1	11.11	50
	0.20	8	8	100	0	0	-
2	0	8	8	100	0	0	-
	0.05	8	8	100	0	0	-
	0.10	8	8	100	0	0	-
	0.15	7	3	42.86	4	57.14	49 , 36 , 24 , 21
	0.20	3	0	0	3	100	49 , 36 , 21

[1/] ตัวเลขที่ได้ มิได้นำไปวิเคราะห์ค่าความแตกต่างความแปรปรวนทางสถิติ

จำนวนต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ในการตัดยอดเลี้ยงบนอาหารครั้งแรก

จากตาราง 39 จำนวนต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อให้ความเข้มข้นและระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะที่ระยะเวลา 2 วัน ซึ่งมีจำนวนต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid มากที่สุดในกรรมวิธีที่ใช้ความเข้มข้น 0.20 % รองลงมาคือที่ความเข้มข้น 0.15 % ในระยะเวลาเดียวกัน ซึ่งมีจำนวน 100 และ 57.14 % ตามลำดับ (โดยแสดงรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับจำนวนโครโมโซมที่พบในตารางผนวก 8)

จำนวนต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ที่เพิ่มขึ้นในการตัดยอดเลี้ยงบนอาหารครั้งแรก

จำนวนต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid แบบเพิ่มจำนวนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อให้ความเข้มข้นและระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะเมื่อใช้ความเข้มข้น 0.15 และ 0.20 % ที่ระยะเวลา 2 วัน ซึ่ง

เกิด aneuploid ที่เพิ่มขึ้นเป็น 28.57 และ 66.60 % ตามลำดับ (ตาราง 39) โดยพบจำนวนโครโมโซมคือ 49 (2n+19) และ 36 (2n+6) ดังแสดงในตาราง 40

จำนวนต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ที่ลดลงในการตัดยอดเลี้ยงบนอาหารครั้งแรก

โครโมโซมแบบ aneuploid ที่ลดลง พบมากที่สุดในกรรมวิธีที่ใช้ความเข้มข้นสูงสุด 2 ระดับ ที่ระยะเวลา 2 วัน โดยมีจำนวน 28.57 และ 33.40 % โดยพบจำนวนโครโมโซมคือ 24 (2n-6) , 21 (2n-9) และ 21 (2n-9) (ตาราง 40) รองลงมาคือที่ความเข้มข้น 0.05 % ที่ระยะเวลา 1 วัน ซึ่งพบในเปอร์เซนต์ที่ใกล้เคียงกันมากคือ 30.00 % (ตาราง 39) โดยพบจำนวนโครโมโซมคือ 28 (2n-2) , 27 (2n-3) และ 26 (2n-4) ดังแสดงในตาราง 40

ตาราง 39 ผลร่วมของระยะเวลาการให้สารละลาย และความเข้มข้นของโคลชิซีนต่อจำนวนโครโมโซมแบบ aneuploid ชนิดต่างๆ ของดอกดาวในการตัดยอดเลี้ยงบนอาหารครั้งแรก [1/]

ระยะเวลา (วัน)	ความเข้มข้น (%)	จำนวนต้นที่นับโครโมโซมทั้งหมด	ต้นที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid ที่เพิ่มขึ้น		ต้นที่พบโครโมโซมแบบ anueploid ที่ลดลง	
			(ต้น)	(%)	(ต้น)	(%)
1	0	10	0	0	0	0
	0.05	10	0	0	3	30.00
	0.10	11	0	0	1	9.09
	0.15	9	1	11.11	0	0
	0.20	8	0	0	0	0
2	0	8	0	0	0	0
	0.05	8	0	0	0	0
	0.10	8	0	0	0	0
	0.15	7	2	28.57	2	28.57
	0.20	3	2	66.60	1	33.40

[1/] ตัวเลขที่ได้ มิได้นำไปวิเคราะห์ค่าความแตกต่างความแปรปรวนทางสถิติ

ตาราง 40 ผลร่วมของระยะเวลาการให้สารละลาย และความเข้มข้นของโคลชิซีนต่อจำนวนโครโมโซมปลายรากของดอกดาวในการตัดยอดเลี้ยงบนอาหารครั้งแรก [1/]

ระยะเวลา (วัน)	ความเข้มข้น (%)	จำนวนเซลล์ที่นับโครโมโซมได้	จำนวนเซลล์ที่พบโครโมโซมแบบปกติ (2n=30)	จำนวนเซลล์ที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid
1	0	40	40	0
	0.05	42	39	3 (28,1) , (27,1) , (26,1) [2/]
	0.10	36	35	1 (25,1)
	0.15	36	34	2 (50,2)
	0.20	32	32	0
2	0	24	24	0
	0.05	40	40	0
	0.10	40	40	0
	0.15	25	21	4 (49,1) , (36,1) , (24,1) , (21,1)
	0.20	3	0	3 (49,1) , (36,1) , (21,1)

[1/] ตัวเลขที่ได้มิได้นำไปวิเคราะห์ค่าความแตกต่างความแปรปรวนทางสถิติ

[2/] p(m,n) p = จำนวนเซลล์ที่นับได้ทั้งหมด
m = จำนวนโครโมโซมที่นับได้
n = จำนวนเซลล์ที่นับได้

จำนวนต้นที่พบโครโมโซมแบบต่างๆในการตัดย้ายอาหารครั้งที่สอง

พบจำนวนต้นที่มีจำนวนโครโมโซมปกติทั้งหมดในทุกกรรมวิธี ยกเว้นกรรมวิธีที่ให้ความเข้มข้น 0.15 % ในระยะเวลา 1 วัน ซึ่งพบว่าเป็นต้นที่พบจำนวนโครโมโซมแบบ aneuploid ที่เพิ่มขึ้นโดยมีจำนวนต้นเฉลี่ยเป็น 11.11 % โดยมีจำนวนเป็น 50 แท่ง (2n+20) ดังแสดงในตาราง 41 และ 42 ในขณะที่การใช้สารละลาย 0.15 และ 0.20 % นาน 2วัน ไม่มีต้นทดลองเนื่องจากต้นตายหมดตั้งแต่การตัดยอดเลี้ยงครั้งแรก

ตาราง 41 ผลร่วมของระยะเวลาการให้สารละลาย และความเข้มข้นของโคลชิซีนต่อจำนวนโครโมโซมปลายรากของดอกดาวในการตัดย้ายอาหารครั้งที่สอง [1/]

ระยะเวลา (วัน)	ความเข้มข้น (%)	จำนวนต้นที่นับโครโมโซมทั้งหมด	ต้นที่พบโครโมโซมแบบปกติ (2n=30)		ต้นที่พบโครโมโซมแบบ anueploid ที่เพิ่มขึ้น		
			(ต้น)	(%)	(ต้น)	(%)	จำนวนโครโมโซมที่นับได้
1	0	10	10	100	0	0	-
	0.05	10	10	100	0	0	-
	0.10	11	11	100	0	0	-
	0.15	9	8	88.89	1	11.11	50
	0.20	8	8	100	0	0	-
2	0	8	8	100	0	0	-
	0.05	8	8	100	0	0	-
	0.10	8	8	100	0	0	-
	0.15	*	*	*	*	*	*
	0.20	*	*	*	*	*	*

[1/] ตัวเลขที่ได้ มิได้นำไปวิเคราะห์ค่าความแตกต่างความแปรปรวนทางสถิติ

* กรรมวิธีที่ตายในระหว่างการทดลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ตาราง 42 ผลร่วมของระยะเวลาการให้สารละลาย และความเข้มข้นของโคลชิซีนต่อจำนวนโครโมโซมปลายรากของดอกดาวในการตัดย้ายอาหารครั้งที่สอง แสดงในรายละเอียด[1/]

ระยะเวลา (วัน)	ความเข้มข้น (%)	จำนวนเซลล์ที่นับโครโมโซมได้	จำนวนเซลล์ที่พบโครโมโซมแบบปกติ (2n=30)	จำนวนเซลล์ที่พบโครโมโซมแบบ aneuploid
1	0	30	30	0
	0.05	30	30	0
	0.10	34	34	0
	0.15	38	37	1 (50,1) [2/]
	0.20	35	35	0
2	0	30	30	0
	0.05	35	35	0
	0.10	24	24	0
	0.15	*	*	*
	0.20	*	*	*

[1/] ตัวเลขที่ได้มิได้นำไปวิเคราะห์ค่าความแตกต่างความแปรปรวนทางสถิติ

[2/] p(m,n) p = จำนวนเซลล์ที่นับได้ทั้งหมด
m = จำนวนโครโมโซมที่นับได้
n = จำนวนเซลล์ที่นับได้

* กรรมวิธีที่ตายทั้งหมดระหว่างการทดลองตั้งแต่การตัดยอดเลี้ยงครั้งแรก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University