

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี
ภาควิชาพืชสวน

เรื่อง

ผลของสาร โคลชิซินต่อการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาของคะน้า
Effect of Colchicine on Morphological Changes in *Brassica alboglabra*

โดย
นายธีรวัฒน์ พงศ์นพรัตน์

ได้รับพิจารณาโดย

(อาจารย์มณฑินี ชีรารักษ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

ภาควิชารับรองแล้ว

(รศ. สมภพ ฐิตะวสันต์)

หัวหน้าภาควิชาพืชสวน

วันที่ ๒๕ เดือน ๑๓ พ.ศ. ๕๘

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

ผลของสาร โคลชิซินต่อการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาของคะน้า
Effect of Colchicine on Morphological Changes in *Brassica alboglabra*



T108875

โดย
นายธีรวัฒน์ พงศ์พันธ์

เสนอ

ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพมหานคร

ร.พ.

5647 ๗

254๓

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 108875
วัน,เดือน,ปี..... - 2 ต.ค. 2553

b. 1222912X
i.

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พุทธศักราช 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง : ผลของสาร โคลชิซินต่อการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยา
ของคะน้า
โดย : นายธีรวัฒน์ พงศ์พันธ์
สาขาวิชา : พืชสวน
ภาควิชา : พืชสวน
คณะ : เทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์มณฑินี ธีรารักษ์

บทคัดย่อ

จากการศึกษาผลความเข้มข้นของสาร โคลชิซินที่มีต่อการชักนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง
สัณฐานของคะน้า เมื่อคะน้าได้รับสาร โคลชิซินที่ระดับความเข้มข้น 0%, 0.125%, 0.25%, 0.50%,
1.0% และ 2.0% แช่เมล็ดเป็นระยะเวลา 6 ชั่วโมง 12 ชั่วโมงและ 24 ชั่วโมงตามลำดับ พบว่าสาร
โคลชิซินมีผลทำให้ขนาดรากและความยาวของลำต้นมีความผิดปกติ คัดเลือกเมล็ดคะน้าแช่ใน
สารละลาย โคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นดังนี้ 0%, 0.125%, 0.25%, 0.50% แช่เมล็ดเป็นระยะเวลา
12 ชั่วโมง เพื่อนำมาศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายวิภาคและสัณฐานของคะน้า พบว่าที่
ความเข้มข้นสูงขึ้นความหนาแน่นปากใบมีแนวโน้มลดลง ความกว้างของเส้นผ่าศูนย์กลางปากใบมี
แนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วนความยาวของปากใบไม่แตกต่างกัน ลักษณะขนาดของใบ พื้นที่ใบ จำนวนใบ
ต่อต้น ขนาดลำต้น และเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น

Title : Effect of Colchicine on Morphological Changes in
Brassica alboglabra

By : Mr. Teerawat Pongnopparat

Major : Horticulture

Department : Horticulture

Faculty : Agricultural Technology
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Advisor : Miss Montinee Teerarak

Abstract

Seeds of diploid chinese kale were treated with 0, 0.125, 0.25, 0.50, 1 and 2% colchicine in 6, 12 and 24 hours to form polyploid plants and sown in glass Petri dish. The results showed that colchicine induced abnormal seedling. In continuous experiment, seeds of chinese kale were soaked in 0, 0.125, 0.25, and 0.50% colchicine solutions for 12 hour and grown in a greenhouse to determine anatomical and morphological changes of chinese kale. The results indicate that leaves of treated colchicine plants were longer stomata diameter, less in stomata density both upper epidermis and lower epidermis than the normal diploid plants. Characters of leaves size, leaves area, number of leaves per plant, stem height and stem diameter of treated plants were more than control.

คำนิยม

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับการสนับสนุนช่วยเหลือจากหลายฝ่ายด้วยกัน อาจารย์มณฑินี ธีรารักษ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาช่วยกรุณาให้คำแนะนำ คำปรึกษาตลอดจนการตรวจสอบแก้ไข แนะนำในสิ่งที่ถูกต้อง จนกระทั่งสำเร็จไปได้ด้วยดี ปัญหาพิเศษฉบับนี้จะสำเร็จลุล่วงไปไม่ได้ถ้าหากไม่ได้รับความอนุเคราะห์จาก ผศ.ดร.จำรูญ เล้าสินวัฒนา ที่เอื้อเฟื้อสถานที่เพาะปลูกและให้คำแนะนำปรึกษาคด้วยดีตลอดมา ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ทั้งสองเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอขอบพระคุณคุณพ่ออภิวัฒน์ พงศ์พันธ์ และคุณแม่ลาวัลย์ พงศ์พันธ์ ที่ช่วยเหลือในทุกๆ เรื่อง ทั้งทรัพย์สินเงินทองที่ส่งเสริมให้ ได้มีโอกาสศึกษาเล่าเรียน อีกทั้งยังคงคอยเป็นกำลังใจให้นยามท้อแท้ จนในที่สุดปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วง

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่มาช่วยเหลือให้ปัญหาพิเศษสำเร็จลุล่วงลงไปด้วยดี โดยมีรายชื่อดังต่อไปนี้ ธนวัฒน์, รุจินารี, ปาริชาติ, กมลวรรณ, อรวรรณ, นพพล, นงรักษ์, อัจฉราเบญจมาภรณ์, สุวิชญ, อิชญา, ธันวา, เจนวิทย์, กฤติยา และสุดท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อนๆ ภาควิชาพืชสวนทุกคน และครูอาจารย์ทุกท่านที่ช่วยประสิทธิ์ประสาทวิชา จนทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณมากครับ

นายธีรวัฒน์ พงศ์พันธ์

สารบัญ

สารบัญตาราง	(I)
สารบัญภาพ	(II)
คำนำ	1
ตรวจเอกสาร	2
ลักษณะทางพฤกษศาสตร์และการจำแนกพันธุ์คะน้ำจืด	2
ไมโทซิสและพฤติกรรมของโครโมโซมในไมโทซิสในพืช	4
ลักษณะการมีจำนวนโครโมโซมมากหรือน้อยกว่าปกติในพืช	7
การก่อให้เกิด polyploidy โดยใช้สารโคลชิซิน	9
ลักษณะต้นอ่อนผิดปกติ	11
ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	16
ผลการทดลอง	20
วิจารณ์ผลการทดลอง	37
สรุปผลการทดลอง	38
เอกสารอ้างอิง	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. พืชที่ประสบความสำเร็จในการเพิ่มจำนวนโครโมโซมด้วยสารโคลชิซิน	13
2. การประเมินความงอกของเมล็ดคะน้าพันธุ์บางบัวทอง 35	20
3. ผลของสารโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อเปอร์เซ็นต์ ต้นกล้าปกติ และต้นกล้าผิดปกติของต้นคะน้า เมื่อแช่เมล็ดเป็นเวลา 6 ชั่วโมง	21
4. ผลของสารโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อเปอร์เซ็นต์ต้นกล้าปกติ และต้นกล้าผิดปกติของต้นคะน้า เมื่อแช่เมล็ดเป็นเวลา 12 ชั่วโมง	22
5. ผลของสารโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อเปอร์เซ็นต์ต้นกล้าปกติ และต้นกล้าผิดปกติของต้นคะน้า เมื่อแช่เมล็ดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง	23
6. ผลของสารโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อความยาวลำต้น ขนาดลำต้นและความยาวราก เมื่อแช่เมล็ดเป็นเวลา 6 ชั่วโมง ของต้นกล้าคะน้า	25
7. ผลของสารโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อความยาวลำต้น ขนาดลำต้นและความยาวราก เมื่อแช่เมล็ดเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ของต้นกล้าคะน้า	26
8. ผลของสารโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อความยาวลำต้น ขนาดลำต้นและความยาวราก เมื่อแช่เมล็ดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ของต้นกล้าคะน้า	27
9. ผลของสารโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อจำนวนใบของคะน้า เมื่อแช่เมล็ดเป็นเวลา 12 ชั่วโมง	31
10. ผลของสารโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อพื้นที่ใบ ขนาดใบ ขนาดลำต้นและน้ำหนักของต้นคะน้า เมื่อแช่เมล็ดเป็นเวลา 12 ชั่วโมง	32
11. ผลของสารโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อความหนาแน่นของปากใบ และขนาดของปากใบในคะน้า เมื่อแช่เมล็ดเป็นเวลา 12 ชั่วโมง	33

(II)

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. เฮอร์เซินต์คั้นกล้าคะน้ำผิปกติที่ได้รับสาร โคลชิซินที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ในระยะเวลา 6, 12 และ 24 ชั่วโมง	24
2. ผลของสาร โคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อเฮอร์เซินต์ความผิปกติของคั้นคะน้ำที่แช่เมล็ดเป็นเวลา 6, 12 และ 24 ชั่วโมง	24
3. ผลของสาร โคลชิซินต่อความยาวลำคั้นคะน้ำที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน ที่แช่เมล็ดเป็นเวลาต่างกัน	28
4. ผลของสาร โคลชิซินต่อขนาดลำคั้นคะน้ำที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน ที่แช่เมล็ดเป็นเวลาต่างกัน	28
5. ผลของสาร โคลชิซินต่อความยาวรากคะน้ำที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน ที่แช่เมล็ดเป็นเวลาต่างกัน	29
6. ผลของสาร โคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อความสูงคะน้ำ	30
7. ผลของสาร โคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อความสูงของคะน้ำ	30
8. ผลของสาร โคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อขนาดใบของคั้นคะน้ำ	34
9. ผลของสาร โคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อขนาดลำคั้นของคั้นคะน้ำ	34
10. ผลของสาร โคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ที่มีต่อขนาดและความหนาแน่นของปากใบด้าน upper epidermis	35
11. ผลของสาร โคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ที่มีต่อขนาดและความหนาแน่นของปากใบด้าน lower epidermis	36

คำนำ

คะน้า (*Brassica oleracea var. alboglabra*) เป็นผักที่ปลูกเพื่อบริโภคส่วนของใบและลำต้น มีแหล่งกำเนิดอยู่แถบเอเชียไมเนอร์ จัดเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในหลายประเทศของเอเชีย เช่น ไทย จีน ใต้หวัน ฮองกง มาเลเซีย ในประเทศไทยคะน้าเป็นผักพื้นเมืองที่เกษตรกรนิยมปลูกกันมาก เพราะปลูกง่าย ขึ้นได้ในสภาพดินเกือบทุกชนิด และที่ปลูกได้ตลอดทั้งปี มีผู้นิยมบริโภคเนื่องจากมีรสชาติอร่อย ราคาถูก ปริมาณมูลค่าผักคะน้าจำหน่ายในตลาดท้องถิ่นตลาดกลางในแต่ละวัน และแต่ละเดือนเป็นมูลค่ามหาศาล ผู้คนส่วนใหญ่นิยมใช้คะน้าจีนประกอบอาหารสำหรับบริโภคเป็นเงินวันละหลายล้านบาท คะน้ายังมีคุณค่าทางอาหารสูง คะน้าเป็นพืชผักที่มีสีเขียว จึงประกอบไปด้วยวิตามินหลายชนิด เช่น วิตามินเอ วิตามินซี นอกจากนี้คะน้าจีนยังมีอาหารจำพวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีน แร่ธาตุ พวกลูทีน และฟอสฟอรัสสูงอีกด้วย (โจน, 2542)

โคลชิซินเป็นสารอัลคาลอยด์ที่มีผลในการเพิ่มจำนวนชุด โครโมโซมจากสมบัติของสารโคลชิซินในการยับยั้งการสร้างสปีนเคิลในระหว่างการแบ่งเซลล์ และเป็นสารเคมีที่ก่อให้เกิดการกลายพันธุ์โดยเพิ่มจำนวน โครโมโซมเป็นชุด การปรับปรุงพันธุ์พืชโดยใช้สารโคลชิซินเป็นจำนวนมากทั้งในพืชผัก ไม้ดอก ไม้ประดับ และ ไม้ผล ผลของโคลชิซินที่แสดงออกมาในรูปของลักษณะทางสัณฐานที่สำคัญ เช่น คลอโรฟิลล์ และคลอโรพลาสต์ในใบเพิ่มขึ้น และใบมีสีเขียวเข้มขึ้น ความสูงของต้น ความกว้าง ความยาวของใบ ขนาดของเซลล์ปากใบ จำนวนและความยาวราก ตลอดจนขนาดของดอก และผลเปลี่ยนแปลงไปในลักษณะที่เพิ่มขึ้น (สมปองและราตรี, 2542) จากผลของสารโคลชิซินนี้ จึงเป็นที่มาของการปรับปรุงพันธุ์คะน้าด้วยสารโคลชิซิน เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคที่มีสูงขึ้นด้วย และอาจจะได้ลักษณะของคะน้าพันธุ์ดีที่สามารถขยายพันธุ์เพื่อเป็นการค้าต่อไปในอนาคต

ตรวจเอกสาร

ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Brassica oleracea var. alboglabra</i>
วงศ์	Cruciferae
ชื่ออื่น	ผักคะน้า (ทั่วไป) (KAAILAAN)
ประเภทผัก	อายุสองปี (biennial) แต่ปลูกเป็นผักอายุปีเดียว (annual)
ถิ่นกำเนิด	เอเชียไมเนอร์
อายุปลูก	ตั้งแต่หว่านหรือหยอดเมล็ดจนถึงเก็บเกี่ยว 45 – 55 วัน
ขนาด	ต้นสูงประมาณ 35 – 50 ซม.
ผลผลิต	ประมาณ 950 – 2,000 กก./ไร่ เฉลี่ย 1,150 กก./ไร่
ฤดูปลูก	ปลูกได้ตลอดทั้งปี แต่ปลูกได้ผลดีที่สุดในช่วงเดือน ต.ค. – เม.ย.

คะน้าจีนเป็นผักที่ปลูกเพื่อบริโภคส่วนของใบและลำต้น มีแหล่งกำเนิดที่เอเชียไมเนอร์ได้ถูกนำเข้าไปในประเทศอินเดีย และจีนเป็นเวลานาน ปัจจุบันเป็นพืชผักที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของหลายประเทศในเขตเอเชีย เช่น ไทย จีน ไต้หวัน ฮองกง มาเลเซีย และสิงคโปร์ (โจน, 2542)

การจำแนกพันธุ์คะน้าจีน

คะน้าจีนเป็นพืชล้มลุก ลำต้นสูงประมาณ 30 เซนติเมตร มีข้อตามลำต้น มีใบแบบธรรมดา (simple leaf) การจัดเรียงใบแบบสลับ (alternate) ลักษณะใบแบบ obovate มีดอกสมบูรณ์เพศ ช่อดอกแบบ raceme แบ่งออกได้เป็น 7 สายพันธุ์

1. ไปฮวาไก่หลาน (Paak Fa Kaai Laan) มีลักษณะดอกสีขาว
2. หงฮวาไก่หลาน (Hong Fa Kai Laan) มีลักษณะดอกสีแดง
3. ซุยอิปไก่หลาน (Tsau ip Kaai Laan) มีลักษณะใบย่น
4. ไปฮวาไก่หลาน (Paak Fa Kaai Laan) มีลักษณะดอกสีขาว ปล้องยาว ใบน้อย
5. เอินเอิบไปฮวา (Uen ip Paak Fa) มีลักษณะดอกสีขาว ใบกลมอายุ 80 วัน
หลังหยอดเมล็ด

6. เอนเอิบวงสวา (Uen ip Wong Fa) มีลักษณะดอกเหลืองใบกลม อายุเก็บเกี่ยว 40 – 45 วัน หลังย้ายปลูก
7. จิมอิปไปสวา (Tsim ip Paak Fa) มีลักษณะดอกขาว ปลายใบแหลม อายุเก็บเกี่ยว 70 -80 วันหลังหยอดเมล็ด

คะน้ำเงินพันธุ์ไปสวาไก่หลาน หงสวาไก่หลานและซุยอิปไก่หลานนิยมปลูกในฮ่องกง นอกนั้นนิยมปลูกในไต้หวัน สำหรับในประเทศไทยนิยมปลูกคะน้ำเงินพันธุ์ดอกขาว โดยส่งเมล็ดพันธุ์มาจากต่างประเทศ แล้วทำการคัดและปรับปรุงพันธุ์ให้ดีขึ้น ปัจจุบันคะน้ำเงินที่รู้จักแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทคือ

1. คะน้ำใบกลม มีลักษณะใบกว้างใหญ่ ปล้องสั้น ปลายใบมน และผิวใบเป็นคลื่นเล็กน้อย ได้แก่ พันธุ์ฝางเบอร์ 1
2. คะน้ำใบแหลม เป็นพันธุ์ที่มีลักษณะ ใบแคบกว่าคะน้ำใบกลม ปลายใบแหลม ข้อห่างผิวใบเรียบ เช่น พันธุ์พีแอล 20 (PL-20)
3. คะน้ำยอด หรือคะน้ำก้าน เป็นพวกที่มีลักษณะคล้ายคะน้ำใบแหลม ทำให้เกิดสับสนกัน แต่คะน้ำยอดจะมีจำนวนใบต่อต้นน้อยกว่า และปล้องยาวกว่า เช่น พันธุ์แม่ใจ

พันธุ์คะน้ำเงินที่ควรปลูกในประเทศไทย

นอกจากพันธุ์ฝางเบอร์ 1 พันธุ์พีแอล 20 และพันธุ์แม่ใจ ยังมีอีกหลาย ๆ พันธุ์ที่ควรนำมาปลูก ดังนี้

1. พันธุ์ F เป็นพันธุ์ลูกผสม อายุ 50 -60 วันหลังหยอดเมล็ด เป็นคะน้ำยอด ใบค่อนข้างเรียบ ปลายแหลม ใบเขียวเข้ม มีนวลมาก ลำต้นอวบยาว รสชาติกรอบอร่อย มีเส้นใยน้อย ทนฝน มีความสม่ำเสมอ
2. พันธุ์ Green Lance เป็นพันธุ์ลูกผสม อายุ 45 - 60 วันหลังหยอดเมล็ด เป็นคะน้ำยอด ปลายใบแหลม ลำต้นอวบทนทานต่ออุณหภูมิสูง และความแห้งแล้ง
3. คะน้ำพันธุ์ใบ 16011 เป็นพันธุ์ที่ได้ผ่านการคัดเลือก และทดลองมาแล้วเป็นพันธุ์ที่มีความทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศในสภาพแวดล้อมของประเทศไทย
4. พันธุ์คะน้ำยอด 16021 เป็นพันธุ์ที่ได้ผ่านการคัดเลือก และทดลองมาแล้ว เป็นพันธุ์เก่าแก่ อายุประมาณ 30 – 35 วัน มีลำต้นใหญ่อวบ ก้านใบยาว ปลายใบแหลม ผิวใบเรียบ ทนทานต่อโรค และความร้อนชื้น

5. พันธุ์ R 70 เป็นพันธุ์ที่คัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ให้ดีขึ้น โดยสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ได้นำไปทดสอบตามภาคต่าง ๆ ปรากฏว่าเจริญเติบโตดีในทุกสภาพพื้นที่ เป็นคน้ำยอดอายุ 55 วันหลังหยอดเมล็ด (โฉน, 2542)

ไมโทซิสและพฤติกรรมของโครโมโซมในไมโทซิสในพืช

อินเตอร์เฟส (interphase)

เป็นระยะเริ่มแรกของการแบ่งเซลล์ ในระยะนี้จัดจำแนกได้โดยคุณลักษณะของนิวเคลียส เห็นนิวคลีโอลัสซึ่งเป็นกลุ่มก้อนของอาร์เอ็นเอ ได้ค่อนข้างชัดเจน สังเกตเห็น โครโมโซมเป็นเส้นยาว ๆ พันกัน และมีการหดตัวยังไม่มากพอที่จะเห็นนิวเคลียสได้ชัดเจน จะเห็นเป็นเส้นยาว ๆ บาง ๆ เรียกโครมาทิน มีการสร้างดีเอ็นเอและฮิสโตน รวมทั้งสะสมพลังงานต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการแบ่งเซลล์ และมีกระบวนการต่าง ๆ ที่สามารถเห็นได้ เช่น การเพิ่มปริมาตรของนิวเคลียส กิจกรรมของอาร์เอ็นเอในนิวเคลียส ความหนืดของไซโทพลาสซึมจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงการเปลี่ยนสภาพของเซลล์ โครโมโซมที่อยู่ในสภาพของโครมาทิดมีลักษณะค่อนข้างบางและยาวติดสีจาง เนื่องจากกรดนิวคลีอิกของ โครโมโซมมีการกระจายมากเพื่อที่จะดูดซับสี ในระยะนี้นิวเคลียสไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่เห็นได้ชัด

โพรเฟส (prophase)

โครโมโซมเริ่มมีการหดตัวแต่ละ โครโมโซมประกอบด้วย 2 โครมาทิด โดยจะมีการบิดตัวไปทางเดียวกันเรียก relational coiling ต่อมาโครโมโซมจะสั้นและหนา มองเห็นได้ชัดเจนขึ้น ไม่มีการเข้าคู่ของโครโมโซม แต่จะมีการกระจายของโครโมโซมตามปกติ อาจมีบางโครโมโซมเกาะอยู่กับเยื่อหุ้มนิวเคลียส ในระยะปลายของโพรเฟส เริ่มเกิดสปินเดิลไฟเบอร์และออร์แกนเนลล์ขนาดใหญ่เริ่มเคลื่อนที่ออกจากบริเวณตรงกลางเซลล์ นิวคลีโอลัสลดขนาดลงและสลายไปก่อนเข้าสู่เมทาเฟส การสลายของนิวคลีโอลัสนั้นอาจเป็นเพราะว่า

1. สารที่อยู่ในนิวคลีโอลัสเคลื่อนที่ไปยังโครโมโซมและได้มีส่วนร่วมในพฤติกรรมไมโทติกและสามารถถ่ายทอดไปยังนิวเคลียสของลูก
2. สารที่อยู่ในนิวเคลียสบางส่วนหรือทั้งหมด จะมีส่วนช่วยในการสร้างสปินเดิลไฟเบอร์
3. มีการแลกเปลี่ยนสารพวกไรโบนิวคลีโอโปรตีนและอื่น ๆ ที่อยู่ระหว่างนิวเคลียสกับไซโทพลาสซึม ในไมโทซิส นิวคลีโอลัสเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการแบ่งเซลล์

เมทาเฟส (metaphase)

โครโมโซมในระยะนี้จะหดตัวสั้นที่สุด มองเห็นได้ชัดเจนเป็นอิสระอยู่ในไซโทพลาสซึม เคลื่อนเข้าสู่ศูนย์กลางของเซลล์ จัดตัวอยู่ในแนวเดียวกัน เรียก metaphase plate (equatorail plate)

จะผันแปรจากเซลล์ชนิดหนึ่ง แต่จะคงที่สำหรับเซลล์ชนิดนั้น ๆ โครโมโซมระยะนี้ประกอบด้วย 2 โครมาทิดที่พันกันอย่างหนาแน่น โดยมีเซนโทรเมียร์เป็นตัวยึดโครมาทิดทั้งสอง ถ้ามีการแบ่ง เซนโทรเมียร์ แต่ละเซนโทรเมียร์ จะทำหน้าที่ในแต่ละ โครโมโซมสร้างสปินเดิลไฟเบอร์เห็นเป็น รัศมีเชื่อมโยงระหว่างเซนโทรเมียร์กับขั้วเซลล์

กิจกรรมต่าง ๆ ของโครโมโซมในไมโทซิสขึ้นอยู่กับเซนโทรเมียร์ (หรือ kinetochore) เป็น จุดที่เชื่อมโยงโครโมโซมกับขั้วด้วยสปินเดิลไฟเบอร์ โครโมโซมที่ไม่มีเซนโทรเมียร์ก็ไม่สามารถ เคลื่อนที่ได้ โครโมโซมที่สูญเสียส่วนหนึ่งของแขนไป แต่ยังคงมีเซนโทรเมียร์ ก็ยังทำหน้าที่ได้ ตามปกติ เซนโทรเมียร์มีตำแหน่งที่แน่นอนบนโครโมโซม จะเห็นได้ชัดเมื่อโครโมโซมถูกดึงไปที่ ขั้วทำให้มีรูปร่างได้ต่าง ๆ

ลักษณะเด่นอีกอย่างหนึ่งของเมทาเฟสที่เห็นได้ชัด คือ การเรียงตัวของโครโมโซมอยู่ใน แนวเดียวกัน โดยมีแนวกึ่งกลางระหว่างขั้วทั้งสอง เรียกแนวนี้ว่า อีควาเตอร์ (equator) หรือ equatorial plate ในระยะเริ่มแรกของเมทาเฟส โครโมโซมจะอยู่ภายใต้อิทธิพลของแรงจากขั้ว แต่ละเซนโทรเมียร์จะถูกดึงไปที่แต่ละขั้ว โดยแรงซึ่งมีขนาดเป็นสัดส่วนกับระยะทางเริ่มแรก ระหว่างเซนโทรเมียร์กับขั้วนั้น ความสมดุลของแรงที่มีทิศทางตรงข้ามที่กระทำต่อเซนโทรเมียร์ ของ sister chromatid จะทำให้โครโมโซมอยู่กึ่งกลางของขั้วทั้งสองแสดงว่าโครโมโซมอยู่ในสมดุล ที่อีควาเตอร์ โดยมีแรง 2 พวกที่กระทำอย่างค้ำค้ำเนื่อง (แรงหนึ่งยึดโครมาทิดทั้งสองเข้าด้วยกัน อีกแรงหนึ่งจะดึงโครมาทิดทั้งสองไปยังขั้ว) จนกระทั่งโครมาทิดเริ่มแยกออกจากกัน ก็เป็นการเสีย สมดุล และในที่สุดโครมาทิดจะถูกดึงไปที่ขั้วทั้งสอง

แอนาเฟส (anaphase)

ลักษณะเด่นของระยะนี้ คือ การที่โครมาทิดแยกไปที่ขั้วทั้งสองของเซลล์ ความเร็วของการ เคลื่อนที่ของโครมาทิดผันแปรได้จาก 0.2-0.5 ไมครอน/วินาที ที่อุณหภูมิปกติ โครมาทิดของแต่ละ โครโมโซมจะแยกไปที่แต่ละขั้วของเซลล์ด้วยอัตราเร็วที่เท่ากัน ไม่ได้ขึ้นอยู่กับขนาดของ โครโมโซม

กลไกการเคลื่อนที่ของโครมาทิดในระยะแอนาเฟส

- การเพิ่มความยาวของสปินเดิลไฟเบอร์ จะทำให้โครมาทิดเคลื่อนที่ออกจากกัน
- การเคลื่อนที่ของโครมาทิดไปยังแต่ละขั้วนั้น ดูเหมือนว่าสปินเดิลไฟเบอร์มีความ แข็งแรงพอที่จะดึงโครมาทิดไปยังขั้ว ในขณะที่ตัวเองมีความยาวเพิ่มขึ้น

การเคลื่อนที่ของโครโมโซมไปที่ขั้วเกิดจากสปินเดิลไฟเบอร์หดตัวสั้นเข้า ในการสังเกต การเคลื่อนที่ของโครโมโซมที่เกิดขึ้นจริง ๆ ดังนี้

- โครมาทิดแต่ละโครมาทิดเคลื่อนที่ไปยังขั้ว มีการเคลื่อนที่เป็นกลุ่มได้ ตามปกติ แต่ละโครมาทิดอาจจะเคลื่อนที่ด้วยเวลาและอัตราความเร็วที่แตกต่างกัน
- ถ้า sister chromatid มีการแยกออกจากกัน จะเคลื่อนไปที่คนละขั้ว

- เซนโทรเมียร์จะเป็นส่วนของโครโมโซมที่มีความสำคัญในการเคลื่อนที่อย่างน้อยจะต้องมีสองขั้วสำหรับการเคลื่อนที่ของโครโมโซม ถ้ามีเพียงขั้วเดียวโครโมโซมจะไม่มี การเคลื่อนที่

สารพวกไฟเบอร์ที่เชื่อมระหว่างขั้วไปยังเซนโทรเมียร์ chromosomal spindle fiber อาจจะพบ continuous fiber ซึ่งเชื่อมโยงระหว่างขั้วหนึ่งไปยังอีกขั้วหนึ่งได้ สปินเคิลไฟเบอร์ที่ได้มาจากสารที่อยู่ในไซโทพลาสซึมก่อนที่จะมีการสลายของเยื่อหุ้มนิวเคลียส chromosomal spindle fiber อาจมีต้นกำเนิดมาจากนิวเคลียสหรือไซโทพลาสซึมก็ได้ ไมโทซิสที่เกิดโดยตรงจะเกิดขึ้นได้เมื่อมี continuous fiber

ทีโลเฟส (telophase)

ในระยะเริ่มต้นของทีโลเฟสจะมีการเคลื่อนที่ของนิวเคลียสทั้ง 2 กลุ่มไปยังเซลล์ลูกโครโมโซมได้สูญเสียสภาพของการหดตัวและการติดสี โครโมโซมที่ม้วนเป็นเกลียวจะมีการคลายเกลียว ในที่สุดจะเข้าสู่สภาพนิวเคลียสของอินเตอร์เฟส มีจำนวนและตำแหน่งของนิวคลีโอไลดที่เหมือนกับเซลล์ของพ่อแม่ จากการใช้สีย้อมเฉพาะอาร์เอ็นเอและศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนยืนยันได้ว่า สารพวกนิวคลีโอไลดจะมารวมตัวอยู่ตามความยาวและระหว่างโครโมโซมในแอนาเฟส และมารวมตัวเป็นกลุ่มของนิวคลีโอไลดในทีโลเฟส ผนังของเซลล์ของลูกถูกสร้างขึ้นใหม่และเกิดเนื้อเยื่อหุ้มนิวเคลียส เชื่อว่าเป็นผลมาจากการรวมของสารต่าง ๆ ของเอนโดพลาสมิกเรติคูลัมรอบ ๆ โครโมโซมนั้น

การจำลองออร์แกเนลล์ในไซโทพลาสซึม ก่อนที่จะมีการแบ่งไซโทพลาสซึม สิ่งต่าง ๆ ที่จำเป็นในไซโทพลาสซึมจะมีการจำลองตัวเอง และแยกไปสู่เซลล์ลูกซึ่งอยู่ภายใต้การควบคุมของนิวเคลียส เซลล์ลูกสามารถสร้างไรโบโซมขึ้นมาใหม่ รวมทั้งส่วนประกอบของเยื่อหุ้ม เช่น เอนโดพลาสมิกเรติคูลัม โทพลาสตล์ พลาสมาเลมมา และกอลจิคอมเพล็กซ์ จะเพิ่มขึ้นในช่วงที่มีการแบ่งไซโทพลาสซึม การจำลองตัวของออร์แกเนลล์จะเป็นแบบกึ่งอัตโนมัติ และอยู่ภายใต้การควบคุมของนิวเคลียส

การแบ่งตัวของไซโทพลาสซึม การจำลองตัวของออร์แกเนลล์ในไซโทพลาสซึมเสร็จสมบูรณ์แล้ว การแบ่งไซโทพลาสซึมมักจะตามด้วยการแบ่งโพทอพลาสตต์ออกเป็น 2 ส่วน การแบ่งไซโทพลาสซึมเป็นกระบวนการที่จำเป็นต่อการเปลี่ยนสภาพของเซลล์และการเกิดของผนังเซลล์ซึ่งเป็นทางที่ใช้ลำเลียงสารต่าง ๆ เข้ามารวมกัน ปฏิกิริยาแรกที่จะนำไปสู่การแบ่งไซโทพลาสซึม ได้แก่ การรวมกลุ่มของเอนโดพลาสมิกเรติคูลัมหรือกอลจิคอมเพล็กซ์ อยู่ใกล้ ๆ อีควาเตอร์ของสปินเคิล การสร้างเยื่อหุ้มล้อมรอบเวสิเคิล มีการรวมกลุ่มและเรียงอยู่บนแนวอีควาเตอร์ ในที่สุดจะเชื่อมต่อกันเป็นเซลล์เพลต (cell plate) กระบวนการนี้เริ่มจากศูนย์กลางของสปินเคิลไฟเบอร์และกระจายไปจนถึงผนังเซลล์ชั้นนอก

เมื่อมีการสร้างเซลล์เพดเกิดขึ้น ยังคงมีช่องเล็ก ๆ เป็นระยะตามแนวของเซลล์เพดซึ่งต่อมาจะเป็นพลาสโมเดสมาทา (plasmodesmata) ใช้เป็นเส้นทางในการเคลื่อนที่ของสารบางชนิดจากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่ง นอกจากนี้ พลาสโมเดสมาทาอาจเกิดขบวนการแลกเปลี่ยนสารอื่น ๆ ได้ จะพบพลาสโมเดสมาทาในเซลล์ทุกเซลล์ของพืชมีดอก แต่จะไม่พบในเซลล์ของไข่และสเปิร์ม (นิคยศรี, 2540)

ลักษณะการมีจำนวนโครโมโซมมากหรือน้อยกว่าปกติในพืช (polyploidy)

ในสภาพปกติเซลล์ร่างกายของพืช (somatic cell) จะมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ $2n$ และในขณะที่เดียวกันเซลล์สืบพันธุ์ (sex cell หรือ gamete) จะมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ n แต่ในบางสภาพพืชอาจจะมีจำนวนโครโมโซมมากหรือน้อยกว่าสภาพปกติได้ อาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงตัวเองตามธรรมชาติ หรืออาจถูกกระตุ้นให้เกิดจากการเปลี่ยนแปลงโดยใช้รังสี หรือสารเคมีต่าง ๆ การเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซมแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. Aneuploidy หมายถึงพืชที่มีจำนวนโครโมโซมเพิ่มขึ้นหรือลดลงจำนวน 1, 2 หรือ 3 แท่ง หรือมากกว่า เช่น $2n-1$, $2n+1$, $2n-2$ เป็นต้น

2. Euploidy หมายถึงพืชที่มีจำนวนโครโมโซมเพิ่มขึ้นหรือลดลงเป็นจำนวนเท่าของ basic chromosome number เช่น x , $3x$, $4x$ เป็นต้น

polyploid หมายถึงสิ่งมีชีวิตซึ่งมีจำนวนโครโมโซมมากกว่า 2 ชุด แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. Autopolyploid คือจำนวนโครโมโซมที่เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนเท่าของ basic chromosome number นั้นเป็นชุดเดียวกันกับที่มีอยู่เดิม

2. Allopolyploid คือจำนวนโครโมโซมที่เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนเท่าของ basic chromosome number นั้นเป็นคนละชุดกับที่มีอยู่

รูปร่างลักษณะโดยทั่วไปของ polyploid

พืชพวก polyploid จะมีรูปร่างลักษณะแตกต่างไปจากพืชพวก diploid หลายประการ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของ polyploid โดยทั่วไปรูปร่างลักษณะของ polyploidy เมื่อเทียบกับ diploid จะเป็นดังนี้

1. ใบจะหนาและใหญ่กว่า แต่ aneuploid ใบจะบางและเล็กกว่า
2. มีปากใบกว้างกว่า แต่ aneuploid ปากใบจะเล็กกว่า

3. มีดอกใหญ่และสีเข้มกว่า แต่ aneuploid จะมีดอกเล็กและสีจางกว่า
4. ผลจะมีขนาดใหญ่กว่า แต่ aneuploid ผลจะมีขนาดเล็กกว่า
5. ต้นจะแข็งแรงกว่า diploid
6. อายุแก่เก็บเกี่ยวได้ช้ากว่า เช่น diploid อาจจะเป็น annual แต่เมื่อเป็น polyploid อาจจะเป็น perennial
7. ละอองเกสรใหญ่กว่า
8. มีความเป็นหมันมากกว่า ทั้งนี้เนื่องจากความไม่สมดุลของ โครโมโซมเมื่อเกิดการเข้าสู่ (synapse) กัน หรือ ไม่ก็เนื่องมาจากละอองเกสรตัวผู้มีขนาดใหญ่เคลื่อนที่ได้ช้าเกสรตัวเมียแห้งตายไปก่อนที่จะได้รับการผสม

โดยทั่วไปพืชที่มีจำนวน โครโมโซมเพิ่มมากขึ้นกว่าปกติมักจะมีขนาดรูปร่างและลักษณะต่าง ๆ ใหญ่กว่า และเด่นชัดกว่าพืช diploid ในทางตรงกันข้ามพืชที่มีจำนวน โครโมโซมน้อยกว่าปกติมักจะมีขนาด รูปร่าง และลักษณะต่าง ๆ เล็กกว่า และเด่นชัดน้อยกว่าพืชพวก diploid พืชที่มีจำนวน โครโมโซมมากกว่าและน้อยกว่าปกติ จะแสดงความเป็นหมันมากกว่าพืช diploid (วิทยา, 2527)

การกลายพันธุ์ (mutation)

การกลายพันธุ์ (mutation) เป็นการเปลี่ยนแปลงลักษณะของสิ่งมีชีวิตอย่างฉับพลันอันเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสารพันธุกรรม และลักษณะที่เปลี่ยนแปลงสามารถถ่ายทอดไปยังลูกหลานได้ การที่พืชเกิดการกลายพันธุ์มีสาเหตุมาจาก

1. การเปลี่ยนแปลงลักษณะของยีนหรือส่วนประกอบของดีเอ็นเอบนโครโมโซม (gene mutation หรือ point mutation) เป็นการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของดีเอ็นเอ
2. ส่วนประกอบและลักษณะของโครโมโซมเปลี่ยนแปลงไป (chromosome aberation) เป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของโครโมโซม เช่น
 1. การขาดหายไปของโครโมโซม (deletion)
 2. การเพิ่มขึ้นของโครโมโซม (insertion หรือ duplication)
 3. การกลับส่วนตำแหน่งของโครโมโซม (inversion)
 4. การแลกเปลี่ยนส่วนกันระหว่างโครโมโซม (translocation)
3. การเพิ่มขึ้นหรือลดลงของจำนวนโครโมโซม (polyploidy)

สิ่งทีก่อให้เกิดการกลายพันธุ์

การเกิดการกลายพันธุ์ของพืชสามารถเกิดขึ้นได้ 2 ทางด้วยกัน ดังนี้

1. เกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติ (natural mutation) มีเกิดขึ้นน้อยมากโดยทั่วไปมีเกิดขึ้นไม่เกิน 0.001%
2. เกิดขึ้นโดยมนุษย์ทำขึ้นมา (induced mutation)
 - โดยการใช้รังสี (physical mutagens)
 - โดยการใส่สารเคมี (chemical mutagens)

การก่อให้เกิด polyploidy โดยใช้สารโคลชิซิน

สาร โคลชิซิน (colchicine) เป็นสารประกอบประเภทอัลคาลอยด์ที่สกัดจากเมล็ดและส่วนหัวของพืชพวก *Colchicum autumnale* เป็นสารมีพิษคล้ายสารหนู และเป็นอันตรายต่อการสัมผัส เพราะเป็นตัวก่อมะเร็งได้ (carcinogen) นอกจากนี้ สาร โคลชิซินมีสมบัติยับยั้งการสร้างสปีนเดิลไฟเบอร์ ที่ทำหน้าที่ดึงเซนโทเมียร์ ไปยังขั้วของเซลล์ระหว่างการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส จึงทำให้จำนวนโครโมโซมของเซลล์เพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า (double chromosome number) จากสมบัตินี้ โคลชิซินจึงถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืช โดยการชักนำให้เกิดการเพิ่มจำนวนชุดโครโมโซม (จักรกฤษณ์, 2546)

ข้อควรพิจารณาในการใช้สารโคลชิซินเพื่อสร้างพืช polyploidy

รูป (form) ของโคลชิซิน สามารถใช้ได้หลายรูปแบบ เช่น ในรูปของสารละลาย aqueous solution ในรูปของแป้ง lanoline (colchicine + lanoline paste) ผสมกับแอลกอฮอล์ (colchicine + alcohol) ผสมกับน้ำมัน (colchicine + oil emulsion) ผสมกับวุ้น (colchicine + agar solution) และผสมกับ glycerin และ alcohol การใช้โคลชิซิน มีข้อควรพิจารณาต่าง ๆ ต่อไปนี้

1. โคลชิซินไม่ว่าจะใช้ในรูปแบบใดก็ตามจะต้องให้สารนี้แทรกซึมเข้าไปในเนื้อเยื่อเจริญ (meristematic tissue) จึงจะสามารถแสดงผลได้ ถ้าโคลชิซินไม่สามารถแทรกซึมเข้าไปถึงเนื้อเยื่อเจริญได้ การใช้สาร โคลชิซินก็จะไม่เกิดผลแต่อย่างใด

2. การใช้สาร โคลชิซินจะต้องใช้กับเนื้อเยื่อหรือเซลล์ที่กำลังเจริญเติบโตและสมบูรณ์เท่านั้นจึงจะสามารถแสดงผลได้ การใช้สาร โคลชิซินกับเนื้อเยื่อหรือเซลล์ที่เป็นหมันหรืออยู่ในระยะพักตัวจะไม่ได้ผล

3. ระยะเวลาและความยาวนานของการให้สาร ขึ้นอยู่กับชีพจักร (cycle) ของการแบ่งตัวของเซลล์ ระยะเวลาที่พืชได้รับสาร โคลชิซินน้อยเกินไปอาจจะไม่แสดงผล แต่ถ้านานเกินไป โคลชิซิน จะแสดงผลมากเกินไปทำให้เกิดพืชที่มีโครโมโซมมากเกินไปที่ความต้องการ โดยทั่วไประยะเวลาที่ใช้ประมาณ 1 – 24 ชั่วโมง

4. ความเข้มข้นที่ใช้ต้องอยู่ในระดับพอเหมาะ ถ้าหากเจือจางเกินไป โคลชิซินจะไม่สามารถแสดงผลได้ แต่ถ้าเข้มข้นเกินไป โคลชิซินจะแสดงผลมากเกินไปที่ต้องการ โดยปกติความเข้มข้นที่ใช้ได้ผลประมาณ 0.06 – 1.00%

5. ส่วนของพืชที่ได้รับสาร โคลชิซิน

- เมล็ด โดยการแช่เมล็ดใน aqueous solution ที่มีความเข้มข้นประมาณ 0.2 – 1.0% เป็นเวลานาน 2 – 3 วัน เมื่อแช่ครบกำหนดแล้วนำไปปลูกทันที

- ดินกล้าอ่อน นำดินกล้าแช่ในสาร หรือนำดินกล้าไปวางบนกระดาษซับที่จุ่มสารไว้เรียบร้อยแล้ว ความเข้มข้นและระยะเวลาที่ใช้แตกต่างกันไปตามชนิดของพืช โดยทั่วไประยะเวลาที่ใช้ประมาณ 3 – 24 ชั่วโมง

- ยอดอ่อน (growing tip) ใช้สารละลาย โคลชิซิน เข้มข้นประมาณ 0.05 – 1.0% โนมัยยอดจุ่มลงในภาชนะที่บรรจุสาร หรือใช้แปรงจุ่มสารแล้วทาหรือป้ายบริเวณยอดอ่อน

- ตาหรือตาเกล็ด (bud or bud scale) ใช้แปรงหรือพู่กันจุ่มลงในสารละลาย โคลชิซิน ความเข้มข้นประมาณ 0.05 – 1.0% ทาหรือป้ายตรงบริเวณตาหรือส่วนที่เจริญเติบโต

โคลชิซินในรูปของสารละลายที่มีความเข้มข้นประมาณ 0.1 – 2.0% สามารถใช้ได้ผลดีกับพืชหลายชนิด สำหรับพวกพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจะทนต่อ โคลชิซิน ได้เป็นอย่างดี ดังนั้นอาจจะใช้ดินกล้าเล็ก ๆ จุ่มลงในสารละลายโดยตรง หรือเพาะเมล็ดในสาร โคลชิซิน แต่สำหรับพวกใบเลี้ยงคู่ โคลชิซิน จะเป็นอันตรายต่อรากอย่างยิ่ง ดังนั้นควรระวังไม่ให้สารสัมผัสกับรากได้เป็นอันขาด การหยดสารในอัตรา 1 หยดต่อหนึ่งวัน ไปบนยอดของดินกล้า หรือจุ่มเฉพาะส่วนยอดของดินกล้าลงในสาร โคลชิซิน โดยตรงอาจจะได้ผลในบางพืช (กฤษณา, 2526) มีงานศึกษาและทดลองใช้สาร โคลชิซินกับส่วนต่าง ๆ ของพืชในผักหลายชนิด(ตารางที่ 1)

การใช้สาร โคลชิซินเพื่อก่อให้เกิด polyploidy ขึ้นในพืช สำหรับพืชที่มีการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ เมื่อเปลี่ยนสภาพเป็น polyploidy ก็สามารถจะทำการขยายพันธุ์ต่อไปได้ ส่วนพืชที่มีการขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด เมื่อเปลี่ยนสภาพเป็น polyploidy ก็จะขยายพันธุ์ต่อไปได้ยาก เพราะมักจะเป็นหมันหรือไม่มีเมล็ด หรืออาจจะมีเมล็ดแต่ embryo ไม่พัฒนาเป็นต้นได้ตามปกติ (วิทยา, 2527)

ลักษณะต้นอ่อนผิดปกติ (abnormal seedling)

ต้นอ่อนผิดปกติ หมายถึงต้นอ่อนที่งอกโดยมีส่วนประกอบส่วนใดส่วนหนึ่งผิดปกติ ไม่สามารถที่จะเจริญเติบโตให้ต้นพืชที่สมบูรณ์เมื่อนำไปปลูกในดินและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เมื่อครบกำหนดระยะเวลาการเพาะแล้ว ถ้าต้นอ่อนนั้นแสดงให้เห็นชัดว่ามีส่วนประกอบใด ส่วนประกอบหนึ่งผิดปกติ (นงลักษณ์, 2528) ซึ่งลักษณะของต้นอ่อนผิดปกตินั้นสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. ระบบราก (root system)

ต้นอ่อนที่มีรากผิดปกติในกรณีต่าง ๆ ดังนี้

1.1 พืชใบเลี้ยงคู่ มีรากแก้ว (primary root) ที่มีลักษณะผิดปกติดังนี้

- หดสั้น หรืออ่อนแอ
- ไม่มีรากแก้วและไม่มี adventitious root ที่แข็งแรงเจริญแทนที่
- รากแก้วแตกแยกตามยาว
- รากแก้วไม่มีรากขนอ่อน (root hair)
- รากมีสีน้ำตาล

1.2 พืชใบเลี้ยงเดี่ยว

- ไม่มีราก
- มีรากที่หดสั้น อ่อนแอ
- ต้นอ่อนของ Avena, Hordeum Secale และ Triticum มีราก seminal root เพียง 1 ราก

2. ระบบยอด (shoot system)

มีลักษณะผิดปกติดังต่อไปนี้

2.1 พืชใบเลี้ยงคู่

- hypocotyl หรือ epicotyl หดสั้นบิดเป็นเกลียว โค้ง งอ บวม น้ำ ฉ่ำน้ำ หรือ มี รอยแผลที่แตกถึงจนถึงท่อน้ำ ท่ออาหาร (conducting tissue)
- ไม่มี terminal bud
- ส่วนยอดพอม และอ่อนแอ
- ไม่มี primary leaves

2.2 พืชใบเลี้ยงเดี่ยว

- ไม่มี primary leaves
- primary leaves เจริญสั้นกว่าครึ่งหนึ่งของ coleoptile
- primary leaves แตกแยกได้รับความเสียหายหรือแทงทะลุข้าง coleoptile

- coleoptile และ primary leaves บิดงอ ม้วน น้ำน้ำ มีสีเขียวหรือหตุตัน
 - coleoptile หรือ primary leaves อย่างใดอย่างหนึ่งหตุตันหรือขาดหายไป
- ใบเลี้ยง (cotyledon) มีลักษณะผิดปกติดังต่อไปนี้
- ไม่มี cotyledon
 - มีเพียง 1 อัน และส่วนยอดเสียหาย
 - มีการเจริญเติบโตที่อ่อนแอ เช่น Leaf-like cotyledon ของ *Allium* ซึ่งไม่มีส่วนของ “knee”
 - มีรอยสีด้า สีเทา หรือบวม
 - แตกหักหรือมีสีด้า เกินครั้งของขนาดเดิม

3. คั่นอ่อน (seedling)

มีลักษณะผิดปกติดังนี้คือ

3.1 ลักษณะการเน่า (decay) ส่วนต่างๆ ของคั่นอ่อนที่เน่าที่นับว่าผิดปกตินั้น ได้แก่

- cotyledon เน่า
- hypocotyl เน่า
- epicotyl หรือ stem เน่า
- ส่วนยอด (plumule) เน่า
- รากเน่า
- ส่วนคอของ cotyledon และส่วนยอดเน่า
- คั่นอ่อนที่เน่าทุกส่วน

3.2 ลักษณะผิดปกติของคั่นอ่อนอื่น ๆ (other abnormalities)

- คั่นอ่อนที่ทุกส่วนอ่อนแอ บิดงอ น้ำน้ำ หรือส่วนต่างๆ ของคั่นอ่อนเจริญเติบโตไม่สมดุลกัน
- คั่นอ่อนที่ได้รับความเสียหายจาก frost damage ซึ่งส่วนยอดและ primary leaf อ่อนแอเป็นแกเลียว
- คั่นอ่อนที่มีสีเขียวทั้งคั่น
- คั่นอ่อนที่ทุกส่วนหตุตันหมด
- คั่นอ่อนที่มีส่วนของ cotyledon เจริญเติบโต แต่ส่วน hypocotyl หตุตันและไม่มีการ

ตารางที่ 1 พืชที่ประสบความสำเร็จในการเพิ่มจำนวนโครโมโซมด้วยสารโคลชิซิน

ลำดับ	พืช	ส่วนที่ได้รับสาร	ความเข้มข้น	ระยะเวลาในการ แช่สาร
1.	Tomato	เมล็ด (แช่ในน้ำ 24 ชั่วโมง)	0.2%	6-8 วัน
2.	Potato	ยอดของต้นกล้า	0.1%	-
3.	Radish	เมล็ด	0.05%	24-60 ชม.
4.	Turnip	เมล็ด (แช่ในน้ำ 24 ชั่วโมง)	0.2 หรือ 0.1%	24 หรือ 48 ชม.
5.	Spinach	ส่วนยอด	0.2% ในน้ำ 0.3% วุ้น (-2.1)	3-4 ครั้งในเวลา 2 วัน
6.	Lettuce	เมล็ด (แช่ในน้ำ 24 ชั่วโมง)	0.2 หรือ 1%	24 หรือ 48 ชม.
7.	Carrot and lettuce	เมล็ดที่เจริญเติบโตในที่ มีครากยาวระหว่าง 0.4 – 0.8 เซนติเมตร	0.1%	24 ชม.
8.	Brassicas	เมล็ด	0.03 - 0.1%	-
9.	Cucumber	เมล็ด, ยอดของต้นกล้า	0.2%, 0.05%	24 ชม. 48-72 ชม. ที่ 18 °C หรือ 24-27 ชม. ที่ 35 °C
10.	Muskmelon	ส่วนยอด	0.4% อิมัลชัน 0.58 - 0.5% ในน้ำ	แช่ทุก 2 ครั้งใน 4 วัน ครั้งละ 2 ชั่วโมง
11.	Ridge gourd	-	0.3%	3-4 วัน
12.	Watermelon	เมล็ด, ส่วนยอด	0.02 หรือ 0.5% ในน้ำ 0.2% ในแอลกอฮอล์	34 ชม. 4-5 วัน

ที่มา : กฤษฎา, 2526

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วาสนา (2544) ได้ทดลองแช่เมล็ดคะน้าในสาร โคลชิซิน เข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ นาน 24 ชั่วโมง พบว่าสามารถชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ได้ต้น polyploid มีลักษณะใบจะมีสีเขียวเข้ม ใบใหญ่ จำนวนใบต่อต้นมากกว่าต้นปกติ แต่ต้น polyploid จะออกดอกช้ากว่าปกติและสามารถติดเมล็ดได้

จากผลการทดลองของชูเกียรติ (2544) ในหอมแดงพบว่าการฉีดสาร โคลชิซิน เข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ สองครั้งติดต่อกันเป็นเวลา 2 วัน จะให้ลักษณะต้นหอม polyploid ที่มีใบสีเขียวเข้ม ขนาดหัวสะสมอาหารและใบใหญ่กว่าต้นหอมปกติ จากการตรวจนับจำนวนโครโมโซมพบว่าต้นปกติมีโครโมโซมร่างกาย 16 แท่ง ส่วนต้น polyploid มีโครโมโซมร่างกาย 32 แท่ง

วิมลและอนันต์ (2527) ใช้สาร โคลชิซินชักนำ polyploid ในพริก ผลปรากฏว่าต้นที่ได้รับสาร โคลชิซินที่ยอด มีอัตราการเกิด polyploid สูงกว่าต้นที่เกิดจากการแช่เมล็ด โดยเฉพาะต้นพริกที่ได้รับสารที่ยอดในระดับความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ สามารถชักนำให้เกิด polyploid ได้มากกว่าที่ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบวิธีการให้สารที่ยอดโดยการใช้สำลีชุบหรือผสมวุ้น พบว่ามีอัตราการเกิด polyploid ไม่แตกต่างกัน ส่วนวิธีการให้สารกับเมล็ด ที่ความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซิน 1 เปอร์เซ็นต์ เวลา 48 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพที่ทำให้เกิด polyploid ดีกว่าที่ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ เวลา 24 ชั่วโมง ต้นที่เป็น polyploid มีความสูงของลำต้นไม่แตกต่างกันจากต้น diploid และเกือบทุกต้นที่เป็น polyploid มีใบขนาดใหญ่ หนา สีเขียวเข้ม กิ่งค่อนข้างเปราะ ขนาดของเซลล์ปากใบมีขนาดใหญ่ขึ้น วันออกดอกช้า เปอร์เซ็นต์ความเป็นหมันสูง ขนาดของผลและการติดผลลดลง และจากการตรวจทางเซลล์วิทยาพบความผิดปกติของโครโมโซม

สมปองและราตรี (2542) ทำเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อตายอดของมังคุดบนอาหารที่มีโคลชิซินความเข้มข้น 0-10,000 มก./ล. เป็นเวลา 2 ชั่วโมงเป็นเวลา 30 วันในสภาพปลอดเชื้อเพื่อชักนำการเพิ่มจำนวนชุดโครโมโซม เมื่อเลี้ยงตายอดในอาหารเดิม โคลชิซิน 1,500 มก./ล. เป็นเวลา 2 ชั่วโมง พบว่าจำนวนยอดเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ขนาดยอด จำนวนราก จำนวนใบ และพื้นที่ใบ มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อตรวจสอบปริมาณคลอโรฟิลล์พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์เอเพิ่มขึ้น และเมื่อเพิ่มเวลาในการเลี้ยงเป็น 10 ชั่วโมง และเพิ่มความเข้มข้นเป็น 3,000-10,000 มก./ล. พบว่าเปอร์เซ็นต์การสร้างยอดลดลง แต่ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และคลอโรฟิลล์ทั้งหมดเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเพิ่มเวลาในการเลี้ยงเป็น 30 วัน พบว่าจำนวนยอดเฉลี่ย และการรอดชีวิตของตายอดลดลง โคลชิซินเข้มข้น 500,750 และ 1,000 มก./ล. ที่เวลาข้างต้น ส่งผลให้ความยาวรากเพิ่มขึ้น และจำนวนใบลดลง ส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์ไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของโคลชิซินเป็น 3,000, 6,000 และ 10,000 มก./ล. ทำให้เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตลดลง โดยเฉพาะความเข้มข้น 10,000 มก./ล. มียอดรอดชีวิตเพียง 12 เปอร์เซ็นต์ ใบร่วง และชะงักการเจริญเติบโต เมื่อ

ตรวจสอบเซลล์ปลายราก พบว่าไม่สามารถตรวจสอบความแตกต่างได้ เนื่องจากโครโมโซมมีขนาดเล็ก นับจำนวนไม่ได้ เมื่อตรวจสอบจำนวนและขนาดเซลล์ปากใบพบว่า การเลี้ยงคายอดในอาหารเคมี โคลชิซินเข้มข้น 750 และ 1,000 มก./ล. เป็นเวลา 30 วัน มีเซลล์ปากใบบางเซลล์ใหญ่กว่า

Srivastava และ Tripathi (2003) ได้ทดลองชักนำการเพิ่มจำนวนโครโมโซมของตัว pigeon โดยใช้สาร โคลชิซิน พบว่าต้นถั่วที่เป็น autotetraploid ที่เกิดจากการเพิ่มจำนวนโครโมโซมด้วยสาร โคลชิซิน มีความแข็งแรงในทางสัณฐานบางลักษณะ เช่น ใบ ดอก และละอองเรณูมากกว่าต้นพืชปกติ พืช autotetraploid มีการติดผลน้อยกว่าพืช diploid

ในการทดลองของ Tiwari และ Kumar (2003) โดยการใช้สาร โคลชิซินเพิ่มจำนวนโครโมโซมในต้นถั่วชนิดหนึ่ง ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐาน ถึงระยะการเจริญเติบโต และระยะที่ติดผล พบว่าต้นถั่วที่ถูกชักนำให้เพิ่มชุดของโครโมโซมจาก diploid มาเป็น tetraploid มีจำนวนคลอโรพลาสต์ต่อพื้นที่ใบและน้ำหนักเมล็ดเพิ่มขึ้น แต่มีการลดลงของจำนวนฝักต่อต้น ความยาวฝัก จำนวนเมล็ดต่อฝัก และจำนวนเมล็ดต่อต้น

Yetisir และ Sari (2003) ศึกษาเปรียบเทียบลักษณะความยาวของปากใบ เส้นผ่าศูนย์กลางของปากใบ ความหนาแน่นของปากใบ และจำนวนคลอโรพลาสต์ต่อปากใบ 1 เซลล์ โดยศึกษาในต้น muskmelon มีจำนวนชุดของโครโมโซมเป็น haploid เปรียบเทียบกับต้น muskmelon ที่มีจำนวนชุดของโครโมโซมเป็น dihaploid ที่ถูกชักนำให้เพิ่มจำนวนโครโมโซมด้วยการใช้สาร โคลชิซิน พบว่าต้น dihaploid มีปากใบขนาดใหญ่ ความหนาแน่นของใบต่อตารางมิลลิเมตรน้อยลง และจำนวนคลอโรพลาสต์ต่อจำนวนปากใบ 1 เซลล์เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับต้น haploid

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

1. เมล็ดคะน้าพันธุ์บางบัวทอง 35 (บริษัท อีส เวสต์ ซีด จำกัด)
2. วัสดุปลูก
 - กระถางพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว
 - ภาชนะคลุม
 - วัสดุเพาะประกอบด้วย ทราย ถ่านแกลบและขุยมะพร้าว
 - วัสดุย้ายกล้าประกอบด้วย ดิน ปุ๋ยคอก ทราย แกลบและขุยมะพร้าว
3. สาร โคลชิซิน(บริษัท Fluka)
4. เพลท
5. เครื่องแก้วในการเตรียมสารเคมี
6. ไมโครปีเปต (บริษัท BOECO เยอรมันนี)
7. แผ่นสไลด์ และ Cover สไลด์
8. กล้องจุลทรรศน์ รุ่น SZ-PT (บริษัท Olympus)
9. กล้องถ่ายรูปรุ่น A75 (บริษัท Cannon)
10. กระดาษเพาะเมล็ด
11. พาราฟิล์ม (3M)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลองที่ 1 การศึกษาความงอกของเมล็ดคะน้า

1. เพาะเมล็ดคะน้าพันธุ์บางบัวทอง 35 โดยใช้วิธีแบบ Top of Paper คือการเพาะเมล็ดโดยการวางเมล็ดไว้บนกระดาษเพาะ

2. เพาะเมล็ดลงในเพลทจำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 100 เมล็ด
3. บันทึกผลการทดลอง

1.1 ศึกษาเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดที่เป็นต้นกล้าปกติเป็นครั้งแรก (first count) ในเวลา 3 วันหลังจากเพาะเมล็ด

1.2 ศึกษาเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดที่เป็นต้นกล้าปกติ ผิดปกติ หลังจากเพาะเมล็ดเป็นเวลา 10 วัน การบันทึกผลการทดลองครั้งสุดท้าย (final count) โดยบันทึกผลการทดลอง ดังต่อไปนี้

(1) ต้นอ่อนปกติ (normal seedling) คือ ต้นอ่อนที่งอกจากเมล็ดที่มีส่วนประกอบต่าง ๆ อยู่ครบถ้วน

(2) ต้นอ่อนผิดปกติ (abnormal seedling) คือ ต้นอ่อนที่งอกจากเมล็ดที่มีส่วนประกอบต่าง ๆ ไม่สมบูรณ์หรือขาดหายไป หรือผิดปกติไปจากเดิม

(3) เมล็ดที่ไม่งอก (fresh ungerminated seed) คือ เมล็ดที่ดูชื้นและขยายพองมีขนาดของเมล็ดโตขึ้น แต่ไม่มีส่วนโคงอกออกมาเลย

(4) เมล็ดแข็ง (hard seed) คือ เมล็ดที่มีลักษณะแข็ง ผิวเปลือกไม่ดูชื้น หลังจากเสร็จสิ้นการทดสอบจะมีลักษณะคงเดิมทุกอย่าง

(5) เมล็ดตาย (dead seed หรือ rotten seed) คือ เมล็ดตายที่มีลักษณะเน่าเปื่อย มีราขึ้นและไม่งอก

วิธีการทดลองที่ 2 ศึกษาผลของโคลชิซินที่มีผลต่อต้นกล้าคะน้า

1. เตรียมสารละลายโคลชิซินโดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลายที่ระดับความเข้มข้น ดังนี้

- โคลชิซินเข้มข้น 0 เปอร์เซ็นต์ (control)
- โคลชิซินเข้มข้น 0.125 เปอร์เซ็นต์
- โคลชิซินเข้มข้น 0.25 เปอร์เซ็นต์
- โคลชิซินเข้มข้น 0.50 เปอร์เซ็นต์
- โคลชิซินเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์
- โคลชิซินเข้มข้น 2.00 เปอร์เซ็นต์

2. นำเมล็ดคะน้าแช่ในสารละลายโคลชิซินที่ความเข้มข้น 0, 0.125, 0.25, 0.50, 1.0 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 6 ชั่วโมง 12 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง

108875

3. นำเมล็ดที่แช่ในสารละลายมาล้างในน้ำเปล่าให้น้ำไหลผ่าน หลังจากนั้นนำเมล็ดที่ได้มาเพาะลงในเพลท จำนวนเพลทละ 50 เมล็ด เติมน้ำลงในเพลท เพลทละ 10 มิลลิลิตร หลังจากนั้นปิดผนึกด้วยพาราฟิล์ม

4. บันทึกผลการทดลอง

4.1 ประเมินผลครั้งแรกในวันที่ 3 หลังจากการเพาะเมล็ดนับจำนวนเมล็ดที่งอกแล้วบันทึกผล

4.2 ประเมินผลครั้งสุดท้ายในวันที่ 14 หลังจากการเพาะเมล็ดนับจำนวนเมล็ดที่งอก เมล็ดผิดปกติ ต้นกล้าผิดปกติ แล้วบันทึกผล

- จำนวนต้นกล้าผิดปกติ

+ รากผิดปกติอย่างเดียว

+ ลำต้นผิดปกติอย่างเดียว

+ รากและลำต้นผิดปกติ

- จำนวนเมล็ดที่ผิดปกติ

+ เมล็ดหักตัว

+ เมล็ดคุดน้ำ

+ เมล็ดเป็นโรค

+ เมล็ดตาย

สรุปต้นกล้าในทุกเพลทของการทดลองจำนวน 6 ต้น บันทึกผล

- วัดความยาวราก

- วัดความยาวต้น

- นับจำนวนรากแขนง

- วัดความกว้างของลำต้น

วิธีการทดลองที่ 3 ศึกษาผลของโคลชิซินที่มีต่อการเจริญเติบโตของคะน้า

1. เตรียมวัสดุเพาะ ได้แก่ ทราย ถ่านแกลบและขุยมะพร้าว ผสมในอัตราส่วน 1:1:1

2. นำวัสดุเพาะอบที่อุณหภูมิ 80 – 100 องศาเซลเซียส ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วนำวัสดุเพาะไปใส่ในถาดหลุมที่เตรียมไว้

3. นำเมล็ดคะน้าแช่ในสารละลายโคลชิซิน 0%, 0.125%, 0.25%, 0.50% แช่เมล็ดเป็นเวลา 12 ชั่วโมง และเพาะลงในถาดหลุม

4. เตรียมวัสดุปลูก ได้แก่ ดิน ปุ๋ยคอก ทราย แกลบและขุยมะพร้าว ผสมกันในอัตราส่วน 1:1:2:2:2 หลังจากนั้นนำวัสดุปลูกที่คลุกเคล้ากันแล้วใส่ลงในกระถางพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว

5. เมื่อต้นกล้าอายุ 19 วัน ย้ายจากถาดหลุมลงปลูกในกระถาง รดน้ำทุกวัน ใส่ปุ๋ยอาทิตย์ละ 1 ครั้ง

6. บันทึกผลการทดลอง

6.1 บันทึกผลการทดลองสัปดาห์ละ 1 ครั้งเป็นเวลา 4 สัปดาห์ดังนี้

- วัดความยาวลำต้น โดยวัดจาก โคนต้น ไปถึงช่วงระหว่างใบที่ 2 - 3 ของ ต้นคะน้า

- นับจำนวนใบ

6.2 เก็บเกี่ยวผลผลิตหลังจากนั้นนำมาบันทึกผลดังนี้ โดยสุ่มมาจำนวน 5 ต้น

- วัดขนาดลำต้น
- วัดความกว้างและความยาวใบ โดยวัดจากส่วนที่กว้างและส่วนที่ยาว ที่สุดของใบคะน้า

- หาพื้นที่ใบ โดยประเมินจากการชั่งน้ำหนัก

- นำหนักต้น โดย ชั่งน้ำหนักต้นด้วยเครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง

วิธีการทดลองที่ 4 ศึกษาผลของ โคลชิซินที่มีผลต่อขนาดและจำนวนของปากใบคะน้า

1. ลอกใบคะน้าใบที่ 2 ของต้น ด้าน lower epidermis และ upper epidermis ที่ได้รับสาร โคลชิซิน

2. นำเซลล์ที่ได้วางลงบนแผ่นสไลด์หยดน้ำหลังจากนั้นปิดสไลด์ด้วย cover slide

3. นำเซลล์ที่ได้ไปส่องดูเซลล์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายขนาด 400 เท่า

4. บันทึกผลการทดลอง

- นับจำนวนปากใบทั้งด้าน lower epidermis และ upper epidermis

- วัดขนาดของปากใบด้านกว้างและด้านยาวเฉพาะด้าน lower epidermis

ระยะเวลาทำการทดลอง

ธันวาคม 2546 – สิงหาคม 2547

สถานที่ทำการทดลอง

แปลงทดลองทางการเกษตรและห้องปฏิบัติการภาควิชาพืชสวน

คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาความงอกของเมล็ดคะน้า

จากผลการทดสอบเปอร์เซ็นต์ความงอกพบว่าคะน้าพันธุ์บางบัวทอง 35 มีเปอร์เซ็นต์ความงอกเฉลี่ยเท่ากับ 93.75 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่2)

ตารางที่ 2 การประเมินความงอกของเมล็ดคะน้าพันธุ์บางบัวทอง 35

เมล็ดพันธุ์ คะน้า พันธุ์บางบัวทอง 35

เพาะวันที่ 9 ธันวาคม 2546

ประเมินผลครั้งแรกวันที่ 11 ธันวาคม 2546 ครั้งสุดท้ายวันที่ 18 ธันวาคม 2546

จำนวนเมล็ดต่อซ้ำ 100 จำนวน 4 ซ้ำ

	วันที่ประเมิน	จำนวนในแต่ละซ้ำ				เฉลี่ย (%)
		1	2	3	4	
ต้นกล้าปกติ	9 ธ.ค. 2546	34	37	37	52	40
	18 ธ.ค. 2546	61	56	57	41	53.75
รวม		95	93	94	93	93.75
ต้นกล้าผิดปกติ		1	1	1	4	1.75
เมล็ดหักตัว		0	1	1	1	0.75
เมล็ดคุดน้ำ		4	5	4	2	3.75
เมล็ดเป็นโรค		0	0	0	0	0
เมล็ดตาย		0	0	0	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของโคลชิซินที่มีผลต่อต้นกล้าคะน้ำ

จากการศึกษาผลของสาร โคลชิซินที่ระดับความเข้มข้น 0.125, 0.25, 0.25, 0.50, 1.0, และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ พบว่าสาร โคลชิซินมีผลต่อลักษณะทางสัณฐานของคะน้ำ เมื่อความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซินที่สูงขึ้น ทำให้เปอร์เซ็นต์ความผิดปกติของต้นกล้ามีเพิ่มมากขึ้น ที่ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ต้นกล้ามีความผิดปกติสูงถึง 98 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ต้นคะน้ำที่ไม่ได้รับสารโคลชิซินพบลักษณะต้นกล้าที่ผิดปกติเพียง 8 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3 และภาพที่ 2)

ตารางที่ 3 ผลของสาร โคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อเปอร์เซ็นต์ ต้นกล้าปกติและต้นกล้าผิดปกติของต้นคะน้ำ เมื่อแช่เมล็ดเป็นเวลา 6 ชั่วโมง

ทริทแมนต์	ต้นกล้าปกติ (%)	ต้นกล้าผิดปกติ (%)	เมล็ดคุดน้ำ (%)	เมล็ดคัทตัว (%)	เมล็ดเป็นโรค (%)	เมล็ดตาย (%)
Control	90	8	2	0	0	0
Colchicine 0.125%	74	14	12	0	0	0
Colchicine 0.25%	14	76	8	2	0	0
Colchicine 0.50%	14	86	0	0	0	0
Colchicine 1.0%	2	92	4	2	0	0
Colchicine 2.0%	2	98	0	0	0	0

จากการทดลองแช่เมล็ดในสาร โคลชิซินเป็นเวลา 12 ชั่วโมงพบว่าความเข้มข้นของสารละลายโคลชิซินที่สูงขึ้น ทำให้เปอร์เซ็นต์ความผิดปกติของต้นกล้าคะน้ำมีเพิ่มมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับต้นคะน้ำที่ไม่ได้รับสาร โคลชิซินซึ่งมีลักษณะต้นกล้าที่ผิดปกติเพียง 2 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น ที่ความเข้มข้นของสาร โคลชิซิน 2 เปอร์เซ็นต์ ต้นกล้ามีความผิดปกติสูงถึง 94 เปอร์เซ็นต์ และไม่มีลักษณะต้นกล้าปกติ (ตารางที่ 4 และภาพที่ 2)

ตารางที่ 4 ผลของสาร โคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อเปอร์เซ็นต์ต้นกล้าปกติ และต้นกล้า ผิดปกติของต้นคะน้า เมื่อแช่เมล็ดเป็นเวลา 12 ชั่วโมง

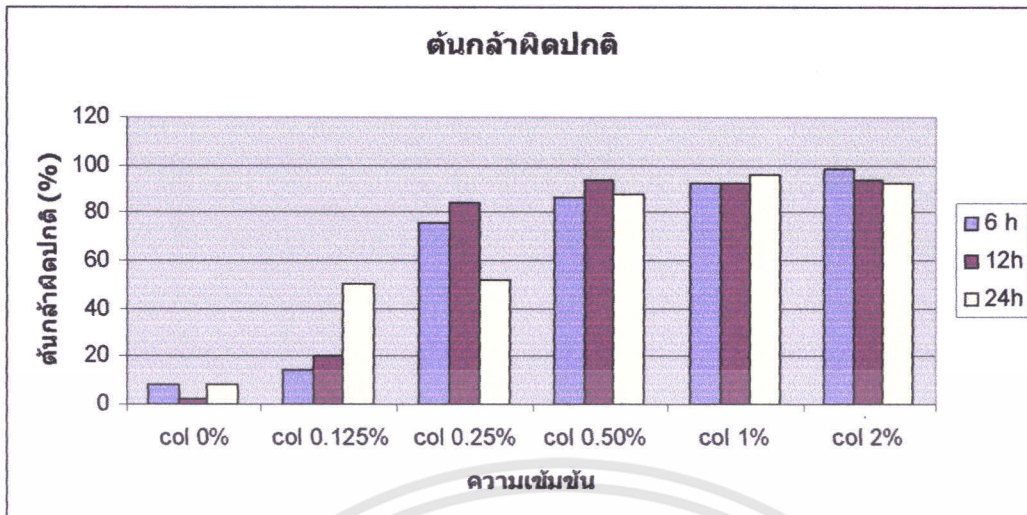
ทริทเมนต์	ต้นกล้า ปกติ (%)	ต้นกล้า ผิดปกติ (%)	เมล็ดดูค่น้ำ (%)	เมล็ดพักตัว (%)	เมล็ดเป็น โรค (%)	เมล็ดตาย (%)
Control	90	2	6	2	0	0
Colchicine 0.125%	68	20	10	2	0	0
Colchicine 0.25%	10	84	2	4	0	0
Colchicine 0.50%	6	94	0	0	0	0
Colchicine 1.0%	2	92	6	0	0	0
Colchicine 2.0%	0	94	6	0	0	0

เมื่อแช่เมล็ดคะน้าในสารละลาย โคลชิซินเป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าความเข้มข้นของ สารละลายโคลชิซินสูงขึ้น ทำให้เปอร์เซ็นต์ความผิดปกติของต้นกล้ามีเพิ่มมากขึ้น ต้นคะน้าที่ไม่ได้รับสาร โคลชิซินมีลักษณะต้นกล้าที่ผิดปกติเพียง 8 เปอร์เซ็นต์ แต่ที่ระดับความเข้มข้นของ สาร โคลชิซิน 1.0 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ ต้นกล้าผิดปกติมีเปอร์เซ็นต์ 96 และ 92 ตามลำดับและไม่ พบต้นกล้าเป็นปกติ (ตารางที่ 5 และภาพที่ 2)

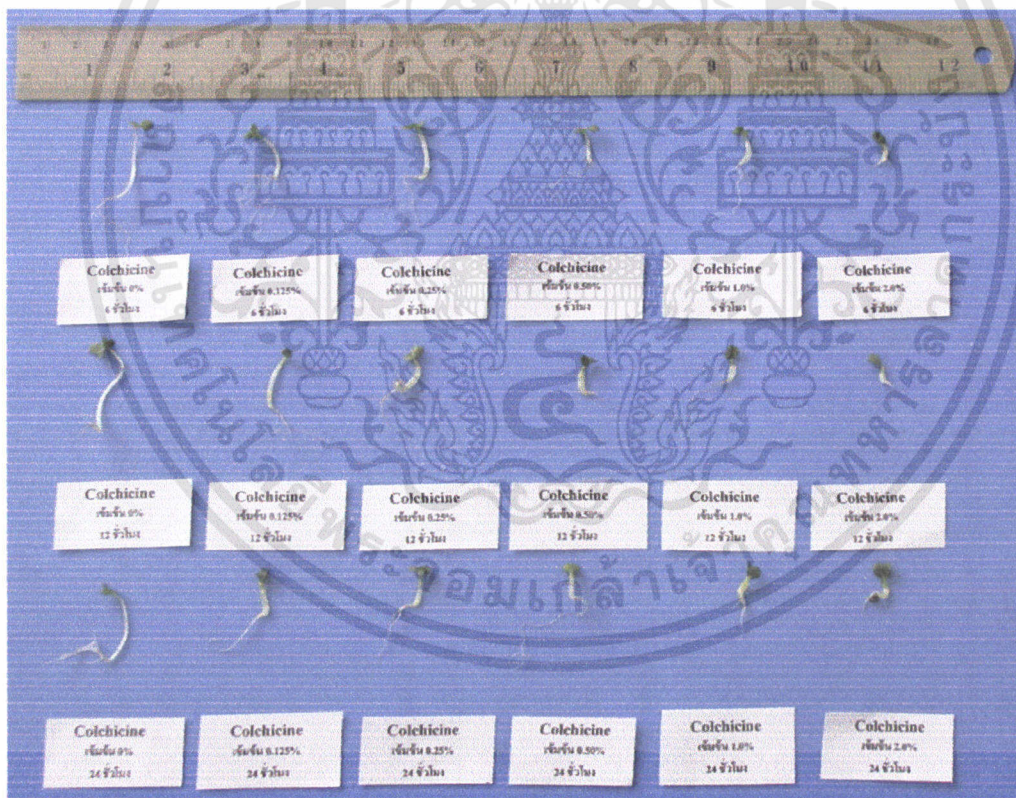
ตารางที่ 5 ผลของสาร โคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อเปอร์เซ็นต์ต้นกล้าปกติ และต้นกล้าผิดปกติของต้นคะน้า เมื่อแช่เมล็ดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

ทริทเมนต์	ต้นกล้า ปกติ (%)	ต้นกล้า ผิดปกติ (%)	เมล็ดคุดน้ำ (%)	เมล็ดหักตัว (%)	เมล็ดเป็น โรค (%)	เมล็ดตาย (%)
Control	82	8	8	2	0	0
Colchicine 0.125%	40	50	8	2	0	0
Colchicine 0.25%	36	52	12	0	0	0
Colchicine 0.50%	8	88	4	0	0	0
Colchicine 1.0%	0	96	4	0	0	0
Colchicine 2.0%	0	92	8	0	0	0

เมล็ดคะน้าที่แช่ในสารละลายโคลชิซินที่ความเข้มข้นที่สูงขึ้นและระยะเวลาในการแช่สารที่นานขึ้น มีผลทำให้ให้เกิดต้นกล้าผิดปกติสูงกว่าที่ระดับความเข้มข้นของสาร ในระดับค่าที่แช่เป็นเวลาน้อย ๆ ที่ระดับความเข้มข้นของสาร โคลชิซิน 0.125 เปอร์เซ็นต์แช่ในสาร โคลชิซินเป็นเวลา 6 ชั่วโมง มีลักษณะต้นกล้าผิดปกติเพียง 14 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น แต่เมื่อความเข้มข้นของสารที่เพิ่มขึ้นและแช่เมล็ดเป็นระยะเวลายาวนานขึ้นมีผลทำให้เกิดลักษณะผิดปกติเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 เปอร์เซ็นต์ต้นกล้าค่น้ำผิดปกติที่ได้รับสารโคลชิซินที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ในระยะเวลา 6, 12 และ 24 ชั่วโมง



ภาพที่ 2 ผลของสาร โคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อเปอร์เซ็นต์ความผิดปกติของต้นค่น้ำที่แช่เมล็ดเป็นเวลา 6, 12 และ 24 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการศึกษาผลของสาร โคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อความยาวลำต้น ขนาดลำต้นและความยาวรากที่แช่เมล็ดเป็นเวลา 6 ชั่วโมง ของต้นกล้าคะน้าที่ออกจากเมล็ดที่ซัสาร โคลชิซินเข้มข้น 0.25, 0.50, 1.0 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบความยาวลำต้นต้นคะน้าที่ไม่ได้รับสาร โคลชิซินพบว่า ระดับความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ความยาวลำต้นลดลง ในขณะที่ขนาดลำต้นของต้นกล้าคะน้ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ยกเว้นทริทเมนต์ที่ได้รับสาร โคลชิซินเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ มีขนาดลำต้นเล็กที่สุดเท่ากับ 0.133 เซนติเมตร ที่ระดับความเข้มข้นที่สูงขึ้นรากมีความยาวสั้นลงโดยเฉพาะที่ระดับความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์มีขนาดความยาวรากสั้นที่สุดเท่ากับ 2.2 เซนติเมตร (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ผลของสาร โคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อความยาวลำต้น ขนาดลำต้นและความยาวราก เมื่อแช่เมล็ดเป็นเวลา 6 ชั่วโมง ของต้นกล้าคะน้า

ทริทเมนต์	ความยาวลำต้น (ซม.)	ขนาดลำต้น (ซม.)	ความยาวราก (ซม.)
Control	1.75 ± 0.492 ^{sd}	0.125 ± 0.05 ^{sd}	2.4 ± 0.792 ^{sd}
Colchicine 0.125%	2.01 ± 0.416	0.162 ± 0.030	2.76 ± 1.375
Colchicine 0.25%	1.20 ± 0.517	0.166 ± 0.040	2.45 ± 0.463
Colchicine 0.50%	1.06 ± 0.527	0.133 ± 0.025	4.01 ± 1.309
Colchicine 1.0%	0.976 ± 0.263	0.166 ± 0.012	2.46 ± 1.911
Colchicine 2.0%	0.7 ± 0.219	0.195 ± 0.010	2.2 ± 1.527

^{sd} ค่า Standard deviation

จากการศึกษาผลของสาร โคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อความยาวลำต้น ขนาดลำต้น และความยาวรากเมื่อแช่เมล็ดเป็นเวลา 12 ชั่วโมง พบว่าเมื่อความเข้มข้นของสาร โคลชิซินเพิ่มขึ้น มีผลทำให้ขนาดลำต้นและความยาวรากเพิ่มขึ้น ยกเว้นที่ความเข้มข้นของสารละลาย โคลชิซิน 2.0 เปอร์เซ็นต์ มีขนาดรากสั้นกว่าต้นกล้าปกติ แต่ความเข้มข้นของสาร โคลชิซินที่เพิ่มขึ้น มีผลทำให้ความยาวต้นลดลง (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ผลของสาร โคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อความยาวลำต้น ขนาดลำต้นและความยาวราก เมื่อแช่เมล็ดเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ของต้นกล้าคะน้า

ทรีทเมนต์	ความยาวลำต้น (ซม.)	ขนาดลำต้น (ซม.)	ความยาวราก (ซม.)
Control	1.71 ± 0.470 ^{sd}	0.108 ± 0.030 ^{sd}	1.35 ± 0.508 ^{sd}
Colchicine 0.125%	1.7 ± 0.672	0.125 ± 0.015	1.65 ± 0.568
Colchicine 0.25%	1.56 ± 0.680	0.162 ± 0.034	2.75 ± 1.709
Colchicine 0.50%	1.05 ± 0.554	0.145 ± 0.036	3.33 ± 0.983
Colchicine 1.0%	0.65 ± 0.314	0.166 ± 0.030	2.48 ± 1.513
Colchicine 2.0%	0.68 ± 0.098	0.191 ± 0.012	0.61 ± 0.183

^{sd} ค่า Standard deviation

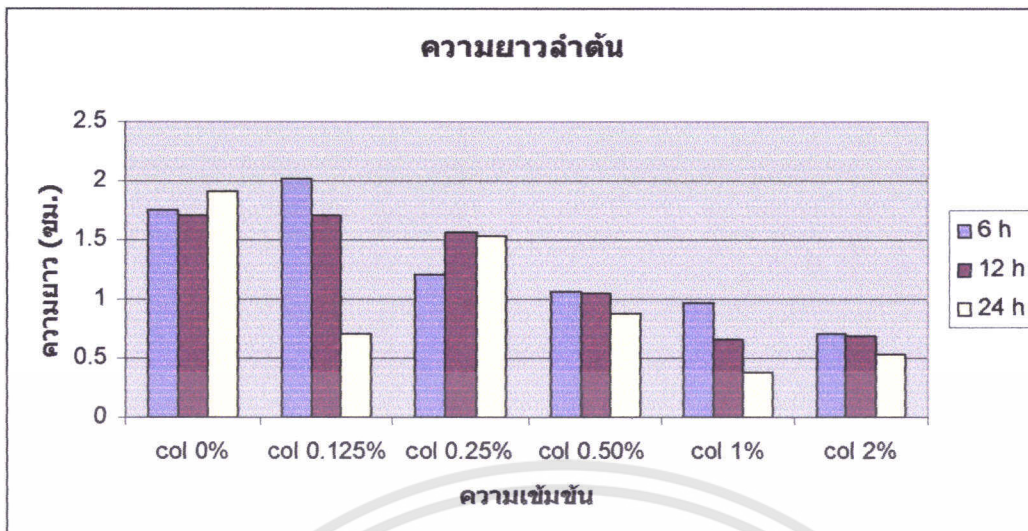
จากการศึกษาผลของสาร โคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อความยาวลำต้น ขนาดลำต้นและความยาวราก ที่แช่เมล็ดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ของต้นกล้าคะน้าที่ระดับความเข้มข้นของสาร โคลชิซิน 0.125, 0.25, 0.50, 1.0 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ ความยาวลำต้นคะน้าที่ได้รับสาร โคลชิซินปรากฏว่า ที่ระดับความเข้มข้นเพิ่มขึ้นความยาวลำต้นลดลง ขนาดลำต้นของต้นกล้าที่ได้รับสาร โคลชิซิน เมื่อความเข้มข้นสูงขึ้นขนาดลำต้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและมากกว่าต้นกล้าที่ไม่ได้รับสารละลายโคลชิซิน (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ผลของสาร โคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อความยาวลำต้น ขนาดลำต้นและความยาวราก เมื่อแช่เมล็ดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ของต้นกล้าคะน้า

ทรีทเมนต์	ความยาวลำต้น (ซม.)	ขนาดลำต้น (ซม.)	ความยาวราก (ซม.)
Control	1.91 ± 0.832 ^{sd}	0.07 ± 0.018 ^{sd}	1.36 ± 0.350 ^{sd}
Colchicine 0.125%	0.71 ± 0.231	0.12 ± 0.027	2.55 ± 1.256
Colchicine 0.25%	1.53 ± 0.492	0.11 ± 0.020	2.18 ± 1.438
Colchicine 0.50%	0.88 ± 0.713	0.16 ± 0.020	1.95 ± 1.917
Colchicine 1.0%	0.38 ± 0.116	0.12 ± 0.018	0.8 ± 0.753
Colchicine 2.0%	0.53 ± 0.103	0.15 ± 0.012	1.3 ± 0.428

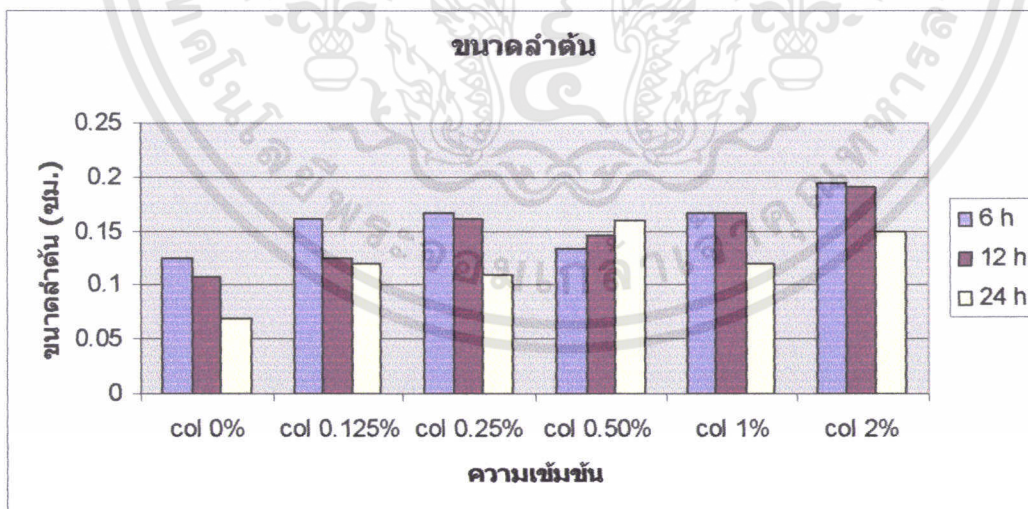
^{sd} ค่า Standard deviation

เมื่อความเข้มข้นของสาร โคลชิซินที่เพิ่มขึ้น มีผลทำให้ความยาวลำต้นของต้นกล้าคะน้ามีขนาดลดลงและมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาในการให้สารเมื่อให้สารเป็นเวลาที่ยาวนาน ความเข้มข้นที่สูงมีผลทำให้ขนาดความยาวของลำต้นสั้นลงพบว่าที่ระดับความเข้มข้นของสาร โคลชิซิน 2.0 เปอร์เซ็นต์แช่เมล็ดในสารเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ต้นกล้าคะน้ามีความยาวลำต้นลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับต้น control มีขนาดความยาวลำต้นเฉลี่ยเพียง 0.53 เซนติเมตร (ภาพที่ 3)



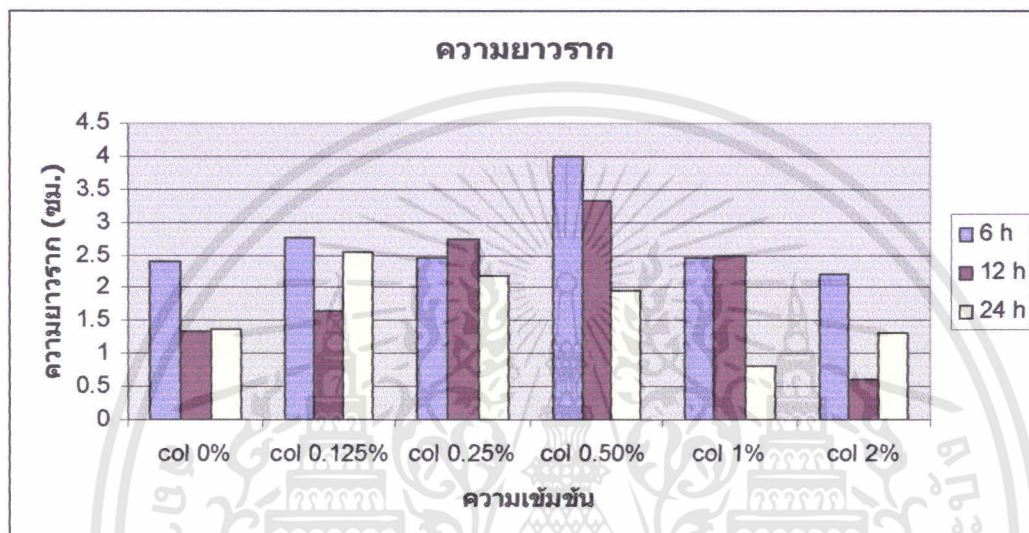
ภาพที่ 3 ผลของสาร โคลชิซินต่อความยาวลำต้นคะน้าที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน ที่แช่เมล็ดเป็นเวลาต่างกัน

ต้นกล้าคะน้าที่ได้รับสาร โคลชิซินที่ความเข้มข้นสูง ๆ มีผลทำให้มีขนาดต้นที่ใหญ่ขึ้น และแช่เมล็ดเป็นเวลานานขึ้นมีผลต่อขนาดของลำต้นคะน้าลดลง ยกเว้นที่ระดับความเข้มข้น 0.50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อแช่เมล็ดเป็นเวลานานขึ้น พบว่าขนาดลำต้นของคะน้ามีแนวโน้มเพิ่ม ซึ่งแตกต่างจากพืชชนิดอื่น ๆ (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 ผลของสาร โคลชิซินต่อขนาดลำต้นคะน้าที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน ที่แช่เมล็ดเป็นเวลาต่างกัน

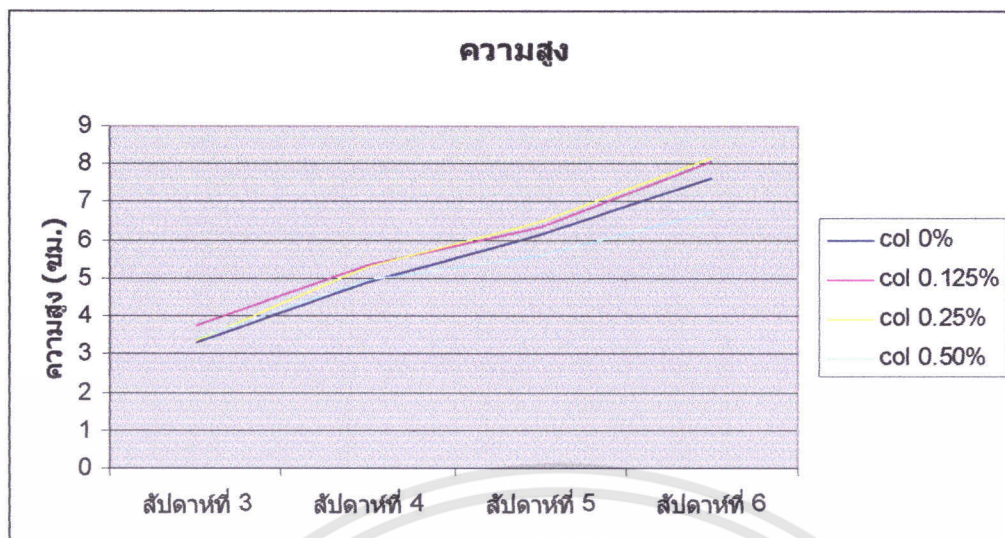
เมล็ดคะน้าที่แช่สารละลายโคลชิซินในระดับความเข้มข้นและเวลาที่ต่างกันให้ผลแตกต่างไปตามระดับความเข้มข้นของสารที่ได้รับ และเวลาที่ได้รับสาร เมื่อเปรียบเทียบต้นคะน้าที่แช่เมล็ดเป็นระยะเวลา 6 ชั่วโมง พบว่าเมื่อระดับความเข้มข้นของสารที่เพิ่มขึ้น ต้นคะน้ามีแนวโน้มความยาวรากเพิ่มขึ้น เมื่อแช่เมล็ดในสาร โคลชิซินที่ระดับความเข้มข้น 2.0 เปอร์เซ็นต์ พบว่าต้นกล้าคะน้ามีขนาดความยาวรากเพียง 2.2 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับต้นcontrol ซึ่งมีความยาวราก 2.4 เซนติเมตร (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 ผลของสาร โคลชิซินต่อความยาวรากคะน้าที่ระดับความเข้มข้นต่างกันที่แช่เมล็ดเป็นเวลาต่างกัน

การทดลองที่ 3 ศึกษาผลของโคลชิซินที่มีต่อการเจริญเติบโตของคะน้า

การศึกษาผลของสาร โคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อความสูงของคะน้า เมื่อแช่เมล็ดนาน 12 ชั่วโมง ที่ระดับความเข้มข้นของโคลชิซิน 0.125, 0.25 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ พบว่าที่ระดับความเข้มข้นของสาร โคลชิซิน 0.125 และ 0.25 เปอร์เซ็นต์ ต้นคะน้ามีความสูงมากกว่าต้นคะน้าที่ไม่ได้รับสาร โคลชิซินเมื่อเปรียบเทียบความสูงภายใน 6 สัปดาห์ ที่ระดับความเข้มข้นของสาร โคลชิซิน 0.50 เปอร์เซ็นต์ ต้นคะน้ามีความสูงน้อยที่สุด และต้นคะน้าที่ไม่ได้รับสาร โคลชิซิน (ภาพที่ 6 และภาพที่ 7)



ภาพที่ 6 ผลของสาร โคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อความสูงของคะน้า



ภาพที่ 7 ผลของสาร โคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อความสูงของคะน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาผลของสาร โคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อจำนวนใบของคะน้า เมื่อแช่เมล็ดเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ที่ระดับความเข้มข้นของสารละลาย โคลชิซิน 0.125, 0.25 และ 0.50 เปอร์เซ็นต์ ผลปรากฏว่าที่ระดับความเข้มข้นของ โคลชิซินที่สูงขึ้นจำนวนใบเฉลี่ยของต้นคะน้าเมื่อได้รับสาร โคลชิซินมากกว่าต้นคะน้าที่ไม่ได้รับสาร โคลชิซิน เมื่อเปรียบเทียบจำนวนใบเฉลี่ยภายใน 6 สัปดาห์ (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 ผลของสาร โคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อจำนวนใบของคะน้า เมื่อแช่เมล็ดเป็นเวลา 12 ชั่วโมง

ทริทเมนต์	จำนวนใบเฉลี่ย			
	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 6
Control	3.59 ± 0.59 ^{sd}	4.77 ± 0.61 ^{sd}	5.90 ± 1.48 ^{sd}	6.19 ± 1.63 ^{sd}
Colchicine 0.125%	3.90 ± 0.75	5.27 ± 1.16	6.27 ± 1.12	6.94 ± 0.99
Colchicine 0.25%	3.90 ± 0.61	6.09 ± 0.68	6.63 ± 1.60	7.42 ± 1.26
Colchicine 0.50%	3.59 ± 1.05	5.5 ± 1.53	5.94 ± 1.66	6.38 ± 1.68

^{sd} ค่า Standard deviation

ในการศึกษาผลของสาร โคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อพื้นที่ใบ ขนาดใบ ขนาดลำต้นและน้ำหนักของต้นคะน้า เมื่อแช่เมล็ดเป็นเวลา 12 ชั่วโมง พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 0.25 เปอร์เซ็นต์ลำต้นมีขนาดใหญ่ที่สุด ที่ระดับความเข้มข้น 0.125 และ 0.25 เปอร์เซ็นต์คะน้ามีน้ำหนักมากกว่าต้นที่ไม่ได้รับสาร โคลชิซิน ในทุกทริทเมนต์ที่ได้รับสาร โคลชิซินมีพื้นที่ใบมากกว่าทริทเมนต์ control ต้นคะน้าที่ได้รับสาร โคลชิซินความเข้มข้น 0.125 เปอร์เซ็นต์มีพื้นที่ใบมากที่สุด 139.57 ตารางเซนติเมตร ทุกทริทเมนต์ความกว้างและความยาวของปากใบมีขนาดใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 10, ภาพที่ 8 และภาพที่ 9)

ตารางที่ 10 ผลของสาร โคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อพื้นที่ใบ ขนาดใบ ขนาดลำต้นและ น้ำหนักของต้นคะน้า เมื่อแช่เมล็ดเป็นเวลา 12 ชั่วโมง

ทรีทเมนต์	ขนาดลำต้น (ซม.)	น้ำหนัก (กรัม)	พื้นที่ใบ (ซม ²)	ขนาดของใบ (ซม.)	
				ความกว้าง	ความยาว
Control	0.99 ± 0.13 ^{sd}	29.86 ± 6.76 ^{sd}	113.02±17.59 ^{sd}	10.66 ±1.29 ^{sd}	14.32 ± 1.38 ^{sd}
Colchicine 0.125%	1.0 ± 0.15	33.17 ± 11.65	139.57±31.92	11.84 ± 1.38	15.66 ± 1.86
Colchicine 0.25%	1.14 ± 0.11	34.34 ± 5.53	116.55±28.55	10.78 ± 1.09	14.16 ± 2.39
Colchicine 0.50%	0.90 ± 0.12	25.11 ± 6.38	118.92±38.70	11 ± 1.93	15.04 ± 0.66

^{sd} ค่า Standard deviation

การทดลองที่ 4 ศึกษาผลของ โคลชิซินที่มีต่อขนาดและจำนวนของปากใบคะน้า

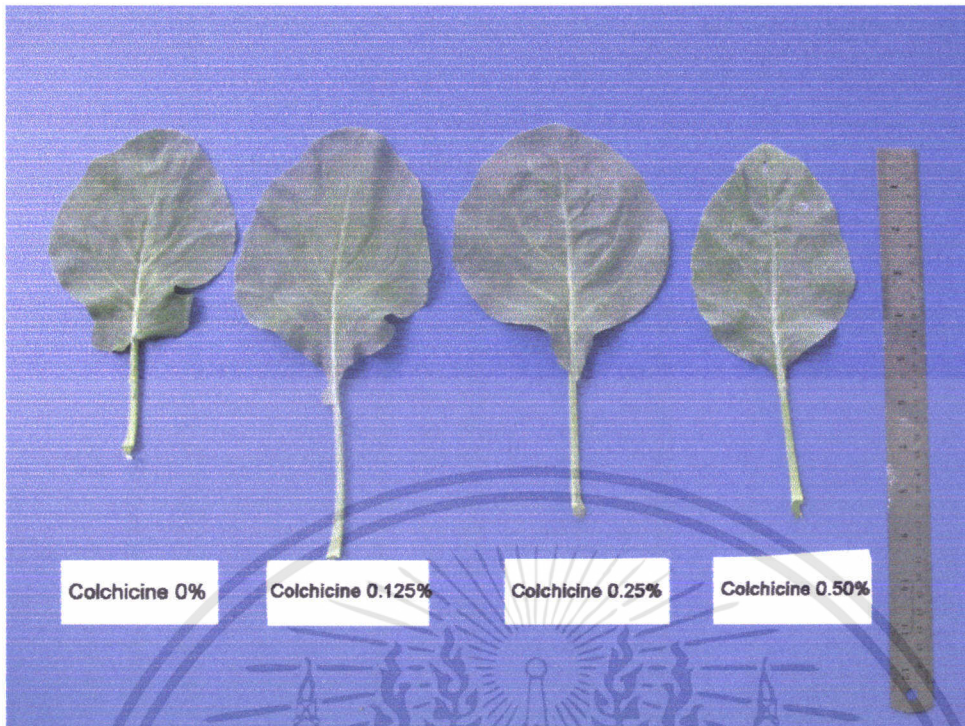
จากการศึกษาผลของสาร โคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อความหนาแน่นของปากใบและขนาดของปากใบในคะน้า เมื่อแช่เมล็ดเป็นเวลา 12 ชั่วโมง เมื่อตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 400 เท่า พบว่าที่ระดับความเข้มข้นของสาร โคลชิซินที่เพิ่มขึ้น จำนวนปากใบมีแนวโน้มลดลง ที่ระดับความเข้มข้นของสาร โคลชิซิน 0.50 เปอร์เซ็นต์ คะน้ามีความหนาแน่นปากใบทั้งด้าน upper epidermis และ lower epidermis น้อยที่สุด 18 และ 31.58 เซลล์ต่อ microscopic field ตามลำดับ ในขณะที่ต้นที่ไม่ได้รับสาร โคลชิซินซึ่งมีความหนาแน่นด้าน upper epidermis เท่ากับ 25.2 เซลล์ต่อ microscopic field และด้าน lower epidermis เท่ากับ 36.4 เซลล์ต่อ microscopic field เมื่อวัดความกว้างของปากใบพบว่า ที่ความเข้มข้นสูงขึ้นไปากใบจะมีแนวโน้มกว้างมากขึ้น ที่ระดับความเข้มข้น 0.125, 0.25 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ปากใบมีขนาด 19.50, 19.68 และ 21.79 ไมโครเมตรตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่ไม่ได้รับสาร โคลชิซินมีขนาดความกว้างปากใบเพียง 17.95 ไมโครเมตรเท่านั้น ส่วนความยาวของปากใบไม่มีความแตกต่างกันโดยทุกทรีทเมนต์มีขนาดความยาวของปากใบอยู่ในช่วง 24.42 – 25.73 ไมโครเมตร อัตราส่วนปากใบ upper epidermis ต่อ lower epidermis มีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสาร โคลชิซินสูงขึ้น แต่พบว่าที่ระดับความเข้มข้นของสาร โคลชิซิน 0.50 เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วนปากใบ upper epidermis ต่อ lower epidermis มีแนวโน้มลดลง (ตารางที่ 11, ภาพที่ 10 และภาพที่ 11)

ตารางที่ 11 ผลของสารโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อความหนาแน่นของปากใบและขนาดของปากใบในคน้ำ เมื่อแช่เมล็ดเป็นเวลา 12 ชั่วโมง

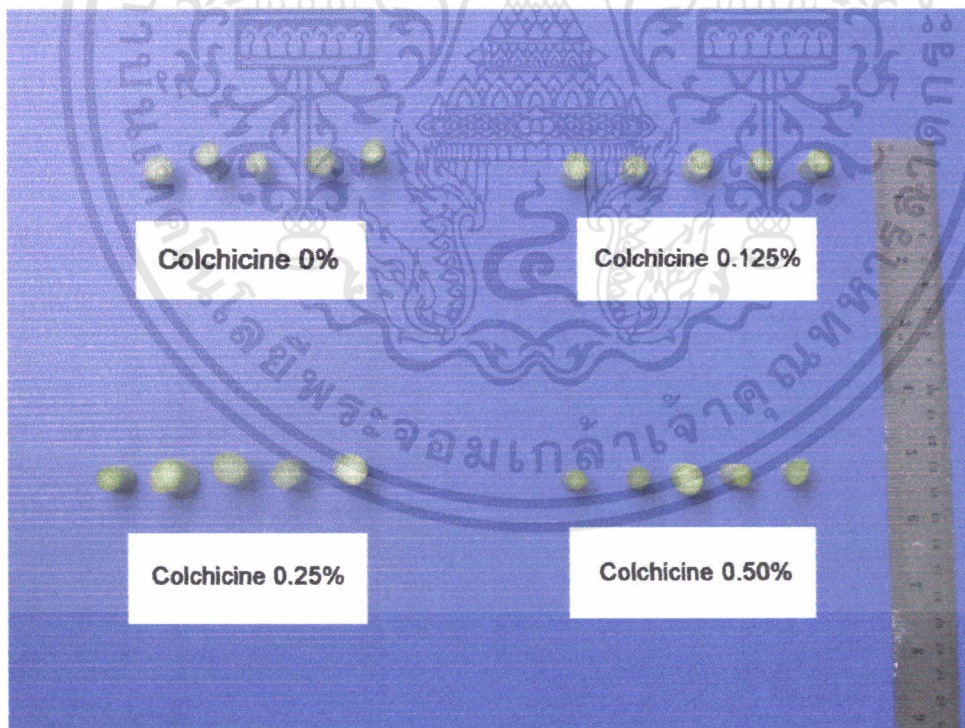
ทรีทเมนต์	ความหนาแน่น ปากใบ (cell/microscopic field)		อัตราส่วน upper / lower	ขนาดของปากใบ (ไมโครเมตร)	
	upper	lower		ความกว้าง	ความยาว
	Control	25.2	36.4	1 : 1.4	17.95 ± 1.22 ^{sd}
Colchicine 0.125%	20.6	33.9	1 : 1.6	19.50 ± 1.33	24.60 ± 0.84
Colchicine 0.25%	20.7	40.2	1 : 1.9	19.68 ± 1.25	24.42 ± 0.88
Colchicine 0.50%	18	31.8	1 : 1.8	21.79 ± 1.12	25.73 ± 1.24

^{sd} ค่า Standard deviation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

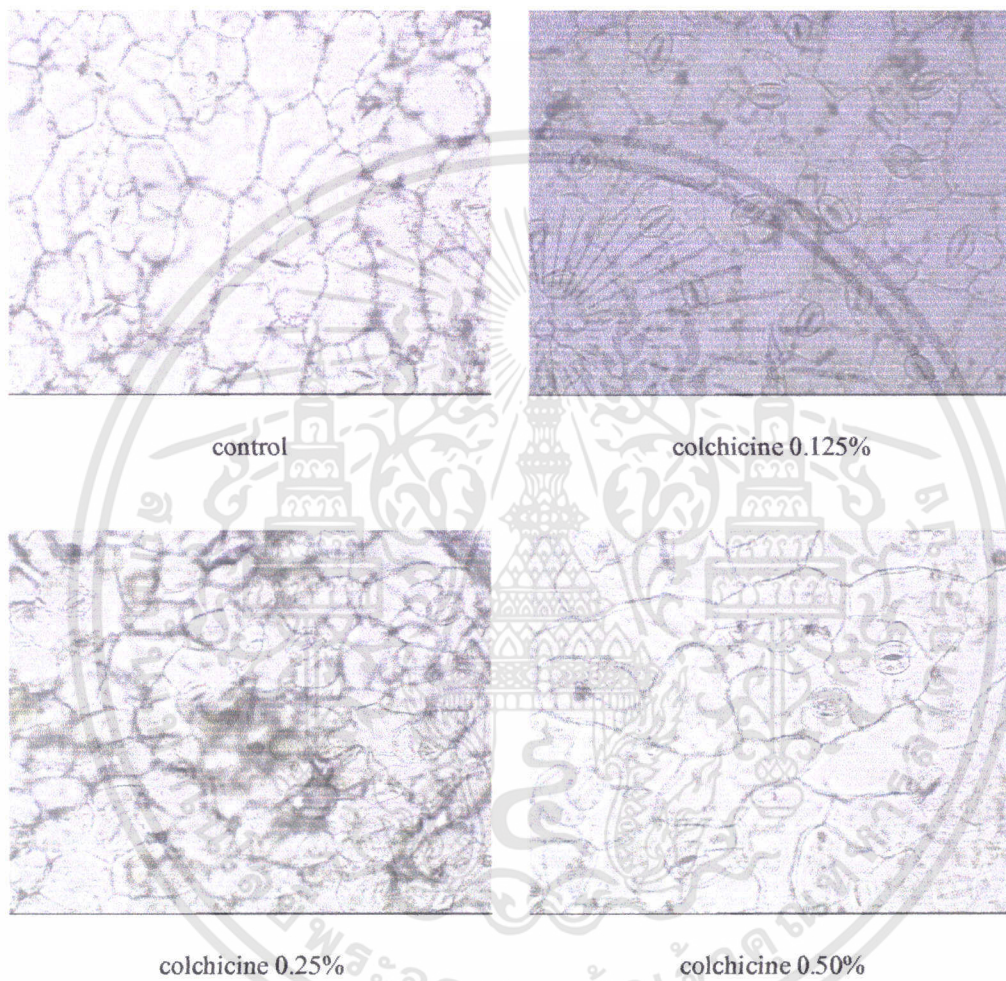


ภาพที่ 8 ผลของสาร โคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อขนาดใบของต้นคะน้า



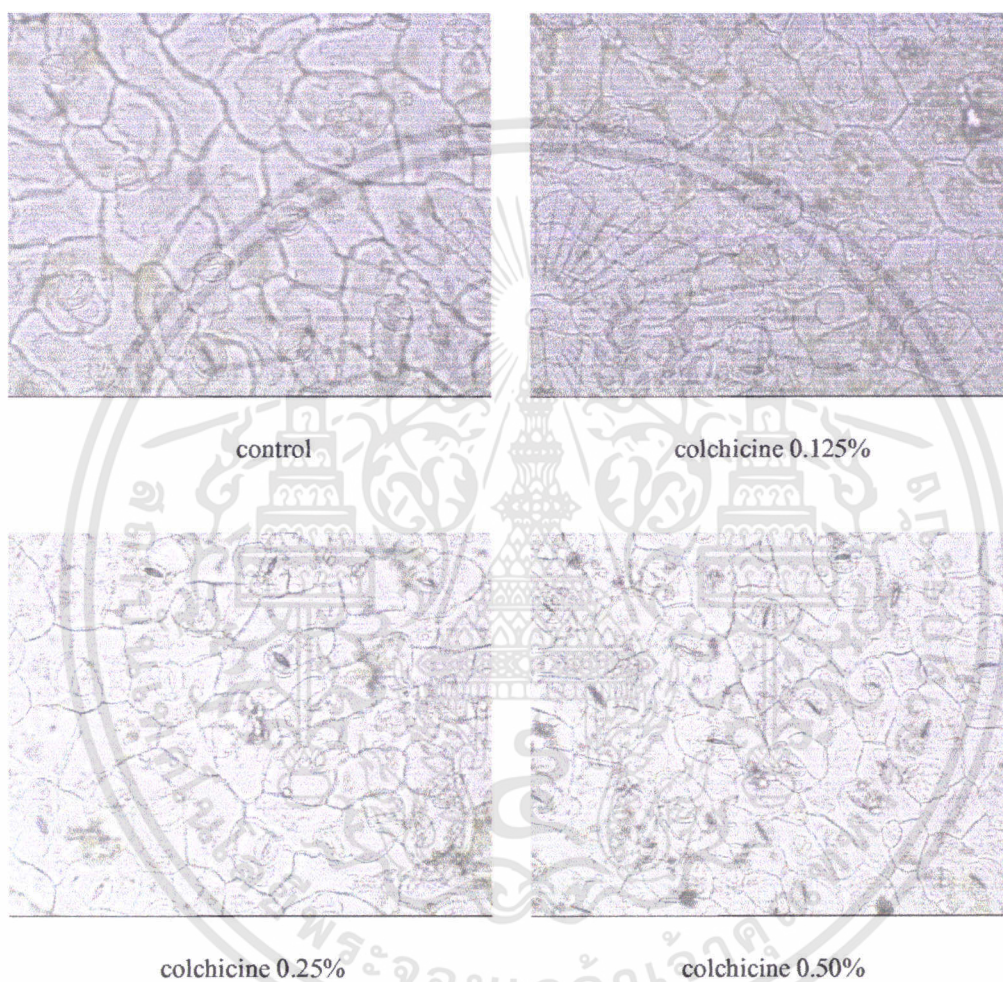
ภาพที่ 9 ผลของสาร โคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อขนาดลำต้นของต้นคะน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 10 ผลของสาร โคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ที่มีต่อขนาดและความหนาแน่นของปากใบด้าน upper epidermis

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 11 ผลของสาร โคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ที่มีต่อขนาดและความหนาแน่นของปากใบด้าน lower epidermis

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

เมื่อเปรียบเทียบความหนาแน่นของปากใบพบว่าที่ระดับความเข้มข้นสูงขึ้นไปปากใบมีแนวโน้มลดลง แสดงให้เห็นว่า สารละลาย โคลชิซิน มีผลทำให้ต้นคะน้าเกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านสัณฐานภายนอก และความกว้างของปากใบมากขึ้นเมื่อได้รับสาร โคลชิซินในปริมาณที่สูงขึ้น ซึ่งเป็นลักษณะหนึ่งที่พอจะบ่งชี้ได้ว่าคะน้าเกิดการเพิ่มจำนวนโครโมโซมซึ่งสังเกตได้จากลักษณะใบที่ใหญ่ขึ้น ลำต้นที่มีขนาดใหญ่ น้ำหนักของลำต้น และความกว้างของปากใบที่เพิ่มมากขึ้น นี่เป็นเพียงการศึกษาขั้นต้นเพื่อนำไปสู่การศึกษาผลของโคลชิซินที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงโครโมโซม ภายในเซลล์พืชต่อไป

จากการศึกษาผลของสาร โคลชิซินที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะต่าง ๆ ทางด้านสัณฐานของคะน้าพันธุ์บางบัวทอง 35 เมื่อได้รับสาร โคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่าที่ระดับความเข้มข้นของสารที่สูงขึ้นมีผลทำให้ใบมีขนาดใหญ่ หนา มีสีเขียวเข้ม ซึ่งให้ผลที่สอดคล้องกับการศึกษาในพริก (วิมลและอนันต์, 2526) คือต้น โพลีพลอยด์ที่ได้มีใบขนาดใหญ่ หนา สีเขียวเข้ม ต้นที่เป็น โพลีพลอยด์มีความสูงของต้นไม่แตกต่างจากต้นดิพลอยด์ และให้ผลสอดคล้องกับการศึกษาในมังคุดที่ใช้ตาชอดเพาะเลี้ยงในหลอดทดลอง(สมปองและราตรี , 2542) คือมีผลทำให้ ความยาวราก จำนวนใบ และพื้นที่ใบของมังคุดที่ได้มีแนวโน้มนลดลง

เมื่อศึกษาขนาดและความหนาแน่นของปากใบพบว่าทริทเมนต์ที่ได้รับสาร โคลชิซินความเข้มข้นสูงขึ้นไป จะมีความหนาแน่นของปากใบลดลงและสอดคล้องกับการศึกษาของสุนทรีย์ (2542) ที่พบว่าความหนาแน่นของปากใบในส้มเขียวหวานที่ได้รับสาร โคลชิซินความเข้มข้นสูงจะมีความหนาแน่นของปากใบน้อยกว่าต้น diploid เช่นเดียวกับการศึกษาในข้าวที่พบว่าลูกผสมที่ได้รับสาร โคลชิซินจะมีความหนาแน่นของปากใบน้อยกว่าลูกผสมที่ไม่ได้รับสาร โคลชิซิน (กาญจนและคณะ, 2537) อย่างไรก็ตามยังพบว่าค่าเฉลี่ยความกว้างของปากใบที่เกิดจากทริทเมนต์ที่ได้รับสาร โคลชิซินจะมีขนาดใหญ่กว่าทริทเมนต์ที่ไม่ได้รับสาร โคลชิซิน

จากผลการทดลองพบว่าขนาดปากใบมีความกว้างมากกว่าปากใบของต้นปกติ ใบมีขนาดใหญ่ขึ้น แนวโน้มความกว้างของต้นคะน้าสูงขึ้นไป ซึ่งสอดคล้องกับ Suzuki และคณะ (1986) ได้รายงานไว้ว่าพืช autopolyploid จะมีขนาดของเซลล์ ขนาดของผล ขนาดของปากใบ และลักษณะอื่น ๆ ขนาดใหญ่กว่าพืชปกติ (diploid)

สรุปผลการทดลอง

1. เปอร์เซ็นต์ความงอกเฉลี่ยของเมล็ดคະນ້າพันธุ์บางบัวทอง 35 เท่ากับ 93.75 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับเปอร์เซ็นต์ความงอกที่ยอมรับเท่ากับ 80 เปอร์เซ็นต์
2. เมื่อความเข้มข้นของสาร โคลชิซินที่เพิ่มขึ้น ทำให้ต้นกล้าผิดปกติเพิ่มมากขึ้น มีผลทำให้ความยาวของลำต้นลดลง
3. ที่ระดับความเข้มข้นของสาร โคลชิซิน 0.125 และ 0.25 เปอร์เซ็นต์ ต้นคະນ້ามีความสูง จำนวนใบต่อต้น, ขนาดลำต้น, พื้นที่ใบ มากกว่าต้นคະน້า control
4. ต้นคະน້าที่ได้รับสาร โคลชิซินที่ระดับความเข้มข้นสูงขึ้นความกว้างของปากใบมีแนวโน้มความกว้างเพิ่มขึ้น แต่ความยาวปากใบไม่แตกต่าง ส่วนความหนาแน่นของปากใบทั้งด้าน lower epidermis และ upper epidermis ลดลง



เอกสารอ้างอิง

- กฤษฎภา สัมพันธ์ราษฎร์. 2526. ปรับปรุงพันธุ์พืช. ภาควิชาไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 149 น.
- กาญจนา กล้าแข็ง, ประดิษฐ์ พงศ์ทองคำ, สาธิต ทายพัชร, เฟดิม ระติสุนทร, พรรณณี รอดแรงบุญ, งามชื่น คงเสรี, เครือวัลย์ อัคระวิริยะสุข และกัมปนาท มุขดี. 2537. การผลิตข้าว polyploid และลักษณะบางประการ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 27(5-6): 159-165.
- จักรกฤษณ์ ภารการ. 2546. สัมมนาวิชาการพันธุศาสตร์ ครั้งที่ 13 เรื่อง พันธุศาสตร์กับการพัฒนาที่ยั่งยืน. มหาวิทยาลัยนครสวรรค์. 420 น.
- ไฉน ยอดเพชร. 2542. พืชผักในตระกูลครุซีเฟอร์. รั้วเขียว, กรุงเทพมหานคร. 355 น.
- ชูเกียรติ ฝาโสม. 2544. การชักนำให้หอมแดง (*Allium ascalonicum* L.) เพิ่มจำนวนโครโมโซมโดยใช้โคลชิซิน. ปัญหาพิเศษ. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- นงลักษณ์ ประกอบบุญ. 2528. การทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 311 น.
- นิตยศรี แสงเดือน. 2540. พันธุศาสตร์พืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 300 น.
- วาสนา ไวจำปา. 2544. การชักนำให้คะน้า (*Brassica oleracea* var. *alboglabra*) เพิ่มจำนวนโครโมโซมโดยใช้โคลชิซิน. ปัญหาพิเศษ. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วิทยา บัวเจริญ. 2527. หลักการผสมและปรับปรุงพันธุ์พืช. มิตรเกษตร. กรุงเทพฯ. 169 หน้า.
- วิมล ขวัญเกื้อ และอนันต์ ภูพิทยาสถาพร. 2526. การชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์ในพริกโดยใช้สารโคลชิซิน. วิทยาศาสตร์ 37(7-8): 488-492.
- สุนทรีย์ สุรสร. 2542. ผลของโคลชิซินที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเมล็ดและยอดของส้มเขียวหวานในสภาพปลอดเชื้อ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สมปอง เศรษฐ และราตรีสุจารีย์. 2542. การชักนำการกลายพันธุ์มั่งคุดโดยใช้สารโคลชิซินกับใช้คายออดที่เพาะเลี้ยงในหลอดทดลอง. วารสารวิทยาศาสตร์ 21(2): 155-167.
- Halit, Y. and S. Nebahat. 2003. A new method for haploid muskmelon (*cucumis melo* L.) dihaploidization. Scientia horticulture 98: 277 – 283.
- Kalpna, S. and S.N. Tripathi. 2003. Colchicine induced autotetraploid of pigeon pea (*Cajanus Cajan*). Proceeding of the National Academy of Science India. Section B, Biological Science 73(2): 187 – 193.

Ratan, T. and H. Kumar. 2003. Studies on physiological and productive traits in autotetraploid of diverse cultivars of garden pea (*Pisum sativum var. hortense*). *Indian Journal of Agricultural Research* 37(2): 144 – 147.

Suzuki, D.T., A.J.F. Griffiths, J.H. Miller, and R.C. Lewontin. 1986. *An introduction to genetic analysis*. W.H. Freeman and Company: New York. pp: 612.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้