ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชาพืชสวน

เรื่อง

ผลของโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อกิจกรรมการแบ่งเซลล์ในปลายรากหอมหัวใหญ่

Cytogenetic effects of Sodium Chloride on the Root Meristem Cells of Allium

โดย

นางสาวจิราพร กล่อมจอหอ

นางสาวอภิรดี นกสุวรรณ

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์มณทินี ธีรารักษ์

เสนอ

ภาควิชาพืชสวน

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (พืชสวน)

พุทธศักราช 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี
ภาควิชาพืชสวน

เรื่อง

ผลของโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อกิจกรรมการแบ่งเซลล์ในปลายรากหอมหัวใหญ่

Cytogenetic effects of Sodium Chloride on the Root Meristem Cells of Allium

โดย

นางสาวจิราพร กล่อมจอหอ
นางสาวอภิรดี นกสุวรรณ

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบโดย

.....

(อาจารย์มณทินี ธีรารักษ์)
อาจารย์ที่ปรึกษา
วันที่ 25 เดือน พ.ค. พ.ศ. 2550

ส.ผ.
ว 533 ผ
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 73542
วัน,เดือน,ปี 2 ก.ค. 2550

b 11294579
i.....

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รศ.ดร. สมชาย กล้าหาญ)
หัวหน้าภาควิชาพืชสวน
วันที่ 29 เดือน พ.ค. พ.ศ. 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง : ผลของโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อกิจกรรมการแบ่งเซลล์ในปลายราก หอมหัวใหญ่
โดย : นางสาวจิราพร กล่อมจอหอ
นางสาวอภิรดี นกสุวรรณ
สาขาวิชา : พืชสวน
ภาควิชา : พืชสวน
คณะ : เทคโนโลยีการเกษตร
อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์มณทินี ธีรารักษ์

บทคัดย่อ

การศึกษาผลกระทบของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตและการแบ่งเซลล์ของปลายรากหอมหัวใหญ่ โดยการปลูกหอมหัวใหญ่ในน้ำบริสุทธิ์เป็นเวลา 2 วัน และย้ายไปปลูกในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0%, 0.25%, 0.50%, 0.75% และ 1.00% เป็นเวลา 4 วัน เมื่อรากของหอมหัวใหม่ที่เกิดขึ้นใหม่มีความยาวประมาณ 4 เซนติเมตร นำเนื้อเยื่อเจริญปลายรากไปใช้ในการทดสอบ เพื่อสังเกตกิจกรรมการแบ่งเซลล์และลักษณะโครโมโซมภายใต้กล้องจุลทรรศน์

พบว่าการเจริญเติบโตของรากหอมหัวใหญ่มีอัตราลดลงผกผันกับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ สำหรับการศึกษาเกี่ยวกับกิจกรรมการแบ่งเซลล์และลักษณะของโครโมโซมนั้น พบว่าค่าดัชนีการแบ่งตัวของเซลล์ (mitotic index) ลดลงเมื่อความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์มีค่าสูงกว่า 0.25% โซเดียมคลอไรด์มีผลกระทบต่อลักษณะความผิดปกติของโครโมโซม ได้แก่ โครโมโซมที่มีลักษณะอัดตัวกันแน่นในระยะเมตาเฟส (sticky chromosome) ลักษณะความผิดปกติของโครโมโซมที่กระจายตัวในระยะเมตาเฟส (disturbed chromosome) ความผิดปกติของโครโมโซมที่มีบางส่วนของโครมาตินมีลักษณะเชื่อมต่อกันคล้ายสะพานในระยะแอนาเฟส (chromosome bridge) เกิดโครโมโซมในแต่ละขั้วไม่เท่ากัน (unequal distribution of chromosome) ลักษณะโครมาตินจับตัวกันแน่นในแต่ละขั้วเซลล์ (condensed chromatin) และเกิดการแตกหักของโครโมโซม (breakes) โซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นสูงกว่า 0.75% และ 1.00% จะยับยั้งกิจกรรมการแบ่งเซลล์ในระยะเมทาเฟส แอนาเฟส และเทโลเฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	:	Cytogenetic effects of Sodium Chloride on Root Meristem Cells of Allium
By	:	Miss Jiraporn Klomchoho
	:	Miss Apiradee Noksuwan
Major	:	Horticulture
Department	:	Horticulture
Faculty	:	Agricultural Technology
Advisor	:	Miss Montinee Teerarak

Abstract

The aim of the study was to investigate the effects of different NaCl concentrations on the root growth and cell division of root tips of *Allium cepa.* Allium was soaked for two days in distilled water and transfered to 0%, 0.25%, 0.50%, 0.75% and 1.00% NaCl for four days. After the newly emerged root of 4 centimeters length, they were use in the test for observation of the mitotic index and characteristic of chromosome under light microscope. The root growth was reduced at all NaCl concentrations. For the observation of chromosomal morphology, NaCl decreased the mitotic index. NaCl had effects on mitotic abnormalities such sticky chromosome, disturbed chromosome, chromosome bridge, unequal distribution of chromosome and condensed chromosome. Higher concentration of 0.75% and 1.00% NaCl caused inhibition of mitotic activity in metaphase, anaphase and telophase stages.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ในการจัดทำปัญหาพิเศษเรื่อง ผลของโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อกิจกรรมการแบ่งเซลล์ในปลายรากหอมหัวใหญ่ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ อาจารย์มณทินี ธีรารักษ์ ที่กรุณาให้โอกาสและคำปรึกษาในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการจัดทำปัญหาพิเศษเรื่องนี้ ตลอดจนคณาจารย์ในภาควิชาทุกๆ ท่านเป็นอย่างสูงที่กรุณาประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และอบรมวิทยาการต่างๆ ให้แก่ผู้จัดทำ

และขอขอบคุณคุณพ่อและคุณแม่ตลอดจนทุกคนในครอบครัวที่คอยให้กำลังใจและคำปรึกษาในทุกๆ เรื่อง ท้ายสุดนี้ขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่ให้กำลังใจและคอยช่วยเหลือเป็นอย่างดีตลอดมา ปัญหาพิเศษฉบับนี้จะไม่สำเร็จลงได้เลยหากขาดบุคคลดังที่กล่าวนามและไม่ได้กล่าวนามคอยให้การช่วยเหลือเป็นอย่างดี จึงใคร่ขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ อีกครั้ง

ด้วยความเคารพอย่างสูง

จิราพร กล่อมจอหอ

อภิรดี นกสุวรรณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	i
สารบัญตาราง	ii
สารบัญภาพ	iii
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	1
ตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	11
ผลการทดลอง	14
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	24
เอกสารอ้างอิง	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การจำแนกดินเค็มตามคุณสมบัติทางเคมี	3
2	ค่าความนำไฟฟ้าของดินที่สกัดได้จากดินขณะอิ่มตัวด้วยน้ำ (ECe) นำมาใช้ประเมินปริมาณเกลือใต้ดินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช	4
3	ค่าดัชนีการแบ่งตัวและจำนวนการแบ่งเซลล์ในระยะอินเตอร์เฟส และโพรเฟสของปลายรากหอมหัวใหญ่ที่ปลูกในสารละลายโซเดียมคลอไรด์	22
4	จำนวนโครโมโซมปกติและผิดปกติในระยะเมตาเฟส แอนาเฟสและเทโลเฟสของปลายรากหอมหัวใหญ่ที่ได้รับผลกระทบจากสารละลายโซเดียมคลอไรด์	22
5	จำนวนความผิดปกติของโครโมโซมในลักษณะต่างๆ โดยการชักนำของสารละลายโซเดียมคลอไรด์	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ปัจจัยที่ทำให้เกิดดินเค็ม	2
2	แสดงลักษณะการเจริญเติบโตของรากหอมหัวใหญ่	16
3	แสดงลักษณะโครโมโซมของหอมหัวใหญ่ที่เลี้ยงในน้ำบริสุทธิ์ ที่กำลังขยาย 400 เท่า	17
4	แสดงลักษณะโครโมโซมของหอมหัวใหญ่ที่เลี้ยงในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.25% ที่กำลังขยาย 400 เท่า	18
5	แสดงลักษณะโครโมโซมของหอมหัวใหญ่ที่เลี้ยงในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.50% ที่กำลังขยาย 400 เท่า	19
6	แสดงลักษณะโครโมโซมของหอมหัวใหญ่ที่เลี้ยงในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.75% ที่กำลังขยาย 400 เท่า	20
7	แสดงลักษณะโครโมโซมของหอมหัวใหญ่ที่เลี้ยงในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 1.00% ที่กำลังขยาย 400 เท่า	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ในประเทศไทยประชาชนส่วนใหญ่มีการประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นอาชีพหลัก ซึ่งปัจจัยหลักในการทำการเกษตรคือที่ดิน ประเทศไทยพบว่าปัญหาดินเค็มพบได้ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกและภาคใต้ ปัญหาดินเค็มที่เกิดขึ้นทำให้ผลผลิตและรายได้ของเกษตรกรลดลง องค์ประกอบของเกลือในดินเค็มที่พบส่วนมากคือ NaCl, KCl, MgCl, $MgSO_4$, $MgCO_3^-$, $CaCO_3^-$ และ $NaCO_3^-$ (สมศรี, 2539) ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของ NaCl ที่มีผลต่อดัชนีการแบ่งตัวของเซลล์และลักษณะความผิดปกติของโครโมโซม เพื่อเป็นประโยชน์ในการศึกษาวิจัยในขั้นต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่มีผลกระทบต่อดัชนีการแบ่งตัวของเซลล์

2. เพื่อศึกษาผลกระทบของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่มีผลต่อลักษณะความผิดปกติของโครโมโซม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

ดินเค็ม (saline soil)

ดินเค็ม (saline soil) หมายถึงดินที่มีปริมาณเกลือที่ละลายอยู่ในสารละลายดินมากเกินไป จนมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลิตผลของพืช เนื่องจากทำให้พืชเกิดอาการขาดน้ำ เกิดการสะสมไอออนที่เป็นพิษในพืชมากเกินไป และยังทำให้เกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหารพืชด้วย

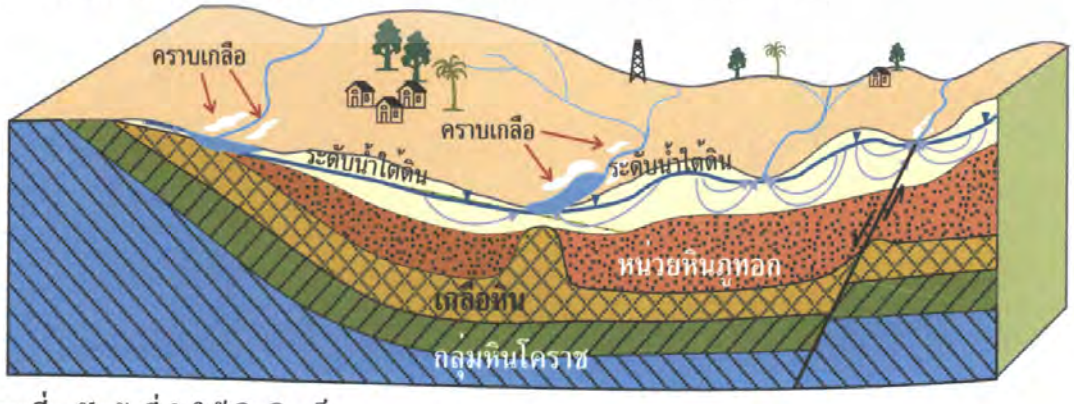
ปัญหาดินเค็มเกิดเพิ่มขึ้นในส่วนต่างๆ ของโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณที่มีอากาศแบบแห้งแล้งและกึ่งแห้งแล้ง แต่ก็พบในเขตภูมิอากาศแบบร้อนชื้นบ้าง ซึ่งเป็นผลที่เกิดจากความไม่สมดุลของสภาพแวดล้อมทำให้มีการสะสมเกลือในบริเวณผิวดินปริมาณมากกว่าเกลือที่ถูกชะล้างออกไปจากดิน หากเราทราบชนิดของดินเค็มและสาเหตุการเกิดจะเป็นข้อมูลที่สำคัญในการจัดการแก้ไขและใช้ประโยชน์อย่างถูกต้อง (สมศรี, 2539)

สาเหตุการแพร่กระจายดินเค็ม

เกลือที่เกิดขึ้นเป็นเกลือที่ละลายน้ำได้ดี น้ำจึงเป็นตัวการหรือพาหนะในการพาเกลือไปสะสมในที่ต่าง ๆ ที่น้ำไหลผ่าน ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดการแพร่กระจายดินเค็ม

1. สาเหตุจากธรรมชาติ

หินหรือแร่ที่อมเกลืออยู่เมื่อสลายตัวหรือผุพังไป โดยกระบวนการทางเคมีและทางกายภาพก็จะปลดปล่อยเกลือต่างๆ ออกมาเกลือเหล่านี้อาจสะสมอยู่กับที่หรือเคลื่อนตัวไปกับน้ำแล้วซึมสู่ชั้นล่างหรือซึมกลับมาบนผิวดินได้โดยการระเหยของน้ำไปโดยพลังแสงแดดหรือถูกพืชนำไปใช้ น้ำใต้ดินเค็มที่อยู่ระดับใกล้ผิวดินเมื่อน้ำนี้ซึมขึ้นบนดิน ก็จะนำเกลือขึ้นมาด้วยภายหลังจากที่น้ำระเหยแห้งไปแล้วก็จะทำให้มีเกลือเหลือสะสมอยู่บนผิวดินและที่ลุ่มที่เป็นแหล่งรวมของน้ำ น้ำแหล่งนี้ส่วนมากจะมีเกลือละลายอยู่เพียงเล็กน้อยก็ได้ นานๆ เข้าก็เกิดการสะสมของเกลือโดยการระเหยของน้ำพื้นที่แห่งนั้นอาจเป็นหนองน้ำหรือทะเลสาบเก่าก็ได้ (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 ปัจจัยที่ทำให้เกิดดินเค็ม
ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2550)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สาเหตุจากการกระทำของมนุษย์

การทำนาเกลือ ทั้งวิธีการสูบน้ำเค็มขึ้นมาตากหรือวิธีการขุดคราบเกลือจากผิวดินมาต้ม เกลือที่อยู่ในน้ำทิ้งจะมีปริมาณมากพอที่จะทำให้พื้นที่บริเวณใกล้เคียงกลายเป็นพื้นที่ดินเค็มหรือแหล่งน้ำเค็ม การสร้างอ่างเก็บน้ำบนพื้นที่ดินเค็มหรือมีน้ำใต้ดินเค็ม ทำให้เกิดการยกระดับของน้ำใต้ดินขึ้นมาทำให้พื้นที่โดยรอบและบริเวณใกล้เคียงเกิดเป็นพื้นที่ดินเค็มได้ การชลประทานที่ขาดการวางแผนในเรื่องผลกระทบของดินเค็มมักก่อให้เกิดปัญหาต่อพื้นที่ซึ่งใช้ประโยชน์จากระบบชลประทานนั้นๆ แต่ถ้ามีการคำนึงถึงสภาพพื้นที่และศึกษาเรื่องปัญหาดินเค็มเข้าร่วมด้วย จะเป็นการช่วยแก้ไขปัญหาดินเค็มได้วิธีหนึ่งและการตัดไม้ทำลายป่าทำให้สภาพการรับน้ำของพื้นที่ไม่มีประสิทธิภาพ ทำให้เกิดปัญหาตามมาอย่างมากมายจากสภาพทางอุทกธรณีของน้ำเปลี่ยนแปลงไป แทนที่พืชจะใช้ประโยชน์กลับไหลลงไปในระบบส่งน้ำใต้ดินเค็มทำให้เกิดปัญหาดินเค็มตามมา

ลักษณะพื้นที่ดินเค็มแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ดินเค็มบก และดินเค็มชายทะเล โดยดินเค็มบกแบ่งเป็นดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือและดินเค็มภาคกลาง ซึ่งดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีแหล่งจากหินเกลือใต้ดินหรือน้ำใต้ดินเค็มและการสลายตัวของหินทรายหินดินดานที่อมเกลืออยู่ มีพื้นที่ประมาณ 17.8 ล้านไร่ ดินเค็มภาคกลางเกิดจากตะกอนน้ำกร่อยตะกอนน้ำเค็มที่ทับถมกันมานาน ทั้งที่อยู่ลึกและตื้น หรือเกิดจากน้ำใต้ดินเค็มที่ไหลผ่านแหล่งเกลือแล้วไปโผล่ที่ดินไม่เค็มที่อยู่ต่ำกว่าทำให้ดินบริเวณที่ต่ำกว่านั้นกลายเป็นดินเค็ม ส่วนดินเค็มชายทะเลเกิดจากการได้รับอิทธิพลจากการขึ้นลงของน้ำทะเลโดยตรง มีพื้นที่ประมาณ 3.6 ล้านไร่ (สมศรี, 2539)

การจำแนกดินเค็มตามคุณสมบัติทางเคมีสามารถจำแนกได้เป็นดินเค็ม ดินโซดิก ดินเค็มโซดิก และดินธรรมดา ซึ่งมีค่าการนำไฟฟ้า ค่าpH และค่า SAR ที่ต่างกัน (ตารางที่ 1) ค่านำไฟฟ้าของดินที่สกัดได้จากดินขณะอิ่มตัวด้วยน้ำ (ECe) สามารถนำมาใช้ประเมินปริมาณเกลือและอิทธิพลของเกลือในดินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชได้ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 การจำแนกดินเค็มตามคุณสมบัติทางเคมี

ชนิดของดิน	ค่าการนำไฟฟ้า(ds/m)	pH	SAR
ดินเค็ม	> 2	-	< 15
ดินโซดิก	< 2	-	>15, =15
ดินเค็มโซดิก	> 2	< 8.5, = 8.5	> 15
ดินธรรมดา	< 2	-	< 15

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2550)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ค่าความนำไฟฟ้าของดินที่สกัดได้จากดินขณะอิ่มตัวด้วยน้ำ (ECe) นำมาใช้ประเมินปริมาณเกลือใต้ดินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช

ECe(ds/m)	เกลือในดิน(%)	ระดับความเค็มของดิน	อิทธิพลต่อพืช
2	0.1	ไม่เค็ม	ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตพืช
2 - 4	0.1 - 0.15	เค็มเล็กน้อย	มีผลต่อพืชที่ไม่ทนเค็ม
4 - 8	0.15 – 0.35	เค็มปานกลาง	มีผลต่อพืชหลายชนิด
8 - 16	0.35 – 0.70	เค็มมาก	พืชทนเค็มเท่านั้นที่ยังเจริญเติบโตได้ดี
16	0.70	เค็มมากที่สุด	พืชชนิดที่ทนเค็มมากๆ เจริญเติบโตได้ดี

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2550)

ปัญหาดินเค็มเกิดจากดินที่มีเกลือที่ละลายน้ำได้มากเกินไปจนเป็นอันตรายต่อพืชทำให้พืชเกิดอาการขาดน้ำและได้รับพิษจากธาตุที่เป็นส่วนประกอบของเกลือที่ละลายน้ำออกมา เช่น Na และ Cl ยังทำให้โครงสร้างของดินเลว ดินแน่น รากพืชชอนไชได้ยาก แนวทางการจัดการดินเค็มต้องป้องกันไม่ให้เกิดดินเค็มและแก้ไขโดยการล้างดิน

การทนเค็มของพืช

การทนเค็มของพืช หมายถึง ความสามารถที่พืชจะทนต่อเกลือปริมาณมากในบริเวณรากพืช พืชชนิดต่างๆ ที่มีความสามารถในการทนเค็มต่างกันที่มีปัจจัยหลายอย่างที่เกี่ยวข้องกับการทนเค็มของพืช เช่น ชนิดของเกลือ ฟ้าอากาศ สภาพของดิน และอายุของพืช พืชส่วนใหญ่มีผลผลิตลดลง เมื่อสารละลายดินมีค่าการนำไฟฟ้า (ECe) มากกว่า 2 dS/m พืชบางชนิดทนเค็มได้ถึง 4-8 dS/m แต่เมื่อระดับความเค็มสูงถึง 16dS/m พืชเกือบทุกชนิดแสดงอาการที่ได้รับผลกระทบอย่างรุนแรงเมื่อพืชไม่ทนเค็มหรือทนเค็มน้อยได้รับผลกระทบจากความเค็ม จะแสดงอาการคล้ายกับการที่พืชขาดน้ำ เช่น ชะงักการเจริญเติบโตพืชมีขนาดเล็กกว่าที่ปลูกในดินธรรมดา ใบห่อลงเพื่อลดการคายน้ำทางปากใบ พืชบางชนิดอาจมีสีเขียวแกมน้ำเงิน (bluishgreen) มากกว่าพืชที่ขึ้นในดินปกติที่ปลูกในสภาพคล้ายคลึงกัน สีของใบพืชเปลี่ยนไปเข้มกว่าปกติเนื่องจากใบมีคลอโรฟิลล์มากและมีสารเคลือบใบ (cuticle) หนาเพื่อลดการสูญเสียน้ำ ในบางครั้งอาจพบอาการปลายใบไหม้ (tip burn) เกิดจุดประ (mottles) บนใบ ใบม้วนและใบเหลืองเนื่องจากขาดคลอโรฟิลล์ ใบเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ปลายใบและขอบใบแห้งกรอบ การทนเค็มในช่วงระยะการเจริญเติบโตแตกต่างกันผันแปรไปตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะการเจริญเติบโตตั้งแต่งอกจนกระทั่งสุกแก่ และอาจผันแปรตามระยะของการพัฒนาด้วย พืชที่ปลูกส่วนใหญ่ได้รับความเสียหายตั้งแต่ระยะงอกหรือในการเจริญเติบโตช่วงแรก ทำให้พื้นที่ที่พืชขึ้นไม่ได้เป็นหย่อมๆ ในแปลงปลูกเมื่อพ้นระยะกล้าไปแล้วพืชจะทนเค็มได้ดีขึ้น (นินิติ, 2550)

การแก้ไขปัญหาดินเค็ม

การป้องกันไม่ให้เกิดการแพร่กระจายดินเค็มเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้ต้องพิจารณาจากสาเหตุการเกิด ดำเนินการได้โดยวิธีการทางวิศวกรรม วิธีทางชีวิทยา และวิธีผสมผสานระหว่างทั้งสองวิธี

วิธีทางวิศวกรรม จะต้องมีการออกแบบพิจารณาเพื่อลดหรือตัดกระแสการไหลของน้ำใต้ดินให้อยู่ในสมดุลของธรรมชาติมากที่สุดไม่ให้เพิ่มระดับน้ำใต้ดินเค็มในที่ลุ่ม

วิธีทางชีววิทยา โดยใช้วิธีการทางพืชเช่นการปลูกป่าเพื่อป้องกันการแพร่กระจายดินเค็ม มีการกำหนดพื้นที่รับน้ำที่จะปลูกป่า ปลูกไม้ยืนต้นหรือไม้โตเร็วมีรากลึกใช้น้ำมากบนพื้นที่รับน้ำที่กำหนด เพื่อทำให้เกิดสมดุลการใช้น้ำและน้ำใต้ดินในพื้นที่ สามารถแก้ไขลดความเค็มของดินในที่ลุ่มที่เป็นพื้นที่ให้น้ำได้

วิธีผสมผสาน การแก้ไขลดระดับความเค็มดินลงให้สามารถปลูกพืชได้ โดยการใช้น้ำชะล้างเกลือจากดินและการปรับปรุงดิน ดินที่มีเกลืออยู่สามารถกำจัดออกไปได้โดยการชะล้างโดยน้ำ การให้น้ำสำหรับล้างดินมีทั้งแบบต่อเนื่องและแบบขังน้ำเป็นช่วงเวลา (นินิติ, 2550) คือการให้น้ำล้างดินแบบต่อเนื่อง ใช้กับพื้นที่ที่เนื้อดินเป็นทรายและน้ำใต้ดินที่เค็มอยู่ตื้น วิธีการคือให้น้ำท่วมผิวดินประมาณ 10 ซม. ตลอดเวลา เพื่อทดแทนน้ำส่วนที่ระบายออกและสูญเสียโดยการคายระบายระเหย วิธีการนี้นิยมใช้กับพืชที่ทนการมีน้ำขังนานได้ เช่น ข้าว ข้อดีของวิธีนี้ คือ ใช้เวลาแก้ไขดินเค็มรวดเร็ว แต่มีข้อเสียคือใช้น้ำปริมาณมากและดูแลมาก การให้น้ำล้างดินแบบเป็นช่วงเวลา วิธีการนี้เหมาะสำหรับดินที่มีการซึมน้ำต่ำและน้ำใต้ดินอยู่ลึก น้ำใต้ดินไม่เค็มหรือเค็มเล็กน้อย ขั้นแรกใช้น้ำชลประทานประมาณ 200 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ เพื่อละลายเกลือ หลังจากนั้นจึงให้น้ำอีกประมาณ 300 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ เพื่อล้างเกลือออกไปและป้องกันการเกิดเกลือขึ้นใหม่ในชั้นดินบน แต่ระยะเวลาการล้างดินจะมากกว่าวิธีแรกประมาณ 40 % เพื่อล้างเกลือให้ออกจาก ดินบนความลึก 60 ซม. วิธีนี้นิยมใช้กับพืชไร่ และผักต่างๆ ข้อดีคือประหยัดน้ำได้มากกว่า แต่ใช้เวลาในการล้างดินมากกว่าแบบต่อเนื่องใช้เวลาในการแก้ไขดินเค็มได้รวดเร็วกว่าแต่ต้องใช้ปริมาณน้ำมาก ส่วนแบบขังน้ำใช้เวลาในการแก้ไขดินเค็มช้ากว่า แต่ประหยัดน้ำ

การใช้พื้นที่ดินเค็มให้เกิดประโยชน์ตามสภาพที่เป็นอยู่ ไม่ปล่อยให้พื้นดินว่างเปล่าโดยการคลุมดินหรือมีการเพิ่มผลผลิตพืชโดยเปลี่ยนพืชเป็นพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสม เช่น พืชทนเค็ม พืชชอบเกลือ (นินิติ, 2550)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลกระทบของความเค็มต่อการเจริญเติบโตของพืช

ความเค็มทำให้การเจริญเติบโตของพืชและคุณภาพของพืชลดลงเนื่องจากความเครียดออสโมติก (osmotic stress) ความเป็นพิษของธาตุบางชนิด (ion toxicity) และความไม่สมดุลของธาตุอาหาร

1. ความเครียดออสโมติก (osmotic stress) พืชที่ขึ้นบนพื้นที่ดินเค็มจะต้องใช้พลังงานมากกว่าปกติเพื่อดูดน้ำและธาตุอาหารมาใช้ในการเจริญเติบโต เกลือในดินทำให้น้ำในดินมีแรงดันออสโมติก (osmotic pressure) เพิ่มขึ้นและความต่างศักย์ของน้ำ (water potential) ลดลง เซลล์พืชมีอาการขาดน้ำและอาจถึงตายได้เพราะน้ำจะไหลจากบริเวณที่มีความต่างศักย์สูง (เกลือเจือจาง) ไปยังบริเวณที่มีความต่างศักย์ต่ำกว่า (เกลือเข้มข้น) หากดินมีเกลือในสารละลายดินเข้มข้นกว่าในพืช ความเป็นประโยชน์ของน้ำในดินจะลดลงทำให้พืชไม่สามารถดูดน้ำจากดินได้มีผลกระทบต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืช พืชแสดงอาการเฉา หรือขอบใบไหม้ ซึ่งเป็นผลจากอิทธิพลรวมของเกลือทุกชนิด มากกว่าผลของเกลือตัวใดตัวหนึ่งโดยเฉพาะ

2. ความเป็นพิษของธาตุบางชนิด (ion toxicity) ความเป็นพิษเนื่องจากไอออนบางชนิดที่พืชดูดเข้าไปสะสมมากเกินความต้องการพืชแสดงอาการขอบใบไหม้และลุกลามเข้าเส้นกลางใบในที่สุด ไอออนที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืชได้แก่ Na^{+}, Mg^{+2}, Cl^{-}, CO_3^{2-} และ SO_4^{2-} โซเดียม คลอไรด์ที่เพิ่มขึ้นทำให้พืชตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ให้มีปริมาณลดลง และสังเคราะห์โปรตีนได้ลดลง โซเดียมที่สะสมในใบมีผลทำให้ใบไหม้ เนื้อเยื่อตามขอบใบตาย ในสภาพอากาศร้อนและแห้งจะแสดงความเสียหายรวดเร็วเกิดที่ใบแก่ก่อน เริ่มที่ปลายใบ ขอบใบ แล้วลามมาที่เส้นกลางใบ ในต้นอาโวกาโด ส้ม แอปเปิ้ล เกิดอาการเมื่อดินและน้ำมีโซเดียมเพียง 5 กรัมมูลย์/ลิตร โซเดียมมีผลทางอ้อมในแง่ที่ทำให้เกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหารพืช โซเดียมปริมาณมากทำให้เกิดอาการขาดแคลเซียม โพแทสเซียมและแมกนีเซียม และทำให้โครงสร้างของดินเสีย คลอไรด์ที่พืชดูดเข้าไปจะสะสมใน vacuole เพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้คลอไรด์ทำปฏิกิริยากับน้ำย่อย เนื่องจากคลอไรด์มีการแข่งขันกับตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น น้ำตาล จึงมีผลต่อการสะสมน้ำตาลในเซลล์สะสมอาหาร คลอไรด์ทำให้โพแทสเซียมในต้นอ้อยไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้ ทำให้ใบอ้อยขาดโพแทสเซียม มีโพแทสเซียมไม่พอใช้สังเคราะห์ และเคลื่อนย้ายคาร์โบไฮเดรทพืชที่ไม่ทนคลอไรด์แสดงอาการเมื่อดินมีคลอไรด์เกิน 5-10 กรัมมูลย์/ลิตรขณะที่พืชทั่วไปจะทนได้ถึง 30 กรัมมูลย์/ลิตร

3. ความไม่สมดุลของธาตุอาหาร การที่ดินมีระดับ pH สูงทำให้ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารต่อพืชลดลงซึ่งส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น ที่ระดับ pH ระหว่าง 6-7 ฟอสเฟตจะอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้น้อย ที่ระดับ pH มากกว่า 7 ธาตุอาหารพวกเหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดงจะอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้น้อย การเป็นพิษและการขาดธาตุอาหารพืช ทำให้ความเข้มข้นของประจุบางชนิดมากกว่าระดับปกติไปขัดขวางขบวนการทางสรีรวิทยาบางอย่างของพืชได้ (อรุณี, 2547)

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัฏจักรของเซลล์

วัฏจักรของเซลล์ประกอบด้วยระยะต่างๆ คือ interphase กับ mitosis ซึ่งแบ่งเป็นระยะต่างๆ คือ interphase แบ่งเป็น G_1, S, G_2 และ mitosis แบ่งเป็น prophase, metaphase, anaphase และ telophase ระยะ interphase นี้ไม่สามารถตรวจดูรูปร่างของโครโมโซมด้วยวิธีธรรมดาได้ G_1 เป็นระยะที่อยู่ระหว่างการสิ้นสุดการแบ่งเซลล์และเริ่มมีการสร้าง DNA ระยะ S มีการสังเคราะห์ DNA รวมทั้ง RNA และโปรตีนหลายชนิดที่มีความจำเป็นต่อการใช้ขณะที่มีการแบ่งเซลล์ G_2เป็นระยะของการสิ้นสุดการสร้าง DNA และเริ่มมีการแบ่งเซลล์ เรียกว่าระยะอินเตอร์เฟส (นิตย์ศรี, 2541)

ระยะไมโทซิสเป็นระยะที่โครโมโซมมีรูปร่างเห็นได้ชัดเจนภายใต้กล้องจุลทรรศน์ แต่ละโครโมโซมจะประกอบด้วยโครมาทิน (chromatin) สายใยโครมาทินประกอบด้วย DNA และโปรตีนส่วนสารพันธุกรรมจะอยู่ในรูปของ DNA (นิตย์ศรี, 2541)

ระยะแรกของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส คือ ระยะโพรเฟส (prophase) ในระยะแรกของโพรเฟสค่อนข้างยากต่อการจัดจำแนก เพราะโครโมโซมยังคงบางและยาว ในระยะต่อมาโครโมโซมเริ่มมองเห็นได้ชัด เนื่องจากโครโมโซมเริ่มมีการขดตัว แต่ละโครโมโซมประกอบด้วย 2 โครมาทิดโดยจะมีการบิดตัวไปทางเดียวกันเรียก relational coiling (อมร1, 2540) ต่อมาโครโมโซมจะสั้นและหนามองเห็นได้ชัดเจนขึ้น ไม่มีการเข้าคู่กันของโครโมโซม แต่จะมีการกระจายของโครโมโซมตามปกติ อาจมีบางโครโมโซมเกาะอยู่กับเยื่อหุ้มนิวเคลียส ในระยะปลายของโพรเฟส เริ่มเกิดสปินเดิลไฟเบอร์และออร์แกเนลล์ขนาดใหญ่เริ่มเคลื่อนที่ออกจากบริเวณตรงกลางเซลล์ นิวคลีโอลัสลดขนาดลงและสลายไปก่อนเข้าสู่ระยะเมทาเฟส (นิตย์ศรี, 2541)

ระยะต่อมาคือระยะเมทาเฟส (metaphase)โครโมโซมในระยะนี้จะหดตัวสั้นที่สุด มองเห็นได้ชัดเจนเป็นอิสระอยู่ในไซโตพลาสซึมเคลื่อนเข้าสู่ศูนย์กลางของเซลล์ จัดตัวอยู่ในแนวเดียวกันเรียกว่า metaphase plate (equatorial plate) จะผันแปรจากเซลล์หนึ่งไปยังอีกชนิดหนึ่ง แต่จะคงที่สำหรับเซลล์ชนิดนั้นๆ โครโมโซมในระยะนี้ประกอบด้วย 2 โครมาทิดที่พันกันอย่างแน่นหนาโดยมีเซนโทรเมียร์เป็นตัวยึดโครมาทิดทั้งสอง ถ้ามีการแบ่งเซนโทรเมียร์ แต่ละเซนโทรเมียร์จะทำหน้าที่ในแต่ละโครโมโซม สร้างสปินเดิลไฟเบอร์เห็นเป็นเส้นรัศมีเชื่อมโยงระหว่างเซนโทรเมียร์กับขั้วเซลล์ ระยะนี้มีความสำคัญมากคือ โครโมโซมหดสั้นมากที่สุดและเป็นระยะที่เหมาะอย่างยิ่งในการนำโครโมโซมมาศึกษาทางไซโตจีเนติก เช่น การนับจำนวน ตรวจดูรูปร่างและนำมาย้อมสีแบบต่างๆ ปลายระยะเมทาเฟสพบเซนโทรเมียร์ของแต่ละโครโมโซมมีการแบ่งครึ่งเพื่อพร้อมที่จะแยกโครมาทิดไปคนละขั้วของเซลล์ (นิตย์ศรี, 2541)

ระยะต่อมาเป็นระยะแอนาเฟส (anaphase) โดยที่เซนโทรเมียร์ของซีสเตอร์โครมาทิดทั้งสองข้างแต่ละโครโมโซมแยกออกจากกันและเคลื่อนย้ายไปคนละขั้วของเซลล์ทั้งนี้เกิดจากการหดตัวของสายใยสปินเดิลและเซนทริโอลขยับห่างจากกันเกือบชิดผนังเซลล์จะปรากฏเห็นโครโมโซมแยกเป็น 2 กลุ่มและแต่ละกลุ่มมีจำนวนโครโมโซมเท่ากันโดยเท่ากับจำนวนดิพลอยด์ของสปีชีส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั้นๆ และแต่ละโครโมโซมจะประกอบด้วยโครทาทิดจำนวน 1 แท่ง กรณีที่เซลล์มีความผิดปกติโดยที่มีโครโมโซมประกอบด้วย 2 เซนโทรเมียร์ (dicentric chromosome) จะเห็นได้ว่ามีโครโมโซมยืดยาวเป็นสะพานเชื่อมระหว่างขั้วสองขั้วของเซลล์เรียกว่า anaphase bridge ซึ่งในตอนปลายระยะแอนาเฟสจะเกิดการขาดของโครโมโซม ณ จุดใดจุดหนึ่งบางครั้งจะสังเกตเห็นโครโมโซมผิดปกติไม่เข้าขั้ว หรือเข้าขั้วช้ากว่าโครโมโซมอื่นๆ ซึ่งมักสูญหายไม่เข้าไปอยู่ในนิวเคลียสใหม่ (นิตย์ศรี, 2541)

ระยะสุดท้ายคือระยะเทโลเฟส (telophase) โครโมโซมที่แยกไปอยู่คนละขั้วของเซลล์จะเริ่มคลายการหดตัวและขยายยาว เริ่มเห็นผนังนิวเคลียสสร้างชั้นล้อมแต่ละกลุ่มของโครโมโซม ภายหลังเมื่อมีการแบ่งของนิวเคลียสแล้วจะเริ่มมีการแบ่งของไซโตพลาสซึม ในเซลล์สัตว์พบว่าผนังเซลล์จะคอดตรงกลางแล้วแยกออกเป็นสองเซลล์ (นิตย์ศรี, 2541) สำหรับเซลล์พืชจะมีการสร้างผนังเซลล์ (cell plate) มีลักษณะเป็นผนังบางกั้นตรงกลางสำหรับเซลล์ ซึ่งในเวลาต่อมาสารเซลลูโลสมาสะสมจนเปลี่ยนสภาพเป็นผนังเซลล์ที่แข็งแรงเรียกว่า cell wall เมื่อสิ้นสุดการแบ่งเซลล์จะได้เซลล์แม่ (mother cell) เริ่มต้นจากเซลล์แม่ 1 เซลล์แบ่งได้เป็นเซลล์ลูกจำนวน 2 เซลล์ (อมรา, 2540)

เซลล์ลูกนี้เมื่อผ่านเป็นระยะ G_1 แล้ว โครโมโซมจะยืดยาวมากจนไม่สามารถมองเห็นรูปร่างและพฤติกรรมได้ โครโมโซมในระยะนี้เริ่มเตรียมพร้อมที่จะมีการจำลองตัวเองของ DNA เพื่อเข้าสู่การแบ่งเซลล์ต่อไป เซลล์ที่จะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (differentiating cell) โดยทั่วไปจะหยุดในระยะนี้แต่ถ้าเซลล์ที่ยังมีการแบ่งตัวต่อไปจะเข้าสู่ระยะที่เรียกว่า S (อมรา, 2540)

ระยะ S หรือระยะ DNA synthesis เป็นระยะที่ใช้เวลานานและมีขบวนการซับซ้อนมาก การจำลองตัวของ DNA ไม่ได้เกิดขึ้นที่ปลายข้างใดข้างหนึ่งของโครโมโซมแต่ละช่วงมีจุดเริ่มของการจำลองตัวเกิดขึ้นตามตำแหน่งต่างๆ ของโครโมโซม แต่ละตำแหน่งเกิดไม่พร้อมกัน จนเมื่อสิ้นสุดระยะ S แล้วจึงมีการจำลองตัวเองของ DNA เกิดขึ้นทั่วทุกส่วนของแท่งโครโมโซม เมื่อจำลองเรียบร้อยแล้ว โครโมโซมแต่ละแท่งจะประกอบด้วย 2 สายของซีสเตอร์โครมาทิด ซึ่ง 2 สายของซีสเตอร์โครมาทิดยังคงติดกันที่ตำแหน่งของเซนโทรเมียร์ (อมรา, 2540)

เมื่อโครโมโซมมีการจำลองตัวแล้ว เซลล์จะเข้าสู่ระยะที่เรียกว่า G_2 เส้นโครมาทิดเริ่มหดตัวเพื่อพร้อมที่จะแบ่งไมโทซิสต่อไป และเมื่อเริ่มปรากฏเห็นโครโมโซมชัดเจนภายใต้กล้องจุลทรรศน์แล้ว แสดงว่าเซลล์เริ่มเข้าสู่ระยะโพรเฟสอีกครั้ง จะเห็นได้ว่ารูปร่างของโครโมโซมเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาเมื่อผ่านแต่ละระยะของวัฏจักรของเซลล์ (อมรา, 2540)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะความผิดปกติของโครโมโซม

ในสภาวะที่พืชได้รับสารเคมีบางชนิดที่ส่งผลกระทบต่อการแบ่งเซลล์ของพืชทำให้เกิดความผิดปกติของโครโมโซมในลักษณะต่างๆ ซึ่งสารเคมีที่มีส่งผลกระทบต่อการแบ่งเซลล์ เช่น การเลี้ยงเมล็ดทานตะวัน (*Helianthus annuus* L.) ที่แช่เมล็ดในสารละลาย CuCl 10-15 นาที แล้วนำเมล็ดไปเลี้ยงใน petri dishes แล้วเก็บไว้ในที่มืดควบคุมอุณหภูมิที่ 22-23 องศาเซลเซียส จนเกิดราก เมื่อนำปลายรากนั้นไปศึกษาโครโมโซมพบว่า CuCl เป็นสาเหตุทำให้ mitotic index ลดลง สังเกตได้โดย CuCl จะยับยั้งการแบ่งแบบ mitosis และหยุดการแบ่งเซลล์ที่ระยะเมทาเฟส ซึ่ง CuCl มีผลทำให้เส้นใยสปินเดิลในระยะแอนาเฟสและเทโลเฟสลดลง ในขณะที่ระยะเมทาเฟสเพิ่มขึ้น โครโมโซมเกิดการจับตัวรวมกันเป็นกลุ่มๆทำให้โครมาทินเกาะตัวกันแน่น (Inceer และคณะ, 2002)

Mohanty และคณะ (2003) ศึกษาผลกระทบจากการที่เมล็ดข้าวได้รับสาร $AlCl_3$ ในปริมาณ 50 ไมโครโมล และนำเมล็ดไปปลูกลงดิน หลังจากปลูกลงดินได้ 15 วัน จึงนำปลายรากมาศึกษาลักษณะโครโมโซมพบว่าเกิดการผิดปกติของโครโมโซม คือ เกิดการจับตัวกันแน่นและเป็นกลุ่มก้อน (stickiness or clumping) ในระยะเมทาเฟส และในระยะแอนาเฟสเกิดการเปลี่ยนแปลงช้ากว่าปกติซึ่งเป็นผลมาจากการสร้างสายใยสปินเดิลถูกรบกวนและยังเกิดการเชื่อมต่อระหว่างโครโมโซม (lagging and bridge)

Chandra และคณะ (2005) ทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและการแบ่งเซลล์ของหอมหัวใหญ่ที่ปลูกหรือเลี้ยงในบริเวณโรงงานผลิตโลหะหนักและโรงงานผลิตสีย้อมผ้า ซึ่งมีสารตกค้างต่างๆ เช่น chromium, nickel, iron, copper, manganese, zinc และ cadmium อยู่ พบว่าเมื่อปลูกหอมหัวใหญ่ทั้งในดินและเลี้ยงรากในน้ำ เมื่อนำปลายรากหอมมาศึกษาโครโมโซม พบว่าเกิดการผิดปกติกับหอมหัวใหญ่ที่ปลูกบริเวณโรงงานผลิตโลหะหนักมากกว่าโรงงานผลิตสีย้อมผ้า คือ เกิดการแตกหักของโครโมโซม (chromosome breaks) เกิดความผิดปกติในระยะแอนาเฟส (aberrant anaphase) เกิดการจับตัวกันแน่นของโครโมโซม (stickiness) เกิดขั้วของสายใยสปินเดิลหลายขั้ว (multipolar spindle) เกิดการแบ่งตัวของโครโมโซมช้ากว่าปกติเป็นผลมาจากการสร้างสายใยสปินเดิลเกิดขึ้นช้า (lagging chromosome) เกิดการเชื่อมติดกันเหมือนสะพานระหว่างโครโมโซม (chromosome bridge) และจำนวนโครโมโซมในแต่ละขั้วเซลล์ไม่เท่ากัน (unequal)

จากการศึกษาของ Ateeq และคณะ (2002) ทำการศึกษาความผิดปกติของเซลล์ปลายรากหอมที่ได้รับผลกระทบจากสาร pentachlorophenol, 2,4-D และbutachlorme ทำให้เกิดรูปแบบความผิดปกติของโครโมโซมโดยมีรูปแบบต่างๆ คือ โครโมโซมเกิดการแตกหัก (Breaks) เกิดการเชื่อมต่อระหว่างโครโมโซมในระยะแอนาเฟส (anaphase bridges) โครโมโซมมีลักษณะยึดติดกันแน่น (Stickiness) เกิดการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมช้ากว่าปกติ เป็นผลมาจากการสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายใยสปินเดิลถูกรบกวน (lagging chromosome) มีนิวเคลียส 2 นิวเคลียสในหนึ่งเซลล์ (binucleate cell)

Radic และคณะ (2005) ทำการศึกษาผลกระทบของ NaCl และ mannitol ซึ่งมีผลกระทบต่อแรงดันออสโมติกของเซลล์เนื้อเยื่อเจริญปลายรากของ *Centaurea regusina* L. ได้ทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในอาหาร MS ที่เติม NaCl และ mannitol แล้วนำปลายรากมาศึกษาโครโมโซม พบว่าเกิดความผิดปกติของโครโมโซมพบการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมช้ากว่าปกติ (lagging chromosome) เกิดขั้วของสายใยสปินเดิลหลายขั้ว (multipolar spindle) เกิดโครโมโซมมีลักษณะเป็นเกลียวขดพันกัน (chromosome spiralisation) โครโมโซมมีลักษณะยึดติดกันแน่น (Stickiness) โครโมโซมเกิดการแตกหัก (Breaks) และเกิดการเชื่อมต่อระหว่างโครโมโซมในระยะแอนาเฟส (anaphase bridges)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. หอมหัวใหญ่
2. สารเคมีที่ใช้ในการศึกษาโครโมโซม
   - เอทานอล 95 %
   - เอทานอล 70 %
   - glacial acetic acid (merck, เยอรมัน)
   - สี giemsa (merck, เยอรมัน)
   - น้ำกลั่น
   - เอนไซม์สำหรับเตรียมโครโมโซม
     (1.) pectolyase (sigma, อเมริกา)
     (2.) macerozyme (yakult, ญี่ปุ่น)
     (3.) cellulase (fluka, สวิตเซอร์แลนด์)
3. water bath
4. บีกเกอร์
5. กระบอกตวง
6. หลอดทดลองขนาด 1.5 มิลลิลิตร
7. เทอร์มอมิเตอร์
8. ปากคีบปลายแหลม
9. หลอดหยด
10. สไลด์, กระจกปิดสไลด์
11. กล้องจุลทรรศน์ (microscope) ยี่ห้อ Oylmpus รุ่น HB2
12. แก้วพลาสติก
13. มีด, เข็มเขี่ย, แท่งแก้ว
14. แท่นพลาสติกลอยน้ำ, label

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

1. การเตรียมสารเคมีสำหรับศึกษาพฤติกรรมของโครโมโซมของหอมหัวใหญ่

1.1 fixation

ใช้เอทานอล 95 % และ glacial ในอัตราส่วน 3 : 1

1.2 สีย้อม

วิธีการทำโดยตวงสี giemsa 1 มิลลิลิตร เจือจางในน้ำ 49 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน เก็บรักษาโดยใส่ขวดสีชาหรือห่อด้วย aluminium foil ให้พ้นแสง เก็บในตู้เย็น

1.3 การเตรียมเอนไซม์สำหรับย่อยเซลล์ ตามวิธีของสมศักดิ์และสุมน (2543)

เอนไซม์ pectolyase ความเข้มข้น 0.3 % (0.003 กรัม)

Macerozyme ความเข้มข้น 1.5 % (0.015 กรัม)

Cellulase ความเข้มข้น 2 % (0.02 กรัม)

EDTA ความเข้มข้น 0.1 % (0.001 กรัม) pH 4.2

แบ่งใส่หลอดทดลองขนาด 1.5 มิลลิลิตร หลอดละ 50 ไมโครลิตร

1.4 เตรียมสารละลาย NaCl ในการปลูกหอมหัวใหญ่ ที่มีความเข้มข้น 0.25%, 0.5%, 0.75% และ 1% ละลายในน้ำกลั่น

2. การเตรียมรากหอมหัวใหญ่

นำหอมหัวใหญ่ 50 หัว มาตัดบริเวณโคนราก นำไปปลูกในน้ำบริสุทธิ์ให้เกิดรากความยาวประมาณ 1.5 – 2 เซนติเมตร (ประมาณ 2-3 วัน) แล้วนำไปปลูกต่อในสารละลาย NaCl ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ทรีทเมนต์ 1 นำหอมหัวใหญ่ 10 หัว ที่มีรากยาว 1.5 – 2 เซนติเมตร มาปลูกในน้ำกลั่น

ทรีทเมนต์ 2 นำหอมหัวใหญ่ 10 หัว ที่มีรากยาว 1.5 – 2 เซนติเมตร มาปลูกในสารละลาย NaCl เข้มข้น 0.25%

ทรีทเมนต์ 3 นำหอมหัวใหญ่ 10 หัว ที่มีรากยาว 1.5 – 2 เซนติเมตร มาปลูกในสารละลาย NaCl เข้มข้น 0.5%

ทรีทเมนต์ 4 นำหอมหัวใหญ่ 10 หัว ที่มีรากยาว 1.5 – 2 เซนติเมตร มาปลูกในสารละลาย NaCl เข้มข้น 0.75%

ทรีทเมนต์ 5 นำหอมหัวใหญ่ 10 หัว ที่มีรากยาว 1.5 – 2 เซนติเมตร มาปลูกในสารละลาย NaCl เข้มข้น 1%

เลี้ยงหอมหัวใหญ่ให้ได้ความยาวรากประมาณ 4-5 เซนติเมตร (ประมาณ 4-5 วัน)

3. การเตรียมรากหอมหัวใหญ่เพื่อนำมาศึกษาโครโมโซม

ใช้มีดที่คมและสะอาดตัดปลายรากหอมหัวใหญ่ ในช่วงเวลา 7 นาฬิกา โดยเลือกลักษณะของรากที่อวบสมบูรณ์ความยาว 1 เซนติเมตร ต้นละ 3 ราก ทรีทเมนต์ละ 10 ต้น นำปลายรากที่ได้

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้เพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แช่ในน้ำยา fixation เพื่อคงสภาพเซลล์ อย่างน้อย 3 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำมาล้างด้วยเอทานอล 95% และแช่ปลายรากที่ได้ในเอทานอล 70 % เก็บรักษาไว้ในตู้เย็นเพื่อศึกษาต่อไป (Sharma และ Sharma, 1999)

4. การเตรียมสไลด์เพื่อศึกษาลักษณะของโครโมโซม

4.1 นำปลายรากที่ได้จากข้อ 3 ใส่ในหลอดทดลองขนาด 1.5 มิลลิลิตรที่ประกอบด้วยเอนไซม์ pectolyase, macerozylase, cellulose นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเพื่อให้เกิดกิจกรรมของเอนไซม์ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

4.2 เมื่อครบตามกำหนดเติมน้ำกลั่นลงในหลอดทดลองเพื่อหยุดการทำงานของเอนไซม์

4.3 ล้างสไลด์ด้วยเอทานอล 95 %

4.4 ใช้หลอดหยดดูดน้ำกลั่นออกจากหลอดทดลอง

4.5 ใช้ปากคีบปลายแหลมคีบปลายรากออกจากหลอดทดลอง วางบนสไลด์ หยดน้ำยา fixation ที่แช่เย็นในน้ำแข็งลงบนสไลด์ ขยี้เซลล์ปลายรากให้ทั่วแผ่นสไลด์

4.6 เมื่อสไลด์แห้ง นำมาย้อมสีด้วยสี giemsa เป็นเวลา 15 นาที

4.7 เมื่อครบ 15 นาที นำสไลด์ไปล้างผ่านน้ำสะอาด

4.8 นำสไลด์ที่เตรียมไว้มาศึกษาใต้กล้องจุลทรรศน์

5. การบันทึกผลการทดลอง

ศึกษาลักษณะความผิดปกติของโครโมโซม โดยการนับเซลล์แบบสุ่มให้ได้ 5000 เซลล์ ต่อทรีทเมนต์ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 40x พร้อมบันทึกภาพ

6. เวลาและสถานที่ทำการทดลอง

เวลา เริ่มทำการทดลอง วันที่ 6 พฤศจิกายน พ.ศ. 2549

สิ้นสุดการทดลอง วันที่ 15 พฤษภาคม พ.ศ. 2549

สถานที่ ห้องปฏิบัติการกลาง ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

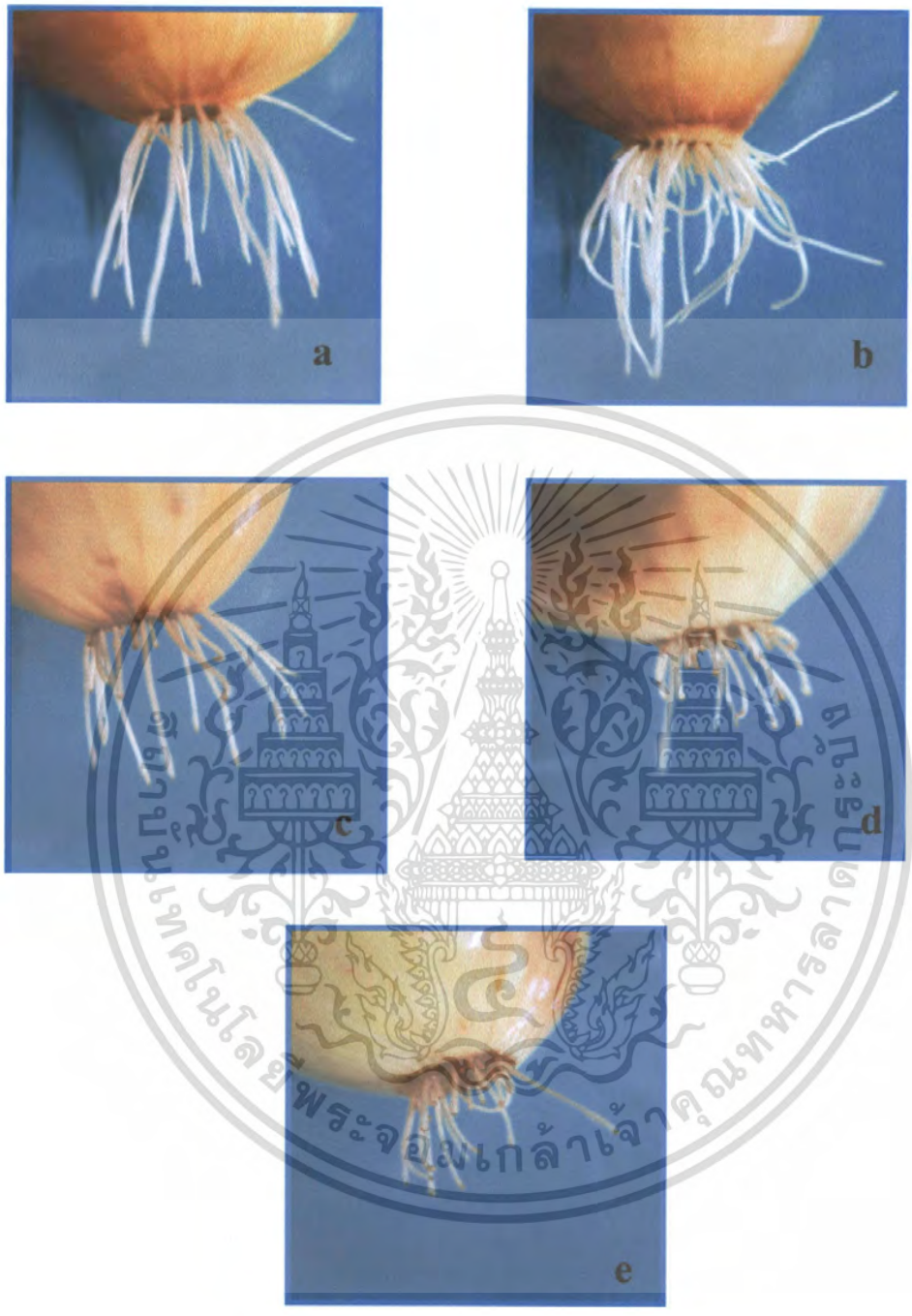
ผลกระทบต่อพฤติกรรมของโครโมโซมที่ปลูกในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ในความเข้มข้นต่างๆ ซึ่งใช้เซลล์ปลายรากหอมหัวใหญ่เป็นพืชทดสอบ มีผลการทดลองดังนี้

ในการทดสอบโดยการปลูกหอมหัวใหญ่ในน้ำกลั่นเป็นเวลา 2 วันจึงย้ายมาปลูกในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น0%, 0.25%, 0.50%, 0.75% และ 1.00% ในแต่ละความเข้มข้นใช้หอมหัวใหญ่จำนวน 10 หัว ปลูกในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เป็นเวลา 4 วัน พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของรากจะลดลงผกผันกับความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่เพิ่มขึ้น ปลายรากของหอมหัวใหญ่ที่ปลูกในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50%, 0.75% และ 1.00% จะมีสีน้ำตาลเข้ม หงิกงอและพอง (ภาพที่ 2c-e) ผิวมีลักษณะขรุขระกว่าปลายรากของหอมหัวใหญ่ที่ปลูกในน้ำบริสุทธิ์ซึ่งจะมีลักษณะเรียวยาว ผิวเรียบและมีขนาดสม่ำเสมอ (ภาพที่ 2a) และผลการศึกษาพฤติกรรมของโครโมโซมภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่ได้ทำการนับเซลล์จำนวน 500 เซลล์ต่อสไลด์ จำนวน 10 สไลด์ รวมทั้งหมด 5,000 เซลล์ต่อทรีทเมนต์ แสดงผลของเซลล์รากหอมหัวใหญ่ที่เลี้ยงในน้ำบริสุทธิ์มีค่า mitotic index 30.40% การแบ่งเซลล์ในระยะอินเตอร์เฟสมีค่า 69.6% เมื่อเริ่มเข้าสู่ระยะไมโตซิส ในระยะแรกของไมโทซิส คือ ระยะโพรเฟสมีค่าการแบ่งเซลล์ 22.22% โครมาตินปรากฏเห็นเป็นเส้นบางๆ พันกันคล้ายเส้นด้าย ในช่วงระยะสุดท้ายของโพรเฟสโครมาตินจะหดสั้นและหนา (ภาพที่ 3a) ระยะต่อมาเกิดการแบ่งเซลล์ระยะเมตาเฟส 3.78% เป็นระยะที่โครโมโซมจะหนาและมารวมตัวกันอยู่บริเวณกึ่งกลางเซลล์ (ภาพที่ 3b-c) ระยะที่ 3 คือ ระยะแอนาเฟส 3.02% เป็นระยะที่โครมาตินจะเคลื่อนย้ายไปยังแต่ละขั้วของเซลล์อย่างเป็นระเบียบ โดยมีสายใยสปินเดิลเป็นตัวยึดที่แต่ละขั้วเซลล์ (ภาพที่ 3d-e) และระยะสุดท้ายคือ ระยะเทโลเฟสมีค่าการแบ่งเซลล์ 1.98% เป็นระยะที่สามารถเห็นนิวเคลียส 2 นิวเคลียส มีการสร้างผนังเซลล์ระหว่างเซลล์เดิมและเซลล์ใหม่ ปลายรากหอมหัวใหญ่ที่ปลูกในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25% มีค่า mitotic index 22.18% ระยะอินเตอร์เฟสมีค่าการแบ่งเซลล์ 77.82% ระยะโพร-เฟสมีค่าการแบ่งเซลล์ 14.24% ระยะเมตาเฟสมีค่าการแบ่งเซลล์ 3.94% ระยะแอนาเฟสมีค่าการแบ่งเซลล์ 2.42% และระยะเทโลเฟสมีค่าการแบ่งเซลล์ 1.78%ปลายรากหอมหัวใหญ่ที่ปลูกในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50% มีค่า mitotic index 20.20% ระยะอินเตอร์เฟสมีค่าการแบ่งเซลล์ 79.8% ระยะโพรเฟสมีค่าการแบ่งเซลล์ 10.66% (ภาพที่ 5a) ระยะเมตาเฟสมีค่าการแบ่งเซลล์ 5.10% ระยะแอนาเฟส มีค่าการแบ่งเซลล์ 2.96% และระยะเทโลเฟส มีค่าการแบ่งเซลล์ 1.50%ปลายรากหอมหัวใหญ่ที่ปลูกในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.75% มีค่า mitotic index 10.22% ระยะอินเตอร์เฟสมีค่าการแบ่งเซลล์ 89.78% ระยะโพร-เฟส มีค่าการแบ่งเซลล์ 9.36% (ภาพที่ 6a) ระยะเมตาเฟสมีค่าการแบ่งเซลล์ 0.54% ระยะแอนาเฟสมีค่าการแบ่งเซลล์ 0.32% ปลายรากหอมหัวใหญ่ที่ปลูกในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความ

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้มข้น 1.00% มีค่า mitotic index 7.94% ระยะอินเตอร์เฟส มีค่าการแบ่งเซลล์ 92.06% ระยะโพร-เฟสมีค่าการแบ่งเซลล์ 7.88%ระยะเมตาเฟสมีค่าการแบ่งเซลล์ 0.06% ค่า mitotic index ของแต่ละทรีทเมนต์มีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ ตามความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ในส่วนของการแบ่งเซลล์ในระยะอินเตอร์เฟสมีค่าการแบ่งตัวเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ สำหรับในระยะโพรเฟส เมตาเฟส แอนาเฟส และเทโลเฟสมีแนวโน้มว่าค่าการแบ่งตัวจะลดลงเรื่อยๆ ตามความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 0.75% และ 1.00% การแบ่งเซลล์ในระยะเมตาเฟส แอนาเฟส และเทโลเฟสมีจำนวนน้อยมาก (ตารางที่ 3 และตารางที่ 4) พบลักษณะความผิดปกติของโครโมโซมของปลายรากหอมหัวใหญ่ที่ได้รับสารละลายโซเดียมคลอไรด์ โดยมีรูปแบบความผิดปกติแบบต่างๆ คือ เกิดความผิดปกติของโครโมโซมที่มีลักษณะอัดตัวกันแน่นซึ่งพบในระยะเมตาเฟส (sticky chromosome) (ภาพที่ 4a, ภาพที่ 5b, ภาพที่ 6b และภาพที่ 7) ลักษณะโครโมโซมที่การกระจายตัวเนื่องจากสายใยสปินเดิลถูกทำลายในระยะเมตาเฟสจนทำให้โครโมโซมไม่สามารถมารวมตัวอยู่กึ่งกลางเซลล์ได้ (disturbed chromosome) เกิดโครโมโซมที่มีบางส่วนของโครมาตินมีลักษณะเชื่อมต่อกันคล้ายสะพานพบในระยะแอนาเฟส (chromatin bridge) (ภาพที่ 4d, ภาพที่ 5e และภาพที่ 6c) เกิดความผิดปกติของโครโมโซมที่โครมาตินทั้ง 2 ขั้วเซลล์มีลักษณะการแบ่งจำนวนโครมาตินไม่เท่ากัน (unequal distribution of chromosome) (ภาพที่ 4c, ภาพที่ 5d และภาพที่ 6d) ลักษณะผิดปกติของโครมาตินมีลักษณะจับตัวกันแน่นในแต่ละขั้วเซลล์พบในระยะแอนาเฟส (condensed chromatin) (ภาพที่ 4e) และเกิดความผิดปกติของโครโมโซมที่มีลักษณะแตกหักไม่สมบูรณ์พบมากในระยะเมตาเฟสและแอนาเฟส (breakes) (ภาพที่ 4b และภาพที่ 5c) (ตารางที่ 5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 แสดงลักษณะการเจริญเติบโตของรากหอมหัวใหญ่

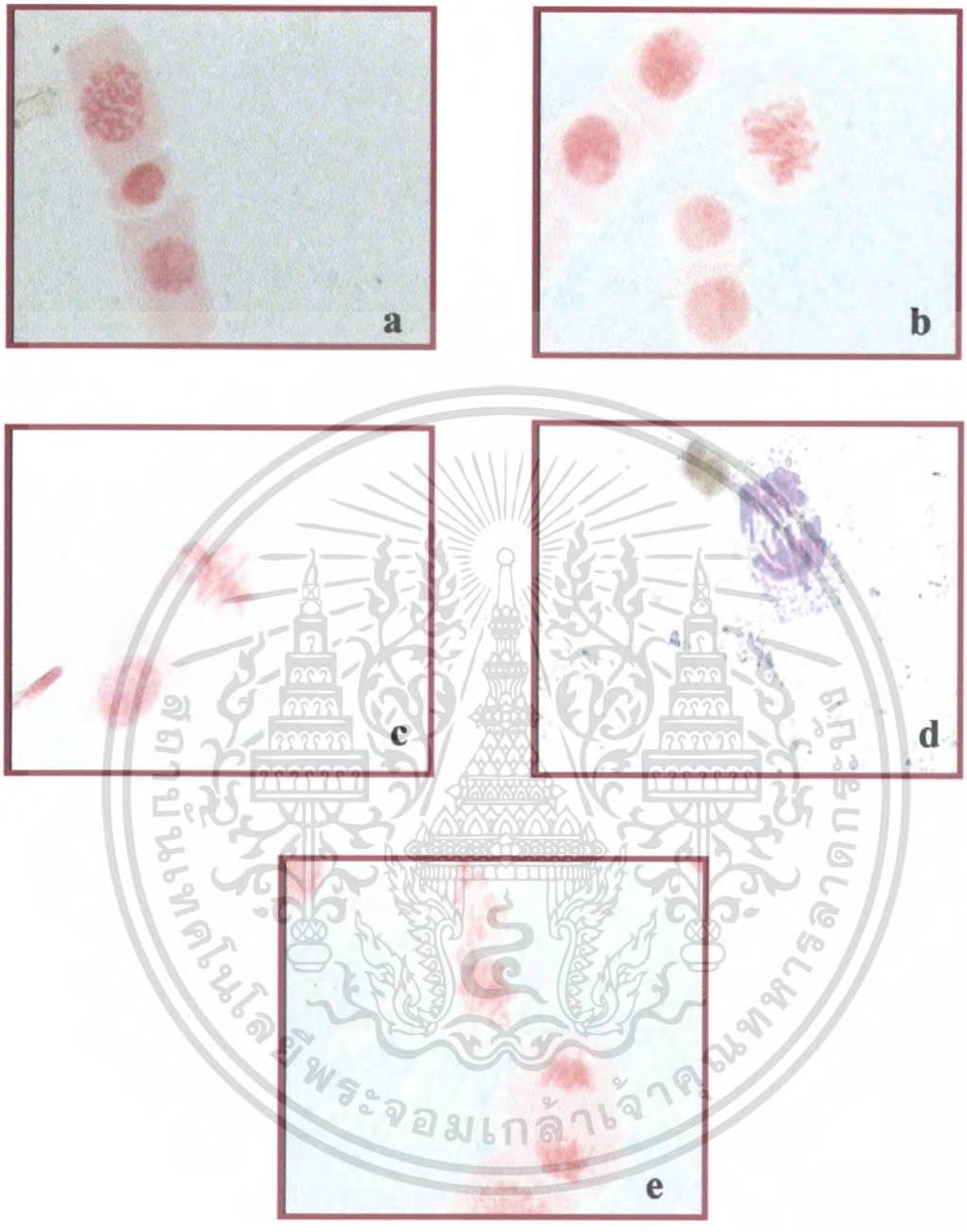
a. เลี้ยงในน้ำบริสุทธิ์ b. เลี้ยงในสารละลาย NaCl เข้มข้น 0.25%

c. เลี้ยงในสารละลาย NaCl เข้มข้น 0.50% d. เลี้ยงในสารละลาย NaCl เข้มข้น 0.75%

e. เลี้ยงในสารละลาย NaCl เข้มข้น 1.00%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

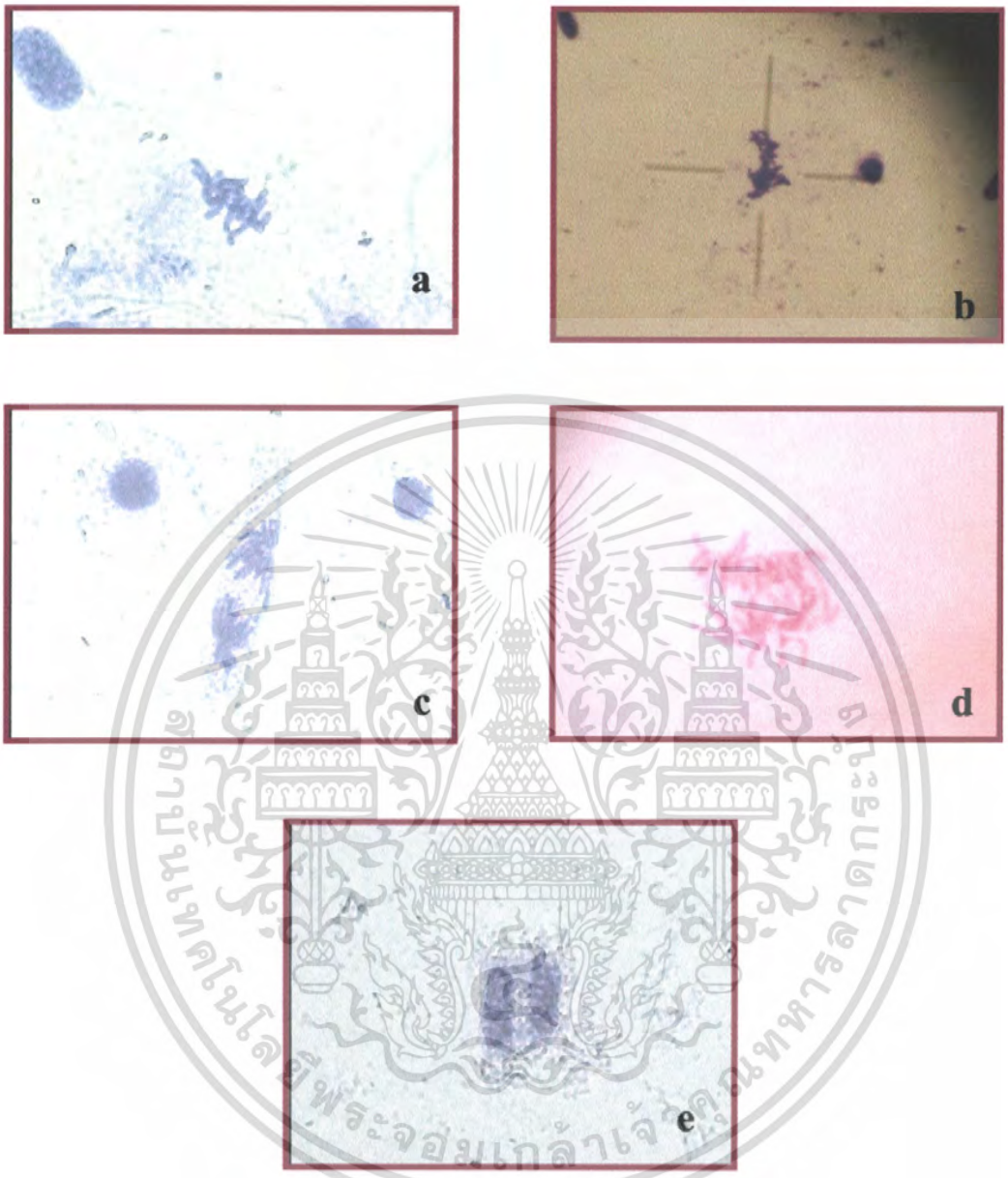


ภาพที่ 3 แสดงลักษณะโครโมโซมของหอมหัวใหญ่ที่เลี้ยงในน้ำบริสุทธิ์ที่กำลังขยาย 400 เท่า

a. late prophase
b. early metaphase
c. metaphase
d. anaphase
e. late anaphase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

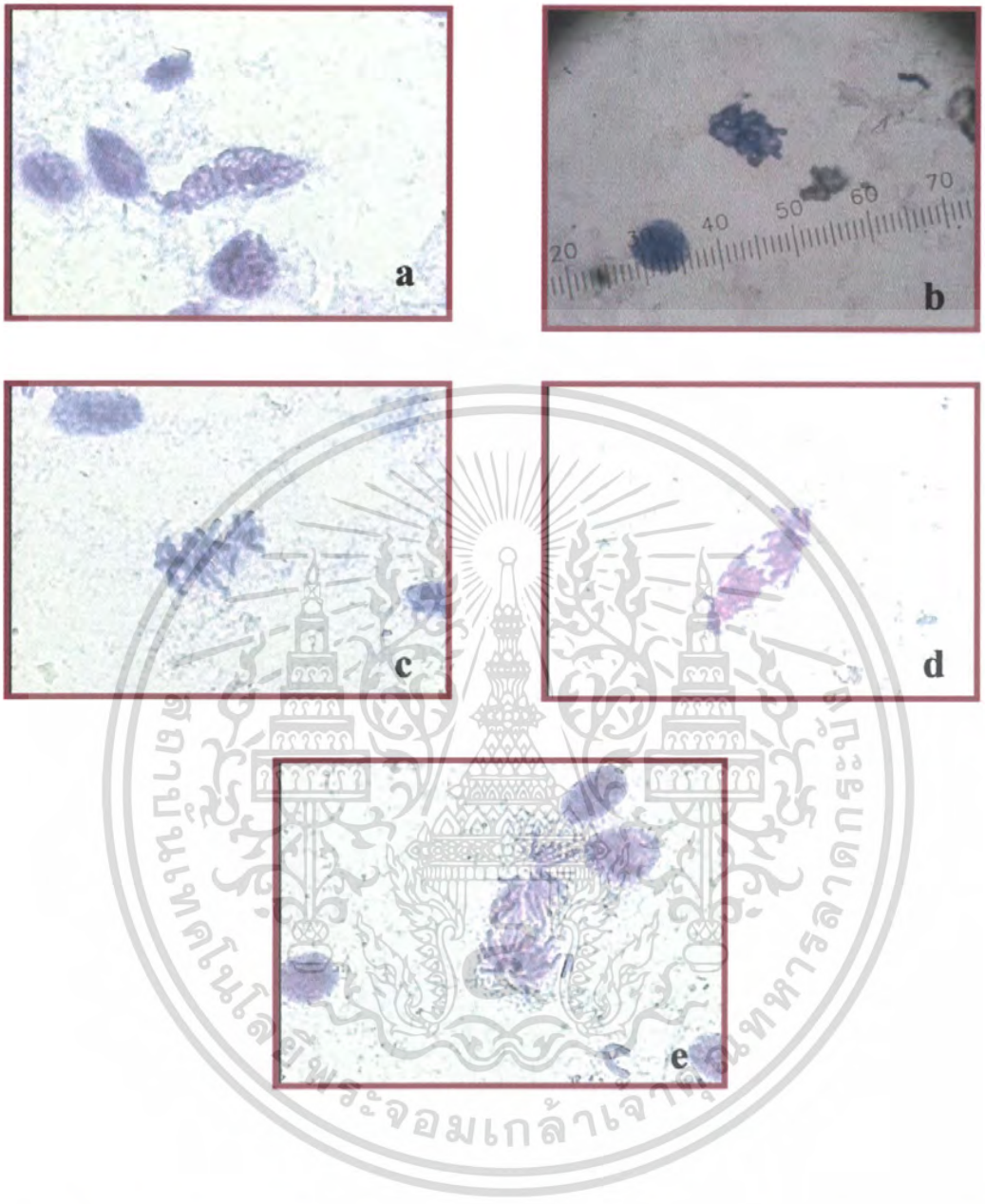
73542



ภาพที่ 4 แสดงลักษณะของโครโมโซมของหอมหัวใหญ่ที่เลี้ยงในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.25% ที่กำลังขยาย 400 เท่า

a. sticky chromosome
b. breakes
c. unequal distribution of chromosome
d. chromosome bridge
e. condensed chromatin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 แสดงลักษณะของโครโมโซมของหอมหัวใหญ่ที่เลี้ยงในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.50% ที่กำลังขยาย 400 เท่า

a. prophase

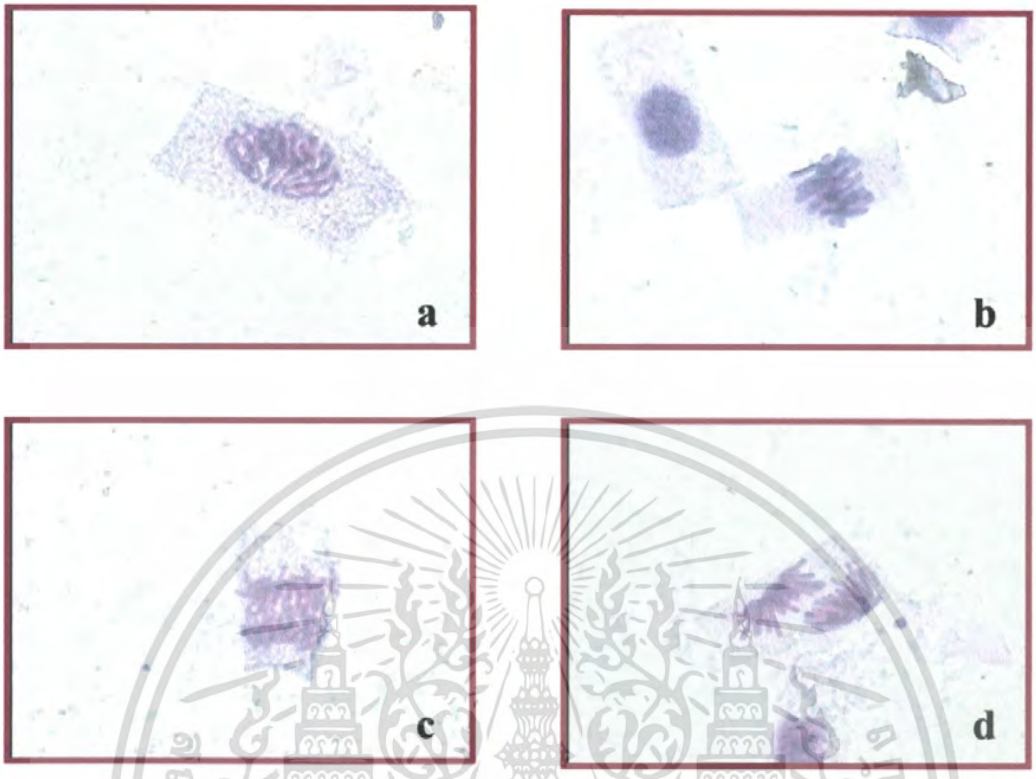
b. sticky chromosome

c. breakes

d. unequal distribution of chromosome

e. chromosome bridge

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

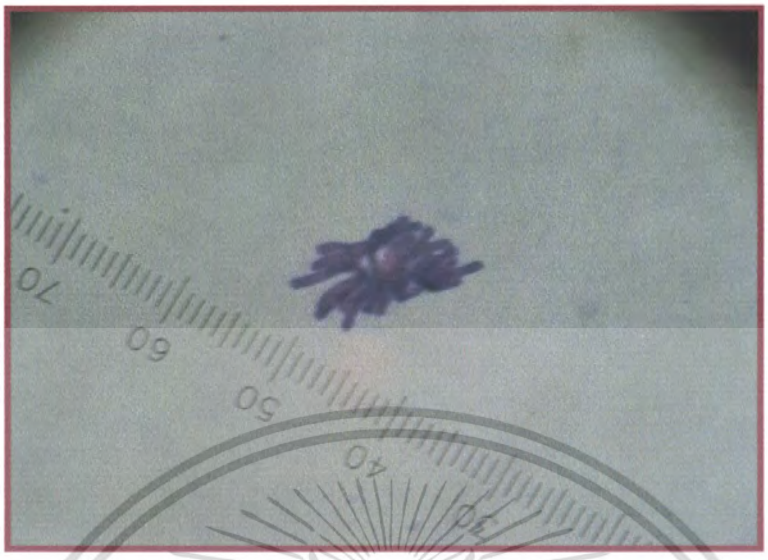


ภาพที่ 6 แสดงลักษณะโครโมโซมของหอมหัวใหญ่ที่เลี้ยงในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.75% ที่กำลังขยาย 400 เท่า

a. prophase b. sticky chromosome

c. chromosome bridge d. unequal distribution of chromosome

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 แสดงลักษณะโครโมโซมของหอมหัวใหญ่ที่เลี้ยงในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 1.00% ที่กำลังขยาย 400 เท่า เป็นลักษณะความผิดปกติของโครโมโซมแบบ sticky chromosome

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ค่าดัชนีการแบ่งตัวและจำนวนการแบ่งเซลล์ในระยะอินเตอร์เฟสและโพรเฟสของปลายรากหอมหัวใหญ่ที่ปลูกในสารละลายโซเดียมคลอไรด์

ความเข้มข้นของ NaCl(%)	จำนวนเซลล์ (เซลล์)	Mitotic index (%)	Interphase (%)	Prophase (%)
control	5000	30.40	69.60	22.20
0.25	5000	22.18	77.82	14.24
0.50	5000	20.20	79.8	10.66
0.75	5000	10.22	89.78	9.36
1.00	5000	7.94	92.06	7.88

ตารางที่ 4 จำนวนโครโมโซมปกติและผิดปกติในระยะเมตาเฟส แอนาเฟส และเทโลเฟสของปลายรากหอมหัวใหญ่ที่ได้รับผลกระทบจากสารละลายโซเดียมคลอไรด์

ความเข้มข้นของ NaCl(%)	Metaphase(%)		Anaphase(%)		Telophase(%)	
	ปกติ	ผิดปกติ	ปกติ	ผิดปกติ	ปกติ	ผิดปกติ
control	3.44	0.34	2.72	0.16	1.96	-
0.25	2.12	1.82	1.38	1.04	1.54	0.24
0.50	1.46	3.64	1.14	1.82	0.92	0.58
0.75	-	0.54	-	0.32	-	-
1.00	-	0.06	-	-	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 จำนวนความผิดปกติของโครโมโซมในลักษณะต่างๆ โดยการชักนำของสารละลายโซเดียมคลอไรด์

ความเข้มข้นของ NaCl (%)	Sticky chromosome (%)	Disturbed chromosome (%)	Chromosome bridge (%)	Unequal distribution of chromosome (%)	Condensed chromatin (%)	Breakes (%)
control	0.34	-	0.24	0.08	-	0.02
0.25	1.42	0.26	0.70	0.34	0.24	0.14
0.50	0.56	0.22	0.18	0.10	0.22	0.12
0.75	0.54	-	0.06	0.26	-	-
1.00	0.06	-	-	-	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาพบว่าค่าดัชนีการแบ่งตัวของเซลล์มีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆตามความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ control มีค่าดัชนีการแบ่งตัวมากที่สุด รองลงมาคือ 0.25%, 0.5%, 0.75% และ 1.00% ตามลำดับ สำหรับลักษณะความผิดปกติของโครโมโซมที่พบในการศึกษามี 6 ลักษณะคือ sticky chromosome, disturbed chromosome, chromosome bridge, unequal distribution of chromosome, condensed chromatinและbreakes ซึ่งทุกความเข้มข้นจะพบความผิดปกติแบบ sticky chromosome มากที่สุด และลักษณะความผิดปกติแบบ breakes พบน้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ Radic และคณะ (2005) พบว่าสารละลายโซเดียมคลอไรด์มีผลต่อการแบ่งเซลล์ปลายรากของ *Centaurea regusina* L. ซึ่งได้ทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในอาหาร MS ที่เติม NaCl และ mannitol แล้วนำปลายรากมาศึกษาโครโมโซมพบว่าเกิดความผิดปกติของโครโมโซม พบการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมช้ากว่าปกติ (lagging chromosome) โครโมโซมมีลักษณะยึดติดกันแน่น (Stickiness)โครโมโซมเกิดการแตกหัก (Breaks) และเกิดการเชื่อมต่อระหว่างโครโมโซมในระยะแอนาเฟส (anaphase bridges)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2550. ปัจจัยที่ทำให้เกิดดินเค็ม. แหล่งที่มา : http\\www.ldd.go.th., 10 พฤษภาคม พ.ศ. 2550.

นิตย์ศรี แสงเดือน. 2541. พันธุศาสตร์พืช. ภาควิชาพันธุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 295 น.

นินิติ รตะนานุกูล. 2550. แนวทางการจัดการดินเค็ม. สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. แหล่งที่มา : http\\www.swu.ac.th., 2 พฤษภาคม 2550.

สมศักดิ์ อภิสิทธิวาณิช และสุมน มาสุธน. 2543. การศึกษาโครโมโซมพืชด้วยการย่อยเซลล์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 54(3) : 178-183.

สมศรี อรุณินท์. 2539. ดินเค็มในประเทศไทย. กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 284 น.

อมรา คัมภิวานนท์. 2540. พันธุศาสตร์ของเซลล์. เท็กซ์แอนเจอร์นัลพับลิเคชั่น, กรุงเทพฯ. 308 น.

อรุณี ยุวะนิยม. 2547. การจัดการดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Ateeq, B., M.A. Farah, M.N. Ali and W. Ahmad. 2001. Clastogenicity of pentachlorphenol, 2,4-D and butachlor Evaluated *Allium* root tip test. Mutation Research 514 :105-113.

Chandra, S., L.K.S. Chauhan, R.C. Murthy, P.N. Saxena, P.N. Pande and S.K. Gupta. 2005. Comparative biomonitoring of leachates from hazardous solid waste of two industries using *Allium* test. Environmental and Experimental Botany 347 : 46-52.

Inceer, H., S. Ayaz, O. Beyazoglu and E. Senturk. 2002. Cytogenic effects of Copper Chloride on the root tip cells of *Helianthus annuus* L. Turk J Biol 27 : 43-46.

Mohanty, S., A.B. Das, P. Das and P. Mohanty. 2004. Effect of a low does of aluminum on mitotic and meiotic activity, 4C DNA content, and pollen sterility in rice, *Oryza sativa* L. cv. Lalat. Ecotoxicology and Environmental Safety 39 : 70-75.

Radic, S., M. Prolic, M. Pavlica and B. Pevalek-Kozlina. 2005. Cytogenic effects of osmotic stress on the root meristem cell of *Centaurea ragusina* L. Environmental and Experimental Botany 54 : 213-218.

Sharma, A.K. and Sharma, A. 1999. Plant Chromosome. Harwood Academic Publishers, Australia. 371 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้