

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของความเค็มต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของต้นโกงกาง
(*Rhizophora mucronata*) และคุณภาพน้ำ

Effect of salinities on physical mangrove tree (*Rhizophora mucronata*)
and water quality



เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....104617
วันเดือนปี.....



ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพมหานคร 10520

ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

เรื่อง ผลของความเค็มต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของต้นโกงกางและคุณภาพน้ำ
Effect of salinities on physical mangrove tree (*Rhizophora mucronata*) and
water quality

ชื่อนักศึกษา นางสาวทิพวัลย์ นพกิจ

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย หวังวิบูลย์กิจ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย หวังวิบูลย์กิจ)

ภาควิชารับรองแล้ว

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปวีณา ทวีกิจการ)

หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

วันที่ ๑๕ เดือน พ.ค. พ.ศ. ๒๕๕๒

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของความเค็มต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของต้นโกงกางและคุณภาพน้ำ

Effect of salinities on physical mangrove tree (*Rhizophora mucronata*) and water quality

การศึกษาค้นคว้าความเค็มต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของต้นโกงกางและคุณภาพน้ำ ในระดับความเค็มที่ต่างกันคือ คือ 0, 5, 10, 15, 25 และ 35 ppt พบว่า ความเค็มมีผลต่อต้นโกงกาง โดยทำให้ต้นโกงกางเจริญเติบโตดีที่สุดที่ระดับความเค็ม 5 ppt โดยมีความสูง 21.4 ± 0.2 เซนติเมตร ส่วนพื้นที่ใบ ความหนาของใบ และจำนวนปากใบเพิ่มขึ้นที่ระดับความเค็ม 0 ppt โดยมีค่า พื้นที่ใบ 59.56 ± 3.79 ตารางเซนติเมตร ความหนา 0.58 ± 0.03 มิลลิเมตร จำนวนปากใบ 250 ± 8.01 ปาก ส่วนการเจริญเติบโตลดลงที่ระดับความเค็ม 35 ppt และ cork wart มีจำนวนลดลงที่ระดับความเค็ม 0 ppt ผลของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำที่ใช้ปลูกต้นโกงกาง พบว่าคุณภาพน้ำมีการเปลี่ยนแปลงไม่แน่นอน ซึ่งยังไม่สามารถสรุปได้ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำอาจมีผลมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพของดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

การทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ดร. สมชาย หวังวิบูลย์กิจ ที่คอยให้คำปรึกษาและแนะนำตลอดการทำปัญหาพิเศษ ซึ่งทำให้การทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่สาว และพี่ชาย ที่คอยให้กำลังใจ ให้ความเข้มแข็งจนทำให้ประสบความสำเร็จในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คุณบุปผา จงพัฒน์ คุณนภพล เป่ามณีส และเจ้าหน้าที่ภาควิชา วิทยาศาสตร์การประมงทุกท่านที่คอยให้คำแนะนำและความสะดวกในการใช้อุปกรณ์ต่างๆ

ขอขอบพระคุณ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน (กลุ่มวิชาการป่าไม้) จ.จันทบุรี ที่ให้พันธุ์ต้นโกงกางใบใหญ่เพื่อนำมาทำการทดลอง ซึ่งเป็นสิ่งที่ขาดไม่ได้ในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ และขอบพระคุณจำนเวิช ที่ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับต้นโกงกาง

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ เพื่อนๆ ทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือและคอยให้กำลังใจ ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา และขอขอบคุณน้องๆ ที่ช่วยเหลือแรงงานจนทำให้ปัญหาพิเศษเริ่มต้น และสำเร็จไปได้ด้วยดี

นางสาวทิพวัลย์ นพกิจ

เมษายน 2552

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	I
สารบัญตาราง	II
สารบัญภาพ	III
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	19
ผลการทดลองและวิจารณ์	21
สรุป	31
เอกสารอ้างอิง	32



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงการเติบโตของ <i>Rhizophora mucronata</i> ที่ระดับความเค็ม 0, 25, 50, 75 และ 100 ppt ในระยะเวลา 6 เดือน	8
2	แสดงการเติบโตของ <i>Rhizophora mucronata</i> ที่ระดับความเค็ม 0, 25, 50, 75 และ 100 ppt ในระยะเวลา 12 เดือน	8
3	แสดงความเข้มข้น NaCl ที่ต่างกัน มีผลต่อ Chlorophyll a, Chlorophyll b, total Chlorophyll, อัตราส่วน Chlorophyll a/b และการสะสม Carotenoid ในใบของ <i>Aegiceras corniculatum</i>	18



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงน้ำหนักแห้งต่อต้นของโกงกาง <i>Avicennia marina</i> , <i>Ceriops tagal</i> และ <i>Rhizophora mucronata</i> ที่ปลูกในความเค็มน้ำทะเล 0, 25, 50, 75 และ 100 ppt	4
2	แสดงความสูงของต้นของโกงกาง <i>Avicennia marina</i> , <i>Ceriops tagal</i> และ <i>Rhizophora mucronata</i> ที่ความเค็มน้ำทะเล 0, 25, 50, 75 และ 100 ppt	5
3	แสดงอัตราการเติบโตของ <i>Kandelia candel</i> ที่ความเค็ม 0, 5 และ 20 ppt และธาตุอาหารไนโตรเจนฟอสฟอรัส NP-11, NP-13, NP-22, NP-31 และ NP-33	5
4	แสดงการเติบโตของ <i>Kandelia candel</i> ที่ความเค็ม 0, 5 และ 20 ppt และธาตุอาหารไนโตรเจน-ฟอสฟอรัส NP-11, NP-13, NP-22, NP-31 และ NP-33 (A)แสดงพื้นที่ใบต่อต้น (B)น้ำหนักใบแห้งต่อต้น (C)ความยาวของลำต้น และ (D)น้ำหนักแห้งของลำต้น	6
5	แสดงอัตราการเจริญเติบโตของ <i>Avicennia germinans</i> ในความเข้มข้นของ NaCl 0, 170, 430, 680 และ 940 mol/m ³	7
6	แสดงการสะสม sodium ions ของ <i>Avicennia marina</i> , <i>Ceriops tagal</i> และ <i>Rhizophora mucronata</i> ซึ่งใช้ความเข้มข้นของน้ำทะเล 0, 25, 50, 75 และ 100 ppt	9
7	แสดงการสะสม chloride ions ของ <i>Avicennia marina</i> , <i>Ceriops tagal</i> และ <i>Rhizophora mucronata</i> ซึ่งใช้ความเข้มข้นของน้ำทะเล 0, 25, 50, 75 และ 100 ppt	10
8	แสดงความเข้มข้นของไอออนของ <i>Rhizophora mucronata</i> ในระดับความเค็ม 0, 25, 50, 75 และ 100 ppt	10
9	แสดงการสะสม Na ⁺ ในใบที่ความเข้มข้นของ NaCl ต่างกัน ของ <i>K. candel</i> และ <i>B. gymnorhiza</i>	11
10	แสดงความเค็มที่มีผลต่อการสะสมของ Na ⁺ , K ⁺ และอัตราส่วน K ⁺ /Na ⁺ ในใบของ <i>H. tiliaceus</i>	11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
11	แสดงการสะสม Cl^- ในใบที่ความเข้มข้นของ NaCl ต่างกัน ของ <i>K.candel</i> และ <i>B. gymnorrhiza</i>	12
12	แสดงการสะสมเกลือในเนื้อเยื่อใบที่ความเค็มต่างกันของ <i>Acanthus ilicifolius</i> , <i>Aegiceras corniculatum</i> และ <i>Avicennia marina</i>	13
13	แสดงการสะสม Na^+ ในก้านใบที่ความเข้มข้นของ NaCl ต่างกัน ของ <i>K. candel</i> และ <i>B. gymnorrhiza</i>	13
14	แสดงการสะสม Cl^- ในก้านใบที่ความเข้มข้นของ NaCl ต่างกัน ของ <i>K. candel</i> และ <i>B. gymnorrhiza</i>	14
15	แสดงการสะสม Na^+ ในต้นอ่อน ที่มีระดับความเข้มข้นของ NaCl ต่างกัน ของ <i>K. candel</i> และ <i>B. gymnorrhiza</i>	14
16	แสดงการสะสม Cl^- ในต้นอ่อนที่ความเข้มข้นของ NaCl ต่างกัน ของ <i>K. candel</i> และ <i>B. gymnorrhiza</i>	15
17	แสดงการสะสม Na^+ ในรากที่ความเข้มข้นของ NaCl ต่างกัน ของ <i>K. candel</i> และ <i>B. gymnorrhiza</i>	15
18	แสดงการสะสม Cl^- ในรากที่ความเข้มข้นของ NaCl ต่างกัน ของ <i>K. candel</i> และ <i>B. gymnorrhiza</i>	16
19	แสดงการขับเกลือที่ความเค็มต่างกัน ของต้นโกงกาง 3 สายพันธุ์ คือ <i>Acanthus ilicifolius</i> , <i>Aegiceras corniculatum</i> และ <i>Avicennia marina</i>	16
20	แสดงการสังเคราะห์แสงในช่วงเวลาต่างๆ กับระดับความเค็มที่เพิ่มขึ้นของ <i>K. candel</i> และ <i>B. gymnorrhiza</i>	17
21	แสดงการรับแสงที่ใบในช่วงเวลาต่างๆ กับระดับความเค็มที่เพิ่มขึ้นของ <i>K. candel</i> และ <i>B. gymnorrhiza</i>	17
22	แสดงความสูงของต้นโกงกางที่ปลูกในระดับความเค็ม 0, 5, 10, 15, 25 และ 35 ppt	22
23	แสดงจำนวนใบของต้นโกงกางที่ปลูกในระดับความเค็ม 0, 5, 10, 15, 25 และ 35 ppt	23
24	แสดงการเพิ่มพื้นที่ใบของต้นโกงกางที่ปลูกในระดับความเค็ม 0, 5, 10, 15, 25 และ 35 ppt	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
25	แสดงความหนาของใบของต้นโกกาทงที่ปลูกในระดับความเค็ม 0, 5, 10, 15, 25 และ 35 ppt	24
26	แสดงจำนวนปากใบของต้นโกกาทงที่ปลูกในระดับความเค็ม 0, 5, 10, 15, 25 และ 35 ppt	25
27	แสดง cork wart ใต้ใบของต้นโกกาทงที่ปลูกในระดับความเค็ม 0, 5, 10, 15, 25 และ 35 ppt	26
28	แสดงความเค็มของน้ำที่ปลูกต้นโกกาทงที่ปลูกในระดับความเค็ม 0, 5, 10, 15, 25 และ 35 ppt	27
29	แสดง pH ของน้ำที่ปลูกต้นโกกาทงในระดับความเค็มที่ต่างกัน คือ 0, 5, 10, 15, 25 และ 35 ppt	27
30	แสดงปริมาณความเป็นด่างของน้ำที่ปลูกต้นโกกาทงที่ปลูกในระดับความเค็ม 0, 5, 10, 15, 25 และ 35 ppt	28
31	แสดงปริมาณแอมโมเนียของน้ำที่ปลูกต้นโกกาทงที่ปลูกในระดับความเค็ม 0, 5, 10, 15, 25 และ 35 ppt	28
32	แสดงปริมาณไนโตรเจนของน้ำที่ปลูกต้นโกกาทงที่ปลูกในระดับความเค็ม 0, 5, 10, 15, 25 และ 35 ppt	29
33	แสดงปริมาณไนเตรทของน้ำที่ปลูกต้นโกกาทงที่ปลูกในระดับความเค็ม 0, 5, 10, 15, 25 และ 35 ppt	29
34	แสดงปริมาณฟอสเฟตของน้ำที่ปลูกต้นโกกาทงที่ปลูกในระดับความเค็ม 0, 5, 10, 15, 25 และ 35 ppt	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

พรรณไม้ป่าชายเลนในประเทศไทยมีหลายชนิด ทั้งไม้ยืนต้นพวงกาฝาก เถาวัลย์ และสาหร่าย ซึ่งเกือบทั้งหมดเป็นไม้ไม่ผลัดใบ มีลักษณะทางกายวิภาคและสรีระคล้ายคลึงกัน ความเค็มของน้ำในดิน เป็นปัจจัยสำคัญในการแบ่งเขตของพรรณไม้ป่าชายเลน เช่น ไม้โกงกางใบใหญ่ และแสม มีความทนทานต่อความเค็มได้สูง ไม้ลำพูทะเลและไม้ลำแพนชอบน้ำที่มีความเค็มค่อนข้างสูง และมักพบอยู่บริเวณติดกับทะเล ส่วนไม้ลำพูจะขึ้นอยู่บริเวณที่มีความเค็มน้อยกว่าประมาณ 10% ไม้พังกาสุ่มดอกแดง จะทนต่อความเค็ม 10-20 % ไม้โปรงแดง จะขึ้นและเจริญเติบโตได้ในบริเวณที่มีความเค็มมากกว่า 30 %

ต้นโกงกางในบริเวณป่าชายเลน มีลักษณะที่โดดเด่น คือ มีความสามารถทนความเค็มของน้ำทะเลได้ ต้นโกงกางหลายชนิดมีการปรับโครงสร้างภายในต้นเพื่อปรับให้เข้ากับสภาพความเค็ม ลักษณะโครงสร้างและการปรับทางด้านสรีระของต้นโกงกาง ทำให้สามารถเติบโตและรอดตายจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม โกงกางสามารถต้านทานความเค็มที่เข้มข้นและเจริญเติบโตกระจายอยู่บริเวณตามชายฝั่ง ลักษณะโครงสร้างและการปรับทางด้านสรีระของต้นโกงกาง ทำให้สามารถเติบโตและรอดตายจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ต้นโกงกางจะถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มหลัก โดยใช้ลักษณะโครงสร้างและส่วนประกอบของการควบคุมเกลือ คือ การขับเกลือ โดยมี salt glands หรือ salt hairs ช่วยในการกำจัดเกลือที่เกินมา และไม่มี การขับเกลือ โดยการแยกเกลือออกจากภายในลำต้น การแยกส่วนประกอบเกลือและการขับเกลือของโกงกาง โดยจะมีปากใบควบคุมการสูญเสีย

จากคุณสมบัติที่พิเศษของต้นโกงกางจึงได้นำมาศึกษาความทนทานต่อความเค็มและการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ซึ่งได้นำมาปลูกในสภาพความเค็มที่ถูกควบคุมและแตกต่างกัน เพื่อหาความแตกต่างในแต่ละความเค็มและคุณภาพน้ำที่เปลี่ยนแปลงไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและลักษณะทางกายภาพของต้นโกงกางที่ปลูกในระดับความเค็มต่างกัน
2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำที่ใช้ในการปลูกต้นโกงกางที่ระดับความเค็มต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

พรรณไม้ป่าชายเลนในประเทศไทยมีหลายชนิด ทั้งไม้ยืนต้นพวกกาฝาก เกาวัลย์ และสาหร่าย ซึ่งเกือบทั้งหมดเป็นไม้ไม่ผลัดใบ มีลักษณะทางกายวิภาคและสรีระคล้ายคลึงกันและมีพรรณไม้อยู่ถึง 35 วงศ์ 53 สกุล และ 74 ชนิด พันธุ์ไม้ที่เด่นและสำคัญส่วนใหญ่อยู่ในวงศ์ Rhizophoraceae โดยเฉพาะในสกุลไม้โกงกาง (*Rhizophora*) สกุลไม้โปรง (*Ceriops*) และสกุลไม้ถั่ว สำหรับพรรณไม้ในวงศ์ Sonneratia ได้แก่ ไม้ในสกุลลำพูและลำแพน (*Sonneratia*) พรรณไม้ในวงศ์ Verbenaceae ได้แก่ กลุ่มไม้แสม (*Avicennia*) นอกจากนี้ยังมีพรรณไม้ในวงศ์ Meliaceae ได้แก่ ไม้ตะบูนและตะบัน (*Xylocarpus*) เป็นต้น ความเค็มของน้ำในดิน เป็นปัจจัยสำคัญในการแบ่งเขตของพรรณไม้ป่าชายเลน เช่น ไม้โกงกางใบใหญ่ และแสม มีความทนทานต่อความเค็มได้สูง ไม้ลำพูทะเลและไม้ลำแพนชอบน้ำที่มีความเค็มค่อนข้างสูง และมักพบอยู่บริเวณติดกับทะเล ส่วนไม้ลำพูจะขึ้นอยู่บริเวณที่มีความเค็มน้อยกว่าประมาณ 10% ไม้พังกาสุ่มดอกแดง จะทนต่อความเค็ม 10-20 % ไม้โปรงแดง จะขึ้นและเจริญเติบโตได้ในบริเวณที่มีความเค็มมากกว่า 30 %

ลักษณะทั่วไป

พรรณพืชทุกชนิดในป่าชายเลน มีการปรับตัวโดยการเปลี่ยนแปลงลักษณะบางประการของส่วนต่างๆ เช่น ลำต้น ใบ ดอก ผล ตลอดจนระบบรากให้เหมาะสม เพื่อให้ทนต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป ทำให้การเปลี่ยนแปลงลักษณะของพืชที่อยู่ในป่าชายเลนสามารถอยู่รอด เจริญเติบโต และแพร่กระจายพันธุ์ต่อไปได้

1. เซลล์ผิวใบมีความหนา เป็นแผ่นมัน และมีปากใบ (stoma) ที่ผิวใบด้านล่างลักษณะเช่นนี้พบในพืชทุกชนิดในป่าชายเลน ซึ่งมีหน้าที่สำหรับป้องกันการระเหยของน้ำจากส่วนของใบ
2. ต่อมขับเกลือ (salt glands) พบอยู่ทั่วไปในส่วนของใบแสม ลำพู ลำแพน และเหงือกปลาหมอ เป็นต้น หน้าที่สำคัญของต่อมขับเกลือ คือควบคุมระดับความเข้มข้นของเกลือในพืชโดยขับออกจากส่วนใบ
3. ใบมีลักษณะอวบน้ำ (succulent leaves) โดยเฉพาะโกงกาง (*Rhizophora*) และลำพู-ลำแพน (*Sonneratia*) ซึ่งเป็นลักษณะที่ช่วยเก็บรักษาน้ำจืด
4. รากหายใจ (aerial roots) พบในพืชเกือบทุกชนิด ซึ่งแต่ละชนิดจะมีรากหายใจลักษณะต่างกันไป เช่น แสม มีรากหายใจโผล่จากดิน ส่วนโกงกาง รากหายใจแทงออกจากต้นลงดิน เพื่อช่วยค้ำยันลำต้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ผลงอกขณะติดอยู่บนลำต้น ที่เรียกว่า vivipary เช่น ในโองกางซึ่งในดอก 1 ดอก มีรังไข่ (ovary) 1 อัน และมีโอวูล (ovule) 4 อัน แต่มีเพียงโอวูลเดียวที่เจริญเป็นเมล็ด และเมล็ดของพืชนี้ไม่มีการพักตัว จะเจริญทันทีที่ขณะผลยังติดบนต้นแม่ จัดเป็น viviparous seed เพราะส่วนของต้นอ่อน (embryo) ในเมล็ดจะงอกส่วนของรากอ่อน (radicle) แทะทะลุออกมาทางปลายผลตามด้วยส่วนของ hypocotyl ซึ่งจะยื่นยาวออกกลายเป็นฝักยาว 1 - 2 ฟุต เมื่อฝักแก่เต็มที่ จะหล่นปักเลนโคนต้น หรือลอยไปตามกระแสน้ำ ต่อมาจะงอกรากและเจริญเป็นต้นใหม่ต่อไป นอกจากโองกางแล้ว ยังมีไม้ถั่ว พังกาหัวสุม โปรง ต้นจาก เล็บมือนาง และแสม คือ พบผลหรือฝักหลุดจากต้นแม่แล้ว ทำให้สามารถเจริญเติบโตทางด้านความสูงอย่างรวดเร็ว และชูขึ้นเหนือน้ำในระยะสั้น

6. ต้นอ่อนหรือผลแก่ลอยน้ำได้ ทำให้สามารถแพร่กระจายพันธุ์ทางน้ำได้ดี ซึ่งพบในพืชเกือบทุกชนิดในป่าชายเลน

7. ระดับสารแทนนิน (tannin) ในเนื้อเยื่อสูง และแตกต่างกันออกไปในแต่ละชนิด การปรับตัวนี้อาจจะเกิดขึ้นเพื่อการป้องกันอันตรายจากพวกเชื้อราต่างๆ

8. สามารถทนทานได้ ในสภาวะที่ระดับความเข้มข้นของเกลือไฮเดียมคลอไรด์ในใบสูง ทั้งนี้ เพื่อความอยู่รอดเมื่อขึ้นอยู่ในน้ำทะเลที่เค็มได้ พันธุ์พืชทุกชนิดในป่าชายเลนสามารถปรับตัวดังกล่าวนี้ได้ (www.talaythai.com)

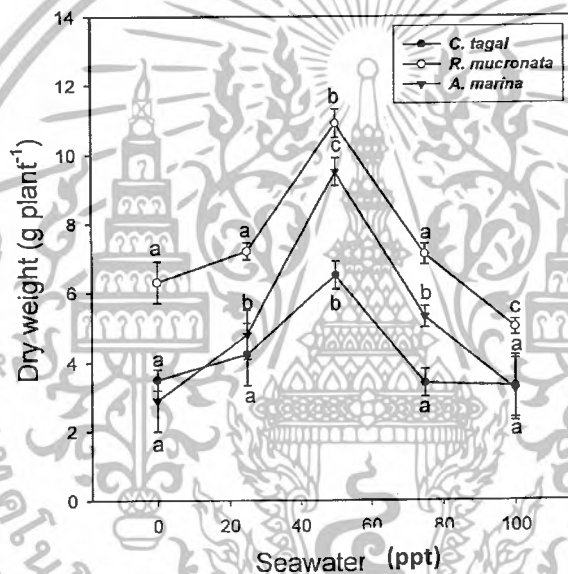
การปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม

ต้นโองกางในบริเวณป่าชายเลน ซึ่งเป็นแหล่งที่มีสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เช่น น้ำขึ้น-น้ำลง ความเค็มที่ไม่คงที่ จึงทำให้ต้นโองกางในบริเวณนี้มีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา โดยเฉพาะใบที่ผิวจะเป็นมัน มีลักษณะอวบน้ำซึ่งเกิดจากเซลล์ hypodermis ที่อยู่ใต้ epidermis ทำหน้าที่เป็นเซลล์เก็บน้ำและสารเมือก จึงทำให้ใบแข็งขึ้น ไม่ฉีกขาดง่ายและยังทำให้ใบไม่เหี่ยวง่ายด้วย ลักษณะของใบที่พบในบริเวณป่าชายเลนเป็นชนิดเดียวกับพืชที่มีความทนทานความแห้งแล้ง ซึ่งการปรับตัวนี้เกิดจากการขึ้นและเจริญเติบโตในบริเวณที่มีน้ำมาก แต่ไม่สามารถนำน้ำนั้นไปใช้ได้โดยง่าย จึงต้องมีการสงวนน้ำไว้ในส่วนใบให้ได้มากที่สุด จากการสำรวจในส่วนของใบ พบว่าโองกางใบเล็กในป่าบริเวณใกล้เหมืองแร่มีจำนวนชั้นของ hypodermis มากกว่า มีแทนนินสะสมในเซลล์น้อยกว่าใบของพืชที่ขึ้นในป่าธรรมชาติ ซึ่งสารแทนนินจะช่วยกรองแสงไม่ให้ผ่านเข้าไปได้มาก ความร้อนจึงผ่านเข้าไปได้มาก แต่ชั้นของ hypodermis ที่มีการปรับตัวให้มียามากทำให้มีการสะสมน้ำมาก เพื่อไปลดอุณหภูมิของใบและยังช่วยการสังเคราะห์แสงด้วย (เทียมใจ, 2536)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเจริญเติบโตของต้นโกงกาง

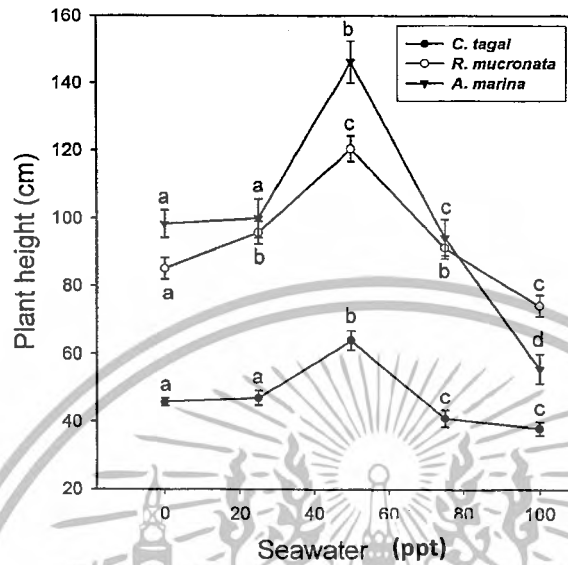
Khan and Aziz (2001) ได้ทำการศึกษากการเจริญเติบโตของโกงกางสามสายพันธุ์ในประเทศปาเกีสถาน คือ *Avicennia marina*, *Ceriops tagal* และ *Rhizophora mucronata* ซึ่งใช้ความเค็มน้ำทะเล 0, 25, 50, 75 และ 100 ppt จากการศึกษาพบว่าต้นโกงกางที่มีน้ำหนักแห้งมีการเจริญเติบโตที่เหมาะสมที่สุดในน้ำทะเล 50 ppt (ภาพที่ 1) ในระดับความเค็มที่สูง (น้ำทะเล 100 ppt) *R. mucronata* มีการเจริญเติบโตที่แตกต่างจากทั้งสองสายพันธุ์ ความสูงของต้นโกงกางจะถูกกระตุ้นได้ดีในน้ำทะเล 50 ppt และจะลดลงเมื่อเพิ่มความเค็มเพิ่มลงในทั้งสามสายพันธุ์ (ภาพที่ 2) ต้นโกงกางที่สูงเพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ *A. marina* ตามด้วย *R. mucronata* และ *C. tagal*



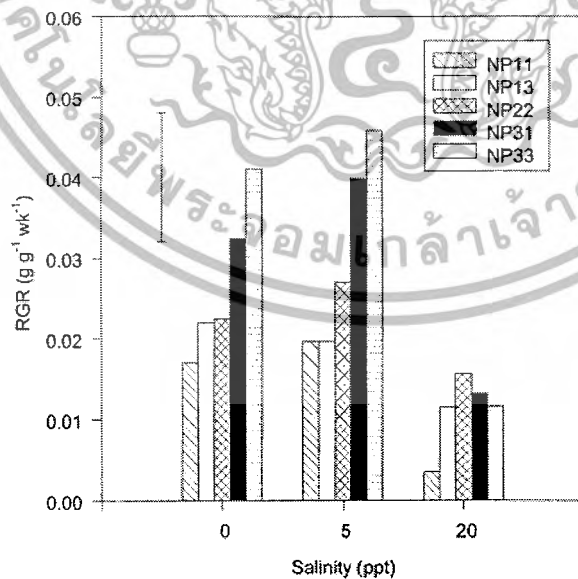
ภาพที่ 1 แสดงน้ำหนักแห้งต่อต้นของโกงกาง *Avicennia marina*, *Ceriops tagal* และ *Rhizophora mucronata* ซึ่งปลูกในความเค็มน้ำทะเล 0, 25, 50, 75 และ 100 ppt ที่มา : Khan and Aziz (2001)

Hwang and Chen (2001) ได้ทำการศึกษากการเจริญเติบโตของ *Kandelia candel* ภายใต้ความเค็ม 0, 5 และ 20 ppt และธาตุอาหารไนโตรเจนฟอสฟอรัส NP-11, NP-13, NP-22, NP-31 และ NP-33 จากการศึกษาพบว่ากการเจริญเติบโตของ *K. candel* ที่ระดับความเค็ม 0 และ 5 ppt และระดับธาตุอาหาร NP-31 และ NP-33 มีการเติบโตเพิ่มมากขึ้น (ภาพที่ 3) โดยดูจากพื้นที่ใบ (ภาพที่ 4a) น้ำหนักแห้งของใบ (ภาพที่ 4b) ความสูงของต้น (ภาพที่ 4c) และน้ำหนักแห้งของต้น (ภาพที่ 4d) ที่ความเค็ม 20 ppt อาจส่งผลต่อการเจริญเติบโตของเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

K. candel (ภาพที่ 3-4) และเมื่อเติมธาตุอาหารลงไปก็ไม่ได้ช่วยให้ต้นสามารถพัฒนาการเติบโตได้เลย ส่วนการเติบโตของรากจะขึ้นอยู่กับระดับของธาตุอาหาร



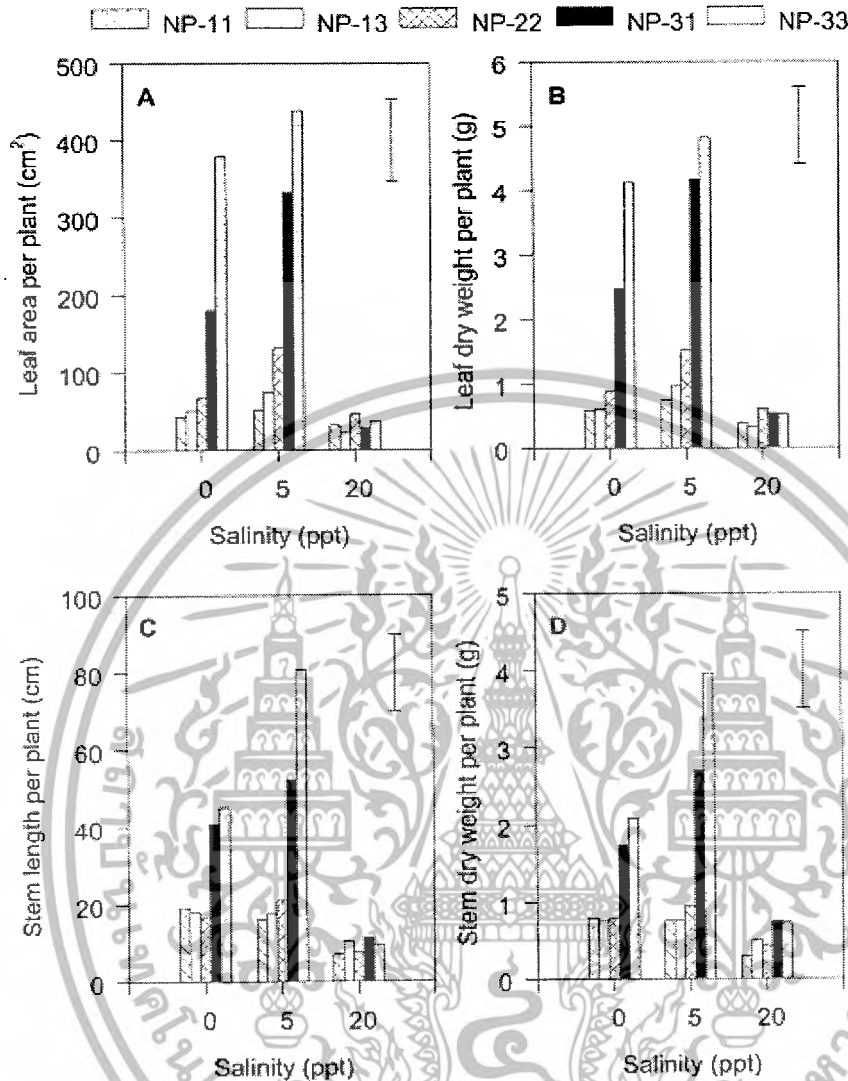
ภาพที่ 2 แสดงความสูงของต้นของโกงกาง *Avicennia marina*, *Ceriops tagal* และ *Rhizophora mucronata* ในความเค็มน้ำทะเล 0, 25, 50, 75 และ 100 ppt
ที่มา : Khan and Aziz (2001)



ภาพที่ 3 แสดงอัตราการเติบโตของ *Kandelia candel* ภายใต้ความเค็ม 0, 5 และ 20 ppt และธาตุอาหารไนโตรเจนฟอสฟอรัส NP-11, NP-13, NP-22, NP-31 และ NP-33

ที่มา : Hwang and Chen (2001)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

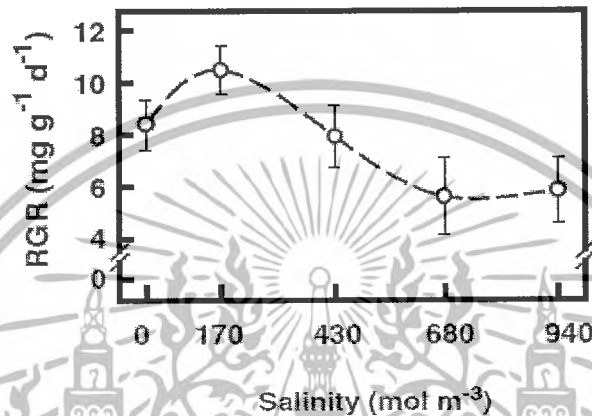


ภาพที่ 4 แสดงการเติบโตของ *Kandelia candel* ภายใต้ความเค็ม 0, 5 และ 20 ppt และธาตุอาหารไนโตรเจน-ฟอสฟอรัส NP-11, NP-13, NP-22, NP-31 และ NP-33 (A)แสดงพื้นที่ใบต่อต้น (B)น้ำหนักใบแห้งต่อต้น (C)ความยาวของลำต้น และ(D)น้ำหนักแห้งของลำต้น

ที่มา : Hwang and Chen (2001)

Suarez and Medina (2005) ได้ทำการศึกษาการเจริญเติบโตของ *Avicennia germinans* ในสารละลายความเข้มข้นของ NaCl ต่างกัน คือ 0, 170, 430, 680 และ 940 mol/m³ จากการศึกษาพบว่าอัตราการเจริญเติบโตหลังจาก 27 สัปดาห์ มีการเติบโตสูงสุดในระดับ NaCl 170 mol/m³ (10.4 mg/g/d) ตามด้วยความเข้มข้นของ NaCl 0 และ 430 mol/m³ (8.4 และ 7.9 mg/g/d ; ภาพที่ 5) ระหว่างช่วงของการเจริญเติบโตของต้นได้เติบโตใน NaCl 680 และ 940

mol/m³ (ภาพที่ 5) ซึ่งต่ำกว่าความเข้มข้นอื่นอย่างเห็นได้ชัด จากการศึกษาพบว่า *A. germinans* มีความสามารถควบคุมความเข้มข้นของเกลือภายในและการเจริญเติบโตได้ในช่วงความเค็มที่กว้าง โดยมีความเค็มในใบเพิ่มขึ้นเมื่อระดับความเค็มสูงขึ้น พื้นที่ใบต่ำในสภาพความเค็มที่มากรวมกับการสร้างใบลดลงอย่างชัดเจนและอัตราการขยายใบและการกางใบเต็มที่ลดลงด้วย



ภาพที่ 5 แสดงอัตราการเจริญเติบโตของ *Avicennia germinans* ในความเข้มข้นของ NaCl 0, 170, 430, 680 และ 940 mol/m³

ที่มา : Suarez and Medina (2005)

Aziz and Khan (2001) ได้ทำการศึกษากการเติบโตของ *Rhizophora mucronata* ในระดับความเค็ม 0, 25, 50, 75 และ 100 ppt จากการศึกษาพบว่า การเจริญเติบโตของ *R. mucronata* สูงสุดที่น้ำทะเล 50 ppt และลดลงเมื่อความเค็มเพิ่มขึ้น ทดสอบโดยใช้น้ำหนักแห้งของยอดสูงต้น พื้นที่ใบและเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นจะมีขนาดเพิ่มขึ้นในน้ำทะเล 50% และลดลงที่ความเค็มสูงชัน คือ ในน้ำทะเล 75 และ 100 ppt (ตารางที่ 1 และ 2) ซึ่งการเติบโตที่ดีที่สุดจะอยู่ในความเค็มระดับปานกลาง

ตารางที่ 1 แสดงการเติบโตของ *Rhizophora mucronata* ในระดับความเค็ม 0, 25, 50, 75 และ 100 ppt ในระยะเวลา 6 เดือน

Growth parameters	Seawater (ppt)				
	0	25	50	75	100
Plant height (cm)	82.0 ^b ±1.2	84.3 ^b ±2.2	104.9 ^b ±3.1	80.3 ^b ±2.8	69.0 ^a ±1.9
Dry weight	6.1 ^b ±0.8	6.2 ^b ±1.2	8.6 ^c ±1.2	6.2 ^b ±1.1	4.4 ^a ±0.8
Stem diameter (cm)	0.6 ^a ±0.08	0.7 ^a ±0.10	0.8 ^b ±0.09	0.6 ^a ±0.09	0.6 ^b ±0.10
Leaf area (cm plant ⁻²)	133.1 ^b ±12.1	142.6 ^b ±10.8	177.3 ^c ±11.2	112.1 ^b ±9.3	28.4 ^a ±0.7

ที่มา : Aziz and Khan (2001)

ตารางที่ 2 แสดงการเติบโตของ *Rhizophora mucronata* ในระดับความเค็ม 0, 25, 50, 75 และ 100 ppt ในระยะเวลา 12 เดือน

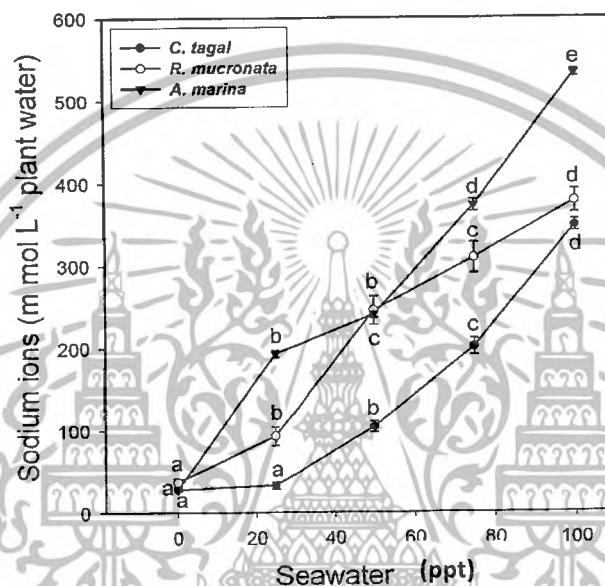
Growth parameters	Seawater (ppt)				
	0	25	50	75	100
Plant height (cm)	85.1 ^b ±2.1	95.7 ^b ±3.1	120.5 ^c ±3.5	91.3 ^b ±3.2	74.1 ^a ±1.9
Dry weigh	6.3 ^b ±1.1	7.2 ^b ±1.3	10.9 ^c ±1.1	7.1 ^b ±0.9	5.0 ^a ±0.8
Stem diameter	2.0 ^b ±0.10	2.1 ^b ±0.21	2.4 ^c ±0.09	2.1 ^b ±0.10	1.9 ^a ±0.08
Leaf area (cm plant ⁻²)	145.4 ^b ±9.6	151.4 ^b ±6.4	211.0 ^c ±5.4	144.2 ^b ±12.5	133.0 ^a ±10.5

ที่มา : Aziz and Khan (2001)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสะสมเกลือ

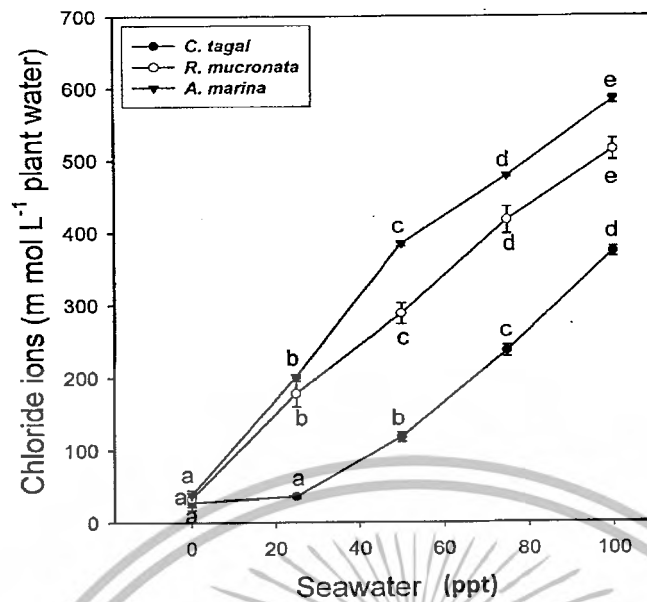
Khan and Aziz (2001) ได้ทำการศึกษาการสะสม Na^+ และ Cl^- ของโกงกางสามสายพันธุ์ในประเทศปาเกีสถานคือ *Avicennia marina*, *Ceriops tagal* และ *Rhizophora mucronata* ซึ่งใช้ความเข้มข้นของน้ำทะเลแตกต่างกัน ได้แก่ 0, 25, 50, 75 และ 100 ppt จากการศึกษาพบว่า *A. marina* มีการสะสมไอออนที่สูงที่สุด ตามด้วย *R. mucronata* ส่วน *C. tagal* มีการสะสม Na และ Cl จำนวนต่ำมาก (ภาพที่ 6 และ 7)



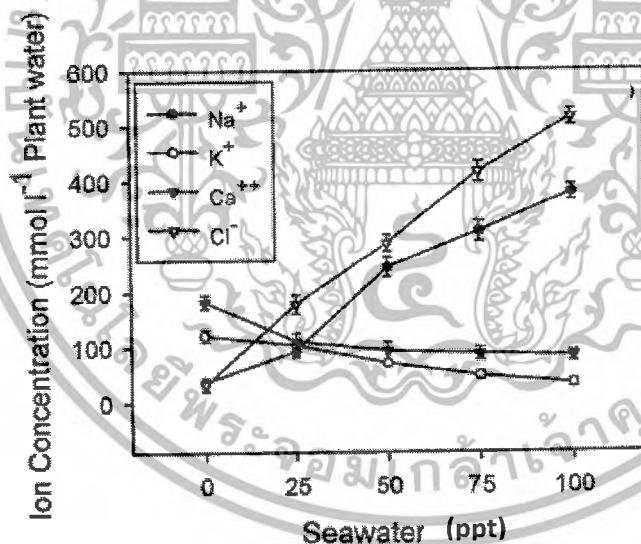
ภาพที่ 6 แสดงการสะสม sodium ions ของ *Avicennia marina*, *Ceriops tagal* และ *Rhizophora mucronata* ซึ่งใช้ความเข้มข้นของน้ำทะเล 0, 25, 50, 75 และ 100 ppt ที่มา : Khan and Aziz (2001)

Aziz and Khan (2001) ได้ทำการศึกษาการสะสม Na^+ และ Cl^- ของ *Rhizophora mucronata* ในระดับความเค็ม 0, 25, 50, 75 และ 100 ppt จากการศึกษาพบว่าความเข้มข้นของ Na^+ และ Cl^- เพิ่มขึ้นเมื่อความเค็มเพิ่มขึ้น สามารถสะสม Na^+ และ Cl^- เมื่อปลูกในความเค็มที่มากกว่า 0 ppt การกระจายตัวของไอออนในน้ำเนื้อเยื่อของ *R. mucronata* จะมีความเข้มข้นสูงที่ความเค็มสูงคือ 75 และ 100 ppt และอาจเป็นเหตุให้การเติบโตค่อยๆ ลดลงด้วย (ภาพที่ 8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 แสดงการสะสม chloride ions ของ *Avicennia marina*, *Cerriops tagal* และ *Rhizophora mucronata* ซึ่งใช้ความเข้มข้นของน้ำทะเล 0, 25, 50, 75 และ 100 ppt
ที่มา : Khan and Aziz (2001)



ภาพที่ 8 แสดงความเข้มข้นของไอออนของ *Rhizophora mucronata* ในระดับความเค็ม 0, 25, 50, 75 และ 100 ppt

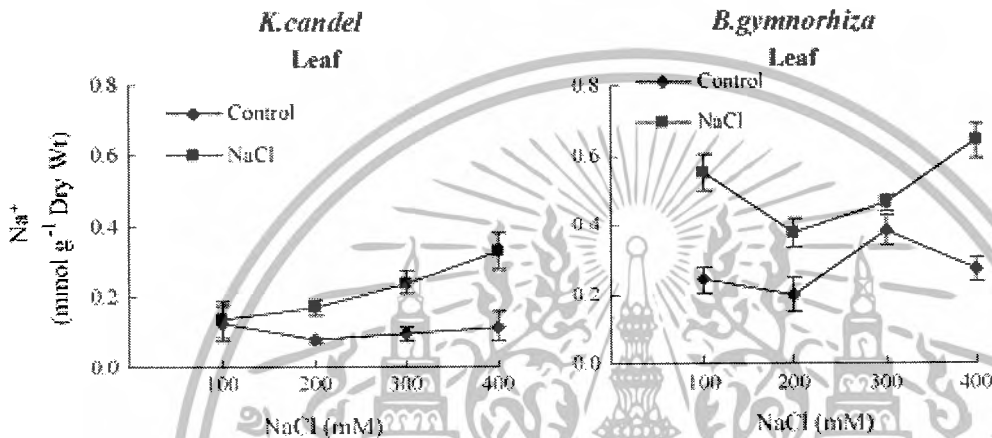
ที่มา : Aziz and Khan (2001)

1. การสะสมเกลือไนโบ

Li et al. (2008) ทำการศึกษาความเข้มข้นของ NaCl ที่มีผลต่อการสะสม Na⁺ ของ *K. candel* และ *B. gymnorhiza* พบว่า ภายในใบของ *K. candel* สะสม Na⁺ ไนโบ 0.2 mmol/g

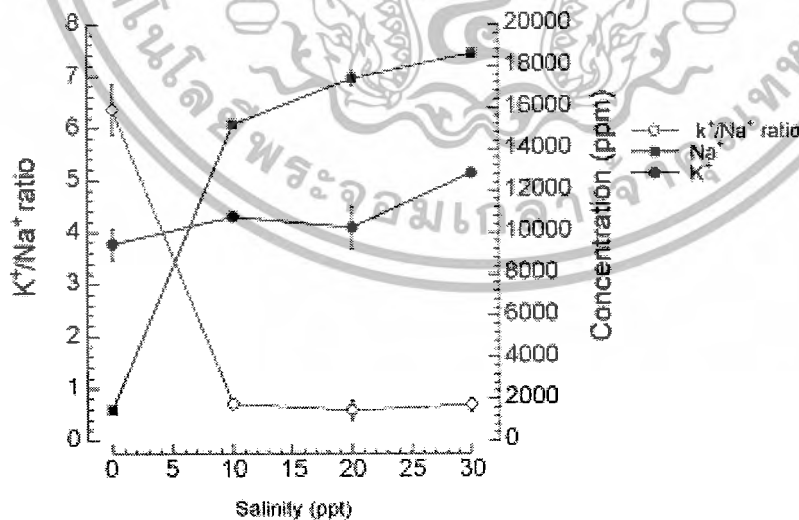
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของน้ำหนักแห้ง NaCl ที่อยู่ภายนอกทำให้ Na^+ ในใบเพิ่มขึ้นทั้ง 2 สายพันธุ์ การสะสม Na^+ ต่างกันในใบของทั้ง 2 สายพันธุ์ การสะสม Na^+ ของ *K. candel* ไม่มีความเปลี่ยนแปลงที่ NaCl 100 mM แต่การสะสม Na^+ ในใบของ *B. gymnorhiza* ที่ NaCl 100 mM เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และสามารถสะสม Na^+ ในใบได้มากกว่า *K. candel* (ภาพที่ 9) Youssef (2007) ทำการศึกษาผลของความเค็มต่อการสะสมของ Na^+ ในใบของ *Hibiscus tiliaceus* พบว่า ความเค็มที่เพิ่มขึ้นทำให้ความเข้มข้นของ Na^+ เพิ่มขึ้นในใบ (ภาพที่ 10)



ภาพที่ 9 แสดงการสะสม Na^+ ในใบที่ความเข้มข้นของ NaCl ต่างกัน ของ *K. candel* และ *B. gymnorhiza*

ที่มา : Li et al. (2008)



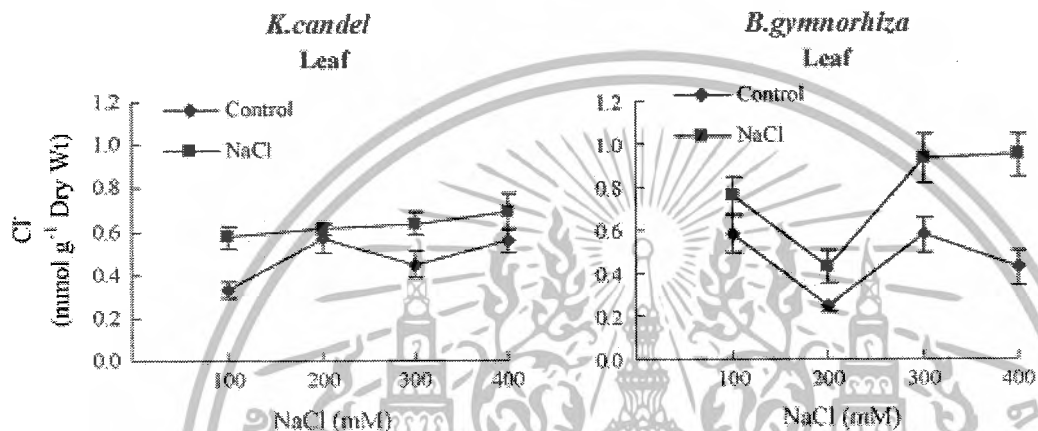
ภาพที่ 10 แสดงความเค็มที่มีผลต่อการสะสมของ Na^+ , K^+ และอัตราส่วน K^+/Na^+ ในใบของ *H. tiliaceus*

ที่มา : Youssef (2007)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Li et al. (2008) ทำการศึกษา NaCl ที่มีผลต่อการสะสม Cl⁻ ในใบของ *K. candel* และ *B. gymnorhiza* พบว่า Cl⁻ จะเพิ่มขึ้นกับความเค็มที่เพิ่มขึ้นของทั้ง 2 สายพันธุ์ ในใบของ *B. gymnorhiza* สามารถสะสม Cl⁻ ได้ดีกว่า *K. candel* แต่ NaCl ที่ 100 mM มีการสะสม Cl⁻ เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วกว่า *B. gymnorhiza* (ภาพที่ 11)

Youssef (2007) ทำการศึกษากการสะสมของ K⁺ ในใบของ *Hibiscus tiliaceus* พบว่า ความเค็มและ Na⁺ ที่เพิ่มขึ้นจะไม่มีผลต่อการสะสม K⁺ (ภาพที่ 10)



ภาพที่ 11 แสดงการสะสม Cl⁻ ในใบที่ความเข้มข้นของ NaCl ต่างกัน ของ *K. candel* และ *B. gymnorhiza*
ที่มา : Li et al. (2008)

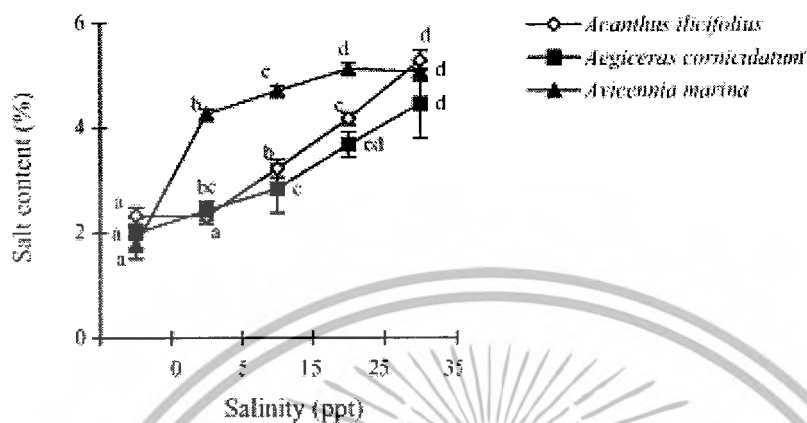
Ye et al. (2005) ได้ทำการศึกษากการสะสมเกลือของเนื้อเยื่อใบของ *Acanthus ilicifolius*, *Aegiceras corniculatum* และ *Avicennia marina* พบว่า การสะสมเกลือในเนื้อเยื่อใบของ *Ac. ilicifolius* ความเข้มข้นของเกลือในเนื้อเยื่อขึ้นอยู่กับระดับความเค็มภายนอก โดยเฉพาะความเค็มที่ 5-35 ppt เมื่อความเค็มเพิ่มขึ้นทุก 10 ppt จะทำให้ความเข้มข้นของเกลือในเนื้อเยื่อใบเพิ่มขึ้นประมาณ 1% ของ *Ae. corniculatum* ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความเค็ม (ภาพที่ 12)

2. การสะสมในก้านใบ

Li et al. (2008) ทำการศึกษากความเข้มข้นของ NaCl ที่มีผลต่อการสะสม Na⁺ ที่ก้านใบของ *K. candel* และ *B. gymnorhiza* พบว่า *K. candel* สามารถสะสม Na⁺ ได้ 0.3-0.4 mmol/g ของน้ำหนักแห้ง การสะสม Na⁺ ของ *B. gymnorhiza* สูงมากกว่าในก้านใบของ *K. candel* ระดับของ NaCl ที่มีอยู่ภายนอกทำให้ Na⁺ ในก้านใบเพิ่มขึ้นของทั้ง 2 สายพันธุ์ และการสะสม Na⁺ ในก้านใบมีความแตกต่างกันของทั้ง 2 สายพันธุ์ (ภาพที่ 13) นอกจากนี้การศึกษาก NaCl ที่มี

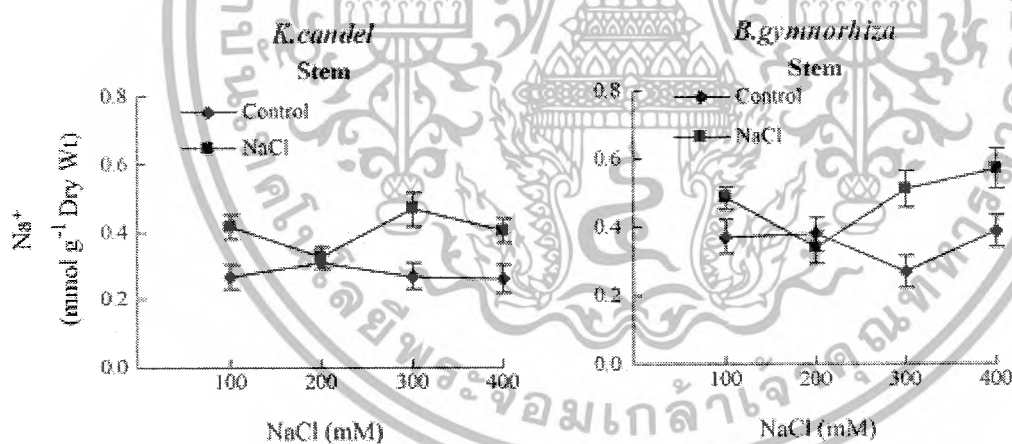
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลต่อการสะสม Cl^- พบว่า NaCl ที่ 100 mM ในก้านใบของ *K. candel* มีการสะสม Cl^- น้อยมาก เมื่อเทียบกับ *B. gymnorhiza* ซึ่งมีการสะสม Cl^- เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (ภาพที่ 14)



ภาพที่ 12 แสดงการสะสมเกลือในเนื้อเยื่อใบที่ความเค็มต่างกันของ *Acanthus ilicifolius*, *Aegiceras corniculatum* และ *Avicennia marina*

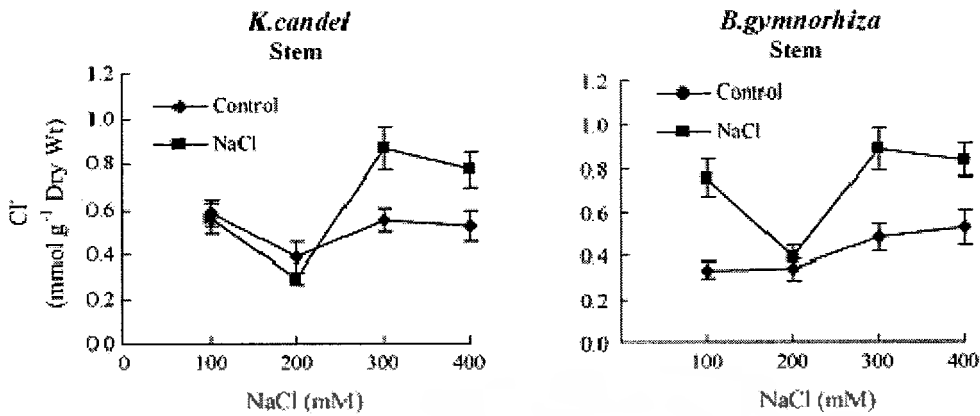
ที่มา : Ye et al. (2005)



ภาพที่ 13 แสดงการสะสม Na^+ ในก้านใบที่ความเข้มข้นของ NaCl ต่างกัน ของ *K. candel* และ *B. gymnorhiza*

ที่มา : Li et al. (2008)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

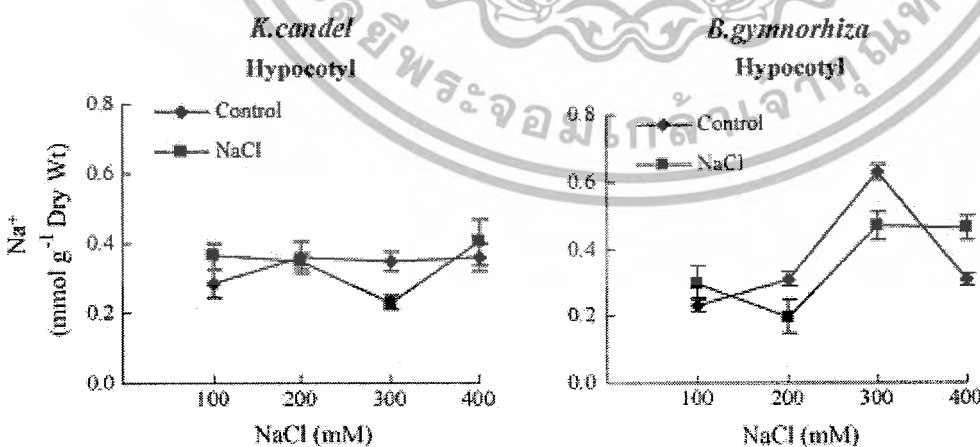


ภาพที่ 14 แสดงการสะสม Cl^- ในก้านใบที่ความเข้มข้นของ NaCl ต่างกัน ของ *K. candell* และ *B. gymnorhiza*

ที่มา : Li et al. (2008)

3. การสะสมในต้นอ่อน

Li et al. (2008) ได้ทำการศึกษาการสะสม Na^+ ในต้นอ่อนของ *K. candell* และ *B. gymnorhiza* พบว่า ต้นอ่อนสามารถสะสม Na^+ ได้ 0.3-0.4 mmol/g ของน้ำหนักแห้ง ต้นอ่อนของ *B. gymnorhiza* ใน NaCl ที่ 200 และ 400 mM มีการสะสม Na^+ เพิ่มขึ้นรวดเร็วกว่า *K. candell* (ภาพที่ 15) จากการศึกษาการสะสม Cl^- ในต้นอ่อนของ *K. candell* และ *B. gymnorhiza* พบว่า การสะสม Cl^- ในต้นอ่อนของ *K. candell* เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจาก 0.18 เป็น 0.55 mmol/g ของน้ำหนักแห้ง เมื่อ NaCl ที่ 100 mM (ภาพที่ 16)

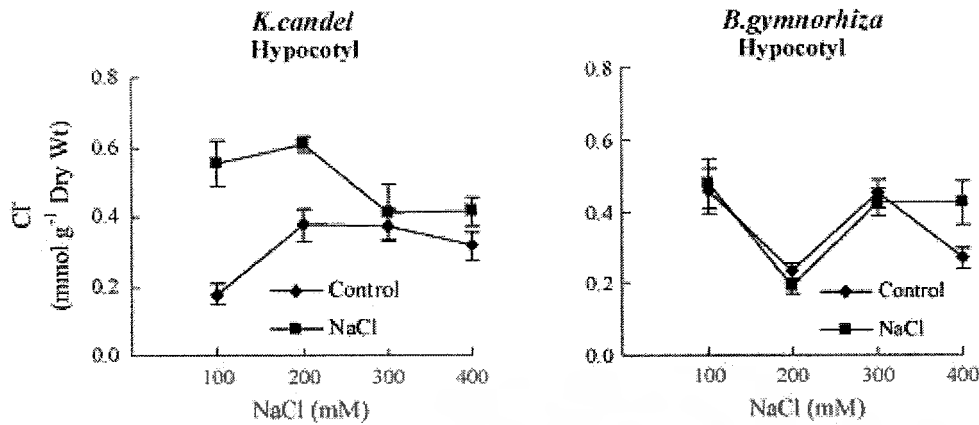


ภาพที่ 15 แสดงการสะสม Na^+ ในต้นอ่อน ที่ระดับความเข้มข้นของ NaCl ต่างกัน ของ

K. candell และ *B. gymnorhiza*

ที่มา : Li et al. (2008)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

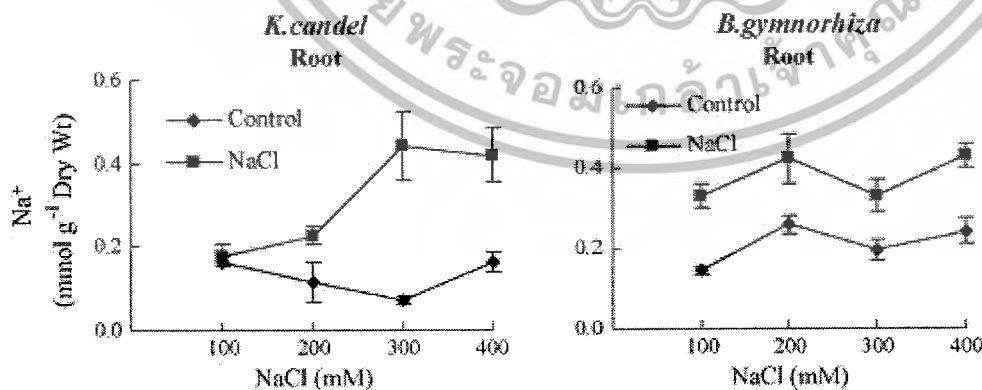


ภาพที่ 16 แสดงการสะสม Cl⁻ ในต้นอ่อนที่ความเข้มข้นของ NaCl ต่างกัน ของ *K. candell* และ *B. gymnorhiza*

ที่มา : Li et al. (2008)

4. การสะสมในราก

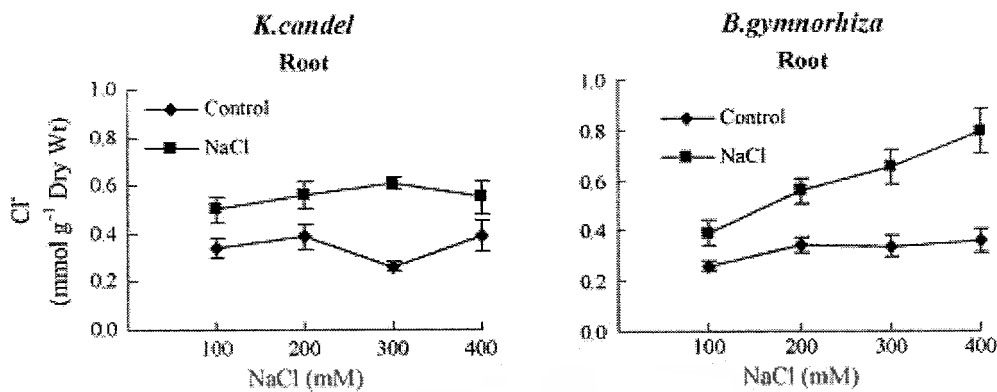
Li et al. (2008) ได้ทำการศึกษาการสะสม Na⁺ ในรากของ *K. candell* และ *B. gymnorhiza* พบว่า *K. candell* สามารถสะสม Na⁺ ในรากได้ 0.2 mmol/g ของน้ำหนักแห้ง NaCl ที่อยู่ภายนอกทำให้ Na⁺ ในรากเพิ่มขึ้นทั้ง 2 สายพันธุ์ Na⁺ ในรากของ *K. candell* จะค่อยๆ เพิ่มขึ้น แม้ว่าการสะสม Na⁺ ในรากไม่เปลี่ยนแปลงที่ NaCl 100 mM แต่การสะสม Na⁺ ของ *B. gymnorhiza* ใน NaCl ที่ 100 mM เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (ภาพที่ 17) จากการศึกษาการสะสม Cl⁻ ในรากของ *K. candell* และ *B. gymnorhiza* พบว่า Cl⁻ ในรากของทั้ง 2 สายพันธุ์ จะเพิ่มเมื่อความเค็มเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 18)



ภาพที่ 17 แสดงการสะสม Na⁺ ในรากที่ความเข้มข้นของ NaCl ต่างกัน ของ *K. candell* และ *B. gymnorhiza*

ที่มา : Li et al. (2008)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

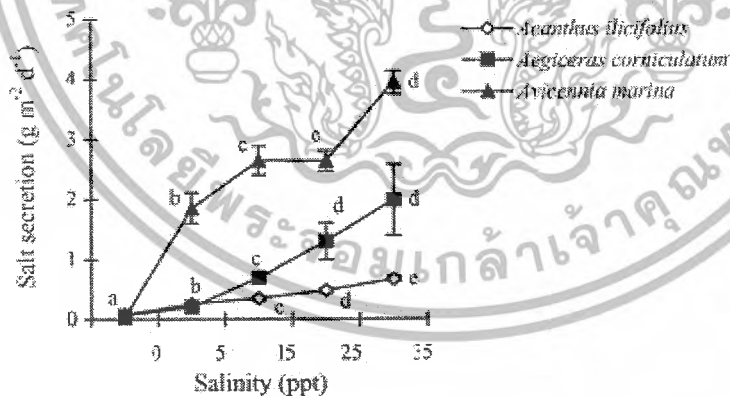


ภาพที่ 18 แสดงการสะสม Cl^- ในรากที่ความเข้มข้นของ NaCl ต่างกัน ของ *K. candell* และ *B. gymnorhiza*

ที่มา : Li et al. (2008)

การขับเกลือ

Ye et al. (2005) ได้ทำการศึกษาการขับเกลือออกทางใบ 3 สายพันธุ์ คือ *Av. marina*, *Ae. corniculatum* และ *Ac. ilicifolius* พบว่า การขับเกลือทั้ง 3 สายพันธุ์ จะเพิ่มขึ้นเมื่อมีความเค็มเพิ่มมากขึ้นด้วย ความเค็มที่ 5-25 ppt ทำให้ *Ac. ilicifolius* มีการขับเกลือเพิ่มขึ้นประมาณ 0.1 g/mm/d จะเพิ่มขึ้นทุก 10 ppt ปริมาณการขับเกลือ ประมาณ 0.9, 0.6 และ 0.2 g/mm/d ของ *Av. marina*, *Ae. corniculatum* และ *Ac. ilicifolius* ตามลำดับ (ภาพที่ 19)



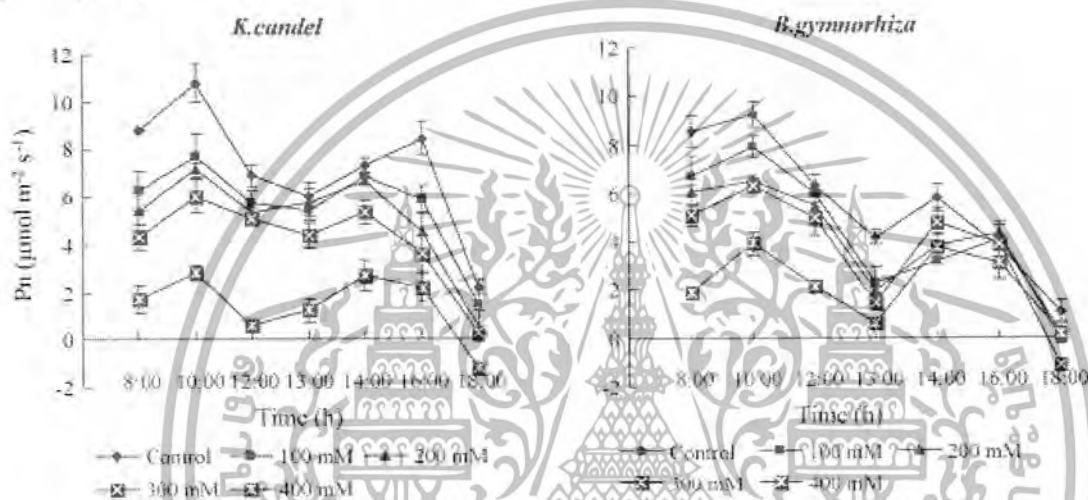
ภาพที่ 19 แสดงการขับเกลือที่ความเค็มต่างกัน ของต้นโกงกาง 3 สายพันธุ์ คือ *Acanthus ilicifolius*, *Aegiceras corniculatum* และ *Avicennia marina*

ที่มา : Ye et al. (2005)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

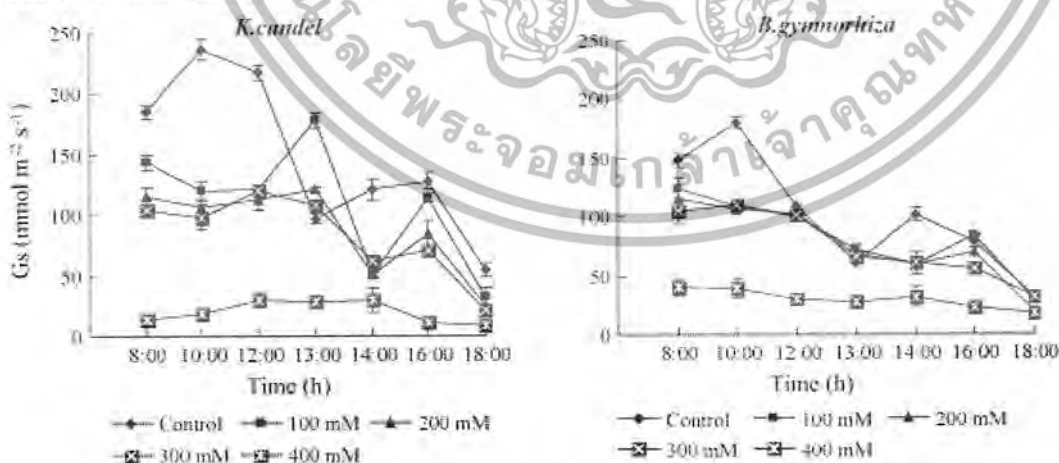
การสังเคราะห์แสง

Li et al. (2008) ได้ทำการศึกษาการสังเคราะห์แสงของโองกาง 2 ชนิด คือ *K. candel* และ *B. gymnorhiza* ทำการเก็บผลการทดสอบในช่วงเวลา 10.00-18.00 น. พบว่า ช่วงที่มีการสังเคราะห์แสงมากที่สุด คือเวลา 10.00-11.00 น. และ 14.00-16.00 น. ตามลำดับ โดยมีการรับแสงที่ใบ เมื่อ NaCl เพิ่มขึ้นจะทำให้การแลกเปลี่ยนก๊าซของทั้งสองสายพันธุ์นั้นลดลงด้วย อัตราการสังเคราะห์แสงและการรับแสงที่ใบ จะน้อยสุดที่ 400 mM ของ NaCl (ภาพที่ 20) ความเค็มที่เพิ่มขึ้นทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงของ *K. candel* ลดลงถึง 80% ขณะที่ *B. gymnorhiza* ลดลง 60% (ภาพที่ 21)



ภาพที่ 20 แสดงการสังเคราะห์แสงในช่วงเวลาต่างๆ กับระดับความเค็มที่เพิ่มขึ้นของ *K. candel* และ *B. gymnorhiza*

ที่มา : Li et al. (2008)



ภาพที่ 21 แสดงการรับแสงที่ใบในช่วงเวลาต่างๆ กับระดับความเค็มที่เพิ่มขึ้นของ *K. candel* และ *B. gymnorhiza*

ที่มา : Li et al. (2008)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของความเค็มต่อ chlorophyll และ carotenoid

Parida et al. (2004) ได้ทำการศึกษากผลของความเค็มต่อ chlorophyll ของ *Aegiceras corniculatum* พบว่า จำนวนของ chlorophyll และ carotenoid ลดลงเมื่อควบคุมระดับ NaCl chlorophyll ทั้งหมดของน้ำหนัสด ลดลงถึง 27% โดย NaCl ที่ 250 mM อัตราส่วน chlorophyll a:b คงที่ประมาณ 3.4 ซึ่งแสดงว่าเกลือที่มีความเข้มข้นสูงไม่มีผลต่ออัตราส่วนของ chlorophyll แต่เกลือที่มีความเข้มข้นสูงนั้นจะทำให้จำนวนของ chlorophyll ทั้งหมดลดลงและทำให้ carotenoids ลดลงโดยสังเกตได้จากความเค็มที่เข้มข้นสูง (250mM) แต่อัตรา chlorophyll a:b ไม่เปลี่ยนแปลง (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 แสดงความเข้มข้นของ NaCl ที่ต่างกัน มีผลต่อ Chlorophyll a, Chlorophyll b, total Chlorophyll, อัตราส่วน Chlorophyll a/b และการสะสม Carotenoid ในใบของ *Aegiceras corniculatum*

ระยะเวลา (วัน)	NaCl (mM)	Chl a	Chl b	Total Chl	Carotenoid	
		(mg/g น้ำหนักสด)	(mg/g น้ำหนักสด)	(mg/g น้ำหนักสด)	Chl a/b (mg/g น้ำหนักสด)	
0	0	0.53±0.15 ^a	0.16±0.007 ^a	0.69±0.02 ^a	3.32 ^a	0.17±0.008 ^a
7	0	0.55±0.03 ^a	0.16±0.003 ^a	0.71±0.04 ^a	3.38 ^a	0.18±0.005 ^a
	250	0.49±0.01 ^b	0.15±0.005 ^{ab}	0.65±0.01 ^b	3.32 ^a	0.15±0.003 ^b
14	0	0.54±0.02 ^a	0.16±0.005 ^a	0.73±0.07 ^a	3.42 ^a	0.18±0.007 ^a
	250	0.49±0.01 ^b	0.14±0.003 ^b	0.63±0.05 ^b	3.43 ^a	0.13±0.006 ^b
21	0	0.53±0.03 ^a	0.16±0.002 ^a	0.69±0.02 ^a	3.31 ^a	0.18±0.006 ^a
	250	0.46±0.01 ^b	0.14±0.003 ^b	0.60±0.02 ^b	3.31 ^a	0.12±0.005 ^b
30	0	0.56±0.02 ^a	0.16±0.005 ^a	0.72±0.05 ^a	3.40 ^a	0.19±0.007 ^a
	250	0.41±0.01 ^b	0.13±0.009 ^b	0.54±0.03 ^b	3.07 ^a	0.11±0.008 ^b

ที่มา : Parida et al. (2004)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เตรียมถังปลูก

1.1 ถังพลาสติกกว้าง 32 เซนติเมตร ยาว 40 เซนติเมตร สูง 23 เซนติเมตร จำนวน 18

ใบ

1.2 แผ่นพลาสติกดำกว้าง 85 เซนติเมตร ยาว 95 เซนติเมตร จำนวน 18 แผ่น

1.3 แผ่นพลาสติกวัดระดับน้ำกว้าง 3 เซนติเมตร ยาว 35 เซนติเมตร จำนวน 18 แผ่น

2. เตรียมดิน

2.1 จอบ เสียม

2.2 ถังผสมดินปริมาตร 100 ลิตร

2.3 ถังตักดิน

2.4 เครื่องชั่ง 7 กิโลกรัม

3. เตรียมน้ำ

3.1 ถังพลาสติกปริมาตร 100 ลิตร จำนวน 3 ใบ

3.2 ปีกเกอร์ 5 ลิตร

3.3 salinometer

4. เก็บตัวอย่างน้ำ

4.1 ขวดเก็บน้ำขนาด 50 มิลลิลิตร

5. เก็บตัวอย่างความสูงและใบ

5.1 ไม้บรรทัดยาว 90 เซนติเมตร และ 30 เซนติเมตร อย่างละ 1 อัน

5.2 กรรไกร

5.3 มีดผ่าตัด

5.4 สไลด์และ cover glass

5.5 กล้องจุลทรรศน์

5.6 กล้อง stereo

6. วัสดุดิบ

6.1 ดิน

6.2 น้ำเค็ม

6.3 ต้นโกงกางใบใหญ่ความสูงจากฝักระหว่าง 10-23 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการ

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomize Design; CRD) โดยแบ่งระดับความเค็มเป็น 6 ชุดการทดลอง ได้แก่ ระดับความเค็ม 0, 5, 10, 15, 25 และ 35 ppt ปลูกต้นโกงกางชุดการทดลองละ 5 ต้น แต่ละชุดการทดลองทำการทดลอง 3 ซ้ำ

วิธีการทดลอง

1. รวบรวมต้นโกงกาง

รวบรวมพันธุ์ต้นโกงกางใบใหญ่ (*Rhizophora mucronata*) จากศูนย์ศึกษากาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน (กลุ่มวิชาการป่าไม้) โดยคัดเลือกจากแปลงเพาะชำภายในสภาพแวดล้อมป่าชายเลน การคัดเลือกต้นโกงกางโดยสังเกตความแข็งแรงของลำต้นและใบ แล้วนำต้นโกงกางมาปักไว้ในถังพลาสติกขนาด 100 ลิตร เติมน้ำที่มีความเค็ม 20 ppt ให้ท่วมถ่วงเพาะชำ พักต้นโกงกางไว้ประมาณ 1 สัปดาห์

2. เตรียมถังปลูกต้นโกงกาง

ถังสำหรับปลูกต้นโกงกาง ใช้ถังพลาสติกขนาด 32 x 40 x 23 เซนติเมตร รองด้วยแผ่นพลาสติกกว้าง 85 เซนติเมตร ยาว 95 เซนติเมตร โดยหุ้มพื้นและขอบถัง

3. เตรียมดิน

นำดินผสมกับน้ำกวนให้เป็นเนื้อเดียวกัน แยกใบไม้ รากไม้ กิ่งไม้ออกจากดิน และกวนให้เป็นเนื้อเดียวกัน ตักใส่ถังพลาสติกที่เตรียมไว้ครั้งละ 1 กิโลกรัม น้ำหนักเปียก

4. ขั้นตอนการปลูก

4.1 สุ่มตำแหน่งลงปลูกต้นโกงกางในถังพลาสติก

4.2 วัดความสูงของต้นโกงกางจากส่วนที่ออกจากฝักถึงปลายยอด และแยกขนาดต้น

4.3 นำต้นโกงกางที่วัดความสูงแล้ว ปลูกลงถัง ถังละ 5 ต้น

4.4 วัดพื้นที่ใบของแต่ละต้น จำนวน 4 ใบต่อต้น

4.5 ปรับความเค็มวันละ 3 ppt ให้ได้ความเค็มที่ต้องการ และปรับระดับน้ำให้ได้ 19

เซนติเมตร

4.6 ควบคุมระดับน้ำ โดยเติมน้ำจืดทดแทนการระเหยในแต่ละวัน

การบันทึกข้อมูล

บันทึกข้อมูลความสูง พื้นที่ใบ ความหนาใบ นับจำนวนใบ นับจำนวนปากใบและสุ่ม

เก็บตัวอย่างน้ำวิเคราะห์ปริมาณ NH_3 NO_2^- NO_3^- และ P ทุก 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลความสูง พื้นที่ใบ ความหนาใบ นับจำนวนใบและนับจำนวนปากใบ วิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงสัตว์ทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ระยะเวลาในการทดลอง

ตุลาคม 2551 ถึง กุมภาพันธ์ 2552



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลของความเค็มต่อต้นโกงกาง

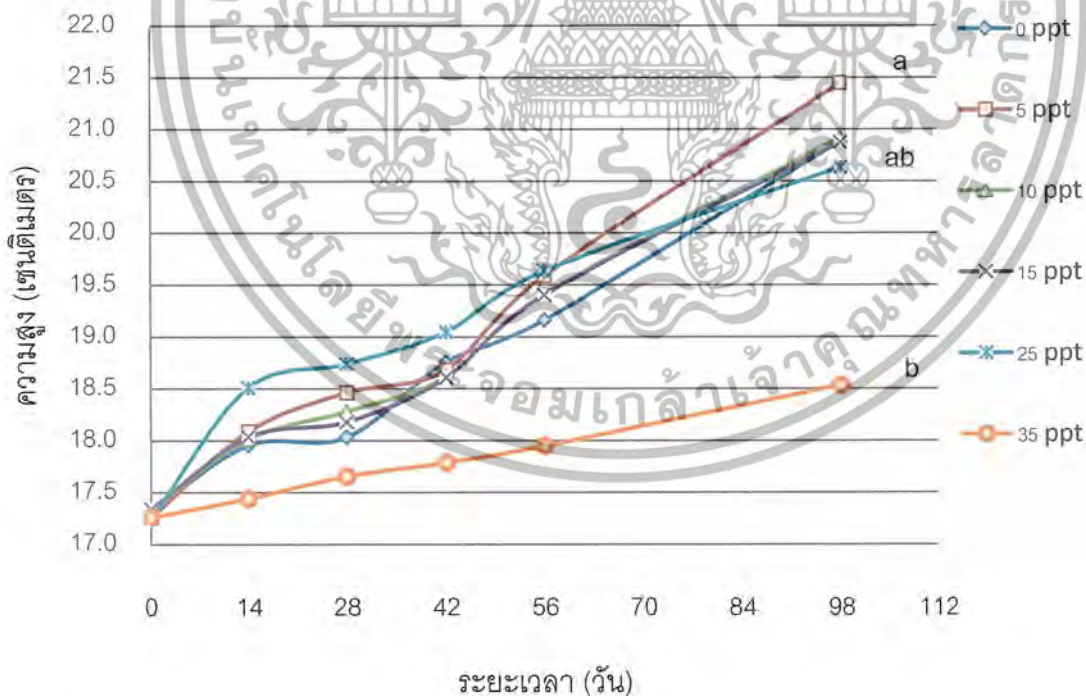
1.1 การเจริญเติบโต

1.1.1 ความสูง

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของต้นโกงกางที่ปลูกในระดับความเค็ม 0, 5, 10, 15, 25 และ 35 ppt พบว่า ความสูงของต้นโกงกางที่ปลูกในระดับความเค็ม 25 ppt มีการเจริญเติบโตดีในช่วงแรก และหลังจาก 50 วัน ต้นโกงกางที่ระดับความเค็ม 5 ppt จะมีการเจริญเติบโตดีที่สุด (ภาพที่ 22)

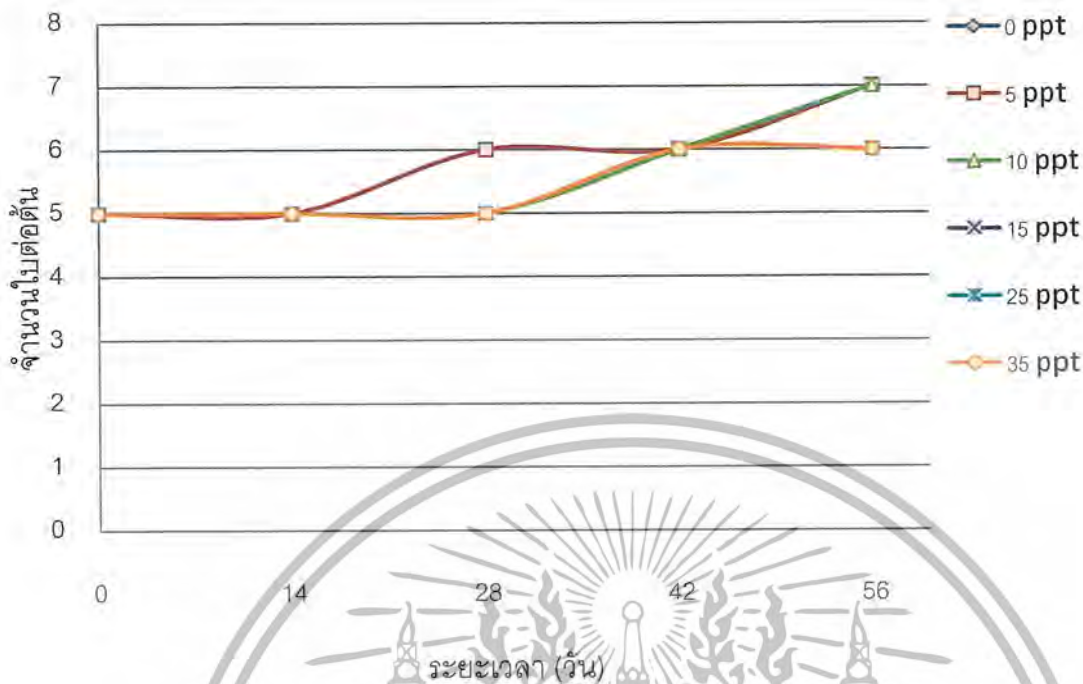
1.1.2 จำนวนใบ

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของต้นโกงกางที่ปลูกในระดับความเค็ม 0, 5, 10, 15, 25 และ 35 ppt พบว่า จำนวนใบของต้นโกงกางที่ปลูกในระดับความเค็ม 5 และ 10 ppt มีจำนวนใบของต้นโกงกางเพิ่มขึ้นมากกว่าความเค็มในระดับอื่น (ภาพที่ 23)



ภาพที่ 22 แสดงความสูงของต้นโกงกางที่ปลูกในระดับความเค็ม 0, 5, 10, 15, 25 และ 35 ppt

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



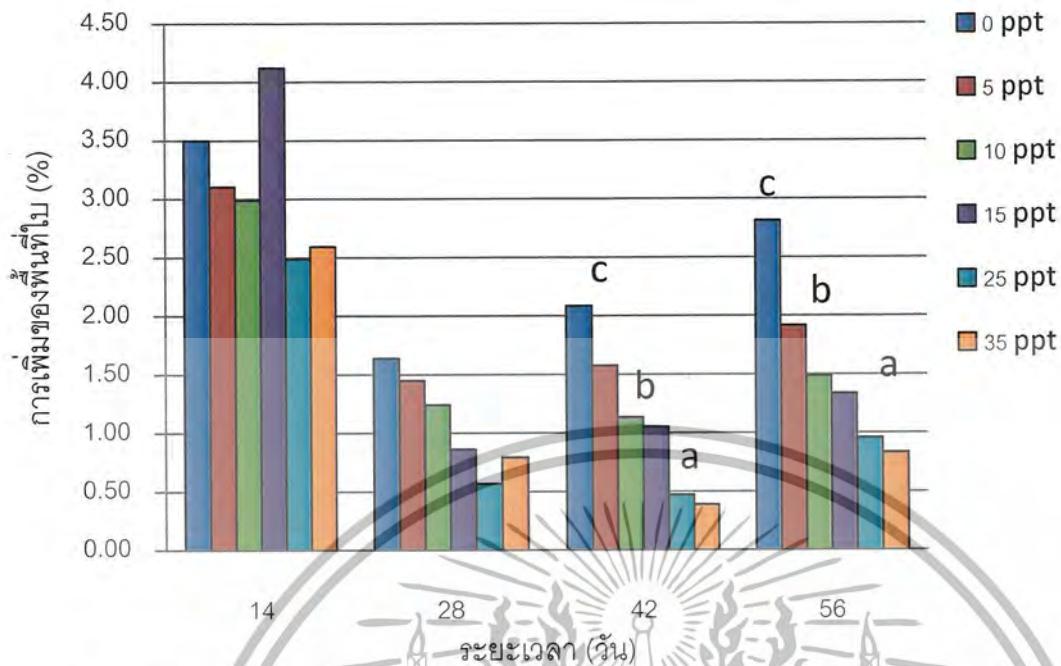
ภาพที่ 23 แสดงจำนวนใบของต้นโกงกางที่ปลูกในระดับความเค็ม 0, 5, 10, 15, 25 และ 35 ppt

1.1.3 พื้นที่ใบ

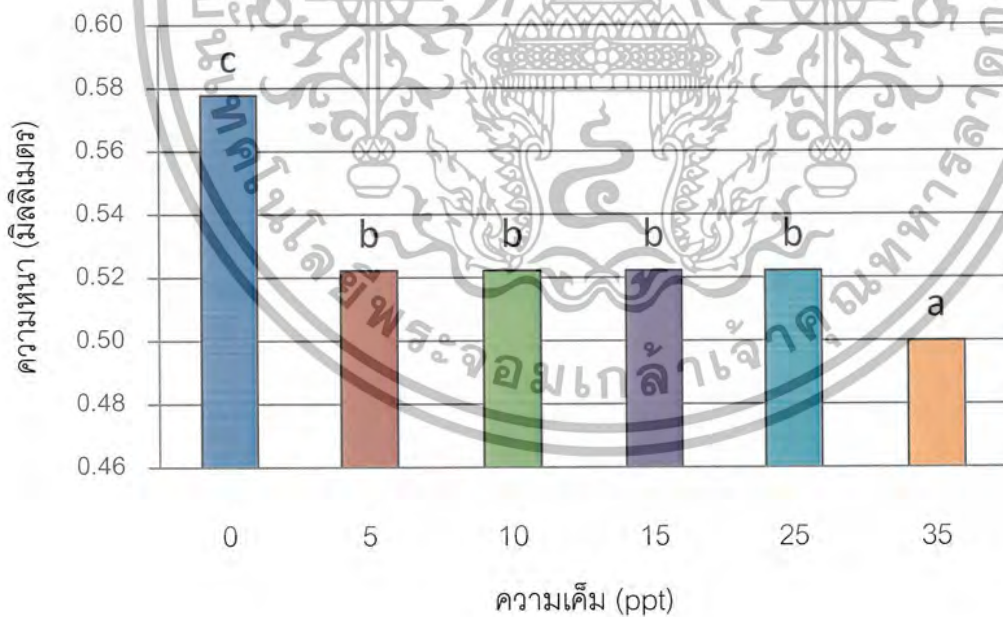
จากการศึกษาการเจริญเติบโตของต้นโกงกางที่ปลูกในระดับความเค็ม 0, 5, 10, 15, 25 และ 35 ppt พบว่า การเพิ่มพื้นที่ใบของต้นโกงกางที่ปลูกในระดับความเค็ม 5 และ 10 ppt มีเปอร์เซ็นต์การเพิ่มพื้นที่ใบของต้นโกงกางที่ปลูกในระดับความเค็ม 0 ppt มากกว่าระดับความเค็มที่เพิ่มขึ้น ซึ่งต้นโกงกางที่ปลูกในระดับความเค็ม 5, 10, 15, 25 และ 35 ppt จะมีเปอร์เซ็นต์การเพิ่มพื้นที่ใบของต้นโกงกางลดลงตามลำดับ (ภาพที่ 24)

1.1.4 ความหนาใบ

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของต้นโกงกางที่ปลูกในระดับความเค็ม 0, 5, 10, 15, 25 และ 35 ppt พบว่า ความหนาของใบของต้นโกงกางที่ปลูกในระดับความเค็ม 0 ppt มีความหนาใบของต้นโกงกางมากกว่าระดับความเค็มที่เพิ่มขึ้น และระดับความเค็มที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ความหนาใบของต้นโกงกางลดลง (ภาพที่ 25)



ภาพที่ 24 แสดงการเพิ่มพื้นที่ใบของต้นโกงกางที่ปลูกในระดับความเค็ม 0, 5, 10, 15, 25 และ 35 ppt



ภาพที่ 25 แสดงความหนาของใบของต้นโกงกางที่ปลูกในระดับความเค็ม 0, 5, 10, 15, 25 และ 35 ppt

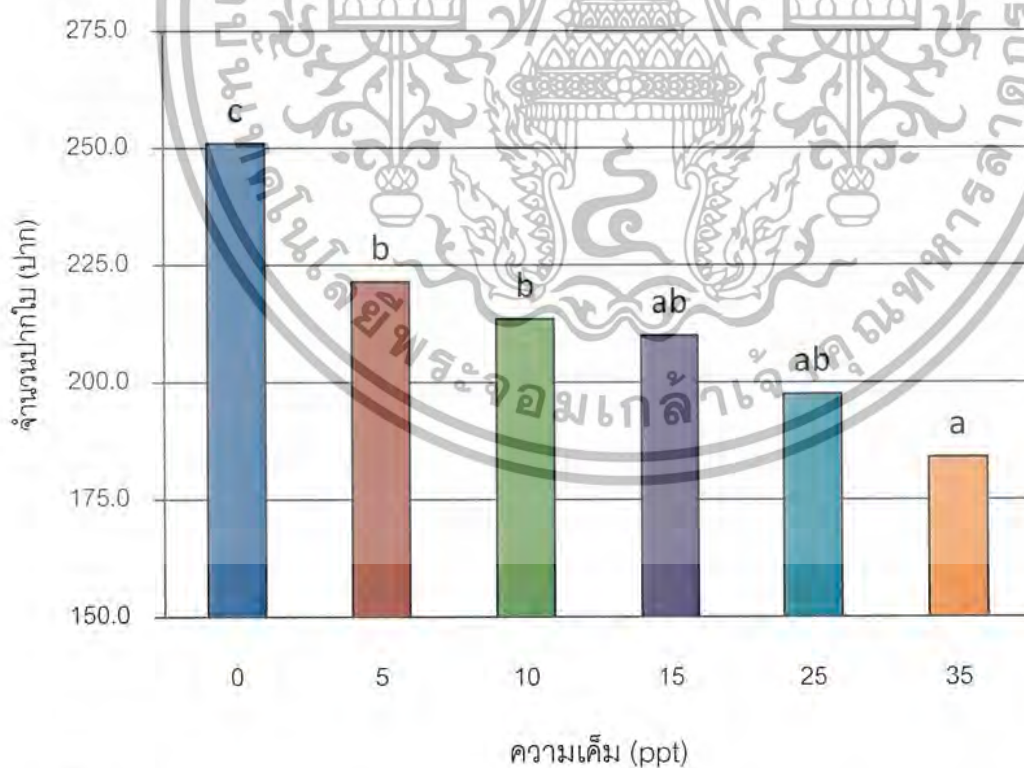
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 จำนวนปากใบ

จากการศึกษาจำนวนปากใบของต้นโกงกางที่ปลูกในระดับความเค็ม 0, 5, 10, 15, 25 และ 35 ppt พบว่า จำนวนปากใบของต้นโกงกางที่ปลูกในระดับความเค็ม 0 ppt มีความหนาแน่นมากกว่าระดับความเค็มที่เพิ่มขึ้น และระดับความเค็มที่เพิ่มขึ้นทำให้จำนวนปากใบลดน้อยลง (ภาพที่ 26) เนื่องจากปากใบมีหน้าที่ควบคุมการสูญเสียของน้ำทางใบ ซึ่งจะมีจำนวนมากหรือน้อยก็จะขึ้นอยู่กับความต้องการกักเก็บน้ำเอาไว้ (เทียมใจ, 2536)

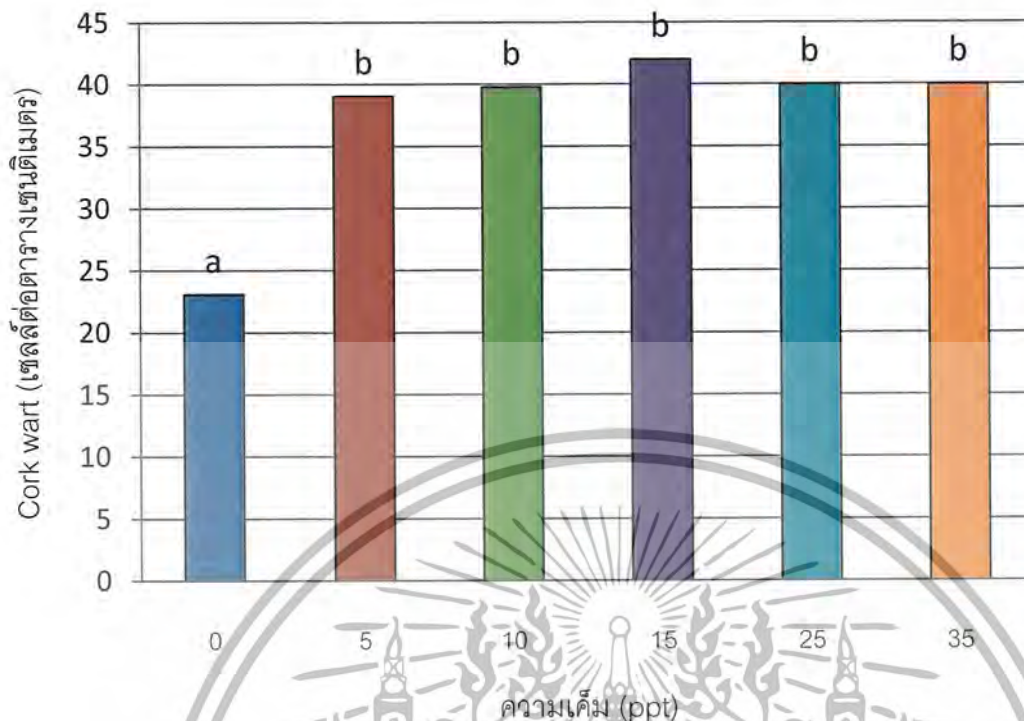
1.3 cork wart

จากการศึกษาโครงสร้างของใบต้นโกงกางที่ปลูกในระดับความเค็ม 0, 5, 10, 15, 25 และ 35 ppt พบว่า จำนวน cork wart ของระดับความเค็ม 0 ppt มีจำนวนน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับระดับความเค็มที่เพิ่มขึ้น และระดับความเค็มที่เพิ่มขึ้นทำให้จำนวน cork wart เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 27) เนื่องจาก cork wart เป็นส่วนปลายของท่อลำเลียงน้ำในใบ กระจายอยู่บริเวณใต้ใบของต้นโกงกาง มีลักษณะเป็นจุดสีน้ำตาลแดง cork wart จะมีหน้าที่ควบคุมการเก็บสะสมน้ำในใบ ซึ่งจะมีปริมาณมากหรือน้อยก็จะขึ้นอยู่กับความต้องการเก็บสะสมน้ำในใบ (เทียมใจ, 2536)



ภาพที่ 26 แสดงจำนวนปากใบต้นโกงกางที่ปลูกในระดับความเค็ม 0, 5, 10, 15, 25 และ 35 ppt

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

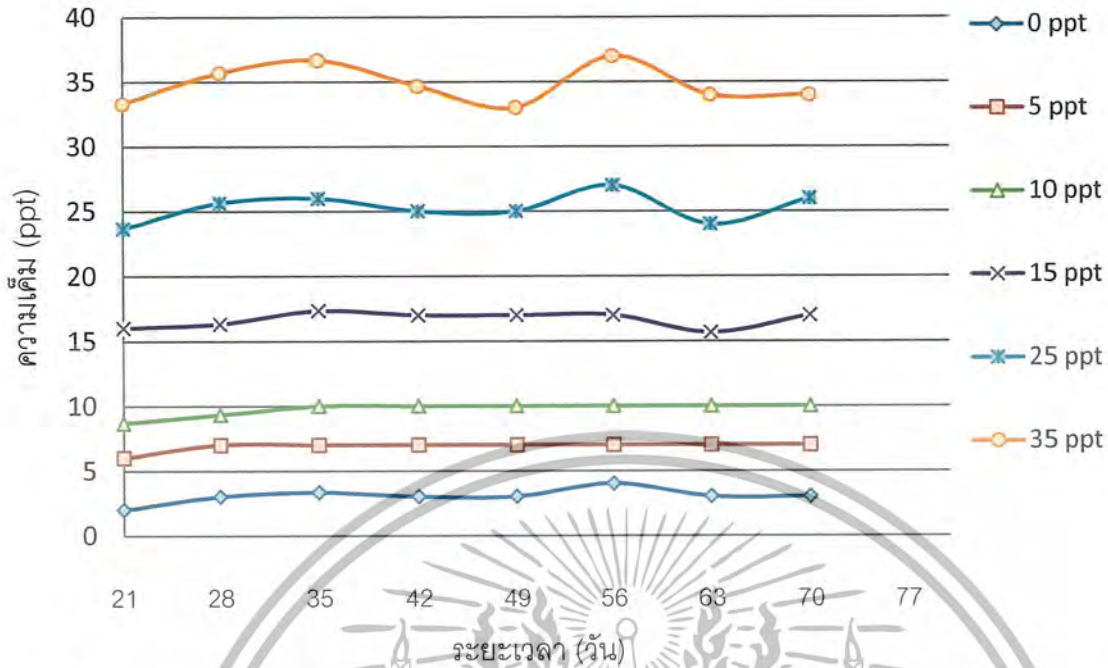


ภาพที่ 27 แสดง cork wart ได้ไปต้นโกงกางที่ปลูกในระดับความเค็ม 0, 5, 15, 25 และ 35 ppt

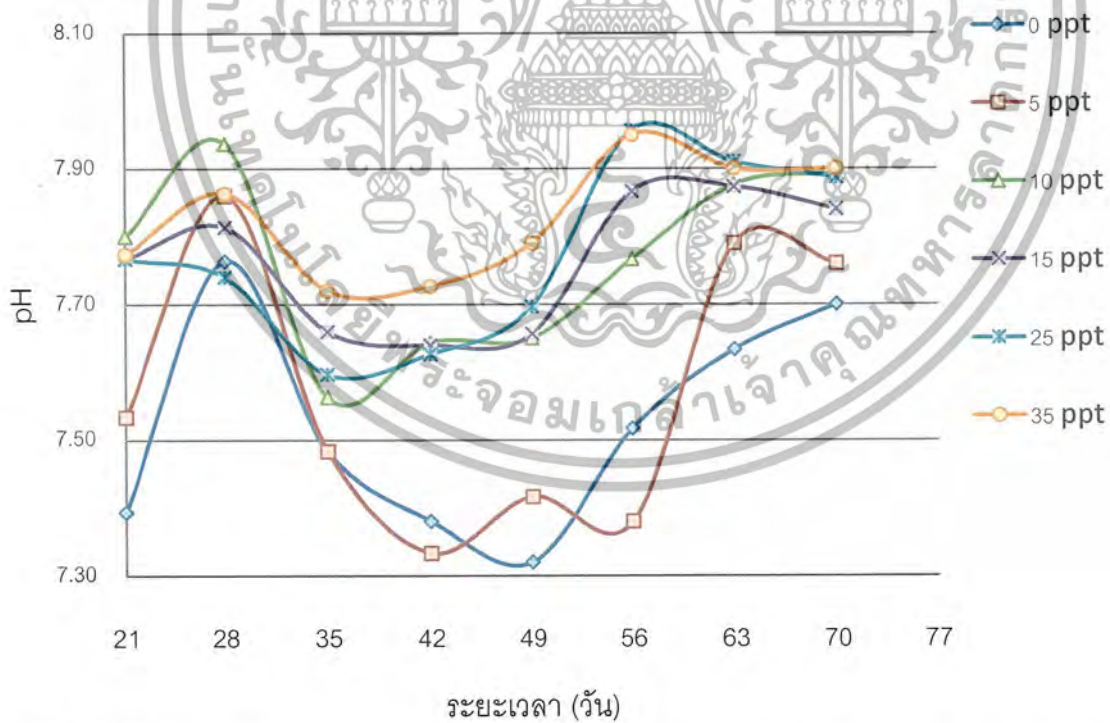
2. คุณภาพน้ำ

จากการศึกษาคุณภาพน้ำที่ใช้ในการปลูกต้นโกงกางที่ปลูกในระดับความเค็ม 0, 5, 10, 15, 25 และ 35 ppt พบว่า ความเค็มน้ำที่ปลูกต้นโกงกางตลอดระยะเวลาการศึกษา มีความเค็มที่ได้เป็น 0 ± 2.55 , 5 ± 1.35 , 10 ± 0.50 , 15 ± 1.59 , 25 ± 1.10 และ 35 ± 1.50 ppt ตามลำดับ (ภาพที่ 28) ความเป็นกรด-ด่างของทุกระดับความเค็มมีปริมาณเพิ่มขึ้นในช่วงวันที่ 21 แล้วลดลงในช่วงวันที่ 28 และเพิ่มขึ้นในช่วงท้ายของการศึกษา (ภาพที่ 29) ความเป็นด่างมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆทุกระดับความเค็ม (ภาพที่ 30) แอมโมเนียมีปริมาณเพิ่มขึ้นในช่วงท้ายของการศึกษา (ภาพที่ 31) ไนโตรที่ในช่วงวันที่ 21 มีปริมาณสูงและค่อยๆ ลดลงตลอดระยะเวลาการศึกษา (ภาพที่ 32) ไนเตรทมีปริมาณที่คงที่ ซึ่งปริมาณไนเตรทของระดับความเค็มที่ 35 ppt จะมีปริมาณไนเตรทมากที่สุด และปริมาณไนเตรทจะลดลงตามระดับความเค็มที่ลดน้อยลง (ภาพที่ 33) สวอนฟอสเฟตมีปริมาณเพิ่มขึ้นและลดลงซึ่งไม่แน่นอน มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณการเพิ่มขึ้นและลดลงตลอดระยะเวลาการศึกษา (ภาพที่ 34)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

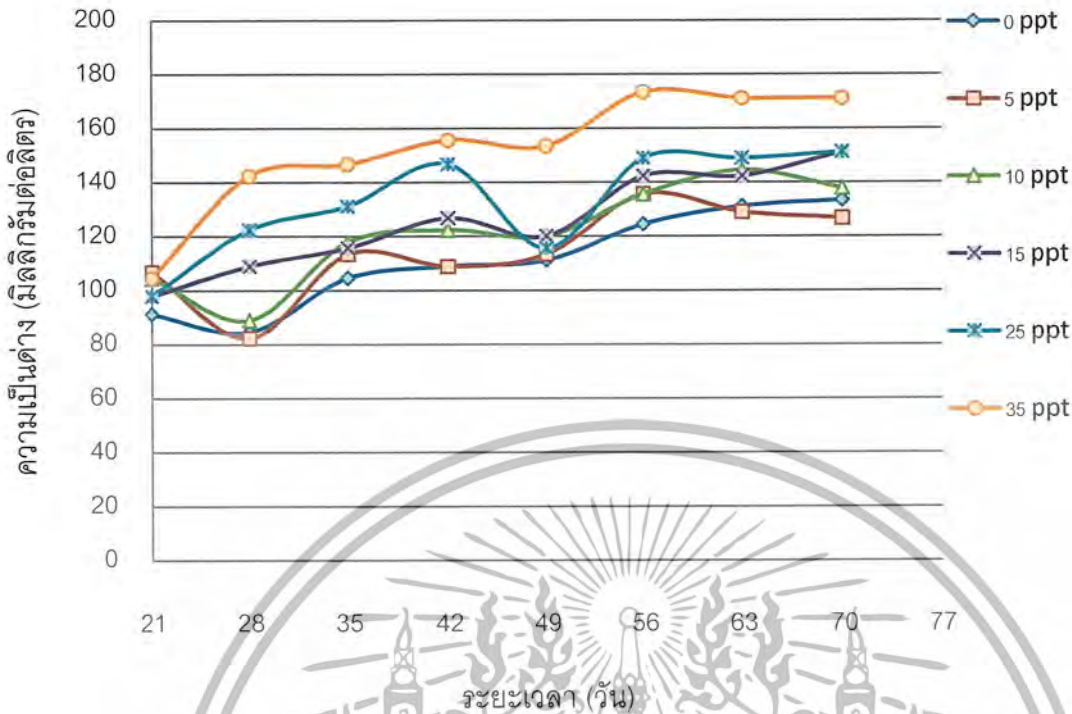


ภาพที่ 28 แสดงความเค็มของน้ำที่ปลูกต้นโกงกางที่ปลูกในระดับความเค็ม 0, 5, 10, 15, 25 และ 35 ppt

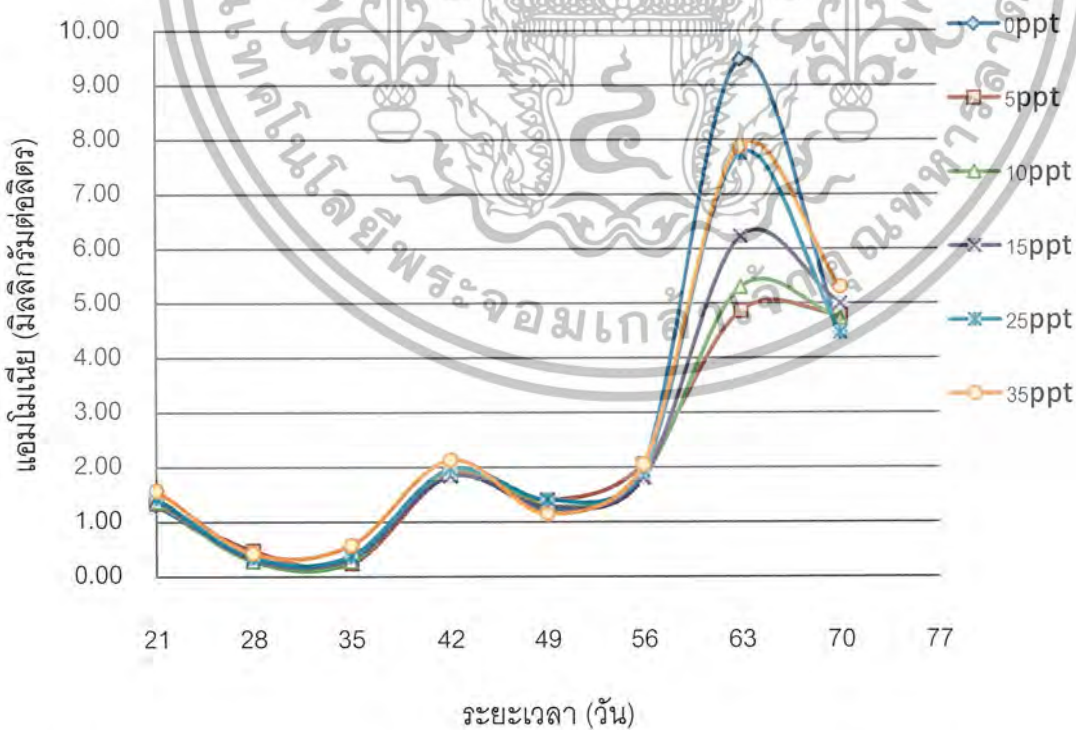


ภาพที่ 29 แสดง pH ของน้ำที่ปลูกต้นโกงกางที่ปลูกในระดับความเค็ม 0, 5, 10, 15, 25 และ 35 ppt

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

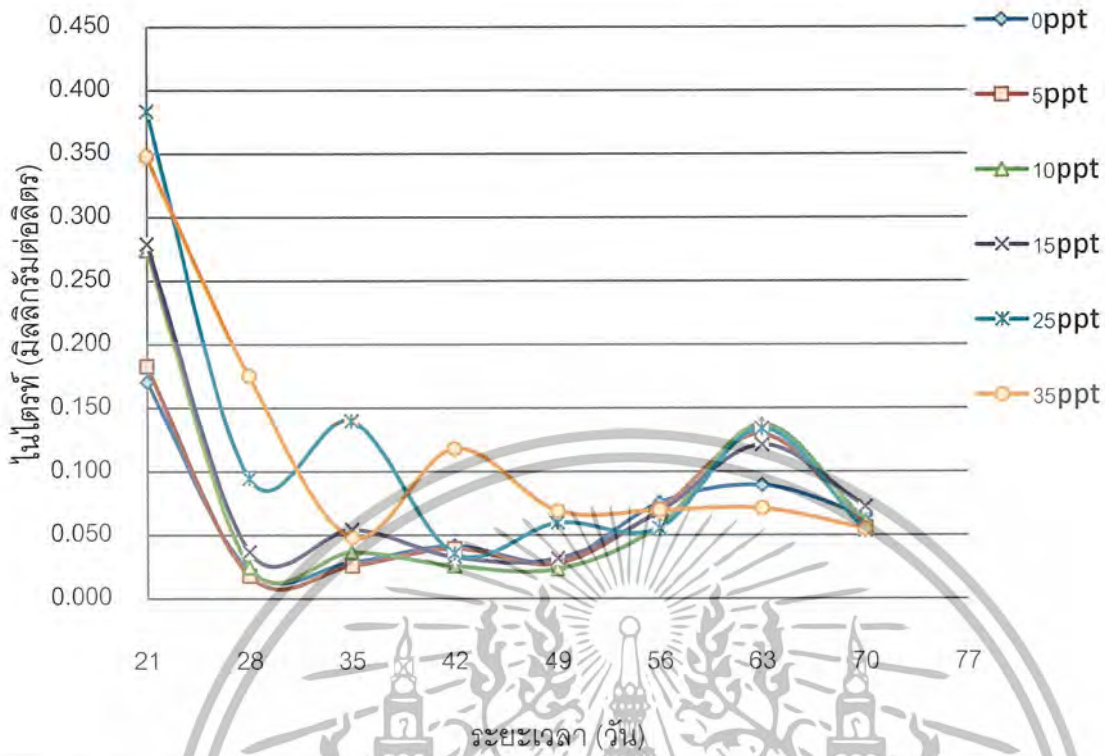


ภาพที่ 30 แสดงปริมาณความเป็นต่างของน้ำที่ปลูกต้นโกงกางที่ปลูกในระดับความเค็ม 0, 5, 10, 15, 25 และ 35 ppt

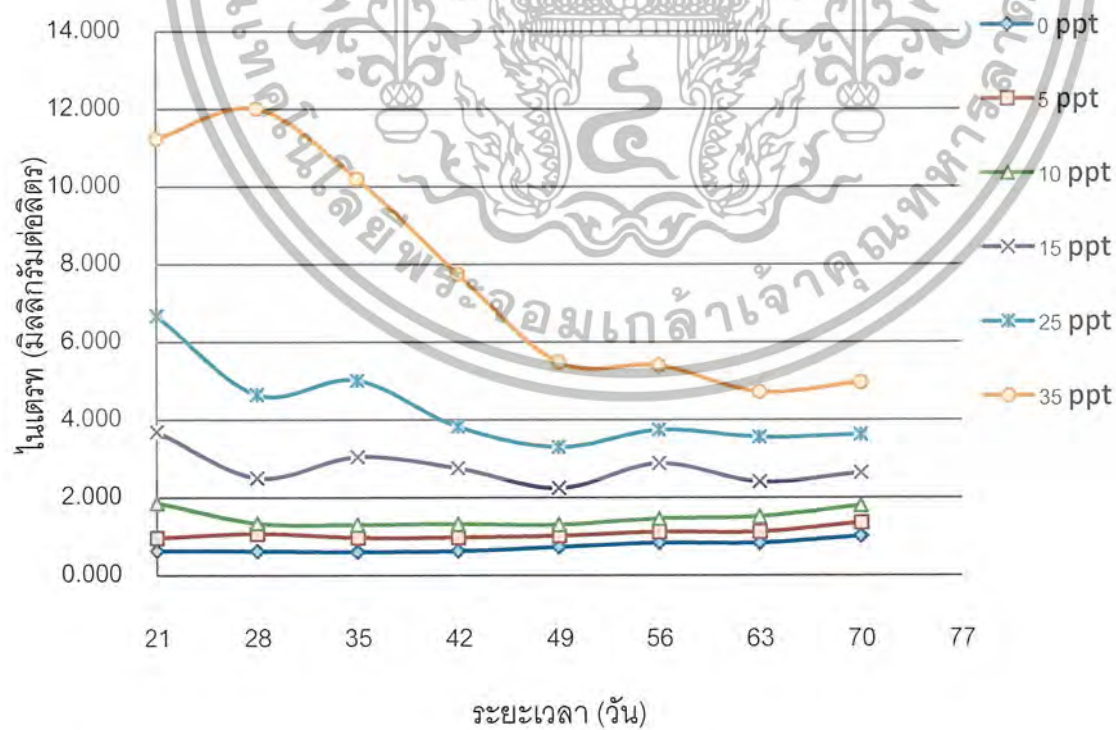


ภาพที่ 31 แสดงปริมาณแอมโมเนียของน้ำที่ปลูกต้นโกงกางที่ปลูกในระดับความเค็ม 0, 5, 10,

15, 25 และ 35 ppt รับการจ้างงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

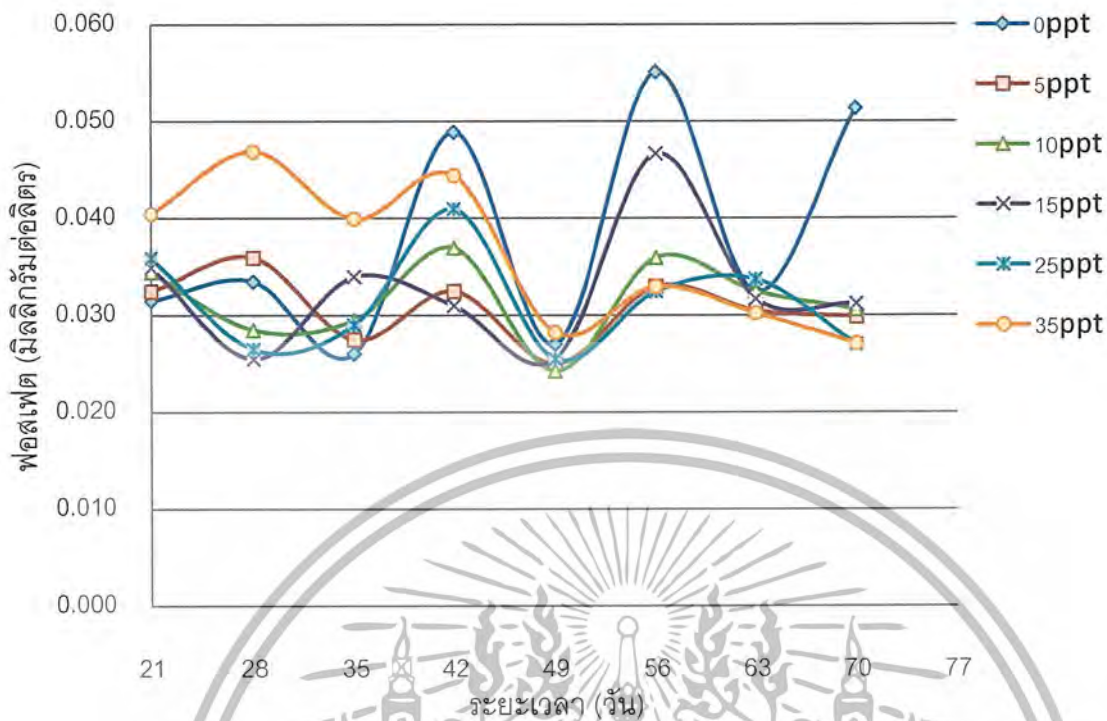


ภาพที่ 32 แสดงปริมาณไนเตรทของน้ำที่ปลูกต้นโกงกางที่ปลูกในระดับความเค็ม 0, 5, 10, 15, 25 และ 35 ppt



ภาพที่ 33 แสดงปริมาณไนเตรทของน้ำที่ปลูกต้นโกงกางที่ปลูกในระดับความเค็ม 0, 5, 10, 15, 25 และ 35 ppt

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 34 แสดงปริมาณฟอสเฟตของน้ำที่ปลูกต้นโกงกางที่ปลูกในระดับความเค็ม 0, 5, 10, 15, 25 และ 35 ppt

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

ความเค็มมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของต้นโกงกางและคุณภาพน้ำ โดยความเค็มที่ 5 ppt มีผลต่อทำให้ต้นโกงกางเจริญเติบโตดี ส่วนการเพิ่มพื้นที่ใบ ความหนาของใบ จำนวนปากใบมีอัตราการเพิ่มมากขึ้นเมื่อความเค็มที่ 0 ppt และการเจริญเติบโต การเพิ่มพื้นที่ใบ ความหนาใบ จำนวนปากใบจะลดลงเมื่อความเค็มที่ 35 ppt และจำนวน cork wart ลดลงเมื่อความเค็มที่ 0 ppt ผลของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำที่ใช้ปลูกต้นโกงกาง พบว่า คุณภาพน้ำมีการเปลี่ยนแปลงไม่แน่นอน ซึ่งยังไม่สามารถสรุปได้ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำอาจมีผลมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพของดินที่ใช้ปลูก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- Aziz, I. and M.A. Khan. 2001. Effect of seawater on the growth, ion content and water potential of *Rhizophora mucronata* lam. Journal of Plant Research 114:369-373.
- Hwang, Y.H. and S.C. Chen. 2001. Effects of ammonium, phosphate, and salinity on growth, gas exchange characteristics, and ionic contents of seedlings of mangrove *Kandelia candel* (L.) druce. Institute of Botany, Academia Sinica 42:131-139.
- Khan, M.A. and I. Aziz. 2001. Salinity tolerance in some mangrove species from Pakistan. Wetlands Ecology and Management 9:219-223.
- Li, N., S. Chen, X. Zhou, C. Li, J. Shao, R. Wang, E. Fritz, A. Huttermann and A. Polle. 2008. Effect of NaCl on photosynthesis, salt accumulation and ion compartmentation in two mangrove species, *Kandelia candel* and *Bruguiera gymnorhiza*. Aquatic Botany 88:303-310.
- Parida, A.K., A.B. Das, Y. Sanada and P. Mohanty. 2004. Effect of salinity on biochemical components of the mangrove, *Aegiceras corniculatum*. Aquatic Botany 80:77-87.
- Suarez, N. and E. Medina. 2005. Salinity effect on plant growth and leaf demography of the mangrove, *Avicennia germinans*. Trees 19:721-727.
- Ye, Y., N.F.Y. Tam, C.Y. Lu and Y.S. Wong. 2005. Effect of salinity on germination, seedling growth and physiology of three salt-secreting mangrove species. Aquatic Botany 83:193-205.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Youssef, T.. 2007. Stomatal, biochemical and morphological factors limiting photosynthetic gas exchange in the mangrove associate *Hibiscus tiliaceus* under saline and arid environment. *Aquatic Botany* 87:292-298.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้