ตรวจเอกสาร

ต้นโกงกางมีหลายชนิด เช่น *Acanthus ilicifolius, Aegiceras conrnicularum, Avicennia marina, Bruguiera gymnorhiza, Excoecaria agallocha, Heritiera littoralis, Kandelia candell* และ *Lumnitzera racemosa* (Li *et al.*, 2008; Ye et al. 2005; Youssef, 2007) เป็นพรรณไม้ที่ขึ้นอยู่บริเวณป่าชายเลนซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์ทะเลวัยอ่อน ต้นโกงกางสามารถเจริญเติบโตและทนอยู่ในน้ำที่มีความเค็มแตกต่างกัน ต้นโกงกางแต่ละชนิดจะมีการปรับตัวเพื่อให้อยู่ได้ในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน โดยเฉพาะสภาพที่มีความเค็มแตกต่างกัน เช่น *Bruguiera gymnorhiza* สามารถสะสม Na^+ ในใบเมื่อความเค็มน้ำเพิ่มขึ้น (Li *et al.*, 2008) นอกจากนี้ Youssef (2007) รายงานว่า *Heritiera littoralis* และ *Kandelia candell* สามารถสะสม Na^+ และ K^+ ในส่วนของใบ ก้านใบ และราก Ye et al. (2005) ได้ศึกษาพบว่า ต้นโกงกางชนิด *Acanthus ilicifolius, Aegiceras conrnicularum* และ *Avicennia marina* สามารถขับเกลือได้เมื่อปริมาณความเค็มในน้ำเพิ่มขึ้น จากคุณสมบัติดังกล่าวทำให้ต้นโกงกางทนต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มและเจริญเติบโตได้ดี ซึ่งในการเจริญเติบโตของพืชจำเป็นต้องอาศัยธาตุอาหารหลัก เช่น ธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ซึ่งจะพบในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดและสัตว์ทะเลแบบหนาแน่น มักจะพบปัญหาของเสียจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่มีปริมาณสารอินทรีย์จากสิ่งขับถ่ายและอาหารที่เหลือตกค้างปริมาณมาก ในสารอินทรีย์จะมีปริมาณสารประกอบไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชน้ำชนิดต่างๆ รวมทั้งสาหร่าย ซึ่งน้ำที่มีปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมากจะส่งผลต่อคุณสมบัติของน้ำและทำให้สัตว์น้ำได้รับอันตรายได้ ดังนั้น การลดปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจะเป็นการแก้ปัญหาคุณสมบัติของน้ำและสิ่งแวดล้อมได้ การใช้พืชช่วยในการดูดซับธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเป็นวิธีการหนึ่งในการแก้ปัญหา การเจริญเติบโตของพืชมีปัจจัยหลายประการที่มีผลต่อการเติบโต เช่น ธาตุอาหาร แสง อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง และความเค็ม (Smith, 1996; Shaw and Smith, 2000; Alam et al., 2001; Haider et al., 2003)

ปริมาณไนโตรเจนและฟอสเฟต

การเจริญเติบโตของพืชน้ำและสาหร่าย จำเป็นต้องอาศัยธาตุอาหารหลักไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเป็นปัจจัยที่สำคัญ ซึ่งจะพบปริมาณมากในแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีความอุดมสมบูรณ์ และในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำที่มีการเลี้ยงแบบหนาแน่นทำให้ของเสียจากสิ่งขับถ่ายของสัตว์น้ำ และอาหารที่เหลือตกค้างในบ่อเลี้ยงมีปริมาณมาก เมื่อของเสียเหล่านั้นถูกย่อยสลายทำให้เกิดธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายแต่ละชนิด (Pillay, 1992) การเปลี่ยนแปลงชนิดและปริมาณสาหร่ายจะเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่อยู่ในน้ำและตะกอนดินซึ่งจะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพแวดล้อมทางฟิสิกส์และเคมี (Hillebrand and Kahlert, 2002)

ไนโตรเจน (nitrogen)

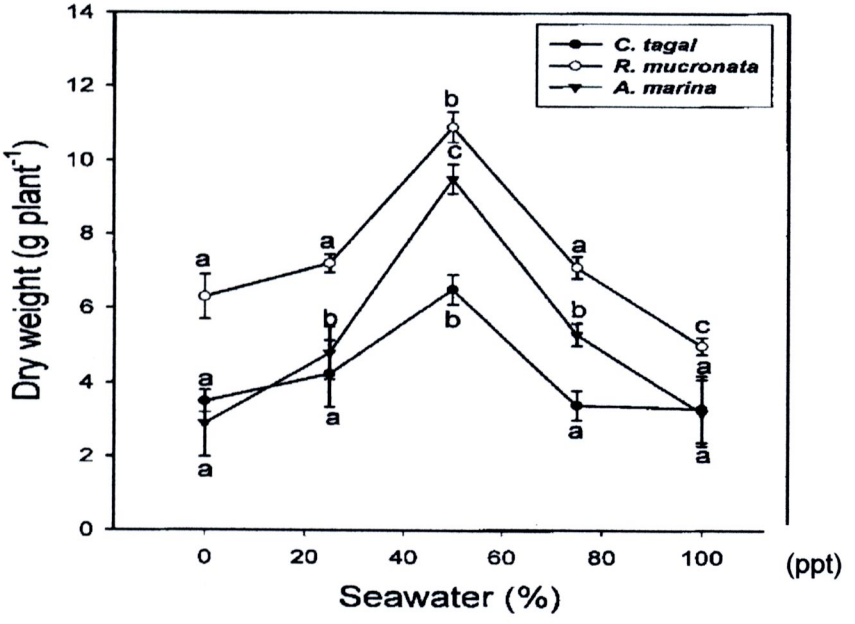
ปริมาณไนโตรเจนเป็นปัจจัยที่มีผลต่อกลไกทางสรีรวิทยาของสาหร่าย Saha (2003) พบว่าในสภาวะที่สาหร่ายขาดไนโตรเจนเป็นเวลานานจะทำให้ลักษณะของเซลล์สาหร่ายมีสีเหลือง การเจริญเติบโตจะลดลง 17 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักสด Funge-Smith and Briggs (1998) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนกับปริมาณคลอโรฟิลล์-เอของสาหร่ายในบ่อเลี้ยงกุ้ง พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์-เอจะเปลี่ยนแปลงเป็นปฏิภาคโดยตรงกับปริมาณไนโตรเจน นอกจากนี้ Saadoun *et al.* (2001) พบว่าปริมาณแอมโมเนียมีผลต่อมวลน้ำหนัก และคลอโรฟิลล์-เอ ของสาหร่ายโดยมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณแอมโมเนียเพิ่มขึ้น

ฟอสเฟต (total phosphate, TP และ soluble reactive phosphate, SRP)

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วจะทำให้ความเป็นกรด-ด่างของน้ำเพิ่มขึ้นมากกว่า 9 และเป็นผลทำให้ปริมาณฟอสเฟตในแหล่งน้ำเพิ่มขึ้น (Hillebrand and Kahlert, 2002; Xie *et al.*, 2003) เนื่องจากฟอสเฟตที่อยู่ในตะกอนดินจะแตกตัวและปล่อยฟอสเฟตออกสู่แหล่งน้ำทำให้ปริมาณฟอสเฟตในน้ำเพิ่มขึ้น (Boyd, 1995; Boyd and Munsiri, 1996; Xie *et al.*, 2003) ปริมาณฟอสเฟตที่เพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้การสังเคราะห์ปริมาณมวลน้ำหนัก และคลอโรฟิลล์-เอ เพิ่มขึ้น (Saadoun *et al.*, 2001) นอกจากนี้ Yusoff *et al.* (2001) ได้ทดลองสกัดตะกอนดินจากบ่อเลี้ยงกุ้งและนำน้ำที่ได้จากการสกัดมาเลี้ยงสาหร่าย พบว่าสาหร่ายสามารถเจริญเติบโตได้ดี เมื่อวิเคราะห์ธาตุอาหารในน้ำที่สกัดพบว่ามีปริมาณฟอสเฟต 25.98 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณไนโตรเจน 65.45 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งปริมาณธาตุอาหารมีมากพอต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย การปล่อยฟอสเฟตจากตะกอนดินสู่แหล่งน้ำธรรมชาติเพิ่มขึ้นเป็นผลทำให้สาหร่ายมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว

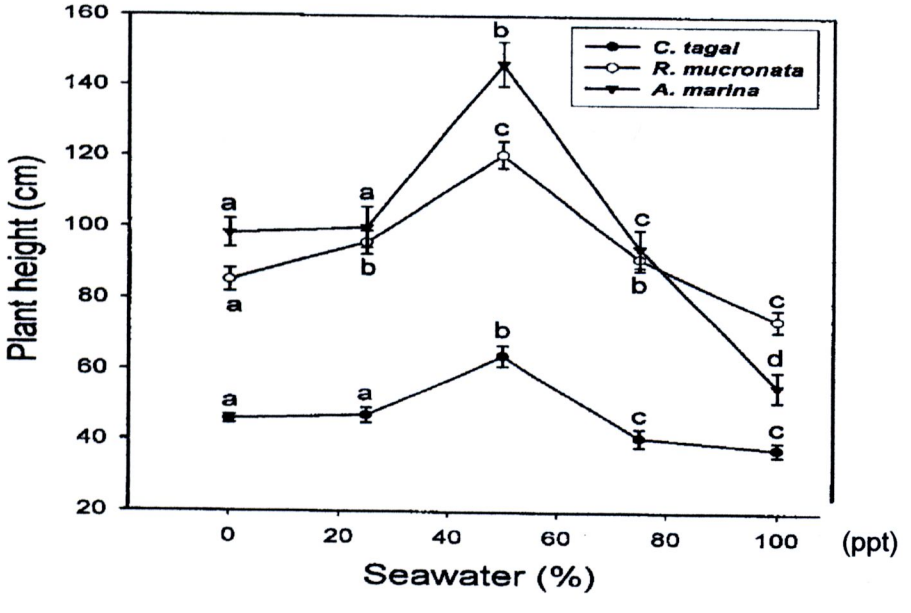
การเจริญเติบโตของต้นโกงกาง

Khan and Aziz (2001) ศึกษาการเจริญเติบโตของโกงกางสายพันธุ์ *Avicennia marina, Ceriops tagal* และ *Rhizophora mucronata* ในประเทศปากีสถาน โดยปลูกต้นโกงกางในน้ำที่ระดับความเค็ม 0, 25, 50, 75 และ 100 ppt ผลการศึกษาพบว่าต้นโกงกางทั้งสามสายพันธุ์จะเจริญเติบโตเมื่อความเค็มเพิ่มขึ้นโดยมีการเจริญเติบโตดีที่สุดในน้ำที่มีความเค็ม 50 ppt และเมื่อระดับความเค็มเพิ่มมากกว่า 50 ppt การเจริญเติบโตจะลดลง เมื่อเติมความเค็มเพิ่มขึ้นทั้งสามสายพันธุ์ โดยต้นโกงกางสายพันธุ์ *R. hizophora mucronata* เจริญเติบโตให้น้ำหนักแห้งมากกว่าอีกสองสายพันธุ์ในทุกระดับความเค็ม (ภาพที่ 1) แต่ความสูงสายพันธุ์ *A. marina* จะเจริญเติบโตได้ความสูงที่สุด (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 1 น้ำหนักแห้งของต้นโกงกางชนิด *Avicennia marina, Ceriops tagal* และ *Rhizophora mucronata* ที่ปลูกในน้ำที่มีระดับความเค็ม 0, 25, 50, 75 และ 100 ppt

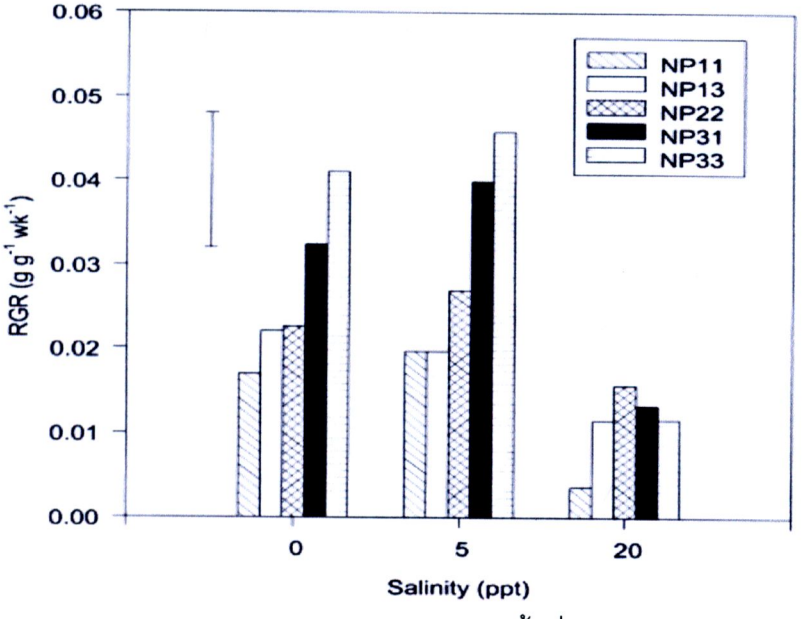
ที่มา : Khan and Aziz (2001)



ภาพที่ 2 ความสูงของต้นโกงกางชนิด *Avicennia marina, Ceriops tagal* และ *Rhizophora mucronata* ที่ปลูกในน้ำที่มีระดับความเค็ม 0, 25, 50, 75 และ 100 ppt

ที่มา : Khan and Aziz (2001)

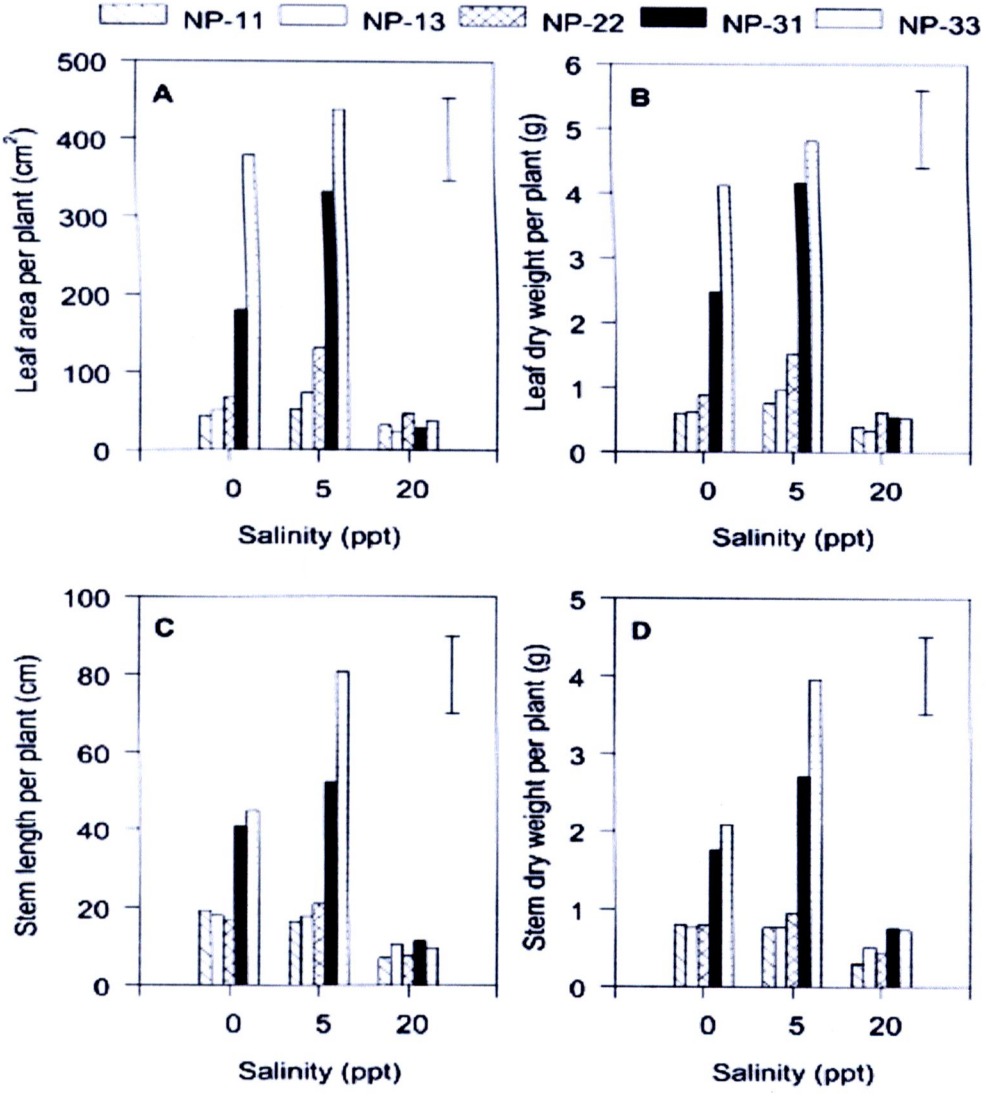
Hwang and Chen (2001) ศึกษาการเจริญเติบโตของต้นโกงกางชนิด *Kandelia candel* ในน้ำที่มีระดับความเค็ม 0, 5 และ 20 ppt และธาตุอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัส NP11, NP13, NP22, NP31 และ NP33 พบว่าการเจริญเติบโตของ *K. candel* ที่ระดับความเค็ม 5 ppt ใช้ธาตุอาหาร NP33 จะทำให้อัตราการเจริญเติบโตเพิ่มมากที่สุด (ภาพที่ 3) โดยมีการเจริญเติบโตของพื้นที่ใบต่อต้น (ภาพที่ 4a) น้ำหนักแห้งของใบต่อต้น (ภาพที่ 4b) ความสูงของต้น (ภาพที่ 4c) และน้ำหนักแห้งของต้น (ภาพที่ 4d) ที่ระดับความเค็ม 5 ppt ดีที่สุด แสดงว่าความเค็มมีผลต่อการเจริญเติบโตของ *K. candel* มากกว่าธาตุอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัส และเมื่อต้นโกงกางอยู่ในระดับความเค็มที่เหมาะสมธาตุอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัส NP33 จะช่วยให้ต้นโกงกางสายพันธุ์ *K. candel* สามารถพัฒนาการเจริญเติบโตได้ดี



ภาพที่ 3 อัตราการเจริญเติบโตของ *Kandelia candel* ในน้ำที่มีระดับความเค็ม 0, 5 และ 20 ppt ร่วมกับใช้ธาตุอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัส NP11, NP13, NP22, NP31 และ NP33

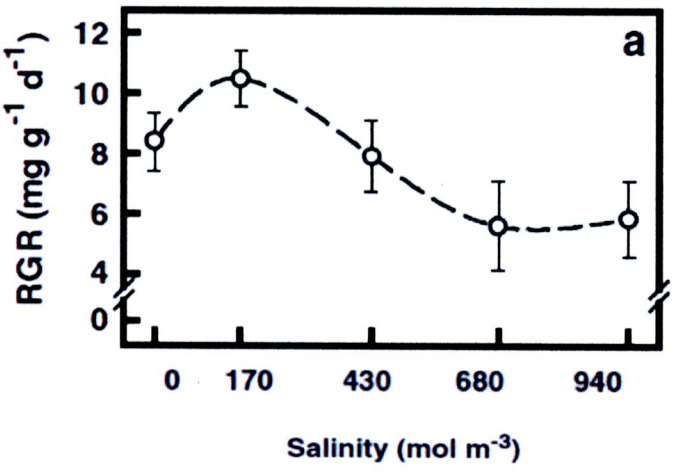
ที่มา : Hwang and Chen (2001)

Suarez and Medina (2005) ได้ศึกษาการเจริญเติบโตของ *Avicennia germinans* ในสารละลาย NaCl ที่ระดับความเข้มข้น 0, 170, 430, 680 และ 940 mol/m^3 พบว่าที่ระดับ NaCl 170 mol/m^3 (10.4 mg/g/d) ต้นโกงกางมีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุดเมื่อหลังจากปลูกไปแล้ว 27 สัปดาห์ และจะมีการเจริญเติบโตที่ลดลงเมื่อระดับความเค็มต่ำหรือสูงกว่า 170 mol/m^3 (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 4 การเจริญเติบโตของ *Kandelia candel* ที่ระดับความเค็ม 0, 5 และ 20 ppt ร่วมกับการใช้ธาตุอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัส NP-11, NP-13, NP-22, NP-31 และ NP-33
(A) พื้นที่ใบต่อต้น (B) น้ำหนักแห้งของใบต่อต้น
(C) ความยาวของต้น (D) น้ำหนักแห้งของต้น

ที่มา : Hwang and Chen (2001)



ภาพที่ 5 อัตราการเจริญเติบโตของ *Avicennia germinans* ในความเข้มข้นของ NaCl 0, 170, 430, 680 และ 940 mol/m^3

ที่มา : Suarez and Medina (2005)

Aziz and Khan (2001) พบว่าต้นโกงกาง *Rhizophora mucronata* ที่ปลูกในน้ำที่มีระดับความเค็ม 0, 25, 50, 75 และ 100 ppt จะมีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุดที่ระดับความเค็ม 50 ppt และลดลงเมื่อระดับความเค็มเพิ่มขึ้น ทดสอบโดยใช้น้ำหนักแห้งของความสูงต้น พื้นที่ใบและเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นจะมีขนาดเพิ่มขึ้นในน้ำทะเล 50% และลดลงเมื่อความเค็มสูงขึ้น คือ ในน้ำทะเล 75 และ 100 ppt (ตารางที่ 1 และ 2) ซึ่งการเติบโตที่ดีที่สุดจะอยู่ในความเค็มระดับปานกลาง

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

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

ที่มา : Aziz and Khan (2001)

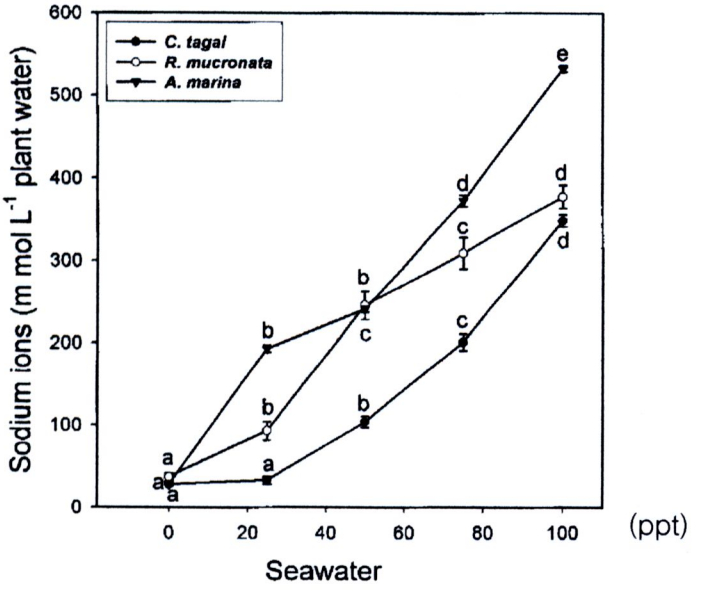
ตารางที่ 2 การเจริญเติบโตของ *Rhizophora mucronata* ในน้ำที่มีระดับความเค็ม 0, 25, 50, 75 และ 100 ppt ในระยะเวลา 12 เดือน

Growth parameters	Seawater (ppt)				
	0	25	50	75	100
Plant height (cm)	85.1±2.1^{b}	95.7±3.1^{b}	120.5±3.5^{c}	91.3±3.2^{b}	74.1±1.9^{a}
Dry weigh	6.3±1.1^{b}	7.2±1.3^{b}	10.9±1.1^{c}	7.1±0.9^{b}	5.0±0.8^{a}
Stem diameter	2.0±0.1^{b}	2.1±0.2^{b}	2.4±0.2^{c}	2.1±0.1^{b}	1.9±0.1^{a}
Leaf area (cm plant^{-2})	145.4±9.6^{b}	151.4±6.4^{b}	211.0±5.4^{c}	144.2±12.5^{b}	133.0±10.5^{a}

ที่มา : Aziz and Khan (2001)

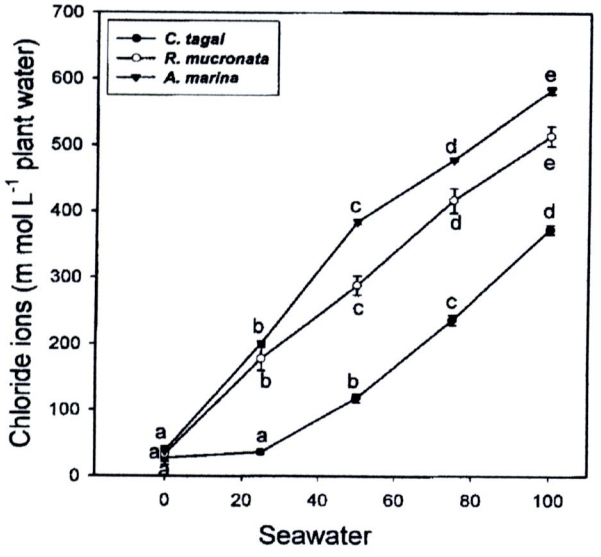
การสะสมเกลือของต้นโกงกาง

Khan and Aziz (2001) ได้ศึกษาการสะสม Na^{+} และ Cl^{-} ของต้นโกงกางสายพันธุ์ *Avicennia marina, Ceriops tagal* และ *Rhizophora mucronata* ซึ่งใช้ความเข้มข้นของน้ำทะเลแตกต่างกัน ได้แก่ 0, 25, 50, 75 และ 100 ppt พบว่าสายพันธุ์ *A.marina* มีการสะสม Na^{+} และ Cl^{-} มากที่สุด (ภาพที่ 6 และ 7)



ภาพที่ 6 การสะสมปริมาณ sodium ions ในต้นโกงกางสายพันธุ์ *Avicennia marina, Ceriops tagal* และ *Rhizophora mucronata* ที่ระดับความเค็ม 0, 25, 50, 75 และ 100 ppt

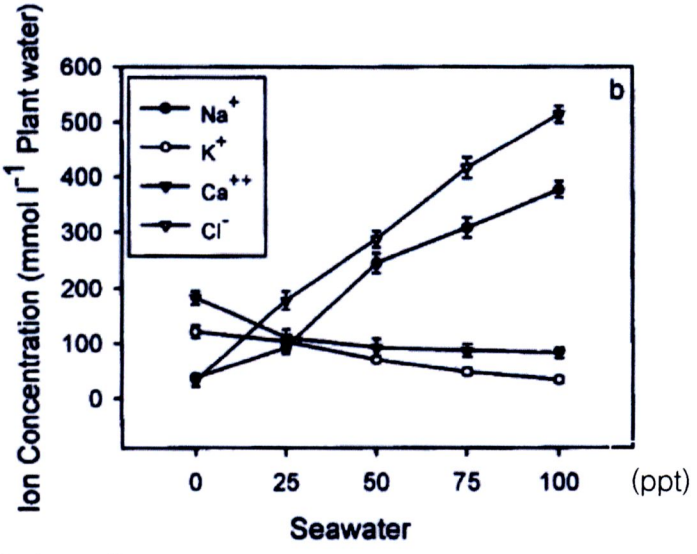
ที่มา : Khan and Aziz (2001)



ภาพที่ 7 การสะสมปริมาณ chloride ions ในต้นโกงกางสายพันธุ์ *Avicennia marina, Ceriops tagal* และ *Rhizophora mucronata* ในน้ำที่มีความเค็ม 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 การกระจายตัวของไอออนในเนื้อเยื่อของ *R. mucronata* (ภาพที่ 8)

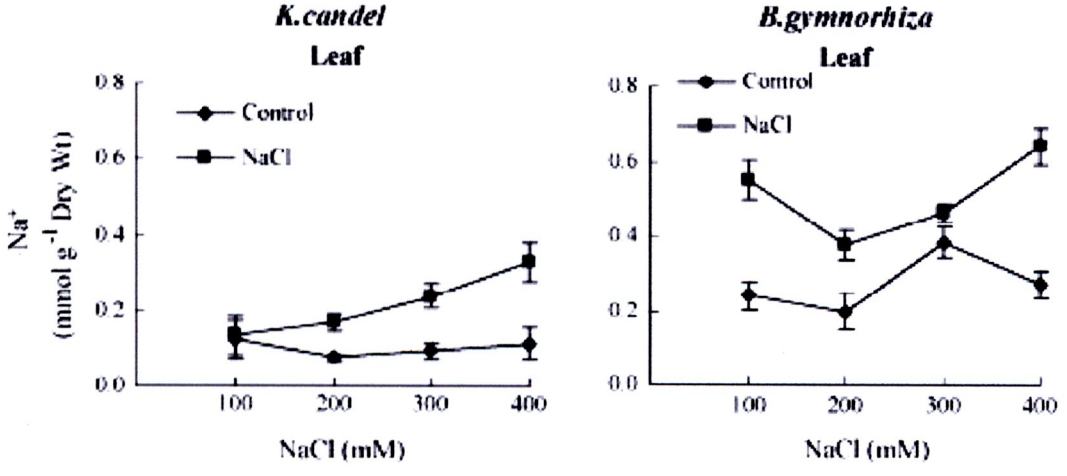


ภาพที่ 8 แสดงความเข้มข้นของไอออนของ *Rhizophora mucronata* ในระดับความเค็ม 0, 25, 50, 75 และ 100 ppt

ที่มา : Aziz and Khan (2001)

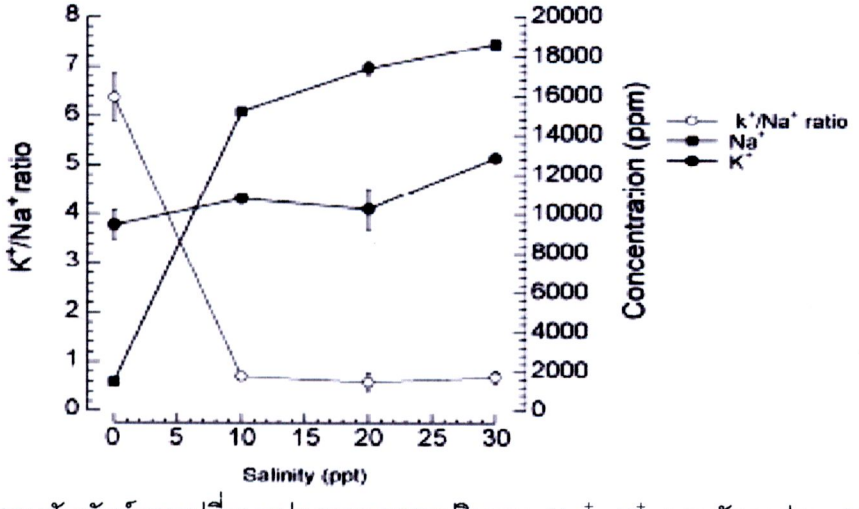
1. การสะสมเกลือในใบของต้นโกงกาง

การสะสม Na^+ ของต้นโกงกางชนิด *K. candel* และ *B. gymnorhiza* ในระดับความเข้มข้นของ NaCl ต่างกัน พบว่า ภายในใบของ *K. candel* มีการสะสม Na^+ ในใบเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของ NaCl เพิ่มขึ้น การสะสม Na^+ ในโกงกางทั้ง 2 สายพันธุ์ แตกต่างกัน การสะสม Na^+ ในใบของ *B. gymnorhiza* ที่ NaCl 100-200 mM จะลดลงและเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของ NaCl เพิ่มมากกว่า 200 mM และมีการสะสม Na^+ ในใบของ *B. gymnorhiza* มากกว่า *K. candel* (ภาพที่ 9) Youssef (2007) ทำการศึกษาผลของความเค็มต่อการสะสมของ Na^+ ในใบต้นโกงกางชนิด *Hibiscus tiliaceus* พบว่ามีความสัมพันธ์เปลี่ยนแปลงการสะสมปริมาณ Na^+, K^+ และอัตราส่วน K^+/Na^+ ดังภาพที่ 10 (Li et al., 2008)



ภาพที่ 9 การสะสมปริมาณ Na^+ ในใบของต้นโกงกางสายพันธุ์ *K. candel* และ *B. gymnorhiza* ที่อยู่ในสภาวะความเข้มข้นของ NaCl ต่างกัน

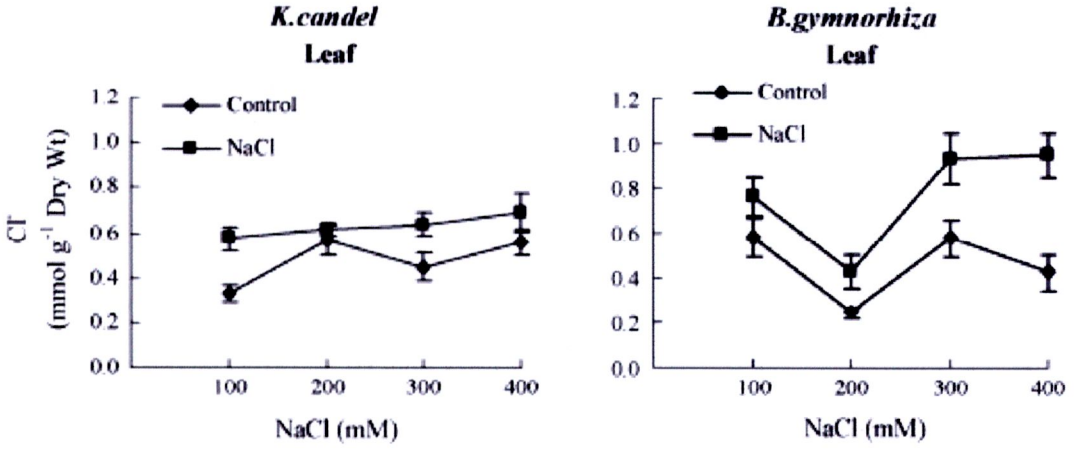
ที่มา : Li et al. (2008)



ภาพที่ 10 ความสัมพันธ์การเปลี่ยนแปลงการสะสมปริมาณ Na^+, K^+ และอัตราส่วน K^+/Na^+ ในใบต้นโกงกางชนิด *H. tiliaceus*

ที่มา : Youssef (2007)

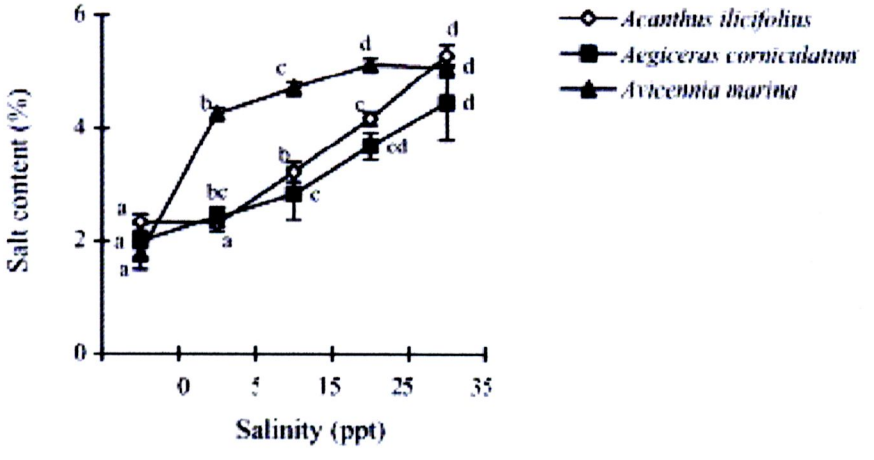
การสะสม Cl^- ในใบของต้นโกงกางชนิด *K. candel* และ *B. gymnorhiza* ในสภาวะที่มีปริมาณ NaCl ต่างกัน พบว่า การสะสม Cl^- ของต้นโกงกางทั้ง 2 สายพันธุ์ จะเพิ่มขึ้นเมื่อความเค็มเพิ่มขึ้น โดยชนิด *B. gymnorhiza* สามารถสะสม Cl^- ได้ดีกว่า *K. candel* ดังภาพที่ 11 (Li et al., 2008)



ภาพที่ 11 การสะสม Cl^- ในใบของต้นโกงกางชนิด *K. candel* และ *B. gymnorhiza* ในสภาวะที่มีปริมาณ NaCl ต่างกัน

ที่มา : Li et al. (2008)

การสะสมเกลือในเนื้อเยื่อใบของต้นโกงกางชนิด *Acanthus ililcifolius*, *Aegiceras corniculatum* และ *Avicennia marina* พบว่า การสะสมเกลือขึ้นอยู่กับเนื้อเยื่อใบของต้นโกงกางและระดับความเค็มภายนอก โดยพบว่า *Avicennia marina* มีการสะสมเกลือเพิ่มขึ้นมากที่สุดเมื่อความเค็มภายนอกเพิ่มจาก 5-25 ppt และลดลงเมื่อความเค็มเพิ่มมากกว่า 35 ดังภาพที่ 12 (Ye et al., 2005)

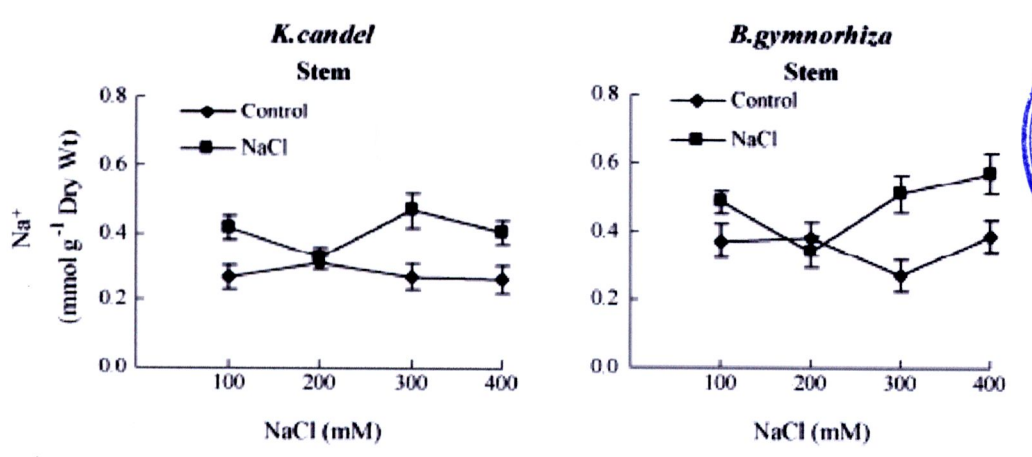


ภาพที่ 12 การสะสมเกลือในเนื้อเยื่อใบที่ความเค็มต่างกันของ *Acanthus ilicifolius*, *Aegiceras corniculatum* และ *Avicennia marina*

ที่มา : Ye et al. (2005)

2. การสะสมในก้านใบของต้นโกงกาง

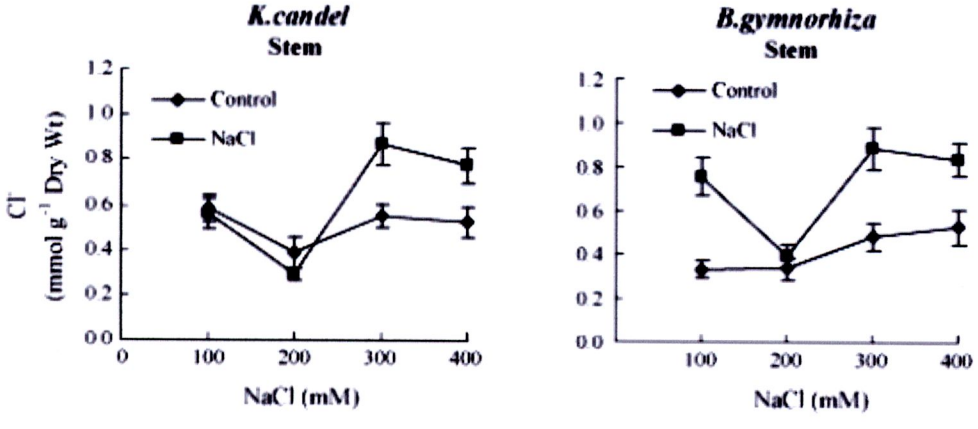
การสะสม Na^+ ที่ก้านใบของต้นโกงกางชนิด *K. candel* และ *B. gymnorhiza* ที่ระดับความเข้มข้นของ NaCl ต่างกัน พบว่า ก้านใบของต้นโกงกางชนิด *K. candel* สามารถสะสม Na^+ ได้เพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณ NaCl เพิ่มขึ้นและลดลงเมื่อ NaCl มากกว่า 300 mmol/g (ภาพที่ 13) ส่วนการสะสม Cl^- ในก้านใบของต้นโกงกางทั้ง 2 สายพันธุ์ พบว่า มีปริมาณการสะสม Cl^- ลดลงเมื่อปริมาณ NaCl เพิ่มเป็น 100 mM และเมื่อปริมาณ NaCl มากกว่า 100 mM การสะสม Cl^- ดังภาพที่ 14 (Li et al., 2008)



สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ภาพที่ 13 การสะสม Na^+ ที่ก้านใบของต้นโกงกางชนิด *K. candel* และ *B. gymnorhiza* ที่ระดับความเข้มข้นของ NaCl ต่างกัน

ที่มา : Li et al. (2008)



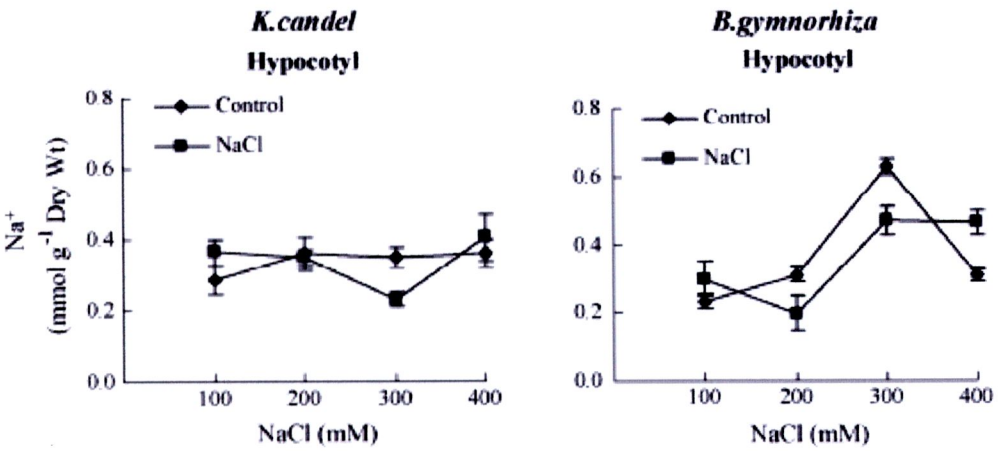
ภาพที่ 14 การสะสม Cl^- ที่ก้านใบของต้นโกงกางชนิด *K. candel* และ *B. gymnorhiza* ที่ระดับความเข้มข้นของ NaCl ต่างกัน

ที่มา : Li et al. (2008)

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ 28 พ.ย. 2555
เลขทะเบียน 250382

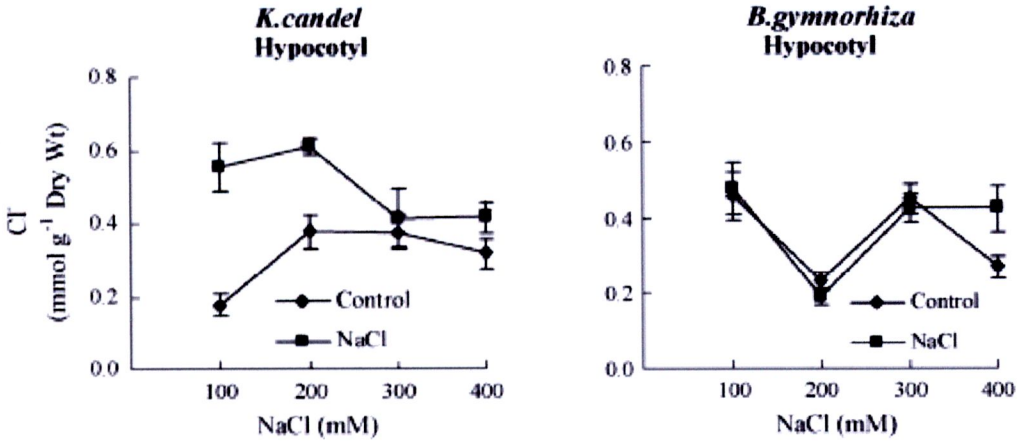
3. การสะสมในต้นอ่อนของต้นโกงกาง

การสะสม Na^+ ในต้นอ่อนของต้นโกงกางชนิด *K. candel* และ *B. gymnorhiza* ที่ระดับความเข้มข้นของ NaCl ต่างกัน พบว่า ต้นอ่อนสามารถสะสม Na^+ ไม่แน่นอน ดังภาพที่ 15 และ16 (Li et al., 2008)



ภาพที่ 15 การสะสม Na^+ ในต้นอ่อนของต้นโกงกางชนิด *K. candel* และ *B. gymnorhiza* ที่ระดับความเข้มข้นของ NaCl ต่างกัน

ที่มา : Li et al. (2008)



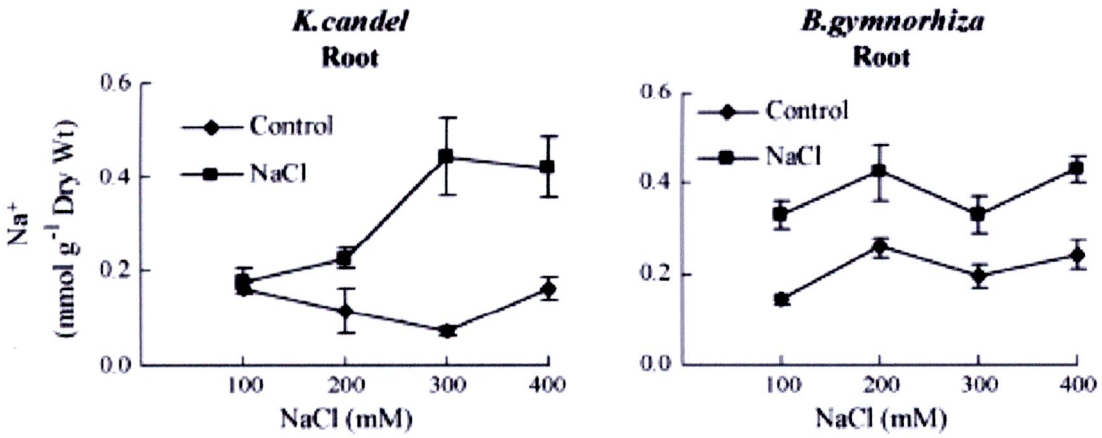
ภาพที่ 16 การสะสม Cl^- ในต้นอ่อนของต้นโกงกางชนิด *K. candel* และ *B. gymnorhiza* ที่ระดับความเข้มข้นของ NaCl ต่างกัน

ที่มา : Li et al. (2008)

4.การสะสม Na^+ ในรากของต้นโกงกาง

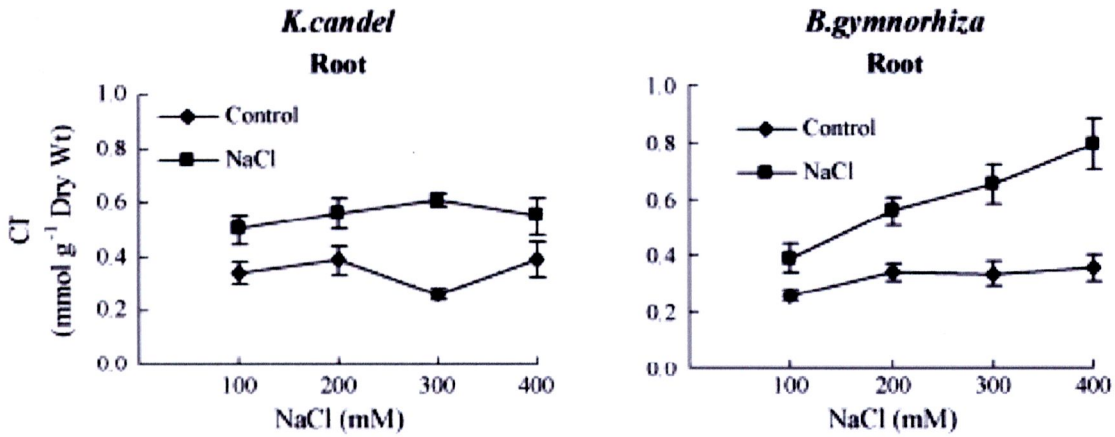
การสะสม Na^+ ในรากของต้นโกงกางชนิด *K. candel* และ *B. gymnorhiza* พบว่า *K. candel* สามารถสะสม Na^+ ในรากเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณ NaCl มากกว่า 200 mM หลังจากนั้นเมื่อ

ปริมาณ NaCl มากกว่า 300 mM ปริมาณการสะสม Na^+ ในรากจะเปลี่ยนแปลงไม่มาก ส่วนชนิด *B. gymnorhiza* จะเริ่มมีการสะสม Na^+ ในรากเมื่อมีปริมาณ NaCl 100 mM และมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นและลดลงเมื่อปริมาณ NaCl เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 17) ส่วนการสะสม Cl^- ในรากของ *K. candel* และ *B. gymnorhiza* พบว่า Cl^- ในรากของทั้ง 2 สายพันธุ์จะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณ NaCl เพิ่มขึ้น โดยชนิด *B. gymnorhiza* จะเพิ่มขึ้นมากกว่าชนิด *K. candel* ดังภาพที่ 18 (Li et al., 2008)



ภาพที่ 17 การสะสม Na^+ ในรากของต้นโกงกางชนิด *K. candel* และ *B. gymnorhiza* ที่มีปริมาณ NaCl ต่างกัน

ที่มา : Li et al. (2008)

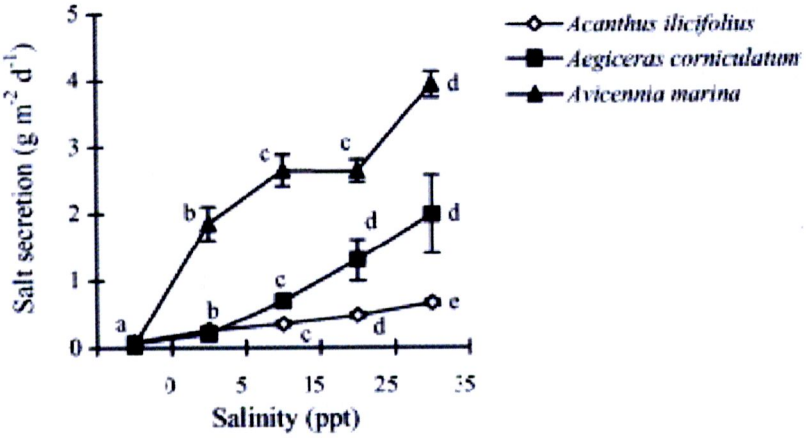


ภาพที่ 18 การสะสม Cl^- ในรากของต้นโกงกางชนิด *K. candel* และ *B. gymnorhiza* ที่มีปริมาณ NaCl ต่างกัน

ที่มา : Li et al. (2008)

การขับเกลือของต้นโกงกาง

การขับเกลือของต้นโกงกางสายพันธุ์ *Acanthus ilicifolius, Aegiceras corniculatum* และ *Avicennia marina* พบว่า การขับเกลือของต้นโกงกางทั้ง 3 สายพันธุ์จะเพิ่มขึ้นเมื่อความเค็มเพิ่มขึ้น และพบว่าต้นโกงกางชนิด *Av. Marina* สามารถขับเกลือได้ดีกว่าชนิด *Ac. ilicifolius* และ *Ae. corniculatum* ดังภาพที่ 19 (Ye et al., 2005)



ภาพที่ 19 การขับเกลือของต้นโกงกางสายพันธุ์ *Acanthus ilicifolius, Aegiceras corniculatum* และ *Avicennia marina*

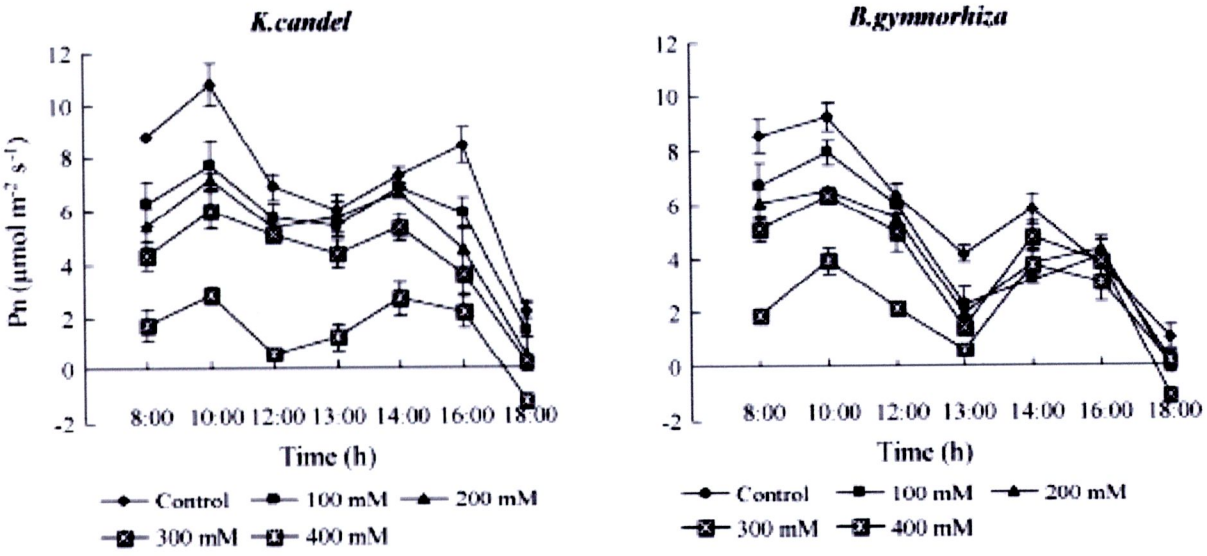
ที่มา : Ye et al. (2005)

การสังเคราะห์แสงของต้นโกงกาง

การสังเคราะห์แสงของต้นโกงกางชนิด *K. candel* และ *B. gymnorhiza* โดยทำการศึกษาเก็บผลการทดลองในช่วงเวลา 10.00-18.00 น. พบว่า ช่วงเวลา 10.00 น.มีการสังเคราะห์แสงมากที่สุด ซึ่งเป็นช่วงที่มีการรับแสงสูงที่สุด ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงและการรับแสงมีค่าสูงสุด โดยอัตราการสังเคราะห์แสงและการรับแสงมีค่าลดลงเมื่อปริมาณ NaCl เพิ่มขึ้น ดังภาพที่ 20 และ 21 (Li et al., 2008)

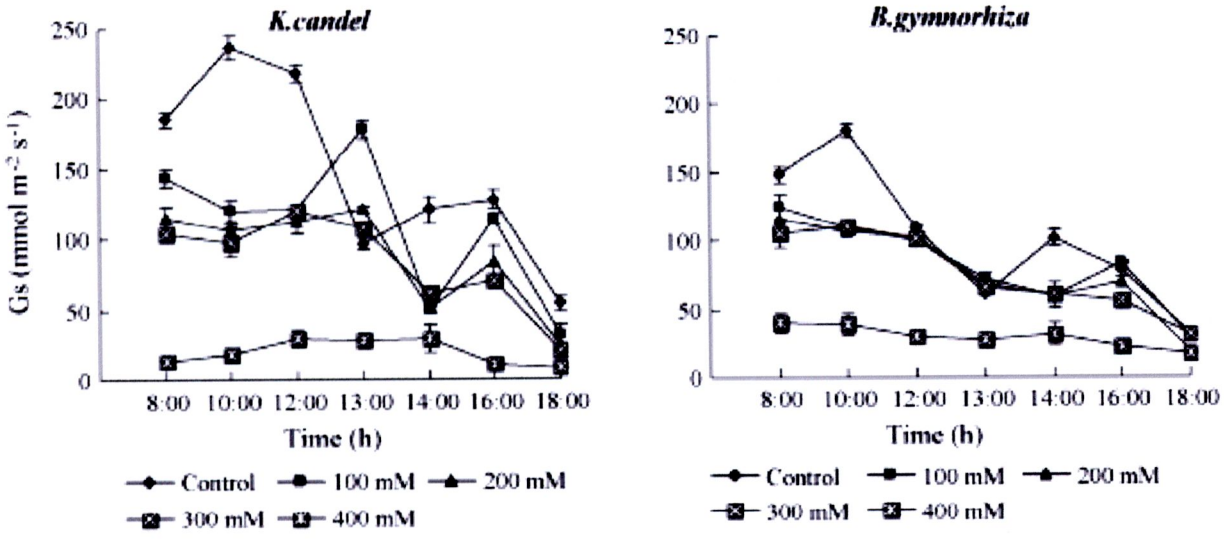
ผลของความเค็มต่อ chlorophyll และ carotenoid ของต้นโกงกาง

Parida et al. (2004) ได้ศึกษาผลของความเค็มต่อปริมาณ chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll และ carotenoid ในใบของต้นโกงกางสายพันธุ์ *Aegiceras corniculatum* พบว่า เมื่อปริมาณ NaCl เพิ่มขึ้น 250 mM จะมีผลทำให้ปริมาณ chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll และ carotenoid ในใบต้นโกงกางลดลง chlorophyll และ carotenoid ลดลง (ตารางที่ 3)



ภาพที่ 20 การสังเคราะห์แสงของต้นโกงกางชนิด *K. candel* และ *B. gymnorhiza* ในช่วงเวลาต่างๆ และระดับความเค็มที่ต่างกัน

ที่มา : Li et al. (2008)



ภาพที่ 21 การรับแสงที่ใบของต้นโกงกางชนิด *K. candel* และ *B. gymnorhiza* ในช่วงเวลาต่างๆ และระดับความเค็มที่ต่างกัน

ที่มา : Li et al. (2008)

ตารางที่ 3 ผลของ NaCl ต่อปริมาณ chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll และ carotenoid ในใบของต้นโกงกางสายพันธุ์ *Aegiceras corniculatum*

ระยะเวลา (วัน)	NaCl (mM)	chlorophyll a (mg/g)	chlorophyll b (mg/g)	total chlorophyll (mg/g)	carotenoid (mg/g)
0	0	0.53±0.15[a]	0.16±0.007[a]	0.69±0.02[a]	0.17±0.008[a]
7	0	0.55±0.03[a]	0.16±0.003[a]	0.71±0.04[a]	0.18±0.005[a]
	250	0.49±0.01[b]	0.15±0.005[ab]	0.65±0.01[b]	0.15±0.003[b]
14	0	0.54±0.02[a]	0.16±0.005[a]	0.73±0.07[a]	0.18±0.007[a]
	250	0.49±0.01[b]	0.14±0.003[b]	0.63±0.05[b]	0.13±0.006[b]
21	0	0.53±0.03[a]	0.16±0.002[a]	0.69±0.02[a]	0.18±0.006[a]
	250	0.46±0.01[b]	0.14±0.003[b]	0.60±0.02[b]	0.12±0.005[b]
30	0	0.56±0.02[a]	0.16±0.005[a]	0.72±0.05[a]	0.19±0.007[a]
	250	0.41±0.01[b]	0.13±0.009[b]	0.54±0.03[b]	0.11±0.008[b]

ที่มา : Parida et al. (2004)