บทที่ 5

อภิปรายผลการทดลอง

5.1 อิทธิพลของความเค็มของน้ำที่มีผลต่อการกระจายตัวและขึ้นอยู่

5.1.1 อัตราการงอก

การศึกษาอัตราการงอกของลำพูและลำแพนในระดับความเค็มของน้ำต่างๆกัน พบว่าระดับความเค็มของน้ำที่ศึกษา คือที่ระดับความเค็ม 0 3 5 7 10 12 15 20 25 30 และ 35 pptนั้นไม่มีผลต่ออัตราการงอกของพืชทั้ง 2 ชนิดทางสถิติ (ดังตารางที่ 5.1-5.2) โดยลำพูมีอัตราการงอกอยู่ในช่วง 72-86% ส่วนลำแพนมีอัตราการงอกอยู่ในช่วง 47-69% ทั้งนี้ในกระบวนการงอกของเมล็ด น้ำเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งในกระบวนการงอกของเมล็ดคือ เมื่อเมล็ดได้รับความชื้นจากภายนอกอย่างเพียงพอเปลือกหุ้มเมล็ดจะอ่อนตัวลง เมล็ดจะดูดน้ำ ทำให้เมล็ดพองตัวและเปลือกหุ้มเมล็ดแตกทำให้น้ำและออกซิเจนผ่านเข้าไปในเมล็ดได้ ซึ่งจะไปกระตุ้นการสร้างเอมไซม์และฮอร์โมนต่างๆเพื่อย่อยสลายอาหารที่สะสมในเมล็ด ส่งไปให้เอมบริโอในการแบ่งตัวและเจริญจนเป็นต้นอ่อน (Taiz and Zeiger ,1991)แต่สำหรับในการทดลองครั้งนี้ที่ทำการศึกษาอิทธิพลของความเค็มที่มีผลต่อการงอกของลำพูและลำแพน พบว่าความเค็มของน้ำไม่มีผลต่ออัตราการงอกของพืชทั้ง 2 ชนิด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผลของพืชทั้ง 2 ชนิดมีเมล็ดขนาดเล็กจำนวนมาก ทำให้ต้องการน้ำในขบวนการmetabolism ในการงอกน้อย เพราะจากการทดลองพบว่า ลำพูและลำแพนจะเริ่มงอกราก 3 และ 5 วันหลังจากปลูกตามลำดับ ซึ่งความเข้มข้นของเกลือยังไม่มีผลหรือยังไม่มีการสะสมของปริมาณเกลือภายในเมล็ดที่มากจนมีผลต่อปฏิกิริยาทางชีวเคมีต่างๆภายในเมล็ดและการเจริญเติบโตของเอมบริโอได้ ประกอบกับพืชทั้ง 2 ชนิดเป็นพืชชายเลนซึ่งเมล็ดจะไม่งอกคาต้น (vivipary) เหมือนพันธุ์ไม้ในสกุลโกงกาง สกุลโปรง หรือเหมือนพวกแสมที่เมล็ดเป็นแบบกึ่งงอกคาต้น (semivivipary)(เทียมใจ, 2534) ดังนั้นลำพูและลำแพนจึงต้องมีการปรับตัว โดยจะพบว่าผลและเมล็ดจะลอยน้ำได้ และเซลของผลมีแทนนินมาก ช่วยป้องกันสัตว์และเชื้อราเข้าทำลายได้โดยเมื่อผลแก่จะหล่นลงน้ำลอยไปถึงพื้นที่ที่เหมาะสมก็จะงอก

เมื่อพิจารณาอัตราการงอกของลำพูและลำแพนพบว่าลำแพนมีอัตราการงอกที่ต่ำกว่าลำพู ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากลำแพนมีสารบางชนิดที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งการงอก ทั้งนี้เพราะจากการสังเกตในช่วงที่เพาะจะพบว่า ในพื้นที่รอบๆเมล็ดลำแพนที่เพาะนั้นจะมีสีน้ำตาลแดง ซึ่งสารสีน้ำตาลแดงนี้มาจากเมล็ดของลำแพนที่เมื่อแช่อยู่ในน้ำแล้วจะละลายออกมา และสารตัวนี้น่าจะเป็นแทนนิน ทั้งนี้เพราะพืชชายเลนส่วนมากมักมีแทนนินในปริมาณสูง โดยจากการศึกษาของ Glass (1973) พบว่าแทน

นินสามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นอ่อนได้ โดยคาดว่าแทนนิน ทำหน้าที่ยับยั้งการเจริญเติบโตโดยการต่อต้าน Gibberellic acid ดังนั้นจึงคาดว่าแทนนินมีผลต่อการงอกของลำแพนด้วยเช่นกัน ประกอบกับขั้นตอนในการปลูกที่จะขังน้ำที่ความเค็มต่างๆไว้เป็นเวลา 2 สัปดาห์จึงจะเปลี่ยนน้ำใหม่ และน้ำเป็นน้ำนิ่ง ดังนั้นปริมาณแทนนินที่สลายออกมาจากเมล็ดจึงไม่เคลื่อนย้ายไปไหน ส่งผลให้มีผลต่ออัตราการงอกของลำแพนลดลง

5.1.2 อัตราการรอดตาย

การศึกษาอัตราการรอดตายของลำพูในชุดการทดลองที่เพาะในน้ำเค็มเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าที่ความเค็มของน้ำ 20-35 ppt ต้นกล้าจะตายเมื่อมีอายุได้ 3 สัปดาห์ จากนั้นอัตราการรอดตายจะลดลงเรื่อยๆ โดยเฉพาะที่ความเค็มของน้ำ 35 ppt ต้นกล้าจะตายหมดในสัปดาห์ที่ 6 ในขณะที่ความเค็มของน้ำ 12-15 ppt และ0-10 ppt ต้นกล้าจะตายเมื่อมีอายุได้ 5 และ 6 สัปดาห์ตามลำดับจากนั้นอัตราการรอดตายคงที่จนต้นกล้ามีอายุได้ 8 สัปดาห์ โดยมีอัตราการรอดตายสูงมากเมื่อเทียบกับที่ความเค็มของน้ำ 20-35 ppt คือที่ความเค็มของน้ำ 0-20 ppt มีอัตราการรอดตาย 87.18%- 93.31% ในขณะที่ที่ความเค็มของน้ำ 20-30 ppt มีอัตราการรอดตาย17.39%-36.17% เมื่อต้นกล้าลำพูมีอายุได้ 8 สัปดาห์ ส่วนผลการศึกษาในลำแพนชุดที่เพาะในน้ำเค็มพบว่าทุกระดับความเค็มของน้ำที่ทำการทดลอง จะพบว่าต้นกล้าลำแพนเริ่มตายเมื่อมีอายุได้ 3 สัปดาห์และมีอัตราการรอดตายจะลดลงเรื่อยๆ จนถึงสัปดาห์ที่ 8 ทั้งนี้จากผลการทดลองจะพบว่าความเค็มของน้ำมีผลต่ออัตราการรอดตายของลำพูและลำแพนตั้งแต่ต้นกล้ามีอายุได้เพียง 3 สัปดาห์ โดยในต้นลำพูจะเห็นอัตราการรอดตายที่ต่างกันในแต่ละความเค็มคือต้นกล้าที่ปลูกอยู่ในความเค็มต่ำ (0-15 ppt) จะมีอัตราการรอดตายสูงกว่าต้นกล้าที่ปลูกอยู่ในความเค็มสูง(25-35 ppt) อย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ลำแพนที่ความเค็มของน้ำ 0-5 ppt จะมีอัตราการรอดตายต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้แสดงให้เห็นแนวโน้มผลของความเค็มที่มีต่ออัตราการรอดตายของพืชทั้ง 2 ชนิด ซึ่งเมื่อได้ทำการศึกษาต่อจนต้นกล้ามีอายุได้ 6 เดือน พบว่าลำพูจะมีอัตราการรอดตายลดลงเมื่อความเค็มของน้ำเพิ่มขึ้นที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดย ที่ความเค็มของน้ำ 30 ppt ต้นกล้าจะมีอัตราการรอดตายเป็นศูนย์ในเดือนที่ 3 และต้นที่ความเค็มของน้ำ 25 และ 20 ppt จะตายหมดในเดือนที่ 4 และ 5 ตามลำดับ ส่วนที่ความเค็มอื่น(0-15 ppt) มีอัตราการรอดตายคงที่เมื่อต้นกล้ามีอายุได้ 5-6 เดือน ในขณะที่อัตราการรอดตายของลำแพนให้ผลการทดลองในทิศทางตรงกันข้ามกับลำพูคือ ลำแพนมีอัตราการรอดตายลดลงเมื่อความเค็มของน้ำลดลงที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยอัตราการรอดตายจะลดลงเรื่อยๆ โดยเฉพาะที่ที่ระดับความเค็มของน้ำ 0 ppt จะตายหมดในเดือนที่ 5

ส่วนในชุดการทดลองที่เพาะในน้ำจืดก่อนย้ายลงปลูกพบว่า ในต้นกล้าลำพูในช่วงเดือนแรกที่เพาะในน้ำจืดมีอัตราการรอดตาย 100% แต่หลังจากย้ายลงปลูกในกระบะที่มีความเค็มของน้ำต่างๆกันพบว่าต้นกล้าที่ย้ายลงที่ความเค็มของน้ำสูง (25-35 ppt) จะตายหมดในเดือนที่ 2 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเป็นช่วงความเค็มของน้ำที่ลำพูไม่สามารถปรับตัวและอยู่รอดได้ ดังนั้นเมื่อต้นกล้าที่ได้รับความเค็ม สูงจึงสามารถอยู่รอดได้เพียง 1 เดือนเท่านั้น แม้ว่าจะค่อยๆปรับเพิ่มความเค็มของน้ำให้แก่พืช ส่วนที่ความเค็มของน้ำ 20 ppt จะตายหมดเมื่อย่างเข้าเดือนที่ 5 ส่วนต้นกล้าที่ปลูกในความเค็มของน้ำที่เหลือคือ 0-15 pptจะมีอัตราการรอดตายลดลงตามความเค็มของน้ำที่เพิ่มขึ้น ส่วนชุดการทดลองที่เพาะลำแพนในน้ำจืดก่อนย้ายลงที่ความเค็มของน้ำต่างๆก็มีผลของอัตราการรอดตายในแนวทางเดียวกัน ลำแพนชุดที่ เพาะในน้ำเค็มแต่จะต่างกันคือมีอัตราการรอดตายที่ลดลงช้ากว่าชุดการทดลองที่เพาะในน้ำเค็ม โดยเฉพาะต้นที่ปลูกในที่ระดับความเค็มของน้ำ 0 ppt จะตายหมดในเดือนที่ 6 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองทั้ง 2 ชุดจะพบว่าชุดการทดลองที่เพาะในน้ำจืดก่อนย้ายลงในน้ำเค็มนั้น ช่วงระยะเวลาที่เพาะในน้ำเค็มก่อนย้ายประมาณ 1 เดือนนั้น จากสภาพต้นกล้าที่เห็นไม่มีความแตกต่างกับต้นกล้าที่เพาะในน้ำเค็มเมื่อมีอายุได้ 1 เดือน ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าความเค็มของน้ำไม่มีผลต่ออัตราการรอดตายในช่วง 1 เดือนแรกเพราะต้นยังเล็กมากจึงยังไม่เห็นความแตกต่าง ประกอบกับเมล็ดที่ใช้ในการเพาะเป็นคนละชุด จึงอาจทำให้คุณภาพของเมล็ดต่างกันส่งผลให้ความสมบูรณ์ของพืชอาจต่างกันเล็กน้อย เพราะอัตราการรอดตายของทั้ง 2 ชุดการทดลองต่างกันเพียง 1 เดือน

จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าความเค็มของน้ำมีผลต่ออัตราการรอดตายของลำพูและลำแพน คือ ลำพูจะมีอัตราการรอดตายสูงขึ้นตามความเค็มของน้ำที่ลดลง ในขณะที่ลำแพนจะมีอัตราการรอดตายสูงขึ้นตามความเค็มของน้ำที่เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Ball และ pidsley (1995) พบว่าลำพูจะรอดตายอยู่ในช่วง 0-5%ของน้ำทะเลและลำแพนรอดตายอยู่ในช่วง 5-50 %ของน้ำทะเล และจากการศึกษาของ Santisuk et. al. (1985) ตลอดแม่น้ำละอุ่น จ.ระนอง ก็พบว่าลำพู (*Sonneratia caseolaris*) มีการกระจายบริเวณน้ำจืดและน้ำกร่อย ลำแพน (*Sonneratia alba*) มีการกระจายบริเวณน้ำเค็ม แสดงว่าความเค็มของน้ำมีผลต่ออัตราการรอดตายของลำพูในทิศทางตรงกันข้ามกัน โดยจะพบว่าทิศทางของอัตราการรอดตายของลำพูจะสอดคล้องกับการศึกษาในพืชป่าชายเลนชนิดอื่นๆด้วย เช่นจากการศึกษาของ Paliyavuth(2001) ที่ศึกษาอัตราการรอดตายของต้นกล้าแสมขาว พังกาหัวสุมดอกแดง ตะบูนขาว และหงอกไก่ทะเลที่มีอายุ 3 เดือน ซึ่งเป็นตัวแทนของพืชป่าชายเลนที่มีเขตการขึ้นอยู่จากน้ำทะเลไปสู่ป่าชายเลนด้านในตามลำดับนั้นอัตราการรอดตายของกล้าไม้ทั้ง 4 ชนิดมีค่าลดลง เมื่อความเค็มของน้ำเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับการศึกษาของ นพรัตน์ และคณะ (2542) ที่ศึกษาต้นกล้าโกงกางใบเล็ก ถั่วขาวและโปรงแดงที่มีอายุ 3 เดือนก็พบว่าอัตราการรอดตายมีค่าลดลง เมื่อความเค็มของน้ำเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ Mass และNieman (1978) กล่าวว่าดินที่มีปริมาณเกลือที่ละลายน้ำได้ใน

ปริมาณมาก จะเป็นตัวกำหนดการเจริญเติบโตของพืช ระดับความเค็มที่เพิ่มสูงขึ้นจะระงับการเจริญเติบโตของพืช จนกระทั่งพืชอาจตายได้ในที่สุด

5.1.3 การเจริญเติบโต

การเจริญเติบโตทางด้านความสูงและน้ำหนักแห้งของลำพูมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความเค็มของน้ำที่ลดลงที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %ทั้ง 2 ชุดการทดลอง คือที่ความเค็มของน้ำ 0 ppt โดยในชุดที่เพาะน้ำเค็มมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูง น้ำหนักแห้งและอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์สูงสุดคือ 31.25 ซม. 3.158 g. 47.94 mg/g/d ตามลำดับ และในชุดที่เพาะน้ำจืดก่อนย้ายลงน้ำเค็มมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูง น้ำหนักแห้งและอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์สูงสุดคือ 29.17 ซม. 2.356 g. 46.19 mg/g/d ตามลำดับ รองลงมาคือที่ความเค็มของน้ำ 3 5 7 10 12 15 ppt ส่วนอัตราส่วนรากต่อต้นของทั้ง 2ชุดการทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทั้งนี้อาจเนื่องมาจากต้นยังมีขนาดเล็กและกระถางที่มีขนาดเล็กเกินในการปลูก เฉลี่ยประมาณ 6-12 ต้น/ กระถาง โดยเฉพาะในช่วงที่มีอายุได้ 6 เดือนที่มีการเจริญสูงที่สุด ทั้งนี้ทั้ง 2 ชุดการทดลองก็สามารถเห็นแนวโน้มผลของความเค็มของน้ำต่อการเจริญเติบโตของลำพูคือ ช่วงความเค็มของน้ำ 0 pptจะมีการเจริญเติบโตดีที่สุด ส่วนที่ความเค็มของน้ำ 3-35 pptจะมีการเจริญเติบโตน้อยลงตามความเค็มที่เพิ่มขึ้นซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Ball และ pidsley (1995) พบว่าลำพูมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงและน้ำหนักแห้งอยู่ในช่วง0-50 %ของน้ำทะเลโดยเฉพาะที่ความเค็มของน้ำ 0-5 %ของน้ำทะเลมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงและน้ำหนักแห้งสูงที่สุด

ส่วนลำแพนที่ความเค็มของน้ำ 10-20 ppt ต้นกล้าจะมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูง น้ำหนักแห้งและอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์สูงที่สุด ในขณะที่ระดับความเค็มของน้ำที่ต่ำ(0-7 ppt) และสูงกว่านี้ (25-35 ppt)จะมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูง น้ำหนักแห้งและอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ต่ำกว่าที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยเฉพาะที่ระดับความเค็ม 0 ppt และที่ระดับความเค็ม 30-35 ppt จะมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงและน้ำหนักแห้งต่ำที่สุด ในขณะที่ชุดการทดลองที่เพาะในน้ำจืดก่อนย้ายลงน้ำเค็ม จะมีการเจริญทางด้านความสูงสูงสุดที่ความเค็มของน้ำ 10 12 และ20 ppt และต่ำสุดที่ความเค็มของน้ำ 35 ppt ส่วนน้ำหนักแห้งและอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์สูงที่สุดที่ความเค็มของน้ำ 5-25 ppt และต่ำสุดที่ความเค็มของน้ำ 3 5 และ35 ppt ส่วนอัตราส่วนรากต่อต้นของทั้ง 2 ชุดการทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทั้งนี้อาจเนื่องมาจากต้นยังมีขนาดเล็กและกระถางที่มีขนาดเล็กเกินในการปลูก เฉลี่ยประมาณ 6-12 ต้น/ 255 ซม.^{2} โดยเฉพาะในช่วงที่มีอายุได้5-6 เดือนที่มีการเจริญที่สูงทั้งนี้ทั้ง 2 ชุดการทดลองก็สามารถเห็นแนวโน้มผลของความเค็มของน้ำต่อการเจริญเติบโตของลำแพนคือ ช่วงความเค็มของน้ำ 5-25 pptจะมีการเจริญเติบโตดีที่สุด ส่วนที่ความเค็มของน้ำ 0 3 30 และ 35 pptจะมีการเจริญเติบโตต่ำที่สุดซึ่งสอดคล้องกับ Downton (1982)ที่ศึกษาในต้นกล้า *Avicenia marina* ที่

มีอายุ 11 เดือนจะมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงและน้ำหนักแห้งสูงที่สุดที่ความเค็มของน้ำ 25 และ 50%น้ำทะเล รองลงมาคือที่ที่ความเค็มของน้ำ 10 และ75%น้ำทะเล และต่ำที่สุดที่ความเค็มของน้ำ 0 และ100%น้ำทะเล เช่นเดียวกับการศึกษาของ Ball และ Pidsley (1995) พบว่าลำแพนมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงและน้ำหนักแห้งอยู่ในช่วง 5-50 %ของน้ำทะเลในขณะที่ความเค็มของน้ำ 0 และ 100 %ของน้ำทะเลมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงและน้ำหนักแห้งต่ำที่สุด

พิจารณาระหว่างลำพูและลำแพนจะพบว่าความเค็มของน้ำมีผลต่ออัตราการรอดตายและการเจริญเติบโต (ดังตารางที่ 5.1-5.2) คือลำพูจะมีอัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตได้ดีที่ความเค็มของน้ำต่ำ ส่วนลำแพนจะมีอัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตได้ดีที่ความเค็มของน้ำ10-20 ppt หรือช่วงน้ำกร่อย ซึ่งตรงกับ DeHaan (1931) ที่ได้กล่างถึงความสำคัญของความเค็มของน้ำต่อการกระจายพันธุ์ไม้ในป่าชายเลนนั้นได้นำมาใช้เป็นปัจจัยหลักในการแบ่งเขตการขึ้นอยู่ของพันธุ์ไม้ โดยกลุ่มหนึ่งเป็นพวกไม้ที่ขึ้นอยู่ในพื้นที่มีค่าความเค็มของน้ำทะเลระหว่าง 10 - 30 % และอีกกลุ่มหนึ่งเป็นพวกไม้ที่ขึ้นอยู่ในพื้นที่มีค่าความเค็มของน้ำทะเลระหว่าง 0 - 10 % ประกอบกับจากการศึกษาที่พบว่าในพืชชายเลนบางชนิดจำเป็นต้องอาศัยเกลือจากน้ำทะเลในการเจริญเติบโต โดยจะพบว่าแสมทะเล จะมีการเจริญเติบโตดีที่สุดที่10-50% ของน้ำทะเล (Connor, 1969; Clarke and Hannon, 1970; Dowton, 1982; Clough, 1984) และโกงกางเจริญได้ดีที่ 25% ของน้ำทะเล (Clough, 1984)

ตารางที่ 5.1 สรุปอัตราการงอก อัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตของลำพูที่ได้รับความเค็มของน้ำระดับต่างกัน

ความเค็ม	อัตราการงอก (%)		อัตราการรอดตาย (%)			การเจริญเติบโตทางด้านความสูง				การเจริญเติบโตทางด้านน้ำหนักแห้ง			
(ppt)	70-79%	80-89%	0-61%	61-70%	71-80%	ตาย	ต่ำ	ปานกลาง	มาก	ตาย	ต่ำ	ปานกลาง	มาก
0		82			77				✓				✓
3	74			69					✓			✓	
5		84		68				✓				✓	
7	76				77			✓				✓	
10		80		69			✓				✓		
12	72			69			✓				✓		
15		**86**		69			✓				✓		
20		82	ตาย			✓				✓			
25	76		ตาย			✓				✓			
30		82	ตาย			✓				✓			
35		82	ตาย			✓				✓			

ตารางที่ 5.2 สรุปอัตราการงอก อัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตของลำแพนที่ได้รับความเค็มของน้ำระดับต่างกัน

ความเค็ม	อัตราการงอก (%)			อัตราการรอดตาย (%)					การเจริญเติบโตทางความสูง				การเจริญเติบโตทางน้ำหนักแห้ง				
(ppt)	40-49%	50-59%	60-69%	0-10%	11-20%	21-30%	31-40%	41-55%	ตาย	ต่ำ	ปานกลาง	มาก	ตาย	ต่ำ	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
0	48			ตาย					✓				✓				
3	47				19						✓				✓		
5		52			18						✓				✓		
7		50			12						✓				✓		
10		51					39					✓				✓	
12			**69**			26						✓					✓
15		58				26						✓					✓
20		53						54				✓					✓
25	48							50			✓					✓	
30		53						49		✓					✓		
35		58					40			✓				✓			

5.2 ความเค็มของน้ำที่มีผลต่อพื้นที่ใบ จำนวนใบ และการร่วงของใบ

จากผลการทดลองพบว่าลำพูทั้ง 2 ชุดการทดลองมีพื้นที่ใบ จำนวนใบและจำนวนใบที่ร่วงแปรตามความเค็มของน้ำคือ ในชุดที่เพาะในน้ำเค็มที่ความเค็มของน้ำ 0 ppt จะมีพื้นที่ใบ จำนวนใบและจำนวนใบที่ร่วงมากที่สุดคือพื้นที่ใบเฉลี่ยเท่ากับ 118.94 ซม^2 จำนวนใบเฉลี่ยเท่ากับ 32 ใบ และจำนวนใบที่ร่วงเฉลี่ยเท่ากับ 25 ใบตามลำดับ และจะมีค่าลดน้อยลงตามความเค็มของน้ำที่เพิ่มขึ้น โดยจะมีพื้นที่ใบ จำนวนใบและจำนวนใบที่ร่วงน้อยที่สุดที่ความเค็มของน้ำ 15 ppt คือมีพื้นที่ใบเฉลี่ยเท่ากับ 21.67 ซม^2 จำนวนใบเฉลี่ยเท่ากับ 19ใบ จำนวนใบที่ร่วงเฉลี่ยเท่ากับ 15ใบตามลำดับ ส่วนชุดที่เพาะในน้ำจืดก่อนย้ายลงน้ำเค็มที่ความเค็มของน้ำ 0 ppt จะมีพื้นที่ใบ และจำนวนใบมากที่สุดเช่นกันคือ พื้นที่ใบเฉลี่ยเท่ากับ 85 ซม^2 และจำนวนใบเฉลี่ยเท่ากับ 23 ใบ และจะลดน้อยลงตามความเค็มของน้ำที่เพิ่มขึ้น โดยจะมีพื้นที่ใบและจำนวนใบน้อยที่สุดที่ความเค็มของน้ำ 15 ppt เช่นกัน คือมีพื้นที่ใบเฉลี่ยเท่ากับ 18 ซม^2 จำนวนใบเฉลี่ยเท่ากับ 19 ใบ ส่วนจำนวนใบที่ร่วงพบว่าไม่มีความแตกต่างของจำนวนใบที่ร่วงอย่างมีนัยสำคัญ คือมีจำนวนใบที่ร่วงเฉลี่ยอยู่ในช่วง 14-18 ใบ

ส่วนลำแพนพบว่าในชุดที่เพาะในน้ำเค็มที่ความเค็มของน้ำ 10-20 ppt จะมีพื้นที่ใบมากคือมีพื้นที่ใบเฉลี่ยอยู่ในช่วง 65.30 -76.29 ซม^2 ส่วนจำนวนใบมากที่สุดที่ความเค็มของน้ำ 10-12 ppt เท่ากับ 25-26 ใบ ส่วนจำนวนใบที่ร่วงพบว่า ที่ความเค็มของน้ำ 10 ppt มีจำนวนใบที่ร่วงมากที่สุดคือมีจำนวนใบที่ร่วงเฉลี่ยเท่ากับ 17 ใบ และจะลดน้อยลงในความเค็มของน้ำที่เพิ่มขึ้นและน้อยลง คือพื้นที่ใบ จำนวนใบและจำนวนใบที่ร่วงน้อยที่สุดที่ความเค็มของน้ำ 35 ppt มีพื้นที่ใบเฉลี่ยเท่ากับ 13.97 ซม^2 จำนวนใบเฉลี่ยเท่ากับ 15ใบ และจำนวนใบที่ร่วงเฉลี่ยเท่ากับ 9 ใบส่วนชุดที่เพาะในน้ำจืดก่อนย้ายลงน้ำเค็มนั้นที่ความเค็มของน้ำ 20 ppt จะมีพื้นที่ใบมากที่สุดคือ 84.45 ซม^2 รองลงมาคือที่ความเค็มของน้ำ 7 5 10 12 15 25 ppt จะมีพื้นที่ใบเฉลี่ยเท่ากับ 71.42 ซม^2 66.41ซม^2 63.37 ซม^2 58.79 ซม^2 56.31ซม^2 และ 53.06 ซม^2 ตามลำดับ ส่วนจำนวนใบเฉลี่ยและจำนวนใบที่ร่วงมากที่สุดที่ความเค็มของน้ำ 10 ppt เท่ากับ 27 ใบ และ 19 ใบ ตามลำดับ และจะลดน้อยลงตามความเค็มของน้ำที่เพิ่มขึ้นและน้อยลง คือพื้นที่ใบ จำนวนใบและจำนวนใบที่ร่วงน้อยที่สุดที่ความเค็มของน้ำ 35 ppt มีพื้นที่ใบเฉลี่ยเท่ากับ 17.76 ซม^2 จำนวนใบเฉลี่ยเท่ากับ 16ใบ และจำนวนใบที่ร่วงเฉลี่ยเท่ากับ 12 ใบ

ซึ่งจากผลการทดลองทั้ง 2 ชุดการทดลองของลำพูและลำแพนจะพบว่าค่าพื้นที่ใบ จำนวนใบและจำนวนใบที่ร่วงเป็นไปในทางเดียวกับการเจริญเติบโตทางด้านความสูง น้ำหนักแห้งและอัตราการเจริญเติบโตสัมพัทธ์ คือลำพูจะมีค่าพื้นที่ใบ จำนวนใบและจำนวนใบที่ร่วงลดลงตามความเค็มของน้ำที่เพิ่มขึ้น ส่วนลำแพนจะมีค่าพื้นที่ใบ จำนวนใบและจำนวนใบที่ร่วง มากที่ความเค็มของน้ำ 10-20 ppt และน้อpที่ความเค็มของน้ำ 30-35 ppt ทั้งนี้น่าจะเป็นผลมาจากการเจริญเติบโตของพืชโดยปกติที่เมื่อมี

ความสูงเพิ่มขึ้น จำนวนข้อและจำนวนใบก็เพิ่มขึ้นตาม ส่วนพื้นที่ใบจากการสังเกตุพบว่าขนาดของใบที่ความเค็มของน้ำต่ำใบจะมีขนาดใหญ่กว่าที่ความเค็มสูงโดยเฉพาะเมื่อพืชมีอายุมากขึ้น ส่วนจำนวนใบที่ร่วงพบว่าความเค็มไม่มีผลต่อการร่วงของใบนั้น ตรงกันข้ามกับการศึกษาอื่นๆที่พบว่าจำนวนใบที่ร่วงแปรผันตามความเค็ม กล่าวว่าความเค็มของน้ำมีผลต่อการร่วงของใบ คือใบแก่จะมีการสะสมของโซเดียมไอออนสูงแต่โปแตสเซียมไอออนน้อยและจะถูกกำจัดทิ้งไปโดยการร่วง แต่สอดคล้องกับการศึกษาของ Cram , Torr และRose (2002) ที่ให้ข้อสังเกตว่าการร่วงของใบไม่ใช่ขบวนการในการกำจัดเกลือ โดยจากการศึกษาในถั่วขาวซึ่งเป็นพืชที่ไม่มีต่อมเกลือพบว่าปริมาณโซเดียมไอออนในใบแก่กับใบที่ร่วงไม่มีความแตกต่างกันและยังพบว่าอัตราการสะสมของโซเดียมไอออนในใบอ่อนมีมากกว่าในใบแก่อีกด้วยทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเป็นการปรับตัวของพืชในการทนอยู่ในสภาพความเค็มเท่านั้น

5.3 ความเค็มของน้ำที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงไอออนและการสะสมของเกลือ

จากผลการทดลองพบว่า ลำพูและลำแพนทั้ง 2 การทดลอง ที่เพาะในทั้งน้ำจืดและน้ำเค็มมีการสะสมของโซเดียมไอออนและคลอไรด์เพิ่มขึ้นส่วนโปแตสเซียมลดลงตามความเค็มที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากพืชชายเลนที่เจริญในน้ำทะเล เกลือที่มีบริเวณรากจะเข้าสู่ภายในต้นพืชโดยการกรองของ permeable membrane แต่ช่องที่จะให้โปแตสเซียมผ่านก็จะให้โซเดียมที่มีปริมาณมากกว่าผ่านไปด้วย ประกอบกับพืชจำเป็นต้องปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมภายนอกเพื่อรักษาสมดุล เพราะเมื่อน้ำภายนอกมีความเค็มที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้มีค่า osmotic potential มีค่าลดลง สิ่งทางหนึ่งที่พืชสามารถทำได้คือปรับค่า osmotic potential ภายในต้นให้ต่ำกว่าค่า osmotic potential ภายนอก โดยพืชจะสะสมปริมาณโซเดียมและคลอไรด์เพิ่มขึ้น (Clough, 1984; Downton, 1982; Suarez, 1998, Paliyavuth, 2001) เพื่อลดค่า osmotic potential ภายในต้น จะพบว่าลำพู มีการสะสมโซเดียมและคลอไรด์เพิ่มขึ้น จากลำต้น รากและใบ ตามลำดับ ส่วนลำแพน มีการสะสมโซเดียมและคลอไรด์เพิ่มขึ้น จากราก ลำต้นและใบ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าลำพูและลำแพนมีการสะสมโซเดียมและคลอไรด์ในใบมาก ให้ผลทำนองเดียวกับการทดลองของ Joshi et al. 1956 ลำพูจะมีการสะสมเกลือ โดยพบว่าเก็บโซเดียมและคลอไรด์ที่ stem และ pneumatophore bark และใบแก่ Joshi et. Al. (1975) แสดงให้เห็นว่าใบแก่ที่ร่วงนั้น จะมีปริมาณโซเดียมและคลอไรด์สะสมอยู่ ในขณะเดียวกัน โปแตสเซียมและฟอสฟอรัสจะถูกดึงกลับคืนก่อนที่ใบจะร่วง ในขบวนการร่วงของใบเป็นขบวนการในการทนเกลือของพืช (Munns และ Termaat,1986) และเป็นกลไกหนึ่งในการกำจัดเกลือ (Tomlinson, 1986) ดังนั้นจึงพบว่าพืชจะเก็บสะสมเกลือไว้ที่ใบเพื่อจะกำจัดออกโดยการร่วงของใบต่อไป

5.4 ความเค็มของน้ำที่มีผลต่อการปรับตัวทางกายวิภาค

จากการศึกษาในรากลำพูและลำแพนพบว่าจำนวนชั้นของ multipal epidermis ของลำพู มี 3 ชั้น และลำแพนมี 2 ชั้นในทุกระดับความเค็มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้ในส่วนของโครงสร้างภายในนั้น ในการเจริญขั้นแรก จะมี multipal epidermis โดย multipal epidermisจะทำหน้าที่ช่วยดูดน้ำและแร่ธาตุ และทำหน้ากรองสารละลายและเกลือในน้ำ ก่อนที่จะเข้าสู่ท่อลำเลียงน้ำ เป็นการปรับตัวให้สามารถควบคุมระดับความเข้มข้นของเกลือ แบบกีดกันไม่ให้เข้าไป (exclusion)(เทียมใจ, 2532) ดังนั้นที่ความเค็มของน้ำสูงจึงน่าจะมีจำนวนชั้นของ multipal epidermisมากขึ้นตาม เช่นเดียวกับที่พบว่าในรากโกงกางจำนวนชั้นของ multipal epidermis จะเพิ่มขึ้นถ้าความเข้มข้นของเกลือในน้ำที่รากเจริญอยู่สูงขึ้น(เทียมใจ ,2528) แต่จากการทดลองพบว่าจำนวนชั้นของ multipal epidermisไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละความเค็มทั้งลำพูและลำแพน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากพืชยังมีขนาดเล็ก

จากการศึกษาพบว่าลำต้นจะมีส่วนของ stele เป็นแบบ dictyostele คือมี phloem อยู่ทั้งด้านนอกและด้านในของ xylem การที่ phloem ซึ่งใช้ในการลำเลียงอาหารเกิดขึ้นทางด้านในของ xylem นี้เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการลำเลียงอาหารไปยังส่วนต่างๆของลำต้นให้ดียิ่งขึ้นเช่นเดียวกับไม้แสมที่มี included phloemช่วย (เทียมใจ, 2529) ดังนั้นจึงน่าจะมีความแตกต่างที่มาจากความเค็มของน้ำแต่จากที่ทำการศึกษาโดยตัด section เปรียบเทียบในส่วนของ stele พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากพืชมีอายุน้อยการปรับตัวยังเกิดขึ้นน้อยจึงทำให้ไม่พบความแตกต่างของ stele ในทุกระดับความเค็ม

ใบจะมีการปรับตัวแบบเดียวกับพืชทนแล้ง โดยผิวใบจะเป็นมัน มีลักษณะอวบน้ำ เซลล์ผิวด้านนอกมีสารพวก cutin ฉาบอยู่ มีปากใบ (stomata) เกิดขึ้นทั้ง 2 ด้าน และเป็นปากใบแบบ sunken stomata)โดยจากการศึกษาพบว่าลำพูจะมีจำนวนปากใบทางด้านบน(Adaxial)มากกว่าด้านล่าง (Abaial) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของประสิทธิ์ (2532)พบว่าทางด้านบนมีมากกว่าทางด้านล่างเช่นกัน แต่ให้ผลตรงกันข้ามกับ Saenger (1982)ศึกษาในออสเตรเลีย จะพบว่าปากใบทางด้านล่างมากกว่าด้านบน เมื่อเปรียบเทียบในแต่ละความเค็มจะพบว่าที่ความเค็ม 0 pptจะมีจำนวนปากใบด้านบนต่อพื้นที่ 1 มม.^{2}มากที่สุด เท่ากับ 220 รองลงมาคือที่ความเค็ม 2 และ15 ppt และต่ำสุดที่ความเค็ม 12 ppt จะมีจำนวนปากใบต่อพื้นที่ 1 มม.^{2}เท่ากับ 115 ในขณะที่จะมีจำนวนปากด้านล่างใบต่อพื้นที่ 1 มม.^{2}มากที่สุด ที่ความเค็ม 3 6 และ 7 ppt โดยมีจำนวนปากใบต่อพื้นที่ 1 มม.^{2}เท่ากับ124 125 และ 127 และต่ำสุดที่ความเค็ม 5 ppt จะมีจำนวนปากใบต่อพื้นที่ 1 มม.^{2}เท่ากับ 75 ส่วนลำแพนก็พบว่ามีจำนวนปากใบด้านบนมากกว่าด้านล่าง และแตกต่างกันในแต่ละความเค็มของน้ำด้วยเช่นกันคือที่ความเค็ม 10 ppt จะมีจำนวนปากใบต่อพื้นที่ 1 มม.^{2}มากที่สุดทั้งปากใบด้านล่างและด้านบนเท่ากับ 57.29 และ 75.39 ตามลำดับ และต่ำสุดที่ความเค็ม 12 ppt มีจำนวนปากใบด้านล่างต่อพื้นที่ 1 มม.^{2}เท่ากับ 51.59 ส่วนปากใบด้านบนต่ำสุดที่ความเค็ม 25 ppt เท่ากับ 27.38