



ผลของความเค็มต่อลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของพืชทนเค็มบางชนิดที่พบ  
ภายในพื้นที่นาุ้งทิ้งร้าง

**Effect of Salinity on Anatomical Characteristics of Some Salt-Tolerant Plants  
in Abandoned Shrimp Ponds**

อชิภัทร เงินหมื่น

**Athipat Ngernmuen**

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพฤกษศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements**

**for the Degree of Master of Science in Botany**

**Prince of Songkla University**

**2556**

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

**ชื่อวิทยานิพนธ์** ผลของความเค็มต่อลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของพืชทนเค็มบางชนิดที่พบ  
ภายในพื้นที่นาทุ่งรังไร้ง

**ผู้เขียน** นายอิทธิพร เงินหมื่น

**สาขาวิชา** พฤษศาสตร์

---

<b>อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก</b>	<b>คณะกรรมการสอบ</b>
..... (รองศาสตราจารย์ ช่อทิพย์ ปุรินทวรกุล)	.....ประธานกรรมการ (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จรัล ลีรดิงค์)
<b>อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม</b>	.....กรรมการ (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุบลวรรณ อุโพธิ์)
..... (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุปลักษณ์ มีสวัสดิ์)	.....กรรมการ (รองศาสตราจารย์ ช่อทิพย์ ปุรินทวรกุล)
	.....กรรมการ (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุปลักษณ์ มีสวัสดิ์)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน  
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพฤษศาสตร์

.....  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล ศรีชนะ)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ.....

(รองศาสตราจารย์ช่อทิพย์ บุรินทรวงศ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ.....

(นายอภิภัทร เงินหมั่น)

นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และ  
ไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ.....

(นายอิทธิกร เงินหมื่น)

นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์	ผลของความเค็มต่อลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของพืชทนเค็ม บางชนิดที่พบภายในพื้นที่นาทุ่งรัง
ผู้เขียน	นายอธิภัทร เงินหมื่น
สาขาวิชา	พฤกษศาสตร์
ปีการศึกษา	2556

### บทคัดย่อ

สำรวจพืชในพื้นที่นาทุ่งรัง 2 พื้นที่ในตำบลคูเต่า อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ซึ่งเป็นพื้นที่ดินเค็ม ทำการศึกษาระหว่างเดือนมีนาคม พ.ศ. 2555 – เมษายน พ.ศ.2556 พบทั้งหมด 55 ชนิด ใน 50 สกุล และ 26 วงศ์ จากการสำรวจโดยดูค่าความถึสัมพัทธ์สูงสุด 10 อันดับแรกมีพืชเด่นในพื้นที่คันนา คือ *Antidesma ghaesembilla* Gaertn. *Canavalia obtusifolia* DC.

*Cayratia trifolia* (L.) Domin *Chromolaena odoratum* (L.) R.M. King & H.Rob.

*Glochidion littorale* Blume *Hibiscus tiliaceus* L. *Morinda citrifolia* L. *Pluchea indica* (L.) Less.

*Ziziphus oenoplia* (L.) Mill. *Chrysopogon aciculatus* (Retz.) Trin. *Cynodon dactylon* (L.) Pers.

*Cyperus compressus* L. *Fimbristylis ferruginea* (L.) Vahl *Panicum repens* L. และ

*Paspalum vaginatum* Swartz และพืชอีก 3 ชนิดที่กั้นบ่อคือ *Eleocharis dulcis* Trin. ex Henschel.

*Paspalum vaginatum* Swartz และ *Sonneratia caseolaris* (L.) Engl. ลักษณะทางกายวิภาคของพืช

ทนเค็มคือ รากมีเอกโซเคอร์มิสและแอสเครนิมาซัดเจน ลำต้นจะไม่พบวาสคิวลาร์แคมเบียมเป็น

ชั้นๆในพืชใบเลี้ยงคู่ พบชั้นของสเคลอเรนจิม่าเป็นวงในลำต้นของพืชวงศ์หญ้า ส่วนใบพบเนื้อเยื่อ

ชั้นผิวด้านบนค่อนข้างหนาและมากกว่าหนึ่งชั้น มีคิวตินปกคลุม และแพลิวคูลาร์เซลล์ที่พัฒนาดี

ในพืชใบเลี้ยงคู่ มีกลุ่มเซลล์บัลลิสทอร์มเห็นได้ชัดเจนในใบของพืชวงศ์หญ้า เมื่อนำพืชเด่นในก้นบ่อ

2 ชนิดคือ *Paspalum vaginatum* Swartz (หญ้าสะกาดน้ำเค็ม) และ *Eleocharis dulcis* Trin. ex

Henschel. (กกแห้วทรงกระเทียม) มาปลูกในทรายที่มีสารละลายธาตุอาหาร Hoagland ซึ่งเพิ่มเกลือ

โซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0 50 100 200 และ 300 mM เป็นเวลา 60 วัน พบว่าการเจริญเติบโตของพืช

ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยหญ้าสะกาดน้ำเค็มและกกแห้วทรงกระเทียมอยู่รอดถึงความเข้มข้น 200

mM และ 100 mM ตามลำดับ หญ้าสะกาดน้ำเค็มมีเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เมตาไซเล็มลดลงในราก

เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เนื้อเยื่อสเคลอเรนจิม่าในลำต้นกับในใบเพิ่มขึ้น และความหนาของเนื้อเยื่อชั้น

ผิวด้านบนของใบเพิ่มขึ้น เพื่อลดการสูญเสียน้ำ ส่วนกกแห้วทรงกระเทียมมีเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่

แอสเครนิมาในรากลดลง แต่เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่พารังคิม่าและคลอเรนจิม่าในลำต้นเพิ่มขึ้น เนื่องจาก

เพิ่มการสะสมน้ำในเซลล์พืช และค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารในชุดที่ปลูกหญ้าและ

กกว่าชดที่ไมปลูกพีช ซึ่งการเปลยนแปลงทางกายวภาคเพือการปรับตัวของหญ้าและกษนค  
นี้มีความสอดคลือกับค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารเพราะมีการสะสมไอออนจาก  
สารละลายธาตุอาหารไว้ในเซลล์พีช และทำให้พีชอยู่รอดในความเค็มได้ หญ้าสะกาดน้ำเค็มและ  
กกเห้วทรงกระเทียมจึงมีแนว โนมที่สามารถนำมาบำบัดดินเค็มด้วยวิธี Phytoextraction ได้

Thesis Title	Effect of Salinity on Anatomical Characteristics of Some Salt-Tolerant Plants in Abandoned Shrimp Ponds
Author	Mr.Athipat Ngermuen
Major Program	Botany
Academic Year	2013

### Abstract

A survey of plants in a saline area of two abandoned shrimp ponds in Khutao sub-district, Hatyai district, Songkhla province were carried out during March 2012 – April 2013. The study found 55 species including 50 genera in 26 families. The highest 10 dominant species by relative frequency in the ridge areas were *Antidesma ghaesembilla* Gaertn., *Canavalia obtusifolia* DC., *Cayratia trifolia* (L.) Domin, *Chromolaena odoratum* (L.) R.M. King & H. Rob., *Glochidion littorale* Blume, *Hibiscus tiliaceus* L., *Morinda citrifolia* L., *Pluchea indica* (L.) Less., *Ziziphus oenoplia* (L.) Mill., *Chrysopogon aciculatus* (Retz.) Trin., *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Cyperus compressus* L., *Fimbristylis ferruginea* (L.) Vahl, *Panicum repens* L. and *Paspalum vaginatum* Swartz and the 3 species in the bottom areas were *Eleocharis dulcis* Trin. ex Henschel., *Paspalum vaginatum* and *Sonneratia caseolaris* (L.) Engl. The anatomical characteristics of the dominant salt-tolerant plants were investigated as follows: the roots had a distinct exodermis and aerenchyma, a successive cambium was not found in the dicot stems, a sclerenchyma ring was found in the grass stems. The dicot leaves had a thick and multiple epidermis and a thick cutin layer on their adaxial surface with a distinct palisade parenchyma whereas very large bulliform cells were found in the grass blades. *Paspalum vaginatum* and *Eleocharis dulcis* were cultivated in sand with Hoagland's nutrient solution with varied NaCl concentrations (0, 50, 100, 200 and 300 mM) for 60 days. The result shown that the growth of them decreased significantly, and they survived up to 200 mM in *Paspalum vaginatum* and 100 mM in *Eleocharis dulcis*. *Paspalum vaginatum* had a reduced metaxylem area percentage in the root but had an increased sclerenchyma area percentage in the stem and leaf. In addition, the upper epidermis was thick and enlarged in order to prevent water loss. Moreover, the aerenchyma area percentage was decreased in the root of *Eleocharis dulcis* while the parenchyma and chlorenchyma area percentage was increased in the stem for water accumulation. Finally, the

electrical conductivity in the planting pots were less than the free planting pot. These were correlated to the anatomical changes of plants for these salt-tolerant plants that had adapted to accumulate ions in the plant cells, and allowed to survive in saline condition. In this sense *Paspalum vaginatum* and *Eleocharis dulcis* tend to remediate saline soil by phytoextraction.



## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยคามอนุเคราะห์จากบุคคล และหน่วยงานต่างๆ ผู้เขียนขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ช่อทิพย์ ปุรินทรกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผู้ถ่ายทอดความรู้ ให้คำแนะนำ ชี้แนะสิ่งต่างๆ สำหรับการปรับปรุงในการทำวิทยานิพนธ์ รวมถึงการตรวจสอบความถูกต้องของรูปเล่มวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุปถัมภ์ มีสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ให้คำแนะนำต่างๆ สำหรับการทำให้วิทยานิพนธ์ ชี้แนะแนวทางในการปรับปรุงงานวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรัส ลีตติวงศ์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุบลวรรณ อุโพธิ์ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้ให้คำแนะนำ ในการแก้ไข ตรวจสอบความถูกต้องรูปเล่มวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ดร.สหัส จันทนาอรพินท์ ผู้อนุเคราะห์อุปกรณ์ในการทำปฏิบัติการต่างๆ ประกอบกับคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่ โรงเรือนเพาะชำ ห้องปฏิบัติการ และเครื่องมือต่างๆ ในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่สนับสนุนทุนในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณนางสาวพรสวรรค์ สุทธินนท์ นายวีระยุทธ ศรีโกคา นายนราธิป ทับทิมทอง นายภัทรินทร์ พูลสุข นายสมภพ แซ่เฮง นางสาวสุวลีย์ แดงเดช นางสาวรินมนัส วัชรตัน และนายณัฐพงศ์ กิ่งมณี ผู้ให้ความช่วยเหลือในงานภาคสนามและงานปฏิบัติการใน โรงเรือนเพาะชำในระหว่างการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณพันตำรวจโทเร่ม ทิพย์แก้ว ผู้ให้ข้อมูลในการสำรวจหาพื้นที่นาทุ่งทั้งร้าง เพื่อเป็นพื้นที่ศึกษาในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ ครอบครัว เพื่อนๆ รุ่นพี่ รุ่นน้องที่ให้ความสนใจ สนับสนุนความช่วยเหลือ รวมถึงเป็นที่ปรึกษาปัญหาต่างๆ ระหว่างการทำวิทยานิพนธ์

อธิภัทร เงินหมื่น

## สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(10)
รายการตาราง	(11)
รายการภาพประกอบ	(12)
บทที่ 1 บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
การตรวจเอกสาร	3
วัตถุประสงค์	17
ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษา	17
บทที่ 2 วิธีการศึกษา	18
วัสดุและอุปกรณ์	18
วิธีการศึกษาและเก็บข้อมูล	21
บทที่ 3 ผลการศึกษา	31
บทที่ 4 บทสรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา	72
เอกสารอ้างอิง	85
ภาคผนวก	97
ประวัติผู้เขียน	131

## รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงสารประกอบเกลือที่พบได้โดยทั่วไปในดิน	3
2	แสดงค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (ECe) เปรอ์เซ็นต์ของปริมาณเกลือในดิน (%) ระดับความเค็มของดินที่มีอิทธิพลต่อพืช	4
3	แสดงตัวอย่างชนิดของพืชทนเค็มจำแนกตามกลไกในการปรับตัวเพื่ออยู่รอดในสถานะที่มีความเค็มสูงและสภาพสิ่งแวดล้อม	10
4	แสดงลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ที่ทำการศึกษาในแต่ละอวัยวะของพืช	29
5	พืชใบเลี้ยงคู่ที่พบในพื้นที่นาทุ่งรัง	32
6	พืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่พบในพื้นที่นาทุ่งรัง	35
7	ค่าความถี่สัมพัทธ์ของพืชบริเวณคันทาสูงสุดตามลำดับในพื้นที่นาทุ่งรัง	37
8	ค่าความถี่สัมพัทธ์ของพืชบริเวณก้นบ่อในพื้นที่นาทุ่งรัง	38
9	ความสูง น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง ของหญ้าสะกาดน้ำเค็มที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีเกลือ โซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	58
10	ลักษณะทางกายวิภาคของรากหญ้าสะกาดน้ำเค็มที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีเกลือ โซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	59
11	ลักษณะทางกายวิภาคของลำต้นหญ้าสะกาดน้ำเค็มที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีเกลือ โซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	60
12	ลักษณะทางกายวิภาคของใบหญ้าสะกาดน้ำเค็มที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีเกลือ โซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	61
13	ความสูงของหน่อที่สูงสุดภายในกอ น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง ของกกแห้วทรงกระเทียม ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีเกลือ โซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	65
14	ลักษณะทางกายวิภาคของรากกกแห้วทรงกระเทียมที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีเกลือ โซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	66
15	ลักษณะทางกายวิภาคของลำต้นกกแห้วทรงกระเทียมที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีเกลือ โซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	67
16	ค่าการนำไฟฟ้าและค่าพีเอชของสารละลายธาตุอาหารที่มีเกลือ โซเดียมคลอไรด์ ของกระถางที่มีการปลูกหญ้าสะกาดน้ำเค็มและกกแห้วทรงกระเทียม และกระถางที่ไม่มีการปลูกพืช หลังจากปลูกในภาวะความเค็ม 60 วัน	71

## รายการภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงการตอบสนองของการเติบโตต่อความเค็มสองระยะของพืชที่มี จีโนไทป์แตกต่างกันในปริมาณเกลือที่ก่อให้เกิดความเป็นพิษในใบ	8
2	ตัวอย่างลักษณะทางกายวิภาคของพืชทนเค็ม	12
3	พื้นที่ศึกษานากุ้งทิ้งร้าง ณ ตำบลคูเต่า อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	23
4	พื้นที่ที่ทำการศึกษา	24
5	ภาพตัดตามขวางลำต้นของตัวอย่างพืชใบเลี้ยงคู่	47
6	ภาพตัดตามขวางลำต้นของตัวอย่างพืชใบเลี้ยงคู่ (ต่อ)	48
7	ภาพตัดตามขวางแผ่นใบของตัวอย่างพืชใบเลี้ยงคู่	49
8	ภาพตัดตามขวางแผ่นใบของตัวอย่างพืชใบเลี้ยงคู่ (ต่อ)	50
9	ภาพตัดตามขวางรากของตัวอย่างพืชใบเลี้ยงเดี่ยว	51
10	ภาพตัดตามขวางรากของตัวอย่างพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (ต่อ)	52
11	ภาพตัดตามขวางลำต้นของตัวอย่างพืชใบเลี้ยงเดี่ยว	53
12	ภาพตัดตามขวางลำต้นของตัวอย่างพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (ต่อ)	54
13	ภาพตัดตามขวางแผ่นใบของตัวอย่างพืชใบเลี้ยงเดี่ยว	55
14	ภาพตัดตามขวางแผ่นใบของตัวอย่างพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (ต่อ)	56
15	ภาพตัดขวางรากหญ้าสะกาดน้ำเค็ม ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มี เกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	62
16	ภาพตัดขวางลำต้นหญ้าสะกาดน้ำเค็ม ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีเกลือ โซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	63
17	ภาพตัดขวางใบหญ้าสะกาดน้ำเค็ม ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีเกลือ โซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	64
18	ภาพตัดขวางรากกกแห้วทรงกระเทียม ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีเกลือ โซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	69
19	ภาพตัดขวางลำต้นกกแห้วทรงกระเทียมที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร ที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	70

# บทที่ 1

## บทนำ

### บทนำต้นเรื่อง

ประเทศไทยพบดินเค็มในบริเวณแถบชายทะเลของพื้นที่ภาคกลาง ภาคใต้ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2544) ซึ่งสาเหตุการแพร่กระจายดินเค็ม สามารถเกิดได้ตามธรรมชาติและโดยมนุษย์ สำหรับพื้นที่ในบริเวณแถบชายทะเลของภาคใต้ การเลี้ยงกุ้งกุลาดำได้มีการขยายตัวอย่างรวดเร็วตั้งแต่ปี พ.ศ. 2530 จังหวัดสงขลาเป็นจังหวัดหนึ่งที่มีพื้นที่ส่วนใหญ่ติดกับชายฝั่งทะเลอ่าวไทย ซึ่งมีการเลี้ยงกุ้งอย่างกว้างขวาง ในอำเภอเมือง หาดใหญ่ ระโนด สทิงพระ สิงหนคร จะนะ และเทพา (ชัชวาล และคณะ, 2553) การเลี้ยงกุ้งจะเลี้ยงในน้ำเค็ม โดยการสูบน้ำจากทะเลเข้ามาในบ่อ ซึ่งบ่อกุ้งส่วนใหญ่มักจะตั้งอยู่ใกล้กับนาข้าวและแหล่งน้ำจืด ทำให้น้ำเค็มเข้าสู่นาข้าวจนทำให้เกิดความเสียหาย เพราะดินเหล่านี้มีความเค็มสูงและปนเปื้อนสารเคมีที่ใช้ในการเลี้ยงกุ้ง จึงไม่สามารถนำไปใช้ปลูกข้าวหรือพืชเกษตรอื่นๆ ได้ (โครงการการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา, 2541) ทางเลือกในการฟื้นฟูสภาพแวดล้อมในพื้นที่ดินเค็มจัดวิธีหนึ่งคือ การปลูกพืชทนเค็ม เนื่องจากพืชเหล่านี้มีความสามารถพิเศษในการปรับตัวเพื่อเจริญเติบโตปกคลุมพื้นที่ที่มีคราบเกลือได้ และยังใช้ประโยชน์ในการนำมาเป็นพืชอาหารสัตว์ได้อีกด้วย เมื่อดินมีพืชปกคลุมจะทำให้อัตราการระเหยน้ำและการนำเกลือมาสะสมที่ผิวดินลดลง สามารถรักษาความชื้นในดินได้ นอกจากนี้เศษพืชยังสามารถเป็นอินทรีย์วัตถุเพิ่มเติมให้กับดิน (อรุณี, 2546) และพืชทนเค็มยังสามารถลดความเค็มของดินและน้ำลงได้ (Al-Nasir, 2009) การฟื้นฟูดินเค็มให้กลับมาใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูกพืชได้ด้วยการลดระดับความเค็มของดินลงต้องลงทุนสูงและใช้ระยะเวลาอันยาวนาน การเลือกปลูกพืชทนเค็มชนิดที่เหมาะสมกับระดับความเค็มและสภาพพื้นที่เป็นทางเลือกหนึ่งที่ทำให้เกษตรกรลดต้นทุนการผลิตและปรับปรุงดินเค็มได้ (วรรณิสา และคณะ, 2552) พืชที่อยู่ในสภาวะความเค็มสูง ต้องเผชิญกับสภาวะความเครียดเนื่องจากความเค็มและมีผลต่อสมดุลของกระบวนการต่างๆ ในการดำรงชีวิตของพืช ได้แก่ พืชสามารถดูดซึมน้ำผ่านทางรากได้น้อยลง เพราะสมดุลของแรงดันออสโมติกมีการเปลี่ยนแปลง และปริมาณของไอออนของเกลือที่มากเกินไปก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อเซลล์พืช ทำให้การเติบโตลดลง (Sen and Kasera, 2001) พืชจึงต้องมีการปรับตัวโดยมีการเปลี่ยนแปลงกลไกทางสรีรวิทยา ได้แก่ การควบคุมสมดุล

ของแรงดันออสโมติก การดูดซึมไอออนเข้าทางรากอย่างจำเพาะ การสะสมไอออนที่ก่อให้เกิดความเป็นพิษในโครงสร้างของพืชที่มีความอวบน้ำ การขับไอออนส่วนเกินออกจากโครงสร้างของพืช ทางด้านสัณฐานวิทยาและลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ ได้แก่ การลดจำนวนปากใบ ความหนาของชั้นคิวติน (cutin) มากขึ้น มีการสะสมสารเคลือบเพิ่มขึ้น จำนวนชั้นและขนาดของเนื้อเยื่อในชั้นมีโซฟิลล์ (mesophyll) เพิ่มขึ้น มีจำนวนของเซลล์ขนที่ทำหน้าที่ในการขับเกลือหรือมีต่อมเกลือ (salt gland) เพิ่มขึ้น เป็นต้น ซึ่งความทนต่อความเค็มของพืชมีความเกี่ยวข้องกับการปรับตัวทางสรีรวิทยา ทางด้านสัณฐานวิทยา และกายวิภาคศาสตร์ นอกจากนี้มีลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของพืชที่พิเศษบางลักษณะ เกิดขึ้นขณะที่พืชมีการเจริญเติบโตในพื้นที่ที่มีความเค็มสูง พืชทนเค็มจะปรับตัวเพื่อให้มีชีวิตรอดจากความเค็ม (มณฑล และคณะ, 2552; Hameed et al., 2011) ถึงแม้ว่ากลไกการปรับตัวทางสรีรวิทยาจะมีความสำคัญในการอยู่รอดของพืช แต่การปรับตัวทางกายวิภาคศาสตร์ก็มีบทบาทสำคัญต่อการอยู่รอดของพืชที่อยู่ในสภาวะความเค็มสูงเช่นเดียวกัน (Hameed et al., 2010b) ความทนต่อความเค็มของพืชสามารถทราบได้จากความสามารถของพืชที่เจริญเติบโตภายใต้สภาวะความเครียดเนื่องจากความเค็ม โดยในการศึกษาที่ผ่านมา พบว่ามีการศึกษาถึงระดับความทนเค็มของพืชโดยพิจารณาจากผลผลิตของพืช ความอยู่รอดของพืช ความสูงของพืช อัตราการเจริญสัมพัทธ์ (relative growth rate) และการเจริญเติบโตที่ลดลงสัมพัทธ์ ซึ่งจะทำการเปรียบเทียบระหว่างพืชที่เจริญเติบโตในแต่ละระดับความเค็มกับพืชที่อยู่ในชุดควบคุม (Munns, 2002; Ashraf and Harris, 2004) และบางลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของพืชที่ตอบสนองต่อระดับความเค็มที่เพิ่มขึ้น สามารถนำมาเป็นตัวแทนในการบ่งชี้ถึงกลไกการปรับตัวของพืชที่ใช้เมื่ออยู่ในสภาวะความเค็มสูง (Hameed et al., 2010b; Dolatabadian et al., 2011)

ผลการศึกษาในครั้งนี้ เป็นการศึกษาลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของพืชทนเค็มบางชนิดที่พบในพื้นที่นาุ้งทิ้งร้าง และลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของพืชทนเค็มบางชนิดในแต่ละระดับความเค็ม จากการศึกษาในครั้งนี้ จะเป็นแนวทางในการใช้พืชทนเค็มบางชนิดเพื่อลดความเค็มของพื้นที่นาุ้งทิ้งร้างในจังหวัดสงขลา

## การตรวจเอกสาร

### 1. ดินเค็ม (saline soil)

ดินเค็ม (saline soil) หมายถึง ดินที่มีปริมาณเกลือที่ละลายน้ำอยู่ในสารละลายดินมากเกินไปจนมีผลกระทบต่อ การเติบโตและผลผลิตของพืช (อรุณี, 2546) โดยการรบกวนการดูดซึมของน้ำเข้าสู่รากพืช (Franzen, 2007) ทำให้พืชเกิดอาการขาดน้ำ และมีการสะสมของไอออนที่เป็นพิษในพืชมากเกินไป จนก่อให้เกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหารพืช (Munns and Tester, 2008) นอกจากนี้ความเค็มในระดับสูงสามารถจำกัดการเจริญเติบโตของราก ก่อให้เกิดอาการขอบใบไหม้ยับยั้งการออกดอก และการงอกของเมล็ด (Whiting et al., 2010) เกลือที่พบได้ทั่วไปในสารละลายดินคือเกลือที่มีองค์ประกอบของแคตไอออน (cation) ต่างๆ ได้แก่ โซเดียมไอออน ( $\text{Na}^+$ ) โพแทสเซียมไอออน ( $\text{K}^+$ ) แมกนีเซียมไอออน ( $\text{Mg}^{2+}$ ) และแคลเซียม ( $\text{Ca}^{2+}$ ) (El-Swaify, 2000) และแอนไอออน (anion) ต่างๆ ได้แก่ คลอไรด์ไอออน ( $\text{Cl}^-$ ) ซัลเฟตไอออน ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) คาร์บอเนตไอออน ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) ที่อยู่ในรูปของไบคาร์บอเนต ( $\text{HCO}_3^-$ ) (Yadav et al., 2011) สารประกอบเกลือที่พบได้ทั่วไปในดิน ได้แก่ โซเดียมคลอไรด์ และโซเดียมซัลเฟต เป็นต้น (ตารางที่ 1) โดยเกลือโซเดียมคลอไรด์จะพบได้มากในดินเค็มแต่ละพื้นที่ (Henschke, 2007)

ตารางที่ 1 แสดงสารประกอบเกลือที่พบได้โดยทั่วไปในดิน (Cardon et al., 2007)

สารประกอบเกลือ	แคตไอออน	แอนไอออน	ชื่อสามัญ
$\text{NaCl}$	โซเดียม	คลอไรด์	Halite (table salt)
$\text{Na}_2\text{SO}_4$	โซเดียม	ซัลเฟต	Glauber's salt
$\text{MgSO}_4$	แมกนีเซียม	ซัลเฟต	Epsom salts
$\text{NaHCO}_3$	โซเดียม	ไบคาร์บอเนต	Baking soda
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	โซเดียม	คาร์บอเนต	Sal soda
$\text{CaSO}_4$	แคลเซียม	ซัลเฟต	Gypsum
$\text{CaCO}_3$	แคลเซียม	คาร์บอเนต	Calcite (lime)

ระบบการจำแนกดินเค็ม โดย USSSL (U.S. Salinity Laboratory) ของสหรัฐอเมริกา สามารถจำแนกดินเค็มออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้ (สมศรี, 2539)

1. ดินเค็ม (saline soil) คือ ดินที่มีค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน ( $EC_e$ ) ที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำสูงกว่า 2 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร (dS/m) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ค่าเปอร์เซ็นต์ของโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable sodium percentage; ESP) น้อยกว่า 15 และค่า pH น้อยกว่า 8.5

2. ดินโซดิก (sodic soil) คือ ดินที่มีค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำต่ำกว่า 2 เดซิซีเมนต์ต่อเมตรที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ค่าเปอร์เซ็นต์ของโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้มากกว่า 15 และค่า pH อยู่ระหว่าง 8.5 – 10

3. ดินเค็มโซดิก (saline-sodic soil) คือ ดินที่มีค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำมากกว่า 2 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ค่าเปอร์เซ็นต์ของโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ มากกว่า 15 และค่า pH อยู่ระหว่าง 8.5 – 10 ปริมาณของโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่สูงมาก ทำให้ดินแน่นทึบ เนื่องจากอนุภาคดินฟุ้งกระจาย ทำให้น้ำและอากาศซึมผ่านได้ยาก นอกจากนี้ดินที่มี pH สูง ทำให้เกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหาร ขาดแคลเซียม สังกะสี ไนโตรเจน อินทรีย์วัตถุ และเกิดความเป็นพิษของโซเดียม โบรอน และโมลิบดีนัม (สมศรี, 2539; Warrance et al., 2003)

ระดับความเค็มของดินที่แตกต่างกัน โดยการพิจารณาจากค่าการนำไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จะมีอิทธิพลต่อพืชที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 แสดงค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ ( $EC_e$ ) เปอร์เซ็นต์ของปริมาณเกลือในดิน (%) ระดับความเค็มของดินที่มีอิทธิพลต่อพืช (สมศรี, 2539)

ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (dS/m)	เกลือในดิน (%)	ระดับความเค็มของดิน	อิทธิพลต่อพืช
2	<0.1	ไม่เค็ม	ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช
2-4	0.1-0.2	เค็มเล็กน้อย	มีผลต่อพืชที่ไม่ทนเค็ม
4-8	0.2-0.4	เค็มปานกลาง	มีผลต่อพืชหลายชนิด
8-16	0.4-0.8	เค็มมาก	พืชทนเค็มเท่านั้นที่ยังเจริญเติบโตได้ดี
16	>0.8	เค็มจัด	พืชทนเค็มน้อยชนิดหรือพืชชอบเกลือที่เจริญเติบโตได้ดี



แหล่งกำเนิดของดินเค็มมี 2 แหล่งใหญ่ ได้แก่ เกลือทะเล ที่มาจากน้ำทะเลหรือมหาสมุทร ก่อให้เกิดดินเค็มชายทะเล และเกลือทางธรณี ที่มาจากการสลายตัวของหินและแร่ทางธรณี ซึ่ง ก่อให้เกิดดินเค็มบก (สมศรี, 2539) พื้นที่ดินเค็มสามารถพบได้ในทุกสภาพภูมิอากาศ แต่มักพบใน เขตแห้งแล้ง และค่อนข้างแห้งแล้ง เนื่องจากการระเหยของน้ำภายในดิน ซึ่งพาเกลือที่ละลายอยู่ใน น้ำที่ชั้นน้ำใต้ดินขึ้นมาสะสมบริเวณผิวดินซึ่งมีรากของพืชอยู่ มีผลให้พืชได้รับผลกระทบจาก ความเครียดจากความแห้งแล้งและปริมาณเกลือที่มาก (Pessarakli et al., 2011) ในเขตชายฝั่งทะเล การรุกรานของน้ำทะเลเข้าสู่แผ่นดินจะพาเกลือในน้ำทะเลเข้าสู่แม่น้ำ ชั้นน้ำใต้ดิน และแพร่มาสู่ดิน (Franzen, 2007) ดินเค็มในบางพื้นที่มีสภาพเป็นพื้นที่น้ำขัง ก่อให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างภาวะขาด ออกซิเจนและปริมาณของเกลือที่มีมากส่งผลเสียต่อการเจริญเติบโตของพืช (Rengasamy, 2006) นอกจากนี้ดินเค็มสามารถเกิดได้จากกิจกรรมของมนุษย์ ได้แก่ ระบบชลประทานที่ไม่เหมาะสม ซึ่ง นำน้ำที่คุณภาพต่ำซึ่งมีเกลือละลายอยู่ในน้ำมาก ทำให้เกลือมีปริมาณเพิ่มขึ้นในดิน การตัดไม้ทำลาย ป่า และการสะสมของเกลือที่มาจากน้ำซึ่งมีสารเคมีจาก โรงงานอุตสาหกรรมที่ปล่อยออกมาอาจ สะสมในดินได้ (Yadav et al., 2011)

## 2. นาุ้งที่ถูกทิ้งร้าง (abandoned shrimp ponds)

น้ำทะเลที่ใช้สำหรับการเลี้ยงกุ้งทำให้เกิดการสะสมของกำมะถันในดิน และเกลือทั้งในดิน และน้ำใต้ดินได้ (Thammarith, 2001) น้ำเค็มที่ระบายจากบ่อกุ้งจะปนเปื้อนเข้าสู่ชั้นหินอุ้มน้ำ (aquifers) แล้วเข้าสู่ชั้นน้ำใต้ดินต่อไป หรือรั่วซึมผ่านทางผนังกั้นของบ่อเลี้ยงกุ้งก่อให้เกิดการ แพร่กระจายของดินเค็มได้ (Auburn University, 2004) น้ำทิ้งที่ระบายจากบ่อเลี้ยงกุ้งสามารถเพิ่ม ความเค็มของดินได้เป็นระยะทางถึง 50 เมตรหรือมากกว่าจากขอบของบ่อเลี้ยงกุ้ง การทำนาุ้ง มักจะก่อให้เกิดการตกค้างของของเสียจากกุ้ง สารเร่งการเจริญเติบโต และสารเคมีต่างๆ ที่ใช้ในการ เลี้ยงกุ้ง น้ำเค็มในบ่อเลี้ยงกุ้งตามชายฝั่งทะเลมักจะคงระดับความเค็ม 10 ถึง 30 ppt ส่วนนาุ้งใน พื้นที่ห่างจากชายฝั่งทะเลเข้ามาคงในช่วง 4 ถึง 10 ppt (Flaherty et al., 2000) การแพร่กระจายของ ดินเค็มส่งผลให้พื้นที่การเกษตรที่อยู่บริเวณใกล้เคียงได้รับผลกระทบ ต้องถูกทิ้งร้าง ไม่สามารถทำ การเกษตรได้อีกต่อไป พื้นที่รอบทะเลสาบสงขลาเป็นพื้นที่หนึ่งซึ่งมีการขยายตัวของพื้นที่ที่ทำนา ุ้งอย่างรวดเร็วในช่วงปี พ.ศ. 2525 ถึง พ.ศ. 2543 พบว่าพื้นที่การทำนาุ้งเพิ่มขึ้นจาก 3,491 เฮกตาร์ เป็น 7,799 เฮกตาร์ จากการศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพระหว่างดินที่ผ่านการ ทำนาุ้งมาแล้วโดยเก็บจากก้นบ่อ กับดินดั้งเดิมที่ไม่ได้ผ่านการทำนาุ้ง โดยเก็บจากบริเวณที่ติดกับ พื้นที่เพาะปลูกข้าว ณ ตำบลคูเต่า อำเภอหาดใหญ่ พบว่าดินที่ผ่านการทำนาุ้ง มีคุณสมบัติทางเคมี

และกายภาพของดินไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช คือ ค่า pH ของดินน้อยกว่า 7 และต่ำกว่าดินที่ไม่ผ่านการทำนาเกลือ เนื่องจากกรดซัลฟิวริกที่เกิดขึ้นจากไฟโรต์ที่สัมผัสกับอากาศ ที่พบในดินนาเกลือ และดินนาเกลือมีค่าการนำไฟฟ้าที่สูงกว่าเนื่องมาจากการสะสมของเกลือจากน้ำทะเลที่นำมาใช้ในการเลี้ยงกุ้ง ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนของดินที่ผ่านการทำนาเกลือมีน้อยกว่าเนื่องจากการขุดหน้าดินออกเพื่อเตรียมการทำบ่อที่ใช้สำหรับการทำนาเกลือ สำหรับคุณสมบัติทางกายภาพ พบว่าความหนาแน่นรวมสูงกว่าดินที่ไม่ผ่านการทำนาเกลือ แสดงให้เห็นว่าดินอยู่ในลักษณะอัดตัวกันแน่นกว่า ความพรุนตัว และค่าเปอร์เซ็นต์ของน้ำที่เป็นประโยชน์ของดินที่ผ่านการทำนาเกลือมีค่าต่ำกว่า (Tanavud et al., 2001)

### 3. ผลกระทบของความเค็มต่อพืช (salinity effect on plants)

ดินที่มีความเค็มสูงส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ด้วยสองสาเหตุหลักคือ

1. ผลของแรงดันออสโมติก (osmotic effect) เนื่องจากปริมาณของไอออนที่มีมากเกินไปในสารละลายดิน จะลดค่าศักย์ของน้ำ (water potential) ในสารละลายดิน ทำให้น้ำและแร่ธาตุสามารถซึมผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ของรากได้ยาก ดังนั้นอัตราการนำเข้าน้ำและแร่ธาตุเข้าสู่รากช้า ทำให้พืชขาดน้ำ มีผลยับยั้งกระบวนการขยายของเซลล์ (cell expansion) และการแบ่งเซลล์ (cell division) ทำให้อัตราการเจริญเติบโตของพืชลดลง (Volkmar et al., 1998; Carillo et al., 2011)

2. ผลของปริมาณไอออนที่มากเกินไป (ion-excess effect) ปริมาณของเกลือที่มากเกินไปเข้าสู่พืช จะยับยั้งกระบวนการทางสรีรวิทยาและชีวเคมีต่างๆ ได้แก่ กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง การนำเข้าและการนำไปใช้ประโยชน์จากแร่ธาตุ (Carillo et al., 2011; Yadav et al., 2011) และทำให้เกิดความเสียหายต่อเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้พืชเกิดความผิดปกติ ซึ่งสามารถสังเกตได้จากส่วนของใบ ได้แก่ ปลายของใบมีลักษณะไหม้ (tip-burn) และ ขอบใบแห้ง (marginal necrosis) เป็นต้น (Volkmar et al., 1998) เมื่อเกลือสะสมในใบที่แก่จนกระทั่งถึงระดับที่ทำให้เกิดความเป็นพิษ จะทำให้ใบร่วงเร็วกว่าปกติ (Munns et al., 2002)

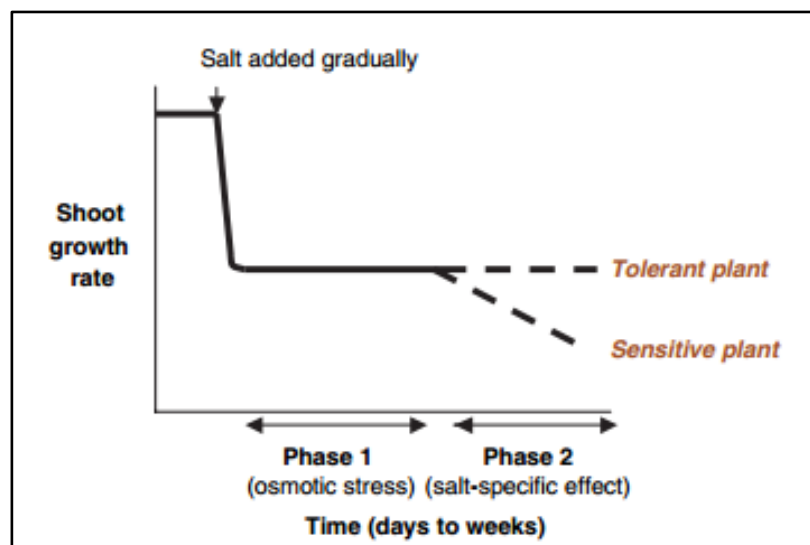
Munns และคณะ (2002) อ้างถึงใน Läuchli and Grattan (2007) เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการตอบสนองของการเติบโตต่อความเค็มสองระยะ (two-phase growth response to salinity) (ภาพที่ 1) ซึ่งเป็นการตอบสนองในการเติบโตของพืชต่อความเค็มในเชิงเวลา ในระยะแรก เมื่อความเข้มข้นเกลือรอบรากพืชสูง การเติบโตของพืชลดลงอย่างรวดเร็วทันที เพราะการดูดซึมน้ำผ่านทางรากลดลง พืชจึงได้รับผลกระทบคล้ายกับความเครียดเนื่องจากการขาดน้ำ ในระยะที่สอง พืชได้รับผลกระทบช้ากว่า ใช้เวลาเป็นวัน สัปดาห์ หรือเป็นเดือน เนื่องจากการสะสมของเกลือในใบในระยะ

นี้ ก่อให้เกิดความเป็นพิษในพืช ลดพื้นที่ในการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยเริ่มเกิดในใบที่แก่กว่า และทำให้ตาย ซึ่งการเติบโตของพืชตอนเริ่มต้นลดลงทั้งพืชที่ทนและไม่ทนเค็ม แต่จะแตกต่างกันคือ ในระยะที่สองโดยพืชจิวไนท์ที่ไม่ทนจะไม่สามารถป้องกันการสะสมของเกลือในใบได้จนทำให้มีปริมาณเกลือมากจนถึงระดับความเป็นพิษในใบ

Alshammary และคณะ (2004) พบว่าหญ้าชนิด *Distichlis spicata* (Torr.) Beetle มีความทนต่อความเค็มมากกว่าหญ้าชนิด *Puccinellia distans* (L.) Parl. *Festuca arundinacea* Schreb. และ *Poa pratensis* L. เมื่อดูจากการเจริญเติบโตของหญ้าในแต่ละระดับความเค็ม นอกจากนี้พืชบกชนิดอื่น เช่น หญ้าค็อกซ์ (*Sporobolus virginicus* (L.) Kunth) ที่เติบโตในพื้นที่ชุ่มน้ำ และพื้นที่ทรายมีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันในภาวะความเค็ม (Blits and Gallagher, 1991) และข้าวในแต่ละจีโนมไทป์มีความทนต่อความเค็มแตกต่างกัน โดยพิจารณาจากการเจริญเติบโต ความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ จำนวนของหน่อ และความยาวของช่อดอก (Ali et al., 2004) รวมไปถึงในช่วงที่เป็นเมล็ดพืชส่วนมากไม่สามารถทนต่อความเค็มในระยะเริ่มแรกของการงอก (สมศรี, 2539) เนื่องจากเมล็ดไม่สามารถจำกัดการนำเข้า  $\text{Na}^+$  หรือ  $\text{Cl}^-$  ผ่านทางราก หรือสะสมไอออนดังกล่าวอยู่ในแวคิวโอลได้ เหมือนกับต้นกล้าที่มีอายุมากกว่า แต่พืชทนเค็มจะตอบสนองต่อความเค็ม โดยการชะลอระยะเวลาเริ่มต้นที่ต้นกล้าจะงอกออกมาจากเมล็ดแต่คงความมีชีวิตและงอกต้นกล้าออกมาได้แม้ในสารละลายที่มีความเค็มสูง ซึ่งแสดงให้เห็นว่า เมล็ดสามารถทนต่อความเครียดเนื่องจากความเค็มได้ ในช่วงเวลาหนึ่ง (Song et al., 2005) หลังจากต้นกล้าเจริญออกมาจากเมล็ด พืชจะมีความทนต่อความเค็มมากขึ้นเรื่อยๆ เมื่อมีการเจริญเติบโตในระยะต่อมา (Läuchli and Grattan, 2007) และส่วนของลำต้นเหนือดินมีความทนต่อความเค็มน้อยกว่าส่วนของราก สังเกตได้จากความเค็มส่งผลให้การเจริญเติบโตของส่วนของลำต้นเหนือดินลดลงมากกว่าส่วนของราก (Läuchli and Grattan, 2007)

ความเค็มที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของราก และส่วนของลำต้นเหนือดินลดลง ความสูงและจำนวนของใบถั่วเหลือง (*Glycine max* (L.) Merr.) ลดลง (Dolatabadian et al., 2011) ความสูง น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และพื้นที่ใบของถั่วดำ (*Bruguiera parviflora* Wight & Arn. ex W.Griffith) มีค่ามากที่สุดโดยสารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ 100 mM และลดลงในความเข้มข้นที่สูงขึ้น (Parida et al., 2004) น้ำหนักแห้งของหญ้าหีบ (*Paspalum conjugatum* P.J. Bergius) ลดลงทั้งในส่วนของลำต้นเหนือดินและใต้ดิน (Ibemesim, 2010) การเจริญเติบโตของ *Plantago cornopus* L. มีค่ามากที่สุดในความเข้มข้นของเกลือทะเล 25% และลดลงในความเข้มข้นของเกลือที่เพิ่มขึ้น ค่าการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ และประสิทธิภาพการใช้น้ำลดลงเมื่อความเข้มข้นของเกลือเพิ่มขึ้นเช่นกัน (Koyro, 2006) ในระดับ

ความเค็มที่สูงขึ้นส่งผลให้ น้ำหนักสด น้ำหนักแห้งของดาวเรืองหม้อ (*Borago officinalis* L.) ลดลง ส่วนปริมาณของฟีนอล อัลคาลอยด์ และแทนนินเพิ่มขึ้น (Badi and Sorooshzadeh, 2011) จากการศึกษาในกระเพาะ 2 จีโนไทป์ พบว่าความเข้มข้นของเกลือที่สูงขึ้นส่งผลให้ น้ำหนักสด ปริมาณของคลอโรฟิลล์เอ กับบี และแคโรทีนลดลง (Heidari, 2011)



ภาพที่ 1 แสดงการตอบสนองของการเติบโตต่อความเค็มสองระยะ (two-phase growth response to salinity) ของพืชที่มีจีโนไทป์แตกต่างกันในปริมาณเกลือที่ก่อให้เกิดความเป็นพิษในใบ (Läuchli and Grattan, 2007)

#### 4. พืชทนเค็ม (halophyte)

มีการให้คำนิยามคำว่าพืชทนเค็มไว้หลายมุมมองคือ เป็นพืชที่มีปริมาณเกลือมากในพืช โดยสามารถเจริญเติบโตอยู่รอดได้ดีในพื้นที่ที่มีความเค็มสูง (Crozier, 1892) หรือพืชที่บางระยะการเติบโตเผชิญกับความเข้มข้นเกลือที่สูงกว่าพืชไม่ทนเค็มปกติโดยที่พืชดังกล่าวไม่ตาย (Stocker, 1928) หรือพืชที่เติบโตได้ในดินเค็มหรือดินที่มีความเป็นด่างสูง (Correll and Johnston, 1970) หรือพืชที่สามารถอยู่รอดหรือได้รับประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมที่มีเกลือสูง (Mooney and Canacell, 2002) และพืชที่มีความสามารถในการอยู่รอดจนครบวงจรชีวิตในความเข้มข้นของเกลือ โซเดียมคลอไรด์ อย่างน้อย 200mM ที่อาจจะคล้ายคลึงกับสภาวะดังกล่าวในธรรมชาติ (Flowers and Colmer, 2008) ได้จากการทบทวนคำนิยามโดย Grigore และคณะ (2010a)

พืชทนเค็มส่วนใหญ่มักจะเป็นพืชดอก ส่วนพืชประเภทอื่นได้แก่ มอส ลิเวอร์เวิร์ด พืชเมล็ดเปลือยเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่มีการรายงานว่าเป็นพืชทนเค็ม เฟิร์นที่พบว่าเป็นพืชทนเค็ม มีเพียง 2 วงศ์เท่านั้นคือวงศ์กุศุดหางค่าง (Pteridaceae) และ วงศ์ผักดินกวาง (Ophioglossaceae) สำหรับพืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่เป็นพืชทนเค็ม มีการรายงานที่พบมากที่สุดในพืชวงศ์หญ้า (Poaceae) ซึ่งพบถึง 45 สกุล คิดเป็น 7% ของพืชในวงศ์หญ้า รองลงมาคือ พืชในวงศ์กก (Cyperaceae) พบถึง 13 สกุล คิดเป็น 6% ของพืชในวงศ์กก ส่วนพืชใบเลี้ยงคู่ที่เป็นพืชทนเค็มมีการรายงานที่พบมากที่สุดในพืชวงศ์ชะคราม (Chenopodiaceae) พบถึง 44 สกุล คิดเป็น 44% ของพืชในวงศ์นี้ (Flowers et al., 1986) จากการรายงานของ Flowers และคณะ (2010) พบว่าพืชทนเค็มพบมากที่สุดในอันดับ Caryophyllales ซึ่งส่วนมากเป็นพืชในวงศ์ชะคราม รองลงมาคือ อันดับ Alismatales Malpighiales และ Poales เป็นต้น ซึ่งคิดเป็น 21.4 17.7 10.1 และ 8.1 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนพืชทนเค็มทั้งหมดตามลำดับ

หลักการจำแนกพืชทนเค็มมีหลากหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับหลักเกณฑ์การพิจารณา ได้แก่ Kasera and Mohammed (2010) กล่าวว่า หากพิจารณาจากสภาพสิ่งแวดล้อมที่พืชทนเค็มอยู่อาศัยสามารถจำแนกออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่

1. True halophyte คือพืชที่เจริญเติบโตในสภาพแวดล้อมที่ดินมีความเค็มสูงมาก (ความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์มากกว่า 1.5 เปอร์เซ็นต์) และสามารถทนต่อสภาพที่มีความเค็มสูงเพื่อสามารถอยู่รอดได้

2. Facultative halophyte คือพืชที่สามารถเจริญเติบโตในสภาพแวดล้อมที่ดินมีความเค็มสูงจนถึงสภาพแวดล้อมที่ดินไม่เค็ม โดยมีการเจริญเติบโตที่เหมาะสมในดินเค็มที่มีความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ 0.5 เปอร์เซ็นต์

3. Transitional halophyte คือพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้เฉพาะในบริเวณรอยต่อระหว่างพื้นที่ดินเค็มและไม่เค็ม

4. Glycophyte คือพืชที่เจริญเติบโตส่วนมากในบริเวณดินไม่เค็ม แต่การเจริญเติบโตในพื้นที่ดินเค็มจะสามารถเจริญเติบโตได้เพียงระยะสั้นเมื่อระดับความเค็มของดินลดลง

นอกจากนี้ การจำแนกพืชทนเค็มสามารถจำแนกได้จากกลไกในการปรับตัวของพืชต่อสภาวะแวดล้อมที่มีความเค็มเพื่ออยู่รอด (Kasera and Mohammed, 2010) สามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. Salt-accumulating halophyte คือ พืชที่เจริญเติบโตภายใต้สภาวะที่มีความเค็มสูงโดยการรักษาความเข้มข้นของสารที่ใช้ในการควบคุมสมดุลของแรงดันออสโมติกไว้ เพื่อรักษา

ความสามารถในการกักเก็บน้ำไว้ในเนื้อเยื่อของพืช เป็นการเพิ่มความอวบน้ำเพื่อเจือจางปริมาณไอออนในเซลล์พืช เพื่อป้องกันการเกิดความเป็นพิษเนื่องจากไอออนที่มีปริมาณมากเกินไป

2. Salt-secreting halophyte คือ พืชที่มีความสามารถในการขับเกลือโดยผ่านทางต่อมเกลือ (salt gland) ซึ่งเป็นกลไกสำหรับการควบคุมปริมาณของไอออน ต่อมเกลือสามารถรักษาสมดุลของเกลือในใบโดยการขับเกลือส่วนเกินออกได้ (ตารางที่ 3)

Khan and Qaiser (2006) กล่าวว่า หากจำแนกตามแหล่งที่อยู่ (habitat) ของพืชทนเค็มสามารถจำแนกออกเป็น

1. Hydrohalophyte คือ พืชทนเค็มที่เจริญเติบโตในแหล่งน้ำ หรือดินที่ชุ่มชื้น เช่น ป่าชายเลนและ ที่ลุ่มน้ำเค็ม

2. Xerohalophyte คือ พืชทนเค็มที่เจริญเติบโตอยู่ตามทะเลทราย หรือบริเวณที่มีความแห้งแล้ง

3. Psammophyte คือ พืชทนเค็มที่พบตามเขตชายฝั่งทะเล หรือ ตามเขตเนินทราย

ตารางที่ 3 แสดงตัวอย่างชนิดของพืชทนเค็มจำแนกตามกลไกในการปรับตัวเพื่ออยู่รอดในสถานะที่มีความเค็มสูงและสภาพสิ่งแวดล้อม (Kasera and Mohammed, 2010)

ชนิดของพืช	กลไกในการปรับตัว		สิ่งแวดล้อมที่อยู่อาศัย
	Salt accumulating	Salt secreting	
วงศ์ Chenopodiaceae			
<i>Haloxylon recurvum</i> Bunge ex Boiss.	✓		True
<i>Salsola baryosma</i> (Schult.) Dandy	✓		True
<i>Suaeda fruticosa</i> Forssk. ex J.F.Gmel.	✓		True
วงศ์ Aizoaceae			
<i>Trianthema triquetra</i> Rottler & Willd.	✓		Facultative
วงศ์ Poaceae			
<i>Aeluropus lagopoides</i> (L.) Trin. ex Thwaites		✓	True
<i>Brachiaria ramosa</i> (L.) Stapf.		✓	Glycophyte
<i>Chloris virgata</i> Sw.		✓	Facultative
<i>Cressa cretica</i> L.		✓	True
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.		✓	Transitional

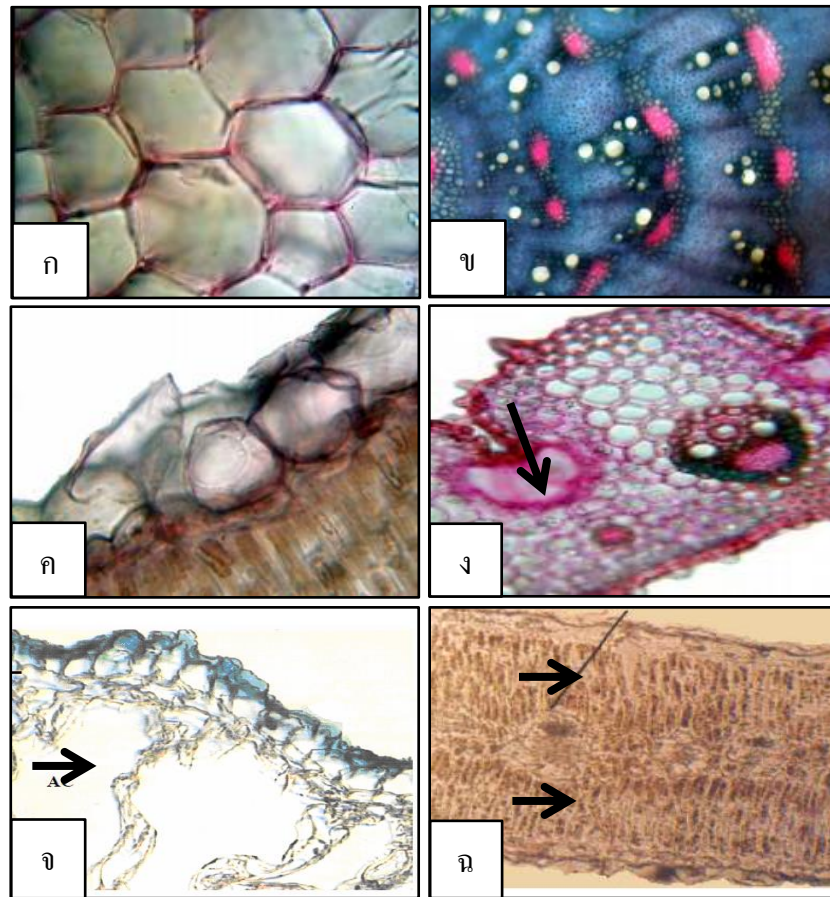
Grigore and Toma (2012) ทำการเก็บตัวอย่างพืชทนเค็ม 30 ชนิด จากพื้นที่ชุ่มน้ำ และแห้งแล้งที่มีความเค็มสูง มาศึกษาลักษณะทางกายวิภาคพบว่า พืชบางชนิดมีลักษณะอวบน้ำโดยมีการพัฒนาของเนื้อเยื่อสะสมน้ำที่ดีใน *Salicornia europaea* L. เพื่อเจือจางความเข้มข้นของเกลือในเนื้อเยื่อพืช (ภาพที่ 2 ก) ในรากและลำต้นมีวาสคิวลาร์แคมเบียมเป็นชั้นๆ (successive cambia phenomenon) ห่างออกจากแกนกลางของโครงสร้าง แต่ละชั้นสร้างไซเล็มเข้าด้านใน และโฟลเอ็มออกทางด้านนอก เช่นในรากของ *Atriplex littoralis* L. (ภาพที่ 2 ข) มีขนสำหรับขับเกลือที่ผิวใบของ *Halimione verrucifera* (M.Bieb.) Aellen (ภาพที่ 2 ค) พบกลุ่มเซลล์บัลลิสฟอร์มที่ผิวใบใน *Puccinellia distans* Parl. (ภาพที่ 2 ง) ซึ่งช่วยในการม้วนพับของใบ เพื่อลดการสูญเสียน้ำผ่านทางผิวใบ (Grigore et al., 2010b) จากการศึกษาของ Bercu และคณะ (2012) ใน *Aster tripolium* L. เป็นพืชทนเค็มที่พบในบริเวณชายฝั่งทะเล หรือที่ลุ่มน้ำเค็ม รากมีเนื้อเยื่อแอเรนจิม่าในชั้นคอร์เทกซ์ซึ่งล้อมรอบบริเวณสตีล (ภาพที่ 2 จ) และบริเวณมิโซฟิลล์มีเพลิวเซดพาเรงจิม่าทั้งด้านบนและล่าง (isolateral) ในใบ (ภาพที่ 2 ฉ)

## 5. กลไกการทนเค็มของพืช (mechanism of salt resistance)

กลไกการทนเค็มของพืช คือความสามารถของพืชที่ปรับตัวต่อความเค็ม เพื่อให้อยู่รอดและเจริญเติบโตอยู่ในสภาวะแวดล้อมที่มีความเค็มสูง ซึ่งพืชได้รับผลกระทบจากความเครียดเนื่องจากความเค็มด้วยผลของแรงดันออสโมติก และผลของไอออนที่มีมากเกินไปจนก่อให้เกิดความเป็นพิษ ได้แก่  $\text{Na}^+$  และ  $\text{Cl}^-$  เป็นต้น

การตอบสนองของพืชบางชนิดเพื่อแก้ไขปัญหาเนื่องจากผลของแรงดันออสโมติก โดยการดูด  $\text{Na}^+$  และ  $\text{Cl}^-$  ในอัตราที่สูง และนำไปสะสมในใบ เพื่อปรับแรงดันออสโมติกให้มีค่าชดเชยต่ำกว่าในดิน ทำให้พืชสามารถดูดซึมน้ำจากสารละลายดินเข้าสู่รากได้ สิ่งสำคัญสำหรับการปรับแรงดันออสโมติกคือการสะสมเกลือในแวคิวโอลของเซลล์ใบ เพื่อทำให้ความเข้มข้นของเกลือหรือไอออนต่ำในไซโทพลาซึม จึงไม่เกิดความเป็นพิษของไอออน พืชที่พบการสะสม  $\text{Na}^+$  และ  $\text{Cl}^-$  มากในแวคิวโอลของเซลล์พืช จะตรวจพบ  $\text{Na}^+$  มีความเข้มข้นสูงในใบ แต่ใบยังคงความปกติไว้ได้ (อรุณี, 2546; Munns and Tester, 2008) ซึ่งการขนส่ง  $\text{Na}^+$  เข้าสู่แวคิวโอลมีความเกี่ยวข้องกับแรงผลักดันโปรตอน (proton motive force) ซึ่งเกิดจากการทำงานของเอนไซม์  $\text{H}^+$ -ATPase (V-ATPase) และ  $\text{H}^+$ -pyrophosphatase (V-PPase) ซึ่งอยู่ที่โทโนพลาสต์ การทำงานของเอนไซม์เหล่านี้จะทำงานมากขึ้น ในภาวะที่มีความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์มากขึ้น

กระบวนการแลกเปลี่ยนโซเดียม และไฮโดรเจนไอออน ในเวสิเคิลที่สร้างขึ้นในส่วนของใบเพิ่มขึ้น เช่นกัน ซึ่งเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงการสะสม  $\text{Na}^+$  ในเวสิเคิลของเซลล์ในใบพืช ดังที่เคยมี



ภาพที่ 2 ตัวอย่างลักษณะทางกายวิภาคของพืชทนเค็ม

- ก) ภาพตัดตามขวางของเนื้อเยื่อสะสมน้ำในส่วนลำต้นเหนือดินของ *Salicornia europaea* L.
  - ข) ภาพตัดตามขวางรากของ *Atriplex littoralis* L. แสดงวาสคิวลาร์แคมเบียมเกิดขึ้นเป็นชั้นๆ
  - ค) ภาพตัดตามขวางของใบ *Halimione verrucifera* (M.Bieb.) Aellen แสดงขนขับเกลือ
  - ง) ภาพตัดตามขวางของใบ *Puccinellia distans* Parl. แสดงกลุ่มเซลล์บัลลิโฟรัม (ลูกศร)
  - จ) ภาพตัดตามขวางของราก *Aster tripolium* L. แสดงเนื้อเยื่อแอเรงคิมา (ลูกศร)
  - ฉ) ภาพตัดตามขวางของใบ *Aster tripolium* L. แสดงแพลิวเซดพาเรงคิมา (ลูกศร)
- ภาพ ก) – ง) (Grigore and Toma, 2012), ภาพ จ) และ ฉ) (Bercu et al., 2012)



การศึกษาใน *Mesembryanthemum crystallinum* L. (Flowers and Colmer, 2008) พืชทนเค็มหลายชนิด สามารถสังเคราะห์สารละลายซึ่งเข้ากันได้ (compatible solute) (Sen and Kasera, 2001) ได้แก่ โพรลีน (Harinasut et al., 2000) ซูโครส โกลซีนบีเทน (Munns and Tester, 2008) เป็นต้น สะสมอยู่ในไซโทพลาซึม เพื่อรักษาสมดุลแรงดันออสโมติกระหว่างไซโทพลาซึมกับไอออนที่อยู่ในแควิวโอล เพื่อให้พืชยังคงสามารถดูดซึมน้ำผ่านทางรากได้ และสารละลายดังกล่าวสามารถช่วยลดความเสียหายเนื่องจากการถูกออกซิไดซ์ (oxidative damage) ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องมาจากการสร้าง ROS (Reactive oxygen species) ภายใต้อิทธิพลของความเครียดเนื่องจากความเค็ม ยิ่งไปกว่านั้น โพรลีนที่ช่วยในการขนส่งน้ำเข้าสู่เซลล์ ที่เรียกว่า Aquaporin มีส่วนช่วยในการรักษาสมดุลของแรงดันออสโมติก และคงความเต่งของเซลล์พืชไว้ ขณะที่อยู่ในสภาวะความเครียดเนื่องจากความเค็ม (Aslam et al., 2011) สำหรับกลไกของพืชที่ใช้สำหรับการแก้ไขปัญหาเนื่องจากผลของปริมาณไอออนที่มากเกินไปที่เข้าสู่พืช ได้แก่ การจำกัดการนำเข้าเกลือเข้าสู่ราก (Munns et al., 2002) การดูดซึมไอออนเข้าสู่รากอย่างจำเพาะ (ion selectivity) โดยการเพิ่มความจำเพาะในการนำเข้า  $K^+$  และจำกัดการนำเข้าของ  $Na^+$  และ  $Cl^-$  ซึ่งมีความสำคัญสำหรับการทนต่อความเค็มของพืช ดังนั้นพืชที่มีอัตราส่วน  $K^+/Na^+$  หรือ  $Ca^{2+}/Na^+$  ที่มากกว่าในเนื้อเยื่อ จึงเป็นพืชที่มีคุณสมบัติในการทนต่อความเค็ม (Karmoker et al., 2008) เนื่องจากโพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางชีวเคมีและสรีรวิทยาที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและเมตาบอลิซึม (Wang et al., 2013) การเพิ่มความอวบน้ำของพืชทั้งในส่วนของใบและลำต้น ช่วยเพิ่มพื้นที่สำหรับการระบายไอออนที่สามารถก่อให้เกิดความเป็นพิษภายในลำต้นพืช และเพิ่มปริมาณน้ำภายในพืช เพื่อช่วยลดความเป็นพิษของไอออนได้ รวมไปถึงกลไกการขับเกลือ เป็นกลไกที่มีความสำคัญในการควบคุมปริมาณของเกลือที่อยู่ภายในส่วนของพืช (Hameed et al., 2010b) และขับเกลือผ่านทางชั้นคิวติเคิลหรือผ่านทางของเหลวจากระบวนการคายน้ำเป็นหยดได้ พืชทนเค็มบางชนิดสามารถใช้โพแทสเซียมไอออนในการรักษาแรงดันเต่งของเซลล์คุมไว้ให้ปกติ โดยโพแทสเซียมไอออนจะแทนที่โซเดียมไอออนที่มีปริมาณมากเกินไปที่ถูกทำลายเข้าสู่เซลล์คุม เนื่องจากโซเดียมไอออนสามารถส่งผลเสียต่อการทำงานของเซลล์คุมตามปกติได้ (Aslam et al., 2011)

## 6. การปรับตัวในลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของพืชต่อความเครียดเนื่องจากความเค็ม (anatomical adaptations against salinity stress)

พืชทนเค็มมีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์เมื่ออยู่ในสภาพที่มีความเค็มที่เพิ่มขึ้น แต่การเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนจะพบมากที่ส่วนของใบ (Hameed et al., 2010a) พืชทนเค็ม

หลายชนิด โดยเฉพาะพืชใบเลี้ยงคู่ มีลักษณะของพืชที่อยู่อาศัยในพื้นที่ที่แห้งแล้ง ได้แก่ ใบมีความอวบน้ำหนา เพื่อการกักเก็บน้ำไว้อย่างเพียงพอ พืชบางชนิดมีการขับเกลือผ่านทางต่อมเกลือซึ่งพบอยู่บนผิวใบ ต่อมเกลือสามารถพบได้ในพืชวงศ์หญ้า วงศ์พยับหมอก (Plumbaginaceae) วงศ์สนปอย (Tamaricaceae) และ วงศ์เหงือกปลาหมอ (Acanthaceae) เป็นต้น (Breckle, 2002) ลักษณะทางกายวิภาคของพืชบางชนิดที่เติบโตในพื้นที่ที่มีความเค็มสูงตามธรรมชาติในการศึกษาที่ผ่านมามีพบว่า ใบของ *Suaeda salsa* Pall. ที่อยู่อาศัยในพื้นที่ที่มีความเค็มสูง มีเนื้อเยื่อชั้นผิวที่ปกคลุมด้วยชั้นคิวติเคิลและไข ที่หนา (Bercu, 2011) Miracle และคณะ (2009) ศึกษาใบพืชของในสกุล *Spartina* 12 ชนิด ที่พบในพื้นที่ลุ่มน้ำเค็ม และสิ่งแวดล้อมพื้นที่ลุ่มน้ำจืด พบว่าพืชสกุล *Spartina* ที่พบในพื้นที่ลุ่มน้ำเค็มมีความหนาของใบมากกว่า และมีลักษณะของสัน (ridge) ที่ชัดเจนกว่าพืชสกุลนี้ที่พบในสิ่งแวดล้อมพื้นที่ลุ่มน้ำจืด ซึ่งความหนาของใบมีส่วนช่วยลดการสูญเสียน้ำของพืชผ่านทางใบ ส่วนลำต้นของ *Myriostachya wightiana* Hook.f. ที่เจริญเติบโตในเขตชายฝั่งทะเลที่มีความเค็มของดินสูงมีเนื้อเยื่อชั้นผิวที่หนา และเนื้อเยื่อในชั้นไฮโปเดอร์มิส 4-5 ชั้นที่ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ สเคลอเรนคิมาที่มีความหนาภายในมัดท่อลำเลียงที่มีเมตาไซเล็มเห็นได้ชัดเจน และพบเนื้อเยื่อแอสเครนคิมา ในส่วนของรากพบเนื้อเยื่อชั้นผิวที่หนาเช่นกัน มีการเกิดการสะสมของสารลิกนินที่เนื้อเยื่อในชั้นเอกไซเดอร์มิส ชั้นคอร์เทกซ์ ที่หนา (Rashid and Ahmad, 2011)

ส่วนของใบมีการตอบสนองต่อความเค็มโดยความหนาของเนื้อเยื่อชั้นผิวเพิ่มขึ้นในถั่ว (*Phaseolus vulgaris* L.) ฝ้าย (*Gossypium hirsutum* L.) และพืชสกุล *Atriplex* (Longstreth and Nobel, 1979) ความหนาของชั้นมิโซฟิลล์ลดลงในหญ้าคาล่า (*Leptochloa fusca* L.) (Ola et al., 2012) เส้นผ่านศูนย์กลางของแวลูเซลและสปองจีเซลล์ลดลงในถั่วดำ และมีช่องว่างระหว่างเซลล์ลดลงเช่นกัน (Parida and Mitra, 2004) มีอัตราส่วนของแวลูเซลต่อสปองจีเซลล์เพิ่มขึ้นในรังกะเท้ (*Kandelia candel* (L.) Druce) ในความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 50 และ 100 mM (Hwang and Chen, 1995) ขนาดของเส้นกลางใบ และพื้นที่มัดท่อลำเลียงลดลงในอ้อย (*Saccharum officinarum* L.) (Akhtar et al, 2001) ส่วนหญ้าคาล่า มีพื้นที่บัลเคลซิฟเพิ่มขึ้น (อรุณี และสมศรี, 2534) จำนวนและพื้นที่ของปากใบลดลงในหญ้าคา (*Imperata cylindrica* P.Beauv.) และหญ้าคาล่า (Hameed et al., 2009 ; Ola et al., 2012) พื้นที่ของกลุ่มเซลล์บัลลิวฟอร์ม และสเคลอเรนคิมาเพิ่มขึ้นในหญ้าคาล่า (Ola et al., 2012)

ส่วนของลำต้นมีการตอบสนองต่อความเค็มที่เพิ่มขึ้นโดยการเพิ่มความหนาของชั้นคิวติเคิล และเนื้อเยื่อในชั้นคอร์เทกซ์ลดลงในถั่วเหลือง (Dolatabadian et al., 2011) เนื้อเยื่อชั้นผิวหนาขึ้น และพื้นที่ของเนื้อเยื่อสเคลอเรนคิมาเพิ่มขึ้นในหญ้าแพรก (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.)

(Hameed et al., 2010) พื้นที่ของเมตาไซเล็มขนาดใหญ่ที่สุด และพื้นที่ของเนื้อเยื่อพื้นลดลง ในข้าวสาลี (*Triticum aestivum* L.) (Akram et al., 2002) สำหรับหญ้าคาล่า เส้นผ่านศูนย์กลางของไซเล็มลดลง (อรุณีและสมศรี, 2534) เปอร์เซ็นต์ของช่องว่างพิชลดลง เปอร์เซ็นต์ของสเคลอเรกิมา และจำนวนของมัดท่อลำเลียงเพิ่มขึ้น แต่พื้นที่ของมัดท่อลำเลียงลดลงในหญ้าคาล่า (Ola et al., 2012)

ในส่วนของรากความเค็มที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้พื้นที่ของมัดท่อลำเลียงเพิ่มขึ้น ส่วนพื้นที่ของเนื้อเยื่อในชั้นคอร์เทกซ์ลดลงในหญ้าไรด์ส์ (*Chloris gayana* Kunth) (Céccoli et al., 2011) และข้าวสาลี (Akram et al., 2002) ความกว้างของชั้นคอร์เทกซ์ลดลงในหญ้าคาล่า (อรุณีและสมศรี, 2534) ความหนาของเนื้อเยื่อสเคลอเรกิมา และชั้นเอนโดเดอร์มิสเพิ่มขึ้นในหญ้าคา (Hameed et al., 2009) อัตราส่วนของพื้นที่เนื้อเยื่อในชั้นสตีลต่อรากเพิ่มขึ้น ในความเข้มข้น 50 และ 100 mM ของเกลือโซเดียมคลอไรด์ในรังกะเท้ (Hwang and Chen, 1995) พื้นที่เมตาไซเล็มลดลงในข้าวสาลี (Akram et al., 2002)

จากลักษณะทางกายวิภาคของพืชที่ตอบสนองต่อความเค็มที่เพิ่มขึ้น สามารถคาดการณ์ได้ว่า พืชซึ่งมีกลไกที่ปรับตัวเพื่อลดผลกระทบของความเครียดเนื่องจากความเค็ม ทำให้อยู่รอดได้ในดินเค็มสูง ได้แก่ การเพิ่มเนื้อเยื่อสะสมของน้ำในส่วนของพืช หมายถึงพืชทนเค็มมีความสามารถในการเจือจางความเข้มข้นของเกลือของเซลล์ที่ได้รับผลกระทบเนื่องจากความเค็มสูง การพบต่อมเกลือ หมายถึง พืชทนเค็มมีกลไกในการขับเกลือส่วนเกินออก (Breckle, 2002) ชั้นคิวติเคิลที่หนา หมายถึง พืชทนเค็มมีกลไกในการป้องกันการสูญเสียน้ำ เนื้อเยื่อชั้นผิวและคอร์เทกซ์ที่หนาขึ้น หมายถึง พืชทนเค็มมีความสามารถในการกักเก็บน้ำในเซลล์เพื่อเจือจางความเข้มข้นของเกลือในเซลล์ ในรากการเพิ่มพื้นที่เนื้อเยื่อเอกไซเดอร์มิส ชั้นเอนโดเดอร์มิส และเนื้อเยื่อพาราไควมาในพิช หมายถึงพืชทนเค็มสามารถลดการสูญเสียน้ำ และเพิ่มการสะสมน้ำในเซลล์ การเพิ่มของพื้นที่เนื้อเยื่อสเคลอเรกิมา ช่วยลดการสูญเสียน้ำ และการเพิ่มพื้นที่กับจำนวนของเนื้อเยื่อลำเลียงช่วยเพิ่มการลำเลียงน้ำ (Hameed et al., 2010b)

## 7. การฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมด้วยพืช (Phytoremediation)

การฟื้นฟูสภาพสิ่งแวดล้อมด้วยพืชเป็นวิธีการที่ใช้พืชในการย่อยสลาย สกัด หรือยับยั้งการแพร่กระจายของสารปนเปื้อนที่พบอยู่ในดินและน้ำ และสามารถประยุกต์ใช้ได้กับสารปนเปื้อนหลากหลายชนิด ได้แก่ โลหะหนัก สารที่มีคลอรีนเป็นองค์ประกอบ (chlorinated solvents) และสารประกอบโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (polycyclic aromatic hydrocarbon) การฟื้นฟู

สภาพสิ่งแวดล้อมด้วยพืชเป็นวิธีการทางชีวภาพ ที่มีการลงทุนต่ำ และสามารถปรับปรุงคุณภาพของดิน นอกจากนี้พืชที่นำมาใช้สามารถนำมาใช้ประโยชน์เป็นอาหารสำหรับการเลี้ยงสัตว์ได้ (Al-Nasir, 2009) การฟื้นฟูสภาพสิ่งแวดล้อมด้วยพืชสามารถจำแนกออกได้หลายวิธี (Manousaki and Kalogerakis, 2011) ได้แก่

1. Phytostabilization คือวิธีการที่ใช้พืชเพื่อยับยั้งการแพร่กระจายของโลหะหนักให้อยู่ในบริเวณของดินที่ได้รับอิทธิพลจากรากพืชโดยตรง (rhizosphere) โดยใช้พืชที่ทนต่อโลหะหนัก แต่ไม่ลำเลียงและสะสมโลหะไปส่วนลำต้นเหนือดิน โดยพืชยังคงมีมวลชีวภาพที่สูง เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ระบบรากสามารถเติบโตไปสู่บริเวณโลหะหนักปนเปื้อน และทนต่อความแห้งแล้ง และอุณหภูมิสูงได้ เช่น ยี่โถ (*Nerium oleander* L.) เป็นพืชทนเค็มที่พบในแถบทะเลเมดิเตอร์เรเนียน แอฟริกาเหนือและเอเชียใต้ ซึ่งเคยมีการศึกษาในห้องปฏิบัติการ ถึงผลของความเข้มข้นตะกั่วในดินที่เพิ่มขึ้นต่อการเติบโตของพืช พบว่าการเติบโตของพืชไม่ลดลง และความเข้มข้นตะกั่วพบมากในบริเวณราก และน้อยมากในส่วนลำต้นเหนือดิน ดังนั้นยี่โถจึงสามารถนำมาใช้บำบัดดินด้วยวิธีการนี้ได้

2. Phytoextraction คือวิธีการที่ใช้พืชเพื่อนำโลหะหนักลำเลียงและสะสมไว้ในเนื้อเยื่อของส่วนลำต้นเหนือดิน โดยที่พืชยังคงมีมวลชีวภาพที่สูง เช่น *Atriplex halimus* L. เป็นพืชทนเค็มที่เติบโตในที่แห้งแล้ง ซึ่งทนต่อความแห้งแล้ง ความเค็ม และโลหะหนักจำพวกตะกั่วและแคดเมียม จากการศึกษาของ Al-Nasir (2009) พบว่า *Tamarix aphylla* L. *Atriplex numularia* L. และ *Atriplex halimus* L. ซึ่งเป็นพืชที่มีกลไกการทนเค็มด้วยการสะสมไอออนของเกลือไว้ในส่วนของพืช พบว่าพืชสามารถลดค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ย (average electrical conductivity) ของดินได้

3. Phytoexcretion คือวิธีการที่ใช้พืชทนเค็มที่มีอวัยวะที่ใช้สำหรับการขับเกลือ (ได้แก่ ต่อมเกลือ) ที่ส่วนของใบ เพื่อควบคุมความเข้มข้นของไอออนภายในส่วนของพืช ต่อมขับเกลือไม่เพียงแต่ขับ  $\text{Na}^+$  และ  $\text{Cl}^-$  เท่านั้น แต่สามารถขับโลหะหนักอื่นๆ ได้เช่นกัน ซึ่งสามารถขับโลหะหนักออกทางผิวใบ จากการศึกษาของ Ahmad (2010) พบว่า พืชทนเค็มที่มีความสามารถในการขับเกลือ ได้แก่ หญ้าคาลล่า มีความสามารถในการลดเกลือส่วนเกินจากดินในบริเวณรากของพืช และสามารถปรับปรุงคุณภาพของดินให้มีความเหมาะสมต่อการปลูกพืชมากขึ้น ได้แก่ การเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดิน เพิ่มสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดิน (soil hydraulic conductivity) เป็นการช่วยลดความแน่นทึบของดิน เป็นต้น

4. Phytodesalination คือวิธีการที่ใช้พืชที่มีความสามารถในการสะสม  $\text{Na}^+$  และ  $\text{Cl}^-$  จากดินไว้ในส่วนของลำต้นเหนือดินของพืช เช่น *Suaeda fruticosa* Forssk. ex J.F.Gmel. *Suaeda salsa* Pall. ผักเบี้ยทะเล (*Sesuvium portulacastrum* (L.) L) และ *Arthrocnemum indicum* Moq. เป็นต้น

ซึ่งสามารถสะสมเกลือปริมาณมากไว้ในส่วนลำต้นเหนือดิน และอยู่รอดในสภาพที่มีไอออนของเกลือดินในปริมาณมาก

พืชบางชนิดก็มีประสิทธิภาพในพื้นที่สูงแคว้นด้วยวิธี *Phytovolatilization* คือวิธีการที่ใช้พืชเพื่อสกัดโลหะหนักจากดิน และทำให้โลหะหนักเกิดการระเหยสู่บรรยากาศ หลักการพิจารณาพืชที่สามารถนำมาใช้ในการฟื้นฟูดินสูงแคว้นคือ ระดับของการทนทานของพืชต่อโลหะหนัก ปริมาณการสะสมและประสิทธิภาพในการนำเข้าสู่โลหะหนัก โดยที่พืชเหล่านั้นยังคงมีอัตราการเจริญเติบโตและมีมวลชีวภาพที่สูง (Sarma, 2011) นอกจากนี้พืชทนเค็มบางชนิด ได้แก่ *Salsola baryosma* Roem and Schult. มีความสามารถในการฟื้นฟูดินโซดิกได้ โดยการเพิ่มปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable calcium) และแทนที่โซเดียมที่แลกเปลี่ยนที่สัมผัสอยู่กับอนุภาคดิน เป็นการช่วยแก้ไขปัญหาดินโซดิกซึ่งเป็นดินที่ยากแก่การซึมผ่านของน้ำและอากาศซึ่งมีปริมาณของโซเดียมที่แลกเปลี่ยนที่สูง (Shekhawat et al., 2006)

### วัตถุประสงค์

1. สำรวจชนิดพืชที่เจริญเติบโตอยู่ในนาทุ่งร้าง
2. เพื่อศึกษาลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของพืชบางชนิดที่เจริญเติบโตในพื้นที่นาทุ่งร้าง
3. เพื่อศึกษาลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์และการเจริญเติบโตของพืชทนเค็มชนิดที่มีพบมากที่สุด 2 ชนิดในบริเวณก้นบ่อแปลงนาทุ่งร้างในพื้นที่ที่เลือกศึกษาในระดับความเค็มต่างๆกัน

### ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษา

1. มีข้อมูลเกี่ยวกับพืชทนเค็มในนาทุ่งร้าง
2. เป็นฐานข้อมูลของลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของพืชทนเค็มบางชนิดที่สามารถเจริญเติบโตในพื้นที่นาทุ่งร้าง
3. ทราบถึงลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์และการเจริญเติบโตของพืชทนเค็มสองชนิดที่มีการปรับตัวเพื่อการอยู่รอดในสภาพที่มีความเค็มในระดับที่ต่างๆกัน
4. ทราบถึงระดับความเค็มของดินที่พืชทนเค็มสองชนิดสามารถเจริญเติบโตได้ สามารถนำข้อมูลจากการศึกษามาประยุกต์ใช้กับพื้นที่ที่เหมาะสม

## บทที่ 2

### วิธีการศึกษา

#### วัสดุและอุปกรณ์

##### 1. อุปกรณ์สำหรับสำรวจพื้นที่ศึกษา

- 1.1 เครื่องเจาะดินแบบสว่าน (auger)
- 1.2 กล้องถ่ายภาพแบบดิจิทัล
- 1.3 กรรไกรตัดกิ่ง
- 1.4 ถังพลาสติกเก็บตัวอย่างพืช
- 1.5 ตลับเมตร
- 1.6 ควอดแดรท (quadrat)

##### 2. อุปกรณ์สำหรับศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของตัวอย่างดิน

- 2.1 น้ำดีไอออนไนซ์ (deionized water)
- 2.2 บีกเกอร์ปริมาตร 100 มิลลิลิตร
- 2.3 เครื่องชั่งน้ำหนักตัวอย่างดิน
- 2.4 แท่งแก้วคนสาร
- 2.5 เครื่องวัดค่า EC ยี่ห้อ AZ Instrument Corp. รุ่น 8361 Cond. & TDS
- 2.6 เครื่องวัดค่า pH ยี่ห้อ AZ Instrument Corp. รุ่น 8685 pH

##### 3. อุปกรณ์สำหรับการอัดแห้งตัวอย่างพืช

- 3.1 แผงอัดพืช
- 3.2 แผ่นฟองน้ำสำหรับอัดตัวอย่างพืช

- 3.3 กระดาษหนังสือพิมพ์
- 3.4 กระดาษลูกฟูก
- 3.5 เชือกมัดแฉงอัดฟิช
- 3.6 ตู้อบตัวอย่างฟิช
- 3.7 กระดาษติดป้าย (label)

#### 4. อุปกรณ์สำหรับศึกษาตัวอย่างฟิช

- 4.1 หนังสือรูปวิธาน และเอกสารทางอนุกรมวิธานฟิช
- 4.2 กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ
- 4.3 กล้องถ่ายภาพแบบดิจิทัล
- 4.4 ปากคิบบ เข็มเขี่ย ไบมีดโกน
- 4.5 กระดาษแข็ง
- 4.6 กาว
- 4.7 ด้ายสำหรับเย็บตัวอย่างฟิชติดกับกระดาษแข็ง
- 4.8 ไบมีดโกน

#### 5. อุปกรณ์สำหรับศึกษาลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของฟิชด้วยพาราฟินเทคนิค (paraffin technique)

- 5.1 น้ำยาคงสภาพเอฟ เอ อี สูตร 2 (Formalin-Aceto-Alcohol: FAAlI)
- 5.2 สารละลายแอลกอฮอล์ 70%
- 5.3 ขวดยี่ห้อสำหรับเก็บตัวอย่าง
- 5.4 ปากคิบบ เข็มเขี่ย ไบมีดโกน
- 5.5 น้ำยาดังน้ำออกจากเซลล์ (dehydrating solution) เบอร์ 1 ถึง 12
- 5.6 พาราพลาสติก (paraplast)
- 5.7 ตู้หลอมพาราฟิน (paraffin oven)
- 5.8 เครื่องฝังพาราฟิน (paraffin embedding center)
- 5.9 ถ้วยสำหรับฝังชิ้นส่วนฟิช (embedding ring molds)

- 5.10 เครื่องตัดเนื้อเยื่อชนิดล้อหมุน (rotary microtome)
- 5.11 เครื่องอุ่นแผ่นสไลด์ (slide warmer)
- 5.12 แผ่นสไลด์และกระจกปิดสไลด์
- 5.13 กล่องเก็บสไลด์
- 5.14 Haupt's adhesive
- 5.15 ไซลีน (xylene)
- 5.16 สีย้อมซาฟรานิน (safranin)
- 5.17 สีย้อมฟาตส์กรีน (fast green)
- 5.18 โคลฟออย (clove oil)
- 5.19 เพอร์เม้าท์ (permount)
- 5.20 ขวดแก้วสำหรับย้อมสี (coplin jars)
- 5.21 กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงยี่ห้อ Olympus รุ่น BX-51 บันทึกภาพโดยใช้โปรแกรม DP2-BSW

## 6. อุปกรณ์สำหรับศึกษาลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของพืชด้วยเครื่องตัดเนื้อเยื่อพืชแบบสด (plant microtome)

- 6.1 เครื่องตัดเนื้อเยื่อพืชแบบสด (plant microtome)
- 6.2 สีย้อมซาฟรานิน (safranin)
- 6.3 จานแก้ว เข็มเขี่ย ปากคีบ และหลอดหยด
- 6.4 กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงยี่ห้อ Olympus รุ่น BX-51 บันทึกภาพโดยใช้โปรแกรม DP2-BSW
- 6.5 แผ่นโฟม
- 6.6 แผ่นสไลด์และกระจกปิดสไลด์



## 7. อุปกรณ์สำหรับการเพาะเลี้ยงพืชในทราย (sand culture)

- 7.1 ต้นหญ้าสะกาดน้ำเค็ม ความยาวลำต้นประมาณ 30-50 เซนติเมตร และ 4-6 ปล้อง
- 7.2 ต้นกกหัวทรงกระเทียม ประกอบด้วย 4-6 หน่อ ความสูงของหน่อสูงที่สุดในแต่ละต้น ประมาณ 30-50 เซนติเมตร
- 7.3 ทรายแม่น้ำชนิดหยาบ
- 7.4 ภาชนะพลาสติกปลูกพืชปลายปิด (imperforated plastic pots)
- 7.5 สารละลายธาตุอาหาร Hoagland
- 7.6 เกลือโซเดียมคลอไรด์
- 7.7 เครื่องชั่งน้ำหนักตัวอย่าง
- 7.8 ไม้บรรทัด
- 7.9 กล้องถ่ายภาพ
- 7.10 บีกเกอร์ กระจกตวง แท่งแก้วคนสาร
- 7.11 ดินสำหรับพักเลี้ยงพืช (ดินเหนียว:ดินร่วน ในอัตราส่วน 3:2)
- 7.12 ภาชนะดินเผา
- 7.13 เครื่องบันทึกอัตโนมัติ (data logger) ยี่ห้อ Tinytag Plus รุ่น TGP-1500
- 7.14 เครื่องวัดค่า EC ยี่ห้อ AZ Instrument Corp. รุ่น 8361 Cond. & TDS
- 7.15 เครื่องวัดค่า pH ยี่ห้อ AZ Instrument Corp. รุ่น 8685 pH

## วิธีการศึกษาและเก็บข้อมูล

### 1. การเลือกพื้นที่ศึกษา

สำรวจพื้นที่ริมฝั่งทะเลสาบสงขลาตอนล่าง ณ ตำบลคูเต่า อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา เพื่อค้นหาพื้นที่น้ำกึ่งที่ร้างจากการสอบถามผู้อาศัยในบริเวณดังกล่าว ทำการเก็บตัวอย่างดินจากบริเวณคันนาและกั้นบ่อไปศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของดิน (ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินในภาวะอิ่มตัวด้วยน้ำ ค่าพีเอช ปริมาณของโซเดียม คลอไรด์ โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และซัลเฟต) ตามวิธีการของ พัทรี (2549) (ภาคผนวก 5) และเนื้อดิน (soil texture) ด้วยวิธี

hydrometer โดยพื้นที่ที่เลือกทำการศึกษา ต้องมีดินที่มีค่าการนำไฟฟ้าในสภาวะอิ่มตัวด้วยน้ำมากกว่า 4,000 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ซึ่งจัดว่าเป็นดินเค็ม (Yadav et al., 2011)

## 2. พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ในการศึกษา ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้บริเวณริมชายฝั่งทะเลสาบสงขลาตอนล่าง บริเวณโดยรอบของพื้นที่ศึกษายังคงมีบ่อเลี้ยงกุ้งที่ผู้ประกอบการยังคงเพาะเลี้ยงกุ้งเป็นจำนวนมาก สำหรับพื้นที่ศึกษาที่ทำการเลือกศึกษาในครั้งนี้ เป็นพื้นที่นาุ้งที่ถูกทิ้งร้าง จำนวน 2 พื้นที่ (ภาพที่ 3 ก และ ข) ในช่วงที่ศึกษา จากข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนจากกรมอุตุนิยมวิทยาอำเภอหาดใหญ่ ในปี พ.ศ. 2555 ต่ำสุดคือ 29.4 มิลลิเมตร (กรกฎาคม) และสูงสุดคือ 384.8 มิลลิเมตร (ธันวาคม) (ภาคผนวก 3 ตาราง 6)

### 2.1 พื้นที่ศึกษาที่ 1

พื้นที่ศึกษาที่ 1 มีพื้นที่ประมาณ 5,000 ตารางเมตร ซึ่งประกอบด้วยพื้นที่ก้นบ่อเป็นพื้นที่ลดระดับลงซึ่งถูกล้อมรอบด้วยพื้นที่คันทนา ดินในบริเวณก้นบ่อเป็นดินร่วนปนเหนียว (clay loam) สีน้ำตาลแดง พบพืชเจริญเติบโตอยู่เป็นหย่อมๆ พื้นที่คันทนาซึ่งเป็นพื้นที่ยกระดับเพื่อกักเก็บน้ำไว้สำหรับการเพาะเลี้ยงกุ้งในอดีตโดยรอบพบพืชไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม ไม้ล้มลุกเจริญเติบโตอยู่เป็นบางบริเวณ ดินในบริเวณคันทนาเป็นดินร่วนปนเหนียวที่มีเปอร์เซ็นต์อนุภาคดินทรายมากกว่าดินในบริเวณก้นบ่อ (ภาพที่ 4 ก และ ข ตามลำดับ; ภาคผนวก 3 ตารางที่ 2) พื้นที่ก้นบ่อมีน้ำท่วมขังตลอดพื้นที่ในช่วงฤดูฝน(เดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม พ.ศ. 2554) (ภาพที่ 4 จ) คุณสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่คันทนา มีค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 7,800.76 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร มีค่าพีเอชเท่ากับ 4.59 ปริมาณโซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และซัลเฟตเท่ากับ 1,060.13 663.30 1,565.28 530.99 และ 823.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณของคลอไรด์เท่ากับ 1.14 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ดินในพื้นที่ก้นบ่อ มีค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 10,914.55 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร มีค่าพีเอชเท่ากับ 3.69 ปริมาณของโซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และซัลเฟตเท่ากับ 759.78 827.13 1,916.89 586.66 และ 4,829.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณของคลอไรด์เท่ากับ 1.05 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (ภาคผนวก 3 ตารางที่ 1)

## 2.2 พื้นที่ศึกษาที่ 2

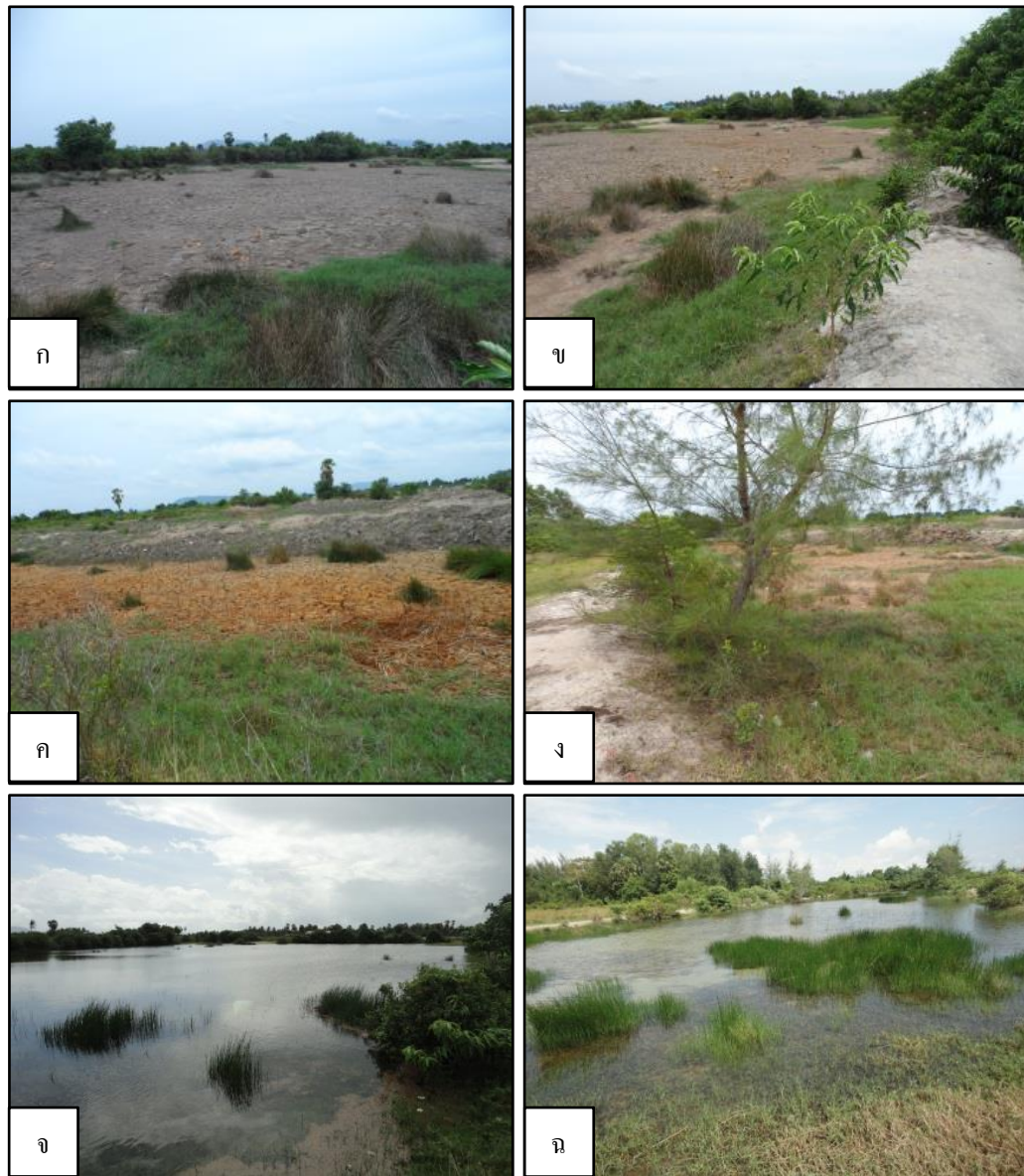
พื้นที่ศึกษาที่ 2 มีพื้นที่ประมาณ 3,750 ตารางเมตร ซึ่งประกอบด้วยพื้นที่ก้นบ่อเป็นพื้นที่ลดระดับลงซึ่งถูกล้อมรอบด้วยพื้นที่คันนา ดินในบริเวณก้นบ่อเป็นดินร่วนปนเหนียว สีน้ำตาลแดง เช่นเดียวกับพื้นที่ศึกษาที่ 1 แต่มีบริเวณน้ำขังตลอดปีเป็นพื้นที่ประมาณ 1 ใน 3 ของพื้นที่ก้นบ่อทั้งหมด ส่วนพื้นที่คันนาซึ่งเป็นพื้นที่ยกระดับเพื่อกักเก็บน้ำไว้สำหรับการเพาะเลี้ยงกุ้งในอดีต โดยรอบ พบพืชไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม ไม้ล้มลุกขึ้นปกคลุมบางบริเวณ เป็นจำนวนมากเช่นเดียวกับพื้นที่ศึกษาที่ 1 ดินในบริเวณคันนาเป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam) ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ของอนุภาคดินทรายมากกว่าดินก้นบ่อถึง 2 เท่า (ภาพที่ 4 ก และ ง ตามลำดับ; ภาคผนวก 3 ตารางที่ 2) พื้นที่ก้นบ่อมีน้ำท่วมขังตลอดพื้นที่ในช่วงฤดูฝน (เดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม พ.ศ. 2554) (ภาพที่ 4 ข) จากคุณสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่คันนา มีค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 7,530.22 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร มีค่าพีเอชเท่ากับ 4.19 ปริมาณของโซเดียม โปแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และซัลเฟตเท่ากับ 339.59 177.80 1,279.04 466.18 และ 600.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณของคลอไรด์ไอออนเท่ากับ 0.91 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ดินในพื้นที่ก้นบ่อ มีค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 10,865.86 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร มีค่าพีเอชเท่ากับ 3.51 ปริมาณของโซเดียม โปแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และซัลเฟตเท่ากับ 891.80 681.21 2,185.96 612.21 และ 4,114.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณของคลอไรด์ไอออนเท่ากับ 1.03 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (ภาคผนวก 3 ตารางที่ 1)



ภาพที่ 3 พื้นที่ศึกษานากุ้งที่ร้าง ณ ตำบลกุเต่า อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (Google Maps - ©2011 Google วันที่ 29 ตุลาคม พ.ศ. 2554)

ก) ทะเลสาบสงขลาตอนล่าง (วงกลม)

ข) พื้นที่ศึกษาที่ 1 (สี่เหลี่ยม) และพื้นที่ศึกษาที่ 2 (วงกลม)



ภาพที่ 4 พื้นที่ทำการศึกษ

- ก) และ ข) ก้นบ่อและคันนาในพื้นที่ศึกษาที่ 1
- ค) และ ง) ก้นบ่อและคันนาในพื้นที่ศึกษาที่ 2
- จ) และ ฉ) พื้นที่ศึกษาที่ 1 และ 2 ในช่วงที่น้ำขังในฤดูฝน

### 3. การสำรวจพืชในพื้นที่ศึกษา

1. สำรวจพืชบริเวณพื้นที่คันนาและก้นบ่อ โดยการวางแปลงตัวอย่างแบบสี่เหลี่ยมขนาด 5x5 เมตรตลอดความยาวของบริเวณคันนา และครอบคลุมพื้นที่ในบริเวณก้นบ่อของทั้งสองพื้นที่ศึกษา เพื่อศึกษาพรรณไม้ต้น ไม้พื้นล่างซึ่งเป็นไม้ล้มลุก ไม้เลื้อย หรือกล้าไม้ บันทึกชนิดของพรรณพืชที่พบในแต่ละแปลงตัวอย่าง (ดัดแปลงจาก สมหญิงและคณะ, 2552) ทำการศึกษาความชุกชุมของพืชแต่ละชนิด (species abundance) ด้วยการศึกษาค้นคว้าความถี่ของพืชแต่ละชนิดในพื้นที่ศึกษา ซึ่งจัดเป็นวัดแบบวัตถุวิสัย (objective measures) (Kent and Coker, 1992) นำข้อมูลจากภาคสนามมาคำนวณหาค่าความถี่และความถี่สัมพัทธ์ของพืชแต่ละชนิดที่ปรากฏในบริเวณคันนาและก้นบ่อตามนิยามและสูตรดังนี้ (กลุ่มงานวิจัยพันธุ์พืชป่ามีค่า หายาก และใกล้สูญพันธุ์, 2554)

ความถี่ (frequency) คือ สัดส่วนร้อยละของจำนวนแปลงตัวอย่างที่ปรากฏพืชชนิดนั้นต่อจำนวนแปลงที่ทำการสำรวจ

$$\text{ความถี่} = \frac{\text{จำนวนแปลงตัวอย่างของพืชชนิดที่สนใจ}}{\text{จำนวนแปลงตัวอย่างทั้งหมดที่สำรวจ}} \times 100$$

ความถี่สัมพัทธ์ (relative frequency) คือค่าความถี่ของชนิดพืชที่ต้องการต่อค่าความถี่ทั้งหมดของพืชทุกชนิดในสังคม คิดเป็นค่าร้อยละ

$$\text{ความถี่สัมพัทธ์} = \frac{\text{ความถี่ของพืชชนิดที่สนใจ}}{\text{ความถี่ของพืชทุกชนิดในสังคม}} \times 100$$

2. เก็บตัวอย่างพืชแต่ละชนิดที่พบในพื้นที่ศึกษาทั้งสองมาอัดแห้ง เพื่อเป็นตัวอย่างสำหรับเก็บในพิพิธภัณฑ์พืช และศึกษาสัณฐานวิทยาสำหรับการระบุชื่อวิทยาศาสตร์โดยใช้หนังสือรูปวิธานและเอกสารทางอนุกรมวิธาน

3. พืชบริเวณคันนาของทั้งสองพื้นที่ศึกษาที่มีค่าความถี่สัมพัทธ์สูงสุด 10 อันดับแรก มาศึกษาลักษณะทางกายวิภาคในแต่ละส่วนต่อไป

4. พืชบริเวณก้นบ่อที่มีค่าความถี่สัมพัทธ์สูงสุด 2 อันดับแรก มาเลี้ยงในโรงเรือนเพาะชำในแต่ละระดับความเค็ม และศึกษาลักษณะทางกายวิภาคในแต่ละส่วนต่อไป

#### 4. การศึกษาลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของพืช

นำตัวอย่างพืชทุกชนิดจากพื้นที่มาศึกษาลักษณะทางกายวิภาค สำหรับพืชใบเลี้ยงเดี่ยว นำรากใหญ่ที่สุด ยาว 2 เซนติเมตร บริเวณรอยต่อระหว่างรากกับลำต้น (Hameed et al., 2010) ลำต้น ยาว 2 เซนติเมตรในบริเวณตรงกลางสุด (Martins and Alves, 2009) และใบข้อที่ 3-5 ตัดใบใน ตำแหน่งกลางของแผ่นใบ ความยาว 2 เซนติเมตร (Miracle et al., 2009) ส่วนพืชใบเลี้ยงคู่ กิ่งใน บริเวณปล้องระหว่างข้อที่ 3-4 ความยาว 2 เซนติเมตร ส่วนใบที่นำมาศึกษาตามวิธีการของ Miracle และคณะ (2009) นำตัวอย่างมาศึกษาโดยการตัดเนื้อเยื่อด้วยเครื่องตัดเนื้อเยื่อพืชแบบสด และ/หรือ พาราฟินเทคนิค และนำตัวอย่างที่ได้ไป เตรียมสไลด์สด และ/หรือสไลด์ถาวร ตามลำดับ นำสไลด์ มาศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงยี่ห้อ Olympus รุ่น BX-51 บันทึกภาพโดยใช้โปรแกรม DP2-BSW

##### 4.1 การศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของพืชด้วยพาราฟินเทคนิค

- นำตัวอย่างพืชมาคงสภาพในน้ำยาเอฟ เอ เอ สูตร 2 (ภาคผนวก 1) อย่างน้อย 18 ชั่วโมง แล้วนำมาผ่านกระบวนการดึงน้ำออกจากเซลล์ด้วย ethyl-butyl alcohol series (ภาคผนวก 1 ตาราง 1) เริ่มต้นที่น้ำยาเบอร์ 6 จนถึง 12 ใช้เวลา 2 ชั่วโมงในแต่ละขั้น

- เทชิ้นส่วนพืชที่แช่อยู่ในน้ำยาเบอร์ 12 ลงบนพาราฟินที่แข็งตัวในหลอดแก้ว นำหลอดแก้วเก็บในตู้หลอมพาราฟิน ทิ้งไว้ 1-2 ชั่วโมง หลังจากนั้น เทส่วนผสมพาราฟินออกใส่ พาราฟินเหลวใหม่ลงไปแทนที่ให้ท่วมชิ้นส่วนพืช นำหลอดแก้วเก็บในตู้หลอมพาราฟินเป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วเปลี่ยนพาราฟินใหม่โดยทำเช่นเดียวกันอีก 2 ครั้ง

- หลังจากนั้น นำชิ้นส่วนพืชมาผ่านกระบวนการฝังในพาราฟินแข็งด้วยเครื่องฝังเนื้อเยื่อ

- นำบล็อกตัวอย่างที่มีเนื้อเยื่อมาตัดด้วยเครื่องตัดเนื้อเยื่อชนิดล้อหมุน ให้เนื้อเยื่อมีความหนาประมาณ 12-15 ไมโครเมตร จนได้เนื้อเยื่อชิ้นบางที่เรียกว่า section ซึ่งมีลักษณะเป็นแถบยาว ตามลำดับ

- นำริบบอน วางบนแผ่นสไลด์แก้ว ที่เคลือบสไลด์ที่ใช้ไว้ก่อนล่วงหน้า โดยหยด Haupt's adhesive บนแผ่นสไลด์แก้วแล้ว เตรียมอ่างลอยเนื้อเยื่อที่ใส่น้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 43-45 องศาเซลเซียส เมื่อน้ำร้อนใส่ผงเจลาติน (gelatin) ประมาณ 0.5% คนละลายให้เป็นเนื้อเดียวกัน นำชิ้นบางตาม ความต้องการลอยในอ่างลอยเนื้อเยื่อ ปล่อยให้ชิ้นบางแผ่ออกจนเรียบ ใช้แผ่นสไลด์แก้วที่สะอาด

ซ้อนแถบขึ้นบางที่แผ่ดี ใช้กระดาษทิชชูซับรอบๆขึ้นบาง วางแผ่นสไลด์แก้วที่ได้บนเครื่องอุ่นสไลด์หรือตู้อบให้แห้งสนิท

6. นำสไลด์แก้วที่มีขึ้นบาง มาผ่านกระบวนการละลายพาราฟิน (ภาคผนวก 1) แล้วทำการย้อมสีซาฟรานิน และฟาส์ทกรีน เพื่อทำเป็นสไลด์ถาวร แล้วนำมาศึกษาลักษณะทางกายวิภาคภายใต้จุลทรรศน์แบบใช้แสงยี่ห้อ Olympus รุ่น BX-51 บันทึกภาพโดยใช้โปรแกรม DP2-BSW ต่อไป

#### 4.2 การศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของพืชด้วยเครื่องตัดเนื้อเยื่อพืชแบบสด

1. เตรียมเครื่องตัดเนื้อเยื่อพืชแบบสด โดยการเติมน้ำบนภาชนะรองรับเนื้อเยื่อ ทำการตัดชิ้นส่วนพืชให้ได้ความยาวที่เหมาะสมวางบนแผ่นโฟมที่ตัดไว้ขนาดประมาณ 2.5x10 เซนติเมตร

2. นำแผ่นโฟมที่มีชิ้นส่วนพืชมาตัดเนื้อเยื่อโดยมีการกดตำแหน่งด้วยที่ยึดตัวอย่าง

3. ปรับความหนาของขึ้นบางที่ต้องการ แล้วทำการตัดเนื้อเยื่อด้วยใบมีดของเครื่อง โดยมีความหนาอยู่ในช่วง 60-120 ไมโครเมตร นำขึ้นบางที่ตัดได้ซึ่งลอยอยู่บนน้ำในภาชนะรองรับโดยใช้ฟู่กัมนำขึ้นมา

4. นำขึ้นบางมาย้อมสีซาฟรานิน แล้วนำมาวางบนสไลด์แก้วซึ่งมีน้ำ ทำการปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ แล้วนำมาศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงยี่ห้อ Olympus รุ่น BX-51 บันทึกภาพโดยใช้โปรแกรม DP2-BSW ต่อไป

### 5. การปลูกพืชในเรือนทดลอง

#### 5.1 สภาวะโรงเรือนเพาะชำ

วัดอุณหภูมิ และค่าความชื้นสัมพัทธ์ของพื้นที่โรงเรือนเพาะชำในช่วงการทดลอง โดยใช้เครื่องบันทึกอัตโนมัติ ยี่ห้อ Tinytag Plus รุ่น TGP-1500 พบว่าโรงเรือนเพาะชำ ภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ในช่วงการทดลองเดือนมิถุนายน – กันยายน พ.ศ. 2555 อุณหภูมิสูงสุดเท่ากับ 38.45 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเท่ากับ 22.73 องศาเซลเซียส เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดคือ 99.54 ต่ำสุดคือ 39.02 เปอร์เซ็นต์ (ภาคผนวก 4 ตาราง 1)

## 5.2 การปลูกพืชในสภาวะความเค็ม

1. นำตัวอย่างพืชทนเค็มที่มีค่าความถี่สัมพัทธ์มากที่สุดสองอันดับแรกในพื้นที่กั้นบ่อของทั้งสองพื้นที่ศึกษา คือหญ้าสะกาดน้ำเค็ม (*Paspalum vaginatum* Swartz) และ กกแห้วทรงกระเทียม (*Eleocharis dulcis* Trin. ex Henschel.) (ภาคผนวก 3 ตาราง 4) มาที่โรงเรือนเพาะชำ เพื่อเตรียมสำหรับศึกษาโดยวิธีการปลูกพืชในทราย

2. นำพืชทนเค็ม 2 ชนิดมาปักในโรงเรือนเพาะชำ โดยปลูกในกระถางปลูกพืช ที่บรรจุด้วยดินร่วนสำหรับปลูกพืช: ดินเหนียว ในอัตราส่วน 2:3 เป็นเวลา 14 วัน

3. หลังจากนั้นนำกกแห้วทรงกระเทียม (ซึ่งมี 4-6 หน่อ และความยาวของหน่อที่สูงที่สุดคือ 30-50 เซนติเมตร) และหญ้าสะกาดน้ำเค็ม (ซึ่งมี 4-6 ปล้อง และความสูงประมาณ 30-50 เซนติเมตร) ที่ได้หลังจากการปลูกเลี้ยงในชั้นตอนข้างต้น ไปปลูกในในกระถางปลูกพืชปลายปิด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร สูง 18 เซนติเมตร โดยใช้ทรายเป็นวัสดุปลูกพืช ซึ่งมีสารละลายธาตุอาหาร Hoagland (ภาคผนวก 2) บรรจุอยู่เป็นเวลา 14 วัน

4. ทำการแบ่งชุดการทดลองออกเป็นชุดที่มีการปลูกพืชในเกลือโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0 50 100 200 และ 300 mM ในสารละลายธาตุอาหารที่มีระดับของสารละลายเนื้อวัสดุปลูก ความเข้มข้นละ 5 กระถาง และชุดควบคุมที่ไม่มีการปลูกพืช ความเข้มข้นละ 1 กระถาง กระถางละ 1 ต้น หลังจากนั้นปรับความเข้มข้นของเกลือในสารละลายธาตุอาหาร โดยเติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ ทุกๆวัน วันละ 50 mM จนได้ความเข้มข้นของเกลือตามที่กำหนดในแต่ละชุดการทดลอง เพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบจากภาวะซ็อกเนื่องจากแรงดัน

5. เลี้ยงพืชในแต่ละชุดการทดลองนี้ไปเป็นเวลาอีก 60 วันนับจากวันที่ปรับความเข้มข้นของเกลือในสารละลายธาตุอาหารเสร็จสิ้นตามที่ต้องการในแต่ละชุดการทดลอง ในระหว่างการเลี้ยงพืชมีการทดแทนน้ำที่สูญเสียไปจากกระบวนการระเหยของน้ำในสารละลายธาตุอาหารด้วยน้ำกลั่น หลังจากนั้นวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารในทุกกระถาง โดยใช้เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (EC) ยี่ห้อ AZ Instrument Corp. รุ่น 8361 Cond. & TDS

6. นำพืชมาวัดความสูง (หญ้าสะกาดน้ำเค็ม) ความสูงของหน่อที่สูงที่สุดในกอ (กกแห้วทรงกระเทียม) ชั่งน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของพืชทั้งสองชนิด เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป

7. นำราก ลำต้น และใบตามวิธีการในหัวข้อ 4 มาศึกษา โดยตัวอย่างพืชที่ใช้เป็นส่วนกิ่งอกใหม่หลังจากปลูกเลี้ยงในสภาวะเค็ม นำตัวอย่างมาตัดเนื้อเยื่อโดยใช้เครื่องตัดเนื้อเยื่อพืชแบบสด นำชิ้นบางที่ได้มาย้อมสีด้วยสีย้อมซาฟรานิน แล้วนำไปศึกษาผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง



บันทึกภาพโดยใช้โปรแกรม DP2-BSW โดยทำการวัดความหนา จำนวนเปอร์เซ็นต์พื้นที่ของเนื้อเยื่อแต่ละชนิดจากภาพบันทึก (ตารางที่ 4) โดยใช้โปรแกรม Digimizer version 4.2.0.0 (MedCalc Software)

8. นำข้อมูลความสูงของพืช น้ำหนักสดกับแห้ง และลักษณะทางกายวิภาคที่บันทึกมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความสูง น้ำหนักสดกับแห้ง และลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของแต่ละลักษณะของพืชแต่ละชนิดที่วัดได้จากการทดลองระหว่างแต่ละความเข้มข้นของเกลือ โซเดียมคลอไรด์ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) สำหรับลักษณะที่ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ของชุดทดลองโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ดัดแปลงจาก Hameed et al., 2009) โดยใช้โปรแกรม SPSS for windows version 19.0 (SPSS: An IBM Company)

ตารางที่ 4 แสดงลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ที่ทำการศึกษาในแต่ละอวัยวะของพืช (ดัดแปลงจาก Hameed et al., 2009)

อวัยวะของพืช (plant organs)	ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ (anatomical characters)
ราก	1. เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เนื้อเยื่อเอกโซเดอร์มิส (exodermis area percentage) 2. เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เนื้อเยื่อแอเรนจิม่า (aerenchyma area percentage) 3. ความหนาของเนื้อเยื่อในชั้นเอนโดเดอร์มิส (endodermis thickness) 4. เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เนื้อเยื่อเมตาไซเล็ม (metaxylem area percentage)
ลำต้น	1. ความหนาของเนื้อเยื่อชั้นผิว (epidermis thickness) 2. เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เนื้อเยื่อพาราเรนจิม่า (parenchyma area percentage) 3. เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เนื้อเยื่อคลอเรนจิม่า (chlorenchyma area percentage) 4. ความหนาของเนื้อเยื่อสเคลอเรนจิม่า (sclerenchyma thickness) 5. เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เนื้อเยื่อสเคลอเรนจิม่า (sclerenchyma area percentage) 6. เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่มัดท่อลำเลียง (vascular bundle area percentage) 7. เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เนื้อเยื่อแอเรนจิม่า (aerenchyma area percentage)

ตารางที่ 4 (ต่อ) แสดงลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ที่ทำการศึกษาในแต่ละอวัยวะของพืช  
(ดัดแปลงจาก Hameed et al., 2009)

อวัยวะของพืช (plant organs)	ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ (anatomical characters)
ใบ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ความหนาของเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบน (upper epidermis thickness)</li> <li>2. ความหนาของเนื้อเยื่อในชั้นมีโซฟิลล์ (mesophyll thickness)</li> <li>3. เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เนื้อเยื่อสเคลอเรนจิม่า (sclerenchyma area percentage)</li> <li>4. เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่มัดท่อลำเลียง (vascular bundle area percentage)</li> <li>5. เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่กลุ่มเซลล์บัลลiform (bulliform cells area percentage)</li> </ol>

### บทที่ 3

#### ผลการศึกษา

#### 1. พรรณพืชในพื้นที่นาทุ่งรัง

จากการสำรวจพรรณพืชที่พบภายในพื้นที่ศึกษา ตั้งแต่เดือนมีนาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2556 พบพรรณพืชทั้งหมดรวม 26 วงศ์ 50 สกุล 55 ชนิด จัดเป็นพืชใบเลี้ยงคู่ 38 ชนิด พืชใบเลี้ยงเดี่ยว 16 ชนิดและ เฟิร์น 1 ชนิด ในพื้นที่ศึกษาที่ 1 และ 2 พบพืชที่อยู่ในบริเวณคันนาทั้งสิ้น 30 และ 45 ชนิด ตามลำดับ ในพื้นที่ศึกษาที่ 1 บริเวณคันบ่อพบ กกหัวทรงกระเทียม (*Eleocharis dulcis* Trin. ex Henschel.) หญ้าสะกาดน้ำเค็ม (*Paspalum vaginatum* Swartz) และ กกดอกแบน (*Cyperus compressus* L.) ในพื้นที่ศึกษาที่ 2 บริเวณคันบ่อพบ กกหัวทรงกระเทียม หญ้าสะกาดน้ำเค็ม กกดอกแบน และลำพู (*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.) (ตารางที่ 5 และ 6) พืชกลุ่มเฟิร์นพบเพียง 1 ชนิด ในบริเวณคันนา คือ ปรังทะเล (*Acrostichum aureum* L.)

พืชที่พบจำนวนชนิดมากที่สุดบริเวณคันนาคือ วงศ์หญ้า (Poaceae) พบ 8 ชนิด วงศ์ถั่ว (Leguminosae) 7 ชนิด และวงศ์กก (Cyperaceae) 5 ชนิด พืชที่มีความถี่สัมพัทธ์มากที่สุดคือ ขอบ้าน (*Morinda citrifolia* L.) และขลุ่ (*Pluchea indica* (L.) Less.) (ในพื้นที่ศึกษาที่ 1) และมันปู (*Glochidion littorale* Blume) และขอบ้าน (ในพื้นที่ศึกษาที่ 2) (ตารางที่ 7)

ในบริเวณคันบ่อของทั้งสองพื้นที่ พบว่าพืชที่มีความถี่สัมพัทธ์มากที่สุดสองอันดับแรก ของทั้งสองพื้นที่คือ กกหัวทรงกระเทียม และ หญ้าสะกาดน้ำเค็ม (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 5 พืชใบเลี้ยงคู่ที่พบในพื้นที่นาทุ่งรัง

ลำดับที่	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ชื่อท้องถิ่น	วิสัยพืช	พื้นที่ศึกษาที่			
					1		2	
					คันนา	ก้นบ่อ	คันนา	ก้นบ่อ
1	<i>Acacia auriculiformis</i> Blume	Leguminosae	กระถินณรงค์	T			✓	
2	<i>Acacia mangium</i> Willd.	Leguminosae	กระถินเทพา	T			✓	
3	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Asteraceae	สาบแรังสาบกา	H			✓	
4	<i>Alternanthera sessilis</i> (L.) DC.	Amaranthaceae	ผักเป็ด	H	✓		✓	
5	<i>Antidesma ghaesembilla</i> Gaertn.	Euphorbiaceae	ม่าไขปลา	S	✓		✓	
6	<i>Ardisia elliptica</i> Thunb.	Myrsinaceae	รามใหญ่	S			✓	
7	<i>Canavalia obtusifolia</i> DC.	Leguminosae	ถั่วค้ำ	Cl	✓		✓	
8	<i>Capparis sepiaria</i> L.	Capparidaceae	หนามวัวข้ง	S	✓		✓	
9	<i>Cassia occidentalis</i> L.	Leguminosae	ขี้เหล็กเทศ	S			✓	
10	<i>Cassytha filiformis</i> L.	Lauraceae	สังวาลพระอินทร์	Cl			✓	
11	<i>Casuarina equisetifolia</i> J.R. & G. Forst.	Casurinaceae	สนทะเล	T			✓	
12	<i>Cayratia trifolia</i> (L.) Domin	Vitaceae	เถาคัน	Cl	✓		✓	
13	<i>Chromolaena odoratum</i> (L.) R.M. King & H. Rob.	Asteraceae	สาบเสือ	S	✓		✓	

หมายเหตุ : T : ไม้ยืนต้น, S : ไม้พุ่ม, H : ไม้ล้มลุก, Cl : ไม้เลื้อย

ตารางที่ 5 (ต่อ) พืชใบเลี้ยงคู่ที่พบในพื้นที่นาทุ่งรัง

ลำดับที่	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ชื่อท้องถิ่น	วิสัย พืช	พื้นที่ศึกษาที่			
					1		2	
					คันนา	คันบ่อ	คันนา	คันบ่อ
14	<i>Crotalaria striata</i> DC.	Leguminosae	หึ่งเม่น	S			✓	
15	<i>Epaltes australis</i> Less.	Asteraceae	-	H			✓	
16	<i>Excoecaria agallocha</i> L.	Euphorbiaceae	ตาคุ่มทะเล	T			✓	
17	<i>Finlaysonia maritima</i> Backer ex K.Heyne	Asclepiadaceae	กระเพาะปลา	Cl			✓	
18	<i>Glochidion littorale</i> Blume	Euphorbiaceae	มันปู	S	✓		✓	
19	<i>Hedyotis corymbosa</i> (L.) Lam.	Rubiaceae	หญ้าลิ้นงู	H	✓		✓	
20	<i>Hibiscus tiliaceus</i> L.	Malvaceae	ปอทะเล	T	✓		✓	
21	<i>Ipomoea sagittaeifolia</i> Burm. f.	Convolvulaceae	สะอึก	Cl	✓		✓	
22	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Leguminosae	กระถิน	T	✓			
23	<i>Lindernia ciliata</i> (Colsm.) Pennell	Scrophulariaceae	เงียงปลา	H	✓		✓	
24	<i>Lindernia crustacea</i> (L.) F.Muell.	Scrophulariaceae	หญ้ากาบหอยตัวเมีย	H	✓		✓	
25	<i>Melastoma malabathricum</i> L.	Melastomataceae	โคลงเคลงขึ้นก	S	✓		✓	
26	<i>Merremia umbellata</i> (L.) Hallier	Convolvulaceae	จิงจ้อร่วงขาว	Cl			✓	

หมายเหตุ : T : ไม้ยืนต้น, S : ไม้พุ่ม, H : ไม้ล้มลุก, Cl : ไม้เลื้อย

ตารางที่ 5 (ต่อ) พืชใบเลี้ยงคู่ที่พบในพื้นที่นาทุ่งรัง

ลำดับ ที่	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ชื่อท้องถิ่น	วิสัยพืช	พื้นที่ศึกษาที่			
					1		2	
					คันนา	คันบ่อ	คันนา	คันบ่อ
27	<i>Mimosa pudica</i> L.	Leguminosae	ไมยราบ	H			✓	
28	<i>Morinda citrifolia</i> L.	Rubiaceae	ขอบ้าน	T	✓		✓	
29	<i>Ocimum sanctum</i> L.	Lamiaceae	กะเพรา	S	✓			
30	<i>Pluchea indica</i> (L.) Less.	Asteraceae	ขลุ้	S	✓		✓	
31	<i>Shirakiopsis indica</i> (Willd.) Esser	Euphorbiaceae	สมอทะเล	T	✓		✓	
32	<i>Solanum trilobatum</i> L.	Solanaceae	มะแว้งเครือ	Cl	✓		✓	
33	<i>Sonneratia caseolaris</i> (L.) Engl.	Sonneratiaceae	ลำพู	T				✓
34	<i>Spermacoce hispida</i> L.	Rubiaceae	หญ้าเขมรใหญ่	H			✓	
35	<i>Terminalia catappa</i> L.	Combretaceae	หูกวาง	T	✓			
36	<i>Trianthema triquetra</i> Rottler & Willd.	Aizoaceae	ผักเบี้ย	H	✓		✓	
37	<i>Tylophora flexuosa</i> R.Br.	Asclepiadaceae	จุมกปลาหลด	Cl			✓	
38	<i>Ziziphus oenoplia</i> (L.) Mill.	Rhamnaceae	เล็บเหยี่ยว	S	✓		✓	

หมายเหตุ : T : ไม้ยืนต้น, S : ไม้พุ่ม, H : ไม้ล้มลุก, Cl : ไม้เลื้อย

ตารางที่ 6 พืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่พบในพื้นที่นาทุ่งหึ่งร้าง

ลำดับที่	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ชื่อท้องถิ่น	วิสัยพืช	พื้นที่ศึกษาที่			
					1		2	
					คันนา	ก้นบ่อ	คันนา	ก้นบ่อ
1	<i>Axonopus compressus</i> (Sw.) Beauv.	Poaceae	หญ้ามอลาเซีย	H	✓		✓	
2	<i>Bulbostylis barbata</i> (Rottb.) C.B.Clarke	Cyperaceae	หญ้าหนวดแมว	H			✓	
3	<i>Chrysopogon aciculatus</i> (Retz.) Trin.	Poaceae	หญ้าเจ้าชู้	H	✓		✓	
4	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Poaceae	หญ้าแพรก	H	✓		✓	
5	<i>Cyperus compressus</i> L.	Cyperaceae	กกดอกแบน	H		✓	✓	✓
6	<i>Cyperus platystylis</i> R.Br.	Cyperaceae	กกริงกาน้อย	H	✓		✓	
7	<i>Eleocharis dulcis</i> Trin. ex Henschel.	Cyperaceae	กกแห้วทรงกระเทียม	H		✓		✓
8	<i>Eragrostis malayana</i> Stapf	Poaceae	หญ้าลังกา	H	✓		✓	
9	<i>Fimbristylis ferruginea</i> (L.) Vahl	Cyperaceae	หญ้าดอกแดง	H	✓		✓	
10	<i>Fimbristylis pauciflora</i> R.Br.	Cyperaceae	หญ้าแปรงหมู	H	✓		✓	
11	<i>Flagellaria indica</i> L.	Flagellariaceae	หาวยลิง	Cl			✓	

หมายเหตุ : T : ไม้ยืนต้น, S : ไม้พุ่ม, H : ไม้ล้มลุก, Cl : ไม้เลื้อย

ตารางที่ 6 (ต่อ) พืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่พบในพื้นที่นาทุ่งรัง

ลำดับที่	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	ชื่อท้องถิ่น	วิสัยพืช	พื้นที่ศึกษาที่			
					1		2	
					คันนา	คันบ่อ	คันนา	คันบ่อ
12	<i>Murdannia nudiflora</i> (L.) Bren.	Commelinaceae	กินกุ้งน้อย	H			✓	
13	<i>Panicum repens</i> L.	Poaceae	หญ้าชันกาด	H			✓	
14	<i>Paspalum orbiculare</i> Forst.	Poaceae	หญ้านมหนอน	H			✓	
15	<i>Paspalum vaginatum</i> Swartz	Poaceae	หญ้าสะกาดน้ำเค็ม	H		✓	✓	✓
16	<i>Zoysia matrella</i> (L.) Merr.	Poaceae	หญ้านวลน้อย	H			✓	

หมายเหตุ : T : ไม้ยืนต้น, S : ไม้พุ่ม, H : ไม้ล้มลุก, Cl : ไม้เลื้อย



ตารางที่ 7 ค่าความถี่สัมพัทธ์ของพืชบริเวณคันนาสูงสุดตามลำดับในพื้นที่นาทุ่งรัง

ลำดับที่	พื้นที่ศึกษาที่ 1		ลำดับที่	พื้นที่ศึกษาที่ 2	
	ชนิดพืช	ความถี่สัมพัทธ์		ชนิดพืช	ความถี่สัมพัทธ์
1	<i>Morinda citrifolia</i> L.	16.29	1	<i>Glochidion littorale</i> Blume	8.26
2	<i>Pluchea indica</i> (L.) Less.	11.76	2	<i>Morinda citrifolia</i> L.	6.89
3	<i>Chromolaena odoratum</i> (L.) R.M. King & H.Rob.	10.86	3	<i>Cyperus compressus</i> L.	6.61
4	<i>Antidesma ghaesembilla</i> Gaertn.	9.95	3	<i>Paspalum vaginatum</i> Swartz	6.61
5	<i>Canavalia obtusifolia</i> DC.	8.60	5	<i>Frimbistylis ferruginea</i> (L.) Vahl	5.79
6	<i>Glochidion littorale</i> Blume	7.69	6	<i>Pluchea indica</i> (L.) Less.	5.51
7	<i>Ziziphus oenoplia</i> (L.) Mill.	4.98	6	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	5.51
8	<i>Cayratia trifolia</i> (L.) Domin	4.07	6	<i>Panicum repens</i> L.	5.51
9	<i>Hibiscus tiliaceus</i> L.	3.17	9	<i>Chrysopogon aciculatus</i> (Retz.) Trin.	4.68
9	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	3.17	10	<i>Antidesma ghaesembilla</i> Gaertn.	4.13

ตารางที่ 8 ค่าความถี่สัมพัทธ์ของพืชบริเวณก้นบ่อในพื้นที่นาทุ่งรัง

ลำดับที่	พื้นที่ศึกษาที่ 1		ลำดับที่	พื้นที่ศึกษาที่ 2	
	ชนิดพืช	ความถี่สัมพัทธ์		ชนิดพืช	ความถี่สัมพัทธ์
1	<i>Eleocharis dulcis</i> Trin. ex Henschel.	56.82	1	<i>Eleocharis dulcis</i> Trin. ex Henschel.	66.67
2	<i>Paspalum vaginatum</i> Swartz	37.5	2	<i>Paspalum vaginatum</i> Swartz	28.89
3	<i>Cyperus compressus</i> L.	5.68	3	<i>Sonneratia caseolaris</i> (L.) Engl.	2.22
			4	<i>Cyperus compressus</i> L.	2.22

## 2. ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของพรรณพืชชนิดเด่นในนาทุ่งรัง

จากการสำรวจพรรณพืชในพื้นที่ศึกษา ในบริเวณคันนาที่มีค่ามากที่สุด 10 อันดับแรกของพื้นที่ศึกษา แล้วเลือกพืชเป็นตัวแทนในการศึกษา โดยคิดจากค่าความถี่สัมพัทธ์ เป็นพืชใบเลี้ยงคู่ทั้งหมด 9 ชนิด คือ เม่าไข่ปลา (*Antidesma ghaesembilla* Gaertn.) ถั่วคัสซ่า (*Canavalia obtusifolia* DC.) เถาคัน (*Cayratia trifolia* (L.) Domin) สาบเสือ (*Chromolaena odoratum* (L.) R.M. King & H.Rob.) มันปู ปอทะเล (*Hibiscus tiliaceus* L.) ขอบ้าน ขลุ่ และเล็บเหยี่ยว (*Ziziphus oenoplia* (L.) Mill.) และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว 6 ชนิด คือ หญ้าเจ้าชู้ (*Chrysopogon aciculatus* (Retz.) Trin.) หญ้าแพรก (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) กกดอกแบน หญ้าดอกแดง (*Frimbistylis ferruginea* (L.) Vahl) หญ้าชันกาด (*Panicum repens* L.) และหญ้าสะกาดน้ำเค็ม

สำหรับพื้นที่กั้นบ่อมีเพียง 4 ชนิด คือ กกแห้วทรงกระเทียม หญ้าสะกาดน้ำเค็ม กกดอกแบน และ ลำพู เป็นตัวแทนในการศึกษา

### 2.1 กายวิภาคของโครงสร้างพืชใบเลี้ยงคู่

#### 2.1.1 *Antidesma ghaesembilla* Gaertn. (เม่าไข่ปลา)

**ลำต้น :** เนื้อเยื่อชั้นผิวมี 1 ชั้น บริเวณคอร์เทกซ์ประกอบด้วยเนื้อเยื่อพาเรงคิมา เนื้อเยื่อลำเลียงมีโพลีเอมกับไซเล็มอยู่ในรัศมีเดียวกัน โดยโพลีเอมอยู่ด้านนอก ไซเล็มอยู่ด้านใน (collateral bundle) บริเวณพิธประกอบด้วยเนื้อเยื่อพาเรงคิมา (ภาพที่ 5 ก)

**ใบ :** เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบนมี 1 ชั้น หนา 37-56 ไมโครเมตร เรียงตัวไม่เป็นระเบียบ รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้า หรือค่อนข้างกลม เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านล่างมี 1 ชั้น หนา 18-28 ไมโครเมตร เรียงตัวไม่เป็นระเบียบ รูปร่างค่อนข้างกลม หรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีไซฟิลล์ ประกอบด้วยแพลิวเซดพาเรงคิมาอยู่ด้านบน กับสpongjiพาเรงคิมาอยู่ด้านล่าง (bifacial) แพลิวเซดพาเรงคิมาอยู่ติดเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบน มี 1 ชั้น หนา 66-71 ไมโครเมตร รูปร่างแท่งยาว ตั้งฉากกับผิวใบติดกับผิวใบด้านบน สpongjiพาเรงคิมา 4-5 ชั้น หนา 76-93 ไมโครเมตร รูปร่างค่อนข้างกลมหรือไม่แน่นอน เรียงตัวไม่เป็นระเบียบ ติดกับเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านล่าง (ภาพที่ 7 ก)

### 2.1.2 *Canavalia obtusifolia* DC. (ถั่วคล้า)

**ลำต้น :** เนื้อเยื่อชั้นผิวมี 1 ชั้น บริเวณคอร์เทกซ์ประกอบด้วยเนื้อเยื่อพาเรงคิมาเนื้อเยื่อลำเลียงมีโฟลเอ็มกับไซเล็มอยู่ในรัศมีเดียวกัน โดยโฟลเอ็มอยู่ด้านนอก ไซเล็มอยู่ด้านใน บริเวณพิชประกอบด้วยเนื้อเยื่อพาเรงคิมา (ภาพที่ 5 ข)

**ใบ :** เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบนมี 1 ชั้น หนา 25-29 ไมโครเมตร เรียงตัวเป็นระเบียบ รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้า เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านล่างมี 1 ชั้น หนา 15-19 ไมโครเมตร เรียงตัวไม่เป็นระเบียบ รูปร่างค่อนข้างกลม มีไซฟิลล์ ประกอบด้วยแพลิสเซดพาเรงคิมาอยู่ด้านบน กับสpongijiพาเรงคิมาอยู่ด้านล่าง แพลิสเซดพาเรงคิมาอยู่ติดเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบน มี 1 ชั้น หนา 138-144 ไมโครเมตร รูปร่างแท่งยาวตั้งฉากกับผิวใบติดกับผิวใบด้านบน สpongijiพาเรงคิมาอยู่ติดเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านล่าง มี 4-5 ชั้น หนา 86-103 ไมโครเมตร รูปร่างกลมหรือไม่แน่นอน เรียงตัวไม่เป็นระเบียบ (ภาพที่ 7 ข)

### 2.1.3 *Cayratia trifolia* (L.) Domin (เถาวัลย์)

**ลำต้น :** เนื้อเยื่อชั้นผิวมี 1 ชั้น บริเวณคอร์เทกซ์ประกอบด้วยเนื้อเยื่อพาเรงคิมา เนื้อเยื่อลำเลียงมีโฟลเอ็มกับไซเล็มอยู่ในรัศมีเดียวกัน โดยโฟลเอ็มอยู่ด้านนอก ไซเล็มอยู่ด้านใน บริเวณพิชประกอบด้วยเนื้อเยื่อพาเรงคิมา (ภาพที่ 5 ค)

**ใบ :** เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบนมี 1 ชั้น หนา 19-20 ไมโครเมตร เรียงตัวเป็นระเบียบ รูปร่างค่อนข้างกลม หรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านล่างมี 1 ชั้น หนา 10-13 ไมโครเมตร เรียงตัวไม่เป็นระเบียบ รูปร่างค่อนข้างกลม หรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีไซฟิลล์ ประกอบด้วยแพลิสเซดพาเรงคิมาอยู่ด้านบน กับสpongijiพาเรงคิมาอยู่ด้านล่าง แพลิสเซดพาเรงคิมาอยู่ติดเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบน มี 1 ชั้น หนา 128-171 ไมโครเมตร รูปร่างแท่งยาวตั้งฉากกับผิวใบติดกับผิวใบด้านบน สpongijiพาเรงคิมาอยู่ติดเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านล่าง มี 7-8 ชั้น หนา 133-195 ไมโครเมตร รูปร่างค่อนข้างกลมหรือไม่แน่นอน (ภาพที่ 7 ค)

### 2.1.4 *Chromolaena odoratum* (L.) R.M. King & H. Rob. (สาบเสือ)

**ลำต้น :** เนื้อเยื่อชั้นผิวมี 1 ชั้น บริเวณคอร์เทกซ์ประกอบด้วยเนื้อเยื่อคอลเลงคิมา และพาเรงคิมา เนื้อเยื่อลำเลียงมีโฟลเอ็มกับไซเล็มอยู่ในรัศมีเดียวกัน โดยโฟลเอ็มอยู่ด้านนอก ไซเล็มอยู่ด้านใน บริเวณพิชประกอบด้วยเนื้อเยื่อพาเรงคิมา (ภาพที่ 5 ง)

**ใบ :** เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบนมี 1 ชั้น หนา 12-18 ไมโครเมตร เรียงตัวเป็นระเบียบ รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้า หรือค่อนข้างกลม เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านล่างมี 1 ชั้น หนา 9-13 ไมโครเมตร เรียงตัวไม่เป็นระเบียบ รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือค่อนข้างกลม พบมีเซลล์ชั้นแบบหลายเซลล์ที่เนื้อเยื่อชั้นผิว

ด้านบนและล่าง มีโซฟิลล์ ประกอบด้วยแพลลิดูเรงคิมายู่ด้านบน และสปองจีฟารังคิมายู่ด้านล่าง แพลลิดูเรงคิมายู่ติดเนื้อเยื่อชั้นผิวหนังด้านบน มี 1 ชั้น หนา 50-59 ไมโครเมตร รูปร่างเป็นแท่งยาว เรียงตัวตามแนวตั้งฉากกับผิว สปองจีฟารังคิมายู่ติดเนื้อเยื่อชั้นผิวหนังด้านล่าง มี 6-7 ชั้น หนา 42-49 ไมโครเมตร รูปร่างกลมหรือไม่แน่นอน เรียงตัวไม่เป็นระเบียบ (ภาพที่ 7 ง)

### 2.1.5 *Glochidion littorale* Blume (มันปู)

**ลำต้น :** เนื้อเยื่อชั้นผิวมี 1 ชั้น บริเวณคอร์เทกซ์ประกอบด้วยเนื้อเยื่อพารังคิมา เนื้อเยื่อลำเลียงมีโฟลเอ็มกับไซเล็มอยู่ในรัศมีเดียวกัน โดยโฟลเอ็มอยู่ด้านนอก ไซเล็มอยู่ด้านใน บริเวณพีทประกอบด้วยเนื้อเยื่อพารังคิมา (ภาพที่ 5 จ)

**ใบ :** เนื้อเยื่อชั้นผิวหนังมี 2 ชั้น หนา 45-51 ไมโครเมตร เรียงตัวเป็นระเบียบรูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้า หรือค่อนข้างกลม แลวชั้นนอกเล็กกว่าชั้นใน เนื้อเยื่อชั้นผิวหนังด้านล่างมี 1 ชั้น หนา 12-16 ไมโครเมตร เรียงตัวค่อนข้างเป็นระเบียบอยู่ในระนาบเดียวกัน รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้า หรือค่อนข้างกลม มีโซฟิลล์ประกอบด้วยแพลลิดูเรงคิมายู่ด้านบน และสปองจีฟารังคิมายู่ด้านล่าง แพลลิดูเรงคิมายู่ติดเนื้อเยื่อชั้นผิวหนังด้านบน มี 1 ชั้น หนา 84-120 ไมโครเมตร รูปร่างแท่งยาวเรียงตัวตามแนวตั้งฉากกับผิว สปองจีฟารังคิมายู่ติดเนื้อเยื่อชั้นผิวหนังด้านล่างมี 8-10 ชั้น หนา 84-108 ไมโครเมตร รูปร่างค่อนข้างกลมหรือไม่แน่นอน เรียงตัวไม่เป็นระเบียบ (ภาพที่ 7 จ)

### 2.1.6 *Hibiscus tiliaceus* L. (ปอทะเล)

**ลำต้น :** เนื้อเยื่อชั้นผิวมี 1 ชั้น บริเวณคอร์เทกซ์ประกอบด้วยเนื้อเยื่อพารังคิมา พบช่องว่างขนาดใหญ่ในบริเวณนี้ เนื้อเยื่อลำเลียงมีโฟลเอ็มกับไซเล็มอยู่ในรัศมีเดียวกัน โดยโฟลเอ็มอยู่ด้านนอก ไซเล็มอยู่ด้านใน บริเวณพีทประกอบด้วยเนื้อเยื่อพารังคิมา (ภาพที่ 5 ฉ)

**ใบ :** เนื้อเยื่อชั้นผิวหนังมี 2 ชั้น หนา 36-47 ไมโครเมตร เรียงตัวไม่เป็นระเบียบ รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้า หรือค่อนข้างกลม แลวชั้นนอกเล็กกว่าชั้นใน เนื้อเยื่อชั้นผิวหนังด้านล่างมี 1 ชั้น หนา 17-22 ไมโครเมตร เรียงตัวไม่เป็นระเบียบ รูปร่างค่อนข้างกลม หรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีโซฟิลล์ประกอบด้วยแพลลิดูเรงคิมายู่ด้านบน และชั้นสปองจีฟารังคิมายู่ด้านล่าง แพลลิดูเรงคิมายู่ติดเนื้อเยื่อชั้นผิวหนังด้านบนมี 1 ชั้น หนา 59-92 ไมโครเมตร รูปร่างแท่งยาวตั้งฉากกับผิวใบด้านบน ส่วนสปองจีฟารังคิมายู่ติดเนื้อเยื่อชั้นผิวหนังด้านล่างมี 6-7 ชั้น หนา 74-91 ไมโครเมตร รูปร่างกลมหรือไม่แน่นอน เรียงตัวไม่เป็นระเบียบ (ภาพที่ 7 ฉ)

### 2.1.7 *Morinda citrifolia* L. (ยอบ้าน)

**ลำต้น :** เนื้อเยื่อชั้นผิวมี 1 ชั้น บริเวณคอร์เทกซ์ประกอบด้วยเนื้อเยื่อพาเรงคิมา เนื้อเยื่อลำเลียงมีโฟลเอ็มกับไซเล็มอยู่ในรัศมีเดียวกัน โดยโฟลเอ็มอยู่ด้านนอก ไซเล็มอยู่ด้านใน บริเวณพิชประกอบด้วยเนื้อเยื่อพาเรงคิมา (ภาพที่ 6 ก)

**ใบ :** เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบนมี 1 ชั้น หนา 23-34 ไมโครเมตร เรียงตัวเป็นระเบียบ รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีสารคิวตินเคลือบที่ผิว เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านล่างมี 1 ชั้น หนา 15-22 ไมโครเมตร เรียงตัวเป็นระเบียบ รูปร่างค่อนข้างกลม หรืออาจมีสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีไซฟิลล์ ประกอบด้วยแพลิวเซดพาเรงคิมาอยู่ด้านบน และชั้นสpongophylla อยู่ด้านล่าง แพลิวเซดพาเรงคิมาอยู่ติดเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบน มี 1 ชั้น หนา 70-91 ไมโครเมตร รูปร่างเป็นแท่งยาว เรียงตัวตามแนวตั้งฉากกับผิวสpongophylla อยู่ติดเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านล่างมี 7-8 ชั้น หนา 117-128 ไมโครเมตร รูปร่างค่อนข้างกลมหรือไม่แน่นอน เรียงตัวไม่เป็นระเบียบ (ภาพที่ 8 ก)

### 2.1.8 *Pluchea indica* (L.) Less. (ขลุ้)

**ลำต้น :** เนื้อเยื่อชั้นผิวมี 1 ชั้น บริเวณคอร์เทกซ์ประกอบด้วยเนื้อเยื่อคอลเลงคิมา และพาเรงคิมา เนื้อเยื่อลำเลียงมีโฟลเอ็มกับไซเล็มอยู่ในรัศมีเดียวกัน โดยโฟลเอ็มอยู่ด้านนอก ไซเล็มอยู่ด้านใน บริเวณพิชประกอบด้วยเนื้อเยื่อพาเรงคิมา (ภาพที่ 6 ข)

**ใบ :** เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบนมี 1 ชั้น หนา 15-23 ไมโครเมตร เรียงตัวไม่เป็นระเบียบ รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้า ค่อนข้างกลม หรือไม่แน่นอน เนื้อเยื่อชั้นผิวใบด้านล่างมี 1 ชั้น หนา 14-16 ไมโครเมตร เรียงตัวไม่เป็นระเบียบ รูปร่างคล้ายกับเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบน พบเซลล์ชั้นแบบหลายเซลล์ที่เนื้อเยื่อชั้นผิวใบด้านบนและล่าง มีไซฟิลล์ ประกอบด้วยแพลิวเซดพาเรงคิมาเกิดขึ้นทั้งสองด้าน ติดอยู่กับเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบนและล่าง (isolateral) ส่วนสpongophylla อยู่กลางแผ่นใบ แพลิวเซดพาเรงคิมา มี 2 ชั้น อยู่ติดกับเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบนและล่าง หนา 49-63 และ 43-61 ไมโครเมตร ตามลำดับ รูปร่างเป็นแท่งยาว เรียงตัวตามแนวตั้งฉากกับผิว สpongophylla อยู่บริเวณตรงกลางของแผ่นใบมี 6-7 ชั้น หนา 83-96 ไมโครเมตร รูปร่างไม่แน่นอน เรียงตัวไม่เป็นระเบียบ (ภาพที่ 8 ข)

### 2.1.9 *Sonneratia caseolaris* (L.) Engl. (ลำพู)

**ลำต้น :** เนื้อเยื่อชั้นผิวมี 1 แถว บริเวณคอร์เทกซ์ประกอบด้วยเนื้อเยื่อพาเรงคิมา เนื้อเยื่อลำเลียงมีโฟลเอ็มกับไซเล็มอยู่ในรัศมีเดียวกัน โดยโฟลเอ็มอยู่ด้านนอก ไซเล็มอยู่ด้านใน บริเวณพิชประกอบด้วยเนื้อเยื่อพาเรงคิมา (ภาพที่ 6 ค)

**ใบ :** เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบนมี 1 ชั้น หนา 17-26 ไมโครเมตร เรียงตัวเป็นระเบียบ รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้า หรือค่อนข้างกลม เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านล่างมี 1 ชั้น หนา 19-21 ไมโครเมตร เรียงตัวค่อนข้างเป็นระเบียบอยู่ในระนาบเดียวกัน รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้า หรือค่อนข้างกลม มีไซฟิลล์ ประกอบด้วยเพลิวเซดพาเรงคิมอยู่ทั้งด้านบนและด้านล่าง รูปร่างแท่งยาวตั้งฉากกับผิวใบ ขนาดเล็กมี 6 ชั้น ซึ่งติดกับผิวใบด้านบน 3 ชั้น และด้านล่าง 3 ชั้น หนา 107-134 และ 87-91 ไมโครเมตร ตามลำดับ ส่วนเนื้อเยื่อพาเรงคิมรูปร่างค่อนข้างกลม หรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส มี 6-7 ชั้น หนา 377-401 ไมโครเมตร เรียงตัวกันแน่นอยู่บริเวณใจกลางของแผ่นใบ (ภาพที่ 8 ค)

#### 2.1.10 *Ziziphus oenopia* (L.) Mill. (เล็บเหยี่ยว)

**ลำต้น :** เนื้อเยื่อชั้นผิวมี 1 ชั้น มีการสะสมของสารภายในเซลล์ พบมีเซลล์ชั้นแบบเซลล์เดียวในเนื้อเยื่อชั้นผิว บริเวณคอร์เทกซ์ประกอบด้วยเนื้อเยื่อคอลเลงคิม และพาเรงคิม เนื้อเยื่อลำเลียงมีโฟลเอ็มกับไซเล็มอยู่ในรัศมีเดียวกัน โดยโฟลเอ็มอยู่ด้านนอก ไซเล็มอยู่ด้านใน บริเวณพิธประกอบด้วยเนื้อเยื่อพาเรงคิม (ภาพที่ 6 ง)

**ใบ :** เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบนมี 1 ชั้น หนา 17-26 ไมโครเมตร เรียงตัวเป็นระเบียบ รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้า เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านล่างมี 1 ชั้น หนา 11-12 ไมโครเมตร เรียงตัวไม่เป็นระเบียบ รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้า พบมีเซลล์ชั้นแบบเซลล์เดียวที่เนื้อเยื่อชั้นผิว มีไซฟิลล์ ประกอบด้วยเพลิวเซดพาเรงคิมเท่านั้น อยู่ทั้งด้านบนและด้านล่าง เพลิวเซดพาเรงคิมมี 2 รูปร่าง รูปร่างแบบแท่งยาว มี 1 ชั้น หนา 104-112 ไมโครเมตร เรียงตัวตามแนวตั้งฉากกับผิวซึ่งติดอยู่กับเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบน ส่วนรูปร่างกลมหรือไม้แน่นอนมี 8-10 ชั้น หนา 107-113 ไมโครเมตร เรียงตัวอัดแน่น อยู่ติดกับเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านล่าง (ภาพที่ 8 ง)

### 2.2 กายวิภาคของโครงสร้างพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

#### 2.2.1 *Chrysopogon aciculatus* (Retz.) Trin. (หญ้าเจ้าชู้)

**ราก :** เนื้อเยื่อชั้นผิวมี 1 ชั้น ถัดเข้าไปเป็นเนื้อเยื่อเอกไซเคอร์มิส 3-4 ชั้น หนา 31-69 ไมโครเมตร และชั้นของเนื้อเยื่อแอรังคิม หนา 114-191 ไมโครเมตร จนถึงชั้นเอนโดคอร์มิส บริเวณสตีลมีเมตาไซเล็มเรียงตัวเป็นวง (ภาพที่ 9 ก และ ข)

**ลำต้น :** เนื้อเยื่อชั้นผิว รูปร่างกลม เรียงตัวเป็นระเบียบ ถัดเข้าไปเป็นชั้นเนื้อเยื่อพื้นพาเรงคิมขนาดเล็ก ถัดมาเป็นเนื้อเยื่อพื้นขนาดใหญ่ และชั้นของเนื้อเยื่อสเคลอเรนคิมเชื่อมกันเป็น

วงหนา 3-5 ชั้น โดยมีมัดต่อลำเลียงเรียงตัวแทรกเป็นระยะในชั้นนี้ ถัดเข้าไปเป็นชั้นเนื้อเยื่อพื้นที่มีมัดต่อลำเลียงเรียงตัวกระจาย บริเวณตรงกลางเป็นช่องว่างขนาดใหญ่ (ภาพที่ 11 ก และ ข)

**ใบ :** เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบน มี 1 ชั้น หนา 10-23 ไมโครเมตร รูปร่างค่อนข้างกลม พบกลุ่มเซลล์บัลลิสฟอร์ม 3 เซลล์เรียงตัวแทรกเป็นระยะ เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านล่าง มี 1 ชั้น หนา 10-14 ไมโครเมตร รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้า พบกลุ่มเซลล์เส้นใยแทรกเป็นระยะ ได้เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบนและล่าง มีไซฟิลล์ประกอบด้วยมัดต่อลำเลียงซึ่งมีบัลเคลซิฟลัสมรอบ (ภาพที่ 13 ก และ ข)

### 2.2.2 *Cynodon dactylon* (L.) Pers. (หญ้าแพรก)

**ราก :** เนื้อเยื่อชั้นผิวมี 1 ชั้น ถัดเข้าไปเป็นเนื้อเยื่อเอกไซเคอร์มิส 2-3 ชั้น หนา 24-33 ไมโครเมตร และเป็นชั้นของเนื้อเยื่อแอรังกิมา หนา 129-142 ไมโครเมตร จนถึงชั้นเอนโดเคอร์มิส บริเวณสตีลมีเมตาไซเล็มเรียงตัวเป็นวง (ภาพที่ 9 ค และ ง)

**ลำต้น :** เนื้อเยื่อชั้นผิว รูปร่างกลม เรียงตัวเป็นระเบียบ ถัดเข้าไปเป็นชั้นเนื้อเยื่อพื้นพาเรงคิมา ถัดมาเป็นชั้นของเนื้อเยื่อสเคลอเรงคิมาเชื่อมกันเป็นวงหนา 8-10 ชั้น โดยมีมัดต่อลำเลียงเรียงตัวแทรกเป็นระยะในชั้นนี้ ถัดเข้าไปเป็นชั้นเนื้อเยื่อพื้นที่มีมัดต่อลำเลียงเรียงตัวกระจาย บริเวณตรงกลางเป็นช่องว่างขนาดใหญ่ (ภาพที่ 11 ค และ ง)

**ใบ :** เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบน มี 1 ชั้น หนา 11-14 ไมโครเมตร รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้า หรือค่อนข้างกลม พบกลุ่มเซลล์บัลลิสฟอร์ม 3-4 เซลล์เรียงตัวแทรกเป็นระยะ เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านล่าง มี 1 ชั้น หนา 9-12 ไมโครเมตร รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้า พบกลุ่มเซลล์เส้นใยแทรกเป็นระยะ ได้เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบนและล่าง มีไซฟิลล์ประกอบด้วยมัดต่อลำเลียงซึ่งมีบัลเคลซิฟลัสมรอบ (ภาพที่ 13 ค และ ง)

### 2.2.3 *Cyperus compressus* L. (กกดอกแบน)

**ราก :** เนื้อเยื่อชั้นผิวมี 1 ชั้น ถัดเข้าไปเป็นเนื้อเยื่อเอกไซเคอร์มิส 4-5 ชั้น หนา 83-164 ไมโครเมตร และชั้นของเนื้อเยื่อแอรังกิมา หนา 135-157 ไมโครเมตร จนถึงชั้นเอนโดเคอร์มิส บริเวณสตีลมีเมตาไซเล็มเรียงตัวเป็นวง (ภาพที่ 9 จ และ ฉ)

**ลำต้น :** เนื้อเยื่อชั้นผิวรูปร่างค่อนข้างกลม บริเวณใต้เนื้อเยื่อชั้นผิวมีกลุ่มเซลล์เส้นใยแทรกเป็นระยะ ถัดมาเป็นมัดต่อลำเลียงซึ่งมีเนื้อเยื่อคลอเรงคิมาล้อมรอบเรียงตัวตามแนวของเนื้อเยื่อชั้นผิว ถัดมาเป็นเนื้อเยื่อพื้นพาเรงคิมา ซึ่งมีมัดต่อลำเลียงขนาดใหญ่กว่า เรียงตัวกระจายอยู่ (ภาพที่ 11 จ และ ฉ)



**ใบ :** เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบน 1 ชั้น หนา 60-160 ไมโครเมตร รูปร่างค่อนข้างกลม หรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า บริเวณใกล้เส้นกลางใบมีเนื้อเยื่อชั้นรองจากผิวประมาณ 1-2 ชั้น มัดท่อลำเลียงซึ่งมีเนื้อเยื่อคอลลอเรนคิมาล้อมรอบเรียงตัวอยู่ชั้นถัดเข้ามา เรียงตัวแนวของเนื้อเยื่อผิวด้านล่าง และมีกลุ่มเซลล์เส้นใยแทรกอยู่เป็นระยะใต้เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านล่างซึ่งมี 1 ชั้น หนา 22-33 ไมโครเมตร (ภาพที่ 13 จ และ ฉ)

#### 2.2.4 *Eleocharis dulcis* Trin. ex Henschel. (กกแห้วทรงกระเทียม)

**ราก :** เนื้อเยื่อชั้นผิวมี 1 ชั้น ถัดเข้าไปเป็นเนื้อเยื่อเอกโซเคอร์มิส 1-2 ชั้น หนา 36-58 ไมโครเมตร และชั้นของเนื้อเยื่อแอรังคิม่า หนา 317-407 ไมโครเมตร จนถึงชั้นเอนโดเคอร์มิส บริเวณสตีลมีเมตาไซเล็มเรียงตัวเป็นวง (ภาพที่ 10 ก และ ข)

**ลำต้น :** เนื้อเยื่อชั้นผิวรูปร่างกลม เรียงตัวเป็นระเบียบ บริเวณใต้เนื้อเยื่อชั้นผิวมีกลุ่มเซลล์เส้นใยแทรกเป็นระยะ ถัดมาเป็นเนื้อเยื่อคอลลอเรนคิม่าประมาณ 3-4 ชั้น หนา 59-82 ไมโครเมตร เรียงตัวกันเป็นวงตามแนวเนื้อเยื่อชั้นผิว ถัดมาเป็นมัดท่อลำเลียงซึ่งมีพาเรงคิมาล้อมรอบเรียงตัวเป็นวง สลับกันกับช่องว่าง บริเวณกลางสุดเป็นช่องว่างขนาดใหญ่ (ภาพที่ 12 ก และ ข)

**ใบ :** แผ่นใบลดรูป

#### 2.2.5 *Frimbistylis ferruginea* (L.) Vahl. (หญ้าน้ำดอกแดง)

**ราก :** เนื้อเยื่อชั้นผิวมี 1 ชั้น ถัดเข้าไปเป็นเนื้อเยื่อเอกโซเคอร์มิส 3-4 ชั้น หนา 69-135 ไมโครเมตร และชั้นของเนื้อเยื่อแอรังคิม่า หนา 95-431 ไมโครเมตร จนถึงชั้นเอนโดเคอร์มิส บริเวณสตีลมีเมตาไซเล็มเรียงตัวเป็นวง มีช่องว่างอยู่ตรงกลาง (ภาพที่ 10 ค และ ง)

**ลำต้น :** เนื้อเยื่อชั้นผิวรูปร่างค่อนข้างกลม บริเวณใต้เนื้อเยื่อชั้นผิวมีกลุ่มเซลล์เส้นใยแทรกเป็นระยะ ถัดมามีมัดท่อลำเลียงซึ่งมีเนื้อเยื่อคอลลอเรนคิมาล้อมรอบอยู่ เรียงตัวตามแนวของเนื้อเยื่อชั้นผิว ถัดมาเป็นเนื้อเยื่อพื้นพาเรงคิม่า ซึ่งมีมัดท่อลำเลียงขนาดใหญ่กว่า เรียงตัวกระจาย (ภาพที่ 12 ค และ ง)

**ใบ :** เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบนและล่าง ด้านละ 1 ชั้น หนา 30-55 และ 31-36 ไมโครเมตร ตามลำดับ รูปร่างค่อนข้างกลม แต่เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านล่างมีขนาดเล็กกว่า ซึ่งพบกลุ่มเซลล์เส้นใยแทรกเป็นระยะใต้เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านล่าง มัดท่อลำเลียงซึ่งมีเนื้อเยื่อคอลลอเรนคิมาล้อมรอบเรียงตัวอยู่ชั้นถัดเข้ามาตามแนวของเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านล่าง บริเวณตอนกลางของแผ่นใบเป็นเนื้อเยื่อพื้นจำพวกพาเรงคิม่า (ภาพที่ 14 ก และ ข)

### 2.2.6 *Panicum repens* L. (หญ้าชันกาด)

**ราก :** เนื้อเยื่อชั้นผิวมี 1 ชั้น ถัดเข้าไปเป็นเนื้อเยื่อเอกไซเคอร์มิส 2-3 ชั้น หน้า 56-73 ไมโครเมตร และชั้นของเนื้อเยื่อแอเรนจิม่า หน้า 216 - 332 ไมโครเมตร จนถึงชั้นเอนโดคอร์มิส บริเวณสตีลมีเมตาไซเล็มเรียงตัวเป็นวง (ภาพที่ 10 จ และ ฉ)

**ลำต้น :** เนื้อเยื่อชั้นผิว รูปร่างกลม เรียงตัวเป็นระเบียบ ถัดเข้าไปเป็นชั้นเนื้อเยื่อพื้นพาเรงคิม่าขนาดเล็ก ถัดเข้าไปเป็นเนื้อเยื่อพื้นขนาดใหญ่ และชั้นของเนื้อเยื่อสเคลอเรนจิม่าเชื่อมกันเป็นวงหนา 2-4 ชั้น โดยมีมัดท่อลำเลียงเรียงตัวแทรกเป็นระยะในชั้นนี้ ถัดเข้าไปเป็นชั้นเนื้อเยื่อพื้นที่มีมัดท่อลำเลียงตัวกระจาย บริเวณตรงกลางเป็นช่องว่างขนาดใหญ่ (ภาพที่ 12 จ และ ฉ)

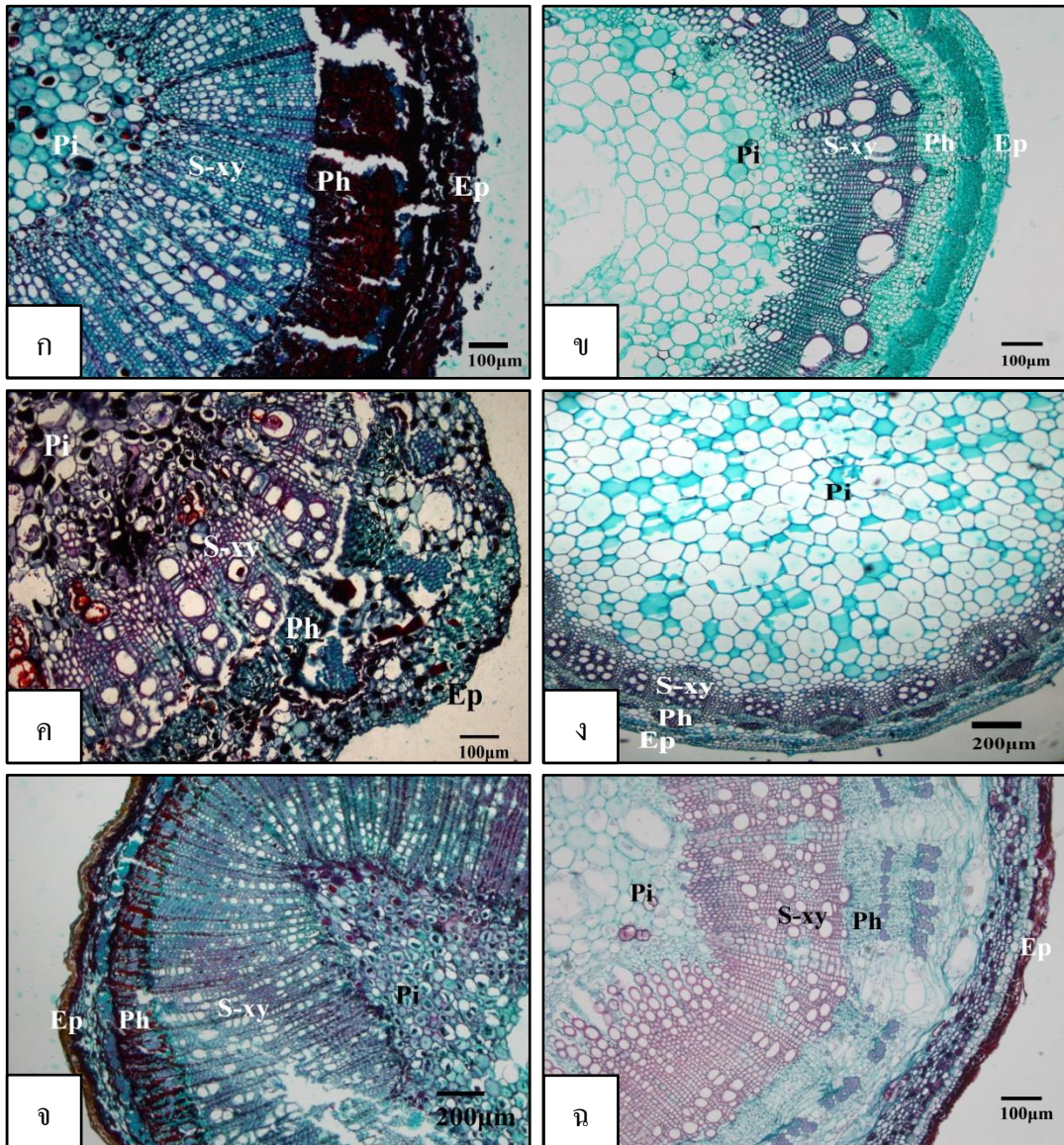
**ใบ :** เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบน มี 1 ชั้น หน้า 19-23 ไมโครเมตร รูปร่างค่อนข้างกลม พบกลุ่มเซลล์บัลลิสฟอร์ม 3 เซลล์เรียงตัวแทรกเป็นระยะ เนื้อเยื่อผิวด้านล่าง มี 1 ชั้น หน้า 14-23 ไมโครเมตร รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้า พบกลุ่มเซลล์เส้นใยแทรกเป็นระยะ ได้เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบนและล่าง มีไซฟิลล์ประกอบด้วยมัดท่อลำเลียงซึ่งมีบัลลิสทิลล้อมรอบ (ภาพที่ 14 ค และ ง)

### 2.2.7 *Paspalum vaginatum* Swartz (หญ้าสะกาดน้ำเค็ม)

**ราก :** เนื้อเยื่อชั้นผิวมี 1 ชั้น ถัดเข้าไปเป็นเนื้อเยื่อเอกไซเคอร์มิส 3-4 ชั้น หน้า 43-62 ไมโครเมตร และชั้นของเนื้อเยื่อแอเรนจิม่า หน้า 93-131 ไมโครเมตร จนถึงชั้นเอนโดคอร์มิส บริเวณสตีลมีเมตาไซเล็มเรียงตัวเป็นวง (ภาพที่ 10 ช และ ฉ)

**ลำต้น :** เนื้อเยื่อชั้นผิวรูปร่างกลม เรียงตัวเป็นระเบียบ ถัดมาเป็นชั้นเนื้อเยื่อพื้นพาเรงคิม่า ถัดมาพบชั้นของเนื้อเยื่อสเคลอเรนจิม่าเชื่อมกันเป็นวง หน้า 2-3 ชั้น โดยมีมัดท่อลำเลียงเรียงตัวแทรกเป็นระยะในชั้นนี้ ถัดมาเป็นชั้นเนื้อเยื่อพื้นที่มีมัดท่อลำเลียงที่ใหญ่กว่าและช่องว่างขนาดเล็ก เรียงตัวกระจาย บริเวณตรงกลางเป็นช่องว่างขนาดใหญ่ (ภาพที่ 12 ช และ ฉ)

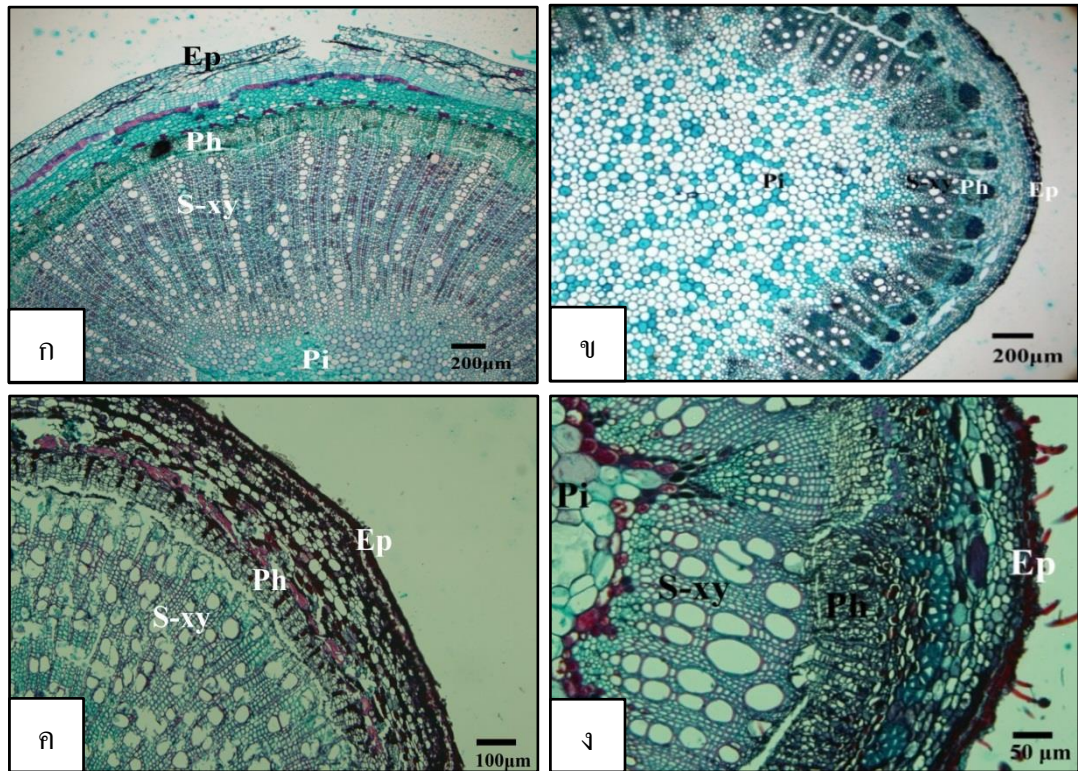
**ใบ :** เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบน มี 1 ชั้น หน้า 22-25 ไมโครเมตร พบกลุ่มเซลล์บัลลิสฟอร์มกลุ่มละ 3-4 เซลล์แทรกเป็นระยะ เนื้อเยื่อผิวด้านล่าง มี 1 ชั้น หน้า 14-27 ไมโครเมตร แต่ไม่พบกลุ่มเซลล์บัลลิสฟอร์ม พบกลุ่มเซลล์เส้นใยแทรกเป็นระยะ ได้เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบนและล่าง มีไซฟิลล์ประกอบด้วยคลอเรนจิม่าที่ล้อมรอบมัดท่อลำเลียงขนาดใหญ่และเล็กสลับกัน โดยมีมัดท่อลำเลียงขนาดใหญ่กว่าจะอยู่ติดกับเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบน และมัดท่อลำเลียงขนาดเล็กกว่าอยู่ติดกับกลุ่มเซลล์บัลลิสฟอร์มกับเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านล่าง (ภาพที่ 14 จ และ ฉ)



ภาพที่ 5 ภาพตัดตามขวางลำต้นของตัวอย่างพืชใบเลี้ยงคู่ แสดงเนื้อเยื่อชั้นผิว (Ep) เนื้อเยื่อลำเลียงเรียงตัวในลักษณะที่โฟลเอ็ม (Ph) อยู่ด้านนอก และไซเล็มชั้นที่สอง (S-xy) อยู่ด้านในแต่ไม่พบการเกิดวาสคิวลาร์แคมเบียมเป็นชั้นๆ และบริเวณพืธ (Pi) มีเนื้อเยื่อพื้นพวกพาเรงคิมา

- ก) เม่าไข่ปลา (*Antidesma ghaesembilla* Gaertn.)
- ข) ถั่วคั่ว (*Canavalia obtusifolia* DC.)
- ค) เถาคัน (*Cayratia trifolia* (L.) Domin)
- ง) สาบเสือ (*Chromolaena odoratum* (L.) R.M. King & H. Rob.)
- จ) มันญี่ปุ่น (*Glochidion littorale* Blume)
- ฉ) ปอทะเล (*Hibiscus tiliaceus* L.)

(Ep: Epidermis, Ph: Phloem, Pi: Pith, S-xy: Secondary xylem)



ภาพที่ 6 ภาพตัดตามขวางลำต้นของตัวอย่างพืชใบเลี้ยงคู่ (ต่อ) แสดงเนื้อเยื่อชั้นผิว (Ep) เนื้อเยื่อลำเลียงเรียงตัวในลักษณะที่โฟลเอ็ม (Ph) อยู่ด้านนอก และไซเล็มขั้นที่สอง (S-xy) อยู่ด้านในแต่ไม่พบการเกิดวาสคิวลาร์แคมเบียมเป็นชั้นๆ และบริเวณพีธ (Pi) มีเนื้อเยื่อพื้นพวกพาราเรงคิมา

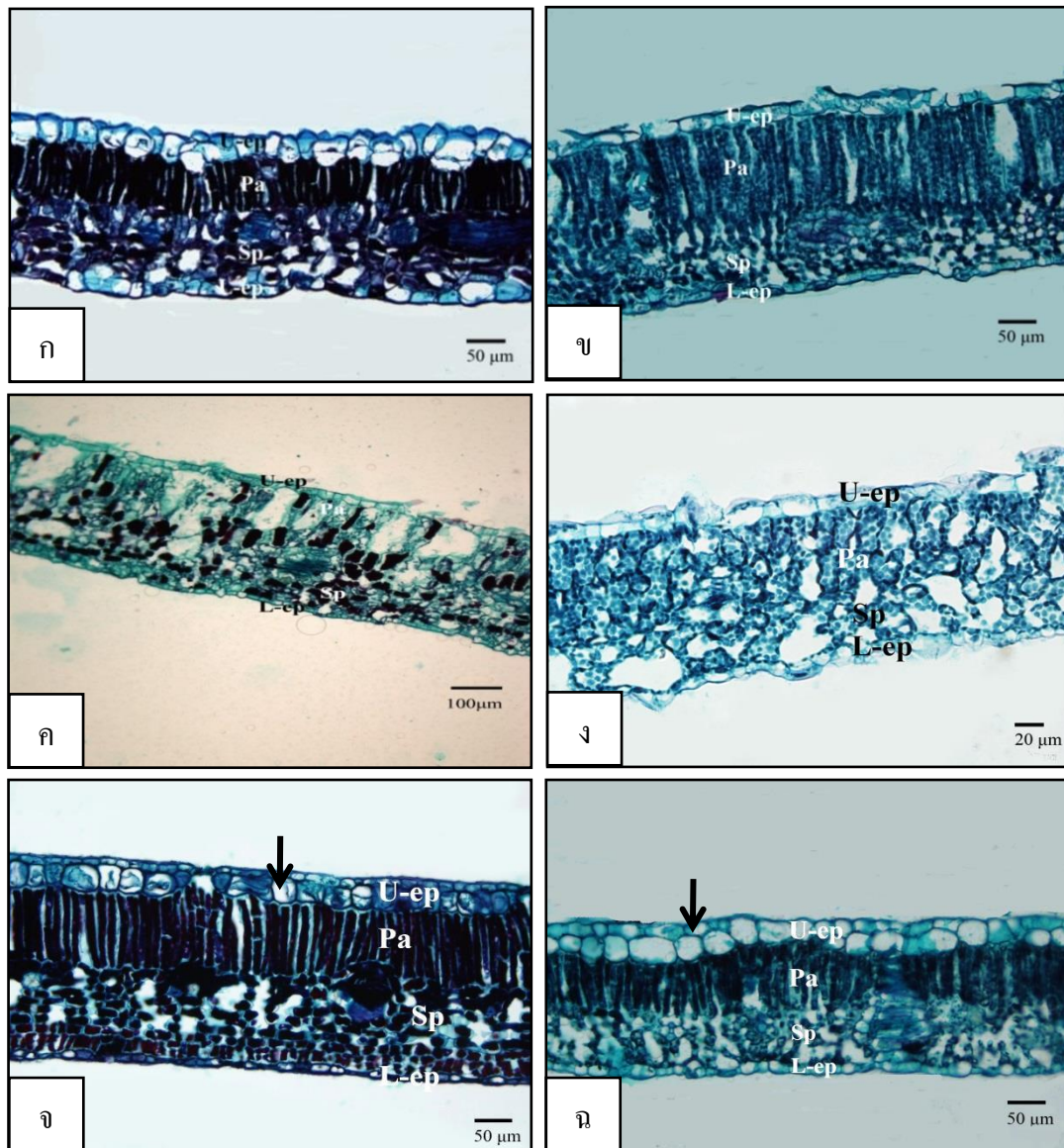
ก) ขอบ้าน (*Morinda citrifolia* L.)

ข) ขลุ้ (*Pluchea indica* (L.) Less.)

ค) ลำพู (*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.)

ง) เล็บเหยี่ยว (*Ziziphus oenoplia* (L.) Mill.)

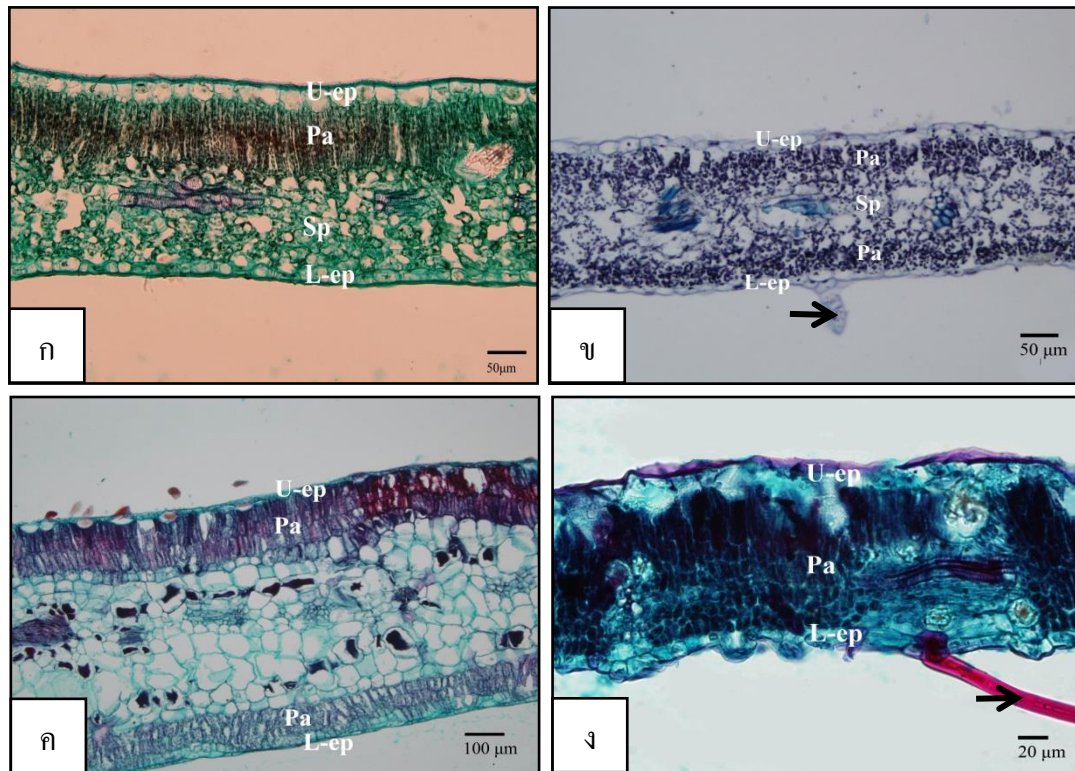
(Ep: Epidermis, Ph: Phloem, Pi: Pith, S-xy: Secondary xylem)



ภาพที่ 7 ภาพตัดตามขวางแผ่นใบของตัวอย่างพืชใบเลี้ยงคู่

ก) เม่าไข่ปลา (*Antidesma ghaesembilla* Gaertn.) ข) ถั่วคดดำ (*Canavalia obtusifolia* DC.) ค) เถาคัน (*Cayratia trifolia* (L.) Domin) ง) สาบเสือ (*Chromolaena odoratum* (L.) R.M. King & H. Rob.) จ) เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบน (U-ep) มากกว่าหนึ่งชั้น (สรชี) ไนมันปู (*Glochidion littorale* Blume) ฉ) เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบน (U-ep) มากกว่าหนึ่งชั้น (สรชี) ในปอทะเล (*Hibiscus tiliaceus* L.)

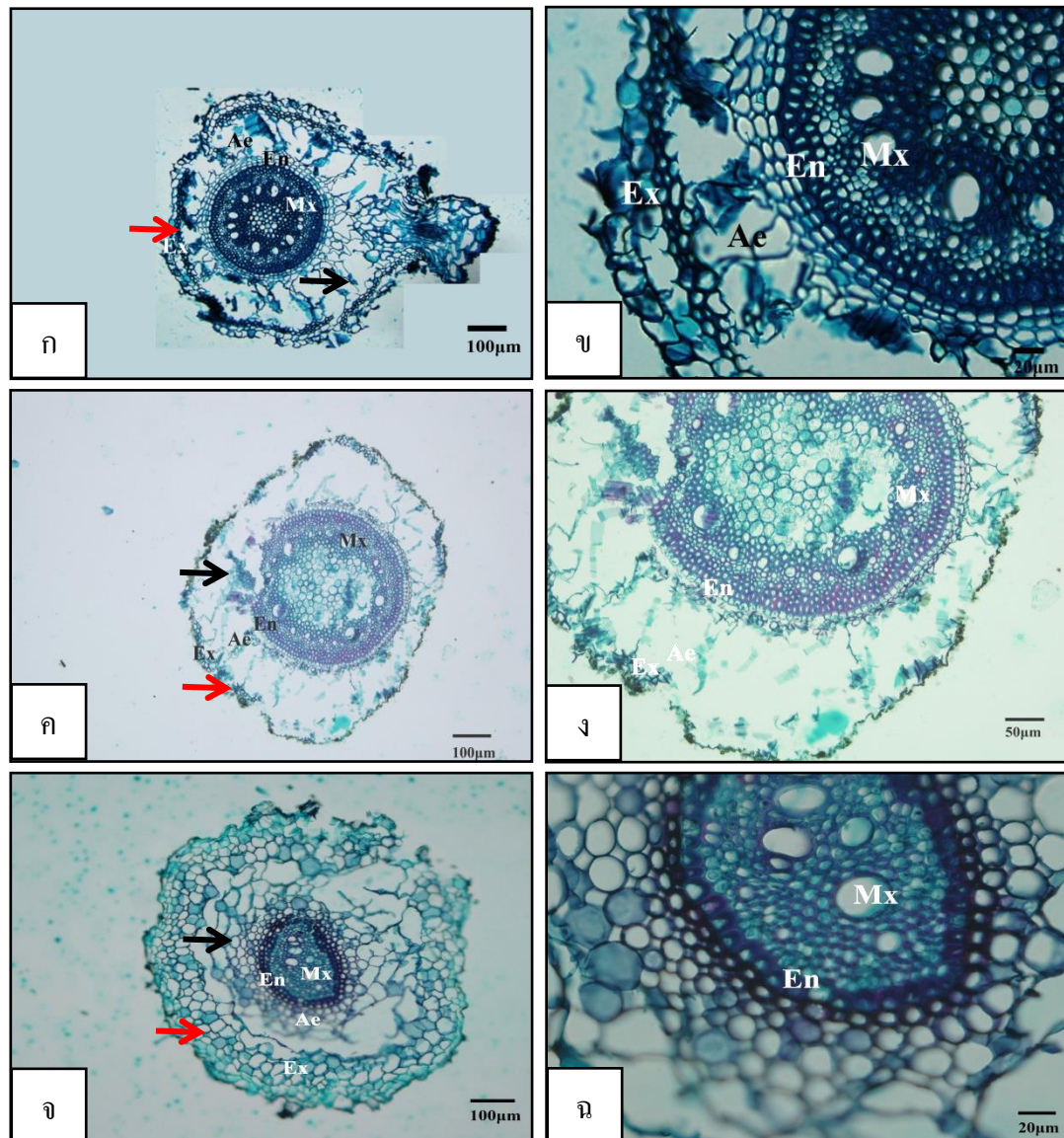
(L-ep : Lower epidermis, Pa: Palisade parenchyma, Sp: Spongy parenchyma, U-ep :Upper epidermis)



ภาพที่ 8 ภาพตัดตามขวางแผ่นใบของตัวอย่างพืชใบเลี้ยงคู่ (ต่อ)

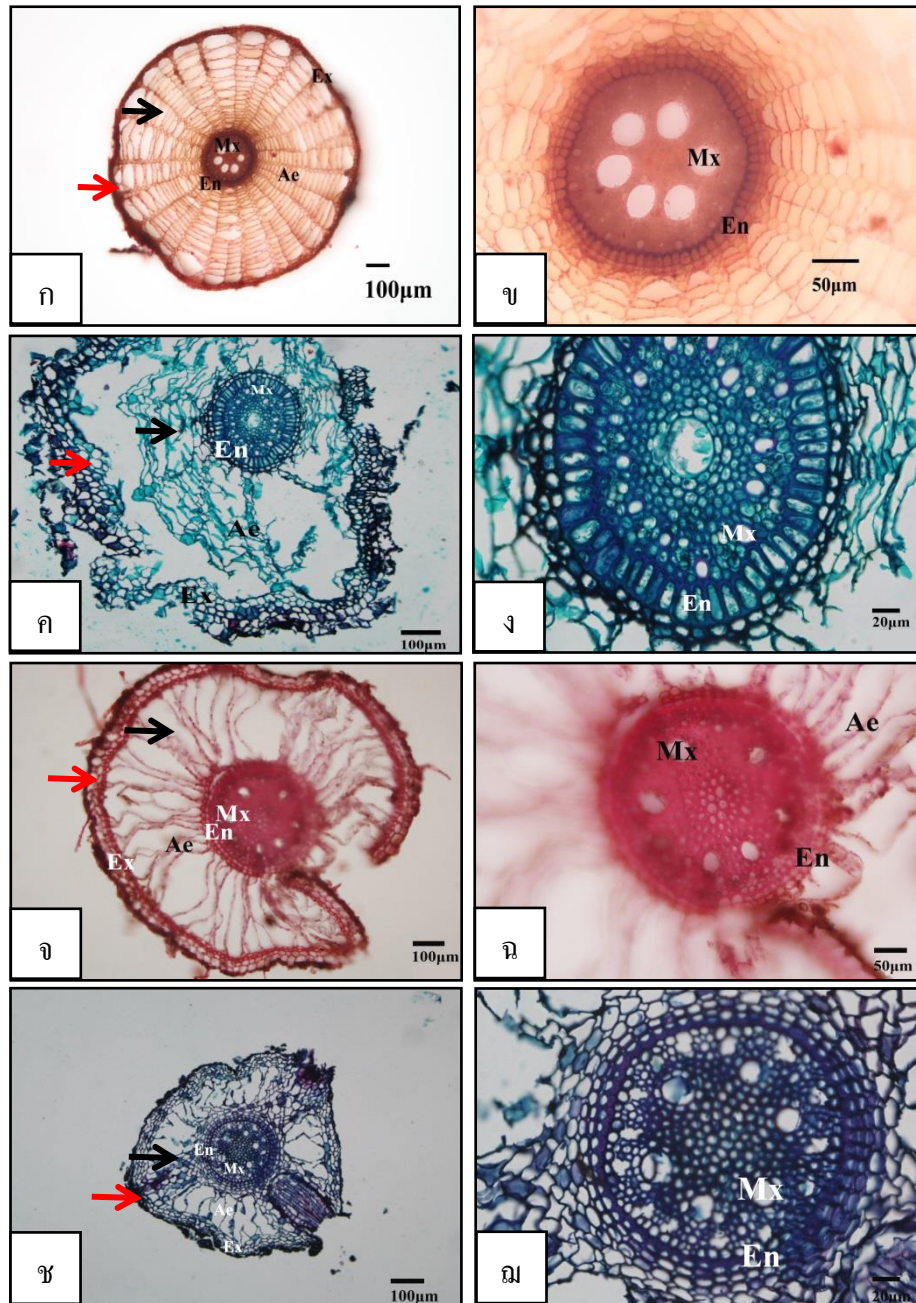
ก) ขอบ้าน (*Morinda citrifolia* L.) ข) บริเวณมีไซฟิลล์มีแพลิสเซดพาเรงคิมา (Pa) ติดกับเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบน (U-ep) และด้านล่าง (L-ep) และสpongiformพาเรงคิมา (Sp) อยู่กลางแผ่นใบและพบเซลล์ชั้นแบบหลายเซลล์ (ครีซี) ที่เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านล่างในขลุ (*Pluchea indica* (L.) Less.) ค) แพลิสเซดพาเรงคิมาติดกับเนื้อเยื่อชั้นผิวทั้งด้านบนและล่างในลำพู (*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.) ง) เซลล์ชั้นแบบเซลล์เดี่ยว (ครีซี) ที่เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านล่างของเล็บเหยี่ยว (*Ziziphus oenoplia* (L.) Mill.)

(L-ep : Lower epidermis, Pa: Palisade parenchyma, Sp: Spongy parenchyma,  
U-ep :Upper epidermis)



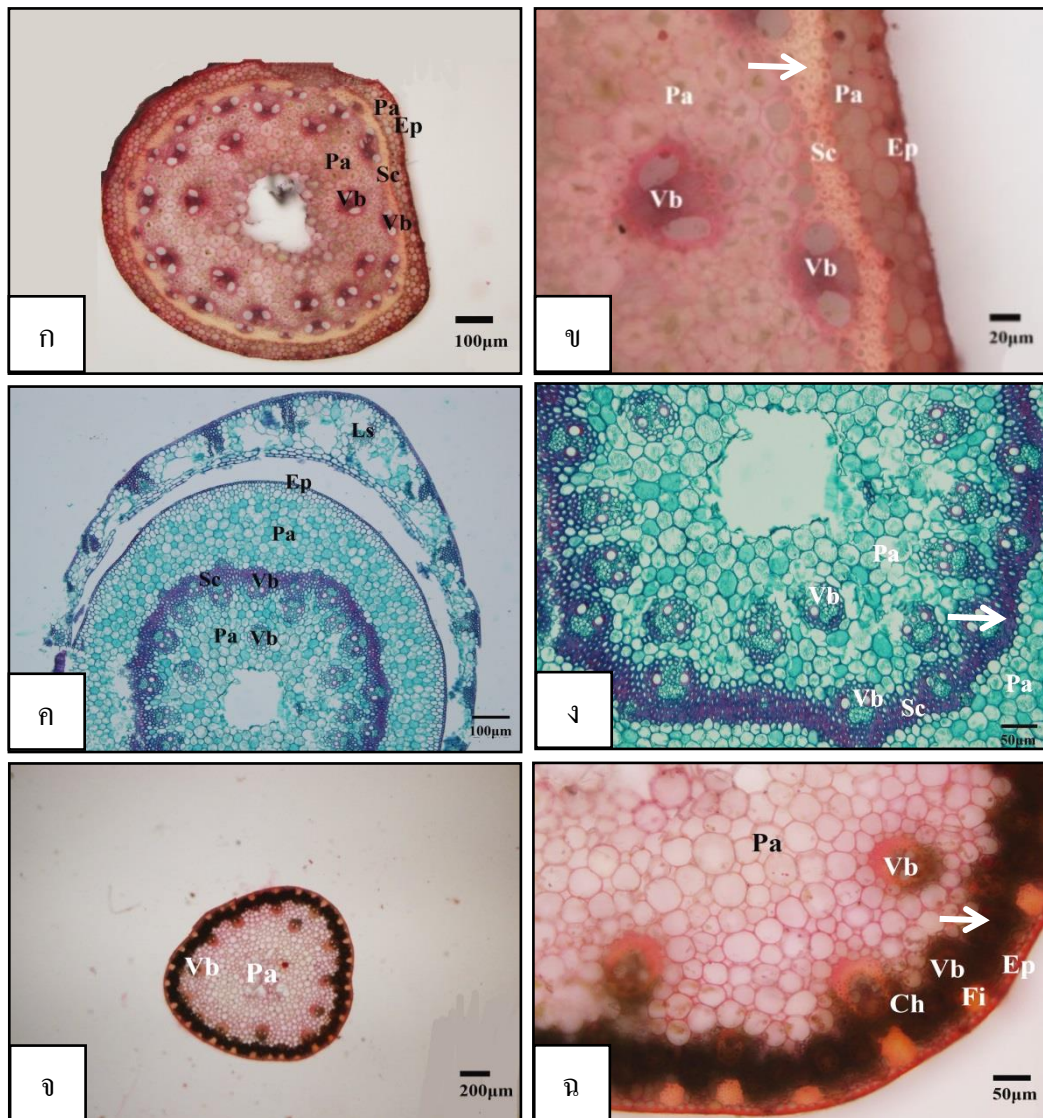
ภาพที่ 9 ภาพตัดตามขวางรากของตัวอย่างพืชใบเลี้ยงเดี่ยว  
แสดงลักษณะของเนื้อเยื่อเอกโซเดอร์มิส (Ex, สรสีแดง) และเนื้อเยื่อแอเรนคิมา (Ae, สรสีดำ) ถัดเข้าไปเป็นเนื้อเยื่อชั้นเอนโดเดอร์มิส (En) ในบริเวณสตีลมีเมตาไซเล็ม (Mx) เรียงตัวหลายแถว

ก) และ ข) หญ้าเจ้าชู้ (*Chrysopogon aciculatus* (Retz.) Trin.)  
ค) และ ง) หญ้าแพรง (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.)  
จ) และ ฉ) กกดอกแบน (*Cyperus compressus* L.)  
(Ae: Aerenchyma, En: Endodermis, Ex: Exodermis, Mx: Metaxylem)



ภาพที่ 10 ภาพตัดตามขวางรากของตัวอย่างพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (ต่อ)  
 แสดงลักษณะของเนื้อเยื่อเอกโซเดอร์มิส (Ex, สรสีแดง) และเนื้อเยื่อ  
 แอเรนจิม่า (Ae, สรสีดำ) ถัดเข้าไปเป็นเนื้อเยื่อชั้นเอนโดเดอร์มิส (En)  
 ในบริเวณสตีลมีเมตาไซเล็ม (Mx) เรียงตัวหลายแถว  
 ก) และ ข) กกหัวทรงกระเทียม (*Eleocharis dulcis* Trin. ex. Henschel.)  
 ค) และ ง) หญ้าดอกแดง (*Frimbistylis ferruginea* (L.) Vahl)  
 จ) และ ฉ) หญ้าชันกาด (*Panicum repens* L.)  
 ช) และ ฉ) หญ้าสะกาดน้ำเค็ม (*Paspalum vaginatum* Swartz)  
 (Ae: Aerenchyma, En: Endodermis, Ex: Exodermis, Mx: Metaxylem)





ภาพที่ 11 ภาพตัดตามขวางลำต้นของตัวอย่างพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

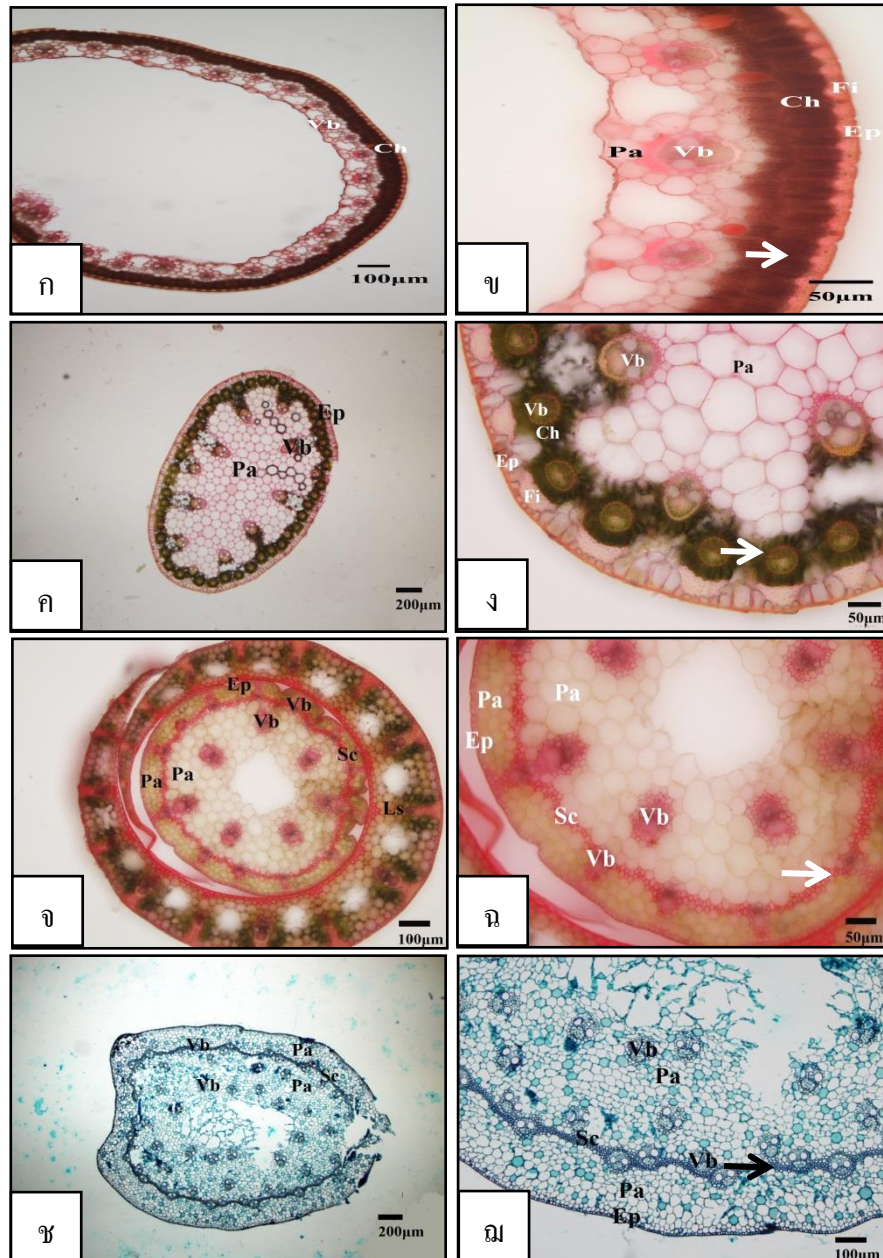
ก) และ ข) วงของเนื้อเยื่อสเคลอเรนจิวมา (Sc, กระจัง) ในหญ้าเจ้าชู้ (*Chrysopogon aciculatus* (Retz.) Trin.)

ค) และ ง) วงของเนื้อเยื่อสเคลอเรนจิวมา (Sc, กระจัง) ในหญ้าแพรก (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.)

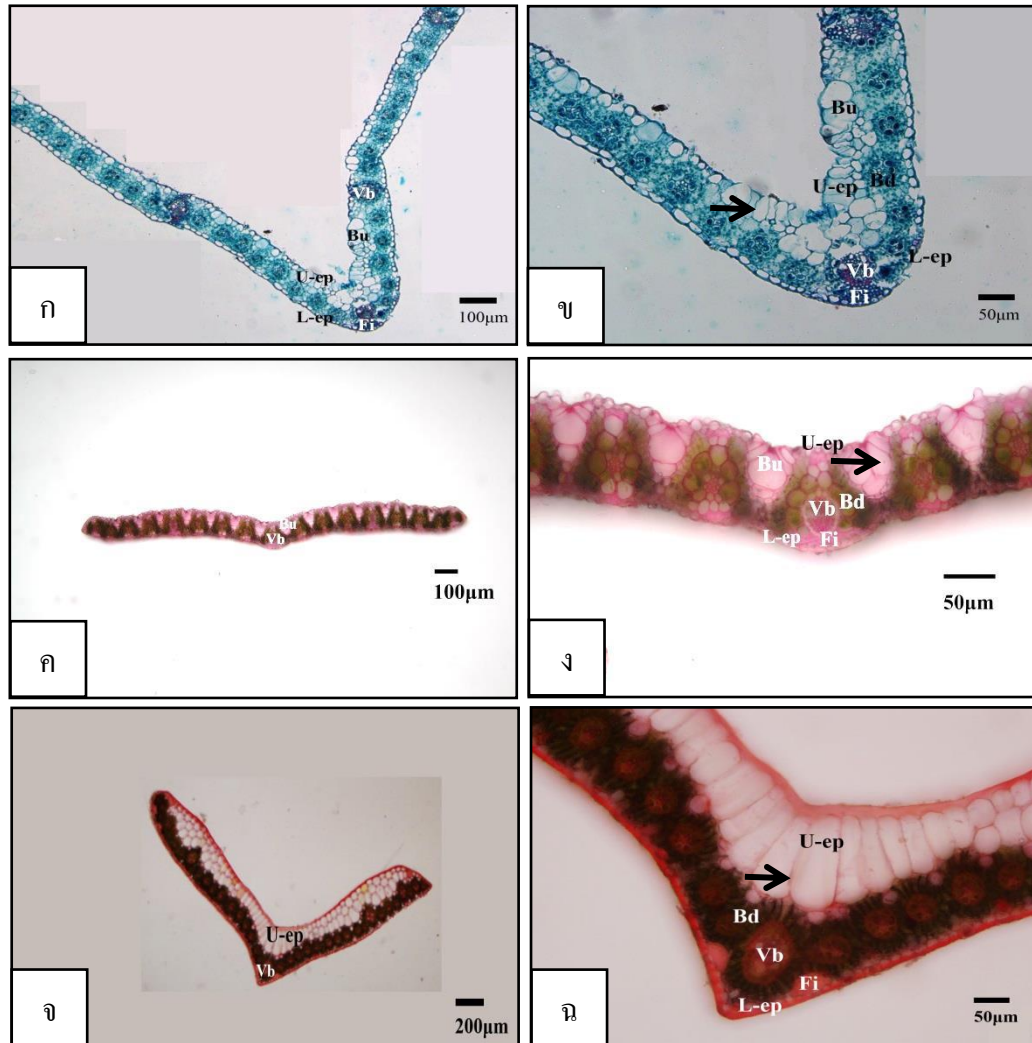
จ) และ ฉ) เนื้อเยื่อคลอเรนจิวมา (Ch, กระจัง) ล้อมรอบมัดท่อลำเลียง (Vb) ในกกดอกแบน (*Cyperus compressus* L.)

(Ch: Chlorenchyma, Ep: Epidermis, Fi: Fibers, Pa: Parenchyma,

Vb: Vascular bundles)



ภาพที่ 12 ภาพตัดตามขวางลำต้นของตัวอย่างพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (ต่อ)  
 ก) และ ข) เนื้อเยื่อคลอเรงคิมา (Ch, ศรีษี) ที่เรียงตามแนวเนื้อเยื่อ  
 ชั้นผิวในกกแห้วทรงกระเทียม (*Eleocharis dulcis* Trin. ex. Henschel.)  
 ค) และ ง) เนื้อเยื่อคลอเรงคิมา (Ch, ศรีษี) ล้อมรอบมัดท่อลำเลียง (Vb)  
 ในหญ้าดอกแดง (*Frimbistylis ferruginea* (L.) Vahl) จ) และ ฉ)  
 วงของเนื้อเยื่อสเคลอเรงคิมา (Sc, ศรีษี) ในหญ้าชันกาด  
 (*Panicum repens* L.) ช) และ ฉ) วงของเนื้อเยื่อสเคลอเรงคิมา  
 (Sc, ศรีษี) ในหญ้าสะกาดน้ำเค็ม (*Paspalum vaginatum* Swartz)  
 (Ep: Epidermis, Ls: Leaf sheath, Pa: Parenchyma, Sc: Sclerenchyma,  
 Vb: Vascular bundles)



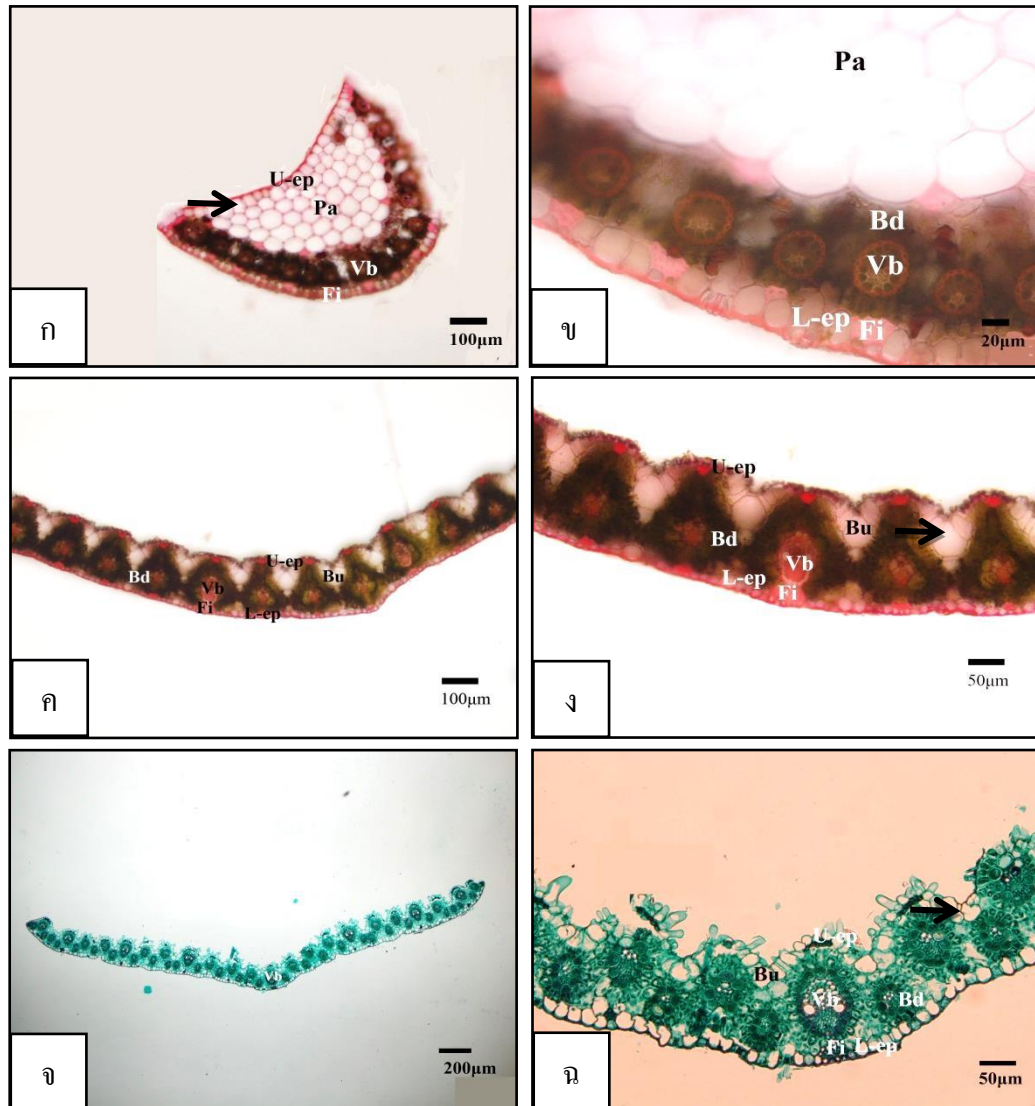
ภาพที่ 13 ภาพตัดตามขวางแผ่นใบของตัวอย่างพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

ก) และ ข) กลุ่มเซลล์เส้นใย (Fi) เป็นระยะใต้แนวของเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านล่าง (L-ep) และกลุ่มเซลล์บัลลิฟอร์ม (Bu, ศรีษี) ในบริเวณเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบนในหญ้าเจ้าชู้ (*Chrysopogon aciculatus* (Retz.) Trin.)

ค) และ ง) กลุ่มเซลล์เส้นใยใต้บริเวณเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบน (U-ep) และด้านล่าง (L-ep) และกลุ่มเซลล์บัลลิฟอร์ม (ศรีษี) ในบริเวณเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบนในหญ้าแพรก (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.)

จ) และ ฉ) กลุ่มเซลล์เส้นใยใต้บริเวณเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านล่าง และเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบน (ศรีษี) ที่หนาในกกดอกแบน (*Cyperus compressus* L.)

(Bd: Bundle sheath, Bu: Bulliform cells, Fi: Fibers, L-ep : Lower epidermis, U-ep: Upper epidermis, Vb: Vascular bundle)



ภาพที่ 14 ภาพตัดตามขวางแผ่นใบของตัวอย่างพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (ต่อ)

ก) และ ข) กลุ่มเซลล์เส้นใย (Fi) เป็นระยะใต้บริเวณเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านล่าง

(L-ep) และเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบน (U-ep, ศรีษ) ที่หนาในหญ้าดอกแดง

(*Frimbistylis ferruginea* (L.) Vahl) ค) และ ง) กลุ่มเซลล์เส้นใย (Fi) เป็นระยะ

ใต้แนวของเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านล่าง (L-ep) และกลุ่มเซลล์บัลลiform (Bu, ศรีษ)

ในบริเวณเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบนในหญ้าชันกาด(*Panicum repens* L.)

จ) และ ฉ) กลุ่มเซลล์เส้นใย (Fi) เป็นระยะใต้แนวของเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านล่าง

(L-ep) และกลุ่มเซลล์บัลลiform (Bu, ศรีษ) ในบริเวณเนื้อเยื่อชั้นผิว

ด้านบนในหญ้าสะกาดน้ำเค็ม(*Paspalum vaginatum* Swartz )

(Bd: Bundle sheath, Bu: Bulliform cells, Fi: Fibers, L-ep : Lower epidermis

Pa: Parenchyma, U-ep: Upper epidermis, Vb: Vascular bundle)

### 3. การเจริญเติบโตของหญ้าสะกาดน้ำเค็มและกกหัวทรงกระเทียมในภาวะความเค็มต่างๆกัน

จากการปลูกหญ้าสะกาดน้ำเค็ม และกกหัวทรงกระเทียมด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงพืชด้วยทราย ใน 5 ระดับความเค็ม (0 50 100 200 และ 300 mM ของเกลือ โซเดียมคลอไรด์) ในสารละลายธาตุอาหาร Hoagland ตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2555 ถึง กันยายน พ.ศ. 2555 โดยคัดเลือกหญ้าที่มีความสูงใกล้เคียงกัน และกกที่มีความสูงและจำนวนหน่อที่ใกล้เคียงกันมาปลูก ชุดการทดลองละ 5 กระถาง (ซ้ำ) กระถางละ 1 ต้น เป็นเวลา 14 วัน หลังจากนั้นทำการปรับระดับความเค็มด้วยเกลือโซเดียมคลอไรด์วันละ 50 mM จนถึงระดับความเค็มที่ต้องการในแต่ละชุดการทดลอง ปลูกในภาวะความเค็มเป็นเวลา 60 วัน ทำการเก็บผลการทดลองเพื่อวัดการเจริญเติบโต และศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายวิภาค พบว่าหญ้าสะกาดน้ำเค็มในชุดการทดลอง 0 50 100 200 mM มีจำนวนต้นที่อยู่รอดคือ 5 4 5 และ 5 ต้น ตามลำดับ ยกเว้นชุดการทดลอง 300 mM เนื่องจากพืชตาย ส่วนกกหัวทรงกระเทียมในชุดการทดลอง 0 50 และ 100 mM มีจำนวนต้นที่อยู่รอดคือ 5 3 และ 3 ต้น ตามลำดับ ยกเว้นชุดการทดลอง 200 และ 300 mM เนื่องจากพืชตาย

#### 3.1 การเจริญเติบโตและกายวิภาคของหญ้าสะกาดน้ำเค็ม

##### 3.1.1 การเจริญเติบโต

จากการศึกษาหญ้าสะกาดน้ำเค็มที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ 0 50 100 200 และ 300 mM เป็นเวลา 60 วัน พบว่าความสูงเฉลี่ยของพืชที่สูงที่สุดคือ  $83.56 \pm 20.95$  เซนติเมตร ในชุดที่ไม่เติมเกลือ และลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตามระดับความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่เพิ่มขึ้น เมื่อนำพืชมานั่งน้ำหนักสดและแห้งพบว่า น้ำหนักสดและแห้งของพืชเฉลี่ยที่มากที่สุดคือ  $7.26 \pm 1.59$  และ  $1.40 \pm 0.29$  กรัม ตามลำดับ ในชุดที่ไม่เติมเกลือ และลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตามระดับความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 9)

### 3.1.2 กายวิภาคของราก

เมื่อนำรากหญ้าสะกาดน้ำเค็มหลังจากปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ 0 50 100 200 และ 300 mM เป็นเวลา 60 วัน มาศึกษากายวิภาค พบว่าค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของเนื้อเยื่อเอกไซเคอร์มิสจะค่อยๆ เพิ่มมากขึ้น ตามระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ตั้งแต่ 50 จนถึงระดับความเข้มข้น 200 mM ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ที่มากที่สุดคือ  $31.68 \pm 11.48$  แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของเนื้อเยื่อแอเรนจิม่าที่มากที่สุดคือ  $47.28 \pm 7.10$  ในชุดที่ไม่เติมเกลือ แล้วลดลงตามระดับความเข้มข้นของเกลือที่เพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าเฉลี่ยความหนาของชั้นเอนโดคอร์มิสที่ระดับความเข้มข้นจะสอดคล้องกับเนื้อเยื่อเอกไซเคอร์มิส และค่าเฉลี่ยความหนาที่มากที่สุดคือ  $11.33 \pm 2.11$  ไมโครเมตรในระดับ 200 mM เช่นกัน แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของเนื้อเยื่อเมตาไซเล็มจะลดลงตามระดับความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ พบว่าต้นที่ปลูกในชุดที่ไม่เติมเกลือจะมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของเมตาไซเล็มมากที่สุดคือ  $1.35 \pm 0.32$  ซึ่งลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตามระดับความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 10 และ ภาพที่ 15)

ตารางที่ 9 ความสูง น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง ของหญ้าสะกาดน้ำเค็มที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

โซเดียมคลอไรด์ (mM)	ความสูงพืช (เซนติเมตร)	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)
0	$83.56 \pm 20.95$ a	$7.26 \pm 1.59$ a	$1.40 \pm 0.29$ a
50	$56.48 \pm 22.58$ b	$5.09 \pm 1.13$ b	$1.01 \pm 0.25$ b
100	$60.62 \pm 5.77$ b	$4.83 \pm 1.21$ bc	$0.91 \pm 0.24$ b
200	$45.94 \pm 10.53$ b	$3.16 \pm 0.72$ c	$0.68 \pm 0.20$ b
300	-	-	-
Sig.	*	***	**

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ( $\pm$ S.D.) ในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดย DMRT

\* \*\* และ \*\*\* คือ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% 99% และ 99.9% ตามลำดับ

### 3.1.3 กายวิภาคของลำต้น

เมื่อนำลำต้นหญ้าสะกาดน้ำเค็มหลังจากปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ 0 50 100 200 และ 300 mM เป็นเวลา 60 วัน มาศึกษากายวิภาค พบว่าค่าเฉลี่ยความหนาของเนื้อเยื่อชั้นผิว เเปอร์เซ็นต์ของเนื้อเยื่อสเคลอเรนจิม และความหนาของชั้นสเคลอเรนจิมจะเพิ่มมากขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตามความเข้มข้นของเกลือที่เพิ่มขึ้น และมากที่สุดในความเข้มข้นระดับ 200 mM โดยค่าเฉลี่ยความหนาของเนื้อเยื่อชั้นผิวที่มากที่สุดคือ  $13.30 \pm 2.86$  ไมโครเมตรค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของเนื้อเยื่อสเคลอเรนจิมที่มากที่สุดคือ  $6.85 \pm 1.88$  และค่าเฉลี่ยความหนาของชั้นสเคลอเรนจิมที่มากที่สุดคือ  $47.82 \pm 5.34$  ไมโครเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของเนื้อเยื่อพาราเรนจิม และมัดท่อลำเลียงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของเนื้อเยื่อพาราเรนจิมในชุดที่ไม่เติมเกลือมีค่ามากที่สุดคือ  $88.15 \pm 2.10$  และค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของมัดท่อลำเลียงในความเข้มข้นระดับ 50 mM ซึ่งมียุคมากที่สุดคือ  $9.65 \pm 1.15$  (ตารางที่ 11 และภาพที่ 16)

ตารางที่ 10 ลักษณะทางกายวิภาคของรากหญ้าสะกาดน้ำเค็มที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

โซเดียมคลอไรด์ (mM)	กายวิภาคของราก			
	เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เนื้อเยื่อเอกโซเดอร์มิส (%)	เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เนื้อเยื่อแอรเรนจิม (%)	ความหนาของชั้นเอนโดเดอร์มิส ( $\mu\text{m}$ )	เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เมตาไซเล็ม (%)
0	$28.79 \pm 7.03$ a	$47.28 \pm 7.10$ a	$9.46 \pm 1.23$ a	$1.35 \pm 0.32$ a
50	$31.68 \pm 4.67$ a	$46.54 \pm 0.87$ a	$9.95 \pm 0.61$ a	$0.84 \pm 0.22$ b
100	$31.01 \pm 2.47$ a	$46.88 \pm 4.38$ a	$9.76 \pm 2.01$ a	$0.57 \pm 0.19$ b
200	$31.68 \pm 11.48$ a	$40.64 \pm 7.34$ a	$11.33 \pm 2.11$ a	$0.82 \pm 0.18$ b
300	-	-	-	-
Sig.	n.s.	n.s.	n.s.	**

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ( $\pm$ S.D.) ในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกัน

ทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดย DMRT

\*\* คือ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ตามลำดับ

### 3.1.4 กายวิภาคของใบ

เมื่อนำใบหญ้าสะกดน้ำเค็มหลังจากปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ 0 50 100 200 และ 300 mM เป็นเวลา 60 วัน มาศึกษากายวิภาค พบว่าค่าเฉลี่ยความหนาของเนื้อเยื่อชั้นผิว และเปอร์เซ็นต์ของเนื้อเยื่อสเคลอเรนจิมมาเพิ่มมากขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตามความเข้มข้นของเกลือ และมากที่สุดในความเข้มข้นระดับ 200 mM ค่าเฉลี่ยความหนาของเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบนที่มากที่สุดคือ  $29.35 \pm 5.41$  ไมโครเมตรและค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของเนื้อเยื่อสเคลอเรนจิมมาที่มากที่สุดคือ  $6.24 \pm 1.15$  ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของมัดท่อลำเลียง กลุ่มเซลล์บัลลิสฟอร์ม และความหนาของชั้นมิโซฟิลล์ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของมัดท่อลำเลียงที่มากที่สุดคือ  $13.46 \pm 1.49$  และเปอร์เซ็นต์ของกลุ่มเซลล์บัลลิสฟอร์มที่มากที่สุดคือ  $11.69 \pm 1.58$  ที่ความเข้มข้นระดับ 100 และ 200 mM ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยความหนาของชั้นมิโซฟิลล์ที่มากที่สุดคือ  $74.62 \pm 10.93$  ไมโครเมตรในชุดที่ไม่เค็มเกลือ (ตารางที่ 12 และ ภาพที่ 17)

ตารางที่ 11 ลักษณะทางกายวิภาคของลำต้นหญ้าสะกดน้ำเค็มที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

โซเดียมคลอไรด์ (mM)	กายวิภาคของลำต้น				
	ความหนาของเนื้อเยื่อชั้นผิว ( $\mu\text{m}$ )	เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เนื้อเยื่อพารังจิมมา (%)	เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่มัดท่อลำเลียง (%)	เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เนื้อเยื่อสเคลอเรนจิมมา (%)	ความหนาของชั้นสเคลอเรนจิมมา ( $\mu\text{m}$ )
0	$6.97 \pm 1.41$ b	$88.15 \pm 2.10$ a	$8.15 \pm 1.11$ a	$3.70 \pm 1.27$ b	$25.94 \pm 4.50$ c
50	$8.13 \pm 0.29$ b	$83.83 \pm 2.37$ b	$9.65 \pm 1.15$ a	$6.52 \pm 1.99$ a	$22.91 \pm 2.03$ c
100	$8.83 \pm 1.52$ b	$86.41 \pm 2.25$ ab	$8.36 \pm 1.21$ a	$5.24 \pm 1.07$ ab	$31.89 \pm 2.00$ b
200	$13.30 \pm 2.86$ a	$84.00 \pm 3.10$ b	$9.16 \pm 1.32$ a	$6.85 \pm 1.88$ a	$47.82 \pm 5.34$ a
300	-	-	-	-	-
Sig.	***	n.s.	n.s.	*	***

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ( $\pm$ S.D.) ในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดย DMRT

\* และ \*\*\* คือ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99.9% ตามลำดับ

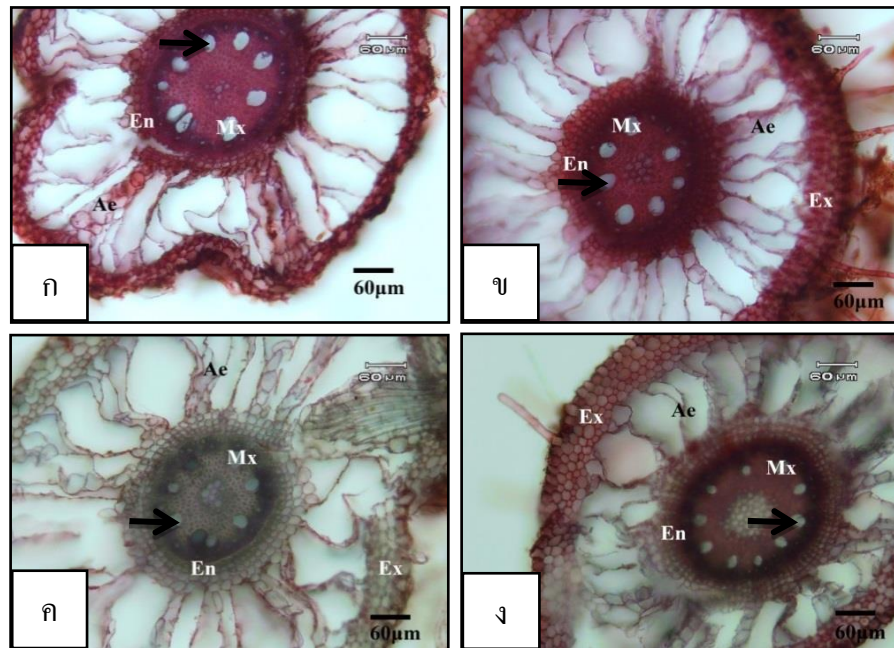


ตารางที่ 12 ลักษณะทางกายวิภาคของใบหญ้าสะกาดน้ำเค็มที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีเกลือ โซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

โซเดียมคลอไรด์ (mM)	กายวิภาคของใบ				
	ความหนาของเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบน ( $\mu\text{m}$ )	เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่มัดท่อลำเลียง (%)	เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เนื้อเยื่อสเคลอเรนคิมา (%)	เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่กลุ่มเซลล์บัลลิสฟอร์ม (%)	ความหนาของชั้นมีโซฟิลล์ ( $\mu\text{m}$ )
0	13.70 $\pm$ 3.03 c	10.92 $\pm$ 3.60 a	2.65 $\pm$ 1.24 b	9.36 $\pm$ 4.23 a	74.62 $\pm$ 10.93 a
50	20.16 $\pm$ 1.49 b	9.04 $\pm$ 1.21 a	4.38 $\pm$ 1.18 ab	8.66 $\pm$ 0.61 a	68.48 $\pm$ 7.79 a
100	26.14 $\pm$ 3.03 a	13.46 $\pm$ 1.49 a	6.22 $\pm$ 1.61 a	9.98 $\pm$ 0.99 a	67.39 $\pm$ 9.86 a
200	29.35 $\pm$ 5.41 a	11.98 $\pm$ 1.56 a	6.24 $\pm$ 1.15 a	11.69 $\pm$ 1.58 a	69.45 $\pm$ 6.09 a
300	-	-	-	-	-
Sig.	***	n.s.	**	n.s.	n.s.

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ( $\pm$ S.D.) ในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 โดย DMRT

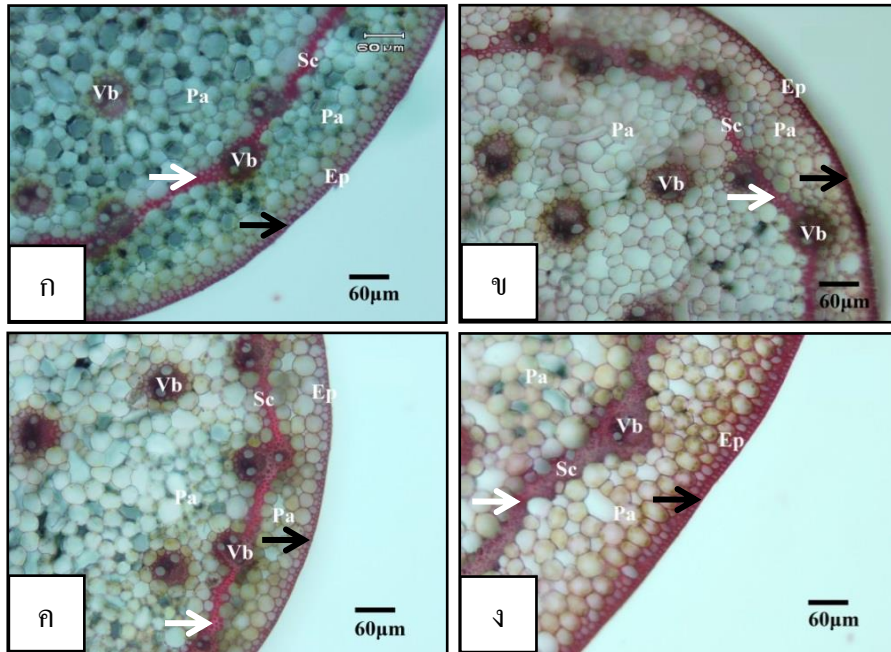
\*\* และ \*\*\* คือ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% และ 99.9%ตามลำดับ



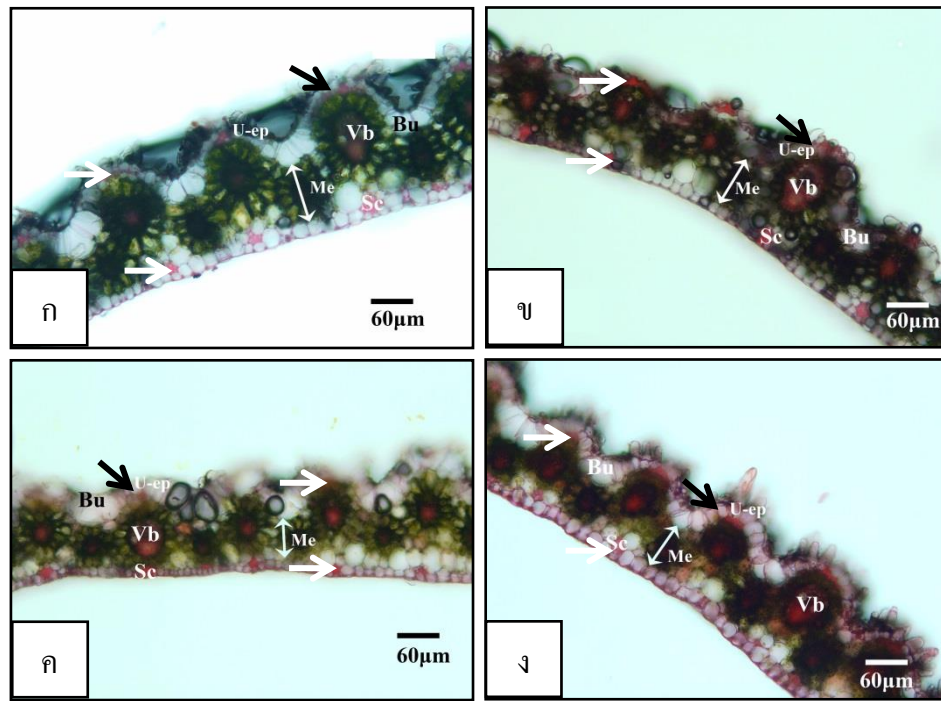
ภาพที่ 15 ภาพตัดขวางรากหญ้าสะกาดน้ำเค็ม ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร ที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ก) 0 mM ข) 50 mM ค) 100 mM ง) 200 mM ซึ่งภายในบริเวณ สติลมิพื้นที่ของเมตาไซเล็ม (Mx, ศรีชี) ลดลงตามความเข้มข้น ที่เพิ่มขึ้น

(Ae: Aerenchyma, En: Endodermis, Ex: Exodermis,

Mx: Metaxylem)



ภาพที่ 16 ภาพตัดขวางลำต้นหญ้าสะกาดน้ำเค็ม ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร ที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ  
 ก) 0 mM ข) 50 mM ค) 100 mM ง) 200 mM โดยเนื้อเยื่อชั้นผิว (Ep, สรสีดำ) และวงของเนื้อเยื่อสเคลอเรนจิม่า (Sc, สรสีขาว) หนาที่สุดในความเข้มข้น 200 mM  
 (Ep : Epidermis , Pa : Parenchyma , Sc : Sclerenchyma , Vb : Vascular bundles)



ภาพที่ 17 ภาพตัดขวางใบหญ้าสะกดน้ำเต็ม ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร  
ที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ  
ก) 0 mM ข) 50 mM ค) 100 mM ง) 200 mM ความหนาของ  
เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบน (U-ep, สรสีดำ) และพื้นที่ของเนื้อเยื่อสเคลอเรนจิม่า  
(Sc, สรสีขาว) เพิ่มตามความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น  
(Bu : Bulliform cells, Me : Mesophyll, Sc : Sclerenchyma,  
U-ep : Epidermis, Vb : Vascular bundles)

### 3.2 การเจริญเติบโตและกายวิภาคของกอกเหี่ยวทรงกระเทียม

#### 3.2.1 การเจริญเติบโต

จากการศึกษาอกเหี่ยวทรงกระเทียมที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ 0 50 100 200 และ 300 mM เป็นเวลา 60 วัน พบว่าค่าเฉลี่ยความสูงของหน่อที่สูงที่สุดในลำต้นของกอกเหี่ยวทรงกระเทียม และน้ำหนักสดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตามระดับความเค็มที่เพิ่มขึ้น ค่าเฉลี่ยความสูงของหน่อที่สูงที่สุดในลำต้นของกอกเหี่ยวทรงกระเทียมสูงที่สุดคือ  $88.60 \pm 7.96$  เซนติเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดของพืชที่มากที่สุดคือ  $2.72 \pm 0.56$  กรัม ในชุดที่ไม่เติมเกลือ ในขณะที่ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของพืชไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งมากที่สุดคือ  $0.55 \pm 0.11$  กรัม ในชุดที่ไม่เติมเกลือ (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 ความสูงของหน่อที่สูงสุดภายในกอ น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง ของกอกเหี่ยวทรงกระเทียมที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

โซเดียมคลอไรด์ (mM)	ความสูงของหน่อที่สูงสุด (เซนติเมตร)	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)
0	$88.60 \pm 7.96$ a	$2.72 \pm 0.56$ a	$0.55 \pm 0.11$ a
50	$62.60 \pm 13.76$ b	$2.13 \pm 0.62$ a	$0.49 \pm 0.24$ a
100	$41.50 \pm 16.85$ b	$1.01 \pm 0.29$ b	$0.31 \pm 0.15$ a
200	-	-	-
300	-	-	-
Sig.	**	**	n.s.

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย ( $\pm$ S.D.) ในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดย DMRT

\* และ \*\* คือ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99% ตามลำดับ

### 3.2.2 กายวิภาคของราก

เมื่อนำรากกกแห้วทรงกระเทียมหลังจากปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ 0 50 100 200 และ 300 mM เป็นเวลา 60 วัน มาศึกษากายวิภาค พบว่าค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของเนื้อเยื่อในชั้นเอกโซเคอร์มิส เนื้อเยื่อเมตาไซเล็ม และความหนาของชั้นเอนโดเคอร์มิสไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของเนื้อเยื่อเอกโซเคอร์มิสที่มากที่สุดคือ  $37.11 \pm 15.64$  และค่าเฉลี่ยความหนาของชั้นเอนโดเคอร์มิสที่มากที่สุดคือ  $13.16 \pm 1.94$  ในระดับเข้มข้น 100 mM ในขณะที่ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของเนื้อเยื่อเมตาไซเล็มที่มากที่สุดคือ  $0.71 \pm 0.31$  ในชุดที่ไม่เติมเกลือ ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของเนื้อเยื่อแอเรงคิมาลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตามระดับเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่เพิ่มขึ้น โดยค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ที่มากที่สุดคือ  $69.39 \pm 7.44$  ในชุดที่ไม่เติมเกลือ (ตารางที่ 14; ภาพที่ 18)

ตารางที่ 14 ลักษณะทางกายวิภาคของรากกกแห้วทรงกระเทียมที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

โซเดียมคลอไรด์ (mM)	กายวิภาคของราก			
	เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เนื้อเยื่อเอกโซเคอร์มิส (%)	เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เนื้อเยื่อแอเรงคิม่า (%)	ความหนาของชั้นเอนโดเคอร์มิส ( $\mu\text{m}$ )	เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เมตาไซเล็ม (%)
0	$19.17 \pm 6.73$ a	$69.39 \pm 7.44$ a	$13.02 \pm 1.81$ a	$0.71 \pm 0.31$ a
50	$34.14 \pm 2.84$ a	$49.38 \pm 6.28$ b	$11.63 \pm 1.65$ a	$0.47 \pm 0.14$ a
100	$37.11 \pm 15.64$ a	$49.09 \pm 16.00$ b	$13.16 \pm 1.94$ a	$0.37 \pm 0.08$ a
200	-	-	-	-
300	-	-	-	-
Sig.	n.s.	*	n.s.	n.s.

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ( $\pm$ S.D.) ในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดย DMRT

\* คือ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%ตามลำดับ

### 3.2.3 กายวิภาคของลำต้น

เมื่อนำลำต้นกกแห้วทรงกระเทียมหลังจากปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ 0 50 100 200 และ 300 mM เป็นเวลา 60 วัน มาศึกษากายวิภาคพบว่า ค่าเฉลี่ยความหนาของเนื้อเยื่อชั้นผิว และเปอร์เซ็นต์ของมัดท่อลำเลียงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าเฉลี่ยความหนาของเนื้อเยื่อชั้นผิวที่มากที่สุดคือ  $11.22 \pm 1.39$  ไมโครเมตร ในชุดที่ไม่เติมเกลือ ส่วนค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์มัดท่อลำเลียงที่มากที่สุดคือ  $4.93 \pm 0.95$  ในความเข้มข้นระดับ 50 mM ส่วนค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของเนื้อเยื่อพารังคิมาและคลอเรนคิมาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตามระดับความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่เพิ่มขึ้น ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของเนื้อเยื่อพารังคิมาและคลอเรนคิมาที่มากที่สุดคือ  $26.69 \pm 5.29$  และ  $23.49 \pm 0.46$  ตามลำดับ ในความเข้มข้นระดับ 50 mM ส่วนค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของเนื้อเยื่อแอรังคิมาลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตามระดับความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่เพิ่มขึ้น ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เนื้อเยื่อแอรังคิมาที่มากที่สุดคือ  $61.83 \pm 6.01$  ในชุดที่ไม่เติมเกลือ (ตารางที่ 15; ภาพที่ 19)

ตารางที่ 15 ลักษณะทางกายวิภาคของลำต้นกกแห้วทรงกระเทียมที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

โซเดียม คลอไรด์ (mM)	ลักษณะทางกายวิภาคของลำต้น				
	ความหนา ของเนื้อเยื่อ ชั้นผิว( $\mu\text{m}$ )	เปอร์เซ็นต์ของ พื้นที่เนื้อเยื่อ คลอเรนคิมา (%)	เปอร์เซ็นต์ของ พื้นที่เนื้อเยื่อ พารังคิมา (%)	เปอร์เซ็นต์ของ พื้นที่เนื้อเยื่อ แอรังคิมา (%)	เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่มัด ท่อลำเลียง (%)
0	$11.22 \pm 1.39$ a	$18.46 \pm 2.31$ b	$15.88 \pm 3.70$ b	$61.83 \pm 6.01$ a	$3.84 \pm 0.64$ a
50	$10.92 \pm 1.20$ a	$23.49 \pm 0.46$ a	$26.69 \pm 5.29$ a	$44.88 \pm 6.07$ b	$4.93 \pm 0.95$ a
100	$10.40 \pm 2.30$ a	$20.64 \pm 1.97$ ab	$25.06 \pm 1.22$ a	$50.71 \pm 3.24$ b	$4.04 \pm 0.23$ a
200	-	-	-	-	-
300	-	-	-	-	-
Sig.	n.s.	*	**	**	n.s.

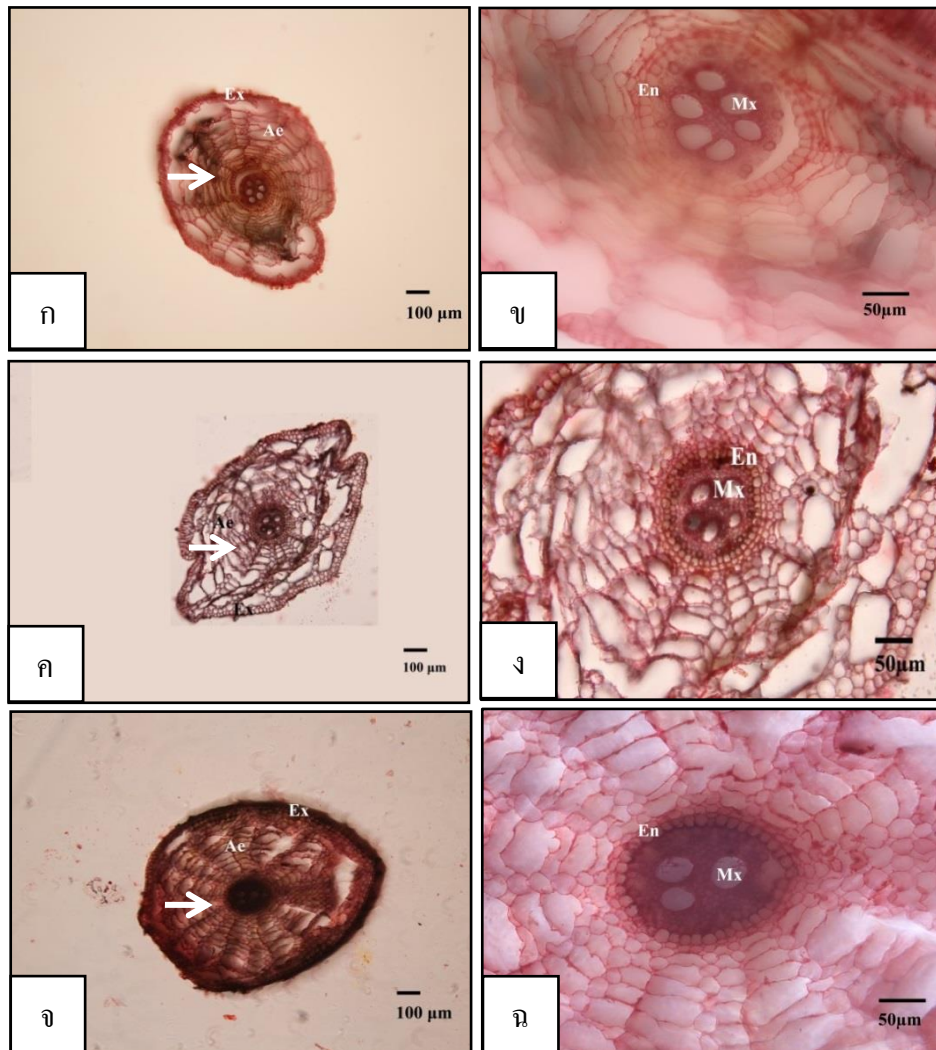
หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ( $\pm$ S.D.) ในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดย DMRT

\* และ \*\* คือ แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99% ตามลำดับ

### 3.3 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหาร

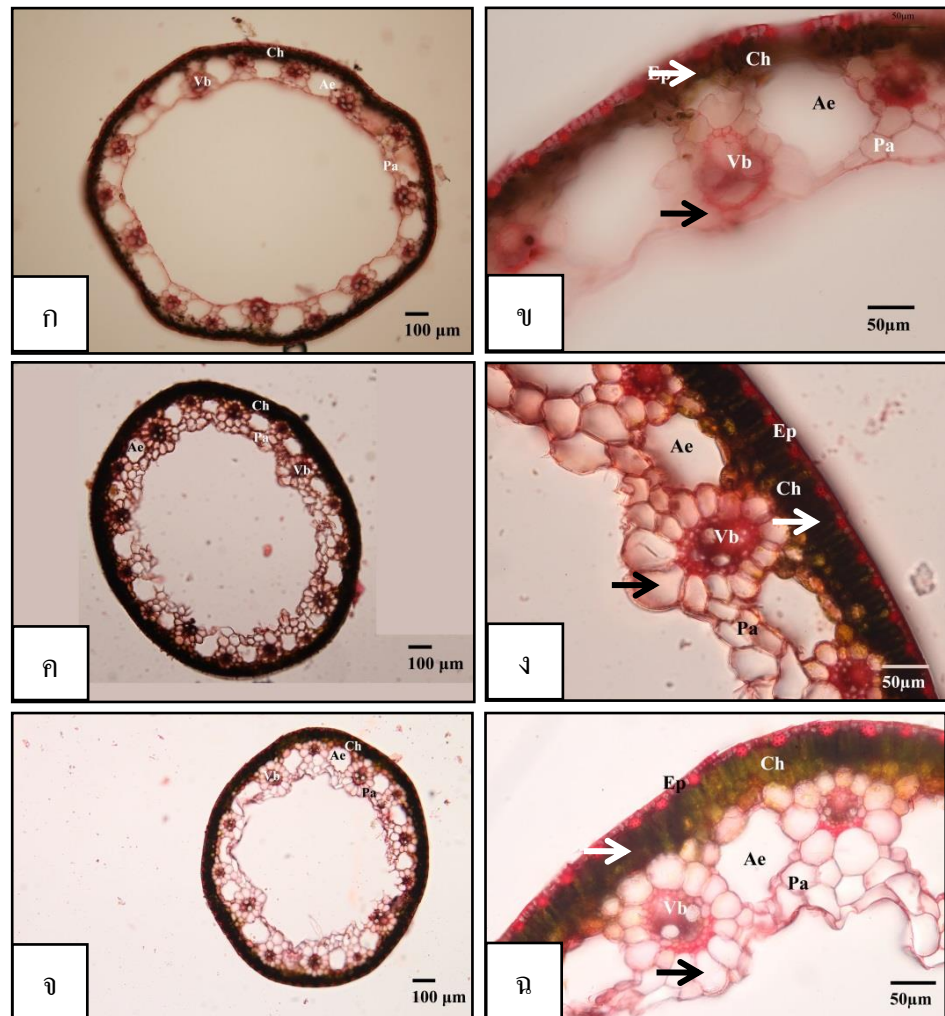
จากการปลูกหญ้าสะกาดน้ำเค็มและกกเหี่ยวทรงกระเทียมในความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์เป็นเวลา 60 วัน แล้วทำการวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารในกระถางที่มีการปลูกพืชแต่ละกระถาง และกระถางที่ไม่มีการปลูกพืช ในแต่ละระดับความเข้มข้นของเกลือ พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารในกระถางปลูกพืชน้อยกว่าในกระถางไม่ปลูกพืชในทุกชุดการทดลอง โดยสารละลายธาตุอาหารในกระถางปลูกกกเหี่ยวทรงกระเทียมมีค่าน้อยกว่าที่ปลูกหญ้าสะกาดน้ำเค็มในระดับความเข้มข้น 50 และ 100 mM ยกเว้นในชุดที่ไม่เติมเกลือ โดยค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารในแต่ละความเข้มข้นของ โซเดียมคลอไรด์ที่ปลูกหญ้าสะกาดน้ำเค็มเท่ากับ  $0.37 \pm 0.09$   $2.11 \pm 0.19$   $3.62 \pm 0.45$  และ  $8.17 \pm 2.59$  dS/m (0 50 100 และ 200 mM ตามลำดับ) และชุดที่ปลูกกกเหี่ยวทรงกระเทียมเท่ากับ  $0.47 \pm 0.06$   $1.43 \pm 0.14$  และ  $2.63 \pm 0.28$  dS/m (0 50 และ 100 mM ตามลำดับ) ส่วนค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารในแต่ละความเข้มข้นของ โซเดียมคลอไรด์ที่ไม่ปลูกพืชเท่ากับ 0.61 2.87 4.38 และ 10.80 dS/m (0 50 100 และ 200 mM ตามลำดับ) (ตารางที่ 16)





ภาพที่ 18 ภาพตัดขวางรากกกแก้วทรงกระเทียม ที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร ที่มีเกลือ โซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ  
 ก) และ ข) 0 mM ค) และ ง) 50 mM จ) และ ฉ) 100 mM ซึ่งมีการลดลงของพื้นที่เนื้อเยื่อแเอเรงคิมา (Ac, ทราย) ตามระดับความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น

(Ac: Aerenchyma, En: Endodermis, Ex: Exodermis, Mx: Metaxylem)



ภาพที่ 19 ภาพตัดขวางลำต้นกกแก้วทรงกระเทียมที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ก) และ ข) 0 mM ค) และ ง) 50 mM จ) และ ฉ) 100 mM ซึ่งมี การเพิ่มของพื้นที่เนื้อเยื่อพารังคิมา (Pa, ศรีสีดำ) และคลอเรนคิมา (Ch, ศรีสีขาว)

(Ae: Aerenchyma, Ch: Chlorenchyma, Ep : Epidermis, Pa : Parenchyma , Vb : Vascular bundles)

ตารางที่ 16 ค่าการนำไฟฟ้าและค่าพีเอชของสารละลายธาตุอาหารที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ของกระถางที่มีการปลูกหญ้าสะกาดน้ำเค็มและกกเหวทรงกระเทียมและกระถางที่ไม่มีการปลูกพืชหลังจากปลูกในภาวะความเค็ม 60 วัน

โซเดียมคลอไรด์ (mM)	หญ้าสะกาดน้ำเค็ม		กกเหวทรงกระเทียม		ไม่ปลูกพืช	
	ค่าพีเอช	ค่าการนำไฟฟ้า (dS/m)	ค่าพีเอช	ค่าการนำไฟฟ้า (dS/m)	ค่าพีเอช	ค่าการนำไฟฟ้า (dS/m)
0	6.96± 0.09	0.37± 0.09	7.08±0.08	0.47±0.06	6.7	0.61
50	6.58± 0.10	2.11± 0.19	7.10±0.00	1.43±0.14	6.5	2.87
100	6.92± 0.18	3.62± 0.45	7.00±0.10	2.63±0.28	7.1	4.38
200	7.14± 0.09	8.17± 2.59	-	-	7.2	10.80
300	-	-	-	-	-	-

## บทที่ 4

### บทสรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา

พื้นที่นาุ้งทิ้งร้าง 2 พื้นที่ในตำบลคูเต่า อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ตั้งอยู่ใกล้ชายฝั่งทะเลสาบสงขลาตอนล่าง ซึ่งมีสภาพเป็นน้ำกร่อย เนื่องจากการไหลของน้ำทะเลจากอ่าวไทยเข้ามา พื้นที่นาุ้งทิ้งร้างเป็นพื้นที่ที่ดินมีความเค็มสูงเนื่องจากดินมีปริมาณเกลือมากจนไม่เหมาะสมแก่การเติบโตของพืช พืชที่ปรากฏในพื้นที่นี้จึงต้องสามารถปรับตัวต่อดินเค็มสูงได้ ในบริเวณคันนาเป็นบริเวณที่ยกระดับขึ้นมาเพื่อการกักเก็บน้ำสำหรับการเลี้ยงกุ้งในอดีต และบริเวณกั้นบ่อที่ผ่านการท่วมขังจากน้ำทะเล เกลือจากน้ำทะเลจึงเกิดการสะสมในดิน ในบริเวณดังกล่าว ทำให้เป็นดินเค็ม

#### พรรณพืชในพื้นที่นาุ้งทิ้งร้าง

พื้นที่นาุ้งทิ้งร้างจัดเป็นพื้นที่ดินเค็ม เมื่อพิจารณาจากค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินในภาวะอิ่มตัวด้วยน้ำ (ภาคผนวก 3 ตาราง 1) พรรณพืชที่สามารถอยู่รอดปรากฏในพื้นที่นาุ้งทิ้งร้างที่ตำบลคูเต่า อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา จึงจัดเป็นพืชทนเค็มตามหลักคำนิยามของ Correll and Johnston (1970)

ในการศึกษาพรรณพืชในพื้นที่นาุ้งทิ้งร้างสองพื้นที่ศึกษานี้ พบพรรณพืช 55 ชนิด ใน 50 สกุล 26 วงศ์ จัดเป็นพืชใบเลี้ยงคู่ 38 ชนิด ใบเลี้ยงเดี่ยว 16 ชนิด และเฟิร์น 1 ชนิด เป็นไม้ยืนต้น 10 ชนิด ไม้พุ่ม 11 ชนิด ไม้ล้มลุก 25 ชนิด และไม้เลื้อย 9 ชนิด (ตารางที่ 5 และ 6) จากการรายงานรายชื่อพรรณพืชในป่าชายเลนของ สรายุทธ และรุ่งสุริยา (2554) พบพืชในการศึกษานี้ที่จัดเป็นพันธุ์ไม้ป่าชายเลนแท้จริง (true mangroves) 3 ชนิด คือ ลำพู สมอทะเล และตาตุ่มทะเล ซึ่งเป็นพืชที่ขึ้นเฉพาะบริเวณพื้นที่น้ำเค็มหรือน้ำกร่อย พันธุ์ไม้ป่าชายเลนไม่แท้จริง (mangrove associates) มี 12 ชนิด จัดเป็นไม้ยืนต้น 2 ชนิดคือ หูกวาง กับ ปอทะเล ไม้พุ่ม 4 ชนิด คือ รามใหญ่ โคลงเคลง ขึ้นก มั่นปูล และขลุ้ ไม้เลื้อย 5 ชนิด คือ จมูกปลาหลด ถั่วคั่ว กระเพาะปลา ถาดัน และหวายลิง เฟิร์น 1 ชนิด คือ ปรงทะเล ซึ่งเป็นพืชที่ขึ้นในเขตพื้นที่เลนแข็งบริเวณพื้นที่ป่าชายเลนเขตติดป่าบก ซึ่งมีการรายงานพบพืชทั้ง 15 ชนิดนี้เจริญเติบโตตามริมฝั่งแม่น้ำ ลำคลองที่น้ำทะเลท่วมถึงครั้งคราว หรือบริเวณป่าชายเลนที่ถูกทำลาย นอกจากนี้พบพืชวงศ์หญ้าและกก 14 ชนิด (ตารางที่ 6) ในพื้นที่ศึกษาซึ่งหญ้าและกกบางชนิดสามารถปรากฏในบริเวณที่เป็นรอยต่อระหว่างที่ลุ่มน้ำจืดและน้ำเค็มในป่าชายเลน ได้แก่ *Paspalum distichum* L. กับ *Cyperus javanicus* Houtt. เป็นต้น

(Tomilson, 1986) ในการศึกษาครั้งนี้พบไม้เลื้อยที่จัดเป็นพืชป่าชายเลนไม้แท้จริงถึง 5 ชนิด คือ จมูกปลาหลด ถั่วคล้ำ กระจ๊ะปลาเถา คัน และหวายลิง (ตารางที่ 5 และ 6) ซึ่งเคยมีการรายงานพบไม้เลื้อยในวงศ์ถั่วบางชนิดปรากฏในพื้นที่ป่าชายเลนเขตติดป่าบก โดยมีรากอยู่บริเวณเขตติดป่าบก และเจริญเติบโตนำส่วนลำต้นเหนือดินเข้าสู่ชายฝั่งทะเลได้ (Tomilson, 1986) พื้นที่ศึกษาทั้งสองเป็นพื้นที่ดินเค็มเนื่องจากผ่านการทำนาทุ่งมา และอยู่ใกล้ชายฝั่งทะเลสาบสงขลาตอนล่างซึ่งมีความเค็มของน้ำตั้งแต่ 0-33 ppt มีสภาพเป็นน้ำกร่อยและน้ำเค็มผสมกัน เพราะได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลจากอ่าวไทย (ภรณ์ยู, 2555) ถึงแม้ว่าพื้นที่ศึกษามีระยะทางห่างจากริมฝั่งทะเลสาบสงขลาตอนล่างประมาณ 2-4 กิโลเมตร แต่มีบริเวณที่ติดกับลำคลองที่ผู้ประกอบการขุดลอกเข้ามาสำหรับสะดวกต่อการนำน้ำเค็มจากทะเลสาบสงขลาตอนล่างมาใช้ในการเลี้ยงกุ้ง (ภาพที่ 3) ซึ่งบางฤดูกาลมีฝนตกหนัก (ภาคผนวก 3 ตาราง 5 และ 6) ก่อให้เกิดภาวะน้ำท่วมขังในบ่อนี้ จึงอาจเป็นสาเหตุให้เกิดการแพร่กระจายของน้ำเค็มเข้าสู่พื้นที่นาทุ่งทั้งร้างนี้เพิ่มมากขึ้น จึงเป็นเหตุให้สามารถพบพืชเหล่านี้เจริญเติบโตอยู่

พืชที่พบบริเวณก้นบ่อของพื้นที่ศึกษามีเพียง 4 ชนิด คือ กกแห้วทรงกระเทียม หญ้าสะกาด น้ำเค็ม กกดอกแบน และลำพู จากการวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินในภาวะอิ่มตัวด้วยน้ำ เพื่อนำมาระบุระดับความเค็มของดินตาม สมศรี (2539) พบว่าดินบริเวณก้นบ่อของทั้งสองพื้นที่ศึกษาจัดเป็นดินเค็มปานกลาง ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิด ส่วนดินบริเวณก้นบ่อของทั้งสองพื้นที่ศึกษาจัดเป็นดินเค็มสูง ซึ่งมีพืชทนเค็มเท่านั้นที่ยังเจริญเติบโตได้ดี ประกอบกับดินในบริเวณก้นบ่อมีความเป็นกรดมากกว่าดินบริเวณคันนา (ภาคผนวก 3 ตาราง 1) เนื่องจากดินก้นบ่อมีปริมาณซัลเฟตสูงกว่าดินบริเวณคันนา (ภาคผนวก 3 ตาราง 1) ปริมาณซัลเฟตสูงในน้ำทะเลที่ใช้เลี้ยงกุ้งในบ่อในอดีตเกิดการสะสมในดินก้นบ่อ ซัลเฟตจะถูกแปรสภาพเป็นไพไรต์ ( $FeS_2$ ) ด้วยแบคทีเรียจำพวกกริดิวซ์ซัลเฟต (Sulfate Reducing Bacteria, SRB) เมื่อไพไรต์สัมผัสกับอากาศ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเกิดกรดกำมะถันขึ้นในชั้นดิน และพบสารประกอบ จาโรไซต์ ซึ่งมีสีเหลืองฟางขาวในดิน จึงเกิดเป็นดินกรดกำมะถัน ซึ่งเป็นลักษณะหนึ่งของดินเค็มชายทะเล (สรายุทธ และรุ่งสุริยา, 2554) ดินลักษณะนี้เคยมีการรายงานว่ามีพืชบางชนิดที่เจริญเติบโตได้ เช่น โกงกาง โปรง ลำแพน เสม็ด ลำพู และตะบูน (ทัศนีย์, 2534) และพืชประเภท กก กระจูดขึ้นอยู่ (กลุ่มวิจัยและพัฒนาการจัดการดินเปรี้ยว, 2549) ดังนั้นดินเค็มสูง และความเป็นดินกรดกำมะถันในบริเวณก้นบ่อจึงเป็นเหตุให้มีเพียงพืชทั้ง 4 ชนิดนี้ซึ่งเป็นพืชทนเค็มและทนต่อภาวะดินกรดกำมะถันเจริญเติบโตอยู่ในบริเวณก้นบ่อ

## พรรณพืชเด่นในพื้นที่นาทุ่งรัง

พรรณพืชเด่นในพื้นที่ศึกษาทั้งสองเมื่อพิจารณาจากค่าความถี่สัมพัทธ์ จัดเป็นไม้ยืนต้น 3 ชนิด คือ ปอทะเล ขอบ้าน และลำพู ไม้พุ่ม 5 ชนิด คือ เม่าไข่ปลา สาบเสือ มันปู ขลุ่ และเล็บเหยี่ยว ไม้เลื้อย 2 ชนิด คือ ถั่วค้ำ และเถาคัน และไม้ล้มลุก 7 ชนิด คือ กกดอกแบน กกแห้วทรงกระเทียม หญ้าดอกแดง หญ้าเจ้าชู้ หญ้าแพรก หญ้าชันกาด และหญ้าสะกาดน้ำเค็ม มีพืชป่าชายเลนไม้แท้จริง 5 ชนิด คือ ปอทะเล มันปู ขลุ่ ถั่วค้ำ และเถาคัน พืชวงศ์กก 3 ชนิด คือ กกดอกแบน กกแห้วทรงกระเทียม และหญ้าดอกแดง และพืชวงศ์หญ้า 4 ชนิด คือ หญ้าเจ้าชู้ หญ้าแพรก หญ้าชันกาด และหญ้าสะกาดน้ำเค็ม ซึ่งเคยมีการรายงานพบพืชเหล่านี้ในพื้นที่ดินเค็มหลายแห่ง พืชที่ได้รับการบันทึกอยู่ในฐานข้อมูลพืชทนเค็มใน Agricultural Research Service (ARS) ประเทศสหรัฐอเมริกา (Yensen, 2007) มี 6 ชนิด คือ

1. ปอทะเลเป็นพืชทนเค็มในระดับน้ำทะเลปกติทนต่อละอองเกลือและพบได้ในบริเวณปากแม่น้ำ และดินทรายบริเวณปากแม่น้ำ (Palgrave, 1988; Aronson, 1989 อ้างถึงใน Yensen, 2007)

2. มันปูเป็นพืชที่ทนเค็มในระดับน้ำทะเลปกติ และพบในพื้นที่ลุ่มน้ำ (Aronson, 1989 อ้างถึงใน Yensen, 2007)

3. ถั่วค้ำเป็นพืชทนเค็มที่พบในบริเวณดินทราย (Aronson, 1989 อ้างถึงใน Yensen, 2007)

4. หญ้าดอกแดงเป็นพืชทนเค็มที่พบได้ในบริเวณพื้นที่ชุ่มน้ำ (Aronson, 1989 อ้างถึงใน Yensen, 2007)

5. หญ้าแพรกอยู่รอดได้ถึงความเค็มมากกว่า 10,000 ppm พบตามพื้นที่เปิดโล่ง ริมถนน และบริเวณริมร่องน้ำ สายน้ำ (Wiggins, 1980 อ้างถึงใน Yensen, 2007)

6. หญ้าสะกาดน้ำเค็มเป็นพืชทนเค็มได้ตั้งแต่ระดับน้ำกร่อยถึงเค็ม ซึ่งพบได้ตามพื้นที่ชุ่มน้ำกร่อยและดินทรายบริเวณปากแม่น้ำ (Duncan, 1974 อ้างถึงใน Yensen, 2007)

ส่วนพืชชนิดอื่น ได้แก่ ขอบ้านเป็นพืชที่มีความทนต่อสิ่งแวดล้อมได้เป็นช่วงกว้าง เติบโตได้ในดินที่ธาตุอาหารไม่สมบูรณ์ ดินเป็นกรดหรือเบส ในภาวะแห้งแล้งหรือชุ่มชื้น รวมไปถึงพื้นที่ใกล้กับชายทะเล สามารถทนต่อภาวะน้ำท่วมและความเค็มสูง (Nelson, 2003) ซึ่งขอบ้านมีปริมาณโซเดียมและโพแทสเซียมในใบเพิ่มขึ้น เมื่อระดับความเค็มสูงขึ้น ซึ่งเชื่อว่าไอออนดังกล่าวช่วยในการปรับสมดุลแรงดันออสโมติกเพื่อการปรับตัว (Nivas et al., 2011) เม่าไข่ปลา พบในพื้นที่ป่าเปิด พื้นที่ชุ่มน้ำจืด และพื้นที่ขอบของป่าชายเลน (Santisuk and Larsen, 2005) สาบเสือเป็นพืชที่เติบโตจากพื้นที่ริมฝั่งทะเล จนถึงบริเวณที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 1000-1500 เมตร

เติบโตได้ดีบริเวณพื้นที่เปิดโล่ง พื้นที่ถูกทิ้งร้าง และป่าที่ถูกรบกวน (Zachariades, 2009) ขลุ่เป็นพืชที่พบในพื้นที่ชายทะเล พื้นที่ลุ่มน้ำ และดินเค็มบริเวณในแผ่นดิน (Motooka et al., 2003) ได้แก่พื้นที่ลุ่มน้ำเค็มใน อำเภอบางโหนด จังหวัดสมุทรสาคร และ อำเภอสามร้อยยอด จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (สมศรี, 2539) และพื้นที่ที่เป็นนาข้าวกับนาทุ่งซึ่งอยู่ในภาวะน้ำท่วมขังบางฤดูกาล (Teartisup and Kerdseub, 2012) เล็บเหยี่ยวปรากฏในบริเวณพื้นที่สามเหลี่ยมปากแม่น้ำในป่าชายเลนแห่งหนึ่งในประเทศเวียดนาม (Tu et al., 2006) กกดอกเบนเป็นหนึ่งในพืชทนเค็มที่พบในบริเวณชายฝั่งทะเลอาราเบียซึ่งมีการนำมาใช้ประโยชน์ในการบำบัดพื้นที่ดินเค็มสูง (Qazim et al., 2011) กกหัวทรงกระเทียมเป็นพืชที่พบในพื้นที่ชุ่มน้ำเค็ม น้ำกร่อย หรือน้ำจืด สามารถพบได้ตามพื้นที่บ่อน้ำ เป็นพืชเด่นในพื้นที่ชุ่มน้ำกร่อย (Ranganath et al., 2002) หญ้าเจ้าชู้เคยมีการรายงานพบที่ดินเค็มในนา และริมถนน ที่ อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น หญ้าแพรกเคยมีการรายงานพบในพื้นที่ดินเค็มใกล้นาข้าว อำเภอพระยืน จังหวัดขอนแก่น ซึ่งมีน้ำเค็มมากกว่า 10 dS/m (สมศรี, 2539) ส่วนหญ้าชันกาดเคยรายงานพบที่บริเวณนาเกลือ อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา สามารถทนต่อความเค็มในระดับปานกลาง ซึ่งเคยมีการรายงานว่าเติบโตบนดินทรายเค็มในแถบประเทศแอฟริกาทางตะวันตก (Masterson, 2007) ด้วยความที่พื้นที่นาทุ่งทิ้งร้างที่ตำบลคูเต่า อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลาเป็นพื้นที่ที่เปิดโล่ง มีภาวะความเค็มสูง และอยู่ใกล้กับชายฝั่งทะเลสาบที่มีน้ำเค็มไหลมาจากอ่าวไทย จึงเป็นภาวะที่ใกล้เคียงกับภาวะจากรายงานที่กล่าวมา

### ลักษณะกายวิภาคของพืชทนเค็มในพื้นที่นาทุ่งทิ้งร้าง

ลักษณะทางกายวิภาคของพืชทนเค็ม ในพื้นที่นาทุ่งทิ้งร้างที่ศึกษา ในแต่ละส่วน คือมีเนื้อเยื่อเอกไซเดอร์มิสและแอนโดริสชัดเจนในรากของกกและหญ้า ไม่พบวาสคิวลาร์แคมเบียมเป็นชั้นๆ และพบผลึกในเนื้อเยื่อพื้นในลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ พบชั้นของเนื้อเยื่อสเคลอเรนไคมาเป็นวงในลำต้นของหญ้า เนื้อเยื่อชั้นผิวใบด้านบนหนา เนื้อเยื่อชั้นผิวใบด้านบนมีมากกว่า 1 ชั้น แพลซิเดพาเรงคิมากว้าง พบคิวตินปกคลุมที่ผิวของใบพืชใบเลี้ยงคู่ มีกลุ่มเซลล์บัลลิสฟอร์มที่เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบนของใบหญ้า

พืชทนเค็มหลายชนิดมีลักษณะของพืชที่อยู่อาศัยในที่แห้งแล้ง โดยพืชในที่แห้งแล้งและที่ลุ่มน้ำเค็มมีลักษณะดังนี้ 1. แล็บแคสพาเรียมที่กว้างกว่าพืชในที่ดินไม่เค็ม เนื่องจากชั้นเอนโดไซเดอร์มิสและเอกไซเดอร์มิสทำหน้าที่ต้านการไหลของน้ำและไอออนในแนวรัศมีจากคอร์เทกซ์ไปสู่สตีล 2. มีการพัฒนาบัลลิสฟอร์มเซลล์มากขึ้น เพื่อหลีกเลี่ยงการสูญเสียน้ำ 3. เนื้อเยื่อชั้นผิวที่หนาเป็นลักษณะของพืชทนเค็มบก ซึ่งเกี่ยวข้องกับการปรับตัวต่อความแห้งแล้งเพื่อลดการ

สูญเสียน้ำ 4. เนื้อเยื่อแอรังคิมาในรากเป็นลักษณะสำคัญของพืชที่เติบโตในพื้นที่น้ำขัง รวมถึงพืชทนแล้งที่ขึ้นในพื้นที่น้ำขังด้วย ช่วยให้การขนส่งสารและออกซิเจนได้ดีขึ้น 5. การเพิ่มสเคลอเรนคิมาช่วยเสริมความแข็งแรงและลดการสูญเสียน้ำผ่านทางผิวของโครงสร้างพืช 6. ความอวบน้ำในส่วนของใบและลำต้น ช่วยในการเจือจางไอออนที่ก่อให้เกิดความเป็นพิษ และเพิ่มปริมาณน้ำในโครงสร้างพืช 7. พืชบางชนิดใช้ต่อมขับเกลือ หรือขับออกทางของเหลวเนื่องจากการคายน้ำเพื่อลดปริมาณไอออนในเนื้อเยื่อพืช (Hameed et al., 2011)

รากของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวในวงศ์กกและหญ้าทั้ง 7 ชนิด พบเนื้อเยื่อเอกโซเดอร์มิสประมาณ 2-4 ชั้น และเนื้อเยื่อแอรังคิมาอยู่ถัดเข้ามา และพบเนื้อเยื่อพาเรงคิมาประมาณ 2-4 ชั้น จนถึงชั้นเอนโดเดอร์มิส ส่วนเนื้อเยื่อไซเล็มเรียงตัวลักษณะหลายแฉก ในบริเวณสตีล ปกติเนื้อเยื่อเอกโซเดอร์มิสเป็นเนื้อเยื่อที่มีซูเบอร์รินและปกคลุมด้วยผนังที่มีเซลลูโลสมีโครงสร้างและส่วนประกอบทางเคมีคล้ายกับเอนโดเดอร์มิส (เทียมใจ, 2549) ซึ่งช่วยป้องกันการสูญเสียน้ำผ่านทางผิวราก (Hameed et al., 2010b) ชั้นถัดเข้าไป พบช่องว่างที่เกิดจากเซลล์บางเซลล์สลายไป (lysigenous space) ทำให้เนื้อเยื่อในบริเวณคอร์เทกซ์เปลี่ยนรูปเป็นแอรังคิมา ซึ่งพบมากในพืชน้ำและพืชที่อยู่ในที่ชื้นแฉะ และอาจพบในหญ้าที่อยู่ในที่แห้งได้เช่นกัน เป็นลักษณะที่พบได้ในพืชวงศ์หญ้า และกก (เทียมใจ, 2549) แอรังคิมาช่วยให้อากาศไหลเวียนเข้าสู่รากพืชได้ดี เพื่อให้เกิดกระบวนการหายใจและแลกเปลี่ยนแก๊สได้ในสภาวะขาดออกซิเจน ขณะที่พืชอยู่ในภาวะน้ำท่วมขัง (Nagarajan and Nagarajan, 2010) ชั้นเอนโดเดอร์มิสนี้ทำหน้าที่ป้องกันการไหลของน้ำและแร่ธาตุในแนวรัศมี ประกอบกับเนื้อเยื่อพื้นในบริเวณคอร์เทกซ์และพิรมีหน้าที่ในการเก็บสะสมน้ำและไอออน (Hameed et al., 2010a) ส่วนการเรียงตัวของไซเล็มหลายแฉกเป็นลักษณะที่พบได้ทั่วไปในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (เทียมใจ, 2549) รากของพืชวงศ์หญ้าและกกที่นำมาศึกษาครั้งนี้ มีลักษณะทางกายวิภาคของรากที่ทำให้พืชสามารถดำรงชีวิตได้อยู่ในพื้นที่น้ำกึ่งที่ร้างซึ่งมีความเค็มสูงที่ก่อให้เกิดพืชเกิดอาการขาดน้ำ และภาวะน้ำท่วมขังในบางฤดูกาล

ลำต้นของพืชใบเลี้ยงคู่ในพื้นที่น้ำกึ่งที่ร้างแห่งนี้ มีเนื้อเยื่อชั้นผิวหนึ่งชั้น พบเซลล์ชั้นแบบเซลล์เดี่ยวในเล็บบเหยี่ยว และเซลล์ชั้นแบบหลายเซลล์ในสาบเสื่อ ในบริเวณคอร์เทกซ์พบเนื้อเยื่อพื้นพาเรงคิมาเป็นส่วนมาก แต่มีการพบช่องว่างขนาดใหญ่ในบริเวณนี้ในปอทะเล การเรียงตัวของมัดท่อลำเลียงมีโฟลเอ็มอยู่ด้านนอกและไซเล็มอยู่ด้านใน ในแนวรัศมีเดียวกัน โดยไม่พบการเกิดวาสคิวลาร์แคมเบียมเป็นชั้นในพืชทุกชนิดที่ศึกษา ส่วนบริเวณพิธพบเนื้อเยื่อพื้นพวกพาเรงคิมาอยู่ใจกลางของลำต้นในพืชทุกชนิดที่ศึกษา กายวิภาคลำต้นพืชที่อยู่ในที่แล้งมักจะมีลำต้นที่อวบน้ำเนื่องจากมีเนื้อเยื่อสะสมน้ำมากในบริเวณคอร์เทกซ์และพิธ มีเนื้อเยื่อชั้นผิวหลายชั้นและมีความหนาแน่นมาก และบริเวณผิวลำต้นปกคลุมด้วยคิวติน (Wahid 2003) ไม่ยื่นต้นพบชั้นของเนื้อเยื่อไซเล็ม



ชั้นที่สองหนากว่าชั้นของโพลีเอมีนในพืชทุกชนิดที่ศึกษา Tomilson (1986) กล่าวว่า พืชในป่าชายเลนส่วนมากมีความหนาแน่นของเวสเซลมากเนื่องจากเวสเซลแคบลง เป็นการปรับตัวเพื่อให้พืชดูดซึมน้ำได้ดีขึ้น และเป็นการลดการเกิดปรากฏการณ์ฟองอากาศในไซเล็ม (cavitation) ซึ่งเกิดขึ้นในภาวะความเครียดของพืช นอกจากนี้เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นเป็นสิ่งที่ชี้วัดถึงการเติบโตของพืช เพราะความเค็มทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นลดลงเนื่องจากการลดลงของไซเล็มชั้นที่สอง (Koyro et al., 2006) แต่ไม่พบการเกิดวาสคิวลาร์แคมเบียมเป็นชั้นในพืชทุกชนิด ซึ่งการเกิดวาสคิวลาร์แคมเบียมเป็นชั้นๆ เกี่ยวข้องกับการปรับตัวเพื่อควบคุมเพื่อควบคุมปริมาณเกลือซึ่งพบในพืชทนเค็มบางชนิดได้แก่ *Atriplex littoralis* L. และ *Halimione verrucifera* (M.Bieb.) Aellen เป็นต้น อย่างไรก็ตามความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดวาสคิวลาร์แคมเบียมเป็นชั้นๆ กับภาวะความเค็มยังไม่เป็นที่แน่ชัด (Grigore, 2010) แต่พบผลึกในเนื้อเยื่อพื้นของพืชบางชนิดในกลุ่มนี้ เช่น ปอทะเล ซึ่งการพบผลึกแคลเซียมออกซาลเลตเคยมีการรายงานพบในพืชทนเค็มบางชนิด มีความเกี่ยวข้องกับความทนเค็มของพืช เนื่องจากความเค็มเพิ่มการสร้างผลึกแคลเซียมออกซาลเลตมากขึ้น (Grigore et al., 2012) การพบกลุ่มเซลล์เส้นใยแทรกเป็นระยะใต้ชั้นของเนื้อเยื่อชั้นผิวในพืชวงศ์กก 3 ชนิดที่พบในพื้นที่ศึกษา และชั้นของเนื้อเยื่อสเคลอเรนจิม่าเชื่อมกันเป็นวงในพืชวงศ์หญ้า ซึ่งการพอกทับของสารลิกนินเพิ่มขึ้นเกี่ยวกับเกลือในดินที่สูง ทำให้มีการสร้างเซลล์เส้นใยมากขึ้น เนื่องจากลิกนินเป็นสิ่งที่ช่วยให้เซลล์ต่อต้านต่อแรงดันออสโมติกที่สูงในโครงสร้างพืช (Grigore et al., 2012) พบมัดท่อลำเลียงซึ่งมีลักษณะกายวิภาคแบบแคลนซ์ เรียงตัวตามแนวของชั้นเนื้อเยื่อผิวในพืชวงศ์กกที่ศึกษา ซึ่งเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสงของพืช C4 (Grigore and Toma, 2007) เนื้อเยื่อพาเรงคิม่าในชั้นคอร์เทกซ์ของลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่และพืชวงศ์หญ้ากับกในการศึกษาครั้งนี้ ทำหน้าที่ในการกักเก็บน้ำในภาวะที่พืชขาดน้ำ (Hameed et al., 2010a)

ใบของพืชใบเลี้ยงคู่ที่อยู่ในพื้นที่นาทุ่งรังแห่งนี้ มีเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบนค่อนข้างหนา และมีความหนามากกว่าหนึ่งชั้น แพลิเซดพาเรงคิม่ามีการพัฒนาดีในชั้นมีไซฟิลล์ พบคิวตินปกคลุมเนื้อเยื่อชั้นผิว พบกลุ่มเซลล์บัลลิสทอร์มที่เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบนในพืชวงศ์หญ้า พบลักษณะกายวิภาคแบบแคลนซ์ ในใบพืชวงศ์กกและหญ้า กายวิภาคของใบพืชในพื้นที่นาทุ่งรังแห่งนี้มีลักษณะของพืชที่เจริญเติบโตในพื้นที่แห้งแล้ง ได้แก่ ผิวใบด้านบนค่อนข้างหนา ได้แก่ มันปู ยอบ้าน เล็บเหยี่ยว เม่าไข่ปลา ปอทะเล ถั่วค้ำ หญ้าดอกแดง และ กกดอกแบน ใบมีเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบน 1-2 ชั้น ได้แก่ มันปู เม่าไข่ปลา และปอทะเล ซึ่งเป็นลักษณะที่พบมากในใบของพืชป่าชายเลนหลายชนิด ซึ่งช่วยในการสะสมน้ำ และเกลือ (Walsh, 1974 ; Bercu et al., 2012) ในเล็บเหยี่ยวประกอบด้วยพาเรงคิม่าแบบแพลิเซดเท่านั้น ในขลุ่ยและลำพูพบแพลิเซดพาเรงคิม่าสองบริเวณซึ่งติดกับเนื้อเยื่อชั้นบนและล่าง ในถั่วค้ำพบความหนาของแพลิเซดพาเรงคิมามากกว่า 50% ของ

ชั้นมิโซฟิลล์ ซึ่งการพัฒนาของเพลิวเซดพาเรงคิมาที่ดีเป็นหนึ่งในลักษณะของพืชที่ขึ้นในที่แล้ง (Saxena et al., 2013) เนื้อเยื่อในชั้นมิโซฟิลล์สามารถกักเก็บน้ำส่งผลให้ใบมีลักษณะอวบน้ำ โดยมีการขยายของเนื้อเยื่อในชั้นนี้โดยไม่เพิ่มจำนวนเซลล์พืชในที่แห้งแล้ง (สรายุทธ และรุ่งสุริยา, 2554) พบคิวตินปกคลุมเนื้อเยื่อชั้นผิวใบด้านบน ได้แก่ ขอบใบ และเส้นเหยี่ยว คิวตินช่วยลดการสูญเสียน้ำผ่านทางผิว ใบมีกลุ่มเซลล์บัลลิสฟอร์มที่เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบน เช่น หนุ่สาเกตน้ำเค็ม หนุ่สาเกตน้ำเค็ม หนุ่เจ้าชู้และหนุ่ชันกาด ซึ่งพบในหนุ่หลายชนิดที่เจริญเติบโตในพื้นที่แห้งแล้ง เนื่องจากมีบทบาทในการม้วนพับของใบ เพื่อหลีกเลี่ยงการคายน้ำ ในภาวะที่น้ำไม่เพียงพอ (Grigore et al., 2010b) ใบมีมัดท่อลำเลียงที่มีลักษณะกายวิภาคแบบแคลนซ์ ซึ่งเป็นลักษณะของการสังเคราะห์แสงของ C4 ซึ่งพบในพืชที่เติบโตในพื้นที่เค็มเช่นกัน (Grigore et al., 2010a)

จากลักษณะทางกายวิภาคของพืชทนเค็มในพื้นที่นาเกลือที่ศึกษาในแต่ละส่วน การศึกษาความหนาหรือพื้นที่ของเอกโซเดอร์มิส แอเรงคิมา พาเรงคิมา ความหนาของชั้นเอนโดเดอร์มิสในราก การเกิดวาสคิวลาร์แคมเบียเป็นชั้น ความหนาแน่นของเวสเซล ขนาดและปริมาณของผลึกในเนื้อเยื่อพื้นในลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ ขนาดของกลุ่มเซลล์สันโย ความหนาของชั้นสเคลอเรงคิมาของลำต้นในพืชวงศ์กกและหนุ่ตามลำดับ และพื้นที่ของเนื้อเยื่อพื้นในลำต้น ความหนาของเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบน สัดส่วนของเพลิวเซดพาเรงคิมาในชั้นมิโซฟิลล์ ขนาดของกลุ่มเซลล์บัลลิสฟอร์มของเนื้อเยื่อแผ่นใบ เปรียบเทียบระหว่างพืชที่เติบโตในดินเค็มและไม่เค็มของพืชแต่ละชนิด จะช่วยให้เข้าใจถึงบทบาทของแต่ละลักษณะทางกายวิภาคที่พืชใช้ในการอยู่รอดในภาวะความเค็มสูงได้

### การเติบโตของหนุ่สาเกตน้ำเค็ม และกกแห้วทรงกระเทียมในสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ในระดับต่างๆกัน

หนุ่สาเกตน้ำเค็มและกกแห้วทรงกระเทียมที่ปลูกในสารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ 0 50 100 200 และ 300 mM มีการเติบโตลดลงตามระดับความเค็มที่สูงขึ้น โดยความเค็มส่งผลต่อน้ำหนักสดกับความสูงของพืชทั้งสองชนิดลดลง ส่งผลให้น้ำหนักแห้งของหนุ่สาเกตน้ำเค็มลดลง แต่ไม่ส่งผลต่อกกแห้วทรงกระเทียม กกแห้วทรงกระเทียมสามารถอยู่รอดได้ถึงระดับความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ 100 mM ส่วนหนุ่สาเกตน้ำเค็มได้ถึง 200 mM

การเจริญเติบโตของพืชโดยพิจารณาจากความสูง น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของหนุ่สาเกตน้ำเค็ม และกกแห้วทรงกระเทียมในแต่ละระดับความเค็ม พบว่าการเจริญเติบโตของหนุ่สาเกตน้ำเค็มและกกแห้วทรงกระเทียมมีการลดลงตามระดับความเค็มที่เพิ่มสูงขึ้น จนถึงระดับความเค็มที่ 100 mM ซึ่งพืชทั้งสองมีการเติบโตลดลงไม่เกิน 50 เปอร์เซ็นต์ของการเติบโตในชุด

ควบคุม จากการรายงานของ Koyro และคณะ (2011) กล่าวว่า ระดับความทนเค็มของพืชสามารถระบุได้จากระดับความเค็มที่พืชยังคงมีการเจริญเติบโตมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของชุดควบคุม ดังนั้นพืชทั้งสองมีระดับความทนเค็มจนถึงภาวะความเค็มของดินที่มีค่าการนำไฟฟ้าใกล้เคียงกับความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ 100 mM ในสารละลายธาตุอาหาร การเกิดกิ่งข้างของหญ้าสะกาดน้ำเค็ม และการเกิดหน่อใหม่ของกกแห้วทรงกระเทียมจะช้ากว่าในชุดความเค็มที่มากขึ้น เนื่องจากความเค็มสูงทำให้เซลล์พืชสูญเสียน้ำ และเหี่ยว ขณะเดียวกันเกลือเข้าสู่พืชมากเกินไป ส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อพืชเนื่องจากปริมาณไอออน โดยเกิดการตายที่ส่วนของใบ และพื้นที่ของใบที่ใช้สำหรับการสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง และมีผลต่อการพัฒนาของกิ่งข้าง ในหลายสัปดาห์ต่อมา ความแตกต่างในการเติบโตและความเสียหายที่พืชได้รับจะชัดเจนระหว่างพืชในชุดความเค็มและชุดควบคุม ในระยะเวลาหนึ่งเดือน และความเค็มส่งผลให้การสร้างกิ่งข้าง หรือหน่อลดลง และออกดอกช้าออกไปในข้าว (Läuchli and Grattan, 2007) แต่ในการปลูกหญ้าสะกาดน้ำเค็มและกกแห้วทรงกระเทียมในภาวะความเค็มเป็นระยะเวลา 60 วัน ไม่พบการออกดอกในระยะการศึกษาถึงแม้ว่าเป็นพืชในชุดที่ไม่มีเกลือ

จากการศึกษาของ Lakanmi and Okusanya (1990) พบว่า ความเค็มในช่วง 0-50% ของน้ำทะเลไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าสะกาดน้ำเค็ม ซึ่งช่วงความเค็มดังกล่าวมีค่าเทียบเท่ากับ ความเค็ม 0-17 ppt สำหรับในการศึกษาคั้งนี้หญ้าสะกาดน้ำเค็มสามารถทนต่อความเค็มได้ถึงเกลือโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 100 mM (ซึ่งเทียบเท่ากับความเค็มระดับ 5.85 ppt) แต่ยังคงอยู่รอดได้ถึงระดับเข้มข้น 200 mM (ซึ่งเทียบกับความเค็มระดับ 11.70 ppt) ระดับความเค็มที่หญ้าสะกาดน้ำเค็มอยู่รอดที่ต่ำกว่าของการศึกษาคั้งนี้ เนื่องจากหญ้าสะกาดน้ำเค็มจากการศึกษาของ Lakanmi and Okusanya (1990) มาจากพื้นที่ลุ่มน้ำป่าชายเลนที่ดินเค็มสูงกว่าพื้นที่นาทุ่งที่ร้างในการศึกษาคั้งนี้ ซึ่งมีความหลากหลายทางพันธุกรรมในระดับความทนเค็มของหญ้าสะกาดน้ำเค็มจากรูปแบบนิเวศ (ecotype) ที่แตกต่างกัน (Lee, 2004) และเคยมีการรายงานว่า *Agrostis stolonifera* L. ในรูปแบบนิเวศที่ลุ่มน้ำเค็ม มีแนวโน้มสะสมโซเดียม และคลอไรด์ไอออนได้มากกว่าพืชชนิดนี้ในรูปแบบนิเวศพื้นที่บนบก (Majeed et al., 2010) อย่างไรก็ตามหญ้าสะกาดน้ำเค็มในการศึกษาคั้งนี้มีความทนเค็มได้ในระดับความเค็มที่ใกล้เคียงกับระดับความเค็มของดินในพื้นที่ศึกษา (10 dS/m) ซึ่งมีค่าเทียบเท่ากับค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 100 mM (Kumar and Shivay, 2008) ดังนั้นพืชทนเค็มที่มาจากพื้นที่ดินเค็มสูงกว่าจะมีความทนต่อความเค็มมากกว่า และระดับความทนเค็มของพืชจะใกล้เคียงกับระดับความเค็มของดินที่พืชเจริญเติบโตในธรรมชาติ พืชทั้งสองชนิดสามารถอยู่รอดได้ในภาวะดินเค็มสูง (10dS/m) ซึ่งเป็นระดับความเค็มของดินที่พืชทนเค็มเท่านั้นสามารถเจริญเติบโตได้ดี (สมศรี, 2539) ซึ่งสอดคล้องกับระดับความทนเค็มของพืชทั้งสองที่ได้จาก

การศึกษาในโรงเรือนเพาะชำ ดังนั้นหญ้าสะกาดน้ำเค็มและกกเหี่ยวทรงกระเทียมมีกลไกทางสรีรวิทยา และกายวิภาคในการทนต่อความเค็มทำให้พืชทั้งสองชนิดอยู่รอดได้ในภาวะความเค็มสูง การศึกษาปริมาณโซเดียม คลอไรด์ และไอออนอื่นๆที่เกี่ยวข้องในหญ้าสะกาดน้ำเค็มและกกเหี่ยวทรงกระเทียมในแต่ละระดับความเค็มสามารถนำมาสนับสนุนข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความทนต่อความเค็มของพืชทั้งสองได้ หรือหากมีผู้สนใจในการศึกษาหญ้าสะกาดน้ำเค็มและกกเหี่ยวทรงกระเทียมต่อไป ควรเพิ่มระยะในการศึกษาเพิ่มขึ้น และควรปรับระดับความเค็มให้ช่วงแคบกว่าที่ทดลองมาแล้ว เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เหมาะสมกับการนำไปปรับใช้ในพื้นที่

### การเปลี่ยนแปลงทางกายวิภาคต่อสถานะความเค็มของหญ้าสะกาดน้ำเค็มและกกเหี่ยวทรงกระเทียม

ในระดับความเค็มที่สูงขึ้นมีผลต่อเปอร์เซ็นต์ของเมตาโซลิทลดลงในราก ความหนาของเนื้อเยื่อชั้นผิวในลำต้นเพิ่มขึ้น ความหนาและเปอร์เซ็นต์ของเนื้อเยื่อสเคลอเรนจิม่าในลำต้นเพิ่มขึ้น ความหนาของเนื้อเยื่อชั้นผิวใบด้านบนเพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์ของสเคลอเรนจิม่าเพิ่มขึ้นในใบของหญ้าสะกาดน้ำเค็ม ส่วนกกเหี่ยวทรงกระเทียมมีเปอร์เซ็นต์ของแอสเครจิม่าลดลงในราก และเปอร์เซ็นต์ของเนื้อเยื่อพารังจิม่ากับคลอเรนจิม่าเพิ่มขึ้นในลำต้น การเปลี่ยนแปลงทางกายวิภาคของหญ้าสะกาดน้ำเค็มและกกเหี่ยวทรงกระเทียมต่อภาวะความเค็มสูงขึ้น ส่งผลให้พืชทั้งสองชนิดมีการอยู่รอดได้ในภาวะความเค็มสูงด้วยกลไกที่เกี่ยวข้องกับการลดการสูญเสียน้ำ และเงื้องางปริมาณเกลือที่มากในเซลล์พืช

ปกติพืชมีการปรับตัวเพื่ออยู่รอดในสภาวะความเค็มที่สูงจำเป็นต้องปรับตัวต่อสภาวะขาดน้ำเนื่องจากผลกระทบของแรงดันออสโมติก (osmotic effect) (Zhu, 2007) และหรือสภาวะความเป็นพิษต่อเซลล์พืชเนื่องจากผลกระทบของปริมาณไอออนที่มากเกินไป (Yadav et al., 2011) ซึ่งพืชแต่ละชนิดมีระดับความทนเค็ม และกลไกในการปรับตัวเพื่ออยู่รอดในสภาวะความเค็มสูงที่แตกต่างกัน

ในการศึกษาหญ้าสะกาดน้ำเค็ม ในดินที่มีความเค็มสูง พบว่าเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เมตาโซลิทของรากลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Akram และคณะ (2002) ในข้าวสาลี (*Triticum aestivum* L.) เนื่องจากระดับความเค็มที่สูงส่งผลให้การพัฒนาของเมตาโซลิทลดลง (Rewald et al., 2013) ทำให้มีแรงต้านทานการไหลของน้ำ ทำให้พืชลำเลียงน้ำจากรากขึ้นไปได้น้อยลง และต้องใช้พลังงานมากขึ้น (Akram et al., 2002) ทำให้น้ำที่ลำเลียงไปสู่ลำต้นและใบลดน้อยลง อย่างไรก็ตามพื้นที่ของโซลิทลดลงเนื่องจากเส้นผ่านศูนย์กลางลดลงช่วยลดการเกิดฟองอากาศในโซลิทขณะลำเลียงน้ำไปสู่ลำต้นได้ (Rewald et al., 2013) พื้นที่ของเอกโซเดอร์มิส

และความหนาของชั้นเอนโดคอร์มิส ซึ่งเกี่ยวข้องกับการทำหน้าที่กรองไอออน และเกลือเข้าสู่คอร์เทกซ์และสตีลตามลำดับ ซึ่งมีการรายงานว่าความเค็มส่งผลให้เอกโซคอร์มิสและเอนโดคอร์มิสพัฒนามากขึ้น เนื่องจากลิกนินเพิ่มขึ้นในเอกโซคอร์มิส และลิกนินกับซูเบอร์ินสะสมเพิ่มในแนวรัศมีของแถบแคสพาเรียนในชั้นเอนโดคอร์มิส (Rewald et al., 2013) เอนโดคอร์มิสจะคัดเลือกไอออนที่ผ่านอย่างจำเพาะ เข้าสู่สตีล แล้วเซลล์รากคัดเลือกไอออนเข้าสู่ไซเล็ม (xylem loading) โดยจำเพาะในการคัด  $K^+$  เข้า ซึ่งพบกระบวนการนี้ในรากของ *Lupinus* (Jones and Gorham, 2004) ในการศึกษาครั้งนี้พื้นที่เอกโซคอร์มิสและความหนาของชั้นเอนโดคอร์มิสเพิ่มขึ้นแต่ยังไม่ถึงขั้นมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ความเค็มจะเพิ่มพารามิเตอร์ในบริเวณคอร์เทกซ์ (Hameed et al., 2009) แต่ในการศึกษาครั้งนี้ พื้นที่ของแอเรนจิมาลดลงเนื่องจากการเพิ่มพื้นที่พารามิเตอร์แต่การลดลงตามระดับความเค็มที่เพิ่มขึ้นยังไม่ถึงขั้นมีนัยสำคัญ ดังนั้นเนื้อเยื่อเอกโซคอร์มิส เอนโดคอร์มิส และแอเรนจิม่าจึงไม่เกี่ยวข้องกับการปรับตัวของหญ้าสะกาดน้ำเค็มในส่วนของลำต้น มีการปรับตัวโดยมีความหนาของเนื้อเยื่อชั้นผิวเพิ่มขึ้น ซึ่งช่วยลดการสูญเสียน้ำของพืช (Hameed et al., 2010b) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Hameed และคณะ (2010b) ในหญ้าแพรง (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) และเปอร์เซ็นต์กับความหนาของเนื้อเยื่อสเคลอเรนจิม่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากเกิดกระบวนการสร้างลิกนินเพิ่มขึ้นในชั้นของเนื้อเยื่อสเคลอเรนจิม่า ลิกนินช่วยต่อต้านแรงดันออสโมติกที่สูงภายในโครงสร้างพืช (Grigore and Toma, 2008) และช่วยลดการสูญเสียน้ำของพืช ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Hameed และคณะ (2010b) ในหญ้าแพรง และ Hameed และคณะ (2009) ในหญ้าคา (*Imperata cylindrica* (L.) Raeuschel) ความหนาของชั้นคอร์เทกซ์ลดลงเมื่อความเค็มสูงขึ้น แต่ในการศึกษาครั้งนี้พื้นที่ของพารามิเตอร์ในชั้นคอร์เทกซ์ลดลงแต่ยังไม่ถึงขั้นมีนัยสำคัญ มีความเป็นไปได้ว่าความเค็มยังไม่ทำให้พารามิเตอร์ในส่วนลำต้นเสียหายในการศึกษาของ Hameed et al. (2009) หญ้าคามิมีพื้นที่มัดท่อลำเลียงลดลงในลำต้นเมื่อความเค็มเพิ่มขึ้น แต่ในการศึกษาครั้งนี้พื้นที่มัดท่อลำเลียงเพิ่มขึ้นแต่ยังไม่ถึงขั้นมีนัยสำคัญ

ส่วนในใบ ความหนาของเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบนเพิ่มขึ้น ซึ่งช่วยรักษาความชื้นภายในใบ และป้องกันการสูญเสียน้ำผ่านทางผิวใบ จากการรายงานของ Jones and Gorham (2004) พบว่า พืชที่อยู่ในที่ลุ่มน้ำเค็ม มีความเข้มข้นของโซเดียมและคลอไรด์ไอออนสูงในเซลล์พืช เพื่อต้านต่อค่าชลศักย์ของน้ำที่ต่ำในดิน และรักษาความแตกต่างของค่าชลศักย์น้ำให้เหมาะสม เพื่อให้พืชดูดน้ำจากดินได้ จากการรายงานของ Qiu และคณะ (2007) กล่าวว่าเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบนของรังกะแท้ (*Kandelia candel* (L.) Druce) มีความแน่นตัวและความหนาของผนังเซลล์มาก ซึ่งในเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบนมีแวคิวโอลซึ่งเก็บโซเดียมและคลอไรด์ได้ดี (Fricke et al., 1996) ส่วนเนื้อเยื่อในชั้นมีไซฟิลล์เล็กและแน่นตัวกว่าในความเค็มที่สูง ส่งผลให้ช่องว่างระหว่างเซลล์ลดลง ใบของพืชมี

อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง อัตราการหายใจในที่มืดเพิ่มขึ้น อัตราการระเหยของน้ำลดลง ส่วนเปอร์เซ็นต์ของเนื้อเยื่อสเคลอเรนจิมมาเพิ่มขึ้น ช่วยเพิ่มความแข็งแรงต่อโครงสร้างพืช และลดการสูญเสียน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Hameed และคณะ (2009) ในหญ้าคา และ Chergui และคณะ (2011) ใน *Ammophila arenaria* (L.) Link อย่างไรก็ตามใน ต้นอัลฟาฟา เซลล์ใบใหญ่ขึ้น เนื่องจากปริมาณของแควิวโอลเพิ่มขึ้น เป็นการเพิ่มความอวบน้ำในใบเมื่อความเค็มสูงขึ้นจะช่วยให้ใบพืชสะสม น้ำ  $\text{Na}^+$  และ  $\text{Cl}^-$  ได้โดยที่พืชยังรักษาหน้าที่ในการสังเคราะห์แสงได้ เนื่องจากเงื้อง ความเข้มข้นของไอออน (Mezni et al., 2012) แต่ความหนาของเนื้อเยื่อในชั้นมิโซฟิลล์ในการศึกษาครั้งนี้มีแนวโน้มลดลงตามความเค็มที่เพิ่ม แต่ยังไม่ถึงขั้นมีนัยสำคัญ คาดว่าความเค็มยังก่อให้เกิดความเสียหายต่อเนื้อเยื่อในชั้นมิโซฟิลล์อย่างชัดเจน การเพิ่มพื้นที่ของมัดท่อลำเลียงทำให้พืชลำเลียงน้ำและสารอาหารได้ดีขึ้นในภาวะความเค็ม (Hameed et al., 2010b) แต่ในการศึกษาครั้งนี้พื้นที่มัดท่อลำเลียงเพิ่มขึ้นตามความเค็มที่เพิ่มขึ้น แต่ยังไม่ถึงขั้นมีนัยสำคัญ คาดว่าหญ้าสะกาดน้ำเค็มยังไม่มีการปรับตัวในลักษณะนี้ กลุ่มเซลล์บัลลิสฟอร์มมีบทบาทในการม้วนใบเพื่อลดการสูญเสียน้ำในภาวะขาดน้ำ รวมไปถึงภาวะดินเค็มสูง หญ้าแพรกมีการปรับตัวโดยเพิ่มพื้นที่ของกลุ่มเซลล์นี้ (Hameed et al., 2010b) แต่ในการศึกษาครั้งนี้ พื้นที่กลุ่มเซลล์บัลลิสฟอร์มเพิ่มขึ้นแต่ยังไม่ถึงขั้นมีนัยสำคัญ หญ้าสะกาดน้ำเค็มยังไม่มีการปรับตัวในลักษณะนี้

สำหรับกกแห้วทรงกระเทียม เปอร์เซ็นต์แรงแรงคิมลดลงในราก เนื่องจากการเพิ่มปริมาตรของแควิวโอลในพารังคิม ทำให้เซลล์ขนาดใหญ่ขึ้นและมีพื้นที่พารังคิมมากขึ้น เพื่อช่วยในการสะสมมากขึ้น แสดงถึงวิธีการในการอยู่รอดในภาวะความเค็มสูง (Hameed et al., 2009) ความเค็มที่สูงขึ้นทำให้เซลล์รากใหญ่ขึ้น เนื่องจากปริมาณแควิวโอลหรือเวสิเคิลในเซลล์เพิ่มขึ้น เป็นการตอบสนองต่อความเค็มที่เกี่ยวกับกลไกการแยกไอออน (ion compartmentation) (Rewald et al., 2013) ซึ่งคลอไรด์และโซเดียมจะสะสมในแควิวโอล พืชทนเค็มมีโปรตีนขนส่งที่เชื่อมแควิวโอลในการขนส่ง  $\text{Na}^+$  กับ  $\text{K}^+$  โดยเก็บ  $\text{K}^+$  ในไซโทพลาซึม และ  $\text{Na}^+$  ในแควิวโอล เพื่อรักษาการทำงานของเอนไซม์ในไซโทพลาซึมไว้ (Jones and Gorham, 2004) พื้นที่ของเอกโซเดอริส กับความหนาของเอนโดเดอริสเพิ่มขึ้น และ พื้นที่เมตาไซเล็มลดลง เช่นเดียวกับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในหญ้าสะกาดน้ำเค็ม แต่การเปลี่ยนแปลงยังไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เนื้อเยื่อพารังคิมเพิ่มขึ้นในลำต้นกกแห้วทรงกระเทียมเนื่องจากการเพิ่มการสะสมน้ำ (Hameed et al., 2009) จึงทำให้เปอร์เซ็นต์พื้นที่เนื้อเยื่อแรงแรงคิมลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในหญ้าแพรก มีการตอบสนองโดยพื้นที่ของเนื้อเยื่อพารังคิมในชั้นคอร์เทกซ์เพิ่มขึ้น (Hameed et al., 2011) การเพิ่มพื้นที่ของมัดท่อลำเลียงทำให้พืชลำเลียงน้ำและสารอาหารได้ดีขึ้นในภาวะความเค็ม (Hameed et al., 2010b) แต่ในการศึกษาครั้งนี้พื้นที่มัดท่อ

ลำเลียงเพิ่มขึ้นตามความเค็มที่เพิ่มขึ้น แต่ยังไม่ถึงขั้นมีนัยสำคัญ ซึ่งกอกแก้วทรงกระเทียมไม่มีการปรับตัวในลักษณะนี้ ความหนาของเนื้อเยื่อชั้นผิวที่เพิ่มขึ้นช่วยลดการสูญเสียน้ำของพืช (Hameed et al., 2010b) แต่ในการศึกษาครั้งนี้ ความหนาของเนื้อเยื่อชั้นผิวลดลงตามความเค็มที่เพิ่มขึ้น แต่ยังไม่ถึงขั้นมีนัยสำคัญ คาดว่าเนื้อเยื่อชั้นผิวยังไม่ได้รับความเสียหายจากความเค็มในกอกชนิดนี้ เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่คลอโรพลาสต์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ในสภาวะขาดน้ำ น้ำไหลจากเนื้อเยื่อสะสมน้ำไปสะสมในคลอโรพลาสต์เพื่อรักษาการทำงานของเอนไซม์ในคลอโรพลาสต์ ทำให้การสังเคราะห์ด้วยแสงไม่ลดลง ดังที่มีการศึกษาในใบ *Peperomia magnoliaefolia* (Jac) A. Dietr ซึ่งมีความอวบน้ำ (Schmidt and Kaiser, 1987)

กลไกที่ทำให้พืชทั้งสองชนิดอยู่รอดในภาวะความเค็มสูงได้คือ การเก็บน้ำที่ลำเลียงมารากรากด้วย การเพิ่มความหนาของเนื้อเยื่อชั้นผิวและชั้นของเนื้อเยื่อสเคลอโรพลาสต์ในลำต้น และความหนาของเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบนกับพื้นที่ของเนื้อเยื่อสเคลอโรพลาสต์ในใบของหญ้าสะกาดน้ำเค็ม เพื่อลดการสูญเสียน้ำผ่านทางผิว ส่วนการเพิ่มความหนาของเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบนของใบหญ้าสะกาดน้ำเค็ม และการเพิ่มพื้นที่ของเนื้อเยื่อพาราเควมในราก และเนื้อเยื่อพาราเควมกับคลอโรพลาสต์ในลำต้นของกอกแก้วทรงกระเทียม เกี่ยวข้องกับการเพิ่มขนาดของเนื้อเยื่อพาราเควมเพื่อสะสมน้ำมากขึ้นเพื่อเจือจางเกลือที่สะสมในเซลล์พืช และเป็นแหล่งเก็บโซเดียมไอออนไว้ในแวคิวโอล ทำให้ไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของเอนไซม์ในไซโทพลาซึม (Hameed et al., 2011)

เนื่องจากพืชทั้งสองมีการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่เนื้อเยื่อเอกโซเดอร์มิส และความหนาของชั้นเอนโดเดอร์มิสไม่ชัดเจน กลไกการทนเค็มอาจจะไม่เกี่ยวข้องกับการหลีกเลี่ยงการนำโซเดียมไอออนผ่านทางราก จึงทำให้โซเดียมไอออนเกิดการสะสมในเนื้อเยื่อพืชในลำต้นและใบได้ แต่ลักษณะทางกายวิภาคที่เปลี่ยนเพื่อรักษาน้ำไว้ในเซลล์พืช ซึ่งเป็นการทนต่อความเครียดเนื่องจากแรงดันออสโมติกที่ทำให้เกิดภาวะการขาดน้ำ มีความเป็นไปได้ว่าพืชทั้งสองมีการสะสมไอออนไว้ในเซลล์มาก หรือการสะสมสารละลายซึ่งเข้ากันได้ เพื่อปรับสมดุลของแรงดันออสโมติก เพื่อให้พืชดูดน้ำผ่านทางรากได้มากขึ้น จึงเกิดการสะสมไอออนในเซลล์ลำต้นและใบมาก จึงต้องมีการเจือจางด้วยน้ำ และสะสมไอออนไว้ในแวคิวโอล ประกอบกับใบของหญ้าสะกาดน้ำเค็มไม่พบต่อมขับเกลือ ดังนั้นหญ้าสะกาดน้ำเค็มและกอกแก้วทรงกระเทียมจึงมีกลไกการปรับตัวในภาวะความเค็มสูงด้วยการเพิ่มการสะสมน้ำไว้ในเนื้อเยื่อพาราเควม ซึ่งนำไปสู่การศึกษาทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับปริมาณของโซเดียมไอออนที่สะสมในพืช เพื่อได้ทราบประสิทธิภาพการสะสมไอออนของพืช

## ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารของทรายที่มีการปลูกหญ้าสะกาดน้ำเค็มและกกแห้วทรงกระเทียม

หญ้าสะกาดน้ำเค็มและกกแห้วทรงกระเทียมสามารถลดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารได้ โดยหญ้าสะกาดน้ำเค็มสามารถลดได้ถึงภาวะความเข้มข้นของเกลือ 200 mM ส่วนกกแห้วทรงกระเทียมถึงความเข้มข้นของเกลือ 100 mM หญ้าสะกาดน้ำเค็มลดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารในภาวะความเข้มข้นของเกลือ 0 mM ได้ดีกว่า กกแห้วทรงกระเทียมลดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารในภาวะความเข้มข้นของเกลือ 50 และ 100 mM ได้ดีกว่า

ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารในกระถางที่มีพืชน้อยกว่ากระถางที่ไม่ปลูกเลี้ยงพืชในทุกกระถางความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ ยกเว้น 300 mM สำหรับในหญ้าสะกาดน้ำเค็ม และยกเว้น 200 และ 300 mM สำหรับกกแห้วทรงกระเทียม พืชก็มีประสิทธิภาพในการลดค่าการนำไฟฟ้าของดินในกระถางปลูกพืช ได้แก่ ผักเบี้ยทะเล ซึ่งมีปริมาณโซเดียมไอออนในพืชเพิ่มขึ้นตามระดับความเค็มที่เพิ่มขึ้น (วรรณิสา และ คณะ, 2552) และ *Arthocnemum indicum* (Willd.) Moq *Suaeda fruticosa* Forsk. และ ผักเบี้ยทะเล มีค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณโซเดียมไอออนในดินที่มีการปลูกพืชเหล่านี้น้อยกว่า ดินในกระถางที่ไม่มีการปลูกพืช (Rabhi et al., 2008) ดังนั้น การลดลงของค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารของกระถางที่มีการปลูกพืชทั้งสองชนิดมีความเกี่ยวข้องกับการสะสมไอออนจากสารละลายธาตุอาหารเอาไว้ในพืช โดยที่หญ้าสะกาดน้ำเค็ม และกกแห้วทรงกระเทียมยังคงความมีชีวิตได้ แม้ในสภาวะความเค็มที่สูง จึงมีความเป็นไปได้ที่นำพืชทั้งสองไปประยุกต์ใช้ในการบำบัดดินที่มีความเค็ม โดยวิธีการเก็บสะสมเกลือไว้ในส่วนลำต้นพืช (phytoextraction) (Manousaki and Kalogerakis, 2011)

ค่าการนำไฟฟ้าของชุดเข้มข้น 50 และ 100 mM ที่ปลูกกกแห้วทรงกระเทียมน้อยกว่าหญ้าสะกาดน้ำเค็ม เนื่องจากกกแห้วทรงกระเทียมมีพื้นที่เนื้อเยื่อพาราเรงคิมาในรากและลำต้นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ จึงสามารถสะสมไอออนจากสารละลายธาตุอาหารได้มากกว่าเมื่อเทียบกับหญ้าสะกาดน้ำเค็ม แต่หญ้าสะกาดน้ำเค็มสามารถอยู่รอดได้ถึงความเค็ม 200 mM เนื่องจากพื้นที่ของพาราเรงคิมาในส่วนของลำต้นมากกว่าของกกแห้วทรงกระเทียม ประกอบกับไอออนสามารถเก็บสะสมในส่วนของใบได้ ในขณะที่ใบกกแห้วทรงกระเทียมลดรูป ซึ่งนำไปสู่การศึกษาต่อไปในด้านสรีรวิทยาและประสิทธิภาพในการบำบัดดินเค็มโดยพืชทั้งสองชนิดในภาคสนาม และหากมีผู้สนใจศึกษาพืชทนเค็ม 2 ชนิดนี้ แนะนำให้เพิ่มความเข้มข้น โดยเพิ่มช่วงระดับความเข้มข้นให้ถึงขั้น ระหว่าง 200-300 mM เพื่อจะได้ทราบหรือศึกษาความเข้มข้นในระดับที่หญ้าสะกาดน้ำเค็ม และกกแห้วทรงกระเทียม สามารถทนได้และมีโอกาสนำไปปรับใช้ในพื้นที่ดินเค็มได้อย่างเหมาะสม



## เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. 2544. *ดินที่มีปัญหาต่อการใช้ประโยชน์ทางด้านเกษตรกรรมของประเทศไทย*.  
กรุงเทพฯ: กองสำรวจและจำแนกดิน
- กลุ่มงานวิจัยพันธุ์พืชป่ามีค่า หายาก และใกล้สูญพันธุ์. 2554. *ผลการวิเคราะห์ข้อมูลนิเวศวิทยา ป่า  
สักนวมินทร์ราชินี จังหวัดแม่ฮ่องสอน*. กรุงเทพฯ: กองคุ้มครองพันธุ์สัตว์ป่าและพืชป่าตาม  
อนุสัญญา กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช
- กลุ่มวิจัยและพัฒนากิจการดินเปรี้ยว. 2549. *ดินเปรี้ยวจัดและแผนที่การกระจายของดินเปรี้ยว  
จัดในประเทศไทย*. สำนักวิจัยและพัฒนากิจการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน.  
[http://www.ldd.go.th/Lddwebsite/web\\_ord/Technical/Map\\_acidity/HTML/Acidity\\_map.html](http://www.ldd.go.th/Lddwebsite/web_ord/Technical/Map_acidity/HTML/Acidity_map.html). (สืบค้นเมื่อ 4 มิถุนายน 2556)
- โครงการการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา. 2541  
*รายงานด้านเทคนิคฉบับที่ 14 โครงการสาธิตเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนของกลุ่มน้ำทะเลสาบ  
สงขลา มีนาคม 2541*. DANCED และสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม  
กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม
- ชัชวาล อินทรมนตรี, พุทธ ส่องแสงจินดา และลักขณา ละอองศิริวงศ์. 2553. *คุณภาพน้ำทิ้งของบ่อ  
เลี้ยงกุ้งกุลาดำระบบปิด : กรณีศึกษาในจังหวัดสงขลา*. สงขลา: สถาบันวิจัยสุขภาพสัตว์น้ำ  
ชายฝั่งสงขลา
- ทัศนีย์ อัดตะนันท์. 2534. *ดินที่ใช้ปลูกข้าว*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- เทียมใจ คมกฤต. 2549. *กายวิภาคของพฤษภ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 308  
หน้า
- พัชรี ชีรจินดาจจร. 2549. *หลักและวิธีการวิเคราะห์ดินทางเคมี*. ขอนแก่น: ภาควิชาทรัพยากรที่ดิน  
และสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 141 หน้า
- ภรณ์ยู ถมพลกรัง. 2555. *คุณภาพน้ำในทะเลสาบสงขลา*. โครงการฟื้นฟูทรัพยากรประมงใน  
ทะเลสาบสงขลา. <http://www.sklonline.com/water.html> (สืบค้นเมื่อ 4 มิถุนายน 2556)
- มณฑล นอแสงศรี, คณิต แวงวาสิต และวาสนา บุญประกอบ. 2552. *โครงการศึกษาความ  
หลากหลายทางนิเวศวิทยาพื้นที่ดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ*. ขอนแก่น: ศูนย์รวม  
พรรณไม้ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

- วรรณิสา พั้งแสง, ธวัชชัย ศุภกิจฐ, วิชาสา ภูัจฉินดา และศราวุธ อินทรเทศ. 2552. ความเป็นไปได้ในการใช้ผักเบี้ยทะเล (*Sesuvium portulacastrum*) บำบัดดินเค็ม. *วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม* 5(2): 1-5
- สมศรี อรุณินท์. 2539. *ดินเค็มในประเทศไทย*. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน. 251 หน้า
- สมหญิง บู่แก้ว, เพ็ญแข ธรรมเสนานุภาพ และ ธวัชชัย ธานี. 2552. ความหลากหลายชนิดของพรรณไม้และการใช้ประโยชน์ผลผลิตจากป่าในป่าชุมชนโคกใหญ่ อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดมหาสารคาม. *วารสารสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ* 7(1): 36-50
- ศรายุทธ บุญยะเวชชีวิน และ รุ่งสุริยา บัวสาตี. 2554. *ป่าชายเลน: นิเวศวิทยาและพรรณไม้*. ราชบุรี: มุลนิธิกระต่ายในดวงจันทร์. 704 หน้า
- อรุณี ชูระนิยม. 2546. *การจัดการแก้ไขปัญหาดินเค็ม*. เอกสารวิชาการ กลุ่มวิจัยและพัฒนาการจัดการดินเค็ม สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน. 101 หน้า
- อรุณี ชูระนิยม และ สมศรี อรุณินท์. 2534. *กลไกความทนเค็มของพืชชอบเกลือ*. กรุงเทพฯ: กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กลุ่มปรับปรุงดินเค็ม
- Ahmad, F. 2010. *Leptochloa fusca* Cultivation For Utilization of Salt-Affected Soil and Water Resources in Cholistan Desert. *Sociedade & Uberlândia* 22(1): 141-149.
- Akhtar, S., Wahid, A., Akram, M. and Rasul, E. 2001. Some Growth, Photosynthetic and Anatomy Attributes of Sugarcane Genotypes under NaCl Salinity. *International Journal of Agriculture & Biology* 3(4): 439-443.
- Akram, M., Akhtar, S., Javed, I-U-H, Wahid, A. and Rasul, E. 2002. Anatomical Attributes of Different Wheat (*Triticum aestivum*) Accessions/Varieties to NaCl Salinity. *International Journal of Agriculture & Biology* 4(1): 166-168.
- Ali, Y., Aslam, Z., Ashraf, M.Y. and Tahir, G.R. 2004. Effect of Salinity on Chlorophyll Concentration, Leaf Area, Yield and Yield Components of Rice Genotypes Grown under Saline Environment. *International Journal of Environmental Science & Technology* 1(3): 221-225.
- Al-Nasir, F. 2009. Bioreclamation of a Saline Sodic Soil in a Semi Arid Region/Jordan. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences* 5: 701-706.
- Alshammary, S, Qian, Y.L. and Wallner, S.J. 2004. Growth response of four turfgrasses to salinity. *Agricultural Water Management* 66: 97-111.

- Aronson, J.A. 1989. *Haloph, a data base of salt tolerant plants of the world*. Tucson: Office of Arid Land Studies, Univ. of Arizona. 77 pp. , อ้างอิงใน Yensen, N.P. 2007. Halophyte DataBase Salt-Tolerant Plants & Their Uses. United States Department of Agriculture. <http://www.ussl.ars.usda.gov/pls/caliche/Halophyte.query> (accessed June 14, 2013).
- Ashraf, M. and Harris, P.J.C. 2004. Biochemical Indicators of Salinity Tolerance in Plants. *Plant Science* 166: 3-16.
- Aslam, R., Bostan, N., Amen, N-e, Maria, M. and Safdar, W. 2011. A Critical Review on Halophytes: Salt Tolerant Plants. *Journal of Medicinal Plant Research* 5(33): 7108-7118.
- Auburn University, 2004. *Managing Ponds for Inland Culture of Marine Shrimp*. Alabama: Natural Resources Conservation Service.
- Badi, H.N. and Sorooshzadeh, A. 2011. Evaluating Potential of Borage (*Borago officinalis* L.) Bioremediation of Saline Soil. *African Journal of Biotechnology* 10(2): 146-153.
- Bercu, R. 2011. Anatomical adaptations of *Sueda salsa* (L.) Pall. (Chenopodiaceae) to the Harsh Halophytic Habitat of Techirghiol lake. *Research journal of Agricultural Science* 39(2): 457-462.
- Bercu, R., Făgăraș, M. and Broască, L. 2012. Anatomical Features of *Aster tripolium* L. (Asteraceae) To Saline Environments. *Annals of the Romanian Society for Cell Biology* 17(1): 271-277.
- Blits, K.C. and Gallagher, J.L. 1991. Morphological and physiological responses to increased salinity in marsh and dune ecotypes of *Sporobolus virginicus* (L.) Kunth. *Oecologia* 87: 330-335.
- Breckle, S.W. 2002. Salinity, Halophytes and Salt Affected Natural Ecosystems. In: *Salinity: Environment-Plants-Molecules*, Läuchli, A. and Lüttge, U. (eds.). 53-77. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Cardon, G.E, Davis, J.G., Bauder, T.A. and Waskom, R.M. 2007. *Managing Saline Soils*. Colorado: Colorado State University.
- Carillo, P., Annunziata, M.G., Pontecorvo, G., Fuggi, A. and Woodrow, P. 2011. Salinity Stress and Salt Tolerance. In: *Abiotic Stress in Plants – Mechanisms and Adaptations*, Shanker, A. (ed.). 21-38. Rijeka: InTech.

- Céccoli, G., Ramos, J.C., Ortega, L.I., Acosta, J.M. and Perreta, M.G. 2011. Salinity Induced Anatomical and Morphological Changes in *Chloris gayana* Kunth. Roots. *Biocell* 35(1): 9-17.
- Chergui, A., El Hafid, L. and Melhaoui, M. 2011. The Contribution of the Study of the Bordering Dunes Vegetation in the Moulouya Embochure: The Marram Grass (*Ammophila arenaria* L.) Case. *Journal of Materials and Environmental Science* 2(S1): 552-555.
- Correll, D.S. and Johnston, M.C. 1970. *Manual of the vascular plants of Texas*. Texas: Texas Research Foundation, Renner.
- Crozier, A. 1892. *A dictionary of botanical terms*. New York: Henry Holt and Company.
- Dolatabadian, A., Modarressanavy, S.A.M. and Ghanati, F. 2011. Effect of Salinity on Growth, Xylem Structure and Anatomical Characteristics of Soybean. *Notulae Scientia Biologicae* 3(1): 41-45.
- Duncan, W.H. 1974. Vascular Halophytes of the Atlantic and Gulf Coasts of North America North of Mexico. In: *Ecology of Halophytes*, Reimold, R.J. and Queen, W.H. (eds.). 23-50. New York: Academic Press. , อ้างถึงใน Yensen, N.P. 2007. Halophyte DataBase Salt-Tolerant Plants & Their Uses. United States Department of Agriculture. <http://www.ussl.ars.usda.gov/pls/caliche/Halophyte.query> (accessed June 14, 2013).
- El-Swaify, S.A. 2000. Soil and Water Salinity. In: *Plant Nutrient Management in Hawaii Soils, Approches for Tropical and Subtropical Agriculture*, Silva, J.A. and Uchida, R. (eds.). 151-158. Manoa : University of Hawaii.
- Flaherty, M. Szuster, B. and Miller, P. 2000. Low Salinity Inland Shrimp Farming in Thailand. *Ambio A Journal of the Human Environment* 29(3) : 174-179.
- Flowers, T.J. and Colmer, T.D. 2008. Salinity tolerance in halophytes. *New Phytologist* 179 : 945-963.
- Flowers, T.J., Galal, H.K. and Bromham, L. 2010. Evolution of Halophytes: Multiple Origins of Salt Tolerance in Land Plants. *Functional Plant Biology* 37: 604-612.
- Flowers, T.J., Hajibagheri, M.A. and Clipson, N.J.W. 1986. Halophytes. *The Quarterly Review of Biology* 61(3): 313-337.
- Franzen, D. 2007. *Managing Saline Soils in North Dakota*. NDSU Circ. SF-1087 (Revised).

- Fricke, W., Leigh, R.A. and Tomos, A.D. 1996. The Intercellular Distribution of Vacuolar Solutes in the Epidermis and Mesophyll of Barley Leaves Changes in Response to NaCl. *Journal of Experimental Botany* 47(302): 1413-1426.
- Grigore, M.N. 2010. *Halophytes: Ecological Anatomy Aspects*. Iași: Alexandru Ioan Cuza University.
- Grigore, M.N. and Toma, C. 2007. Histo-Anatomical Strategies of *Chenopodiaceae* Halophytes : Adaptive, Ecological and Evolutionary Implications. *Wseas Transactions on Biology and Biomedicine* 12(4): 204-218.
- Grigore, M.N. and Toma, C. 2008. Ecological Anatomy Investigations Related to Some Halophyte Species from Moldavia. *Romanian Journal of Biology* 53(1): 23-30.
- Grigore, M.N. and Toma, C. 2012. A Proposal for a New Halophytes Classification Based on Integrative Anatomy Observations. *Muzeul Olteniei Craiova* 26(1): 45-50.
- Grigore, M.N., Toma, C. and Boșcaiu, M. 2010. Dealing with Halophytes: An Old Problem, the Same Continuous Exciting Challenge. *Scientific Annals of Alexandru Ioan Cuza University of Iasi* 56(1): 21-32. (a)
- Grigore, M.N., Toma, C. and Boșcaiu, M. 2010. Ecological Implications of Bulliform Cells on Halophytes, In Salt and Water Stress Natural Conditions. *Scientific Annals of Alexandru Ioan Cuza University of Iasi* 56(2): 5-15. (b)
- Hameed, M., Ashraf, M. and Naz, N. 2009. Anatomical adaptations to salinity in cogon grass [*Imperata cylindrical* (L.) Raeuschel] from the Salt Range, Pakistan. *Plant Soil* 322 : 229-238.
- Hameed, M., Ashraf, M. and Naz, N. 2011. Anatomical and Physiological Characteristics Relating to Ionic Relations in Some Salt Tolerant Grasses From the Salt Range, Pakistan. *Acta Physiologiae Plantarum* 33: 1299-1409.
- Hameed, M., Ashraf, M., Ahmad, M.S.A. and Naz, N. 2010. Structural and Functional Adaptations in Plants for Salinity Tolerance. In: *Plant Adaptation and Phytoremediation*, Ashraf, M., Ozturk, M. and Ahmad, M.S.A. (eds.). 151-170. Van Godewijkstraat : Springer Science+Business Media. B.V. (a)

- Hameed, M., Ashraf, M., Naz, N. and Al-Qurainy, F. 2010. Anatomical adaptation of *Cynodorn dactylon* (L.) Pers. From the salt range Pakistan, to salinity stress I. Root and stem anatomy. *Pakistan Journal of Botany* 42(1) : 279-289. (b)
- Harinasut, P., Srisunak, S., Pitukchaisopol, S. and Charoensataporn, R. 2000. Mechanisms of Adaptation to Increasing Salinity of Mulberry : Proline Content and Ascorbate Peroxidase Activity in Leaves of Multiple Shoots. *ScienceAsia* 26 : 207-211.
- Heidari, M. 2011. Effects of Salinity Stress on Growth, Chlorophyll Content and Osmotic Components of Two Basil(*Ocimum basilicum* L.) Genotypes. *African Journal of Biotechnology* 11(2): 379-384.
- Henschke, C. 2007. Causes of dryland salinity. Government of South Australia Primary Industries and Resources SA. [www.pir.sa.gov.au/factsheets](http://www.pir.sa.gov.au/factsheets). (accessed June 14, 2013)
- Hwang, H. and Chen, S.C. 1995. Anatomical responses in *Kandelia candel* (L.) Druce seedlings growing in the presence of different concentrations of NaCl. *Botanical Bulletin of Academia Sinica* 36: 181-188.
- Ibemesim, R.I. 2010. Effect of Salinity and Wytch Farm Crude Oil on *Paspalum conjugatum* Bergius (Sour Grass). *Journal of Biological Sciences* 10(2) : 122-130.
- Jones, G.W. and Gorham, J. 2004. Intra- and Inter-cellular compartmentation of ions a study in specificity and plasticity. In: *Salinity: Environment-Plants-Molecules*, 159-180. Läuchli, A. and Lüttge, U. (eds.). New York: Kluwer Academic Publishers.
- Karmoker, J.J., Farhana, S. and Rashid, P. 2008. Effects of Salinity on Ion Accumulation in Maize (*Zea mays* L. cv. Bari-7). *Bangladesh Journal of Botany* 37(2) : 203-205.
- Kasera, P.K. and Mohammed, S. 2010. Ecology of Inland Saline Plants. In: *Desert Plants*, Ramawat, K.G. (ed.). 299-320. Berlin: Springer-Verlag.
- Kent, M. and Coker, P. 1992. *Vegetation Description and Analysis*. USA: CRC Press. 363 pp.
- Khan, M.J. And Qaiser, M. 2006. Halophytes of Pakistan: Characteristics, Distribution and Potential Economic Usages. In: *Ecosystem, Vol. II*, Khan, M.A., Kust, G.S., Barth, H.J. and Böer, B. (eds.). 129-153. Sabkha: Springer Netherlands.
- Koyro, H.W. 2006. Effect of salinity on growth, photosynthesis, water relations and solute composition of the potential cash halophyte *Plantago coronopus* (L.). *Environmental and Experimental Botany* 56: 136-146.

- Koyro, H.W., Geissler, N., Hussin, S. and Huchzermeyer, B. H. 2006. Mechanisms of cash crop halophytes to maintain yield and reclaim soils in arid areas. In: *Tasks for Vegetation Science-40 Ecophysiology of High Salinity Tolerant Plants*, 345-366. Khan, M.A. and Weber, D.J.(eds.). Dordrecht: Springer Publ.
- Koyro, H.W., Khan, M.A. and Lieth, H. 2011. Halophytic Crops: A Resource for the future to Reduce the Water Crisis?. *Emirates Journal of Food and Agriculture* 23(1): 01-16.
- Kumar, D. and Shivay, Y.S. 2008. *Definitional Glossary of Agricultural Terms Volume II Crop Sciences, Genetics, Biotechnology, Plant Breeding, Plant Physiology and Biochemistry, Plant Pathology, Plant Protection, Horticulture, Seed Science and Technology, Statistics, Internet, Library and Information Sciences, etc.* New Delhi: I.K. International Publishing House Pvt. Ltd. 308 op.
- Lakanmi, O.O. and Okusanya, O.T. 1990. Comparative Ecological Studies of *Paspalum vaginatum* and *Paspalum orbiculare* in Nigeria. *Journal of Tropical Ecology* 6(1): 103-114.
- Läuchli, A. and Grattan, S.R. 2007. Plant Growth and Development Under Salinity Stress. In: *Advances in Molecular Breeding Toward Drought*, Jenks, M.A., Hasegawa, P.M. and Jain, S.M. (eds.). 1-32. Netherlands: Springer.
- Lee, G. 2004. Salinity Tolerance of Seashore *Paspalum* Ecotypes: Shoot Growth Responses and Criteria. *HortScience* 39(5): 1138-1142.
- Longstreth, J. and Nobel, P.S. 1979. Salinity Effects on Leaf Anatomy, Consequences for Photosynthesis. *Plant Physiology* 63(4): 700-703.
- Majeed, A., Nisar, M.F. and Hussain, K. 2010. Effect of Saline Culture on the Concentration of  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  and  $\text{Cl}^-$  in *Agrostis tolonifera*. *Current Research Journal of Biological Sciences* 2(1): 76-82.
- Manousaki, E. and Kalogerakis, N. 2011. Halophytes Present New Opportunities in Phytoremediation of Heavy Metals and Saline Soils. *Industrial & Engineering Chemistry Research* 50: 656-660.
- Martins, S. and Alves, M. 2009. Anatomical features of species of Cyperaceae from northeastern Brazil. *Brittonia* 61(2): 189-200.

- Masterson, J. 2007. *Panicum repens*. Smithsonian Marine Station at Frot Pierce.  
[http://www.sms.si.edu/irlspec/Panicum\\_repens.htm](http://www.sms.si.edu/irlspec/Panicum_repens.htm). (accessed June 14, 2013).
- Mezni, M., Haffani, S. and Albouchi, A. 2012. Morphological and Physiological Studies in Three Alfalfa Varieties (*Medicago sativa* L.) under Salt Stress. *Journal of Agriculture and Veterinary Science* 1(4): 29-37.
- Miracle, B.R., Koteyeva, N.K., Voznesenskaya, E.V., Thomasson, J. R. and Edwards, G.E. 2009. Diversity in Leaf anatomy, and stomatal distribution and conductance, between salt marsh and freshwater species in the C4 genus *Spartina* (Poaceae). *New Phytologist* 184: 216-233.
- Mooney, A. and Canacell, J.G. 2002. *The Earth system: biological and ecological dimensions of global environmental change, vol.2 of Encyclopedia of Global Environmental Change*. West Sussex: John Wiley&Sons,LTD. 339 pp.
- Motooka et al. 2003. *Weeds of Hawai'i's Pastures and Natural Areas; An Identification and Management Guide*. USA: College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawai'i at Manoa.
- Munns, R. 2002. Comparative Physiology of Salt and Water Stress. *Plant, Cell and Environment* 25: 239-250.
- Munns, R., Husain, S, Riveli, A.R., James, R.A., Condon, A.G., Lindsay, M.P., Lagudah, E.S., Schactman, D.P. and Hare, R.A. 2002. Avenues for increasing salt tolerance of crops, and the role of physiologically based selection traits. *Plant and Soil* 247: 93-105.
- Munns, R. and Tester, M. 2008. Mechanisms of Salitniy Tolerance. *Annual Review of Plant Biology* 59: 651-681.
- Nagarajan, S. and Nagarajan, S. 2010. Abiotic Tolerance and Crop Improvement. In: *Abiotic Stress Adaptation in Plants*, Pareek, A., Sopory, S.K., Bohnert, H.J. and Govindjee (eds.). 1-14. Dordrecht: Springer.
- Nelson, S.C. 2003. *Morinda citrifolia (noni)*. USA: Permanent Agriculture Resources.
- Nivas, D., Gaikwad, D.K. and Chavan, P.D. 2011. Physiological Responses of Two *Morinda* Species under Saline Conditions. *American Journal of Plant Physiology* 6(3): 157-166.



- Ola, H.A.E., Farag, R.E., Eisa, S.S. and Habib, S.A. 2012. Morpho-Anatomical Changes in Salt Stressed Kallar Grass (*Leptochloa fusca* L. Kunth). *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences* 8(2): 158-166.
- Palgrave, K.C. 1988. *Trees of Southern Africa*. Cape Town: Struik Publishers. 820-1., อ้างถึงใน
- Yensen, N.P. 2007. Halophyte DataBase Salt-Tolerant Plants & Their Uses .United States Department of Agriculture. <http://www.ussl.ars.usda.gov/pls/caliche/Halophyte.query> (accessed June 14, 2013).
- Parida, A.K., Das, A.B. and Mitra, B. 2004. Effects of salt on growth, ion accumulation, photosynthesis and leaf anatomy of the mangrove, *Bruguiera parviflora*. *Trees* 18: 167-174.
- Pessaraki, M., Marcum, K.B. and Emam, Y. 2011. Relative Drought Tolerance of Various Desert Saltgrass (*Distichlis spicata*) genotypes. *Journal of Food, Agriculture & Environment* 9(1): 474-478.
- Qazim, M., Gulzar, S. and Khan, M.A. 2011. Halophytes as Medicinal Plants. In: *Urbanisation, Land Use, Land Degradation and Environment*, Ozturk, M., Mermut, A.R. and Celik, A. (eds.). 330-343. Delhi: Daya Publishing House.
- Qiu, D.L., Lin, P. and Guo, S.Z. 2007. Effects of Salinity on Leaf Characteristics and CO<sub>2</sub> / H<sub>2</sub>O Exchange of *Kandelia candel* (L.) Druce Seedlings. *Journal of Forest Science* 53(1): 13-19.
- Rabhi, M., Talbi, O., Atia, A., Abdelly, C. and Smaoui, A. 2008. Selection of a halophyte that could be used in the bioreclamation of salt-affected soils in arid and semi-arid regions. In: *Biosaline Agriculture and High Salinity Tolerance*, Abdelly, C., Ashraf, M. and Grignon, C. (eds.). 241-246. Switzerland: Birkhäuser Verlag.
- Ranganath, H.R., Prasad, G.S., Sheeb. 2002. The sedge *Eleocharis dulcis* (Burm. f.) Henschel (Cyperaceae) traps rice white stem borer *Scirpophaga innotata* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae) in Andamans. *Current Science* 83(4): 371-372.
- Rashid, P. and Ahmed, A. 2011. Anatomical adaptations of *Myriostachya wightiana* Hook.F. To Salt Stress. *Dhaka University Journal of Biological Sciences* 20(2): 205-208.
- Rengasamy, P. 2006. World Salinization with Emphasis on Australia. *Journal of Experimental Botany* 57(5): 1017-1023.

- Rewald, B., Shelef, O., Ephrath, J.E. and Rachmilevitch, S. 2013. Adaptive Plasticity of Salt-Stressed Root Systems. In: *Ecophysiology and Responses of Plants Under Salt Stress*, 169-202. Azooz, M.M. and Prasad, M.N.V. (eds.). New York: Springer.
- Santisuk, T. and Larsen, K. 2005. *Flora of Thailand Vol. 8 Part 1*. Bangkok: Prachacon Co. Ltd.
- Sarma, H. 2011. Metal Hyperaccumulation in Plants: A Review Focusing on Phytoremediation Technology. *Journal of Environmental Science and Technology* 4(2): 118-138.
- Saxena, A., Ragavan, P. and Saxena, M. 2013. Impact of Extreme Events on Salt-Tolerant Forest Species of Andaman and Nicobar Islands (India). In: *Crop Improvement Under Adverse Conditions*, Tuteja, N. and Gill, S.S. (eds.). 35-45. New York: Springer Science+Business Media.
- Schmidt, J.E. and Kaiser, W.M. 1987. Response of the Succulent Leaves of *Peperomia magnoliaefolia* to Dehydration. *Plant Physiology* 83: 190-194.
- Schmitz, N., Verheyden, A., Kairo, J.G., Beeckman, H. and Koedam, N. 2007. Successive cambia development in *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh. Is not climatically driven in the seasonal climate at Gazi Bay, Kenya. *Dendrochronologia* 25: 87-96.
- Sen, D.N. and Kasera, P.K. 2001. Biology and Physiology of Saline Plants. In: *Handbook of plant and crop physiology*, Pessarakli, M. (ed.). 563-581. Arizona: The university of Arizona Tucson Arizona.
- Shekhawat, V.P.S., Kumar, A. and Neumann, K-H. 2006. Bio-reclamation of Secondary Salinized Soils Using Halophytes. In: *Biosaline Agriculture and Salinity Tolerance in Plants*, Öztürk, M., Waisel, Y., Khan, M.A. and Görk, G. (eds.). Switzerland: Birkhäuser Verlag.
- Song, J., Feng, G., Tian, C. and Zang, F. 2005. Strategies for Adaptation of *Suaeda physophora*, *Haloxylon ammodendron* and *Haloxylon persicum* to a Saline Environment During Seed-Germination Stage. *Annals of Botany* 96: 399-405.
- Stocker, O. 1928. Das Halophytenproblem. *Ergebnisse der Biologie* 3: 265-353.
- Tanavud, C., Yongchalermchai, C., Bennui, A. and Densrisereekul, O. 2001. Expansion of Inland Shrimp Farming and Its Environmental Impacts in Songkla Lake Basin. *Kasetsart Journal (Natural Science)* 35 : 326-343.

- Teartisup, P. and Kerdseub, P. 2012. Remote Sensed Data and Multiphase Integration to classify Wetland types, Western Thailand. *International Conference on Future Environment and Energy* 28: 186-194.
- Thammarith, W. 2001. Remediation of Salt-Contaminated Soil From an Abandoned Shrimp Farm. Master's Thesis, Applied Science in Energy and Environmental Systems Faculty of Graduated Studies and Research, University of Regina.
- Tomilson, P.B. 1986. *The Botany of Mangroves*. USA: Cambridge University Press. 419 pp.
- Tu, N.D., Hung, L.M., Trai, L.T., Quynh, H.Q., Binh, N.Q. and Thomas, R. 2006. *Conservation of Key Coastal Wetland Sites in the Red River Delta: an assessment of IBAs 10 years on*. Hanoi: BirdLife International Vietnam Programme. 48 pp.
- Volkmar, K.M., Hu, Y. and Steppuhn, H. 1998. Physiological response of plants to salinity : A review. *Canadian Journal of Plant Science* 78: 19-27.
- Wahid, A. 2003. Physiological Significance of Morpho-Anatomical Features of Halophytes with Particular Reference to Cholistan Flora. *International Journal of Agriculture & Biology* 5(2): 207-212.
- Walsh, G.E. 1974. Mangrove: a review. In: *Ecology of Halophytes*, Reimold, R.J. and Queen, W.H. (eds.). 51-174. London: Academic Press Inc.
- Wang, M., Zheng, Q., Shen, Q. and Guo, S. 2013. The Critical Role of Potassium in Plant Stress Response. *International Journal of Molecular Sciences* 14: 7370-7390.
- Warrance, N.J., Bauder, J.W. and Pearson, K.E. 2003. *Basic of Salinity and Sodicty Effects on Soil Physical Properties*. Bozeman: Land Resources and Environmental Sciences Department Montana state University
- Whiting, D, Card, A. and Wilson, C. 2010. *Saline Soils*. USA: Colorado State University Extension.
- Wiggins, I.L. 1980. *Flora of Baja California*. California: Stanford University Press, อ้างถึงใน Yensen, N.P. 2007. Halophyte DataBase Salt-Tolerant Plants & Their Uses. United States Department of Agriculture.  
<http://www.ussl.ars.usda.gov/pls/caliche/Halophyte.query> (accessed June 14, 2013).
- Yadav, S., Irfan, M., Ahmad, A. and Hayat, S. 2011. Causes of salinity and plant manifestations of salt stress : A review. *Journal of Environmental Biology* 32 : 667-685.

- Yensen, N.P. 2007. Halophyte DataBase Salt-Tolerant Plants & Their Uses. United States Department of Agriculture. <http://www.ussl.ars.usda.gov/pls/caliche/Halophyte.query> (accessed June 14, 2013).
- Zachariades, C., Day, M., Muniappan, R. and Reddy, G.V.P. 2009. *Chromolaena odorata* (L.) King and Robison (Asteraceae). In: *Biological Control of Tropical Weeds using Arthropods*, Muniappan, R., Reddy, G.V.P. and Graham, E.H. (eds.). 130-161. Cambridge: Cambridge University Press.
- Zhu, J.K. 2007. Plant Salt Stress. In: *Encyclopedia of Life Sciences*. A. O'Daly (Ed.), pp. 1-3. J. Wiley and Sons Ltd., Chichester.

## ภาคผนวก

## ภาคผนวก 1

## 1. การเตรียมน้ำยาเอฟ เอ เอ สูตร 2 (Formalin Aceto Alcohol: FAA II)

ส่วนผสม

เอซิลแอลกอฮอล์ 90 มิลลิลิตร

กรดอะซิติกเข้มข้น 5 มิลลิลิตร

ฟอร์มาลิน 5 มิลลิลิตร

## 2. การเตรียม ethyl-butyl alcohol series

ตารางที่ 1 ส่วนผสมของสารเคมีในน้ำยาสำหรับใช้ในกระบวนการดิ่งน้ำออกจากเซลล์

น้ำยา เบอร์	บิวทิลแอลกอฮอล์ (มิลลิลิตร)	เอซิลแอลกอฮอล์ (มิลลิลิตร)	น้ำกลั่น (มิลลิลิตร)
1	0	5	95
2	0	10	90
3	0	20	80
4	0	30	70
5	10	40	50
6	20	50	30
7	35	50	15
8	55	40	5
9	75	25	0
10	100 (ผสมสีอีโอซิน (eosin))		
11	100		
12	50 (ผสมพาราฟินออย 50 มิลลิลิตร)		

หมายเหตุ : ตัวอย่างพืชที่ผ่านการคงสภาพในน้ำยา เอฟ เอ เอ สูตร 2 เริ่มที่น้ำยาระดับที่ 6

### 3. การเตรียมสีซาฟรานิน (safranin: $C_{20}H_{19}N_4Cl$ )

สารเคมี

ซาฟรานิน โอ	2 กรัม
เมทิลเซลลูโลส	100 มิลลิลิตร
เอทานอล 95%	50 มิลลิลิตร
โซเดียมอะซิเตท	2 กรัม
ฟอร์มาลิน	4 มิลลิลิตร

วิธีเตรียม

1. ใช้กระบอกตวงตวงเมทิลเซลลูโลสปริมาณ 100 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์
2. ชั่งสีซาฟรานินโอหนัก 2 กรัม ค่อยๆ ใสลงไป คนให้สีละลายเข้ากันดีโดยใช้แท่งแม่เหล็กช่วยคน
3. ใช้กระบอกตวงตวง เอทานอล 95% ปริมาณ 50 มิลลิลิตร เติมลงไปแล้วคนให้เข้ากัน
4. ชั่งโซเดียมอะซิเตทหนัก 2 กรัม ค่อยๆ ใสลงในสารละลายข้างต้นและคนจนกระทั่งโซเดียมอะซิเตทละลายหมด
5. ใช้ปิเปตต์ดูดฟอร์มาลินปริมาณ 4 มิลลิลิตร เทผสมลงไปนในสารละลาย คนให้เข้ากันดี
6. ใสสีที่ได้ในขวดใสสารสีฯ ติดฉลากข้างขวด ปิดฝาให้แน่น และเก็บในที่มืดที่อุณหภูมิห้อง

### 4. การเตรียมฟาสต์กรีน (fast green: $C_{37}H_{34}O_{10}N_2Na_2S_3$ )

สารเคมี

เมทิลเซลลูโลส	100 มิลลิลิตร
เอทานอลสัมบูรณ์	100 มิลลิลิตร
โคลฟอย	100 มิลลิลิตร

ฟาสต์กรีน

1.5 กรัม

วิธีเตรียม

1. ใช้กระบอกตวงตวงเมทิลเซลลูโลส โพรลัม และ โคลฟอยปริมาตรอย่างละ 100 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์รวมกัน คนให้สารละลายเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน
2. ชั่งฟาสต์กรีน หนัก 1.5 กรัม ใส่ในสารละลายข้างต้น คนจนสีละลายหมด
3. ใส่สีที่ได้ในขวดใส่สารสีฯ ตีคนลากข้างขวด ปิดฝาให้แน่น และเก็บในที่มืดที่อุณหภูมิห้อง

### 5. ขั้นตอนการละลายพาราฟิน (deparaffinization)

1. นำสไลด์แช่ในไซลีน 2 ครั้งๆ ละ 2-3 นาที ไซลีนจะละลายพาราฟินที่แทรกอยู่ในเนื้อเยื่อออก ขึ้นบางที่ผ่านการละลายพาราฟินออกแล้ว ต้องเอาน้ำเข้าแทนที่ โดยใช้สารที่เป็นตัวกลางที่มีคุณสมบัติละลายเข้ากันได้ดีทั้งกับ ไซลีนและน้ำ ที่นิยมใช้ทั่วไปคือ เอทานอล
2. นำมาแช่ในสารละลายที่มีส่วนผสมระหว่าง เอทานอลสัมบูรณ์ กับ ไซลีน อัตราส่วน 1:1 จำนวน 2 ครั้งๆละ 2 นาที เพื่อให้เอทานอลสัมบูรณ์ ล้างไซลีนออก และค่อยๆเข้าแทนที่ไซลีน แล้วจึงเปลี่ยนเป็น เอทานอลจากระดับความเข้มข้นสูงคือ เอทานอลสัมบูรณ์ เอทานอล 95%, 70% และ 50% ตามลำดับ ระดับความเข้มข้นละ 2 ครั้งๆ ละ 2 นาที

### 6. ขั้นตอนการย้อมสีซาฟรานิน ฟาสต์กรีน (Safranin and fast green staining)

1. จัดเตรียมชุดน้ำยาสำหรับย้อมสีใส่ในคอปป์ลิ้นจาร์ ตีคนลากด้านหน้าให้ชัดเจนเรียงตามลำดับขั้นตอนการย้อมสีซาฟรานินและฟาสต์กรีน
2. ขจัดพาราฟินออกจากชิ้นบางและเอาน้ำเข้าสู่เซลล์ตามขั้นตอนต่างๆที่กล่าวไว้
3. ย้อมสีที่ 1 โดยแช่สไลด์ชิ้นบางในสีซาฟรานินเป็นเวลา 1 คืน หรือมากกว่าตามความเหมาะสมของชิ้นส่วนพืชนั้นๆ
4. ล้างด้วยน้ำกลั่น 2 ครั้ง โดยแกว่งสไลด์เบาๆ
5. ดึงน้ำออกจากเซลล์ด้วยการจุ่มสไลด์ขึ้นลงในสารละลายกรดพิคริก (picric acid) 0.5% ในเอทานอล 95% เป็นเวลา 10 วินาที
6. จุ่มสไลด์ขึ้นลงในสารละลาย สารละลายแอมโมเนียม ไฮดรอกไซด์ (ammonium hydroxide) ในเอทานอล 95% เป็นเวลา 10 วินาที



7. จุ่มสไลด์ขึ้นลงในเอทานอลสัมบูรณ์ เป็นเวลา 10 วินาที
8. ย้อมสีที่ 2 ด้วยการหยด used clove oil fast green ทับลงบนชิ้นบางแล้วเทออกใส่ในขวด used clove oil fast green เดิม
9. หยดสีฟาสต์กรีนให้ท่วมชิ้นบาง เป็นเวลา 10-15 วินาที
10. เทสีฟาสต์กรีนบนสไลด์ออกพร้อมทั้งหยด used clove oil fast green ให้ไหลผ่านชิ้นบางลงในขวด used clove oil fast green เช่นเดิม
11. หยด new clove oil ล้างสีฟาสต์กรีนที่มากเกินไปออกโดยเทสีลงในขวด used clove oil fast green เช่นเดียวกัน
12. ใช้กระดาษทิชชูซับด้านล่างของแผ่นสไลด์แก้วและรอบๆชิ้นบางให้สะอาด
13. ทำให้ใสโดยแช่ในสารละลาย เอทานอลสัมบูรณ์ : ไซลีน อัตราส่วน 1:1 เป็นเวลา 1-2 นาที
14. แช่ในไซลีน 2 ครั้งๆ ละ 2 นาที
15. ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ วางให้แห้งในที่ราบที่อุณหภูมิห้อง

## ภาคผนวก 2

### การเตรียมสารละลายธาตุอาหาร Hoagland (Hoagland's nutrient solution)

(Hoagland and Arnon, 1995)

1. ทำการเตรียมและเติมสารละลายเข้มข้น (stock solution) ดังนี้

1M	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	5 มิลลิลิตร
1M	$\text{KNO}_3$	5 มิลลิลิตร
1M	$\text{MgSO}_4$	2 มิลลิลิตร
1M	$\text{KH}_2\text{PO}_4$	1 มิลลิลิตร
1M	Micronutrient	1 มิลลิลิตร
1M	FeEDTA	1 มิลลิลิตร

2. หลังจากผสมสารละลายเข้มข้นตามปริมาณที่กำหนดดังข้อ 1. ทำการปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนมีปริมาตร 1 ลิตร

หมายเหตุ : การเตรียมสารละลาย 1 โมลาร์ Micronutrient ปริมาตร 1 ลิตร ประกอบด้วย

$\text{H}_3\text{BO}_3$	2.86 กรัม
$\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	1.81 กรัม
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.22 กรัม
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.08 กรัม
$\text{H}_2\text{MoO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	0.02 กรัม

### ภาคผนวก 3

ตารางที่ 1 ค่าการนำไฟฟ้า พีเอชและปริมาณของโซเดียม คลอไรด์ โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียมและซัลเฟตไอออนของสารละลายดินในสภาวะอิ่มตัวของตัวอย่างดินจากสถานที่ศึกษา

ตัวอย่างดิน	ค่าการนำไฟฟ้า ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	ค่าพีเอช	โซเดียมไอออน (mg/kg)	คลอไรด์ไอออน (%w/w)	โพแทสเซียมไอออน (mg/kg)	แคลเซียมไอออน (mg/kg)	แมกนีเซียมไอออน (mg/kg)	ซัลเฟตไอออน (mg/kg)
พื้นที่คั่นบ่อที่ 1	7,800.76	4.59	1,060.13	1.14	663.30	1,565.28	530.99	823.00
พื้นที่คั่นบ่อที่ 1	10,914.55	3.69	759.78	1.05	827.13	1,916.89	586.66	4,829.00
พื้นที่คั่นบ่อที่ 2	7,530.22	4.19	339.59	0.91	177.80	1,279.04	466.18	600.00
พื้นที่คั่นบ่อที่ 2	10,865.86	3.51	891.80	1.03	681.21	2,185.96	612.21	4,114.00

ตารางที่ 2 ขนาดอนุภาคของตัวอย่างดินจากพื้นที่ศึกษาจำแนกเป็นเปอร์เซ็นต์ของอนุภาคดินเหนียว ดินทรายแป้ง และดินทราย

ตัวอย่างดิน	ขนาดอนุภาค			Texture
	%Clay	%Silt	%Sand	
พื้นที่คั่นบ่อที่ 1	31.95	25.39	42.66	Clay Loam
พื้นที่คั่นบ่อที่ 1	36.71	25.52	37.78	Clay Loam
พื้นที่คั่นบ่อที่ 2	17.70	21.40	60.90	Sandy Loam
พื้นที่คั่นบ่อที่ 2	34.76	32.12	33.12	Clay Loam

ตารางที่ 3 จำนวนแปลงที่พบ ค่าความถี่และความถี่สัมพัทธ์ของพืชบริเวณคันนาใน  
พื้นที่นาทุ่งท่งร้าง

ลำดับ ที่	ชนิด	พื้นที่ศึกษาที่ 1			พื้นที่ศึกษาที่ 2		
		จำนวน แปลงที่ พบ	ความถี่	ความถี่ สัมพัทธ์	จำนวน แปลงที่ พบ	ความถี่	ความถี่ สัมพัทธ์
1	<u>พืชใบเลี้ยงคู่</u> <i>Acacia auriculiformis</i> Blume	0	0	0	5	8.77	1.38
2	<i>Acacia mangium</i> Willd.	0	0	0	10	17.54	2.75
3	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	0	0	0	4	7.02	1.10
4	<i>Alternanthera sessilis</i> (L.) DC.	1	2.00	0.45	1	1.75	0.28
5	<i>Antidesma ghaesembilla</i> Gaertn.	22	44.00	9.95	15	26.32	4.13
6	<i>Ardisia elliptica</i> Thunb.	0	0	0	3	5.26	0.83
7	<i>Canavalia obtusifolia</i> DC.	19	38.00	8.60	1	1.75	0.28
8	<i>Capparis sepiaria</i> L.	5	10.00	2.26	0	0	0
9	<i>Cassia occidentalis</i> L.	0	0	0	1	1.75	0.28
10	<i>Cassytha filiformis</i> L.	0	0	0	5	8.77	1.38
11	<i>Casuarina equisetifolia</i> J.R. & G. Forst.	0	0	0	5	8.77	1.38
12	<i>Cayratia trifolia</i> (L.) Domin	9	18.00	4.07	3	5.26	0.83
13	<i>Chromolaena odoratum</i> (L.) R.M. King & H.Rob.	24	48.00	10.86	2	3.51	0.55
14	<i>Crotalaria striata</i> DC.	0	0	0	1	1.75	0.28
15	<i>Epaltes australis</i> Less.	0	0	0	1	1.75	0.28
16	<i>Excoecaria agallocha</i> L.	0	0	0	4	7.02	1.10
17	<i>Finlaysonia maritima</i> Backer ex K. Heyne	0	0	0	2	3.51	0.55

ตารางที่ 3 (ต่อ) จำนวนแปลงที่พบ ค่าความถี่และความถี่สัมพัทธ์ของพืชบริเวณคันนาใน  
พื้นที่นาทุ่งหึ่งร้าง

ลำดับ ที่	ชนิด	พื้นที่ศึกษาที่ 1			พื้นที่ศึกษาที่ 2		
		จำนวน แปลงที่ พบ	ความถี่	ความถี่ สัมพัทธ์	จำนวน แปลงที่ พบ	ความถี่	ความถี่ สัมพัทธ์
18	<i>Glochidion littorale</i> Blume	17	34.00	7.69	30	52.63	8.26
19	<i>Hedyotis corymbosa</i> (L.) Lam.	1	2.00	0.45	1	1.75	0.28
20	<i>Hibiscus tiliaceus</i> L.	7	14.00	3.17	8	14.04	2.20
21	<i>Ipomoea sagittaeifolia</i> Burm. f.	5	10.00	2.26	0	0	0
22	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	1	2.00	0.45	0	0	0
23	<i>Lindernia ciliata</i> (Colsm.) Pennell	1	2.00	0.45	1	1.75	0.28
24	<i>Lindernia crustacea</i> (L.) F.Muell.	1	2.00	0.45	1	1.75	0.28
25	<i>Melastoma malabathricum</i> L.	1	2.00	0.45	12	21.05	3.31
26	<i>Merremia umbellata</i> (L.) Hallier	0	0	0	1	1.75	0.28
27	<i>Mimosa pudica</i> L.	0	0	0	2	3.51	0.55
28	<i>Morinda citrifolia</i> L.	36	72.00	16.29	25	43.86	6.89
29	<i>Ocimum sanctum</i> L.	1	2.00	0.45	0	0	0
30	<i>Pluchea indica</i> (L.) Less.	26	52.00	11.76	20	35.09	5.51
31	<i>Shirakiopsis indica</i> (Willd.) Esser	4	8.00	1.81	3	5.26	0.83
32	<i>Solanum trilobatum</i> L.	4	8.00	1.81	1	1.75	0.28
33	<i>Sonneratia caseolaris</i> (L.) Engl.	0	0	0	0	0	0
34	<i>Spermacoce hispida</i> L.	0	0	0	1	1.75	0.28
35	<i>Terminalia catappa</i> L.	2	4.00	0.90	0	0	0
36	<i>Trianthema triquetra</i> Rottler & Willd.	1	2.00	0.45	6	10.53	1.65
37	<i>Tylophora flexuosa</i> R.Br.	0	0	0	1	1.75	0.28

38	<i>Ziziphus oenoplia</i> (L.) Mill.	11	22.00	4.98	8.77	22.00	1.38
----	-------------------------------------	----	-------	------	------	-------	------

ตารางที่ 3 (ต่อ) จำนวนแปลงที่พบ ค่าความถี่และความถี่สัมพัทธ์ของพืชบริเวณคันนาในพื้นที่นา  
ทุ่งหิ้งร้าง

ลำดับ ที่	ชนิด	พื้นที่ศึกษาที่ 1			พื้นที่ศึกษาที่ 2		
		จำนวน แปลงที่ พบ	ความถี่	ความถี่ สัมพัทธ์	จำนวน แปลงที่ พบ	ความถี่	ความถี่ สัมพัทธ์
1	<u>พืชใบเลี้ยงเดี่ยว</u> <i>Axonopus compressus</i> (Sw.) Beauv.	1	2.00	0.45	13	22.81	3.58
2	<i>Bulbostylis barbata</i> (Rottb.) C.B.Clarke	0	0	0	1	1.75	0.28
3	<i>Chrysopogon aciculatus</i> (Retz.) Trin.	2	4.00	0.90	17	29.82	4.68
4	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	7	14.00	3.17	20	35.09	5.51
5	<i>Cyperus compressus</i> L.	2	4.00	0.90	24	42.11	6.61
6	<i>Cyperus platystylis</i> R.Br.	2	4.00	0.90	8	14.04	2.20
7	<i>Eleocharis dulcis</i> Trin. ex Henschel.	0	0	0	0	0	0
8	<i>Eragrostis malayana</i> Stapf	1	2.00	0.45	2	3.51	0.55
9	<i>Fimbristylis ferruginea</i> (L.) Vahl	1	2.00	0.45	21	36.84	5.79
10	<i>Fimbristylis pauciflora</i> R.Br.	1	2.00	0.45	6	10.53	1.65
11	<i>Flagellaria indica</i> L.	0	0	0	5	8.77	1.38
12	<i>Murdannia nudiflora</i> (L.) Bren.	0	0	0	1	1.75	0.28
13	<i>Panicum repens</i> L.	0	0	0	20	35.09	5.51
14	<i>Paspalum orbiculare</i> Forst.	0	0	0	3	5.26	0.83
15	<i>Paspalum vaginatum</i> Swartz	3	6.00	1.36	24	42.11	6.61
16	<i>Zoysia matrella</i> (L.) Merr.	0	0	0	3	5.26	0.83
1	<u>เฟิร์น</u> <i>Acrostichum aureum</i> L.	2	4.00	0.90	14	24.56	3.86
	รวม	50	442.0	100	57	636.8	100

ตารางที่ 4 จำนวนแปลงที่พบ ค่าความถี่และความถี่สัมพัทธ์ของพืชบริเวณก้นบ่อในพื้นที่นาทุ่งตั้งร้าง

ลำดับ ที่	ชนิด	พื้นที่ศึกษาที่ 1			พื้นที่ศึกษาที่ 2		
		จำนวน แปลงที่ พบ	ความถี่	ความถี่ สัมพัทธ์	จำนวน แปลงที่ พบ	ความถี่	ความถี่ สัมพัทธ์
1	<i>Cyperus compressus</i> L	5	8.33	5.68	1	1.92	2.22
2	<i>Eleocharis dulcis</i> Trin. ex. Henschel	50	83.33	56.82	30	57.69	66.67
3	<i>Paspalum vaginatum</i> Swartz	33	55.00	37.50	13	25.00	28.89
4	<i>Sonneratia caseolaris</i> (L.) Engl.	0	0	0	1	1.92	2.22
	รวม	60	146.7	100	52	86.53	100

ตารางที่ 5 ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร) และจำนวนวันฝนตกรายเดือนในปี พ.ศ. 2554 ณ สถานี  
คองหงส์ กรมอุตุนิยมวิทยาอำเภอหาดใหญ่ สถานีคองหงส์  
(<http://www.songkhla.tmd.go.th/rain/ampore/shatyai.html>)

เดือน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ษ.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ปริมาณ	114.7	0.0	287.9	111.6	325.8	173.4	63.6	274.8	172.9	309.3	566.4	643.2
จำนวน วันฝน ตก	13	0	17	9	18	15	12	19	17	19	19	20
ฝนรวมทั้งปี 3043.6 มม. จำนวนวันฝนตกทั้งปี 178 วัน												

ตารางที่ 6 ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร) และจำนวนวันฝนตกรายเดือนในปี พ.ศ. 2555 ณ สถานี  
คองหงส์ กรมอุตุนิยมวิทยาอำเภอหาดใหญ่ สถานีคองหงส์

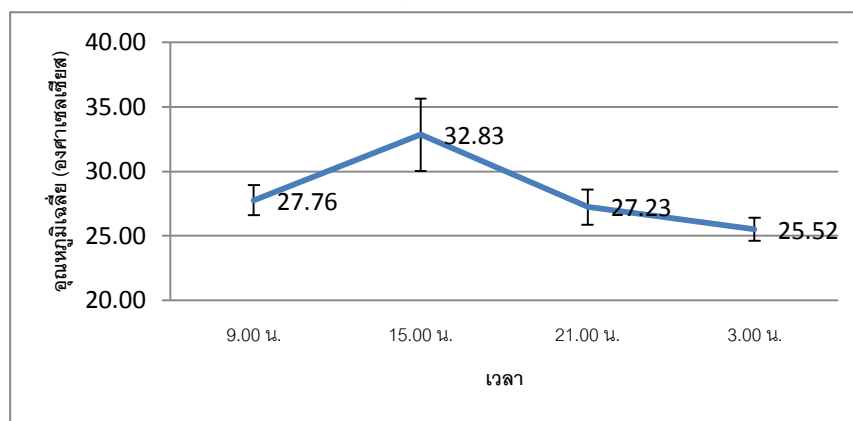
เดือน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ษ.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ปริมาณ	364.5	10.8	204.4	187.3	62.8	100.4	29.4	127.4	129.7	188.7	131.9	384.8
จำนวน วันฝน ตก	17	3	12	14	16	4	8	14	19	15	17	19
ฝนรวมทั้งปี 1922.10 มม. จำนวนวันฝนตกทั้งปี 158 วัน												

#### ภาคผนวก 4

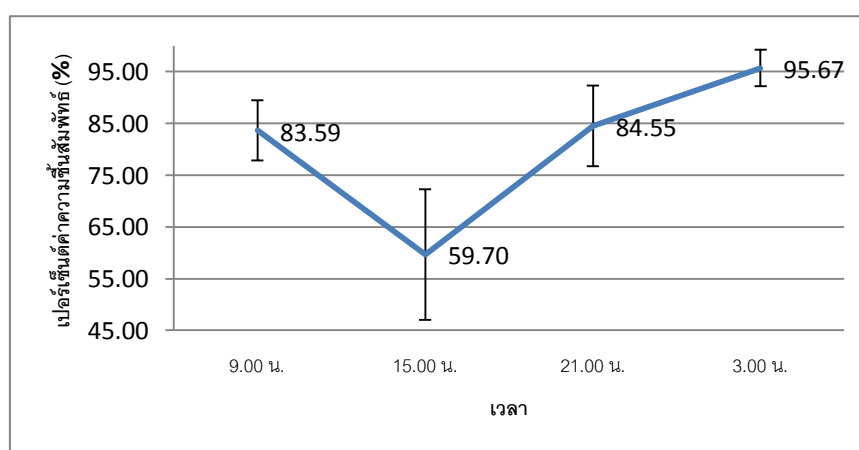
ตารางที่ 1 อุณหภูมิและเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดและต่ำสุดในรอบวันของ โรงเรือนเพาะชำขณะที่ทำการเพาะเลี้ยงพืช เดือนมิถุนายน – กันยายน พ.ศ. 2555

อุณหภูมิ สูงสุด (°T)	อุณหภูมิ ต่ำสุด (°T)	อุณหภูมิ เฉลี่ย (°T)	เปอร์เซ็นต์ ความชื้น สัมพัทธ์สูงสุด รอบวัน (%)	เปอร์เซ็นต์ ความชื้นสัมพัทธ์ ต่ำสุดรอบวัน (%)	เปอร์เซ็นต์ ความชื้น สัมพัทธ์เฉลี่ย (%)
38.45	22.73	28.45	99.54	39.02	80.31

กราฟที่ 1 อุณหภูมิเฉลี่ยรอบวันของ โรงเรือนเพาะชำขณะที่ทำการ เพาะเลี้ยงพืชเดือนมิถุนายน-กันยายน พ.ศ. 2555



กราฟที่ 2 เปอร์เซนต์ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรอบวันของ โรงเรือนเพาะชำ ขณะที่ทำการเพาะเลี้ยงพืชเดือนมิถุนายน ถึง กันยายน พ.ศ. 2555





ตารางที่ 2 น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความสูงของหญ้าสะกาดน้ำเค็มที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

โซเดียมคลอไรด์ (mM)	กระถางที่	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	ความสูงพืช (เซนติเมตร)
0	1	6.01	1.36	50.80
	2	8.88	1.38	105.90
	3	5.49	1.12	79.40
	4	7.04	1.24	85.40
	5	8.9	1.88	96.30
50	1	5.35	1.32	42.60
	2			
	3	6.33	1.05	74.50
	4	5.07	0.94	76.80
	5	3.59	0.71	32.00
100	1	5.25	0.99	54.40
	2	5.85	1.17	63.10
	3	5.52	0.98	69.00
	4	4.71	0.90	60.20
	5	2.8	0.52	56.40
200	1	2.34	0.45	48.50
	2	3.82	0.78	50.50
	3	3.86	0.83	47.10
	4	3.30	0.86	55.60
	5	2.50	0.48	28.00

หมายเหตุ : ช่องที่ไม่มีข้อมูลหมายถึงพืชตาย

ตารางที่ 3 ลักษณะทางกายวิภาคของรากของหญ้าสะกาดน้ำเค็มที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

โซเดียมคลอไรด์ (mM)	กระถางที่	เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เนื้อเยื่อเอกโซเคอร์มิส (%)	เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เนื้อเยื่อแองเจลิมา (%)	ความหนาของชั้นเอนโดเคอร์มิส ( $\mu\text{m}$ )	เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เมตาไซเล็ม (%)
0	1	24.19	54.19	11.13	1.20
	2	33.34	40.30	9.43	1.56
	3	39.39	41.90	8.80	0.97
	4	22.14	55.55	10.05	1.24
	5	24.92	44.45	7.90	1.78
50	1	30.50	46.03	10.34	1.10
	2				
	3	34.62	47.34	10.14	0.68
	4	25.61	47.21	9.04	0.65
	5	35.99	45.58	10.27	0.94
100	1	32.65	43.86	9.02	0.45
	2	32.06	42.08	8.89	0.78
	3	33.58	48.92	9.35	0.78
	4	28.65	46.34	13.29	0.42
	5	28.12	53.22	8.27	0.44
200	1	36.97	36.65	9.02	0.92
	2	31.47	49.58	12.48	0.69
	3	34.59	34.17	11.47	1.00
	4	42.83	35.21	9.56	0.58
	5	12.54	47.61	14.14	0.90

หมายเหตุ : ช่องที่ไม่มีข้อมูลหมายถึงพืชตาย

ตารางที่ 4 ลักษณะทางกายวิภาคของลำต้นของหญ้าสะกาดน้ำเค็มที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีเกลือ โซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

โซเดียมคลอไรด์ (mM)	กระถางที่	ความหนาของเนื้อเยื่อชั้นผิว ( $\mu\text{m}$ )	เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เนื้อเยื่อพารังคิมา (%)	เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่มัดท่อลำเลียง (%)	เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เนื้อเยื่อสเคลอเรนคิมา (%)	ความหนาของชั้นสเคลอเรนคิมา ( $\mu\text{m}$ )
0	1	9.29	85.19	9.53	5.29	23.82
	2	5.72	90.55	6.67	2.78	33.86
	3	6.11	89.30	7.51	3.19	23.11
	4	7.20	86.97	8.22	4.82	25.30
	5	6.51	88.74	8.82	2.44	23.60
50	1	7.82	87.18	8.76	4.05	21.68
	2					
	3	8.25	83.37	10.85	5.78	25.30
	4	8.48	81.60	10.41	7.99	23.82
	5	7.97	83.16	8.58	8.27	20.84
100	1	7.87	89.34	7.01	3.65	33.42
	2	10.46	88.02	7.28	4.70	32.11
	3	10.15	86.03	8.49	5.48	32.85
	4	8.82	83.98	9.86	6.16	32.65
	5	6.84	84.67	9.14	6.18	28.42
200	1	14.45	80.02	11.05	8.92	51.47
	2	11.57	81.58	9.60	8.82	44.10
	3	12.50	86.43	8.31	5.26	44.27
	4	10.32	87.22	7.60	5.18	43.82
	5	17.64	84.72	9.23	6.04	55.46

หมายเหตุ : ช่องที่ไม่มีข้อมูลหมายถึงพืชตาย

ตารางที่ 5 ลักษณะทางกายวิภาคของใบของหญ้าสะกาดน้ำเค็มที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีเกลือ โซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

โซเดียมคลอไรด์ (mM)	กระถางที่	ความหนาของเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบน(μm)	เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่มัดท่อลำเลียง (%)	เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เนื้อเยื่อสเคลอเรนจิม่า (%)	เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่กลุ่มเซลล์บัลลิสฟอร์ม (%)	ความหนาของชั้นมีโซฟิลล์ (μm)
0	1	18.24	5.72	1.47	5.14	93.48
	2	12.08	9.55	2.41	14.74	72.58
	3	15.13	11.38	4.74	10.66	65.84
	4	12.58	15.38	2.56	4.96	72.67
	5	10.49	12.57	2.05	11.31	68.51
50	1	20.07	9.25	4.96	8.61	68.83
	2					
	3	18.32	7.27	4.86	8.77	63.77
	4	21.97	9.80	2.61	7.88	79.33
	5	20.29	9.84	5.08	9.36	62.00
100	1	28.31	12.58	5.59	9.78	75.60
	2	23.54	13.47	5.96	8.96	52.46
	3	23.71	11.79	7.44	10.11	69.98
	4	24.80	13.71	4.00	11.58	75.91
	5	30.32	15.75	8.07	9.45	63.00
200	1	*	*	*	*	*
	2	25.47	13.71	7.41	9.96	76.49
	3	27.05	10.69	6.19	13.07	65.92
	4	35.53	11.55	5.12	12.03	65.95
	5	*	*	*	*	*

หมายเหตุ : ช่องที่ไม่มีข้อมูลหมายถึงพืชตาย

\* หมายถึง พืชอยู่รอดแต่ส่วนใบเหี่ยว

ตารางที่ 6 น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความสูงหน่อที่สูงที่สุดของกกเห่าทรงกระเทียมที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

โซเดียมคลอไรด์ (mM)	กระถางที่	ความสูงของหน่อที่สูงที่สุด (เซนติเมตร)	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)
0	1	81.90	2.77	0.52
	2	95.00	2.41	0.62
	3	84.50	2.22	0.44
	4	99.20	3.65	0.70
	5	82.40	2.53	0.47
50	1			
	2			
	3	67.80	2.43	0.72
	4	47.00	1.42	0.25
	5	73.00	2.55	0.50
100	1	22.80	0.72	0.24
	2			
	3	55.50	1.30	0.49
	4	46.20	1.01	0.21
	5			

หมายเหตุ : ช่องที่ไม่มีข้อมูลหมายถึงพืชตาย

ตารางที่ 7 ลักษณะทางกายวิภาคของรากของกกเห่าทรงกระเทียมปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีเกลือ โซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

โซเดียมคลอไรด์ (mM)	กระถางที่	เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เนื้อเยื่อเอกโซเดอริทิส (%)	เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เนื้อเยื่อแอเรงคิมา (%)	ความหนาของเอนโดเดอริทิส ( $\mu\text{m}$ )	เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เมตาไซเล็ม (%)
0	1	31.06	57.22	10.21	1.22
	2	15.54	68.44	12.68	0.69
	3	17.61	72.86	14.83	0.69
	4	16.79	76.84	14.39	0.59
	5	14.86	71.58	12.99	0.37
50	1				
	2				
	3	30.87	56.53	13.27	0.37
	4	35.92	46.80	11.66	0.42
	5	35.63	44.80	9.97	0.63
100	1	31.96	54.28	14.99	0.41
	2				
	3	24.70	61.85	13.36	0.43
	4	54.68	31.13	11.13	0.28
	5				

หมายเหตุ : ช่องที่ไม่มีข้อมูลหมายถึงพืชตาย

ตารางที่ 8 ลักษณะทางกายวิภาคของลำต้นของกกเหี่ยวทรงกระเทียมที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่มีเกลือ โซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

โซเดียมคลอไรด์ (mM)	กระถางที่	ความหนาของเนื้อเยื่อชั้นผิว ( $\mu\text{m}$ )	เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เนื้อเยื่อคลอเรลล์ (%)	เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เนื้อเยื่อพารังกิมา (%)	เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เนื้อเยื่อแอรังกิมา (%)	เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เนื้อเยื่อลำเลียง (%)
0	1	9.04	17.83	12.18	66.11	3.88
	2	11.81	17.65	15.94	63.11	3.29
	3	11.25	15.88	16.36	64.31	3.45
	4	11.14	22.15	21.69	51.24	4.91
	5	12.84	18.76	13.22	64.36	3.66
50	1					
	2					
	3	9.57	24.01	25.87	44.59	5.53
	4	11.84	23.20	21.86	51.10	3.84
	5	11.35	23.25	32.35	38.96	5.44
100	1	12.26	22.55	24.63	48.65	4.17
	2					
	3	7.83	18.62	24.12	54.45	4.16
	4	11.10	20.75	26.44	49.04	3.78
	5					

หมายเหตุ : ช่องที่ไม่มีข้อมูลหมายถึงพืชตาย

ตารางที่ 9 ค่าการนำไฟฟ้า และค่าพีเอชของสารละลายธาตุอาหารที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ผ่านการปลูกหญ้าสะกาดน้ำเค็มกับกกเหี่ยวทรงกระเทียม และไม่มีการปลูกพืช

โซเดียมคลอไรด์ (mM)	กระถางที่	หญ้าสะกาดน้ำเค็ม		กกเหี่ยวทรงกระเทียม		ไม่ปลูกพืช	
		ค่าการนำไฟฟ้า (dS/m)	ค่าพีเอช	ค่าการนำไฟฟ้า (dS/m)	ค่าพีเอช	ค่าการนำไฟฟ้า (dS/m)	ค่าพีเอช
0	1	0.364	7.0	0.500	7.2	0.609	6.7
	2	0.513	7.0	0.410	7.1		
	3	0.294	7.0	0.432	7.1		
	4	0.310	7.0	0.558	7.0		
	5	0.368	6.8	0.456	7.0		
50	1	1.960	6.5			2.870	6.5
	2						
	3	1.980	6.6	1.265	7.1		
	4	2.110	6.5	1.526	7.1		
	5	2.380	6.7	1.491	7.1		
100	1	3.800	6.7	2.950	6.9	4.380	7.1
	2	3.700	6.9				
	3	3.960	6.8	2.500	7.1		
	4	2.840	7.1	2.450	7.0		
	5	3.810	7.1				
200	1	4.420	7.1			10.800	7.2
	2	6.610	7.1				
	3	9.100	7.1				
	4	10.200	7.1				
	5	10.500	7.3				

หมายเหตุ : ช่องที่ไม่มีข้อมูลในคอลัมน์หญ้าสะกาดน้ำเค็มและกกเหี่ยวทรงกระเทียม หมายถึงพืชตาย



ตารางที่ 10 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว และ Duncan's Multiple Range Test ของความสูง น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง หน่อสะกาดน้ำเค็ม

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Plant Height	Between Groups	3745.292	3	1248.431	4.849	.015
	Within Groups	3861.740	15	257.449		
	Total	7607.032	18			
Fresh Weight	Between Groups	42.527	3	14.176	9.756	.001
	Within Groups	21.794	15	1.453		
	Total	64.321	18			
Dry Weight	Between Groups	1.335	3	.445	7.273	.003
	Within Groups	.918	15	.061		
	Total	2.253	18			

#### Post Hoc Tests

##### Plant Height

Duncan<sup>a,b</sup>

NaCl	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
200mM	5	45.9400	83.5600
50mM	4	56.4750	
100mM	5	60.6200	
0mM	5		
Sig.		.203	1.000

##### Fresh Weight

Duncan<sup>a,b</sup>

NaCl	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
200mM	5	3.1640	4.8260	7.2640
100mM	5	4.8260		
50mM	4			
0mM	5			
Sig.		.052	.746	1.000

ตารางที่ 10 (ต่อ) แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว และ Duncan's Multiple Range Test ของความสูง น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง หน้ำสะกาดน้ำเค็ม

**Dry Weight**

Duncan<sup>a,b</sup>

NaCl	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
200mM	5	.6800	
100mM	5	.9120	
50mM	4	1.0050	
0mM	5		1.3960
Sig.		.074	1.000

ตารางที่ 11 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว และ Duncan's Multiple Range Test ของลักษณะทางกายวิภาคของรากหน้ำสะกาดน้ำเค็ม

**ANOVA**

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Exodermis Percentage	Between Groups	27.217	3	9.072	.164	.919
	Within Groups	830.356	15	55.357		
	Total	857.573	18			
Aerenchyma Percentage	Between Groups	146.636	3	48.879	1.476	.261
	Within Groups	496.665	15	33.111		
	Total	643.301	18			
Endodermis Thickness	Between Groups	10.281	3	3.427	1.254	.325
	Within Groups	40.986	15	2.732		
	Total	51.268	18			
Metaxylem Percentage	Between Groups	1.591	3	.530	9.789	.001
	Within Groups	.812	15	.054		
	Total	2.403	18			

ตาราง 11 (ต่อ) แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว และ Duncan's Multiple Range Test ของลักษณะทางกายวิภาคของรากหญ้า สะกาดน้ำเค็ม

### Post Hoc Tests

#### Exodermis Percentage

Duncan<sup>a,b</sup>

NaCl	N	Subset for alpha = 0.05
		1
0mM	5	28.7960
100mM	5	31.0120
50mM	4	31.6800
200mM	5	31.6800
Sig.		.592

#### Aerenchyma Percentage

Duncan<sup>a,b</sup>

NaCl	N	Subset for alpha = 0.05
		1
200mM	5	40.6440
50mM	4	46.5400
100mM	5	46.8840
0mM	5	47.2780
Sig.		.123

#### Endodermis Thickness

Duncan<sup>a,b</sup>

NaCl	N	Subset for alpha = 0.05
		1
0mM	5	9.4620
100mM	5	9.7640
50mM	4	9.9475
200mM	5	11.3340
Sig.		.129

#### Metaxylem Percentage

Duncan<sup>a,b</sup>

NaCl	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
100mM	5	.5740	
200mM	5	.8180	
50mM	4	.8425	
0mM	5		1.3500
Sig.		.113	1.000

ตารางที่ 12 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว และ Duncan's Multiple Range Test ของลักษณะทางกายวิภาคของลำต้นหญ้า สะกาดน้ำเค็ม

		ANOVA				
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Epidermis Thickness	Between Groups	113.555	3	37.852	11.313	.000
	Within Groups	50.186	15	3.346		
	Total	163.741	18			
Parenchyma Percentage	Between Groups	61.093	3	20.364	3.278	.050
	Within Groups	93.183	15	6.212		
	Total	154.276	18			
Vascular bundle Percentage	Between Groups	6.625	3	2.208	1.526	.249
	Within Groups	21.704	15	1.447		
	Total	28.328	18			
Sclerenchyma Percentage	Between Groups	29.682	3	9.894	4.001	.028
	Within Groups	37.094	15	2.473		
	Total	66.777	18			
Sclerenchyma Thickness	Between Groups	1758.957	3	586.319	39.359	.000
	Within Groups	223.451	15	14.897		
	Total	1982.409	18			

#### Post Hoc Tests

##### Epidermis Thickness

Duncan<sup>a,b</sup>

NaCl	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
0 mM	5	6.9668	
50 mM	4	8.1300	
100 mM	5	8.8296	
200 mM	5		13.2960
Sig.		.158	1.000

##### Parenchyma Percentage

Duncan<sup>a,b</sup>

NaCl	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
50 mM	4	83.8275	
200 mM	5	83.9940	
100 mM	5	86.4080	86.4080
0 mM	5		88.1500
Sig.		.152	.301

ตารางที่ 12 (ต่อ) แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว และ Duncan's Multiple Range Test ของลักษณะทางกายวิภาคของลำต้นหญ้า สะกาดน้ำเค็ม

#### Vascular bundle Percentage

Duncan<sup>a,b</sup>

NaCl	N	Subset for alpha = 0.05
		1
0 mM	5	8.1500
100 mM	5	8.3560
200 mM	5	9.1580
50 mM	4	9.6500
Sig.		.097

#### Sclerenchyma Percentage

Duncan<sup>a,b</sup>

NaCl	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
0 mM	5	3.7040	
100 mM	5	5.2340	5.2340
50 mM	4		6.5225
200 mM	5		6.8440
Sig.		.156	.156

#### Sclerenchyma Thickness

Duncan<sup>a,b</sup>

NaCl	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
50 mM	4	22.9108		
0 mM	5	25.9376		
100 mM	5		31.8882	
200 mM	5			47.8248
Sig.		.248	1.000	1.000

ตารางที่ 13 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว และ Duncan's Multiple Range Test ของลักษณะทางกายวิภาคของใบหญ้า สะกดน้ำเค็ม

		ANOVA				
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Upper Epidermis Thickness	Between Groups	603.035	3	201.012	18.840	.000
	Within Groups	138.705	13	10.670		
	Total	741.739	16			
Vascular bundle Percentage	Between Groups	45.667	3	15.222	2.833	.079
	Within Groups	69.849	13	5.373		
	Total	115.516	16			
Sclerenchyma Percentage	Between Groups	40.122	3	13.374	7.437	.004
	Within Groups	23.379	13	1.798		
	Total	63.502	16			
Bulliform cells Percentage	Between Groups	17.034	3	5.678	.904	.466
	Within Groups	81.669	13	6.282		
	Total	98.703	16			
Mesophyll Thickness	Between Groups	150.389	3	50.130	.580	.638
	Within Groups	1123.256	13	86.404		
	Total	1273.645	16			

#### Post Hoc Tests

##### Upper Epidermis Thickness

Duncan<sup>a,b</sup>

NaCl	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
0mM	5	13.7040		
50mM	4		20.1625	
100mM	5			26.1360
200mM	3			29.3500
Sig.		1.000	1.000	.184

##### Vascular bundle Percentage

Duncan<sup>a,b</sup>

NaCl	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
50mM	4	9.0400	
0mM	5	10.9200	10.9200
200mM	3	11.9833	11.9833
100mM	5		13.4600
Sig.		.108	.161

ตารางที่ 13 (ต่อ) แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว และ Duncan's Multiple Range Test ของลักษณะทางกายวิภาคของใบหญ้า สะกาดน้ำเค็ม

Sclerenchyma Percentage				Bulliform cells Percentage			Mesophyll Thickness		
Duncan <sup>a,b</sup>				Duncan <sup>a,b</sup>			Duncan <sup>a,b</sup>		
NaCl	N	Subset for alpha = 0.05		NaCl	N	Subset for alpha = 0.05	NaCl	N	Subset for alpha = 0.05
		1	2			1			1
0mM	5	2.6460		50mM	4	8.6550	100mM	5	67.3900
50mM	4	4.3775	4.3775	0mM	5	9.3620	50mM	4	68.4825
100mM	5		6.2180	100mM	5	9.9760	200mM	3	69.4533
200mM	3		6.2400	200mM	3	11.6867	0mM	5	74.6160
Sig.		.088	.081	Sig.		.134	Sig.		.324

ตารางที่ 14 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว และ Duncan's Multiple Range Test ของความสูงของหน่อที่สูงที่สุดในกอน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของกกเหี่ยวทรงกระเทียม

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Plant Height	Between Groups	4311.185	2	2155.593	14.373	.002
	Within Groups	1199.800	8	149.975		
	Total	5510.985	10			
Fresh Weight	Between Groups	5.464	2	2.732	9.989	.007
	Within Groups	2.188	8	.274		
	Total	7.652	10			
Dry Weight	Between Groups	.107	2	.053	2.088	.186
	Within Groups	.205	8	.026		
	Total	.311	10			

ตารางที่ 14 (ต่อ) แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว และ Duncan's Multiple Range Test ของความสูงของหน่อที่สูงที่สุดในกอน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของกกเหี่ยวทรงกระเทียม

### Post Hoc Tests

#### Plant Height

Duncan<sup>a,b</sup>

NaCl	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
100mM	3	41.5000	
50mM	3	62.6000	
0mM	5		88.6000
Sig.		.053	1.000

#### Fresh Weight

Duncan<sup>a,b</sup>

NaCl	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
100mM	3	1.0100	
50mM	3		2.1333
0mM	5		2.7160
Sig.		1.000	.181

#### Dry Weight

Duncan<sup>a,b</sup>

NaCl	N	Subset for alpha = 0.05
		1
100mM	3	.3133
50mM	3	.4900
0mM	5	.5500
Sig.		.099



ตารางที่ 15 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว และ Duncan's Multiple Range Test ของลักษณะทางกายวิภาคของรากกกแก้ว ทรงกระเทียม

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Exodermis Percentage	Between Groups	751.687	2	375.843	4.380	.052
	Within Groups	686.540	8	85.817		
	Total	1438.227	10			
Aerenchyma Percentage	Between Groups	1108.156	2	554.078	5.456	.032
	Within Groups	812.421	8	101.553		
	Total	1920.578	10			
Endodermis Thickness	Between Groups	4.562	2	2.281	.699	.525
	Within Groups	26.104	8	3.263		
	Total	30.666	10			
Metaxylem Percentage	Between Groups	.242	2	.121	2.191	.174
	Within Groups	.442	8	.055		
	Total	.684	10			

#### Post Hoc Tests

##### Exodermis Percentage

Duncan<sup>a,b</sup>

NaCl	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
0mM	5	19.1720	
50mM	3	34.1400	34.1400
100mM	3		37.1133
Sig.		.066	.684

##### Aerenchyma Percentage

Duncan<sup>a,b</sup>

NaCl	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
100mM	3	49.0867	
50mM	3	49.3767	
0mM	5		69.3880
Sig.		.971	1.000

##### Endodermis Thickness

Duncan<sup>a,b</sup>

NaCl	N	Subset for alpha = 0.05
		1
50mM	3	11.6333
0mM	5	13.0215
100mM	3	13.1606
Sig.		.317

##### Metaxylem Percentage

Duncan<sup>a,b</sup>

NaCl	N	Subset for alpha = 0.05
		1
100mM	3	.3733
50mM	3	.4733
0mM	5	.7120
Sig.		.107

ตารางที่ 16 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว และ Duncan's Multiple Range Test ของลักษณะทางกายวิภาคของลำต้นกกแห้ว ทรงกระเทียม

		ANOVA				
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Epidermis Thickness	Between Groups	1.259	2	.629	.238	.793
	Within Groups	21.140	8	2.643		
	Total	22.399	10			
Chlorenchyma Percentage	Between Groups	47.684	2	23.842	6.451	.021
	Within Groups	29.568	8	3.696		
	Total	77.252	10			
Parenchyma Percentage	Between Groups	276.731	2	138.365	9.730	.007
	Within Groups	113.765	8	14.221		
	Total	390.496	10			
Aerenchyma Percentage	Between Groups	587.644	2	293.822	9.815	.007
	Within Groups	239.495	8	29.937		
	Total	827.139	10			
Vascular bundle Percentage	Between Groups	2.363	2	1.181	2.669	.129
	Within Groups	3.540	8	.443		
	Total	5.903	10			

### Post Hoc Tests

Epidermis Thickness			Chlorenchyma Percentage			
Duncan <sup>a,b</sup>			Duncan <sup>a,b</sup>			
NaCl	N	Subset for alpha = 0.05	NaCl	N	Subset for alpha = 0.05	
		1			1	2
100mM	3	10.3967	0mM	5	18.4540	
50mM	3	10.9200	100mM	3	20.6400	20.6400
0mM	5	11.2160	50mM	3		23.4867
Sig.		.542	Sig.		.173	.087

ตารางที่ 16 (ต่อ) แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว และ Duncan's Multiple Range Test ของลักษณะทางกายวิภาคของลำต้นกกแก้ว ทรงกระเทียม

**Parenchyma Percentage**

Duncan<sup>a,b</sup>

NaCl	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
0mM	5	15.8780	
100mM	3		25.0633
50mM	3		26.6933
Sig.		1.000	.585

**Vascular bundle Percentage**

Duncan<sup>a,b</sup>

NaCl	N	Subset for alpha = 0.05
		1
0mM	5	3.8380
100mM	3	4.0367
50mM	3	4.9367
Sig.		.071

**Aerenchyma Percentage**

Duncan<sup>a,b</sup>

NaCl	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
50mM	3	44.8833	
100mM	3	50.7133	
0mM	5		61.8260
Sig.		.199	1.000

## ภาคผนวก 5

### การเตรียมสารละลาย buffer pH 4 และ 7 (พัชรี, 2549)

#### 1. Buffer solution pH 4

ชั่งโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟทาเลท (Potassium hydrogen phthalate,  $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$ ) 10.21 กรัม (อบที่อุณหภูมิ 105-110 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง และเก็บไว้ใน desiccator ให้เย็นก่อน) ละลายด้วยน้ำกลั่นแล้วเทผ่านกรวยกรองลงใน volumetric flask ขนาด 1,000 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตร

#### 2. Buffer solution pH 7

ชั่งโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (Potassium di-hydrogen phosphate,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) 1.361 กรัม และ ไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (di-Sodium hydrogen phosphate,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ) 1.420 กรัม (สารทั้งสองชนิดต้องอบที่อุณหภูมิ 105-110 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง และเก็บไว้ใน desiccator ให้เย็นก่อน) ละลายด้วยน้ำกลั่นที่ต้มเป็นเวลา 15 นาที และทำให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้องลงใน volumetric flask ขนาด 1,000 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตร

### การเตรียม 0.01 N KCl (พัชรี, 2539)

ชั่งโพแทสเซียมคลอไรด์ (Potassium chloride, KCl) 0.7455 กรัม (อบที่อุณหภูมิ 105-110 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง และเก็บไว้ใน desiccator ให้เย็นก่อน) ละลายด้วยน้ำกลั่น เทผ่านกรวยกรองลงใน volumetric flask ขนาด 1,000 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตร

### การเตรียม Saturation extract และการวัดค่าการนำไฟฟ้าของดิน (พัชรี, 2539)

1. ตักดิน (ที่ฝังให้แห้งในที่ร่มและร้อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร) ประมาณ 300 กรัม ใส่บีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร
2. ค่อยๆ นิดน้ำลงไปพร้อมกับคนดินด้วยแท่งแก้วคน จนกระทั่งดินอิ่มตัวด้วยน้ำ
3. ถ่ายดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำนี้ลงไปใส่ในกรวยบุนเชเนอร์ (bunchner funnel) ที่มีขวดดูดระบบสุญญากาศ (suction flask) รองรับ
4. เปิดปั๊มสุญญากาศ (vacuum pump) เพื่อดูดส่วนที่เป็นของเหลวของดินออกมา
5. นำของเหลวที่ได้ไปวัดค่าการนำไฟฟ้าด้วยเครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (EC meter) โดย calibrate เครื่องด้วย std. 0.01N โพแทสเซียมคลอไรด์ ก่อนวัด

### การวัดค่าพีเอชของดิน (พัชรี, 2539)

1. ชั่งดิน (ที่ผึ่งให้แห้งในที่ร่มและร้อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร) ประมาณ 10 กรัม ใส่บีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร
2. ตวงสารละลายตัวกลาง (น้ำกลั่น) 25 มิลลิลิตร ใส่ตัวอย่างดิน
3. ใช้แท่งแก้วคนคนให้เข้ากัน ทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที ขณะตั้งทิ้งไว้ให้คนเป็นครั้งคราว
4. Calibrate เครื่องวัดค่าพีเอช (pH meter) ด้วย สารละลายบัฟเฟอร์ pH 4 และ pH 7 ก่อนวัด pH ของตัวอย่างดิน

### การวิเคราะห์หาปริมาณ Exchangeable โพแทสเซียม โซเดียม แคลเซียมและ แมกนีเซียมในดิน (พัชรี, 2539)

1. ชั่งดิน (ที่ผึ่งให้แห้งในที่ร่มและร้อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร) 5 กรัม ( $\pm 0.001$ ) ใส่ Erlenmeyer flask ขนาด 250 มิลลิลิตร
2. ปิเปตต์ น้ำยาสกัด 1 N แอมโมเนียมอะซิเตต (Ammonium acetate,  $\text{NH}_4\text{OAc}$ ) pH 7 จำนวน 50 มิลลิลิตร (ใช้ volumetric pipette) ใส่ตัวอย่างดิน
3. ปิดด้วยจุกยาง เขย่าด้วยเครื่อง 30 นาที แล้วนำไปกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 5 เก็บสารละลายไว้ในขวดพลาสติก
4. นำสารละลายที่กรองได้ไปตรวจวัดความเข้มข้นของ โพแทสเซียม โซเดียม แคลเซียม และ แมกนีเซียม โดยเปรียบเทียบกับ working standard ด้วย flame photometer หรือ atomic absorption spectrophotometer สำหรับ โพแทสเซียม และ โซเดียม และใช้ atomic absorption spectrophotometer สำหรับ แคลเซียม และ แมกนีเซียม โดยใช้ความยาวคลื่นตามที่วิธีการวิเคราะห์แต่ละธาตุกำหนด
5. สูตรคำนวณ

$$\text{Exch. K/Na/Ca/Mg (ppm)} = \text{ppm from curve} \times \frac{(\text{Final volume (ml)} \times \text{Extractant (ml)})}{\text{liq. (ml)} \times \text{wt. of soil (g)}}$$

### การวิเคราะห์หาปริมาณคลอไรด์ไอออน (พัชรี, 2539)

1. ชั่งดิน (ที่ผึ่งให้แห้งในที่ร่มและร้อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร ) 10 กรัม ( $\pm 0.01$ ) ใส่ Erlenmeyer flask ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร (ใช้ volumetric pipette)
2. ปิดด้วยจุกยาง นำไปเขย่าเป็นเวลา 30 นาที

3. กรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 5 เก็บสารละลายตัวอย่างไว้ในขวดพลาสติก
4. ปิเปตต์สารละลายตัวอย่าง 25 มิลลิลิตร (ใช้ volumetric pipette) ใส่ Erlenmeyer flask ขนาด 250 มิลลิลิตร เติม 5% โพแทสเซียมโครเมต (Potassium chromate,  $K_2CrO_4$ ) ซึ่งเป็นอินดิเคเตอร์ 3-4 หยด แล้วนำมาไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ไนเตรท (Silver nitrate,  $AgNO_3$ ) ที่จุดยุติจะได้ตะกอนสีแดงของซิลเวอร์โครเมต (Silver Chromate,  $Ag_2CrO_4$ )
5. ทำ blank เพื่อหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ไนเตรท โดยปิเปตต์สารละลายมาตรฐาน 0.05 N โซเดียมคลอไรด์ 5 มิลลิลิตร ใส่ Erlenmeyer flask ขนาด 250 มิลลิลิตร แล้วนำมาไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ไนเตรท ดำเนินการเช่นเดียวกับตัวอย่าง

#### วิเคราะห์หาปริมาณซัลเฟตไอออน (พัชรี, 2539)

1. ชั่งดิน (ที่ผึ่งให้แห้งในที่ร่มและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร ) 10 กรัม ( $\pm 0.01$ ) ใส่ Erlenmeyer flask ขนาด 250 มิลลิลิตร
2. ปิเปตต์ น้ำยาสกัดสารละลายแคลเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต ( $Ca(H_2PO_4)_2$ ) ความเข้มข้น 500 ppm ปริมาตร 50 มิลลิลิตร (ใช้ volumetric pipette) ใส่ตัวอย่างดิน
3. ปิดด้วยจุกยาง นำไปเขย่าเป็นเวลา 30 นาที
4. กรองตัวอย่างโดยใช้กระดาษกรองเบอร์ 5 เก็บสารละลายตัวอย่างไว้ในขวดพลาสติก
5. ปิเปตต์สารละลายตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร (ใช้ volumetric pipette) ใส่ Erlenmeyer flask ขนาด 25 มิลลิลิตร
6. เติมสารละลาย gelatin- $BaCl_2$  1 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น
7. ปิดจุก เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที
8. นำมาวัดความเข้มข้นของสารละลายด้วย spectrophotometer โดยใช้ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร
9. เตรียมสารละลายกัมมะถันมาตรฐานความเข้มข้น 0 2 4 6 8 และ 10 ppm โดยปิเปตต์สารละลายกัมมะถันมาตรฐานความเข้มข้น 50 ppm ปริมาตร 0 1 2 3 4 และ 5 มิลลิลิตร ใส่ volumetric flask ขนาด 25 มิลลิลิตร ดำเนินการเช่นเดียวกับตัวอย่าง
10. สูตรคำนวณ

$$\text{Exch S (ppm)} = \text{ppm from curve} \times \frac{(\text{Final volume (ml)} \times \text{Extractant (ml)})}{\text{liq. (ml)} \times \text{wt. of soil (g)}}$$

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นายอิทธิกร เงินหมื่น  
รหัสประจำตัวนักศึกษา 5410220124

## วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (ชีววิทยา) (เกียรตินิยมอันดับหนึ่ง)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2553

## ทุนการศึกษา (ที่ได้รับในระหว่างการศึกษา)

ทุนอุดหนุนการวิจัย จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

## การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

อิทธิกร เงินหมื่น อุปถัมภ์ มีสวัสดิ์ และช่อทิพย์ ปุรินทวรกุล. 2556. ผลของความเค็มต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายวิภาคศาสตร์ของหญ้าสะกาดน้ำเค็ม (*Paspalum vaginatum* Swartz) ในพื้นที่นาุ้งทิ้งร้าง. การประชุมวิชาการพฤกษศาสตร์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 7 ระหว่างวันที่ 3-5 เมษายน 2556 ณ อาคารหอประชุมพูนรามคำแหงมหาราช มหาวิทยาลัยรามคำแหง กรุงเทพมหานคร