15 กพ. 2549

การศึกษาการเจริญเติบโตของถั่วซีรูเลียมและถั่วพร้าในสภาวะที่มีความเค็ม

บทคัดย่อ

ของ

สุกานดา ดอกสันเทียะ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา
ตุลาคม 2548

สุกานดา ดอกสันเทียะ. (2548). *การศึกษาการเจริญเติบโตของถั่วซีรูเลียมและถั่วพร้าในสภาวะที่มีความเค็ม*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (ชีววิทยา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.คณะกรรมการควบคุม: รองศาสตราจารย์ ดร.เฉลิมชัย วงศ์วัฒนะ, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วีระพงศ์ เกียรติสุนทร

การศึกษาการเจริญเติบโตของถั่วซีรูเลียมและถั่วพร้าในสภาวะที่มีความเค็ม ดำเนินการทดลองที่ห้องปฏิบัติการ โดยใช้แสง 3,800 ลักซ์ นาน 13 ชั่วโมงต่อวัน และที่โรงเรือนสำหรับปลูกต้นไม้ ภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และในพื้นที่ดินเค็ม อำเภอขามสะแกแสง จังหวัดนครราชสีมา เปรียบเทียบการเจริญเติบโตและการสร้างปมรากของถั่วภายใต้สภาวะความเค็มต่างๆ กัน

ในระยะงอกพบว่าความงอกของเมล็ดลดลงตามความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ที่เพิ่มขึ้น เมล็ดถั่วซีรูเลียมจะใช้ระยะเวลาในการงอกนานขึ้น ความยาวต้นและรากหลังงอกของต้นกล้าถั่วซีรูเลียมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในถั่วพร้าจะได้รับผลกระทบเพียงเล็กน้อย โซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2.0% ขึ้นไปจะยับยั้งการงอกของเมล็ดถั่วทั้ง 2 ชนิด ในระยะต้นกล้านั้นการให้โซเดียมคลอไรด์ร่วมกับสารละลายธาตุอาหารแก่ต้นกล้าอายุ 7 และ 14 วันหลังงอก ทำให้การเจริญเติบโตของถั่วลดลงตามระดับความเค็มที่เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในถั่วซีรูเลียมทั้ง 2 อายุนั้น ความเค็มจะยับยั้งทั้งความสูงของต้น จำนวนใบ น้ำหนักแห้งของต้น จำนวนปมราก และน้ำหนักแห้งของราก ส่วนในถั่วพร้านั้นที่ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ต่ำ จนถึง 1.0% จะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าอายุ 7 วันมากกว่าต้นกล้าอายุ 14 วัน แต่พบว่าที่ความเข้มข้น 2.0% นั้นต้นกล้าอายุ 14 วันกลับไม่สามารถอยู่รอดได้ ซึ่งน่าจะเป็นผลจากการเจริญเติบโตที่ไม่เหมาะสมของถั่วพร้าในสภาพที่มีแสงน้อย

การทดสอบโดยปลูกถั่วในดินในกระถาง แล้วเริ่มให้สารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ แก่ต้นกล้าอายุ 2 สัปดาห์พบว่าต้นถั่วซีรูเลียมและถั่วพร้าสามารถเจริญเติบโตได้ในสภาวะที่มีความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์สูงที่สุด 1.0 และ 2.0% ตามลำดับ และความเค็มที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นมากกว่าทางด้านระบบราก ที่ความเค็มต่ำต้นถั่วจะมีการสร้างปมรากมากกว่าตัวเปรียบเทียบ แต่ขนาดของปมรากจะใหญ่ขึ้นตามความเค็มที่เพิ่มขึ้น

การทดสอบศักยภาพในการเจริญเติบโตของถั่วพร้าในสภาพพื้นที่ดินเค็มธรรมชาติที่อำเภอขามสะแกแสง โดยใช้เวลา 4 เดือนพบว่าการใช้เมล็ดปลูกนั้น เมล็ดถั่วพร้าที่ปลูกในหลุมที่รองก้นหลุมด้วยดินดำผสมโพลีเมอร์มีจำนวนต้นที่อยู่รอดต่อแปลง ความสูงต้น จำนวนใบ จำนวนฝัก น้ำหนักแห้งของต้น ความยาวราก และน้ำหนักแห้งของรากสูงกว่าต้นที่ปลูกในหลุมที่รองก้นหลุมด้วยดินดำอย่างเดียว และถั่วพร้าที่ปลูกจากเมล็ดทั้ง 2 กรรมวิธีไม่มีการสร้างปมราก ส่วนการ

ปลูกโดยใช้ต้นกล้าถั่วพร้าอายุ 2 สัปดาห์ในหลุมที่ไม่มีการรองก้นหลุมก่อนปลูก และมีการรองก้นหลุมด้วยดินดำและดินดำผสมโพลีเมอร์นั้น ในทุกกรรมวิธีทดลองพบว่าจำนวนต้นที่อยู่รอดต่อแปลงลดลงตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น และต้นถั่วที่ปลูกโดยมีวัสดุรองก้นหลุมโดยเฉพาะการรองด้วยดินดำผสมโพลีเมอร์นั้นจะมีการเจริญเติบโตดีกว่าต้นที่ปลูกโดยไม่มีการรองก้นหลุม วัสดุที่รองก้นหลุมอาจช่วยในการอุ้มน้ำและป้องกันความเค็มในระยะแรก

STUDY ON GROWTH OF *Calopogonium caeruleum* (Benth.) Sauv. AND *Canavalia ensiformis* (L.) DC. UNDER SALINE CONDITION

AN ABSTRACT

BY

SUGANDA DOKSUNTEA

Presented in partial fulfillment of the requirements

for the Master of Education degree in Biology

at Srinakharinwirot University

October 2005

Suganda Doksuntea. (2005). *Study on growth of Calopogonium caeruleum (Benth.) Sauv. and Canavalia ensiformis (L.) DC. under saline condition.* Master thesis, M.Ed. (Biology). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Assoc. Prof. Dr. Chalermchai Wongwattana, Assist. Prof. Dr. Verapong Kiatsoonthorn.

Studies on growth of *Calopogonium caeruleum* (Benth.) Sauv. and *Canavalia ensiformis* (L.) DC. under saline condition were conducted under artificial and natural lights at Department of Biology, Srinakharinwirot University, and under natural saline soil condition at Khamskaesaeng District, Nakornratchasima Province.

Seed germination decreased as NaCl concentration increased in both plants and their germinations were completely inhibited by 2.0% concentration of NaCl. In *C. caeruleum*, speed of germination, shoot and root length were significantly reduced with the increase of NaCl concentrations, whereas *C. ensiformis* was only slightly affected. A weekly treatment of NaCl at various concentrations to 7 and 14 days old seedlings of the legumes resulted in reducing plant height, leaves number per plant, plant dry weight, nodule dry weight and root dry weight in *C. caeruleum*, significantly with the increase in concentrations. In *C. ensiformis*, low concentration (up to 1.0%) of NaCl affected growth of 7 days old seedling more than 14 days old ones. However, the older seedlings could not survive in 2.0% NaCl solution through out period of experiment, this may be due to the improper growth of the plant under low light intensity. Both *C. ensiformis* seedlings did not produce root nodule in this test.

In pot tests under natural light using 2 weeks old seedlings, *C. caeruleum* and *C. ensiformis* could grow and survived in pots received NaCl solution at the concentrations up to 1.0 and 2.0%, respectively. NaCl affected shoot growth more than root growth, but nodulation was the most susceptible. At low NaCl concentration, nodule size was increased with the increase of NaCl concentrations.

Both salinity and drought in saline soil field at Khamskaesaeng District affected growth of *C. ensiformis* severely. In direct seeding, using fertile soil plus polymer to underlay the seeds at planting gave higher in number of plants per plot, plant height, number of leaves per plant, number of pods per plant, root length, and shoot and root dry

weights than using fertile soil alone. In this growing method, the plant produced non of root nodule. In transplanting of 2 weeks old seedlings, number of plants per plot decreased with time in all treatments. Using fertile soil or fertile soil plus polymer to underlay the root system of seedlings at planting made the plants grew better than directly planted seedling into soil. The underlaying materials might protect the plant from salinity and drought at early period after planting.

การศึกษาการเจริญเติบโตของถั่วซีรูเลียมและถั่วพร้าในสภาวะที่มีความเค็ม

ปริญญานิพนธ์
ของ
สุกานดา ดอกสันเทียะ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา
ตุลาคม 2548
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาการเจริญเติบโตของถั่วซีรูเลียมและถั่วพร้าในสภาวะที่มีความเค็ม

ของ

นางสาวสุกานดา ดอกสันเทียะ

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญสิริ จีระเดชากุล)

วันที่...7.....เดือน ตุลาคม พ.ศ.2548

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

..... ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.เฉลิมชัย วงศ์วัฒนะ)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระพงศ์ เกียรติสุนทร)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(อาจารย์ ดร.ละออ อัมพรพรรดิ์)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กรองแก้ว พู่พิทยาสถาพร)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จได้ ด้วยความช่วยเหลือจากรองศาสตราจารย์ ดร.เฉลิมชัย วงศ์วัฒนะ ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำ เป็นที่ปรึกษา และช่วยแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการวิจัย ทั้งยังอำนวยความสะดวกในการจัดหาสถานที่ เครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมีในการวิจัย ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระพงศ์ เกียรติสุนทร กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำ ช่วยตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของปริญญานิพนธ์นี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ และเจ้าหน้าที่ทุกท่านในสาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ให้ความรู้ คำแนะนำ และอำนวยความสะดวกในการดำเนินงานจนลุล่วงไปด้วยดี และขอขอบคุณอาจารย์ปรารถนา จันทร์ทา คุณพัชราพรรณ คงเพชรศักดิ์ และอาจารย์ชูชาติ เที่ยงธรรม รวมทั้งน้องๆ ในสาขาชีววิทยาและวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บผลการทดลอง และเป็นกำลังใจให้ผู้วิจัยเสมอมา

ขอขอบคุณคุณสุรศักดิ์ ศิริศรีมังกร ที่ให้ความอนุเคราะห์พื้นที่ที่ใช้ในการทดลองที่อำเภอขามสะแกแสง จังหวัดนครราชสีมา

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้กำลังใจและให้การสนับสนุน ช่วยเหลือแก่ผู้วิจัยด้วยดีตลอดมา และขอขอบคุณญาติพี่น้องทุกท่านที่ช่วยดูแลการทดลองในแปลงทดลอง อีกทั้งเป็นกำลังใจจนปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

สุกานดา ดอกสันเทียะ

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	3
	ความสำคัญของการวิจัย	4
	ขอบเขตของการวิจัย	4
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
	ดินเค็ม	5
	ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	6
	ผลของความเค็มต่อพืช	9
	กลไกในการทนเค็มของพืช	11
	พืชคลุมดิน	12
	ถั่วซีรูเลียม	13
	ถั่วพร้า	15
	โพลีเมอร์	16
	สภาพแวดล้อมของพื้นที่ศึกษา	17
3	วิธีดำเนินการวิจัย	18
	พืชทดลอง	18
	สถานที่ทำการทดลอง	18
	อุปกรณ์และสารเคมี	18
	วิธีดำเนินการทดลอง	19
	การทดลองที่ 1 การศึกษาความงอกของเมล็ดถั่ว และการเจริญของต้นกล้าหลังงอกในสภาวะที่มีความเค็มต่างๆ กัน	19
	การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของความเค็มต่อการเจริญเติบโตของถั่วในระยะต้นกล้า	19
	การทดลองที่ 3 การศึกษาการเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วและการสร้างปมรากภายใต้สภาวะความเค็ม	20
	การทดลองที่ 4 ศักยภาพของถั่วในการเจริญเติบโตในพื้นที่ดินเค็มในสภาพธรรมชาติที่อำเภอขามสะแกแสง จังหวัดนครราชสีมา	21
	การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	22

สารบัญ(ต่อ)

บทที่ หน้า

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 23
การทดลองที่ 1 การศึกษาความงอกของเมล็ดถั่ว และการเจริญของ
ต้นกล้าหลังงอกในสภาวะที่มีความเค็มต่างๆ กัน 23
1.1 ถั่วซีรูเลียม 23
1.2 ถั่วพร้า 23
การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของความเค็มต่อการเจริญเติบโตของถั่ว
ในระยะต้นกล้า 29
2.1 ถั่วซีรูเลียม 29
2.2 ถั่วพร้า 34
การทดลองที่ 3 การศึกษาการเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วและการสร้าง
ปมรากภายใต้สภาวะความเค็ม 38
3.1 ถั่วซีรูเลียม 38
3.2 ถั่วพร้า 39
การทดลองที่ 4 ศักยภาพของถั่วในการเจริญเติบโตในพื้นที่ดินเค็ม
ในสภาพธรรมชาติที่อำเภอขามสะแกแสง จังหวัดนครราชสีมา 43
4.1 การปลูกโดยใช้เมล็ด 43
4.2 การปลูกโดยใช้ต้นกล้าอายุ 2 สัปดาห์ 47

5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 51
สรุปผล 51
การทดลองที่ 1 การศึกษาความงอกของเมล็ดถั่ว และการเจริญของ
ต้นกล้าหลังงอกในสภาวะที่มีความเค็มต่างๆ กัน 51
1.1 ถั่วซีรูเลียม 51
1.2 ถั่วพร้า 51
การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของความเค็มต่อการเจริญเติบโตของถั่ว
ในระยะต้นกล้า 51
2.1 ถั่วซีรูเลียม 51
2.2 ถั่วพร้า 51
การทดลองที่ 3 การศึกษาการเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วและการสร้าง
ปมรากภายใต้สภาวะความเค็ม 52
3.1 ถั่วซีรูเลียม 52

สารบัญ(ต่อ)

บทที่		หน้า
5(ต่อ)	3.2 ถั่วพร้า	52
	การทดลองที่ 4 ศักยภาพของถั่วในการเจริญเติบโตในพื้นที่ดินเค็ม ในสภาพธรรมชาติที่อำเภอขามสะแกแสง จังหวัดนครราชสีมา	52
	4.1 การปลูกโดยใช้เมล็ด	52
	4.2 การปลูกโดยใช้ต้นกล้าอายุ 2 สัปดาห์	52
	อภิปรายผล	53
	1. ผลของความเค็มต่อการงอกของเมล็ด	53
	2. ผลของความเค็มต่อการการเจริญเติบโตของพืชในระยะต้นกล้า	53
	3. ผลของความเค็มต่อการการเกิดปมรากของถั่วในระยะต้นกล้า	55
	4. การศึกษาศักยภาพของถั่วในการเจริญเติบโตในพื้นที่ดินเค็มในสภาพธรรมชาติ	55
	ข้อเสนอแนะ	57
บรรณานุกรม		58
ภาคผนวก		66
ประวัติย่อผู้วิจัย		76

บัญชีตาราง

ตาราง หน้า

1 ปริมาณเกลือและอิทธิพลของเกลือในดินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช 5

2 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่มีต่อการงอกของเมล็ดถั่วซีรูเลียม และการเจริญเติบโตของต้นกล้าหลังงอก ที่ 7 วันหลังเพาะ 26

3 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่มีต่อการงอกของเมล็ดถั่วพร้า และการเจริญเติบโตของต้นกล้าหลังงอก ที่ 7 วันหลังเพาะ 28

4 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าถั่วซีรูเลียมอายุ 7 วัน หลังงอก ที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าและการเกิดปมราก ที่ 28 วัน หลังเริ่มให้เกลือ 32

5 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าถั่วซีรูเลียมอายุ 14 วัน หลังงอก ที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าและการเกิดปมรากที่ 28 วัน หลังเริ่มให้เกลือ 33

6 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าถั่วพร้าอายุ 7 วัน หลังงอก ที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าที่ 28 วัน หลังเริ่มให้เกลือ 36

7 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าถั่วพร้าอายุ 14 วัน หลังงอก ที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าที่ 28 วัน หลังเริ่มให้เกลือ 37

8 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆที่ให้ทางดินแก่ต้นกล้าถั่วซีรูเลียม อายุ 2 สัปดาห์ ที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าและการสร้างปมราก ที่ 8 สัปดาห์ หลังให้เกลือ 41

9 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆที่ให้ทางดินแก่ต้นกล้าถั่วพร้าอายุ 2 สัปดาห์ ที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าและการสร้างปมรากที่ 8 สัปดาห์หลังให้เกลือ 42

10 การเจริญเติบโตของถั่วพร้าที่ปลูกโดยใช้เมล็ดในพื้นที่ดินเค็มในธรรมชาติ ที่อำเภอขามสะแกแสง จังหวัดนครราชสีมา โดยใช้กรรมวิธีการปลูกที่แตกต่างกัน ที่อายุ 4 เดือนหลังจากเริ่มปลูก 46

11 การเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วพร้า อายุ 2 สัปดาห์ ในพื้นที่ดินเค็มในธรรมชาติ ที่อำเภอขามสะแกแสง จังหวัดนครราชสีมา โดยใช้กรรมวิธีการปลูกที่แตกต่างกัน ที่อายุ 4 เดือนหลังจากเริ่มปลูก 50

12 ส่วนประกอบของสารที่ใช้เตรียมสารอาหารสูตรของ Machlis & Toory ในน้ำกลั่น 1 ลิตร 67

บัญชีตาราง(ต่อ)

ตาราง หน้า

13 ปริมาณน้ำฝนในช่วงเดือนกรกฎาคม-ตุลาคม 2547 อำเภอขามสะแกแสง
จังหวัดนครราชสีมา 68

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
1	ถั่วซีรูเลียม (*Calopogonium caeruleum* (Benth.) Sauv).	14
2	ถั่วพร้า(*Canavalia ensiformis* (L.) DC.)	16
3	การงอกของเมล็ดถั่วซีรูเลียมที่ได้รับสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ กัน ที่ระยะเวลาต่างๆ กันหลังเพาะ	25
4	การงอกของเมล็ดถั่วพร้าที่ได้รับสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ กัน ที่ระยะเวลาต่างๆ กันหลังเพาะ	27
5	ผลของโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อความสูงของต้นกล้าถั่วซีรูเลียมอายุ 7 และ 14 วันหลังงอก ที่เวลาต่างๆ กันหลังให้เกลือ	31
6	ผลของโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อความสูงของต้นกล้าถั่วพร้าอายุ 7 และ 14 วันหลังงอก ที่เวลาต่างๆ กันหลังให้เกลือ	35
7	การเจริญเติบโตของถั่วพร้าที่ปลูกโดยใช้เมล็ดในพื้นที่ดินเค็มในธรรมชาติที่อำเภอขามสะแกแสง จังหวัดนครราชสีมา โดยใช้กรรมวิธีการปลูกที่แตกต่างกัน ที่เวลาต่างกันหลังจากปลูก	45
8	การเจริญเติบโตของถั่วพร้าที่ปลูกโดยใช้ต้นกล้า อายุ 2 สัปดาห์ ในพื้นที่ดินเค็มในธรรมชาติที่อำเภอขามสะแกแสง จังหวัดนครราชสีมา โดยใช้กรรมวิธีการปลูกที่แตกต่างกัน ที่เวลาต่างกันหลังจากปลูก	49
9	ภาชนะสำหรับปลูกถั่ว (Applied Leonard Jar)	67
10	การทดลองที่ 1 การศึกษาความงอกของเมล็ดและการเจริญของต้นหลังงอกในสภาวะที่มีความเค็มต่างๆ กัน	69
11	ผลของความเค็มต่อการเจริญเติบโตของกล้าถั่วซีรูเลียมอายุ 7 วันหลังงอก	70
12	การทดลองที่ 3 การศึกษาการเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วและการสร้างปมรากภายใต้สภาวะความเค็ม	70
13	การเจริญเติบโตของถั่วซีรูเลียม ที่ 8 สัปดาห์หลังจากได้รับสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ กัน	71
14	ลักษณะอาการของถั่วซีรูเลียมที่ได้รับสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ กัน เมื่อทดสอบในดินในกระถาง	71
15	ลักษณะของระบบรากและปมรากของถั่วพร้า ที่ 8 สัปดาห์หลังจากได้รับสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ กัน เมื่อทดสอบในดินในกระถาง	72
16	ลักษณะปมรากของถั่วพร้า	72
17	การศึกษาศักยภาพของถั่วในการเจริญเติบโตในพื้นที่ดินเค็มในสภาพธรรมชาติที่อำเภอขามสะแกแสง จังหวัดนครราชสีมา	73

บัญชีภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพประกอบ หน้า

18 การเจริญเติบโตของถั่วพร้าที่ปลูกโดยใช้เมล็ดในแปลงทดลอง 74
19 การเจริญเติบโตของถั่วพร้าที่ปลูกโดยใช้ต้นกล้าอายุ 2 สัปดาห์ ในแปลงทดลอง 75

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ประชากรส่วนใหญ่มีอาชีพทางการเกษตร ดังนั้น เศรษฐกิจของประเทศจึงขึ้นอยู่กับผลผลิตการเกษตร (มานพ ตันฑะเตมีย์. 2540: 24) แต่ขณะนี้ประเทศไทยประสบปัญหาจากการบุกรุกทำลายป่า เพื่อใช้ที่ดินประกอบอาชีพเกษตรกรรม (พิชัย วิชัยดิษฐ์. 2540: 174) ทำให้เกิดปัญหาความเสื่อมโทรมของดินและอุทกศาสตร์ของน้ำในบริเวณนั้นเปลี่ยนแปลงไป เกิดการชะล้างพังทลายของหน้าดิน แร่ธาตุอาหารที่อยู่ในดินก็จะถูกพัดพาสูญเสียไป และบางแห่งก็ทำให้เกิดดินเค็ม เนื่องจากน้ำจะไหลลงไปสู่ระบบน้ำใต้ดินที่เค็ม ทำให้เกิดการยกระดับของน้ำใต้ดินที่เค็มสูงขึ้นมาในระดับที่ก่อให้เกิดปัญหาดินเค็มได้ (ชัยนาม ดิสถาพร. 2540: 233-234)

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทยมีพื้นที่ประมาณ 106.8 ล้านไร่ หรือประมาณร้อยละ 33.13 ของประเทศ (1 ใน 3 ของพื้นที่ประเทศไทย) (อกนิษฐ ป้องภัย. 2537: 16) ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม มีฐานะความเป็นอยู่ยากจน เนื่องมาจากผลผลิตทางการเกษตรอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งมีปัญหามาจากความแห้งแล้งและความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ โดยเฉพาะปัญหาดินเค็มซึ่งมีอยู่ทั่วไปประมาณ 37.2 ล้านไร่ หรือร้อยละ 37 ของพื้นที่ทั้งหมด (ปราโมทย์ แย้มคลี่. 2540: 240) ซึ่งพื้นที่ดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือแบ่งเป็นดินเค็มจัด 1.5 ล้านไร่ ดินเค็มปานกลาง 3.7 ล้านไร่ ดินเค็มน้อย 12.6 ล้านไร่ และดินที่มีศักยภาพในการเกิดการแพร่กระจายดินเค็มอีก 19.4 ล้านไร่ ลักษณะของดินเค็มที่สังเกตได้คือจะเห็นขุยเกลือขึ้นตามผิวดิน หรือเป็นที่ว่างเปล่าไม่มีพืชอื่นขึ้นได้ ยกเว้นพืชทนเค็ม ในพื้นที่เดียวกันความเค็มของดินไม่สม่ำเสมอกัน จะแตกต่างกันระหว่างชั้นความลึกของดิน ซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล ในฤดูฝนเกลือจะถูกชะล้างไปสะสมที่ชั้นล่างของดิน ส่วนฤดูแล้งน้ำจะระเหยขึ้นมาทำให้เกลือเกิดการสะสมอยู่ที่ผิวดินและดินชั้นบน เพราะลักษณะเนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินทราย การขึ้นลงของเกลือตามชั้นดินจึงเป็นไปอย่างรวดเร็ว ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีความเค็มไม่สม่ำเสมอกันมากกว่าดินเค็มชายทะเล ถ้าไม่มีการจัดการดินและน้ำในพื้นที่ดินเค็มอย่างถูกวิธี จะทำให้เกิดปัญหาการแพร่กระจายดินเค็มอย่างรุนแรงได้ (กรมพัฒนาที่ดิน. ม.ป.ป.: 5-6)

ดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเกิดจากการมีชั้นเกลือหิน (Rock salt) ฝังตัวอยู่ในแอ่งสกลนครและแอ่งโคราช นอกจากนั้นยังพบแหล่งเกลืออยู่ในหินดินดานและหินทราย (Shale and sandstone) ที่มีเกลือเป็นองค์ประกอบ จากการใช้ทรัพยากรธรรมชาติโดยขาดความระมัดระวัง เช่น การตัดไม้ทำลายป่าและการผลิตเกลือสินเธาว์เพื่อนำมาบริโภคและใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ ทำให้เกิดการแพร่กระจายของดินเค็มไปยังบริเวณที่ลุ่มต่ำต่างๆ โดยเฉพาะบริเวณที่ปลูกข้าว บริเวณ

พื้นที่ดินเค็มมักถูกทิ้งให้ว่างเปล่าไม่มีการปลูกพืชหรือทำการเกษตร เนื่องจากการเพาะปลูกในบริเวณดังกล่าวจะให้ผลผลิตต่ำ หรือถ้าบริเวณนั้นดินเค็มจัดก็จะไม่ให้ผลผลิตเลย เนื่องจากพืชไม่สามารถเจริญได้เพราะไม่สามารถทนสภาพความเค็มจัดของดินได้ (บุปผา โตภาคงาม; และ เอนก โตภาคงาม. 2542: 1)

ปัญหาดินเค็มที่เกิดขึ้นถ้าไม่มีการควบคุมที่ดี ก็จะก่อให้เกิดผลเสียต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรุนแรงได้ ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากการจัดการพื้นที่โดยมิได้คำนึงถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้น ถ้าไม่มีการป้องกันและแก้ไข ดินเค็มก็จะแพร่กระจายต่อไปในอัตราที่รวดเร็ว ซึ่งจะส่งผลต่อสภาพเศรษฐกิจและสังคมของพื้นที่นั้นและประเทศชาติต่อไป (สมศรี อรุณินท์. 2540: 23) มาตรการหลักในการจัดการพื้นที่ดินเค็ม ได้แก่ การป้องกันไม่ให้เกิดการแพร่กระจายดินเค็มเพิ่มมากขึ้น การแก้ไขลดระดับความเค็มของดินลงให้สามารถปลูกพืชได้ และการใช้พื้นที่ดินเค็มให้เกิดประโยชน์ตามสภาพที่เป็นอยู่ (กรมพัฒนาที่ดิน. ม.ป.ป.: 23-24) ซึ่งวิธีการที่ประหยัดที่สุดวิธีหนึ่งในการแก้ปัญหาดินเค็มก็คือการใช้พื้นที่ดังกล่าวในการปลูกพืชทนเค็มจัดที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้งเป็นพืชคลุมดิน ช่วยลดความรุนแรงของการสะสมเกลือที่ถูกพาขึ้นมาสะสมบนหน้าดินตามขบวนการระเหยน้ำออกจากดิน เป็นการช่วยป้องกันการแพร่กระจายดินเค็ม และช่วยปรับปรุงดินได้ โดยซากของพืชจะเป็นอินทรียวัตถุเพิ่มเติมให้แก่ดิน เมื่อสภาพแวดล้อมดีขึ้น ปัญหาการสะสมเกลือบนผิวดินลดลงไม่เสื่อมโทรมแห้งแล้ง ก็จะเกิดผลดีมีพืชอื่นๆขึ้นตามมาได้ภายหลัง (อรุณี ยูวะนิยม; และ สมศรี อรุณินท์. 2540: 4-18)

การปลูกพืชคลุมดินนิยมใช้พืชตระกูลถั่วและพืชตระกูลหญ้าโดยมีการใช้ประโยชน์พืชคลุมดินในลักษณะต่างๆ เช่น การปลูกพืชคลุมดินในพื้นที่ทำการเกษตร การปลูกพืชคลุมดินในบริเวณที่ดินเสื่อมโทรม การปลูกพืชคลุมดินในสวนผลไม้และสวนยางพารา เป็นต้น ทั้งนี้จะต้องมีการปรับใช้พืชคลุมดินให้เหมาะสมในแต่ละท้องถิ่น (วิชัย สุวรรณเกิด; ดิเรก เทพาทิพย์; และ สามภพ จันทรมณี. 2534: 132-145) พืชคลุมที่ดีควรมีคุณสมบัติดังนี้ ปฏิบัติดูแลง่าย มีอัตราการเจริญเติบโตเร็วและสามารถขึ้นปกคลุมดินได้รวดเร็ว ให้มวลชีวภาพสูง มีความทนทานต่อโรคและแมลงไม่เป็นที่อาศัยของโรคแมลงของพืชเศรษฐกิจ สามารถกำจัดง่าย (อาทิตย์ สุขเกษม. 2546: 49 ; อ้างอิงจาก Hatfield; & Stewart. 1994. Advance in Soil Science.) เป็นพืชที่มีอายุหลายปี มีระบบรากแน่นหนาแผ่สาขาได้มาก ทนทานต่อสภาพแวดล้อม และควรเป็นพืชตระกูลถั่ว เพราะจะช่วยเพิ่มธาตุไนโตรเจนให้กับดินและเป็นปุ๋ยพืชสดได้อีกทางหนึ่งด้วย (ไชยา เพ็งอุ่น. 2539: 11-12)

พืชตระกูลถั่วเป็นพืชที่เหมาะสำหรับการนำมาใช้เพื่อการปกคลุมและบำรุงดิน เนื่องจากสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศแล้วสะสมไว้ในปมราก จากการกระทำของแบคทีเรียไรโซเบียมที่เข้าไปอาศัยอยู่ในรากพืชตระกูลถั่วแบบพึ่งพาอาศัยกัน โดยไปทำให้รากพืชตระกูลถั่วเกิดปมที่สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศให้มาอยู่ในรูปของสารประกอบไนโตรเจน ทำให้พืชอื่นสามารถนำไนโตรเจนที่ตรึงได้นี้ไปใช้ต่อไป พืชตระกูลถั่วจึงเป็นแหล่งของธาตุไนโตรเจนที่ได้จากธรรมชาติช่วยให้ดินมีคุณภาพดีขึ้น (จักรกฤษณ์ หอมจันทร์; และ เทพฤทธิ์ ตุลาพิทักษ์. 2530: 1-3) จึงมีการนำพืชตระกูลถั่วมาใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงบำรุงดินอย่างแพร่หลาย เช่น มีการใช้

Calopogonium mucunoides Desv., *Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth., *Centrosema pubescens* Benth. และ *Calopogonium caeruleum* (Benth.) Sauv. เป็นพืชคลุมดินในสวนยางพารา เพื่อช่วยควบคุมการเจริญเติบโตของวัชพืชและช่วยเพิ่มธาตุอาหารในดิน (สถาบันวิจัยยาง. 2545: 45-46) มีการนำโสนอัฟริกัน (*Sesbania rostrata* Brem.) ปอเทือง (*Crotalaria juncae*) และถั่วพร้า (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.) มาใช้เป็นปุ๋ยพืชสด เนื่องจากสามารถเปลี่ยนเป็นปุ๋ยพืชได้เร็ว (พัฒนา อภิญดา. 2545: 3) นอกจากนั้นกรมพัฒนาที่ดินยังได้มีการส่งเสริมให้ใช้โสนอัฟริกันในการปรับปรุงพื้นที่ดินเค็ม เนื่องจากเป็นพืชตระกูลถั่วที่สามารถเจริญเติบโตได้ในพื้นที่ดินเค็ม โตเร็วให้มวลชีวภาพสูง ทนเค็ม ทนแล้ง ทนสภาพน้ำขัง มีปมทั้งที่รากและที่ลำต้น ทำให้ตรึงธาตุไนโตรเจนได้สูงเมื่อไถกลบลงไปในดิน ซึ่งถือว่าเป็นวัสดุปรับปรุงดินเค็มที่เหมาะสม (กลุ่มปรับปรุงดินเค็ม. 2540: 312)

เห็นได้ว่าพืชตระกูลถั่วมีประโยชน์ในการปรับปรุงบำรุงดิน ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำพืชตระกูลถั่วที่มีคุณสมบัติเหมาะแก่การเป็นพืชคลุมดินมาศึกษาถึงความสามารถในการเจริญเติบโตภายใต้สภาวะที่มีความเค็ม โดยพืชตระกูลถั่วที่นำมาศึกษามี 2 ชนิด ได้แก่ ถั่วซีรูเลียม (*Calopogonium caeruleium* (Benth.) Sauv.) ซึ่งเป็นพืชคลุมดินที่มีการเจริญเติบโตดีมาก สามารถคลุมพื้นที่ได้อย่างรวดเร็วและหนาแน่น ทนแล้ง ทนทานต่อโรคและแมลง ส่วนอีกชนิดหนึ่ง ได้แก่ ถั่วพร้า (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.) ซึ่งนิยมใช้เป็นปุ๋ยพืชสด เนื่องจากมีการเจริญเติบโตรวดเร็ว และเจริญเติบโตได้ดีในดินทุกประเภท ทั้งยังมีความสามารถในการทนเค็มได้ปานกลาง แต่เนื่องจากไม่พบรายงานการศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการทนเค็มของถั่วทั้ง 2 ชนิดนี้ทั้งในและต่างประเทศ ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาถึงความสามารถในการเจริญเติบโตในสภาวะที่มีความเค็ม เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงพื้นที่ดินเค็มให้สามารถใช้ประโยชน์ทางการเกษตรได้ต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเพื่อให้ทราบถึง

1. อิทธิพลของโซเดียมคลอไรด์ระดับต่างๆ ที่มีต่อความงอกของเมล็ด
2. อิทธิพลของโซเดียมคลอไรด์ระดับต่างๆ ที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วอายุต่างๆ กัน
3. อิทธิพลของโซเดียมคลอไรด์ระดับต่างๆ ที่มีต่อการเกิดปมราก
4. ศักยภาพของถั่วในการเจริญเติบโตในสภาพพื้นที่ดินเค็มในสภาพธรรมชาติที่อำเภอขามสะแกแสง จังหวัดนครราชสีมา

ความสำคัญของการวิจัย

ทำให้ทราบความสามารถในการเจริญเติบโตของถั่วซีรูเลียมและถั่วพร้า ภายใต้สภาวะความเค็ม ซึ่งอาจเป็นอีกแนวทางหนึ่งสำหรับการปรับปรุงพื้นที่ดินเค็มให้สามารถใช้ประโยชน์ทางการเกษตรได้ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาผลของโซเดียมคลอไรด์ระดับความเข้มข้นต่างๆ ที่มีต่อความงอกของเมล็ด การเจริญเติบโตและการสร้างปมรากของถั่วซีรูเลียม (*Calopogonium caeruleum* (Benth.) Sauv.) และถั่วพร้าเมล็ดขาว (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.) และคัดเลือกถั่วที่มีความทนทานต่อความเค็มได้ดี 1 ชนิด มาศึกษาการเจริญเติบโตในสภาพพื้นที่ดินเค็มในสภาพธรรมชาติที่อำเภอขามสะแกแสง จังหวัดนครราชสีมา

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ดินเค็ม

1.1 ความหมายของดินเค็ม

ดินเค็ม (Saline soil) หมายถึง ดินที่มีปริมาณเกลือที่ละลายน้ำได้มากเกินไปจนเป็นอันตรายต่อพืช เป็นดินที่มีค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (Electrical conductivity at saturation extract ; EC_e) สูงกว่า 2 เดซิซีเมนต่อเมตร (dS/m) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เปอร์เซ็นต์ของโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable sodium percentage ; ESP) ต่ำกว่า 15 และ pH มักจะต่ำกว่า 8.5 เกลือที่พบมักเป็นเกลือคลอไรด์และซัลเฟตของโซเดียม แคลเซียม และแมกนีเซียม (สมศรี อรุณินท์. 2540: 21)

1.2 การวัดค่าความเค็มของดิน

ความเค็มของดินสามารถประเมินได้จากการนำไฟฟ้าของดิน (Electrical conductivity ; EC) ซึ่งจะผันแปรตามปริมาณเกลือที่ละลายน้ำได้ ปกติจะวัดความเค็มของดินจากค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายที่สกัดจากดินขณะอิ่มตัว (Saturation) อย่างไรก็ตามเพื่อความสะดวกอาจใช้อัตราส่วนดินต่อน้ำ เช่น 1:2, 1:5 ซึ่งในการรายงานค่าต้องระบุอัตราส่วนของดินต่อน้ำด้วย

ค่าการนำไฟฟ้า นอกจากจะขึ้นอยู่กับปริมาณเกลือที่ละลายน้ำได้แล้วยังขึ้นอยู่กับอุณหภูมิขณะทำการวัดด้วย ในการวัดจะใช้ค่าที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ซึ่งถือเป็นมาตรฐาน ทั้งนี้เพราะค่าการนำไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นประมาณ 2% ต่อองศาเซลเซียส (อรุณี ยูวะนิยม. 2540: 115)

ค่าการนำไฟฟ้าของดินที่สกัดได้จากดินขณะที่อิ่มตัวด้วยน้ำ นำมาใช้ประเมินปริมาณเกลือและอิทธิพลของเกลือในดินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชพอสังเขปได้ดังนี้

ตาราง 1 ปริมาณเกลือและอิทธิพลของเกลือในดินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช

EC_e (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	พืชทนเค็มน้อยชนิดมากที่เจริญเติบโตได้ดี

ที่มา: สมศรี อรุณินท์. (2540). *เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐเรื่องดินเค็ม*. หน้า 22. อ้างอิงจาก *U.S. Soil Salinity Laboratory Staff.* (1954).

1.3 ประเภทและลักษณะการเกิดดินเค็ม (สมศรี อรุณินท์. 2540: 19-20)

ดินเค็มในประเทศไทยแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ดินเค็มบกและดินเค็มชายทะเล ดินเค็มบกมีทั้งดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือและดินเค็มภาคกลาง ดินเค็มแต่ละประเภทมีสาเหตุการเกิด ชนิดของเกลือตามลักษณะสภาพพื้นที่และตามลักษณะภูมิประเทศด้วย ดังนี้คือ

1.3.1 ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แหล่งเกลือมาจากหินเกลือใต้ดิน น้ำใต้ดินเค็ม หรือหินทราย หินดินดานที่อมเกลืออยู่

1.3.2 ดินเค็มภาคกลาง แหล่งเกลือเกิดจากตะกอนน้ำกร่อย หรือน้ำเค็มที่ทับถมนาน หรือเกิดจากน้ำใต้ดินเค็มทั้งที่อยู่ลึกและตื้น เมื่อน้ำใต้ดินไหลผ่านแหล่งเกลือแล้วไปโผล่ที่ดินไม่เค็มที่อยู่ต่ำกว่า ทำให้ดินบริเวณนั้นกลายเป็นดินเค็ม

1.3.3 ดินเค็มชายทะเล เกิดจากการได้รับอิทธิพลจากการขึ้นลงของน้ำทะเลโดยตรง และพบว่าดินบางแห่งที่น้ำทะเลท่วมถึงมีคุณสมบัติเป็นดินเปรี้ยวจัดด้วย

องค์ประกอบของเกลือในดินเค็มเกิดจากการรวมตัวของธาตุที่มีประจุบวกพวกโซเดียม แมกนีเซียม แคลเซียม รวมกับธาตุที่มีประจุลบ เช่น คลอไรด์ ซัลเฟต ไบคาร์บอเนตและคาร์บอเนต ดินเค็มที่เกิดในภาคตะวันออกเฉียงเหนืออยู่ในรูปของโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) คล้ายคลึงกับดินเค็มชายทะเล แต่ดินเค็มชายทะเลมีแมกนีเซียมอยู่ในรูปคลอไรด์และซัลเฟตมากกว่า

2. ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ 106.4 ล้านไร่ ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม มีฐานะความเป็นอยู่ยากจน เนื่องมาจากผลผลิตทางการเกษตรอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งมีปัญหามาจากความแห้งแล้งและความอุดมสมบูรณ์ต่ำ โดยเฉพาะปัญหาดินเค็มซึ่งมีอยู่ทั่วไปประมาณ 37.2 ล้านไร่ หรือร้อยละ 34 ของพื้นที่ทั้งหมด โดยแบ่งเป็นดินเค็มระดับต่างๆ 17.8 ล้านไร่ และดินที่แพร่กระจายความเค็มได้ง่าย 19.4 ล้านไร่ (ปราโมทย์ แย้มคลี่. 2540: 240)

2.1 วิธีการสังเกตพื้นที่ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (การปรับปรุงดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. 2544: 11-14)

2.1.1 จะเห็นขุยเกลือขึ้นตามผิวดินในฤดูแล้ง หรือถ้าไม่เห็นขุยเกลือขึ้นก็จะเป็นที่ว่างเปล่าไม่มีพืชอื่นขึ้น ถ้าเป็นฤดูฝนขุยเกลือจะถูกน้ำละลายไม่สามารถสังเกตเห็นได้

2.1.2 สังเกตดูพืชพรรณธรรมชาติ จะพบพืชทนเค็ม เช่น หนามแดง (*Maytenus mekongensis* Ding Hou) หนามคอม (*Ziziphus cambodiana* Pierre) และหญ้าขี้กลาก (*Xyris indica* L.) เป็นต้น

2.1.3 บริเวณที่ใช้ปลูกข้าว สังเกตได้จากอาการของต้นข้าวในพื้นที่ดินเค็มจะมีการเจริญเติบโตไม่สม่ำเสมอกัน ต้นแคระแกร็น ไม่แตกกอ ใบแสดงอาการซีดขาว แล้วไหม้ตายไปในที่สุด ปกติแล้วจะพบข้าวตายเป็นหย่อม ๆ

2.2 การแบ่งพื้นที่ดินเค็ม (การปรับปรุงดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. 2544: 11-14)

พื้นที่ดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือแบ่งได้ 4 ประเภท คือ

2.2.1 ดินเค็มมาก หมายถึง บริเวณที่พบคราบเกลือตามผิวดินกระจัดกระจายอยู่ทั่วไปเป็นปริมาณมากกว่า 10% ของพื้นที่ส่วนใหญ่ พื้นที่นี้ปลูกพืชไม่ค่อยได้ผล มักปล่อยทิ้งร้าง การปรับปรุงแก้ไขต้องลงทุนสูง

2.2.2 ดินเค็มปานกลาง หมายถึง บริเวณที่พบคราบเกลือกระจัดกระจายตามผิวดินเป็นปริมาณ 1 ถึง 10% ของพื้นที่ พื้นที่สามารถปลูกพืชได้แต่ผลผลิตต่ำ

2.2.3 ดินเค็มน้อย หมายถึง บริเวณที่พบคราบเกลือกระจัดกระจายตามผิวดิน เป็นปริมาณน้อยกว่า 1% ของพื้นที่ น้ำใต้ดินเป็นน้ำกร่อยหรือน้ำเค็ม แต่จะลึกมากกว่า 2 เมตรจากผิวดิน บริเวณนี้ส่วนใหญ่ใช้ทำนา

2.2.4 พื้นที่ที่มีศักยภาพในการแพร่กระจายดินเค็ม หมายถึง บริเวณที่เป็นเนินมีการปลูกพืชไร่อยู่ ปัจจุบันจะไม่พบคราบเกลือตามผิวดิน แต่ภายใต้ดินมีหินเกลืออยู่ เมื่อมีฝนตก น้ำจากผิวดินจะซึมผ่านชั้นหินเกลือจะได้น้ำเค็ม ซึ่งจะไหลผ่านชั้นใต้ดินออกสู่ที่ลุ่มถัดไป

2.3 แหล่งกำเนิดเกลือ (สันติภาพ ปัญจพรรค์. 2543: 10)

2.3.1 ชั้นหินเกลือในหน่วยหินมหาสารคาม ที่พบตอนกลางของแอ่งสกลนครและแอ่งโคราช หินเกลือในชั้นนี้จะอยู่ลึกจากผิวดินมาก ไม่สามารถซึมผ่านดินขึ้นมาได้ แต่จะขึ้นมาโดยวิธีการทำเหมืองเกลือหรือนาเกลือที่ดูดน้ำเกลือขึ้นมา

2.3.2 การสลายตัวของวัตถุต้นกำเนิดดินที่เป็นหินทรายและหินดินดานที่มีเกลือเป็นองค์ประกอบอยู่ไม่ห่างจากผิวดินมากนัก ในฤดูฝนน้ำจะละลายชะล้างเกลือ และซึมขึ้นมาที่ผิวดินในฤดูแล้ง

2.3.3 น้ำใต้ดินที่อยู่ใกล้ผิวดินและส่วนที่อยู่ลึกจากผิวดินจะถูกสูบขึ้นมาตากหรือต้มเพื่อทำเกลือ

2.4 สาเหตุการแพร่กระจายดินเค็ม

เกลือเป็นสารที่ละลายน้ำได้ดี น้ำจึงเป็นตัวการหรือพาหะในการพาเกลือไปสะสมในที่ต่างๆ ที่น้ำไหลผ่าน สาเหตุของการเกิดการแพร่กระจายดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สรุปได้ดังนี้ (สมศรี อรุณินท์. 2539: 56-58 ; สันติภาพ ปัญจพรรค์. 2543: 11)

2.4.1 สาเหตุจากธรรมชาติ

1) การสลายตัวหรือผุพังของหินอมเกลือ เกลือเหล่านี้อาจสะสมอยู่กับที่ หรือสลายตัวแล้วละลายไปกับน้ำแล้วซึมขึ้นสู่ดินชั้นบนอีก โดยน้ำที่ซึมขึ้นมานั้นได้ระเหยแห้งไปโดยแสงแดด หรือถูกพืชนำไปใช้แล้วทิ้งเกลือไว้ให้สะสมอยู่บนผิวดิน

2) มีน้ำใต้ดินเค็มอยู่ระดับตื้นใกล้ผิวดิน เมื่อน้ำนี้ซึมขึ้นบนดินก็จะนำเกลือขึ้นมาด้วย หลังจากที่น้ำระเหยแห้งไปแล้วก็จะทำให้มีเกลือเหลือสะสมอยู่บนดินได้

3) พื้นที่ที่เป็นที่ต่ำ น้ำจะพาเกลือจากที่ต่างๆ แล้วไหลลงไปรวมกัน เมื่อน้ำระเหยไปจะมีเกลือสะสมอยู่ พื้นที่แห่งนั้นอาจเป็นหนองน้ำหรือทะเลสาบมาก่อนก็ได้

2.4.2 สาเหตุจากมนุษย์

1) การทำนาเกลือ เกลือที่อยู่ใต้ดินหรือในน้ำทิ้งจะมีปริมาณมากพอที่ทำให้พื้นที่บริเวณใกล้เคียงกลายเป็นพื้นที่ดินเค็ม

2) การสร้างอ่างเก็บน้ำบนดินเค็ม หรือที่ที่มีน้ำใต้ดินเค็มก็ทำให้น้ำในอ่างเก็บน้ำนั้นเค็มและพื้นที่รอบๆ อ่างกลายเป็นดินเค็มด้วย

3) การตัดไม้ทำลายป่า หรือการปล่อยพื้นที่บริเวณที่มีศักยภาพในการแพร่กระจายเกลือให้ว่างเปล่า ทำให้เกิดดินเค็มแพร่ไปในบริเวณเชิงเนิน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นนาข้าว

4) เกิดจากการใช้น้ำชลประทานที่มีเกลือละลายอยู่ เมื่อใช้ไปนานๆ เกลือก็จะสะสมในพื้นดินและกลายเป็นดินเค็ม

2.5 มาตรการในการจัดการพื้นที่ดินเค็ม มีดังนี้ (สมศรี อรุณินท์. 2539: 58-60)

2.5.1 การป้องกันไม่ให้เกิดการแพร่กระจายดินเค็มเพิ่มมากขึ้น จะต้องพิจารณาถึงสาเหตุการเกิด และป้องกันได้โดยวิธีการทางวิศวกรรม วิธีการทางชีววิทยา และวิธีการผสมผสานระหว่างทั้งสองวิธีการ

วิธีการทางวิศวกรรม โดยทำระบบคันคูคลองระบายน้ำออก ซึ่งต้องมีการออกแบบพิจารณาเพื่อลดหรือตัดกระแสการไหลของน้ำใต้ดินไม่ให้เกิดการเพิ่มระดับน้ำใต้ดินเค็มในที่ลุ่ม

วิธีการทางชีววิทยา โดยใช้วิธีการทางพืช เช่น การปลูกป่า เพื่อป้องกันการแพร่กระจายดินเค็ม สำหรับพื้นที่ดินเค็มจัด มีการศึกษาคัดพันธุ์พืชที่สามารถเจริญได้ ได้แก่ พืชทนเค็มจัด หรือพืชชอบเกลือมาปลูก ซึ่งมีทั้งไม้ยืนต้นหรือไม้พุ่มที่เป็นไม้โตเร็วและหญ้า เพื่อลดอัตราการระเหยน้ำจากผิวดิน เป็นการป้องกันไม่ให้เกลือขึ้นมาสะสมในบริเวณเหล่านี้ได้

2.5.2 การแก้ไขลดระดับความเค็มดินลงให้สามารถปลูกพืชได้ โดยการใช้น้ำ ชะล้างเกลือจากดินและการปรับปรุงดิน การให้น้ำสำหรับล้างดิน ซึ่งมีทั้งแบบต่อเนื่องและแบบขังน้ำเป็นช่วงเวลา

2.5.3 การใช้พื้นที่ดินเค็มให้เกิดประโยชน์ตามสภาพที่เป็นอยู่ ไม่ปล่อยพื้นดินให้ว่างเปล่า โดยการคลุมดิน หรือมีการเพิ่มผลผลิตพืช โดยเปลี่ยนพืชเป็นพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสม เช่น พืชทนเค็ม พืชชอบเกลือ มีการใช้เทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตที่ไม่ยุ่งยาก ลงทุนไม่มากเกินไป

2.6 พืชที่พบในพื้นที่ดินเค็ม

ปกติแล้วในดินเค็มจัด นอกจากจะมีคราบเกลือขึ้น และเป็นพื้นที่ว่างเปล่าแล้ว อาจจะมีพืชที่ชอบเกลือขึ้นอยู่ด้วย แต่ชนิดของพืชอาจแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม ได้แก่ ภูมิประเทศ อุณหภูมิ ความชื้น เป็นต้น พืชท้องถิ่นหรือพืชพื้นเมืองเหล่านี้ จึงควรนำมาใช้เป็นดัชนีที่ชี้บอกและใช้ประกอบในการสำรวจพื้นที่ดินเค็ม ถึงแม้จะไม่ปรากฏคราบเกลือให้เห็นก็ตาม เช่น ในดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะพบหนามแดง หนามพุงดอ (*Azima sarmentosa* (Blume) Benth.) ต้นขลู่ (*Pluchea indica* (Linn.) Less.) และพืชทนเค็มอื่นๆ ขึ้นเป็นกลุ่มๆ (สมศรี อรุณินท์. 2539: 120)

ในที่ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สามารถสังเกตได้ว่าพืชส่วนใหญ่มีการเจริญเติบโตดีในดินที่ยังมีความชื้นอยู่ แม้ว่าดินนั้นจะมีความเค็มสูง แต่จะตายเมื่อดินแห้ง เช่น กก (*Fimbristylis* spp.) หญ้าซันอากาศ (*Panicum repens* Linn.) ผักเบี้ย (*Trienthema* spp.) พวกที่พบในดินเค็มน้อยและเค็มปานกลาง เช่น หญ้ารังนก (*Chloris barbata* Sw.) หนามพุงดอ หนามแดง ขลู่ หญ้าแพรก (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) หญ้าปากควาย (*Dactyloctenium aegyptium* (L.) P.B.) (อรุณี ยูวะนิยม; และ สมศรี อรุณินท์. 2540: 6-7)

จากการสำรวจวัชพืชในเขตพื้นที่ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีความเค็มของดินในพื้นที่ศึกษาอยู่ในช่วง 0.0-7.9 mS/cm พื้นที่ที่มีปัญหาดินเค็มสูงอยู่ในจังหวัดนครราชสีมา มหาสารคาม และขอนแก่น การสำรวจวัชพืชในดินเค็ม 7 จังหวัด พบวัชพืช 132 ชนิด ซึ่งจัดอยู่ใน 38 วงศ์ วัชพืชทั้งหมดที่พบนั้นมีวัชพืชบางชนิดที่พบบ่อยในหลายพื้นที่ที่สำรวจ ซึ่งอาจบ่งบอกถึงความสามารถในการปรับตัวเข้ากับสภาพพื้นที่ต่างๆ วัชพืชที่พบบ่อยในพื้นที่ที่มีความเค็มมากกว่า 2 mS/cm ได้แก่ หญ้าปากควาย หญ้ารังนก หญ้าแพรก และมะพร้าวนกคุ่ม (*Synostemon bacciformis* G.L. Webst.) นอกจากนั้นยังพบวัชพืชตระกูลถั่วบางชนิดในพื้นที่เหล่านั้น (เฉลิมชัย วงศ์วัฒนะ; ศรีสม สุรวัฒนานนท์; และ มาลี ณ นคร. 2542: 40-45)

3. ผลของความเค็มต่อพืช

3.1 ผลของความเค็มต่อการงอกของพืช

พืชส่วนใหญ่จะมีความอ่อนแอต่อความเค็มในช่วงที่เกิดการงอกมากกว่าในช่วงเวลาอื่นๆ (Hausenbuiller. n.d.: 370) เนื่องจากความเค็มของดินจะมีผลต่อความงอกของเมล็ด 2 ประการ คือจะลดอัตราการดูดน้ำเข้าสู่เมล็ดและการมีไอออนในสารละลายของดินมากจนเป็นพิษต่อความงอก (Bernstein. 1974: 39-54) เมื่อมีการระเหยน้ำจากดินจะทำให้มีการนำเกลือขึ้นมาสะสมไว้ที่ดินชั้นบน ซึ่งเป็นบริเวณเดียวกับที่มีเมล็ดพืชอยู่ การได้รับเกลือที่มีความเข้มข้นสูงจะทำให้อัตราการงอกลดลง หรืออาจจะใช้ระยะเวลาในการงอกนานขึ้น (Mueller; & Bowman. 1989: 490-495) และเมื่อเมล็ดเริ่มงอกการเจริญเติบโตของรากและการยืดตัวของลำต้นจะล่าช้า การใช้อาหารสะสมในเมล็ดเพื่อการเจริญเติบโตของกล้าอ่อนเป็นไปในอัตราต่ำ กล้าอ่อนจะไม่ค่อยแข็งแรง เป็นผลให้อัตราการงอกน้อยลงด้วย และเมล็ดพืชที่กำลังงอกในความเค็มที่ไม่สูงเกินไป อาจปรับแรงดันออสโมติกได้โดยการดึงดูดไอออนต่างๆ ในดินเค็มนั้นเข้าไปทำให้ศักย์ออสโมซิส (Osmotic potential) ภายในพืชต่ำกว่าศักย์ออสโมซิสของสารละลายดินเค็มเพื่อให้พืชสามารถดูดน้ำได้ตามปกติ แม้ว่าการปรับแรงดันออสโมติกนี้จะต้องใช้เวลาและเสี่ยงต่อความเป็นพิษของไอออนบางชนิดที่ดูดเข้าไปสะสมไว้ แต่ถ้าเมล็ดพืชใดที่กำลังงอกไม่สามารถดูดไอออนเหล่านั้นเข้าไปได้พอเพียง เมล็ดพืชดังกล่าวก็ไม่สามารถปรับแรงดันออสโมติกได้เช่นกัน (Shannon; & Francois. 1977: 619-622)

จากการศึกษาอิทธิพลของโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อการงอกของเมล็ดวัชพืชตระกูลถั่ว 5 ชนิด ได้แก่ ชะคราม (*Tephrosia pururea* (L.) Pers.) ถั่วผี (*Phaseolus lathyroides* L.) ถั่วลิสงนา (*Alysicarpus vaginalis* (L.) A. DC.) ไมยราบ (*Mimosa pudica* Linn.) และโสนบ้าน (*Sesbania javanica* Miq.) พบว่าการเพิ่มความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์จะทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดลดลงและยังทำให้การงอกช้าลง ส่วนที่ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 2.0% ขึ้นไป เมล็ดวัชพืชทั้ง 5 ชนิดไม่สามารถงอกได้ (เยาวภา คำทับทิม. 2546: 14-19) ในถั่วพืชอาหารสัตว์ 4 ชนิด ได้แก่ ถั่วเซนโตร (*Centrosema pubescens* Benth.) ถั่วแกรมสไตโล (*Stylosanthes guianensis* CV. Graham) ถั่วขอนแก่นสไตโล (*Stylosanthes humilis* CV. Khon Kean) และถั่วฮามาต้า (*Stylosanthes hamata* CV. Verano) ที่ปลูกในดินที่เติมเกลือจะงอกช้ากว่าปลูกในดินที่ไม่เติมเกลือ และที่ความเค็มเพิ่มขึ้นเปอร์เซ็นต์ความงอกจะลดลง โดยที่ความเค็มเฉลี่ย 16.25 mmhos/cm (0.30% โซเดียมคลอไรด์) ถั่วพืชอาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิดไม่สามารถงอกได้เลย (นฤพล ทีโพนทัน. 2534: 113-114) และจากการเพาะถั่วเหลืองฝักสด (*Glycine max* [L.] Merrill) พันธุ์ KPS 292 ในทรายและดิน โดยให้สารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ จาก 0.0 ถึง 1.0% พบว่าความเค็มแต่ละระดับที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ความงอกลดลง ส่วนเมล็ดถั่วเหลืองฝักสดที่ปลูกในดินสามารถงอกได้เมื่อได้รับเกลือโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.0 ถึง 0.3% เท่านั้น (อธิกา ทิพย์บุญมี. 2545: 184)

3.2 ผลของความเค็มต่อการเจริญเติบโตของพืช

ความเค็มมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชอยู่ 2 ประการได้แก่ ความดันออสโมติก (Osmotic pressure) และความเป็นพิษ (Toxicity) ของธาตุโซเดียม

ความดันออสโมติกจะทำให้ปริมาณน้ำที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ลดลง (เล็ก มอญเจริญ. 2540: 260-261) ส่งผลให้รากพืชดูดน้ำในดินไปใช้ได้ยากขึ้น จึงทำให้การเจริญเติบโตของพืชลดลง และในสภาวะที่แห้งแล้งจะทำให้ความเข้มข้นของสารละลายเกลือที่อยู่ในดินสูงพอที่จะทำให้ต้นพืชตายได้ โดยการที่น้ำจะเคลื่อนที่ออกมาจากต้นพืช (Exosmosis) (R. W. Miller; Donahue; & J. U. Miller. 1990: 319 ; Hausenbuiller. n.d.: 370 ; Plaster. 1997: 182) ส่วนความเป็นพิษของธาตุโซเดียมนั้นเกิดขึ้นเมื่อปริมาณของธาตุดังกล่าวถูกพืชดูดเข้าไปสะสมไว้ในปริมาณที่มากพอที่จะเป็นอันตรายต่อการเจริญเติบโตหรือผลผลิตของพืช และบางครั้งมีมากเกินไปจนทำให้พืชนั้นตายได้ (เล็ก มอญเจริญ. 2540: 260-261) นอกจากนี้ปริมาณโซเดียมที่มีมากเกินไป จะทำให้โครงสร้างของดินอัดกันแน่น มีน้ำและอากาศในดินอยู่น้อย ทำให้รากพืชชอนไชไปยาก จึงเป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้า และผลกระทบอีกประการหนึ่งของโซเดียมที่มีอยู่มากในดินก็คือค่าความเป็นกรดเบสของดินจะสูงกว่า 10 ซึ่งจะทำให้เกิดอันตรายแก่พืช โดยจะทำให้พืชใช้ประโยชน์จากธาตุอาหาร เช่น เหล็ก แมงกานีส แคลเซียม และแมกนีเซียมได้น้อยลง (Hausenbuiller. n.d.: 372) เมื่อความเค็มเพิ่มขึ้นจะทำให้เซลล์พืชหยุดการทำงานและเกิดการตายในส่วนของราก ตา ขอบใบ และปลายยอด โดยที่ใบจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและแห้งตายในที่สุด (Larcher. 2003: 420) ในถั่วเหลืองจะมีต้นและขนาดใบเล็ก ใบจะมีสีเขียวเข้ม ดัชนีพื้นที่ใบลดลง

ทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตลดลง (Wang; Shannon; & Grieve. 2001: 267-277) เมื่อเลี้ยงต้นกล้าของถั่ว *Stylosanthes humilis* ในสารละลายที่มีโซเดียมคลอไรด์ พบว่าน้ำหนักของรากและยอด ความยาวยอด และใบที่เสียหาย (จำนวนใบที่เกิดอาการคลอโรซิสและนีโครซิส) ได้รับผลกระทบจากการเพิ่มความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์มากกว่าจำนวนใบ จำนวนกิ่ง และความยาวราก (Lovato; Filho; & Martins. 1999: 145-153) ในดินที่มีค่า EC_e ระหว่าง 2 dS/m ถึง 6 dS/m จะมีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของ Broadbean (*Vicia faba* L.) โดยจะทำให้น้ำหนักของต้นลดลง 60% พื้นที่ใบลดลง 70% น้ำหนักแห้งทั้งหมดของส่วนที่อยู่เหนือดินลดลง 45% ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักฝักลดลง 15% จำนวนฝักต่อต้นลดลง 48% และในสภาวะที่มีความเค็มสูงจะทำให้ผลผลิตของเมล็ดลดลง 67% (Pascale; & Barbieri. 1997: 147-165)

3.3 ผลของความเค็มต่อการเกิดปมราก

โซเดียมคลอไรด์มีผลต่อการเจริญเติบโต การเกิดปม และการตรึงไนโตรเจนของพืชตระกูลถั่ว โดยพบว่าในถั่วเขียว (*Phaseolus auveus*) และถั่วพุ่ม (*Vigna sinensis*) จะมีน้ำหนักแห้ง น้ำหนักปมต่อต้น จำนวนปมต่อต้น และประสิทธิภาพของการตรึงไนโตรเจนลดลง ซึ่งถั่วเขียวจะได้รับความกระทบกระเทือนมากกว่าถั่วพุ่มที่ความเค็มระดับสูง (15 mmhos/cm) โดยเฉพาะการเจริญเติบโตและการพัฒนาของราก (Balasubramanian; & Sinha. 1976: 197-200) ผลผลิตของเมล็ดถั่วจะลดลงเมื่อปลูกในดินเค็ม เนื่องจากความสามารถในการตรึงไนโตรเจนของปมรากลดลง เช่นใน Chickpea (*Cicer arietinum* L.) นั้นการสร้างปมรากจะลดลงที่ระดับความเค็มสูงกว่า 3 dS/m ขึ้นไป (Rao; et al. 2002: Online)

4. กลไกในการทนเค็มของพืช

พืชมีกลไกในการทนเค็มดังต่อไปนี้

4.1 หลีกเลี่ยงการสะสมเกลือในไซโตพลาสซึมในปริมาณที่เป็นพิษ โดยมีต่อมเกลือ(Salt gland) หรือเคลื่อนย้ายเกลือไปสะสมในแวคิวโอล

4.2 สร้างเอนไซม์ต่างๆ เพื่อให้มีความสามารถทนต่อความเข้มข้นของเกลือสูง

4.3 โดยมีการดูดเกลือเข้ามาสะสมในบริเวณรากหรือลำต้น

4.4 โดยการเพิ่มปริมาณน้ำภายในเซลล์ทำให้ความเข้มข้นของเกลือภายในเซลล์ลดลง

4.5 รากพืชสามารถที่จะแทรกตัวในดินที่เป็นแผ่นทึบได้ หรือรากพืชจะหลีกเลี่ยงบริเวณที่มีความเค็มสูง เช่น จะอยู่บริเวณผิวดินถ้าดินชั้นล่างเค็ม

4.6 รากพืชจะไม่ดูดเกลือ แต่ดูดเอาเฉพาะน้ำเข้าไปได้

4.7 สร้างสารเคลือบใบ สร้างใบให้หนาขึ้นเพื่อเก็บน้ำไว้ใช้ (สมศรี อรุณินท์. 2540: 274)

4.8 พืชบางชนิดจะมีการย้ายโซเดียมจากใบอ่อนไปยังใบแก่ หรือสามารถสะสมโซเดียมไว้ตามลำต้นหรือราก ซึ่งเป็นอันตรายน้อยกว่า

4.9 พืชบางชนิดสามารถลด Leaf water potential ของปากใบ เพื่อลดการคายน้ำลง

4.10 พืชบางชนิดสามารถเพิ่มความอยู่รอด โดยการปรับให้มีการออกดอกเร็วหรือช้าเพื่อหลีกเลี่ยงช่วงที่ดินเค็มจัด และฟื้นตัวอย่างรวดเร็วเมื่อความเค็มลดลง (สันติภาพ ปัญจพรรค์. 2543: 3)

จากการศึกษากลไกความทนเค็มของพืชชอบเกลือ โดยปลูกพืชในสารละลายที่ปรับความเค็มระดับต่างๆ พบว่าสามารถแบ่งกลไกการทนเค็มของพืชเป็น 2 ลักษณะ คือ กลไกการหลีกเลี่ยงเกลือ (Salt avoidance) เช่น การอวบน้ำ (Succulence) เพื่อรักษาสมดุลออสโมติกในพืชตั้งแต่ระดับเซลล์ ได้แก่ ชะคราม (*Suaeda maritema* Dum.), ผักเบี้ยทะเล (*Sesuvium portulacustum* Linn.), *Batis meritima*, หญ้าหนวดปลาดุก (*Fimbristylis ferrunea*) และหญ้าเปลือกกระเทียมทราย (*F. accaminata* Vahl.) สำหรับพืชที่ทนเค็มบางชนิดเมื่อดูดเกลือเข้าไปสะสมปริมาณมากในต้นและใบทำให้เป็นพิษต่อพืชถึงตาย พืชบางชนิดจึงมีขบวนการหลีกเลี่ยงเกลือโดยรากจะเคลื่อนไปในทิศทางที่ดินไม่เค็มมาก หรือมีความชื้นเพียงพอที่จะเจือจางเกลือในสารละลายดิน จึงทำให้ทนเค็มได้ปานกลางระดับหนึ่ง เช่น พืชพื้นเมืองทนเค็มพวกหญ้าชันอากาศ (*Panicum repens* L.), หญ้าแพรก และ *Thyropyrum panticum* ส่วนหญ้าคาล่า (*Leptochloa fusca* L.) ทนเค็มได้ในระดับสูง เนื่องจากมีการลดจำนวนและปรับขนาดของโครงสร้างภายใน เช่น Vascular bundle ขนาด Xylem และ Phloem ของต้น ใบ และรากให้เล็กลง กลไกการทนเค็มของพืชอีกลักษณะหนึ่ง คือ กลไกการกำจัดเกลือ (Salt excluded) เช่น การคายเกลือ (Excretion) ออกจากใบและกาบใบเพื่อปรับสมดุลออสโมติกในพืช พบใน *Sporobohs virginicus* (L.) Kunth, *Distichlis spicata* (L.) และ *Spartina patens* (Aiton) Muhl. (อรุณี ยูวะนิยม; ชัยนาม ดิสถาพร; และ สมศรี อรุณินท์. 2548: ออนไลน์)

5. พืชคลุมดิน

พืชคลุมดิน (Cover crop) ในแง่มุมวิชาการหมายถึงพืชที่ทำการปลูกหรือหว่านลงบนพื้นที่ให้มีการเจริญเติบโตอย่างหนาแน่น มีใบหนา มีระบบรากแน่นสำหรับคลุมดิน ทั้งนี้เพื่อช่วยให้ดินมีสิ่งรองรับแรงปะทะและการพัดพาจากกระแสน้ำ และกระแสลม (ไชยา เพ็งอุ่น. 2539: 11) ในบางกรณีพืชที่ปลูกเป็นพืชคลุมดินนี้ อาจรักษาให้เป็นพืชกึ่งถาวร หรือปลูกคลุมดินเป็นระยะเวลาไม่จำกัดได้ (ประภัทร์ พิศวงษ์. 2545: 7)

ประโยชน์ของพืชคลุมดินมีหลายประการ เช่น ช่วยป้องกันการชะล้างของหน้าดิน ช่วยลดความเร็วและการกระจายการไหลของน้ำที่ไหลบ่าบนผิวดิน ช่วยรักษาความชุ่มชื้นในดิน รากของพืชจะช่วยทำให้ดินโปร่ง สามารถระบายน้ำได้ดี ช่วยต่อต้านและขัดขวางการเจริญเติบโตของวัชพืช ช่วยเพิ่มอินทรียวัตถุให้กับดิน ถ้าเป็นพืชตระกูลถั่วจะสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศมา

ใช้ประโยชน์ (ไชยา เพ็งอุ่น. 2539: 13-14) และสามารถนำเอาธาตุอาหารพืชที่อยู่ในดินกลับขึ้นสู่ผิวดิน เพื่อให้พืชหลักได้ใช้ธาตุอาหารเหล่านั้น (ประภัทร์ พิศวงษ์. 2545: 8)

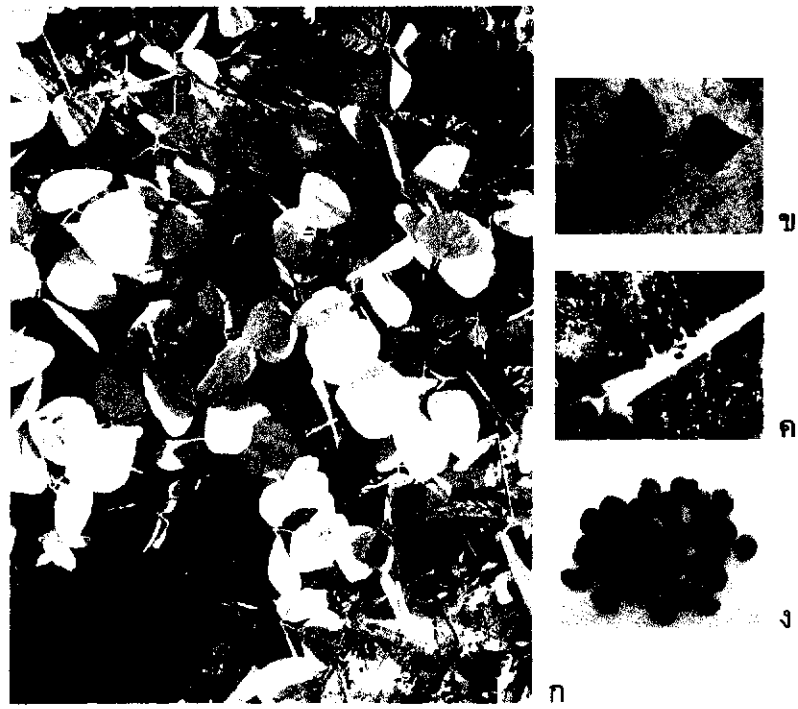
มีการศึกษาเกี่ยวกับการนำพืชคลุมมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ อย่างแพร่หลาย เช่น การทดลองปลูกถั่วขอ (*Stizolobium deeringfonum* Bort.) ในเวลาต่างๆ กันร่วมกับการปลูกข้าวโพด เพื่อศึกษาหาความเหมาะสมในการเจริญเติบโตคลุมดิน การผลิตเมล็ด และผลกระทบในการให้ผลผลิตของข้าวโพดพบว่าการปลูกถั่วขอก่อนข้าวโพด 20 วัน จะมีการเจริญเติบโตคลุมดินสูงสุด 100% และถั่วขอสามารถเลื้อยพันค้างต้นข้าวโพด ทำให้ถั่วขอออกดอกและผลิตเมล็ดได้มากที่สุด 98.3 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนการปลูกถั่วขอหลังข้าวโพด 10-30 วัน จะช่วยให้ข้าวโพดมีการเจริญเติบโตสูงสุด และพบว่าการปลูกถั่วขอร่วมกับข้าวโพดทำให้อุณหภูมิของดินชั้นบนลดลงประมาณ 1.5-5.5 องศาเซลเซียส ปริมาณความชื้นในดินเพิ่มขึ้น 1.25-5.10% และทำให้ความหนาแน่นของดินลดลงด้วย นอกจากนี้เมื่อปลูกถั่วขอติดต่อกันเป็นเวลา 2 ปี จะมีแนวโน้มช่วยให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินเพิ่มขึ้นประมาณ 0.02-0.16% (ชุมพล คนศิลป์; และ สุมล โสภากร. 2548: ออนไลน์) และจากการศึกษาวิธีการป้องกันกำจัดวัชพืชโดยไม่ใช้สารเคมีในการปลูกทานตะวันพบว่าวิธีการใช้พืชคลุมดินจะสามารถลดน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความหนาแน่นของวัชพืชได้ และยังมีแนวโน้มทำให้ผลผลิตของทานตะวันสูงที่สุดด้วย (ทัศนัย ชัยเพ็ชร. 2548: ออนไลน์)

6. ถั่วซีรูเลียม (*Calopogonium caeruleum* (Benth.) Sauv.)

ถั่วซีรูเลียม จัดเป็นพืชในวงศ์ Papilionaceae มีถิ่นกำเนิดแถบอเมริกากลาง แม็กซิโก และอินเดียตะวันตก (FAO. 2004: Online) เป็นพืชข้ามปีและเป็นพืชตระกูลถั่วประเภทไม้เลื้อย ลักษณะเถาแข็งและมีขนแต่มองเห็นไม่ชัด เถาที่แก่จัดจะมีรากเป็นปุ่มเล็กๆ สีขาวเกือบทุกข้อ และสามารถงอกเป็นรากเมื่อข้ออยู่ติดกับพื้นดิน ใบมีสีเขียวเป็นมันค่อนข้างหนา เป็นใบประกอบมี 3 ใบย่อย ดอกมีสีม่วง เป็นช่อดอก ยาวประมาณ 6-15 เซนติเมตร ปกติจะเริ่มสร้างช่อดอกประมาณเดือนธันวาคม และทยอยออกดอกไปเรื่อยๆ เป็นระยะเวลานาน 2-3 เดือน ฝักยาวค่อนข้างเหลี่ยม ไม่มีขน แต่ละฝักมีเมล็ด 2-9 เมล็ด เมล็ดมีสีเขียวอ่อนปนน้ำตาลจนถึงน้ำตาลแก่ ผิวเมล็ดจะเรียบค่อนข้างแข็งและเป็นมัน (รัตนา ชิดเชื้อ. 2536: 3 ; อ้างอิงจาก สุจินต์ แม้นเหมือน; ประเทือง ดลกิจ; และ ภัทราวุธ จิวตระกูล. 2526. *ยางพารา 1(4)*. 33-45) (ภาพประกอบ 1)

ถั่วซีรูเลียมเป็นพืชที่นิยมปลูกคลุมดินในระหว่างแถวของยางพาราที่ต้นยังไม่โตเต็มที่ เพื่อช่วยในการควบคุมวัชพืช และป้องกันการชะล้างพังทลายของดินในสวนยาง ทั้งยังช่วยเพิ่มธาตุไนโตรเจนให้กับดิน มีความทนทานต่อสภาพร่มเงาและความแห้งแล้งได้ดี การเจริญเติบโตคลุมดินได้หนาแน่น มีโรคและแมลงรบกวนน้อย (รัตนา ชิดเชื้อ. 2536: บทนำ ; อ้างอิงจาก ภัทราวุธ จิวตระกูล; และคนอื่นๆ. 2529. *รายงานผลการวิจัยประจำปี 2529* ; Ikram. 1983: Online) ให้ปริมาณซากพืชหรืออินทรียวัตถุกลับคืนสู่ดินในช่วง 3 ปีแรกหลังปลูกได้สูง (สมยศ ชูกำเนิด; และ

คนอื่นๆ. 2546: ออนไลน์) เมื่อซากพืชคลุมสลายตัวจะช่วยเพิ่มอินทรียวัตถุให้กับดิน ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมี (พัชรินทร์ วณิชย์อนันตกุล. 2545: 67) นอกจากนั้นยังสามารถใช้เป็นปุ๋ยพืชสด โดยพบว่าหลังจากปลูกซีรูเลียมได้ 7 สัปดาห์ จะคลุมพื้นที่ได้ 63% และเมื่อปลูกในดินได้ 12 สัปดาห์ จะมีปริมาณไนโตรเจนในราก 1.4-1.7% ในต้น 1.8-2.5% และในใบ 4-4.5% (Vimala; et al. 2003: Online)



ภาพประกอบ 1 ถั่วซีรูเลียม (*Calopogonium caeruleum* (Benth.) Sauv)
ก. ลักษณะทั่วไป ข. ใบ ค. ปุ่มรากบริเวณข้อ ง. เมล็ด

จากคุณสมบัติที่ดีหลายประการ ซีรูเลียมจึงเหมาะสำหรับการปลูกเป็นพืชคลุมดินในสวนยางพารา ปาล์มน้ำมัน และผลไม้ เพื่อป้องกันกำจัดวัชพืชแทนการใช้สารเคมี แต่ประเทศไทยมีการปลูกพืชคลุมดินซีรูเลียมน้อยมาก เนื่องจากพืชคลุมชนิดนี้ออกดอกและติดเมล็ดในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ แต่จะให้ผลผลิตเมล็ดต่ำหรือไม่ให้เมล็ดเลยเมื่อปลูกในเขตภาคใต้ ทำให้เมล็ดมีราคาแพง และหาซื้อได้ยาก ขณะนี้เป็นที่ต้องการของตลาดมาก ราคาในปัจจุบันจึงสูงถึง 300 บาทต่อกิโลกรัม (พัชรินทร์ วณิชย์อนันตกุล. 2545: 68-69) ดังนั้นจึงมีการศึกษาเกี่ยวกับวิธีการปลูกซีรูเลียมเพื่อผลิตเมล็ด และการปลูกซีรูเลียมร่วมกับพืชคลุมชนิดอื่นเพื่อควบคุมวัชพืชหรือเพื่อเพิ่มผลผลิตของพืชปลูก เช่น ยางพารา ปาล์มน้ำมัน เป็นต้น

7. ถั่วพร้า (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.)

ถั่วพร้า จัดเป็นพืชในวงศ์ Papilionaceae เป็นพืชตระกูลถั่วเมืองร้อน มีถิ่นกำเนิดแถบอเมริกา (Dicotyledons. 2004: Online) มีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด คือถั่วพร้าเมล็ดขาว (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.) มีชื่อสามัญว่า Jack bean และถั่วพร้าเมล็ดแดง (*Canavalia gladiata* (Jacq.) DC.) มีชื่อสามัญว่า Sword bean ลักษณะเป็นทรงพุ่มลำต้นแข็งแรงเป็นทรงพุ่ม แต่สามารถเลื้อยพันได้ ระบบรากลึก ต้นโตเต็มที่สูงประมาณ 60-120 เซนติเมตร ใบเป็นใบรวมแบบ 3 ใบ ใบสีเขียวรูปไข่มนค่อนข้างกลมยาว 7-12 เซนติเมตร ก้านใบสีม่วงเขียว ดอกเป็นกลุ่มมีสีม่วงอ่อน ฝักมีลักษณะคล้ายดาบห้อยลง กว้าง 3-4 เซนติเมตร และยาวประมาณ 20-35 เซนติเมตร มีเมล็ด 10-20 เมล็ดต่อฝัก เมล็ดมีรูปร่างแบนยาว ออกดอกอายุ 50-60 วัน (กรมพัฒนาที่ดิน. ม.ป.ป.: 38) (ภาพประกอบ 2)

ถั่วพร้าสามารถเจริญได้ดีในสภาพอากาศทั่วไป และดินทุกชนิด รวมไปถึงดินที่มีปัญหา เช่น ดินเสื่อมโทรม ดินตื้น และดินเปรี้ยว ทนความแห้งแล้งได้ดี ทนหนาว และเจริญได้ดีในดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สามารถอยู่ได้ข้ามปี แต่ลักษณะของลำต้นไม่เหมาะกับการปลูกคลุมวัชพืช แต่เหมาะสำหรับเป็นพืชปลูกนำร่องเพื่อการปรับปรุงบำรุงดิน เมล็ดถั่วพร้างอกง่ายและงอกเร็ว มีเปอร์เซ็นต์ความงอกค่อนข้างสูง จะงอกภายใน 1 อาทิตย์ โตเร็ว และมีศัตรูพืชรบกวนน้อย (กรมพัฒนาที่ดิน. ม.ป.ป.: 38-39 ; จันทนา เกตุแก้ว. 2537: 45-46 ; พรชัย สุธาทร. 2538: 63) นิยมปลูกถั่วพร้าเพื่อใช้เป็นปุ๋ยพืชสด เนื่องจากปลูกง่าย โดยการหว่านเมล็ดแล้วไถกลบครั้งเดียว ให้ผลผลิตต้นสูง คิดเป็นปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนเกือบ 60 กิโลกรัมต่อไร่ นอกจากนี้ยังมีธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมสูงอีกด้วย ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นพืชอาหารสัตว์ได้ ถั่วพร้าให้เมล็ดปริมาณมากและมีขนาดโต เก็บเกี่ยวได้ง่าย เมล็ดเก็บไว้ได้นานโดยไม่สูญเสียเปอร์เซ็นต์ความงอก สามารถปลูกเป็นพืชสลับได้กับพืชทุกชนิดไม่ว่าจะเป็นไม้ผลหรือพืชไร่ (พรชัย สุธาทร. 2538: 63) นอกจากนี้ฝักอ่อนของถั่วพร้ายังใช้บริโภคได้ แต่ต้องทำให้สุกก่อน เนื่องจากในถั่วพร้ามีโปรตีนชนิดหนึ่งชื่อ คานาวาลิน เป็นสารพิษอยู่แต่มีในปริมาณไม่มาก และสารนี้จะถูกทำลายได้ด้วยความร้อน จึงต้องทำให้สุกด้วยความร้อนก่อนบริโภค จะไม่เป็นอันตราย (กรมพัฒนาที่ดิน. ม.ป.ป.: 38)

ดังนั้นการศึกษาพืชตระกูลถั่วที่มีศักยภาพในการเจริญเติบโตภายใต้สภาพดินเค็ม อาจสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขและปรับปรุงดินเค็มได้

ภาพประกอบ 2 ถั่วพร้า (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.)
ก. ลักษณะต้น ข. ใบ ค. ช่อดอก ง. ฝัก จ. เมล็ด

8. โพลีเมอร์

สารโพลีเมอร์ เป็นสารสังเคราะห์ประเภทแป้งที่ผลิตขึ้นมาเพื่อเป็นตัวกักความชื้นไว้สำหรับต้นไม้ที่เพิ่งปลูกใหม่ โดยทั่วไปรู้จักในนาม "สารอุ้มน้ำ" หรือ "ดินวิทยาศาสตร์" ใช้ปลูกต้นไม้โดยไม่ต้องใช้ดิน หรือคลุกเคล้ากับดินที่ปลูกต้นไม้รดน้ำให้ชุ่มจะช่วยแก้ปัญหาความแห้งแล้งโดยไม่ต้องรดน้ำบ่อยๆ ได้

ลักษณะของโพลีเมอร์ ขณะแห้งจะดูคล้ายๆ น้ำตาลทรายขาว หากนำไปแช่น้ำจะพองขยายตัวได้ 200-400 เท่า ในเวลารวดเร็วเพียงแค่ 5 นาทีเท่านั้น มีลักษณะคล้ายวุ้นหรือเยลลี่ เนื่องจากโพลีเมอร์ไม่ใช่ธาตุอาหารแต่เป็นสารอุ้มน้ำชนิดหนึ่ง และสามารถปลดปล่อยความชื้นออกมาให้พืชใช้ประโยชน์ได้ หากนำสารโพลีเมอร์มาผสมคลุกเคล้ากับดินปลูกต้นไม้รดน้ำให้ชุ่ม ต้นไม้ก็จะดูดซับความชื้นไปเรื่อยๆ ประมาณ 1 ปี โพลีเมอร์จึงจะสลายตัวไป

การใช้โพลีเมอร์กับไม้กระถาง การตอนกิ่ง และการชำ ควรใช้ประมาณ 10% ของวัสดุปลูก และสารโพลีเมอร์นี้สามารถใช้ได้ทั้งแบบแห้งและแบบเปียก ปริมาณการใช้หลุมขนาด

50×50 เซนติเมตร ใช้สารแบบแห้ง 1-2 ช้อนชาต่อหลุม แบบเปียกใช้ 1-2 ลิตรต่อหลุม และหากนำโพลีเมอร์ไปแช่น้ำ 1 คืน จะได้สารดังนี้ สาร 1 ช้อนชา จะได้สารที่อิ่มน้ำประมาณ 1 ลิตร สาร 1 กิโลกรัม จะได้สารที่อิ่มน้ำประมาณ 200 ลิตร และในการปลูกต้นไม้และใช้สารแบบแห้งไม่ควรใส่สารมาก เพราะเมื่อรดน้ำแล้วจะพองตัวมาก ต้นไม้จะลอยตัวขึ้นจากดินได้ ส่วนต้นทุนการใช้ประมาณ 1-2 บาทต่อหลุม (สำนักงานเกษตรอำเภอกาบัง จังหวัดยะลา. 2548: ออนไลน์)

9. สภาพแวดล้อมของพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ทำการศึกษาศักยภาพของถั่วในการเจริญเติบโตในสภาพพื้นที่ดินเค็มในสภาพธรรมชาติอยู่ที่อำเภอขามสะแกแสง จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งมีสภาพทั่วไปดังต่อไปนี้ (กรมส่งเสริมการเกษตร. 2543: 86)

9.7.1 ลักษณะภูมิประเทศ พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ดอน ร้อยละ 67.94 ของพื้นที่อำเภอ ที่เหลือเป็นที่ราบ ไม่มีป่าไม้ ไม่มีภูเขา ไม่มีแหล่งน้ำสายใหญ่ไหลผ่าน มีเพียงห้วยน้ำขนาดเล็กไหลผ่าน

9.7.2 พื้นที่การแพร่กระจายดินเค็ม พื้นที่ส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินที่มีเกลือ ใช้ปลูกพืชไร่ ร้อยละ 53.03 ของพื้นที่อำเภอ มีบริเวณที่ลุ่มมีเกลือบนผิวดินมากกว่าร้อยละ 50 อยู่ร้อยละ 0.29 ของพื้นที่อำเภอ บริเวณที่ลุ่มมีเกลือบนผิวดินร้อยละ 10-50 อยู่ร้อยละ 3.36 ของพื้นที่อำเภอ บริเวณที่ลุ่มมีเกลือบนผิวดินร้อยละ 1-10 ของพื้นที่อำเภอ อยู่ร้อยละ 18.09 ของพื้นที่อำเภอ และมีบริเวณที่ลุ่มมีเกลือบนผิวดินน้อยกว่าร้อยละ 1 อยู่ร้อยละ 24.63 ของพื้นที่อำเภอ

9.7.3 ลักษณะภูมิอากาศ เป็นแบบมรสุม มี 3 ฤดู คือ (ศูนย์บริหารการทะเบียนภาค 3. 2547: ออนไลน์)

1) ฤดูร้อน ช่วงระยะเวลาตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนพฤษภาคม

2) ฤดูฝน ช่วงระยะเวลาตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม

3) ฤดูหนาว ช่วงระยะเวลาตั้งแต่เดือนตุลาคม ถึงเดือนกุมภาพันธ์

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

1. พืชทดลอง

เมล็ดพืชตระกูลถั่ว 2 ชนิดที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่

1.1 ถั่วซีรูเลียม (*Calopogonium caeruleum* (Benth.) Sauv.) อยู่ในวงศ์ Papilionaceae ได้มาจากอำเภอคูเมือง จังหวัดบุรีรัมย์

1.2 ถั่วพร้าเมล็ดขาว (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.) อยู่ในวงศ์ Papilionaceae ได้มาจากสำนักงานเกษตรอำเภอขามสะแกแสง จังหวัดนครราชสีมา

2. สถานที่ทำการทดลอง

2.1 ห้องปฏิบัติการทางพฤกษศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2.2 โรงเรือนสำหรับปลูกต้นไม้ ภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2.3 พื้นที่ดินเค็ม อำเภอขามสะแกแสง จังหวัดนครราชสีมา

3. อุปกรณ์และสารเคมี

3.1 เครื่องแก้วและอุปกรณ์สำหรับเพาะเมล็ด

3.2 เครื่องแก้วสำหรับเตรียมสารละลาย

3.3 กระถางปลูกต้นไม้พลาสติกพร้อมจานรอง

3.4 ภาชนะสำหรับปลูกถั่ว (Applied Leonard Jar) (ภาพประกอบ 9)

3.5 ตู้อบตัวอย่างพืช

3.6 เครื่องชั่งไฟฟ้า

3.7 อุปกรณ์สำหรับวัดค่า EC

3.8 ชั้นปลูกต้นไม้ภายใต้สภาพแสงจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ ชนิด Day light

3.9 โรงเรือนสำหรับปลูกต้นไม้

3.10 ทรายแม่น้ำชนิดละเอียด (ขนาด 20 mesh)

3.11 ดินขุยไผ่

3.12 โซเดียมคลอไรด์ Reagent grade (99.8%)

3.13 สารละลายธาตุอาหารสูตรของ Machlis & Torry (Machlis; & Torry. 1959: 41-45)

3.14 โพลีเมอร์ ขนาดเม็ดกลาง

4. วิธีดำเนินการทดลอง

การศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งการทดลองออกเป็น 4 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 การศึกษาความงอกของเมล็ดถั่ว และการเจริญของต้นกล้าหลังงอกในสภาวะที่มีความเค็มต่างๆ กัน

ทำการทดลองกับถั่วทั้ง 2 ชนิด วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design (RCB) 3 ซ้ำ โดยใช้ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 6 ระดับ ได้แก่ 0, 0.25, 0.5, 1.0, 2.0 และ 4.0% มีขั้นตอนการทดลองดังต่อไปนี้

การเตรียมเมล็ด

นำเมล็ดที่ต้องการทดสอบแช่น้ำในกระบอกที่บุด้วยกระดาษทราย เป็นเวลา 20 นาที เพื่อแก้การพักตัว แล้วเลือกเมล็ดที่มีขนาดเท่ากันไปใช้ในการทดลอง

การทดลอง

นำเมล็ดที่ผ่านการเตรียมเมล็ดแล้ว ไปวางในจานเพาะเมล็ด ที่ใส่สารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ จานละ 15 มิลลิลิตร โดยเมล็ดถั่วซีรูเลียมใช้ 20 เมล็ดต่อจานเพาะ ส่วนถั่วพร้าใช้ 5 เมล็ดต่อจานเพาะ แต่ใช้ 20 เมล็ดต่อกรรมวิธีทดลองในแต่ละซ้ำเช่นกัน แล้วนำไปวางบนชั้นปลูกต้นไม้ภายใต้สภาพแสงจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ นับจำนวนเมล็ดที่งอกในแต่ละวัน เมื่อครบวันที่ 7 นำต้นที่งอกในแต่ละจานเพาะมาวัดความยาวรากและต้น ส่วนเมล็ดที่ไม่งอกและยังไม่เน่านั้นย้ายลงในจานเพาะที่มีน้ำกลั่น จานละ 15 มิลลิลิตร จากนั้นตรวจสอบความงอกเช่นเดียวกัน

การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของความเค็มต่อการเจริญเติบโตของถั่วในระยะต้นกล้า

ทำการทดลองกับถั่วทั้ง 2 ชนิด โดยใช้ต้นกล้าถั่วที่มีอายุ 7 วัน และ 14 วัน วางแผนการทดลองแบบ RCB 3 ซ้ำ ใช้ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 5 ระดับ ได้แก่ 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 % มีขั้นตอนการทดลองดังต่อไปนี้

การเตรียมต้นกล้า

นำทรายแม่น้ำเม็ดเล็กมาล้างด้วยน้ำสะอาดหลายๆ ครั้ง แล้วนำไปผึ่งแดดให้แห้ง นำไปใส่ในภาชนะสำหรับปลูกถั่ว (ภาพประกอบ 9) จากนั้นเตรียมเมล็ดถั่วที่จะทดสอบดังนี้

1. ถั่วซีรูเลียม นำเมล็ดไปแช่ในกระบอกที่บุด้วยกระดาษทราย ประมาณ 10 นาที แล้วนำไปแช่น้ำอุณหภูมิเริ่มต้นประมาณ 80 องศาเซลเซียส 1 คืน คัดเลือกเมล็ดที่ดูดน้ำและพองตัวไปใช้ในการทดลอง

2. ถั่วพร้า บากเปลือกหุ้มเมล็ดบริเวณด้านเว้าของเมล็ด ที่ด้านตรงข้ามกับรูไมโครไพล์ จากนั้นฝังเมล็ดที่จะทดสอบลงในทรายลึกประมาณ 1 เซนติเมตร โดยเพาะถั่วซีรูเลียม 5 เมล็ดต่อภาชนะ และเพาะถั่วพร้า 2 เมล็ดต่อภาชนะ เติมน้ำกลั่นลงในภาชนะสำหรับปลูกถั่วทางด้านล่าง 250 มิลลิลิตร นำไปวางบนชั้นปลูกต้นไม้ภายใต้สภาพแสงจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ เมื่อต้นถั่วมีอายุตามที่กำหนดคือ 7 วัน และ 14 วัน คัดเลือกต้นกล้าที่ดีที่สุดให้เหลือ 1 ต้นต่อภาชนะ แล้วนำต้นกล้าที่มีขนาดใกล้เคียงกันมาใช้ในการทดลอง

การทดลอง

ให้สารละลายธาตุอาหารสูตรไม่มีไนโตรเจน (ตาราง 12) ที่มีโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ทางด้านล่างของภาชนะสำหรับปลูกถั่ว 250 มิลลิลิตร แล้วนำเม็ดโฟมมาคลุมบริเวณผิวหน้าของทราย หนาประมาณ 1 เซนติเมตร เพื่อลดการระเหยของน้ำจากผิวหน้าทราย และป้องกันการสะสมของเกลือบริเวณผิวหน้าทราย นำกระดาษที่ตัดเป็นรูปทรงกระบอกขนาดพอดีกับภาชนะสำหรับปลูกถั่วมาครอบภาชนะสำหรับปลูกถั่วให้เสมอกับระดับของปากภาชนะ เพื่อให้ระบบรากของพืชอยู่ในสภาพที่ไม่มีแสง นำไปวางบนชั้นปลูกต้นไม้ภายใต้สภาพแสงจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ ทำการเปลี่ยนสารละลายธาตุอาหารที่มีโซเดียมคลอไรด์ตามที่กำหนดทุกสัปดาห์ พร้อมกับบันทึกการเจริญเติบโต และลักษณะอาการผิดปกติต่างๆ เมื่อครบ 4 สัปดาห์หลังจากให้สารละลายธาตุอาหาร นำต้นถั่วออกมาวัดความสูงของต้น ความยาวของราก และนับจำนวนปมราก จากนั้นตัดแยกส่วนของต้นและรากของแต่ละต้นใส่ในถุงกระดาษ นำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 3 วัน เพื่อหาน้ำหนักแห้ง

การทดลองที่ 3 การศึกษาการเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วและการสร้างปมรากภายใต้สภาวะความเค็ม

ทำการทดลองกับถั่วทั้ง 2 ชนิด โดยใช้ต้นกล้าถั่วที่มีอายุ 14 วัน วางแผนการทดลองแบบ RCB 3 ซ้ำ ใช้ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 6 ระดับ ได้แก่ 0, 0.125, 0.25, 0.5, 1.0 และ 2.0% มีขั้นตอนการทดลองดังต่อไปนี้

การเตรียมต้นกล้า

นำดินขุยไผ่มาบดเพื่อให้เม็ดดินมีขนาดใกล้เคียงกัน นำไปผึ่งให้แห้ง แล้วใส่ดินลงในกระถางพลาสติก ในถั่วซีรูเลียมใช้ดินแห้ง 600 กรัมต่อกระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 11 เซนติเมตร ในถั่วพร้าใช้ดินแห้ง 2,000 กรัมต่อกระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 24 เซนติเมตร จากนั้นนำเมล็ดถั่วที่ผ่านการเตรียมเมล็ดเช่นเดียวกับการทดลองที่ 2 มาปลูก โดยฝังให้ลึกจากผิวดินประมาณ 1 เซนติเมตร โดยเพาะถั่วซีรูเลียม 8 เมล็ดต่อกระถาง และเพาะถั่วพร้า 5 เมล็ดต่อกระถาง เติมน้ำกลั่นในจานรองกระถาง ให้น้ำกลั่นถูกดูดซึมจนทั่วผิวดิน แล้วนำไปวางในโรงเรือนสำหรับปลูกต้นไม้ ดูแลให้น้ำทางจานรองทุกวัน เมื่อต้นกล้าอายุครบ 14 วัน คัดเลือกต้นกล้าที่ดีที่สุดให้เหลือ 1 ต้นต่อกระถาง โดยเลือกต้นกล้าที่มีขนาดใกล้เคียงกันมาใช้ในการทดลอง

การทดลอง

ให้สารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ทางจานรองด้านล่างจนกระทั่งสารละลายทั้งหมดถูกดูดซึมเข้าในดิน หลังจากนั้นให้น้ำตามปกติ คือให้น้ำวันละ 1 ครั้ง โดยให้น้ำทางจานรอง 1 วัน แล้วรดที่ผิวดิน 1 วัน สลับกันทุกวัน และให้สารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ทุกสัปดาห์ พร้อมทั้งบันทึกการเจริญเติบโตและลักษณะอาการที่ผิดปกติต่างๆ ทุกสัปดาห์ จนครบ 8 สัปดาห์ แล้วล้างดินออกจากระบบรากโดยระวังไม่ให้รากและปมรากหลุด วัดความยาวของราก นับจำนวนปมราก ตัดแยกส่วนของต้น ราก และปมรากของแต่ละต้นใส่ในถุงกระดาษนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 3 วัน เพื่อชั่งน้ำหนักแห้ง

การทดลองที่ 4 *ศักยภาพของถั่วในการเจริญเติบโตในสภาพพื้นที่ดินเค็มในสภาพธรรมชาติที่อำเภอขามสะแกแสง จังหวัดนครราชสีมา*

จากผลการทดลองเบื้องต้น คัดเลือกถั่วที่มีความทนทานต่อความเค็มได้ดี 1 ชนิด มาทดสอบศักยภาพในการเจริญเติบโตภายใต้สภาพพื้นที่ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยทำการทดลองในพื้นที่ดินเค็ม อำเภอขามสะแกแสง จังหวัดนครราชสีมา ก่อนทดลองสุ่มเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ทดลองที่ระดับความลึก 3 ระดับ คือ 0-5 เซนติเมตร 5-10 เซนติเมตร และ 10-20 เซนติเมตร โดยเก็บทั้งหมด 3 จุด แล้วนำดินแต่ละระดับความลึกมาวิเคราะห์หาค่าการนำไฟฟ้าของดิน (Electrical conductivity ; EC) โดยใช้อัตราส่วนของดิน : น้ำ เป็น 1 : 5 แบ่งเป็น 2 การทดลอง ดังนี้

4.1 การปลูกโดยใช้เมล็ด

ปลูกถั่วโดยวิธีการหยอดเป็นหลุม ขนาดหลุมเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร ลึก 5 เซนติเมตร หลุมละ 3 เมล็ด มี 2 กรรมวิธี คือ รองก้นหลุมด้วยดินดำ และรองก้นหลุมด้วยดินดำผสมโพลีเมอร์ 0.5 กรัม (น้ำหนักแห้ง) ที่อิ่มตัวด้วยน้ำ วางแผนการทดลองแบบ RCB 3 ซ้ำ แปลงย่อยขนาด 1.5×2 ตารางเมตร ระยะห่างระหว่างหลุมเป็น 50×50 เซนติเมตร หลังปลูกดูแลรดน้ำตามความจำเป็น วัดการเจริญเติบโตทุก 1 เดือน รวมทั้งอาการผิดปกติต่างๆ เมื่อครบ 4 เดือน สุ่มวัดความสูงต้น ความยาวราก จำนวนปมราก น้ำหนักแห้งของต้นและราก แปลงทดลองละ 4 ต้น

4.2 การปลูกโดยใช้ต้นกล้า

เตรียมต้นกล้าถั่วในถุงดำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร เมื่อต้นกล้าอายุ 14 วัน ก็ย้ายลงปลูกในแปลงทดลอง โดยมีกรรมวิธีดังนี้

1) ขุดหลุมขนาดเท่าถุงเพาะต้นกล้า แล้วปลูกต้นกล้าถั่วลงในดินโดยตรง

2) ขุดหลุมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร ลึก 20 เซนติเมตร แล้วรองก้นหลุมด้วยดินดำ แล้วจึงปลูกต้นกล้าถั่ว

3) ขุดหลุมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร ลึก 20 เซนติเมตร แล้วรองก้นหลุมด้วยดินดำผสมกับโพลีเมอร์ 2 กรัม (น้ำหนักแห้ง) ที่อิ่มตัวด้วยน้ำ แล้วจึงปลูกต้นกล้าถั่ว

วางแผนการทดลองแบบ RCB ทำ 3 ซ้ำ แปลงย่อยขนาด 3×3 ตารางเมตร ระยะห่างระหว่างต้น 75×75 เซนติเมตร หลังจากปลูกถั่วตามกรรมวิธีที่กำหนด ดูแลรดน้ำตามความจำเป็น วัดการเจริญเติบโตทุก 1 เดือน รวมทั้งอาการผิดปกติต่างๆ เมื่อครบ 4 เดือน สุ่มวัดความสูงต้น ความยาวราก จำนวนปมราก น้ำหนักแห้งของต้นและราก แปลงทดลองละ 4 ต้น

5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ทางสถิติโดย Analysis of variance (ANOVA) สำหรับ Randomized complete block design (RCB) แล้ววิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's new multiple-range test (DMRT) และใช้ Independent t-test

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการศึกษาความสามารถในการเจริญเติบโตของถั่วซีรูเลียมและถั่วพร้าในสภาวะที่มีความเค็ม ทั้งการทดลองภายในห้องปฏิบัติการทางพฤกษศาสตร์ ภายใต้โรงเรือนสำหรับปลูกต้นไม้ รวมถึงการทดสอบในสภาพพื้นที่ดินเค็มในสภาพธรรมชาติ ได้ผลการทดลองแบ่งเป็น 4 การทดลองดังนี้

การทดลองที่ 1 การศึกษาการงอกของเมล็ดถั่ว และการเจริญของต้นกล้าหลังงอกในสภาวะที่มีความเค็มต่างๆ กัน

ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์มีผลต่อการงอกของเมล็ดถั่วทั้ง 2 ชนิด โดยการเพิ่มความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ในแต่ละระดับทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดลดลง และยังทำให้การงอกช้าลงด้วย

1.1 ถั่วซีรูเลียม

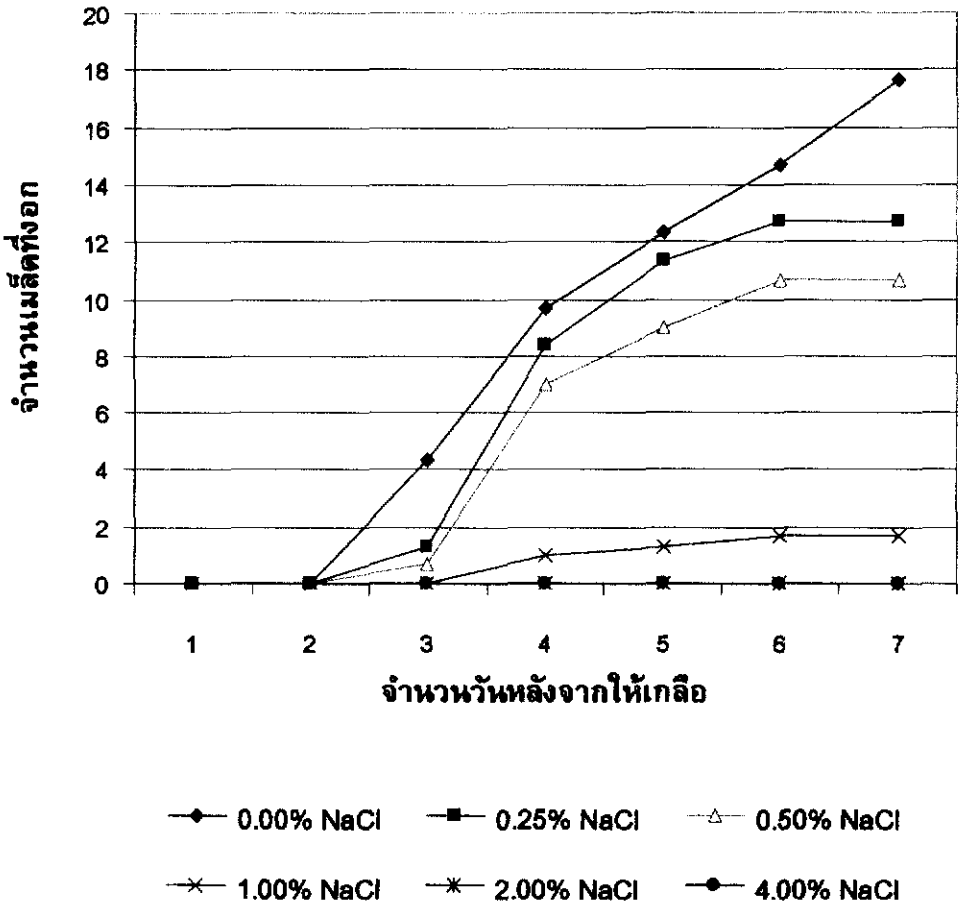
เมล็ดถั่วซีรูเลียมที่เพาะในน้ำกลั่น (ตัวเปรียบเทียบ) และในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.25 และ 0.5% นั้นจะเริ่มงอกในวันที่ 3 หลังจากเพาะ และการงอกจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงวันที่ 7 ส่วนที่ความเข้มข้น 1.0% นั้นเมล็ดจะเริ่มงอกในวันที่ 4 หลังจากเพาะ จากนั้นการงอกจะเพิ่มขึ้นพียงเล็กน้อยตลอดช่วงเวลาที่ทดสอบ ต้นกล้าที่งอกจะมีรากและลำต้นสั้น ใบมีขนาดเล็กกว่าปกติ ในการทดลองนี้เมล็ดถั่วซีรูเลียมไม่สามารถงอกได้ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 2.0 และ 4.0% (ภาพประกอบ 3) ที่ 7 วันหลังเพาะ พบว่าโซเดียมคลอไรด์มีผลให้ความงอกของเมล็ด ความยาวต้น และความยาวรากของต้นกล้าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 2) โดยที่โซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.25 และ 0.5% มีผลเล็กน้อยต่อความงอกของเมล็ด แต่จะทำให้ความยาวต้นและความยาวรากลดลงมากกว่า 50% ของตัวเปรียบเทียบ ส่วนที่โซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 1.0% ทำให้ความงอกของเมล็ดและความยาวรากลดลง 86-89% ของตัวเปรียบเทียบ และทำให้เมล็ดที่งอกไม่มีส่วนของต้น ในขณะที่ความงอกของเมล็ดจะถูกยับยั้งที่โซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 2.0 และ 4.0% (ตาราง 2)

1.2 ถั่วพร้า

ในถั่วพร้านั้น เมล็ดที่เพาะในน้ำกลั่นและสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.25–1.0% นั้นจะเริ่มงอกในวันที่ 4 หลังจากเพาะ จากนั้นการงอกจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ จนครบ 7 วันหลังเพาะ โดยที่การงอกของเมล็ดที่เพาะในน้ำกลั่นและในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นดังกล่าวไม่แตกต่างกันมาก ในขณะที่โซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 2.0 และ 4.0% จะยับยั้งการงอกของเมล็ดอย่างสมบูรณ์ (ภาพประกอบ 4) ที่ 7 วันหลังเพาะ พบว่าความงอกของเมล็ดที่เพาะในน้ำกลั่น

และสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.25–1.0% นั้นไม่แตกต่างกันมากนัก โดยความงอกจะลดลง 12-16% ของตัวเปรียบเทียบเท่านั้น (ตาราง 3) และต้นกล้าที่งอกออกมาก็มีลักษณะสมบูรณ์เหมือนต้นที่เพาะในน้ำกลั่น ยกเว้นต้นกล้าที่งอกในสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 1.0% จะมีใบเล็ก ความยาวของต้นและรากสั้นกว่าต้นที่เพาะในน้ำกลั่น 44-58%

จากผลการศึกษาการงอกและการเจริญเติบโตของถั่วซีรูเลียมและถั่วพร้าข้างต้น พบว่า โซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.25 และ 0.5% ไม่มีผลต่อระยะเวลาในการงอกของถั่วทั้ง 2 ชนิด ส่วนที่ความเข้มข้น 1.0% นั้นจะทำให้ถั่วซีรูเลียมใช้เวลาในการงอกนานขึ้น แต่ไม่มีผลต่อระยะเวลาในการงอกของถั่วพร้า และที่ 7 วันหลังเพาะ พบว่าความเค็มที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อการงอกของเมล็ด ความยาวต้นและความยาวรากของถั่วซีรูเลียมมากกว่าถั่วพร้า โดยที่โซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 1.0% จะทำให้ความงอกของเมล็ดถั่วซีรูเลียมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ความงอกของถั่วพร้าจะลดลงเพียงเล็กน้อย ในส่วนความยาวรากและลำต้นนั้น โซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นตั้งแต่ 0.25% ขึ้นไป มีผลให้ความยาวของลำต้นและรากของถั่วซีรูเลียมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ความยาวรากของถั่วพร้าจะถูกยับยั้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ตั้งแต่ 1.0% ขึ้นไป



ภาพประกอบ 3 การงอกของเมล็ดถั่วซีรูเลียมที่ได้รับสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ กัน ที่ระยะเวลาต่างๆ กันหลังเพาะ

ตาราง 2 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่มีต่อการงอกของเมล็ดถั่วซีรูเลียมและการเจริญเติบโตของต้นกล้าหลังงอก ที่ 7 วันหลังเพาะ

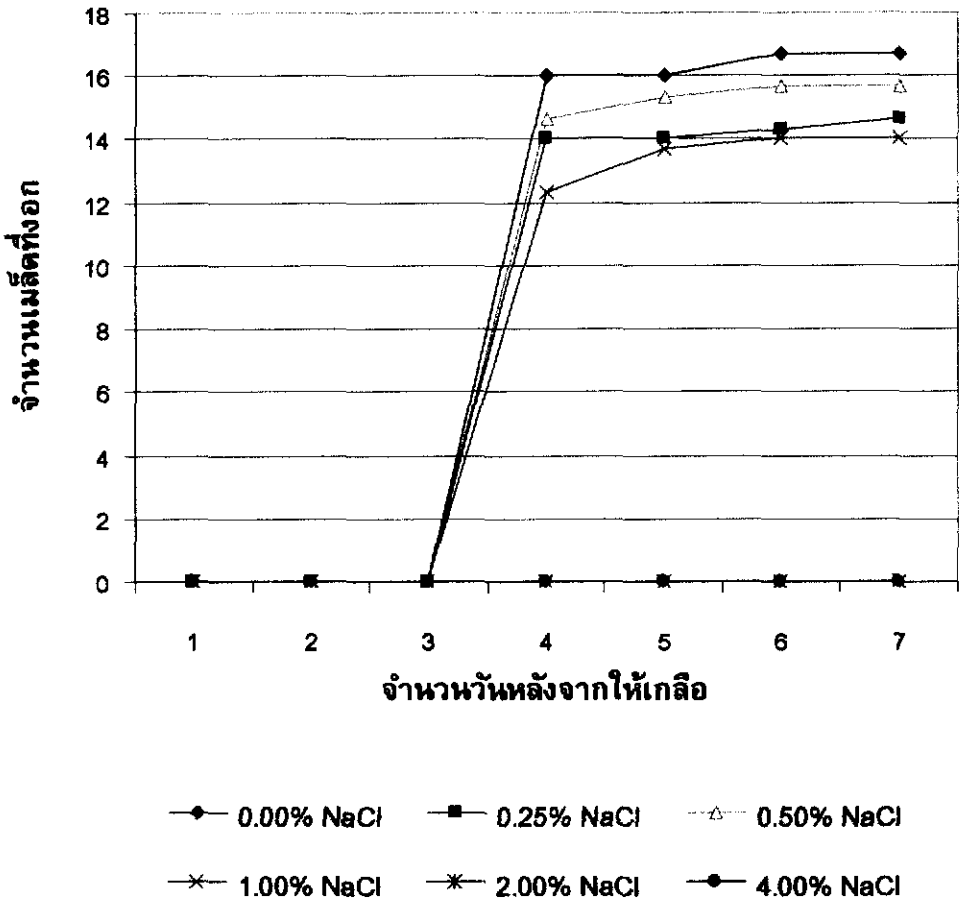
ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ (%)	ความงอก		ความยาวต้น		ความยาวราก	
	เมล็ด [1/]	% C [2/]	ซม.[3/]	% C [2/]	ซม.[3/]	% C [2/]
0.0 (ตัวเปรียบเทียบ)	14.67a [4/]	100	2.13a[4/]	100	2.84a[4/]	100
0.25	12.67a	86	0.86b	40	0.92b	32
0.5	10.67a	73	1.00b	47	1.04b	37
1.0	1.67b	11	0.00c	0	0.39c	14
2.0	0.00b	0	0.00c	0	0.00c	0
4.0	0.00b	0	0.00c	0	0.00c	0
C.V.(%)	35.87	-	21.08	-	27.93	-

[1/] จำนวนเมล็ดที่งอก

[2/] ข้อมูลคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของตัวเปรียบเทียบ

[3/] ความยาวเป็นเซนติเมตร

[4/] ตัวเลขที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพประกอบ 4 การงอกของเมล็ดถั่วพร้าที่ได้รับสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ กัน ที่ระยะเวลาต่างๆ กันหลังเพาะ

ตาราง 3 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่มีต่อความงอกของเมล็ดถั่วพร้าและการเจริญเติบโตของต้นกล้าหลังงอก ที่ 7 วันหลังเพาะ

ความเข้มข้นของ	ความงอก		ความยาวต้น		ความยาวราก	
โซเดียมคลอไรด์ (%)	เมล็ด [1/]	% C [2/]	ซม. [3/]	% C [2/]	ซม. [3/]	% C [2/]
0.0 (ตัวเปรียบเทียบ)	16.67a [4/]	100	1.42a [4/]	100	5.77a [4/]	100
0.25	14.67a	88	1.32ab	93	5.89a	97
0.5	15.67a	94	1.45a	102	4.75a	82
1.0	14.00a	84	0.83b	58	2.51b	44
2.0	0.00b	0	0.00c	0	0.00c	0
4.0	0.00b	0	0.00c	0	0.00c	0
C.V.(%)	15.13	-	33.67	-	24.66	-

[1/] จำนวนเมล็ดที่งอก

[2/] ข้อมูลคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของตัวเปรียบเทียบ

[3/] ความยาวเป็นเซนติเมตร

[4/] ตัวเลขที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของความเค็มต่อการเจริญเติบโตของถั่วในระยะต้นกล้า

เมื่อให้สารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ แก่ต้นกล้าพบว่าการเจริญเติบโตของต้นกล้าจะลดลงในระดับต่างๆ กัน ขึ้นกับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ ชนิด และอายุของต้นกล้า

2.1 ถั่วซีรูเลียม

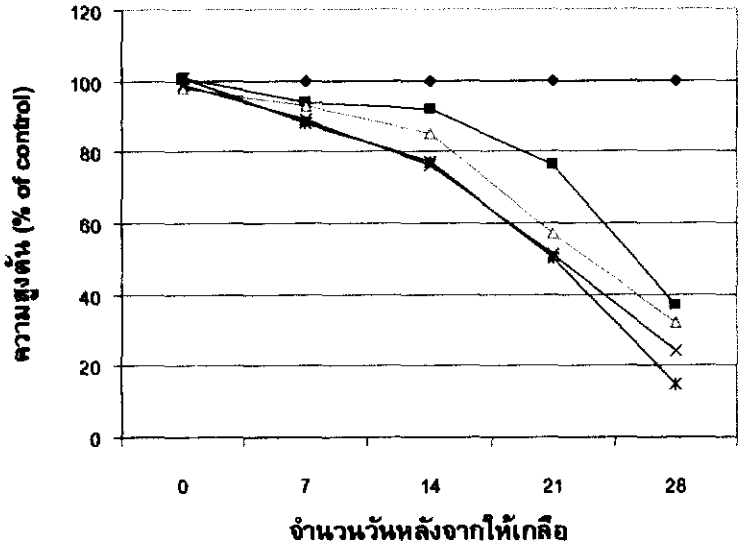
ต้นกล้าถั่วซีรูเลียมอายุ 7 และ 14 วัน ที่ได้รับสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ สามารถมีชีวิตรอดอยู่ได้ในช่วงเวลา 28 วันที่ทดสอบ ในต้นกล้าอายุ 7 วัน โซเดียมคลอไรด์ทำให้ความสูงของลำต้นลดลงเล็กน้อย ในช่วง 14 วันแรก หลังจากนั้นความสูงจะลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่อเทียบกับตัวเปรียบเทียบ (ภาพประกอบ 5, ก) ส่วนในต้นกล้าถั่วซีรูเลียมอายุ 14 วันนั้น โซเดียมคลอไรด์ทำให้ความสูงเมื่อเทียบกับตัวเปรียบเทียบลดลงช้าๆ ในช่วง 7 วันแรก จากนั้นความสูงลดลงอย่างรวดเร็วจนสิ้นสุดการทดลอง แต่พบว่าโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 0.5% มีผลเพียงเล็กน้อยต่อความสูงของต้นกล้าอายุ 14 วัน (ภาพประกอบ 5, ข)

ในถั่วซีรูเลียมอายุ 7 วัน ที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ พบว่าโซเดียมคลอไรด์ทำให้ความสูงของต้นน้อยกว่าต้วเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 4) เมื่อความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มมากขึ้น ความสูงของต้นกล้าก็ยิ่งลดลง โดยความสูงของต้นกล้าที่ได้รับเกลือโซเดียมคลอไรด์ 0.5, 1.0, 1.5, และ 2.0% มีค่าเท่ากับ 37, 32, 24 และ 15% ของตัวเปรียบเทียบตามลำดับ เมื่อความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น จะพบอาการไหม้ที่บริเวณขอบใบเข้าหากลางใบ และใบจะมีสีเขียวปนสีเหลือง โดยจะเริ่มจากใบที่อยู่ด้านล่าง จากนั้นใบจะหลุดร่วงไปในที่สุด ที่ความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ 2.0% จำนวนใบต่อต้นของต้นกล้าจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเหลือเพียง 33% ของตัวเปรียบเทียบเท่านั้น การร่วงของใบอาจมีผลกระทบต่อน้ำหนักแห้งของต้นกล้า โดยที่ความเข้มข้น 2.0% นี้น้ำหนักแห้งต้นกล้าจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเหลือเพียง 28% ของตัวเปรียบเทียบเท่านั้น แต่เกลือโซเดียมคลอไรด์ก็มีผลยับยั้งการเจริญเติบโตในภาพรวมของต้นกล้าด้วย เห็นได้จากการที่น้ำหนักแห้งต้นกล้าที่ได้รับโซเดียมคลอไรด์ 1.0 และ 1.5% จะลดลงลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเหลือ 48-55% ของตัวเปรียบเทียบ ทั้งที่ความเข้มข้นนี้มีผลเพียงเล็กน้อยต่อจำนวนใบของต้นกล้า ในด้านการเจริญเติบโตของราก พบว่าความยาวราก น้ำหนักแห้ง และจำนวนปมรากลดลงตามความเข้มข้นของเกลือที่เพิ่มขึ้น ความยาวรากถั่วซีรูเลียมถูกยับยั้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (61%) โดยสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 2.0% ในขณะที่จำนวนปมรากถูกยับยั้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยโซเดียมคลอไรด์ทุกความเข้มข้น โดยเฉพาะที่ความเข้มข้น 2.0% นั้นถั่วซีรูเลียมไม่มีการสร้างปมรากเลย น้ำหนักแห้งรากก็ได้รับผลกระทบมากจากเกลือโซเดียมคลอไรด์ โดยต้นกล้าของถั่วซีรูเลียมอายุ 7 วันที่ได้รับเกลือโซเดียมคลอไรด์ 0.5, 1.0, 1.5, และ 2.0% จะมีน้ำหนักแห้งรากเพียง 72, 54, 41 และ 25% ของตัวเปรียบเทียบตามลำดับ (ตาราง 4)

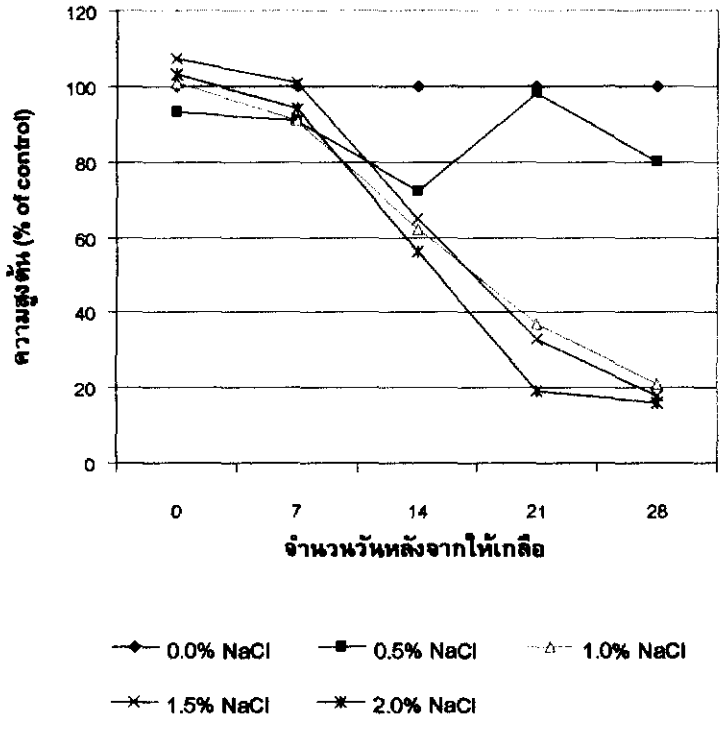
ในถั่วซีรูเลียมอายุ 14 วัน พบว่า ความสูงของต้นเมื่อเทียบกับตัวเปรียบเทียบจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อได้รับโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 1.0% ขึ้นไป และความสูงจะลดลงเหลือเพียง 16% ของตัวเปรียบเทียบเท่านั้น ที่โซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 2.0% การเจริญเติบโตของใบได้รับผลกระทบจากโซเดียมคลอไรด์ทุกความเข้มข้นที่ให้แก่ต้นกล้าซีรูเลียม ดังจะเห็นได้จากการที่จำนวนใบของต้นกล้าที่ได้รับเกลือโซเดียมคลอไรด์ทุกความเข้มข้นจะต่ำกว่าตัวเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และใบที่ได้รับผลกระทบจากความเค็มจะมีลักษณะเช่นเดียวกับที่พบในต้นถั่วอายุ 7 วัน และการร่วงของใบก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลให้น้ำหนักแห้งของต้นเมื่อเทียบกับตัวเปรียบเทียบมีแนวโน้มลดลงตามความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ที่เพิ่มขึ้น โดยจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่เมื่อได้รับโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 1.0% ขึ้นไป ซึ่งให้น้ำหนักแห้งของต้นลดลง 35% ของตัวเปรียบเทียบ ในด้านระบบรากพบว่าความยาวรากมีแนวโน้นลดลงพียงเล็กน้อยเมื่อความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น ในขณะที่จำนวนปมรากเมื่อเทียบกับตัวเปรียบเทียบจะได้รับผลกระทบจากความเค็มที่เพิ่มขึ้นทุกระดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ต้นถั่วที่ได้รับโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1.0% ขึ้นไปนั้นแทบจะไม่มีการสร้างปมรากเลย โซเดียมคลอไรด์มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของราก รวมทั้งการสร้างปมราก เป็นผลให้น้ำหนักแห้งของรากลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับตัวเปรียบเทียบ และการลดลงก็สัมพันธ์กับความเข้มข้นของเกลือที่เพิ่มมากขึ้น ที่ความเข้มข้น 2.0% นั้น น้ำหนักแห้งรากมีค่าเพียง 32% ของตัวเปรียบเทียบเท่านั้น (ตาราง 5)

โดยสรุปแล้วถั่วซีรูเลียมอายุ 7 และ 14 วัน จะมีความทนทานต่อเกลือใกล้เคียงกัน และสามารถอยู่รอดได้เมื่อโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นถึง 2.0%

ก. อายุ 7 วัน



ข. อายุ 14 วัน



ภาพประกอบ 5 ผลของโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อความสูงของต้นกล้าถั่วซีรูเลียมอายุ 7 และ 14 วันหลังงอก ที่เวลาต่างๆ กันหลังให้เกลือ ก. อายุ 7 วัน, ข. อายุ 14 วัน

ตาราง 4 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าถั่วซีรูเลียมอายุ 7 วันหลังงอก ที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าและการเกิดปมรากที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ

ความเข้มข้นของ	ความสูงต้น		จำนวนใบ		น้ำหนักแห้งต้น		ความยาวราก		จำนวนปมราก		น้ำหนักแห้งราก	
โซเดียมคลอไรด์ (%)	ซม.[3/]	%C[1/]	ใบ/ต้น[4/]	%C[1/]	กรัม/ต้น[5/]	%C[1/]	ซม.[3/]	%C[1/]	ปม/ต้น[6/]	%C[1/]	กรัม/ต้น[5/]	%C[1/]
0.0(ตัวเปรียบเทียบ)	26.83a[2/]	100	4.00a[2/]	100	0.25a[2/]	100	16.33a[2/]	100	8.67a[2/]	100	0.11a[2/]	100
0.5	10.00b	37	4.00a	100	0.18ab	70	15.33a	94	2.00b	23	0.08b	72
1.0	8.63b	32	3.00a	75	0.14bc	55	13.50a	83	3.00b	35	0.06bc	54
1.5	6.43b	24	3.00a	75	0.12bc	48	11.33ab	69	0.67b	8	0.04cd	41
2.0	4.10b	15	1.33b	33	0.07c	28	6.37b	39	0.00b	0	0.03d	25
C.V. (%)	46.43	-	16.84	-	27.61	-	23.72	-	89.28	-	20.91	-

[1/] ข้อมูลที่คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของตัวเปรียบเทียบ

[2/] ตัวเลขที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

[3/] ความยาวเป็นเซนติเมตร

[4/] จำนวนใบเป็นใบต่อต้น

[5/] น้ำหนักแห้งเป็นกรัมต่อต้น

[6/] จำนวนปมรากเป็นปมต่อต้น

ตาราง 5 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าถั่วซีรูเลียมอายุ 14 วันหลังงอก ที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าและการเกิดปมรากที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ

ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ (%)	ความสูงต้น		จำนวนใบ		น้ำหนักแห้งต้น		ความยาวราก		จำนวนปมราก		น้ำหนักแห้งราก	
	ซม.[3/]	%C[1/]	ใบ/ต้น[4/]	%C[1/]	กรัม/ต้น[5/]	%C[1/]	ซม.[3/]	%C[1/]	ปม/ต้น[6/]	%C[1/]	กรัม/ต้น[5/]	%C[1/]
0.0(ตัวเปรียบเทียบ)	59.33a[2/]	100	6.33a[2/]	100	0.41a[2/]	100	21.00a[2/]	100	9.00a[2/]	100	0.12a[2/]	100
0.5	47.67a	80	5.33b	84	0.37a	91	26.83a	128	1.67b	19	0.09b	66
1.0	12.33b	21	3.67cd	58	0.27b	65	14.83a	71	0.00b	0	0.06c	47
1.5	10.83b	18	4.00c	63	0.26b	63	13.83a	66	0.00b	0	0.05c	41
2.0	9.23b	16	3.00d	47	0.16c	36	13.50a	64	0.33b	4	0.04c	32
C.V. (%)	25.11	-	8.17	-	14.68	-	47.63	-	56.89	-	15.35	-

[1/] ข้อมูลที่คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของตัวเปรียบเทียบ

[2/] ตัวเลขที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

[3/] ความยาวเป็นเซนติเมตร

[4/] จำนวนใบเป็นใบต่อต้น

[5/] น้ำหนักแห้งเป็นกรัมต่อต้น

[6/] จำนวนปมรากเป็นปมต่อต้น

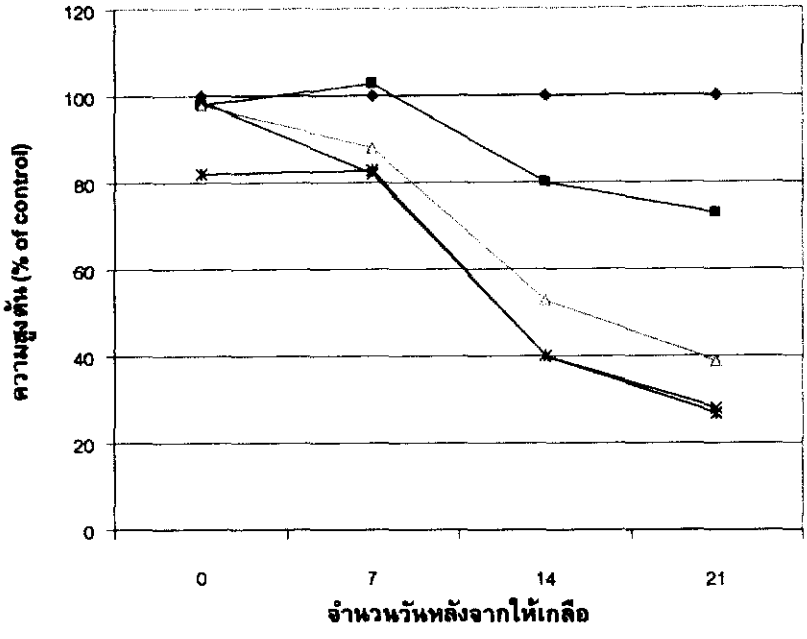
2.2 ถั่วพร้า

ต้นกล้าถั่วพร้าอายุ 7 วัน ที่ได้รับสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0-2.0% สามารถที่จะเจริญเติบโตอยู่ได้ตลอดระยะเวลาที่ทดลอง โดยมีอัตราการเจริญเติบโตแตกต่างกัน หลังจากได้รับเกลือการเจริญเติบโตจะค่อนข้างคงที่ในช่วงสัปดาห์แรก จากนั้นก็จะลดลงอย่างรวดเร็ว จนสิ้นสุดการทดลอง โดยเฉพาะที่ได้รับเกลือความเข้มข้นสูง (ภาพประกอบ 6, ก) ในต้นกล้าอายุ 14 วัน การตอบสนองต่อโซเดียมคลอไรด์ก็คล้ายกับในต้นกล้าอายุ 7 วัน แต่การเจริญเติบโตของต้นถั่วพร้าที่ได้รับเกลือความเข้มข้น 0.5 และ 1.0% นั้นได้รับผลกระทบเพียงเล็กน้อย ความสูงของต้นไม่ต่างจากตัวเปรียบเทียบมากนัก ตลอดระยะเวลาที่ทดลอง แต่ต้นที่ได้รับเกลือความเข้มข้นสูง ความสูงจะลดต่ำลงอย่างรวดเร็วหลังได้รับเกลือ (ภาพประกอบ 6, ข)

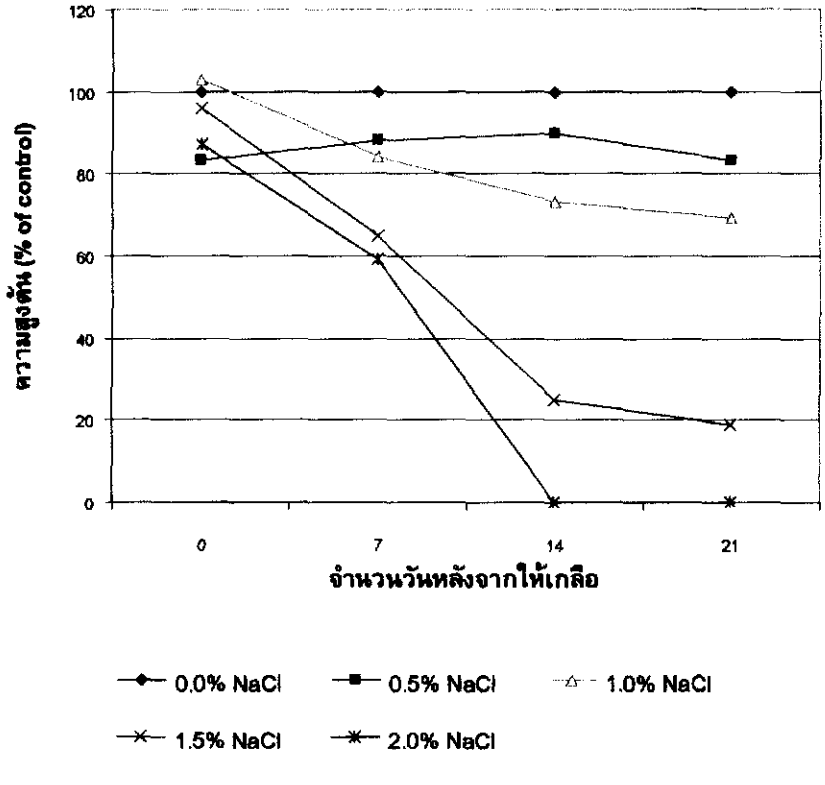
ที่ 21 วันหลังเริ่มให้เกลือ ในต้นกล้าอายุ 7 วัน ความสูงของต้นกล้า จำนวนใบ น้ำหนักแห้งต้น ความยาวราก และน้ำหนักแห้งรากนั้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มมากขึ้น โซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1.0-2.0% มีผลให้ความสูงของต้นกล้าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความสูงของต้นกล้าที่ 21 วันหลังเริ่มให้เกลือ เหลือเพียง 27–39% ของตัวเปรียบเทียบ ในขณะที่เกลือโซเดียมคลอไรด์ทุกความเข้มข้นมีผลยับยั้งจำนวนใบ น้ำหนักแห้งต้น ความยาวราก และน้ำหนักแห้งรากอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะจำนวนใบได้รับผลกระทบจากเกลือมากที่สุด โดยที่ความเข้มข้น 2.0% ต้นกล้าเหลือใบแค่ 19% ของตัวเปรียบเทียบเท่านั้น ในขณะที่การเจริญเติบโตทางด้านอื่นๆ นั้นถูกยับยั้งประมาณครึ่งหนึ่ง (ตาราง 6) ในการทดลองนี้ต้นกล้าไม่มีการสร้างปมรากในทุกกรรมวิธีทดลอง การเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วพร้าอายุ 14 วัน ในทางตอบสนองต่อเกลือโซเดียมคลอไรด์นั้นเป็นไปในทางเดียวกับต้นกล้าอายุ 7 วัน แต่เมื่อดูผลการยับยั้งการเจริญเติบโต โดยเฉพาะในช่วงความเข้มข้น 0.5-1.5% พบว่าจะเกิดน้อยกว่าในต้นกล้าอายุ 7 วัน โดยเฉพาะความสูงต้น ความยาวราก และน้ำหนักแห้งรากจะได้รับผลกระทบไม่มากนัก จากโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 0.5-1.0% มีแต่จำนวนใบต่อต้นเท่านั้นที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยสารละลายเกลือทุกความเข้มข้นชี้ให้เห็นถึงความทนทานที่เพิ่มขึ้นในต้นกล้าที่มีอายุมากขึ้น (ตาราง 7) แต่ต้นกล้าถั่วอายุ 14 วัน ที่ได้รับเกลือความเข้มข้น 2.0% กลับตายที่ 14 วันหลังเริ่มให้เกลือ แต่การตายของต้นกล้าถั่วพร้าอายุ 2 สัปดาห์นี้ไม่ได้เกิดจากผลของเกลือโซเดียมคลอไรด์อย่างเดียว เนื่องจากต้นกล้าถั่วพร้ามีการเจริญเติบโตและยืดตัวเร็วมากหลังการงอก และเนื่องจากชั้นปลูกต้นไม้มีแสงที่มีความเข้มค่อนข้างต่ำยิ่งทำให้ต้นกล้ายืดตัวยาวมาก โดยเฉพาะต้นกล้าอายุ 14 วัน และลำต้นจะบอบบาง หักง่ายเมื่อมีการขยับต้นเพื่อวัดการเจริญเติบโต ทำให้ต้นกล้าอ่อนแอ โดยเฉพาะเมื่อได้รับเกลือที่ความเข้มข้นสูง จึงต้องรอดูผลการทดลองในดินในสภาพที่ความเข้มแสงสูงอีกครั้ง ในต้นกล้าอายุ 2 สัปดาห์นี้ก็ไม่พบว่ามีการสร้างปมรากทั้งในตัวเปรียบเทียบและในกรรมวิธีที่ได้รับเกลือความเข้มข้นต่างๆ กัน

ต้นกล้าถั่วพร้าอายุ 7 วัน จะได้รับผลกระทบจากความเค็มตั้งแต่ความเข้มข้นของเกลือต่ำประมาณ 0.5% ขึ้นไป โดยความสูงของต้นกล้า จำนวนใบ น้ำหนักแห้งต้น ความยาวราก และน้ำหนักแห้งรากลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ต้นกล้าอายุ 14 วัน จะได้รับผลกระทบจากความเค็มที่ความเข้มข้นของเกลือประมาณ 1.0% ขึ้นไป ซึ่งผลการยับยั้งการเจริญเติบโตจะเกิดน้อยกว่าในต้นกล้าอายุ 7 วัน โดยเฉพาะความสูงของต้น ความยาวราก และน้ำหนักแห้งของรากจะได้รับผลกระทบไม่มากนัก

ก. อายุ 7 วัน



ข. อายุ 14 วัน



ภาพประกอบ 6 ผลของโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อความสูงของต้นกล้าถั่วพร้าอายุ 7 และ 14 วัน หลังงอก ที่เวลาต่างๆ กันหลังให้เกลือ ก. อายุ 7 วัน, ข. อายุ 14 วัน

ตาราง 6 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าถั่วพร้าอายุ 7 วันหลังงอกที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ

ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ (%)	ความสูงต้น		จำนวนใบ		น้ำหนักแห้งต้น		ความยาวราก		น้ำหนักแห้งราก	
	ซม.[3/]	%C[1/]	ใบ/ต้น[4/]	%C[1/]	กรัม/ต้น[5/]	%C[1/]	ซม.[3/]	%C[1/]	กรัม/ต้น[5/]	%C[1/]
0.0 (ตัวเปรียบเทียบ)	94.33a[2/]	100	5.33a[2/]	100	1.93a[2/]	100	52.67a[2/]	100	0.29a[2/]	100
0.5	68.67a	73	3.00b	56	1.19b	62	29.00b	55	0.19b	66
1.0	36.83b	39	1.33c	25	0.94b	49	25.00b	47	0.20b	68
1.5	26.00b	28	1.00c	19	0.84b	43	24.00b	46	0.21ab	72
2.0	25.17b	27	1.00c	19	0.92b	47	18.33b	35	0.18b	63
C.V. (%)	29.87	-	16.60	-	17.83	-	25.78	-	21.29	-

[1/] ข้อมูลที่คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของตัวเปรียบเทียบ

[2/] ตัวเลขที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

[3/] ความยาวเป็นเซนติเมตร

[4/] จำนวนใบเป็นใบต่อต้น

[5/] น้ำหนักแห้งเป็นกรัมต่อต้น

ตาราง 7 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าถั่วพร้าอายุ 14 วันหลังงอก ที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ

ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ (%)	ความสูงต้น		จำนวนใบ		น้ำหนักแห้งต้น		ความยาวราก		น้ำหนักแห้งราก	
	ซม.[3/]	%C[1/]	ใบ/ต้น[4/]	%C[1/]	กรัม/ต้น[5/]	%C[1/]	ซม.[3/]	%C[1/]	กรัม/ต้น[5/]	%C[1/]
0.0(ตัวเปรียบเทียบ)	104.00a[2/]	100	5.33a[2/]	100	2.30a[2/]	100	59.33a[2/]	100	0.25a[2/]	100
0.5	86.67a	83	4.00b	75	1.77ab	78	58.33a	98	0.20a	80
1.0	74.67a	72	2.33c	44	1.56b	68	53.33a	90	0.19a	76
1.5	19.33b	19	0.67d	13	0.25c	11	17.00b	29	0.07b	28
2.0	0.00b	0	0.00d	0	0.00c	0	0.00b	0	0.00b	0
C.V. (%)	27.87	-	25.10	-	24.15	-	33.08	-	34.47	-

[1/] ข้อมูลที่คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของตัวเปรียบเทียบ

[2/] ตัวเลขที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

[3/] ความยาวเป็นเซนติเมตร

[4/] จำนวนใบเป็นใบต่อต้น

[5/] น้ำหนักแห้งเป็นกรัมต่อต้น

การทดลองที่ 3 *การศึกษาการเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วและการสร้างปมรากภายใต้สภาวะความเค็ม*

การทดสอบในดินในกระถางนั้นมีจุดประสงค์เพื่อดูการเจริญเติบโตและการสร้างปมรากของถั่วภายใต้สภาวะที่มีความเค็มต่างๆ กัน ในระยะยาว โดยใช้กระถางขนาดใหญ่และทดสอบในโรงเรือนที่มีหลังคาใส รับแสงจากดวงอาทิตย์ได้อย่างเต็มที่ ซึ่งต่างจากการทดลองที่ 2 ซึ่งทดสอบในทราย ใช้ภาชนะขนาดค่อนข้างเล็ก และใช้แสงจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ที่ความเข้มแสงค่อนข้างต่ำ และทรายแม่น้ำที่ใช้ในการทดลองก็ผ่านการทำความสะอาดหลายครั้ง ทำให้อาจไม่มีแบคทีเรียไรโซเบียม หรือมีเหลืออยู่น้อย จึงส่งผลกระทบต่อการเกิดปมราก โดยเฉพาะในถั่วพร้า

พบว่าระดับความเค็มที่เพิ่มขึ้น จะส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วและการสร้างปมราก ดังนี้

3.1 ถั่วซีรูเลียม

ต้นกล้าถั่วซีรูเลียมที่ได้รับเกลือโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ สัปดาห์ละครั้งตั้งแต่อายุ 2 สัปดาห์ นั้นพบว่าต้นที่ได้รับเกลือที่ความเข้มข้น 0-1.0% สามารถอยู่รอดได้จนสิ้นสุดการทดลองที่ 8 สัปดาห์ แต่ไม่สามารถทนทานต่อความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 2.0% โดยถั่วซีรูเลียมจะตายภายหลังจากได้รับเกลือที่ความเข้มข้นนี้เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น โดยเฉพาะที่ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์สูงพบว่าใบที่อยู่ด้านล่างจะมีสีเหลืองปน มีลักษณะหนากว่าปกติ และเกิดอาการไหม้ที่บริเวณขอบใบ ซึ่งอาการจะรุนแรงขึ้นในต้นกล้าที่ได้รับเกลือความเข้มข้นสูงและระยะเวลาหลังจากให้เกลือนานขึ้น จนกระทั่งใบที่อยู่ด้านล่างจะหลุดร่วงไป สำหรับที่ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 0-0.5% จะพบว่าหลังจากให้เกลือแล้ว 4 สัปดาห์ จะมีการแตกยอดใหม่เพิ่มขึ้นและยอดสามารถเจริญเติบโตได้ดีทำให้มีลำต้นเลื้อยยาว ในขณะที่ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 1.0% พบว่าไม่มีการแตกยอดใหม่ และลำต้นเตี้ยไม่สามารถเลื้อยพันได้ ส่งผลให้น้ำหนักแห้งของต้นที่ 8 สัปดาห์หลังจากให้เกลือความเข้มข้น 0-0.5% ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่จะแตกต่างกับโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1.0% ซึ่งมีน้ำหนักแห้งของต้นลดลงถึง 80% ของตัวเปรียบเทียบ (ตาราง 8) ในด้านระบบรากพบว่าความยาวรากไม่แตกต่างกันทางสถิติในต้นที่ได้รับโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0-1.0% และมีการสร้างรากฝอยเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะที่โซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0-0.5% แต่ที่ความเข้มข้น 1.0% นั้นพบว่ามีการสร้างรากฝอยเพียงเล็กน้อย ส่งผลให้น้ำหนักแห้งของรากของต้นที่ได้รับโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0-0.5% ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่จะแตกต่างจากต้นที่ได้รับโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1.0% ซึ่งมีน้ำหนักแห้งของรากเพียง 20% ของตัวเปรียบเทียบเท่านั้น สำหรับจำนวนปมรากพบว่าที่โซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.125-0.5% มีการสร้างปมรากสูงกว่าตัวเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์เป็น 1.0% การสร้างปมรากจะลดลงแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับตัวเปรียบเทียบ และที่ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 0.5% ปมรากจะมีขนาดใหญ่กว่าในทุกความเข้มข้น ส่งผลต่อน้ำหนักแห้งของปมราก ทำให้ที่ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 0.5% ถั่ว

ซีรูเลียมมีน้ำหนักแห้งของปมรากสูงที่สุด และที่ความเข้มข้น 0-0.25% น้ำหนักแห้งของปมรากไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 1.0% จะให้น้ำหนักแห้งของปมรากต่ำสุดเหลือเพียง 9% ของตัวเปรียบเทียบเท่านั้น (ตาราง 8)

3.2 ถั่วพร้า

ในถั่วพร้าที่เริ่มได้รับเกลือโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ตั้งแต่อายุ 2 สัปดาห์นั้น พบว่าสามารถทนทานต่อเกลือทุกความเข้มข้นที่ได้รับ และสามารถอยู่รอดได้จนสิ้นสุดการทดลองที่ 8 สัปดาห์ (ตาราง 9) แต่การเจริญเติบโตของต้นกล้าจะได้รับผลกระทบจากเกลือโซเดียมคลอไรด์ โดยเฉพาะที่ความเข้มข้นสูง โดยหลังจากให้เกลือแล้วประมาณ 2 สัปดาห์ ใบที่อยู่ด้านล่างจะหนากว่าปกติ และเมื่อให้เกลือจนถึงสัปดาห์ที่ 6 พบว่าที่ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 1.0 และ 2.0% นั้นนอกจากใบที่อยู่ด้านล่างจะหนากว่าปกติแล้ว บางใบยังมีสีเขียวเข้มและมีสีเหลืองปน มีการสร้างใบน้อยลง ในขณะที่ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 0-0.5% นั้นไม่พบอาการผิดปกติ โดยต้นกล้าถั่วพร้าจะเจริญเติบโตดี ใบสีเขียว และมีจำนวนใบมาก ในขณะเดียวกันก็จะมีการแตกยอดใหม่เพิ่มขึ้น หลังจากให้เกลือแล้วประมาณ 2 สัปดาห์ และยอดใหม่จะเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว ยกเว้นที่โซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 2.0% จะมีการแตกยอดและการเจริญเติบโตน้อยกว่าในทุกความเข้มข้น และพบว่าถั่วพร้าจะเริ่มออกดอกประมาณสัปดาห์ที่ 3 หลังจากให้เกลือในทุกความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ โดยต้นที่ได้รับเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 0-0.25% จะมีจำนวนดอกเพิ่มขึ้นจนถึงสัปดาห์ที่ 5 หลังจากให้เกลือ และจะมีประมาณ 2-3 ดอกต่อต้น ในขณะที่ต้นที่ได้รับโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.5-2.0% จะมีจำนวนดอกเท่าเดิม คือประมาณ 1 ดอกต่อต้นเท่านั้น และในช่วงสัปดาห์ที่ 7-8 หลังจากให้เกลือก็จะติดฝัก ที่สัปดาห์ที่ 8 หลังจากให้เกลือ พบว่าต้นที่ได้รับโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0-1.0% จะติดฝักประมาณ 1 ฝักต่อต้น ส่วนต้นที่ได้รับเกลือความเข้มข้น 2.0% ไม่มีการติดฝัก หลังจากให้เกลือแล้ว 8 สัปดาห์ พบว่าที่ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ต่ำ คือ 0.125-0.25% นั้น จะให้น้ำหนักแห้งของต้นลดลง 12-14% ของตัวเปรียบเทียบ ส่วนที่ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ที่สูงขึ้น คือ 1.0 และ 2.0% จะให้น้ำหนักแห้งลดลง 53-72% ของตัวเปรียบเทียบ ในด้านระบบรากพบว่าในทุกความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ความยาวรากไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่จะพบว่าที่ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 1.0-2.0% จะมีการสร้างรากฝอยจำนวนน้อยกว่าที่ความเข้มข้น 0.125-0.5% ส่งผลให้น้ำหนักแห้งของรากลดลง 39-49% ของตัวเปรียบเทียบ เมื่อได้รับโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นสูง ในด้านจำนวนปมราก พบว่าในทุกความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ถั่วพร้าจะมีการสร้างปมราก โดยที่ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 0.25% ถั่วพร้าจะมีการสร้างปมรากสูงถึง 152 ปม หรือ 80% ของตัวเปรียบเทียบ และเมื่อความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น การสร้างปมรากจะลดลง โดยจะลดลง 80% ของตัวเปรียบเทียบ ที่ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 0.5% ขึ้นไป และพบว่าเมื่อความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์สูงขึ้นจะทำให้ขนาดของปมรากถั่วใหญ่ขึ้น จึงส่งผลต่อน้ำหนักแห้งของปมราก โดยพบว่าที่ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 0.25% ถั่วพร้าจะมีน้ำหนักแห้งของปมรากเท่ากับตัวเปรียบเทียบ และที่ความเข้มข้น 0.5% จะให้น้ำหนักแห้งของปมรากถึง 73% ของตัวเปรียบเทียบ

ส่วนที่ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 1.0 และ 2.0% นั้น จะให้น้ำหนักแห้งของปมรากลดลงเป็น 38 และ 8% ของตัวเปรียบเทียบ ตามลำดับ (ตาราง 9)

จากการทดลองนี้ เห็นได้ว่าถั่วพร้าสามารถทนทานต่อความเค็มได้ดี โดยถั่วพร้าสามารถเจริญเติบโตอยู่ได้จนครบ 8 สัปดาห์ ในสภาวะที่มีความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์สูงถึง 2.0% ในขณะที่ถั่วซีรูเลียมสามารถเจริญเติบโตอยู่ได้ในความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์เพียง 1.0% ส่วนผลกระทบจากเกลือต่อการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นพบว่าถั่วพร้าได้รับผลกระทบน้อยกว่าถั่วซีรูเลียม โดยสังเกตได้จากอาการผิดปกติที่เกิดขึ้นในถั่วเมื่อได้รับเกลือ สำหรับในด้านการสร้างปมรากก็เช่นเดียวกัน จะพบว่าถั่วพร้ามีการสร้างปมรากได้ดีกว่าถั่วซีรูเลียม ถึงแม้ว่าจะได้รับเกลือที่มีความเข้มข้นสูงขึ้นก็ตาม

ตาราง 8 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆที่ให้ทางดินแก่ต้นกล้าถั่วซีรูเลียมอายุ 2 สัปดาห์ ที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าและการสร้างปมรากที่ 8 สัปดาห์หลังให้เกลือ

ความเข้มข้นของ	น้ำหนักแห้งของต้น		ความยาวของราก		น้ำหนักแห้งของราก		จำนวนปมต่อต้น		น้ำหนักแห้งปมต่อต้น	
โซเดียมคลอไรด์ (%)	กรัม/ต้น[3/]	% C[1/]	ซม.[4/]	% C[1/]	กรัม/ต้น[3/]	% C[1/]	ปม/ต้น	% C[1/]	กรัม[3/]	% C[1/]
0.000 (ตัวเปรียบเทียบ)	4.48a[2/]	100	53.00a[2/]	100	1.02a[2/]	100	17.00ab[2/]	100	0.07ab[2/]	100
0.125	3.95a	88	45.33a	86	0.89a	87	27.33a	161	0.09ab	134
0.250	3.34a	75	39.33a	74	0.82a	80	27.00a	159	0.07ab	100
0.500	4.44a	99	52.67a	99	0.87a	85	25.67a	151	0.11a	160
1.000	0.88b	20	41.43a	78	0.21b	20	5.00ab	29	0.01b	9
2.000	0.00b	0	0.00b	0	0.00b	0	0.00b	0	0.00b	0
C.V. (%)	27.19	-	23.27	-	19.23	-	71.78	-	83.57	-

[1/] ข้อมูลที่คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของตัวเปรียบเทียบ

[2/] ตัวเลขที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

[3/] น้ำหนักแห้งเป็นกรัมต่อต้น

[4/] ความยาวเป็นเซนติเมตร

ตาราง 9 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆที่ให้ทางดินแก่ต้นกล้าถั่วพร้าอายุ 2 สัปดาห์ ที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าและการสร้างปมรากที่ 8 สัปดาห์หลังให้เกลือ

ความเข้มข้นของโซเดียม	จำนวนฝักต่อต้น		น้ำหนักแห้งของต้น		ความยาวของราก		น้ำหนักแห้งของราก		จำนวนปมต่อต้น		น้ำหนักแห้งปมต่อต้น	
คลอไรด์ (%)	ฝัก/ต้น[3/]	% C[1/]	กรัม/ต้น[4/]	% C[1/]	ซม.[5/]	% C[1/]	กรัม/ต้น[4/]	% C[1/]	ปม/ต้น	% C[1/]	กรัม/ต้น[4/]	% C[1/]
0.000 (ตัวเปรียบเทียบ)	1.00a[2/]	100	37.15a[2/]	100	41.25a[2/]	100	2.49a[2/]	100	191.25a[2/]	100	0.77a[2/]	100
0.125	1.00a	100	31.93ab	86	47.25a	115	1.87b	75	106.00b	55	0.54a	70
0.250	1.00a	100	32.86ab	88	44.00a	107	1.99ab	80	152.00ab	80	0.77a	100
0.500	1.00a	100	28.44b	77	44.50a	108	1.82b	73	83.25bc	20	0.56a	73
1.000	0.75a	75	17.35c	47	47.75a	116	1.23c	49	20.50c	11	0.29b	38
2.000	0.00b	0	10.48d	28	38.88a	94	0.98c	39	10.75c	6	0.13b	17
C.V. (%)	25.78		17.29	-	15.02	-	22.03	-	49.45	-	28.83	-

[1/] ข้อมูลที่คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของตัวเปรียบเทียบ

[2/] ตัวเลขที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

[3/] จำนวนฝักต่อต้นเป็นฝักต่อต้น

[4/] น้ำหนักแห้งเป็นกรัมต่อต้น

[5/] ความยาวเป็นเซนติเมตร

การทดลองที่ 4 ศักยภาพของถั่วในการเจริญเติบโตในพื้นที่ดินเค็มในสภาพธรรมชาติ ที่อำเภอขามสะแกแสง จังหวัดนครราชสีมา

จากผลการทดลองเบื้องต้น พบว่าถั่วพร้าสามารถทนทานต่อความเค็มได้ดีทั้งในระยะงอกและระยะต้นกล้า และมีการสร้างปมรากได้ภายใต้สภาวะความเค็ม โดยเฉพาะการทดสอบในดินในโรงเรือนสำหรับปลูกต้นไม้ที่มีอุณหภูมิของอากาศค่อนข้างสูง จึงนำถั่วพร้ามาใช้ในการทดสอบศักยภาพในการเจริญเติบโตภายใต้สภาพพื้นที่ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยทำการทดลองในพื้นที่ดินเค็ม อำเภอขามสำแกแสง จังหวัดนครราชสีมา ที่มีค่าการนำไฟฟ้าของดินที่ระดับความลึก 0-5, 5-10 และ10-20 เซนติเมตร เป็น 4.913, 4.170 และ 3.927 dS/m ตามลำดับ หรือโซเดียมคลอไรด์ประมาณ 0.2% ซึ่งจัดว่าเป็นดินเค็มปานกลาง โดยได้ทำการทดลองระหว่างเดือนกรกฎาคม-ตุลาคม 2547

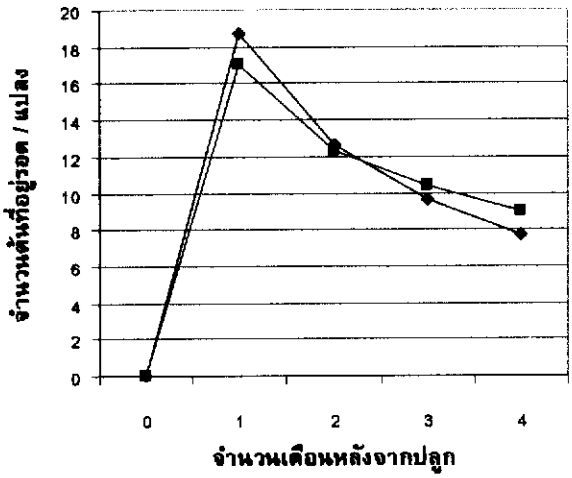
4.1 การปลูกโดยใช้เมล็ด

การเจริญเติบโตของถั่วพร้าที่ระยะเวลาต่างๆ หลังปลูก โดยใช้กรรมวิธีการปลูกที่แตกต่างกันพบว่าถั่วพร้าจะเริ่มงอกประมาณวันที่ 5-10 หลังจากปลูก และที่ระยะเวลา 1 เดือนหลังจากปลูกพบว่าทั้งการปลูกโดยรองก้นหลุมด้วยดินดำ (T_1) และการรองก้นหลุมด้วยดินดำผสมโพลีเมอร์ (T_2) นั้นมีจำนวนต้นที่อยู่รอดเฉลี่ยต่อแปลงใกล้เคียงกัน คือ 18.67 และ 17.00 ต้น ตามลำดับ หลังจากนั้นจำนวนต้นที่อยู่รอดจะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 2 เดือนหลังจากปลูก จากนั้นจะค่อยๆ ลดลงจนถึงสิ้นสุดการทดลอง และเมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ระยะเวลา 4 เดือนหลังจากปลูกพบว่าถั่วพร้าที่ปลูกโดยการรองก้นหลุมด้วยดินดำ และการรองก้นหลุมด้วยดินดำผสมโพลีเมอร์จะมีจำนวนต้นที่อยู่รอด 7.67 และ 9.00 ต้น ตามลำดับ (ภาพประกอบ 7, ก และ ตาราง 10) ส่วนในด้านความสูงของต้นพบว่าการปลูกทั้ง 2 กรรมวิธี มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน คือ ความสูงจะค่อยๆ เพิ่มขึ้น เห็นได้จากในเดือนที่ 1 หลังจากปลูกโดยการรองก้นหลุมด้วยดินดำ และการรองก้นหลุมด้วยดินดำผสมโพลีเมอร์ จะให้ความสูงของต้นเฉลี่ยเพียง 6.50 และ 8.17 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนในเดือนที่ 4 หลังจากปลูก ถั่วพร้าจะมีความสูงเพิ่มขึ้นเป็น 25.04 และ 28.29 เซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพประกอบ 7, ข และ ตาราง 10) ส่วนจำนวนใบจะเป็นไปในทิศทางเดียวกับความสูงของต้น ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอัตราต่ำ ในระยะแรกจนถึง 2 เดือน การเพิ่มของใบในทั้ง 2 กรรมวิธีปลูกนั้นไม่แตกต่างกัน แต่หลังจาก 2 เดือนแล้วการปลูกโดยการรองก้นหลุมด้วยดินดำจะมีจำนวนใบค่อนข้างคงที่ และเมื่อสิ้นสุดการทดลองต้นถั่วที่ปลูกโดยการรองก้นหลุมด้วยดินดำผสมโพลีเมอร์จะให้จำนวนใบเฉลี่ยต่อต้นสูงกว่าการปลูกโดยการรองก้นหลุมด้วยดินดำเพียงอย่างเดียว (ภาพประกอบ 7, ค) และใบของต้นถั่วจะมีลักษณะหนาและขนาดเล็กกว่าปกติมาก นอกจากนั้นยังพบว่าถั่วพร้าจะเริ่มออกดอกที่ระยะ 2 เดือนหลังจากปลูก และจะเริ่มทยอยติดฝักหลังจากนั้นประมาณ 2 สัปดาห์ ซึ่งจำนวนฝักจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกันที่ระยะแรก แต่หลังจาก 3 เดือนแล้วต้นที่ปลูกโดยการรองก้นหลุมด้วยดินดำผสมโพลีเมอร์จะมีอัตราการติดฝักมากกว่าต้นที่ปลูกโดยการรองก้นหลุมด้วยดินดำเพียงอย่างเดียว (ภาพประกอบ 7, ง และ ตาราง 10) และเมื่อพิจารณาการเจริญเติบโตของถั่วที่อายุ 4 เดือนหลังจากปลูก ในด้านลำต้นพบว่าต้นที่

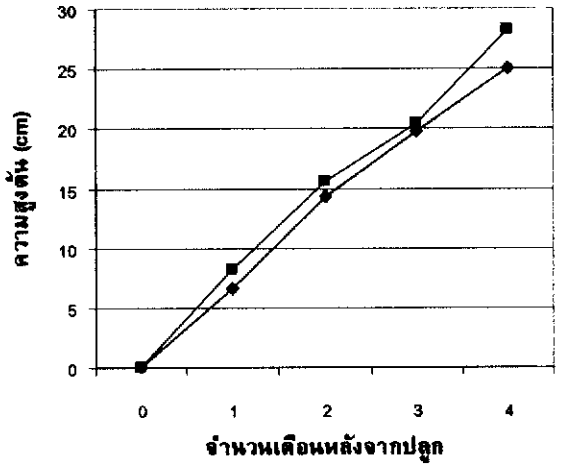
ปลูกโดยการรองก้นหลุมด้วยดินดำผสมโพลีเมอร์จะให้ความสูงต้น จำนวนใบ และจำนวนฝักมากกว่าต้นที่ปลูกโดยการรองก้นหลุมด้วยดินดำ โดยเฉพาะจำนวนฝักจะมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งการปลูกโดยการรองก้นหลุมด้วยดินดำผสมโพลีเมอร์จะให้ความสูงต้น จำนวนใบ และจำนวนฝักเป็น 28.29 เซนติเมตร 6.25 ใบ และ 1.25 ฝัก ตามลำดับ ส่งผลให้ต้นที่ปลูกโดยการรองก้นหลุมด้วยดินดำผสมโพลีเมอร์มีน้ำหนักแห้งของต้นเป็น 7.06 กรัม ซึ่งสูงกว่าต้นที่ปลูกโดยการรองก้นหลุมด้วยดินดำแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนด้านระบบรากพบว่าเป็นไปในทิศทางเดียวกับการเจริญเติบโตทางลำต้น โดยความยาวราก และน้ำหนักแห้งของรากต้นถั่วที่ปลูกโดยการรองก้นหลุมด้วยดินดำผสมโพลีเมอร์เป็น 22.04 เซนติเมตร และ 0.83 กรัม ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าต้นที่ปลูกโดยการรองก้นหลุมด้วยดินดำแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และในทุกกรรมวิธีปลูกไม่พบปมรากถั่ว (ตาราง 10)

จากการทดลองนี้จะเห็นได้ว่า ถั่วพร้าที่ใช้เมล็ดปลูกในหลุมที่มีวัสดุรองก้นหลุมสามารถเจริญเติบโตภายใต้สภาวะที่มีความเค็มในสภาพธรรมชาติได้ ถึงแม้ว่าการเจริญเติบโตจะเพิ่มขึ้นในอัตราต่ำก็ตาม และต้นที่ปลูกโดยการรองก้นหลุมด้วยดินดำผสมโพลีเมอร์จะให้ความสูงต้น จำนวนใบ จำนวนฝัก น้ำหนักแห้งของต้น ความยาวราก และน้ำหนักแห้งของราก สูงกว่าต้นที่ปลูกโดยการรองก้นหลุมด้วยดินดำ

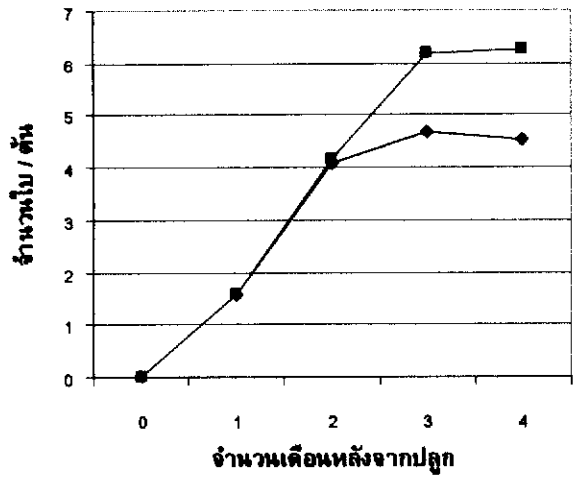
ก. จำนวนต้นที่อยู่รอดต่อแปลง



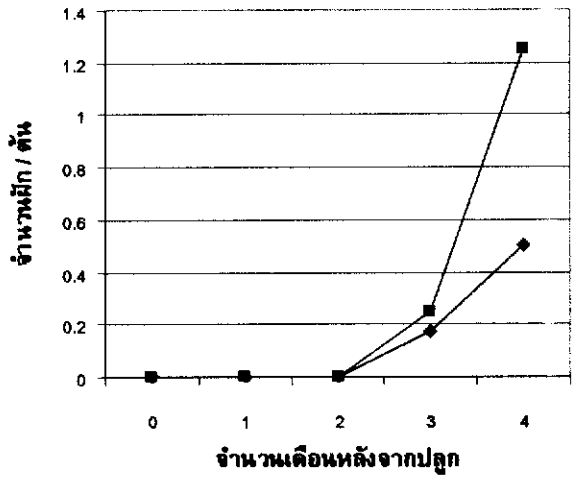
ข. ความสูงของต้น



ค. จำนวนใบต่อต้น



ง. จำนวนฝักต่อต้น



T1 การปลูกโดยรองก้นหลุมด้วยดินดำ

T2 การปลูกโดยรองก้นหลุมด้วยดินดำผสมโพลีเมอร์

ภาพประกอบ 7 การเจริญเติบโตของถั่วพร้าที่ปลูกโดยใช้เมล็ดในพื้นที่ดินเค็มในธรรมชาติที่อำเภอขามสะแกแสง จังหวัดนครราชสีมา โดยใช้กรรมวิธีการปลูกที่แตกต่างกันที่เวลาต่างกันหลังจากปลูก ก. จำนวนต้นที่อยู่รอดต่อแปลง ข. ความสูงต้น ค. จำนวนใบต่อต้น ง. จำนวนฝักต่อต้น

ตาราง 10 การเจริญเติบโตของถั่วพร้าที่ปลูกโดยใช้เมล็ดในพื้นที่ดินเค็มในธรรมชาติที่อำเภอขามสะแกแสง จังหวัดนครราชสีมา โดยใช้กรรมวิธีการปลูกที่แตกต่างกัน ที่อายุ 4 เดือน หลังจากเริ่มปลูก

การเจริญเติบโต	กรรมวิธีการปลูก		t
	รองก้นหลุมด้วยดินดำ (T_1)	รองก้นหลุมด้วยดินดำผสมโพลีเมอร์ (T_2)	
จำนวนต้น (ต้น/แปลง)	7.67 ± 1.15	9.00 (3.61	0.61
ความสูงต้น (ซม.)	25.04 (4.43	28.29 (0.97	1.26
จำนวนใบ (ใบ/ต้น)	4.58 (1.13	6.25 (1.56	1.50
จำนวนฝัก (ฝัก/ต้น)	0.50 (0.25	1.25 (0.25	3.75*
น้ำหนักแห้งต้น (กรัม/ต้น)	5.18 (2.53	7.06 (2.06	1.00
ความยาวราก (ซม.)	20.71 (2.10	22.04 (2.41	0.72
น้ำหนักแห้งราก (กรัม/ต้น	0.60 (0.15	0.82 (0.14	1.91

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4.2 การปลูกโดยใช้ต้นกล้าอายุ 2 สัปดาห์

สำหรับถั่วพร้าที่ปลูกโดยใช้ต้นกล้าอายุ 2 สัปดาห์ โดยใช้กรรมวิธีการปลูกที่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาจำนวนต้นที่อยู่รอดในแต่ละช่วงเวลาหลังจากปลูกพบว่าต้นที่ปลูกในหลุมขนาดเท่าถุงเพาะโดยไม่มีการรองก้นหลุม (T_1) จะมีจำนวนต้นในแปลงลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 1 เดือนหลังจากปลูก และหลังจากนั้นจำนวนต้นถั่วที่อยู่รอดจะลดลงอย่างช้าๆ จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง ซึ่งต่างจากต้นถั่วที่ปลูกในหลุมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร ลึก 20 เซนติเมตร แล้วรองก้นหลุมด้วยดินดำ (T_2) และดินดำผสมโพลีเมอร์ (T_3) ซึ่งมีแนวโน้มของจำนวนต้นที่อยู่รอดค่อยๆ ลดลงในช่วง 1 เดือนหลังจากปลูก และหลังจากนั้นจำนวนต้นที่อยู่รอดจะลดลงอย่างรวดเร็วจนสิ้นสุดการทดลอง โดยจำนวนต้นที่อยู่รอดของแต่ละกรรมวิธีทดลองจะใกล้เคียงกัน โดยต้นที่ปลูกในหลุมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร ลึก 20 เซนติเมตร แล้วรองก้นหลุมด้วยดินดำผสมโพลีเมอร์จะมีจำนวนต้นที่อยู่รอดสูงสุด รองลงมาคือต้นที่ปลูกในหลุมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร ลึก 20 เซนติเมตร แล้วรองก้นหลุมด้วยดินดำ ส่วนต้นที่ปลูกในหลุมที่ไม่มีการรองก้นหลุมมีจำนวนต้นที่อยู่รอดต่ำที่สุด (ภาพประกอบ 8, ก) ในด้านความสูงของต้นในช่วงเวลาที่ต่างกันหลังจากปลูกพบว่าทั้งต้นที่ปลูกในหลุมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร ลึก 20 เซนติเมตร แล้วรองก้นหลุมด้วยดินดำ และในหลุมที่รองก้นหลุมด้วยดินดำผสมโพลีเมอร์นั้นมีความสูงของต้นเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตั้งแต่เริ่มปลูกจนถึง 2 เดือนหลังจากปลูก จากนั้นความสูงของต้นจะค่อนข้างคงที่จนถึงสิ้นสุดการทดลอง สำหรับต้นที่ปลูกโดยไม่มีการรองก้นหลุมนั้นความสูงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ตั้งแต่เริ่มปลูกจนสิ้นสุดการทดลอง เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าต้นที่ปลูกในหลุมที่รองก้นหลุมด้วยดินดำจะให้ความสูงต้นมากที่สุด ส่วนต้นที่ปลูกในหลุมที่ไม่มีการรองก้นหลุมจะให้ความสูงของต้นต่ำที่สุด (ภาพประกอบ 8, ข)

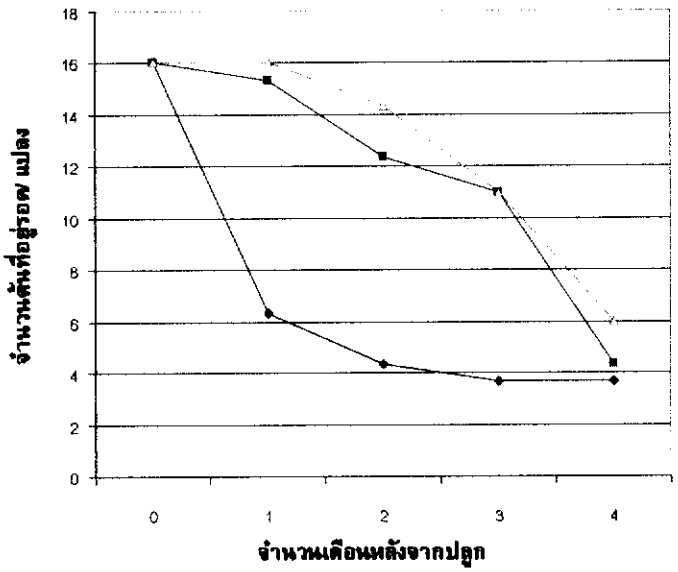
เมื่อพิจารณาการเจริญเติบโตของต้นถั่วพร้าที่เวลา 4 เดือนหลังย้ายกล้าลงปลูกในแปลงพบว่าการเจริญเติบโตของต้นถั่วพร้าที่ปลูกโดยใช้กรรมวิธีต่างกันนั้นมีแนวโน้มว่าจะมีความแตกต่างกัน ถึงแม้ว่าผลการวิเคราะห์ทางสถิติส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างกันก็ตาม จำนวนต้นที่อยู่รอดต่อแปลง จำนวนใบต่อต้น น้ำหนักแห้งต้น จำนวนปมต่อต้น ความยาวราก และน้ำหนักแห้งรากนั้นมีค่ามากที่สุดในต้นที่ปลูกโดยรองก้นหลุมด้วยดินดำผสมโพลีเมอร์ รองลงมาคือต้นที่ปลูกโดยรองก้นหลุมด้วยดินดำ และการปลูกถั่วพร้าลงในดินเค็มโดยตรงจะทำให้การเจริญเติบโตทางต้นเหล่านี้มีค่าต่ำที่สุด ส่วนการเจริญเติบโตทางด้านความสูงนั้นต้นที่ปลูกโดยการรองก้นหลุมด้วยดินดำมีแนวโน้มจะสูงมากที่สุด และการปลูกลงในดินโดยตรงก็จะให้ค่าความสูงน้อยที่สุดเช่นเดียวกัน (ตาราง 11)

จากการสังเกตลักษณะอาการความผิดปกติของถั่วพร้าตั้งแต่เริ่มปลูก เดือนกรกฎาคม 2547 จนสิ้นสุดการทดลอง ที่ระยะเวลา 4 เดือน พบว่าหลังจากปลูกประมาณ 2 เดือน ซึ่งเป็นช่วงที่มีปริมาณฝนตกสม่ำเสมอ และมีการให้น้ำตามสมควรนั้น ต้นถั่วมีการเจริญเติบโตดี โดยมีการเพิ่มจำนวนใบและความสูงของต้น พร้อมทั้งมีการแตกยอดใหม่เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการปลูกในหลุมที่มีวัสดุรองก้นหลุมต้นถั่วจะมีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกัน ในขณะที่ต้นถั่วที่ปลูกโดยไม่รองก้นหลุม

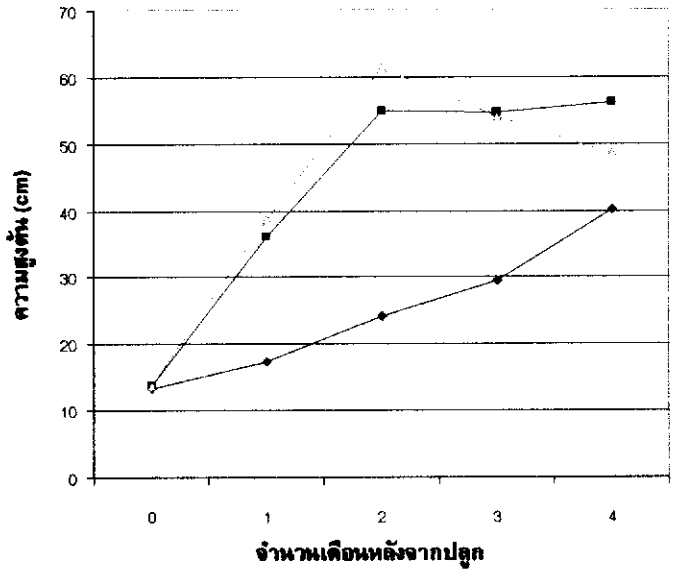
นั้นจะมีการเจริญเติบโตอย่างช้าๆ ทั้งในด้านความสูงของต้น การเพิ่มจำนวนใบ และการแตกยอดใหม่ แต่ทุกกรรมวิธีที่ปลูกต้นถั่วสามารถติดดอกและติดฝักได้ตามปกติ คือติดดอกที่ระยะเวลาประมาณ 1 เดือนหลังจากปลูก แล้วจึงทยอยติดฝัก หลังจากนั้นประมาณเดือนที่ 3-4 หลังจากปลูก ซึ่งเป็นช่วงที่มีฝนตกน้อย สภาพอากาศแห้งแล้ง ต้นถั่วได้รับน้ำจากการให้น้ำเป็นส่วนใหญ่ จึงทำให้การเจริญเติบโตของถั่วลดลงอย่างมาก โดยถั่วจะเกิดอาการไหม้ที่บริเวณปลายยอด ใบเหลือง โดยเฉพาะใบที่อยู่ด้านล่างของลำต้น บางใบเกิดการม้วนงอและไหม้ที่บริเวณขอบใบเข้าหากลางใบ และใบส่วนใหญ่จะหลุดร่วงไป ในขณะที่ต้นถั่วที่ปลูกโดยไม่รองก้นหลุมยังคงมีการเจริญเติบโตต่อไปอย่างช้าๆ แต่ลักษณะของต้นถั่วจะมีต้นเตี้ย ใบขนาดเล็กกว่าปกติมาก สามารถติดดอกและฝักได้ แต่ดอกจะมีขนาดเล็ก จำนวนดอกน้อย จึงทำให้มีการติดฝักน้อย และขนาดฝักจะเล็กกว่าปกติ

โดยสรุปแล้วพบว่าต้นกล้าถั่วพร้าอายุ 2 สัปดาห์ ที่ปลูกโดยใช้กรรมวิธีปลูกที่ต่างกันในสภาพพื้นที่ดินเค็มธรรมชาติ สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพที่มีปริมาณน้ำเพียงพอต่อความต้องการ แต่เมื่อเกิดสภาพแห้งแล้งต้นถั่วจะมีการเจริญเติบโตลดลง โดยต้นที่ปลูกโดยใช้วัสดุรองก้นหลุมก่อนปลูกด้วยดินดำ และดินดำผสมโพลีเมอร์จะช่วยให้พืชมีการเจริญเติบโตดีกว่าการปลูกต้นกล้าลงไปในดินเค็มโดยตรง ถึงแม้ว่าการปลูกโดยไม่รองก้นหลุมและการปลูกในหลุมที่รองก้นหลุมด้วยดินดำและดินดำผสมโพลีเมอร์จะให้จำนวนต้นที่อยู่รอดเฉลี่ยต่อแปลงใกล้เคียงกัน แต่การเจริญเติบโตของต้นและรากรวมถึงการสร้างปมรากจะน้อยกว่าการปลูกโดยมีการรองก้นหลุมด้วยดินดำและดินดำผสมโพลีเมอร์

ก. จำนวนต้นที่อยู่รอดต่อแปลง



ข. ความสูงต้น



T1 การปลูกโดยไม่รองก้นหลุม

T2 การปลูกโดยการรองก้นหลุมด้วยดินดำ

T3 การปลูกโดยการรองก้นหลุมด้วยดินดำผสมโพลีเมอร์

ภาพประกอบ 8 การเจริญเติบโตของถั่วพร้าที่ปลูกโดยใช้ต้นกล้า อายุ 2 สัปดาห์ ในพื้นที่ดินเค็มในธรรมชาติที่อำเภอขามสะแกแสง จังหวัดนครราชสีมา โดยใช้กรรมวิธีการปลูกที่แตกต่างกัน ที่เวลาต่างกันหลังจากปลูก

ก. จำนวนต้นที่อยู่รอดต่อแปลง ข. ความสูงต้น

ตาราง 11 การเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วพร้า อายุ 2 สัปดาห์ ในพื้นที่ดินเค็มในธรรมชาติที่อำเภอขามสะแกแสง จังหวัดนครราชสีมา โดยใช้กรรมวิธีการปลูกที่แตกต่างกัน ที่อายุ 4 เดือนหลังจากเริ่มปลูก

กรรมวิธีการปลูก	จำนวนต้น ต้น/แปลง[2/]	ความสูงต้น ซม.[3/]	จำนวนใบ ใบ/ต้น[4/]	น้ำหนักแห้งต้น กรัม/ต้น[6/]	จำนวนปมต่อต้น ปม/ต้น[5/]	น้ำหนักแห้งปมต่อต้น กรัม[6/]	ความยาวราก ซม.[3/]	น้ำหนักแห้งราก กรัม/ต้น[6/]
ไม่รองกันหลุม (T_1)	6.33a[1/]	40.13a[1/]	6.75a[1/]	6.97b[1/]	8.42a[1/]	0.04a[1/]	25.51a[1/]	0.88a[1/]
รองกันหลุมด้วยดินดำ (T_2)	4.67a	56.11a	8.39a	9.43ab	12.31a	0.04a	24.37a	1.88b
รองกันหลุมด้วยดินดำผสมโพลีเมอร์ (T_3)	7.67a	48.50a	11.67a	13.11a	18.25a	0.03a	28.58a	2.26b
C.V.(%)	44.82	25.09	35.16	23.90	43.93	76.34	22.23	23.31

[1/] ตัวเลขที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

[2/] จำนวนต้นที่อยู่รอดต่อแปลงเป็นต้นต่อแปลง

[3/] ความยาวเป็นเซนติเมตร

[4/] จำนวนใบเป็นใบต่อต้น

[5/] จำนวนปมรากต่อต้นเป็นปมต่อต้น

[6/] น้ำหนักแห้งเป็นกรัมต่อต้น

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผล

การทดลองที่ 1 การศึกษาความงอกของเมล็ดถั่ว และการเจริญของต้นกล้าหลังงอกในสภาวะที่มีความเค็มต่างๆ กัน

1.1 ถั่วซีรูเลียม

เมล็ดถั่วซีรูเลียมสามารถงอกได้ในสภาพที่มีความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ไม่เกิน 1.0% ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ที่เพิ่มขึ้น ทำให้เมล็ดถั่วใช้ระยะเวลาในการงอกนานขึ้น และทำให้ความงอกของเมล็ด ความยาวต้น และความยาวรากลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

1.2 ถั่วพร้า

เมล็ดถั่วพร้าสามารถงอกได้ในสภาพที่มีความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์สูงสุด 1.0% ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ที่เพิ่มขึ้น ไม่ส่งผลต่อระยะเวลาในการงอกของเมล็ด และทำให้ความงอกของเมล็ด ความสูงของต้น และความยาวรากลดลงเพียงเล็กน้อย

การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของความเค็มต่อการเจริญเติบโตของถั่วในระยะต้นกล้า

2.1 ถั่วซีรูเลียม

ต้นกล้าถั่วซีรูเลียมทั้งอายุ 7 และ 14 วันหลังงอก มีความทนทานต่อความเค็มได้ใกล้เคียงกัน โดยสามารถเจริญเติบโตได้ในโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นสูงถึง 2.0% ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ที่เพิ่มขึ้น ทำให้ความสูงของต้น จำนวนใบ น้ำหนักแห้งของต้น จำนวนปมราก และน้ำหนักแห้งของรากลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีผลให้ความยาวรากลดลงเพียงเล็กน้อย

2.2 ถั่วพร้า

การเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วพร้าอายุ 7 วัน ได้รับผลกระทบจากความเค็มตั้งแต่ความเข้มข้นของเกลือต่ำประมาณ 0.5% ขึ้นไป ในขณะที่ต้นกล้าอายุ 14 วัน จะได้รับผลกระทบจากความเค็มที่ความเข้มข้นของเกลือประมาณ 1.0% ขึ้นไป ซึ่งผลการยับยั้งการเจริญเติบโตจะเกิดน้อยกว่าในต้นกล้าอายุ 7 วัน โดยเฉพาะความสูงของต้น ความยาวราก และน้ำหนักแห้งของรากจะได้รับผลกระทบไม่มากนัก และพบว่าในต้นกล้าทุกอายุไม่มีการสร้างปมราก ต้นกล้าถั่วพร้าอายุ 7 วัน สามารถเจริญเติบโตได้ในโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นถึง 2.0% ในขณะที่ต้นกล้าอายุ 14 วัน ไม่สามารถอยู่รอดได้

การทดลองที่ 3 การศึกษาการเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วและการสร้างปมรากภายใต้สภาวะความเค็ม

3.1 ถั่วซีรูเลียม

ต้นกล้าถั่วซีรูเลียมสามารถเจริญเติบโตได้ในสภาวะที่มีความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์สูงถึง 1.0% ความเค็มที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตทางลำต้น โดยจะทำให้น้ำหนักแห้งของต้นลดลง โดยเฉพาะที่โซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1.0% ส่วนการเจริญเติบโตในด้านระบบราก จะได้รับผลกระทบจากความเค็มค่อนข้างต่ำ และพบว่าที่ความเค็มต่ำนั้น ต้นถั่วจะมีการสร้างปมรากสูงกว่าตัวเปรียบเทียบ และปมรากจะมีขนาดใหญ่เมื่อความเค็มเพิ่มขึ้น

3.2 ถั่วพร้า

ต้นกล้าถั่วพร้าสามารถเจริญเติบโตได้ในสภาวะที่มีความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์สูงถึง 2.0% ถั่วพร้าจะได้รับผลกระทบจากความเค็มที่ความเข้มข้นของเกลือสูง ทำให้น้ำหนักแห้งของต้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าในทุกความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ถั่วพร้าสามารถติดดอกและฝักได้ ยกเว้นที่โซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 2.0% ไม่มีการติดฝัก ในด้านระบบรากพบว่าความยาวรากไม่ได้รับผลกระทบจากความเค็ม ส่วนน้ำหนักแห้งของราก จำนวนปมราก ส่วนน้ำหนักแห้งของปมรากจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ปมรากถั่วจะมีขนาดใหญ่ขึ้นเมื่อความเค็มเพิ่มขึ้น

การทดลองที่ 4 การศึกษาศักยภาพของถั่วในการเจริญเติบโตในพื้นที่ดินเค็มในสภาพธรรมชาติที่อำเภอขามสะแกแสง จังหวัดนครราชสีมา

4.1 การปลูกโดยใช้เมล็ด

ถั่วพร้าที่ปลูกในหลุมที่รองก้นหลุมด้วยดินดำผสมโพลีเมอร์จะมีจำนวนต้นที่อยู่รอดต่อแปลงสูงกว่าการปลูกในหลุมที่รองก้นหลุมด้วยดินดำแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ถั่วพร้าที่ปลูกทั้ง 2 กรรมวิธี จะมีการเจริญเติบโตในอัตราต่ำ โดยต้นที่ปลูกในหลุมที่รองก้นหลุมด้วยดินดำผสมโพลีเมอร์จะมีความสูงต้น จำนวนใบ จำนวนฝัก น้ำหนักแห้งของต้น ความยาวราก และน้ำหนักแห้งของรากสูงกว่าการปลูกในหลุมที่รองก้นหลุมด้วยดินดำแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นจำนวนฝักจะมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และทั้ง 2 กรรมวิธีไม่มีการสร้างปมราก

4.2 การปลูกโดยใช้ต้นกล้าอายุ 2 สัปดาห์

ถั่วพร้าที่ปลูกทุกกรรมวิธีจะมีจำนวนต้นที่อยู่รอดต่อแปลงลดลงตั้งแต่เริ่มปลูกจนสิ้นสุดการทดลอง โดยถั่วพร้าที่ปลูกโดยการรองก้นหลุมด้วยดินดำผสมโพลีเมอร์จะมีจำนวนต้นที่อยู่รอดสูงที่สุด ส่วนถั่วพร้าที่ปลูกโดยไม่มีการรองก้นหลุมจะมีจำนวนต้นที่อยู่รอดต่อแปลงต่ำที่สุด ถั่วพร้าที่ปลูกในหลุมที่มีวัสดุรองก้นหลุมจะมีการเจริญเติบโตดีกว่าต้นที่ปลูกโดยไม่มีการรองก้นหลุม ทั้งด้านความสูงต้น จำนวนใบ น้ำหนักแห้งของต้น จำนวนปมราก ความยาวราก และน้ำหนักแห้งของราก โดยเฉพาะถั่วพร้าที่ปลูกโดยการรองก้นหลุมด้วยดินดำผสมโพลีเมอร์

อภิปรายผล

1. ผลของความเค็มต่อการงอกของเมล็ด

เมื่อความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้นจะทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดลดลง (Patel; Gondalia; & Polara. 1992: 17-23 ; Ozdemir; & Engin. 1994: 72-75 ; Sekhar. 1994: 90-91) ใช้ระยะเวลาในการงอกนานขึ้น (Steppuhn. 2005: Online) และเมื่อความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์อยู่ในระดับสูงมากเมล็ดพืชจะไม่สามารถงอกได้ เนื่องจากความเค็มส่งผลกระทบต่อการงอกของเมล็ดพืช โดยทำให้ความดันออสโมติกในสารละลายภายนอกเพิ่มขึ้น จึงทำให้เมล็ดไม่สามารถดูดน้ำเข้าไปใช้ในการงอกได้อย่างพอเพียง (Murillo-Amador; et al. 2002: 235-247 ; Khajeh-Hosseini; Powell ; & Bingham. 2003: 715-725) นอกจากนี้ความเค็มยังทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นหรือการสะสมไอออนที่มากพอจนทำให้เกิดความเป็นพิษต่อต้นอ่อนภายในเมล็ด หรืออาจเกิดกระบวนการหรือกลไกบางอย่างที่ทำให้เมล็ดเกิดการพักตัว เพื่อป้องกันการงอกของต้นกล้าที่จะเกิดมาในภาวะที่ไม่เหมาะสม (Able; & Mckenzie. 1964: 157-161 ; Ungar. 1996: 604-607) จากการศึกษาศักยภาพในการงอกของ Chickpea (*Cicer arietinum* L.) ภายใต้สภาวะที่มีความเค็มของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0, 8, 12 และ 16 dS/m พบว่าการงอกของเมล็ดจะลดลงเมื่อระดับความเค็มเพิ่มขึ้น ที่ความเค็ม 16 dS/m การงอกจะลดลงเหลือเพียง 33.33% ของตัวเปรียบเทียบ (Khalid; et al. 2001: 395-396) เยาวภา คำทับทิม (2546) รายงานว่าเมื่อความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น ทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดซะคราม, ถั่วผี, ถั่วลิสงนา, ไมยราบ และโสนบ้านลดลง และที่ความเข้มข้นของเกลือ 2.0% ขึ้นไป เมล็ดวัชพืชทั้ง 5 ชนิดไม่สามารถงอกได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองที่ 1 โดยทั้งถั่วซีรูเลียมและถั่วพร้าจะมีเปอร์เซ็นต์การงอกลดลง เมื่อความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น และเมื่อความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้นเป็น 2.0% เมล็ดไม่สามารถงอกได้

2. ผลของความเค็มต่อการเจริญเติบโตของพืชในระยะต้นกล้า

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของพืชในระยะต้นกล้าภายใต้สภาวะที่มีความเค็ม ในการทดลองที่ 2 จะพบว่าถั่วซีรูเลียมทั้งอายุ 7 และ 14 วันหลังงอกมีความทนทานต่อความเค็มใกล้เคียงกัน คือสามารถอยู่รอดได้ในโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 2.0% ส่วนในถั่วพร้านั้นความเข้มข้นของเกลือปานกลางจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าอายุ 7 วันมากกว่าต้นกล้าอายุ 14 วัน แต่ที่ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 2.0% ต้นกล้าอายุ 14 วันกลับไม่สามารถทนทานอยู่ได้ ทั้งนี้อาจเนื่องจากถั่วพร้าเป็นพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว (จันทนา เกตุแก้ว. 2537: 45-46) ประกอบกับสถานที่ทำการทดลองอยู่ในสภาพที่ได้รับแสงจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ ซึ่งให้ความเข้มแสงค่อนข้างต่ำ ถั่วพร้าจึงมีต้นที่ยืดยาวกว่าปกติ ลำต้นอ่อน หักง่าย โดยเฉพาะในถั่วพร้าอายุ 14 วันทำให้มีความอ่อนแอ จึงเป็นข้อจำกัดของการทดลองนี้ ซึ่งต่างจากถั่วซีรูเลียมซึ่งเป็นพืชที่มีการเจริญเติบโตค่อนข้างต่ำในช่วงแรก และเป็นพืชที่มีความทนทานต่อร่มเงา (Ikram. 1983: Online) ต้นกล้าที่ใช้ในการทดลองจึงมีการเจริญเติบโตเป็นปกติ ส่วนในการทดลองที่ 3 เป็นการ

ทดลองในโรงเรือนปลูกพืชที่ได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ ในสภาพที่ใกล้เคียงธรรมชาติ ทำให้ต้นกล้าที่ใช้ในการทดลองมีการเจริญเติบโตตามปกติ

จากการทดลองที่ 2 และ 3 พบว่าความเค็มทำให้พืชจะมีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นลดลง ทั้งความสูงของต้น จำนวนใบ และน้ำหนักแห้งของต้น เนื่องจากความเค็มจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชสองประการ คือ การเพิ่มแรงดันออสโมติกในสารละลาย ทำให้พืชดูดน้ำไปใช้ได้ยากขึ้น ดังนั้นเมื่อพืชขาดน้ำจะทำให้การแบ่งเซลล์และการขยายตัวของเซลล์เป็นไปได้ช้า โดยเฉพาะบริเวณปลายยอดหรือเนื้อเยื่อที่กำลังเจริญ (Munns; & Rawson. 1999: 459-464 ; Sheldon; et al. 2005: Online ; Al-Hamdani. 2004: 114-119) และผลจากความเค็มอีกประการหนึ่ง ได้แก่ ความเป็นพิษของไอออน คือ Na^+ และ Cl^- โดยจะเกิดจากการสะสมไอออนในเนื้อเยื่อพืชที่แก่ในปริมาณมากจนเกิดความเป็นพิษที่ใบของพืช ทำให้ใบเหลือง เนื่องจากคลอโรฟิลล์ถูกทำลาย และใบจะไหม้บริเวณขอบใบเรื่อยมาจนถึงกลางใบ ซึ่งเรียกอาการนี้ว่า Chlorosis จากนั้นพืชจะเกิดอาการ Necrosis และในที่สุดใบจะตาย (Kurniadie; & Redmann. 1999: 699-709 ; Xu; et al. 2000: 97-150 ; Soussi; Ocana; & Lluch. 1998: 1329-1337 ; Al-Khanjari; Al-Kathiri; & Esechie. 2002: 350-356) นอกจากนั้นความเค็มยังมีผลให้ใบมีขนาดเล็ก หนา และม้วนงอเข้าหาเส้นกลางใบ (Alpha; Drake; & Goldstein. 1996: 86-92 ; Tozlu; Moore; & Guy. 2000b: 35-42) เช่นรายงานของเชลดอน (Sheldon; et al. 2005) ที่ศึกษาผลของความเค็มต่อการใช้น้ำของพืช พบว่าในสภาพที่มีความเค็ม Chickpea จะเกิดอาการ Chlorosis ที่บริเวณปลายใบของใบที่แก่ และตามด้วยอาการ Necrosis และจากนั้นใบจะเข้าสู่การชราภาพอย่างรวดเร็ว และถ้าในดินที่มีโซเดียมคลอไรด์มากกว่า 1.0 g/kg จะทำให้ใบมีขนาดเล็กลง และจากการศึกษาการตอบสนองของ Kudzu (*Pueraria lobata*) ต่อโซเดียมคลอไรด์ พบว่าเมื่อความเข้มข้นของเกลือสูงขึ้นจะทำให้พื้นที่ใบลดลง (Al-Hamdani. 2004: 114-119) สำหรับในการทดลองที่ 3 พบว่าที่ความเข้มข้นของเกลือระดับต่ำถั่วพร้าสามารถติดดอกและฝักได้ แต่จำนวนของดอกและฝักจะน้อยกว่าปกติ และเมื่อความเข้มข้นของเกลือสูงขึ้นถั่วพร้าจะไม่มีการติดฝัก เช่นเดียวกับที่ความเข้มข้นต่ำทั้งถั่วพร้าและถั่วซีรูเลียมจะมีการแตกยอดใหม่เพิ่มขึ้น และมีใบจำนวนมาก แต่เมื่อความเข้มข้นของเกลือสูงขึ้นจะไม่มีการแตกยอด และมีจำนวนใบน้อย และพืชจะได้รับผลกระทบจากเกลือทางด้านลำต้นมากกว่าราก (Maggio; et al. 2001: 999-1004) ซึ่ง Tozlu; Moore; & Guy. (2000a) ได้ศึกษาผลของความเค็มที่มีต่อ *Poncirus trifoliate* พบว่ารากจะได้รับผลกระทบจากเกลือน้อยกว่าต้น ซึ่งรากจะมีกลไกในการสะสมไอออนให้ช้าลง โดยเกิดการหลุดร่วงของรากแขนงที่มีอายุมากและงอกรากใหม่ทดแทน ส่วนในด้านความยาวรากพบว่าไม่ได้รับผลกระทบจากความเค็ม อาจเนื่องมาจากในการทดลองใช้ภาชนะที่มีขนาดค่อนข้างเล็ก โดยเฉพาะในการทดลองที่ 2 จึงเป็นการจำกัดการเจริญเติบโตทางด้านความยาวของราก แต่จะพบว่าเมื่อความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้นน้ำหนักแห้งของรากจะลดลง เช่นเดียวกับน้ำหนักแห้งของ Kudzu จะลดลงประมาณ 50% ของตัวเปรียบเทียบเทียบ เมื่อโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 25 mM (Al-Hamdani. 2004: 114-119)

3. ผลของความเค็มต่อการเกิดปมรากของถั่วในระยะต้นกล้า

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าในสภาวะที่มีความเค็มจะทำให้มีจำนวนปมรากลดลง และที่ความเข้มข้นของเกลือสูงขึ้นจะไม่มีการสร้างปมราก ในทางกลับกันพบว่าขนาดของปมรากจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเค็มเพิ่มขึ้น ซึ่งจากผลการทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกับการทดลองของเอลชิดและวูด (Elsheikh; & Wood. 1995) ที่พบว่าการเจริญเติบโตและการสร้างปมรากของถั่วเหลือง (*Glycine max* L.) จะได้รับผลกระทบจากความเค็ม ส่วนไมซาและทาริค (Mirza; & Tariq. 1992) พบว่าความเค็มจะลดจำนวนปมต่อต้น แต่จะเพิ่มขนาดปมของ *Sesbania sesbane* และยังสอดคล้องกับการทดลองของเอลาฮิ มุสตาฟาและไมซา (Elahi Mustafa; & Mirza. 2004) ที่ศึกษาผลของการเจริญเติบโตและการสร้างปมรากของถั่วเขียว (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) ต่อโซเดียมคลอไรด์ พบว่าที่โซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.1 และ 0.2% การสร้างปมรากจะได้รับผลกระทบจากความเค็ม โดยจำนวนปมต่อต้นและน้ำหนักสดของปมต่อต้นจะลดลง ส่วนที่โซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.3% จะไม่มีการสร้างปมรากเกิดขึ้น และยังพบว่าขนาดของปมจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเพิ่มระดับความเค็ม จะเห็นได้ว่าความเค็มมีผลต่อการสร้างปมรากของพืชตระกูลถั่ว โดยทำให้แบคทีเรียไรโซเบียมในปมรากถั่วลดลง และทำให้ปมรากเสียก่อนกำหนด จึงทำให้การตรึงไนโตรเจนลดลง ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช (Swaraj; & Bishnoi. 1999: 843-848) สำหรับการทดลองที่ 2 ในถั่วพร้าที่ปลูกในทรายจะไม่พบการสร้างปมรากในทุกความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ อาจเนื่องมาจากในการทดลองนี้ใช้ทรายแม่น้ำที่ผ่านการล้างน้ำหลายครั้งเป็นวัสดุปลูก จึงอาจไม่มีการปนเปื้อนของไรโซเบียมในทรายนั้นเลย หรืออาจมีปริมาณน้อย จึงทำให้ไม่มีการสร้างปมรากเกิดขึ้น

4. การศึกษาศักยภาพของถั่วในการเจริญเติบโตในพื้นที่ดินเค็มในสภาพธรรมชาติ

สำหรับการศึกษาการเจริญเติบโตของถั่วพร้าในพื้นที่ดินเค็มธรรมชาติ โดยใช้เมล็ดปลูก พบว่าเมล็ดสามารถงอกได้ แต่ใช้ระยะเวลาในการงอกนานขึ้น และถั่วพร้าจะมีการเจริญเติบโตหลังจากงอกได้ดีในช่วง 1 เดือนแรก เนื่องจากพืชที่ทนทานต่อความเค็มได้ดีจะสามารถปรับแรงดันออสโมติกในเกลือที่มีความเข้มข้นสูงได้ดีกว่าพืชที่อ่อนแอต่อความเค็ม พืชจึงสามารถดูดน้ำจากดินเค็มมาใช้ในการงอกและการเจริญเติบโต และพืชจะทนทานต่อต่อความเค็มในช่วงระยะงอกและหลังงอกได้ดีกว่าพืชระยะเจริญเต็มที่ (Blaylock. 2005: Online) นอกจากถั่วพร้าจะได้รับอิทธิพลจากความเค็มในพื้นที่ศึกษาแล้วยังได้รับอิทธิพลจากสภาพความแห้งแล้งของพื้นที่ ซึ่งในดินที่แห้งแล้งจะทำให้สารละลายเกลือที่อยู่ในดินมีความเข้มข้นขึ้นจึงทำให้ความเค็มเพิ่มขึ้น โดยพืชจะแสดงอาการความผิดปกติที่เกิดจากอิทธิพลของเกลือคล้ายคลึงกับพืชที่อยู่ในสภาวะแห้งแล้ง (Drought) ซึ่งสภาวะทั้ง 2 นี้ เป็นผลจากความเครียดเนื่องจากการขาดน้ำ (Water stress; Wilting) จะส่งผลให้การเจริญเติบโตของพืชลดลง หรือเป็นไปในอัตราต่ำ ซึ่งเป็นผลมาจากแรงดันออสโมติกต่อการดูดน้ำของพืช ความเป็นพิษของไอออน รวมทั้งความไม่สมดุลของธาตุอาหารในพืช (Blaylock. 2005: Online ; Sheldon; et al. 2005: Online) ถั่วพร้าจะมีลักษณะต้นเตี้ยกว่าปกติมาก ใบมีขนาดเล็กหนา เกิดอาการ Chlorosis และ Necrosis ซึ่งการเพิ่มความเข้มข้นของเกลือจะยับยั้งการขยายส่วน

ของเนื้อเยื่อเจริญ (Neumann. 1997: 1193-1198) และเกิดการสะสมไอออนมากจนเกิดความเป็นพิษ โดยเฉพาะที่ส่วนของใบ ซึ่งจะเกิดในเนื้อเยื่อที่แก่ก่อน และเมื่อได้รับเกลือนานขึ้นหรือความเข้มข้นสูงขึ้นจะทำให้เกิดความเสียหายมากขึ้น โดยพืชจะมีการแคระแกร็น หรือเนื้อเยื่อจะตาย (Blaylock. 2005: Online ; Sheldon; et al. 2005: Online) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาใน *Atriplex prostrate* (Wang; Showalter; & Ungar. 1997: 1247-1255), Pigeonpea (*Cajanus cajan*) (Ashraf. 1994: 153-165), Kudzu (*Pueraria lobata*) (Al-Hamdani. 2004: 114-119) ภายใต้สภาวะที่มีความเค็มจะทำให้ความสูงของต้น ขนาดพื้นที่ใบ และจำนวนใบลดลง จึงส่งผลให้น้ำหนักแห้งของต้นลดลง นอกจากนี้ความเค็มยังทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงลดลง เนื่องจากคลอโรฟีลล์ถูกทำลาย ใบจึงมีสีเหลือง เช่นเดียวกับใน Chickpea (Soussi; Ocana; & Lluch. 1998: 1329-1337) และใน Alfalfa (*Medicago sativa* L.) (Al-Khanjari; Al-Kathiri; & Esechie. 2002: 350-356) สำหรับการเจริญเติบโตทางด้านการสืบพันธุ์ ก็จะได้รับผลกระทบจากความเค็มเช่นกัน โดยถั่วพร้าจะมีการติดดอกและฝักน้อยกว่าปกติ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ เอลาฮิ มุสตาฟาและไมซา (Elahi Mustafa; & Mirza. 2004) ซึ่งพบว่าจำนวนฝักต่อต้น และน้ำหนักสดของฝักต่อต้นของถั่วเขียวจะลดลงเมื่อความเค็มเพิ่มขึ้น และเมื่อความเค็มสูงถึง 0.3% จะไม่มีการติดฝักเลย

สำหรับการเจริญเติบโตของถั่วพร้าที่ปลูกโดยใช้ต้นกล้าอายุ 2 สัปดาห์นั้นมีแนวโน้มลดลงเช่นเดียวกับการปลูกโดยใช้เมล็ด แต่ถั่วพร้าจะมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของต้น การเพิ่มจำนวนใบ การติดดอก และติดฝักในระยะ 2 เดือนแรกหลังจากปลูก (ช่วงที่มีฝนตกสม่ำเสมอ) ดีกว่าการปลูกโดยใช้เมล็ด โดยเฉพาะต้นที่ปลูกในหลุมที่มีวัสดุรองก้นหลุมก่อนปลูก ซึ่งวัสดุนั้นจะทำหน้าที่เป็นเสมือนตัวป้องกันความเค็มไม่ให้เข้าสู่ต้นพืชอย่างรวดเร็วในช่วงแรกหลังจากปลูก ต้นถั่วจึงมีเวลาในการปรับตัว เพื่อให้เจริญเติบโตอยู่ในสภาวะที่มีความเค็มได้ แต่เมื่อเกิดสภาวะแห้งแล้ง ฝนทิ้งช่วง ถั่วพร้าจะมีการเจริญเติบโตลดลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากขาดน้ำและความเข้มข้นของสารละลายเกลือในดินเพิ่มขึ้น (Sheldon; et al. 2005: Online) จึงแสดงอาการผิดปกติต่างๆ เช่นเดียวกับที่เกิดในถั่วที่ปลูกโดยใช้เมล็ด แต่จะรุนแรงกว่าโดยใบจะหลุดร่วงเป็นจำนวนมาก และส่วนยอดของต้นจะตาย และพบว่าทั้งถั่วพร้าที่ปลูกโดยใช้เมล็ดและใช้ต้นกล้าอายุ 2 สัปดาห์ ในหลุมที่มีดินผสมโพลีเมอร์ จะมีการเจริญเติบโตดีกว่าการปลูกโดยกรรมวิธีอื่น เนื่องจากโพลีเมอร์เป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติในการดูดเก็บน้ำไว้ได้ ดังนั้นจึงทำให้พืชสามารถเก็บน้ำไว้ใช้ในช่วงที่ปริมาณน้ำไม่เพียงพอ

ส่วนการเจริญของระบบรากและการสร้างปมรากของถั่วพร้าที่ปลูกในพื้นที่ดินเค็ม พบว่าในถั่วที่ปลูกโดยใช้เมล็ดจะมีการพัฒนาทางด้านระบบรากค่อนข้างต่ำ รากฝอยมีจำนวนน้อย และไม่มีการสร้างปมราก ส่วนการปลูกโดยใช้ต้นกล้าอายุ 2 สัปดาห์ พบว่าในหลุมที่มีวัสดุรองก้นหลุมจะมีการสร้างรากฝอยจำนวนมาก และมีการสร้างปมราก แต่จำนวนปมจะน้อยกว่าปกติมาก ทั้งนี้อาจเนื่องจากความเค็มจะยับยั้งการสร้างปมราก โดยมาจากปัจจัย 2 ประการ คือ การลดจำนวนไรโซเบียม และลดความมีชีวิตของรากหรือทำให้รากอ่อนแอ และทำให้ปมเสียก่อนกำหนด

(Swarai; & Bishnoi. 1999: 843-848 ; Tu. 1981: 231-239) จึงทำให้พืชมีการตรึงไนโตรเจนได้น้อยลง และรากมีความอ่อนแอ พืชจึงมีการเจริญเติบโตลดลง เช่นเดียวกับการทดลองของลวงและบอททอมเลย์ (Leung; & Bottomley. 1994) และบัลดานีและวีเวอร์ (Baldani; & Weaver. 1992) ที่พบว่า การเจริญเติบโตของไรโซเบียมจะลดลงอย่างมากเมื่อได้รับความแห้งแล้ง และไรโซเบียมแต่ละสายพันธุ์จะมีความทนทานต่อความเค็มในระดับที่แตกต่างกัน และจากการศึกษาผลของโซเดียมคลอไรด์ต่อการเจริญเติบโต การตรึงไนโตรเจนและเปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนใน *Leucaena leucocephala* พบว่าที่โซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.025 mol/L ขึ้นไป จะทำให้การสร้างปมรากและน้ำหนักสดของปมต่อต้นลดลง ส่งผลให้การตรึงไนโตรเจนและการเจริญเติบโตของพืชลดลง (Anthraper; & Dubois. 2003: 683-692)

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาการเจริญเติบโตของพืชในสภาพพื้นที่ดินเค็มธรรมชาติในพื้นที่ที่ไม่มีสภาพความแห้งแล้งเข้ามาเกี่ยวข้อง เพื่อศึกษาถึงผลของความเค็มที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืชเพียงอย่างเดียว

2. ควรมีการศึกษาการเจริญเติบโตพืชในสภาพพื้นที่ดินเค็มธรรมชาติในระยะยาวให้ครบทุกฤดู

3. ควรศึกษาการเจริญเติบโตภายใต้สภาวะที่มีความเค็มกับพืชตระกูลถั่วชนิดอื่น

4. ควรศึกษาการใช้ถั่วพร้าเป็นพืชคลุมดินร่วมกับการใช้อินทรียวัตถุต่างๆ ในการปรับปรุงพื้นที่ดินเค็ม

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

การปรับปรุงดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. (2544, เมษายน-มิถุนายน). *วารสารพัฒนาที่ดิน*. 38(381): 11-14.

กรมพัฒนาที่ดิน. (ม.ป.ป.). *การจัดการดินเค็ม*. กรุงเทพฯ: คณะกรรมการกำหนดมาตรการและจัดทำเอกสารอนุรักษ์ดินและน้ำ และการจัดการดิน.

กรมส่งเสริมการเกษตร. (2543). *เขตส่งเสริมการเกษตร จังหวัดนครราชสีมา เล่ม 2*. กรุงเทพฯ: กรมฯ.

กรมอุตุนิยมวิทยา. (2547). *แบบจดรายงานอุตุนิยมวิทยา ประจำปี สำหรับสถานีฝน พ.ศ.2547 สถานีน้ำฝน อ.ขามสะแกแสง*. กรุงเทพฯ: กรมฯ.

กลุ่มปรับปรุงดินเค็ม. (2540). โสนแอฟริกัน (*Sesbania rostrata*) พืชปรับปรุงดินเค็ม. ใน *เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐเรื่องการอนุรักษ์ดินและน้ำ*. หน้า 305-321. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.

จักรกฤษณ์ หอมจันทร์; และ เทพฤทธิ์ ดุลาพิทักษ์. (2530). การใช้วัชพืชเพื่อเพิ่มอินทรียวัตถุในดินนา. ใน *รายงานการวิจัย*. ขอนแก่น: ภาคปฐพีวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

จันทนา เกตุแก้ว. (2537). พืชคลุมบำรุงดินกับการทำเกษตรธรรมชาติ. *วารสารเทคโนโลยีที่เหมาะสม*. 12(3): 42-48.

เฉลิมชัย วงศ์วัฒนะ; ศรีสม สุรวัฒนานนท์; และ มาลี ณ นคร. (2542). การสำรวจวัชพืชในเขตพื้นที่ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. *วิทยาสารวัชพืช*. (1-2): 40-45.

ชุมพล คนศิลป์; และ สุมล โสภากร. (2548). *ศึกษาการจัดปลูกถั่วขอเป็นพืชคลุมและการผลิตเมล็ดพันธุ์ในไร่ข้าวโพด*. (ออนไลน์). แหล่งที่มา: http://www.ldd.go.th/ORDweb/AbsT/A188.html. วันที่สืบค้น 20 กันยายน 2548.

ชัยนาม ดิสถาพร. (2540). การปลูกป่าเพื่อกระจายดินเค็ม. ใน *เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐเรื่องการอนุรักษ์ดินและน้ำ*. หน้า 233-239. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.

ไชยา เพ็งอุ่น. (2539). *ถั่วและพืชคลุมดิน*. กรุงเทพฯ: พิมพ์ดี.

ทัศนัย ชัยเพ็ชร. (2548). *การศึกษาวิธีการป้องกันกำจัดวัชพืชโดยไม่ใช้สารเคมีในการปลูกทานตะวัน*. (ออนไลน์). แหล่งที่มา: http://fnatagro.csc.ku.ac.th/Academic/Research/Special%20Problems_46/A%20Study%20on%20Methods%20of%20Weed%20Control%20%20by%20Non%20-%20Chemical%20on%20Sunflower%20(Helianthus%20annuus%20Linn.).pdf. วันที่สืบค้น 20 กันยายน 2548.

นฤพล ทีโพนทัน. (2534). *อิทธิพลของโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบทางเคมีของถั่วพืชอาหารสัตว์*. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย หาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

บุปผา โตภาคงาม; และเอนก โตภาคงาม. (2542). *รายงานการวิจัย ปี.พ.ศ.2542 ประเภททุนอุดหนุนทั่วไป เรื่องการทดสอบพืชอาหารสัตว์ทนเค็มเพื่อการใช้ประโยชน์พื้นที่ดินเค็ม*. ขอนแก่น: ภาควิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ประภัทร์ พิศวงษ์. (2545). *การใช้ถั่วพร้า (Canavalia ensiformis L.) เป็นพืชคลุมดินเพื่อลดการใช้สารกำจัดวัชพืชในไร่อ้อย (Saccharum officinarum L.)*. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

ปราโมทย์ แย้มคลี่. (2540). การปลูกไม้ยืนต้นเพื่อป้องกันการแพร่กระจายของดินเค็ม. ใน *เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐเรื่องการอนุรักษ์ดินและน้ำ*. หน้า 240–251. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.

พรชัย สุธาทร. (2538, มิถุนายน-กรกฎาคม). ถั่วพร้าคำตอบของปุ๋ยพืชสด. *วารสารพัฒนาที่ดิน*. 32(361-362): 62-63.

พัชรินทร์ วณิชย์อนันตกุล. (2545, พฤศจิกายน-ธันวาคม). พืชคลุมซีรูเลียม. *วารสารกสิกร*. 75(6): 67-70.

พัฒนา อภิญดา. (2545). *ศักยภาพของพืชตระกูลถั่วบางชนิดต่อการปรับปรุงดินบนที่ดอน*. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.

พิชัย วิชัยดิษฐ์. (2540). การอ่านและการใช้แผนที่ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ใน *เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐเรื่องดินเค็ม*. หน้า 174-176. กรุงเทพฯ: กลุ่มปรับปรุงดินเค็ม กรมพัฒนาที่ดิน.

มานพ คันทะเตมีย์. (2540, มกราคม-มิถุนายน). การปรับปรุงดินมีปัญหา. *วารสารอนุรักษ์ดินและน้ำ*. 13(1): 24-29.

เยาวภา คำทับทิม. (2546). *ผลของความเค็มที่มีต่อการเจริญเติบโตและการเกิดปมรากของวัชพืชตระกูลถั่วบางชนิด*. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (ชีววิทยา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

รัตนา ชิดเชื้อ. (2536). *อิทธิพลของโบรอนต่อผลผลิตของถั่วคาโลโปโกเนียม ซีรูเลียม*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.

เล็ก มอญเจริญ. (2540). ความเค็มกับการเจริญเติบโต. ใน *เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐเรื่องการอนุรักษ์ดินและน้ำ*. หน้า 259-268. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.

วิชัย สุวรรณเกิด; ดิเรก เทพาทิพย์; และ สามภพ จันทรมณี. (2534). การปลูกพืชเพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน. ใน *เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐเรื่องการอนุรักษ์ดินและน้ำ*. หน้า 132-145. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.

ศูนย์บริหารการทะเบียนภาค 3. (2547). *ข้อมูลการปกครองอำเภอขามสะแกแสง*. (ออนไลน์). แหล่งที่มา: http://tambon.khonthai.com/region3/Nakhonratchasima/Public_html/walking1.html. วันที่สืบค้น 12 กันยายน 2546.

สำนักงานเกษตรอำเภอกาบัง จังหวัดยะลา. (2548). *โพลีเมอร์กับการเกษตร*. (ออนไลน์). แหล่งที่มา: http://www.yala.doae.go.th/data/article.html. วันที่สืบค้น 15 กันยายน 2548.

สถาบันวิจัยยาง. (2545). *ข้อมูลวิชาการยางพารา 2545*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สมยศ ชูกำเนิด; และคนอื่นๆ. (2546). *การปลูกพืช Calopogonium caeruleum ร่วมกับพืชคลุมชนิดอื่นๆ ในอัตราส่วนต่างๆ*. (ออนไลน์). แหล่งที่มา: http://www.rubberthai.Com/research/year/36-2/1.html. วันที่สืบค้น 10 พฤษภาคม 2546.

สมศรี อรุณินท์. (2539). *ดินเค็มในประเทศไทย*. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.

----------. (2540). การปรับปรุงดินเค็มและดินโซดิก. ใน *เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐ เรื่องการอนุรักษ์ดินและน้ำ*. หน้า 19-29. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.

สันดิภาพ ปัญจพรรค์. (2543). *เอกสารประกอบการสอนเรื่องดินเค็มและพืชทนเค็ม*. ขอนแก่น: ภาควิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วารสารพัฒนาที่ดิน. (2544, เมษายน-มิถุนายน). การปรับปรุงดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. *วารสารพัฒนาที่ดิน*. 38(381): 11-14.

อกนิษฐ ป้องภัย. (2537). เกษตรกรกับดินเค็ม. *วารสารเทคโนโลยีที่เหมาะสม*. 12(3): 16-20.

อธิกา ทิพย์บุญมี. (2545). *ผลของโซเดียมคลอไรด์และไรโซเบียมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลืองผักสด พันธุ์ KPS 293*. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

อรุณี ยูวะนิยม. (2540). ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ใน *เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐเรื่องการอนุรักษ์ดินและน้ำ*. หน้า 115-119. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.

อรุณี ยูวะนิยม; และ สมศรี อรุณินท์. (2540, มกราคม-มิถุนายน). การวิจัยพืชชอบเกลือเพื่อปลูกบนพื้นที่ดินเค็มจัด. *วารสารอนุรักษ์ดินและน้ำ*. (13)1: 4-23.

อรุณี ยูวะนิยม; ชัยนาม ดิสถาพร; และ สมศรี อรุณินท์. (2548). *กลไกความทนเค็มของพืชชอบเกลือ*. (ออนไลน์). แหล่งที่มา: http://www.ldd.go.th/ORDweb/AbsT/A002.html. วันที่สืบค้น 15 กันยายน 2548.

อาทิตย์ สุขเกษม. (2546, สิงหาคม). อิทธิพลของแถวหญ้าแฝกและพืชคลุมดินต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของชุดดินท่ายางเพื่อปลูกข้าวไร่. *วารสารอนุรักษ์ดินและน้ำ*. 18(3): 45-55.

Able, G. H.; & Mckenzie, A.J. (1964). Salt Tolerance of Soybean varieties (*Glycine max* L. Merrill) During Germination and Later Growth. *Crop. Sci.* 4: 157-161.

Alpha, C. H.; Drake, D. R.; & Goldstein, G. (1996). Morphological and Physiological Responses of *Scaevola sericeae* (Goodeniaceae) Seedlings to Salt Spray and Substrate Salinity. *Amer. J. Bot.* 83(1): 86-92.

Al-Khanjari, S.; Al-Kathiri, A.; & Esechie, H. A. (2002). Variation in Cclorophyll Meter Readings, Nodulation and Dry Matter Yields of Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Cultivars Differing in Salt Tolerance. *Crop Res.* 24: 350-356.

Al-Hamdani, Safaa H. (2004). Influence of Varies NaCl Concentration on Selected Physiological Responses of Kudzu. *Asian Journal of Plant Sciences.* 1: 114-119.

Anthraper, Annie; & Dubois, Lohn D. (2003). The Effect of NaCl on Growth, N_2 Fixation (Acetylene Reduction), and Percentage Total Nitrogen in *Leucaena leucocephala* (Leguminosae) var. K-8. *American Journal of Botany.* 90: 683-692.

Ashraf, M. (1994). Salt Tolerrance of Pigeon pea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) at Three Growth Stages. *J. App. Bio.* 124: 153-165.

Balasubramanian, V.; & Sinha, S. K. (1976). Effect of Salt Stress on Growth, Nodulation and Nitrogen Fixation in Cowpea and Mungbean. *Physiol Plant.* 36: 197-200.

Baldani, J. I.; & Weaver, R. W. (1992). Survival of Clover Rhizobium and Their Plasmid-Cured Derivative in Soil Under Heat and Drought Stress. *Soil. Biol. Biochem.* 24(8): 737-742.

Bernstein, L. (1974). Crop Growth and Salinity. *Drainage for Agriculture.* Madison, Wisconsin: Amer. Sor. Agron. Inc.

Blaylock, Alan D. (2005). *Soil Salinity, Salt Tolerance, and Growth Potential of Horticultural and Landscape Plants.* (Online). Available: http://www.uwyo.edu/ces/ PUBS/Wy 988.pdf. Retrieved May 7, 2005.

De Pascale, S.; & Barbieri, G. (1997, December). Effects of Soil Salinity and Topremoval on Growth and Yield of Broadbean as a Green Vegetable. *Scientia Horticulturae.* 71(3-4): 147-165. (Online). Available: http://www.Sciencedirect.com/science? Ob=ArticleURL. Retrieved June 29, 2004.

Dicotyledons. (2004). (Online). Available: http://Members. i inet. Net. Au/ weeda/ western_weeds/fabaceae_1.htm. Retrieved May 18, 2004.

Elahi, Nosheen N.; Mustafa, Saima; & Mirza, Javed I. (2004). Growth and Nodulation of Mungbean (*Vigna radiate* (L.) Wilczek) as Affected by Sodium Chloride. *Journal of Research (Science)*. 15(2): 139-143.

Elsheikh, E. A. E.; & Wood, M. (1995). Nodulation and N_2 Fixation by Soybean Inoculated with Salt-Tolerant Rhizobia or Salt-Srnsitive Bradyrhizobia in Saline Soil. *Soil Biol. Biochem*. 27: 657-661.

FAO. (2004). Species *Description*. (Online). Available: http://www.Fao. Org/ag/AGP/ AGPC/doc/GBASE/data/Pf000012.HTM. Retrieved September 29, 2004.

Hausenbuiller, R. L. (n.d.). *Soil Science Principles and Practices*. n.p.

Ikram, A. (1983). Rhizobium Inoculation of *Calopogonium caeruleum*. *Soil Biology and Biochemistry*. 15(5): 537-541. (Online). Available: http://www.sciencedirect. com/science?_ob=ArticleURL&_aset=B-WA-A-A-W-MsSAYVA-VVA. Retrieved June 29, 2004.

Khajeh-Hosseini, M.; Powell, A. A.; & Bingham, I. J. (2003). The Interaction Between Salinity Stress and Seed Vigour During Germination of Soybean Seeds. *Seed Sci. & Technol.* 31: 715-725.

Khalid, Muhammad Naveed; et al. (2001). Germination Potential of Chickpeas (*Cicer arietinum* L.) Under Saline Conditions. *Pakistan Journal of BiologicalSciences*. 4(4): 395-396.

Kurniadie, D.; & Redmann, R. E. (1999). Growth and Cl Accumulation in Soybean Cultivars Treated with Excess KCl in Solution Culture. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 30: 699-709.

Larcher, Walter. (2003). *Physiological Plant Ecology*. 4th ed. Germany: Springer.

Leung, K.; & Bottomley, P. J. (1994). Growth and Nodulation Characteristics of Subclover (*Trifolium subterraneum* L.) and *Rhizobium Leguminosarum* BV. *Trifolii* at Soil Water Potentials. *Soil Biol. Biochem*. 26(7): 805-812.

Lovato, M. B.; de Lemos Filho, J. P.; & Martins, P. S. (1999). Growth Responses of *Stylosanthes humilis* (Fabaceae) Populations to Saline Stress. *Environmental and Experimental Botany*. 41: 145-153.

Machlis, L.; & Torry, J. G. (1959). Plant in Action. *A Laboratory Manual of Plant Physiology*. London: n.p.

Maggio, A.; et al. (2001). Unravelling the Functional Relationship between Root and Stress Tolerance. *Aust. J. Plant Physiol.* 28: 999-1004.

Miller, Raymond W.; Donahve, Roy L.; & Miller, Joyce U. (1990). *Soil an Introduction to Soils and Plant Growth.* 6th ed. United State of America: Prantice - Hall International Inc.

Mirza, J. I.; & Tariq, R. (1992). Effect of Sodium Chloride on Growth and Nodulation of *Sesbania sesbane*. *Pak. J. Bot.* 24: 209-212.

Mueller, D. M.; & Bowman, R. A. (1989). Emergence and Root Growth of Three Pregerminated Cool Season Grasses Under Salt and Water Stress. *J. Range Manage.* 42(6): 490-495.

Munns, R.; & Rawson, H. M. (1999). Effect of Salinity on Salt Accumulation and Reproductive Development in the Apical Meristem of Wheat and Barley. *Aust. J. Plant Physiol.* 26: 459-464.

Murillo-Amador, B.; et al. (2002). Comparative Effects of NaCl and Polyethylene Glycol on Germination, Emergence and Seedling Growth of Cowpea. J. *Agronomy & Crop Science.* 188: 235-247.

Neumann, P. (1997). Salinity Resistant and Plant Growth Revisited. *Plant, Cell and Environment.* 20: 1193-1198.

Ozdemir, S; & Engin, M. (1994). Effect of Concentration on Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Germination and Seedling Growth. *Turkish J. Agri. And Forestry.* 18: 72-75.

Patel, M. S.; Gondalia, J. D.; & Polara, K. B. (1992). Evaluation of Salt Tolerance of Different Groundnut (*Arachis hypogaea*) Genotypes. *Gujrat Agri. Uni. Res. J.* 18: 17-23.

Plaster, Edward J. (1997). *Soil Science & Management.* 3rd ed. United State of America: Delmar Publishers.

Ungar, I. A. (1996). Effect of Salinity on Seed Germination, Growth and Ion Accumulation of *Atriplex patula* (Chenopodiaceae). *Amer. J. Bot.* 83(5): 604-607.

Rao, D. L. N.; et al. (2002). The Effects of Salinity and Sodicity Upon Nodulation and Nitrogen Ffixation in Chickpee (*Cicer arietinum*). *Annals of Botany.* 89(5): 563-570. (Online). Available: http://aob.oupjournals.org/cgi/abdtract/89/5/563. Retrieved May 18, 2004.

Sekhar, M. R. (1994). Salt Tolerance of Mungbean (*Vigna radiate* (L.) Wilczek). *Annals Agri. Res.* 15: 90-91.

Shannon, M. C.; & Francois, L. E. (1977). Influence of Seed Pretreatments on Salt Tolerance of Cotton During Germination. *Agron. J.* 69: 619-622.

Sheldon, Anna; et al. (2005). The Effect of Plant Available Water. (Online). Available: http://www.regional.org.au/au/asssi/supersoil2004/s6/poster/1523_sheldona.htm. Retrieved May 7, 2005.

Soussi, M.; Ocana, A.; & Lluch C. (1998). Effect of Salt Stress on Growth, Photosynthesis and Nitrogen Fixation in Chickpea (*Cicer arietinum* L.). *J. Exp. Bot.* 49: 1329-1337.

Steppuhn, H. (2005). *Salinity Delays and Restricts the Emergence of Alternative Crops.* (Online). Available: http://res2.agr.ca/swiftturrent/news-nouvell/000331_e.htm. Retrieved May 7, 2005.

Swaraj, K.; & Bishnoi, N. R. (1999). Effect of Salt Stress on Nodulation and Nitrogen Fixation in Legumes. *Indian J. Exp. Biol.* 37(9): 843-848.

Tozlu, I.; Moore, G. A.; & Guy, C. L. (2000a). Regulation of Growth and Differential Tissue Dry Mass Accumulation by *Citrus grandis*, *Poncirus trifoliate*, and Their F_1 under Salinized and Non-Salinized Environments. *Aust. J. Plant Physiol.* 27(1): 27-33.

----------. (2000b). Effect of Increasing NaCl Concentration on Stem Elongation, Dry Mass Production, and Macro- and Micro- Nutrient Accumulation in *Poncirus trifoliate*. *Aust. J. Plant Physiol.* 27(1): 35-42.

Tu, J. C. (1981). Effect of Salinity on Rhizobium- Root-Hair Interaction, Nodulation and Growth of Soybean. *Can. J. Plant Sci.* 61: 231-239.

Vimala, P.; et al. (2003). *Biomass Production and Nutrient Yields of Four Green Manures and Their Effect on the Yield of Cucumber.* (Online). Available: http://www.merdi.my/ver2/tsc/newtsc99/JTAFS/J27/11.htm. Retrieved May 10, 2004.

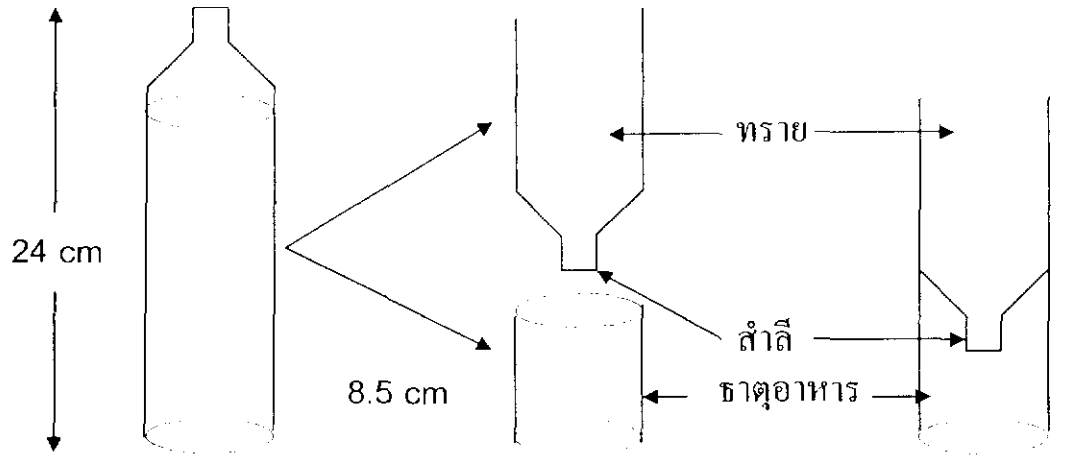
Wang, D.; Shannon, M. C.; & Grieve, C. M. (2001). Salinity Reduces Radiation Absorption and Use Efficiency in Soybean. *Field Crops Research.* 69: 267-277.

Wang, L.; Showalter, A. M.; & Ungar, I. A. (1997). Effect of Salinity on growth, Ion Content and Cell Wall Chemistry in *Atriplex prostrate* (Chenopodiaceae). *Amer. J. Bot.* 84: 1247-1255.

Wongwatana, C.; et al. (1998). Effect of Sodium Chloride on Growth and Root Nodulation in some Leguminous Plant. *J. Weed Sci. tech.* 43: 128-133.

Xu, G; et al. (2000). Advances in Chloride Nutrition of Plants. *Advances in Agronomy.* 68: 97-150.

ภาคผนวก



ภาพประกอบ 9 ภาชนะสำหรับปลูกถั่ว (Applied Leonard Jar)

ที่มา: Wongwattana; et al. (1998). *Effect of sodium chloride on growth and root nodulation in some Leguminous plant*. pp. 128-133.

ตาราง 12 ส่วนประกอบของสารที่ใช้เตรียมสารอาหารสูตรของ Machlis & Torry ในน้ำกลั่น 1 ลิตร

ความเข้มข้น	สารที่ใช้	ปริมาณที่ใช้ (มิลลิลิตร)
1M	$CaCl_2$	5
1M	KCl	5
1M	$MgSO_4.7H_2O$	2
1M	KH_2PO_4	1
	Fe-EDTA	1
	Micronutrients	1

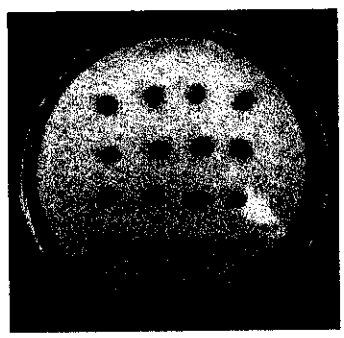
ที่มา: Machlis; & Torry. (1959). *A Laboratory Manual of Plant Physiology*. London.

ตาราง 13 ปริมาณน้ำฝนในช่วงเดือนกรกฎาคม–ตุลาคม 2547 อำเภอขามสะแกแสง จังหวัดนครราชสีมา

วันที่	ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)			
	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม
1	-	-	ฝ	-
2	-	-	-	-
3	-	-	-	-
4	-	-	-	-
5	6.5	ฝ	-	-
6	-	-	-	-
7	ฝ[1]	ฝ	-	-
8	-	ฝ	-	-
9	19.6	ฝ	-	-
10	-	-	-	-
11	-	-	-	-
12	-	-	ฝ	-
13	-	-	-	-
14	-	-	50.2	-
15	-	-	20.3	-
16	-	-	11.2	-
17	-	-	6.5	-
18	-	ฝ	ฝ	-
19	-	-	ฝ	-
20	-	ฝ	27.6	-
21	-	26.2	-	-
22	ฝ	-	-	-
23	ฝ	-	-	-
24	-	-	-	-
25	-	-	-	-
26	-	-	-	-
27	-	-	-	-
28	-	-	-	-
29	-	-	-	-
30	-	-	-	-
31	ฝ	-	-	-
รวม	26.1	26.2	115.8	0
เฉลี่ย	0.8	0.8	3.8	0

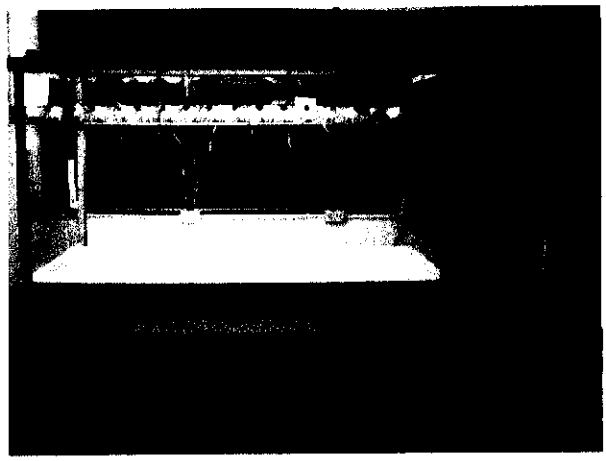
[1] ฝนตกเล็กน้อยวัดปริมาณไม่ได้

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา. (2547). *แบบจดรายงานอุตุนิยมวิทยา ประจำปี สำหรับสถานีฝน พ.ศ.2547 สถานีน้ำฝน อ.ขามสะแกแสง.*



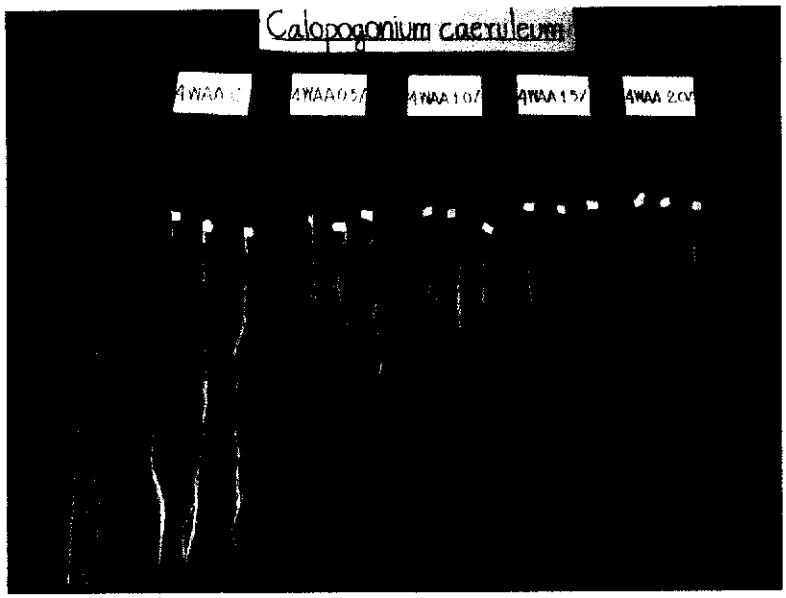
ก

ข



ค

ภาพประกอบ 10 การทดลองที่ 1 การศึกษาความงอกของเมล็ดและการเจริญของต้นหลังงอกในสภาวะที่มีความเค็มต่างๆ กัน ก. การวางเมล็ดถั่วซีรูเลียม ข. การวางเมล็ดถั่วพร้า ค. ชั้นปลูกต้นไม้ภายใต้สภาพแสงจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์

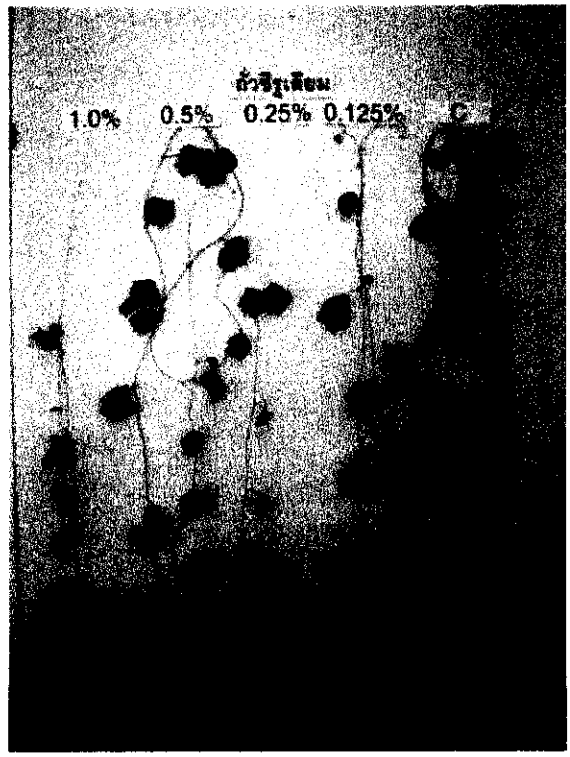


ภาพประกอบ 11 ผลของความเค็มต่อการเจริญเติบโตของกล้าถั่วซีรูเลียมอายุ 7 วันหลังงอก

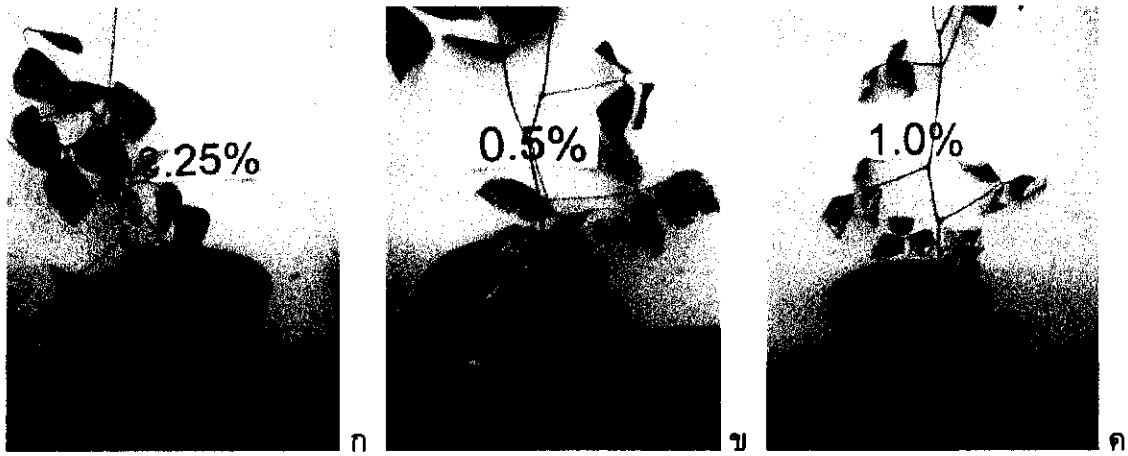
ก

ข

ภาพประกอบ 12 การทดลองที่ 3 การศึกษาการเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วและการสร้างปมราก ภายใต้สภาวะความเค็ม ก. โรงเรือนสำหรับปลูกต้นไม้ ข. การทดสอบในโรงเรือน

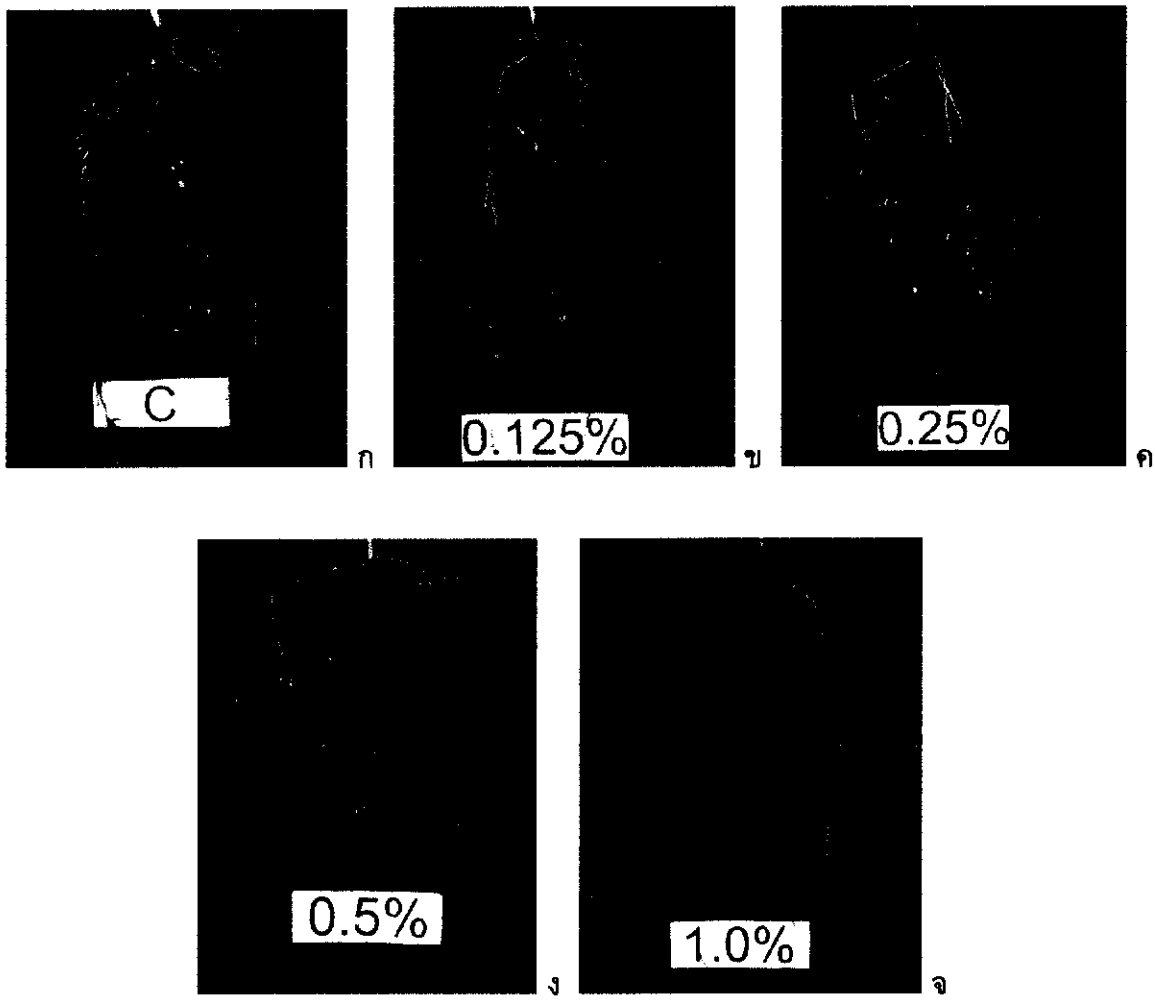


ภาพประกอบ 13 การเจริญเติบโตของถั่วซีรูเลียม ที่ 8 สัปดาห์หลังจากได้รับสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ กัน

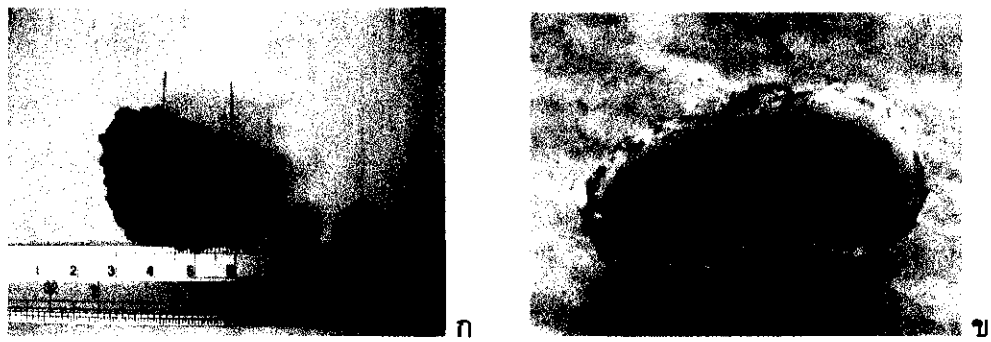


ก ข ค

ภาพประกอบ 14 ลักษณะอาการของถั่วซีรูเลียมที่ได้รับสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ กัน เมื่อทดสอบในดินในกระถาง ก. 0.25% NaCl ข. 0.5% NaCl ค. 1.0% NaCl



ภาพประกอบ 15 ลักษณะของระบบรากและปมรากของถั่วพร้า ที่ 8 สัปดาห์หลังจากได้รับสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ กัน เมื่อทดสอบในดินในกระถาง
ก. 0.0% NaCl ข. 0.125% NaCl ค. 0.25% NaCl ง. 0.5% NaCl จ. 1.0% NaCl



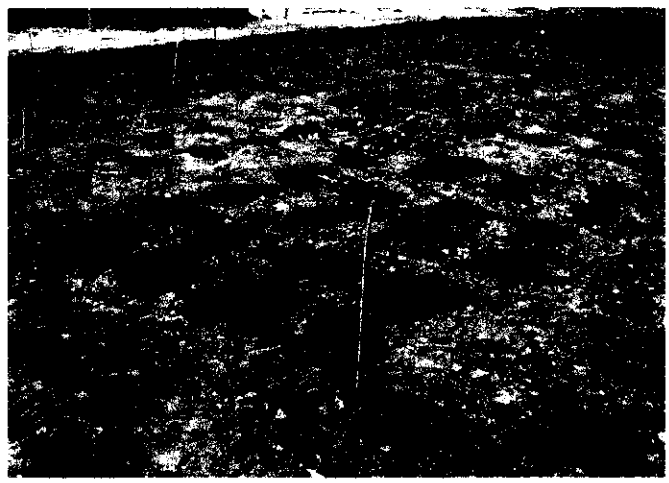
ภาพประกอบ 16 ลักษณะปมรากของถั่วพร้า ก. ลักษณะภายนอก ข. ลักษณะภายใน

ก

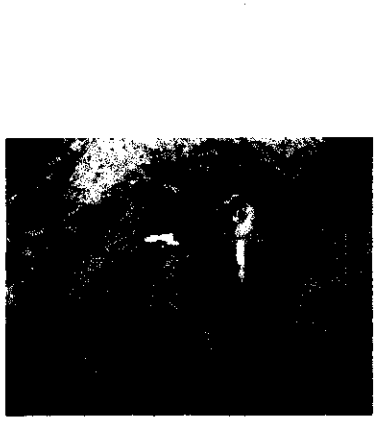
ข

ค

ง


จ

ภาพประกอบ 17 การศึกษาศักยภาพของถั่วในการเจริญเติบโตในพื้นที่ดินเค็มใน สภาพธรรมชาติที่อำเภอขามสะแกแสง จังหวัดนครราชสีมา ก. สภาพพื้นที่ดินเค็มก่อนทดลอง ข. การเตรียมแปลงทดลอง ค. ต้นกล้าถั่วพร้า อายุ 2 สัปดาห์ ง. การปลูกถั่วพร้าโดยใช้ต้นกล้า จ. การปลูกถั่วพร้าโดยใช้เมล็ด


ก

ข

ค

ง

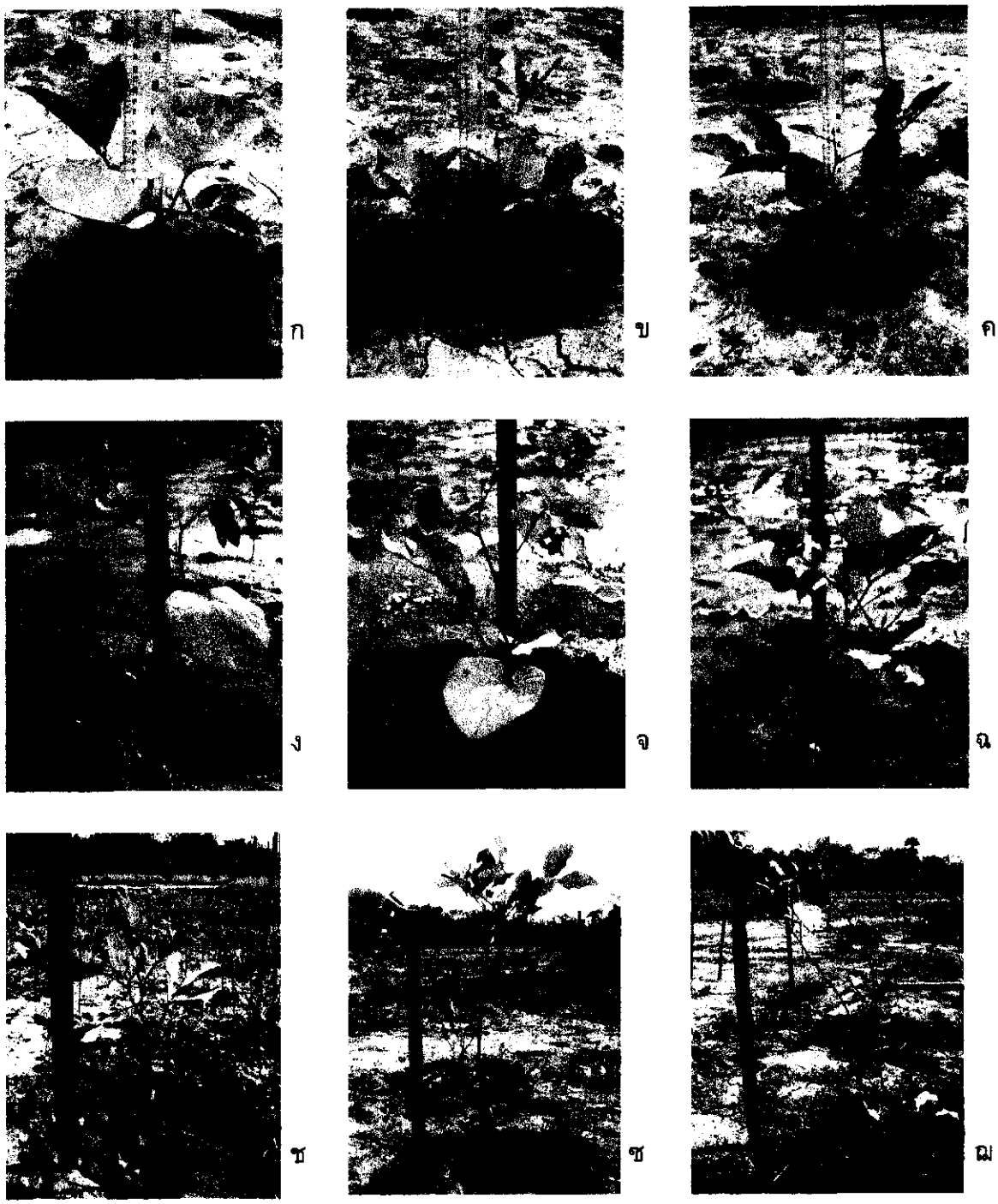
จ

ฉ

ช

ภาพประกอบ 18 การเจริญเติบโตของถั่วพร้าที่ปลูกโดยใช้เมล็ดในแปลงทดลอง
ก. ระยะงอก ข. อายุ 1 สัปดาห์ ค. อายุ 1 เดือน ง. อายุ 2 เดือน
จ. การเจริญเติบโตของถั่วที่ปลูกโดยการรองก้นหลุมด้วยดินดำ (ซ้าย) กับต้นที่รองก้นหลุม
ด้วยดินดำผสมโพลีเมอร์ (ขวา) ฉ. อายุ 4 เดือน (ปลูกในหลุมที่รองก้นหลุมด้วยดินดำ)
ช. อายุ 4 เดือน (ปลูกในหลุมที่รองก้นหลุมด้วยดินดำผสมโพลีเมอร์)

T1= ไม่รองก้นหลุม T2=รองก้นหลุมด้วยดินดำ T3=รองก้นหลุมด้วยดินดำผสมโพลีเมอร์



ภาพประกอบ 19 การเจริญเติบโตของถั่วพร้าที่ปลูกโดยใช้ต้นกล้าอายุ 2 สัปดาห์ ในแปลงทดลอง

ก. T1 ระยะ 1 เดือนหลังปลูก ข. T2 ระยะ 1 เดือนหลังปลูก ค. T3 ระยะ 1 เดือนหลังปลูก

ง. T1 ระยะ 2 เดือนหลังปลูก จ. T2 ระยะ 2 เดือนหลังปลูก ฉ. T3 ระยะ 2 เดือนหลังปลูก

ช. T1 ระยะ 4 เดือนหลังปลูก ซ. T2 ระยะ 4 เดือนหลังปลูก ฌ. T3 ระยะ 4 เดือนหลังปลูก

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวสุกานดา ดอกสันเทียะ
วันเดือนปีเกิด	12 กันยายน 2520
สถานที่เกิด	อำเภอขามสะแกแสง จังหวัดนครราชสีมา
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	236 หมู่ที่ 2 ตำบลขามสะแกแสง อำเภอขามสะแกแสง จังหวัดนครราชสีมา 30290
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ครู คศ.1 โรงเรียนหนองบัวพิทยาคม
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนหนองบัวพิทยาคม อำเภอคง จังหวัดนครราชสีมา
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2538	มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสุรนารีวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา
พ.ศ. 2542	ปริญญาตรี (ครุศาสตรบัณฑิต) วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป สถาบันราชภัฏสุรินทร์
พ.ศ. 2548	ปริญญาโท (การศึกษามหาบัณฑิต) สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ