

ผลของความเค็มที่มีต่อการเจริญเติบโต และ การเกิดปมรากของวัชพืชตระกูลถั่วบางชนิด

ปริญญานิพนธ์
ของ
เยาวภา คำทับทิม

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา
กุมภาพันธ์ 2546
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

๖๖๖๖
๖๖๖๖๖๖
๖๖๖

ผลของความเค็มที่มีต่อการเจริญเติบโต และ การเกิดปมรากของวัชพืชตระกูลถั่วบางชนิด

บทคัดย่อ
ของ
เยาวภา คำทับทิม

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา
กุมภาพันธ์ 2546

h ๖๖๖๖๖

เยาวภา คำทับทิม. (2546). *ผลของความเค็มที่มีต่อการเจริญเติบโต และการเกิดปมรากของวัชพืชตระกูลถั่วบางชนิด*. ปรินญาณินทร์ กศ.ม. (ชีววิทยา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เณลิมชัย วงศ์วัฒนะ, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วีระพงศ์ เกียรติสุนทร.

การศึกษาผลของความเค็มที่มีต่อการเจริญเติบโต และการเกิดปมรากของชะคราม, ถั่วผี, ถั่วลิสงนา, ไมยราบ และโสนบ้าน ในสภาพที่ไม่ให้เชื้อและให้เชื้อไรโซเบียม และการศึกษาผลของความเค็มที่มีต่อการเจริญเติบโตของเชื้อไรโซเบียมที่แยกมาจากปมรากของชะคราม, ถั่วผี และถั่วลิสงนา ในสภาพความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 0.0, 0.5, 1.0, 2.0 ถึง 4.0 % ภายใต้สภาพที่ให้แสงฟลูออเรสเซนต์ 3800 ลักซ์ 13 ชั่วโมงต่อวัน

ผลการทดลองพบว่า เมื่อความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้นทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดถั่วทุกชนิดลดลง และที่ความเข้มข้นเกลือ 2.0 % ขึ้นไปเมล็ดวัชพืชทั้ง 5 ชนิดไม่สามารถงอกได้ ซึ่งในระยะออกนี้ถั่วผี, ไมยราบ และโสนบ้านมีความทนทานต่อเกลือได้ดี ส่วนการให้โซเดียมคลอไรด์ร่วมกับสารละลายธาตุอาหารในระยะต้นกล้าอายุ 1, 7 และ 14 วันหลังจากนั้น การเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วจะลดลงเมื่อความเค็มเพิ่มมากขึ้น และความสูงต้นจะได้รับผลกระทบจากเกลือมากกว่าราก โดยไมยราบมีความทนทานต่อเกลือได้ดีที่สุด รองลงมาได้แก่โสนบ้านและถั่วลิสงนาที่สามารถอยู่รอดได้ในเกลือ 4.0 % แม้ว่าการเจริญเติบโตจะลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่ให้เกลือ

ในด้านการเจริญเติบโตของไรโซเบียมพบว่า เมื่อความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย (0.5 %) สามารถทำให้การเจริญเติบโตของไรโซเบียมจากปมรากถั่วทั้ง 3 ชนิด ลดลงอย่างรวดเร็ว และเมื่อให้เชื้อไรโซเบียมแก่เมล็ดชะคราม, ถั่วผี และถั่วลิสงนาตอนปลูก แล้วให้สารละลายธาตุอาหารที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์แก่ต้นกล้าที่มีอายุ 1, 7 และ 14 วันหลังจาก พบว่าทำให้ต้นถั่วมีจำนวนปมรากเพิ่มมากขึ้น เจริญเติบโตได้ดี ถั่วผีมีความทนทานต่อความเค็มมากขึ้นในถั่วผี ส่วนในชะครามและถั่วลิสงนานั้น ความเข้มข้นของเกลือที่สูงมากต้นถั่วจะอ่อนแอกว่าในสภาพที่ไม่ให้เชื้อไรโซเบียม ซึ่งอาจเกิดจากการกระตุ้นการเจริญเติบโตโดยไรโซเบียม ทำให้เกิดการดูดและสะสมโซเดียมคลอไรด์มากขึ้น จนเกิดความเป็นพิษและตายในที่สุด

EFFECT OF SALINITY ON GROWTH AND ROOT NODULATION IN SOME
LEGUMINOUS WEEDS

AN ABSTRACT
BY
YAOWAPA KAMTUBTIM

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree in Biology
at Srinakharinwirot University
February 2003

Yaowapa Kamtubtim. (2003). *Effect of Salinity on Growth and Root Nodulation in some Leguminous Weeds*. Master thesis, M.Ed. (Biology). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee : Assist. Prof. Dr. Chalermchai Wongwattana, Assist. Prof. Dr. Verapong Kiatsoonthorn.

Studies on salinity effect on the growth and root nodulation in *Tephrosia purpurea* (L.) Pers., *Phaseolus lathyroides* var. *semierectum* (L.) Urb., *Alysicarpus vaginalis* (L.) A. DC., *Mimosa pudica* Linn. and *Sesbania javanica* Miq., with and without inoculation of rhizobium to seeds, and the effect of salinity on growth of rhizobium from root nodules of *Tephrosia purpurea*, *Phaseolus lathyroides*, and *Alysicarpus vaginalis*, were conducted under artificial fluorescence light (13 hr., 3800 luxes) using NaCl at the concentrations of 0.0, 0.5, 1.0, 2.0 to 4.0 %.

Seed germination decreased with the increase of salinity, and none of the legume seeds germinated at 2.0 % NaCl and more. In this stage *Phaseolus lathyroides*, *Mimosa pudica*, and *Sesbania javanica* were the tolerant species to NaCl. When NaCl was treated to legume seedlings at 1, 7 and 14 day after emergence, plus nutrient solution, growth of plants were reduced by the increasing of salinity treatment and shoot was more sensitive than root was. *Mimosa pudica* was more tolerant in seedling stage and the next were *Sesbania javanica* and *Alysicarpus vaginalis*, they could survive in 4.0 % NaCl although the growth were reduced when compared to the untreated control (0.0 % NaCl).

In rhizobium culture, growth of rhizobium from the three leguminous weeds were severely reduced when concentration of NaCl in the medium were slightly increased, and rhizobium from *Tephrosia* root nodules was more tolerant than those from the other two species. When the rhizobium inoculated seedlings of *Tephrosia purpurea*, *Phaseolus lathyroides* and *Alysicarpus vaginalis* were treated with NaCl in nutrient solution at the same period of the previous test, it was found that root nodulation were increased. Growth and NaCl – tolerance of *Phaseolus lathyroides* were increased but those of the other species were decreased, especially in high NaCl solution.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

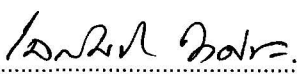
ผลของความเค็มที่มีต่อการเจริญเติบโต และการเกิดปมรากของวัชพืชตระกูลถั่วบางชนิด

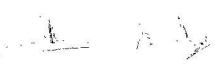
ของ
นางสาวเยวภา คำทับทิม

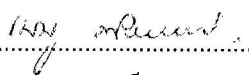
ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

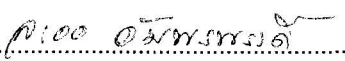
..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. นภาพร หะวานนท์)
วันที่ 10..... เดือน ตุลาคม..... พ.ศ. 2546

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

..... ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เฉลิมชัย วงศ์วัฒนะ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วีระพงศ์ เกียรติสุนทร)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(รองศาสตราจารย์ เรณู ศรีสำราญ)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(อาจารย์ ดร. ละอ อัมพรพรัตน์)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิมชัย วงศ์วัฒน์ ที่ได้ให้ความกรุณาเป็นประธานกรรมการที่ปรึกษาในการทำปริญญานิพนธ์และช่วยให้คำแนะนำ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในด้านสถานที่ อุปกรณ์ เครื่องใช้และสารเคมีในการทำวิจัย ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระพงศ์ เกียรติสุนทร กรรมการที่ปรึกษาที่ให้คำแนะนำ ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านของห้องปฏิบัติการไรโซเบียม กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร ที่ได้ให้ความรู้และทักษะกระบวนการในการศึกษาไรโซเบียมเป็นอย่างดี และขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ เรณู และ ดร.ละออ ที่ช่วยตรวจทานแก้ไข และเพิ่มเติมปริญญานิพนธ์นี้ ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ และคุณแม่ ที่ให้การสนับสนุนในการศึกษาตลอดมา และขอขอบคุณ พี่ น้องและเพื่อนๆ ที่คอยช่วยเหลือและเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมาไว้ ณ โอกาสนี้

เยาวภา คำทับทิม

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	4
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	4
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
ความหมายของดินเค็ม	5
อิทธิพลของความเค็มต่อความเป็นพิษในพืช	5
อิทธิพลของความเค็มต่อการงอกของเมล็ด	6
อิทธิพลของความเค็มต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตพืช	7
อิทธิพลของความเค็มต่อการเจริญเติบโตของไรโซเบียม	7
อิทธิพลของความเค็มต่อการเกิดปมรากและการตรึงไนโตรเจน	7
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	9
พืชทดลอง	9
อุปกรณ์และสารเคมี	9
วิธีดำเนินการทดลอง	10
การประเมินผล	12
การวิเคราะห์ข้อมูล	13
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	14
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	59
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	59
อภิปรายผล	60
ข้อเสนอแนะ	61
บรรณานุกรม	62

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก	67
ประวัติย่อผู้วิจัย	72

100% 50% 0%

บัญชีตาราง(ต่อ)

หน้า

[illegible]

บัญชีตาราง(ต่อ)

ตาราง

หน้า

34	ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าถั่วฝักยาว อายุ 1,7 และ 14 วันหลังงอก ที่มีต่อน้ำหนักแห้งของรากที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือเมื่อให้เชื้อไรโซเบียม	51
35	ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าถั่วลิสงนาอายุ 1,7 และ 14 วันหลังงอก ที่มีต่อความสูงต้นกล้าที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือเมื่อให้เชื้อไรโซเบียม	54
36	ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าถั่วลิสงนาอายุ 1,7 และ 14 วันหลังงอก ที่มีต่อความยาวรากต้นกล้าที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือเมื่อให้เชื้อไรโซเบียม ..	54
37	ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าถั่วลิสงนาอายุ 1,7 และ 14 วันหลังงอก ที่มีต่อน้ำหนักแห้งของต้นกล้าที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือเมื่อให้เชื้อไรโซเบียม	55
38	ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าถั่วลิสงนาอายุ 1,7 และ 14 วันหลังงอก ที่มีต่อน้ำหนักแห้งของรากที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือเมื่อให้เชื้อไรโซเบียม	55
39	ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าชะครามอายุ 1,7 และ 14 วันหลังงอก ที่มีต่อปมรากของต้นกล้าที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือเมื่อให้เชื้อไรโซเบียม	56
40	ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าถั่วฝักยาว อายุ 1,7 และ 14 วันหลังงอก ที่มีต่อปมรากของต้นกล้าที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือเมื่อให้เชื้อไรโซเบียม	56
41	ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าถั่วลิสงนาอายุ 1,7 และ 14 วันหลังงอก ที่มีต่อปมรากของต้นกล้าที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือเมื่อให้เชื้อไรโซเบียม	57
42	ส่วนประกอบของสารที่ใช้เตรียมสารอาหาร	66
43	ส่วนประกอบของสารที่ใช้เตรียม YMB	66
44	ส่วนประกอบของสารที่ใช้เตรียม YMB	67
45	สรุปผลของความเค็มที่มีต่อความสูงของวัชพืชทั้ง 5 ชนิด	68
46	สรุปผลของความเค็มที่มีต่อความสูงของวัชพืชทั้ง เมื่อให้เชื้อไรโซเบียม	69

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 ผลของเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อการงอกของเมล็ดถั่วชนิดต่างๆ ที่เวลาต่างๆ กันหลังเพาะ	16
2 ผลของโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อความสูงของต้นกล้าชะครามอายุ 1,7 และ 14 วันหลังงอก ที่เวลาต่างๆ กันหลังเริ่มให้เกลือ	21
3 ผลของโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อความสูงของต้นกล้าถั่วฝักยาวอายุ 1,7 และ 14 วันหลังงอก ที่เวลาต่างๆ กันหลังเริ่มให้เกลือ	24
4 ผลของโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อความสูงของต้นกล้าถั่วลิสงนาอายุ 1,7 และ 14 วันหลังงอก ที่เวลาต่างๆ กันหลังเริ่มให้เกลือ	29
5 ผลของโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อความสูงของต้นกล้าไมยราบอายุ 1,7 และ 14 วันหลังงอก ที่เวลาต่างๆ กันหลังเริ่มให้เกลือ	34
6 ผลของโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อความสูงของต้นกล้าโสนบ้านอายุ 1,7 และ 14 วันหลังงอก ที่เวลาต่างๆ กันหลังเริ่มให้เกลือ	37
7 ผลของโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อการเจริญเติบโตของเชื้อไรโซเบียมจากถั่วชนิดต่างๆ	43
8 ผลของโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อความสูงของต้นกล้าชะครามอายุ 1,7 และ 14 วันหลังงอก ที่เวลาต่างๆ กันหลังเริ่มให้เกลือเมื่อให้เชื้อไรโซเบียม	46
9 ผลของโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อความสูงของต้นกล้าถั่วฝักยาวอายุ 1,7 และ 14 วันหลังงอก ที่เวลาต่างๆ กันหลังเริ่มให้เกลือเมื่อให้เชื้อไรโซเบียม	49
10 ผลของโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อความสูงของต้นกล้าถั่วลิสงนาอายุ 1,7 และ 14 วันหลังงอก ที่เวลาต่างๆ กันหลังเริ่มให้เกลือเมื่อให้เชื้อไรโซเบียม	53
11 ภาชนะสำหรับปลูกถั่ว	66

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ดินเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีคุณค่าอย่างยิ่งต่อการเกษตรกรรมโดยเฉพาะการปลูกพืชทั้งนี้ เพราะดินเป็นวัสดุปลูกธรรมชาติที่ประหยัดที่สุดสามารถยึดเหนี่ยวราก พืชและลำต้นพืชให้ตั้งตรง ทำให้ใบพืชมีโอกาสดูดซับแสงสว่างเต็มที่ นอกจากนี้ดินยังเป็นแหล่งแร่ธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช อีกด้วย แต่ในปัจจุบันประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศเกษตรกรรมกำลังประสบปัญหาเกี่ยวกับดินอย่างมาก เช่น การชะล้างพังทลายของดิน ดินมีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาดินเค็มที่กำลังทวีความรุนแรงและแพร่กระจายอย่างรวดเร็วอยู่ในขณะนี้ จึงจำเป็นต้องหาแนวทางในการป้องกันและแก้ไขปัญหาดินเค็มอย่างถูกวิธีโดยด่วนเพื่อให้สามารถนำเอาพื้นที่ดินเค็มมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้อย่างเต็มศักยภาพต่อไป

ดินเค็มในประเทศไทยแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ

1. ดินเค็มชายทะเลซึ่งพบในบางจังหวัดของภาคกลาง ภาคตะวันออกและภาคใต้คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 3.6 ล้านไร่
2. ดินเค็มบกซึ่งประกอบไปด้วยดินเค็มภาคกลางมีพื้นที่ประมาณ 1.13 ล้านไร่ กับดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ประมาณ 17.8 ล้านไร่คิดเป็น 17% ของพื้นที่ทั้งภาค แบ่งเป็นดินเค็มจัด 1.5 ล้านไร่ ดินเค็มปานกลาง 3.7 ล้านไร่ และดินเค็มน้อย 12.6 ล้านไร่ นอกจากนั้นยังมีดินที่มีศักยภาพในการเกิดดินเค็มอีกประมาณ 19.4 ล้านไร่ (สมศรี อรุณินท์, 2540 : 1)

ดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีเกลือส่วนใหญ่เป็น โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ลักษณะที่เห็นได้คือ จะพบคราบเกลือตามผิวดิน กระจัดกระจายไม่สม่ำเสมอในพื้นที่เดียวกัน ความเค็มจะเปลี่ยนไปสะสมในชั้นของดินต่างๆ กันตามฤดูกาล ในฤดูฝนเกลือจะถูกชะล้างไปสะสมที่ชั้นล่างของดิน ในฤดูแล้งเกลือจะระเหยขึ้นมากับน้ำแล้วมาสะสมอยู่ที่ชั้นบนของดินสลับกันไป และจากการที่ดินเป็นดินทรายทำให้การขึ้นลงของเกลือเป็นไปอย่างรวดเร็ว ดินเค็มมีแหล่งกำเนิดมาจากสาเหตุใหญ่ๆ ดังนี้

1. ชั้นหินเกลือในหน่วยหินมหาสารคาม พบบริเวณตอนกลางของแอ่งสกลนคร และแอ่งโคราช ชั้นหินเกลือที่อยู่ลึกจากผิวดินมากเกลือไม่สามารถซึมผ่านชั้นมาบนผิวดินได้โดยแรงดึงดูดของน้ำ แต่ส่วนใหญ่จะขึ้นมาปรากฏด้วยวิธีการทำเหมืองเกลือ

2. การผุพังสลายตัวของวัตถุต้นกำเนิดดินที่เป็นหินทรายและหินดินดาน ที่มีเกลือเป็นองค์ประกอบอยู่ไม่ห่างจากผิวดินมากนัก ในฤดูฝนจะถูกละลายชะล้างโดยน้ำ เมื่อน้ำระเหยออกมาจะเห็นคราบเกลือตามผิวดินในฤดูแล้ง

3. น้ำใต้ดินเค็มที่อยู่ระดับตื้นใกล้ผิวดิน ส่วนน้ำใต้ดินเค็มที่อยู่ลึกจากดินนั้นจะถูกสูบขึ้นมาตากหรือต้มเพื่อทำเกลือ

สำหรับสาเหตุของการแพร่กระจายของดินเค็มสรุปได้ ดังนี้

1. สาเหตุจากธรรมชาติ

- 1.1 หินหรือแร่สลายตัวหรือผุพัง และเปลี่ยนคุณสมบัติไปโดยกระบวนการทางเคมีและทาง

กายภาพทำให้มีเกลือต่างๆ เกิดขึ้นมา

1.2 มีน้ำใต้ดินเค็มอยู่ระดับตื้นใกล้ผิวดิน เมื่อน้ำนี้ซึมขึ้นมาบนดินจะนำเกลือขึ้นมาด้วย

1.3 บางแห่งเป็นที่ต่ำเป็นเหตุให้น้ำไหลลงไปรวมกัน น้ำเหล่านี้ส่วนมากมีเกลือละลายอยู่ด้วยเมื่อน้ำระเหยไปจะมีเกลือสะสมอยู่

2. สาเหตุจากมนุษย์

2.1 การทำนาเกลือ ทั้งวิธีการสูบน้ำเค็มขึ้นมาตากหรือการขุดคราบเกลือจากผิวดินมาต้มเกลือที่ละลายอยู่ในน้ำทั้งจะมีปริมาณมากพอที่จะทำให้พื้นที่บริเวณใกล้เคียงกลายเป็นพื้นที่ดินเค็มได้

2.2 การสร้างอ่างเก็บน้ำบนดินเค็มหรือมีน้ำใต้ดินเค็ม จะทำให้อ่างเก็บน้ำนั้นและพื้นที่รอบๆ อ่างกลายเป็นดินเค็ม เนื่องจากการยกระดับของน้ำใต้ดินเค็มขึ้นมาใกล้เคียงกับระดับน้ำในอ่าง หรือใกล้ผิวดิน

2.3 การตัดไม้ทำลายป่า หรือการปล่อยพื้นที่บริเวณที่มีศักยภาพในการแพร่กระจายเกลือให้ว่างเปล่า ทำให้เกิดดินเค็มแพร่กระจายออกไป

2.4 การใช้น้ำชลประทานเป็นเวลานานก่อให้เกิดการสะสมเกลือได้ (อรุณี ยูวะนิยม. 2540 : 115-119)

ดินเค็ม เป็นดินที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตต่ำ ความอุดมสมบูรณ์ต่ำมีการสูญเสียอินทรีย์วัตถุสูง และเป็นปัญหาในการใช้ประโยชน์ (เจลิเยว แจ้งไพร. 2540 : 6-18) ในพื้นที่ดินเค็มน้อยถึงเค็มปานกลางสามารถใช้ทำการเกษตรได้ โดยส่วนใหญ่เป็นนาข้าว เนื่องจากข้าวเป็นพืชที่ทนเค็มได้ในระดับปานกลางแต่ผลผลิตที่ได้มักอยู่ในระดับต่ำ ส่วนพื้นที่ที่เป็นดินเค็มจัดมักจะเป็นที่ว่างเปล่าพบคราบเกลือกระจายอยู่ทั่วไปไม่มีพืชอื่นขึ้นได้ยกเว้นวัชพืชบางชนิดเท่านั้นที่ขึ้นได้ในปริมาณเล็กน้อย ทำให้ขาดอินทรีย์วัตถุในการปรับปรุงดิน เกิดการชะล้างพังทลายของดินมากขึ้น ยิ่งไปกว่านั้นการขุดสิ่งปกคลุมผิวดินทำให้ดินสูญเสียน้ำมากและแห้งแล้งเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูแล้ง ส่งผลให้เกิดการเคลื่อนที่ของน้ำใต้ดินขึ้นมาสู่ผิวดินและดึงเอาเกลือจากใต้ดินขึ้นมาสะสมที่ดินชั้นบนมากขึ้นอีกด้วย ดังนั้นสภาพปัญหาในพื้นที่ดินเค็ม คือ ไม่สามารถใช้ทรัพยากรดินที่มีอยู่ได้อย่างเต็มศักยภาพทำให้เกิดการสูญเสียในแง่ของการใช้ประโยชน์ อีกทั้งผลผลิตที่ได้ก็อยู่ในระดับต่ำ พืชบางชนิดที่ขึ้นได้ก็มีลักษณะบางอย่างเปลี่ยนแปลงไป เช่น ใบมีสีเข้มขึ้น ใบหนาขึ้น ขอบใบไหม้ ต้นเล็กแคระแกร็น บางต้นอาจแห้งตาย ทั้งนี้เพราะดินเค็มมีปริมาณโซเดียมคลอไรด์ที่ละลายน้ำได้มากเกินไปซึ่งจะไปลดการดูดน้ำของพืชทำให้พืชแสดงอาการขาดน้ำและใบไหม้ ขาดความสมดุลของธาตุอาหาร นอกจากนั้นธาตุโซเดียม (Na^+) ยังมีผลทำให้โครงสร้างของดินเลวลง ดินแน่นรากพืชซอนไชไปได้ยาก ปัญหาดินเค็มที่เกิดขึ้นนี้หากไม่มีการจัดการที่เหมาะสม ความเค็มจะแพร่กระจายออกไปก่อให้เกิดพื้นที่ดินเค็มเพิ่มมากขึ้นย่อมมีผลกระทบต่อสภาพเศรษฐกิจและสังคมต่อไป

แนวทางการแก้ปัญหาดินเค็มที่สำคัญได้แก่ การใช้ประโยชน์จากพื้นที่ดินเค็มเพื่อเพิ่มผลผลิตโดยใช้เทคโนโลยีที่ลงทุนต่ำ การป้องกันการแพร่กระจายดินเค็ม และการแก้ไขพื้นที่ดินเค็มจัดให้สามารถใช้ประโยชน์ทางการเกษตรได้ (เสรี ไชยพันธ์ และรุ่งโรจน์ ฟิงพันธุ์. 2537 : 21-24) ในการใช้ประโยชน์พื้นที่ดินเค็มมักเป็นพื้นที่ที่มีระดับความเค็มต่ำถึงปานกลางซึ่งอาจต้องมีการปรับปรุงดินโดยใช้วิธีการต่างๆ เช่น ใช้ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยหมัก แกลบ ปุ๋ยคอก เพื่อลดความเค็มของดินโดยลงทุนต่ำ และยังเป็นการเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้แก่ดินด้วย ส่วนในพื้นที่ดินเค็มจัดการแก้ไขเพื่อลดความเค็มของดินลงสามารถทำได้โดยการล้างเกลือและระบายเกลือออกนอกพื้นที่ แต่วิธีนี้ต้องลงทุนสูงมีความยุ่งยากมากอีกทั้งภาคตะวันออกเฉียงเหนือประสบกับปัญหาเกษตรกรยากจนและการขาดแคลนนํ้าอยู่เสมอ จึงนิยมใช้วิธีการทางชีวภาพ โดยการปลูกพืชทนเค็มเพื่อคลุม

ดินไม่ให้หน้าดินว่างเปล่าซึ่งจะช่วยป้องกันไม่ให้เกลือจากดินชั้นล่างขึ้นมาสะสมที่ผิวดิน หรือการปลูกพืชยืนต้นที่มีระบบรากลึก ทนเค็มและใช้น้ำมากเพื่อลดระดับน้ำเค็มใต้ดิน (สมศรี อรุณินท์. 2540 :

1-25) การปลูกพืชยืนต้นนี้เหมาะสำหรับดินเค็มปานกลาง หากเป็นพื้นที่ดินเค็มจัดจะมีอุปสรรคจึงจำเป็นต้องหาพืชทนเค็มชนิดอื่นมาปลูกเพื่อลดระดับความเค็มที่ผิวดินเสียก่อนจึงปลูกพืชยืนต้นได้ (ปราโมทย์ แยมคลี. 2540 : 203-232) ในการปลูกพืชทนเค็มเพื่อปรับปรุงและป้องกันการแพร่กระจายของดินเค็มนั้น นอกจากจะเป็นพืชที่ปรับปรุงคุณภาพของดินโดยไปเพิ่มอินทรีย์วัตถุเพื่อให้ดินมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำ เพิ่มการซึมซับน้ำเพื่อรักษาความชุ่มชื้นของดินแล้ว ควรเป็นพืชที่สามารถให้ประโยชน์ได้ด้วย เช่น เป็นสมุนไพร เป็นอาหารก็จะเป็นที่ยอมรับของเกษตรกรในการนำไปใช้และยังสามารถนำเอาพื้นที่ดินเค็มมาใช้ให้เกิดประโยชน์อีกด้วย

วัชพืช เป็นพืชที่สามารถปรับตัวและเจริญเติบโตได้ดีในสภาพแวดล้อมวิกฤตต่างๆ มีความแข็งแรงแย่งอาหารเก่ง มีความสามารถในการงอก การเจริญเติบโต ขยายพันธุ์ แพร่พันธุ์ได้รวดเร็ว เมล็ดมีชีวิตรอดได้นาน แม้สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมก็จะพักตัวรอจนกว่าสภาพแวดล้อมเหมาะสมจึงงอก และที่สำคัญที่สุดก็คือมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ดี (พรชัย เหลืองอาภาพงศ์. 2540 : 8-10) ดังนั้นในสภาพดินเค็มจึงพบวัชพืชบางชนิดขึ้นอยู่ได้แม้การเจริญเติบโตจะไม่ดีเท่าปกติก็ตาม นอกจากนี้ยังช่วยคลุมหน้าดิน ป้องกันหรือลดการพังทลายของหน้าดิน แต่เนื่องจากการแก้ไขดินเค็ม จะต้องทำการปรับปรุงสภาพดินโดยใช้วิธีการต่างๆ เช่น การใช้ปุ๋ยพืชสด แกลบ เพื่อปรับสภาพของดิน ในการที่วัชพืชสามารถเจริญเติบโตในสภาพดินเค็มที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชชนิดอื่น วัชพืชจึงน่าจะเป็นหนทางหนึ่งที่จะนำมาใช้ปรับปรุงสภาพของดิน เพราะสามารถใช้เป็นวัสดุในการทำปุ๋ยหมักได้เป็นอย่างดี มีธาตุอาหารต่างๆ ที่วัชพืชดูดไปจากดิน เป็นการหมุนเวียนนำวัชพืชกลับคืนมาใช้ประโยชน์ เป็นการเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้แก่ดิน และวัชพืชบางชนิดอาจนำมาเป็นอาหารของมนุษย์ และสัตว์ได้อีกด้วย

วัชพืชหลายชนิดสามารถนำมาใช้เป็นสมุนไพรรักษาโรคได้ เช่น ดอกหญ้าคาช่วยรักษาอาการไอ ไมยราบช่วยรักษาอาการไตฟิการ ขับปัสสาวะ เป็นต้น (วาริ ยินดีชาติ. 2543 : 34-36) วัชพืชที่น่าจะได้รับ ความสนใจในการปรับปรุงบำรุงดินที่ดีที่สุดคือ วัชพืชตระกูลถั่วซึ่งสามารถเจริญเติบโตได้ในดินหลายสภาพ จากการสำรวจในพื้นที่ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าวัชพืชตระกูลถั่วบางชนิดสามารถอยู่ได้ในพื้นที่ซึ่งอาจนำมาใช้ประโยชน์ได้ (เฉลิมชัย วงศ์วัฒน์. 2542 : 40-45) นอกจากนั้นวัชพืชตระกูลถั่วยังสามารถใช้ในโตรเจนจากอากาศได้โดยการทำงานร่วมกับแบคทีเรียที่เรียกว่า ไรโซเบียม โดยกระบวนการตรึงไนโตรเจนทำให้พืชอื่นสามารถนำไนโตรเจนที่ตรึงได้นี้ไปใช้ต่อไป พืชตระกูลถั่วจึงเป็นแหล่งของธาตุไนโตรเจนที่ได้จากธรรมชาติ ช่วยทำให้ดินมีคุณภาพดีขึ้นได้ แต่การศึกษาวิจัยที่ผ่านมาเน้นการใช้พืชจากต่างประเทศทั้งที่มีพืชประจำถิ่นหลายชนิดที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการใช้เป็นพืชปรับปรุงและป้องกันดิน โดยเฉพาะความสามารถในการปรับตัวเพื่อการเจริญเติบโตในธรรมชาติ มีผลผลิตเมล็ดสูงเอื้อต่อการขยายพันธุ์ วัชพืชบางชนิดที่พบทั่วไป เช่น โสน มีคุณสมบัติดังกล่าว อีกทั้งยังเป็นพืชตระกูลถั่วที่สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ด้วย (จักรกฤษณ์ หอมจันทร์ และ เทพฤทธิ์ ตูลาพิทักษ์. 2530 : 1-3) ดังนั้นถ้าหากสามารถหาวัชพืชตระกูลถั่วที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพดินเค็มก็จะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงบำรุงดิน ใช้เป็นพืชคลุมดินที่เพิ่มไนโตรเจนให้แก่ดินได้เป็นอย่างดี จึงต้องมีการศึกษาว่า วัชพืชตระกูลถั่วชนิดใดในธรรมชาติที่จะสามารถปรับตัวให้มีชีวิตรอดได้ในดินเค็ม และสภาพความเค็มมีผลกระทบต่อการเกิดปมหรือการเติบโตของเชื้อไรโซเบียมหรือไม่

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเพื่อให้ทราบถึง

1. อิทธิพลของโซเดียมคลอไรด์ ในระดับต่างๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการเกิดปมรากของ วัชพืชตระกูลถั่วที่ระยะต่างๆ ของการเจริญเติบโตในสภาพที่ไม่มีการให้เชื้อไรโซเบียมเพิ่มเติม
2. อิทธิพลของโซเดียมคลอไรด์ ระดับต่างๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อไรโซเบียม
3. อิทธิพลของโซเดียมคลอไรด์ ระดับต่างๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโต การเกิดปมรากของวัชพืชตระกูลถั่ว เมื่อมีการให้เชื้อไรโซเบียมให้แก่เมล็ดถั่วตอนปลูก

ความสำคัญของการวิจัย

จะสามารถนำสายพันธุ์พืชตระกูลถั่วที่ได้ไปปลูกเพื่อช่วยปกคลุมหน้าดิน ซึ่งเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง ในการปลูกพืชเพื่อปรับปรุงพื้นที่ดินเค็มให้มีสภาพเหมาะแก่การเกษตรกรรมต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาวัชพืชตระกูลถั่ว 5 ชนิด ได้แก่

ชะคราม (*Tephrosia purpurea* (L.) Pers.) อยู่ในวงศ์ Fabaceae

ถั่วผี (*Phaseolus lathyroides* (L.) syn. *Macroptilium lathyroides* var. *semierectum* (L.) Urb.) อยู่ในวงศ์ Fabaceae

ถั่วลิสงนา (*Alysicarpus vaginalis* (L.) A. DC.) อยู่ในวงศ์ Fabaceae

ไมยราบ (*Mimosa pudica* Linn.) อยู่ในวงศ์ Mimosoideae

โสน (*Sesbania javanica* Miq.) อยู่ในวงศ์ Fabaceae (วัชพืช รัตนขเลศ และเจมส์ เอฟ.

แมกซ์เวล. 2540).

2. ศึกษาความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 5 ระดับ คือ 0 , 0.5 , 1.0 , 2.0 และ 4.0 %

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความหมายของดินเค็ม

ดินเค็ม หมายถึง ดินที่มีเกลือละลายน้ำได้อยู่ในดินในปริมาณที่มากเกินไปจนทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชลดลงอย่างเด่นชัด เกลือที่ละลายได้ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของเกลือคลอไรด์ และซัลเฟตของโซเดียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ชาติที่พบมากที่สุดในสารละลายดินเค็มคือ โซเดียมและคลอไรด์ ชนิดเกลือของดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่เป็นเกลือโซเดียมคลอไรด์ ความเค็มของดินสามารถวัดได้โดยดูจากค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity , EC) ของสารละลายดินที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยดินเค็มจะมีค่า EC สูงกว่า 2 มิลลิโมห์ต่อเซนติเมตร (mmho/cm) (อรุณี ยูวะนิยม. 2540 : 115)

อิทธิพลของความเค็มต่อความเป็นพิษในพืช

พืชที่ปลูกในดินเค็มหรือสารละลายที่มีเกลือมากกว่าปกติ จะมีการเจริญเติบโตลดลงเนื่องจากสาเหตุ 3 ประการ คือ

- 1.ความเครียดออสโมติก (osmotic stress)
- 2.ความเค็มที่ทำให้พืชขาดแคลนธาตุอาหารบางธาตุ (deficiency stress)
- 3.ความเป็นพิษเนื่องจากการสะสมไอออนบางชนิด (toxic effect of specific ion) (Flowers &

Yeo. 1986 : 75-91)

ความเครียดออสโมติกเกิดจากการที่รากพืชสัมผัสกับสารละลายที่มีเกลือในความเข้มข้นสูง เป็นเหตุให้ผลต่างระหว่างความดันออสโมซิส (osmotic pressure) ของสารละลายในดินและของสารละลายในเซลล์พืชมีค่าน้อยลง ความเครียดออสโมติกเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่จำกัดการเจริญเติบโตของพืชดินกร่อย (glycophyte) ส่วนพืชดินเค็ม (halophyte) สามารถปรับแรงดันออสโมติกได้จากการสะสมเกลือและอินทรีย์สารที่ละลายน้ำได้ ตัวอย่างเช่น *Atriplex* บางพันธุ์สะสมคลอไรด์จากดิน และสะสมออกซาเลท (oxalate) ที่สังเคราะห์ขึ้นในใบ ช่วยทำให้ค่าศักย์ออสโมซิสลดลงและพืชสามารถดำรงชีพต่อไปได้ อย่างไรก็ตามเมื่อนำพืชหลายชนิดมาปลูกในดินเค็มพบว่า ความเข้มข้นของเซลล์แซป (cell sap) ในราก ใบ ลำต้น สูงขึ้นกว่าเดิม ทั้งนี้เป็นความพยายามของพืชที่จะรักษาความแตกต่างระหว่างค่า ศักย์ออสโมซิส ของ เซลล์แซป กับ ศักย์ออสโมซิส ของสารละลายภายนอกให้คงที่หรือสูงกว่าเดิม ความพยายามนี้เป็นการปรับแรงดันออสโมติกของพืชทั้งที่ทนเค็มและไม่ทนเค็ม ความสามารถในการปรับแรงดันออสโมติกจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของพืชด้วย (Bernstein. 1961 : 909-918)

ความเค็มทำให้พืชขาดธาตุอาหารบางธาตุ เนื่องจากไอออนที่มีอยู่อย่างมากมายในดิน ทำให้สมดุลย์ของธาตุอาหารเสียไปเนื่องจากภาวะปฏิปักษ์ (antagonism) ระหว่างไอออนของเกลือกับไอออนของธาตุอาหารพืช ในถั่ว *Phaseolus vulgaris* พบว่าจะเจริญเติบโตได้ดีในดินเค็มเมื่อได้รับปุ๋ยโปแทสเซียม เป็นต้น

นอกจากนี้ความเค็มของดินยังทำให้พืชขาดน้ำ ทำให้ศักย์ (water potential) ของสารละลายในดินเพิ่มขึ้น ทำให้พืชนำน้ำไปใช้ได้น้อยลง

การเกิดความเป็นพิษเนื่องจากการสะสมไอออนบางชนิดซึ่งมักได้แก่ ความเป็นพิษของโซเดียม พืชเองจะพยายามปรับตัวให้ทนต่อความเค็มโดยพืชทนเค็มจะมี เซลล์แชปมากเพื่อไว้ดูดซับเกลือ (Greenway & Munns. 1980 : 149-190) อาการเป็นพิษเนื่องจากโซเดียมคลอไรด์จะปรากฏให้เห็นได้ใน กรณีที่ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์สูงมากๆ โดยเฉพาะคลอไรด์จะปรากฏอาการโดย ใบเริ่มแห้ง มีสีน้ำตาลที่ปลายยอดและค่อยๆลุกลามไปเรื่อยๆ จนอาจตายในที่สุด พืชที่ได้รับอิทธิพลจากความเค็มจะแสดง อาการโดยทั่วไปคือ ดันกระแสริน ใบเล็ก มีสีเขียวเข้มแต่ไม่ค่อยเขียวซึ่งเป็นอาการที่ตรงข้ามกับการขาดน้ำ (Bernstein & Hayward 1958 : 25-46) ในแผนผังพบว่าที่ระดับความเค็ม 7-8 มิลลิโมลต่อเซนติเมตร ระบบ รากและใบของแผนผังจะเริ่มมีอาการรุนแรงต่อระดับของโซเดียมคลอไรด์โดยใบเล็กลงมากขอบใบมีสีเหลือง ชีดและมีการแพร่ขยายจุดสีน้ำตาลกว้างมาก รากสั้นและหลุดง่าย (อรุณี ยูวะนิยม และ พรรณี รุ่งแก้ว. 2529 : 502-512) การลำเลียงโซเดียมไอออน (Na^+) และคลอไรด์ไอออน (Cl^-) ในโฟลเอ็ม (phloem) เป็นสิ่งที่มี ความสำคัญต่อการควบคุมความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ ในใบและรากของพืชที่ปลูกในดินเค็ม (Munns, Fisher & Tonnet. 1986 : 757-766) ในราก ลำต้น และใบของส้มจะพบความเข้มข้นของโซเดียมไอออน เพิ่มขึ้นตามระดับความเค็ม แต่โพแทสเซียมไอออน (K^+) จะลดลงในรากและลำต้น (Walker & Douglas. 1983 : 145-153) ในถั่วเขียวจะสะสมโซเดียมไอออน และ คลอไรด์ไอออน ในลำต้นอย่างรวดเร็วในช่วง 4 วันแรกและ จะค่อยๆคงที่หลังจาก 8 วันไปแล้ว (Lauter & Munns. 1987 : 171-180) ในถั่วเหลืองพันธุ์ สจ. 1 ที่ได้รับ โซเดียมคลอไรด์จะสะสมโซเดียมไอออน และ คลอไรด์ไอออน เพิ่มขึ้น แต่คลอไรด์ไอออน จะมีความเข้มข้นสูง กว่าโซเดียมไอออน อย่างเด่นชัด และรากจะเป็นส่วนที่สะสมไอออนทั้งสองไว้มากกว่าส่วนอื่นๆ (อรุณศิริ กำลัง. 2525)

อิทธิพลของความเค็มต่อการงอกของเมล็ด

ความเค็มของดินมีผลกระทบต่อการงอกของเมล็ด 2 ประการ คือ ประการแรกจะลดอัตราการดูด น้ำเข้าสู่เมล็ด และประการที่สอง การดูดไอออนเข้าไปในพืชเป็นปริมาณที่มากจะทำให้เกิดความเป็นพิษ เมล็ด พืชส่วนใหญ่จะได้รับอันตรายจากความเค็มในระยะที่เริ่มงอกมากกว่าระยะอื่นๆ ผลกระทบต่อ กระบวนการทางสรีระของพืชเมื่อความเค็มในดินเพิ่มขึ้นก็คือ ปริมาณการดูดน้ำเข้าไปในรากพืชจะลดลง (Able & McKenzie. 1964 : 157-161) และเมื่อเมล็ดเริ่มงอก การเจริญเติบโตของรากและการยืดตัวของ ลำต้นจะช้าลง การใช้อาหารสะสมในเมล็ดของกล้าอ่อนเป็นไปในอัตราต่ำ กล้าอ่อนจึงไม่ค่อยแข็งแรงทำให้ อัตราการรอดลดน้อยลง เมล็ดพืชที่กำลังงอกในสภาพความเค็มที่ไม่สูงเกินไปนัก อาจปรับแรงดันออสโมติกได้ โดยการดูดไอออนต่างๆ จากดินเข้าไปทำให้ค่าศักย์ออสโมซิส (osmotic potential) ภายในพืชต่ำกว่าค่า ศักย์ออสโมซิสของสารละลายดินเค็ม เพื่อให้พืชสามารถดูดน้ำได้ตามปกติ แม้ว่าจะต้องใช้เวลาและเสี่ยงต่อ ความเป็นพิษของไอออนบางชนิดที่ดูดเข้าไปสะสมไว้ก็ตาม (Shannon & Francois. 1977 : 619-622)

อิทธิพลของความเค็มต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตพืช

ความเค็มสามารถจำกัดการเจริญเติบโตของพืชในลักษณะต่างกัน โดยทั่วไปแล้วพืชที่ได้รับโซเดียมคลอไรด์ จะมีลักษณะใบเล็กแต่ใบอาจไม่มีอาการผิดปกติ จากการศึกษาพบว่าถั่วที่เจริญเติบโตในดินเค็มจะมีความหนาของใบเพิ่มขึ้นประมาณ 30% ซึ่ง 2 ใน 3 ของความหนาที่เพิ่มขึ้นเนื่องมาจากการเพิ่มขนาดของเซลล์ในสpongymesophyll และชั้นในpalisade layer (Meiri and Poljakoff – Mayber, 1976 :115-123) จากการศึกษาการเจริญเติบโตของถั่วเขียวในดินชุดกลาร้องให้พบว่า เมื่อดินมีค่า EC4.7-5.2 มิลลิโมห์ต่อเซนติเมตร ถั่วเขียวสามารถงอกได้ดีแต่เมื่อถั่วเขียวมีอายุได้ 30 วัน การเจริญเติบโตจะช้าลงและเปอร์เซ็นต์การติดฝักต่ำ (มะลิวัลย์ และสุรทิน, 2531 : 104-105) เมื่อเปรียบเทียบการทนเค็มของถั่วอาหารสัตว์เขตร้อนในช่วงความเค็มประมาณ 2.0-20.0 มิลลิโมห์ต่อเซนติเมตร พบว่าถั่ว *Macroptilium atropurpureum* cv. Siratro ที่ปลูกในดินเค็มที่มีค่า EC 10.6 มิลลิโมห์ต่อเซนติเมตร จะทำให้ผลผลิตลดลง 50 % และในถั่ว *Stylosanthes scabra* ที่ปลูกในดินเค็มที่มีค่า EC 5.6 มิลลิโมห์ต่อเซนติเมตร จะทำให้ผลผลิตลดลง 50 % เช่นกัน แต่ผลผลิตของถั่วอาหารสัตว์จะเพิ่มขึ้นเมื่อมีการคลุมเชื้อโรโซเบียม ในขณะที่เดียวกันจำนวนปมต่อต้น น้ำหนักปมต่อต้น และไนโตรเจนที่พืชดูดขึ้นไปใช้จะลดลงตามความเค็มที่เพิ่มขึ้น (Batra & Ghai, 1988 : 350-353)

อิทธิพลของความเค็มต่อการเจริญเติบโตของโรโซเบียม

โรโซเบียมจัดเป็นแบคทีเรียที่อยู่ใน วงศ์ Rhizobiaceae , สกุล *Rhizobium* มีรูปร่างเป็นท่อน (rod shape) ย้อมติดสีแกรมลบ (gram negative) ต้องการอากาศ (aerobic bacteria) มีขนาดประมาณ 0.5-0.9 ไมครอน ยาว 1.2-3.0 ไมครอน ในบางกรณีรูปร่างอาจเห็นเป็นทรงกลม (cocci) บางครั้งมีรูปร่างไม่แน่นอน สมบัติที่สำคัญของโรโซเบียม คือ สามารถเข้าไปอาศัยอยู่ในรากพืชตระกูลถั่วแบบพึ่งพาอาศัยกันและกัน โดยไปทำให้รากพืชตระกูลถั่วเกิดปมที่สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศ ให้มาอยู่ในรูปของสารประกอบไนโตรเจนที่ถั่วและโรโซเบียมสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ในขณะเดียวกันโรโซเบียมก็ได้รับอาหารหรือสารประกอบที่ใช้ในการดำรงชีวิตจากถั่ว (สมศักดิ์ วงใน, 2541)

โรโซเบียมจะตอบสนองต่อระดับความเค็มที่เพิ่มขึ้นโดยจะหยุดชะงักการเจริญเติบโตและกิจกรรมต่างๆ (Hua และคณะ, 1982 : 135-140) ได้มีการเปรียบเทียบความเป็นพิษของโซเดียมไอออนและคลอไรด์ ไอออนที่โรโซเบียมมีต่อเกลือในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ต่างกันพบว่าการใช้เกลือพวก $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ จะแสดงความเป็นพิษต่อโรโซเบียมมากกว่าการใช้ โซเดียมคลอไรด์ ที่ผสมอยู่ในอาหารเลี้ยงเชื้อ และพบว่า *Rhizobium meliloti* สามารถทนต่อโซเดียมคลอไรด์ ในระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ที่ 3.5% อีกทั้ง *Rhizobium* spp. ที่มีอยู่ในกลุ่ม cowpea สามารถทนต่อโซเดียมคลอไรด์ได้ 0.5% และในถั่วอื่นๆอาจทนได้ถึง 1.0% (Steinborn & Roughley, 1975 : 133-138)

อิทธิพลของความเค็มต่อการเกิดปมราก และการตรึงไนโตรเจน

โซเดียมคลอไรด์มีอิทธิพลต่อ การเจริญเติบโต การเกิดปม และการตรึงไนโตรเจนของพืชตระกูลถั่ว โดยพบว่าโซเดียมคลอไรด์ทำให้น้ำหนักแห้งของส่วนต่างๆ รวมทั้งน้ำหนักปม ประสิทธิภาพของการตรึงไนโตรเจน และปริมาณไนโตรเจนใน ถั่วเขียว (*Phaseolus auveus*) กับถั่วพุ่ม (*Vigna sinensis*) ลดลง แต่

การเจริญเติบโตของถั่วเขียวจะได้รับความกระทบกระเทือนมากกว่าถั่วพุ่มโดยเฉพาะการเติบโตและการพัฒนาของรากถั่วเขียว ส่วนประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนในถั่วเขียวลดลงอย่างมากในขณะที่ถั่วพุ่มลดลงเพียงเล็กน้อย (Balasubramanian and Sinha. 1976 : 197-200) ในถั่วอัลฟาฟา โซเดียมคลอไรด์มีอิทธิพลต่อการเกิดปมและการตรึงไนโตรเจนเพียงเล็กน้อย แต่มีผลกระทบต่อถั่วเหลืองอย่างมาก จะเห็นได้ว่าโซเดียมคลอไรด์ยับยั้งการเจริญเติบโตและการเกิดปมในถั่วเหลือง น่าจะเป็นผลมาจากการที่จุลินทรีย์ในปมไวต่อโซเดียมคลอไรด์ หรือความเค็มส่งผลต่อเนื้อเยื่อผู้ให้อาศัย (host tissue) หรือจากการที่อยู่ร่วมกันแบบพึ่งพากัน (symbiosis) ของจุลินทรีย์กับถั่ว (Bernstein & Ogata. 1966 : 201-203)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

พืชทดลอง

เมล็ดพืชพืชตระกูลถั่ว 5 ชนิด ที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้านี้ เก็บจาก อ. สองพี่น้อง จ. สุพรรณบุรี

ชะคราม (*Tephrosia purpurea* (L.) Pers.) อยู่ในวงศ์ Fabaceae

ถั่วผี (*Phaseolus lathyroides* L.) อยู่ในวงศ์ Fabaceae

ถั่วลิสงนา (*Alysicarpus vaginalis* (L.) A. DC.) อยู่ในวงศ์ Fabaceae

ไมยราบ (*Mimosa pudica* Linn.) อยู่ในวงศ์ Mimosoideae

โสน (*Sesbania javanica* Miq.) อยู่ในวงศ์ Fabaceae

อุปกรณ์และสารเคมี

1. จานเพาะ ขนาด 100x15 มิลลิเมตร
2. ภาชนะสำหรับปลูกถั่ว (Applied Leonard jar) (Wongwattana, et al. 1998 : 128-133)
3. สำลี
4. ทราแยมน้ำเม็ดยอด
5. กระดาษเพาะ
6. ไม้บรรทัด
7. ไมโครปิเปต
8. อุปกรณ์ที่ใช้ในการหาน้ำหนักปมรากและน้ำหนักแห้งพืช
 - 8.1. เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง
 - 8.2. กรรไกร
 - 8.3. ตู้อบพืช
 - 8.4. ถังเก็บตัวอย่างพืช
9. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเลี้ยงเชื้อไรโซเบียม
10. ธาตุอาหารสูตรของ Machlis & Torry (1959) ดังรายละเอียดในภาคผนวก ตาราง 42 (Machlis & Torry. 1959 : 41-45)
11. สารเคมีโซเดียมคลอไรด์
12. สารอาหาร Yeast extract-mannitol broth (YMB) ของกลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กรมวิชาการเกษตร ดังรายละเอียดในภาคผนวก ตาราง 43 (วิทยา ธนานุสนธิ์. 2542 : 98)
13. สารอาหาร Yeast extract-mannitol – congo red agar (YMA) ของกลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กรมวิชาการเกษตร ดังรายละเอียดในภาคผนวก ตาราง 44 (วิทยา ธนานุสนธิ์. 2542 : 133)

วิธีดำเนินการทดลอง

แบ่งออกเป็น 3 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 อิทธิพลของโซเดียมคลอไรด์ ที่มีต่อการเจริญเติบโตและการเกิดปมรากของ

วัชพืชตระกูลถั่วทั้ง 5 ชนิด ที่ระยะต่างๆของการเจริญเติบโต

ทำการทดลองกับต้นถั่วแต่ละชนิดในสองระยะการเจริญเติบโต โดยใช้ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 5 ระดับ คือ 0.0 (ตัวเปรียบเทียบ), 0.5, 1.0, 2.0 และ 4.0 % วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design (RCB) จำนวน 3 ซ้ำ

1.1 ระยะงอก ขั้นตอนของการปฏิบัติมีดังนี้

1.1.1 ตัดกระดาดเพาะวางลงในจานเพาะ แล้วเติมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ที่ความเข้มข้นต่างๆ ตาม ที่กำหนด ลงในแต่ละจานเพาะ 10 มิลลิลิตร

1.1.2 นำเมล็ดถั่วแต่ละชนิดที่ต้องการทดสอบมาทำลายระยะการพักตัว ด้วยการนำขวดที่กรูด้วยกระดาดทรายมาใส่เมล็ดถั่วเขย่านาน 10 นาทีแล้วแช่เมล็ดในน้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที จากนั้นจึงใส่เมล็ดถั่วแต่ละชนิดลงไป 10 เมล็ดต่อจาน ปิดฝาแล้ววางไว้ในสภาพห้อง

1.1.3 สังเกตและบันทึกความงอกทุกวันจนครบ 7 วัน และในวันที่ 7 นำต้นถั่วทั้งออกมาวัดความยาวต้นและราก

1.1.4 เมล็ดที่ไม่งอกย้ายลงจานเพาะ ที่รองด้วยกระดาดเพาะและมีน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร แล้วปฏิบัติซ้ำตามข้อ 1.1.3

1.2 ระยะต้นกล้า ศึกษาในต้นกล้าถั่วที่มีอายุ 1 ,7 และ 14 วันหลังงอก ขั้นตอนของการปฏิบัติมีดังนี้

1.2.1 นำทรายแม่น้ำเม็ดละเอียดมาล้างด้วยน้ำสะอาดหลายๆ ครั้งจนน้ำที่ใช้ล้างทรายใสแล้วจึงนำทรายไปผึ่งแดดให้แห้ง เตรียมภาชนะที่ใช้ปลูกพืช (Applied Leonard Jar) จากขวดพลาสติก (Wongwattana, et al. 1998 : 128-133) แล้วนำทรายที่เตรียมไว้มาบรรจุในส่วนบนของภาชนะที่ใช้ปลูก ที่อุดส่วนล่างด้วยสำลีและเติมน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร ลงในส่วนล่างของภาชนะปลูก

1.2.2 ในการปลูกถั่วทดลองแต่ละชนิดจะทำลายระยะพักตัวของถั่วเช่นเดียวกับข้อ 1.1.2 แล้วจึงปลูกเมล็ดถั่วจำนวน 5 เมล็ดต่อขวด ลงในทรายในภาชนะปลูกที่เตรียมไว้ โดยฝังเมล็ดในทรายให้ลึกประมาณ 1 ซม.

1.2.3 เมื่อต้นถั่วมีอายุได้ 1 , 7 และ 14 วันหลังงอก ให้คัดเลือกต้นถั่วที่ต้นมีความสมบูรณ์และความสูงเท่ากันในแต่ละอายุ เหลือไว้ขวดละ 2 ต้น แล้วให้สารละลายธาตุอาหารที่มีระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 5 ระดับตามที่กำหนด

1.2.4 บันทึกความสูงโดยวัดจากโคนต้นที่ติดกับผิวทรายจนถึงยอด และลักษณะอาการผิดปกติต่างๆ ทุกสัปดาห์ ตั้งแต่เริ่มการทดลองจนครบ 4 สัปดาห์ ในระหว่างการทดลองจะเปลี่ยนสารละลายธาตุอาหารทุกสัปดาห์

1.2.5 เมื่อครบ 4 สัปดาห์ ล้างทรายออกจากต้นถั่วโดยไม่ให้รากและปมรากหลุด บันทึกความสูง ลักษณะอาการผิดปกติต่างๆ วัดความยาวราก และนับจำนวนปมราก

1.2.6 แยกส่วนต้น ราก และปมราก ใส่ในถุงกระดาษนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 3 วัน แล้วชั่งหาน้ำหนักแห้ง

1.2.6 แยกส่วนต้น ราก และปมราก ใส่ในถุงกระดาษนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 3 วัน แล้วชั่งน้ำหนักแห้ง

การทดลองที่ 2 อิทธิพลของโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อการเจริญเติบโตของไรโซเบียม จากปมรากของวัชพืช

วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ โดยใช้ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ ที่เหมาะสม จากการทดลองที่ 1 ขั้นตอนของการปฏิบัติมีดังนี้

เตรียมอาหาร YMB โดยผสมสารเคมีตามสูตร แล้วปรับ pH ประมาณ 6.8 นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่ อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 20 นาที

เตรียมอาหาร YMA โดยผสมสารเคมีตามสูตร แล้วปรับ pH ประมาณ 6.8 แล้วเติมวุ้นและ Congo red นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 20 นาที เมื่ออาหารอุ่นนำมาเทลงในจานเพาะ จานละประมาณ 20 มิลลิลิตร เก็บไว้ใช้ต่อไป

2.1 การแยกเชื้อไรโซเบียมบริสุทธิ์จากปมรากถั่ว

2.1.1 นำรากถั่วทั้ง 3 ชนิด ที่มีปมที่ขูดมาจาสภาพธรรมชาติมาแยกเอาปมล้างดินออกให้ สะอาดแล้วล้างด้วยน้ำกลั่นปราศจากเชื้อ 3-4 ครั้ง

2.1.2 แช่ปมรากในแอลกอฮอล์ 95 % 10 วินาที แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นปราศจากเชื้อ 3-4 ครั้ง

2.1.3 แช่ปมรากในสารละลาย Clorox 50 % 5 นาทีแล้วล้างด้วยน้ำกลั่นปราศจากเชื้อ 3-4 ครั้ง

2.1.4 บีบปมรากให้แตก ใช้ Loop และบริเวณที่มีสีชมพูภายในปมราก นำไป Streak ลงบน อาหารแข็ง YMA ที่เตรียมไว้ นำไปบ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5-7 วัน

2.1.5 เลือกเชื้อในจานเลี้ยงเชื้อที่เป็นโคโลนีเดี่ยวๆ มีลักษณะผิวหน้าเป็นมันและไม่ดูตื้น congo red มา Streak ซ้ำอีกครั้ง ลงบน อาหารแข็ง YMA นำไปบ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5-7 วันนำมา ตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ แล้วจึงเก็บเชื้อไรโซเบียมที่บริสุทธิ์แล้วลงในหลอดทดสอบ บ่มเชื้อให้เจริญที่ อุณหภูมิห้องแล้วเก็บไว้ในตู้เย็นสำหรับใช้ต่อไป

2.2 การเลี้ยงเชื้อไรโซเบียมในอาหารที่มีเกลือ

2.2.1 ใช้ Loop เชี่ยเชื้อจากหลอดเก็บเชื้อไป Streak ลงบน อาหารแข็ง YMA บ่มเชื้อไว้ที่ อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5-7 วันเลือกเอาเชื้อไรโซเบียมที่เป็นโคโลนีเดี่ยวๆไปเลี้ยงในขวดแก้วรูปชมพู่ ที่บรรจุ YMB เพื่อทำเป็นเชื้อต้นแบบ (starter) นำไปเข้าเครื่องเขย่าโดยใช้อัตราเร็ว 100รอบต่อนาที นาน 7 วันจะได้ เชื้อปริมาณ 10^8 เซลล์ต่ออาหาร 1 มิลลิลิตร สามารถตรวจนับปริมาณเซลล์ที่มีชีวิตโดยการทำ plate count ดังนี้

2.2.1.1 ใส่ น้ำกลั่น 9 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองขนาด 50 x160 มิลลิเมตร นำไปนึ่ง ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 20 นาที ทิ้งไว้ให้เย็น

2.2.1.2 ดูดเชื้อไรโซเบียมที่ต้องการตรวจนับจำนวนมา 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในน้ำกลั่น ปราศจากเชื้อที่เตรียมไว้ เป็นหลอดที่ 1 เขย่าให้เชื้อกระจายสม่ำเสมอทั่วหลอด จะได้ระดับความเจือจางเป็น $1:10$ (10^{-1})

2.2.1.3 ดูดเชื้อจากหลอดที่ 1 มา 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในน้ำกลั่นหลอดที่ 2 เขย่าให้เชื้อ กระจายสม่ำเสมอทั่วหลอด จะได้ระดับความเจือจางเป็น 10^{-2} และทำเช่นนี้ต่อไปอีกจนถึงระดับความเจือจาง เป็น 10^{-7}

- 2.2.1.4 ดูดเชื้อที่เจือจางแล้ว 0.1 มิลลิลิตร จากหลอดที่มีระดับความเจือจาง 10^{-5} , 10^{-6} และ 10^{-7} ตามลำดับ ใส่ลงใน YMA ที่เตรียมไว้ ทำระดับความเจือจางละ 2 ซ้ำ
- 2.2.1.5 เกลี่ยให้ทั่วด้วยแท่งแก้วอบ บ่มเชื้อไว้ในอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5-7 วัน
- 2.2.1.6 ตรวจนับจำนวนไรโซเบียมโดยเลือกนับจากจานเพาะเชื้อที่มีโคโลนีอยู่ระหว่าง 30-300 โคโลนี (Vincent. 1970 : 54-58)
- 2.2.2 ดูดเชื้อไรโซเบียม 1 มิลลิลิตร จากเชื้อต้นแบบ ใส่ลงในขวดแก้วรูปชมพู่ ที่บรรจุ YMB ที่มีโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ กัน ที่เหมาะสมจากการทดลองที่ 1 นำไปเข้าเครื่องเขย่าด้วยความเร็ว 100 รอบต่อนาที
- 2.2.3 บันทึกผลการเจริญเติบโตโดยทำ plate count ที่ 7, 14, 21 และ 28 วัน

การทดลองที่ 3 อิทธิพลของโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อการเจริญเติบโตและการเกิดปมรากของวัชพืชตระกูลถั่ว เมื่อให้เชื้อไรโซเบียมร่วมด้วย

วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 3 ซ้ำ โดยใช้ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ ที่เหมาะสมจากการทดลองที่ 1 ขั้นตอนของการปฏิบัติมีดังนี้

3.1 การเลี้ยงเชื้อไรโซเบียมทำเช่นเดียวกับข้อ 2.2.1

3.2 การเตรียมภาชนะที่ใช้ปลูก Applied Leonard jar

นำทรายแม่น้ำที่ล้างจนสะอาดและผึ่งให้แห้งแล้วบรรจุลงในแก้วพลาสติกที่ทนความร้อนซึ่งเจาะรูที่ก้นแก้ว 2 รู อุดรูด้วยไส้ตะเกียงโดยให้ไส้ตะเกียงยาวลงมาพอสมควรเพื่อให้สารละลายซึมขึ้นมาได้ นำแก้วนี้วางลงบนขวดแก้วที่ใส่น้ำกลั่นไว้ประมาณ 3 ใน 4 ส่วน หุ้มด้วยกระดาษ นำไปนึ่งฆ่าเชื้อ 2 ครั้งที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 3 ชั่วโมง

3.3 การเตรียมเมล็ดถั่ว

ฆ่าเชื้อผิวเมล็ดถั่วโดยแช่ในสารละลาย Clorox 10% นาน 2 นาที แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นปราศจากเชื้อหลายๆ ครั้ง จึงนำไปเพาะบนจานเพาะที่บรรจุสำลีและน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว เมื่อรากงอกประมาณ $\frac{1}{2}$ เซนติเมตร จึงนำไปปลูกในภาชนะปลูก ที่เตรียมไว้พร้อมกับหยดเชื้อไรโซเบียมลงไปบริเวณราก ทำการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1.2 โดยเลือกอายุของถั่ว และระดับความเค็มที่เหมาะสมจากผลของการทดลองที่ 1

การประเมินผล

1. ประเมินผลการเจริญเติบโตของถั่วทุกชนิด โดยวัดความสูงทุกๆ 7 วัน เป็นเวลา 1 เดือนโดยดูจากอาการผิดปกติต่างๆ ความยาวราก จำนวนปมราก และน้ำหนักแห้ง
2. ประเมินผลการเจริญเติบโตของไรโซเบียมในอาหารที่มีโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ กัน โดยวิธี Plate count

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยใช้โปรแกรม Sirichai วิเคราะห์ค่าความแตกต่างโดย DMRT. ที่ 0.05

สถานที่ทำการทดลอง

1. เรือนทดลอง คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. ห้องปฏิบัติการทางพฤกษศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ระยะเวลาในการทดลอง

มีนาคม 2542 – กันยายน 2544

บทที่ 4

ผลการศึกษาค้นคว้า

การทดลองที่ 1 อิทธิพลของโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อการเจริญเติบโต และการเกิดปมรากของวัชพืชตระกูลถั่วชนิดต่างๆ ที่ระยะต่างๆ ของการเจริญเติบโต

1.1 ระยะงอก ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์มีผลต่อการงอกของพืช โดยการเพิ่มความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ในแต่ละระดับทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดลดลง และยังทำให้การงอกช้าลงด้วย

ในหะคราม พบว่า เมล็ดที่เพาะในน้ำกลั่น (ตัวเปรียบเทียบ) สามารถงอกเป็นต้นกล้าที่สมบูรณ์ได้ทั้งหมด โดยใช้ระยะเวลาในการงอก 2 วัน แต่เมื่อความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้นเป็น 0.5 % การงอกจะลดลงอย่างมากโดยเหลือเพียง 10 % ของตัวเปรียบเทียบ ใช้ระยะเวลาในการงอกมากขึ้นเป็น 3 วัน และเมื่อความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้นเป็น 1.0 % การงอกจะลดลงเหลือเพียงแค่ 3.33 % ของตัวเปรียบเทียบ และใช้ระยะเวลาในการงอกนานถึง 6 วัน (ภาพประกอบ 1, ตาราง 1) ต้นกล้าที่งอกจะไม่สมบูรณ์โดยรากจะสั้นเปราะต้นสั้นใบเล็กเหลือง และเมื่อความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้นเป็น 2.0 และ 4.0 % พบว่าเมล็ดไม่สามารถงอกได้และเน่าตายในที่สุด เมื่อครบ 7 วันหลังจากทดลองนำต้นกล้าที่งอกมาวัดความยาวต้นและราก พบว่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น โดยส่วนลำต้นจะได้รับความกระทบกระเทือนมากกว่าราก (ตาราง 2, 3) ที่เกลือเข้มข้น 1.0 % ความยาวต้นและรากจะเป็น 4.0 และ 9.0 % ของตัวเปรียบเทียบตามลำดับ

ในถั่วฝัก พบว่าเมล็ดที่เพาะในน้ำกลั่นและที่ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 0.5 และ 1.0 % สามารถงอกได้ไม่แตกต่างกันและในช่วง 3 วันแรกของการทดลอง ดูเหมือนว่าเกลือที่ 0.5 % จะช่วยกระตุ้นการงอกของเมล็ดอีกด้วย แต่เมื่อความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้นเป็น 1.0 % การงอกจะลดลงเหลือ 64.67 % ใช้ระยะเวลาในการงอกเพิ่มขึ้นเป็น 4 วัน (ภาพประกอบ 1, ตาราง 1) ต้นกล้าที่งอกจะไม่สมบูรณ์ และเมื่อความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้นเป็น 2.0 และ 4.0 % พบว่าเมล็ดไม่สามารถงอกได้ที่ 7 วันหลังเพาะ พบว่าความยาวต้นจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น ส่วนรากพบว่า ที่ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 0.5 % จะถูกกระตุ้นให้ยาวขึ้น แต่เมื่อความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้นเป็น 1.0 % ความยาวรากจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเหลือ 43 % ของตัวเปรียบเทียบเท่านั้น และลำต้นเป็นส่วนที่ได้รับผลกระทบมากกว่าราก (ตาราง 2 , 3)

ในถั่วลิสงนา พบว่า การเพิ่มความเค็มทำให้การงอกของเมล็ดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมล็ดที่เพาะอยู่ในน้ำกลั่นใช้เวลาในการงอก 2 วัน แต่เมื่อความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้นเป็น 0.5 และ 1.0 % การงอกจะลดลงเหลือเพียง 42.11 และ 31.58 % ของตัวเปรียบเทียบ โดยใช้ระยะเวลาในการงอกนานขึ้นเป็น 3 และ 4 วันตามลำดับ และเมื่อความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้นเป็น 2.0 และ 4.0 % พบว่าเมล็ดไม่สามารถงอกได้ (ภาพประกอบ 1, ตาราง 1) ที่ 7 วันหลังเพาะ พบว่าความยาวต้นจะลด

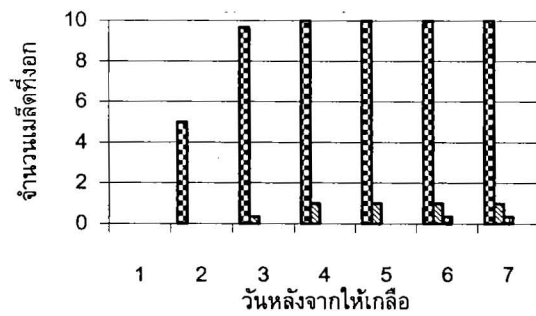
ลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเมื่อความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้นเป็น 0.5 และ 1.0 % ความยาวต้นจะลดลงเหลือ 50.33 และ 0.19 % ของตัวเปรียบเทียบตามลำดับ ส่วนความยาวรากนั้น พบว่าในน้ำกลั่น และที่ 0.5 % ความยาวรากไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ นอกจากนี้ยังดูเหมือนว่าเกลือที่ 0.5 % อาจช่วยกระตุ้นให้รากยาวขึ้นด้วย แต่เมื่อความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้นเป็น 1.0 % ความยาวรากจะลดลงอย่างมากโดยเหลือแค่เพียง 39.74 % ของตัวเปรียบเทียบ (ตาราง 2, 3) ต้นจะได้รับผลกระทบมากกว่าราก เช่นเดียวกัน

ในไมยราบ พบว่าเมล็ดที่เพาะในน้ำกลั่นและที่ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์เป็น 0.5 % สามารถงอกได้ไม่แตกต่างกัน แต่ที่ 0.5 % จะใช้ระยะเวลาในการงอกมากกว่าในน้ำกลั่น 1 วันแต่เมื่อความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้นเป็น 1.0 % การงอกจะลดลงเหลือ 32.20 % ของตัวเปรียบเทียบ ใช้ระยะเวลาในการงอกนานถึง 5 วัน และต้นกล้าที่งอกออกมาจะไม่สมบูรณ์ เมื่อความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้นเป็น 2.0 และ 4.0 % พบว่าเมล็ดไม่สามารถงอกได้ (ภาพประกอบ 1, ตาราง 1) ที่ 7 วันหลังเริ่มทดลอง ความยาวต้นจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (78.04 % ที่เกลือเข้มข้น 0.5 % และ 22.22 % ที่เกลือเข้มข้น 1.0 % ตามลำดับ) ส่วนรากนั้นจะถูกกระตุ้นให้มีความยาวมากกว่าตัวเปรียบเทียบด้วยโซเดียมคลอไรด์ 0.5 % แต่เมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้นเป็น 1.0 % ความยาวรากจะลดลงอย่างมากโดยเหลือแค่เพียง 37.59 % ของตัวเปรียบเทียบเท่านั้น (ตาราง 2, 3)

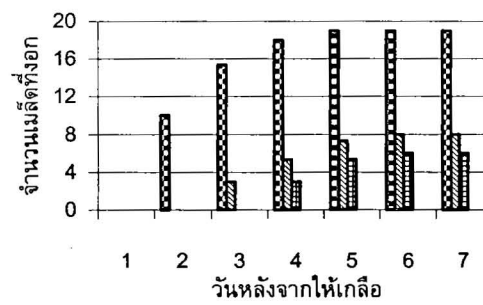
ในโสน พบว่าเมล็ดที่เพาะในน้ำกลั่นและที่ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 0.5 % สามารถงอกได้ไม่แตกต่างกัน แต่ที่ 1.0 % การงอกจะลดลงอย่างมากเหลือเพียง 10.0 % ของตัวเปรียบเทียบ ใช้ระยะเวลาในการงอกนานถึง 4 วัน และเมื่อความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้นเป็น 2.0 และ 4.0 % พบว่าเมล็ดไม่สามารถงอกได้ (ภาพประกอบ 1, ตาราง 1) ที่ 7 วันหลังเพาะความยาวต้นจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยลดลงเหลือ 8.57 % ของตัวเปรียบเทียบ เมื่อความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้นเป็น 1.0 % ส่วนความยาวรากนั้นเกลือที่ 0.5 % จะกระตุ้นให้ยาวมากกว่าตัวเปรียบเทียบ แต่เมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้นเป็น 1.0 % ความยาวรากจะลดลงอย่างมากโดยเหลือแค่เพียง 27.46 % ของตัวเปรียบเทียบ (ตาราง 2, 3)

ในระยะงอก พบว่าชะครามจะมีความอ่อนแอต่อเกลือมากที่สุด รองลงมาได้แก่ถั่วลิสงนา ส่วนถั่วผี ไมยราบ และโสน จะมีความทนทานต่อเกลือได้ดี แต่อย่างไรก็ตามเมล็ดพืชเหล่านี้จะไม่สามารถงอกได้เลยเมื่อระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มเป็น 2.0% ส่วนความยาวต้นและราก พบว่าความยาวต้นจะได้รับผลกระทบจากเกลือมากกว่าราก โดยเมื่อความเค็มเพิ่มขึ้นจะทำให้ความยาวต้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนความยาวรากดูเหมือนว่าเกลือที่ 0.5 % จะช่วยกระตุ้นให้ความยาวรากเพิ่มมากขึ้น แต่เมื่อความเค็มเพิ่มขึ้นเป็น 1.0 % ความยาวรากจะลดลงอย่างมากในทุกพืชที่ทดสอบ

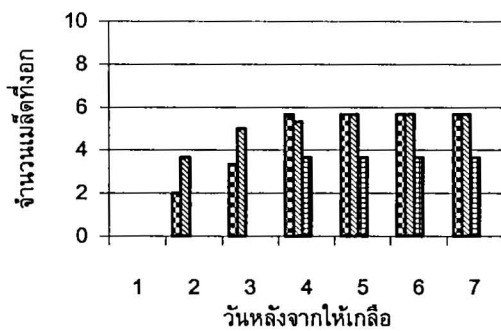
ก. ชะคราม



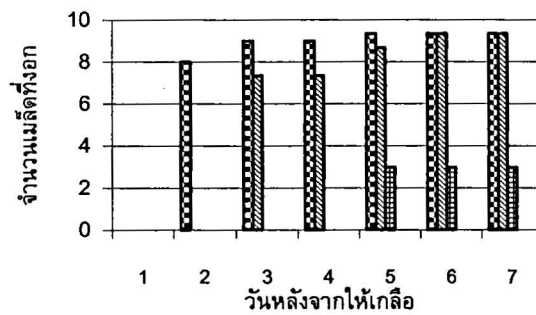
ค. ถั่วลิสงนา



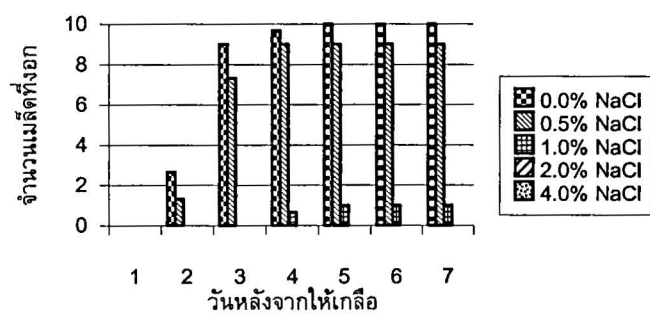
ข. ถั่วฝัก



ง. ไมยราบ



จ. โสนบ้าน



ภาพประกอบ 1 ผลของเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อการงอกของเมล็ดถั่วชนิดต่างๆ ที่เวลาต่างๆ กันหลังเพาะ

ก. ชะคราม, ข. ถั่วฝัก, ค. ถั่วลิสงนา, ง. ไมยราบ, จ. โสนบ้าน

ตาราง 1 ผลของโพรติเยมคลอไรด์ที่มีต่อการงอกของเมล็ดวัชพืชตระกูลถั่วที่ 7 วันหลังเพาะ

ความเข้มข้นของ โพรติเยมคลอไรด์ (%)	ชะคราม			ถั่วฝัก			ถั่วลิสงนา			ไมยราบ			โสน	
	จำนวน เมล็ด	% ^{1/}	จำนวน เมล็ด	จำนวน เมล็ด	% ^{1/}	จำนวน เมล็ด	จำนวน เมล็ด	% ^{1/}	จำนวน เมล็ด	จำนวน เมล็ด	% ^{1/}	จำนวน เมล็ด	จำนวน เมล็ด	% ^{1/}
0.0	10.00 a ^{2/}	100.00	5.67 a	5.67 a	100.00	19.00 a	9.33 a	100.00	9.33 a	10.00	100.00	10.00 a	10.00	100.00
0.5	1.00 b	10.00	5.67 a	5.67 a	100.00	8.00 b	9.33 a	42.11	9.33 a	9.00	100.00	9.00 a	9.00	90.00
1.0	0.33 b	3.33	3.67 a	3.67 a	64.67	6.00 b	3.00 b	31.58	3.00 b	1.00	32.20	1.00 b	1.00	10.00
2.0	0.00 b	0.00	0.00 b	0.00 b	0.00	0.00 d	0.00 c	0.00	0.00 c	0.00	0.00	0.00 b	0.00	0.00
4.0	0.00 b	0.00	0.00 b	0.00 b	0.00	0.00 d	0.00 c	0.00	0.00 c	0.00	0.00	0.00 b	0.00	0.00
C.V. (%)	22.78			39.44			11.74			21.28			16.77	

ข้อมูลนี้แสดงนี้เป็นค่าเฉลี่ยจาก 3 ซ้ำ โดยแต่ละซ้ำจะเพาะถั่วทั้งหมด 10 เมล็ด

* ใช้จำนวนเมล็ดถั่ว 20 เมล็ดต่อซ้ำ

^{1/} จำนวนเมล็ดที่งอก (%) ของตัวเปรียบเทียบ

^{2/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยใช้ DMRT .05

ตาราง 2 ผลของไซเตียมคลอไรด์ที่มีต่อความสูงต้นกล้าของวัชพืชตระกูลถั่วที่ 7 วันหลังเพาะ

ความเข้มข้นของ ไซเตียมคลอไรด์ (%)	ชะคราม		ถั่วฝัก		ถั่วลิสงนา		ไมยราบ		โสน	
	ทม.	% ^{1/}	ทม.	% ^{1/}	ทม.	% ^{1/}	ทม.	% ^{1/}	ทม.	% ^{1/}
0.0	5.15 a ^{2/}	100.00	11.04 a	100.00	3.00 a	100.00	3.87 a	100.00	7.35 a	100.00
0.5	0.53 b	10.29	8.20 b	74.28	1.51 b	50.33	3.02 b	78.04	6.02 b	81.90
1.0	0.20 b	3.88	0.99 c	8.97	0.58 c	0.19	0.86 c	22.22	0.63 c	8.57
2.0	0.00 b	0.00	0.00 d	0.00	0.00 d	0.00	0.00 d	0.00	0.00 c	0.00
4.0	0.00 b	0.00	0.00 d	0.00	0.00 d	0.00	0.00 d	0.00	0.00 c	0.00
C.V. (%)	32.43		11.62		4.95		8.61		18.82	

^{1/} ความสูงของต้น (% ของตัวเปรียบเทียบ)

^{2/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT .05

ตาราง 3 ผลของไซโตมคลอไรด์ที่มีต่อความยาวรากของวัชพืชตระกูลถั่วที่ 7 วันหลังเพาะ

ความเข้มข้นของ ไซโตมคลอไรด์ (%)	ชะคราม		ถั่วฝัก		ถั่วลิสงนา		ไมยราบ		โสน	
	ชม.	% ^{1/}	ชม.	% ^{1/}	ชม.	% ^{1/}	ชม.	% ^{1/}	ชม.	% ^{1/}
0.0	3.62 a ^{2/}	100.00	3.50 b	100.00	1.51 a	100.00	2.82 b	100.00	4.37 a	100.00
0.5	0.33 b	9.12	5.12 a	148.84	1.65 a	109.27	3.31 a	117.38	5.45 a	124.71
1.0	0.33 b	9.12	1.48 c	43.02	0.60 b	39.74	1.06 c	37.59	1.20 b	27.46
2.0	0.00 b	0.00	0.00 d	0.00	0.00 c	0.00	0.00 d	0.00	0.00 b	0.00
4.0	0.00 b	0.00	0.00 d	0.00	0.00 c	0.00	0.00 d	0.00	0.00 b	0.00
C.V. (%)	38.82		12.83		15.14		12.15		44.08	

^{1/} ความยาวของราก (% ของตัวเปรียบเทียบ)

^{2/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT .05

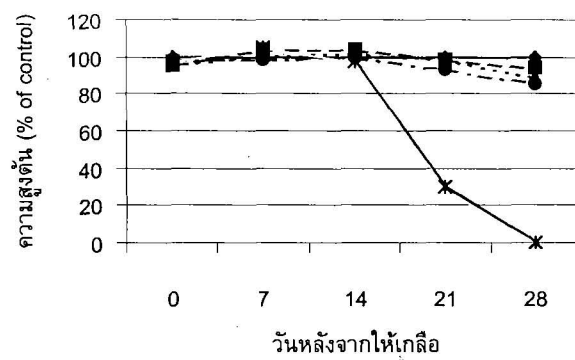
1.2 ระยะต้นกล้า ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ความสูงของต้นกล้าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ในหะคราม พบว่าเมื่อความเค็มเพิ่มมากขึ้นทำให้ความสูงเมื่อเทียบกับตัวเปรียบเทียบลดลง และต้นถั่วที่อายุ 1 และ 14 วันหลังออก จะตายก่อนเก็บเกี่ยว ความสูงจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้นตั้งแต่ 1.0 % ขึ้นไป ในถั่วอายุ 1 วันหลังออก ที่เกลือเข้มข้น 2.0 % มีความสูงต้นถึง 85.34 % ของตัวเปรียบเทียบ ในขณะที่อายุ 14 วันให้ความสูงเพียง 33.59 % ของตัวเปรียบเทียบเท่านั้น ส่วนที่อายุ 7 วันสามารถอยู่รอดได้ในทุกความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ (ภาพประกอบ 2) ต้นที่ได้รับเกลือ 0.0–2.0 % นั้นความสูงต้นไม่มีความแตกต่างกัน แต่ที่ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 4.0 % ความสูงจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเหลือความสูงเพียง 13.32 % ของตัวเปรียบเทียบเท่านั้น (ตาราง 4) ในด้านความยาวราก ดูเหมือนว่าเกลือที่ 0.5 % จะช่วยกระตุ้นความยาวราก แต่เมื่อความเค็มเพิ่มขึ้นจะทำให้ความยาวรากเมื่อเทียบกับตัวเปรียบเทียบลดลง ถั่วที่อายุ 1 วันนั้น ความยาวรากดูเหมือนจะไม่ได้รับผลกระทบจากเกลือที่ 0.0–2.0 % แต่ที่อายุ 7 วันนั้น ความยาวรากจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเกลือเพิ่มเป็น 4.0 % โดยจะมีความยาวรากเพียง 10.56 % ของตัวเปรียบเทียบ (ตาราง 5) ส่วนน้ำหนักแห้งต้นและราก มีแนวโน้มที่จะลดลงตามความเค็มที่เพิ่มขึ้น โดยที่อายุ 1 วัน ดูเหมือนว่าจะไม่แตกต่างกับตัวเปรียบเทียบและดูเหมือนว่าน้ำหนักแห้งรากจะสูงกว่าตัวเปรียบเทียบด้วย ส่วนที่อายุ 7 วัน น้ำหนักแห้งจะลดลงอย่างมากที่เกลือเข้มข้น 4.0 % โดยน้ำหนักแห้งต้นและรากจะเหลือเพียง 9.84 และ 10.71 % ของตัวเปรียบเทียบตามลำดับ ส่วนที่อายุ 14 วัน น้ำหนักแห้งต้นและรากจะลดลงอย่างมากที่เกลือเข้มข้น 2.0 % โดยน้ำหนักแห้งต้นและรากจะเหลือเพียง 29.03 และ 28.57 % ของตัวเปรียบเทียบตามลำดับ (ตาราง 6 , 7)

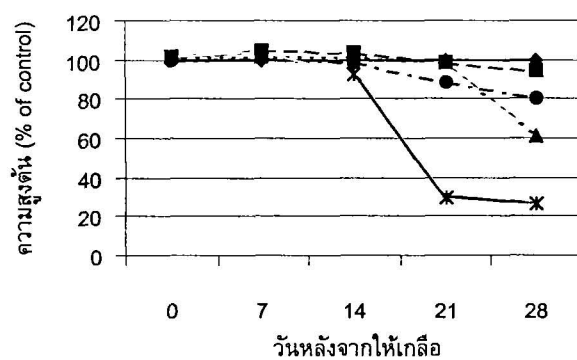
โดยสรุปแล้วหะครามที่อายุ 7 วัน จะมีความทนทานต่อเกลือมากที่สุด แม้ว่าที่ความเข้มข้นเกลือ 0.5 – 2.0 % หะครามอายุ 1 วัน จะมีการเจริญเติบโตมากกว่าก็ตาม แต่เมื่อความเข้มข้นเกลือเพิ่มเป็น 4.0 % พบว่ามีเพียงหะครามอายุ 7 วันเท่านั้นที่อยู่รอดได้ และมีความยาวต้นเมื่อเทียบกับตัวเปรียบเทียบถึง 13.32 % รองลงมาคือที่อายุ 1 และ 14 วันตามลำดับ ในพืชทุกอายุไม่พบปมราก

ในถั่วฝัก สามารถเจริญเติบโตอยู่ได้ในโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.0–2.0 % ในทุกระยะการเจริญเติบโต แต่ที่ 4.0 % นั้นถั่วฝักอายุ 1, 7 และ 14 วันจะตายที่ 21, 28 และ 28 วันหลังให้เกลือตามลำดับ (ภาพประกอบ 3) ที่ 28 วันหลังให้เกลือ โซเดียมคลอไรด์ 0.5 – 2.0 % ทำให้ความสูงต้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยถั่วอายุ 1, 7 และ 14 วัน ที่โซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0.5 % ความสูงจะลดลงเหลือเพียง 69.04 , 73.30 และ 66.98 % ของตัวเปรียบเทียบตามลำดับ แต่ในระหว่างความเข้มข้นทั้ง 3 ระดับนั้นไม่มีความแตกต่างกัน (ตาราง 8) ส่วนความยาวรากได้รับผลกระทบน้อยกว่าต้น โดยจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญที่ความเข้มข้นเกลือ 2.0 % ขึ้นไป โดยความยาวรากของถั่วอายุ 1, 7 และ 14 วันจะเหลือ 69.38, 86.70 และ 71.39 % ของตัวเปรียบเทียบตามลำดับ (ตาราง 9) เมื่อดูถึงน้ำหนักแห้งต้นของถั่วอายุ 1 และ 7 วัน พบว่าจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเกลือเข้มข้น 1.0 % ขึ้นไป (ตาราง 10) โดยน้ำหนักแห้งจะเหลือ 39.86 และ 53.76 % ของตัวเปรียบเทียบตามลำดับ ส่วนรากอายุ 7 วัน จะลดลงอย่างมีนัยสำคัญที่เกลือ 2.0 % โดยลดลงเหลือ 74.07 % ของตัวเปรียบเทียบ (ตาราง 11) ส่วนที่อายุ 14 วัน เกลือ 0.5–2.0 % ทำให้น้ำหนักแห้งต้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญเช่นเดียวกับผลต่อความยาวต้น แต่ไม่ได้ทำให้น้ำหนักแห้งรากลดลงอย่างมีนัยสำคัญถึงแม้ว่ามีแนวโน้มที่จะลดลงตามความเค็มที่เพิ่มขึ้น (ตาราง 10-11)

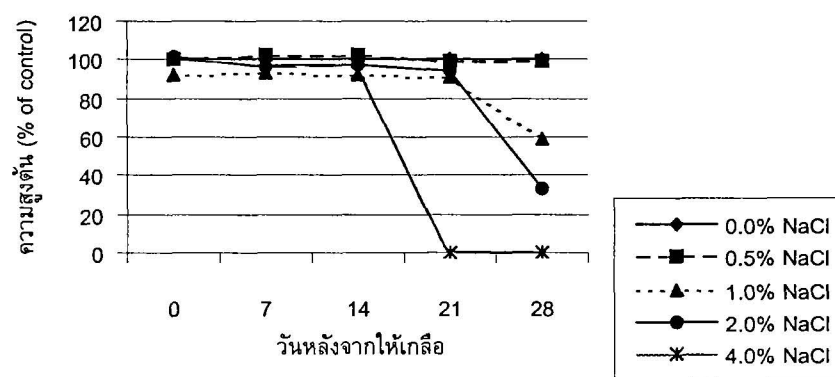
ก. อายุ 1 วัน



ข. อายุ 7 วัน



ค. อายุ 14 วัน



ภาพประกอบ 2 ผลของโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อความสูงของต้นกล้า ชะครามอายุ 1, 7 และ 14 วันหลังจากออก
ที่เวลาต่างๆ กันหลังให้เกลือ ก. อายุ 1 วัน, ข. อายุ 7 วัน, ค. อายุ 14 วัน

ตาราง 4 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าชะครามอายุ 1 , 7 และ 14 วันหลังงอก ที่มีต่อความสูงของต้นกล้าที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ

ความเข้มข้น ของโซเดียม คลอไรด์ (%)	อายุต้นกล้า(วันหลังงอก)					
	1		7		14	
	ชม.	% ^{1/}	ชม.	% ^{1/}	ชม.	% ^{1/}
0.0	5.80 a ^{2/}	100.00	6.23 a	100.00	6.40 a	100.00
0.5	5.50 ab	94.83	5.88 a	94.38	6.33 a	98.91
1.0	5.18 bc	89.31	3.83 a	61.48	2.75 b	42.97
2.0	4.95 c	85.34	5.00 a	80.26	2.15 b	33.59
4.0	0.00 d	0.00	0.83 b	13.32	0.00 b	0.00
C.V. (%)	5.69		35.84		41.97	

ข้อมูลที่แสดงนี้เป็นค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 2 ต้น

^{1/} ความสูงของต้น (% ของตัวเปรียบเทียบ)

^{2/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT .05

ตาราง 5 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าชะคราม อายุ 1 , 7 และ 14 วันหลังงอก ที่มีต่อความยาวรากของต้นกล้าที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ

ความเข้มข้น ของโซเดียม คลอไรด์ (%)	อายุต้นกล้า (วันหลังงอก)					
	1		7		14	
	ชม.	% ^{1/}	ชม.	% ^{1/}	ชม.	% ^{1/}
0.0	11.02 c ^{2/}	100.00	12.97 a	100.00	12.13 ab	100.00
0.5	13.40 ab	121.60	13.57 a	104.63	13.45 a	110.88
1.0	14.62 a	132.67	8.37 a	64.53	8.17 ab	67.35
2.0	12.12 bc	109.98	11.48 a	88.51	4.78 bc	39.41
4.0	0.00 d	0.00	1.37 b	10.56	0.00 c	0.00
C.V. (%)	11.18		34.97		35.20	

ข้อมูลที่แสดงนี้เป็นค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 2 ต้น

^{1/} ความยาวราก (% ของตัวเปรียบเทียบ)

^{2/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT .05

ตาราง 6 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าชะครามอายุ 1 , 7 และ 14 วันหลังงอก ที่มีต่อน้ำหนักแห้งของต้นกล้าที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ

ความเข้มข้น ของโซเดียม คลอไรด์ (%)	อายุต้นกล้า (วันหลังงอก)					
	1		7		14	
	กรัม.	% ^{1/}	กรัม.	% ^{1/}	กรัม.	% ^{1/}
0.0	0.051 a ^{2/}	100.00	0.061 a	100.00	0.031 a	100.00
0.5	0.043 a	84.31	0.027 bc	44.26	0.026 ab	83.87
1.0	0.050 a	98.04	0.023 bc	37.70	0.027 ab	87.09
2.0	0.036 a	70.59	0.047 ab	77.05	0.009 ab	29.03
4.0	0.000 b	0.00	0.006 c	9.84	0.000 b	0.00
C.V. (%)	25.54		39.07		80.17	

ข้อมูลที่แสดงนี้เป็นค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 2 ต้น

^{1/} น้ำหนักแห้งของต้น (% ของตัวเปรียบเทียบ)

^{2/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT .05

ตาราง 7 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าชะครามอายุ 1 , 7 และ 14 วันหลังงอก ที่มีต่อน้ำหนักแห้งของรากที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ

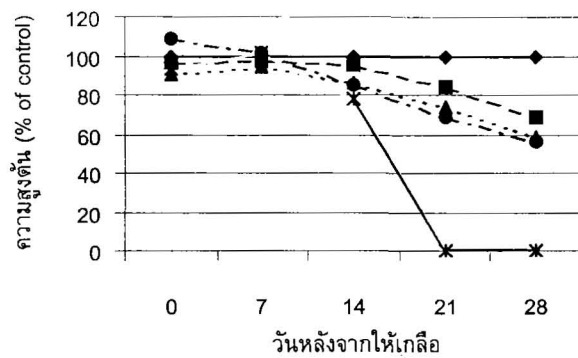
ความเข้มข้น ของโซเดียม คลอไรด์ (%)	อายุต้นกล้า (วันหลังงอก)					
	1		7		14	
	กรัม.	% ^{1/}	กรัม.	% ^{1/}	กรัม.	% ^{1/}
0.0	0.015 a ^{2/}	100.00	0.028 a	100.00	0.042 a	100.00
0.5	0.016 a	106.67	0.023 a	82.14	0.028 ab	66.67
1.0	0.022 a	146.67	0.016 ab	57.14	0.028 ab	66.67
2.0	0.025 a	166.67	0.027 a	96.43	0.012 bc	28.57
4.0	0.000 b	0.00	0.003 b	10.71	0.000 c	0.00
C.V. (%)	32.34		45.18		58.22	

ข้อมูลที่แสดงนี้เป็นค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 2 ต้น

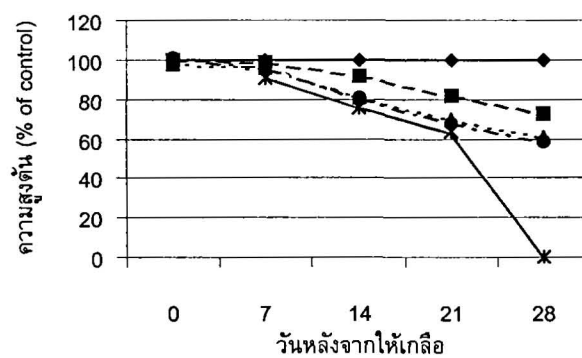
^{1/} น้ำหนักแห้งของราก (% ของตัวเปรียบเทียบ)

^{2/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT .05

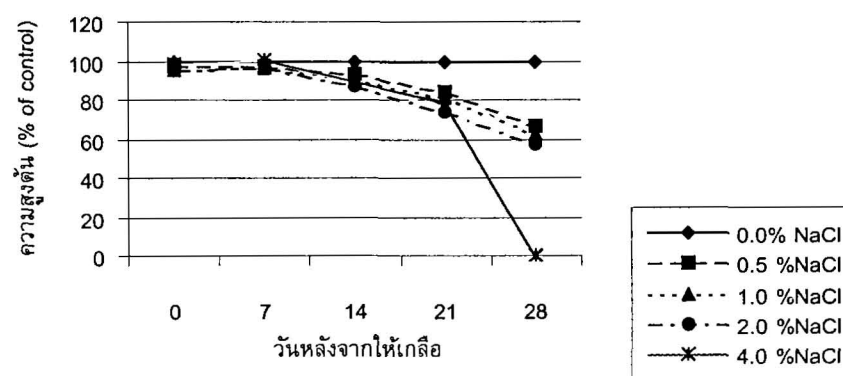
ก. อายุ 1 วัน



ข. อายุ 7 วัน



ค. อายุ 14 วัน



ภาพประกอบ 3 ผลของโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อความสูงของต้นกล้า ถั่วฝักยาว อายุ 1, 7 และ 14 วันหลังจาก
ที่เวลาต่างๆ กันหลังให้เกลือ ก. อายุ 1 วัน, ข. อายุ 7 วัน, ค. อายุ 14 วัน

ตาราง 8 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าถั่วฝักยาว อายุ 1 , 7 และ 14 วันหลังงอก ที่มีต่อความสูงของต้นกล้าที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ

ความเข้มข้น ของโซเดียม คลอไรด์ (%)	อายุต้นกล้า (วันหลังงอก)					
	1		7		14	
	ชม.	% ^{1/}	ชม.	% ^{1/}	ชม.	% ^{1/}
0.0	19.67 a ^{2/}	100.00	15.92 a	100.00	27.50 a	100.00
0.5	13.58 b	69.04	11.67 b	73.30	18.42 b	66.98
1.0	11.50 b	58.46	10.17 b	63.88	17.33 b	63.02
2.0	11.08 b	56.33	9.08 b	57.04	15.75 b	57.27
4.0	0.000 c	0.00	0.00 c	0.00	0.00 c	0.00
C.V. (%)	27.29		14.34		9.93	

ข้อมูลที่แสดงนี้เป็นค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 2 ต้น

^{1/} ความสูงของต้น (% ของตัวเปรียบเทียบ)

^{2/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT .05

ตาราง 9 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าถั่วฝักยาว อายุ 1 , 7 และ 14 วันหลังงอก ที่มีต่อความยาวรากของต้นกล้าที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ

ความเข้มข้น ของโซเดียม คลอไรด์ (%)	อายุต้นกล้า (วันหลังงอก)					
	1		7		14	
	ชม.	% ^{1/}	ชม.	% ^{1/}	ชม.	% ^{1/}
0.0	11.17 a ^{2/}	100.00	10.00 a	100.00	13.42 a	100.00
0.5	12.17 a	108.95	11.83 a	118.30	11.83 ab	88.15
1.0	10.58 a	94.72	9.00 a	90.00	12.33 a	91.88
2.0	7.75 b	69.38	8.67 a	86.70	9.58 b	71.39
4.0	0.00 c	0.00	0.00 b	0.00	0.00 c	0.00
C.V. (%)	11.65		21.92		14.21	

ข้อมูลที่แสดงนี้เป็นค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 2 ต้น

^{1/} ความยาวราก (% ของตัวเปรียบเทียบ)

^{2/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT .05

ตาราง 10 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าถั่วฝักยาว อายุ 1 , 7 และ 14 วันหลังงอก ที่มีต่อน้ำหนักแห้งของต้นกล้าที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ

ความเข้มข้น ของโซเดียม คลอไรด์ (%)	อายุต้นกล้า (วันหลังงอก)					
	1		7		14	
	กรัม.	% ^{1/}	กรัม.	% ^{1/}	กรัม.	% ^{1/}
0.0	0.143 a	100.00	0.093 a	100.00	0.277 a	100.00
0.5	0.083 ab	58.04	0.077 ab	82.80	0.110 b	39.71
1.0	0.057 bc	39.86	0.050 bc	53.76	0.110 b	39.71
2.0	0.043 bc	30.07	0.040 c	43.01	0.080 bc	28.88
4.0	0.00 c	0.00	0.00 d	0.00	0.00 c	0.00
C.V. (%)	54.04		32.56		37.76	

ข้อมูลที่แสดงนี้เป็นค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 2 ต้น

^{1/} น้ำหนักแห้งของต้น (% ของตัวเปรียบเทียบ)

^{2/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT .05

ตาราง 11 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าถั่วฝักยาว อายุ 1 , 7 และ 14 วันหลังงอก ที่มีต่อน้ำหนักแห้งของรากที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ

ความเข้มข้น ของโซเดียม คลอไรด์ (%)	อายุต้นกล้า (วันหลังงอก)					
	1		7		14	
	กรัม.	% ^{1/}	กรัม.	% ^{1/}	กรัม.	% ^{1/}
0.0	0.040 a ^{2/}	100.00	0.027 ab	100.00	0.063 a	100.00
0.5	0.030 ab	75.00	0.033 a	122.22	0.063 a	100.00
1.0	0.027 bc	67.50	0.027 ab	100.00	0.050 a	79.36
2.0	0.017 c	42.50	0.020 b	74.07	0.043 a	68.25
4.0	0.00 d	0.00	0.00 c	0.00	0.00 b	0.00
C.V. (%)	26.10		30.86		41.29	

ข้อมูลที่แสดงนี้เป็นค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 2 ต้น

^{1/} น้ำหนักแห้งของราก (% ของตัวเปรียบเทียบ)

^{2/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT .05

ตาราง 12 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าถั่วฝักยาว อายุ 1 , 7 และ 14 วันหลังออก
ที่มีต่อปริมาณของต้นกล้าที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ

ความเข้มข้น ของโซเดียม คลอไรด์ (%)	อายุต้นกล้า (วันหลังออก)					
	1		7		14	
	จำนวนปมราก	% ^{1/}	จำนวนปมราก	% ^{1/}	จำนวนปมราก	% ^{1/}
0.0	13.17 a ^{2/}	100.00	4.83 a	100.00	23.83 a	100.00
0.5	2.33 b	17.69	1.50 b	31.06	2.00 b	8.39
1.0	0.00 b	0.00	0.50 bc	10.35	3.33 b	13.97
2.0	0.17 b	1.29	0.00 c	0.00	0.17 b	0.71
4.0	0.00 b	0.00	0.00 c	0.00	0.00 b	0.00
C.V. (%)	161.39		44.31		142.77	

ข้อมูลที่แสดงนี้เป็นค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 2 ต้น

^{1/} จำนวนปมราก (% ของตัวเปรียบเทียบ)

^{2/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT .05

ในถั่วฝักนั้นการตอบสนองต่อโซเดียมคลอไรด์ไม่ค่อยแตกต่างกันโดยเฉพาะความสูงต้น แต่เมื่อถึงการเจริญเติบโตของรากและความทนทานต่อเกลือที่ 2.0 % พบว่า ถั่วฝักอายุ 7 วันก่อนข้างทนทานกว่าในอีก 2 ระยะ

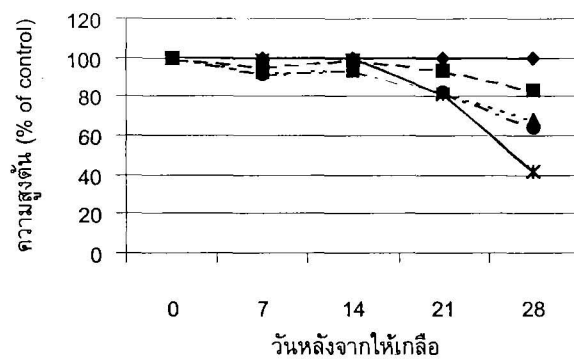
ในด้านปมรากจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อความเค็มเพิ่มมากขึ้นตั้งแต่ 0.5 % ขึ้นไปในทุกอายุ โดยที่อายุ 1, 7, และ 14 วันหลังออก ปมรากจะลดลงเหลือ 17.69, 31.06 และ 8.39 % ของตัวเปรียบเทียบตามลำดับ เมื่อความเค็มเพิ่มขึ้นเป็น 2.0 % ปริมาณปมของถั่วฝักอายุ 1, 7 และ 14 วันหลังออกยิ่งลดลงมากขึ้นโดยเหลือเพียง 1.29 %, 0.00 % และ 0.71 % ของตัวเปรียบเทียบตามลำดับ ส่วนที่เกลือ 4.0 % นั้นต้นถั่วจะตายก่อนเก็บเกี่ยว ซึ่งปมรากที่อยู่ในเกลือความเข้มข้นสูงๆ จะมีขนาดเล็ก ผิวขรุขระสีน้ำตาล การเกิดปมรากถั่วอายุ 1 วันหลังออก ที่เกลือ 2.0 % จะมีจำนวนปมรากมากที่สุด รองลงมาคืออายุ 14 วัน และ 7 วันหลังออกตามลำดับ (ตาราง 12)

ในถั่วลิสงนา พบว่าการเจริญเติบโตของลำต้นจะค่อยๆ ลดลงตามความเข้มข้นของเกลือที่เพิ่มมากขึ้น ต้นกล้าอายุ 1 และ 7 วันหลังออก สามารถเจริญเติบโตได้ทุกความเข้มข้นของเกลือจนถึง 28 วันหลังให้เกลือ โดยที่เกลือ 4.0 % นั้น ความสูงจะอยู่ที่ประมาณ 40.0 % ของตัวเปรียบเทียบ ส่วนในต้นกล้าอายุ 14 วันหลังออกนั้นที่โซเดียมคลอไรด์ 4.0 % การเจริญเติบโตจะลดลงเร็วกว่าในอีก 2 ระยะ และต้นถั่วตายในวันที่ 28 วันหลังให้เกลือ (ภาพประกอบ 4) ในวันที่ 28 วันในถั่วอายุ 1 และ 7 วัน โซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 4.0 % เท่านั้นที่ทำให้ความสูงของต้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ที่ความเข้มข้นอื่นๆ นั้นให้ผลไม่ต่างจากตัวเปรียบเทียบ แต่ต้นกล้าอายุ 14 วันหลังออก จะตายที่ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 4.0 % และที่เกลือ 2.0 % จะทำให้ความสูงต้นน้อยกว่าตัวเปรียบเทียบมาก (ตาราง 13) ส่วนรากนั้นได้รับผลกระทบน้อยกว่าต้น ในกล้าอายุ 7 วันหลังออก เกลือทุกความเข้มข้นไม่มีผลต่อความยาวราก ถึงแม้ว่าที่ 4.0 % ความยาวรากจะได้รับผลกระทบค่อนข้างมาก (ตาราง 14) ในต้นกล้าอายุ 1 วันหลังออก โซเดียมคลอไรด์ตั้งแต่ 1.0 % ขึ้นไปทำให้ความยาวรากลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะที่ 4.0 % แต่ในต้นกล้าอายุ 14 วันหลังออก ถึงแม้จะไม่สามารถทนทานต่อเกลือที่ความเข้มข้นสูงที่สุดได้ แต่ที่ความเข้มข้นรองลงไป กลับไม่มีผลกระทบต่อความยาวราก เมื่อเปรียบเทียบกับตัวเปรียบเทียบ (ตาราง 14) เมื่อดูถึงน้ำหนักแห้งของต้นและการตอบสนองก็เป็นไปในแนวเดียวกันกับผลของเกลือต่อความยาวต้นและราก (ตาราง 15-16)

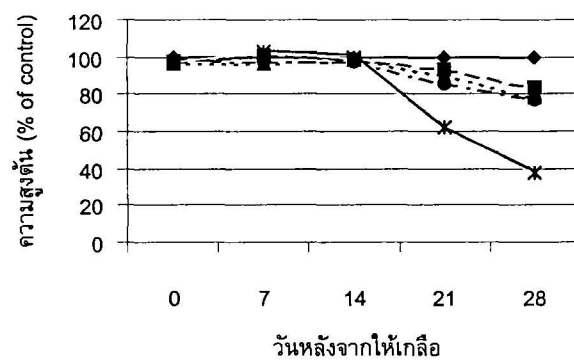
ถั่วลิสงนาที่อายุ 1 และ 7 วันหลังออก จะทนทานต่อเกลือได้ดีที่สุด โดยสามารถอยู่รอดได้ในสภาวะความเค็มถึง 4.0 % โดยที่อายุ 7 วันหลังออก จะให้ความสูงต้นมากกว่าที่ 1 วันหลังออก ในระดับความเค็ม 0.5-2.0 % แต่ที่ระดับความเค็ม 4.0 % พบว่าที่ 1 วันหลังออก จะมีความสูงเมื่อเปรียบเทียบกับตัวเปรียบเทียบ ถึง 41.18 % ส่วนที่ 7 วันหลังออก จะให้ความสูง 37.78 % ของตัวเปรียบเทียบ ในขณะที่ 14 วันหลังออกพบว่าที่ระดับความเค็ม 1.0-2.0 % จะให้ความสูงต้นน้อยกว่าต้นถั่วที่อายุ 1 และ 7 วันหลังออกและเมื่อความเค็มเพิ่มขึ้นเป็น 4.0 % ต้นถั่วจะตาย ระบบรากของกล้าอายุ 7 วันหลังออก ก็ค่อนข้างจะทนต่อเกลือมากกว่าที่อายุอื่นๆ ในพืชทุกอายุไม่พบปมราก

ในไมยราบ เมื่อดูการเจริญเติบโตของลำต้นตั้งแต่แรกเริ่มจนถึงสิ้นสุดการทดลอง พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน (ภาพประกอบ 5) การเจริญของต้นทั้ง 3 อายุ ไม่ถูกยับยั้งตลอดช่วง 28 วันที่ทดสอบ ในทุกความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ ยกเว้นที่ความเค็ม 4.0 % ในต้นกล้าอายุ 7 วัน ซึ่งความสูงต้นลดลงเหลือ

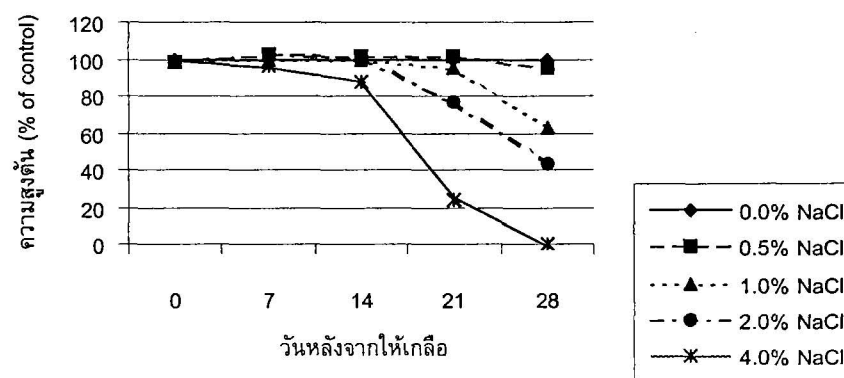
ก. อายุ 1 วัน



ข. อายุ 7 วัน



ค. อายุ 14 วัน



ภาพประกอบ 4 ผลของโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อความสูงของต้นกล้า ถั่วลิสงนาอายุ 1, 7 และ 14 วันหลังออก
ที่เวลาต่างๆ กันหลังให้เกลือ ก. อายุ 1 วัน, ข. อายุ 7 วัน, ค. อายุ 14 วัน

ตาราง 13 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าถั่วลิสงนาอายุ 1 , 7 และ 14 วันหลังงอก ที่มีต่อความสูงของต้นกล้าที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ

ความเข้มข้น ของโซเดียม คลอไรด์ (%)	อายุต้นกล้า (วันหลังงอก)					
	1		7		14	
	ชม.	% ^{1/}	ชม.	% ^{1/}	ชม.	% ^{1/}
0.0	4.08 a ^{2/}	100.00	3.97 a	100.00	4.33 a	100.00
0.5	3.42 a	83.83	3.33 a	83.88	4.10 a	94.69
1.0	2.80 ab	68.63	3.10 a	78.09	2.70 ab	62.36
2.0	2.60 ab	63.73	3.08 a	77.58	1.88 bc	43.42
4.0	1.68 b	41.18	1.50 b	37.78	0.00 c	0.00
C.V. (%)	27.94		25.59		42.01	

ข้อมูลที่แสดงนี้เป็นค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 2 ต้น

^{1/} ความสูงของต้น (% ของตัวเปรียบเทียบ)

^{2/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT .05

ตาราง 14 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าถั่วลิสงนาอายุ 1 , 7 และ 14 วันหลังงอก ที่มีต่อความยาวรากของต้นกล้าที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ

ความเข้มข้น ของโซเดียม คลอไรด์ (%)	อายุต้นกล้า (วันหลังงอก)					
	1		7		14	
	ชม.	% ^{1/}	ชม.	% ^{1/}	ชม.	% ^{1/}
0.0	15.75 a ^{2/}	100.00	13.67 a	100.00	11.22 a	100.00
0.5	14.20 ab	90.16	14.50 a	106.07	12.87 a	114.71
1.0	11.05 b	70.16	11.13 a	81.42	8.50 a	75.76
2.0	11.20 b	71.11	14.63 a	107.02	7.92 a	70.59
4.0	4.75 c	30.16	5.50 a	40.23	0.00 b	0.00
C.V.(%)	16.16		38.36		48.38	

ข้อมูลที่แสดงนี้เป็นค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 2 ต้น

^{1/} ความยาวราก (% ของตัวเปรียบเทียบ)

^{2/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT .05

ตาราง 15 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าถั่วลิสงนาอายุ 1 , 7 และ 14 วันหลังออก ที่มีต่อน้ำหนักแห้งของต้นกล้าที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ

ความเข้มข้น ของโซเดียม คลอไรด์ (%)	อายุต้นกล้า (วันหลังออก)					
	1		7		14	
	กรัม.	% ^{1/}	กรัม.	% ^{1/}	กรัม.	% ^{1/}
0.0	0.025 a ^{2/}	100.00	0.024 a	100.00	0.029 a	100.00
0.5	0.024 a	96.00	0.019 a	79.17	0.024 ab	82.76
1.0	0.017 ab	68.00	0.017 ab	70.83	0.016 ab	55.17
2.0	0.017 ab	68.00	0.018 a	75.00	0.012 bc	41.38
4.0	0.010 b	40.00	0.006 b	25.00	0.00 c	0.00
C.V. (%)	24.09		33.30		45.34	

ข้อมูลที่แสดงนี้เป็นค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 2 ต้น

^{1/} น้ำหนักแห้งของต้น (% ของตัวเปรียบเทียบ)

^{2/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT .05

ตาราง 16 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าถั่วลิสงนาอายุ 1 , 7 และ 14 วันหลังออก ที่มีต่อน้ำหนักแห้งของรากที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ

ความเข้มข้น ของโซเดียม คลอไรด์ (%)	อายุต้นกล้า (วันหลังออก)					
	1		7		14	
	กรัม.	% ^{1/}	กรัม.	% ^{1/}	กรัม.	% ^{1/}
0.0	0.012a ^{2/}	100.00	0.020 a	100.00	0.018 a	100.00
0.5	0.010 a	83.33	0.016 ab	80.00	0.019 a	105.56
1.0	0.008 ab	66.67	0.010 bc	50.00	0.016 ab	88.89
2.0	0.005 bc	41.67	0.010 bc	50.00	0.009 ab	50.00
4.0	0.002 c	16.67	0.005 c	25.00	0.00 b	0.00
C.V. (%)	31.18		25.35		67.68	

ข้อมูลที่แสดงนี้เป็นค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 2 ต้น

^{1/} น้ำหนักแห้งของราก (% ของตัวเปรียบเทียบ)

^{2/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT .05

ประมาณ 66.0 % ของตัวเปรียบเทียบ (ตาราง 17) ในราก โซเดียมคลอไรด์ก็ไม่ได้ทำให้ความยาวรากแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตัวเปรียบเทียบ ถึงแม้ว่าที่ความเข้มข้น 4.0 % จะทำให้ความยาวรากต้นกล้าอายุ 1 และ 7 วัน มีแนวโน้มที่จะลดลงก็ตาม (ตาราง 18) และยังมีแนวโน้มว่าความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ต่ำๆ ยังส่งเสริมการเจริญด้านความยาวรากด้วย เมื่อดูที่น้ำหนักแห้ง พบว่าในต้นกล้าอายุ 1 วันนั้นไม่ได้รับผลกระทบจากโซเดียมคลอไรด์เลยทั้งต้นและราก ที่อายุ 7 วันนั้น ก็ไม่มีความแตกต่างกัน แต่ที่เกลือ 4.0 % มีแนวโน้มว่าน้ำหนักแห้งจะลดลงทั้งในต้นและราก ส่วนที่อายุ 14 วันนั้น โซเดียมคลอไรด์ไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้งของต้น แต่ที่เกลือ 4.0 % ทำให้น้ำหนักแห้งรากลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับตัวเปรียบเทียบ (ตาราง 19-20)

โดยรวมทั้ง 3 อายุ ทนทานต่อโซเดียมคลอไรด์มากในการทดลองนี้ และในแต่ละอายุจะตอบสนองต่อเกลือใกล้เคียงกัน มีแต่ความยาวต้นอายุ 7 วัน และน้ำหนักแห้งรากที่อายุ 14 วัน เท่านั้นที่ได้รับผลกระทบจากโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นสูงสุดที่ทดสอบ (4.0 %) ในพืชทุกอายุไม่พบปมราก

เมื่อดูการเจริญเติบโตของต้นกล้าโสนตั้งแต่เริ่มให้เกลือในทุกอายุ จะเห็นว่าได้รับผลกระทบจากโซเดียมคลอไรด์น้อยมาก ภายใน 28 วันหลังให้เกลือ การเจริญเติบโตของโสนทุกอายุที่ได้รับเกลือทุกความเข้มข้น จะมีความสูงไม่ต่ำกว่า 80.0 % ของตัวเปรียบเทียบ (ภาพประกอบ 6) ผลของโซเดียมคลอไรด์ต่อความสูงของต้นเมื่อเปรียบเทียบกับตัวเปรียบเทียบที่ 28 วันหลังให้เกลือ พบว่าความเข้มข้นของเกลือที่จะทำให้ความยาวสูงของต้นต่ำกว่าตัวเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญได้แก่ที่ 4.0 % ในต้นกล้าอายุ 1 วัน และที่เกลือเข้มข้น 1.0, 2.0 และ 4.0 % ในต้นกล้าอายุ 7 วัน แต่ในต้นกล้าอายุ 14 วัน ไม่ได้รับผลกระทบเลย (ตารางที่ 21) ส่วนรากนั้นไม่ถูกยับยั้งจากเกลือโซเดียมคลอไรด์ทุกความเข้มข้น และทุกอายุของต้นกล้า (ตารางที่ 22) โซเดียมคลอไรด์ 4.0 % มีผลให้น้ำหนักแห้งของต้นและรากในโสนทั้ง 3 อายุ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับตัวเปรียบเทียบส่วนในความเข้มข้นอื่นๆ นั้น ไม่มีผลกระทบต่อน้ำหนักแห้งของต้นและรากในทุกอายุ ยกเว้นความเข้มข้นของเกลือที่ 1.0 และ 2.0 % ที่ทำให้น้ำหนักแห้งของรากต้นกล้าอายุ 14 วัน ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 23-24)

โสนทั้ง 3 อายุ จะมีความทนทานต่อเกลือได้ดี สามารถอยู่รอดได้ในสภาวะความเค็มถึง 4.0 % และยังมีค่าสูงมากเมื่อเทียบกับตัวเปรียบเทียบ โดยโสนอายุ 1, 7 และ 14 วันหลังงอก จะมีความสูงเป็น 80.52, 80.56 และ 86.78 % ของตัวเปรียบเทียบตามลำดับ จะเห็นได้ว่าเมื่อความเค็มเพิ่มมากขึ้นจะทำให้ความสูงของต้นโสนลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

ความสามารถในการเกิดปมรากในสภาวะความเค็มเป็นไปในลักษณะเดียวกันกับถั่วฝัก คือ เมื่อความเค็มเพิ่มมากขึ้นจำนวนปมรากจะลดลง โดยปมรากของโสนบ้านที่อายุ 7 วันหลังงอก จะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อความเค็มเพิ่มเป็น 0.5 % ซึ่งปมรากจะลดลงเหลือ 63.83 % ของตัวเปรียบเทียบ ส่วนโสนอายุ 1 และ 14 วันหลังงอก ปมจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อความเค็มเพิ่มขึ้นเป็น 1.0 % โดยปมรากจะลดลงเหลือ 40.0 % และ 52.50 % ของตัวเปรียบเทียบตามลำดับ จากข้อมูลพบว่าโสนอายุ 14 วันหลังงอกสามารถสร้างปมได้มากที่สุดทุกระดับความเค็ม รองลงมาคือโสนอายุ 7 และ 1 วันหลังงอกตามลำดับ (ตาราง 25)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างต้นกล้าพืชตระกูลถั่วทั้ง 5 ชนิดที่มีอายุเท่ากันพบว่า

ต้นกล้าที่อายุ 1 วันหลังออก

ดูเหมือนว่าไมยราบจะมีความทนทานต่อเกลือมากที่สุดคือ สามารถดำรงชีพได้แม้เกลือจะสูงถึง 4.0 % และความยาวต้นจะถูกกระตุ้นโดยความเค็มที่ไม่สูงมากนัก รองลงมาคือ โสนบ้าน ที่ทนทานและอยู่รอดได้ดีแม้ว่าความสูงต้นจะลดลงตามความเค็มที่เพิ่มขึ้นโดยที่เกลือเข้มข้น 4.0 % จะมีความสูงต้นถึง 80.52 % ของตัวเปรียบเทียบ ถัดมาก็คือ ถั่วลิสงที่สามารถอยู่รอดได้ที่ความเค็ม 4.0 % ส่วนชะคราม และ ถั่วฝักยาวนั้นอ่อนแอที่สุดซึ่งพืชทั้งสองนี้ไม่สามารถอยู่รอดได้ที่ความเค็ม 4.0 % โดยถั่วฝักยาวมีความสูงของต้นน้อยที่สุดในวัชพืชทั้ง 5 ชนิด

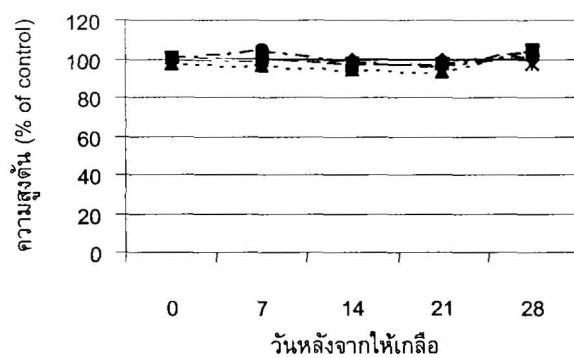
ต้นกล้าที่อายุ 7 วันหลังออก

การเจริญเติบโตของต้นก็เป็นไปในลักษณะเดียวกันกับต้นกล้าที่อายุ 1 วันหลังออก แม้ว่าชะครามจะสามารถอยู่รอดได้ที่เกลือ 4.0 % ก็ตาม ความสูงต้นเมื่อเทียบกับตัวเปรียบเทียบนั้น พบว่าถั่วฝักยาวยังคงน้อยที่สุดและไม่สามารถอยู่รอดได้ที่เกลือ 4.0 %

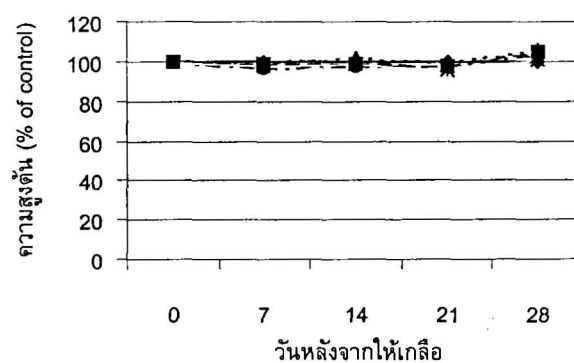
ต้นกล้าที่อายุ 14 วันหลังออก

ไมยราบยังคงมีความทนทานและให้เปอร์เซ็นต์ความสูงมากที่สุด รองลงมาได้แก่ โสน ถั่วลิสง ชะคราม และถั่วฝักยาวอ่อนแอที่สุด ที่อายุ 14 วัน ทั้งถั่วลิสง ถั่วฝักยาวและชะครามมีความอ่อนแอต่อเกลือมากกว่าที่อายุ 1 และ 7 วันหลังออก (ตาราง 45)

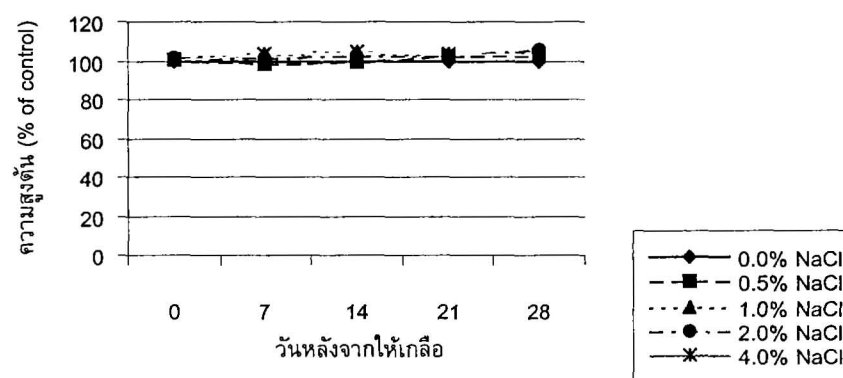
ก. อายุ 1 วัน



ข. อายุ 7 วัน



ค. อายุ 14 วัน



ภาพประกอบ 5 ผลของโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อความสูงของต้นกล้า ไมยราบอายุ 1, 7 และ 14 วันหลังจาก
ที่เวลาต่างๆ กันหลังให้เกลือ ก. อายุ 1 วัน, ข. อายุ 7 วัน, ค. อายุ 14 วัน

ตาราง 17 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าไมยราบอายุ 1 , 7 และ 14 วันหลังงอก ที่มีต่อความสูงของต้นกล้าที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ

ความเข้มข้น ของโซเดียม คลอไรด์(%)	อายุต้นกล้า (วันหลังงอก)					
	1		7		14	
	ชม.	% ^{1/}	ชม.	% ^{1/}	ชม.	% ^{1/}
0.0	3.72 a ^{2/}	100.00	3.63 a	100.00	4.13 a	100.00
0.5	3.90 a	104.84	3.80 a	104.68	3.63 a	87.89
1.0	3.88 a	104.30	3.85 a	106.06	4.33 a	104.84
2.0	3.83 a	102.96	3.77 a	103.86	4.38 a	106.05
4.0	3.62 a	97.31	2.38 b	65.56	4.27 a	103.39
C.V. (%)	5.76		13.56		13.95	

ข้อมูลที่แสดงนี้เป็นค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 2 ต้น

^{1/} ความสูงของต้น (% ของตัวเปรียบเทียบ)

^{2/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT .05

ตาราง 18 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าไมยราบอายุ 1 , 7 และ 14 วันหลังงอก ที่มีต่อความยาวรากของต้นกล้าที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ

ความเข้มข้น ของโซเดียม คลอไรด์ (%)	อายุต้นกล้า (วันหลังงอก)					
	1		7		14	
	ชม.	% ^{1/}	ชม.	% ^{1/}	ชม.	% ^{1/}
0.0	5.72 ab ^{2/}	100.00	5.93 ab	100.00	7.63 a	100.00
0.5	6.85 a	119.76	5.95 ab	100.34	6.53 a	85.58
1.0	6.53 ab	114.16	7.03 ab	118.55	8.57 a	112.32
2.0	6.38 ab	111.54	8.53 a	143.84	7.97 a	104.46
4.0	5.07 b	88.64	4.25 b	71.67	7.72 a	101.18
C.V. (%)	13.81		24.55		18.84	

ข้อมูลที่แสดงนี้เป็นค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 2 ต้น

^{1/} ความยาวราก (% ของตัวเปรียบเทียบ)

^{2/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT .05

ตาราง 19 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าไมยราบอายุ 1 , 7 และ 14 วันหลังออก ที่มีต่อน้ำหนักแห้งของต้นกล้าที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ

ความเข้มข้น ของโซเดียม คลอไรด์ (%)	อายุต้นกล้า (วันหลังออก)					
	1		7		14	
	กรัม.	% ^{1/}	กรัม.	% ^{1/}	กรัม.	% ^{1/}
0.0	0.008 a ^{2/}	100.00	0.012 a	100.00	0.021 b	100.00
0.5	0.020 a	250.00	0.012 a	100.00	0.021 b	100.00
1.0	0.008 a	100.00	0.017 ab	141.67	0.029 a	138.09
2.0	0.011 a	137.50	0.019 a	158.33	0.023 ab	109.52
4.0	0.012 a	150.00	0.006 a	50.00	0.021 b	100.00
C.V. (%)	67.98		72.90		14.95	

ข้อมูลที่แสดงนี้เป็นค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 2 ต้น

^{1/} น้ำหนักแห้งของต้น (% ของตัวเปรียบเทียบ)

^{2/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT .05

ตาราง 20 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าไมยราบอายุ 1 , 7 และ 14 วันหลังออก ที่มีต่อน้ำหนักแห้งของรากที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ

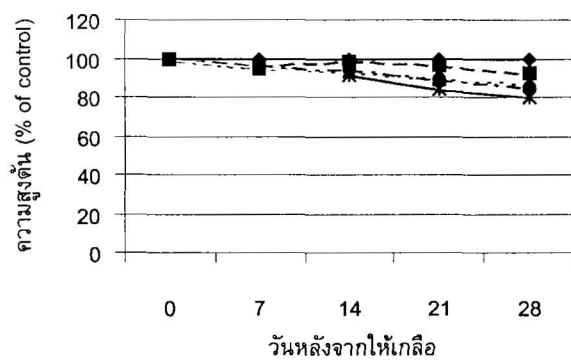
ความเข้มข้น ของโซเดียม คลอไรด์ (%)	อายุต้นกล้า (วันหลังออก)					
	1		7		14	
	กรัม.	% ^{1/}	กรัม.	% ^{1/}	กรัม.	% ^{1/}
0.0	0.003 a ^{2/}	100.00	0.004 a	100.00	0.016 b	100.00
0.5	0.008 a	266.67	0.004 a	100.00	0.016 b	100.00
1.0	0.003 a	100.00	0.007 a	175.00	0.022 a	137.50
2.0	0.003 a	100.00	0.011 a	275.00	0.015 b	93.75
4.0	0.002 a	66.67	0.001 a	25.00	0.011 c	68.75
C.V. (%)	97.66		110.31		13.32	

ข้อมูลที่แสดงนี้เป็นค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 2 ต้น

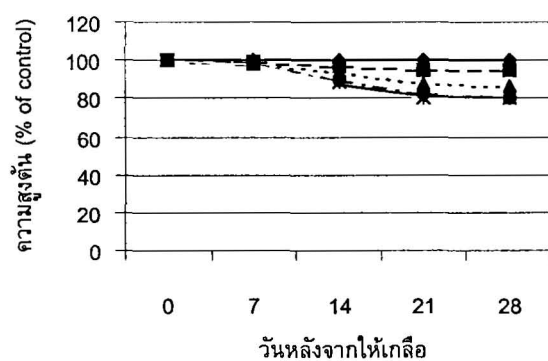
^{1/} น้ำหนักแห้งของราก (% ของตัวเปรียบเทียบ)

^{2/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT .05

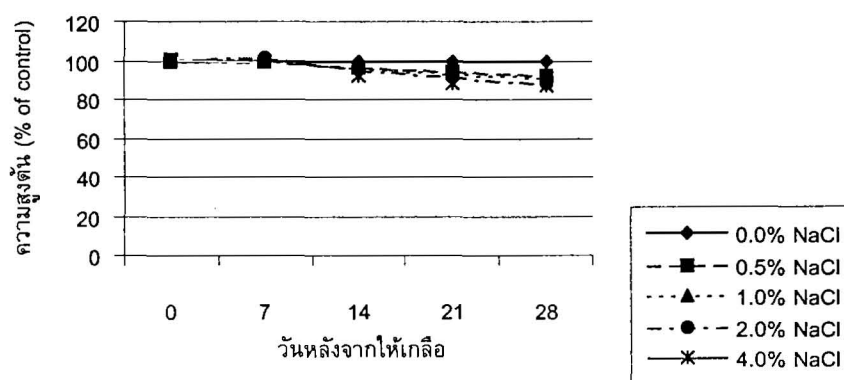
ก. อายุ 1 วัน



ข. อายุ 7 วัน



ค. อายุ 14 วัน



ภาพประกอบ 6 ผลของโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อความสูงของต้นกล้า โสนบ้านอายุ 1, 7 และ 14 วันหลังจาก
ที่เวลาต่างๆ กันหลังให้เกลือ ก. อายุ 1 วัน, ข. อายุ 7 วัน, ค. อายุ 14 วัน

ตาราง 21 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าโสนบ้านอายุ 1 , 7 และ 14 วันหลังงอก ที่มีต่อความสูงของต้นกล้าที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ

ความเข้มข้น ของโซเดียม คลอไรด์ (%)	อายุต้นกล้า (วันหลังงอก)					
	1		7		14	
	ชม.	% ^{1/}	ชม.	% ^{1/}	ชม.	% ^{1/}
0.0	12.58 a ^{2/}	100.00	15.23 a	100.00	14.90 a	100.00
0.5	11.67 ab	92.77	14.43 a	94.75	13.78 a	92.48
1.0	11.02 ab	87.60	13.18 b	86.54	11.50 a	77.18
2.0	10.77 ab	85.61	12.30 b	80.76	13.17 a	88.39
4.0	10.13 b	80.52	12.27 b	80.56	12.93 a	86.78
C.V. (%)	9.19		3.75		19.50	

ข้อมูลที่แสดงนี้เป็นค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 2 ต้น

^{1/} ความสูงของต้น (% ของตัวเปรียบเทียบ)

^{2/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT .05

ตาราง 22 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าโสนบ้านอายุ 1 , 7 และ 14 วันหลังงอก ที่มีต่อความยาวรากของต้นกล้าที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ

ความเข้มข้น ของโซเดียม คลอไรด์ (%)	อายุต้นกล้า (วันหลังงอก)					
	1		7		14	
	ชม.	% ^{1/}	ชม.	% ^{1/}	ชม.	% ^{1/}
0.0	10.83 ab ^{2/}	100.00	12.13 a	100.00	12.18 a	100.00
0.5	12.05 a	111.27	12.97 a	106.92	12.10 a	99.34
1.0	9.88 ab	91.23	12.17 a	100.33	10.45 a	85.80
2.0	12.2 a	112.83	11.53 a	95.05	12.17 a	99.92
4.0	9.25 b	85.41	9.93 a	81.86	12.52 a	102.79
C.V. (%)	11.52		13.20		13.24	

ข้อมูลที่แสดงนี้เป็นค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 2 ต้น

^{1/} ความยาวราก (% ของตัวเปรียบเทียบ)

^{2/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT .05

ตาราง 23 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าโสนบ้านอายุ 1, 7 และ 14 วันหลังออกที่มีต่อน้ำหนักแห้งของต้นกล้าที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ

ความเข้มข้น ของโซเดียม คลอไรด์ (%)	อายุต้นกล้า (วันหลังออก)					
	1		7		14	
	กรัม.	% ^{1/}	กรัม.	% ^{1/}	กรัม.	% ^{1/}
0.0	0.100 a ^{2/}	100.00	0.170 a	100.00	0.147 a	100.00
0.5	0.103 a	103.00	0.157 a	92.35	0.133 a	90.48
1.0	0.100 a	100.00	0.143 ab	84.12	0.133 a	90.48
2.0	0.083 a	83.00	0.123 ab	72.35	0.110 ab	74.83
4.0	0.060 b	60.00	0.103 b	60.59	0.083 b	56.46
C.V. (%)	11.74		16.93		15.12	

ข้อมูลที่แสดงนี้เป็นค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 2 ต้น

^{1/} น้ำหนักแห้งของต้น (% ของตัวเปรียบเทียบ)

^{2/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT .05

ตาราง 24 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าโสนบ้านอายุ 1, 7 และ 14 วันหลังออกที่มีต่อน้ำหนักแห้งของรากที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ

ความเข้มข้น ของโซเดียม คลอไรด์ (%)	อายุต้นโสนบ้าน(วันหลังออก)					
	1		7		14	
	กรัม.	% ^{1/}	กรัม.	% ^{1/}	กรัม.	% ^{1/}
0.0	0.063 a ^{2/}	100.00	0.077 a	100.00	0.073 a	100.00
0.5	0.057 ab	94.48	0.090 a	116.88	0.077 a	105.48
1.0	0.053 ab	84.13	0.083 a	107.79	0.057 b	78.08
2.0	0.043 ab	68.25	0.070 a	90.91	0.057 b	78.08
4.0	0.030 b	47.62	0.030 b	38.96	0.043 b	58.90
C.V. (%)	31.18		22.96		12.63	

ข้อมูลที่แสดงนี้เป็นค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 2 ต้น

^{1/} น้ำหนักแห้งของราก (% ของตัวเปรียบเทียบ)

^{2/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT .05

ตาราง 25 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าโสนบ้านอายุ 1 , 7 และ 14 วันหลังงอก ที่มีต่อปมรากของต้นกล้าที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ

ความเข้มข้น ของโซเดียม คลอไรด์ (%)	อายุดันกล้า (วันหลังงอก)					
	1		7		14	
	จำนวนปมราก	% ^{1/}	จำนวนปมราก	% ^{1/}	จำนวนปมราก	% ^{1/}
0.0	10.00 a ^{2/}	100.00	18.33 a	100.00	20.00 a	100.00
0.5	8.30 ab	83.00	11.70 b	63.83	17.20 ab	86.00
1.0	4.00 bc	40.00	8.00 bc	43.64	10.50 bc	52.50
2.0	1.00 c	10.00	4.10 cd	22.37	5.70 c	28.50
4.0	0.00 c	0.00	2.00 d	10.91	4.00 c	20.00
C.V. (%)	54.81		26.87		39.13	

ข้อมูลที่แสดงนี้เป็นค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 2 ต้น

^{1/} จำนวนปมราก (% ของตัวเปรียบเทียบ)

^{2/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT .05

การทดลองที่ 2 อิทธิพลของโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อการเจริญเติบโตของไรโซเบียมจากปมรากของ วัชพืชตระกูลถั่ว

จากการทดลองพบว่า การเจริญเติบโตของไรโซเบียมจากปมรากของถั่วทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ชะคราม, ถั่วฝัก และถั่วลิสงนา จะลดลงอย่างรวดเร็วในสัปดาห์แรกของการได้รับเกลือ ตั้งแต่ที่ระดับความเค็ม 0.5 % ขึ้นไป และที่ 28 วันหลังให้เกลือ พบว่าไรโซเบียมทั้ง 3 สายพันธุ์สามารถอยู่รอดได้ดีที่สุดที่เกลือเข้มข้น 3.0 %

ไรโซเบียมจากปมรากชะคราม ในช่วงสัปดาห์แรกหลังจากได้รับเกลือ พบว่าการเจริญเติบโตลดลงอย่างมากโดยเฉพาะที่ความเข้มข้นเกลือ 0.5 -1.0 % จะลดลงมากกว่าความเข้มข้นเกลือในระดับอื่น และในช่วงสัปดาห์ที่ 2 การเจริญเติบโตของไรโซเบียมจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยแล้วลดลงอีกในสัปดาห์ที่ 3 - 4 หลังให้เกลือ อย่างไรก็ตามในช่วงสัปดาห์ที่ 2 - 3 ไรโซเบียมที่อยู่ในความเค็ม 0.5 % สามารถอยู่รอดได้ดีที่สุด จนที่ 28 วันหลังให้เกลือ ปริมาณไรโซเบียมจะลดลงเหลือ 1.04 % และ 0.003 % ของตัวเปรียบเทียบ เมื่อเกลือเข้มข้น 0.5 และ 1.0 % ตามลำดับ ส่วนที่ความเข้มข้นเกลือ 2.0 และ 4.0 % ปริมาณไรโซเบียมจะลดลงอย่างต่อเนื่อง และดูเหมือนว่าไรโซเบียมที่อยู่ในเกลือ 4.0 % จะเจริญเติบโตได้ดีกว่าที่ 2.0 % อีกด้วย ส่วนไรโซเบียมที่อยู่ในเกลือ 3.0 % นั้นในสัปดาห์แรกจะมีการอยู่รอดได้ดีที่สุด แต่ในช่วงสัปดาห์ที่ 2 การเจริญเติบโตจะลดลงเรื่อยมาจนสิ้นสุดการทดลอง (ภาพประกอบ 7) อย่างไรก็ตามที่ 28 วันหลังจากให้เกลือ ปรากฏว่าไรโซเบียมที่อยู่ในเกลือ 3.0 และ 0.5 % สามารถอยู่รอดได้โดยไม่แตกต่างกัน ซึ่งไรโซเบียมที่เกลือ 3.0 % และ 0.5 % อยู่รอดได้ถึง 1.230 % และ 1.040 % ของตัวเปรียบเทียบ ตามลำดับ รองลงมาคือไรโซเบียมที่อยู่ในเกลือ 4.0, 2.0 และ 1.0 % โดยมีปริมาณไรโซเบียมเหลือรอดอยู่ 0.080 %, 0.025 % และ 0.003 % ของตัวเปรียบเทียบตามลำดับ (ตาราง 26)

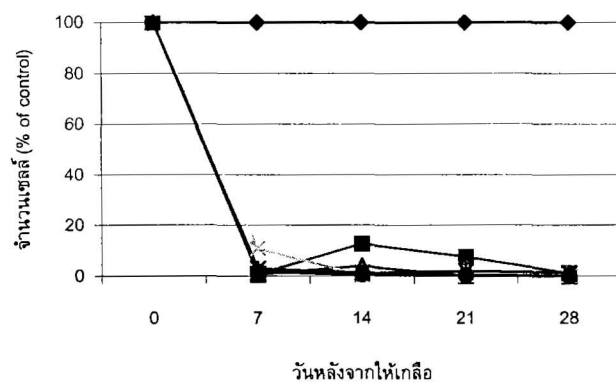
ไรโซเบียมจากปมรากถั่วฝัก การเจริญเติบโตจะลดลงอย่างรวดเร็วเช่นเดียวกันกับไรโซเบียมจากปมรากชะคราม ซึ่งการเจริญเติบโตของไรโซเบียมที่อยู่ในเกลือเข้มข้น 0.5, 3.0 และ 4.0 % เป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือจะลดลงอย่างต่อเนื่องตั้งแต่เริ่มให้เกลือจนกระทั่งครบ 28 วัน ส่วนในสัปดาห์แรกไรโซเบียมที่อยู่ในเกลือเข้มข้น 2.0 % จะลดลงมากที่สุดรองลงมาคือ 1.0, 4.0, 3.0 และ 0.5 % ตามลำดับ เมื่อครบ 2 สัปดาห์ ปรากฏว่าที่ความเข้มข้น 2.0 % ไรโซเบียมจะปรับตัวเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ปริมาณเซลล์ที่อยู่รอดยังคงน้อยกว่าไรโซเบียมที่อยู่ในเกลือเข้มข้น 0.5, 3.0 และ 4.0 % ตามลำดับ จากนั้นจำนวนเซลล์จะลดลงอย่างต่อเนื่อง ในช่วง 3 สัปดาห์หลังให้เกลือไรโซเบียมที่อยู่ในเกลือ 0.5 % สามารถอยู่รอดได้ดีที่สุด รองลงมาคือที่ความเค็ม 3.0 % (ภาพประกอบ 7) จนเมื่อถึงสัปดาห์ที่ 4 ไรโซเบียมที่อยู่ในเกลือ 3.0 % สามารถมีชีวิตรอดได้มากที่สุด โดยมีปริมาณเซลล์อยู่รอด 0.756 % ของตัวเปรียบเทียบ รองลงมาได้แก่ ไรโซเบียมที่อยู่ในเกลือ 0.5, 2.0, 4.0 และ 1.0 % โดยมีปริมาณเซลล์ที่อยู่รอดเพียง 0.430, 0.150, 0.125 และ 0.075 % ของตัวเปรียบเทียบตามลำดับ (ตาราง 26)

ลักษณะการเจริญเติบโตของไรโซเบียมจากปมรากถั่วลิสงนา ก็เป็นไปในลักษณะเดียวกับไรโซเบียมจากปมรากชะคราม และถั่วฝัก คือการเจริญเติบโตของไรโซเบียมจะลดลงอย่างรวดเร็วในสัปดาห์แรกหลังจากได้รับเกลือ จากนั้นปริมาณเซลล์จึงค่อยๆ ลดลงอย่างต่อเนื่อง ในช่วง 2 สัปดาห์แรก การเจริญเติบโตของไรโซเบียมที่อยู่ในเกลือเข้มข้น 0.5 % มีชีวิตรอดได้ดีที่สุด รองลงมาคือไรโซเบียมที่อยู่ในเกลือ

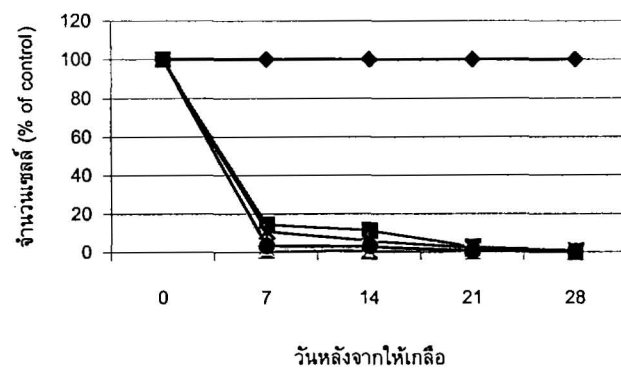
2.0, 3.0, 4.0 และ 1.0 % ตามลำดับ จากนั้นปริมาณเซลล์จะลดลงโดยในช่วงสัปดาห์ที่ 3 ไรโซเบียมที่อยู่ในเกลียว 3.0 % มีปริมาณเซลล์อยู่รอดได้มากที่สุด รองลงมาคือไรโซเบียมที่อยู่ในเกลียว 0.5, 1.0, 2.0 และ 4.0 % ตามลำดับ (ภาพประกอบ 7) จนที่ 28 วันหลังให้เกลียว ไรโซเบียมที่อยู่ในเกลียว 3.0 % จะมีปริมาณเซลล์อยู่รอดได้ 0.30 % ของตัวเปรียบเทียบ รองลงมาคือไรโซเบียมที่อยู่ในเกลียว 2.0, 1.0, 0.5 และ 4.0 % โดยมีปริมาณเซลล์ 0.08, 0.05, 0.04 และ 0.008 % ของตัวเปรียบเทียบตามลำดับ (ตาราง 26)

ไรโซเบียมจากปมรากถั่วทั้ง 3 ชนิด สามารถอยู่รอดได้ดีที่สุดที่ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 3.0 % โดยไรโซเบียมจากชะครามจะอยู่รอดได้ดีที่สุด ซึ่งอยู่รอดได้มากถึง 1.230 % ของตัวเปรียบเทียบ ในขณะที่ไรโซเบียมจากถั่วฝักและถั่วลิสงน่าจะเหลือรอดเพียง 0.756 และ 0.300 % ของตัวเปรียบเทียบตามลำดับ ส่วนที่ความเค็ม 0.5 % ไรโซเบียมจากชะครามจะอยู่รอดได้ 1.040 % ของตัวเปรียบเทียบ รองลงมาคือไรโซเบียมจากถั่วฝักและถั่วลิสงตามลำดับ จะเห็นได้ว่า ไรโซเบียมจากชะครามจะทนทานต่อเกลียวได้ดีที่สุดที่ความเค็ม 3.0 และ 0.5 % ส่วนที่ความเค็มสูงกว่านี้ พบว่าไรโซเบียมจากถั่วฝักจะทนทานต่อเกลียวได้ดีที่สุด รองลงมาคือไรโซเบียมจากชะครามและถั่วลิสงตามลำดับ (ตาราง 26)

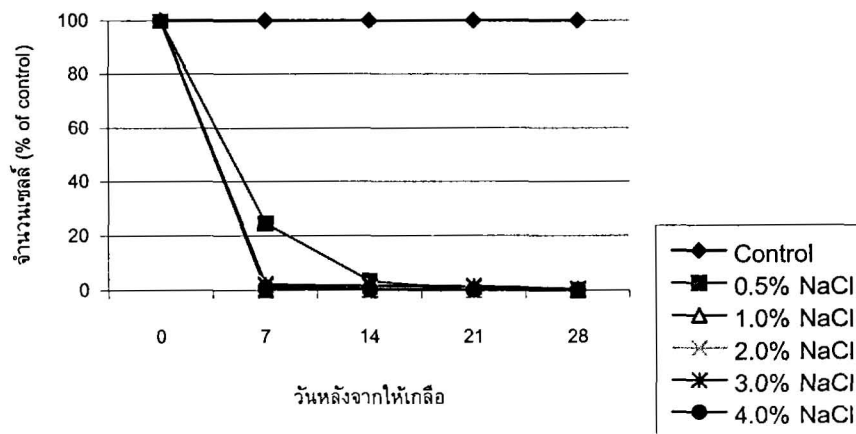
ก. ไรโซเบียมจากปมรากชะคราม



ข. ไรโซเบียมจากปมรากถั่วฝัก



ค. ไรโซเบียมจากปมรากถั่วลิสงนา



ภาพประกอบ 7 ผลของเกล็ดโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อการเจริญเติบโตของเชื้อไรโซเบียมจากถั่วชนิดต่าง

ก. ชะคราม, ข. ถั่วฝัก, ค. ถั่วลิสงนา

ตาราง 26 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ มีต่อการเจริญเติบโตของเชื้อไรโซเบียมที่ได้จากถั่วชนิดต่างๆ ที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ

ความเข้มข้น ของโซเดียม คลอไรด์ (%)	ชะคราม		ถั่วฝัก		ถั่วลิสงนา	
	จำนวนเซลล์ ^{1/}	% ^{2/}	จำนวนเซลล์ ^{1/}	% ^{2/}	จำนวนเซลล์ ^{1/}	% ^{2/}
0.0	8.782 a ^{3/}	100.00	8.633 a	100.00	8.779 a	100.00
0.5	6.799 b	1.040	6.228 b	0.430	5.407 d	0.040
1.0	4.292 e	0.003	5.057 c	0.075	5.502 d	0.050
2.0	5.176 d	0.025	5.796 bc	0.150	5.717 c	0.080
3.0	6.825 b	1.230	6.457 b	0.756	6.380 b	0.300
4.0	5.654 c	0.080	5.754 bc	0.125	4.715 e	0.008
C.V.	2.12		6.54		1.87	

^{1/} ค่า log ของจำนวนเซลล์

^{2/} ค่า log ของจำนวนเซลล์ (% ของตัวเปรียบเทียบ)

^{3/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT .05

การทดลองที่ 3 อิทธิพลของโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อการเจริญเติบโตและการเกิดปมรากของวัชพืชตระกูลถั่ว เมื่อให้เชื้อไรโซเบียมร่วมด้วย

ในการทดลองนี้ได้คัดเลือกพืชทดสอบจากการทดลองที่ 1 ให้เหลือ 3 ชนิดคือ ชะคราม, ถั่วฝัก, ถั่วลิสงนา เนื่องจากพืชทั้ง 3 ชนิดนี้มีความอ่อนแอต่อเกลือมาก หากมีการให้เชื้อไรโซเบียมร่วมด้วยน่าจะทำให้พืชมีความทนทานต่อเกลือเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังได้เลือกความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ให้เหลือเพียง 4 ระดับคือ 0.0, 1.0, 2.0 และ 4.0 % เนื่องจากที่ระดับความเค็ม 0.5 % ส่วนใหญ่ให้ผลไม่แตกต่างกับ 0 %

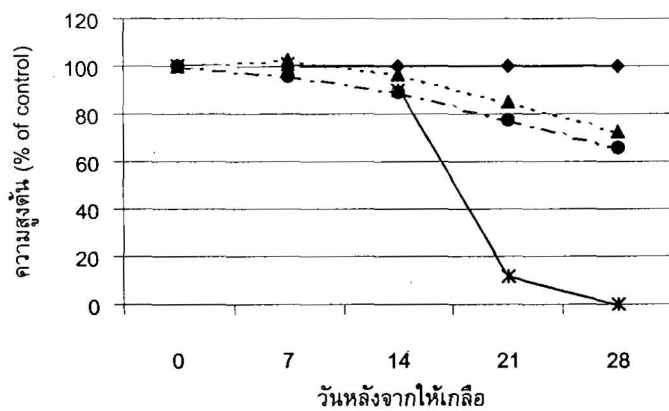
ในชะคราม อัตราการเจริญเติบโต (ความสูง) ของชะครามลดลงตามระยะเวลา และความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ที่เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะที่ความเข้มข้น 4.0 % ซึ่งต้นกล้าอายุ 14 วัน จะลดการเจริญเติบโตลงเร็วที่สุด และตายที่ 21 วันหลังให้เกลือ ส่วนที่อายุ 1 และ 7 วันนั้นจะตายที่ 28 วันหลังให้เกลือ และการลดการเจริญเติบโตในต้นอายุ 7 วันนั้นค่อนข้างจะเร็วกว่าในต้นอายุ 1 วัน (ภาพประกอบ 8)

เมื่อดูการเจริญเติบโตของชะคราม พบว่าที่ 28 วันหลังให้เกลือ ความสูงต้นและความยาวรากทั้ง 3 ระยะการเจริญเติบโตตอบสนองต่อโซเดียมคลอไรด์ไปในทิศทางเดียวกัน โดยความสูงต้นจะถูกกระทบโดยโซเดียมคลอไรด์ทุกความเข้มข้นที่ใช้ในการทดลองนี้ ทำให้มีความสูงน้อยกว่าตัวเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 27) และความยาวรากจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญในโซเดียมคลอไรด์ตั้งแต่ 2.0 % ขึ้นไป (ตาราง 28) โซเดียมคลอไรด์ทุกความเข้มข้นในการทดลองนี้ทำให้น้ำหนักแห้งของต้นและรากของต้นกล้าทั้ง 3 อายุ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นที่ความเข้มข้น 1.0 % ในชะครามอายุ 14 วัน ซึ่งน้ำหนักแห้งรากจะไม่แตกต่างจากตัวเปรียบเทียบ (ตาราง 29-30) เมื่อดูการเจริญเติบโตในภาพรวม พบว่าต้นกล้าอายุ 1 วันจะเจริญในสภาพที่มีโซเดียมคลอไรด์ได้ดีกว่าอายุอื่นๆ

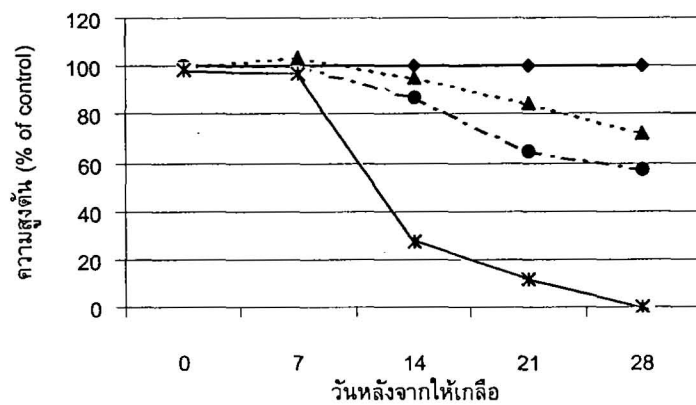
ในถั่วฝัก อัตราการเจริญเติบโต (ความสูง) ลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อเวลาเพิ่มขึ้นในทุกความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ โดยเฉพาะที่ความเข้มข้นสูง แต่ถั่วฝักทุกอายุสามารถอยู่รอดได้ภายใน 28 วันที่ทดสอบ เมื่อดูเปรียบเทียบทั้ง 3 อายุ จะเห็นว่าต้นกล้าอายุ 7 วัน ค่อนข้างจะอ่อนแอที่สุด และอายุ 1 วัน การเจริญเติบโตจะลดลงช้าที่สุด (ภาพประกอบ 9) ในช่วงแรก (1-2 สัปดาห์) อัตราการเจริญเติบโตจะลดลงเร็วกว่าในชะครามทุกอายุของต้นกล้า

เมื่อดูการเจริญเติบโตที่ 28 วันหลังให้เกลือ พบว่าความสูงของต้นกล้าถั่วฝักทั้ง 3 อายุ ที่ได้รับโซเดียมคลอไรด์ทุกความเข้มข้นจะน้อยกว่าตัวเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในต้นกล้าอายุ 1 และ 7 วันนั้น ความสูงจะลดลงตามความเข้มข้นของเกลือที่เพิ่มขึ้น แต่ในต้นกล้าอายุ 7 วันนั้น ระดับของโซเดียมคลอไรด์ที่ต่างกันไม่มีผลต่อความสูง (ตาราง 31) ส่วนความยาวรากนั้นในต้นกล้าอายุ 1 และ 7 วันจะได้รับผลกระทบจากโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2.0 % ขึ้นไป ทำให้ความยาวลดลงอย่างมีนัยสำคัญแต่ในต้นกล้าอายุ 14 วัน ถึงแม้ความเข้มข้นทุกระดับของเกลือจะไม่มีผลทางสถิติต่อความยาว แต่ความยาวรากก็ลดลงตามระดับของเกลือที่เพิ่มมากขึ้น (ตาราง 32) โซเดียมคลอไรด์ทุกความเข้มข้นทำให้น้ำหนักแห้งของต้นและรากในต้นกล้าทุกอายุต่ำกว่าตัวเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีความแตกต่างกันบ้างในการตอบสนองต่อเกลือแต่ละความเข้มข้น (ตาราง 33-34) ข้อมูลจากการเจริญเติบโตโดยรวมชี้ให้เห็นว่า ต้นกล้าอายุ 1 วันจะทนทานที่สุด

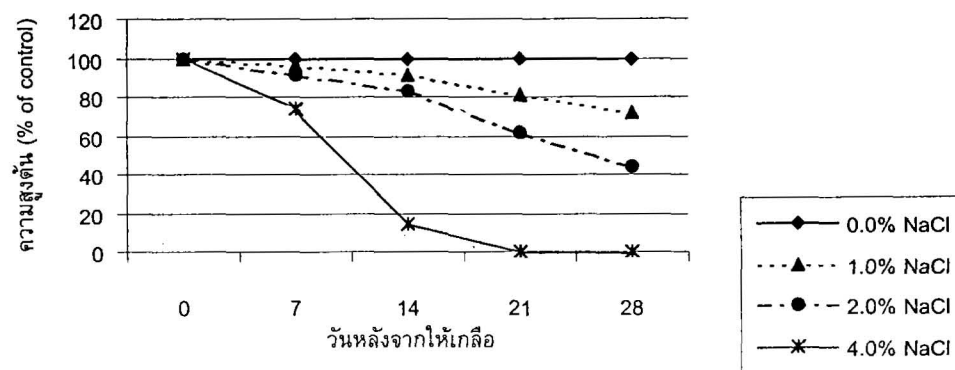
ก. อายุ 1 วัน



ข. อายุ 7 วัน



ค. อายุ 14 วัน



ภาพประกอบ 8 ผลของโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อความสูงของต้นกล้า ชะครามอายุ 1, 7 และ 14 วันหลังจาก
ที่เวลาต่างๆ กันหลังให้เกลือ เมื่อให้เชื้อไรโซเบียมร่วมด้วย ก. อายุ 1 วัน, ข. อายุ 7 วัน,
ค. อายุ 14 วัน

ตาราง 27 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าชะครามอายุ 1 , 7 และ 14 วันหลังงอก ที่มีต่อความสูงของต้นกล้าที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือเมื่อให้เชื้อไรโซเบียม

ความเข้มข้น ของโซเดียม คลอไรด์ (%)	อายุต้นกล้า (วันหลังงอก)					
	1		7		14	
	ชม.	% ^{1/}	ชม.	% ^{1/}	ชม.	% ^{1/}
0.0	6.35 a ^{2/}	100.00	6.30 a	100.00	7.03 a	100.00
1.0	4.62 b	72.76	4.53 b	71.90	5.03 b	71.55
2.0	4.17 c	65.67	3.58 b	56.83	3.13 c	44.52
4.0	0.00 c	0.00	0.00 c	0.00	0.00 d	0.00
C.V. (%)	5.66		18.31		20.64	

ข้อมูลที่แสดงนี้เป็นค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 2 ต้น

^{1/} ความสูงของต้น (% ของตัวเปรียบเทียบ)

^{2/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT .05

ตาราง 28 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าชะครามอายุ 1 , 7 และ 14 วันหลังงอก ที่มีต่อความยาวรากที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือเมื่อให้เชื้อไรโซเบียม

ความเข้มข้น ของโซเดียม คลอไรด์ (%)	อายุต้นกล้า (วันหลังงอก)					
	1		7		14	
	ชม.	% ^{1/}	ชม.	% ^{1/}	ชม.	% ^{1/}
0.0	13.03 a ^{2/}	100.00	14.55 a	100.00	14.33 a	100.00
1.0	11.27 ab	86.49	13.07 a	89.82	11.95 a	83.39
2.0	8.67 b	66.54	9.00 b	61.86	7.07 b	49.34
4.0	0.00 c	0.00	0.00 c	0.00	0.00 c	0.00
C.V. (%)	17.68		22.22		19.49	

ข้อมูลที่แสดงนี้เป็นค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 2 ต้น

^{1/} ความยาวราก (% ของตัวเปรียบเทียบ)

^{2/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT .05

ตาราง 29 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าชะครามอายุ 1 , 7 และ 14 วันหลังออกที่มีต่อน้ำหนักแห้งของต้นกล้าที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ เมื่อให้เชื้อไรโซเบียม

ความเข้มข้น ของโซเดียม คลอไรด์ (%)	อายุต้นกล้า (วันหลังงอก)					
	1		7		14	
	กรัม.	% ^{1/}	กรัม.	% ^{1/}	กรัม.	% ^{1/}
0.0	0.078 a ^{2/}	100.00	0.087 a	100.00	0.106 a	100.00
1.0	0.033 b	42.31	0.040 b	45.98	0.054 b	50.94
2.0	0.027 b	34.62	0.021 c	24.14	0.024 c	22.64
4.0	0.00 c	0.00	0.00 d	0.00	0.00 d	0.00
C.V. (%)	10.65		11.68		19.57	

ข้อมูลที่แสดงนี้เป็นค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 2 ต้น

^{1/} น้ำหนักแห้งของต้น (% ของตัวเปรียบเทียบ)

^{2/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT .05

ตาราง 30 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าชะครามอายุ 1 , 7 และ 14 วันหลังออกที่มีต่อน้ำหนักแห้งของรากที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ เมื่อให้เชื้อไรโซเบียม

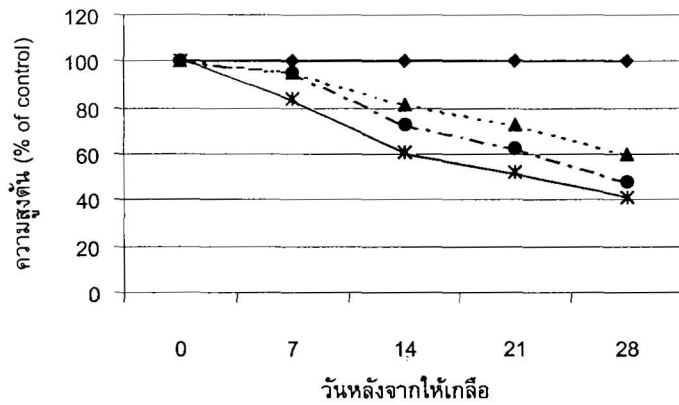
ความเข้มข้น ของโซเดียม คลอไรด์ (%)	อายุต้นกล้า (วันหลังงอก)					
	1		7		14	
	กรัม.	% ^{1/}	กรัม.	% ^{1/}	กรัม.	% ^{1/}
0.0	0.013 a ^{2/}	100.00	0.020 a	100.00	0.021 a	100.00
1.0	0.009 b	69.23	0.013 b	65.00	0.020 a	95.24
2.0	0.007 b	53.85	0.011 b	55.00	0.008 b	38.10
4.0	0.00 c	0.00	0.00 c	0.00	0.00 c	0.00
C.V. (%)	21.81		25.21		13.87	

ข้อมูลที่แสดงนี้เป็นค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 2 ต้น

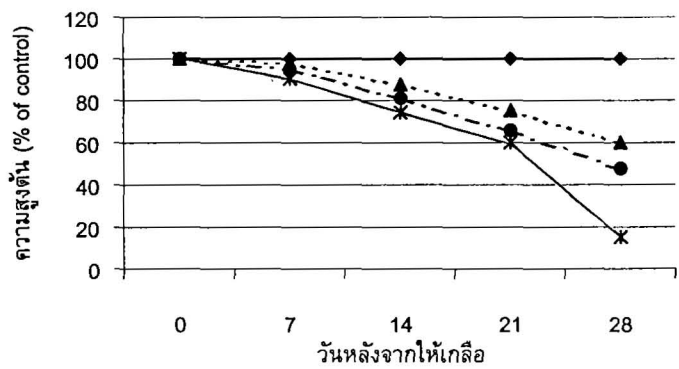
^{1/} น้ำหนักแห้งของราก (% ของตัวเปรียบเทียบ)

^{2/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT .05

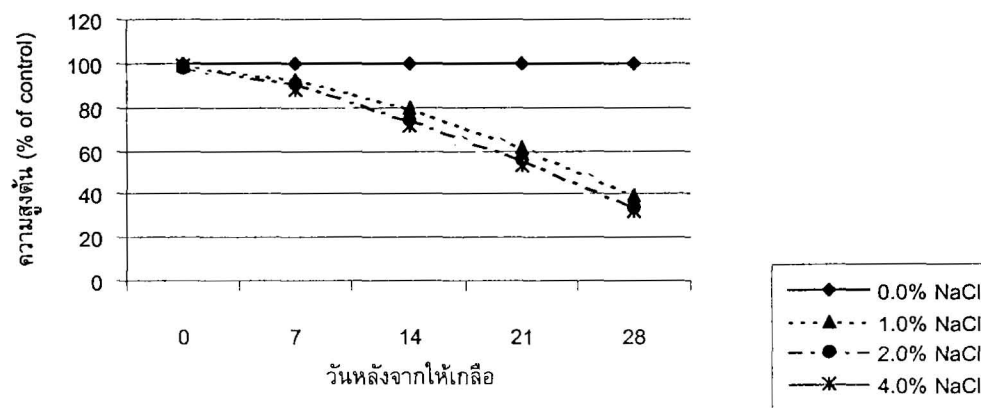
ก. อายุ 1 วัน



ข. อายุ 7 วัน



ค. อายุ 14 วัน



ภาพประกอบ 9 ผลของโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อความสูงของต้นกล้า ถั่วฝักยาว อายุ 1, 7 และ 14 วันหลังจากออก
ที่เวลาต่างๆ กันหลังให้เกลือ เมื่อให้เชื้อไรโซเบียมร่วมด้วย ก. อายุ 1 วัน, ข. อายุ 7 วัน,
ค. อายุ 14 วัน

ตาราง 31 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าถั่วฝักยาว อายุ 1 , 7 และ 14 วันหลังออก
ที่มีต่อความสูงของต้นกล้าที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือเมื่อให้เชื้อไรโซเบียม

ความเข้มข้น ของโซเดียม คลอไรด์ (%)	อายุต้นกล้า (วันหลังออก)					
	1		7		14	
	ชม.	% ^{1/}	ชม.	% ^{1/}	ชม.	% ^{1/}
0.0	17.80 a ^{2/}	100.00	21.48 a	100.00	40.45 a	100.00
1.0	10.65 b	59.83	12.95 b	60.29	15.82 b	39.11
2.0	8.50 c	47.75	10.27 b	47.81	13.70 b	33.87
4.0	7.27 d	40.84	3.33 c	15.50	13.02 b	32.19
C.V. (%)	3.78		21.58		34.24	

ข้อมูลที่แสดงนี้เป็นค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 2 ต้น

^{1/} ความสูงของต้น (% ของตัวเปรียบเทียบ)

^{2/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT .05

ตาราง 32 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าถั่วฝักยาว อายุ 1 , 7 และ 14 วันหลังออก
ที่มีต่อความยาวรากที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือเมื่อให้เชื้อไรโซเบียม

ความเข้มข้น ของโซเดียม คลอไรด์ (%)	อายุต้นกล้า (วันหลังออก)					
	1		7		14	
	ชม.	% ^{1/}	ชม.	% ^{1/}	ชม.	% ^{1/}
0.0	11.93 a ^{2/}	100.00	11.52 a	100.00	17.63 a	100.00
1.0	10.58 a	88.68	12.13 a	105.29	14.30 a	81.11
2.0	6.08 b	50.96	7.97 b	69.18	9.35 a	53.03
4.0	5.53 b	16.35	2.00 c	17.36	8.40 a	47.65
C.V. (%)	11.31		11.04		37.41	

ข้อมูลที่แสดงนี้เป็นค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 2 ต้น

^{1/} ความยาวราก (% ของตัวเปรียบเทียบ)

^{2/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT .05

ตาราง 33 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าถั่วฝักยาว อายุ 1 , 7 และ 14 วันหลังงอก ที่มีต่อน้ำหนักแห้งของต้นกล้าที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ เมื่อให้เชื้อไรโซเบียม

ความเข้มข้น ของโซเดียม คลอไรด์ (%)	อายุต้นถั่วฝักยาว(วันหลังงอก)					
	1		7		14	
	กรัม.	% ^{1/}	กรัม.	% ^{1/}	กรัม.	% ^{1/}
0.0	0.119 a ^{2/}	100.00	0.186 a	100.00	0.384 a	100.00
1.0	0.050 b	42.02	0.093 b	50.00	0.120 b	31.25
2.0	0.026 c	21.85	0.035 bc	18.82	0.067 b	17.45
4.0	0.017 c	14.29	0.010 c	5.38	0.041 b	10.68
C.V. (%)	15.49		39.70		47.44	

ข้อมูลที่แสดงนี้เป็นค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 2 ต้น

^{1/} น้ำหนักแห้งของต้น (% ของตัวเปรียบเทียบ)

^{2/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT .05

ตาราง 34 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าถั่วฝักยาว อายุ 1 , 7 และ 14 วันหลังงอก ที่มีต่อน้ำหนักแห้งของรากที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ เมื่อให้เชื้อไรโซเบียม

ความเข้มข้น ของโซเดียม คลอไรด์ (%)	อายุต้นกล้า (วันหลังงอก)					
	1		7		14	
	กรัม.	% ^{1/}	กรัม.	% ^{1/}	กรัม.	% ^{1/}
0.0	0.028 a ^{2/}	100.00	0.050 a	100.00	0.062 a	100.00
1.0	0.014 b	50.00	0.034 b	68.00	0.037 b	59.68
2.0	0.009 b	32.14	0.021 bc	42.00	0.026 b	41.94
4.0	0.007 b	25.00	0.014 c	28.00	0.021 b	33.87
C.V. (%)	24.55		26.51		30.84	

ข้อมูลที่แสดงนี้เป็นค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 2 ต้น

^{1/} น้ำหนักแห้งของราก (% ของตัวเปรียบเทียบ)

^{2/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT .05

ในถั่วลิสงนา ในการทดลองนี้ ถั่วลิสงนาค่อนข้างอ่อนแอต่อโซเดียมคลอไรด์ โดยเฉพาะในต้นอายุ 14 วันหลังงอก ซึ่งต้นที่ได้รับเกลือ 2 และ 4 % นั้นการเจริญเติบโต (ความสูง) ลดลงอย่างรวดเร็ว และตายที่ 28 และ 21 วันหลังให้เกลือตามลำดับ ในต้นกล้าอายุ 1 และ 7 วันนั้น การเจริญเติบโตก็ลดลงมากและที่ 4 % นั้นถั่วจะตายที่ 21 วันหลังให้เกลือทั้ง 2 อายุ (ภาพประกอบ 10) เมื่อดูที่ 28 วันหลังให้เกลือ พบว่าที่ความเข้มข้นต่ำของโซเดียมคลอไรด์ก็มีผลให้ความสูงของต้นถั่วทั้ง 3 อายุลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 35) ส่วนความยาวรากนั้นในต้นกล้าอายุ 1 และ 7 วัน จะได้รับผลกระทบมากที่สุดที่ความเข้มข้น 2.0 % ขึ้นไป ที่ 1.0 % นั้นจะไม่แตกต่างจากตัวเปรียบเทียบ แต่ในต้นอายุ 14 วันนั้นเกลือที่ 1.0 % ก็ทำให้ความยาวรากลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 36) โซเดียมคลอไรด์ทุกความเข้มข้นทำให้น้ำหนักแห้งของต้นและรากของถั่วลิสงนาทุกอายุลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 37-38) ยกเว้นในรากของต้นอายุ 7 วันซึ่งเกลือที่ 1.0 และ 2.0 % ไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้ง (ตาราง 38)

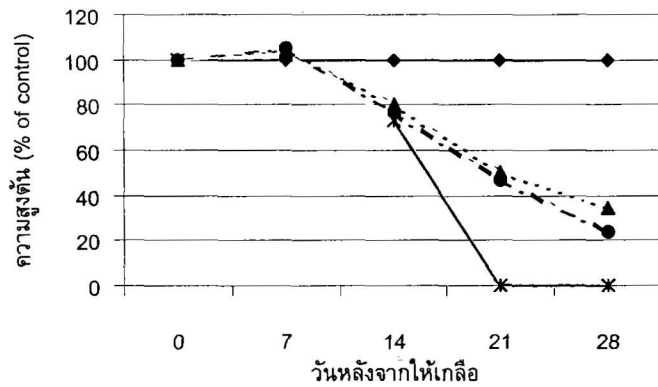
ในส่วนของปมรากนั้นจากการให้เชื้อไรโซเบียมมีผลทำให้ถั่วมีจำนวนปมรากเพิ่มมากขึ้นกว่าไม่ได้ให้เชื้อไรโซเบียมในทุกสภาพความเค็ม

ชะคราม เมื่อไม่ให้เชื้อไรโซเบียมจะไม่มีปมรากแต่เมื่อให้เชื้อไรโซเบียมแล้วจะเกิดปมราก โดยจำนวนปมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อความเค็มเพิ่มมากขึ้นตั้งแต่ 1.0 % ขึ้นไปในทุกอายุ โดยที่ 1, 7 และ 14 วันหลังงอก ปมจะลดลงเหลือ 12.05, 24.08 และ 40.25 % ของตัวเปรียบเทียบตามลำดับ และเมื่อความเค็มเพิ่มเป็น 4.0 % ถั่วจะตายก่อนเก็บเกี่ยว จากข้อมูลจะเห็นได้ว่าชะครามที่อายุ 7 และ 14 วันหลังงอกมีความสามารถในการสร้างปมในสภาพความเค็มได้ใกล้เคียงกัน แต่ดูเหมือนว่าที่เกลือ 2.0 % ชะครามอายุ 7 วัน สามารถสร้างปมได้ดีกว่าอายุ 14 วันหลังงอกเล็กน้อย (ตาราง 39)

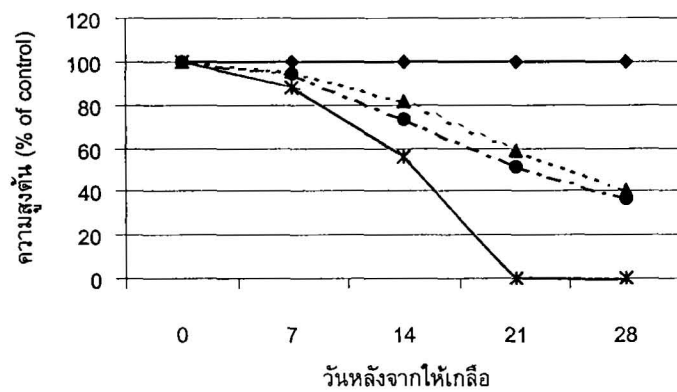
ถั่วฝัก การสร้างปมเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับชะคราม โดยเมื่อความเค็มเพิ่มขึ้นเป็น 1.0 % จำนวนปมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่อายุ 1, 7 และ 14 วันหลังงอกปมรากจะลดลงเหลือ 40.32, 22.43 และ 28.79 % ของตัวเปรียบเทียบตามลำดับ และเมื่อความเค็มเพิ่มมากขึ้นปมรากก็ยังลดลง จนเมื่อความเค็มเพิ่มเป็น 4.0 % ถั่วฝักอายุ 7 และ 14 วันหลังงอก ก็ยังคงสามารถสร้างปมรากได้ โดยมีปมรากถึง 2.80 และ 9.37 % ของตัวเปรียบเทียบตามลำดับ แม้ว่าถั่วฝักที่อายุ 1 วัน จะไม่สามารถสร้างปมได้ก็ตาม จากข้อมูลพบว่าถั่วฝักอายุ 14 วันหลังงอก สร้างปมได้ดีที่สุด รองลงมาคือที่ 7 และ 1 วันหลังงอกตามลำดับ (ตาราง 40) เมื่อเปรียบเทียบจำนวนปมระหว่างการให้เชื้อกับไม่ให้เชื้อไรโซเบียมแก่เมล็ด พบว่าหลังจากให้ไรโซเบียมแล้วขนาดและจำนวนปมรากของถั่วฝักจะใหญ่ขึ้นและมีจำนวนมากขึ้นในทุกความเค็ม โดยที่เกลือ 2.0 % เมื่อให้เชื้อไรโซเบียมในถั่วอายุ 1, 7 และ 14 วันหลังงอก จะมีปม 24.53, 23.39 และ 15.84 % ของตัวเปรียบเทียบตามลำดับ (ตาราง 40) ในขณะที่ไม่ให้เชื้อจะมีปมรากเพียง 1.29, 0.00, และ 0.71 % ของตัวเปรียบเทียบตามลำดับ (ตาราง 12) นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อให้เชื้อไรโซเบียมสามารถทำให้ถั่วฝักเจริญเติบโตอยู่รอดได้ในเกลือเข้มข้น 4.0 % ในขณะที่ไม่ให้เชื้อถั่วฝักจะตาย (ตาราง 12, 40)

ถั่วลิสงนา เมื่อความเค็มเพิ่มขึ้นเป็น 1.0 % จำนวนปมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับชะครามและถั่วฝัก โดยจำนวนปมที่อายุ 1, 7 และ 14 วันหลังงอก จะลดลงเหลือเพียง 1.89, 38.14 และ 38.14 % ของตัวเปรียบเทียบตามลำดับ และเมื่อความเค็มเพิ่มเป็น 2.0 % พบว่าถั่ว 1 วันหลังงอก จะตาย ส่วนที่ 7 และ 14 วันหลังงอก ยังคงสามารถสร้างปมได้ โดยมีปมเท่ากันคือ 28.57 % ของตัวเปรียบเทียบ แต่

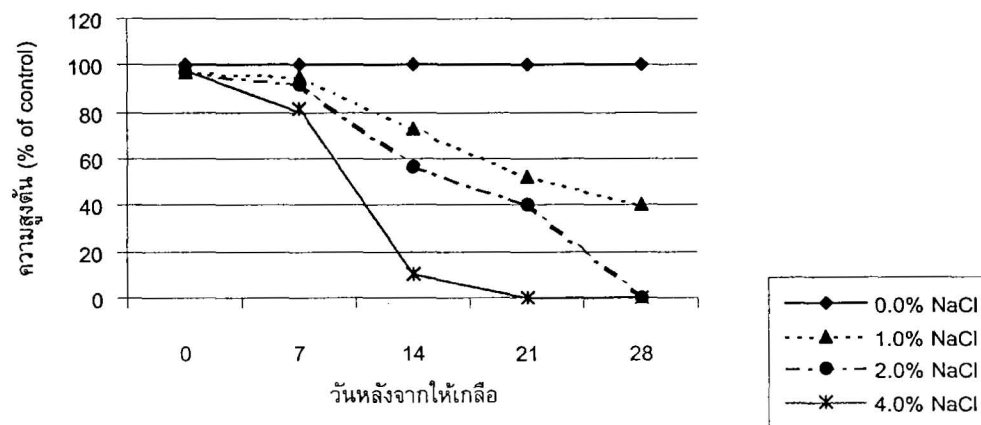
ก. อายุ 1 วัน



ข. อายุ 7 วัน



ค. อายุ 14 วัน



ภาพประกอบ 10 ผลของโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อความสูงของต้นกล้า ถั่วลิสงนาอายุ 1, 7 และ 14 วันหลังออก
ที่เวลาต่างๆ กันหลังให้เกลือ เมื่อให้เชื้อไรโซเบียมร่วมด้วย ก. อายุ 1 วัน, ข. อายุ 7 วัน,
ค. อายุ 14 วัน

ตาราง 35 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าถั่วลิสงนาอายุ 1 , 7 และ 14 วันหลังงอกที่มีต่อความสูงของต้นกล้าที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือเมื่อให้เชื้อไรโซเบียม

ความเข้มข้น ของโซเดียม คลอไรด์ (%)	อายุต้นกล้า (วันหลังงอก)					
	1		7		14	
	ชม.	% ^{1/}	ชม.	% ^{1/}	ชม.	% ^{1/}
0.0	6.62 a ^{2/}	100.00	7.33 a	100.00	10.58 a	100.00
1.0	2.27 b	34.29	2.88 b	39.29	4.22 b	39.89
2.0	1.60 b	24.17	2.65 b	36.15	0.00 c	0.00
4.0	0.00 c	0.00	0.00 c	0.00	0.00 c	0.00
C.V. (%)	20.62		13.70		16.04	

ข้อมูลที่แสดงนี้เป็นค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 2 ต้น

^{1/} ความสูงของต้น (% ของตัวเปรียบเทียบ)

^{2/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT .05

ตาราง 36 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าถั่วลิสงนาอายุ 1 , 7 และ 14 วันหลังงอกที่มีต่อความยาวรากที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือเมื่อให้เชื้อไรโซเบียม

ความเข้มข้น ของโซเดียม คลอไรด์ (%)	อายุต้นถั่วลิสงนา (วันหลังงอก)					
	1		7		14	
	ชม.	% ^{1/}	ชม.	% ^{1/}	ชม.	% ^{1/}
0.0	13.45 a ^{2/}	100.00	13.55 a	100.00	16.73	100.00
1.0	11.17 a	83.05	13.33 a	98.38	11.92 b	71.25
2.0	6.20 b	46.09	9.40 b	69.37	0.00 c	0.00
4.0	0.00 c	0.00	0.00 c	0.00	0.00 c	0.00
C.V. (%)	25.56		19.44		14.54	

ข้อมูลที่แสดงนี้เป็นค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 2 ต้น

^{1/} ความยาวราก (% ของตัวเปรียบเทียบ)

^{2/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT .05

ตาราง 37 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าถั่วลิสงนาอายุ 1 , 7 และ 14 วันหลังงอก ที่มีต่อน้ำหนักแห้งของต้นกล้าที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ เมื่อให้เชื้อไรโซเบียม

ความเข้มข้น ของโซเดียม คลอไรด์ (%)	อายุต้นกล้า(วันหลังงอก)					
	1		7		14	
	กรัม.	% ^{1/}	กรัม.	% ^{1/}	กรัม.	% ^{1/}
0.0	0.041 a ^{2/}	100.00	0.041 a	100.00	0.084 a	100.00
1.0	0.010 b	24.39	0.016 b	39.02	0.022 b	26.19
2.0	0.007 bc	17.07	0.013 b	31.71	0.00 c	0.00
4.0	0.00 c	0.00	0.00 c	0.00	0.00 c	0.00
C.V. (%)	22.81		19.34		35.04	

ข้อมูลที่แสดงนี้เป็นค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 2 ต้น

^{1/} น้ำหนักแห้งของต้น (% ของตัวเปรียบเทียบ)

^{2/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT .05

ตาราง 38 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าถั่วลิสงนาอายุ 1 , 7 และ 14 วันหลังงอก ที่มีต่อน้ำหนักแห้งของรากที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ เมื่อให้เชื้อไรโซเบียม

ความเข้มข้น ของโซเดียม คลอไรด์ (%)	อายุต้นกล้า (วันหลังงอก)					
	1		7		14	
	กรัม.	% ^{1/}	กรัม.	% ^{1/}	กรัม.	% ^{1/}
0.0	0.010 a ^{2/}	100.00	0.019 a	100.00	0.038 a	100.00
1.0	0.005 b	50.00	0.016 a	84.21	0.022 b	57.89
2.0	0.004 b	40.00	0.011 a	57.89	0.00 c	0.00
4.0	0.00 c	0.00	0.00 b	0.00	0.00 c	0.00
C.V. (%)	31.34		37.31		37.31	

ข้อมูลที่แสดงนี้เป็นค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 2 ต้น

^{1/} น้ำหนักแห้งของราก (% ของตัวเปรียบเทียบ)

^{2/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT .05

ตาราง 39 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าชะครามอายุ 1 , 7 และ 14 วันหลังออก
ที่มีต่อปมรากของต้นกล้าที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ เมื่อให้เชื้อไรโซเบียม

ความเข้มข้น ของโซเดียม คลอไรด์ (%)	อายุต้นกล้า (วันหลังงอก)					
	1		7		14	
	จำนวนปมราก	% ^{1/}	จำนวนปมราก	% ^{1/}	จำนวนปมราก	% ^{1/}
0.0	13.83 a ^{2/}	100.00	13.83 a	100.00	12.00 a	100.00
1.0	1.67 b	12.08	3.33 b	24.08	4.83 b	40.25
2.0	1.00 b	7.47	1.50 bc	10.85	1.17 c	9.75
4.0	0.00 b	0.00	0.00 c	0.00	0.00 c	0.00
C.V. (%)	55.95		29.23		18.05	

ข้อมูลที่แสดงนี้เป็นค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 2 ต้น

^{1/} จำนวนปมราก (% ของตัวเปรียบเทียบ)

^{2/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT .05

ตาราง 40 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าถั่วฝักยาวอายุ 1 , 7 และ 14 วันหลังงอก
ที่มีต่อปมรากของต้นกล้าที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ เมื่อให้เชื้อไรโซเบียม

ความเข้มข้น ของโซเดียม คลอไรด์ (%)	อายุต้นกล้า (วันหลังงอก)					
	1		7		14	
	จำนวนปมราก	% ^{1/}	จำนวนปมราก	% ^{1/}	จำนวนปมราก	% ^{1/}
0.0	9.50 a ^{2/}	100.00	17.83 a	100.00	23.17 a	100.00
1.0	3.83 b	40.32	4.00 b	22.43	6.67 b	28.79
2.0	2.33 b	24.53	4.17 b	23.39	3.67 b	15.84
4.0	0.00 c	0.00	0.50 b	2.80	2.17 b	9.37
C.V. (%)	25.88		63.36		54.44	

ข้อมูลที่แสดงนี้เป็นค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 2 ต้น

^{1/} จำนวนปมราก (% ของตัวเปรียบเทียบ)

^{2/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT .05

ตาราง 41 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าถั่วลิสงนาอายุ 1 , 7 และ 14 วันหลังออก ที่มีต่อปมรากของต้นกล้าที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ เมื่อให้เชื้อไรโซเบียม

ความเข้มข้น ของโซเดียม คลอไรด์ (%)	อายุต้นกล้า (วันหลังออก)					
	1		7		14	
	จำนวนปมราก	% ^{1/}	จำนวนปมราก	% ^{1/}	จำนวนปมราก	% ^{1/}
0.0	9.00 a ^{2/}	100.00	7.00 a	100.00	7.00 a	100.00
1.0	0.17 b	1.89	2.67 b	38.14	2.67 b	38.14
2.0	0.00 b	0.00	2.00 bc	28.57	2.00 bc	28.57
4.0	0.00 b	0.00	0.00 c	0.00	0.00 c	0.00
C.V. (%)	41.78		36.03		36.03	

ข้อมูลที่แสดงนี้เป็นค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมี 2 ต้น

^{1/} จำนวนปมราก (% ของตัวเปรียบเทียบ)

^{2/} ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยใช้ DMRT .05

เมื่อความเค็มสูงถึง 4.0 % ตัวทั้ง 3 อายุจะตาย จากข้อมูลจะเห็นได้ว่า ตัวลิสงนาอายุ 7 และ 14 วันหลังงอกมีความสามารถสร้างปมได้ไม่แตกต่างกัน (ตาราง 41)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างต้นกล้าพืชตระกูลถั่วทั้ง 3 ชนิดที่ให้เชื้อไรโซเบียมกับไม่ให้เชื้อไรโซเบียมแล้ว พบว่า

ในธรรมชาติ การให้เชื้อไรโซเบียมจะทำให้ความสูงของต้นมากกว่าในสภาพที่ไม่ให้เชื้อ โดยเฉพาะในตัวเปรียบเทียบ (0.0 % NaCl) ในต้นกล้าอายุ 7 และ 14 วันนั้น ในต้นที่ได้รับเกลือกก็จะมีเจริญเติบโตดี (ความสูง) เมื่อให้เชื้อไรโซเบียม ซึ่งในสภาพที่ให้เชื้อต้นถั่วจะไม่สามารถทนทานต่อเกลือกที่ความเข้มข้น 4.0 % ได้ ส่วนในสภาพที่ไม่ให้เชื้อมีเพียงชะครมาอายุ 7 วันหลังงอกเท่านั้นที่สามารถทนทานต่อเกลือกที่ 4.0 % ได้

ในถั่วฝัก พบว่าการให้เชื้อไรโซเบียมทำให้ต้นถั่วสามารถเจริญอยู่ได้ในเกลือกทุกความเข้มข้น (เมื่อไม่ให้เชื้อไรโซเบียมจะไม่สามารถทนทานต่อเกลือกที่ 4.0 % ได้) ในต้นถั่วอายุ 1 วันนั้น การเจริญเติบโตอาจจะไม่ต่ำจากที่ไม่ให้เชื้อมากนัก แต่ที่อายุ 7 และ 14 วัน การเจริญเติบโตจะดีกว่าไม่ให้เชื้อในทุกความเข้มข้นรวมทั้งตัวเปรียบเทียบด้วย การที่ตัวเปรียบเทียบที่ให้เชื้อเจริญเติบโตดีมาก มากกว่าไม่ให้เชื้อนั้นทำให้ความสูงของต้นในเกลือกความเข้มข้นต่างๆ ที่คิดเป็น เปอร์เซ็นต์ของตัวเปรียบเทียบจะต่ำมาก (ที่ให้เชื้อ) เมื่อเปรียบเทียบกับที่ไม่ให้เชื้อ

ตัวลิสงนา พบว่าในการทดลองที่ให้ไรโซเบียมในต้นกล้าอายุต่างๆ จะอ่อนแอต่อโซเดียมคลอไรด์มากกว่าที่ไม่ให้เชื้อไรโซเบียม โดยจะไม่สามารถทนทานต่อเกลือกที่ 4.0 % ได้ และที่อายุ 14 วันนั้น จะอ่อนแอที่สุด โดยจะตายที่เกลือกเข้มข้น 2.0 % ขึ้นไป แต่ในตัวเปรียบเทียบที่ได้รับเชื้อ จะเจริญเติบโตดีกว่าที่ไม่ได้รับเชื้อไรโซเบียม (ตาราง 46)

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

การทดลองที่ 1 อิทธิพลของโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อการเจริญเติบโต และการเกิดปมรากของวัชพืชตระกูลถั่วทั้ง 5 ชนิด ที่ระยะต่างๆ ของการเจริญเติบโต

1. การเพิ่มความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ทำให้ความงอกของเมล็ดวัชพืชทั้ง 5 ชนิดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และใช้ระยะเวลาในการงอกมากขึ้น
2. พืชแต่ละชนิดมีความทนทานต่อความเค็มในระยะงอกได้แตกต่างกัน ซึ่งในการทดลองนี้พืชที่ทนทานต่อความเค็มได้ดีที่สุดคือ ไมยราบ, โสนบ้าน และถั่วฝักตามลำดับ
3. ในระยะต้นกล้าพบว่า ไมยราบมีความทนทานต่อเกลือมากที่สุด รองลงมาคือ โสนบ้าน, ถั่วลิสงนา ส่วนชะครามและถั่วฝักจะอ่อนแอต่อความเค็มมากที่สุดในทุกอายุของต้นกล้า
4. ความเค็มที่เพิ่มขึ้นทำให้การเจริญเติบโตลดลง โดยความสูงต้นจะลดลงมากกว่าความยาวราก และที่ระดับความเค็มต่ำคือความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ ประมาณ 0.5 % สามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของรากพืชบางชนิดได้ ซึ่งส่งผลให้น้ำหนักแห้งต้นและรากเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการเจริญเติบโตด้วย
5. ในพืชที่ได้รับความเค็มสูงจะมีใบสีเขียวเข้ม ใบหนา และใบเหี่ยวขอบใบม้วนเข้าหาเส้นกลางใบ

การทดลองที่ 2 อิทธิพลของโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อการเจริญเติบโตของไรโซเบียมจากปมรากของวัชพืชตระกูลถั่ว

1. เมื่อความเค็มเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยประมาณ 0.5 % ก็สามารถทำให้การเจริญเติบโตของไรโซเบียมลดลงอย่างรวดเร็วในสัปดาห์แรกหลังจากนั้นไรโซเบียมจะค่อยๆ ลดปริมาณลงอย่างต่อเนื่องจนสิ้นสุดการทดลอง
2. เชื้อไรโซเบียมที่แยกจากปมรากของ ชะครามจะสามารถอยู่รอดได้ดีที่สุด รองลงมาคือ ถั่วฝัก และถั่วลิสงนาตามลำดับ

การทดลองที่ 3 อิทธิพลของโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อการเจริญเติบโต และการเกิดปมรากของวัชพืชตระกูลถั่ว เมื่อให้เชื้อไรโซเบียมร่วมด้วย

1. เมื่อให้เชื้อไรโซเบียมพบว่า ถั่วฝักจะมีความทนทานต่อเกลือได้มากที่สุด ในขณะที่ชะครามและถั่วลิสงนาเมื่อให้เชื้อไรโซเบียมจะอ่อนแอกว่าเมื่อไม่ให้เชื้อไรโซเบียม
2. การให้เชื้อไรโซเบียมทำให้ปมรากมีขนาดใหญ่ และมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น มากกว่าเมื่อไม่ให้เชื้อไรโซเบียม
3. ความสูงต้นจะได้รับผลกระทบมากกว่าความยาวราก ซึ่งทำให้น้ำหนักแห้งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการเจริญเติบโต

อภิปรายผล

การเพิ่มความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ทำให้ความงอกของเมล็ดพืชลดลงและใช้ระยะเวลาในการงอกนานขึ้นนั้น ความเต็มมีผลต่อการงอกของเมล็ดพืช คือ ทำให้ความดันออสโมติกในสารละลายเพิ่มมากขึ้น และอัตราการดูดน้ำเข้าสู่เมล็ดลดลงเป็นเหตุให้เกิดความเครียดเนื่องจากความเข้มข้นภายในเมล็ดลดลง นอกจากนี้ความเค็มยังทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นหรือการสะสมไอออนที่มากพอจนทำให้เกิดความเป็นพิษต่อต้านออสโมติกภายในเมล็ดหรืออาจเกิดกระบวนการหรือกลไกบางอย่างที่ทำให้เมล็ดเกิดการพักตัว เพื่อป้องกันการงอกของต้นกล้าที่จะเกิดมาในสภาวะที่ไม่เหมาะสม ซึ่งพืชส่วนใหญ่จะได้รับอันตรายจากเกลือในระยะงอกมากกว่าระยะอื่น (Able & McKenzie. 1964 : 157-161 ; Ungar. 1996 : 604-607) นอกจากนี้ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ในระดับที่สูงมากเมล็ดตัวไม่สามารถงอกได้ซึ่งจากการทดลองของ มะลิวัลย์ และ สุรทิน. (2531). พบว่า เมล็ดถั่วเขียวจะไม่สามารถงอกได้เมื่อค่า EC ของดินมีค่าเกิน 8.4 มิลลิโหมต่อเซนติเมตร และความสามารถที่แตกต่างกันในการงอกของพืชที่ได้รับเกลือความเข้มข้นเดียวกันนั้นเนื่องมาจาก พืชแต่ละชนิดมีความต้านทานต่อเกลือได้ไม่เท่ากัน ความแข็งแรงของเมล็ดต่างกัน และที่สำคัญคือ มีพันธุกรรมที่แตกต่างกันซึ่ง Weber & D'Antonio (1999) ได้ศึกษาการงอกของ *Carpobrotus* 3 สายพันธุ์พบว่า แต่ละสายพันธุ์มีความสามารถในการงอกที่สภาพความเค็มได้ต่างกันอันเป็นผลมาจากพันธุกรรมนั่นเอง

การเพิ่มความเค็มทำให้พืชได้รับผลกระทบทางลบต่อการเจริญเติบโต โดยการเจริญเติบโตจะลดลงเมื่อความเค็มเพิ่มมากขึ้น (Lovato, Lemos & Martins. 1999 : 145-153) ซึ่งความเค็มจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช 2 ประการ คือ การเพิ่มขึ้นของแรงดันออสโมติกในสารละลายทำให้การใช้น้ำของพืชเป็นไปได้ยาก และการสะสมไอออนที่เป็นพิษต่อพืชได้แก่ Na^+ และ Cl^- เมื่อพืชขาดน้ำจะมีผลทำให้การแบ่งเซลล์ การขยายตัวของเซลล์เป็นไปได้ช้าโดยเฉพาะที่บริเวณปลายยอดหรือเนื้อเยื่อที่กำลังเจริญ (Munns & Rawson. 1999 : 459-464) ซึ่งอาการเป็นพิษเนื่องจากเกลือจะปรากฏให้เห็นเมื่อความเข้มข้นของเกลือสูงมาก โดยใบจะแสดงอาการเหลืองและไหม้บริเวณขอบใบเรื่อยมาจนถึงกลางใบ (Chlorosis) มากขึ้น ใบจะมีขนาดเล็กหนา และม้วนงอเข้าหาเส้นกลางใบ (Alpha, Drake & Goldstein. 1996 : 86-92 ; Tozlu, Moore & Guy. 2000b : 35-42) พืชจะได้รับผลกระทบจากเกลือในต้นมากกว่าราก (Maggio, et al. 2001 : 999-1004) โดยรากจะมีกลไกในการเคลื่อนย้ายไอออนที่มากเกินไป และชะลอการสะสมไอออนในเนื้อเยื่อซึ่ง Tozlu, Moore & Guy (2000a) ได้ศึกษาผลของความเค็มที่มีต่อ *Poncirus trifoliata* พบว่ารากจะได้รับผลกระทบจากเกลือน้อยกว่าต้น ซึ่งรากจะมีกลไกในการลดการสะสมไอออนให้ช้าลงโดยการหลุดร่วงของรากแขนงที่มีอายุมากและงอกรากใหม่มาทดแทนเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า "Fine root turnover" นอกจากนั้นความเค็มยังทำให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในพืชลดลงซึ่งจะทำให้มีผลต่อการเจริญเติบโตของใบด้วย (Hu, Schnyder & Schmidhalter. 2000 : 363-370) ความเค็มยังไปลดปริมาณไนโตรเจนที่จะนำไปสร้างกรดอะมิโนและโปรตีนทำให้กระบวนการเมแทบอลิซึมลดลง มีผลให้อัตราการเจริญเติบโตของพืชลดลงด้วย (Mladenova. 1990 : 209-214) พืชจะปรับตัวโดยการเพิ่มแรงดันออสโมติกมีการสะสมไอออนต่าง ๆ ในใบเพิ่มมากขึ้น (Hu & Schmidhalter. 1998 : 591-597) การที่พืชมีการเจริญเติบโตลดลงทำให้น้ำหนักแห้งต้นและราก เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการเจริญเติบโตของพืช

การเจริญเติบโตของไรโซเบียมเมื่อได้รับเกลือจะลดลงอย่างรวดเร็วในสัปดาห์แรกเช่นเดียวกับการทดลองของ Baldani & Weaver (1992) และ Leung & Bottomley (1994) ที่พบว่า การเจริญเติบโตของไรโซเบียมที่ได้จากถั่วโคลเวอร์ก็จะลดลงอย่างมากเมื่อได้รับความแห้งแล้ง ซึ่งไรโซเบียมแต่ละสายพันธุ์มี

ความสามารถทนทานต่อเกลือได้ในระดับที่ต่างกัน เช่น *R. japonicum* จะทนทานต่อเกลือได้ในระดับที่น้อยกว่า 0.5% ส่วน *R. meliloti* สามารถทนทานต่อเกลือได้มากถึง 3.0% (Athar. 1993 : 17-21) ซึ่งการที่ไรโซเบียมบางสายพันธุ์มีความทนทานต่อเกลือมาก พบว่า มีการปรับขบวนการเมแทบอลิซึมและแรงดันออสโมติกโดยการเพิ่มปริมาณของ โคไลน์ และ ไกลซีนเบตาอีน (Choline and Glycine Betaine) ซึ่งจากการทดลองของ Boncompagni, et al (1999) พบว่า ไรโซเบียมหลายสายพันธุ์สามารถเจริญเติบโตในระดับความเค็มได้เมื่อใส่ โคไลน์ และ ไกลซีนเบตาอีนลงในอาหารเลี้ยงเชื้อเพื่อปรับความดันออสโมติกด้วย

การใส่เชื้อไรโซเบียมทำให้จำนวนปมเพิ่มมากขึ้น (Mayoral & Mallorca. 1999 : 613-623) การเจริญเติบโตของพืชเพิ่มขึ้นน้ำหนักแห้งสูงขึ้น แต่เมื่อให้ความเค็มพบว่า ความเค็มจะไปยับยั้งการเกิดปมรากทำให้พืชตรึงไนโตรเจนได้น้อยลงส่งผลให้การเจริญเติบโตลดลงด้วย ซึ่งการลดลงของปมรากเนื่องจากความเค็มนั้นมาจากปัจจัย 2 ประการ คือ การลดจำนวนของไรโซเบียม และ ลดความมีชีวิตและความอ่อนแอของราก และเนื่องจากการลดลงของไรโซเบียมอย่างรวดเร็วประกอบกับความอ่อนแอของรากเพิ่มขึ้นทำให้พืชมีการเจริญเติบโตลดลง (Tu. 1981 : 231-239)

ข้อเสนอแนะ

1. ควรนำวัชพืชตระกูลถั่วที่มีความทนทานต่อโซเดียมคลอไรด์ที่ได้จากการทดลองนี้ คือ ไมยราบโสนบ้าน และถั่วลิสงนา ไปปลูกทดสอบในดินเค็มตามสภาพธรรมชาติ
2. นำเชื้อไรโซเบียมที่ได้ไปวิเคราะห์ลักษณะของสายพันธุ์ว่าเป็นสายพันธุ์เดียวกัน หรือคนละสายพันธุ์
3. ควรศึกษาผลของความเค็มที่มีต่อวัชพืชอื่นๆ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- จักรกฤษณ์ หอมจันทร์ และเทพฤทธิ์ ตูลาพิทักษ์. (2530). "การใช้วัชพืชเพื่อเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดินนา," ใน *รายงานการวิจัย*. ขอนแก่น : ภาควิชาพืชวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- เฉลิมชัย วงศ์วัฒน์. (2542). "การสำรวจวัชพืชในเขตพื้นที่ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ," *วิทยาศาสตร์* 1-2 : 40-45.
- เจสสิยา แจ้งไพโร. (2540). "ศักยภาพของทรัพยากรดินและสู่ทางในการพัฒนาของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ," ใน *เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐเรื่องดินเค็ม*. บรรณาธิการโดย สมศรี อรุณินท์. หน้า 6-18. กรุงเทพฯ : กลุ่มปรับปรุงดินเค็ม กรมพัฒนาที่ดิน.
- ปราโมทย์ แยมคลี. (2540). "วิธีป้องกันและควบคุมปัญหาดินเค็ม," ใน *เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐเรื่องดินเค็ม*. หน้า 203-232. บรรณาธิการโดย สมศรี อรุณินท์. กรุงเทพฯ : กลุ่มปรับปรุงดินเค็ม กรมพัฒนาที่ดิน.
- พรชัย เหลืองอาภาพงศ์. (2540). *วัชพืชศาสตร์*. กรุงเทพฯ : ไร่เขียว.
- มะลิวัลย์ เทพพูลผล และสุรทิน แก้วโรจน์. (2531). "อิทธิพลของอินทรีย์สารที่มีต่อการงอกและการเจริญเติบโตของถั่วเขียวในดินชุดกุลาร้องไห้ที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน," ใน *รายงานผลการค้นคว้าวิจัยประจำปี 2528*. หน้า 104-105. กรุงเทพฯ : ม.ป.พ.
- วารี ยินดีชาติ. (2543). "วัชพืชไม่ร้ายอย่างที่คิด," *เกษตรกรรมธรรมชาติ* 1 : 34-36.
- วิทยา ธนานุสนธิ์. (2542). "ไรโซเบียมและการผลิตปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม," ใน *เอกสารวิชาการปุ๋ยชีวภาพ*. หน้า 83-140. กรุงเทพฯ : กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กรมวิชาการเกษตร.
- ธวัชชัย รัตนชเลศ และเจมส์ เอฟ. แมกซ์เวล. (2540). *รายชื่อวัชพืชที่มีรายงานพบในประเทศไทย*. กรุงเทพฯ : เวิร์คเพรส.
- สมศักดิ์ วั่งโน. (2541). *การตรึงไนโตรเจน : ไรโซเบียม-พืชตระกูลถั่ว*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สมศรี อรุณินท์. (2540). "แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 8 (พ.ศ.2540-2544) กับโครงการพัฒนาพื้นที่ดินเค็ม," ใน *เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐเรื่องดินเค็ม*. หน้า 1-25. บรรณาธิการโดย สมศรี อรุณินท์. กรุงเทพฯ : กลุ่มปรับปรุงดินเค็ม กรมพัฒนาที่ดิน.
- เสรี ไชยพันธ์ และรุ่งโรจน์ พึ่งพันธุ์. (2537). "พืชทางเลือกใหม่ของเกษตรกรในพื้นที่ดินเค็ม," *พัฒนาที่ดิน* 31(345) : 21-24.
- อรุณี ยูวะนิยม. (2540). "ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ," ใน *เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐเรื่องดินเค็ม*. หน้า 115-119. บรรณาธิการโดย สมศรี อรุณินท์. กรุงเทพฯ : กลุ่มปรับปรุงดินเค็ม กรมพัฒนาที่ดิน.
- อรุณี ยูวะนิยม และพรรณิ รุ่งแก้ว. (2529) "การศึกษาอิทธิพลของความเค็มต่อการโตของแห่นาง," ใน *รายงานวิชาการประจำปี 2527*. หน้า 502-512. กรุงเทพฯ : ม.ป.พ.
- อรุณศิริ กำลัง. (2525). *อิทธิพลของเกลือแอมโมเนียมต่อการเจริญเติบโตและการสะสมไอออนของถั่วเหลือง*. วิทยานิพนธ์ กษ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

- Able, G.H. & McKenzie, A.J. (1964). "Salt tolerance of soybean varieties (*Glycine max* L. Merrill) during germination and later grown," *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.
- Athar, M. (1993). "Salt and Temperature Tolerance by Lentil Rhizobia Isolates from Pakistan," *Lens Newsletter.* 20(2) : 17-21.
- 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.
- Batra, L. & Ghai, S. K. (1988). "Performance of Different Forage Legume Rhizobium Symbiotic Systems under Saline Condition," *Indian J. Agr. Sci.* 58(5) : 350-353.
- Bernstein, L. (1961). "Osmotic adjustment of plants to saline media. I. Steady state," *Amer. J. Bot.* 48 : 909-918.
- Bernstein, L. & Hayward, H. E. (1958). "Physiology of Salt Tolerance," *Annu. Rev. Plant Physiol.* 9 : 25-46.
- Bernstein, L. & Ogata, G. (1966). "Effect of salinity on nodulation , nitrogen fixation and growth of soybean and alfalfa," *Agron. J.* 58 : 201-203.
- Boncompagni, E., et. al. (1999). "Occurrence of Choline and Glycine Betaine Uptake and Metabolism in the Family *Rhizobiaceae* and Their Roles in Osmoprotection," *Appl. Environ. Microbiol.* 65(5) : 2072-2077.
- Flowers, T.J. & Yeo, A.R. (1986). "Ion relations of plants under drought and salinity," *Aust. J. Plant Physiol.* 13 : 75-91.
- Greenway, H. & Munns, R. (1980). "Mechanisms of Salt Tolerance in Nonhalophytes," *Annu. Rev. Plant Physiol.* 31 : 149-190.
- Hu, Y. & Schmidhalter, U. (1998). "Spatial Distributions of Inorganic Ions and Sugars Contributing to Osmotic Adjustment in the Elongating Wheat Leaf under Saline Soil Conditions," *Aust. J. Plant Physiol.* 25 : 591-597.
- Hu, Y., Schnyder, H. & Schmidhalter, U. (2000). "Carbohydrate Deposition and Partitioning in Elongating Leaves of Wheat under Saline Soil Conditions," *Aust. J. Plant Physiol.* 27(4) : 363-370.
- Hua, S.T., et al. (1982). "Accumulation of amino acids in *Rhizobium* sp. Strain WR 1001 in response to sodium chloride salinity," *Appl. Environ. Microbiol.* 44(1) : 135-140.
- Lauter, D.T. & Munns, D.N. (1987). "Salt sensitivity of chickpea during vegetative growth and at different humidities," *Aust. J. Plant Physiol.* 14 : 171-180.

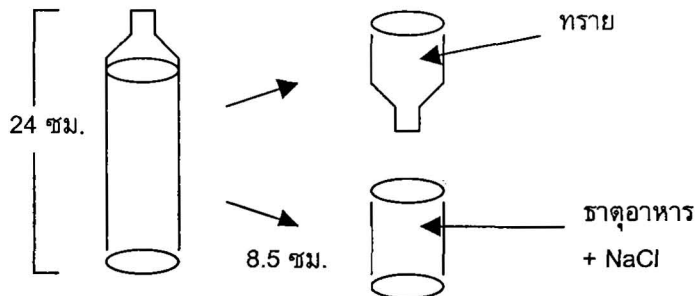
- Leung, K. & Bottomley, P. J. (1994). "Growth and Nodulation Characteristics of Subclover (*Trifolium subterraneum* L.) and *Rhizobium Leguminosarum* BV. *Trifolii* at Different Soil Water Potentials," *Soil Biol. Biochem.* 26(7) : 805-812.
- Lovato, M. B., Lemos Filho de, J. P. & Martins, P. S. (1999). "Growth Responses of *Stylosanthes humilis* (Fabaceae) Populations to Saline Stress," *Environmental and Experimental Botany*. 41 : 145-153.
- Machlis, L. & Torrey, J. G. (1959). *Plant in action. A laboratory manual of plant physiology*. London.
- Maggio, A., et al. (2001). "Unravelling the Functional Relationship between Root Anatomy and Stress Tolerance," *Aust. J. Plant Physiol.* 28 : 999-1004.
- Mayoral, M. L. & Mallorca, M. (1999). "Responses of *Rhizobium*-Inoculated and Nitrogen – Supplied *Phaseolus vulgaris* and *Vigna unguiculata* Plants to Root Volume Restriction," *Aust. J. Plant Physiol.* 26(6) : 613-623.
- Meiri, A. & Poljakoff – Mayber, A. (1976). "The effect of chloride salinity on growth of bean leaves in thickness and in area," *Israel J. Bot.* 13 : 115-123.
- Mladenova, Y. I. (1990). "Influence of Salt Stress on Primary Metabolism of *Zea mays* L. Seedlings of Model Genotypes," in *Genetic Aspects of Plant Mineral Nutrition*. Ed. By. Bassam El, N. et. al. 209-214. Netherlands : Kluwer Academic Publishers.
- Munns, R., Fisher, D. B. & Tonnet, M. L. (1986). " Na^+ and Cl^- transport in the phloem from leaves of NaCl – treated barley," *Aust. J. Plant Physiol.* 13 : 757-766.
- 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.
- Shannon, M. C. & Francois, L. E. (1977). "Influence of seed pretreatment on salt tolerance of cotton during germination," *Agron. J.* 69 : 619-622.
- Steinborn, J. & Roughley, R. J. (1975). "Toxicity of sodium and chloride ions to *Rhizobium* spp. in broth and peat culture," *J. Appl. Bact.* 39 : 133-138.
- Tozlu, I., Moore, G. A. & Guy, C. L. (2000a). "Regulation of Growth and Differential Tissue Dry Mass Accumulation by *Citrus grandis*, *Poncirus trifoliata*, and Their F_1 under Salinized and Non-Salinized Environments," *Aust. J. Plant Physiol.* 27(1) : 27-33.
- Tozlu, I., Moore, G. A. & Guy, C. L. (2000b). "Effect of Increasing NaCl Concentration on Stem Elongation, Dry Mass Production, and Macro- and Micro- Nutrient Accumulation in *Poncirus trifoliata*," *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.
- 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.

- Vincent, J. M. (1970). *A Manual for the Practical Study of Root-Nodule Bacteria*. Great Britain : Burgess and Son (Abing Don) LTD.
- Walker, R.R. & Douglas, T.J. (1983) "Effect of salinity level on uptake and distribution of chloride , sodium and potassium ion in citrus plant," *Aust. J. Agr. Res.* 34 : 145-153.
- Weber, E. & D'Antonio, C. M. (1999). "Germination and Growth Responses of Hybridizing *Carpobrotus* Species (Aizoaceae) from Coastal California to Soil Salinity," *Amer. J. Bot.* 86(9) : 1257-1263.
- 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.

ภาคผนวก

ภาคผนวก

ภาพประกอบ 11 ภาชนะสำหรับปลูกถั่ว (Applied Leonard Jar) (Wongwattana, et al. 1998 : 128-133)



ตาราง 42 ส่วนประกอบของสารที่ใช้เตรียมสารอาหารสูตรของ Machlis & Torry (1959) ในน้ำกลั่น 1 ลิตร (Machlis & Torry. 1959 : 41-45)

ความเข้มข้น	สารที่ใช้	ปริมาตรที่ใช้ (มิลลิลิตร)
1M	CaCl ₂	5
1M	KCl	5
1M	MgSO ₄ · 7H ₂ O	2
1M	KH ₂ PO ₄	1
	Fe-EDTA	1
	Micronutrients	1

ตาราง 43 ส่วนประกอบของสารที่ใช้เตรียม YMB ในน้ำกลั่น 1 ลิตร ของกลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กรมวิชาการเกษตร (วิทยา ธนานุสนธิ์. 2542 : 98)

สารที่ใช้	จำนวนที่ใช้ (กรัม)
Mannitol	10.0
K ₂ HPO	0.5
MgSO ₄ · 7H ₂ O	0.2
NaCl	0.1
Yeast extract	0.5

ตาราง 44 ส่วนประกอบของสารที่ใช้เตรียม YMa ในน้ำกลั่น 1 ลิตร ของกลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กรมวิชาการเกษตร (วิทยา ธานานุสนธิ์. 2542 : 133)

สารที่ใช้	จำนวนที่ใช้ (กรัม)
Mannitol	10.0
K ₂ HPO	0.5
MgSO ₄ . 7H ₂ O	0.2
NaCl	0.1
Yeast extract	0.5
Congo red	10.0
วุ้น	15.0

ตาราง 45 สรุปผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่มีต่อความสูง (% ของตัวเปรียบเทียบ) ของต้นถั่ว
ชนิดต่างๆ ที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ

อายุ 1 วันหลังงอก					
ความเข้มข้นของ โซเดียมคลอไรด์ (%)	ชะคราม	ถั่วผี	ถั่วลันเตา	ไมยราบ	โสนบ้าน
0.0	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
0.5	94.83	69.04	83.83	104.84	92.77
1.0	89.31	58.46	68.63	104.30	87.60
2.0	85.34	56.33	63.73	102.96	85.61
4.0	0.00	0.00	41.18	97.31	80.52
อายุ 7 วันหลังงอก					
ความเข้มข้นของ โซเดียมคลอไรด์ (%)	ชะคราม	ถั่วผี	ถั่วลันเตา	ไมยราบ	โสนบ้าน
0.0	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
0.5	94.38	73.30	83.88	104.68	94.75
1.0	61.48	63.88	78.09	106.06	86.54
2.0	80.26	57.04	77.58	103.86	80.76
4.0	13.32	0.00	37.78	65.56	80.56
อายุ 14 วันหลังงอก					
ความเข้มข้นของ โซเดียมคลอไรด์ (%)	ชะคราม	ถั่วผี	ถั่วลันเตา	ไมยราบ	โสนบ้าน
0.0	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
0.5	98.91	66.98	94.69	87.89	92.48
1.0	42.97	63.02	62.36	104.84	77.18
2.0	33.59	57.27	43.42	106.05	88.39
4.0	0.00	0.00	0.00	103.39	86.78

ตาราง 46 สรุปผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่มีต่อความสูง (% ของตัวเปรียบเทียบ) ของต้นถั่ว
ชนิดต่างที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ เมื่อให้เชื้อไรโซเบียมร่วมด้วย

อายุ 1 วันหลังออก			
ความเข้มข้นของ โซเดียมคลอไรด์ (%)	ชะคราม	ถั่วฝัก	ถั่วลิสงนา
0.0	100.00	100.00	100.00
1.0	72.76	59.83	34.29
2.0	65.67	47.75	24.17
4.0	0.00	40.84	0.00
อายุ 7 วันหลังออก			
ความเข้มข้นของ โซเดียมคลอไรด์ (%)	ชะคราม	ถั่วฝัก	ถั่วลิสงนา
0.0	100.00	100.00	100.00
1.0	71.90	60.29	39.29
2.0	56.83	47.81	36.15
4.0	0.00	15.50	0.00
อายุ 14 วันหลังออก			
ความเข้มข้นของ โซเดียมคลอไรด์ (%)	ชะคราม	ถั่วฝัก	ถั่วลิสงนา
0.0	100.00	100.00	100.00
1.0	71.55	39.11	39.89
2.0	44.52	33.87	0.00
4.0	0.00	32.19	0.00

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวเยาวภา คำทับทิม
วันเดือนปีเกิด	1 พฤษภาคม 2518
สถานที่เกิด	อ. เมือง จ. สุพรรณบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	92 หมู่ 1 ต. บางตาเถร อ. สองพี่น้อง จ. สุพรรณบุรี 72110
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	อาจารย์1 ระดับ 3
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนวัดไผ่โรงวัว ต. บางตาเถร อ. สองพี่น้อง จ. สุพรรณบุรี 72110
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2535	มัธยมศึกษาปีที่ 6 จากศูนย์การศึกษานอกโรงเรียน อ. ปากเกร็ด
พ.ศ. 2539	กศ.บ. (วิทยาศาสตร์ – ชีววิทยา) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ. 2546	กศ.ม. (ชีววิทยา) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ