

การศึกษาความทนเค็มของข้าวป่าบางชนิด

ปริญญานิพนธ์
ของ
ปานแก้ว อักษรคำ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา
มีนาคม 2546
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

๕๕.๑๖๕

๕๕.๑๖๕

๕๕.๑๖๕

การศึกษาความทนเค็มของข้าวป่าบางชนิด

บทคัดย่อ

ของ

ปานแก้ว อักษรคำ

21 ก.ค. 2546

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา

มีนาคม 2546

๕๕.๑๖๕

ปานแก้ว อักษรขำ. (2546). การศึกษาความทนเค็มของข้าวป่าบางชนิด. ปรินุณยานิพนธ์ กศ.ม.

(ชีววิทยา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

คณะกรรมการควบคุม : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิมชัย วงศ์วัฒน์,

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วีระพงศ์ เกียรติสุนทร.

การศึกษามลของไซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อความมีชีวิตของเมล็ดข้าวป่า ความงอก การเจริญเติบโตของต้นกล้า และการสร้างโพสลิน ในข้าวป่า 6 สายพันธุ์ คือ WR - 1 , WR - 6 , W - 0630 , W - 0593 , W - 1625 , Srilanka พบว่าเมื่อแช่เมล็ดข้าวป่าในสารละลายไซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 5 , 10 และ 20 % เป็นเวลา 5 , 10 , 20 และ 40 วัน จากนั้นนำเมล็ดมาตรวจสอบความมีชีวิตโดยวิธี tetrazolium test พบว่า เมล็ดข้าวป่า สายพันธุ์ WR -1 จะสูญเสียความมีชีวิตทั้งหมดในทุกความเข้มข้นของเกลือตั้งแต่ระยะแรกของการแช่ ส่วนสายพันธุ์ W - 0593 จะเริ่มตายที่ความเข้มข้นสูงมากกว่ามีความเข้มข้นต่ำ ส่วนสายพันธุ์ WR - 6 , W - 1625 , Srilanka นั้นตายที่ความเข้มข้นต่ำมากกว่าที่ความเข้มข้นสูงเมื่อเพาะเมล็ดข้าวป่าทั้ง 6 สายพันธุ์ ในสารละลายไซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 0.25 , 0.5 , 0.75 , 1.0 , 1.25 และ 1.5 % และสังเกตการงอกทุกวัน จนครบ 7 วัน พบว่าการงอกของเมล็ดข้าวป่าทุกสายพันธุ์ลดลงเมื่อความเข้มข้นของไซเดียมคลอไรด์เพิ่มมากขึ้น และพันธุ์ที่ทนทานที่สุด คือ Srilanka เมื่อให้ไซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ในสารละลายธาตุอาหารแก่ต้นกล้าอายุ 1 , 7 และ 14 วัน แล้วให้สารละลายนั้นเลี้ยงต้นกล้าจนครบ 28 วัน ผลการทดลองแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกเป็นต้นกล้าที่อายุน้อยที่สุด มีความทนทานมากกว่าต้นกล้าอายุมาก ได้แก่ สายพันธุ์ W - 0630 , W - 1625 ส่วนสายพันธุ์ที่เหลือ คือ WR - 1 , WR - 6 , W - 0593 , Srilanka ต้นกล้าอายุมากจะทนทานมากกว่าต้นกล้าอายุน้อย พบว่าสายพันธุ์ที่มีความทนทานต่อไซเดียมคลอไรด์มากที่สุด คือ Srilanka และรองลงมาคือ W - 0593 และสายพันธุ์ WR -1 นั้นอ่อนแอที่สุด การทดสอบผลของไซเดียมคลอไรด์ต่อการสร้างโพสลินในต้นกล้าข้าวป่าอายุ 1 , 7 และ 14 วัน ในสายพันธุ์ Srilanka , WR - 6 , WR - 1 ซึ่งมีความทนทานต่อไซเดียมคลอไรด์สูง ปานกลาง อ่อนแอ ตามลำดับ นั้นพบว่าเมื่อความเข้มข้นของไซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้นปริมาณโพสลินในต้นกล้าของทุกสายพันธุ์ที่ทดสอบก็เพิ่มขึ้นด้วย แต่ปริมาณโพสลินไม่ได้สูงสัดในสายพันธุ์ที่ทนทานต่อเกลือสูง แสดงว่าน่าจะมีกลไกอื่นอีกที่นอกเหนือจากโพสลิน ที่เกี่ยวข้องกับการทนเค็มของข้าวป่าเหล่านี้ซึ่งควรจะมีการศึกษาต่อไป

STUDY ON SALT – TOLERANCE IN SOME WILD RICE
SPECIES

AN ABSTRACT
BY
PANKAEW AKSORNKHUM

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

Pankaew Aksornkhum. (2003). *Study on salt – tolerance in some wild rice species.*

Master thesis , M.Ed. (Biology). Bangkok : Graduate School , Srinakharinwirot University.

Advisor Committee : Assist. Prof. Dr. Chalermchai Wongwattan , Assist. Prof. Dr. Verapong Kiatsoonthorn.

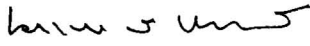
Study on salt – tolerance in wild rice were conducted in 6 varieties; WR – 1 , WR – 6 , W – 0593 , W – 1625 , W – 0630 and Srilanka; in order to determine the effect of sodium chloride on seed viability and germination, seedling growth and proline accumulation in these weeds. After soaking the seeds in 5, 10 and 20 % NaCl solutions for 5, 10, 20 and 40 days, viability of WR-1 seeds, detected by TZ test, rapidly decreased in all NaCl solutions. High concentration of NaCl (10 and 20 %) severely affected seed viability of W-0593 variety, whereas the lower concentration (5 %) killed seeds faster than the higher ones in WR-6, W-1625 and Srilanka. Seed germination decreased with the increase of NaCl concentrations in all varieties tested and Sri lanka variety was the most tolerant in this stage of growth. When NaCl was applied with nutrient solution to 1, 7 and 14 day-old seedlings, younger seedling was more tolerant to NaCl in W-0630 and W-1625 varieties and the older one was more tolerant in the rest of varieties. In seedling stage, Srilanka was the most tolerant variety, followed by W-0593, and the most susceptible was WR-1. Proline accumulation in all three-age seedlings of Srilanka, WR-6 and WR-1; the tolerant, moderate and susceptible varieties, respectively; increased with the increase of NaCl concentrations. However, the tolerant one did not accumulate higher proline concentration than the others. This indicated that proline was not the only mechanism of salt tolerance in these wild rice varieties.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

การศึกษาความทนเค็มของข้าวป่าบางชนิด

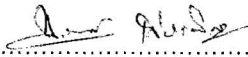
ของ
นางสาวปานแก้ว อักษรขำ

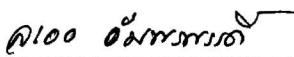
ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

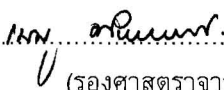
..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. นภาพร หะวานนท์)
วันที่ ..7.... เดือน มีนาคม พ.ศ. 2546

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

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

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

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

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(รองศาสตราจารย์ เรณู ศรีสำราญ)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือและแนะนำอย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เฉลิมชัย วงศ์วัฒนะ , ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วีระพงศ์ เกียรติสุนทร , ดร. ละออ อัมพรพรรดี , รองศาสตราจารย์ เรณู ศรีสำราญ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ให้ความช่วยเหลือในเรื่องเครื่องมือวิทยาศาสตร์ และสารเคมี ต่างๆ ส่วนหนึ่ง

ขอขอบพระคุณมารดา และขอบคุณพี่-น้องในครอบครัว เพื่อนๆ และรุ่นน้อง ที่ให้กำลังใจ มาโดยตลอด

ปานแก้ว อักษรขำ

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายในการวิจัย.....	2
ความสำคัญของการวิจัย.....	2
ขอบเขตของการวิจัย.....	2
สมมุติฐานของการวิจัย.....	2
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของข้าวป่า.....	4
ความหมายของดินเค็ม.....	4
ผลของความเค็มต่อการเจริญเติบโตของพืช.....	6
กลไกการอยู่รอดของพืชดินเค็ม.....	7
ความสามารถในการทนเค็มของข้าว.....	7
อิทธิพลของความเค็มต่อการงอกของเมล็ดข้าว.....	8
อิทธิพลของความเค็มต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว.....	9
การปรับตัวของพืชต่อภาวะเครียด.....	9
กระบวนการสร้างโพรลิน.....	10
ความสำคัญของโพรลินในการปรับตัวของพืชต่อสภาวะขาดน้ำ.....	10
การทดสอบความมีชีวิตของเมล็ดโดยวิธีเตตราโซเลียม.....	12
3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	14
พืชทดลอง.....	14
อุปกรณ์.....	14
สารเคมี.....	15
วิธีการดำเนินการทดลอง.....	15
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	17
ระยะเวลาในการทำการทดลอง.....	17

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัย.....	18
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	61
บรรณานุกรม.....	69
ภาคผนวก.....	73
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	77

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

1 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆที่มีต่อความมีชีวิตของ เมล็ดข้าวปาสายพันธุ์ WR - 1 ที่แช่ไว้เป็นระยะเวลาต่างๆกัน.....	20
2 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆที่มีต่อความมีชีวิตของ เมล็ดข้าวปาสายพันธุ์ WR - 6 ที่แช่ไว้เป็นระยะเวลาต่างๆกัน.....	20
3 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆที่มีต่อความมีชีวิตของ เมล็ดข้าวปาสายพันธุ์ W - 0593 ที่แช่ไว้เป็นระยะเวลาต่างๆกัน.....	21
4 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆที่มีต่อความมีชีวิตของ เมล็ดข้าวปาสายพันธุ์ W - 0630 ที่แช่ไว้เป็นระยะเวลาต่างๆกัน.....	21
5 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆที่มีต่อความมีชีวิตของ เมล็ดข้าวปาสายพันธุ์ W - 1625 ที่แช่ไว้เป็นระยะเวลาต่างๆกัน.....	22
6 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆที่มีต่อความมีชีวิตของ เมล็ดข้าวปาสายพันธุ์ Srilanka ที่แช่ไว้เป็นระยะเวลาต่างๆกัน.....	22
7 ผลของโซเดียมคลอไรด์ตามความเข้มข้นต่างๆที่มีต่อความงอกของ เมล็ดข้าวปาสายพันธุ์ต่างๆที่ 7 วันหลังเพาะ.....	31
8 ผลของโซเดียมคลอไรด์ตามความเข้มข้นต่างๆที่มีต่อความยาวต้นของ เมล็ดข้าวปาสายพันธุ์ต่างๆที่ 7 วันหลังเพาะ.....	32
9 ผลของโซเดียมคลอไรด์ตามความเข้มข้นต่างๆที่มีต่อความยาวรากของ เมล็ดข้าวปาสายพันธุ์ต่างๆที่ 7 วันหลังเพาะ.....	33
10 เปอร์เซนต์ความงอกและเปอร์เซนต์การฟื้นตัว (Recovery) ของเมล็ดข้าวปาสายพันธุ์ ต่างๆ ที่ 7 วันหลังเริ่มทดสอบ.....	34
11 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆที่ให้แก่ต้นกล้าสายพันธุ์ WR - 1 ที่อายุ 1 , 7 และ 14 วันที่มีต่อความสูงต้นกล้าที่28วันหลังเริ่มให้เกลือ.....	36
2 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆที่ให้แก่ต้นกล้าสายพันธุ์ WR - 1 ที่อายุ 1 , 7 และ 14 วันที่มีต่อความยาวรากที่28วันหลังเริ่มให้เกลือ.....	37

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง

หน้า

13 ผลของไซเตียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆที่ให้แก่ต้นกล้าสายพันธุ์ WR - 6 ที่อายุ 1 , 7 และ 14 วันที่มีต่อความสูงต้นกล้าที่28วันหลังเริ่มให้เกลือ.....	40
14 ผลของไซเตียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆที่ให้แก่ต้นกล้าสายพันธุ์ WR - 6 ที่อายุ 1 , 7 และ 14 วันที่มีต่อความยาวรากที่28วันหลังเริ่มให้เกลือ.....	41
15 ผลของไซเตียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆที่ให้แก่ต้นกล้าสายพันธุ์ W - 0593 ที่อายุ 1 , 7 และ 14 วันที่มีต่อความสูงต้นกล้าที่28วันหลังเริ่มให้เกลือ.....	44
16 ผลของไซเตียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆที่ให้แก่ต้นกล้าสายพันธุ์ W - 0593 ที่อายุ 1 , 7 และ 14 วันที่มีต่อความยาวรากที่28วันหลังเริ่มให้เกลือ.....	45
17 ผลของไซเตียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆที่ให้แก่ต้นกล้าสายพันธุ์ W - 0630 ที่อายุ 1 , 7 และ 14 วันที่มีต่อความสูงต้นกล้าที่28วันหลังเริ่มให้เกลือ.....	47
18 ผลของไซเตียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆที่ให้แก่ต้นกล้าสายพันธุ์ W - 0630 ที่อายุ 1 , 7 และ 14 วันที่มีต่อความยาวรากที่28วันหลังเริ่มให้เกลือ.....	48
19 ผลของไซเตียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆที่ให้แก่ต้นกล้าสายพันธุ์ W - 1625 ที่อายุ 1 , 7 และ 14 วันที่มีต่อความสูงต้นกล้าที่28วันหลังเริ่มให้เกลือ.....	51
20 ผลของไซเตียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆที่ให้แก่ต้นกล้าสายพันธุ์ W - 1625 ที่อายุ 1 , 7 และ 14 วันที่มีต่อความยาวรากที่28วันหลังเริ่มให้เกลือ.....	52
21 ผลของไซเตียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆที่ให้แก่ต้นกล้าสายพันธุ์ Srilanka ที่อายุ 1 , 7 และ 14 วันที่มีต่อความสูงต้นกล้าที่28วันหลังเริ่มให้เกลือ.....	55
22 ผลของไซเตียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆที่ให้แก่ต้นกล้าสายพันธุ์ Srilanka ที่อายุ 1 , 7 และ 14 วันที่มีต่อความยาวรากที่28วันหลังเริ่มให้เกลือ.....	56
23 ผลของไซเตียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆที่มีต่อปริมาณโพรลินของข้าวปา สายพันธุ์ Srilanka , WR - 6 , WR - 1	60

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	กราฟแสดงความงอกของเมล็ดข้าวปาสายพันธุ์ Srilanka ที่ได้รับ โซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆกันที่ 1 ถึง 7 วันหลังเพาะ.....	25
2	กราฟแสดงความงอกของเมล็ดข้าวปาสายพันธุ์ WR - 1 ที่ได้รับ โซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆกันที่ 1 ถึง 7 วันหลังเพาะ.....	26
3	กราฟแสดงความงอกของเมล็ดข้าวปาสายพันธุ์ W - 0630 ที่ได้รับ โซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆกันที่ 1 ถึง 7 วันหลัง.....	27
4	กราฟแสดงความงอกของเมล็ดข้าวปาสายพันธุ์ WR - 6 ที่ได้รับ โซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆกันที่ 1 ถึง 7 วันหลัง.....	28
5	กราฟแสดงความงอกของเมล็ดข้าวปาสายพันธุ์ W - 0593 ที่ได้รับ โซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆกันที่ 1 ถึง 7 วันหลัง.....	29
6	กราฟแสดงความงอกของเมล็ดข้าวปาสายพันธุ์ W - 1625 ที่ได้รับ โซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆกันที่ 1 ถึง 7 วันหลัง.....	30
7	ผลของโซเดียมคลอไรด์ที่ให้แก่ต้นกล้าข้าวปาสายพันธุ์ WR - 1 อายุ 1 , 7 และ 14 วัน ที่มีต่อความสูงของต้นกล้าที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ.....	35
8	ผลของโซเดียมคลอไรด์ที่ให้แก่ต้นกล้าข้าวปาสายพันธุ์ WR - 6 อายุ 1 , 7 และ 14 วัน ที่มีต่อความสูงของต้นกล้าที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ.....	39
9	ผลของโซเดียมคลอไรด์ที่ให้แก่ต้นกล้าข้าวปาสายพันธุ์ WR - 0593 อายุ 1 , 7 และ 14 วัน ที่มีต่อความสูงของต้นกล้าที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ.....	43
10	ผลของโซเดียมคลอไรด์ที่ให้แก่ต้นกล้าข้าวปาสายพันธุ์ W - 0630 อายุ 1 , 7 และ 14 วัน ที่มีต่อความสูงของต้นกล้าที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ.....	46
11	ผลของโซเดียมคลอไรด์ที่ให้แก่ต้นกล้าข้าวปาสายพันธุ์ W - 1625 อายุ 1 , 7 และ 14 วัน ที่มีต่อความสูงของต้นกล้าที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ.....	50
12	ผลของโซเดียมคลอไรด์ที่ให้แก่ต้นกล้าข้าวปาสายพันธุ์ Srilanka อายุ 1 , 7 และ 14 วัน ที่มีต่อความสูงของต้นกล้าที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ.....	54

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ปัจจุบันพื้นที่ทำการเกษตรในประเทศไทยมีแนวโน้มลดลง สาเหตุเนื่องจากดินที่ใช้ในการเกษตรมีศักยภาพต่ำ อาทิเช่นดินเปรี้ยว ดินตื้นมีลูกรังปน ดินทราย และดินเค็ม โดยเฉพาะดินเค็มพบว่า 10% ของพื้นที่ทำการเกษตรกำลังเผชิญกับปัญหาดินเค็มและมีแนวโน้มว่าจะมีการแพร่กระจายและทวีความรุนแรงมากขึ้น ดังนั้นจึงควรศึกษาถึงปัญหานี้เพื่อหาแนวทางป้องกันและแก้ไข ให้สามารถนำพื้นที่เหล่านี้มาใช้ประโยชน์ได้

จากการศึกษาพื้นที่ดินเค็มในประเทศไทยสามารถแบ่งออกเป็นเขตตามพื้นที่ได้สองเขต คือบริเวณชายฝั่งทะเลที่น้ำท่วมถึงเป็นประจำซึ่งเป็นบริเวณที่มีความเค็มสูง ส่วนอีกบริเวณหนึ่งได้แก่พื้นที่บางส่วนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือโดยเฉพาะพื้นที่แอ่งโคราชและแอ่งสกลนคร จากการสำรวจของกรมพัฒนาที่ดินโดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียมประกอบกับการสำรวจภาคสนาม ได้คาดคะเนว่าพื้นที่ที่ประสบปัญหาดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีประมาณ 17.8 ล้านไร่ แบ่งเป็นดินเค็มจัดประมาณ 1.5 ล้านไร่ ดินเค็มปานกลางประมาณ 3.7 ล้านไร่ ดินเค็มน้อยประมาณ 12.6 ล้านไร่ และพื้นที่ที่มีศักยภาพในการแพร่กระจายความเค็มประมาณ 19.4 ล้านไร่ ดินเค็มชายทะเลมี 2.3 ล้านไร่ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2539 : 1 - 4) การแบ่งพื้นที่ดินเค็มเพื่อความสะดวกในการวางแผนดำเนินงานและการปรับปรุงดินเค็ม ในบางพื้นที่ที่มีความเค็มสูงมากอาจไม่มีพืชหรือวัชพืชขึ้นอยู่เลย หรืออาจจะมีขึ้นอยู่เพียงไม่กี่ชนิดในปริมาณไม่มากนัก ทำให้ขาดอินทรีย์วัตถุที่จะปรับปรุงดินเกิดการชะล้างพังทลายของหน้าดิน การที่ผิวดินขาดสิ่งปกคลุมจะทำให้ผิวน้ำดินสูญเสียไอน้ำมากส่งผลให้เกิดการเคลื่อนที่ของน้ำใต้ดินขึ้นมาสู่ผิวดินและดึงเอาเกลือจากใต้ดินมาสะสมที่ดินชั้นบนมากขึ้น (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2539 : 2)

การแก้ปัญหาเรื่องพื้นที่การเกษตรลดลง หากใช้วิธีการปรับปรุงสภาพดินเค็มให้ดีขึ้นเพียงด้านเดียวต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง สิ้นเปลืองเวลา และกระทำได้ในพื้นที่จำกัด ดังนั้นเพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์จากพื้นที่ที่มีปัญหาดังกล่าวเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร จึงมีความจำเป็นที่จะต้องคัดเลือกพันธุ์พืชที่สามารถทนเค็มในระดับสูงได้ การศึกษาพืชป่าที่มีการปรับตัวตามธรรมชาติ อาจพบพันธุ์พืชที่ทนเค็มได้ดีและสามารถที่จะศึกษาไปถึงกลไกที่ทำให้สามารถทนเค็ม และใช้พืชที่ทนเค็มนั้นเป็นแหล่งพันธุกรรมเพื่อใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืชปลูกต่อไป

ความมุ่งหมายในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. ศึกษาความทนเค็มของข้าวป่าในระยะงอกและช่วงอายุต่างๆของการเจริญเติบโต เพื่อนำมาใช้ประโยชน์
2. ศึกษากลไกพื้นฐานของการทนเค็มของข้าวป่าบางชนิด

ความสำคัญของการวิจัย

1. เพื่อนำพันธุ์ข้าวป่าที่ได้มาใช้ประโยชน์ได้โดยตรงในพื้นที่ดินเค็ม
2. ทำให้ทราบกลไกเบื้องต้นที่ทำให้เกิดการทนเค็มของข้าวป่า เพื่อเป็นหนทางในการศึกษาและแก้ปัญหาต่อไป
3. ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานและเป็นแหล่งพันธุกรรมสำหรับการปรับปรุงพันธุ์ข้าวต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

ข้าวป่าจำนวน 2 ชนิด 6 สายพันธุ์ คือ *Oryza rufipogon* สายพันธุ์ WR – 6 , WR – 1 จากประเทศไทย สายพันธุ์ W – 0630 , W – 0593 จากประเทศพม่า และสายพันธุ์จากประเทศศรีลังกา และ *Oryza meridionalis* สายพันธุ์ W – 1625 จากประเทศออสเตรเลียนำมาศึกษาผลของโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อความมีชีวิตของข้าวป่า ศึกษาผลของโซเดียมคลอไรด์ต่อการเจริญเติบโตของข้าวป่าที่ระยะต่างๆ และศึกษาผลของโซเดียมคลอไรด์ต่อการสร้างโปรตีนในข้าวป่า โดยใช้ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับต่างๆตามที่กำหนด

สมมติฐานในการวิจัย

ข้าวป่าแต่ละสายพันธุ์อาจมีความสามารถทนเค็ม และกลไกของความทนเค็มต่างกัน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ข้าวเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวอยู่ในสกุล *Oryza* วงศ์ Poaceae ซึ่งในสกุลนี้ประกอบด้วยข้าวหลายชนิดแต่ที่ยอมรับมี 23 ชนิด ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภทตามลักษณะสภาพความเป็นอยู่ คือ ข้าวปลูกและข้าวป่าและข้าวปลูก (cultivated rice) ซึ่งเกิดจากการปลูกของมนุษย์ ประกอบด้วย *Oryza sativa* มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมาก และ *Oryza glaberrima* เป็นข้าวที่เพาะปลูกเฉพาะในแถบตะวันตกของทวีปแอฟริกา ทั้งสองชนิดมีลักษณะที่แตกต่างกัน คือช่อดอกของ *Oryza glaberrima* ไม่มีก้านแขนงที่สอง มีลิ้นใบสั้น และไม่มีขนที่กาบล่าง (lemma) และ กาบบน (palea) ส่วนข้าวป่า (wild rice) เกิดขึ้นตามธรรมชาติและพบได้ทั่วไปในภูมิภาคเอเชียอาคเนย์ ลักษณะข้าวป่าเป็นวัชพืช เมล็ดมีขนาดเล็ก ร่วงง่าย และมีหาง (awn) พบว่าในประเทศไทยมีข้าวป่าแพร่กระจายทั่วประเทศ 5 ชนิด คือ *Oryza rufipogon* , *Oryza nivava* , *Oryza officinalis* , *Oryza granulata* และ *Oryza ridleyi* ทศนิยม สงวนสัจ (2540 : 19)

ข้าวสามารถเจริญเติบโตได้ในดินหลายประเภท เช่นดินกรด ดินเค็ม ข้าวแต่ละพันธุ์มีคุณสมบัติที่ต่างกันมีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมแต่ละแห่งแล้วแต่กรณี ดังนั้นชาวนาและนักวิจัยจึงได้พยายามหาข้าวพันธุ์ดีมาเพาะปลูก ข้าวพันธุ์ดี หมายถึงพันธุ์ข้าวที่ให้เมล็ดคุณภาพดี ผลผลิตสูง ต้านทานโรคและแมลงได้ดี และสามารถปรับตัวเข้ากับความผันแปรของสภาพแวดล้อมและภูมิอากาศที่ต่างกันได้ดี ในการหาข้าวพันธุ์ดีจึงได้มีการปรับปรุงพันธุ์อย่างเป็นอุตสาหกรรมโดยใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ คือการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช และการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวลูกผสม นอกจากนี้ก็เริ่มมีการศึกษาการใช้เทคนิคทางพันธุวิศวกรรม โดยการตัดต่อยีนเพื่อนำยีนที่มีลักษณะที่ต้องการไปใส่ในข้าวพันธุ์ที่ต้องการปรับปรุง จากการศึกษาพบว่าพืชป่ากับพืชปลูกมีความสัมพันธ์กันสามารถใช้พืชป่าเป็นแหล่งพันธุกรรมของพืชปลูกได้ และทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้ดี เพราะมีการปรับตัวและพัฒนามาจนเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมนั้น พืชป่าบางสายพันธุ์ซึ่งมีลักษณะทนต่อโรคและแมลง ทนทานต่อความหนาวเย็น ขึ้นได้ในดินเค็มและดินกรด องค์ประกอบของโปรตีนในเมล็ดสูง ชูศักดิ์ จอมพุก (2536 :3) คุณสมบัติดังกล่าวนี้น่าจะนำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืชเพราะเป็นแหล่งพันธุกรรมที่ดีได้

ความรู้ที่ได้มาจากการศึกษาข้าวป่าที่ทนเค็มอาจนำมาใช้ประโยชน์โดยตรงในพื้นที่ดินเค็มที่มีปัญหา และสามารถนำประโยชน์ในแง่ของการปรับปรุงพันธุ์พืชปลูกให้ทนเค็มได้

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของข้าวป่า

O. rufipogon. เป็นข้าวป่าปีเดียวมีการแพร่กระจายอยู่ในทวีปออสเตรเลียและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้โดยข้าวป่านี้นี้จะมีการแพร่กระจายในพื้นที่ราบลุ่ม ลักษณะโดยทั่วไปลำต้นตั้งสูงปานกลาง ออกดอกเร็วการติดเมล็ดถึงมาก ลักษณะของเมล็ดมีหางยาว เมล็ดหลุดร่วงง่าย ขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ด ระยะเวลาพักตัวค่อนข้างนาน (Hyakutake. 1984) และยังพบว่าข้าวป่าสายพันธุ์นี้สามารถแตกหน่อใหม่ จำนวน 10 - 20 หน่อหลังจากออกรวงแล้ว 10 วัน ส่วนข้าวปลูกหยุดการแตกกอในระยะเจริญพันธุ์ วิไลลักษณ์ พลกลาง และคณะ (2542)

O. meridionalis. สำหรับการแพร่กระจายของข้าวป่าสายพันธุ์นี้ พบว่าค่อนข้างจะพบในที่จำกัดและมีลักษณะแตกต่างจาก *O. rufipogon* มีลักษณะรวงยาวแน่นมีการแตกแขนงและพบมากในที่ราบลุ่มน้ำลึก ตั้งแต่ 15 - 20 เซนติเมตร และเป็นที่โล่งแจ้ง ประนอม มงคลบรรจง. (2543) ข้าวป่าทั้ง 2 สายพันธุ์เป็นข้าวป่าปีเดียว หลังจากเก็บเกี่ยวเมล็ดแล้วต้นเดิมตายไป ส่วนต้นใหม่จะพัฒนาจากเมล็ด

ความหมายของดินเค็ม

ดินเค็ม คือดินที่มีปริมาณเกลือละลายน้ำได้มากเกินไปจนเป็นอันตรายต่อพืช ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อกระบวนการเจริญเติบโต และทำให้ผลผลิตของพืชลดลงอย่างเห็นได้ชัด การวัดความเค็มของดินจะวัดเป็นหน่วยของค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายที่สกัดออกมาจากดินบริเวณที่รากหยั่งถึง ถ้าค่าความเค็มเกินกว่า 2 มิลลิโหมห์ต่อเซนติเมตร (mmho/cm) หรือเดซิซีเมนต์ต่อเมตร (dS/m) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จัดว่าเป็นดินเค็มองค์ประกอบของเกลือในดินเค็มเกิดจากการรวมตัวของธาตุที่มีประจุบวกจำพวกโซเดียม แมกนีเซียม รวมกับธาตุหรืออนุมูลที่มีประจุลบ เช่นคลอไรด์ ซัลเฟตโบคาร์บอเนต และไนเตรต เกลือที่มีมากในดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนืออยู่ในรูปของ โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) คล้ายคลึงกับดินเค็มชายทะเล ยกเว้นแต่ดินเค็มชายทะเลมีแมกนีเซียมอยู่ในรูปของคลอไรด์ และซัลเฟตมากกว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สมศรีอรุณินท์ (2539 :115) เกลือที่ก่อให้เกิดดินเค็มมาจาก 3 แหล่ง คือเกลือจากทะเล (marine sources) เกลือที่มาจากหินและแร่ (lithogenic sources) และเกลือที่มาจากกิจกรรมของมนุษย์ (anthropogenic sources) ดินเค็มมักทำให้เกิดผลเสียต่อการเจริญเติบโตของพืชเนื่องจากความเค็มทำให้ความสามารถในการดูดน้ำของพืชลดลง ซึ่งมีผลกระทบไปถึงการใช้ประโยชน์จากธาตุอาหาร (Greenway. 1973 : 24 - 34)

จากการศึกษาถึงสาเหตุการเกิดดินเค็มในประเทศไทย (กรมพัฒนาที่ดิน. 2539 :19 - 29) สามารถสรุปสาเหตุได้ดังนี้

1. สาเหตุจากธรรมชาติ

1.1 หินหรือแร่ที่อมเกลืออยู่เมื่อสลายตัวหรือผุพังไป โดยขบวนการทางเคมีและทางกายภาพก็จะปลดปล่อยเกลือต่างๆ ออกมา เกลือเหล่านี้อาจจะสะสมอยู่กับที่หรือเคลื่อนตัวไปกับน้ำ แล้วซึมลงสู่ชั้นล่างหรือซึมกลับขึ้นมาบนผิวดินได้โดยการระเหยของน้ำไปโดยพลังงานแสงแดด หรือถูกพืชนำไปใช้

1.2 ดินเค็มที่อยู่ระดับตื้นใกล้ผิวดินเมื่อน้ำใต้ดินซึมขึ้นบนดิน ก็จะทำให้น้ำเกลือขึ้นมาด้วยภายหลังจากที่น้ำระเหยแห้งไปแล้วก็จะทำให้มีเกลือสะสมอยู่บนดินได้

1.3 ที่ลุ่มต่ำที่เป็นที่รวมของน้ำ น้ำแหล่งนี้ส่วนมากจะมีเกลือละลายอยู่เพียงเล็กน้อย แต่เมื่อเวลาผ่านไปนานเข้าก็เกิดการสะสมของเกลือโดยการระเหยของน้ำพื้นที่แบบนี้อาจเป็นหนองน้ำหรือทะเลสาบเก่าก็ได้

2. สาเหตุจากการกระทำของมนุษย์

2.1. การทำนาเกลือ ทั้งวิธีการสูบน้ำเค็มขึ้นมาตากหรือวิธีการขุดคราบเกลือจากผิวดินมาต้ม เกลือที่อยู่ในน้ำทั้งจะมีปริมาณมากพอที่จะทำให้พื้นที่บริเวณใกล้เคียงกลายเป็นพื้นที่ดินเค็มหรือแหล่งน้ำเค็มได้

2.2. การสร้างอ่างเก็บน้ำบนพื้นที่ดินเค็มหรือที่มีน้ำใต้ดินเค็ม ทำให้เกิดการยกระดับของน้ำใต้ดินขึ้นมาทำให้พื้นที่โดยรอบและบริเวณใกล้เคียงเกิดเป็นพื้นที่ดินเค็มได้

2.3 การชลประทานที่ขาดการวางแผนในเรื่องผลกระทบของดินเค็มมักก่อให้เกิดปัญหาต่อพื้นที่ซึ่งใช้ประโยชน์จากระบบชลประทานนั้นๆ แต่ถ้ามีการคำนึงถึงสภาพพื้นที่และศึกษาเรื่องปัญหาดินเค็มเข้าร่วมด้วยจะเป็นการช่วยแก้ปัญหาดินเค็มได้วิธีหนึ่ง

2.4 การตัดไม้ทำลายป่าทำให้สภาพการรับน้ำของพื้นที่ไม่มีประสิทธิภาพ ทำให้เกิดปัญหาตามมาอย่างมากมาจากสภาพทางอุทกธรณีของน้ำเปลี่ยนแปลงไป แทนที่พืชจะใช้น้ำเป็นประโยชน์น้ำกลับไหลลงไปในระบบส่งน้ำใต้ดินเค็มทำให้เกิดปัญหาดินเค็มตามมา

ระดับความเค็มที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยวัดเป็นหน่วยของค่าการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity ; EC) (สำโรง แซ่ตัน. 2532 : 5 ; อ้างอิงจาก U. S. Salinity Lab. Staff . 1954) มีดังนี้

0 – 2 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร (< 0.1%) ความเค็มระดับนี้ไม่มีผลเสียหายต่อพืชหรือมีน้อยมาก

2 – 4 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร (0.1 – 0.2%) เฉพาะพืชที่ไวต่อเกลือมากจะมีผลเสียหาย

4 – 8 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร (0.2 – 0.4%) จะมีผลเสียหายต่อพืชหลายชนิด

8 – 16 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร (0.4 – 0.8%) เฉพาะพืชที่ทนเค็มเท่านั้นที่ขึ้นได้

> 16 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร (> 0.8%) เฉพาะพืชที่ทนเค็มมากบางชนิดที่ขึ้นได้

โดยทั่ว ๆ ไปในดินที่มีโซเดียมคลอไรด์เพียง 0.1 % ก็กระทบกระเทือนต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่หากมีสูงถึง 2-5 % จะไม่มีพืชใดๆ เกิดขึ้นได้เลย ยงยุทธ โอสธสภ (2524) ปัญหาดินเค็มส่วนใหญ่ได้รับอิทธิพลมาจากเอโซเดียมคลอไรด์ และเกลือในดินชั้นบนจะมากกว่าดินชั้นล่าง สุพรรณิ โรจนเปรมสุข (2533)

ผลของความเค็มต่อการเจริญเติบโตของพืช

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าความเค็มมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยเมื่อความเค็มเพิ่มขึ้นการเจริญเติบโตของพืชจะลดลง ซึ่งความเค็มจะมีผลต่อกระบวนการเมตาบอลิซึมของพืช ส่งผลให้พืชเจริญเติบโตผิดปกติ ผลผลิตที่ได้มีปริมาณลดลงหรือในบางครั้งพืชอาจจะทนทานไม่ไหวและตายในที่สุด

ความเค็มมีผลกระทบต่อกระบวนการเมตาบอลิซึมของพืช ในหลายๆด้าน ดังเช่นมีผลทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงของพืชลดลง เพราะความเค็มมีผลต่อกิจกรรมของเอนไซม์ที่ใช้ในการตรึง เช่นไรบูโลสไดฟอสเฟตคาบอิกซิเลส [ribulosediphosphate (RuDP) carboxylase] และฟอสโฟเอนอลไพรูเวตคาบอิกซิเลส [phosphoenolpyruvate (PEP) carboxylase] พบว่าเมื่อความเค็มเพิ่มขึ้นกิจกรรมของเอนไซม์ทั้ง 2 ชนิดก็จะเพิ่มขึ้นด้วย นอกจากนี้ความเค็มยังมีผลต่อการหายใจของพืช ทำให้การเจริญเติบโตของพืชที่อยู่ภายใต้สภาวะความเค็มจะถูกจำกัดเพราะมีการหายใจมากขึ้นหรือมีการใช้สารจากกระบวนการสังเคราะห์แสงมากขึ้น และยังพบว่าความเค็มทำให้กระบวนการเมตาบอลิซึมเปลี่ยนแปลงอีก คือยับยั้งการดูดธาตุอาหารอื่นๆ ซึ่งมีผลต่อความสมดุลของประจุพบว่า ความสมดุลระหว่างธาตุโซเดียมกับโปแตสเซียมในสภาพที่มีความเค็มสูงจะเป็นแบบหักล้างกัน คือถ้าปริมาณประจุชนิดหนึ่งเพิ่มขึ้นจะทำให้การดูดซึมประจุอีกชนิดหนึ่งลดลง เมื่อพืชมีการดูดโซเดียมเข้าไปมากจึงทำให้พืชไม่สามารถใช้โปแตสเซียมได้เต็มที่ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2527 : 68 - 72) นอกจากนี้ความเค็มยังมีผลต่อกิจกรรมและคุณสมบัติของเอนไซม์หลายชนิด เช่นเอนไซม์อะไมเลส (amylase) ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาลแต่ผลของความเค็มทำให้กิจกรรมของเอนไซม์อะไมเลสลดลง ซึ่งเป็นผลให้ปริมาณน้ำตาลลดลงด้วย พืชที่เจริญเติบโตในสภาพดินเค็มมีการเจริญเติบโตไม่ดีมีผลเนื่องมาจาก

- ความดันออสโมติก (osmotic pressure) ความดันออสโมติกเกิดจากการที่รากพืชสัมผัสกับสารละลายที่มีเกลือในความเข้มข้นที่สูงทำให้เกิดความแตกต่างของค่าศักย์ (water

potential) จึงเป็นผลให้พืชนำน้ำไปใช้ประโยชน์ได้น้อยลงตามความเข้มข้นของสารละลายเกลือที่เพิ่มสูงขึ้น และเมื่อความเข้มข้นของเกลือมากขึ้นทำให้ค่าศักย์ของสารละลายในดินต่ำกว่าในต้นพืชจึงส่งผลให้น้ำในเซลล์พืชเคลื่อนย้ายจากภายในเซลล์พืชออกสู่ภายนอกส่งผลให้พืชแสดงอาการขาดน้ำ

- ความเป็นพิษเนื่องจากไอออนบางชนิด (toxic effect) เมื่อสารละลายในดินมีความเข้มข้นของไอออนสูงพืชจะดูดและสะสมไอออนเหล่านั้นจนถึงระดับเป็นพิษและมีผลโดยตรงต่อสรีรวิทยาของพืช เมื่อพืชได้รับโซเดียมคลอไรด์ ความเค็มของเกลือจะทำให้พืชดูดสะสมไอออน ผลที่เกิดขึ้นใหญ่เกิดจากความเข้มข้นของโซเดียมและคลอไรด์ที่มีมากเกินไป หรือทำให้พืชขาดน้ำเนื่องจากเกลือเข้าไปมากเกินไป แต่พืชก็จะมีกรรมวิธีในการบรรเทาอาการเป็นพิษจากเกลือโดยการขับเกลือออกทางรากหรือเก็บไว้ในแวคิวโอล

กลไกการอยู่รอดของพืชดินเค็ม

พืชที่สามารถเจริญเติบโตและดำรงชีพอยู่ได้ในดินเค็มเพราะพืชมีกลไกดังต่อไปนี้
ยงยุทธ โสภธสกา (2524ก.)

1. ทนทรหด (salt tolerance) การที่พืชทนได้นั้นพืชต้องสามารถปรับความดันออสโมติกโดยมีการสะสมเกลือภายในเซลล์มากจนสามารถลดแรงดันออสโมติก (osmotic potential) ของ cell sap ให้ต่ำพอที่จะรักษา potential gradient ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับเซลล์ภายในระดับที่พืชสามารถดูดน้ำไปใช้อัตราปกติได้

2. ทนเพราะรู้จักหลบ (salt avoidance) พืชรู้จักทนเกลือเพราะรู้จักหลบโดยการ

- ขับเกลือออกทางต่อมเกลือซึ่งอยู่ที่ใบ
- จำกัดการดูดไอออนบางชนิดทางรากและจำกัดการเคลื่อนย้ายไอออนสู่ส่วนยอด
- สะสมเกลือไว้ในใบแก่แล้วปล่อยให้ร่วงหล่น
- เพิ่มความอวบของใบแก่แล้วปล่อยให้ร่วงหล่น

ความสามารถในการทนเค็มของข้าว

พืชแต่ละชนิดมีความสามารถในการทนเค็มแตกต่างกันไป แม้แต่พืชชนิดเดียวกันแต่ต่างสายพันธุ์ก็มีความสามารถในการทนเค็มไม่เท่ากัน ความสามารถอันนี้จึงทำให้พืชบางชนิดสามารถเจริญเติบโตได้ในพื้นที่ดินเค็มที่มีระดับความเค็มแตกต่างกัน ความทนเค็มของพืช หมายถึงความสามารถที่พืชจะดำรงชีวิตอยู่ได้แม้ระดับเกลือในดินจะสูง ทั้งนี้พืชดังกล่าวอาจจะไม่เจริญเติบโตเลยหรือเจริญเติบโตเพียงเล็กน้อย แต่ที่สำคัญคือสามารถมีชีวิตอยู่ได้ในสภาวะเช่นนั้น ข้าว

จัดว่าเป็นพืชที่ทนเค็ม ความสามารถเหล่านี้เป็นผลมาจากข้าวสามารถปรับความเข้มข้นของสารละลายภายในเซลล์ หรือมีกรรมวิธีเก็บกักสารละลายเกลือไว้ในที่จำกัด ไม่ให้เข้าไปเกี่ยวข้องกับกิจกรรมของเอนไซม์ หรือควบคุมให้สารละลายเกลือในรูปไอออนเคลื่อนย้ายไปสู่ใบในอัตราที่ต่ำ และจากการศึกษาพบว่าข้าวเป็นพืชที่ทนเค็มได้ปานกลาง (Kaddah, et al. 1973 : 24 – 34 ; ยงยุทธ โอสดสภ. 2521 : 65 – 71)

อิทธิพลความเค็มต่อการงอกของเมล็ดข้าว

ในการคัดเลือกพันธุ์พืชที่จะปลูกในพื้นที่ดินเค็มควรคำนึงถึงความทนเค็มของพืชในระยะงอกเนื่องจากพืชบางชนิดในระยะเจริญเติบโตสามารถทนเค็มได้ แต่จะอ่อนแอในระยะที่เมล็ดงอก เช่นข้าวบาร์เลย์ (Ayers, et al. 1952 : 307 -310) ดินเค็มมีผลกระทบต่อการงอกของเมล็ดสองประการ ประการแรก คือทำให้เมล็ดดูดน้ำได้น้อยลง ประการที่สอง คือการดูดไอออนเข้าไปมากเกินไปจนเป็นพิษ (Ayers and Hayward .1948 : 224 -226) เมล็ดที่สามารถงอกได้ในดินที่มีความเค็มไม่สูงเกินไป อาจจะปรับตัวโดยการดูดไอออนต่างๆเข้าไปทำให้ค่าชลศกย์ภายในพืชต่ำกว่าค่าชลศกย์ของสารละลายภายในดินจึงทำให้พืชสามารถดูดน้ำได้ตามปกติ (Kaddah, et al. 1973 : 845 - 847) ในข้าวก็เช่นเดียวกันจึงได้มีการศึกษาเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าวในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ พบว่าเกลือโซเดียมคลอไรด์มีผลต่อการงอกของเมล็ด เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ในสารละลายที่ใช้เพาะเมล็ดจะทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดข้าวลดลง และความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์เพียง 0.2 % มีผลทำให้ประสิทธิภาพการงอกของเมล็ดลดลง อัญชลี แพทย์อุดม (2522 : บทคัดย่อ) นอกจากนี้ยังได้ศึกษาลักษณะการงอกของเมล็ดข้าวที่ความเค็มระดับต่างๆในข้าวต่างสายพันธุ์กัน ซึ่งได้ทำการทดสอบการงอกของเมล็ดข้าว (*Oryza sativa* L.) 3 สายพันธุ์ ได้แก่ Nahda , Agami , Arabi ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นระดับต่างๆ คือ 500 , 1000 และ 2000 ppm พบว่าเมื่อระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้นเปอร์เซ็นต์การงอกจะลดลง และนอกจากนี้ยังพบว่าต้นกล้าที่งอกในสารละลายที่มีระดับความเค็มที่ต่ำ จะมีลักษณะแข็งแรงมากกว่าต้นกล้าที่งอกในระดับความเค็มที่สูง ในระดับความเค็มที่สูงมากเมล็ดข้าวที่งอกได้จะงอกช้ากว่าที่ระดับความเค็มต่ำประมาณ 3 – 4 วัน เหตุที่ทำให้เมล็ดข้าวที่ได้รับสารละลายโซเดียมคลอไรด์ในระดับความเข้มข้นสูงนั้นงอกได้น้อยหรือไม่งอกเลยอาจเป็นผลมาจากความเค็มที่ได้รับส่งผลกระทบต่อกระบวนการเพิ่มขนาดของเซลล์ของสารละลายในเซลล์ซึ่งมีผลทำให้ยับยั้งการดูดน้ำของเมล็ด (Kaddah. 1963 : 105 - 111) หรืออาจมีผลมาจากสารละลายเกลือมีผลต่อศักยภาพโดยตรงจึงทำให้การงอก

ของเมล็ดผิดปกติและหยุดชะงักได้ (Bernstein, 1961 : 909 - 917) หรืออาจมีผลมาจากการทำงานของเอนไซม์ในเมล็ด โดยปกติในการงอกของเมล็ดข้าวนั้น จะมีเอนไซม์ที่ทำหน้าที่ย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาล คือเอนไซม์อัลฟาอะไมเลส (α -amylase) เพื่อเป็นพลังงานในการสร้างสารอินทรีย์ที่จำเป็นต่อการงอกของเมล็ดแต่เอนไซม์อาจจะถูกทำลายด้วยความเค็ม จึงทำให้เกิดพิษเอนไซม์ จึงไม่สามารถทำหน้าที่ได้ตามปกติจึงส่งผลให้เมล็ดไม่งอก

อิทธิพลของความเค็มต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว

ความเค็มก่อให้เกิดปัญหาต่อการเพาะปลูกเป็นอย่างยิ่งโดยเฉพาะต่อการเจริญเติบโตของพืชทำให้พืชไม่สามารถเจริญเติบโตได้สาเหตุมาจากรากของพืชดูดน้ำได้น้อยลงจึงเป็นผลให้พืชขาดน้ำ เนื่องจากปริมาณเกลือในบริเวณรากพืชมีมากเกินไป หรือสาเหตุอื่นๆที่มีผลมาจากความเค็มทำให้พืชไม่เจริญเติบโต มีการทดสอบความเค็มกับพืชหลากหลายชนิด สำหรับข้าวซึ่งเป็นพืชที่ตอบสนองต่อความเค็มเร็วและเป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศไทย มีการวิจัยเกี่ยวกับการทนเค็มของข้าวไว้อย่างกว้างขวาง ซึ่งจากการศึกษาพบว่าข้าวในอายุช่วงระยะหลังกล้าอ่อนจะทนเค็มได้มากขึ้น แต่จะแสดงอาการผิดปกติอีกครั้งในช่วงระยะออกดอกหรือสร้างรวงอ่อนและหลังจากระยะสร้างรวงสร้างเมล็ดแล้วแม้ว่าข้าวจะได้รับความเค็มอีกก็ไม่กระทบกระเทือนต่อผลผลิตมากนัก อาการของข้าวเมื่อได้รับความเค็มจะปรากฏอาการที่ใบแก่ก่อนโดยจะมีลักษณะเหี่ยวที่ขอบใบจากปลายใบเป็นรูปตัววีเข้าหาโคนใบและม้วนตามความยาวจากปลายใบที่แห้งเข้าหาโคนใบ และปลายใบเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลจนกระทั่งตายไป ส่วนที่ใบอ่อนก็จะแสดงอาการคล้ายใบแก่แต่มีความรุนแรงน้อยกว่า ส่วนผลผลิตของข้าวจะลดลง 50 % ถ้าให้ข้าวเจริญเติบโตที่ระดับความเค็มประมาณ 6 เดซิซีเมนต์ต่อเมตรและถ้าให้ระดับความเค็มสูงกว่านี้ข้าวก็อาจจะตายได้ (Sinanuwong, et al. 1977 :1-10) ความเค็มมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว และเกลือที่มีผลมากคือโซเดียมคลอไรด์ สำหรับเกลือของแคลเซียมและแมกนีเซียมไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าว

การปรับตัวของพืชต่อภาวะเครียด

เมื่อพืชได้รับความเครียด ดังเช่นพืชเจริญเติบโตในสภาวะเค็มหรือสภาวะขาดน้ำ จะพบว่าพืชดังกล่าวจะมีการสะสมหรือสร้างสารบางชนิด การสร้างหรือสะสมสารเหล่านี้จะส่งผลถึงการปรับค่าชลลศักย์ในเซลล์ให้ต่ำลง เพื่อพืชจะสามารถดูดน้ำมาใช้ได้ตามปกติโดยพืชแต่ละชนิดอาจจะสร้างสารได้หลายชนิดและแต่ละชนิดก็จะมีปริมาณมากน้อยไม่เท่ากัน และพบว่าในสภาพทั่วไปการสะสมโปรตีนจะมีปริมาณต่ำแต่จะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อความเค็มเพิ่มขึ้น ดังนั้นปริมาณโปรตีน

จึงเกี่ยวข้องกับระดับความเค็ม (Stewart and Lee . 1974 : 279 - 289) สำหรับข้าวบาร์เลย์ที่เจริญเติบโตในสภาวะที่ขาดน้ำจะมีการสะสม แอสพาเตต (aspartate) , กลูตาเมต (glutamate) และโพรลีน (proline) ซึ่งปริมาณของโพรลีนจะมีปริมาณมากที่สุดและยังพบว่าในใบจะมีการสะสมโพรลีนมากที่สุดที่ใบ

กระบวนการสร้างโพรลีน

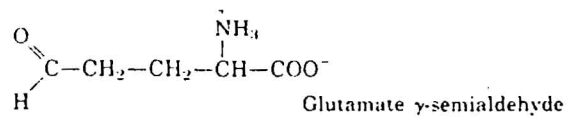
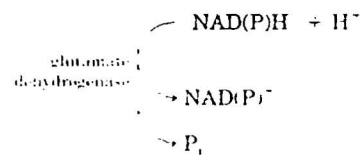
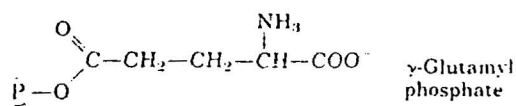
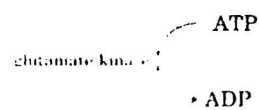
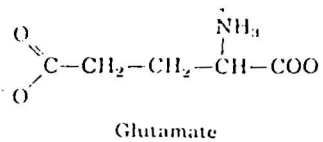
กระบวนการสร้างโพรลีน เริ่มต้นจากสารกลูตาเมต (glutamate) โดยมีเอนไซม์ γ - glutamyl kinase และ γ - glutamyl semialdehyde dehydrogenase ซึ่งเป็นเอนไซม์คู่แรกของกระบวนการจากปฏิกิริยาในขั้นตอนนี้จะได้สาร glutamyl - γ - semialdehyde ต่อจากนั้นเกิดกระบวนการ reduction โดยมี enzyme pyrroline - 5 - caboxylate reductase จากปฏิกิริยานี้จะได้สารโพรลีนซึ่งจะถูกนำไปใช้ในกระบวนการสร้างโปรตีน โพรลีนบางส่วนเคลื่อนย้ายเข้าสู่ท่อลำเลียงอาหาร (ธวัช เรืองโสภณ. 2535 : 19 - 20 ; อ้างอิงจาก Hanson and Hitz. 1982)

ความสำคัญของโพรลีน ในการปรับตัวของพืชต่อสภาวะขาดน้ำ

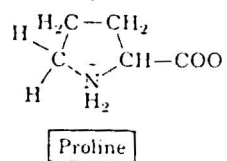
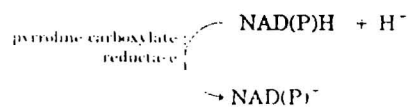
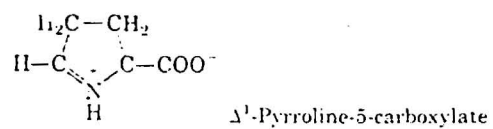
จากการศึกษาหน้าที่ของโพรลีนที่เกี่ยวข้องกับสภาวะการขาดน้ำของพืช สามารถสรุปได้ดังนี้ (วันชัย สังข์สุข. 2541 : 15 ; อ้างอิงจาก นวรัตน์. 2540)

1. เป็นแหล่งเก็บรักษาไนโตรเจนเพื่อนำไปใช้เมื่อได้รับน้ำใหม่
2. เป็นรูปของสารเคมีที่ช่วยในการขนย้ายไนโตรเจนให้ลดลงระหว่างการขาดน้ำ
3. เป็นการเปลี่ยนรูปของ NH_3 ที่สร้างขึ้นมาในระหว่างการขาดน้ำให้อยู่ในรูปของสารเคมีที่ไม่เป็นพิษ
4. เป็น osmotic substance ช่วยทำให้พืชปรับตัวในสภาวะขาดน้ำ
5. เป็นตัวป้องกันการสูญเสียน้ำ

กระบวนการสร้างโพรลีน (Lehninger, Nelson and Cox. 1997 : 699)



nonenzymatic

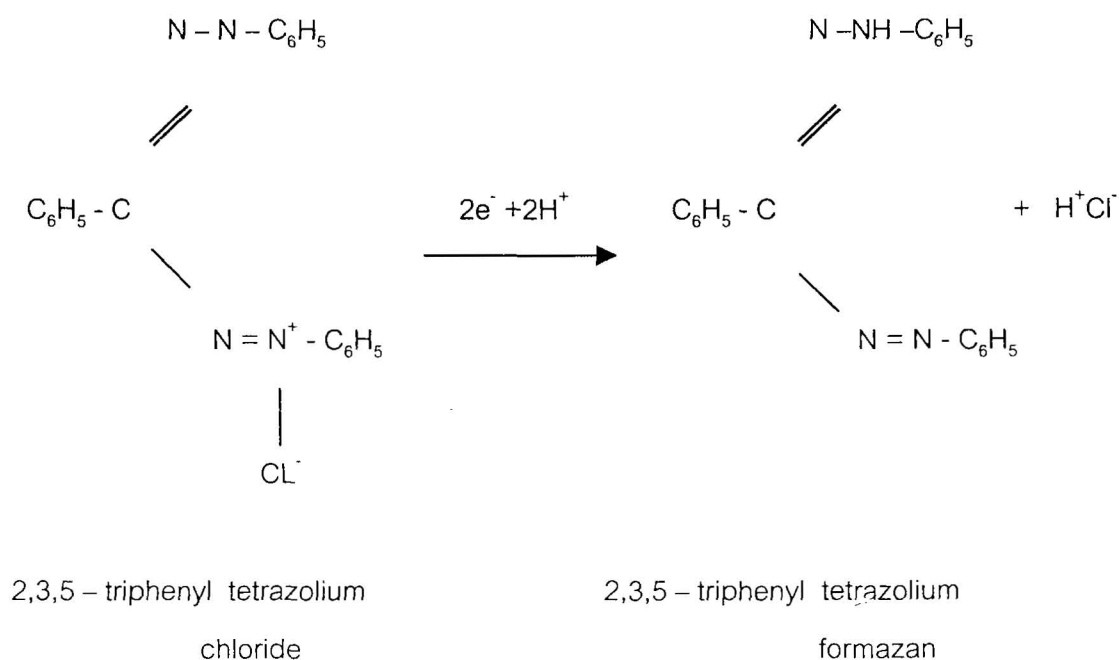


การทดสอบความมีชีวิตของเมล็ดโดยวิธีเตตราโซเลียม (tetrazolium test)

การทดสอบความมีชีวิตของเมล็ดโดยวิธีเตตราโซเลียมนี้เป็นการวัดกิจกรรมของเอนไซม์ดีไฮโดรจีเนส (enzyme dehydrogenase) ซึ่งมีอยู่ในเมล็ดที่มีชีวิต เอนไซม์นี้จะทำให้เกลือของสารที่มีชื่อว่า 2,3,5 – triphenyl tetrazolium chloride ซึ่งอยู่ในรูปของสารละลายที่ไม่มีสีเปลี่ยนเป็น 2,3,5 – triphenyl tetrazolium formazan ซึ่งมีสีแดงและไม่ละลายน้ำ ดังนั้นเมื่อผ่านกระบวนการทดสอบแล้ว เซลล์หรือเนื้อเยื่อที่มีชีวิตจึงเกิดสีแดง ส่วนเซลล์หรือเนื้อเยื่อที่ตายหรือไม่มีชีวิตจะไม่เกิดสี

ข้อดีของการทดสอบความมีชีวิตโดยวิธีเตตราโซเลียม ก็คือสามารถตรวจสอบได้อย่างรวดเร็วและไม่ต้องใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์พิเศษที่เฉพาะเจาะจง เพียงแต่ใช้สารเคมีสำหรับทดสอบ คือ 2,3,5 – triphenyl tetrazolium chloride

การตรวจสอบความมีชีวิตของเมล็ดโดยวิธีเตตราโซเลียม นี้อาศัยหลักพื้นฐานทางชีวเคมีจากปฏิกิริยาของเอนไซม์จำพวกดีไฮโดรจีเนส ซึ่งมีอยู่ในเซลล์ที่มีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ เอนไซม์ดีไฮโดรจีเนส นี้มีบทบาทเกี่ยวข้องกับการหายใจ (respiration) ของเซลล์ทำให้ H^+ ถูกปลดปล่อยออกมา เมื่อทำปฏิกิริยากับสารละลายของเกลือเตตราโซเลียมที่มีชื่อทางเคมีว่า 2,3,5 – triphenyl tetrazolium chloride ซึ่งเป็นสารละลายที่ไม่มีสีและแพร่กระจายได้ (diffusible) ก็จะเปลี่ยนรูปไปเป็นสารใหม่ เรียกว่าฟอร์มazan (formazan) ซึ่งมีสีแดงไม่ละลายน้ำและไม่แพร่กระจาย (non – diffusible) ดังนั้นจึงเห็นเซลล์ที่มีชีวิตมีสีแดง ส่วนเซลล์ที่ตายหรือไม่มีชีวิตซึ่งไม่มีการหายใจไม่มีการปลดปล่อย H^+ ออกมาก็จะไม่เกิดสีแดง



ในการทดสอบเมล็ดด้วยสารละลายเกลือเตตราโซเลียมนี้ สารละลายจะต้องซึมผ่านเข้าไปในเมล็ดเพื่อทำปฏิกิริยากับเซลล์ที่มีชีวิตในปริมาณและเวลาที่เหมาะสม เมล็ดจะต้องมีการดูดซึมน้ำเพื่อให้เปลือกนุ่มเมล็ดพองตัวและกระตุ้นให้มีกระบวนการงอกเกิดขึ้น เมล็ดหรือเนื้อเยื่อของคัพภะที่มีชีวิตและมีความแข็งแรงจะดูดซึมสารละลายของเตตราโซเลียมช้าๆ และให้สีเข้มกว่าเนื้อเยื่อที่อ่อนแอหรือเสื่อมคุณภาพ (จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529 : 106 -124)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. พืชทดลอง

ข้าวป่าที่ใช้ในการทดลองมี 2 ชนิด 6 สายพันธุ์ คือ *Oryza rufipogon* สายพันธุ์ WR – 6 , WR – 1 จากประเทศไทย สายพันธุ์ W – 0630 , W – 0593 จากประเทศพม่า และสายพันธุ์จากประเทศศรีลังกา และ *Oryza meridionalis* สายพันธุ์ W – 1625 จากประเทศออสเตรเลีย

2. อุปกรณ์

- 2.1 กระดาษเพาะเมล็ด
- 2.2 ทรายละเอียด
- 2.3 เครื่องชั่งไฟฟ้าชนิดละเอียด
- 2.4 ตู้อบแห้ง
- 2.5 กรวยกรอง
- 2.6 กระดาษกรอง
- 2.7 สำลี
- 2.8 แวนชยาย
- 2.9 มีดผ่าตัด
- 2.10 ปากคืบ
- 2.11 ภาชนะสำหรับย้อมสี (beaker)
- 2.12 จานเพาะ (petri dishes)
- 2.13 เครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer)
- 2.14 อ่างน้ำแข็ง (ice bath)
- 2.15 วอเตอร์บาธ (water bath)
- 2.16 เครื่องบด (homogenizer)
- 2.17 เครื่องผสมสาร (touch mixer)

3. สารเคมี

- 3.1 โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)
- 3.2 กรดอะซิติก (glacial acetic acid)
- 3.3 กรดฟอสฟอริก (phosphoric acid)
- 3.4 กรดนิไฮดริน (acidninhydrin)
- 3.5 กรดซัลโฟซาลิไซลิก (sulfosalicylic acid)
- 3.6 ทูลูอิน (toluene)
- 3.7 สารละลายธาตุอาหารสูตร Machlis and Torry
- 3.8 2,3,5 – triphenyl tetrazolium chloride

4. วิธีดำเนินการทดลอง

การทดลองครั้งนี้แบ่งงานทดลองออกเป็น 3 การทดลอง ดังนี้

1. ศึกษาผลของโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อความมีชีวิตของเมล็ดข้าวป่า
2. ศึกษาผลของโซเดียมคลอไรด์ต่อการเจริญเติบโตของข้าวป่าในระยะต่างๆ
3. ศึกษาผลของโซเดียมคลอไรด์ต่อการสร้างโปรตีนในข้าวป่า

การดำเนินการทดลองที่ 1 ศึกษาผลของความโซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อความมีชีวิตของเมล็ดข้าวป่า

วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design (RCB) 3 ซ้ำใช้ เมล็ด 20 เมล็ดต่อ 1 ซ้ำความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 4 ระดับ คือ 0 , 5 , 10 และ 20 %

1.1 นำเมล็ดข้าวป่า 6 สายพันธุ์แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นต่างๆ และเมล็ดข้าวป่าตัวเปรียบเทียบที่ไม่ได้แช่ในสารละลายใดๆ (เมล็ดแห้ง) เป็นระยะเวลา 5 , 10 , 20 และ 40 วันตามลำดับ แล้วนำมาทดสอบโดยแกะเปลือกหุ้มเมล็ดออก

1.2 นำเมล็ดที่แกะเปลือกออกแล้วจากข้อ 1.1 ไปแช่ในสารละลายเกลือเตตราโซเลียม 0.1 % ในที่มีด เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำมาล้างน้ำและแช่ในน้ำตลอดเวลาเพื่อป้องกันการเปลี่ยนสี แล้วจึงนำมาประเมินผล

1.3 นำเมล็ดจากข้อ 1.2 ผ่าตามยาวผ่านส่วนของคัพภะ เพื่อดูการติดสีบริเวณใบเลี้ยง (scutellum) , คัพภะ (embryo) และบริเวณที่เชื่อมต่อระหว่างใบเลี้ยงกับคัพภะต้องเกิดสีแดง เพื่อประเมินความมีชีวิตของเมล็ด โดยวิธีเตตราโซเลียมของจวงจันท์ ดวงพัตตรา (2529)

การดำเนินการทดลองที่ 2 ผลของไซเตียมคลอไรด์ต่อการเจริญเติบโตของข้าวป่าที่ระยะต่างๆ

2.1 ผลของไซเตียมคลอไรด์ต่อข้าวป่าในระยะงอก

วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design (RCB) 3 ซ้ำ ความเข้มข้นของไซเตียมคลอไรด์ 7 ระดับ คือ 0 , 0.25 , 0.5 , 0.75 , 1.0 , 1.25 และ 1.5 %

2.1.1 นำกระดาษเพาะเมล็ดวางในจานเพาะเมล็ดแล้วใส่สารละลายไซเตียมคลอไรด์ที่จะทดสอบ 10 มิลลิลิตรจากนั้นใส่เมล็ด 10 เมล็ดแล้วปิดฝาทิ้งไว้ในสภาพห้องทดลอง

2.1.2 นับจำนวนเมล็ดที่งอกทุกวันจนครบ 1 สัปดาห์วัดความยาวต้น – รากของเมล็ดที่งอก ส่วนเมล็ดที่ไม่งอกย้ายลงในจานเพาะที่ใส่น้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร นับเมล็ดที่งอกทุกวันจนครบ 1 สัปดาห์วัดความยาวต้น – รากของเมล็ดที่งอก

2.2 ผลของไซเตียมคลอไรด์ต่อข้าวป่าในระยะต้นกล้าอายุ 1 , 7 และ 14 วัน

วางแผนการทดลองแบบ RCB 3 ซ้ำความเข้มข้นไซเตียมคลอไรด์ 6 ระดับ คือ 0 , 0.5 , 0.75 , 1.0 , 1.25 และ 1.5 % ทำการทดลองเป็นระยะเวลา 28 วัน

2.2.1 ล้างทรายด้วยน้ำสะอาดจนน้ำล้างใสและทรายสะอาด นำไปผึ่งแดดจนแห้ง กรอกทรายใส่ในภาชนะปลูก applied leonardjar (Wongwattana, et al. 1998 : 129 -133) ที่เตรียมไว้สำหรับปลูกและนำไปวางในฐานรองที่บรรจุน้ำกลั่น

2.2.2 นำเมล็ดข้าวป่าจำนวน 10 เมล็ด เพาะลงใน applied leonardjar โดยมีฐานบรรจุน้ำกลั่นเมื่อต้นกล้าอายุ 1 , 7 และ 14 วันคัดเลือกต้นกล้าให้เหลือ 2 ต้น/ขวด ให้สารละลายไซเตียมคลอไรด์ที่จะใช้ทดสอบในฐานรอง และเปลี่ยนสารละลายทุกสัปดาห์เพื่อควบคุมให้ระดับความเข้มข้นของสารละลายจนข้าวป่าอายุครบ 28 วัน

2.2.3 ระหว่างการทดลองทุกสัปดาห์บันทึกอาการของต้นกล้า วัดความสูงจากโคนต้นถึงใบที่ยาวที่สุด

2.2.4 เมื่อต้นกล้าอายุครบ 28 วัน วัดความยาวต้นรากและแยกส่วนของลำต้นกับรากนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 5 วันแล้วชั่งน้ำหนักแห้ง

2.2.5 เปรียบเทียบข้อมูลความสูงและน้ำหนักแห้งของข้าวที่ปลูกในสารละลายที่มีความเข้มข้นต่างๆ

การดำเนินการทดลองที่ 3 ศึกษาผลของไซโตไคนมคลอไรด์ต่อการสร้างโพรงในข้าวป่า

การทดลองนี้คัดเลือกข้าวป่าต่อเนื่องจากผลการทดลองที่ 2 จำนวน 3 สายพันธุ์โดยใช้ความเข้มข้น 0 , 0.5 , 1.0 และ 1.5 % ทดสอบการสร้างโพรงในต้นกล้าอายุ 1 , 7 และ 14 วัน หลังจากให้ไซโตไคนมคลอไรด์นาน 2 สัปดาห์วิเคราะห์หาปริมาณโพรงในต้นโดยวิธีของ เบท และคนอื่น ๆ (Bate,et al. 1973 : 205 –207)

ซึ่งมีกรรมวิธีดังต่อไปนี้

3.1 นำต้นข้าวหนัก 0.5 กรัมบดกับกรดซัลฟิวริกไซลิคเข้มข้น 3% 10 มิลลิตร แล้วกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 2

3.2 นำสารที่กรองได้จำนวน 2 มิลลิตรเติมกรดไนโตริก 2 มิลลิตร และกรดอะซิติก 2 มิลลิตรแล้วนำไปต้มในวอเตอร์บาท์ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

3.3 เมื่อครบ 1 ชั่วโมง หยุดปฏิกิริยาทันทีโดยการนำหลอดทดลองไปแช่ในน้ำแข็งนานประมาณ 10 นาที

3.4 เติมทูลูอิน 4 มิลลิตรผสมสารให้เข้ากันโดยใช้เครื่องผสมสารนาน 20 วินาที แล้วปล่อยให้สารแยกชั้นโดยตั้งทิ้งไว้ 1 – 2 นาที

3.5 ดูดสารละลายทูลูอินที่มีสีซึ่งอยู่ส่วนบนของสารละลายที่แยกชั้น จำนวน 2 มิลลิตร ใส่ในสเปคโตรโฟโตมิเตอร์เซลล์

3.6 วัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์

3.7 นำค่าดูดกลืนแสงที่ได้ไปเทียบกับกราฟมาตรฐาน เพื่อหาปริมาณโพรงในเนื้อเยื่อพืช

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ANOVA เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยใช้ DMRT ที่ 0.05

ระยะเวลาในการทดลอง

เมษายน 2542 – มกราคม 2544

บทที่ 4

ผลการทดลอง

1. ศึกษาผลของไซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อความมีชีวิตของเมล็ดข้าวป่า

จากการทดลองโดยการแช่เมล็ดข้าวป่าในสารละลายไซเดียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้น 0 , 5 , 10 , 20 % เป็นระยะเวลา 5 , 10 , 20 และ 40 วัน แล้วนำเมล็ดมาตรวจสอบความมีชีวิตโดย วิธีเตตราโซเลียม ได้ผลการทดลองดังนี้

สายพันธุ์ WR - 1 พบว่า เมล็ดที่แช่ในสารละลายไซเดียมคลอไรด์ทุกความเข้มข้นตายตั้งแต่หลังแช่สารละลายไปได้ 5 วัน โดยเมล็ดที่ไม่ได้แช่ในสารละลายไซเดียมคลอไรด์จะมีความมีชีวิตประมาณ 50 - 75 % (ตาราง 1)

สายพันธุ์ WR - 6 พบว่า เมล็ดที่แช่ในสารละลายไซเดียมคลอไรด์ เป็นเวลา 5 วันเท่านั้นที่สามารถมีชีวิตอยู่ได้โดยมีชีวิตอยู่ในสารละลายไซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 10 และ 20 % ส่วนที่ความเข้มข้น 5 % เมล็ดแทบไม่มีชีวิตเลย (มีชีวิตเฉลี่ย 0.7 เมล็ด) ส่วนที่ 10 , 20 และ 40 วัน หลังแช่เมล็ดไม่มีชีวิตเลย ยกเว้นในตัวเปรียบเทียบ (ตาราง 2)

สายพันธุ์ w - 0593 พบว่า เมล็ดที่แช่ในสารละลายไซเดียมคลอไรด์ทุกความเข้มข้นตายตั้งแต่หลังแช่สารละลายไปได้ 10 วัน (ในสายพันธุ์นี้ผลการทดลองที่ 5 วันหลังแช่ข้อมูลได้รับความเสียหาย) (ตาราง 3)

สายพันธุ์ w - 0630 พบว่า เมื่อแช่เมล็ดไว้ในสารละลายไซเดียมคลอไรด์เป็นเวลา 5 และ 10 วัน เมล็ดที่แช่ในสารละลายทุกความเข้มข้นยังคงความมีชีวิตสูงประมาณ 65 - 75 % และไม่แตกต่างจากตัวเปรียบเทียบ แต่เมื่อแช่ไว้เป็นระยะเวลา 20 วัน เฉพาะที่ 10 และ 20 % เท่านั้นที่เมล็ดยังคงมีชีวิตและไม่ต่างจากตัวเปรียบเทียบ ส่วนที่ความเข้มข้น 5 และ 10 % นั้นพบว่า ความมีชีวิตของเมล็ดลดลงอย่างมากโดยเฉพาะที่ 5 % เมื่อแช่ไว้ 40 วัน พบว่าเมล็ดตายทั้งหมด ที่ 10 และ 20 % เมล็ดมีชีวิตแค่ 2 - 3 เมล็ดเท่านั้น (ตาราง 4)

สายพันธุ์ w - 1625 พบว่า เมล็ดที่แช่ในสารละลายไซเดียมคลอไรด์ 5 % นั้นความมีชีวิตจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยจะเหลือประมาณครึ่งหนึ่งของตัวเปรียบเทียบภายใน 10 วัน และจะสูญเสียความมีชีวิตทั้งหมดที่ 20 วัน ส่วนที่ความเข้มข้น 10 และ 20 % ในช่วง 10 วัน ความมีชีวิตของเมล็ดลดลงบ้างแต่ความมีชีวิตยังคงสูงอยู่ แต่หลังจากนั้นความมีชีวิตของเมล็ดที่แช่ในสารละลายไซเดียมคลอไรด์ 10 % ก็ลดลงและเหลือประมาณ 18 % ของตัวเปรียบเทียบ หลังจากแช่สารละลายได้ 40 วัน ส่วนเมล็ดที่แช่ในสารละลายไซเดียมคลอไรด์ 20 % พบว่าความมี

ชีวิตลดลงไม่มากนัก และที่ 40 วันหลังแช่พบว่ายังคงมีชีวิตสูงถึงประมาณ 75% ของตัวเปรียบเทียบ (ตาราง 5)

สายพันธุ์ Srilanka ทำการทดสอบเฉพาะช่วงเวลา 5 วันเท่านั้น เนื่องจากเมล็ดไม่พอ พบว่า เมล็ดข้าวป่าสายพันธุ์ Srilanka ที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้นต่างกันทำให้ความมีชีวิตของเมล็ดลดลงแตกต่างกัน คือในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 5 % ทำให้ความมีชีวิตของเมล็ดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติประมาณครึ่งหนึ่งของตัวเปรียบเทียบ ที่สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 10 และ 20 % นั้น พบว่า ความมีชีวิตของเมล็ดลดลงเล็กน้อย และไม่แตกต่างจากตัวเปรียบเทียบ (ตาราง 6)

ตาราง 1 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่มีต่อความมีชีวิตของเมล็ดข้าวป่า
(จำนวนเมล็ดที่ยังมีชีวิต) สายพันธุ์ WR-1 ที่แช่ไว้เป็นระยะเวลาต่างๆ กัน

ความเข้มข้นของ โซเดียมคลอไรด์ (%)	ระยะเวลาที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (วัน)			
	5	10	20	30
0	13.3 a ^{1/}	10.3 a	15 a	10 a
0.5	0.7 b	0 b	0 b	0 b
10.0	0 b	1 b	0.3 b	1 b
20.0	0 b	0.7 b	0 b	0 b

1/ ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ
ที่ DMRT 0.05

ตาราง 2 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่มีต่อความมีชีวิตของเมล็ดข้าวป่า
(จำนวนเมล็ดที่ยังมีชีวิต) สายพันธุ์ WR-6 ที่แช่ไว้เป็นระยะเวลาต่างๆ กัน

ความเข้มข้นของ โซเดียมคลอไรด์ (%)	ระยะเวลาที่แช่ในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (วัน)			
	5	10	20	30
0	5 a ^{1/}	3 a	4.7 a	3.7 a
0.5	0.7 b	0 b	0 a	0 b
10.0	8.7 a	0 b	0.3 a	0.3 b
20.0	5.3 a	0 b	0 a	0 b

1/ ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ
ที่ DMRT 0.05

ตาราง 3 ผลของไซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่มีต่อความมีชีวิตของเมล็ดข้าวป่า
(จำนวนเมล็ดที่ยังมีชีวิต) สายพันธุ์ W-0593 ที่แช่ไว้เป็นระยะเวลาต่างๆ กัน

ความเข้มข้นของ ไซเดียมคลอไรด์ (%)	ระยะเวลาที่แช่ในสารละลายไซเดียมคลอไรด์ (วัน)		
	10	20	40
0	8.3 a ^{1/}	13.3 a	10 a
5.0	2.7 b	0.7 b	0.7 b
10.0	0 c	0.3 b	0.3 b
20.0	0 แ	0 b	0.3 b

1/ ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ
ที่ DMRT 0.05

ตาราง 4 ผลของไซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่มีต่อความมีชีวิตของเมล็ดข้าวป่า
(จำนวนเมล็ดที่ยังมีชีวิต) สายพันธุ์ W-0630 ที่แช่ไว้เป็นระยะเวลาต่างๆ กัน

ความเข้มข้นของ ไซเดียมคลอไรด์ (%)	ระยะเวลาที่แช่ในสารละลายไซเดียมคลอไรด์ (วัน)			
	5	10	20	30
0	9.7 a ^{1/}	18 a	16 a	19 a
0.5	6 b	12.7 a	1 c	0 c
10.0	8.3 a	12.3 a	11 b	2 bc
20.0	5.7 a	15.3 a	16.3 a	3 c

1/ ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่
DMRT 0.05

ตาราง 5 ผลของไซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่มีต่อความมีชีวิตของเมล็ดข้าวป่า
(จำนวนเมล็ดที่ยังมีชีวิต) สายพันธุ์ W - 1625 ที่แช่ไว้เป็นระยะเวลาต่างๆ กัน

ความเข้มข้นของ ไซเดียมคลอไรด์ (%)	ระยะเวลาที่แช่ในสารละลายไซเดียมคลอไรด์ (วัน)			
	5	10	20	30
0	19 a ^{1/}	18.7 a	19.3 a	18.7 a
0.5	10.3 c	8 c	0 d	0.3 d
10.0	16.3 ab	12.3 bc	8.7 c	3.3 c
20.0	13.7 bc	14.3 ab	14 b	14 b

1/ ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ
ที่ DMRT 0.05

ตาราง 6 ผลของไซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่มีต่อความมีชีวิตของเมล็ดข้าวป่า
(จำนวนเมล็ดที่ยังมีชีวิต) สายพันธุ์ Sri Lanka ที่แช่ไว้ 5 วัน

ความเข้มข้นของ ไซเดียมคลอไรด์ (%)	ระยะเวลาที่แช่ในสารละลายไซเดียมคลอไรด์ (วัน)	
	5	
0	14.7 a ^{1/}	
5.0	7.7 b	
10.0	12 ab	
20.0	13.3 a	

1/ ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ
ที่ DMRT 0.05

2. ศึกษาผลของไซเตียมคลอไรด์ต่อการเจริญเติบโตของข้าวป่าที่ระยะต่าง ๆ

2.1 ผลของไซเตียมคลอไรด์ต่อข้าวป่าในระยะงอก

จากการทดลองโดยการนับจำนวนเมล็ดที่งอกทุกวันหลังเพาะเป็นเวลา 7 วัน พบว่าสายพันธุ์ Srilanka นั้นสามารถงอกได้ในสารละลายไซเตียมคลอไรด์ทุกความเข้มข้น ที่ทดสอบ โดยที่ความเข้มข้น 0.25 และ 0.5 % จะเริ่มงอกที่ 2 วันหลังเพาะ และที่ความเข้มข้น 0.75 และ 1.0 % จะเริ่มงอกที่ 3 วันหลังเพาะ และที่ความเข้มข้นสูง 1.25 และ 1.5 % จะเริ่มงอกที่ 4 วันหลังเพาะ (ภาพประกอบ 1) ส่วนสายพันธุ์ WR - 1 , w - 0630 และ WR - 6 นั้นเมล็ดจะงอกได้ในสารละลายไซเตียมคลอไรด์ความเข้มข้นสูงสุด ที่ 1.0 % เท่านั้น โดยการงอกจะเกิดช้าลงตามความเข้มข้นของเกลือที่เพิ่มขึ้น ที่ 1.0 % ไซเตียมคลอไรด์ ข้าวป่าทั้ง 3 สายพันธุ์ จะเริ่มงอกที่ 3 , 3 และ 6 วันหลังเพาะตามลำดับ (ภาพประกอบ 2 , 3 , 4) ส่วนในข้าวป่าสายพันธุ์ w - 0593 และ w - 1625 นั้นการงอกของเมล็ดได้รับผลกระทบจากสารละลายไซเตียมคลอไรด์มากที่สุด โดยทั้ง 2 สายพันธุ์ สามารถงอกได้ในสารละลายไซเตียมคลอไรด์ตามความเข้มข้นสูงสุด ที่ 0.75 % เท่านั้น โดยเริ่มงอกที่ 4 และ 3 วันหลังเพาะตามลำดับ ส่วนที่ความเข้มข้นอื่นๆ นั้นการงอกจะช้ากว่าปกติ (ภาพประกอบ 5 , 6)

เมื่อดูความงอกที่ 7 วันหลังเพาะ พบว่า เมื่อความเข้มข้นของไซเตียมคลอไรด์เพิ่มขึ้นความงอกของเมล็ดจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ในข้าวป่าทุกสายพันธุ์แต่จะแตกต่างกันในระหว่างสายพันธุ์ จะพบว่าในสายพันธุ์ Srilanka เมล็ดสามารถงอกได้ทุกความเข้มข้นจนถึง 1.5 % แต่ความงอกมีประมาณ 3 % เท่านั้น ส่วนในสายพันธุ์ WR - 1 , WR - 6 และ w - 0630 จะงอกได้จนถึงความเข้มข้น 1.0 % เท่านั้น ส่วนในสายพันธุ์ w - 0593 และ w - 1625 จะงอกได้จนถึงความเข้มข้น 0.75 % เท่านั้น สารละลายไซเตียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่ำ อาจไม่มีผลหรือมีผลกระทบเพียงเล็กน้อยต่อการงอกของเมล็ดข้าวป่า ในสายพันธุ์ WR - 1 การงอกของเมล็ดในสารละลายไซเตียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 0.25 และ 0.5 % นั้นไม่แตกต่างจากตัวเปรียบเทียบ ส่วนเมล็ดข้าวป่าสายพันธุ์อื่นๆ ยกเว้น WR - 6 นั้น การงอกไม่ได้รับผลกระทบจากไซเตียมคลอไรด์ ที่ 0.25 % และที่ความเข้มข้นของไซเตียมคลอไรด์สูงกว่านี้จะทำให้ความงอกของทุกสายพันธุ์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการงอกของเมล็ดข้าวป่าสายพันธุ์ WR - 6 นั้น ได้รับผลกระทบจากไซเตียมคลอไรด์ทุกความเข้มข้นที่ทดสอบ (ตาราง 7)

ความยาวของต้นและรากของต้นกล้าที่ 7 วันหลังเพาะ พบว่า การตอบสนองต่อไซเตียมคลอไรด์ จะเป็นไปในลักษณะเดียวกันกับการงอกของเมล็ด แต่ไซเตียมคลอไรด์ทุกความเข้มข้นที่ทดสอบจะมีผลกระทบต่อความยาวของต้นและราก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแม้สารละลายไซเตียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นต่ำ จะไม่มีผลหรือมีผลน้อยต่อการงอกของเมล็ดข้าวป่าบางสายพันธุ์ แต่จะมีผลกระทบต่ออาการเจริญเติบโตของต้นกล้าหลังงอก (ตาราง 8 , 9)

ระยะงอกข้าวปาสายพันธุ์ Srilanka จะมีความทนทานต่อสารละลายไซเดียมคลอไรด์มากที่สุด ส่วนสายพันธุ์ที่มีความทนทานปานกลางได้แก่ สายพันธุ์ WR - 1 และ สายพันธุ์ W - 0630 และสายพันธุ์ที่มีความทนทานน้อยที่สุดได้แก่ สายพันธุ์ WR - 6 , W - 0593 และสายพันธุ์ W - 1625

หลังจากเพาะเมล็ดในสารละลายไซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่างๆ เป็นระยะเวลา 7 วัน แล้ว เมล็ดที่ไม่งอกในแต่ละความเข้มข้นจะถูกย้ายลงไปเพาะในน้ำกลั่นอีกครั้งเป็นเวลา 7 วันเพื่อดูว่าเมล็ดเหล่านั้นจะมีการฟื้นตัวได้หรือไม่ เมล็ดที่ทำการฟื้นตัวในน้ำกลั่น ส่วนใหญ่จะงอกหมดแต่มีในบางสายพันธุ์ที่ไม่งอก เมล็ดที่ไม่งอกในน้ำกลั่นก็ไม่มีการฟื้นตัวอีกเลย

ที่ 0.25 % เมล็ดข้าวเกือบทุกสายพันธุ์งอกได้ดี ทำให้ไม่มีการฟื้นตัวอีก ยกเว้นสายพันธุ์ WR - 6 และ W - 0593 ซึ่งมีความงอกในตอนแรกค่อนข้างต่ำและมีการฟื้นตัว 10 และ 7 % ตามลำดับ

ที่ 0.5 % เปอร์เซนต์ความงอกของเมล็ดในสารละลายไซเดียมคลอไรด์ ส่วนยังค่อนข้างสูง เมล็ดที่ไม่งอกเมื่อนำมาฟื้นตัวค่อนข้างงอกต่ำ

ที่ 0.75 - 1.5 % ความเค็มเริ่มมีผลต่อการงอกของเมล็ดมากขึ้น ทำให้เปอร์เซนต์ความงอกของเมล็ดลดต่ำลง โดยเฉพาะที่ 1.25 และ 1.5 % เมล็ดข้าวปาสายพันธุ์ ยกเว้น สายพันธุ์ Srilanka จะไม่งอกเลย แต่เมล็ดที่ไม่งอกนั้นบางส่วนยังไม่สูญเสียความมีชีวิต เมื่อย้ายเมล็ดเหล่านั้นลงในน้ำกลั่นเมล็ดบางส่วนหรือส่วนใหญ่ (ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ และความเข้มข้นเกลือในช่วงแรก) ก็งอกออกมาได้ โดยเฉพาะสายพันธุ์ WR - 1 และ W - 1625

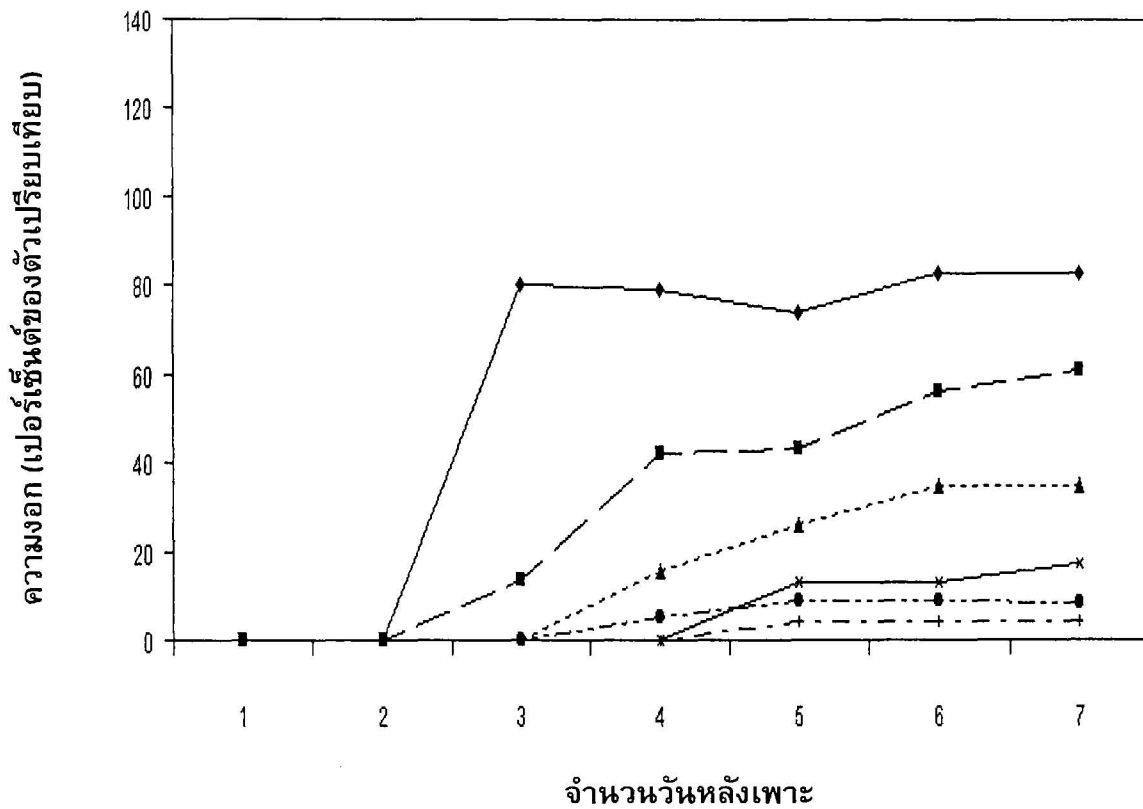
จะมีการฟื้นตัวสูงมาก สายพันธุ์ Srilanka มีการฟื้นตัวปานกลาง ส่วนที่เหลืออีก 3 สายพันธุ์นั้นมีการฟื้นตัวต่ำเพียง 10 - 30 % (ตาราง 10)

หลังจากทดสอบการฟื้นตัวแล้ว เมล็ดที่ยังคงไม่งอกจะนำมาแกะเปลือกออกแล้วเพาะในน้ำกลั่น จะพบว่าไม่งอกและเน่าในที่สุด

2.2 ผลของไซเดียมคลอไรด์ต่อข้าวปาสายพันธุ์ในระยะต้นกล้าอายุ 1 , 7 และ 14 วัน

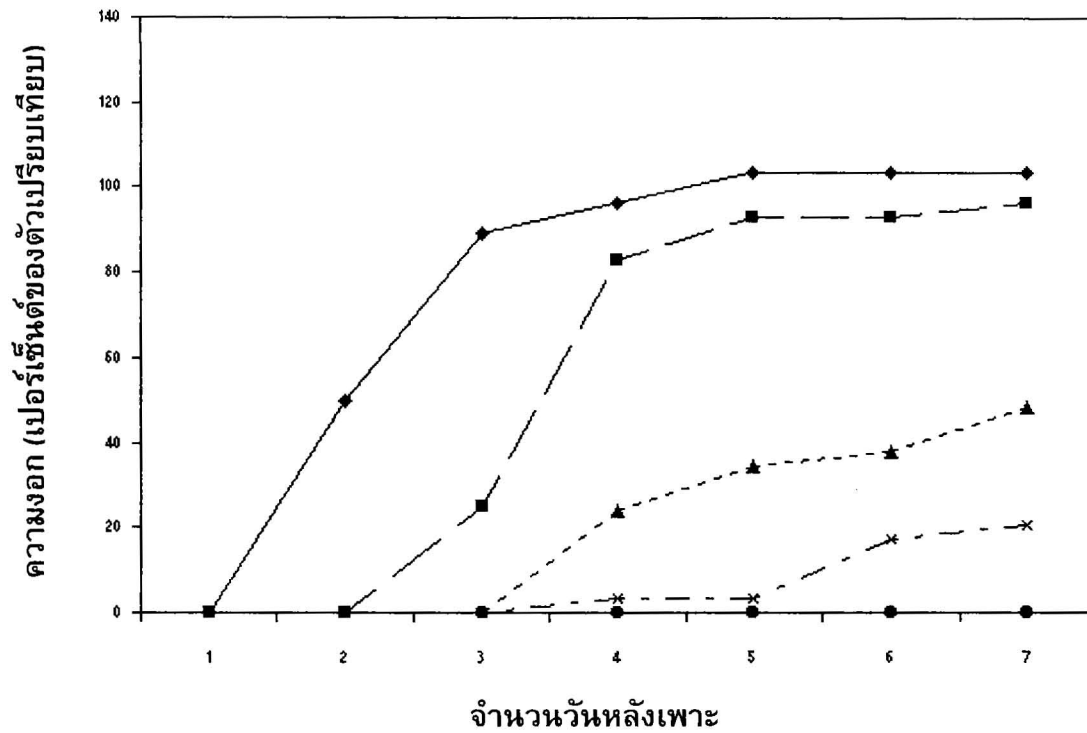
จากการเลี้ยงต้นกล้าอายุ 1 , 7 และ 14 วัน แล้วให้สารละลายไซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่างๆ กัน พบว่า

สายพันธุ์ WR - 1 ความสูงของต้นกล้าทั้ง 3 อายุจะลดลงเมื่อความเข้มข้นของไซเดียมคลอไรด์และจำนวนวันเพิ่มขึ้น ความสูงของต้นกล้าทั้ง 3 อายุจะลดลงในลักษณะเดียวกันไม่แตกต่างกันมาก (ภาพประกอบ 7) หลังจากให้เกลือ 28 วัน พบว่าความสูงของต้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การตอบสนองต่อสารละลายไซเดียมคลอไรด์ของต้นกล้าแต่ละอายุมีความแตกต่างกัน ในต้นกล้าอายุ 1 และ 7 วันที่ความเข้มข้น 1.5 % มีผลยับยั้งความสูงของต้นกล้ามากที่สุด โดยต้นกล้ามีความสูง 7.73 และ 8.36 ซม. ตามลำดับ และในต้นกล้าอายุ 14 วันที่ความเข้มข้น 1.25 % มีผลกระทบต่อด้านกล้ามากที่สุดโดยต้นกล้ามีความสูง 19.43 ซม.



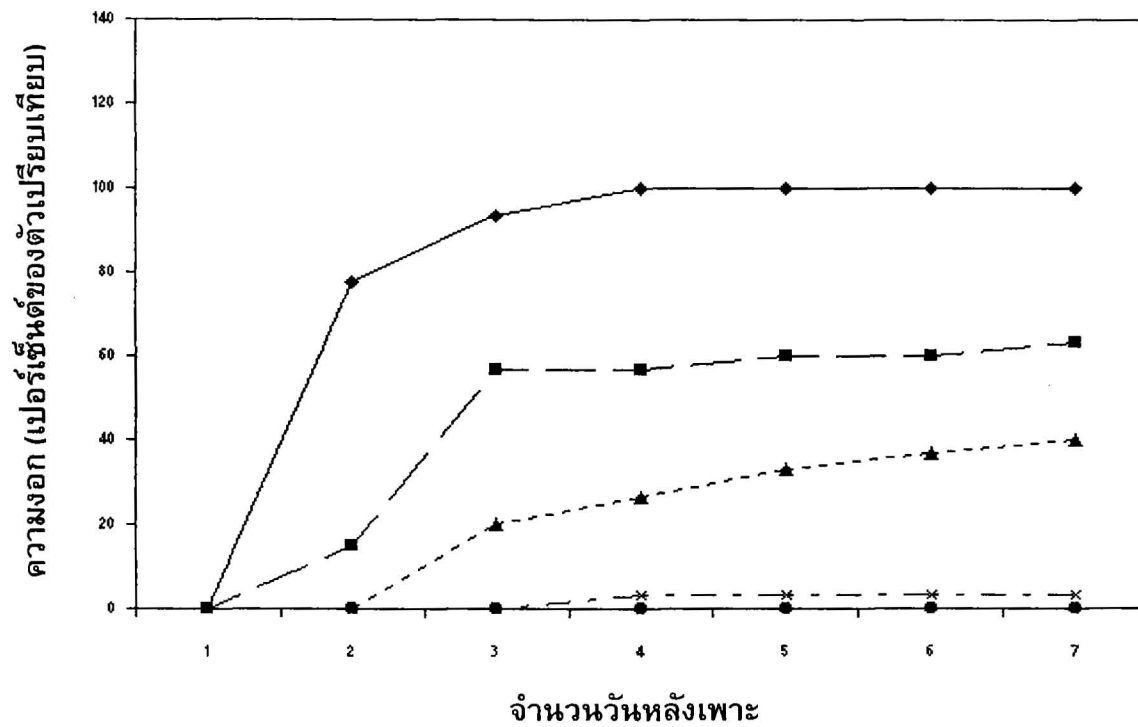
ภาพประกอบ 1 แสดงความงอกของเมล็ดข้าวป่าสายพันธุ์ Srilanka ที่ได้รับไซโตไคนนคลอไรด์ ความเข้มข้นต่างๆ กัน ที่ 1 ถึง 7 วันหลังเพาะ

- | | | | |
|-------|-----------------------|-------|-----------------------|
| —◆— | ไซโตไคนนคลอไรด์ 0.25% | —■— | ไซโตไคนนคลอไรด์ 0.50% |
| --▲-- | ไซโตไคนนคลอไรด์ 0.75% | —×— | ไซโตไคนนคลอไรด์ 1.00% |
| --●-- | ไซโตไคนนคลอไรด์ 1.25% | --+-- | ไซโตไคนนคลอไรด์ 1.50% |



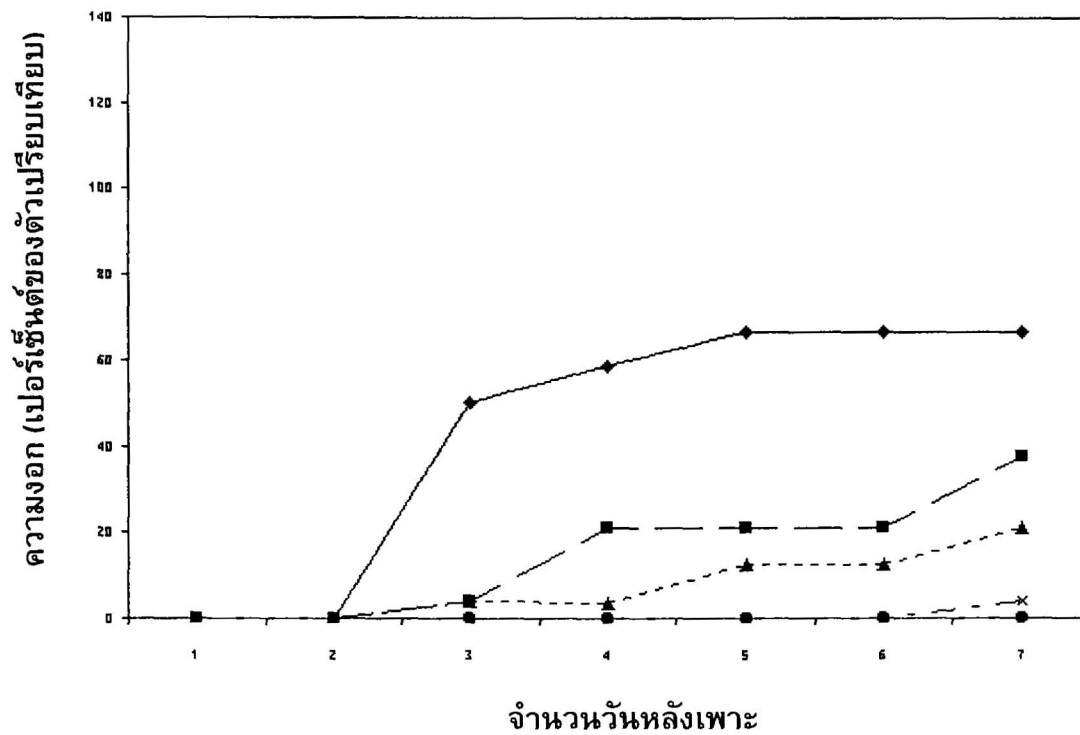
ภาพประกอบ 2 แสดงความงอกของเมล็ดข้าวป่าสายพันธุ์ WR - 1 ที่ได้รับโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้นต่างๆ กัน ที่ 1 ถึง 7 วันหลังเพาะ

- | | |
|----------------------------|---------------------------|
| —◆— โซเดียมคลอไรด์ 0.25% | —■— โซเดียมคลอไรด์ 0.50% |
| --▲-- โซเดียมคลอไรด์ 0.75% | —×— โซเดียมคลอไรด์ 1.00% |
| --●— โซเดียมคลอไรด์ 1.25% | --+— โซเดียมคลอไรด์ 1.50% |



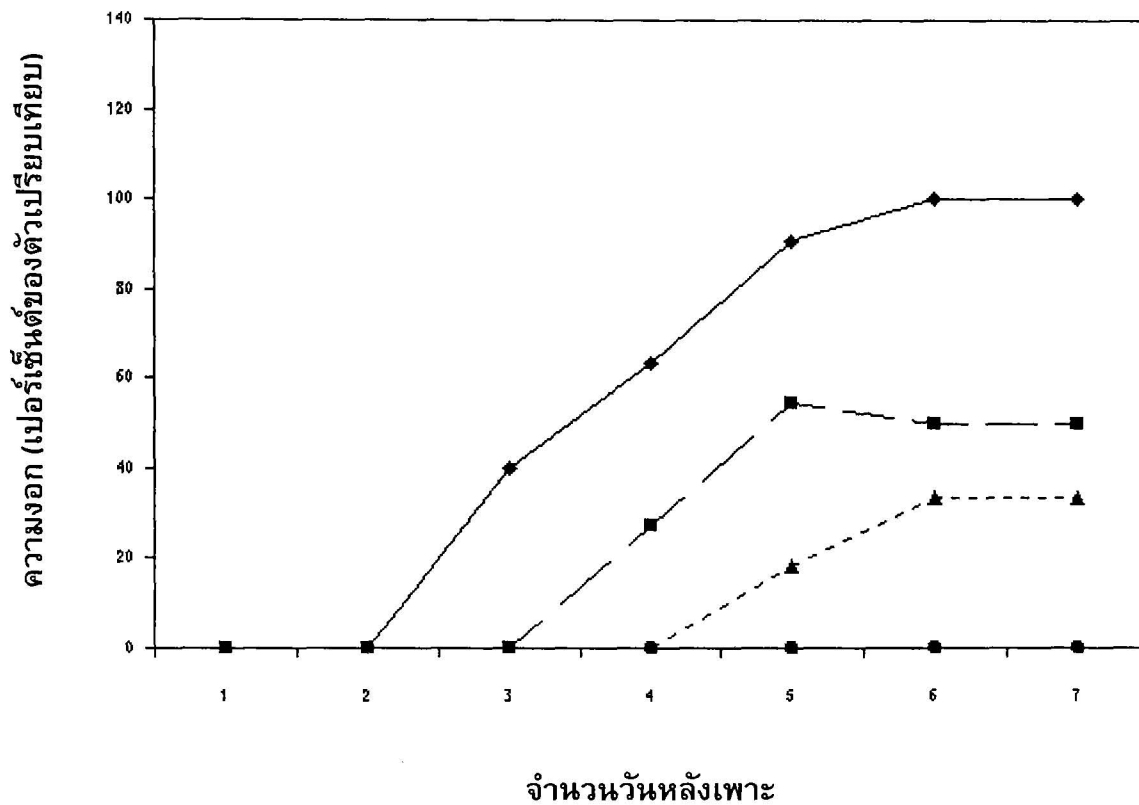
ภาพประกอบ 3 แสดงความงอกของเมล็ดข้าวปาสายพันธุ์ W-0630 ที่ได้รับรับซาลิไซลิกแอซิดความเข้มข้นต่างๆ กัน ที่ 1 ถึง 7 วันหลังเพาะ

- | | | | |
|-------|----------------------|------|----------------------|
| —◆— | ซาลิไซลิกแอซิด 0.25% | —■— | ซาลิไซลิกแอซิด 0.50% |
| --▲-- | ซาลิไซลิกแอซิด 0.75% | —×— | ซาลิไซลิกแอซิด 1.00% |
| --●-- | ซาลิไซลิกแอซิด 1.25% | --+— | ซาลิไซลิกแอซิด 1.50% |



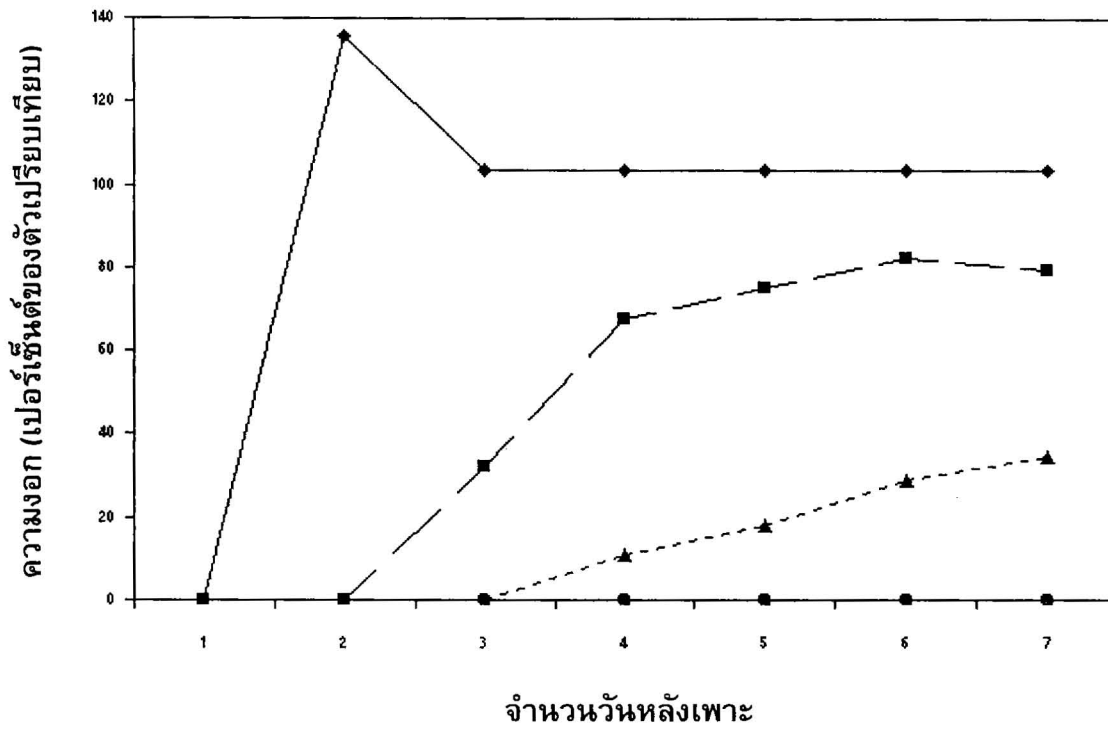
ภาพประกอบ 4 แสดงความงอกของเมล็ดข้าวป่าสายพันธุ์ WR - 6 ที่ได้รับไซโตไคนนคลอไรด์ ความเข้มข้นต่างๆ กัน ที่ 1 ถึง 7 วันหลังเพาะ

- | | | | |
|-------|-----------------------|------|-----------------------|
| —◆— | ไซโตไคนนคลอไรด์ 0.25% | —■— | ไซโตไคนนคลอไรด์ 0.50% |
| --▲-- | ไซโตไคนนคลอไรด์ 0.75% | —×— | ไซโตไคนนคลอไรด์ 1.00% |
| --●— | ไซโตไคนนคลอไรด์ 1.25% | --+— | ไซโตไคนนคลอไรด์ 1.50% |



ภาพประกอบ 5 แสดงความงอกของเมล็ดข้าวป่าสายพันธุ์ W - 0593 ที่ได้รับไซโตไคนมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ กัน ที่ 1 ถึง 7 วันหลังเพาะ

- | | | | |
|-------|-----------------------|-------|-----------------------|
| —◆— | ไซโตไคนมคลอไรด์ 0.25% | —■— | ไซโตไคนมคลอไรด์ 0.50% |
| --▲-- | ไซโตไคนมคลอไรด์ 0.75% | —×— | ไซโตไคนมคลอไรด์ 1.00% |
| --●— | ไซโตไคนมคลอไรด์ 1.25% | - -+— | ไซโตไคนมคลอไรด์ 1.50% |



ภาพประกอบ 6 แสดงความงอกของเมล็ดข้าวโพดสายพันธุ์ W-1625 ที่ได้รับรับโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้นต่างๆ กัน ที่ 1 ถึง 7 วันหลังเพาะ

- | | | | |
|-------|----------------------|------|----------------------|
| —◆— | โซเดียมคลอไรด์ 0.25% | —■— | โซเดียมคลอไรด์ 0.50% |
| --▲-- | โซเดียมคลอไรด์ 0.75% | —×— | โซเดียมคลอไรด์ 1.00% |
| --●-- | โซเดียมคลอไรด์ 1.25% | --+— | โซเดียมคลอไรด์ 1.50% |

ตาราง 7 ผลของไซเตียมคลอไรด์ตามความเข้มข้นต่างๆ ที่มีต่อความงอกของเมล็ดข้าวป่าสายพันธุ์ต่างๆ ที่ 7 วันหลังเพาะ

ความเข้มข้นของ		WR-1		WR-6		W-0630		W-0593		W-1625		Srilanka	
ไซเตียมคลอไรด์ (%)		% ของ	% ของ	% ของ	% ของ	% ของ	% ของ	% ของ	% ของ	% ของ	% ของ	% ของ	% ของ
0 0.25 0.50 0.75 1.0 1.25 1.5	ความ	ตัว	ความ	ตัว	ความ	ตัว	ความ	ตัว	ความ	ตัว	ความ	ตัว	ตัว
	งอก ^{1/}	เปรียบ	งอก	เปรียบ	งอก	เปรียบ	งอก	เปรียบ	งอก	เปรียบ	งอก	เปรียบ	เปรียบ
		เทียบ ^{2/}		เทียบ		เทียบ		เทียบ		เทียบ		เทียบ	เทียบ
	96.7a ^{3/}	100	80a	100	100a	100	40a	100	96.7ab	100	76.7a	100	100
	100a	103.5	53.3b	66.6	100a	100	40a	100	100a	103.5	63.3ab	82.6	82.6
	93.3a	96.6	30bc	37.5	63.3b	63.3	23.3ab	58.3	76.7b	79.5	46.7b	60.8	60.8
	46.7b	48.2	13.3cd	16.6	40c	40	13.3ab	33.25	33.3c	34.5	26.7c	34.7	34.7
	20c	20.7	3.3cd	4.1	3.3d	3.3	0b	0	0d	0	13.3cd	17.4	17.4
	0d	0	0d	0	0d	0	0b	0	0d	0	6.7cd	8.6	8.6
	0d	0	0d	0	0d	0	0b	0	0d	0	3.3d	4.3	4.3

^{1/} ความงอกของเมล็ดข้าวป่า (เปอร์เซ็นต์)

^{2/} ความงอกของเมล็ดข้าวป่าคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของตัวเปรียบเทียบ

^{3/} ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ DMRT 0.05

ตาราง 8 ผลของไซเตียมคลอไรด์ตามความเข้มข้นต่างๆ ที่มีต่อความยาวต้นของเมล็ดข้าวป่าสายพันธุ์ต่างๆ ที่ 7 วันหลังเพาะ

ความเข้มข้นของ		WR-1		WR-6		W-0630		W-0593		W-1625		Srilanka	
ไซเตียมคลอไรด์ (%)	ชม. ^{1/}	% ของ		% ของ		% ของ		% ของ		% ของ		% ของ	
		ตัว	เปรียบเทียบ ^{2/}	ตัว	เปรียบเทียบ	ตัว	เปรียบเทียบ	ตัว	เปรียบเทียบ	ตัว	เปรียบเทียบ	ตัว	เปรียบเทียบ
0	6.4a ^{3/}	100		5a	100	6.1a	100	5.7a	100	5.5a	100	3.3a	100
0.25	4.0b	62		3.4b	69	4.4b	72.1	2.8b	49.4	2.7b	49.1	1.9b	58
0.50	0.5c	7.3		1.1c	22.7	3.2c	52.5	1.7bc	29.5	0.4c	7.8	0.8c	23.1
0.75	0.3c	4.7		1.2c	24.1	0.8d	13.1	0.3c	5.8	0.2cd	4.2	0.7c	21
1.0	0.2cd	3.1		0.1c	2	0.1d	2.1	0c	0	0d	0	0.3c	8.1
1.25	0d	0		0c	0	0d	0	0c	0	0d	0	0.2c	5.1
1.5	0d	0		0c	0	0d	0	0c	0	0d	0	0.1c	3.9

^{1/} ความยาวต้นของเมล็ดข้าวป่า (เซนติเมตร)

^{2/} ความยาวต้นของเมล็ดข้าวป่าคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของตัวเปรียบเทียบ

^{3/} ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ DMRT 0.05

ตาราง 9 ผลของโชนีเยมคลอไรด์ตามความเข้มข้นต่างๆ ที่มีต่อความยาวรากของเมล็ดข้าวปาสายพันธุ์ต่างๆ ที่ 7 วันหลังเพาะ

ความเข้มข้นของ		WR-1		WR-6		W-0630		W-0593		W-1625		Srilanka	
โชนีเยมคลอไรด์ (%)	ช.ม. ^{1/}	% ของ		% ของ		% ของ		% ของ		% ของ		% ของ	
		ตัว		ตัว		ตัว		ตัว		ตัว		ตัว	
		เปรียบ		เปรียบ		เปรียบ		เปรียบ		เปรียบ		เปรียบ	
		เทียบ ^{2/}		เทียบ		เทียบ		เทียบ		เทียบ		เทียบ	
0	6.9a ^{3/}	100	6.1a	100	5.7a	100	7.4a	100	2.8a	100	5.4a	100	100
0.25	5.5b	79.5	4.9a	80.2	4.9b	86.7	5.4a	72.3	2.4b	85.7	4.9a	90.7	90.7
0.50	2.0c	29.6	3.4b	55.4	3.3c	57.1	4.9a	66	1.4c	50	2.2b	41.5	41.5
0.75	0.8d	12.1	2.8b	46.1	1.9d	32.6	1.4b	18.8	0.9d	34.6	2.1b	38.6	38.6
1.0	0.4d	5.4	0.3c	4.9	0.4e	7.5	0b	0	0c	0	0.4c	7.5	7.5
1.25	0e	0	0c	0	0e	0	0b	0	0c	0	0.5c	8.8	8.8
1.5	0e	0	0c	0	0e	0	0b	0	0c	0	0.2c	3.2	3.2

^{1/} ความยาวรากของเมล็ดข้าวปาส (เซนติเมตร)

^{2/} ความยาวรากของเมล็ดข้าวปาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของตัวเปรียบเทียบ

^{3/} ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ DMRT 0.05

ตาราง 10 เปอร์เซ็นต์ความงอกและเปอร์เซ็นต์การฟื้นตัว (Recovery) ของเมล็ดข้าวปาสายพันธุ์ต่างๆ ที่ 7 วันหลังเริ่มทดสอบ

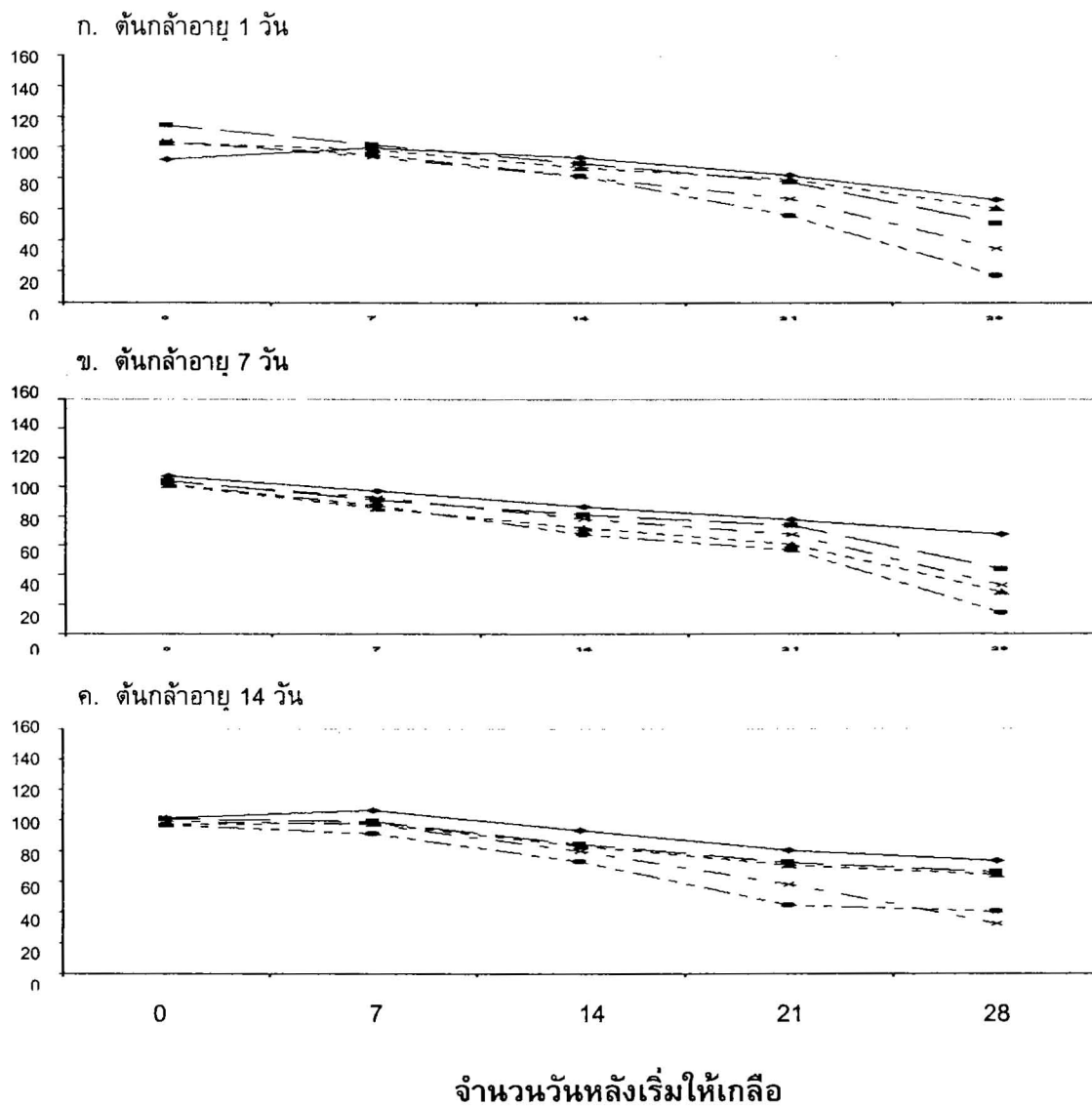
NaCl (%)	WR-1			WR-6			W0630			W0593			W1625			Srilanka		
	G ^{1/}	R ^{2/}	T ^{3/}	G	R	T	G	R	T	G	R	T	G	R	T	G	R	T
0.00	96.7	0	97	80.0	0	80	100.0	0	100	40.0	0	40	96.7	0	97	76.7	0	77
0.25	100.0	0	100	53.3	10	63	100.0	0	100	40.0	7	47	100.0	0	100	63.3	0	63
0.50	93.3	3	96	30.0	3	33	63.3	17	80	23.3	10	33	76.7	17	94	46.7	13	60
0.75	46.7	53	100	13.3	30	43	40.0	10	50	13.3	7	20	33.3	63	96	26.7	43	70
1.00	20.0	70	90	3.3	30	33	3.3	17	20	0.0	23	23	0.0	100	100	13.3	37	50
1.25	0.0	97	97	0.0	23	23	0.0	17	17	0.0	17	17	0.0	83	83	6.7	50	57
1.50	0.0	97	97	0.0	13	13	0.0	30	30	0.0	13	13	0.0	93	93	3.3	43	46

^{1/} G = เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ด

^{2/} R = การฟื้นตัวของเมล็ด (เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดหลังจากย้ายลงในน้ำกลั่น)

^{3/} T = เปอร์เซ็นต์ความงอกทั้งหมดของเมล็ด

ความงอก (เปอร์เซ็นต์ของตัวเปรียบเทียบกับ)



ภาพประกอบ 7 ผลของไซโตไคนมคลอไรด์ที่ให้แก่ต้นกล้าข้าวป่าสายพันธุ์ WR - 1 อายุ 1, 7 และ 14 วัน ที่มีต่อความสูงของต้นกล้า ที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ

- | | | | |
|-------|-----------------------|-------|-----------------------|
| —●— | ไซโตไคนมคลอไรด์ 0.50% | —■— | ไซโตไคนมคลอไรด์ 0.75% |
| --▲-- | ไซโตไคนมคลอไรด์ 1.00% | - -x- | ไซโตไคนมคลอไรด์ 1.25% |
| - -●- | ไซโตไคนมคลอไรด์ 1.50% | | |

ตาราง 11 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่าง ๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าข้าวป่าสายพันธุ์ WR-1 ที่อายุ 1 , 7 และ 14 วัน ที่มีต่อความสูงต้นกล้าที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ

ความเข้มข้นของ โซเดียมคลอไรด์ (%)	อายุต้นกล้า (วันหลังงอก)					
	1		7		14	
	ชม. ^{1/}	% ของ	ชม.	% ของ	ชม.	% ของ
		ตัวเปรียบเทียบ ^{2/}		ตัวเปรียบเทียบ		ตัวเปรียบเทียบ
0	44.20a ^{3/}	100	58.90a	100	59.66a	100
0.50	29.33b	66	39.50ab	67	44.03b	74
0.75	22.46bc	51	25.70bc	44	39.43b	66
1.0	27.03bc	61	16.83bc	29	38.46b	65
1.25	15.50cd	35	19.20bc	33	19.43c	33
1.5	7.73d	17	8.36c	14	24.20c	41

^{1/} ความสูงต้นกล้าข้าวป่า (เซนติเมตร)

^{2/} ความสูงต้นกล้าข้าวป่าคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของตัวเปรียบเทียบ

^{3/} ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทาง

สถิติที่ DMRT 0.05

ตาราง 12 ผลของไซเตียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าข้าวป่าสายพันธุ์ WR-1 ที่อายุ 1 , 7 และ 14 วัน ที่มีต่อความยาวรากที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ

ความเข้มข้นของ ไซเตียมคลอไรด์ (%)	อายุต้นกล้า (วันหลังงอก)					
	1		7		14	
	ชม. ^{1/}	% ของ	ชม.	% ของ	ชม.	% ของ
		ตัวเปรียบเทียบ ^{2/}		ตัวเปรียบเทียบ		ตัวเปรียบเทียบ
		เทียบ ^{2/}		เทียบ		เทียบ
0	21.63a ^{3/}	100	27.20a	100	24.76a	100
0.50	19.50a	90	15.26b	55	23.80	96
0.75	12.83abc	59	12.96b	48	17.40ab	70
1.0	15.43ab	71	8.83bc	33	17.76ab	72
1.25	8.90bc	41	9.30bc	34	8.43b	34
1.5	4.16c	19	3.70c	14	10.86b	44

^{1/} ความยาวรากข้าวป่า (เซนติเมตร)

^{2/} ความยาวข้าวป่าคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของตัวเปรียบเทียบ

^{3/} ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทาง

สถิติที่ DMRT 0.05

ต้นกล้าอายุ 14 วันที่ความเข้มข้นสูงสุดจะมีความมากกว่า 2 เท่าของต้นกล้าอายุ 1 และ 7 วัน โดยมีความสูงเมื่อเทียบกับตัวเปรียบเทียบเป็น 41 , 17 และ 14 % ในต้นกล้า 14 , 7 และ 1 วันตามลำดับ (ตาราง 11)

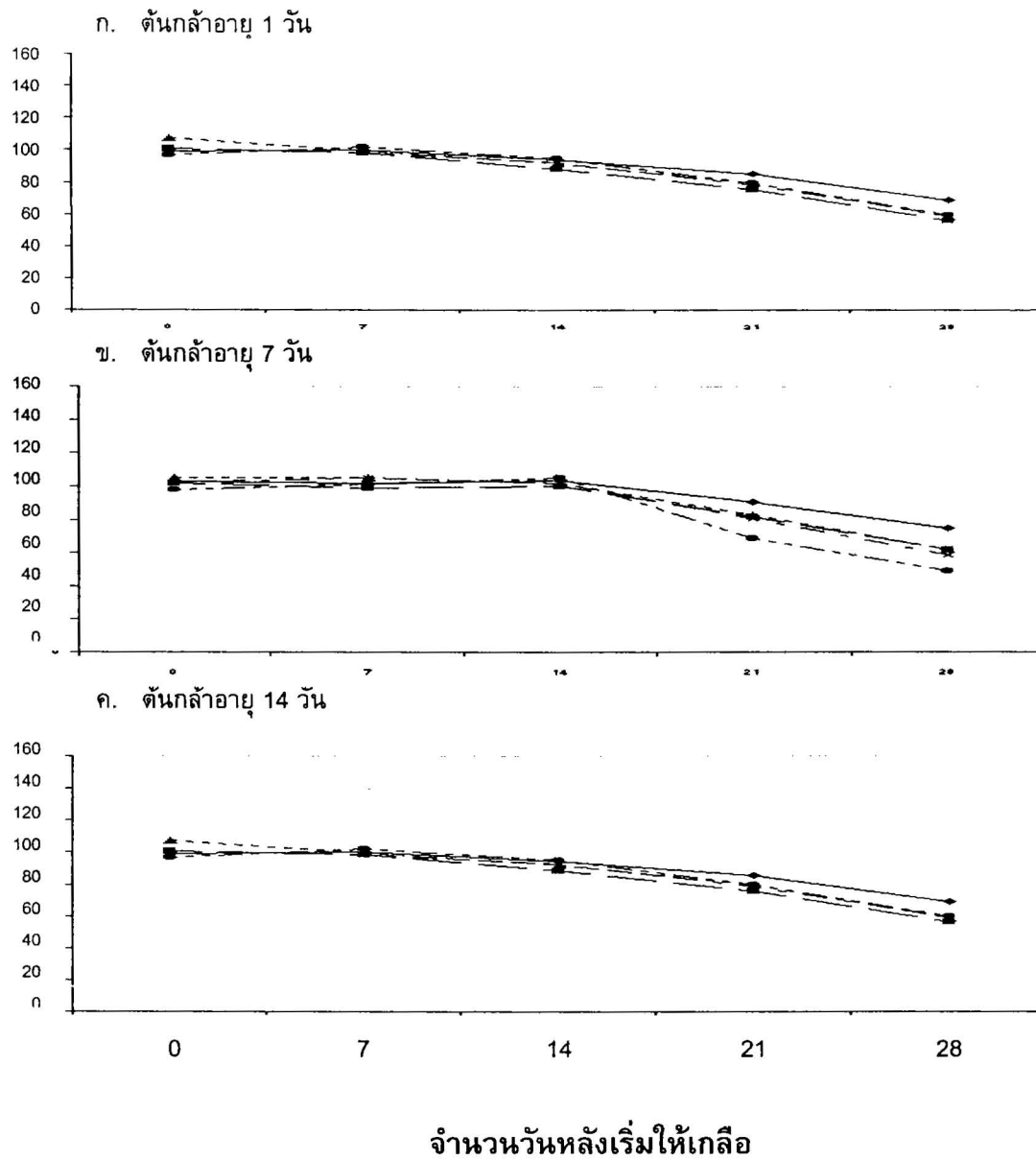
ความยาวรากของต้นกล้าได้รับผลกระทบน้อยกว่าความสูงของต้นโดยเฉพาะต้นกล้าอายุ 1 และ 14 วัน นั้นโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่ำจะมีผลกระทบน้อย และที่ความเข้มข้นสูงสุด 1.5 % นั้น ความยาวราก (เปอร์เซ็นต์ตัวเปรียบเทียบ) ของต้นกล้าอายุ 14 วัน มีความมากกว่า 2 เท่าของต้นกล้าอายุ 1 และ 7 วัน (ตาราง 12) โดยจะมีความยาวเมื่อเทียบกับตัวเปรียบเทียบเป็น 44 , 19 และ 14 % ตามลำดับในต้นกล้าอายุ 1 วัน นั้นผลกระทบของโซเดียมคลอไรด์ ต่อรากจะเห็นได้ถึงความเข้มข้น 1.25 % ขึ้นไป

ต้นกล้าทั้ง 3 อายุ พบว่าเมื่อเลี้ยงต้นกล้าอายุ 14 วันแล้วให้สารละลายธาตุอาหารที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ ต้นกล้าจะมีความทนทานต่อสารละลายมากกว่าอายุ 7 และ 1 วัน

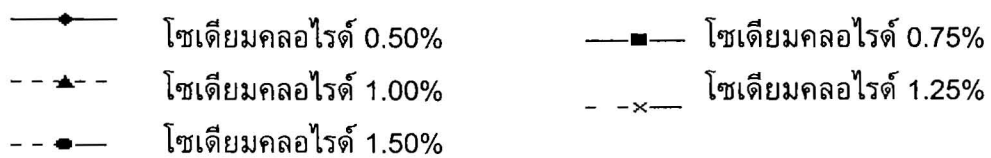
สายพันธุ์ WR-6 พบว่า ความสูงของต้นกล้าทั้ง 3 อายุจะลดลงเมื่อความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์และจำนวนวันเพิ่มขึ้น โดยทั้ง 3 อายุในช่วง 14 วันหลังจากให้เกลือความสูงค่อนข้างคงที่แต่หลังจาก 14 วัน พบว่าความสูงลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจน โดยเฉพาะในต้นกล้าอายุ 1 และ 7 วัน (ภาพประกอบ 8) หลังจากให้เกลือ 28 วัน พบว่า ความสูงของต้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในต้นกล้าอายุ 1 และ 7 วัน ความเข้มข้น 1.5 % มีผลยับยั้งความสูงของต้นกล้ามากที่สุดโดยต้นกล้ามีความสูง 12.03 และ 20.16 ซม. ส่วนในต้นกล้าอายุ 14 วัน ที่ความเข้มข้น 0.75 % ขึ้นไปมีผลกระทบต่อต้นกล้าไม่แตกต่างกัน ในข้าวปาสายพันธุ์นี้สารละลายโซเดียมคลอไรด์มีผลกระทบปานกลางในต้นกล้าทั้ง 3 อายุ โดยในต้นกล้าอายุ 14 , 7 และ 1 วันที่ความเข้มข้นสูงสุดความสูงเมื่อเทียบกับตัวเปรียบเทียบมีค่า 60 , 49 และ 35 % ตามลำดับ ที่ความเข้มข้นต่ำกว่านี้ความสูงของต้นกล้านลดลงต่ำกว่าตัวเปรียบเทียบ ยกเว้นที่ 0.5 % ในต้นกล้าอายุ 1 วัน (ตาราง 13) ความยาวรากได้รับผลกระทบน้อยกว่าส่วนต้น โดยเฉพาะต้นกล้าอายุ 1 และ 7 วัน ที่อายุ 1 วันนั้นความยาวรากจะลดลงในต้นที่ได้รับเกลือความเข้มข้นสูงสุด (1.5 %) ต้นกล้าอายุ 7 วันนั้นจะถูกกระทบจากเกลือ 1.0 % ขึ้นไปแต่ความยาวก็ไม่ต่างจากตัวเปรียบเทียบมากนัก ในต้นกล้าอายุ 14 วันนั้นถึงแม้ว่าความยาวของรากจะลดลง ตั้งแต่ได้รับสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นต่ำที่สุดที่ทดสอบ 0.5 % แต่โซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นสูงขึ้นกว่านี้ก็ได้ไม่ได้ ทำให้ความเป็นพิษมากขึ้นแต่อย่างไร และความยาวรากโดยเฉลี่ยก็สูงกว่า 70 % ของตัวเปรียบเทียบ (ตาราง 14)

ต้นกล้าทั้ง 3 อายุ พบว่าเมื่อเลี้ยงต้นกล้าอายุ 14 และ 7 วันแล้วให้สารละลายธาตุอาหารที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ต้นกล้าจะมีความทนทานต่อสารละลายมากกว่าอายุ 1 วัน

ความงอก (เปอร์เซ็นต์ของตัวเปรียบเทียบกับ)



ภาพประกอบ 8 ผลของโซเดียมคลอไรด์ที่ให้แก่ต้นกล้าข้าวป่าสายพันธุ์ WR - 6 อายุ 1, 7 และ 14 วัน ที่มีต่อความสูงของต้นกล้า ที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ



ตาราง 13 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่าง ๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าข้าวป่าสายพันธุ์ WR-6 ที่อายุ 1 , 7 และ 14 วัน ที่มีต่อความสูงต้นกล้าที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ

ความเข้มข้นของ โซเดียมคลอไรด์ (%)	อายุต้นกล้า (วันหลังออก)					
	1		7		14	
	ชม. ^{1/}	% ของ ตัวเปรียบเทียบ เทียบ ^{2/}	ชม.	% ของ ตัวเปรียบเทียบ เทียบ	ชม.	% ของ ตัวเปรียบเทียบ เทียบ
0	34.00a ^{3/}	100	41.10a	100	45.53a	100
0.50	33.73a	99	30.80b	75	31.50b	69
0.75	22.33b	66	25.53c	62	26.56c	56
1.0	24.56ab	72	25.50c	62	26.76c	59
1.25	19.10bc	56	24.13cd	59	26.86c	59
1.5	12.03c	35	20.16d	49	27.33c	60

^{1/} ความสูงต้นกล้าข้าวป่า (เซนติเมตร)

^{2/} ความสูงต้นกล้าข้าวป่าคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของตัวเปรียบเทียบ

^{3/} ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทาง

สถิติที่ DMRT 0.05

ตาราง 14 ผลของไซเตียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าข้าวป่าสายพันธุ์ WR-6 ที่อายุ 1 , 7 และ 14 วัน ที่มีต่อความยาวรากที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ

ความเข้มข้นของ ไซเตียมคลอไรด์ (%)	อายุต้นกล้า (วันหลังออก)					
	1		7		14	
	ชม. ^{1/}	% ของ	ชม.	% ของ	ชม.	% ของ
		ตัวเปรียบเทียบ ^{2/}		ตัวเปรียบเทียบ		ตัวเปรียบเทียบ
		เทียบ ^{3/}		เทียบ		เทียบ
0	11.26a ^{3/}	100	13.80ab	100	15.53a	100
0.50	11.76a	104	14.86a	108	11.36b	73
0.75	11.40a	101	13.83ab	100	12.40b	80
1.0	11.53a	102	12.10bc	88	12.36b	80
1.25	11.10a	97	10.86c	78	11.43c	74
1.5	6.50b	58	13.73bc	100	12.03b	78

^{1/} ความยาวรากข้าวป่า (เซนติเมตร)

^{2/} ความยาวรากข้าวป่าคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของตัวเปรียบเทียบ

^{3/} ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทาง

สถิติที่ DMRT 0.05

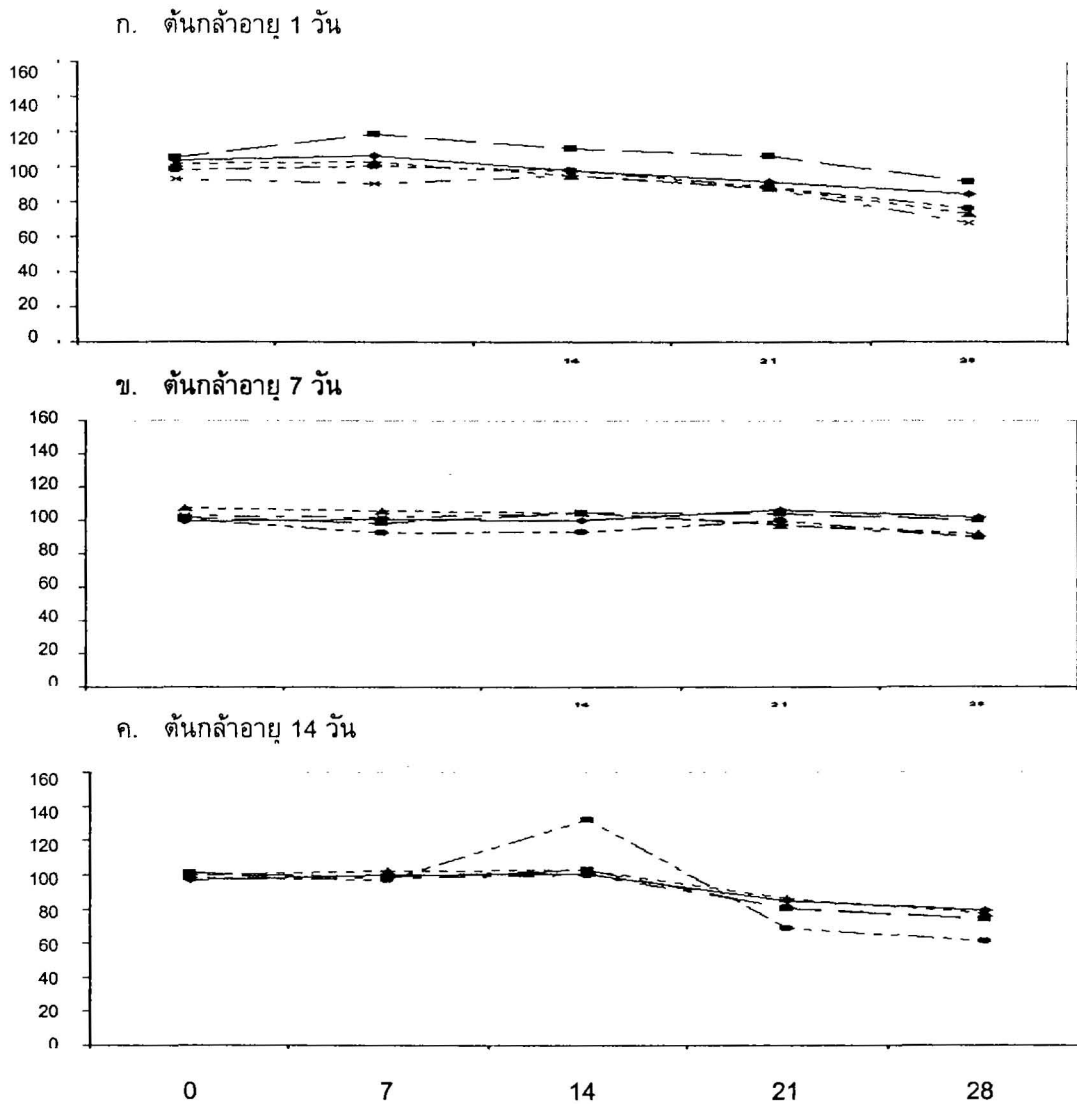
สายพันธุ์ w - 0593 พบว่า ความสูงของต้นกล้าทั้ง 3 อายุค่อนข้างแตกต่างกัน ในต้นกล้า อายุ 1 วันที่ความเข้มข้น 0.5 , 1.0 และ 1.5 % ความสูงมีลักษณะใกล้เคียงกันและเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ส่วนที่ความเข้มข้น 1.25 % ในช่วง 14 วันแรกความสูงจะน้อยที่สุด หลังจาก 14 วัน ความสูงเป็นไปในลักษณะเดียวกับความเข้มข้นข้างต้น ที่ความเข้มข้น 0.75 % ต้นกล้ามีความสูงมากที่สุด แต่เมื่อจำนวนวันเพิ่มขึ้นความสูงจะค่อยๆ ลดลง ต้นกล้าอายุ 7 วันในทุกความเข้มข้นความสูงค่อนข้างใกล้เคียงกัน ตลอดช่วงเวลาที่ทดสอบ ต้นกล้าอายุ 14 วัน ที่ความเข้มข้น 0.5 , 0.75 , 1.0 และ 1.25 % ความสูงมีใกล้เคียงกันและเป็นไปในลักษณะเดียวกัน แต่ที่ความเข้มข้น 1.5 % นั้นในระยะแรกความสูงจะใกล้เคียงกับความเข้มข้นอื่นๆ แต่ที่ 14 วันหลังจากให้เกลือ ต้นกล้ามีความสูงมากที่สุด หลังจากนั้นความสูงจะลดลงเรื่อยๆ จนที่ 28 วันลดลงต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับทุกความเข้มข้น (ภาพประกอบ 9) ที่ 28 วันหลังจากให้เกลือ พบว่าในต้นกล้าอายุ 1 และ 7 วัน ที่ความเข้มข้น 1.25 % มีผลกระทบต่อความสูงต้นกล้ามากที่สุด ต้นกล้ามีความสูง 29.4 และ 37.93 ซม. ในต้นกล้าอายุ 14 วันที่ความเข้มข้น 1.5 % มีผลกระทบต่อความสูงมากที่สุด คือ 36.4 ซม. ในต้นกล้าทั้ง 3 อายุที่ความเข้มข้นสูงสุดความสูงเมื่อเทียบกับตัวเปรียบเทียบเป็น 77 , 90 และ 61 % ในต้นกล้าอายุ 1 , 7 และ 14 ตามลำดับ (ตาราง 15) ในสายพันธุ์นี้ความเข้มข้นสูงไม่ทำให้เกิดความเป็นพิษเพิ่มขึ้น โดยความสูงของต้นกล้าโดยเฉลี่ยสูงกว่า 60 % ของตัวเปรียบเทียบ

ความยาวรากของต้นกล้า ต้นกล้าอายุ 1 , 7 และ 14 วัน โซเดียมคลอไรด์ไม่มีผลต่อความยาวราก โดยเฉพาะต้นกล้าอายุ 7 วัน แทบไม่มีผลเลย ต้นกล้าอายุ 1 และ 14 วัน มีผลกระทบน้อย แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตาราง 16)

ต้นกล้าทั้ง 3 อายุ พบว่าเมื่อเลี้ยงต้นกล้าอายุ 7 วันแล้วให้สารละลายธาตุอาหารที่มีธาตุอาหารที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์โซเดียมคลอไรด์ต้นกล้าจะมีความทนทานต่อสารละลายมากกว่าอายุ 1 และ 14 วัน

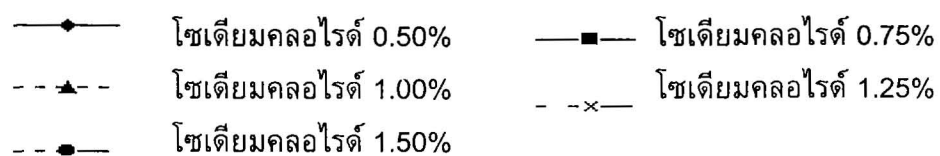
สายพันธุ์ w - 0630 พบว่า ความสูงของต้นกล้าทั้ง 3 อายุความสูงจะลดลงเมื่อความเข้มข้นและจำนวนวันเพิ่มขึ้น ในต้นกล้าอายุ 1 วัน พบว่าความสูงของต้นกล้าทุกความเข้มข้นไม่แตกต่างกันมากเมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้นความสูงของต้นกล้าลดลง ที่ 7 วันหลังจากให้สารละลาย โซเดียมคลอไรด์ต้นกล้ามีความสูงมากที่สุด ยกเว้นที่ความเข้มข้น 0.5 % ต้นกล้ามีความสูงน้อยที่สุดหลังจาก 7 วันความสูงค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนที่ 28 วันความเข้มข้นนี้ต้นกล้ามีความสูงมากที่สุด ในต้นกล้าอายุ 7 วันความสูงทุกความเข้มข้นจะไม่แตกต่างกัน ที่ 14 วันหลังให้เกลือ ต้นกล้ามีความสูงมากที่สุด ยกเว้นที่ความเข้มข้น 1.5 % ซึ่งเมื่อจำนวนวันเพิ่มขึ้นความสูงของต้นกล้าลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจน ในต้นกล้าอายุ 14 วัน ในช่วงสองสัปดาห์แรกหลังเริ่มให้ธาตุอาหารที่มีโซเดียมคลอไรด์ การเจริญเติบโตก็ยังคงคล้ายกันในทุกความเข้มข้น แต่หลังจากนั้น

ความงอก (เปอร์เซ็นต์ของตัวเปรียบเทียบกับ)



จำนวนวันหลังเริ่มให้เกลือ

ภาพประกอบ 9 ผลของไซโตไคนคลอไรด์ที่ให้แก่ต้นกล้าข้าวป่าสายพันธุ์ W - 0593 อายุ 1, 7 และ 14 วัน ที่มีต่อความสูงของต้นกล้า ที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ



ตาราง 15 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าข้าวป่าสายพันธุ์ W-0593 ที่อายุ 1 , 7 และ 14 วัน ที่มีต่อความสูงต้นกล้าที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ

ความเข้มข้นของ โซเดียมคลอไรด์ (%)	อายุต้นกล้า (วันหลังออก)					
	1		7		14	
	ชม. ^{1/}	% ของ	ชม.	% ของ	ชม.	% ของ
		ตัวเปรียบเทียบ ^{2/}		ตัวเปรียบเทียบ		ตัวเปรียบเทียบ
		เทียบ		เทียบ		เทียบ
0	43.03a ^{3/}	100	42.16a	100	59.60a	100
0.50	36.36ab	85	42.90a	102	47.03b	79
0.75	39.46ab	92	42.16a	100	44.00b	74
1.0	31.63b	74	38.86a	92	46.03b	77
1.25	29.40b	68	37.93a	90	43.90b	74
1.5	33.00ab	77	38.03a	90	36.40a	61

^{1/} ความสูงต้นกล้าข้าวป่า (เซนติเมตร)

^{2/} ความสูงต้นกล้าข้าวป่าคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของตัวเปรียบเทียบ

^{3/} ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทาง

สถิติที่ DMRT 0.05

ตาราง 16 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าข้าวป่าสายพันธุ์ W-0593 ที่อายุ 1 , 7 และ 14 วัน ที่มีต่อความยาวรากที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ

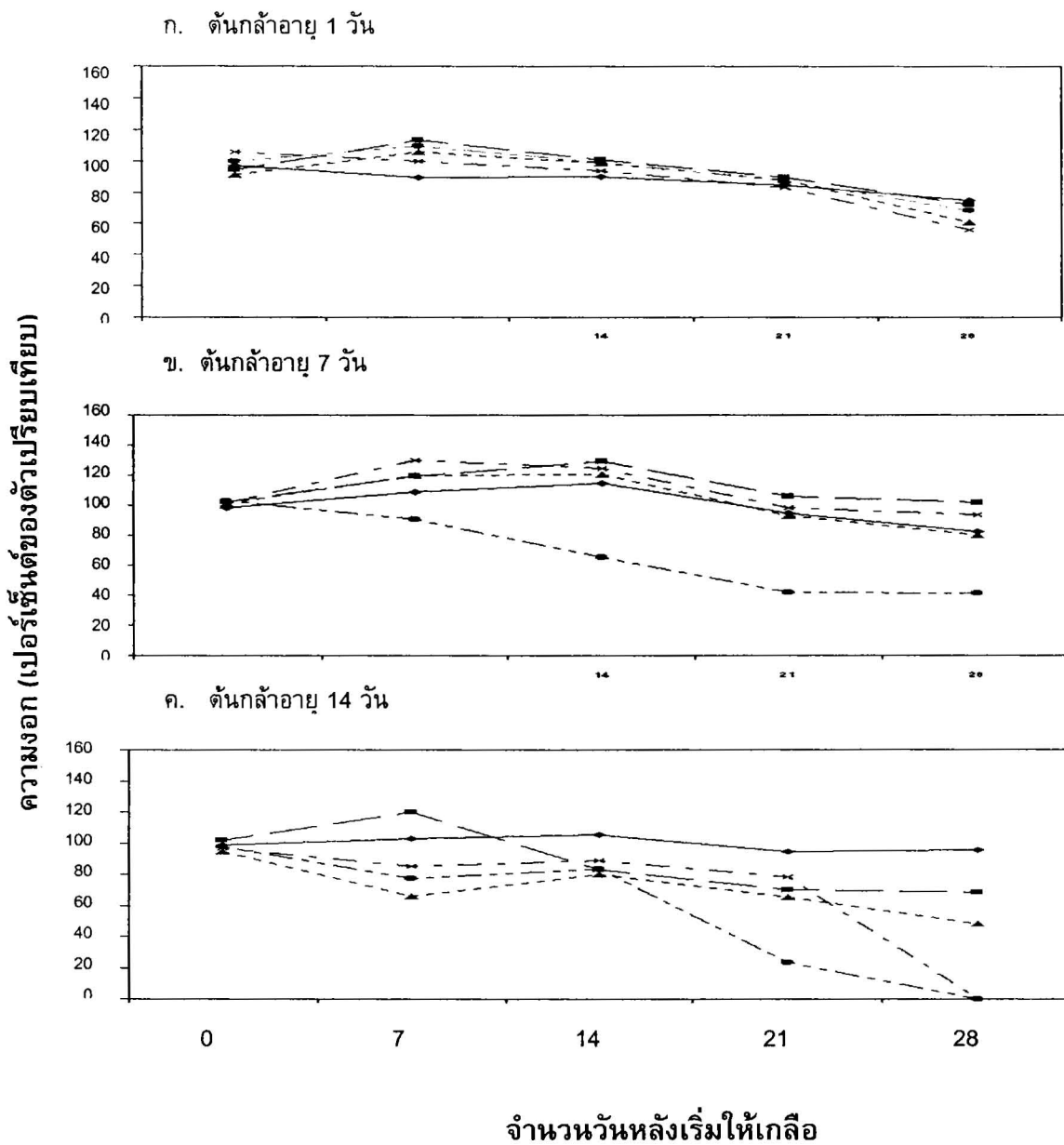
ความเข้มข้นของ โซเดียมคลอไรด์ (%)	อายุดันกล้า (วันหลังงอก)					
	1		7		14	
	ชม. ^{1/}	% ของ ตัวเปรียบเทียบ ^{2/}	ชม. ^{1/}	% ของ ตัวเปรียบเทียบ ^{2/}	ชม. ^{1/}	% ของ ตัวเปรียบเทียบ ^{2/}
0	13.86a ^{3/}	100	14.33a	100	13.66a	100
0.50	15.70a	113	14.10a	96	11.90a	87
0.75	16.00a	115	15.90a	111	13.10a	96
1.0	14.83a	107	14.90a	104	14.86a	109
1.25	11.96a	86	15.73	110	14.00a	102
1.5	15.26a	110	15.06a	105	13.16a	96

^{1/} ความยาวรากข้าวป่า (เซนติเมตร)

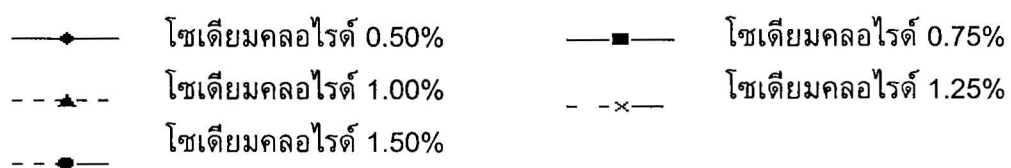
^{2/} ความยาวรากข้าวป่าคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของตัวเปรียบเทียบ

^{3/} ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทาง

สถิติที่ DMRT 0.05



ภาพประกอบ 10 ผลของไซโตไคนมคลอไรด์ที่ให้แก่ต้นกล้าข้าวป่าสายพันธุ์ W - 0630 อายุ 1, 7 และ 14 วัน ที่มีต่อความสูงของต้นกล้า ที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ



ตาราง 17 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่าง ๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าข้าวป่าสายพันธุ์ W-0630 ที่อายุ 1 , 7 และ 14 วัน ที่มีต่อความสูงต้นกล้าที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ

ความเข้มข้นของ โซเดียมคลอไรด์ (%)	อายุต้นกล้า (วันหลังงอก)					
	1		7		14	
	ชม. ^{1/}	% ของ ตัวเปรียบเทียบ ^{2/}	ชม.	% ของ ตัวเปรียบเทียบ	ชม.	% ของ ตัวเปรียบเทียบ
0	39.73a ^{3/}	100	33.56a	100	29.93a	100
0.50	29.60b	75	27.73a	82	28.63a	96
0.75	28.66b	72	34.16a	102	20.46ab	69
1.0	24.23b	61	26.83a	80	14.13ab	48
1.25	22.06b	56	31.36a	94	0b	0
1.5	27.10b	68	13.80a	41	0b	0

^{1/} ความสูงต้นกล้าข้าวป่า (เซนติเมตร)

^{2/} ความสูงต้นกล้าข้าวป่าคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของตัวเปรียบเทียบ

^{3/} ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทาง

สถิติที่ DMRT 0.05

ตาราง 18 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าข้าวป่าสายพันธุ์ W-0630 ที่อายุ 1 , 7 และ 14 วัน ที่มีต่อความยาวรากที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ

ความเข้มข้นของ โซเดียมคลอไรด์ (%)	อายุต้นกล้า (วันหลังออก)					
	1		7		14	
	ชม. ^{1/}	% ของ ตัวเปรียบ เทียบ ^{2/}	ชม.	% ของ ตัวเปรียบ เทียบ	ชม.	% ของ ตัวเปรียบ เทียบ
0	15.33a ^{3/}	100	15.06a	100	12.43a	100
0.50	12.93ab	84	13.20a	87	12.13a	99
0.75	12.96ab	85	13.26a	89	7.13ab	57
1.0	11.20ab	73	11.50a	76	4.73bc	38
1.25	10.20b	67	13.53a	90	0c	0
1.5	12.76ab	84	8.36a	57	0c	0

^{1/} ความยาวรากข้าวป่า (เซนติเมตร)

^{2/} ความยาวรากข้าวป่าคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของตัวเปรียบเทียบ

^{3/} ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทาง

สถิติที่ DMRT 0.05

ต้นกล้าที่ได้รับไซเดียมคลอไรด์ 1.5 % ก็เริ่มมีการเจริญเติบโตที่ลดลงและตายที่ 28 วัน ส่วนที่ได้รับไซเดียมคลอไรด์ 1.25 % นั้นการเจริญเติบโตลดลงในช่วง 21 และตายในที่สุด (ภาพประกอบ 10) ที่ 28 วันการตอบสนองต่อของต้นกล้าต่อไซเดียมคลอไรด์จะแตกต่างกันโดยในต้นกล้าอายุ 1 วัน เกลือตั้งแต่ 0.5 % ทำให้ความสูงของต้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นมากขึ้นก็ไม่ได้ทำให้ความเป็นพิษสูงขึ้น ที่ความเข้มข้น 1.25 % ต้นกล้ามีความสูงน้อยที่สุด คือ 22.06 ซม. ที่ 7 วันนั้นไซเดียมคลอไรด์ทุกความเข้มข้นไม่ผลต่อความสูงของต้น แต่ที่ความเข้มข้น 1.5 % ต้นกล้ามีความสูงน้อยที่สุด คือ 13.8 ซม. ในต้นกล้าอายุ 14 วัน ที่ความเข้มข้น 1.25 % เป็นต้นไปต้นกล้าไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ แต่ที่ความเข้มข้นต่ำกลับไม่มีผลต่อความสูงของต้นกล้า ที่ความเข้มข้นสูงสุดของไซเดียมคลอไรด์ ในต้นกล้าอายุ

1 , 7 และ 14วันความสูงเมื่อเทียบกับตัวเปรียบเทียบเป็น 68 , 41 และ 0 % ตามลำดับ (ตาราง 17)

ความยาวรากต้นกล้า พบว่าต้นกล้าอายุ 7 วัน ไซเดียมคลอไรด์ไม่มีผลกระทบต่อความยาวราก ในต้นกล้า 1 และ 14 วัน ไซเดียมคลอไรด์มีผลต่อความยาวราก โดยผลกระทบที่มีต่อการเจริญเติบโตของรากนั้นจะเริ่มที่ความเข้มข้น 1.25 % ในต้นกล้าอายุ 1 วัน และ 1 % ในต้นกล้าอายุ 14 วัน (ตาราง 18)

ต้นกล้าทั้ง 3 อายุ พบว่าเมื่อเลี้ยงต้นกล้าอายุ 1 วันแล้วให้สารละลายธาตุอาหารที่มีเกลือไซเดียมคลอไรด์ต้นกล้าจะมีความทนทานต่อสารละลายมากกว่าอายุ 7 และ 14 วัน

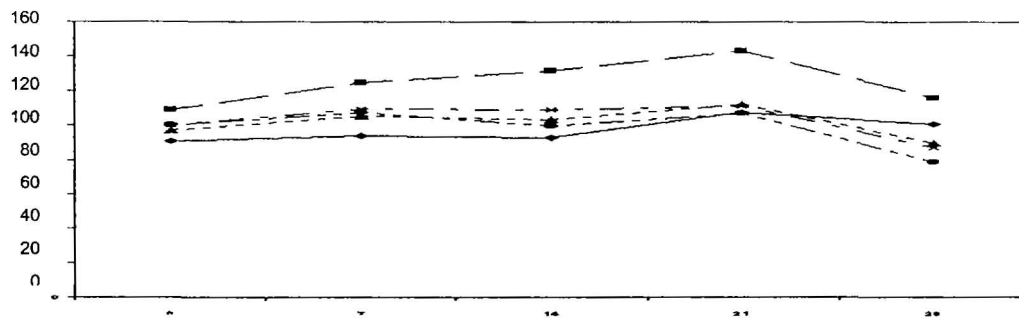
สายพันธุ์ w - 1625 พบว่าต้นกล้าทั้ง 3 อายุความสูงจะลดลงเมื่อความเข้มข้นและจำนวนวันเพิ่มขึ้น การตอบสนองของความสูงต้นกล้าทั้ง 3 อายุ ที่มีต่อไซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ นั้น ลักษณะคล้ายกันและไม่ค่อยแตกต่างกัน (ภาพประกอบ 11) ที่ 28 วันหลังจากให้เกลือที่ความเข้มข้น 1.5 % มีผลยับยั้งต่อต้นกล้ามากที่สุด โดยจะมีความสูง 26.56 , 39.86 และ 47.56 ซม. ในต้นกล้าอายุ 1 , 7 และ 14 วัน ตามลำดับ โดยคิดเป็น 79 , 62 และ 69 % ตามลำดับของตัวเปรียบเทียบ โดยในต้นกล้าอายุ 1 วันแทบไม่ได้ผลกระทบจากทุกความเข้มข้น และที่ความเข้มข้นสูงสุดต้นกล้ามีความสูงเกือบ 80 % ของตัวเปรียบเทียบ ส่วนที่ 7 วันและ 14 วัน ไซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 0.5 % มีผลให้อัตราความสูงของต้นกล้าน้อยกว่าตัวเปรียบเทียบ (ตาราง 19)

ความยาวรากของต้นกล้า ในต้นกล้าอายุ 1 วัน ไม่ได้รับผลกระทบจากสารละลายไซเดียมคลอไรด์เลย ส่วนที่ 7 และ 14วัน ได้รับผลกระทบจากสารละลายไซเดียมคลอไรด์เหมือนกันแต่น้อยกว่าในลำดับ ที่ความเข้มข้นสูงสุด ความยาวรากมีค่าประมาณ 72 % และ 79 % ของตัวเปรียบเทียบ ตามลำดับ (ตาราง 20)

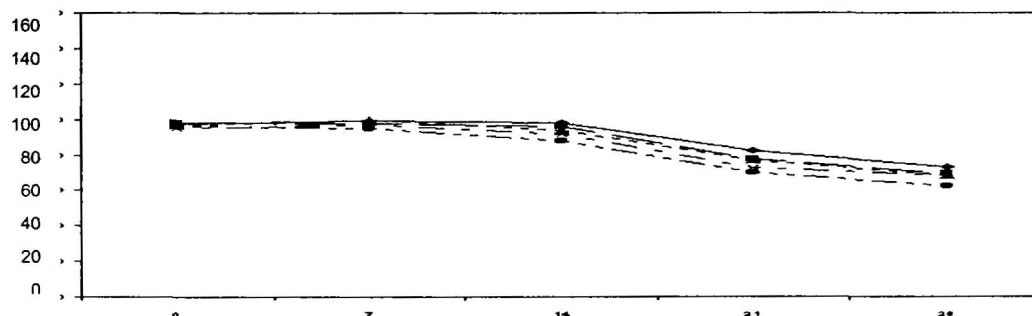
ต้นกล้าทั้ง 3 อายุ พบว่าเมื่อเลี้ยงต้นกล้าอายุ 1 วันแล้วให้สารละลายธาตุอาหารที่มีเกลือไซเดียมคลอไรด์ต้นกล้าจะทนทานต่อสารละลายมากกว่าอายุ 7 และ 14 วัน

ความสูง (เปอร์เซ็นต์ของตัวเปรียบเทียบกับ)

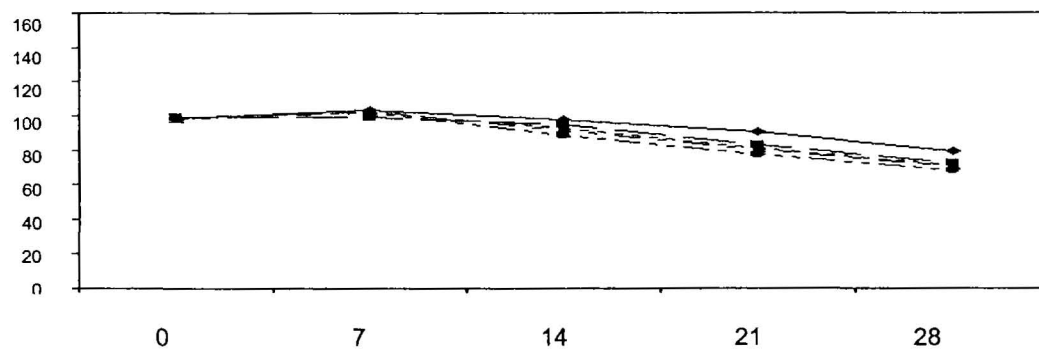
ก. ต้นกล้าอายุ 1 วัน



ข. ต้นกล้าอายุ 7 วัน

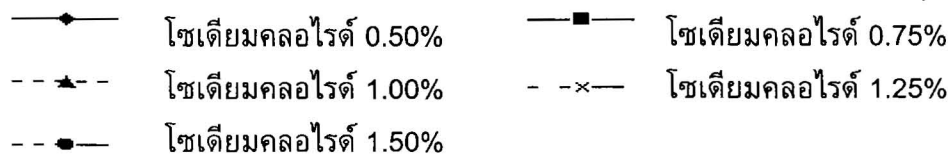


ค. ต้นกล้าอายุ 14 วัน



จำนวนวันหลังเริ่มให้เกลือ

ภาพประกอบ 11 ผลของไซเตียมคลอไรด์ที่ให้แก่ต้นกล้าข้าวป่าสายพันธุ์ W - 1625 อายุ 1, 7 และ 14 วัน ที่มีต่อความสูงของต้นกล้า ที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ



ตาราง 19 ผลของไซเตียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าข้าวป่าสายพันธุ์ W-1625 ที่อายุ 1 , 7 และ 14 วัน ที่มีต่อความสูงต้นกล้าที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ

ความเข้มข้นของ ไซเตียมคลอไรด์ (%)	อายุต้นกล้า (วันหลังออก)					
	1		7		14	
	ชม. ^{1/}	% ของ ตัวเปรียบเทียบ เทียบ ^{2/}	ชม.	% ของ ตัวเปรียบเทียบ เทียบ	ชม.	% ของ ตัวเปรียบเทียบ เทียบ
0	33.86a ^{3/}	100	64.00a	100	69.53a	100
0.50	34.06b	101	46.93b	73	55.36b	80
0.75	39.26a	116	44.33bc	69	50.66bc	73
1.0	30.43a	90	43.76c	68	49.56bc	71
1.25	29.53a	87	43.93c	69	49.00c	71
1.5	26.56a	79	39.86d	62	47.56c	69

^{1/} ความสูงต้นกล้าข้าวป่า (เซนติเมตร)

^{2/} ความสูงต้นกล้าข้าวป่าคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของตัวเปรียบเทียบ

^{3/} ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทาง

สถิติที่ DMRT 0.05

ตาราง 20 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าข้าวป่าสายพันธุ์ W-1625 ที่อายุ 1 , 7 และ 14 วัน ที่มีต่อความยาวรากที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ

ความเข้มข้นของ โซเดียมคลอไรด์ (%)	อายุดันกล้า (วันหลังงอก)					
	1		7		14	
	ชม. ^{1/}	% ของ ตัวเปรียบเทียบ เทียบ ^{2/}	ชม.	% ของ ตัวเปรียบเทียบ เทียบ	ชม.	% ของ ตัวเปรียบเทียบ เทียบ
0	13.06a ^{3/}	100	17.63a	100	16.10a	100
0.50	10.43a	79	14.16b	81	14.53ab	90
0.75	13.06a	100	15.40ab	88	16.10a	100
1.0	13.86a	106	13.56c	77	14.00ab	87
1.25	10.80a	82	12.96c	74	13.76ab	86
1.5	10.96a	84	12.70c	72	12.66b	79

^{1/} ความยาวรากข้าวป่า (เซนติเมตร)

^{2/} ความยาวรากข้าวป่าคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของตัวเปรียบเทียบ

^{3/} ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทาง

สถิติที่ DMRT 0.05

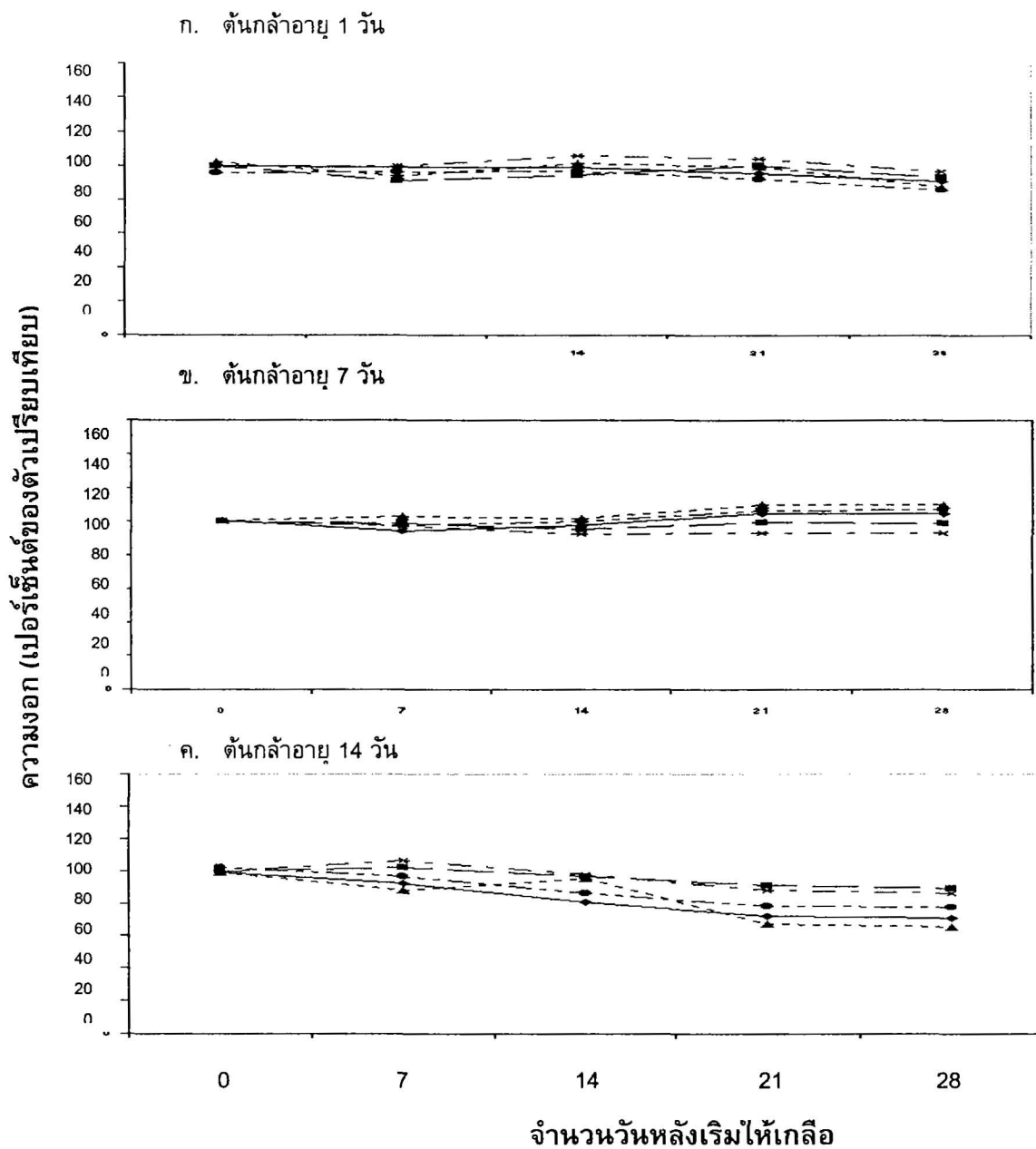
ในสายพันธุ์ Srilanka พบว่าความสูงของต้นกล้าทั้ง 3 อายุจะลดลงเมื่อความเข้มข้นและจำนวนวันเพิ่มขึ้น ต้นกล้าอายุ 1 วันและ 7 วัน ความสูงของต้นกล้ามีแนวโน้มไปในลักษณะเดียวกันคือเมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้นความสูงลดลง ในต้นกล้าอายุ 1 วันความสูงของต้นกล้าค่อนข้างใกล้เคียงกับตัวเปรียบเทียบ ในต้นกล้าอายุ 7 วัน หลังจากให้สารละลาย 7 วัน ความสูงเพิ่มขึ้นทุกความเข้มข้นแต่มีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดเจนในแต่ละความเข้มข้น ในต้นกล้าอายุ 14 วัน ความสูงจะลดลงเมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้นและมีแนวโน้มในลักษณะเดียวกัน (ภาพประกอบ 12) ที่ 28 วันหลังจากให้เกลือ พบว่าโซเดียมคลอไรด์ทุกความเข้มข้นที่ทดสอบไม่มีผลต่อความสูงของต้นกล้า อายุ 1 และ 7 วัน ความสูงของต้นกล้ามีมากกว่า 86 % ของตัวเปรียบเทียบ แต่ความสูงของต้นกล้าอายุ 14 วันได้รับผลกระทบเล็กน้อยจากโซเดียมคลอไรด์ โดยความสูงอยู่ในช่วง 66 – 89 % ในต้นกล้าอายุ 1 วัน ที่ 1.5 % มีผลต่อความสูงของต้นกล้ามากที่สุดต้นกล้ามีความสูง 23.86 ซม. ในต้นกล้าอายุ 7 วัน ที่ 1.25 % มีผลต่อความสูงของต้นกล้ามากที่สุดต้นกล้ามีความสูง 26.1 ซม. ในต้นกล้าอายุ 14 วันที่ความเข้มข้น 1.0 % มีผลต่อความสูงของต้นกล้ามากที่สุดต้นกล้ามีความสูง 26.2 ซม. ในต้นกล้าอายุ 1 และ 7 วันโซเดียมคลอไรด์ทุกความเข้มข้นไม่มีผลต่อความสูงของต้นกล้า ที่ความเข้มข้นสูงสุดโดยเทียบกับตัวเปรียบเทียบ เป็น 86 , 106 % ในต้นกล้าอายุ 14 วันเมื่อเทียบกับตัวเปรียบเทียบที่ความเข้มข้นสูงสุดเป็น 78 % ในต้นกล้าอายุ 1 , 7 และ 14 วัน (ตาราง 21)

ความยาวรากโซเดียมคลอไรด์มีผลต่ออัตราความยาวรากเล็กน้อยในต้นกล้า อายุ 1 วัน อัตราความยาวรากไม่แตกต่างจากตัวเปรียบเทียบ ส่วนในต้นกล้าอายุ 7 และ 14 วันได้รับผลกระทบเพียงเล็กน้อย โดยที่โซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นสูงสุดมีผลให้รากของต้นกล้าอายุ 14 วันน้อยกว่าตัวเปรียบเทียบ แต่อัตราความยาวรากก็ยังมากกว่า 70 % ของตัวเปรียบเทียบ (ตาราง 22)

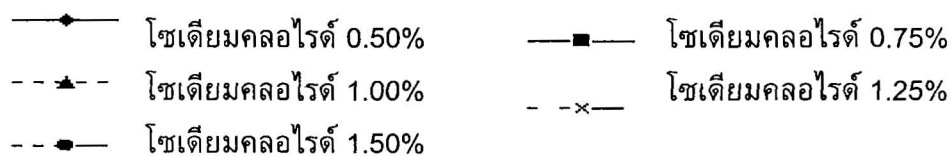
ต้นกล้าทั้ง 3 อายุ พบว่าเมื่อเลี้ยงต้นกล้าอายุ 14 วันแล้วให้สารละลายธาตุอาหารที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ต้นกล้าจะมีความทนทานต่อสารละลายมากกว่าอายุ 7 และ 1 วัน

เมื่อดูตารางการเจริญเติบโตของข้าวปาสายพันธุ์ Srilanka พบว่าที่ต้นกล้าอายุ 7 วันมีความทนทานมากที่สุดและใกล้เคียงกับ 1 วัน ส่วนที่ 14 วันมีความทนทานน้อยที่สุดแต่ไม่แตกต่างกันมากและสายพันธุ์ Srilanka พบว่าเป็นสายพันธุ์ที่ทนทานต่อโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่าง ๆ ได้ดีที่สุ่มมากกว่าในทุกสายพันธุ์

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสายพันธุ์ต่างๆ ที่มีอายุเท่ากันพบว่า ในต้นกล้าอายุ 1 วัน เมื่อให้สารละลายธาตุอาหารครบ 28 วัน พบว่าสายพันธุ์ Srilanka และสายพันธุ์ w – 0593 นั้นได้รับผลกระทบจากโซเดียมคลอไรด์น้อยมากในทุกความเข้มข้น โดยเฉพาะสายพันธุ์ Srilanka การเจริญเติบโตในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 1.5 % นั้นมากกว่า 80 % เมื่อเทียบกับตัวเปรียบเทียบ ที่ทนทานรองลงมา คือสายพันธุ์ w - 0593 ซึ่งความสูงจะเริ่มลดลงตั้งแต่



ภาพประกอบ 12 ผลของไซโตคัลโลไรด์ที่ให้แก่ต้นกล้าข้าวป่าสายพันธุ์ Srilanka อายุ 1, 7 และ 14 วัน ที่มีต่อความสูงของต้นกล้า ที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ



ตาราง 21 ผลของไซเตียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่าง ๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าข้าวป่าสายพันธุ์ Srilanka ที่อายุ 1 , 7 และ 14 วัน ที่มีต่อความสูงต้นกล้าที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ

ความเข้มข้นของ ไซเตียมคลอไรด์ (%)	อายุต้นกล้า (วันหลังออก)					
	1		7		14	
	ชม. ^{1/}	% ของ ตัวเปรียบเทียบ เทียบ ^{2/}	ชม.	% ของ ตัวเปรียบเทียบ เทียบ	ชม.	% ของ ตัวเปรียบเทียบ เทียบ
0	27.80a ^{3/}	100	28.03a	100	39.83a	100
0.50	25.43a	91	29.43a	105	28.33b	71
0.75	26.00a	94	27.70a	99	35.53a	89
1.0	24.50a	88	30.76a	110	26.20b	66
1.25	26.93a	97	26.10a	93	34.26ab	86
1.5	23.86a	86	29.86a	106	30.86ab	78

^{1/} ความสูงต้นกล้าข้าวป่า (เซนติเมตร)

^{2/} ความสูงต้นกล้าข้าวป่าคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของตัวเปรียบเทียบ

^{3/} ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทาง

สถิติที่ DMRT 0.05

ตาราง 22 ผลของโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ที่ให้แก่ต้นกล้าข้าวป่าสายพันธุ์
Srilanka ที่อายุ 1 , 7 และ 14 วัน ที่มีต่อความยาวรากที่ 28 วันหลังเริ่มให้เกลือ

ความเข้มข้นของ โซเดียมคลอไรด์ (%)	อายุต้นกล้า (วันหลังออก)					
	1		7		14	
	ชม. ^{1/}	% ของ ตัวเปรียบเทียบ เทียบ ^{2/}	ชม.	% ของ ตัวเปรียบเทียบ เทียบ	ชม.	% ของ ตัวเปรียบเทียบ เทียบ
0	13.50a ^{3/}	100	14.20abc	100	17.46a	100
0.50	14.60a	109	15.33bc	108	14.76ab	85
0.75	14.96a	111	14.03bc	99	16.66a	95
1.0	14.70a	109	13.46bc	95	16.00ab	92
1.25	14.83a	110	12.46c	88	16.83a	96
1.5	14.16a	105	16.10a	113	13.70b	78

^{1/} ความยาวรากข้าวป่า (เซนติเมตร)

^{2/} ความยาวรากข้าวป่าคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของตัวเปรียบเทียบ

^{3/} ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทาง

สถิติที่ DMRT 0.05

สารละลายไซเดียมคลอไรด์ 1.0 % ขึ้นไป ส่วนสายพันธุ์ WR-6 ในสภาพที่มีสารละลายไซเดียมคลอไรด์ 0.5 % นั้นก็ไม่แตกต่างจากตัวเปรียบเทียบ และเมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้นความสูงจะลดลงตามลำดับ ส่วนในสายพันธุ์ W-0630 พบว่าไซเดียมคลอไรด์จะมีผลลดการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของต้นกล้าอายุ 1 วันโดยเฉพาะที่ความเข้มข้นสูงๆ ในสายพันธุ์ WR-1 นั้นจะอ่อนแอต่อไซเดียมคลอไรด์มากที่สุด โดยอัตราความสูงของต้นกล้าที่ 28 วันจะมีความสูง 35 และ 17 % ของตัวเปรียบเทียบเมื่อได้รับไซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 1.25 และ 1.5 % ตามลำดับ ส่วนความยาวรากพบว่าการตอบสนองต่อไซเดียมคลอไรด์ เป็นไปในลักษณะเดียวกับความสูงของต้นกล้า แต่ไซเดียมคลอไรด์มีผลต่อความยาวรากน้อยกว่าที่มีผลต่อความสูงของต้น ดังนั้นในความเข้มข้นต่ำๆ ที่ความเข้มข้น 0.5 – 0.75 % ส่วนใหญ่จะไม่มีผลกระทบต่ออัตราความยาวรากยกเว้นในสายพันธุ์ WR-1 ส่วนในสายพันธุ์ W-1625 , W-0593 และ Srilanka นั้นไม่ได้รับผลกระทบจากไซเดียมคลอไรด์เลย จากผลการทดลอง สายพันธุ์ W-0630 อัตราความยาวรากในทุกความเข้มข้นจะใกล้เคียงกัน ส่วนสายพันธุ์ WR-6 นั้นมีความเข้มข้น 1.5 % ทำให้อัตราความยาวรากลดลงประมาณครึ่งหนึ่ง

ต้นกล้าอายุ 7 วันพบว่าทุกความเข้มข้นที่ทดสอบไม่มีผลกระทบต่อความสูงของต้นกล้าที่ 28 วันหลังจากให้เกลือ ในข้าวปาสายพันธุ์ W-0593 , Srilanka และสายพันธุ์ W-0630 ไซเดียมคลอไรด์มีผลยับยั้งความสูงเฉพาะที่ความเข้มข้นสูงสุด โดยทำให้ความสูงลดลงประมาณ 60 % สายพันธุ์ W-1625 , WR-6 อยู่ในช่วง 49 - 75 % ในต้นกล้าอายุ 7 วัน สายพันธุ์ WR-1 ยังคงอ่อนแอต่อไซเดียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นสูง โดยความสูงจะลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อไซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น และที่ 1.5 % ความสูงของต้นกล้าจะเหลือเพียง 14 % ของตัวเปรียบเทียบเท่านั้น เมื่อดูความยาวรากพบว่ารากตอบสนองต่อไซเดียมคลอไรด์ในลักษณะเดียวกับลำต้นแต่โดยทั่วไปพบว่าผลของเกลือที่มีต่อการเจริญเติบโตของรากนั้นน้อยกว่าผลการเจริญเติบโตของลำต้น โดยเฉพาะในสายพันธุ์ WR-6 และการเจริญของรากในสายพันธุ์ WR-1 เมื่อเทียบกับตัวเปรียบเทียบแล้วจะต่ำกว่าสายพันธุ์อื่นๆ

ต้นกล้าอายุ 14 วันนั้นพบว่าการเจริญเติบโตของต้นกล้าได้รับเกลือความเข้มข้นต่าง ๆ เมื่อเปรียบเทียบกับตัวเปรียบเทียบนั้นโดยทั่วไปค่อนข้างจะต่ำกว่าในต้นกล้าอีก 2 อายุ ในสายพันธุ์ Srilanka , W-0593 และ W-1625 นั้นค่อนข้างจะทนต่อไซเดียมคลอไรด์มากกว่าสายพันธุ์อื่น ๆ ความสูงของต้นที่ได้รับไซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ จะอยู่ในช่วง 80 - 60 % ของตัวเปรียบเทียบ และความสูงของต้นที่ได้รับเกลือตั้งแต่ความเข้มข้นต่ำจะแตกต่างจากตัวเปรียบเทียบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้ง 3 สายพันธุ์ ความสูงของ WR-6 และ WR-1 นั้นถูกยับยั้งปานกลาง เมื่อเทียบกับในต้นกล้าทั้ง 3 อายุ ส่วนสายพันธุ์ WR-1 นั้นพบว่าในต้นกล้าอายุ 14 วันจะทนต่อเกลือมากกว่าอีก 2 อายุ สำหรับสายพันธุ์ W-0630 นั้นไซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 0.5 % ไม่มีผลต่ออัตราความสูงของต้นกล้าอายุ 14 วัน แต่เมื่อไซเดียมคลอไรด์

มีความเข้มข้นมากขึ้นความสูงของต้นกล้าจะลดลงอย่างรวดเร็ว และที่ได้รับไซเดียมคลอไรด์ 1.25 % และ 1.5 % ไม่สามารถอยู่รอดได้ภายใน 28 วันที่ทดสอบ ความยาวรากพบว่า การตอบสนองต่อไซเดียมคลอไรด์เป็นในลักษณะเดียวกับต้นแต่ค่อนข้างจะได้รับผลกระทบจากไซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆน้อยกว่าลำดับ

3. ศึกษาผลของไซเดียมคลอไรด์ต่อการสร้างโพสลินในข้าวป่า

จากที่มีรายงานว่าพืชที่เจริญเติบโตอยู่ได้ในสภาพแห้งแล้ง หรือดินเค็ม จะมี การสร้างสารบางอย่าง เช่น โพสลิน ซึ่งจะไปมีผลต่อกระบวนการทางสรีรวิทยา เช่นการปรับสภาพของ water potential ภายในต้นพืชให้เหมาะสม ทำให้พืชนั้นสามารถมีชีวิตอยู่ได้ภายใต้ สภาพแห้งแล้ง หรือดินเค็ม จึงได้ศึกษาถึงการสร้างโพสลินในต้นข้าวป่าที่เจริญในสารอาหารที่มี ไซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ กัน โดยศึกษาในข้าวป่าสายพันธุ์ Srilanka , WR - 6 และ WR - 1 ซึ่งจากการศึกษาเบื้องต้นพบว่า ข้าวป่าทั้ง 3 สายพันธุ์นั้นมีความทนทานมาก ทนทานปานกลาง และอ่อนแอ ต่อไซเดียมคลอไรด์ตามลำดับ โดยศึกษาในต้นกล้าอายุ 1 , 7 และ 14 วันหลังออก พบว่า ในสภาพที่ไม่มีเกลือไซเดียมคลอไรด์ (มีเฉพาะสารละลายธาตุอาหาร) ข้าวป่าทั้ง 3 สายพันธุ์ในแต่ละอายุ จะมีการสร้างโพสลินในปริมาณต่างๆ กัน และปริมาณโพสลินต่อกรัมน้ำหนักสด ของต้นข้าวป่าจะเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับไซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นสูงขึ้น (ตาราง 23)

ในสายพันธุ์ Srilanka นั้นในสภาพที่ไม่มีเกลือไซเดียมคลอไรด์ (ตัวเปรียบเทียบ) ต้นกล้า อายุ 1 วันจะสร้างโพสลิน (มก. / กรัม น้ำหนักสด) มากกว่าอีก 2 อายุ เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ ไซเดียมคลอไรด์ขึ้น ปริมาณโพสลินในต้นกล้าอายุ 1 วัน และ 14 วัน จะเพิ่มขึ้นในปริมาณที่ไม่ต่าง กันมาก ที่ความเข้มข้น 1.5 % จะแตกต่างจากตัวเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมี ค่า 14.59 และ 14.68 มก. / กรัม น้ำหนักสด ในต้นกล้าอายุ 1 วัน และ 14 วันตามลำดับ ใน ต้นกล้าอายุ 7 วันนั้นปริมาณโพสลินจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อความเข้มข้นของไซเดียมคลอไรด์ ที่ 1 และ 1.5 % ปริมาณโพสลินจะมีค่า 14.6 และ 30.1 มก. / กรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ ซึ่ง มากกว่าตัวเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญ ต้นกล้าอายุ 7 วัน สร้างโพสลินในทางตอบสนองต่อ ไซเดียมคลอไรด์มากกว่าต้นกล้าอายุ 1 วันและ 14 วัน โดยเฉพาะเมื่อเทียบกับในสภาพที่ไม่มีเกลือ

ในสายพันธุ์ WR - 6 นั้นสภาพปกติต้นกล้าอายุ 14 วัน จะสร้างโพสลินมากกว่าอายุ 1 วันและ 7 วัน เมื่อความเข้มข้นของไซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น ปริมาณโพสลินในต้นข้าวป่าก็เพิ่ม มากขึ้น แต่การเพิ่มของโพสลินในต้นกล้าอายุ 1 และ 14 วันนั้นไม่มากและใกล้เคียงกัน ส่วนต้น

กล้าอายุ 7 วันนั้นการเพิ่มขึ้นของโพรลินจะสูงกว่าอีก 2 อายุมาก ที่ความเข้มข้นโซเดียมคลอไรด์ 1.5 % นั้นมีการสร้างโพรลินในต้นกล้าถึง 56.7 มก. / กรัมน้ำหนักสด

ในสายพันธุ์ WR - 1 นั้นพบว่าต้นกล้าอายุ 1 วันจะมีการสร้างโพรลินมากที่สุด ในสภาพที่ไม่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณโพรลินเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นของเกลือ และมากกว่าตัวเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่โซเดียมคลอไรด์ 1.5 % ปริมาณโพรลินในต้นข้าวป่าเป็น 27.5 , 34.3 และ 53.5 มก. / กรัมน้ำหนักสด ในต้นกล้าอายุ 1, 7 และ 14 วันตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างข้าวป่าทั้ง 3 สายพันธุ์ พบว่า WR - 1 จะมีการสะสมโพรลินในทางตอบสนองต่อโซเดียมคลอไรด์ได้สูงกว่า WR - 6 และ Srilanka ส่วน WR - 6 และ Srilanka การสะสมโพรลินไม่ค่อยแตกต่างกัน

ตาราง 23 ผลของไซเดียมคลอไรด์ตามความเข้มข้นต่างๆ ที่มีต่อปริมาณโพรลินของข้าวปา

ก. สายพันธุ์ Sri Lanka

ความเข้มข้นของ ไซเดียมคลอไรด์ (%)	อายุต้นกล้า (วันหลังออก)		
	1	7	14
0	2.14 b ^y	0.9 c	0.57 b
0.5	3.60 b	7.56 bc	3.78 b
1.0	4.65 b	14.57 b	12.47 a
1.5	14.59 a	30.12 a	14.68 a

ข. สายพันธุ์ WR-6

ความเข้มข้นของ ไซเดียมคลอไรด์ (%)	อายุต้นกล้า (วันหลังออก)		
	1	7	14
0	0.58 b ^y	1.03 b	1.33
0.5	0.74 b	6.85 b	3.16
1.0	1.02 b	18.44 b	4.0
1.5	6.06 a	25.70 a	4.7

ค. สายพันธุ์ WR-1

ความเข้มข้นของ ไซเดียมคลอไรด์ (%)	อายุต้นกล้า (วันหลังออก)		
	1	7	14
0	2.77 c ^y	2.58 c	1.26 c
0.5	7.77 bc	17.14 b	20.7 b
1.0	11.98 b	25.23 ab	30.3 b
1.5	27.47 a	34.34 a	53.53 a

1/ ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่

บทที่ 5

อภิปรายผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของไซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อความมีชีวิตของเมล็ดข้าวป่า

ผลการศึกษาความมีชีวิตของเมล็ดข้าวป่าโดยวิธีเตตราไซเลียม พบว่าเมล็ดข้าวป่าทั้ง 6 สายพันธุ์ สามารถมีชีวิตได้ในสารละลายไซเดียมคลอไรด์ ที่แตกต่างกัน

1. เมล็ดข้าวป่าสายพันธุ์ WR - 1 และ W - 0593 สูญเสียความมีชีวิตเร็วในทุกความเข้มข้นของไซเดียมคลอไรด์

2. เมล็ดข้าวป่าสายพันธุ์ WR - 6 , W - 0630 , W - 1625 และ Srilanka เมล็ดสูญเสียความมีชีวิตที่ความเข้มข้นต่ำเร็วกว่าที่ความเข้มข้นสูง

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของไซเดียมคลอไรด์ต่อการเจริญเติบโตของข้าวป่าในระยะต่างๆ

2.1 ผลของไซเดียมคลอไรด์ต่อข้าวป่าในระยะงอก

1. หลังจากเพาะเมล็ดในสารละลายไซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่างๆ เป็นระยะเวลา 7 วัน พบว่าเมื่อความเข้มข้นของสารละลายเพิ่มขึ้นความงอกของเมล็ดลดลง

2. เมื่อทำการทดลองครบ 7 วันเมล็ดที่งอกนำมาวัดความยาวต้นและราก พบว่าความยาวต้นและรากของข้าวป่าทุกสายพันธุ์ลดลงเมื่อความเข้มข้นของสารละลายเพิ่มขึ้น

3. พบว่าสายพันธุ์ Srilanka สามารถงอกได้ดีที่สุดในสภาพที่มีไซเดียมคลอไรด์

4. เมล็ดที่ไม่งอกในสารละลายไซเดียมคลอไรด์ โดยเฉพาะที่ความเข้มข้นสูงได้นำมาฟื้นตัวในน้ำกลั่นโดยทำการทดลอง 7 วัน พบว่าเมล็ดข้าวป่าสายพันธุ์ WR - 1 และ W - 1625 มีการฟื้นตัวในน้ำกลั่นได้สูงมากโดยเฉพาะที่ความเข้มข้นสูง ส่วนสายพันธุ์ Srilanka มีการฟื้นตัวปานกลาง และสายพันธุ์ WR - 6 , W - 0630 และ W - 0593 มีการฟื้นตัวต่ำ

2.2 ผลของไซเดียมคลอไรด์ต่อข้าวป่าในระยะต้นกล้าอายุ 1 , 7 และ 14 วัน

1. ข้าวป่าทุกสายพันธุ์เมื่อความเข้มข้น และจำนวนวันเพิ่มขึ้น ความสูงลดลง

2. เมื่อทำการทดลองครบ 28 วัน นำมาวัดความยาวราก พบว่าความยาวรากลดลงเมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้น แต่ได้รับผลกระทบน้อยกว่าต้น

3. ข้าวป่าแต่ละสายพันธุ์อายุต้นกล้าที่แตกต่างกันมีความทนทานแตกต่างกัน ในสายพันธุ์ WR - 1 ต้นกล้าอายุ 14 ทนทานกว่า ที่ 7 และ 1 วัน , สายพันธุ์ WR - 6 ต้นกล้าอายุ 14 และ 7 วันมีความทนทานมากกว่าอายุ 1 วัน , สายพันธุ์ W - 0593 และ Srilanka ต้นกล้าอายุ 7 วันทนทานกว่าอายุ 1 และ 14 วัน , สายพันธุ์ W - 0630 และ W - 1625 ต้นกล้าอายุ 1 วันทนทานกว่าอายุ 7 และ 14 วัน

4. ข้าวป่าแต่ละสายพันธุ์มีความทนทานต่อไซเดียมคลอไรด์แตกต่างกัน สายพันธุ์

Srilanka มีความทนทานมากที่สุด รองลงมาสายพันธุ์ WR - 6 และ WR - 1

การทดลองที่ 3 ศึกษาผลของไซเดียมคลอไรด์ต่อการสร้างโพรลินในข้าวป่า

1. ข้าวป่าทุกสายพันธุ์เมื่อความเข้มข้นของไซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น ปริมาณโพรลินเพิ่มขึ้นด้วย

2. ข้าวป่าแต่ละสายพันธุ์ที่ต้นกล้าอายุต่างๆ กัน พบว่าการสะสมโพรลินจะมีมากในต้นกล้าที่ทนทานต่อเกลือได้ดี

3. เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสายพันธุ์ พบว่าการสะสมโพรลินจะมีมากที่สุดใน สายพันธุ์ WR - 1 ในขณะที่สายพันธุ์ Srilanka และ WR - 6 นั้นมีการสะสมโพรลินไม่ค่อยแตกต่างกัน

อภิปรายผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของไซเดียมคลอไรด์ที่มีต่อความมีชีวิตของเมล็ดข้าวป่า

จากผลการทดลองนี้ พบว่า เมล็ดข้าวป่าสายพันธุ์ WR - 1 และ W-0593 สูญเสียความมีชีวิตเร็วในทุกความเข้มข้นของไซเดียมคลอไรด์ แต่ เมล็ดข้าวป่าสายพันธุ์ WR - 6 , W - 0630 , W - 1625 และ Srilanka เมล็ดสูญเสียความมีชีวิตที่ความเข้มข้นต่ำเร็วกว่าที่ความเข้มข้นสูง

แสดงให้เห็นว่า การที่เกลือจะเข้าสู่เมล็ดและส่งผลกระทบต่อความมีชีวิตนั้น เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของเกลือ ร่วมกับคุณสมบัติของเมมเบรนและเปลือกหุ้มเมล็ดของเมล็ดพืช ที่จะยอมให้สารละลายไซเดียมคลอไรด์เข้าสู่เมล็ดได้มากหรือน้อย โดยทั่วไปเมื่อความเข้มข้นของไซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น ความเป็นพิษต่อเมล็ดก็จะมากขึ้นด้วย (Palmer, et al. 1969 ; Alekseeva. 1973 ; Elsharkawi and Springuel. 1979) แต่ความเข้มข้นของไซเดียมคลอไรด์สูงมากๆ ค่าศักย์ของสารละลายก็ลดต่ำลง ทำให้สารละลายผ่านเข้าสู่เมล็ดได้ช้าลง (Ayers and Hayward. 1948 ; Kaddah. 1963) เหตุผลอาจเกี่ยวข้องกับ membrane permeability ของเมล็ดด้วย (Khan. 1980) เมื่อเกลือเข้าสู่เมล็ดจะทำให้การสะสมเกลือต่ำในเมล็ด เหตุผลอื่นอาจขึ้นกับความทนทานต่อไซเดียมคลอไรด์ที่แตกต่างกันในข้าวป่าแต่ละสายพันธุ์ ทำให้ผลกระทบของเกลือต่อความมีชีวิตของเมล็ดข้าวป่ามีความแตกต่างกัน ในสายพันธุ์ที่อ่อนแอต่อไซเดียมคลอไรด์มากเกลือปริมาณน้อยก็ทำให้เกิดอันตรายได้ เมล็ดข้าวป่าสายพันธุ์ WR - 1 และ W - 0593 จึงสูญเสียความมีชีวิตอย่างรวดเร็วในทุกความเข้มข้นของไซเดียมคลอไรด์ แต่ในสายพันธุ์ที่ค่อนข้างทนทาน คือ WR - 6 , W - 0630 , W - 1625 และ Srilanka นั้นเมล็ดอาจมีความทนทานต่อเกลือได้ระดับหนึ่ง ดังนั้นในเมล็ดที่สะสมเกลืออย่างรวดเร็วความเป็นพิษจากเกลือจึงเริ่มเกิดขึ้น ก่อนเมล็ดที่สะสมเกลือช้ากว่า ทำให้เมล็ดที่แช่ในสารละลายไซเดียมคลอไรด์ที่ 5 % สูญเสียความมีชีวิตเร็วกว่าเมล็ดที่แช่ในสารละลาย 10 และ 20 %

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของไซเดียมคลอไรด์ต่อการเจริญเติบโตของข้าวป่าที่ระยะต่างๆ

2.1 ผลของไซเดียมคลอไรด์ต่อข้าวป่าสายพันธุ์ต่างๆในระยะงอก

การงอกของเมล็ดจะงอกนั้นเมล็ดต้องได้รับปัจจัยต่างๆ อย่างเพียงพอ ฉะนั้นขบวนการแรกที่เกิดขึ้น ก็คือการดูดน้ำของเมล็ด เพื่อให้ความชื้นของเมล็ดเพิ่มขึ้นและอยู่ในปริมาณที่พอเพียงต่อการเกิดขบวนการต่างๆ สำหรับการงอกปัจจัยที่เกี่ยวกับการดูดซึมน้ำของเมล็ดขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของน้ำถ้ามีความเข้มข้นสูงอัตราการดูดซึมน้ำจะเร็วหรือสูง

จวงจันท์ ดวงพัตรา (2539)

จากผลการทดลองที่ 7 วัน หลังจากทำการเพาะเมล็ดในสารละลายไซเดียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นต่างๆ พบว่าการงอกของเมล็ดในทุกสายพันธุ์ ความงอกลดลงเมื่อความเข้มข้นของไซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น มีเพียง 1 สายพันธุ์ที่สามารถงอกได้ ที่ความเข้มข้นสูงสุดที่ 1.5 % คือสายพันธุ์ Srilanka รองลงมาสายพันธุ์ที่สามารถงอกได้ที่ความเข้มข้นสูงสุด 1.0 % คือ WR - 6 , WR - 1 , W - 0630 ส่วนสายพันธุ์ W - 0593 และ W - 1625 สามารถงอกได้ที่ความเข้มข้นสูงสุด 0.75 % ปัจจัยที่ส่งผลต่อการงอกของเมล็ดคือน้ำ โดยปกติเมล็ดต้องการความชื้นสูง 30 - 60 % จึงจะงอก น้ำมีผลทำให้เปลือกหุ้มเมล็ดอ่อนตัว และช่วยกระตุ้นปฏิกิริยาชีวเคมีต่างๆภายในเมล็ด และน้ำเป็นตัวทำละลายของสารที่สะสมในเมล็ดและยังช่วยในการลำเลียงเคลื่อนย้ายสารจากภายนอกเข้าสู่ภายในเมล็ดอีกด้วย เพราะฉะนั้นเมื่อน้ำเป็นตัวทำละลายที่เคลื่อนย้ายไซเดียมคลอไรด์ไปสะสมอยู่ในเมล็ด เมื่อมีปริมาณมากเข้าทำให้เมล็ดได้รับความเป็นพิษและไม่สามารถงอกได้ (สมบุญ. 2538) เช่นเดียวกับใน *Kosteletzkya virginica* (L) Presl. ซึ่งเป็นไม้ยืนต้นที่เจริญเติบโตในดินเค็ม ในระยะงอกเมล็ดจะทนทานน้อยกว่าในระยะการเจริญเติบโต เมล็ดยอมให้น้ำซึมส่วนใหญ่เกี่ยวกับ osmotic โดยในสภาพที่มีเกลือไซเดียมคลอไรด์สูง จะมีผลยับยั้งการงอกของเมล็ด (Polijakoff - Mayer. 1994) ส่วนการงอกของ *Atriplex patula* จะลดลง 17 % ของตัวเปรียบเทียบเมื่อสารละลายไซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 20 % ส่วนใน *Atriplex* spp. อื่น ๆ ก็คล้ายกันการงอกของเมล็ดจะลดลงเมื่อความเค็มเพิ่มขึ้น (Meryer and Pendleton. 1992)

จากผลการทดสอบการฟื้นตัวของเมล็ดข้าวป่าที่ไม่งอกในสารละลายไซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้นสูงสุด (1 - 1.5 %) พบว่า เมล็ดข้าวป่าจำนวนมากมีการฟื้นตัวงอกขึ้นหลังจากย้ายลงในน้ำกลั่น แต่ความสามารถในการฟื้นตัวมีแตกต่างกันในแต่ละสายพันธุ์ แสดงให้เห็นว่าการที่เมล็ดข้าวป่าบางสายพันธุ์ไม่งอกในสารละลายไซเดียมคลอไรด์ โดยเฉพาะที่ความเข้มข้น 1 - 1.5 % นั้นส่วนหนึ่งอาจเกิดจากการที่เมล็ดไม่ดูดน้ำ หรือดูดน้ำได้ช้า แต่เมล็ดก็ไม่ตาย และเมื่อความเค็มหมดไป (ย้ายลงในน้ำกลั่น) เมล็ดนั้นก็สามารถงอกออกมาได้ ในบางสายพันธุ์ การฟื้นตัวใหม่

เกิดได้กว่า 90 % แสดงว่าที่ความเข้มข้นของไซโตเคมคลอไรด์ที่ใช้ทดสอบนี้ไม่มีผลต่อความเป็นพิษต่อเมล็ดเลย แต่บางสายพันธุ์นั้นการพ่นตัวมีปานกลางจนถึงต่ำ และเมล็ดที่ไม่งอกในการพ่นตัวนั้นก็เน่าตายไป แสดงว่าเมล็ดบางส่วนไม่ได้รับผลกระทบจากไซโตเคมคลอไรด์ แต่บางส่วนก็อาจดูดไซโตเคมคลอไรด์และเกิดเป็นพิษตายไปซึ่งผลกระทบของความเค็มต่อการงอกของเมล็ดนั้นมีรายงานว่าเกี่ยวข้องกับการดูดน้ำได้น้อยลงและความเป็นพิษของไอออนที่สะสมในเมล็ด (Ayers and Hayward, 1948 ; Kaddah, 1963 ; Johnnton, 1977) ซึ่งอาจมีความเกี่ยวข้องกับ membrane permeability ของเมล็ดด้วย (Khan, 1980)

ในสายพันธุ์ที่เมล็ดสามารถงอกได้ในสภาพที่ไซโตเคมคลอไรด์ความเข้มข้นสูง (1 - 1.5 %) นั้นแสดงว่าสายพันธุ์นั้นมีความทนทานต่อไซโตเคมคลอไรด์ในระดับหนึ่งโดยตัวของมันเองแต่การที่มันไม่งอกในสารละลายไซโตเคมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นสูง แต่กลับพ่นมางอกเมื่อย้ายลงในน้ำกลั่นนั้น อาจเป็นกลไกการหลีกเลี่ยงความเค็มของพืชนั้นๆ

2.2 ผลของไซโตเคมคลอไรด์ต่อข้าวป่าสายพันธุ์ต่าง ๆ ในระยะต้นกล้า

พืชแต่ละชนิดในระยะการเจริญเติบโตต่างกัน อาจตอบสนองต่อไซโตเคมคลอไรด์แตกต่างกัน จากการทดลองเลี้ยงต้นกล้าให้มีอายุ 1 , 7 และ 14 วันหลังงอกและให้สารละลายไซโตเคมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่าข้าวป่าทั้ง 6 สายพันธุ์ มีการตอบสนองต่อไซโตเคมคลอไรด์แตกต่างกัน โดยพบว่าข้าวป่าสายพันธุ์ w - 0630 และ w - 1625 ต้นกล้าที่อายุ 1 วัน มีความทนทานได้ดีกว่าอีก 2 อายุ อาจจะเป็นเพราะข้าวป่าทั้ง 2 สายพันธุ์ ในระยะกล้าอ่อนจะมีความทนทานได้ดีกว่า ต้นกล้าสามารถปรับสรีรให้สามารถดำรงชีวิตได้ตั้งแต่วัยแรก เหมือนกับ *Kosteletzky*.

virginica ในระยะแรกงอกจะทนทานต่อความเค็มมากกว่าในต้นกล้า โดยเมล็ดของพืชดังกล่าวสามารถงอกและเจริญเติบโตได้ในที่มีความเค็ม 66 % ของน้ำทะเล ส่วนเมล็ดที่งอกในน้ำจืดแล้วค่อย ๆ เพิ่มความเค็มให้แก่สารละลายอย่างช้า ๆ ต้นกล้าก็สามารถปรับตัวให้เหมาะสมและเจริญเติบโตได้ แต่หากนำต้นกล้าที่เจริญเติบโตมาปลูกในสารละลายต้นกล้าไม่สามารถมีชีวิตรอดได้ สอดคล้องกับไซเมอร์ (Somer, 1982) ส่วนในสายพันธุ์ w - 0593 , Srilanka , WR - 1 และ WR - 6 พบว่าที่ต้นกล้าอายุมาก คือ 7 และ 14 วัน จะมีความทนทานมากกว่าต้นกล้าอายุน้อย ความสามารถในการทนเค็มของพืชต่างชนิดจะไม่เท่ากัน โดยต้นกล้าในระยะก่อนออกดอก เป็นระยะที่มีความสามารถในการทนเค็มสูง พืชจะแสดงอาการให้เห็นคือ ปลายใบไหม้ละม้วน สมศรี อรุณินท์. (2539) จากเมล็ดข้าวป่าทั้ง 6 สายพันธุ์ พบว่าสายพันธุ์ Srilanka มีความทนทานมากที่สุด เพราะสามารถเจริญเติบโตได้ในสารละลายไซโตเคมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นสูง รองลงมา คือ WR - 6 และสายพันธุ์ที่อ่อนแอที่สุด คือ WR - 1 แสดงว่าความเข้มข้นของไซโตเคมคลอไรด์มีผลต่อการเจริญเติบโต

ของข้าวป่า เหมือนกับ *Atriplex patula*. การเจริญเติบโตและน้ำหนักแห้งของต้นจะลดลงเมื่อความเค็มของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น (Ungar. 1996) ดินที่มีปริมาณเกลือที่ละลายน้ำได้ในปริมาณมากจะเป็นตัวกำหนดการเจริญเติบโตของพืช ระดับความเค็มที่เพิ่มสูงขึ้น จะระงับการเจริญเติบโตของพืชจนกระทั่งพืชจะตายได้ในที่สุด ยุทธชัย อนุรักติพันธ์ (2531)

การทดลองที่ 3 ศึกษาผลของโซเดียมคลอไรด์ต่อการสร้างโปรตีนในข้าวป่า

ในข้าวป่าแต่ละสายพันธุ์ พบว่า ปริมาณโปรตีนในต้นเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ที่เพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าการสะสมโปรตีนนั้นเป็นการตอบสนองต่อความเครียดที่เพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะความเครียดเกี่ยวกับน้ำ (Taylor. 1996) ในข้าวป่าแต่ละสายพันธุ์ที่ต้นกล้าอายุต่างกัน พบว่าการสะสมโปรตีนจะมีมากในต้นกล้าที่ทนทานต่อเกลือได้ดี แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสายพันธุ์ พบว่าการสะสมโปรตีนจะมีมากที่สุด ใน ข้าวสายพันธุ์ WR - 1 ซึ่งจากการทดสอบในระยะต้นกล้า พบว่าค่อนข้างอ่อนแอต่อโซเดียมคลอไรด์ ในขณะที่สายพันธุ์ Srilanka และ WR - 6 ซึ่งค่อนข้างทนทานต่อเกลือนั้นกลับสะสมโปรตีนน้อยกว่า ผลการทดลองนี้ค่อนข้างแตกต่างจากรายงานส่วนใหญ่ที่มักพบว่าพืชที่ทนทานต่อเกลือ จะมีการสะสมโปรตีนมากกว่าพืชที่อ่อนแอ (Igarashi, et al. 1996 ; Stewart and Lee. 1974) แต่จากที่มีรายงานว่าในพืชบางชนิด การสะสมโปรตีนอาจเป็นการตอบสนองต่อความเครียดของน้ำเท่านั้น (ศุภจิตร ชัชวาล และคณะ. 2545) เป็นไปได้ว่าเกลือโซเดียมคลอไรด์แต่ละความเข้มข้นที่ให้แก่ข้าวป่าทั้ง 3 สายพันธุ์ในการทดลองนี้ อาจส่งผลให้เกิดความเครียดที่แตกต่างกัน ในข้าวป่าทั้ง 3 สายพันธุ์ ซึ่งขึ้นอยู่กับความแตกต่างภายในตัวของข้าวป่าทั้ง 3 สายพันธุ์นั่นเอง ข้าวป่าสายพันธุ์ Srilanka และ WR - 6 ได้รับผลกระทบจากเกลือ (ในความเข้มข้นที่ทดสอบ) น้อยกว่าสายพันธุ์ WR - 1 ทำให้เกิดภาวะเครียดต่ำกว่า ซึ่งจะเห็นได้จากการที่การเจริญเติบโตของ Srilanka และ WR - 6 ถูกยับยั้งเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ในขณะที่การเจริญเติบโตของสายพันธุ์ WR - 1 ถูกยับยั้งมากกว่าโดยโซเดียมคลอไรด์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเกิดภาวะเครียดมากกว่า และการที่ WR - 1 เกิดสภาวะเครียดจากเกลือที่สูงกว่าอาจทำให้มันมีการสะสมโปรตีนสูงก็เป็นได้

จากรายงานของกิริจา , สมิท และ สวามี (Girija, Smith and Swamy. 2002) กล่าวว่า การสะสมโปรตีนนั้นเกิดจากการที่โซเดียมคลอไรด์ไปยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ proline oxidase (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการย่อยสลายโปรตีน) และส่งเสริมกิจกรรมของเอนไซม์ γ - glutamyl kinase (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โปรตีน) ทำให้สังเคราะห์โปรตีนมากขึ้นและการย่อยสลายโปรตีนลดลง ดังนั้นการเพิ่มปริมาณโปรตีนที่แตกต่างกันในข้าวป่าทั้ง 3 สายพันธุ์อาจเกิดจากผลของระดับของสภาวะเครียด

แตกต่างกัน (ที่เกิดจากเกลือที่ความเข้มข้นเดียวกัน) ที่ไปส่งผลกระทบต่อกิจกรรมของเอนไซม์ดังกล่าว แต่อาจไม่ได้บ่งบอกถึงความสามารถที่แตกต่างกันในการทนเค็ม

นอกจากนี้ยังเป็นไปได้ว่า นอกเหนือไปจากการสะสมโพรลีน แล้วยังมีกลไกอื่นอีกที่ทำให้เกิดการทนเค็ม เช่น การสะสมของสาร glycine betaine, K^+ ในพืชอื่นๆ บางชนิด เช่น ข้าวโอ๊ต มะเขือเทศ ถั่วบางชนิด แครอท แม้กระทั่งข้าวเอง (Sudhakar, et al. 1993 ; Sakamoto, et al. 1998) และศุภจิตรา และคณะ (2545)

ส่วนผลของการเจริญเติบโตของข้าวป่าที่ลดลงนั้น อาจเกิดจากปัจจัยอย่างอื่น เช่น ความเป็นพิษของไอออนของ Na^+ และ Cl^- ที่สะสมอยู่ภายใน (วันชัย สังข์สุข. 2541 และ กาญจนา สาลีดีด. 2525) ซึ่งอาจแตกต่างกันได้ในแต่ละสายพันธุ์ และไม่ได้เกี่ยวข้องโดยตรงต่อการสะสมโพรลีนภายในต้น ดังนั้นในการที่จะสรุปได้ชัดเจนนั้นจำเป็นต้องศึกษากันในรายละเอียดต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาผลความเค็มต่อต้นข้าวป่าที่ระยะต่างๆ เช่น ระยะแตกกอ ระยะออกดอก ระยะก่อนการเก็บเกี่ยว เพื่อจะได้ทราบถึงความสามารถในการทนเค็มตลอดอายุ เพื่อจะได้นำไปใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมต่อไป
2. ควรศึกษากลไกการทนเค็มของพืชนอกจากการสร้างโปรตีน เนื่องจากอาจมีกลไกหลักที่ทำให้พืชสามารถดำรงชีวิตในสภาพดินเค็มได้
3. ควรศึกษาการทนเค็มของข้าวป่าสายพันธุ์ต่างๆ ในสภาพพื้นที่จริง บริเวณที่เกิดปัญหาดินเค็ม เพื่อจะได้ทราบว่าในสภาพดังกล่าวที่มีปัจจัยอื่นแตกต่างจากในห้องทดลอง ข้าวปายังสามารถมีชีวิตอยู่ได้หรือไม่

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมพัฒนาที่ดิน. (2527). "ความรู้เรื่องดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ," คู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐ
โครงการพัฒนาดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตามแผนพัฒนาชนบทยากจน (2525-
2529) กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 68 – 72. กรุงเทพฯ : ม.ป.พ.
- . (2539). "ดินเค็ม," ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540 –
2544) กับโครงการพัฒนาดินเค็ม เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐ กระทรวงเกษตรและ
สหกรณ์. หน้า 1 – 4. กรุงเทพฯ : ม.ป.พ.
- . (2539). "ดินเค็ม," การปรับปรุงดินเค็มและดินโซดิก เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐ
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 19 – 29. กรุงเทพฯ : ม.ป.พ.
- กาญจนา สาลีดี. (2525). ผลของความเค็มของน้ำในดินที่มีต่ออัตราการคายน้ำ การสะสม
โพสเฟอรัส และคลอโรฟิลล์ ของข้าวและฝ้าย. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (พฤกษศาสตร์).
กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- จวงจันทร์ ดวงพัตราร. (2529). การตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพเมล็ดพันธุ์.
หน้า 106 – 124. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : ม.ป.พ.
- ชูศักดิ์ จอมพุท. (2536). การถ่ายทอดลักษณะความต้านทานเพลี้ยจักจั่นสีเขียวจากข้าวป่า
(*Oryza minuta*) ไปยังข้าวปลูก (*O. sativa* L.). วิทยานิพนธ์ วท.ม. (เกษตรศาสตร์).
กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- ธวัช เรืองโสภณ. (2535). การประเมินระดับการทนแล้งของข้าวโพดต่างพันธุ์กรรมโดยใช้
การสะสมปริมาณโพสเฟอรัสเป็นดัชนี. วิทยานิพนธ์ วท.ด. (พืชไร่). กรุงเทพฯ :
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- ประนอม มงคลบรรจง. (2543). การศึกษาลักษณะทางการเกษตรและการพักตัวของเมล็ดข้าว
ป่า. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (เกษตรศาสตร์). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- ยงยุทธ โอสภสภ. (2521). "สรีรวิทยาของข้าวในดินเค็ม," วารสารสายชล. หน้า 65 – 71.
- . (2524ก). พืชกับความเค็มของดิน. หน้า 31. กรุงเทพฯ : ภาควิชาปฐพี คณะเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- วิไลลักษณ์ พลกลาง, พิสิฐ พรหมนารท และประโยชน์ เจริญธรรม. (2542). "การอนุรักษ์ทรัพยากรข้าวป่าในสภาพธรรมชาติ," ใน เอกสารประกอบการบรรยาย การประชุมวิชาการและัญพืชเมืองหนาว ประจำปี 2542. หน้า 36 – 59. ศูนย์วิจัยข้าว ปราชินบุรี. วันชัย สังข์สุข. (2541). การสะสมโพสเฟสและน้ำตาลของข้าวทนเค็มเมื่อได้รับภาวะเค็มและแล้ง. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (พฤกษศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ทัศนีย์ สงวนสัจ. (2540). บทบาทของพันธุกรรมด้านทนโรคและแมลงกับการปรับปรุงพันธุ์ข้าวของไทย. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 19. กรุงเทพฯ : ม.ป.พ.
- สมศรี อรุณินท์. (2539). "ดินเค็ม," ใน การปรับปรุงดินเค็มและดินโซดิก เอกสารคู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 115. กรุงเทพฯ : ม.ป.พ.
- สุพรรณิ โรจนเปรมสุข. (2533). ลักษณะดินที่ได้รับอิทธิพลจากเกลือปัญหาและแนวทางแก้ไขใช้ที่ดินในเขตโครงการชลประทานน้ำองระยะที่ 2. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (เกษตรศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. (2539). โครงการวิจัย. หน้า 2.
- สำเริง แซ่ตัน. (2532). การถ่ายทอดลักษณะการทนดินเค็มในข้าว. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (เกษตรศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- ศุภจิตรา ชัชวาล, กนกวรรณ เกิดในมงคล, ปรีดา บุญ-หลง. (2545). "สรีรวิทยาของการตอบสนองต่อสภาวะเครียดของพืช," วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์. 1(1) : 221-241.
- อัญชลี แพทย์อุดม. (2522). อิทธิพลของเกลือโซเดียมคลอไรด์ต่อการเจริญเติบโตและการสะสมไฮออนของข้าวบางสายพันธุ์. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (เกษตรศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- Ayers, A.D. and Hayward, H.E. (1948). " A method for measuring the effects of Soil E salinity on seed germination with observations on several crop Plant " *Soil Sci. Amer. Proc.* 13 : 224 – 226.
- Ayers A.D., Brown, J.W. and Wadleigh, C.H. (1952). " Salt tolerance of barley and wheat in soil plots receiving several salinization regimes," *Agron. J.* 44 : 307 – 310.

- Bate , L.S., Waldren, R.P. and Teare, I.D. (1973). " Rapid determination of free proline For water studies," *Plant and soil*. 39 : 205 –207.
- Bernstein , L. (1961). " Osmotic adjustment of plants to salinemedia I steady state," *Amer. J. Bot.* 43 : 909 – 917.
- Hyakutake, H.S., et al. (1984). *Distribution Habitats seed Germination and Ecological Character of Wild rice Oryza perennis and its Response to Herbicides NWSRI Project Report. No. 2. Nat WeedSci Research , Bangkok : Thailand.*
- Igarashi, Y.Y., et al. (1997). Characterization of gene for Δ^1 -pyrroline-s –Carboxy late synthetase and correlation between the expression of the gene and sativa L. *Plant Mol. Biol.* 33 : 857 –865.
- Ungar, Irwin A. (1996) . "Effect of salinity on seed germination, growth and Ion Accumulation of *Atriplex patula*," *American Journal of Botany* . 83(5) : 604 – 60.
- Girija , B.N., Smith , P. and Swamy, M. (2002). "Interactive effects of sodium chloride and calcium chloride on the accumulation of proline and glycinebetaine in peanut," *Environmental and Experimental Botany* . 47 : 1 – 10.
- Goring , H (1982). " Stress reaction of plant to unfavorable physical and Chemical factors in the environment," *Sor. Agri. Sci.* 1 : 16 – 18.
- Greenway , H. (1973). " Salinity plant growth and metabolism," *J. Aust. Inst. Agri. Sci* : 39 : 24 – 34.
- Kaddah, M.T. (1963). "Salinity effects on growth rice at the seedling and flowering stages of development," *Soil Sci.* 96(2) : 105 –111.
- Kaddah, M.T., Lehman, W.E. and Robinson, F.E. (1973). " Tolerance of rice (*Oryza sativa*) to salt during , boot , flowering and grain filling stages," *Agron. J.* 65 : 845 – 847.
- Khan, A.A. (n.d.). *The Physiology and Biochemistry of Seed dormancy and germination.* p. 29 – 45. North Holland, New York.

- Lehninger, Albert L., Nelson, David L. and Cox, Michael M. (1997). *Principles of Biochemistry*. p. 669. United States of America : R.R. Donnelley and Sons.
- Leonard, Machlis and Torrey, John G. (1959). *Plant in action A laboratory manual of Plant Physiology*. W.H. Freeman and Company.
- Meryer and Pendleton. (1992). "Seed of *Kosteletzkya Virginica* . Their structure, germination and salt tolerance. I . Seed structure and dormancy," *American Journal of Botany*. 79 : 249 – 256.
- Palmer, J., Beeker, D.L. and Charpman, S.R. (1969). " Salinity tolerance studies in Russian wild rye," *Elymus juceus*. Proc.Montreal Accad. Sci.28
- Poljakoff-Mayber, G. F., Werker, Somers E. and Gallagher, J.L. (1994). "Seeds of *Kosteletzkya virginica* (Malvaceae) : Their structure, germination, and salt tolerance. II. Germination and salt tolerance," *American j. of botany*. 81(1) : 54 - 59.
- Stewart, G.R. and Lee, J.A. (1974). "The role of proline accumulation in Halophytes," *Planta*. 120 : 279 – 289.
- Sinanuwong, S., Hongto, K. and Ditsadhaporn, C. (1977). "Field screening for tolerance to saline soil," *Paper presented at the international Rice Research*. p.10.
- Sudhaka, C., Reddy, P.S. and Veeranjanyulu, K. (1993) . "Effect of salt stress on three enzymes of proline synthesis and oxidation of green gram seedlings," *J.plant physiol*. 141 : 621- 623 .
- Taylor, C.B. (1996). "Proline and water deficit : ups, downs, ins and outs," *The plant Cell*. 8 : 1221 – 1224.
- Wongwattana , Nanakorn and Surawattananon, Kobayashi. (1998). " Effect of Sodium Chloride on Growth and Root Nodulation in Some Leguminous Plant," *J. Weed Sci Ttech*. 43(2) : 129 –133 .

ภาคผนวก

ภาคผนวก 1

1. สารละลายธาตุอาหารสูตร Machlis and Torry

จำนวนมิลลิลิตรของ stock solution ที่ใช้เพื่อเตรียมธาตุอาหาร 1 ลิตร

สารละลายธาตุอาหาร	มิลลิลิตร
1M $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	5
1M KNO_3	5
1M MgSO_4	2
1M KH_2PO_4	1
Fe – EDTA	1
Micronutrient	1

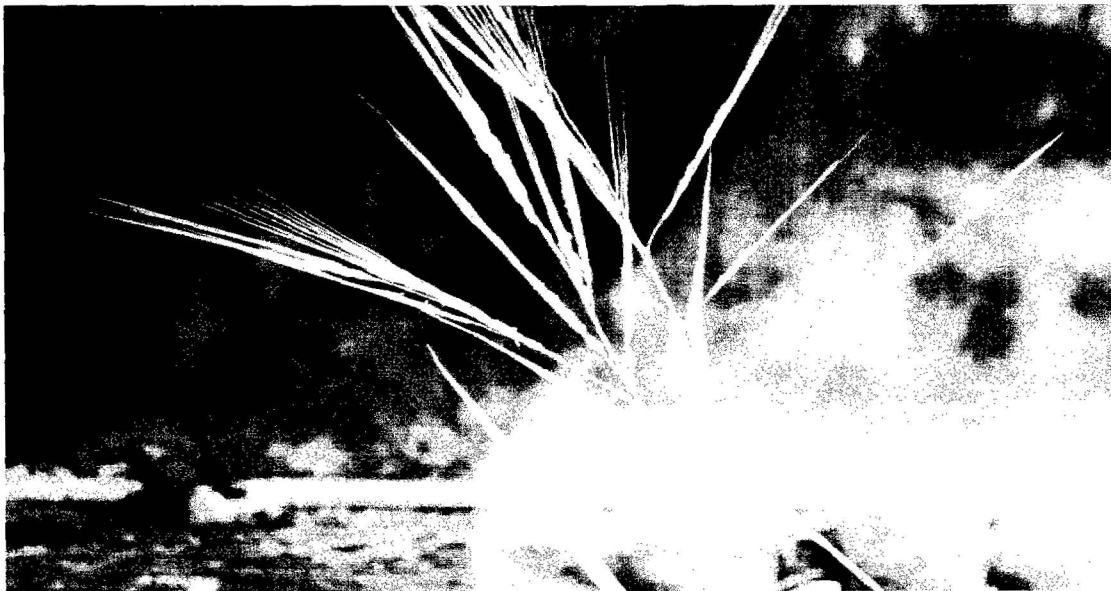
2. การเตรียมกรดอินโนไฮดริน

นำอินโนไฮดริน 1.25 กรัมผสมกับกรดอะซีติก 30 มิลลิลิตร และ 6โมลาร์กรดฟอสฟอริก 20 มิลลิลิตร นำไปอุ่นจนกระทั่งสารละลายรวมเป็นเนื้อเดียวกัน เก็บสารละลายไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สารที่เตรียมได้ต้องใช้ภายใน 24 ชั่วโมง

ก.



ข.

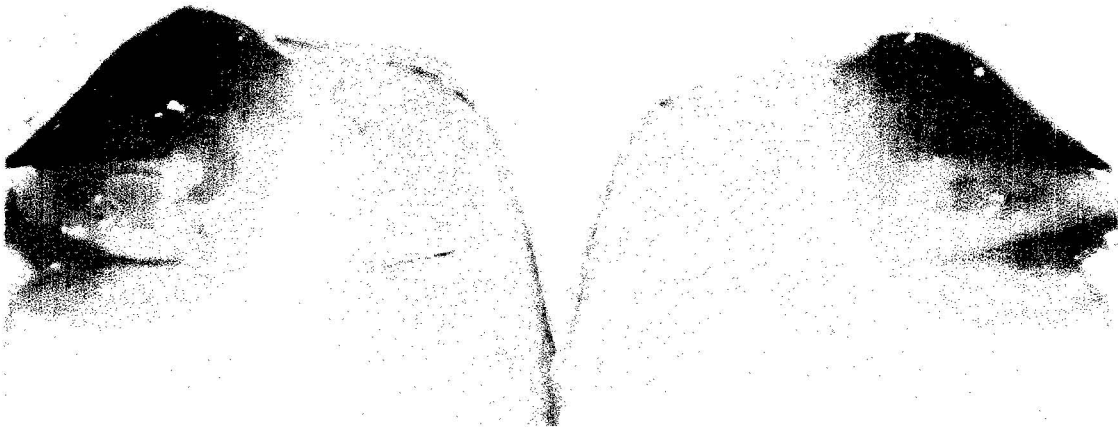


ภาคผนวก 2 ข้าวป่าที่เจริญเติบโตในสภาวะปกติ

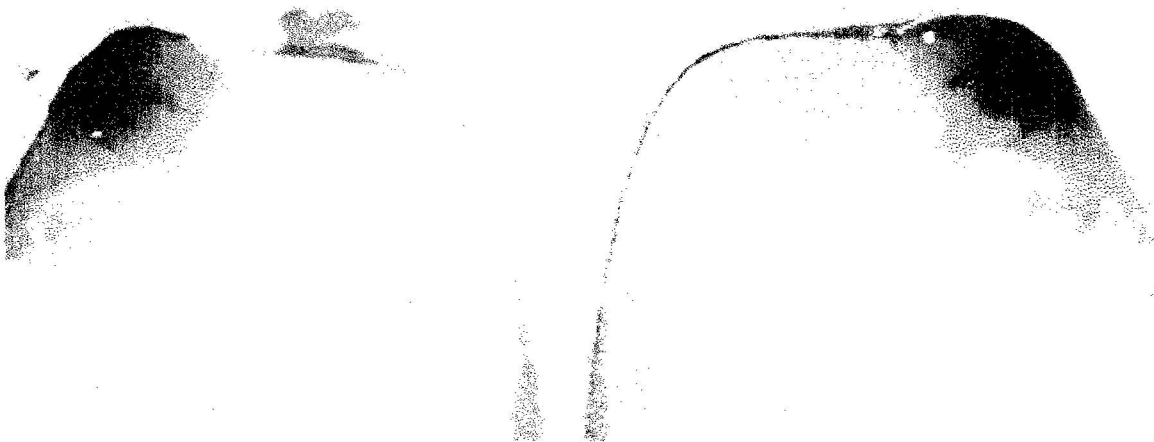
ก. ลักษณะของลำต้น

ข. ลักษณะรวงของข้าวป่า

ก.



ข.



ค.



ภาคผนวก 3 ตัวอย่างผลการทดสอบความมีชีวิตของเมล็ดข้าวโดยวิธีเตตระโซเลียมเทสท์

ก. เมล็ดที่มีชีวิต

ข. เมล็ดที่ไม่มีชีวิต (เมล็ดมีการติดสีบางส่วน)

ค. เมล็ดที่ไม่มีชีวิต (ไม่ติดสีเลย)

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล

ปานแก้ว อักษรคำ

วัน เดือน ปีเกิด

15 เมษายน 2518

สถานที่ทำงานปัจจุบัน

โรงเรียนอัสสัมชัญ ถนนเจริญกรุง 40

เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา

พศ. 2537

มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสวนศรีวิทยา

จังหวัด ชุมพร

พศ. 2541

ค.บ. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) สถาบันราชภัฏสวนดุสิต

พศ. 2546

กศ.ม. (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ