

บทที่ 4

ผลการทดลอง

การทดลองระยะที่หนึ่ง

1. การเจริญเติบโตของต้นข้าว

จากการทดลองปลูกข้าวอายุ 3 สัปดาห์พันธุ์ต่างๆ ในสารละลายธาตุอาหารสูตร Yoshida ดัดแปลง (Gregorio และคณะ, 1997) ที่เติมเกลือ NaCl 103 mM และเลี้ยงต้นข้าวเป็นเวลา 1 สัปดาห์ พบว่าข้าวแต่ละพันธุ์มีการตอบสนองต่อความเค็มและการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน (ภาพที่ 4.4 – 4.9) และเมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ 7 วันได้ทำการเก็บต้นข้าวทั้งหมดของทุกพันธุ์ของทั้ง 2 ระดับความเค็มคือสารละลายที่ไม่เติมเกลือ (ชุดควบคุม) และที่เติมเกลือ นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลาอย่างน้อย 48 ชั่วโมง แล้วทำการชั่งน้ำหนักแห้งต้น (Shoot dry weight) และน้ำหนักแห้งราก (Root dry weight) พบว่าข้าวที่มีน้ำหนักแห้งของต้นที่ปลูกในสภาวะเกลือใกล้เคียงกับชุดควบคุม ได้แก่ พันธุ์ Pokkali, พันธุ์ IR29, พันธุ์ KDML105 และข้าวไร่ 11 รหัส คือ ULR078, ULR192, ULR239, ULR254, ULR284, KKU.ULR031, KKU.ULR076, KKU.ULR198, KKU.ULR-T30, KKU.ULR-T15 และ KKU.ULR-T35 (ภาพที่ 4.1) ส่วนผลการทดลองด้านน้ำหนักแห้งของราก พบว่าข้าวที่ปลูกในสภาวะเกลือที่มีน้ำหนักแห้งรากใกล้เคียงกับชุดควบคุมได้แก่ พันธุ์ Pokkali, พันธุ์ IR29 และข้าวไร่ 14 รหัส คือ ULR192, ULR234, ULR239, ULR254, ULR284, KKU.ULR038, KKU.ULR064, KKU.ULR076, KKU.ULR198, KKU.ULR200, KKU.ULR-T4, KKU.ULR-T15, KKU.ULR-T30 และ KKU.ULR-T35 (ภาพที่ 4.2)

สำหรับร้อยละของอัตราการรอดชีวิตของข้าวที่ปลูกในสารละลายที่เติมเกลือ 103 mM เป็นเวลา 6 วัน พบว่า ข้าวที่มีการรอดชีวิตมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 80 มีทั้งหมด 10 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ Pokkali, พันธุ์ IR29, ULR078, ULR159, KKU.ULR076, KKU.ULR198, KKU.ULR200, KKU.ULR-T4, KKU.ULR-T30 และ KKU.ULR-T35 (ภาพที่ 4.3 และตารางที่ 4.1) ในทางตรงกันข้ามข้าวที่มีอัตราการรอดชีวิตไม่ถึงร้อยละ 20 มี 9 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ IR28, ULR234, ULR254, KKU.ULR016, KKU.ULR121, KKU.ULR303, KKU.ULR-T33 และ KKU.ULR-T33 (ภาพที่ 4.3 และตารางที่ 4.1)

2. ค่าคะแนนระดับความทนเค็ม

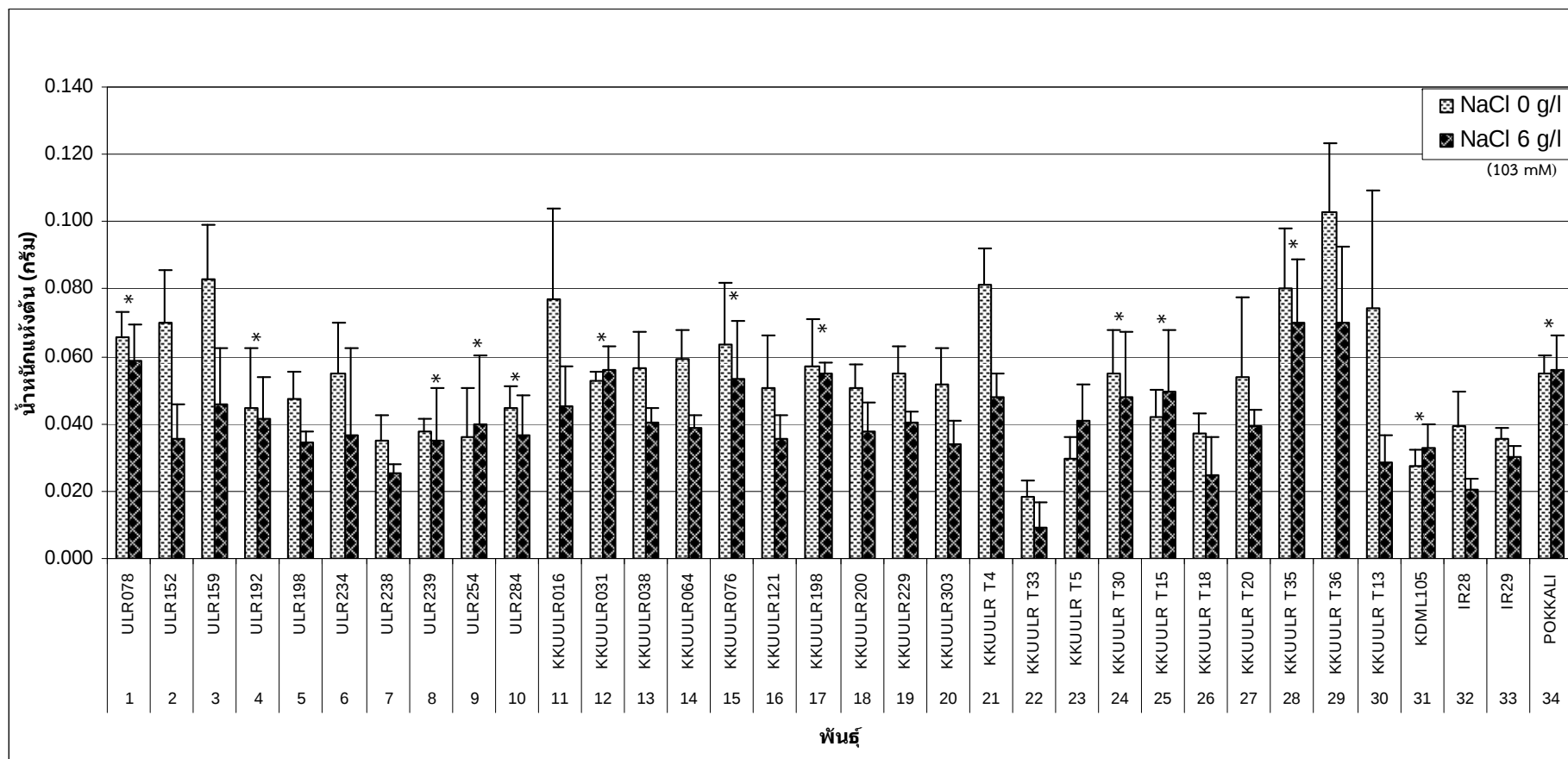
ในการทดลองให้สภาวะเค็มกับต้นกล้าของข้าวไร่ที่ยังไม่ทราบระดับคะแนนความทนเค็ม 30 รหัส สายพันธุ์และข้าวที่ทราบระดับความเค็มแล้ว 4 พันธุ์ ตามด้วยการตรวจสอบลักษณะต้นข้าวและให้ค่าคะแนนระดับความทนเค็มของข้าวที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่เติมเกลือ 3 และ 6 วันโดยใช้เกณฑ์ตามตารางที่ 2.1 ซึ่งให้ค่าคะแนนความทนเค็มค่อนข้างมากเท่ากับ 1 และค่าคะแนนจะมีค่ามากขึ้นตามลำดับเมื่อข้าวไม่ทนต่อความเค็ม โดยค่าคะแนนของความอ่อนแอต่อความเค็มค่อนข้างมากมีค่าเท่ากับ 9 ได้ผลการตรวจสอบดังนี้

การจัดค่าคะแนนระดับความทนเค็มของข้าวทั้งหมด 34 พันธุ์ (ตารางที่ 4.1) แสดงให้เห็นว่าข้าวแต่ละพันธุ์มีระดับความทนเค็มที่แตกต่างกัน โดยข้าวกลุ่มที่ทราบระดับความเค็มแล้ว 4 พันธุ์ ได้แก่ Pokkali, IR28, IR29 และ KDML105 ได้ค่าคะแนนเท่ากับ 2, 9, 3 และ 6 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.4) โดยพบว่าข้าวไร่

จำนวน 4 รหัสสายพันธุ์ที่ถูกจัดว่ามีความทนเค็มถึงทนเค็มค่อนข้างมาก คือ KKU.ULR076, KKU.ULR198, KKU.ULR200 และ KKU.ULR-T4 มีค่าคะแนนเท่ากับ 2, 3, 2 และ 1 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.5) ข้าวไร่ที่จัดว่าทนเค็มปานกลางมี 5 รหัสสายพันธุ์ ได้แก่ ULR078, ULR159, ULR192, KKU.ULR-T15 และ KKU.ULR-T35 (ภาพที่ 4.6) นอกจากนี้พบว่าข้าวไร่จำนวน 8 รหัสสายพันธุ์ที่ไม่ทนต่อความเค็มโดยได้ค่าคะแนนเท่ากับ 9 คือ ULR234, ULR254, KKU.ULR016, KKU.ULR064, KKU.ULR121, KKU.ULR303, KKU.ULR-T33 และ KKU.ULR-T13 (ภาพที่ 4.9) ส่วนรหัสสายพันธุ์ที่เหลือถูกจัดอยู่ในกลุ่มอ่อนแอต่อความเค็มโดยมีค่าคะแนนเท่ากับ 6 (ภาพที่ 4.7) และ 7 (ภาพที่ 4.8)

ตารางที่ 4.1 น้ำหนักแห้งต้น (กรัม) ของข้าวอายุ 3 สัปดาห์ที่ปลูกในสารละลายชุดควบคุมและที่เติมเกลือ 103 mM เป็นเวลา 1 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ลำดับ	รหัสสายพันธุ์	น้ำหนักแห้งต้น (กรัม)			
		NaCl 0 mM (ชุดควบคุม)		NaCl 103 mM	
1	ULR078	0.0659	$\pm$ 0.0075	0.0585	$\pm$ 0.0109
2	ULR152	0.0702	$\pm$ 0.0154	0.0356	$\pm$ 0.0100
3	ULR159	0.0828	$\pm$ 0.0164	0.0459	$\pm$ 0.0163
4	ULR192	0.0445	$\pm$ 0.0183	0.0412	$\pm$ 0.0126
5	ULR198	0.0476	$\pm$ 0.0077	0.0347	$\pm$ 0.0030
6	ULR234	0.0550	$\pm$ 0.0152	0.0366	$\pm$ 0.0261
7	ULR238	0.0350	$\pm$ 0.0076	0.0254	$\pm$ 0.0025
8	ULR239	0.0379	$\pm$ 0.0034	0.0349	$\pm$ 0.0158
9	ULR254	0.0361	$\pm$ 0.0145	0.0398	$\pm$ 0.0203
10	ULR284	0.0448	$\pm$ 0.0062	0.0366	$\pm$ 0.0119
11	KKU.ULR016	0.0770	$\pm$ 0.0267	0.0451	$\pm$ 0.0120
12	KKU.ULR031	0.0528	$\pm$ 0.0027	0.0561	$\pm$ 0.0067
13	KKU.ULR038	0.0567	$\pm$ 0.0107	0.0405	$\pm$ 0.0042
14	KKU.ULR064	0.0592	$\pm$ 0.0088	0.0385	$\pm$ 0.0040
15	KKU.ULR076	0.0636	$\pm$ 0.0184	0.0535	$\pm$ 0.0168
16	KKU.ULR121	0.0508	$\pm$ 0.0155	0.0358	$\pm$ 0.0067
17	KKU.ULR198	0.0568	$\pm$ 0.0142	0.0547	$\pm$ 0.0037
18	KKU.ULR200	0.0504	$\pm$ 0.0074	0.0379	$\pm$ 0.0087
19	KKU.ULR229	0.0551	$\pm$ 0.0079	0.0402	$\pm$ 0.0034
20	KKU.ULR303	0.0517	$\pm$ 0.0106	0.0338	$\pm$ 0.0072
21	KKU.ULR-T4	0.0812	$\pm$ 0.0111	0.0480	$\pm$ 0.0072
22	KKU.ULR-T33	0.0181	$\pm$ 0.0050	0.0091	$\pm$ 0.0073
23	KKU.ULR-T5	0.0294	$\pm$ 0.0069	0.0409	$\pm$ 0.0108
24	KKU.ULR-T30	0.0547	$\pm$ 0.0134	0.0479	$\pm$ 0.0196
25	KKU.ULR-T15	0.0421	$\pm$ 0.0080	0.0496	$\pm$ 0.0181
26	KKU.ULR-T18	0.0373	$\pm$ 0.0060	0.0246	$\pm$ 0.0113
27	KKU.ULR-T20	0.0537	$\pm$ 0.0238	0.0392	$\pm$ 0.0050
28	KKU.ULR-T35	0.0802	$\pm$ 0.0179	0.0701	$\pm$ 0.0189
29	KKU.ULR-T36	0.1028	$\pm$ 0.0204	0.0702	$\pm$ 0.0223
30	KKU.ULR-T13	0.0740	$\pm$ 0.0351	0.0285	$\pm$ 0.0081
31	KDML105	0.0275	$\pm$ 0.0048	0.0330	$\pm$ 0.0069
32	IR28	0.0395	$\pm$ 0.0098	0.0205	$\pm$ 0.0035
33	IR29	0.0353	$\pm$ 0.0037	0.0301	$\pm$ 0.0031
34	POKKALI	0.0551	$\pm$ 0.0054	0.0558	$\pm$ 0.0105

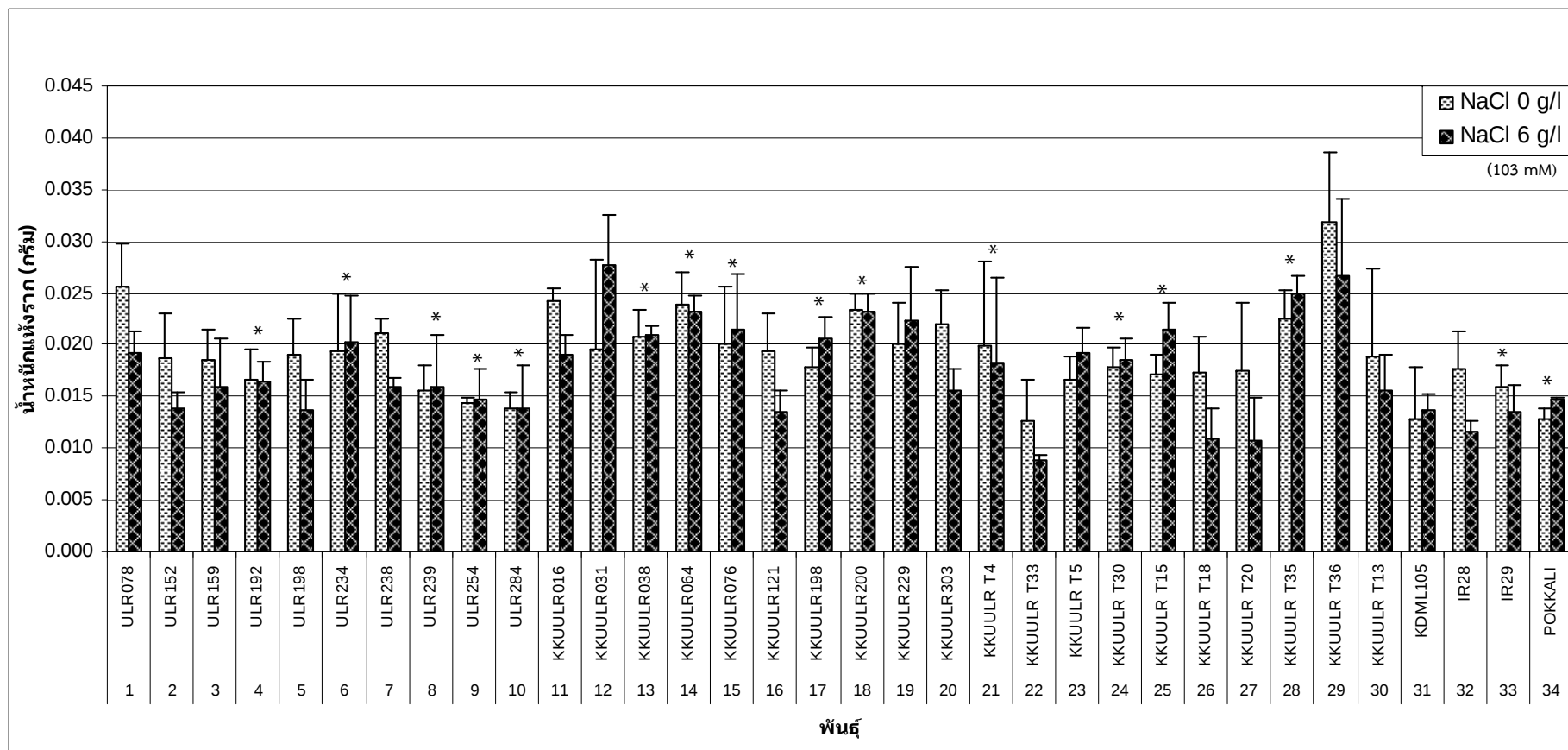


ภาพที่ 4.1 น้ำหนักแห้งต้น (กรัม) ของข้าวอายุ 3 สัปดาห์ที่ปลูกในสารละลายชุดควบคุมและที่เติมเกลือ 103 mM เป็นเวลา 1 สัปดาห์

* ข้าวที่มีน้ำหนักแห้งของต้นที่ปลูกในสถานะเกลือไม่แตกต่างจากชุดควบคุม ได้แก่ Pokkali, IR29, KDML105, ULR078, ULR192, ULR239, ULR254, ULR284, KKU.ULR031, KKU.ULR076, KKU.ULR198, KKU.ULR-T30, KKU.ULR-T15 และ KKU.ULR-T35

ตารางที่ 4.2 น้ำหนักแห้งราก (กรัม) ของข้าวอายุ 3 สัปดาห์ที่ปลูกในสารละลายชุดควบคุมและที่เติมเกลือ 103 mM เป็นเวลา 1 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ลำดับ	รหัสสายพันธุ์	น้ำหนักแห้งราก (กรัม)			
		NaCl 0 mM (ชุดควบคุม)		NaCl 103 mM	
1	ULR078	0.0257	$\pm$ 0.0041	0.0191	$\pm$ 0.0022
2	ULR152	0.0187	$\pm$ 0.0043	0.0138	$\pm$ 0.0015
3	ULR159	0.0186	$\pm$ 0.0030	0.0160	$\pm$ 0.0047
4	ULR192	0.0167	$\pm$ 0.0029	0.0164	$\pm$ 0.0020
5	ULR198	0.0190	$\pm$ 0.0035	0.0136	$\pm$ 0.0029
6	ULR234	0.0194	$\pm$ 0.0054	0.0203	$\pm$ 0.0045
7	ULR238	0.0212	$\pm$ 0.0013	0.0159	$\pm$ 0.0008
8	ULR239	0.0157	$\pm$ 0.0023	0.0159	$\pm$ 0.0051
9	ULR254	0.0144	$\pm$ 0.0004	0.0147	$\pm$ 0.0030
10	ULR284	0.0138	$\pm$ 0.0016	0.0139	$\pm$ 0.0040
11	KKU.ULR016	0.0242	$\pm$ 0.0012	0.0190	$\pm$ 0.0019
12	KKU.ULR031	0.0196	$\pm$ 0.0086	0.0277	$\pm$ 0.0048
13	KKU.ULR038	0.0208	$\pm$ 0.0027	0.0209	$\pm$ 0.0009
14	KKU.ULR064	0.0239	$\pm$ 0.0031	0.0233	$\pm$ 0.0014
15	KKU.ULR076	0.0201	$\pm$ 0.0055	0.0215	$\pm$ 0.0053
16	KKU.ULR121	0.0195	$\pm$ 0.0035	0.0135	$\pm$ 0.0020
17	KKU.ULR198	0.0179	$\pm$ 0.0018	0.0205	$\pm$ 0.0021
18	KKU.ULR200	0.0234	$\pm$ 0.0015	0.0233	$\pm$ 0.0016
19	KKU.ULR229	0.0200	$\pm$ 0.0040	0.0223	$\pm$ 0.0052
20	KKU.ULR303	0.0220	$\pm$ 0.0032	0.0155	$\pm$ 0.0022
21	KKU.ULR-T4	0.0199	$\pm$ 0.0082	0.0182	$\pm$ 0.0084
22	KKU.ULR-T33	0.0126	$\pm$ 0.0041	0.0088	$\pm$ 0.0006
23	KKU.ULR-T5	0.0167	$\pm$ 0.0022	0.0192	$\pm$ 0.0024
24	KKU.ULR-T30	0.0179	$\pm$ 0.0018	0.0184	$\pm$ 0.0022
25	KKU.ULR-T15	0.0171	$\pm$ 0.0020	0.0215	$\pm$ 0.0025
26	KKU.ULR-T18	0.0174	$\pm$ 0.0034	0.0109	$\pm$ 0.0030
27	KKU.ULR-T20	0.0175	$\pm$ 0.0065	0.0107	$\pm$ 0.0041
28	KKU.ULR-T35	0.0225	$\pm$ 0.0028	0.0250	$\pm$ 0.0017
29	KKU.ULR-T36	0.0319	$\pm$ 0.0066	0.0266	$\pm$ 0.0075
30	KKU.ULR-T13	0.0189	$\pm$ 0.0084	0.0156	$\pm$ 0.0035
31	KDML105	0.0127	$\pm$ 0.0051	0.0137	$\pm$ 0.0016
32	IR28	0.0176	$\pm$ 0.0036	0.0117	$\pm$ 0.0011
33	IR29	0.0159	$\pm$ 0.0020	0.0135	$\pm$ 0.0025
34	POKKALI	0.0128	$\pm$ 0.0010	0.0147	$\pm$ 0.0002



ภาพที่ 4.2 น้ำหนักแห้งราก (กรัม) ของข้าวอายุ 3 สัปดาห์ที่ปลูกในสารละลายชุดควบคุมและที่เติมเกลือ 103 mM เป็นเวลา 1 สัปดาห์

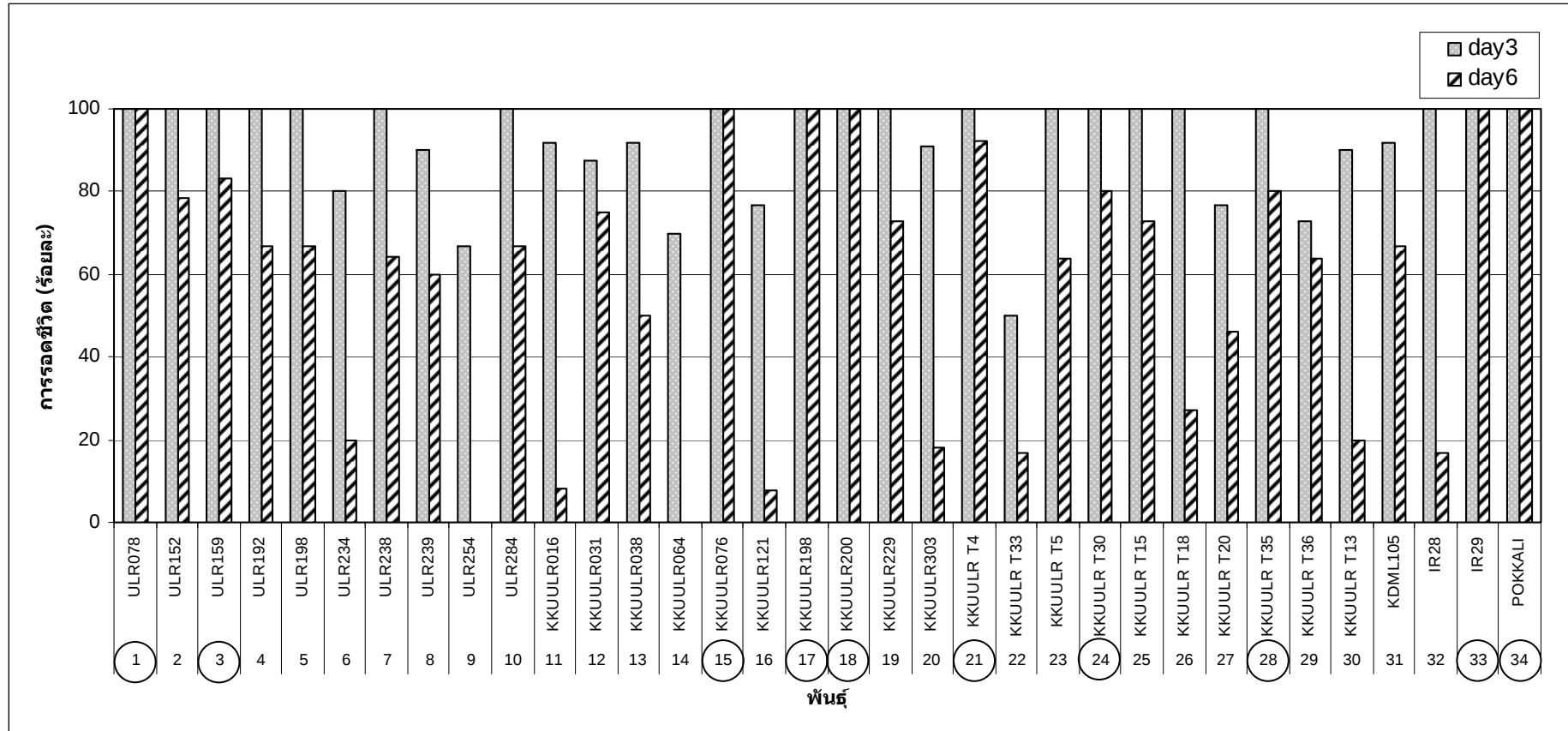
* ข้าวที่มีน้ำหนักแห้งของรากที่ปลูกในสภาวะเกลือไม่แตกต่างจากชุดควบคุม ได้แก่ ULR192, ULR234, ULR239, ULR254, ULR284, KKU.ULR038, KKU.ULR064, KKU.ULR076, KKU.ULR198, KKU.ULR200, KKU.ULR-T4, KKU.ULR-T30, KKU.ULR-T15 และKKU.ULR-T35

หมายเหตุ ข้าวบางพันธุ์ที่มีน้ำหนักแห้งของข้าวที่ปลูกในภาวะเกลือสูงกว่าชุดควบคุม เกิดจากต้นข้าวแต่ละต้นมีการเจริญเติบโตไม่สม่ำเสมอ บางต้นมีขนาดใหญ่ แต่บางต้นเล็ก โดยต้นที่มีขนาดใหญ่เมื่อได้รับเกลือเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ก็จะชะงักการเจริญเติบโต เมื่อวิเคราะห์น้ำหนักแห้งทำให้พบว่ามือน้ำหนักแห้งมาก ซึ่งเมื่อดูจากกราฟแล้วอาจกล่าวได้ว่าน้ำหนักแห้งไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4.3 ค่าคะแนนระดับความทนเค็มและอัตราการรอดของข้าวอายุ 3 สัปดาห์ที่ปลูกในสารละลายชุดควบคุมและที่เติมเกลือ 103 mM เป็นเวลา 3 และ 6 วัน

ลำดับ	รหัสสายพันธุ์	ปลูกในสารละลายที่มีเกลือ 3 วัน		ปลูกในสารละลายที่มีเกลือ 6 วัน	
		ค่าคะแนนระดับความทนเค็ม	อัตราการรอด (ร้อยละ)	ค่าคะแนนระดับความทนเค็ม	อัตราการรอด (ร้อยละ)
1	ULR078*	3	100.0	4	100.0
2	ULR152	6	100.0	6	78.6
3	ULR159*	3	100.0	5	83.3
4	ULR192	3	100.0	5	66.7
5	ULR198	4	100.0	6	66.7
6	ULR234	6	80.0	9	20.0
7	ULR238	6	100.0	6	64.3
8	ULR239	7	90.0	6	60.0
9	ULR254	6	66.7	9	0.0
10	ULR284	6	100.0	6	66.7
11	KKU.ULR016	7	91.7	9	8.3
12	KKU.ULR031	6	87.5	7	75.0
13	KKU.ULR038	7	91.7	6	50.0
14	KKU.ULR064	6	70.0	9	0.0
15	KKU.ULR076*	4	100.0	2	100.0
16	KKU.ULR121	7	76.9	9	7.7
17	KKU.ULR198*	1	100.0	3	100.0
18	KKU.ULR200*	3	100.0	2	100.0
19	KKU.ULR229	6	100.0	6	72.7
20	KKU.ULR303	7	90.9	9	18.2
21	KKU.ULR-T4*	1	100.0	1	92.3
22	KKU.ULR-T33	8	50.0	9	16.7
23	KKU.ULR-T5	6	100.0	6	63.6
24	KKU.ULR-T30*	3	100.0	6	80.0
25	KKU.ULR-T15	6	100.0	4	72.7
26	KKU.ULR-T18	7	100.0	6	27.3
27	KKU.ULR-T20	7	76.9	7	46.2
28	KKU.ULR-T35*	3	100.0	5	80.0
29	KKU.ULR-T36	6	72.7	6	63.6
30	KKU.ULR-T13	7	90.0	9	20.0
31	KDML105	6	91.7	6	66.7
32	IR28	7	100.0	9	16.7
33	IR29*	3	100.0	3	100.0
34	POKKALI*	2	100.0	2	100.0

* สายพันธุ์ที่มีอัตราการรอดชีวิตร้อยละ 80 ขึ้นไป เมื่อได้สภาวะเค็ม 6 วัน



ภาพที่ 4.3 การรอดชีวิต (ร้อยละ) ของข้าวอายุ 3 สัปดาห์ที่ปลูกในสารละลายที่เติมเกลือ 103 mM เป็นเวลา 3 และ 6 วัน

ข้าวที่มีการรอดชีวิตมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 80 เมื่อได้รับเกลือเป็นเวลา 6 วัน ได้แก่ Pokkali, IR29, ULR078, ULR159, KKU.ULR076, KKU.ULR198, KKU.ULR200, KKU.ULR-T4, KKU.ULR-T30 และKKU.ULR-T35