

การทดลองระยะที่สอง

1. การเจริญเติบโตของต้นข้าว

จากการปลูกข้าวทั้ง 13 พันธุ์ในขณะที่ข้าวอายุ 2 สัปดาห์ ซึ่งมีการให้เกลือช่วงแรก (pretreatment) โดยปลูกในสารละลายธาตุอาหารสูตร Yoshida ดัดแปลง ที่เติมเกลือ NaCl 50 เป็นเวลา 1 สัปดาห์ พบว่าข้าวทุกพันธุ์ยังไม่มีอาการแสดงการตอบสนองใดๆ จากนั้นเมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของเกลือเป็น 103 mM และเลี้ยงไว้เป็นเวลา 10 วัน พบว่าข้าวทั้ง 13 พันธุ์ มีการตอบสนองที่แตกต่างกันออกไปเมื่อเทียบกับข้าวที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่ไม่มีเกลือ จากการวิเคราะห์น้ำหนักแห้งโดยแยกส่วนต้นและรากของข้าวที่ได้รับเกลือพบว่าทั้งข้าวไร่ 10 พันธุ์ ข้าวปทุมธานี 1 Pokkali และ IR29 มีน้ำหนักแห้งต้นและรากไม่แตกต่างจากข้าวที่เจริญในสารละลายธาตุอาหารชุดควบคุมที่ไม่มีเกลือ (ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%; $P < 0.05$)

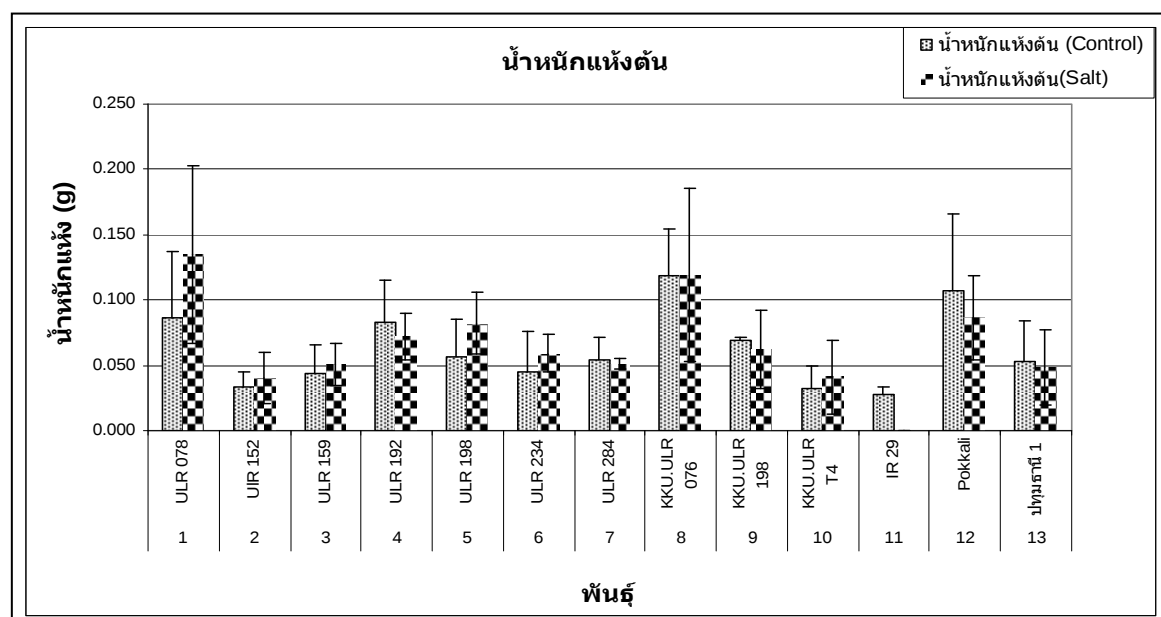
ส่วนอัตราการรอดของข้าวซึ่งคิดเป็นร้อยละ พบว่าเมื่อตรวจสอบอัตราการรอดชีวิตของข้าวเมื่อได้รับภาวะเค็มเป็นเวลา 5 วัน พบข้าวที่มีอัตราการรอดมากกว่าร้อยละ 50 จำนวน 9 พันธุ์ได้แก่ ULR078, ULR192, ULR198, ULR234, ULR284, KKU.ULR 076, KKU.ULR 198, Pokkali, และ ปทุมธานี 1 โดยเมื่อข้าวได้รับเกลือต่อไปอีกรวมเป็นเวลา 10 วัน พบว่าข้าวที่มีอัตราการรอดมากกว่าร้อยละ 50 มีจำนวนเหลือเพียง 4 พันธุ์ คือ ULR198, KKU.ULR 076, Pokkali, และ ปทุมธานี 1 (ตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.12)

2. ค่าคะแนนระดับความทนเค็ม

ในการทดสอบข้าวไร่ 10 พันธุ์ร่วมกับ ข้าวปทุมธานี 1 (ข้าวพันธุ์ปรับปรุง) Pokkali (ข้าวทนเค็ม) และ IR29 (ข้าวอ่อนแอต่อความเค็ม) ตามด้วยการตรวจสอบลักษณะต้นข้าวและให้ค่าคะแนนระดับความทนเค็มของข้าวที่ปลูกในภาวะเค็มเป็นเวลา 10 วันโดยเทียบกับตารางมาตรฐาน (ตารางที่ 2.1) ซึ่งให้ค่าคะแนนความทนเค็มน้อยกว่าเท่ากับ 1 และค่าคะแนนจะมีค่ามากขึ้นตามลำดับเมื่อข้าวไม่ทนต่อความเค็ม โดยค่าคะแนนของความอ่อนแอต่อความเค็มน้อยกว่าเท่ากับ 9 ได้ผลการตรวจสอบดังนี้ การจัดค่าคะแนนระดับความทนเค็มของข้าวทั้งหมด 13 พันธุ์ (ตารางที่ 4.6) แสดงให้เห็นว่าข้าวแต่ละพันธุ์มีระดับความทนเค็มที่ต่างกัน โดยข้าวกลุ่มที่ทราบระดับความเค็มแล้ว 2 พันธุ์ ได้แก่ Pokkali และ IR29 ได้ค่าคะแนนเมื่อได้รับความเค็ม 10 วันเท่ากับ 1 และ 9 ตามลำดับ และพบว่าข้าวไร่จำนวน 5 รหัสสายพันธุ์ที่ถูกจัดว่ามีความทนเค็มปานกลาง คือ ULR078, ULR192, ULR198, KKU.ULR 076 และ KKU.ULR 198 มีค่าคะแนนเมื่อได้รับความเค็ม 10 วันเท่ากับ 6, 5, 4, 4, และ 6 ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าข้าวที่มีคะแนนความทนเค็มใกล้เคียงกับ Pokkali คือ ปทุมธานี 1 ได้ค่าคะแนนเมื่อได้รับความเค็ม 10 วัน 2

ตารางที่ 4.4 น้ำหนักแห้งต้น (กรัม) ของข้าวอายุ 5 สัปดาห์ที่ปลูกในสารละลายชุดควบคุมและที่เติมเกลือ 103 mM เป็นเวลา 1 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ลำดับ	รหัสสายพันธุ์	น้ำหนักแห้งต้น (กรัม)	
		NaCl 0 mM (ชุดควบคุม)	NaCl 103 mM
1	ULR 078	0.086 $\pm$ 0.05	0.135 $\pm$ 0.07
2	ULR 152	0.033 $\pm$ 0.01	0.040 $\pm$ 0.02
3	ULR 159	0.044 $\pm$ 0.02	0.051 $\pm$ 0.02
4	ULR 192	0.083 $\pm$ 0.03	0.072 $\pm$ 0.02
5	ULR 198	0.057 $\pm$ 0.03	0.082 $\pm$ 0.02
6	ULR 234	0.045 $\pm$ 0.03	0.059 $\pm$ 0.01
7	ULR 284	0.055 $\pm$ 0.02	0.051 $\pm$ 0.00
8	KKU.ULR 076	0.119 $\pm$ 0.03	0.119 $\pm$ 0.07
9	KKU.ULR 198	0.069 $\pm$ 0.00	0.063 $\pm$ 0.03
10	KKU.ULR T4	0.032 $\pm$ 0.02	0.041 $\pm$ 0.03
11	IR 29	0.027 $\pm$ 0.01	0.000 $\pm$ 0.01
12	Pokkali	0.107 $\pm$ 0.06	0.086 $\pm$ 0.03
13	ปทุมธานี 1	0.053 $\pm$ 0.03	0.048 $\pm$ 0.03

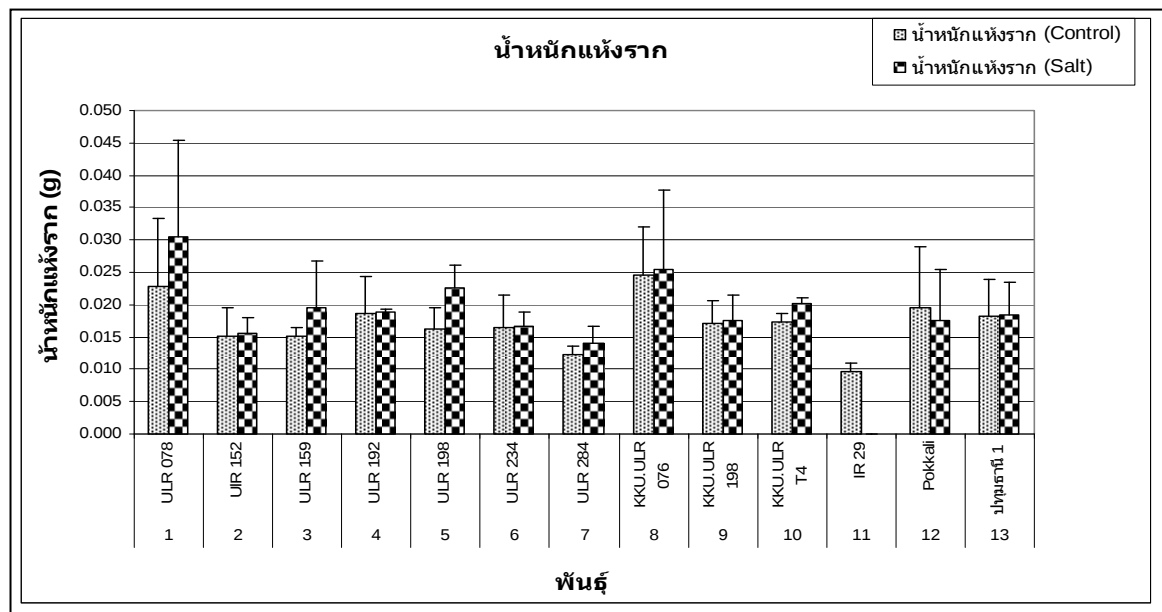


ภาพที่ 4.10 น้ำหนักแห้งต้น (กรัม) ของข้าวอายุ 5 สัปดาห์ที่ปลูกในสารละลายชุดควบคุมและที่เติมเกลือ 103 mM เป็นเวลา 10 วัน ข้าวทั้ง 12 พันธุ์เมื่อได้รับเกลือมีน้ำหนักแห้งต้นไม่แตกต่างจากชุดควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P < 0.05$)

หมายเหตุ IR 29 เมื่อได้รับเกลือ มีการเจริญเติบโตน้อยมากและตายทั้งหมด

ตารางที่ 4.5 น้ำหนักแห้งราก (กรัม) ของข้าวอายุ 5 สัปดาห์ที่ปลูกในสารละลายชุดควบคุมและที่เติมเกลือ 103 mM เป็นเวลา 1 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ลำดับ	รหัสสายพันธุ์	น้ำหนักแห้งราก (กรัม)	
		NaCl 0 mM (ชุดควบคุม)	NaCl 103 mM
1	ULR 078	0.023 $\pm$ 0.01	0.030 $\pm$ 0.02
2	ULR 152	0.015 $\pm$ 0.00	0.016 $\pm$ 0.00
3	ULR 159	0.015 $\pm$ 0.00	0.019 $\pm$ 0.01
4	ULR 192	0.019 $\pm$ 0.01	0.019 $\pm$ 0.00
5	ULR 198	0.016 $\pm$ 0.00	0.023 $\pm$ 0.00
6	ULR 234	0.016 $\pm$ 0.01	0.017 $\pm$ 0.00
7	ULR 284	0.012 $\pm$ 0.00	0.014 $\pm$ 0.00
8	KKU.ULR 076	0.025 $\pm$ 0.01	0.025 $\pm$ 0.01
9	KKU.ULR 198	0.017 $\pm$ 0.00	0.018 $\pm$ 0.00
10	KKU.ULR T4	0.017 $\pm$ 0.00	0.020 $\pm$ 0.00
11	IR 29	0.010 $\pm$ 0.00	0.000 $\pm$ 0.01
12	Pokkali	0.019 $\pm$ 0.01	0.018 $\pm$ 0.01
13	ปทุมธานี 1	0.018 $\pm$ 0.01	0.018 $\pm$ 0.00

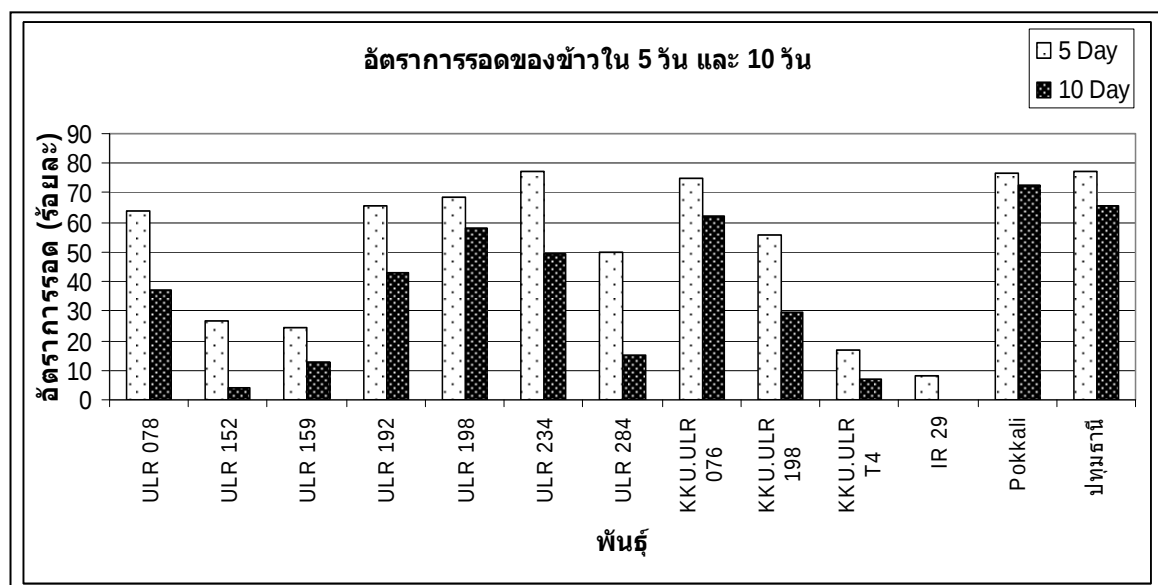


ภาพที่ 4.11 น้ำหนักแห้งราก (กรัม) ของข้าวอายุ 5 สัปดาห์ที่ปลูกในสารละลายชุดควบคุมและที่เติมเกลือ 103 mM เป็นเวลา 10 วัน ข้าวทั้ง 12 พันธุ์เมื่อได้รับเกลือมีน้ำหนักแห้งรากไม่แตกต่างจากชุดควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P < 0.05$)
หมายเหตุ IR 29 เมื่อได้รับเกลือ มีการเจริญเติบโตน้อยมากและตายทั้งหมด

ตารางที่ 4.6 ค่าระดับคะแนนความทนเค็มและอัตราการรอดของข้าวอายุ 5 สัปดาห์ที่ปลูกในสารละลายชุดควบคุมและที่เติมเกลือ 103 mM เป็นเวลา 5 และ 10 วัน

ลำดับ	รหัสสายพันธุ์	ปลูกในสารละลายที่มีเกลือ 5 วัน		ปลูกในสารละลายที่มีเกลือ 10 วัน	
		ระดับคะแนนความทนเค็ม	อัตราการรอด (ร้อยละ)	ระดับคะแนนความทนเค็ม	อัตราการรอด (ร้อยละ)
1	ULR 078	3	63.86	6	37.35
2	ULR 152	8	26.52	9	3.79
3	ULR 159	8	24.68	8	12.99
4	ULR 192	4	65.88	5	43.13
5	ULR 198*	3	68.66	4	58.21
6	ULR 234	3	77.22	7	49.37
7	ULR 284	8	50.00	9	15.22
8	KKU.ULR 076*	2	74.76	4	62.14
9	KKU.ULR 198	5	55.46	6	29.41
10	KKU.ULR T4	8	16.55	9	6.90
11	IR 29	9	8.00	9	0.00
12	Pokkali*	1	76.80	1	72.80
13	ปทุมธานี 1*	2	76.96	2	65.44

* พันธุ์ที่มีอัตราการรอดชีวิตร้อยละ 50 ขึ้นไป เมื่อได้สภาวะเค็ม 10 วัน



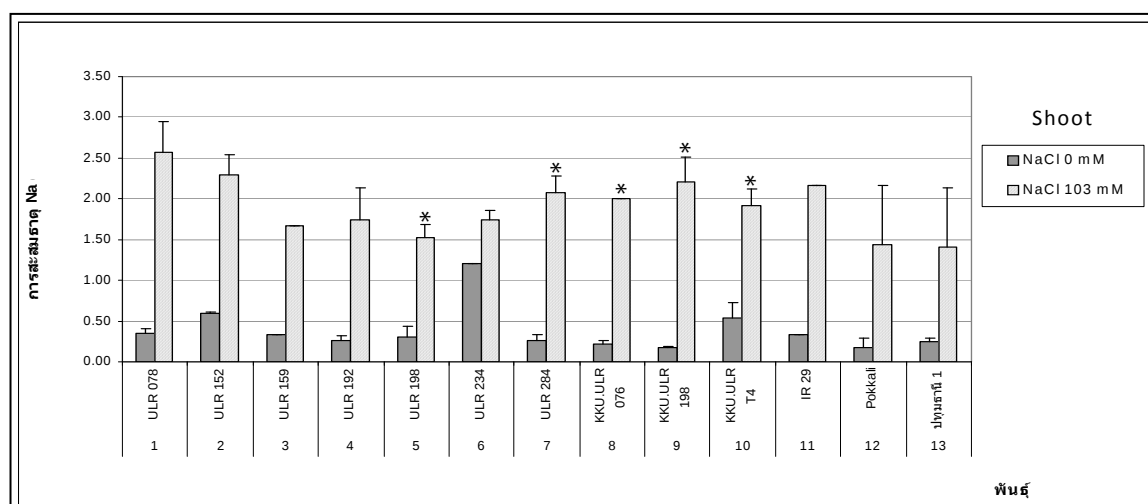
ภาพที่ 4.12 การรอดชีวิต (ร้อยละ) ของข้าวอายุ 5 สัปดาห์ที่ปลูกในสารละลายที่เติมเกลือ 103 mM เป็นเวลา 5 วัน 10 วัน ข้าวที่มีการรอดชีวิตมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 50 เมื่อได้รับเกลือเป็นเวลา 10 วัน ได้แก่พันธุ์ ULR198, KKU.ULR 076, Pokkali และปทุมธานี 1

3. การสะสมไอออนของธาตุ (Na^+ และ K^+)

เมื่อเลี้ยงต้นข้าว 13 พันธุ์ในสารละลายชุดควบคุมและที่เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 103 mM เป็นเวลา 10 วัน จากนั้นเก็บตัวอย่างต้นข้าวทั้งหมด นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลาอย่างน้อย 48 ชั่วโมง เมื่อแห้งแล้วจึงนำมาบดให้และกรองด้วยตะแกรง 50 mesh เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณการสะสม Na^+ และ K^+ ที่สะสมในส่วนต้น และส่วนรากของข้าวแต่ละสายพันธุ์ ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

3.1 การสะสม Na^+

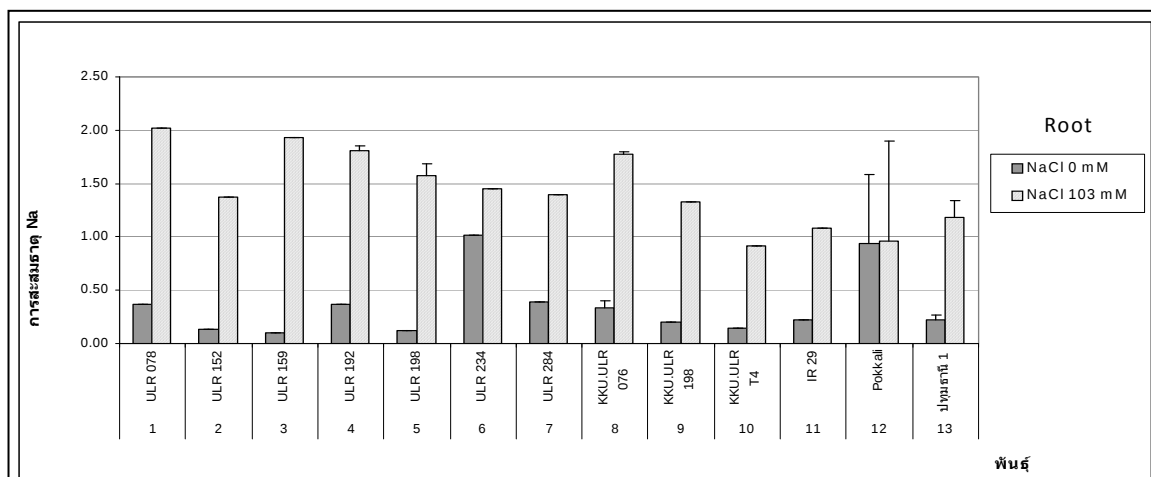
จากการวิเคราะห์ปริมาณ Na^+ ในส่วนต้น (ทั้งต้น กาบใบ และใบ) ของข้าวที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารสูตร Yoshida ที่เติมโซเดียมคลอไรด์ 103 mM พบว่าข้าวทุกสายพันธุ์มีการสะสม Na^+ ในส่วนต้นมากกว่าข้าวที่ปลูกในสารละลายที่ไม่เติมเกลือ โดยข้าวพันธุ์ที่สะสม Na^+ มากที่สุด คือ ข้าวไร่ ULR078 ปริมาณร้อยละ 2.57 รองลงมาคือข้าวไร่ ULR152 และ KCU.ULR198 ที่สะสม Na^+ ร้อยละ 2.30 และ 2.21 ตามลำดับ ส่วนข้าวพันธุ์ที่สะสม Na^+ ในปริมาณน้อยในส่วนต้น คือ ปทุมธานี 1 Pokkali และข้าวไร่ ULR198 ปริมาณร้อยละ 1.41, 1.44 และ 1.52 ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบการสะสม Na^+ ในต้นข้าวที่ได้รับเกลือเทียบกับชุดควบคุม พบว่าข้าวไร่ 4 สายพันธุ์ ได้แก่ ULR198, ULR284, KCU.ULR076, KCU.ULR198 และ KCU.ULR-T4 ที่ปลูกในภาวะเค็มมีการสะสม Na^+ ในส่วนต้นมากกว่าข้าวที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่ไม่เติมเกลืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P < 0.05$) ส่วนพันธุ์อื่นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 4.13)



ภาพที่ 4.13 การสะสม Na^+ ในส่วนต้น ของข้าวอายุ 5 สัปดาห์ที่ปลูกในสารละลายชุดควบคุมและที่เติมเกลือ NaCl 103 mM เป็นเวลา 10 วัน ข้าวที่มีการสะสม Na^+ มากที่สุดคือข้าวไร่ ULR078 ส่วนข้าวที่มีการสะสม Na^+ ปริมาณน้อยได้แก่ Pokkali และปทุมธานี

* ข้าวที่มีการสะสม Na^+ ในส่วนต้นเมื่อได้รับความเค็ม ในปริมาณสูงกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P > 0.05$)

สำหรับการสะสม Na^+ ของรากข้าวที่ปลูกในภาวะเค็ม พบว่าข้าวทุกพันธุ์มีการสะสม Na^+ ในรากมากกว่าข้าวที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่ไม่เติมเกลือ โดยข้าวพันธุ์ที่สะสม Na^+ ในรากมากที่สุด คือ ข้าวไร่ ULR078, ULR159 และ ULR192 ร้อยละ 2.02, 1.98 และ 1.81 ตามลำดับ ส่วนข้าวพันธุ์ที่สะสม Na^+ ได้ปริมาณน้อยในราก คือ ข้าวไร่ KCU.ULR-T4 ร้อยละ 0.92 และพันธุ์ควบคุม คือ Pokkali และ IR29 ร้อยละ 0.96 และ 1.08 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.14)

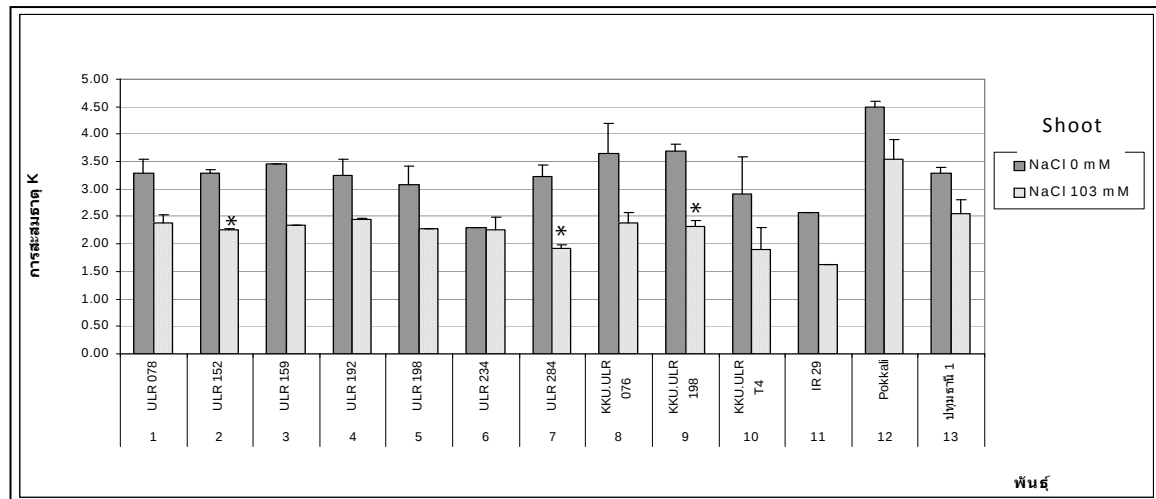


ภาพที่ 4.14 การสะสม Na^+ ในส่วนราก ของข้าวอายุ 5 สัปดาห์ที่ปลูกในสารละลายชุดควบคุมและที่เติมเกลือ NaCl 103 mM เป็นเวลา 10 วัน ข้าวที่มีการสะสม Na^+ มากที่สุดในรากคือข้าวไร่ ULR078 ส่วนข้าวที่มีการสะสม Na^+ ปริมาณน้อยในรากได้แก่ Pokkali และ KCU.ULR-T4
หมายเหตุ รากไม่สามารถทดสอบทางสถิติได้เนื่องจากจำนวนซ้ำไม่เพียงพอ เพราะเก็บน้ำหนักแห้งได้น้อยมากในบางพันธุ์

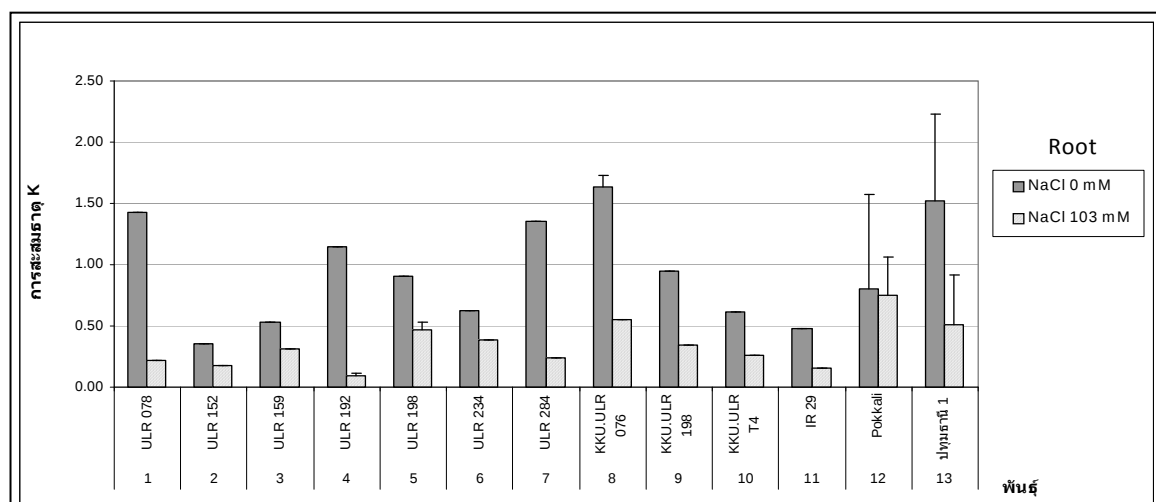
3.2 การสะสม K^+

การวิเคราะห์ปริมาณ K^+ ในส่วนต้นของข้าวที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารสูตร Yoshida ที่เติมโซเดียมคลอไรด์ 103 mM พบว่าข้าวทุกพันธุ์มีการสะสม K^+ ในส่วนต้นน้อยกว่าข้าวที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารชุดควบคุม ข้าวพันธุ์ที่สะสม K^+ ได้ในปริมาณมากในส่วนต้น คือ Pokkali, ปทุมธานี1 และข้าวไร่ ULR192 ปริมาณร้อยละ 3.55, 2.55 และ 2.44 ตามลำดับ ส่วนข้าวพันธุ์ที่สะสม K^+ ในส่วนต้นน้อยที่สุด คือ IR29 ร้อยละ 1.63 รองลงมาคือ ข้าวไร่ KCU.ULR-T4 และ ULR284 ปริมาณร้อยละ 1.90 และ 1.91 ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบการสะสม K^+ ในต้นข้าวที่ได้รับเกลือเทียบกับชุดควบคุม พบว่าข้าวไร่จำนวน 3 สายพันธุ์ ได้แก่ ULR152, ULR284 และ KCU.ULR198 ที่ปลูกในภาวะเค็มมีการสะสม K^+ ในส่วนต้นน้อยกว่าข้าวที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่ไม่เติมเกลืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P < 0.05$) ส่วนพันธุ์อื่นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 4.15)

สำหรับการสะสม K^+ ในส่วนรากของข้าวที่ปลูกในภาวะเค็ม พบว่าข้าวทุกพันธุ์มีการสะสมธาตุ K^+ ในส่วนรากน้อยกว่าข้าวที่ปลูกในสารละลายชุดควบคุม ข้าวพันธุ์ที่สะสม K^+ ปริมาณมากในราก คือ Pokkali และ ปทุมธานี1 สะสมร้อยละ 0.75 และ 0.51 ตามลำดับ ส่วนข้าวไร่ KCU.ULR 076 มีการสะสม K^+ ปริมาณร้อยละ 0.55 มากกว่าการสะสมในข้าวไร่พันธุ์อื่น (ภาพที่ 4.16)



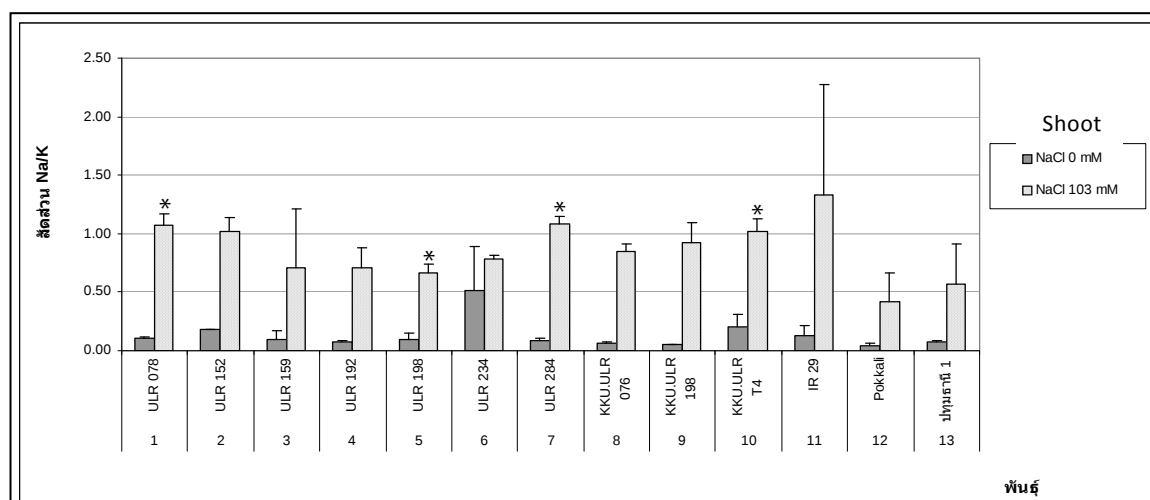
ภาพที่ 4.15 การสะสม K^+ ในส่วนต้น ของข้าวอายุ 5 สัปดาห์ที่ปลูกในสารละลายชุดควบคุมและที่เติมเกลือ NaCl 103 mM เป็นเวลา 10 วัน แสดงให้เห็นว่าจากข้าวทั้งหมด 13 พันธุ์ เมื่อปลูกในภาวะเค็มข้าวที่มีการสะสม K^+ ได้น้อยกว่าชุดควบคุมคือ ULR152, ULR284 และ KCU.ULR198
* ข้าวที่มีการสะสม K^+ ในส่วนต้นเมื่อได้รับความเค็ม ในปริมาณน้อยกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P>0.05$)



ภาพที่ 4.16 การสะสม K^+ ในส่วนราก ของข้าวอายุ 5 สัปดาห์ที่ปลูกในสารละลายชุดควบคุมและที่เติมเกลือ NaCl 103 mM เป็นเวลา 10 วัน แสดงให้เห็นว่าข้าวทั้งหมด 13 พันธุ์ เมื่อปลูกในภาวะเค็มข้าวที่มีการสะสม K^+ ได้มากที่สุด คือ Pokkali รองลงมาคือ KCU.ULR076 และ ปทุมธานี 1 ส่วนข้าวพันธุ์อื่นมีการสะสม K^+ ในรากปริมาณต่ำกว่าร้อยละ 0.5
หมายเหตุ รากไม่สามารถทดสอบทางสถิติได้เนื่องจากจำนวนซ้ำไม่เพียงพอ เพราะเก็บน้ำหนักแห้งได้น้อยมากในบางพันธุ์

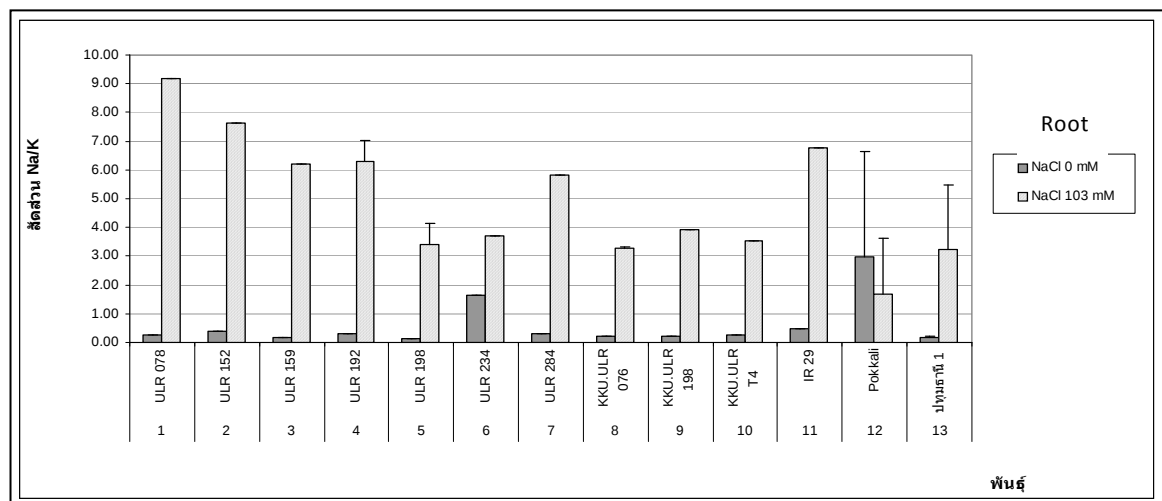
3.3 สัดส่วนระหว่าง Na^+ ต่อ K^+ (Na^+/K^+)

เมื่อหาสัดส่วน Na^+/K^+ ของส่วนต้น พบว่า ข้าวพันธุ์ควบคุมที่จัดว่ามีความทนเค็ม (Pokkali) มีสัดส่วน Na^+/K^+ ต่ำที่สุด คือ 0.42 รองลงมาคือข้าวพันธุ์ปรับปรุง ปทุมธานี 1 เท่ากับ 0.57 ในขณะที่ IR29 ที่จัดว่าเป็นข้าวพันธุ์อ่อนแอต่อความเค็ม มีสัดส่วน Na^+/K^+ มากที่สุด คือ 1.33 โดยข้าวไร่ทั้ง 10 สายพันธุ์ ที่ทำการทดลอง มีสัดส่วน Na^+/K^+ เรียงลำดับจากน้อยที่สุดไปมากที่สุด คือ ULR198, ULR192, ULR159, ULR234, KKU.ULR076, KKU.ULR198, KKU.ULR-T4, ULR152, ULR078 และ ULR284 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า ข้าวไร่จำนวน 4 สายพันธุ์ ได้แก่ ULR078, ULR198, ULR284, และ KKU.ULR-T4 ที่ปลูกในภาวะเค็ม มีสัดส่วน Na^+/K^+ ในส่วนต้นที่สูงกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P < 0.05$) ส่วนพันธุ์อื่นนั้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 4.17) สำหรับในรากสัดส่วนระหว่าง Na^+/K^+ พบว่าข้าวพันธุ์ควบคุมที่จัดว่ามีความทนเค็ม (Pokkali) มีสัดส่วน Na^+/K^+ น้อยสุด คือ 1.68 รองลงมาคือปทุมธานี 1 เท่ากับ 3.22 ส่วน IR29 ที่จัดว่าเป็นข้าวพันธุ์อ่อนแอต่อความเค็ม มีสัดส่วน Na^+/K^+ มากถึง 6.75 และข้าวไร่ 10 สายพันธุ์ที่ทำการทดลอง มีสัดส่วน Na^+/K^+ น้อยที่สุด คือ KKU.ULR076 สัดส่วน 3.27 และมากที่สุดคือ ULR078 สัดส่วน 9.78 (ภาพที่ 4.18)



ภาพที่ 4.17 สัดส่วน Na^+ ต่อ K^+ ในส่วนต้น ของข้าวอายุ 5 สัปดาห์ที่ปลูกในสารละลายชุดควบคุม และที่เติมเกลือ NaCl 103 mM เป็นเวลา 10 วัน

* ข้าวที่มีสัดส่วน Na^+ ต่อ K^+ ในส่วนต้นเมื่อได้รับความเค็ม มากกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P > 0.05$)



ภาพที่ 4.18 สัดส่วน Na^+ ต่อ K^+ ในส่วนราก ของข้าวอายุ 5 สัปดาห์ที่ปลูกในสารละลายชุดควบคุม และที่เติมเกลือ NaCl 103 mM เป็นเวลา 10 วัน เมื่อได้รับความเค็มข้าวที่มีสัดส่วน Na^+ ต่อ K^+ ใน ส่วนรากต่ำกว่า 4 ได้แก่ ULR198, ULR234, KKK.ULR076, KKK.ULR198, KKK.ULR-T4, Pokkali และ ปทุมธานี 1

หมายเหตุ รากไม่สามารถทดสอบทางสถิติได้เนื่องจากจำนวนซ้ำไม่เพียงพอ เพราะเก็บน้ำหนักแห้งได้น้อยมากในบางพันธุ์

4. การจัดกลุ่มข้าวตามการตอบสนองต่อความเค็ม

จากข้อมูลการตอบสนอง การเจริญเติบโต และการสะสมออสโมไลต์ของข้าว 13 พันธุ์ที่ใช้ในการวิจัย ข้อมูลต่างๆ จะถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อจัดทำเป็นปัจจัยการตอบสนองต่อความทนเค็มสำหรับการจัดกลุ่ม ข้าวต่อไป สำหรับในงานวิจัยนี้ได้กำหนดปัจจัยที่สามารถใช้จัดกลุ่มข้าว 13 พันธุ์จำนวน 7 ปัจจัยคือ น้ำหนักแห้งต้น น้ำหนักแห้งราก ปริมาณ Na^+ ส่วนต้น ปริมาณ K^+ ส่วนต้น สัดส่วนระหว่าง Na^+ ต่อ K^+ อัตราการรอดเมื่อได้รับเกลือ 10 วัน และค่าระดับคะแนนความทนเค็มเมื่อได้รับเกลือ 10 วัน ดังแสดงใน ตารางที่ 4.7 สำหรับปัจจัยที่ 1 ถึง 6 ข้าวแต่ละพันธุ์จะถูกประเมินค่าในแต่ละปัจจัยว่ามีค่าเป็นศูนย์ (0) หรือหนึ่ง (1) ส่วนปัจจัยที่ 7 จะเป็นค่าตัวเลขระดับคะแนนความเค็มที่เป็นจำนวนเต็ม 1 ถึง 9 ซึ่งจะได้ ข้อมูลดังตารางที่ 4.8 ที่แสดงให้เห็นการจัดระเบียบข้อมูลสำหรับเข้าโปรแกรมการจัดกลุ่ม

ตารางที่ 4.7 ปัจจัยที่ใช้ในการจัดกลุ่มข้าว

ปัจจัย	การกำหนดค่า*
1. น้ำหนักแห้งต้น	1.1 เท่ากับ 0 เมื่อไม่มีความแตกต่างกันระหว่างภาวะเกลือและควบคุม 1.2 เท่ากับ 1 เมื่อมีความแตกต่างกันระหว่างภาวะเกลือและควบคุม
2. น้ำหนักแห้งราก	2.1 เท่ากับ 0 เมื่อไม่มีความแตกต่างกันระหว่างภาวะเกลือและควบคุม 2.2 เท่ากับ 1 เมื่อมีความแตกต่างกันระหว่างภาวะเกลือและควบคุม
3. ปริมาณ Na^+ ส่วนต้น	3.1 เท่ากับ 0 เมื่อไม่มีความแตกต่างกันระหว่างภาวะเกลือและควบคุม 3.2 เท่ากับ 1 เมื่อมีความแตกต่างกันระหว่างภาวะเกลือและควบคุม
4. ปริมาณ K^+ ส่วนต้น	4.1 เท่ากับ 0 เมื่อไม่มีความแตกต่างกันระหว่างภาวะเกลือและควบคุม 4.2 เท่ากับ 1 เมื่อมีความแตกต่างกันระหว่างภาวะเกลือและควบคุม
5. สัดส่วน Na^+ ต่อ K^+	5.1 เท่ากับ 0 เมื่อไม่มีความแตกต่างกันระหว่างภาวะเกลือและควบคุม 5.2 เท่ากับ 1 เมื่อมีความแตกต่างกันระหว่างภาวะเกลือและควบคุม
6. อัตราการรอด	6.1 เท่ากับ 0 เมื่อมีอัตราการรอดเมื่อได้รับเกลือ 10 วัน น้อยกว่าร้อยละ 50 6.2 เท่ากับ 1 เมื่อมีอัตราการรอดเมื่อได้รับเกลือ 10 วัน มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 50
7. ระดับคะแนนความเค็ม	จำนวนเต็ม 1 ถึง 9 เมื่อได้รับเกลือ 10 วัน

*ข้าวแต่ละพันธุ์จะถูกกำหนดค่าในแต่ละปัจจัยได้เพียงหนึ่งค่าเท่านั้น

ตารางที่ 4.8 การจัดระเบียบข้อมูลสำหรับเข้าโปรแกรมการจัดกลุ่ม

พันธุ์ข้าว*	น้ำหนักแห้งต้น	น้ำหนักแห้งราก	Na^+ ส่วนต้น	K^+ ส่วนต้น	สัดส่วน Na^+ / K^+ ต้น	อัตราการรอด	ระดับคะแนนเค็ม
1	0	0	0	0	1	0	6
2	0	0	0	1	0	0	9
3	0	0	0	0	0	0	8
4	0	0	0	0	0	0	5
5	0	0	1	0	1	1	4
6	0	0	0	0	0	0	7
7	0	0	1	1	1	0	9
8	0	0	1	0	0	1	4
9	0	0	1	1	0	0	6
10	0	0	1	0	1	0	9
11	0	0	0	0	0	0	9
12	0	0	0	0	0	1	1
13	0	0	0	0	0	1	2

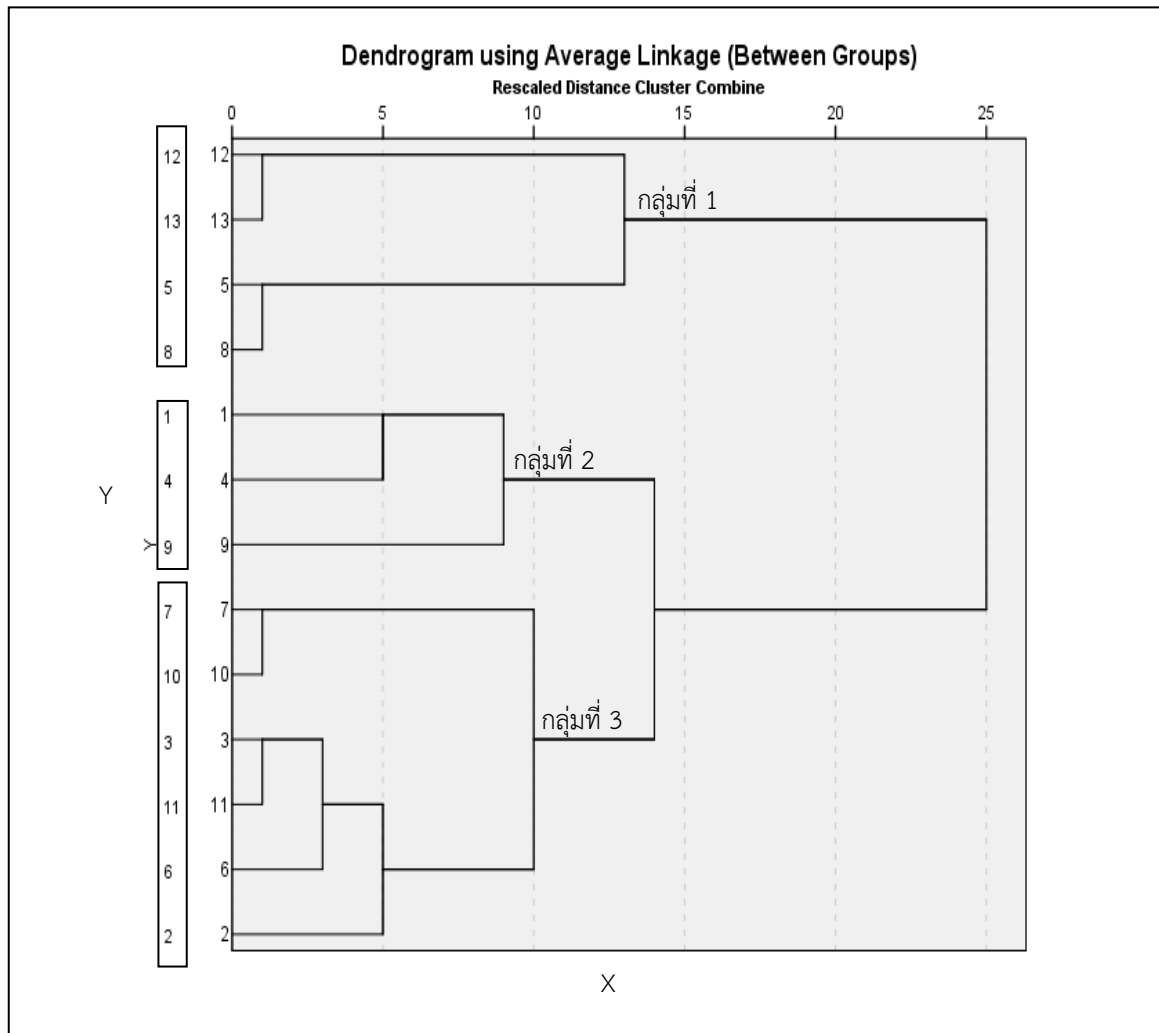
*ชื่อพันธุ์อยู่ตามลำดับเดียวกับตารางที่ 3.2

จากการจัดกลุ่มโดยการสร้างเดนโดแกรม (Dendrogram) ที่ได้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์และความใกล้ชิดของข้อมูลการตอบสนองในข้าวแต่ละพันธุ์ สามารถจัดกลุ่มข้าวทั้ง 13 พันธุ์ได้เป็น 3 กลุ่มหลัก ดังต่อไปนี้ (ภาพที่ 4.19)

กลุ่มที่ 1 ทนเค็มมาก ได้แก่ ปทุมธานี1, KKU.ULR076, ULR198 และ Pokkali ซึ่งจัดว่าเป็นพันธุ์ทนเค็ม (ภาพที่ 4.20)

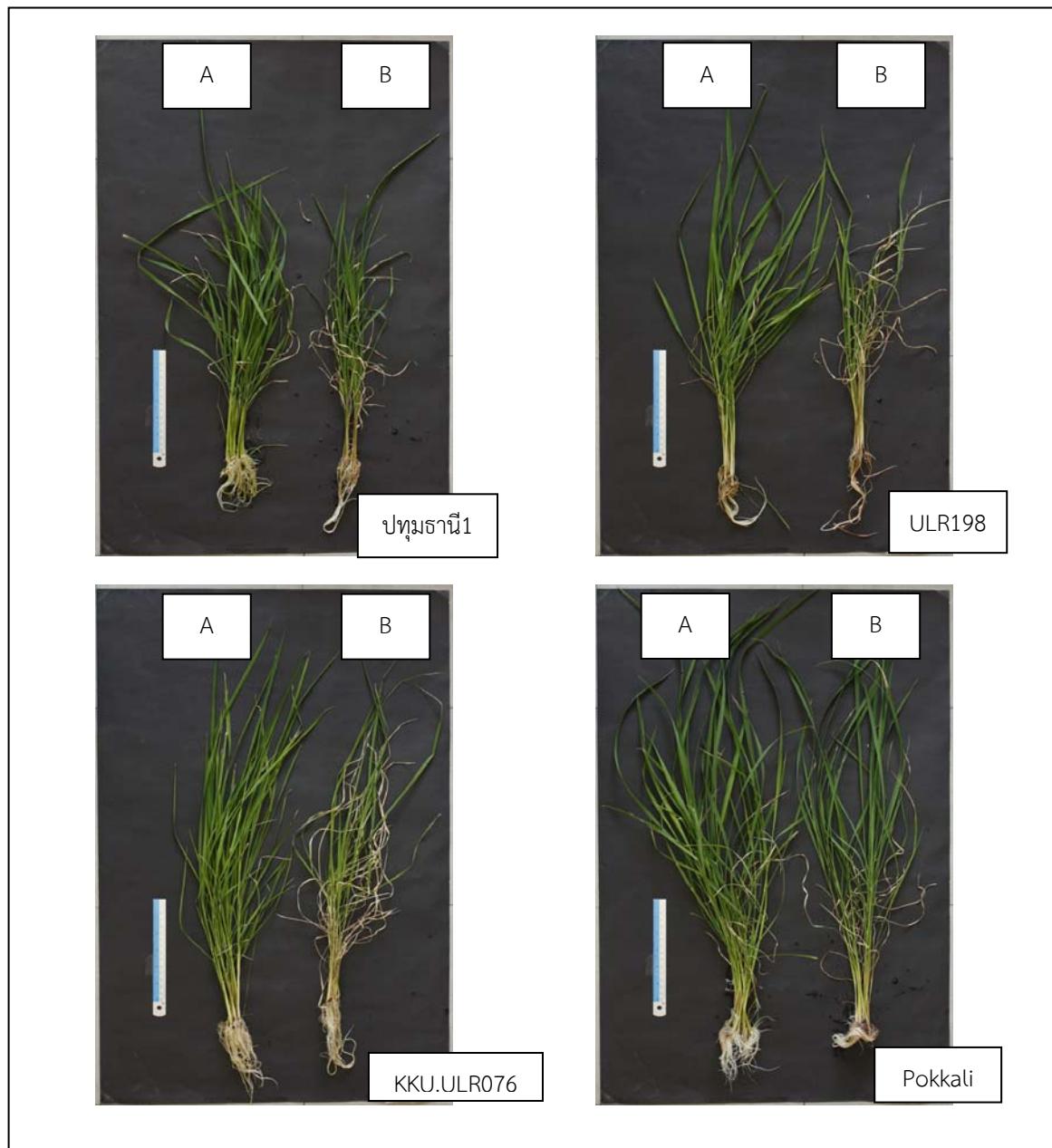
กลุ่มที่ 2 ทนเค็มปานกลาง ได้แก่ KKU.ULR198, ULR192, และULR078 (ภาพที่ 4.21)

กลุ่มที่ 3 กลุ่มอ่อนแอต่อความเค็ม ได้แก่ ULR284, KKU.ULR-T4, ULR159, ULR234, ULR152 และ IR29 ที่จัดว่าเป็นพันธุ์อ่อนแอต่อความเค็ม (ภาพที่ 4.22)



ภาพที่ 4.19 เดนโดแกรมแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลการตอบสนองทางสรีรวิทยาบางประการของข้าว 13 พันธุ์ที่ใช้ในการวิจัย ข้าวถูกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มหลัก (subgroups) กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย หมายเลข 5 8 12 และ 13 กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย หมายเลข 1 4 และ 9 และกลุ่มที่ 3 ประกอบด้วย 2 3 6 7 10 และ 11

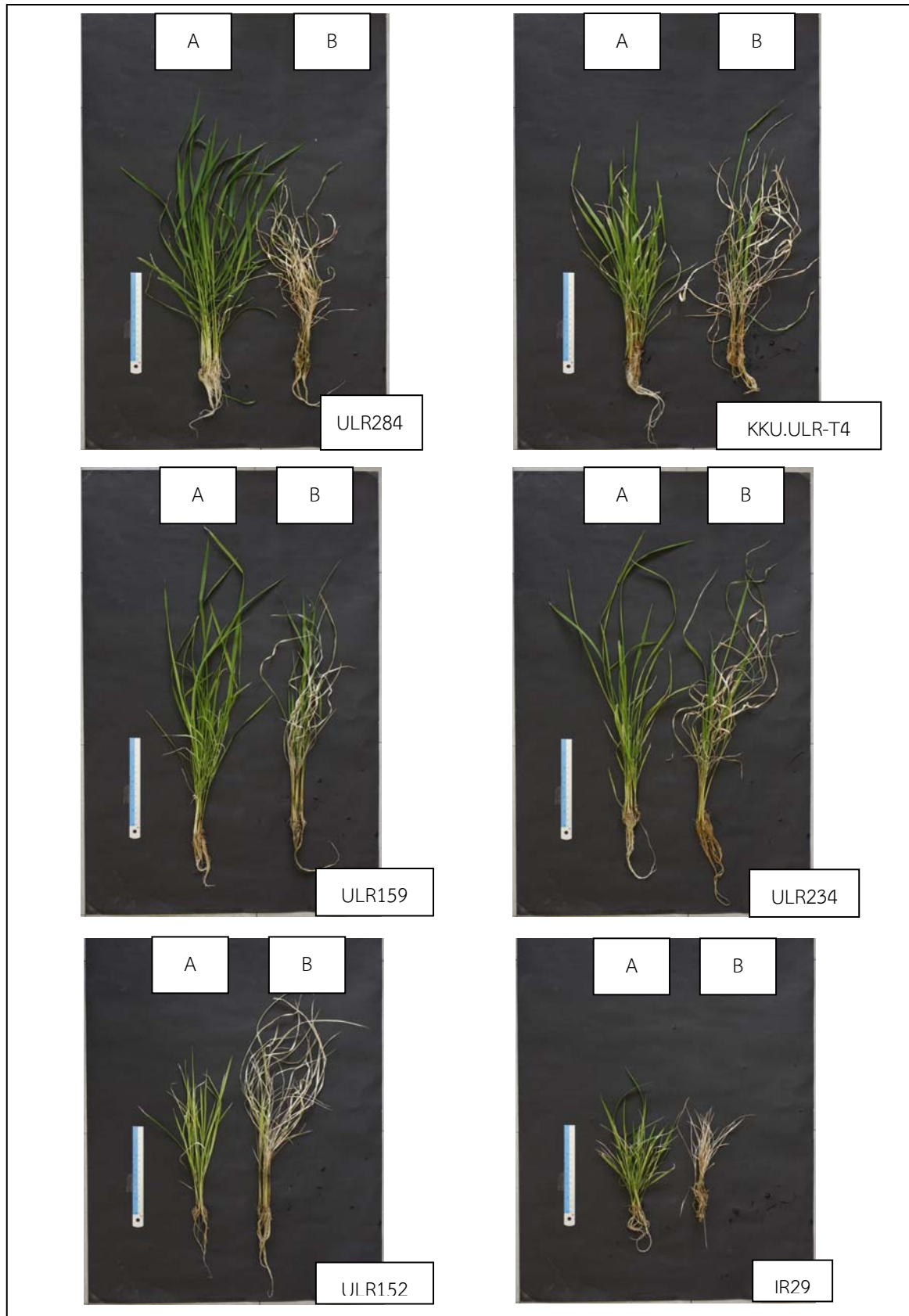
หมายเหตุ ตัวเลขบนแกน Y หมายถึงลำดับที่สัมพันธ์กับชื่อพันธุ์ข้าวที่กำหนดไว้ในตารางที่ 3.2



ภาพที่ 4.20 ข้าวกลุ่มที่ 1 ทนเค็มมาก ได้แก่ ปทุมธานี1, KKU.ULR076, ULR198 และ Pokkali ซึ่งจัดว่าเป็นพันธุ์ทนเค็ม เมื่อปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่ไม่มีเกลือ NaCl (A) และมีเกลือ NaCl 103 mM (B) เป็นเวลา 10 วัน



ภาพที่ 4.21 ข้าวกลุ่มที่ 2 ทนเค็มปานกลาง ได้แก่ KKU.ULR198, ULR192, และULR078 เมื่อปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่ไม่มีเกลือ NaCl (A) และมีเกลือ NaCl 103 mM (B) เป็นเวลา 10 วัน



ภาพที่ 4.22 กลุ่มอ่อนแอต่อความเค็ม ได้แก่ ULR284, KKU.ULR-T4, ULR159, ULR234, ULR152 และ IR29 ที่จัดว่าเป็นพันธุ์อ่อนแอต่อความเค็ม เมื่อปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่ไม่มีเกลือ NaCl (A) และมีเกลือ NaCl 103 mM (B) เป็นเวลา 10 วัน