

## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

การศึกษาอัตราส่วนน้ำหนักแห้งของพืชระหว่างส่วนเหนือรากต่อรากซึ่งเป็นปัจจัยที่บ่งบอกถึงการตอบสนองต่อความเป็นพิษของแคดเมียม โดยผลการทดลองมีดังนี้

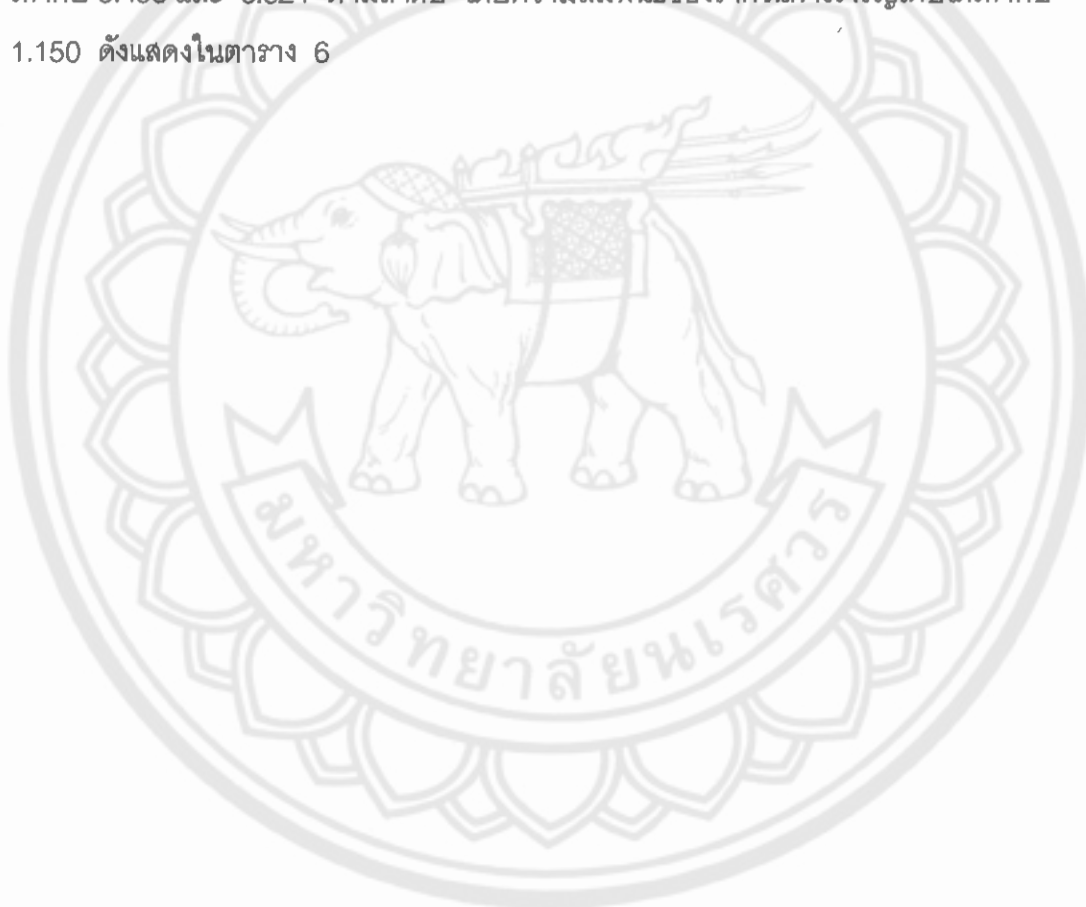
#### 1. อัตราการเจริญเติบโตของพืช

จากผลการทดลองเมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารพืชที่ไม่เติมและเติมแคดเมียมในระดับความเข้มข้นต่างๆ วัดการเจริญเติบโตของพืชโดยใช้ค่าน้ำหนักแห้ง ด้วยวิธี ANOVA พบว่าพืชที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่ไม่เติมแคดเมียมมีอัตราส่วนเหนือรากต่อรากเพิ่มขึ้นเมื่อปลูก 14 และ 28 วัน ตามลำดับ โดยน้ำหนักแห้งของหญ้าหนวดแมวและหญ้าแดงมากขึ้น เมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) แต่หญ้าข้าวนกไม่แตกต่างกัน ดังแสดงในตาราง 4, 5 และ 6 ตามลำดับ ส่วนพืชที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่เติมแคดเมียม 5, 10, 15, 20 และ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าหญ้าหนวดแมวที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารเติมแคดเมียม 5 มิลลิกรัมต่อลิตรที่ปลูก 14 และ 28 วันมีอัตราส่วนน้ำหนักแห้งเหนือรากต่อรากเท่ากับ 2.943 และ 1.914 โดยค่าความสัมพันธ์ของรากในการเจริญเติบโตเท่ากับ 1.600 ส่วนชุดทดลองที่เติมแคดเมียม 10 มิลลิกรัมต่อลิตรที่ปลูก 14 และ 28 วันมีอัตราส่วนน้ำหนักแห้งเหนือรากต่อรากเท่ากับ 3.603 และ 0.766 ตามลำดับ มีค่าความสัมพันธ์ของรากในการเจริญเติบโตเท่ากับ 2.155 ส่วนหญ้าหนวดแมวที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารพืชซึ่งเติมแคดเมียม 15 มิลลิกรัมต่อลิตรที่ปลูก 14 และ 28 วันมีอัตราส่วนน้ำหนักแห้งเหนือรากต่อรากที่ปลูก 14 และ 28 วันเท่ากับ 3.385 และ 3.733 ตามลำดับ มีค่าความสัมพันธ์ของรากในการเจริญเติบโตเท่ากับ 1.428 และหญ้าหนวดแมวที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารพืชที่เติมแคดเมียม 20 มิลลิกรัมต่อลิตรพบว่าอัตราส่วนน้ำหนักแห้งเหนือรากต่อรากที่ปลูก 14 และ 28 วัน เท่ากับ 2.916 และ 2.914 ตามลำดับ โดยมีค่าความสัมพันธ์ของรากในการเจริญเติบโตเท่ากับ 1.686 ส่วนชุดทดลองที่ปลูกหญ้าหนวดแมวสารละลายธาตุอาหารพืชที่เติมแคดเมียม 25 มิลลิกรัมต่อลิตร มีอัตราส่วนน้ำหนักแห้งส่วนเหนือรากต่อรากที่ปลูก 14 และ 28 วันเท่ากับ 3.000 และ 3.373 ตามลำดับ โดยมีค่าความสัมพันธ์ของรากในการเจริญเติบโต เท่ากับ 1.110 ดังแสดงในตาราง 4

สำหรับการทดลองที่ปลูกหญ้าข้าวนกซึ่งปลูกในสารละลายธาตุอาหารพืชเมื่อเติม แคลเซียม 5, 10, 15, 20 และ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าอัตราส่วนน้ำหนักแห้งเนื้อรากต่อ รากของหญ้าข้าวนกไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ปลูก 14 และ 28 วัน และอัตราส่วนน้ำหนักแห้ง เนื้อรากต่อรากของพืชชุดควบคุมกับพืชชุดทดลองไม่แตกต่างกันทั้งที่ปลูก 14 และ 28 วัน โดยมีรายละเอียดคือ พืชชุดควบคุมอัตราส่วนน้ำหนักแห้งเนื้อรากต่อราก ที่ปลูก 14 และ 28 วัน เท่ากับ 1.15 และ 1.78 ตามลำดับส่วนชุดทดลองที่เติมแคลเซียม 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ปลูก 14 และ 28 วันอัตราส่วนน้ำหนักแห้งเนื้อรากต่อรากเท่ากับ 1.804 และ 1.676 ตามลำดับ ความสัมพันธ์ของรากในการเจริญเติบโตกับ 1.166 และชุดทดลองที่เติมแคลเซียม 10 มิลลิกรัม ต่อลิตรมีอัตราส่วนเนื้อรากต่อรากเท่ากับ 2.060 และ 1.963 ที่ปลูก 14 และ 28 วัน ตามลำดับ ซึ่งความสัมพันธ์ของรากในการเจริญเติบโตเท่ากับ 1.913 สำหรับชุดทดลองที่เติม แคลเซียม 15 มิลลิกรัมต่อลิตรพบว่าความสัมพันธ์ของรากในการเจริญเติบโตเท่ากับ 1.250 อัตราส่วนน้ำหนักแห้งเนื้อรากต่อรากที่ปลูก 14 และ 28 วัน เท่ากับ 2.594 และ 1.441 ตามลำดับ โดยความสัมพันธ์ของรากในการเจริญเติบโตเท่ากับ 1.250 และชุดทดลองที่เติม แคลเซียม 20 มิลลิกรัมต่อลิตรความสัมพันธ์ของรากในการเจริญเติบโตเท่ากับ 1.258 โดย อัตราส่วนน้ำหนักแห้งส่วนเนื้อรากต่อส่วนรากที่ปลูก 14 และ 28 วันเท่ากับ 1.354 และ 1.565 ตามลำดับ ส่วนชุดทดลองที่เติมแคลเซียม 25 มิลลิกรัมต่อลิตรพบว่าความสัมพันธ์ของรากในการ เจริญเติบโตเท่ากับ 2.223 ซึ่งอัตราส่วนน้ำหนักแห้งส่วนเนื้อรากต่อรากที่ปลูก 14 และ 28 วัน เท่ากับ 1.541 และ 1.679 ตามลำดับดังแสดงในตาราง 5

สำหรับหญ้าแดงเมื่อปลูกในสารละลายธาตุอาหารพืชที่เติมแคลเซียม 5, 10 15 และ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าอัตราส่วนน้ำหนักแห้งเนื้อรากต่อราก มีค่ามากกว่าอัตราส่วนน้ำหนัก แห้งเนื้อรากต่อรากในพืชควบคุมที่ปลูก 14 และ 28 วัน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ยกเว้นที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารพืชที่เติมแคลเซียม 20 มิลลิกรัมต่อลิตรที่ปลูก 28 วัน อัตราส่วนน้ำหนักแห้งส่วนเนื้อรากต่อรากน้อยกว่าพืชควบคุม ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.004 และ 2.09 ตามลำดับ รายละเอียดแสดงดังต่อไปนี้ หญ้าแดงที่ปลูก ในสารละลายธาตุอาหารพืชในชุดควบคุมที่ปลูก 14 และ 28 วันเท่ากับ 1.750 และ 2.090 และในชุดทดลองที่เติมแคลเซียม 5 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าอัตราส่วนน้ำหนักแห้งส่วนเนื้อราก ต่อราก ที่ปลูก 14 และ 28 วันเท่ากับ 3.639 และ 2.579 ตามลำดับ โดยค่าความสัมพันธ์ ของรากในการเจริญเติบโตเท่ากับ 1.357 ส่วนในชุดทดลองที่เติมแคลเซียม 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ ปลูก 14 และ 28 วัน อัตราส่วนน้ำหนักแห้งส่วนเนื้อรากต่อรากเท่ากับ 3.534 และ 3.468

ตามลำดับ มีค่าความสัมพันธ์ของรากในการเจริญเติบโตเท่ากับ 0.756 และชุดทดลองที่เติม แคลเซียม 15 มิลลิกรัมต่อลิตรพบว่าอัตราส่วนน้ำหนักแห้งส่วนเหนือรากต่อราก ที่ปลูก 14 และ 28 วันเท่ากับ 3.463 และ 3.514 ตามลำดับ ซึ่งค่าความสัมพันธ์ของรากในการเจริญเติบโตเท่ากับ 1.386 ชุดทดลองที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารพืชเมื่อเติมแคลเซียม 20 มิลลิกรัมต่อลิตรที่ปลูก 14 และ 28 วัน มีอัตราส่วนน้ำหนักแห้งส่วนเหนือรากต่อรากเท่ากับ 3.885 และ 1.004 ตามลำดับและความสัมพันธ์ของรากในการเจริญเติบโตเท่ากับ 2.075 ส่วนในชุดการทดลองที่เติม แคลเซียม 25 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าอัตราส่วนน้ำหนักแห้งเหนือรากต่อราก ที่ปลูก 14 และ 28 วัน เท่ากับ 3.458 และ 3.824 ตามลำดับ โดยความสัมพันธ์ของรากในการเจริญเติบโตเท่ากับ 1.150 ดังแสดงในตาราง 6



ตาราง 4 แสดงน้ำหนักแห้งของหญ้าหนวดแมว

ความเข้มข้น (มิลลิกรัม ต่อลิตร)	ระยะ เวลาปลูก	น้ำหนักแห้งพืช (กรัม)			อัตราส่วนเนื้อรากต่อ ราก		RG <sup>1</sup>
		ส่วนเนื้อราก	ราก	รวม	ควบคุม	สารละลาย ธาตุอาหาร พืชเต็ม แคดเมียม	
5	14 วัน	0.206	0.070	0.275	3.41a	2.943a	1.600
	28 วัน	0.289	0.151	0.440	3.74a	1.914b	
10	14 วัน	0.227	0.063	0.290	3.41a	3.603a	2.155
	28 วัน	0.271	0.354	0.625	3.41a	0.766b	
15	14 วัน	0.220	0.065	0.285	3.74a	3.385a	1.428
	28 วัน	0.321	0.086	0.407	3.41a	3.733a	
20	14 วัน	0.242	0.083	0.325	3.74a	2.916a	1.686
	28 วัน	0.408	0.140	0.548	3.41a	2.914a	
25	14 วัน	0.198	0.066	0.264	3.74a	3.000a	1.110
	28 วัน	0.226	0.067	0.293	3.41a	3.373a	

<sup>1</sup> Root relative growth (RG) = น้ำหนักแห้งรวมเวลา 28 วัน / น้ำหนักแห้งรวมเวลา 14 วัน

หมายเหตุ aa หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ab หมายถึง แตกต่างกันทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

ตาราง 5 แสดงน้ำหนักแห้งของหญ้าข้าวนก

ความเข้มข้น ( มิลลิกรัม ต่อลิตร )	ระยะ เวลาปลูก	น้ำหนักแห้งพืช (กรัม)			อัตราส่วน เนื้อรากต่อ ราก		RG <sup>1</sup>
		เนื้อราก	ราก	รวม	ควบคุม	สารละลาย ธาตุอาหาร พืชเต็ม แคดเมียม	
5	14 วัน	0.193	0.107	0.300	1.15a	1.804b	1.166
	28 วัน	0.295	0.176	0.471	1.78a	1.676a	
10	14 วัน	0.171	0.083	0.254	1.15a	2.060a	1.913
	28 วัน	0.322	0.164	0.486	1.78a	1.963a	
15	14 วัน	0.179	0.069	0.248	1.15a	2.594b	1.250
	28 วัน	0.183	0.127	0.310	1.78a	1.441a	
20	14 วัน	0.245	0.181	0.426	1.15a	1.354a	1.258
	28 วัน	0.327	0.209	0.536	1.78a	1.565a	
25	14 วัน	0.114	0.074	0.188	1.15a	1.541b	2.223
	28 วัน	0.262	0.156	0.418	1.78a	1.679a	

<sup>1</sup> Root relative growth (RG) = น้ำหนักแห้งรวมเวลา 28 วัน / น้ำหนักแห้งรวมเวลา 14 วัน

หมายเหตุ aa หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ab หมายถึง แตกต่างกันทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

ตาราง 6 แสดงน้ำหนักแห้งของหญ้าแดง

ความเข้มข้น (มิลลิกรัม ต่อลิตร)	ระยะ เวลาปลูก	น้ำหนักแห้งพืช (กรัม)			อัตราส่วน เนื้อรากต่อ ราก		RG <sup>1</sup>
		เนื้อราก	ราก	รวม	ควบคุม	สารละลาย ธาตุอาหาร พืชเต็ม แคดเมียม	
5	14 วัน	0.222	0.061	0.283	1.75a	3.639b	1.357
	28 วัน	0.276	0.107	0.384	2.09a	2.579a	
10	14 วัน	0.364	0.103	0.467	1.75a	3.534b	0.756
	28 วัน	0.274	0.079	0.353	2.09a	3.468a	
15	14 วัน	0.187	0.054	0.241	1.75a	3.463b	1.386
	28 วัน	0.260	0.074	0.334	2.09a	3.514a	
20	14 วัน	0.202	0.052	0.254	1.75a	3.885b	2.075
	28 วัน	0.264	0.263	0.527	2.09a	1.004a	
25	14 วัน	0.166	0.048	0.214	1.75a	3.458b	1.150
	28 วัน	0.195	0.051	0.246	2.09a	3.824a	

<sup>1</sup> Root relative growth (RG) = น้ำหนักแห้งรวมเวลา 28 วัน / น้ำหนักแห้งรวมเวลา 14 วัน

หมายเหตุ aa หมายถึง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

ab หมายถึง แตกต่างกันทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

## 2. ค่าความเป็นกรด – ต่างของสารละลายธาตุอาหารพืช

จากการศึกษาค่าความเป็นกรด – ต่างของสารละลายธาตุอาหารพืชหลังจากปลูกหญ้า หนวดแมว, หญ้าข้าวนกและหญ้าแดง ตลอดระยะเวลาการทดลอง 28 วัน โดยตรวจวัดความเป็นกรด-ต่างในวันที่ 7, 14, 21 และ 28 พบว่าสารละลายธาตุอาหารพืชที่ไม่เติมแคลเซียมและเติมแคลเซียมมีค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้นซึ่งค่าที่วัดได้มีค่าอยู่ในช่วง 6 – 3.96 ซึ่งหญ้าหนวดแมวที่เป็นชุดควบคุมมีค่าความเป็นกรด – ต่างของสารละลายธาตุอาหารพืชอยู่ในช่วง 6 – 3.96 ส่วนในสารละลายธาตุอาหารพืชที่เติมแคลเซียมในระดับความเข้มข้น 5, 10, 15, 20 และ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าความเป็นกรดที่เพิ่มขึ้นโดยมีค่าความเป็นกรดในช่วง 6 – 4.27, 6 – 4.25, 6 – 4.43, 6 – 4.76 และ 6 – 4.79 ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง 7

สำหรับชุดทดลองที่ปลูกหญ้าข้าวนกพบว่าสารละลายธาตุอาหารพืช โดยไม่เติมแคลเซียมซึ่งเป็นชุดควบคุมพบว่าค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้นและมีค่าอยู่ในช่วง 6 – 3.65 ส่วนหญ้าข้าวนกที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารพืชที่เติมแคลเซียมในระดับความเข้มข้น 5, 10, 15, 20, และ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความเป็นกรดเพิ่มขึ้นและมีค่าอยู่ในช่วง 6 – 5.07, 6 – 4.48, 6 – 5.50, 6 – 5.25, และ 6 – 5.70 ตามลำดับดังแสดงในตาราง 8

ส่วนในชุดทดลองที่ปลูกหญ้าแดงเมื่อปลูกในสารละลายธาตุอาหารพืชโดยไม่เติมแคลเซียมซึ่งเป็นชุดควบคุมซึ่งสารละลายธาตุอาหารพืชมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้นและมีค่าอยู่ในช่วง 6 - 4.55 ส่วนหญ้าแดงที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารพืชที่ใส่แคลเซียมในระดับความเข้มข้น 5, 10, 15, 20 และ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความเป็นกรดเพิ่มขึ้นโดยมีค่าอยู่ในช่วง 6 – 4.18, 6 - 4.21, 6 – 4.56, 6 – 4.58 และ 6 – 5.07 ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 7 แสดงค่าความเป็นกรด - ด่างของสารละลายธาตุอาหารพืชหลังจากปลูกหญ้าหนวดแมว

ความเข้มข้น ( มิลลิกรัมต่อ ลิตร )	ระยะเวลาของการปลูก (วัน)				
	0	7	14	21	28
0	6	5.89	5.44	4.54	3.77
5	6	5.84	5.79	5.57	4.83
10	6	5.96	5.90	5.60	4.43
15	6	5.81	5.91	5.59	4.68
20	6	5.82	5.91	5.28	4.95
25	6	5.92	5.97	5.55	4.92

ตาราง 8 แสดงค่าความเป็นกรด - ด่างของสารละลายธาตุอาหารพืชหลังจากปลูกหญ้าชันก

ความเข้มข้น ( มิลลิกรัมต่อ ลิตร )	ระยะเวลาของการปลูก (วัน)				
	0	7	14	21	28
0	6	5.63	4.42	3.75	3.59
5	6	5.76	5.79	5.38	4.75
10	6	5.72	5.71	5.55	5.01
15	6	5.74	5.78	5.83	5.66
20	6	5.71	5.74	5.54	5.39
25	6	5.67	5.78	5.78	5.68



ตาราง 9 แสดงค่าความเป็นกรด - ด่าง ของสารละลายธาตุอาหารพืชหลังจากปลูกหญ้าแดง

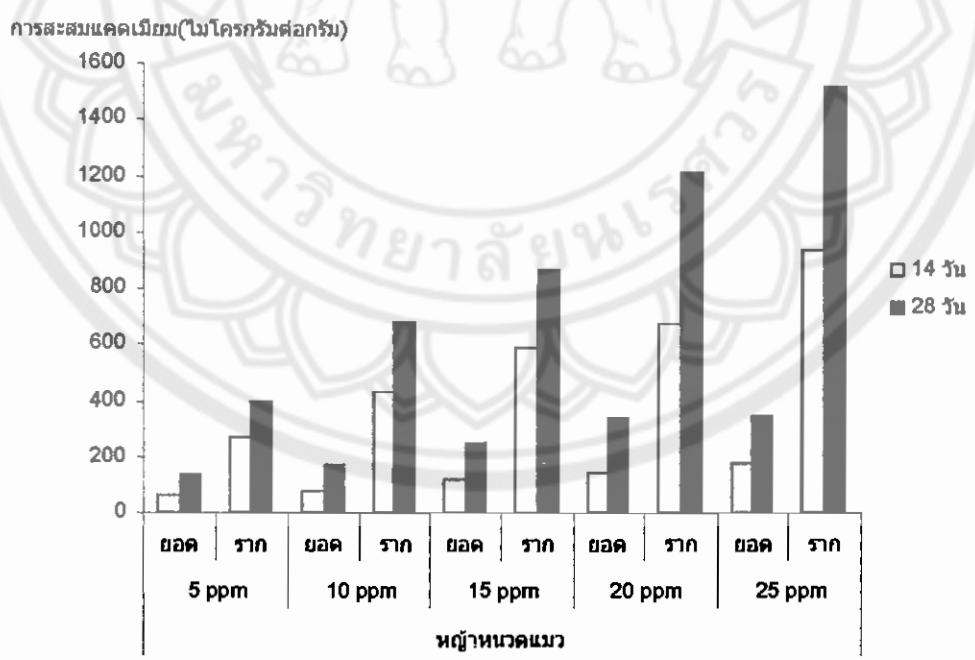
ความเข้มข้น ( มิลลิกรัมต่อ ลิตร )	ระยะเวลาของการปลูก ( วัน )				
	0	7	14	21	28
0	6	5.64	5.42	5.31	4.45
5	6	5.77	5.27	4.77	4.26
10	6	5.78	5.05	5.06	4.52
15	6	5.81	5.64	5.14	4.68
20	6	5.78	5.68	5.36	4.78
25	6	5.80	5.71	5.57	5.17

### 3. ปริมาณแคดเมียมในพืช

การศึกษาปริมาณแคดเมียมที่สะสมในพืช โดยปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารที่เติมแคดเมียมเข้มข้น 5, 10, 15, 20 และ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ปลูก 14 และ 28 วัน ได้ผลการทดลองดังนี้

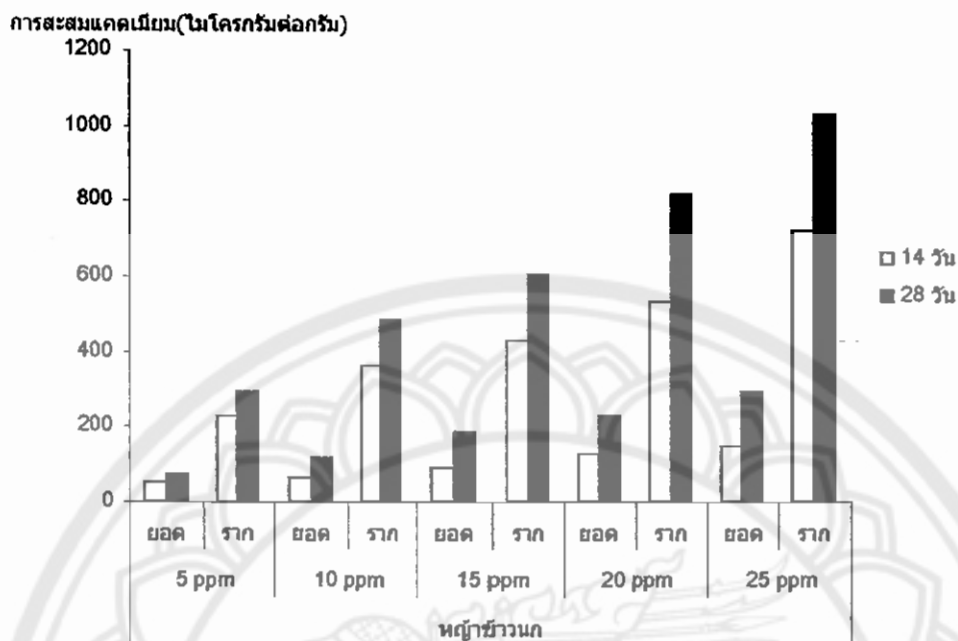
3.1 ปริมาณแคดเมียมที่สะสมในหญ้าหนวดแมว เมื่อปลูกในระดับความเข้มข้นของแคดเมียม 5 มิลลิกรัมต่อลิตร มีการสะสมแคดเมียมในส่วนรากและส่วนเหนือรากในระดับแตกต่างกันระหว่างชุดทดลองที่ปลูก 14 และ 28 วัน โดยปริมาณแคดเมียมที่สะสมส่วนรากของพืชที่ปลูก 14 วัน เท่ากับ 80.405 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม ในส่วนเหนือรากเท่ากับ 62.776 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม ส่วนที่ปลูก 28 วันปริมาณแคดเมียมสะสมส่วนรากเท่ากับ 171.039 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม ส่วนเหนือรากเท่ากับ 62.776 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม และเมื่อปลูกหญ้าหนวดแมวที่ระดับความเข้มข้นของแคดเมียม 10 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าปริมาณแคดเมียมที่สะสมส่วนรากมีมากกว่าส่วนเหนือรากทั้งที่ปลูก 14 และ 28 วัน โดยปริมาณแคดเมียมส่วนรากที่ปลูก 14 วัน เท่ากับ 430.378 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม ในส่วนเหนือรากเท่ากับ 171.039 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม และที่ปลูก 28 วัน แคดเมียมในส่วนรากเท่ากับ 677.372 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม ส่วนเหนือรากเท่ากับ 80.450 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม ส่วนหญ้าหนวดแมวที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารพืชซึ่งมีความเข้มข้นของแคดเมียม 15 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าปริมาณแคดเมียมที่สะสมส่วนรากที่ระยะเวลา 14 วัน เท่ากับ 586.544 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม ส่วนเหนือรากเท่ากับ 123.346 ไมโครกรัมต่อน้ำหนัก

พืชหนึ่งกรัม ส่วนที่ปลูก 28 วันปริมาณแคดเมียมที่สะสมส่วนรากเท่ากับเท่ากับ 863.752 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัมส่วนเนื้อราก เท่ากับ 251.110 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม สำหรับชุดทดลองที่ปลูกหญ้าหนวดแมวในสารละลายธาตุอาหารพืชซึ่งเติมแคดเมียมเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าปริมาณแคดเมียมที่สะสมส่วนรากมีมากกว่าส่วนเนื้อราก ทั้งที่ปลูก 14 และ 28 วัน ปริมาณแคดเมียมสะสมส่วนรากที่ปลูก 14 วัน เท่ากับ 670.641 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม ส่วนเนื้อรากเท่ากับ 144.914 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม ส่วนที่ปลูก 28 วัน ปริมาณแคดเมียมสะสมส่วนรากเท่ากับ 1208.136 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม ส่วนเนื้อรากเท่ากับ 343.358 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม และเมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของแคดเมียมเป็น 25 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าปริมาณแคดเมียมที่สะสมส่วนรากมีมากกว่าส่วนเนื้อราก ทั้งที่ปลูก 14 และ 28 วัน ซึ่งแคดเมียมสะสมส่วนรากที่ระยะเวลา 14 วัน เท่ากับ 936.036 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัมสะสมส่วนเนื้อรากเท่ากับ 179.801 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม ส่วนที่ปลูก 28 วันปริมาณแคดเมียมสะสมส่วนรากเท่ากับ 1512.552 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม ส่วนเนื้อราก เท่ากับ 344.713 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม ดังแสดงในภาพ 8



ภาพ 8 ปริมาณการสะสมแคดเมียมของหญ้าหนวดแมวส่วนเนื้อรากและส่วนรากที่เวลา 14 วัน และ 28 วัน ในระดับความเข้มข้น, 10 ,15 ,20 และ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร

สำหรับชุดทดลองที่ปลูกหญ้าข้าวนกในระดับความเข้มข้นของแคดเมียม 5 มิลลิกรัมต่อลิตร แคดเมียมที่สะสมส่วนรากมีมากกว่าส่วนเหนือรากเมื่อปลูกที่ 14 และ 28 วัน ปริมาณแคดเมียมที่สะสมส่วนรากระยะเวลา 14 วัน เท่ากับ 227.801 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม ในส่วนเหนือรากเท่ากับ 52.775 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม ที่ปลูก 28 วัน แคดเมียมสะสมส่วนรากเท่ากับ 291.109 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม ส่วนเหนือรากเท่ากับ 71.740 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัมและในชุดทดลองซึ่งเติมแคดเมียมเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ในสารละลายธาตุอาหารพืชพบว่าปริมาณแคดเมียมสะสมส่วนรากที่ปลูก 14 วัน เท่ากับ 361.425 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชกรัม ในส่วนเหนือราก เท่ากับ 64.137 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม และที่ปลูก 28 วัน แคดเมียมสะสมที่รากเท่ากับ 482.855 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม ส่วนเหนือรากเท่ากับ 117.479 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม เมื่อเพิ่มให้ระดับความเข้มข้นของแคดเมียมเป็น 15 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าปริมาณแคดเมียมที่สะสมส่วนรากมีมากกว่าส่วนเหนือรากขึ้นไปทั้ง 14 และ 28 วัน ปริมาณแคดเมียมในส่วนรากที่ปลูก 14 วัน เท่ากับ 428.159 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม ส่วนเหนือรากเท่ากับ 90.037 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม ส่วนระยะเวลาการปลูก 28 วันปริมาณแคดเมียมสะสมส่วนรากเท่ากับ 227.254 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม ส่วนเหนือรากเท่ากับ 183.528 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม และเมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของแคดเมียมเป็น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าปริมาณแคดเมียมที่สะสมส่วนรากที่ปลูก 14 วัน เท่ากับ 531.982 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม ส่วนเหนือรากเท่ากับ 126.632 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม ที่ปลูก 28 วัน แคดเมียมสะสมส่วนรากเท่ากับ 819.114 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม ส่วนเหนือราก(shoot) เท่ากับ 227.254 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัมส่วนในระดับความเข้มข้นของแคดเมียม 25 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าปริมาณแคดเมียมที่สะสมส่วนรากมีมากกว่าส่วนเหนือ ทั้งที่ปลูก 14 และ 28 วัน แคดเมียมสะสมในส่วนรากที่ปลูก 14 วัน เท่ากับ 720.334 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม ส่วนเหนือราก เท่ากับ 146.795 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม ส่วนระยะเวลาการปลูก 28 วัน แคดเมียมสะสมส่วนรากเท่ากับเท่ากับ 981.413 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม ส่วนเหนือราก เท่ากับ 290.622 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม ดังแสดงในภาพ 9

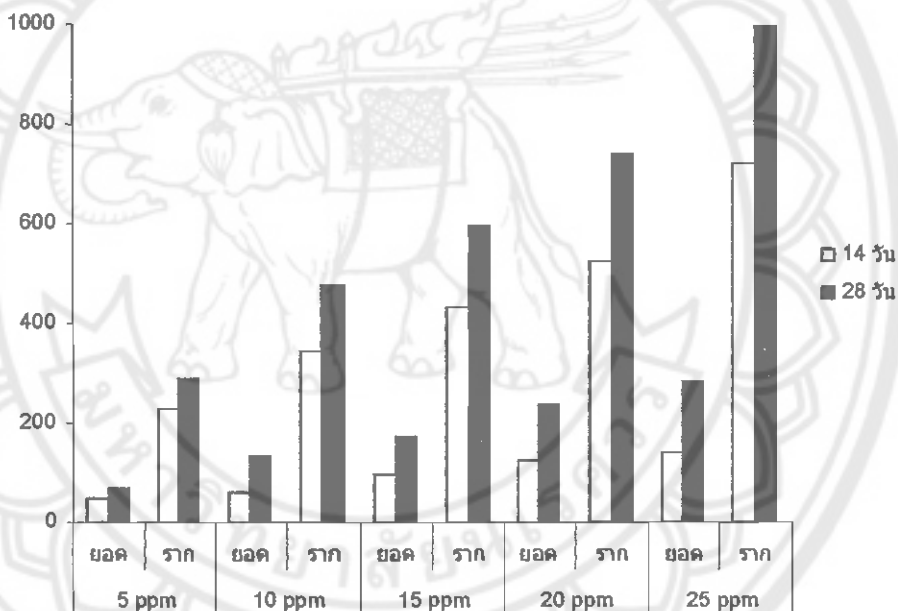


ภาพ 9 แสดงการสะสมแคดเมียมของหญ้าชวเนกส่วนเหนือรากและส่วนรากที่เวลา 14 วัน และ 28 วันในระดับความเข้มข้น 5, 10, 15, 20 และ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร

ส่วนชุดทดลองที่ปลูกหญ้าแดง โดยปลูกในสารละลายธาตุอาหารพืชในระดับความเข้มข้นของแคดเมียม 5 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าปริมาณแคดเมียมสะสมส่วนรากมีมากกว่าส่วนเหนือราก ทั้งที่ปลูก 14 และ 28 วัน แคดเมียมสะสมส่วนรากระยะเวลา 14 วัน เท่ากับ 64.637 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม ในส่วนเหนือราก 46.377 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม ที่ปลูก 28 วัน แคดเมียมสะสมส่วนรากเท่ากับ 130.920 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม ส่วนเหนือรากเท่ากับ 68.297 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม เมื่อปลูกในระดับความเข้มข้นของแคดเมียม 10 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าแคดเมียมสะสมส่วนรากที่ปลูก 14 วัน เท่ากับ 344.743 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม ในส่วนเหนือรากเท่ากับ 60.637 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม ที่ปลูก 28 วัน แคดเมียมสะสมที่รากเท่ากับ 475.401 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม ส่วนเหนือรากเท่ากับ ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม และในชุดทดลองที่ระดับความเข้มข้นของแคดเมียม 15 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าปริมาณแคดเมียมสะสมส่วนรากระยะเวลา 14 วัน เท่ากับ 432.202 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม ส่วนเหนือรากเท่ากับ 95.908 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม ที่ปลูก 28 วันปริมาณการสะสมแคดเมียมส่วนรากเท่ากับเท่ากับ 594.407 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม ส่วนเหนือราก เท่ากับ 172.240 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม สำหรับชุดทดลองที่เติมแคดเมียมในระดับความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร นั้นปริมาณแคดเมียมสะสมส่วนรากที่

ปลูก 14 วัน เท่ากับ 525.621 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม ส่วนเนือรากเท่ากับ 123.717 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม ที่ปลูก 28 วันสะสมแคดเมียมส่วนรากเท่ากับ 738.305 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม ส่วนเนือราก เท่ากับ 234.095 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัมส่วนชุดทดลองที่ระดับความเข้มข้นของแคดเมียม 25 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า แคดเมียมสะสมส่วนรากระยะเวลา 14 วัน เท่ากับ 718.916 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม ส่วนเนือราก เท่ากับ 140.979 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม ที่ปลูก 28 วันแคดเมียมสะสมส่วนรากเท่ากับ เท่ากับ 994.271 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม ส่วนเนือรากเท่ากับ 282.160 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักพืชหนึ่งกรัม ดังแสดงในภาพ 10

การสะสมแคดเมียม (ไมโครกรัมต่อกรัม)



ภาพ 10 แสดงการสะสมแคดเมียมของหญ้าแดงส่วนเนือรากและส่วนรากที่เวลา 14 วัน และ 28 วันในระดับความเข้มข้น 5 , 10 ,15 ,20 และ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร

### 3.2 เปรอ์เซ็นต์การสะสมแคดเมียมในพืช

จากผลการศึกษาการดูดซับแคดเมียมของพืชที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารพืชที่เติมแคดเมียม 5, 10, 15, 20 และ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร มีเปอร์เซ็นต์การสะสมและอัตราการสะสมแคดเมียมแตกต่างกันตามชนิดของพืชและความเข้มข้นต่างๆ โดยพบว่าอัตราการสะสมแคดเมียมทั้งหมดของหญ้าหนวดแมวเมื่อปลูก 28 วันในสารละลายธาตุอาหารที่เติมแคดเมียม 5, 10, และ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร น้อยกว่าอัตราการสะสมแคดเมียมทั้งหมดที่ปลูก 14 วัน ส่วนที่ปลูก 28 วันใน

สารละลายธาตุอาหารที่เติมแคลเซียม 15 และ 20 มิลลิกรัมต่อลิตรมีอัตราสารผสมแคลเซียมทั้งหมดมากกว่าที่ปลูก 14 วัน โดยมีรายละเอียดคือ หน่วยงานแนวปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่เติมแคลเซียม 5 มิลลิกรัมต่อลิตรมีอัตราสารผสมแคลเซียมทั้งหมดที่ปลูก 14 วันเท่ากับ 7.057 อัตราสารผสมทั้งหมดที่ปลูก 28 วันเท่ากับ 6.969 และที่ปลูก 14 วันเปอร์เซ็นต์การผสมแคลเซียมส่วนรากเท่ากับ 20.339 ส่วนเนื้อรากเท่ากับ 7.257 ที่ปลูก 28 วันเปอร์เซ็นต์การผสมส่วนรากเท่ากับ 34.691 ส่วนเนื้อรากเท่ากับ 16.81 สำหรับชุดการทดลองที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารพืชที่เติมแคลเซียมเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าที่ปลูก 14 วันการผสมแคลเซียมส่วนรากเท่ากับ 10.170 และส่วนเนื้อรากเท่ากับ 11.368 ที่ปลูก 28 วัน มีเปอร์เซ็นต์การผสมแคลเซียมส่วนรากเท่ากับ 31.50 และส่วนเนื้อรากเท่ากับ 24.156 และมีอัตราสารผสมแคลเซียมทั้งหมดที่ปลูก 14 และ 28 วันเท่ากับ 10.800 และ 10.785 ตามลำดับ ส่วนในชุดทดลองที่ปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารเมื่อเติมแคลเซียมเข้มข้น 15 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าที่ปลูก 14 วัน การผสมแคลเซียมส่วนรากเท่ากับ 6.780 ส่วนเนื้อรากเท่ากับ 10.975 ที่ปลูก 28 วัน มีเปอร์เซ็นต์การผสมแคลเซียมส่วนรากเท่ากับ 6.270 และส่วนเนื้อรากเท่ากับ 23.444 โดยมีอัตราสารผสมแคลเซียมทั้งหมดที่ปลูก 14 และ 28 วันเท่ากับ 15.454 และ 18.480 ตามลำดับสำหรับหน่วยงานแนวที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่เติมแคลเซียม 20 มิลลิกรัมต่อลิตร นั้นพบว่า ที่ระยะเวลาปลูก 14 วันการผสมแคลเซียมส่วนรากเท่ากับ 5.085 และส่วนเนื้อรากเท่ากับ 12.115 ที่ระยะเวลาปลูก 28 วัน มีเปอร์เซ็นต์การผสมแคลเซียมส่วนรากเท่ากับ 7.54 และส่วนเนื้อรากเท่ากับ 21.937 ซึ่งมีอัตราสารผสมทั้งหมดที่ปลูก 14 วันเท่ากับ 19.183 อัตราสารผสมทั้งหมดที่ปลูก 28 วันเท่ากับ 20.019 และหน่วยงานแนวที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่เติมแคลเซียม 25 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า ที่ปลูก 14 วันการผสมแคลเซียมส่วนรากเท่ากับ 4.068 และส่วนเนื้อรากเท่ากับ 9.897 ที่ระยะเวลาปลูก 28 วัน มีเปอร์เซ็นต์การผสมแคลเซียมส่วนรากเท่ากับ 5.94 และส่วนเนื้อรากเท่ากับ 19.883 โดยมีอัตราสารผสมทั้งหมดที่ระยะเวลาปลูก 14 และ 28 วัน เท่ากับ 24.300 และ 20.716 ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง 10

สำหรับหน่วยงานที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารพืชเมื่อเติมแคลเซียม 5 และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตรที่ปลูก 14 วัน มีเปอร์เซ็นต์การผสมแคลเซียมส่วนรากมากกว่าส่วนเนื้อราก ส่วนหน่วยงานที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารพืชเมื่อเติมแคลเซียม 5 และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตรที่ปลูก 28 วันและที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารพืชเมื่อเติมแคลเซียม 15, 20, และ 25 มิลลิกรัมต่อลิตรที่ปลูก 14 และ 28 วัน เปอร์เซ็นต์การผสมส่วนรากน้อยกว่าส่วนเนื้อราก โดยมีรายละเอียดคือ หน่วยงานปลูกในสารละลายธาตุอาหารพืชที่เติมแคลเซียม 5 มิลลิกรัมต่อลิตร

ที่ระยะเวลาปลูก 14 วันมีเปอร์เซ็นต์การสะสมแคดเมียมส่วนรากและส่วนเหนือรากเท่ากับ 20.339 และ 12.922 ตามลำดับ ที่ระยะเวลาปลูก 28 วัน มีเปอร์เซ็นต์การสะสมแคดเมียมส่วนรากและส่วนเหนือรากเท่ากับ 6.14 และ 10.615 ตามลำดับ และมีอัตราสะสมแคดเมียมทั้งหมดที่ปลูก 14 และ 28 วัน เท่ากับ 7.947 และ 5.434 ตามลำดับ ส่วนหญ้าข้าวนกที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่เติมแคดเมียม 10 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าเปอร์เซ็นต์การสะสมแคดเมียมส่วนรากที่ปลูก 14 วัน เปอร์เซ็นต์การสะสมแคดเมียมส่วนรากเท่ากับ 10.170 และส่วนเหนือรากเท่ากับ 8.548 ที่ระยะเวลาปลูก 28 วัน มีเปอร์เซ็นต์การสะสมแคดเมียมส่วนรากเท่ากับ 3.60 และส่วนเหนือรากเท่ากับ 7.081 และมีอัตราสะสมทั้งหมดที่ปลูก 14 และ 28 วันเท่ากับ 11.720 และ 9.291 ตามลำดับ ส่วนชุดทดลองที่เติมแคดเมียม 15 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าที่ปลูก 14 วันเปอร์เซ็นต์การสะสมแคดเมียมส่วนรากเท่ากับ 6.780 และส่วนเหนือรากเท่ากับ 8.923 ที่ระยะเวลาปลูก 28 วัน มีเปอร์เซ็นต์การสะสมแคดเมียมส่วนรากเท่ากับ 3.87 และส่วนเหนือรากเท่ากับ 5.580 โดยมีอัตราสะสมแคดเมียมทั้งหมดที่ระยะเวลาปลูก 14 และ 28 วันเท่ากับ 13.142 และ 14.053 ตามลำดับ สำหรับหญ้าข้าวนกที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่เติมแคดเมียม 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ปลูก 14 วันเปอร์เซ็นต์การสะสมแคดเมียมส่วนรากเท่ากับ 5.085 และส่วนเหนือรากเท่ากับ 12.263 ที่ปลูก 28 วัน มีเปอร์เซ็นต์การสะสมแคดเมียมส่วนรากเท่ากับ 4.37 และส่วนเหนือรากเท่ากับ 6.847 และมีอัตราสะสมทั้งหมดที่ระยะเวลาปลูก 14 และ 28 วันเท่ากับ 21.324 และ 16.357 ตามลำดับ ส่วนหญ้าข้าวนกที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่เติมแคดเมียม 25 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ปลูก 14 วันเปอร์เซ็นต์การสะสมแคดเมียมส่วนรากเท่ากับ 4.068 และส่วนเหนือรากเท่ากับ 5.718 ที่ปลูก 28 วัน เปอร์เซ็นต์การสะสมแคดเมียมส่วนรากเท่ากับ 3.500 และส่วนเหนือรากเท่ากับ 5.916 โดยมีอัตราสะสมทั้งหมดที่ปลูก 14 และ 28 วันเท่ากับ 26.548 และ 17.768 ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง 11

สำหรับชุดทดลองที่ปลูกหญ้าแดงในสารละลายธาตุอาหารพืชที่เติมแคดเมียม 5, 10, 15, 20, และ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยสารละลายธาตุอาหารพืชที่เติมแคดเมียม 5 มิลลิกรัมต่อลิตรเมื่อปลูก 14 วันเปอร์เซ็นต์การสะสมแคดเมียมส่วนรากมากกว่าส่วนเหนือราก ที่ปลูก 28 วันเปอร์เซ็นต์การสะสมแคดเมียมส่วนรากน้อยกว่าส่วนเหนือราก ซึ่งพืชที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่เติมแคดเมียม 10, 15, 20 และ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ปลูก 14 และ 28 วันมีเปอร์เซ็นต์การสะสมแคดเมียมส่วนเหนือรากมากกว่าส่วนรากเช่นกันและพบว่าที่ปลูก 28 วันอัตราการสะสมแคดเมียมของพืชลดลงยกเว้นพืชที่ปลูกโดยเติมแคดเมียม 15 มิลลิกรัมต่อลิตรมีอัตราการสะสมแคดเมียมทั้งหมดเพิ่มขึ้นโดยมีรายละเอียดคือ หญ้าแดงที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารพืชที่เติมแคดเมียม

5 มิลลิลิตรต่อลิตรที่ปลูก 14 วัน มีเปอร์เซ็นต์การสะสมแคดเมียมส่วนรากเท่ากับ 20.339 และส่วนเหนือรากเท่ากับ 9.547 ที่ระยะเวลาปลูก 28 วัน มีเปอร์เซ็นต์การสะสมแคดเมียมส่วนรากเท่ากับ 2.420 และส่วนเหนือรากเท่ากับ 13.256 และมีอัตราสะสมทั้งหมดที่ระยะเวลาปลูก 14 และ 28 วัน เท่ากับ 4.577 และ 3.757 ตามลำดับ และหญ้าแดงเมื่อปลูกในสารละลายธาตุอาหารพืชที่เติมแคดเมียม 10 มิลลิลิตรต่อลิตร ที่ปลูก 14 วัน เปอร์เซ็นต์การสะสมแคดเมียมส่วนรากเท่ากับ 10.170 และส่วนเหนือรากเท่ากับ 18.192 ที่ระยะเวลาปลูก 28 วัน มีเปอร์เซ็นต์การสะสมแคดเมียมส่วนรากเท่ากับ 3.78 และส่วนเหนือรากเท่ากับ 13.130 และมีอัตราสะสมทั้งหมดที่ระยะเวลาปลูก 14 และ 28 วันเท่ากับ 8.999 และ 6.463 ตามลำดับ สำหรับชุดทดลองที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่เติมแคดเมียม 15 มิลลิลิตรต่อลิตร พบว่าที่ปลูก 14 วัน เปอร์เซ็นต์การสะสมแคดเมียมส่วนรากเท่ากับ 6.780 และส่วนเหนือรากเท่ากับ 9.360 ที่ระยะเวลาปลูก 28 วัน มีเปอร์เซ็นต์การสะสมแคดเมียมส่วนรากเท่ากับ 3.94 และส่วนเหนือรากเท่ากับ 13.891 และมีอัตราสะสมทั้งหมดที่ระยะเวลาปลูก 14 และ 28 วันเท่ากับ 12.244 และ 13.690 ตามลำดับ ส่วนชุดทดลองที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่เติมแคดเมียม 20 มิลลิลิตรต่อลิตร ที่ปลูก 14 วัน เปอร์เซ็นต์การสะสมแคดเมียมส่วนรากเท่ากับ 5.085 และส่วนเหนือรากเท่ากับ 10.085 ที่ระยะเวลาปลูก 28 วัน มีเปอร์เซ็นต์การสะสมแคดเมียมส่วนรากเท่ากับ 12.50 และส่วนเหนือรากเท่ากับ 12.557 และมีอัตราสะสมทั้งหมดที่ระยะเวลาปลูก 14 วันเท่ากับ 14.709 อัตราสะสมทั้งหมดที่ระยะเวลาปลูก 28 วันเท่ากับ 11.816 สำหรับหญ้าแดงปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่เติมแคดเมียม 25 มิลลิลิตรต่อลิตร ที่ปลูก 14 วัน เปอร์เซ็นต์การสะสมแคดเมียมส่วนรากเท่ากับ 4.068 และส่วนเหนือรากเท่ากับ 8.285 ที่ระยะเวลาปลูก 28 วัน มีเปอร์เซ็นต์การสะสมแคดเมียมส่วนรากเท่ากับ 3.120 และส่วนเหนือรากเท่ากับ 12.071 และมีอัตราสะสมทั้งหมดที่ระยะเวลาปลูก 14 วันเท่ากับ 19.307 อัตราสะสมทั้งหมดที่ระยะเวลาปลูก 28 วันเท่ากับ 16.648 ดังแสดงในตาราง 12



ตาราง 10 แสดงการสะสมแคดเมียมโดยหน่วยน้ำหนัก

ความเข้มข้น (มิลลิกรัมต่อลิตร)	เวลา(วัน)	เปอร์เซ็นต์การสะสมแคดเมียม			อัตราการสะสม แคดเมียมทั้งหมด <sup>***</sup>
		Shoot <sup>i</sup>	Root <sup>ii</sup>	รวม	
5	14 วัน	7.257	20.339	27.596	7.057
	28 วัน	34.691	16.81	51.501	6.969
10	14 วัน	11.368	10.170	21.538	10.800
	28 วัน	24.156	31.50	55.656	10.785
15	14 วัน	10.975	6.780	17.755	15.454
	28 วัน	23.444	6.27	29.714	18.480
20	14 วัน	12.115	5.085	17.200	19.183
	28 วัน	21.937	7.54	29.477	20.019
25	14 วัน	9.897	4.068	13.965	24.300
	28 วัน	19.883	5.94	25.823	20.716

<sup>i</sup> เปอร์เซ็นต์การสะสมส่วนราก =  $[\text{shoot dry weight (g)} \times \text{shoot Cd (ug g}^{-1})] \times 100 / [\text{Cd in nutrient solution (ug mL}^{-1}) \times 2 \text{ L}]$

<sup>ii</sup> เปอร์เซ็นต์การสะสมส่วนเหนือราก =  $[\text{root dry weight (g)} \times \text{root Cd (ug g}^{-1})] \times 100 / [\text{Cd in nutrient solution (ug mL}^{-1}) \times 2 \text{ L}]$

<sup>\*\*\*</sup> อัตราการสะสมทั้งหมด =  $[\text{shoot dry weight (g)} \times \text{shoot Cd (ug g}^{-1})] + [\text{root dry weight (g)} \times \text{root Cd (ug g}^{-1})]$   
 $[\text{shoot dry weight (g)} + \text{root dry weight (g)}] \times (\text{day of harvest})$

ตาราง 11 แสดงการสะสมแคดเมียมโดยน้ำข้าวรก

ความเข้มข้น (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ระยะเวลา (วัน)	เปอร์เซ็นต์การสะสมแคดเมียม			อัตราการสะสม แคดเมียมทั้งหมด <sup>***</sup>
		shoot <sup>i</sup>	root <sup>ii</sup>	รวม	
5	14 วัน	12.922	20.339	33.261	7.947
	28 วัน	10.615	6.14	16.755	5.434
10	14 วัน	8.548	10.170	18.718	11.720
	28 วัน	7.081	3.60	10.681	9.291
15	14 วัน	8.923	6.780	15.703	13.142
	28 วัน	5.580	3.87	9.45	14.053
20	14 วัน	12.263	5.085	17.348	21.324
	28 วัน	6.847	4.37	11.217	16.357
25	14 วัน	5.718	4.068	9.786	26.548
	28 วัน	5.916	3.50	9.416	17.768

\* เปอร์เซ็นต์การสะสมส่วนราก =  $[\text{shoot dry weight (g)} \times \text{shoot Cd (ug g}^{-1})] \times 100 / [\text{Cd in nutrient solution (ug mL}^{-1}) \times 2 \text{ L}]$

\*\* เปอร์เซ็นต์การสะสมส่วนเหนือราก =  $[\text{root dry weight (g)} \times \text{root Cd (ug g}^{-1})] \times 100 / [\text{Cd in nutrient solution (ug mL}^{-1}) \times 2 \text{ L}]$

\*\*\* อัตราการสะสมทั้งหมด =  $[\text{shoot dry weight (g)} \times \text{shoot Cd (ug g}^{-1})] + [\text{root dry weight (g)} \times \text{root Cd (ug g}^{-1})]$

$[\text{shoot dry weight (g)} + \text{root dry weight (g)}] \times (\text{day of harvest})$

ตาราง 12 แสดงการสะสมแคดเมียมโดยหญ้าแดง

ความเข้มข้น (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ระยะเวลา (วัน)	เปอร์เซ็นต์การสะสมแคดเมียม			อัตราการสะสม แคดเมียมทั้งหมด <sup>***</sup>
		shoot*	root**	รวม	
5	14 วัน	9.547	20.339	29.886	4.577
	28 วัน	13.256	2.42	15.676	3.757
10	14 วัน	18.192	10.170	28.362	8.999
	28 วัน	13.130	3.78	16.91	6.463
15	14 วัน	9.360	6.780	16.14	12.244
	28 วัน	13.891	3.94	17.831	13.690
20	14 วัน	10.085	5.085	15.17	14.709
	28 วัน	12.557	12.50	25.057	11.816
25	14 วัน	8.285	4.068	12.353	19.307
	28 วัน	12.071	3.12	15.191	16.648

\* เปอร์เซ็นต์การสะสมส่วนราก =  $[\text{shoot dry weight (g)} \times \text{shoot Cd (ug g}^{-1})] \times 100 / [\text{Cd in nutrient solution (ug mL}^{-1}) \times 2 \text{ L}]$

\*\* เปอร์เซ็นต์การสะสมส่วนเหนือราก =  $[\text{root dry weight (g)} \times \text{root Cd (ug g}^{-1})] \times 100 / [\text{Cd in nutrient solution (ug mL}^{-1}) \times 2 \text{ L}]$

\*\*\* อัตราการสะสมทั้งหมด =  $[\text{shoot dry weight (g)} \times \text{shoot Cd (ug g}^{-1})] + [\text{root dry weight (g)} \times \text{root Cd (ug g}^{-1})]$

$[\text{shoot dry weight (g)} + \text{root dry weight (g)}] \times (\text{day of harvest})$

#### 4. ดัชนีการดูดซับของราก

จากผลการทดลอง ศึกษาดัชนีการดูดซับแคดเมียมของรากพืชทั้ง 3 ชนิดคือหญ้า  
 หนวดแมวหญ้าข้าวนกและหญ้าแดงพบว่า พบว่าหญ้าหนวดแมวมีดัชนีการดูดซับส่วนรากสูงสุด  
 โดยที่ปลูก 28 วันมีค่าดัชนีการดูดซับของรากเท่ากับ 79.84 เมื่อปลูกในสารละลายธาตุอาหารพืชที่  
 มีความเข้มข้นของแคดเมียม 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนหญ้าข้าวนก มีค่าดัชนีการดูดซับของราก  
 สูงสุดคือ 58.222 เมื่อปลูกในสารละลายธาตุอาหารพืชที่มีความเข้มข้นของแคดเมียมแคดเมียม 5  
 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 28 วัน และหญ้าข้าวนก มีค่าดัชนีการดูดซับของราก สูงสุดคือ 57.927  
 เมื่อปลูกในสารละลายธาตุอาหารพืชที่มีความเข้มข้นของแคดเมียม 5 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา  
 28 วัน ดังแสดงในตาราง 13 ส่วนดัชนีการการดูดซับของรากหญ้าทั้ง 3 ชนิดที่ปลูกในสารละลาย  
 ธาตุอาหารพืชในระดับความเข้มข้นของแคดเมียมต่างๆ แสดงดังนี้ หญ้าหนวดแมวเมื่อปลูกใน  
 สารละลายที่เติมแคดเมียม 5, 10, 15, 20 และ 25 มิลลิกรัมต่อลิตรที่ปลูก 14 วันค่าดัชนีการดูดซับ  
 ของรากเท่ากับ 53.494, 43.013, 39.103, 33.532 และ 37.441ตามลำดับ ที่ปลูก 28 วันค่าดัชนี  
 การดูดซับของรากเท่ากับ 79.840, 67.737, 57.584, 60.407 และ 60.502 ตามลำดับ สำหรับหญ้า  
 ข้าวนกที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่เติมแคดเมียม 5, 10, 15, 20 และ 25 มิลลิกรัมต่อลิตรที่  
 ปลูก 14 วันพบว่าดัชนีการดูดซับของรากเท่ากับ 45.560, 36.143, 28.544, 26.566 และ 28.813  
 ตามลำดับ ที่ปลูก 28 วันเท่ากับ 58.222, 48.286, 40.231, 40.956 และ 41.138 ตามลำดับ ส่วน  
 ดัชนีการดูดซับของรากหญ้าแดงในสารละลายธาตุอาหารพืชที่เติมแคดเมียม 5, 10, 15, 20 และ 25  
 มิลลิกรัมต่อลิตรที่ปลูก 14 วันเท่ากับ 46.377, 45.941, 34.474, 28.813, 26.281 และ 39.771  
 ตามลำดับที่ปลูก 28 วันดัชนีการดูดซับของรากเท่ากับ 68.297, 57.927, 47.540, 39.627,  
 36.915 และ 39.771 ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง 13

ในด้านปัจจัยของเวลาในการดูดซับแคดเมียม พบว่า ที่ระยะเวลาในการดูดซับแคดเมียม  
 14 วัน ค่าดัชนีการดูดซับของรากไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) ส่วนที่ระยะเวลาในการ  
 ดูดซับแคดเมียม 28 วัน พบว่า หญ้าหนวดแมวมีค่าดัชนีการดูดซับของรากมากที่สุดแตกต่างอย่าง  
 มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ดังแสดงในตาราง 13

ตาราง 13 แสดงดัชนีดูดซับแคดเมียมของราก

พืช	เวลา	ปริมาณแคดเมียมในพืช (ไมโครกรัม/กิโลกรัม)																													
		5 มิลลิกรัมต่อลิตร						10 มิลลิกรัม/ลิตร						15 มิลลิกรัม/ลิตร						20 มิลลิกรัม/ลิตร						25 มิลลิกรัม/ลิตร					
		shoot	root	RAI	shoot	root	RAI	shoot	root	RAI	shoot	root	RAI	shoot	root	RAI	shoot	root	RAI	shoot	root	RAI	shoot	root	RAI						
หญ้า	14 วัน	62.777	267.470	53.494	80.405	43.013	43.013	123.646	586.544	39.103	39.103	144.914	670.642	33.532	33.532	179.802	936.037	37.441	37.441												
	28 วัน	132.304	399.200	79.840	171.039	67.737	67.737	251.110	863.753	57.584	57.584	343.359	1208.136	60.407	60.407	344.713	1512.552	60.502	60.502												
หญ้าข้าวนก	14 วัน	52.776	227.802	45.560	64.137	36.143	36.143	90.037	428.160	28.544	28.544	126.633	531.983	26.599	26.599	146.796	720.334	28.813	28.813												
	28 วัน	71.740	291.110	58.222	117.480	48.286	48.286	183.528	603.460	40.231	40.231	227.254	819.114	40.956	40.956	290.623	1028.452	41.138	41.138												
หญ้าแดง	14 วัน	46.377	229.704	45.941	60.637	34.474	34.474	95.908	432.202	28.813	28.813	123.718	525.621	26.281	26.281	140.979	718.916	28.757	28.757												
	28 วัน	68.297	289.633	57.927	130.920	47.540	47.540	172.240	594.407	39.627	39.627	234.095	738.305	36.915	36.915	282.161	994.271	39.771	39.771												

Root absorption index (RAI) = cadmium concentration (mg/kg<sup>1</sup>) in root / cadmium concentration (mg/L<sup>1</sup>) in nutrient solution

## 5. อัตราส่วนความเข้มข้นของแคดเมียม

อัตราส่วนความเข้มข้นของแคดเมียมส่วนเหนือรากต่อส่วนรากเป็นตัวบ่งชี้ถึงการเคลื่อนย้ายแคดเมียมสู่พืชจากส่วนรากสู่ส่วนเหนือรากจากผลการทดลองปลูกหญ้าหนวดแมว หญ้าข้าวนก และ หญ้าแดง ในสารละลายธาตุอาหารที่ใส่แคดเมียมความเข้มข้นต่างๆ นั้น พบว่า ปัจจัยด้านระดับความเข้มข้นของแคดเมียม ที่ 5, 10, 15, 20 และ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร ของพืชทั้ง 3 ชนิดไม่มีความแตกต่างกัน ( $p \leq 0.05$ ) โดยในหญ้าหนวดแมวที่ปลูก 14 และ 28 วันมีอัตราส่วนความเข้มข้นของแคดเมียมส่วนเหนือรากต่อส่วนรากอยู่ในช่วง 0.187 - 0.235 และ 0.228 - 0.331 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ สำหรับชุดทดลองหญ้าข้าวนกที่ปลูก 14 และ 28 วันมีอัตราส่วนความเข้มข้นของแคดเมียมส่วนเหนือรากต่อส่วนรากอยู่ในช่วง 0.177 - 0.238 และ 0.0243 - 0.304 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับและหญ้าแดงที่ปลูก 14 และ 28 วัน พบว่าอัตราส่วนความเข้มข้นของแคดเมียมส่วนเหนือรากต่อส่วนรากอยู่ในช่วง 0.176 - 0.235 และ 0.236 - 0.317 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ สำหรับปัจจัยด้านชนิดพืชพบว่าหญ้าแดงมีอัตราส่วนความเข้มข้นของแคดเมียมส่วนเหนือรากต่อรากแตกต่างจากหญ้าหนวดแมวและหญ้าข้าวนกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) โดยหญ้าแดง, หญ้าข้าวนก และ หญ้าหนวดแมว มีค่าเฉลี่ยอัตราส่วนความเข้มข้นของแคดเมียมส่วนเหนือรากต่อรากเท่ากับ 0.200, 0.217 และ 0.223 ตามลำดับดังแสดงในตาราง 14

ตาราง 14 แสดงอัตราส่วนความเข้มข้นแคดเมียมส่วนเหนือรากต่อส่วนรากที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ

พืช	เวลา	ความเข้มข้นสารละลายแคดเมียม (มิลลิกรัมต่อลิตร)				
		5	10	15	20	25
หญ้าหนวดแมว	14 วัน	0.235	0.187	0.211	0.216	0.192
	28 วัน	0.331	0.253	0.291	0.284	0.228
หญ้าข้าวนก	14 วัน	0.232	0.177	0.210	0.238	0.204
	28 วัน	0.246	0.243	0.304	0.277	0.283
หญ้าแดง	14 วัน	0.202	0.176	0.222	0.235	0.196
	28 วัน	0.236	0.275	0.290	0.317	0.284

อัตราส่วนความเข้มข้นแคดเมียม = ค่าความเข้มข้นแคดเมียมในส่วนเหนือราก (มิลลิกรัมต่อลิตร) / ค่าความเข้มข้นแคดเมียมรวมในส่วนราก (มิลลิกรัมต่อลิตร)