

บทที่ 4

ผลการทดลอง

1. ผลของพันธุ์หญ้าแฝก ความเข้มข้นและชุดดินต่อการดูดซึมแคดเมียมไปที่รากและใบหญ้าแฝก

1.1 สายพันธุ์หญ้าแฝกกับการดูดซึมแคดเมียมไปสะสมในรากและใบ

ผลการศึกษาพบว่าเมื่อปลูกหญ้าแฝกได้ 30 และ 120 วัน หญ้าแฝก 5 สายพันธุ์มีการดูดซึมแคดเมียมไปสะสมในรากได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แต่สายพันธุ์โดยมีแนวโน้มดูดซึมแคดเมียมไปสะสมที่รากมากที่สุด เท่ากับ 8.75 และ 17.36 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เมื่อปลูกนาน 30 และ 120 วัน ส่วนที่ระยะ 60 วันหลังปลูก หญ้าแฝกสายพันธุ์โดยดูดซึมแคดเมียมไปสะสมในรากได้มากกว่าสายพันธุ์อินเดียนพระราชทาน ศรีลังกา และประจวบคีรีขันธ์ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากสายพันธุ์นครสวรรค์ โดยสายพันธุ์โดยมีแคดเมียมสะสมที่ราก 16.97 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในขณะที่สายพันธุ์อินเดียนพระราชทาน ศรีลังกา และประจวบคีรีขันธ์ พบเพียง 11.85, 11.84 และ 11.79 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ (ตาราง 2)

ตาราง 2 ความเข้มข้นและปริมาณแคดเมียมในรากและใบหญ้าแฝกสายพันธุ์ต่างๆ ที่ปลูกนาน 30, 60 และ 120 วัน ใน 2 ชุดดินที่มีแคดเมียมเข้มข้นต่างกัน

พันธุ์หญ้าแฝก	แคดเมียมในใบหญ้าแฝก (mg kg ⁻¹)						แคดเมียมในรากหญ้าแฝก (mg kg ⁻¹)					
	30 DAP		60 DAP		120 DAP		30 DAP		60 DAP		120 DAP	
	ความเข้มข้น (mg kg ⁻¹)	(D.M) พบนะฐุน	ความเข้มข้น (mg kg ⁻¹)	(D.M) พบนะฐุน	ความเข้มข้น (mg kg ⁻¹)	(D.M) พบนะฐุน	ความเข้มข้น (mg kg ⁻¹)	(D.M) พบนะฐุน	ความเข้มข้น (mg kg ⁻¹)	(D.M) พบนะฐุน	ความเข้มข้น (mg kg ⁻¹)	(D.M) พบนะฐุน
อินเดียนพระราพทาน	2.40 ab	0.016	1.83b	0.015	2.13b	0.072	8.58	0.006	11.86 b	0.008	16.17	0.110
เคย	3.25 a	0.013	3.16a	0.016	3.92a	0.146	8.75	0.007	16.97 a	0.026	17.36	0.159
ศรีลังกา	2.12abc	0.007	2.39b	0.018	2.38b	0.105	6.74	0.005	11.84 b	0.018	14.93	0.156
นครสวรรค์	1.06 c	0.006	2.11b	0.013	3.18ab	0.047	8.00	0.005	15.59ab	0.024	17.32	0.118
ประจวบคีรีขันธ์	1.49 bc	0.008	2.24 b	0.014	3.04ab	0.075	6.96	0.004	11.79 b	0.018	14.54	0.154
(F - test)	*		*	*	*	*	ns		*		ns	
ชุดดิน * สายพันธุ์	*		*	*	*	*	*		*		*	*

* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ (P ≤ 0.05)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

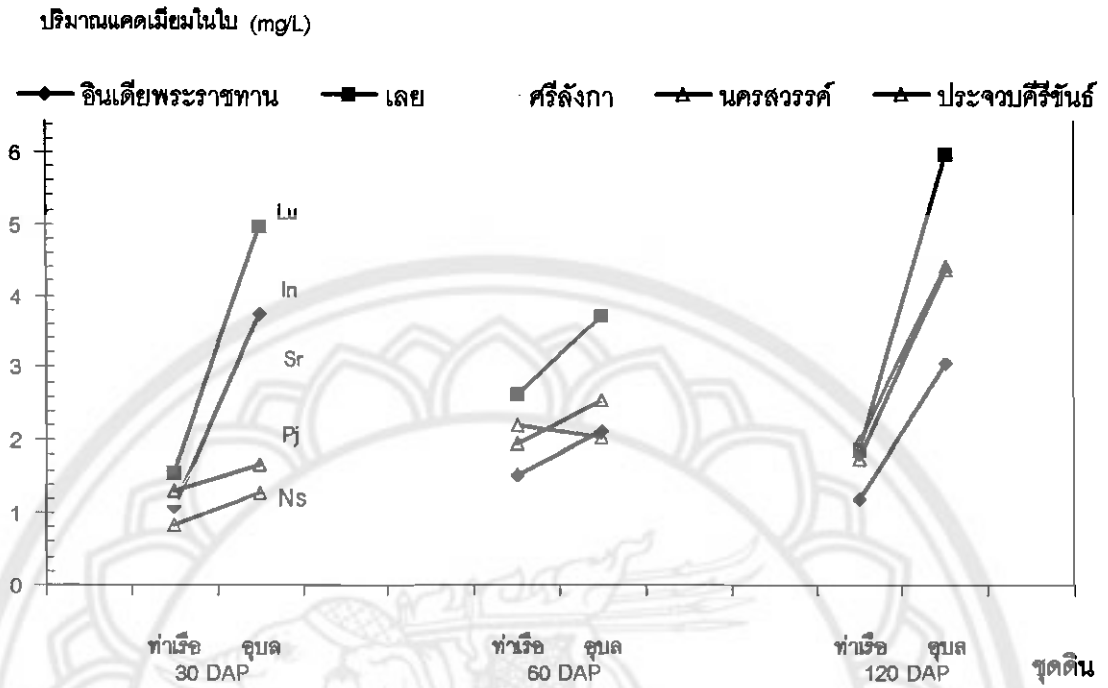
ส่วนผลของระยะเวลาในการปลูกพบว่ารากหญ้าแฝกทุกสายพันธุ์ดูดซึมแคดเมียมไปไว้ที่รากได้เพิ่มมากขึ้นสัมพันธ์กับระยะเวลาที่ปลูกที่เพิ่มขึ้น การปลูกหญ้าแฝกนาน 120 วัน มีความเข้มข้นของแคดเมียมในรากของทุกสายพันธุ์เฉลี่ย 15.45 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และสายพันธุ์เลยยังมีแนวโน้มดูดซึมแคดเมียมได้มากที่สุด 17.36 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

สำหรับการดูดซึมแคดเมียมไปไว้ในใบนั้นพบว่าเมื่อปลูกหญ้าแฝกได้ 30 วัน หญ้าแฝกสายพันธุ์เลยดูดซึมแคดเมียมไปสะสมในใบได้มากกว่าหญ้าแฝกสายพันธุ์นครสวรรค์และประจวบคีรีขันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากสายพันธุ์อินเดียดิยพระราชนิเวศน์และศรีลังกา โดยที่สายพันธุ์เลยมีแคดเมียมสะสมที่ใบ 3.25 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในขณะที่สายพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์และนครสวรรค์พบเพียง 1.49 และ 1.06 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ส่วนที่ระยะ 60 วัน หลังปลูกพบว่ามีเพียงสายพันธุ์เลยเท่านั้นที่ดูดซึมแคดเมียมได้มากที่สุด 3.16 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และมากกว่าสายพันธุ์ที่เหลือทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ซึ่งพบแคดเมียมเฉลี่ยเพียง 2.14 มิลลิกรัม/กิโลกรัม สำหรับที่ระยะ 120 วันหลังปลูกพบว่าสายพันธุ์เลยยังดูดซึมแคดเมียมได้มากที่สุดเหมือนเดิม โดยดูดซึมได้ 3.92 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ซึ่งมากกว่าสายพันธุ์อินเดียดิยพระราชนิเวศน์และศรีลังกา ที่พบแคดเมียมเฉลี่ย 2.25 มิลลิกรัม/กิโลกรัม แต่ไม่แตกต่างจากสายพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์และนครสวรรค์

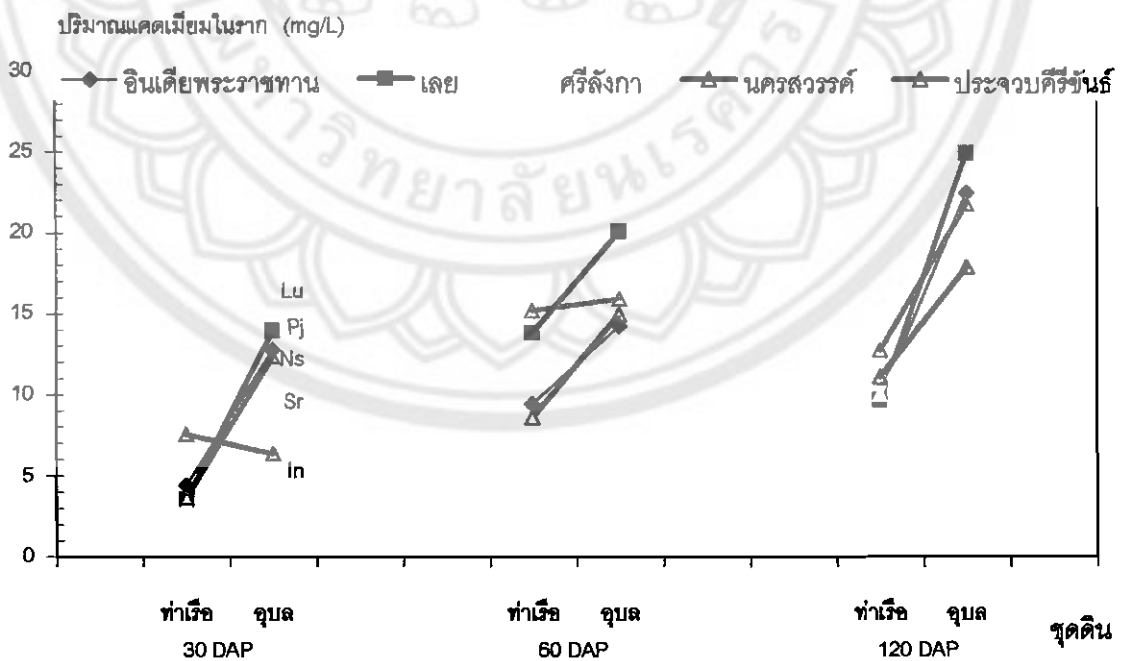
สำหรับระยะเวลาของการปลูกนั้น พบว่าการดูดซึมแคดเมียมไปที่ใบจะมากขึ้นสัมพันธ์กับเวลานานของการปลูก แต่การเพิ่มขึ้นของแคดเมียมในใบที่สัมพันธ์กับเวลาปลูกจะน้อยกว่าที่เพิ่มขึ้นของแคดเมียมในราก และเมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นในใบกับในรากหญ้าแฝกพบว่าความเข้มข้นในใบจะมีค่าน้อยกว่าในรากเฉลี่ย 3.8 เท่า สำหรับเวลาปลูกนาน 30 วัน และ 5.6 เท่า สำหรับการปลูกนาน 60 และ 120 (ตาราง 2)

1.2 ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างชุดดินกับสายพันธุ์ต่อการสะสมแคดเมียมในใบ
ผลการศึกษาพบปฏิกริยาสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างชุดดินกับสายพันธุ์ที่มีผลต่อ
ความเข้มข้นของแคดเมียมในใบและรากหญ้าแฝกดังต่อไปนี้ ^{๕๕} _{๕๖} ^{๕๗}

ความเข้มข้นของแคดเมียมในใบหญ้าแฝกสายพันธุ์อินเดียพระราชทานมีน้อยกว่าพันธุ์
ศรีลังกา เมื่อปลูกในชุดดินท่าเรือ เป็นเวลานาน 30 วัน แต่เมื่อปลูกในชุดดินอุบล
ขำกับชุดดินท่าเรือ ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างชุดดินกับสายพันธุ์นี้ยังพบได้อีกเมื่อเพิ่มเวลาในการ
ปลูกเป็น 60 และ 120 วัน โดยที่ระยะเวลา 60 วัน การปลูกในชุดดินท่าเรือ ความเข้มข้น
แคดเมียมในใบหญ้าแฝกสายพันธุ์นครสวรรค์มากกว่าสายพันธุ์ศรีลังกา แต่เมื่อปลูกในชุดดินอุบล
จะให้ผลตรงข้ามกัน ส่วนสายพันธุ์อื่นๆ ที่เหลือ คือ อินเดียพระราชทาน ประจวบคีรีขันธ์และ
เลยนั้น เมื่อนำมาปลูกในชุดดินท่าเรือจะมีความเข้มข้นแคดเมียมในใบน้อยกว่าการปลูกในชุดดิน
อุบล ส่วนระยะเวลา 120 วัน พบว่าความเข้มข้นแคดเมียมในใบสายพันธุ์เลยต่ำกว่าสายพันธุ์
นครสวรรค์ เมื่อปลูกในชุดดินท่าเรือ แต่จะมีผลตรงกันข้ามเมื่อปลูกในชุดดินอุบล (ภาพ 4)
สำหรับความเข้มข้นในรากพบว่าที่ระยะเวลาปลูก 30 วัน การปลูกในชุดดินท่าเรือสายพันธุ์
นครสวรรค์มีแคดเมียมในรากน้อยกว่าสายพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ และสายพันธุ์อินเดียพระราชทาน
มีมากกว่าสายพันธุ์เลย เมื่อปลูกในดินชุดอุบลกลับให้ผลตรงกันข้ามกับการปลูกในชุดดินท่าเรือ
เมื่อเพิ่มเวลาปลูกเป็น 60 วัน ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างดินกับสายพันธุ์พบในสายพันธุ์เลยโดยมี
แคดเมียมในรากน้อยกว่าสายพันธุ์นครสวรรค์ เมื่อปลูกในชุดดินท่าเรือ แต่ให้ผลตรงกันข้ามเมื่อ
ปลูกในชุดดินอุบล โดยผลของปฏิกริยาสัมพันธ์เช่นเดียวกันนี้ยังพบในระยะเวลาปลูกที่ 120 อีกด้วย
 (ภาพ 5)



ภาพ 3 ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างชุดดินและสายพันธุ์หญ้าแฝกต่อแคดเมียมในใบหญ้าแฝกที่ปลูกนาน 30, 60 และ 120 วัน



ภาพ 4 ปฏิกริยาสัมพันธ์ระหว่างชุดดินและสายพันธุ์หญ้าแฝกต่อแคดเมียมในรากหญ้าแฝกที่ปลูกนาน 30, 60 และ 120 วัน

1.3 ความเข้มข้นที่ต่างกันต่อการดูดซึมแคดเมียมไปที่รากและใบหญ้าแฝก

ผลการศึกษาพบว่าทุกระยะเวลาของการปลูก คือ 30, 60 และ 120 วัน หญ้าแฝกที่ปลูกในดินที่มีความเข้มข้นของสารละลายแคดเมียมสูงสุด คือ 20 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ดูดซึมแคดเมียมไปไว้ที่รากได้มากกว่าเมื่อปลูกในดินที่มีความเข้มข้นต่ำๆ คือ 10 และ 0 มิลลิกรัม/กิโลกรัม อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยพบแคดเมียมในรากสูงสุดเมื่อปลูกในดินที่มีแคดเมียม 20 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เท่ากับ 17.29, 23.40 และ 27.75 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ที่ระยะปลูก 30, 60 และ 120 วัน ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าความเข้มข้นของแคดเมียมที่รากเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการปลูกที่นานขึ้น โดยที่ระยะ 120 วัน รากหญ้าแฝกดูดซึมแคดเมียมได้มากกว่าที่ระยะ 60 และ 30 วัน ในทุกระดับความเข้มข้นของแคดเมียมที่ใส่ลงในดิน (ตาราง 3)



ตาราง 3 ความเข้มข้นและปริมาณแคดเมียมในรากและใบหญ้าแฝกสายพันธุ์ต่างๆ ที่ปลูกนาน 30, 60 และ 120 วัน ใน 2 ชุดดินซึ่งมีแคดเมียมเข้มข้นต่างกัน

ความเข้มข้นแคดเมียม (mg kg ⁻¹)	แคดเมียมในใบหญ้าแฝก						แคดเมียมในรากหญ้าแฝก								
	30 DAP		60 DAP		120 DAP		30 DAP		60 DAP		120 DAP				
	(. g) kg ⁻¹ พืชมูลฐาน	(. g) พืชมูลฐาน	(. g) kg ⁻¹ พืชมูลฐาน	(. g) พืชมูลฐาน	(. g) kg ⁻¹ พืชมูลฐาน	(. g) พืชมูลฐาน	(. g) kg ⁻¹ พืชมูลฐาน	(. g) พืชมูลฐาน	(. g) kg ⁻¹ พืชมูลฐาน	(. g) พืชมูลฐาน	(. g) kg ⁻¹ พืชมูลฐาน	(. g) พืชมูลฐาน	(. g) kg ⁻¹ พืชมูลฐาน		
0	0.00 c	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.000
10	1.71 b	0.010	2.52 b	0.018	2.79 b	0.079	5.62 b	0.004	16.39 b	0.025	20.01 b	0.025	20.01 b	0.167	0.167
20	3.86 a	0.021	3.87 a	0.025	5.76 a	0.175	17.29 a	0.011	23.40 a	0.037	27.75 a	0.037	27.75 a	0.217	0.217
(F - test)	*		*		*		*		*		*		*		*

* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ (P ≤ 0.05)

ส่วนการดูดซึมแคดเมียมไปที่ใบนั้นพบว่าทุกระยะเวลาของการปลูก คือ 30, 60 และ 120 วัน หน้ําแฝกที่ปลูกในดินที่มีความเข้มข้นแคดเมียมที่สูงกว่าจะดูดซึมแคดเมียมไปไว้ที่ใบได้มากกว่าการปลูกในดินที่มีความเข้มข้นต่ำลงมา คือ 10 และ 0 มิลลิกรัม/กิโลกรัม อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ที่ระยะ 30, 60 และ 120 วัน พบแคดเมียมสะสมในใบเท่ากับ 3.86, 3.87 และ 5.76 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ (ตาราง 2) ในขณะที่ความเข้มข้นของแคดเมียมในใบนั้นก็เพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับระยะเวลาปลูกที่นานขึ้นเช่นเดียวกับความเข้มข้นในราก แต่การเพิ่มขึ้นในใบนั้นจะน้อยกว่าเมื่อเทียบกับการเพิ่มขึ้นในรากประมาณ 15.02 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 3)

1.4 ชนิดดินกับการดูดซึมแคดเมียมไปที่รากและใบหน้ําแฝก

ผลการศึกษาพบว่า การปลูกหน้ําแฝกในดินชุดอุบลทำให้รากและใบหน้ําแฝกดูดซึมแคดเมียมได้มากกว่าเมื่อปลูกในชุดดินท่าเรืออย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ทุกระยะปลูกที่ 30, 60 และ 120 วัน ตามลำดับ หน้ําแฝกที่ปลูกในชุดดินอุบลที่ระยะ 120 วัน สะสมแคดเมียมในรากและใบมากกว่าเมื่อปลูกในชุดดินท่าเรือ 10.75 และ 2.52 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ สำหรับระยะเวลาในการปลูกนั้นการปลูกหน้ําแฝกที่นานขึ้นทำให้มีการดูดซึมแคดเมียมไปที่รากและใบได้เพิ่มมากขึ้น แต่การเพิ่มในรากจะมีมากกว่าในใบประมาณ 8.9 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 4)

ตาราง 4 ความเข้มข้นและปริมาณแคดเมียมในรากและใบหญ้าแฝกสายพันธุ์ต่างๆ ที่ปลูกนาน 30, 60 และ 120 วัน ในดินชุดทำเรือและอุบลซึ่งมีแคดเมียมเพิ่มขึ้นต่างกัน

ชุดดิน	แคดเมียมในใบหญ้าแฝก						แคดเมียมในรากหญ้าแฝก					
	30 DAP		60 DAP		120 DAP		30 DAP		60 DAP		120 DAP	
	ค่าเฉลี่ย (mg kg ⁻¹)	ความแปรปรวน	ค่าเฉลี่ย (mg kg ⁻¹)	ความแปรปรวน	ค่าเฉลี่ย (mg kg ⁻¹)	ความแปรปรวน	ค่าเฉลี่ย (mg kg ⁻¹)	ความแปรปรวน	ค่าเฉลี่ย (mg kg ⁻¹)	ความแปรปรวน	ค่าเฉลี่ย (mg kg ⁻¹)	ความแปรปรวน
ท่าเรือ	1.19b	0.006	2.09 b	0.014	1.67b	0.048	4.50 b	0.003	11.08 b	0.017	10.69 b	0.090
อุบล	2.94a	0.014	2.61 a	0.018	4.19a	0.139	11.12a	0.008	16.14 a	0.025	21.44 a	0.195
(F – test)	*		*		*		*		*		*	

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($P \leq 0.05$)

2. ผลของสายพันธุ์หญ้าแฝก ความเข้มข้นและชนิดดินต่อความเข้มข้นของแคดเมียมที่เหลือในดิน

2.1 พันธุ์หญ้าแฝกต่อความเข้มข้นของแคดเมียมที่เหลือในดิน

ผลการศึกษาพบว่าเมื่อปลูกหญ้าแฝกทั้ง 5 สายพันธุ์ เป็นเวลา 30, 60 และ 120 วัน มีการสะสมแคดเมียมในดินระดับความลึก 0-10 และ 10-20 เซนติเมตร ไม่แตกต่างกัน โดยระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร พบแคดเมียม 7.31, 7.69 และ 5.88 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และระดับความลึก 10-20 เซนติเมตร พบแคดเมียม 7.84, 7.73 และ 6.22 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ที่ระยะ 30, 60 และ 120 วัน หลังปลูกตามลำดับ (ตาราง 5)

ตาราง 5 ความเข้มข้นแคดเมียมที่เหลือในดินลึก 0-10 และ 10-20 เซนติเมตร หลังจากปลูกหญ้าแฝกสายพันธุ์ต่างๆ เป็นเวลานาน 30, 60 และ 120 วัน

พันธุ์หญ้าแฝก	แคดเมียมในดินลึก 0-10 cm (mg kg ⁻¹)			แคดเมียมในดินลึก 10-20 cm (mg kg ⁻¹)		
	30 DAP	60 DAP	120 DAP	30 DAP	60 DAP	120 DAP
อินเดียมพระราชทาน	7.24	7.82	5.89	7.55	7.69	6.23
เลย	7.06	7.47	5.68	7.85	7.45	6.33
ศรีลังกา	7.27	7.61	5.90	7.71	7.88	5.43
นครสวรรค์	7.69	7.99	5.99	7.55	7.62	6.56
ประจวบคีรีขันธ์	7.27	7.58	5.92	8.52	7.99	6.57
(F - test)	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

2.2 ความเข้มข้นต่อแคดเมียมที่เหลือในดิน

การปลูกหญ้าแฝกในดินที่มีความเข้มข้นของแคดเมียมต่างกันคือ 0, 10 และ 20 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เป็นเวลานาน 30, 60 และ 120 วัน ทำให้มีแคดเมียมที่เหลือจากการดูดซึมของหญ้าแฝกตกค้างในดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) กล่าวคือความเข้มข้นของแคดเมียมเหลืออยู่ในดินระดับความลึก 0-10 และ 10-20 เซนติเมตร ลดลงสัมพันธ์กับปริมาณแคดเมียมที่ลดลงตอนเริ่มต้นในอัตราส่วนประมาณ 1 ต่อ 1 นอกจากนี้ยังพบว่า การตกค้างของแคดเมียมในดินลดลงตามระยะเวลาการปลูกหญ้าแฝกที่นานขึ้น ระยะเวลาปลูกนาน 120 และ 60 วัน ลดความเข้มข้นของแคดเมียมในดินลงได้ประมาณ 1 ถึง 0.5 เท่าของความเข้มข้นเริ่มต้น (ตาราง 6)

ตาราง 6 ความเข้มข้นแคดเมียมที่เหลือในดินระดับความลึก 0-10 และ 10-20 เซนติเมตร หลังจากปลูกหญ้าแฝกสายพันธุ์ต่างๆ ในดินที่มีแคดเมียมเข้มข้นต่างกันเป็นเวลานาน 30, 60 และ 120 วัน

ความเข้มข้น (mg kg ⁻¹)	แคดเมียมในดินลึก 0-10 cm (mg kg ⁻¹)			แคดเมียมในดินลึก 10-20 cm (mg kg ⁻¹)		
	30 DAP	60 DAP	120 DAP	30 DAP	60 DAP	120 DAP
0	0.00 c	0.00 c	0.00 c	0.00 c	0.00 c	0.00 c
10	7.06 b	7.70 b	5.94 b	7.89 b	7.64 b	6.43 b
20	14.62 a	15.15 a	11.58 a	15.30 a	15.30 a	12.16 a
(F - test)	*	*	*	*	*	*

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($P \leq 0.05$)

2.3 ชนิดดินต่อความเข้มข้นของแคดเมียมที่เหลือในดิน

ความเข้มข้นของแคดเมียมที่เหลือจากการดูดซึมของหญ้าแฝกแล้วตกค้างในดินลึก 0 - 10 เซนติเมตร มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แคดเมียมจะเหลือในดินที่มีดินเหนียวมาก (ชุดดินท่าเรือ) มากกว่าที่เหลืออยู่ในดินที่มีเนื้อดินเป็นทราย (ชุดดินอุบล) เมื่อปลูกหญ้าแฝกเป็นนาน 30 ถึง 60 วัน แต่เมื่อปลูกหญ้าแฝกนานขึ้นจนกระทั่งถึง 120 วัน พบว่าความเข้มข้นของแคดเมียมที่เหลือในดินทั้งสองชุดดินมีค่าไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับความเข้มข้นของแคดเมียมที่พบในดินล่าง (10 - 20 เซนติเมตร) ที่มีค่าไม่แตกต่างกันทั้งสองชุดดิน และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างความลึก 0 - 10 และ 10 - 20 เซนติเมตร ความเข้มข้นของแคดเมียมที่เหลือในดินก็มีค่าใกล้เคียงกัน (ตาราง 7)

ตาราง 7 ความเข้มข้นแคดเมียมที่เหลือในชุดดินท่าเรือและอุบลความลึก 0 - 10 และ 10 - 20 เซนติเมตร เมื่อปลูกหญ้าแฝกนาน 30, 60 และ 120 วัน

ชุดดิน	แคดเมียมในดินลึก 0 - 10 cm (mg kg ⁻¹)			แคดเมียมในดินลึก 10 - 20 cm (mg kg ⁻¹)		
	30 DAP	60 DAP	120 DAP	30 DAP	60 DAP	120 DAP
ท่าเรือ	8.20 a	7.99 a	5.99	7.97	7.82	6.28
อุบล	6.41 b	7.41 b	5.76	7.70	7.63	6.17
(F - test)	*	*	ns	ns	ns	ns

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($P \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

3. การเจริญเติบโตและองค์ประกอบผลผลิตของหญ้าแฝก

3.1 ความสูงของหญ้าแฝก

ความสูงของหญ้าแฝกทั้ง 5 สายพันธุ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) หญ้าแฝกสายพันธุ์ศรีลังกาที่ปลูกนาน 120 วัน มีการเจริญเติบโตด้านความสูงมากที่สุด 83 เซนติเมตร ซึ่งมากกว่าสายพันธุ์อินเดียนพระราชทาน เลยและประจวบคีรีขันธ์ ที่มีค่าเฉลี่ยเพียง 70.5 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างจากสายพันธุ์นครสวรรค์ซึ่งสูง 80 เซนติเมตร (ตาราง 8) ทั้งนี้พบว่าการเจริญเติบโตด้านความสูงของสายพันธุ์ศรีลังกาที่มีมากกว่าสายพันธุ์อื่นๆ จะสอดคล้องกันทุกระยะเวลาการปลูกที่เหลือ คือ 30 60 และ 90 วัน ตามลำดับ

ตาราง 8 ความสูงของหญ้าแฝก 5 สายพันธุ์ที่ปลูกใน 2 ชุดดินที่มีแคดเมียมเข้มข้นต่างกัน เป็นเวลานาน 30, 60, 90, และ 120 วัน

พันธุ์หญ้าแฝก	ความสูงของหญ้าแฝก (cm)			
	30 DAP	60 DAP	90 DAP	120 DAP
อินเดียดีพระราชทาน	50ab	55b	58abc	68c
เลย	40c	49b	53c	70c
ศรีลังกา	57a	66a	62a	83a
นครสวรรค์	47bc	55ab	55bc	80ab
ประจวบคีรีขันธ์	48b	56ab	60ab	73bc
(F – test)	*	*	*	*

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($P \leq 0.05$)

สำหรับผลของความเข้มข้นของแคดเมียมต่อความสูงนั้นพบว่าหญ้าแฝก 5 สายพันธุ์ที่ปลูกในกระถางที่มีความเข้มข้นของสารละลายแคดเมียม 3 ระดับ คือ 0, 10 และ 20 มิลลิกรัม/กิโลกรัม นาน 30, 60 และ 90 วัน สูงไม่แตกต่างกัน โดยสูงเฉลี่ย 48.5, 56 และ 51.5 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่เมื่อเพิ่มระยะเวลาการให้นานขึ้นเป็น 120 วัน กลับพบว่าหญ้าแฝกที่ปลูกในดินที่ไม่ได้ใส่แคดเมียม (0 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) สูงมากกว่าเมื่อปลูกในดินที่มีแคดเมียมเข้มข้น 20 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (78 vs 70 เซนติเมตร) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แต่ไม่ต่างจากการปลูกในดินที่มีแคดเมียมเข้มข้น 10 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ซึ่งสูง 76 เซนติเมตร (ตาราง 9)

ตาราง 9 ความสูงของหญ้าแฝกสายพันธุ์ต่างๆ ที่ปลูกในดินที่มีความเข้มข้นของแคดเมียมต่างกัน เป็นเวลานาน 30, 60, 90, และ 120 วัน

ความเข้มข้น แคดเมียม(mg kg ⁻¹)	ความสูงของหญ้าแฝก (cm)			
	30 DAP	60 DAP	90 DAP	120 DAP
0	48	57	60	78a
10	47	56	57	76ab
20	50	56	57	70b
(F – test)	ns	ns	ns	*

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($P \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

สำหรับชนิดดินต่อการเจริญเติบโตด้านความสูงของหญ้าแฝกนั้นพบว่าการปลูกหญ้าแฝกใน 2 ชุดดิน ไม่ได้ทำให้ความสูงของหญ้าแฝกแตกต่างกัน ถึงแม้ความสูงที่ระยะเวลา 90 วัน หลังปลูก หญ้าแฝกที่ปลูกในชุดดินท่าเรือจะมีความสูงมากกว่าหญ้าแฝกที่ปลูกในชุดดินอุบลก็ตาม โดยมีความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 48.5, 55.5 และ 74.5 เซนติเมตร เมื่อปลูกนาน 30, 60 และ 120 วัน ตามลำดับ (ตาราง 10)

ตาราง 10 ความสูงของหญ้าแฝกที่ปลูกในชุดดินท่าเรือและอุบลที่มีแคดเมียมเข้มข้นต่างกัน เป็นเวลานาน 30, 60, 90, และ 120 วัน

ชุดดิน	ความสูงหญ้าแฝก (cm)			
	30 DAP	60 DAP	90 DAP	120 DAP
ท่าเรือ	50	55	61a	75
อุบล	47	56	54b	74
(F – test)	ns	ns	*	ns

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($P \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

3.2 น้ำหนักแห้งใบและรากของหญ้าแฝก

น้ำหนักแห้งใบของหญ้าแฝก 5 สายพันธุ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.05$) ทุกระยะเวลาการปลูก ที่ระยะ 30 วันหลังปลูกสายพันธุ์อินเดียพระราชทานให้น้ำหนักแห้งใบสูงสุด 6.7 กรัม แต่เมื่อเพิ่มเวลาปลูกนานขึ้นเป็น 60 วัน สายพันธุ์อินเดียพระราชทาน ศรีลังกา นครสวรรค์ และประจวบคีรีขันธ์ กลับมีน้ำหนักแห้งไม่ต่างกัน เฉลี่ย 6.6 กรัม ซึ่งมากกว่าสายพันธุ์ที่หนักเพียง 5.1 กรัม และที่ระยะปลูกที่นานขึ้นเป็น 120 วัน สายพันธุ์ที่ยังให้น้ำหนักแห้งใบสูงสุดคือ ศรีลังกา เลยและอินเดียพระราชทาน มีค่าเฉลี่ย 38.3 กรัม (ตาราง 11)

ตาราง 11 น้ำหนักแห้งใบและรากของหญ้าแฝกสายพันธุ์ต่างๆ ที่ปลูกใน 2 ชนิดดินที่ใส่แควดเมียมระดับต่างๆ เป็นเวลานาน 30, 60, และ 120 วัน

พันธุ์หญ้าแฝก	น้ำหนักแห้งใบ (g)			น้ำหนักแห้งราก (g)		
	30 DAP	60 DAP	120 DAP	30 DAP	60 DAP	120 DAP
อินเดียพระราชทาน	6.7a	8.2a	33.9ab	0.71	1.56	6.79
เลย	4.1cd	5.1b	37.1a	0.80	1.54	9.17
ศรีลังกา	3.2d	7.4a	43.9a	0.67	1.53	10.44
นครสวรรค์	5.2bc	6.3a	14.8c	0.65	1.55	6.79
ประจวบคีรีขันธ์	5.9ab	6.2a	24.5bc	0.64	1.51	10.61
(F – test)	*	*	*	ns	ns	ns

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($P \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ส่วนผลการศึกษาน้ำหนักแห้งรากพบว่า การปลูกหญ้าแฝก 5 สายพันธุ์ น้ำหนักแห้งรากของหญ้าแฝกไม่แตกต่างกันทุกระยะเวลาของการปลูก โดยการปลูกเป็นเวลานาน 30, 60 และ 120 วัน ให้น้ำหนักแห้งรากเฉลี่ย 0.69, 1.54 และ 8.76 กรัม ตามลำดับ (ตาราง 11)

สำหรับผลของความเข้มข้นต่อน้ำหนักแห้งใบของหญ้าแฝกนั้นพบว่าเฉพาะระยะเวลาปลูก 30 วันเท่านั้นที่ทำให้น้ำหนักแห้งใบหญ้าแฝกที่ปลูกในดินที่มีแคดเมียมเข้มข้น 10 และ 20 มิลลิกรัม/กิโลกรัม น้หนัก 5.4 กรัม ซึ่งมากกว่าการปลูกในดินที่ไม่ได้ใส่แคดเมียมซึ่งหนักเพียง 4.2 กรัม อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ส่วนการเพิ่มระยะเวลาการปลูกให้นานขึ้นเป็น 60 และ 120 วัน ไม่มีผลทำให้น้ำหนักแห้งใบหญ้าแฝกแตกต่างกันในทุกระดับความเข้มข้นของแคดเมียมที่ใส่ลงดิน โดยทำให้น้ำหนักแห้งใบหญ้าแฝกเพิ่มขึ้นเป็น 6.6 และ 30.8 กรัม ตามลำดับ (ตาราง 12)

ตาราง 12 น้ำหนักแห้งใบและรากหญ้าแฝกที่ปลูกในดินที่ใส่แคดเมียมระดับต่างๆ เป็นเวลานาน 30, 60, และ 120 วัน

ความเข้มข้น แคดเมียม (mg kg^{-1})	น้ำหนักแห้งใบ (g)			น้ำหนักแห้งราก (g)		
	30 DAP	60 DAP	120 DAP	30 DAP	60 DAP	120 DAP
0	4.2b	6.6	33.9	.77	1.51	10.13
10	5.5a	7.0	28.4	.66	1.54	8.34
20	5.3a	6.4	30.3	.65	1.57	7.83
(F – test)		ns	ns	ns	ns	ns

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($P \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ส่วนน้ำหนักแห้งรากหญ้าแฝก พบว่า ที่ความเข้มข้นของสารละลายแคดเมียม 3 ระดับ คือ 0, 10 และ 20 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยการปลูกเป็นเวลานาน 30, 60 และ 120 วัน ให้น้ำหนักแห้งรากเฉลี่ย 0.69, 1.54 และ 8.76 กรัม ตามลำดับ (ตาราง 12)

สำหรับผลของชนิดดินต่อน้ำหนักแห้งใบและรากหญ้าแฝกพบว่า การปลูกหญ้าแฝกใน 2 ชนิดดินไม่ทำให้น้ำหนักแห้งใบและรากหญ้าแฝกแตกต่างกัน ทุกระยะเวลาของการปลูก โดยการปลูกเป็นเวลานาน 30, 60, และ 120 วัน ให้น้ำหนักแห้งใบเฉลี่ย 5, 6.7 และ 30.8 กรัม และน้ำหนักแห้งรากเฉลี่ย 0.69 1.54 และ 8.76 กรัม ตามลำดับ (ตาราง 13)

ตาราง 13 น้ำหนักแห้งใบและรากหญ้าแฝกที่ปลูกในชุดดินท่าเรือและอุบลที่มีแคดเมียมเข้มข้นต่างกัน เป็นเวลานาน 30, 60, และ 120 วัน

ความเข้มข้น แคดเมียม (mg kg^{-1})	น้ำหนักแห้งใบ (g)			น้ำหนักแห้งราก (g)		
	30 DAP	60 DAP	120 DAP	30 DAP	60 DAP	120 DAP
ท่าเรือ	5.3	6.5	28.5	0.69	1.56	8.45
อุบล	4.8	6.8	33.2	0.69	1.52	9.08
(F – test)	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

4. ทดสอบการบำบัดแคดเมียมในดินกากแร่ปนเปื้อนแคดเมียม

4.1 การดูดซึมแคดเมียมสะสมในใบและรากหญ้าแฝก และปริมาณที่เหลือในดิน จากผลการทดลองที่ 1 คัดเลือกหญ้าแฝกสายพันธุ์เลยซึ่งมีประสิทธิภาพสูงในการดูดซึมแคดเมียมในดินมาปลูกในดินกากแร่หลังบำบัดของ บริษัท ผาแดงอินดัสทรี จำกัด จำนวน 6 กระถาง เป็นเวลานาน 90 วัน ผลการทดลองพบว่าการสะสมแคดเมียมในใบหญ้าแฝกสายพันธุ์เลยในช่วง 30, 60 และ 90 วันหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \geq 0.05$) หญ้าแฝกดูดซึมแคดเมียมสะสมในใบได้มากที่สุด ที่ระยะเวลา 90 วันหลังปลูก ซึ่งมากกว่าระยะเวลา 60 และ 30 วัน เท่ากับ 6.8 และ 42.6 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ตาราง 14)

สำหรับการดูดซึมแคดเมียมไปไว้ในที่รากนั้นพบว่าไม่แตกต่างกันทุกระยะเวลานานของการปลูก หญ้าแฝกดูดซึมแคดเมียมไปไว้ในที่รากเท่ากับ 58.46, 61.90 และ 65.51 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เมื่อปลูกรานาน 30, 60 และ 90 วัน ตามลำดับ

ส่วนแคดเมียมที่เหลือในดิน (เหลือจากการดูดซึม) พบว่ามีค่าไม่ต่างกันทุกระยะเวลานานของการปลูกและทั้งสองระดับความลึก เฉลี่ยเท่ากับ 138.59 และ 128.90 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ที่ความลึก 0 - 10 และ 10 - 20 เซนติเมตร (ตาราง 14)

ตาราง 14 ความเข้มข้นของแคดเมียมในใบและรากหญ้าแฝก และในดินลึก 0 - 10 และ 10 - 20 เซนติเมตร ที่ระยะ 30, 60 และ 90 วัน หลังปลูก

ระยะเวลา (วัน)	ความเข้มข้นแคดเมียม ในใบ (mg kg ⁻¹)		ความเข้มข้นแคดเมียม ในราก (mg kg ⁻¹)		ความเข้มข้นแคดเมียมใน ดิน (mg kg ⁻¹)	
	ดินกากแร่	กระถาง*	ดินกากแร่	กระถาง*	0 - 10 cm	10 - 20 cm
30	15.76c	2.12	59.21b	6.74	143.71	135.93
60	51.58b	2.39	60.15b	11.84	137.98	126.80
90	58.44a	2.38	65.27a	14.93	134.10	123.98
(F - test)					ns	ns

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($P \leq 0.05$)

กระถาง* หมายถึง ความเข้มข้นจากการทดลองที่ 1 ที่ปลูกในกระถาง เป็นเวลานาน 30, 60 และ 120 วัน ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นแคดเมียมในใบและรากระหว่างการปลูกในดินกากแร่กับการปลูกในกระถางของการทดลองที่ 1 ซึ่งมีแคดเมียมปนเปื้อน 10 และ 20 มิลลิกรัม/กิโลกรัม พบว่าหญ้าแฝกสายพันธุ์เลยที่ปลูกในดินกากแร่ที่ปนเปื้อนแคดเมียมสูงถึง 152 มิลลิกรัม/กิโลกรัม หรือ 10 เท่าของความเข้มข้นสูงสุดที่ปลูกในกระถาง สามารถดูดซึมแคดเมียมไปไว้ที่ใบได้เพิ่มขึ้น 6.5 และ 20 เท่า และในรากเพิ่มขึ้น 7.7 และ 4 เท่า เมื่อปลูกเป็นเวลานาน 30 และ 60 วัน

4.2 การเจริญเติบโตด้านความสูงและองค์ประกอบของหญ้าแฝก

ความสูงของหญ้าแฝกสายพันธุ์เลยเพิ่มขึ้นจาก 30 เป็น 38 และ 44 เซนติเมตร หรือเพิ่มขึ้นประมาณ 7 เซนติเมตร /เดือน ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการเพิ่มขึ้นของความสูงที่ปลูกในกระถาง (6.5 เซนติเมตร /เดือน) ถึงแม้ว่าการปลูกในดินกากแร่หญ้าแฝกจะสูงน้อยกว่าก็ตาม (เฉลี่ย 9 เซนติเมตร)

ส่วนน้ำหนักแห้งใบหญ้าแฝกไม่ต่างกันทุกระยะเวลานานของการปลูก น้ำหนักแห้งใบเท่ากับ 1.91 กรัม ที่เวลา 30 วัน หลังปลูก และเพิ่มเป็น 1.95 และ 1.97 กรัม เมื่อเพิ่มเวลาปลูกเป็น 60 และ 90 วัน เช่นเดียวกับน้ำหนักแห้งของรากที่ไม่แตกต่างกันในทุกเวลานานของการปลูก น้ำหนักแห้งรากเพิ่มจาก 0.19 กรัม เป็น 0.23 และ 0.25 กรัม เมื่อเพิ่มระยะเวลาการปลูก จาก 30 วัน เป็น 60 และ 90 วัน ตามลำดับ การที่น้ำหนักแห้งใบและรากที่ปลูกเป็นเวลานาน 30, 60 และ 90 วัน ไม่ต่างกันนี้สอดคล้องกับการทดลองในกระถางที่ระยะเวลาการปลูก 30 และ 60 วัน น้ำหนักแห้งรากเพิ่มจาก 0.80 กรัม เป็น 1.54 กรัม (ตาราง 15)

ตาราง 15 ความสูง น้ำหนักแห้งใบและรากหญ้าแฝกสายพันธุ์เลยเมื่อปลูกในดินกากแร่และในกระถาง (การทดลองที่ 1) นาน 30, 60 และ 90 วัน

ระยะเวลาการปลูก (วัน)	ความสูง		น้ำหนักแห้งใบ		น้ำหนักแห้งราก	
	ดินกากแร่ (cm)	กระถาง (cm)	ดินกากแร่ (g)	กระถาง (g)	ดินกากแร่ (g)	กระถาง (g)
30	30	40	1.91	4.1	0.19	0.80
60	38	49	1.95	5.1	0.23	1.54
90	44	53	1.97	37.1	0.25	9.17
(F – test)	ns		ns		ns	

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ