หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการทดลองแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักคือ ส่วนการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของแฝก และส่วนการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วและสังกะสีที่ถูกดูดซับในส่วนพ้นดิน (shoot) และส่วนราก (root) ของแฝก ดินหางแร่แต่ละชนิดได้ถูกแบ่งเป็นชุดทดลอง N-50, N-100, C-50, C100, O-50 และ O-100 ซึ่งมีรายละเอียดในแต่ละชุดดังแสดงในตารางที่ 3.1 ในส่วนของดินควบคุม (control) ซึ่งเป็นดินทรายล้วน ได้ทำการปลูกแฝกเพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโต และนำแฝกที่ปลูกไปใช้เป็นตัวอย่างพืชมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ตะกั่วและสังกะสีด้วยเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์ การนำเสนอได้แยกเป็นสองส่วนตามชนิดของดินหางแร่ที่ใช้ทดลองคือ หางแร่ตะกั่วและหางแร่สังกะสี ซึ่งผลการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วและสังกะสีตกค้างในดินเบื้องต้นก่อนการปรับปรุงดินตามเงื่อนไขที่ออกแบบไว้เพื่อทำการปลูกแฝกพบว่ามีปริมาณตะกั่วและสังกะสีตกค้างในดินประมาณ 6.5% และ 9% ตามลำดับ

4.1 การเจริญเติบโตของแฝกที่ปลูกบนดินหางแร่ตะกั่ว

การเจริญเติบโตของแฝกสามารถดูได้จากความสูงของแฝกตามระยะเวลาหลังปลูก และน้ำหนักแห้งของแฝกหลังเก็บเกี่ยว โดยมีสมมติฐานว่าแฝกที่มีการเจริญเติบโตดีควรจะมีความสูงและน้ำหนักแห้งมากกว่าแฝกที่มีการเจริญเติบโตไม่ดี ซึ่งผลการทดลองมีดังนี้

4.1.1 ความสูงของแฝกที่ปลูกบนดินหางแร่ตะกั่ว

ผลความสูงของแฝกที่ทำการวัดทุก 15 วันแสดงในภาคผนวก ผลการวัดความสูงของแฝกทุก 30 วัน แสดงไว้ใน ตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ความสูงเฉลี่ยของแฝกที่ปลูกบนดินทดลองหางแร่ตะกั่วที่ระยะ 30, 60, 90 และ 120 วัน หลังปลูก

ชุดดินทดลอง	ความสูงเฉลี่ย ± S.D. (ซม.)			
	30 วัน	60 วัน	90 วัน	120 วัน
N-50	44.8±5.5	50.2±7.5	53.3±7.6	56.8±2.8
N-100	41.3±6.6	41.0±5.2	42.5±3.9	44.5±2.3
O-50	39.4±9.9	52.7±3.4	56.8±2.8	68.3±1.9
O-100	36.8±4.9	42.5±5.6	47.9±4.3	67.3±9.4
C-50	40.6±9.2	55.2±10.4	68.3±11.2	74.4±8.2
C-100	37.8±4.4	49.2±9.4	63.2±8.6	68.3±4.6
Control	59.7±10.8	51.4±8.1	51.4±4.5	57.2±5.6

S.D. = Standard deviation

ผลความสูงของแฝกที่วัดได้ ในช่วง 30 วันแรกก่อนการใส่ปุ๋ยพบว่าแฝกมีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน หลังจากเริ่มใส่ปุ๋ยเป็นระยะๆ ตามกำหนดแล้ว พบว่าที่ 120 วันหลังการปลูก แฝกที่ปลูกบนดินทดลองทุกชนิดมีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันดังนี้ แฝกที่ปลูกบนดินทดลอง O-50, O-100, C-50 และ C-100 มีความสูงแตกต่างกันเล็กน้อยแต่เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติแล้วพบว่าไม่มีความแตกต่างของความสูงอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนแฝกที่ปลูกบนดินทดลอง N-50 และ N-100 พบว่ามีความแตกต่างกันในความสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยพบว่าแฝกที่ปลูกบนดินทดลองที่มีความเข้นข้นหางแร่ 50% (N-50) มีการเจริญเติบโตดีกว่าแฝกที่ปลูกบนดินทดลองที่มีความเข้มข้นหางแร่ 100% (N-100) นอกจากนี้แฝกที่ปลูกบนดินทดลองที่ใส่ปุ๋ยทั้ง 2 ชนิดมีความสูงมากกว่าแฝกที่ปลูกบนดินควบคุมอย่างมีนัยสำคัญด้วย จากผลความสูงของแฝกที่ได้จึงสามารถสรุปได้ว่า ปุ๋ยที่ให้ทั้ง 2 ชนิดคือ ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์ ส่งผลให้แฝกมีการเจริญเติบโตดีขึ้นกว่าแฝกในดินทดลองที่ไม่ได้รับการบำรุงด้วยปุ๋ย

4.1.2 น้ำหนักแห้งของแฝกที่ปลูกบนดินหางแร่ตะกั่ว

หลังจากทำการเก็บเกี่ยวแฝกที่ปลูกบนดินทดลองหางแร่ตะกั่วครบ 120 วัน และแยกส่วนพ้นดินออกจากส่วนราก ล้างทั้ง 2 ส่วนและนำไปอบแห้งตามรายละเอียดดังกล่าวข้างต้นแล้ว นำตัวอย่างแฝกที่ได้มาทำการชั่งหาน้ำหนักแห้ง ดังแสดงผลในตารางที่ 4.2 โดยแสดงน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของแฝกต่อกระถาง ซึ่งทำการปลูกกระถางละ 2 ต้น ผลในแต่ละชุดทดลองได้แสดงเปรียบเทียบกับแฝกที่ปลูกบนดินควบคุม

ตารางที่ 4.2 น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของแฝกที่ปลูกบนดินทดลองหางแร่ตะกั่วแต่ละชุดหลังการเก็บเกี่ยวที่ 120 วัน

ชุดดินทดลอง	น้ำหนักแห้งเฉลี่ย ± S.D. (กรัม)		
	ส่วนต้น	ส่วนราก	รวม
N-50	21.30±3.1	22.95±6.4	44.25±4.3
N-100	13.50±2.9	13.73±2.9	27.23±0.1
O-50	45.30±12.3	41.45±5.6	86.75±10.6
O-100	38.73±5.2	30.65±9.5	69.38±12.0
C-50	51.48±13.4	47.63±10.6	99.10±23.8
C-100	48.78±6.4	47.35±5.1	96.13±11.3
Control	27.40±5.5	26.20±5.7	53.60±11.2

ในการพิจารณาการเจริญเติบโตของแฝกในแง่ของน้ำหนักแห้ง จะพิจารณาว่า แฝกที่มีน้ำหนักแห้งมากมีความเจริญเติบโตดีกว่าแฝกที่มีน้ำหนักแห้งน้อยซึ่งจากข้อมูลในตารางที่ 4.2 พบว่าแฝกที่ปลูกบนดินหางแร่ที่ใส่ปุ๋ยเคมี (C-50 และ C-100) มีการเจริญเติบโตดีที่สุดเมื่อเทียบกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์หรือไม่ใส่ปุ๋ย โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยรวม สำหรับชุด C-50 เท่ากับ 99.10±23.8 กรัม และสำหรับชุดเท่ากับ C-100 96.13±11.3 กรัม ซึ่งน้ำหนักแห้งทั้งสองชุดนี้ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าแฝกสามารถเติบโตได้ดีเท่ากัน แฝกที่ปลูกบนดินหางแร่ทดลองที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (O-50 และ O-100) มีการเจริญเติบโตเป็นลำดับที่สอง แต่แฝกที่ปลูกบนดินชุด O-50 มีน้ำหนักแห้งมากกว่าแฝกที่ปลูกบนดินชุด O-100 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แฝกที่ปลูกบนชุดดินหางแร่ที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีการเจริญเติบโตน้อยที่สุด โดยแฝกชุด N-50 ให้น้ำหนักแห้งของแฝกมากกว่าแฝกชุด

N-100 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ถ้าพิจารณาน้ำหนักแห้งแยกเป็นส่วนพ้นดิน และส่วนรากจะพบว่าน้ำหนักแห้งในส่วนพ้นดินของชุด C-50 และ C-100 มีค่า มากที่สุด ตามด้วย ชุด O-50, O-100, N-50 และ N-100 ตามลำดับ ในส่วนรากผลการวิเคราะห์ที่ได้มีลำดับของน้ำหนักแห้งเหมือนกับในส่วนพ้นดิน เมื่อพิจารณาน้ำหนักแห้งรวมทุกชุดดินทดลองเปรียบเทียบกับน้ำหนักแห้งรวมจากแฝกที่ปลูกบนดินควบคุม พบว่าแฝกในชุดทดลอง C-50, C-100, O-50 และ O-100 มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยรวมมากกว่าแฝกที่ปลูกบนดินควบคุม ส่วนแฝกในชุด N-50 และ N-100 มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยรวมน้อยกว่าแฝกที่ปลูกบนดินควบคุม ในขณะเดียวกันยังพบว่า แฝกที่ปลูกบนดินทดลองทุกชุดที่มีความเข้มข้นหางแร่ตะกั่ว 50% คือ N-50, O-50 และ C-50 มีผลน้ำหนักแห้งเฉลี่ยสูงกว่าแฝกที่ปลูกบนดินทุกชุดที่มีความเข้มข้น 100% (N-100, O-100 และ C-100) ในทั้งสองส่วนของพืช

4.1.3 ปริมาณตะกั่วที่ถูกดูดซับไว้โดยแฝก

ปริมาณตะกั่วที่ถูกดูดซับไว้ในแฝก แบ่งออกเป็นที่ถูกดูดซับไว้ในส่วนต้น และที่ถูกดูดซับไว้ในราก การวิเคราะห์ได้ใช้เทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์ ซึ่งมีขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างและเทคนิคการวิเคราะห์ปริมาณดังกล่าวไว้ในบทที่ 3 ผลการวิเคราะห์จากกราฟปรับเทียบจะอยู่ในรูปของความเข้มข้นของตะกั่วในหน่วย มก/กก ซึ่งสามารถนำมาคำนวณกลับเป็นน้ำหนักสุทธิของตะกั่วที่ถูกดูดซับไว้ในแฝกได้ ผลของการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ความเข้มข้นเฉลี่ยและปริมาณเฉลี่ยของตะกั่วที่ถูกดูดซับไว้ในส่วนต้นและรากของแฝก

ชุดดินทดลอง	ส่วนต้น		ส่วนราก	
	ความเข้มข้นเฉลี่ย (มก/กก)	น้ำหนักตะกั่วเฉลี่ยสุทธิ (มก)	ความเข้มข้นเฉลี่ย (มก/กก)	น้ำหนักตะกั่วเฉลี่ยสุทธิ (มก)
N-50	152.1±73.0	3.2±1.3	2325.7±51.9	53.4±15.3
N-100	255.2±79.4	3.4±1.5	3140.4±693.2	43.1±7.5
O-50	99.5±43.8	4.5±1.8	2484.5±422.5	103.0±19.3
O-100	244.7±127.2	9.5±5.5	3291.3±626.2	100.9±44.8
C-50	138.3±70.0	7.1±2.6	1660.9±164.2	79.1±23.2
C-100	281.6±108.8	13.7±3.4	3567.9±1010.0	168.9±48.1

จากการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วที่ถูกดูดซับโดยแฝกดังแสดงในตารางที่ 4.3 พบว่า แฝกที่ปลูกบนดินหางแร่ทดลองชุด C-100 สามารถดูดซับตะกั่วไว้ได้มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ 13.7±3.4 มก.ในส่วนพ้นดินและ168.9±48.1 มก. ในส่วนราก รองลงมาคือแฝกจากชุด O-50 และ O-100 ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลน้ำหนักแห้ง ในขณะเดียวกันพบว่าแฝกที่ปลูกบนดินหางแร่ทดลองชุด N-50 และ N-100 ซึ่งมีน้ำหนักแห้งต่ำที่สุดสามารถดูดซับตะกั่วไว้ได้น้อยที่สุดด้วย จากข้อมูลที่ได้น่าจะสรุปได้ว่าแฝกที่มีการเจริญเติบโตดีกว่าในแง่ของความสูงและน้ำหนักแห้งมีแนวโน้มที่จะดูดซับตะกั่วได้ดีกว่าแฝกที่เจริญเติบโตได้น้อยกว่า ในส่วนของแฝกที่ปลูกบนดินหางแร่ชุด C-50 ที่พบว่ามีน้ำหนักแห้งมากกว่าแฝกที่ปลูกบนดินทดลองชุด C-100, O-50 และ O-100 แต่ปริมาณตะกั่วที่ถูกดูดซับกลับน้อยกว่า อาจจะมีสาเหตุมาจากปริมาณความเข้มข้นของตะกั่วตกค้างในดิน ในชุด C-50 ที่พบว่ามีความเข้มข้นต่ำสุด อย่างไรก็ดีอาจต้องทำการทดลองปรับเปลี่ยนความเข้มข้นตะกั่วในดินหลายความเข้มข้นเพื่อสนับสนุนสมมติฐานดังกล่าวต่อไป

4.2 การเจริญเติบโตของแฝกที่ปลูกบนดินหางแร่สังกะสี

หลังจากปลูกแฝกบนชุดดินทดลองหางแร่สังกะสีดังรายละเอียดแสดงในตารางที่ 3.1 แล้ว ทำการวัดผลการเจริญเติบโตของแฝกและทำการวิเคราะห์หาปริมาณสังกะสีที่ถูกดูดซับไว้ในแฝก ซึ่งวิเคราะห์ได้ข้อมูลดังต่อไปนี้

4.2.1 ความสูงของแฝกที่ปลูกบนดินหางแร่สังกะสี

ผลความสูงของแฝกที่ทำการวัดทุก 15 วันแสดงในภาคผนวก ผลการวัดความสูงทุก 30 วัน แสดงไว้ใน ตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ความสูงเฉลี่ยของแฝกที่ปลูกบนดินทดลองหางแร่สังกะสีในระยะ 30, 60, 90 และ 120 วันหลังปลูก

ชุดดินทดลอง	ความสูงเฉลี่ย ± S.D (ซม.)			
	30 วัน	60 วัน	90 วัน	120 วัน
N-50	32.1±9.7	33.3±3.2	34.9±3.0	41.9±1.8
N-100	23.5±4.5	22.2±6.4	22.9±2.3	23.8±3.2
O-50	33.7±9.1	41.0±4.8	44.1±3.8	58.4±8.9
O-100	24.1±6.7	27.3±3.7	30.5±9.7	47.3±16.5
C-50	18.4±3.9	15.2±6.5	10.0 *	13.0 *
C-100	20.0±2.8	15.9±3.4	7.0 *	6.5 *
Control	59.7±10.8	51.4±8.1	51.4±4.5	57.2±5.6

หมายเหตุ * หมายถึงแฝกเกิดการตาย 75% ของทั้งชุดดินทดลอง ข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลจากส่วนที่ยังมีชีวิตรอด

ในช่วง 30 วันแรกก่อนการใส่ปุ๋ยพบว่า แฝกมีการเจริญเติบโตต่างกันอย่างมีนัยสำคัญโดยแฝกที่ปลูกบนดินทดลองที่มีความเข้มข้นสังกะสีตกค้างในดินน้อยกว่าจะมีการเจริญเติบโตดีกว่า เช่น แฝกที่ปลูกบนชุดดินทดลอง N-50 จะมีความสูงมากกว่าแฝกที่ปลูกบนชุด N-100 หรือ แฝกที่ปลูกบนชุดดินทดลอง O-50 จะมีความสูงมากกว่าแฝกที่ปลูกบนชุดดินทดลอง O-100 แต่ในส่วนของ ชุดดินทดลอง C-50 และ C-100 พบว่าแฝกมีความสูงใกล้เคียงกัน หลังจากเริ่มใส่ปุ๋ยที่ 30 และ 60 วันหลังปลูกพบว่า แฝกที่ปลูกบนดินทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมีทั้ง 2 ชุด (C-50 และ C-100) เริ่มมีอัตราการเจริญเติบโตลดลงและมีการตายเมื่อปลูกครบ 90 วัน และเมื่อปลูกครบกำหนด 120 วัน พบว่าแฝกที่ปลูกบนดินทดลองชุด C-50 และ C-100 มีการเจริญเติบโตต่ำมาก พบการตายถึง 3 ใน 4 กระถางทดลอง ซึ่งอาจสรุปได้ว่าปุ๋ยเคมีที่ใส่ส่งผลทางลบต่อการเจริญเติบโตของแฝก หลังการปลูกครบ 120 วัน พบว่า แฝกที่ปลูกบนดินทดลองหางแร่สังกะสีที่ปรับปรุงด้วยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์มีความสูงมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ โดยแฝกที่ปลูกบนดินชุด O-50 มีความสูง 58.4±8.9 ซม. มากกว่าความสูงของแฝกที่ปลูกบนดินชุด O-100 ซึ่งมีความสูง 47.3±16.5 ซม.อย่างมีนัยสำคัญ และแฝกที่ปลูกบนดินทั้งสองชุด (O-50 และO-100) มีความสูงของแฝกมากกว่าแฝกที่ปลูกบนดินชุด N-50 และ N-100 และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบความสูงของแฝกที่ปลูกบนดินที่มีการบำรุงปุ๋ยชนิดเดียวกันแต่มีระดับความเข้มข้นของหางแร่สังกะสีต่างกัน พบว่าแฝกสามารถเจริญเติบโตได้ดีกว่าในดินทดลองที่มีระดับความเข้มข้นของหางแร่ต่ำกว่า ซึ่งอาจพิจารณาได้ว่าระดับความเข้มข้นของสังกะสีที่ตกค้างในดินมีผลต่อการเจริญเติบโตของแฝก

4.2.2 น้ำหนักแห้งของแฝกที่ปลูกบนดินหางแร่สังกะสี

หลังจากทำการเก็บเกี่ยวแฝกที่ปลูกบนดินทดลองหางแร่สังกะสีครบ 120 วัน และแยกส่วนต้นออกจากส่วนราก ล้างทั้ง 2 ส่วนและนำไปอบแห้งตามรายละเอียดดังกล่าวข้างต้นแล้ว นำตัวอย่างแฝกที่ได้มาทำการชั่งหาน้ำหนักแห้ง ดังแสดงผลในตารางที่ 4.2 โดยแสดงน้ำหนักแห้งของแฝกที่ปลูกบนดินควบคุมเพื่อใช้เปรียบเทียบ

ตารางที่ 4.5 น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของแฝกที่ปลูกบนดินทดลองหางแร่สังกะสีแต่ละชุดหลังการเก็บเกี่ยวที่ 120 วัน

ชุดดินทดลอง	น้ำหนักแห้งเฉลี่ย± S.D. (กรัม)		
	ส่วนต้น	ส่วนราก	รวม
N-50	7.83±3.0	10.60±1.3	18.43±3.9
N-100	1.65±0.7	3.30±1.6	4.95±2.2
O-50	25.48±8.0	21.93±7.3	47.40±15.1
O-100	15.28±7.4	16.65±4.0	31.93±11.3
C-50	3.80 *	4.00 *	7.80 *
C-100	1.30 *	3.00 *	4.30 *
Control	27.40±5.5	26.20±5.7	53.60±11.2

หมายเหตุ * หมายถึงแฝกตาย 75% ของทั้งชุดดินทดลอง ข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลของแฝกส่วนที่ยังมีชีวิตรอด

จากข้อมูลที่ได้พบว่า แฝกที่ปลูกบนชุดดินทดลองที่บำรุงด้วยปุ๋ยอินทรีย์มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยมากที่สุด คือ 47.40±15.1 กรัม สำหรับแฝกที่ปลูกบนดินทดลองชุด O-50 และ 31.93±11.3 กรัม สำหรับแฝกที่ปลูกบนดินทดลองชุด O-100 และมีความแตกต่างกันของน้ำหนักแห้งอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับแฝกที่ปลูกบนดินทดลองที่ไม่มีการบำรุงด้วยปุ๋ย (N-50 และ N-100) พบว่าแฝกมีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยต่ำกว่าแฝกที่ปลูกบนดินทดลองที่บำรุงด้วยปุ๋ยอินทรีย์ ในขณะเดียวกันแฝกที่ปลูกบนดินทดลองที่บำรุงด้วยปุ๋ยเคมีทั้งชุด C-50 และC-100 พบว่ามีการตายเกิดขึ้นถึง 3 ใน 4 กระถางทดลอง ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากการใส่ปุ๋ยเคมี

4.2.3 ปริมาณสังกะสีที่ถูกดูดซับไว้โดยแฝก

ปริมาณสังกะสีที่ถูกดูดซับไว้ในแฝก แบ่งออกเป็นที่ถูกดูดซับไว้ในส่วนต้น และที่ถูกดูดซับไว้ในราก การวิเคราะห์ได้ใช้เทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์ ซึ่งมีขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างและเทคนิคการวิเคราะห์ปริมาณดังกล่าวไว้ในบทที่ 3 ผลการวิเคราะห์จากกราฟปรับเทียบจะอยู่ในรูปของความเข้มข้นของสังกะสีในหน่วย มก/กก ซึ่งสามารถนำมาคำนวณกลับเป็นน้ำหนักสุทธิของสังกะสีที่ถูกดูดซับไว้ในแฝกได้ ผลของการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ความเข้มข้นเฉลี่ยและปริมาณเฉลี่ยของสังกะสีที่ถูกดูดซับไว้ในส่วนต้นและรากของแฝก

ชุดดินทดลอง	ส่วนต้น		ส่วนราก	
	ความเข้มข้น (มก/กก)	น้ำหนักสังกะสีสุทธิ (มก)	ความเข้มข้น (มก/กก)	น้ำหนักสังกะสีสุทธิ (มก)
N-50	315.1±84.4	2.3±0.9	1499.5±110.3	16.2±1.9
N-100	882.8±327.0	1.6±1.0	2566.3±399.9	6.5±2.5
O-50	178.8±35.9	4.6±1.8	1138.7±114.5	28.9±11.2
O-100	374.4±150.0	5.1±1.8	2067.3±258.6	33.0±6.0
C-50	555.1 *	2.1 *	1627.7 *	6.5 *
C-100	3175.8 *	4.1 *	2379.6 *	7.1 *

หมายเหตุ * หมายถึงแฝกตาย 75% ของทั้งชุดดินทดลอง ข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลของแฝกส่วนที่ยังมีชีวิตรอด

ผลจากการวิเคราะห์ปริมาณสังกะสีที่ถูกดูดซับไว้ในส่วนต่างๆของแฝกดังแสดงในตารางที่ 4.6 พบว่า แฝกที่ปลูกบนชุดดินทดลองที่บำรุงด้วยปุ๋ยอินทรีย์ชุด O-100 สามารถดูดซับสังกะสีไว้ได้สูงที่สุด โดยดูดซับไว้ได้ 5.1±1.8 กรัมในส่วนต้น และ33.0±6.0 กรัมในส่วนราก รองลงมาคือแฝกที่ปลูกบนดินชุด O-50 โดยดูดซับไว้ 4.6±1.8 กรัมในส่วนต้น และ28.9±11.2 กรัมในส่วนราก และทั้งสองชุดนี้มีความแตกต่างกันของปริมาณสังกะสีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าแฝกที่ปลูกบนดินที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ย (N-50 และ N-100) มีการดูดซับสังกะสีได้น้อยกว่าแฝกที่ปลูกบนดินชุด O-50 และ O-100 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งผลของปริมาณสังกะสีที่ถูกดูดซับไว้แปรผันตรงกับน้ำหนักแห้ง เนื่องจากแฝกที่ปลูกบนชุดดินทดลองที่บำรุงด้วยปุ๋ยเคมีทั้งสองชุดความเข้มข้น (C-50 และ C-100) มีการตายถึง 3 ใน 4 กระถางทำให้ข้อมูลที่แสดงในตารางมีความน่าเชื่อถือน้อย จึงอาจกล่าวได้ว่าการตายของแฝกเป็นผลมาจากปุ๋ยเคมีที่เติมลงไป อย่างไรก็ดี เนื่องจากปริมาณปุ๋ยเคมีที่

ใส่ในแต่ละครั้ง (10 กรัม/กระถาง) อาจมีปริมาณสูงเกินไป ดังนั้นจึงควรทำการปรับเปลี่ยนปริมาณปุ๋ยเคมีเพื่อหาว่า ปริมาณเท่าใดที่จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของแฝก

4.3 ปริมาณโลหะหนักตกค้างในดินหางแร่หลังการเก็บเกี่ยวแฝก

ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักตะกั่วและสังกะสีที่ตกค้างในดินหลังการเก็บเกี่ยวแฝกที่ 120 วันหลังปลูก ซึ่งโดยการสุ่มตัวอย่างดินจากทุกกระถางทดลองมาผ่านขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์ดังได้กล่าวรายละเอียดไว้ในบทที่ 3 การวิเคราะห์โลหะหนักในตัวอย่างดินนี้ได้ใช้โปรแกรม SemiQ ช่วยในการวิเคราะห์เพื่อความสะดวกและรวดเร็ว นอกจากนี้ยังได้ทำการสุ่มตัวอย่างดินดังกล่าวข้างต้นมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิควิเคราะห์ปริมาณ Internal standardization เพื่อเปรียบเทียบผลวิเคราะห์และเพื่อความเชื่อมั่นในความเป็นเนื้อเดียวของตัวอย่างและความเชื่อมั่นในโปรแกรมที่ใช้คำนวณปริมาณ ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักทั้งสองชนิดที่ตกค้างในดินทดลองแต่ละชุดมีค่าดังแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ปริมาณตะกั่วและสังกะสีตกค้างในชุดดินทดลองหลังการเก็บเกี่ยวแฝกจากการใช้โปรแกรมวิเคราะห์ SemiQ

ชุดดินทดลอง	ปริมาณตะกั่วตกค้างในดิน±S.D. (%)	ปริมาณสังกะสีตกค้างในดิน±S.D.(%)
N-50	3.10±0.2	5.99±0.6
N-100	6.26±0.2	8.83±0.5
O-50	3.00±0.2	4.40±2.1
O-100	6.33±0.1	8.15±1.0
C-50	2.99±0.2	4.73±0.4
C-100	6.34±0.1	9.40±0.3

ปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดในแต่ละชุดทดลองมีการกระจายตัวค่อนข้างสม่ำเสมอ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแต่ละความเข้มข้น กล่าวคือ ในชุดดินทดลองที่มีความเข้มข้นของดินหางแร่ 100% จะพบความเข้มข้นของโลหะหนักมากกว่าชุดดินทดลองที่ดินหางแร่ 50% ประมาณสองเท่าซึ่งเป็นสัดส่วนที่ถูกต้อง แต่การเปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของโลหะหนักที่ตกค้างในดินทดลองก่อนและหลังปลูก อาจไม่พบการเปลี่ยนแปลงเนื่องจาก ปริมาณที่แฝกดูดซับไว้มีปริมาณน้อยมาก(หน่วย มก/กก) เมื่อเทียบกับที่ยังตกค้างในดิน (หน่วย %) อย่างไรก็ดีผลการ

วิเคราะห์นี้สามารถยืนยันได้ว่าชุดดินทดลองมีความเป็นเนื้อเดียว (homogeneous) และมีสัดส่วนของความเข้มข้นเป็นไปตามที่ออกแบบไว้ด้วย

4.4 เปรียบเทียบการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักที่ถูกดูดซับโดยแฝกระหว่าง 2 วิธีวิเคราะห์

หลังการวิเคราะห์ปริมาณด้วยเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์แล้ว ได้สุ่มตัวอย่างบางตัวอย่างมาทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Atomic absorption spectrophotometry (AAS) เพื่อเปรียบเทียบหาความแตกต่างของเทคนิควิเคราะห์ทั้งสองเทคนิค เนื่องจากโดยทั่วไปการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในพืชมักนิยมใช้เทคนิค AAS แต่ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะประยุกต์การใช้เทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์ ในการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในตัวอย่างด้านสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับเทคนิค AAS จึงเป็นการเพิ่มความเชื่อมั่นในความถูกต้องของผลการวิเคราะห์ที่ได้จากเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์ ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ความเข้มข้นของตะกั่วและสังกะสีที่ได้จากวิธีวิเคราะห์ การเรืองรังสีเอกซ์และAAS

ตัวอย่าง	ความเข้มข้นโลหะหนัก (มก/กก)		%ความแตกต่าง
	เทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์	เทคนิค AAS	
Pb N-50 R	2329	1942	-16.6
Pb N-100 R	2511	1992	-20.7
Pb O-50 R	2996	2658	-11.3
Pb O-100 R	3783	3254	-14.0
Pb C-50 R	1652	1444	-12.6
Pb C-100 R	2773	2082	-24.9
Zn N-50 L	406	455	+12.1
Zn O-50 L_1	164	230	+40.2
Zn O-50 L_2	181	223	+23.2
Zn O-50 R	1139	995	-12.6
Zn O-100 L	337	378	+12.1
Zn O-100 R	2349	2152	-8.4

จากผลการวิเคราะห์พบว่าความเข้มข้นของตะกั่วที่วิเคราะห์ด้วยเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์สูงกว่าความเข้มข้นของตะกั่วที่วิเคราะห์ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค AAS ซึ่งผลต่างนี้อาจเนื่องจากในการย่อยสลาย (digest) ตัวอย่างพืช เพื่อใช้วิเคราะห์ด้วยเทคนิค AAS นั้นอาจย่อยตัวอย่างตะกั่วไม่หมดแม้จะได้สารละลายใสจากการมองด้วยตาเปล่า จึงทำให้ความเข้มข้นของตะกั่วที่วัดได้จากเทคนิค AAS น้อยกว่าความเข้มข้นของตะกั่วที่วัดได้จากเทคนิค XRF หรืออาจมาจากข้อผิดพลาดเชิงระบบ (systematic error) ได้ ในส่วนการวิเคราะห์ปริมาณสังกะสี พบว่าทั้งสองเทคนิควิเคราะห์มีส่วนต่างเล็กน้อยทั้งมากกว่าและน้อยกว่า ซึ่งอาจเป็นผลมาจากข้อผิดพลาดเชิงสุ่ม (random error) ของการวัดและการเตรียมตัวอย่างมากกว่า