

## วิจารณ์ผลการทดลอง

### 1. ปริมาณและอัตราการเติมกากตะกอนที่เหมาะสม

การที่จะกล่าวว่า กากตะกอน เป็นอินทรีย์สารซึ่งสามารถเป็นแหล่งอาหารสำหรับพืช จำเป็นต้องพิจารณาความสามารถในการเจริญเติบโตของกล้าไม้ เนื่องจาก การเจริญเติบโตเป็นผลที่ชี้ชัดให้ทราบได้ว่า วัสดุเพาะชำมีความเหมาะสมกับกล้าไม้นั้นเพียงใด แต่การคำนึงเฉพาะผลการเจริญเติบโต ก็อาจจะไม่เพียงพอต่อข้อสรุปถึงปริมาณและอัตราการเติมกากตะกอนที่เหมาะสม เพราะ กากตะกอนมีองค์ประกอบของโลหะหนัก ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของกล้าไม้ และแม้จะไม่ส่งผลทางลบต่อการเจริญเติบโต ก็อาจเพิ่มปริมาณโลหะหนักเกินค่ามาตรฐานในพื้นที่ดินที่นำกล้าไม้ไปปลูกได้ อย่างไรก็ตาม พืชสามารถสะสมโลหะหนัก โดยไม่ก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อพืชในระดับและชนิดของโลหะหนักที่แตกต่างกัน ซึ่งจะเป็นประโยชน์สำหรับการนำกากตะกอนมาบำบัดหรือกำจัด พร้อมทั้งให้ประโยชน์ต่อดินและพืชด้วย

ดังนั้น เกณฑ์การพิจารณาปริมาณและอัตราเติมกากตะกอนที่เหมาะสมในการเพาะชำกล้าไม้ จะประกอบด้วย การเจริญเติบโตของกล้าไม้, ปริมาณโลหะหนักในกล้าไม้ และปริมาณโลหะหนักในวัสดุเพาะชำ

#### 1.1 การเจริญเติบโตของกล้าไม้

การเจริญเติบโตของกล้าไม้กระถินเทพา, ประดู่ป่า และมะค่าโมง อายุ 4 เดือน ซึ่งเป็นผลจากการเติมกากตะกอน 4 อัตราที่ 30, 50, 70 และ 90 เมตริกตัน / เฮกตาร์ ด้วยวิธีการเพาะชำที่ไม่ผ่านและผ่านกระบะทรายนั้น วิธีการเพาะชำ ได้ส่งผลให้เกิดความแตกต่างในการเจริญเติบโตของกล้าไม้ทั้ง 3 ชนิด (รูปที่ 28, 30 และ 32) ความแตกต่างดังกล่าวนี้ น่าจะเป็นเพราะ การตัดรากของกล้าไม้กระถินเทพา ส่งผลอย่างมากต่อการเพิ่มของราก ขณะทำการย้ายชำในวิธีการเพาะชำที่ผ่านกระบะทราย ปริมาตรของรากที่เพิ่มขึ้น (รูปที่ 29) จึงส่งเสริมการดูดดึงธาตุอาหาร เพื่อเสริมสร้างเซลล์และมวลชีวภาพได้มากกว่ากล้าไม้จากวิธีการเพาะชำที่ไม่ผ่านกระบะทราย แต่ในกรณีของกล้าไม้ประดู่ป่าและมะค่าโมง จะเป็นตรงกันข้ามกับกระถินเทพา เนื่องด้วยว่า การตัดรากของกล้าไม้ น่าจะยับยั้งการเจริญ



รูปที่ 28 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของกล้าไม้กระดินเทา อายุ 4 เดือน ซึ่งปลูกในวัสดุเพาะชำควบคุม, ปุ๋ยเคมี และกากตะกอน 70 เมตริกตัน / เฮกแตร์ ด้วยวิธีการเพาะชำที่ไม่ผ่านและผ่านกระบะทราย



ควบคุม



ปุ๋ยเคมี



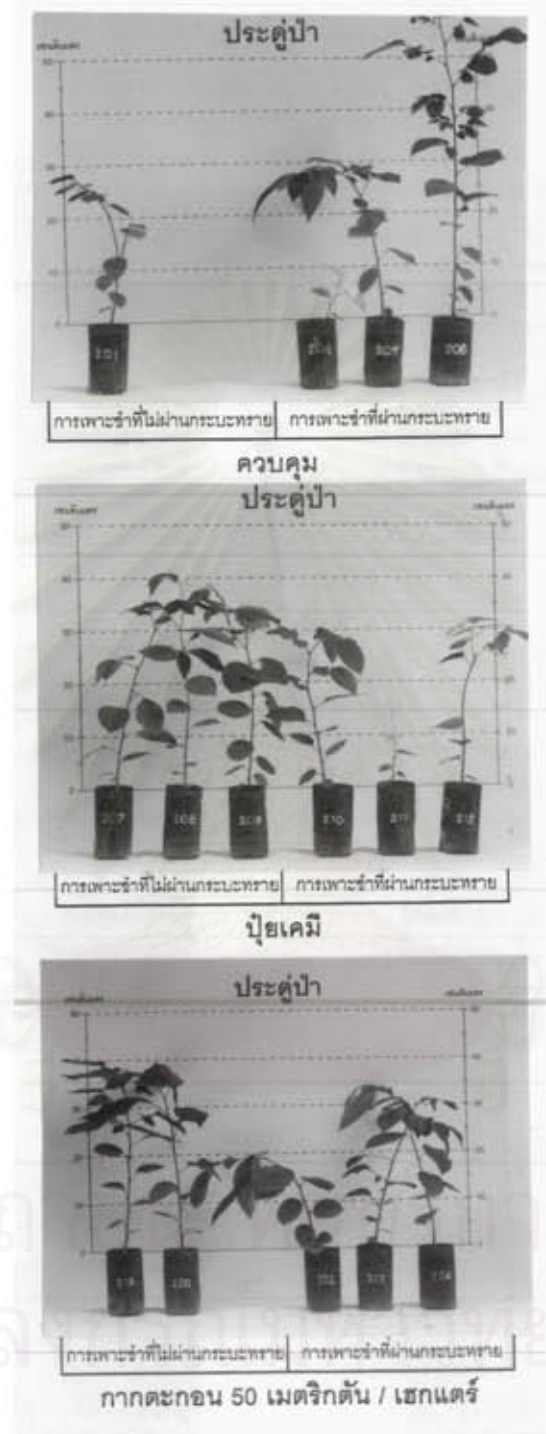
กากตะกอน  
70  
เมตริกตัน / เฮกตาร์



การเพาะชำที่ไม่ผ่านกระบะทราย

การเพาะชำที่ผ่านกระบะทราย

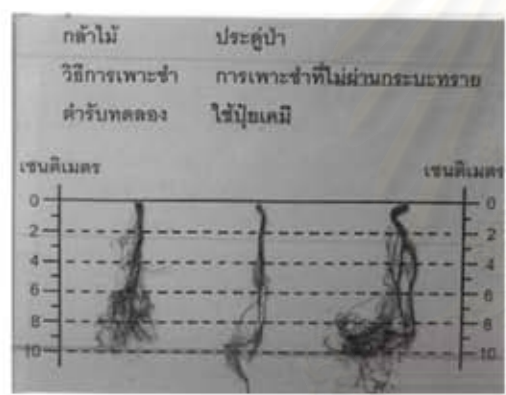
รูปที่ 29 ลักษณะรากของกล้าไม้กระถินเทพา อายุ 4 เดือน ซึ่งเพาะชำด้วยวัสดุเพาะชำควบคุม, ปุ๋ยเคมี และกากตะกอน 70 เมตริกตัน / เฮกตาร์ ด้วยวิธีการเพาะชำที่ไม่ผ่านและผ่านกระบะทราย



รูปที่ 30 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของกล้าไม้ประดู่ป่า อายุ 4 เดือน ซึ่งปลูกในวัสดุเพาะชำควบคุม, ปุยเคมี และกากตะกอน 50 เมตริกตัน / เฮกแตร์ ด้วยวิธีการเพาะชำที่ไม่ผ่านและผ่านกระบะทราย



**ควบคุม**



**ปุ๋ยเคมี**



**กากตะกอน**

50

เมตริกตัน / เฮกตาร์

**การเพาะชำที่ไม่ผ่านกระบะทราย**

**การเพาะชำที่ผ่านกระบะทราย**

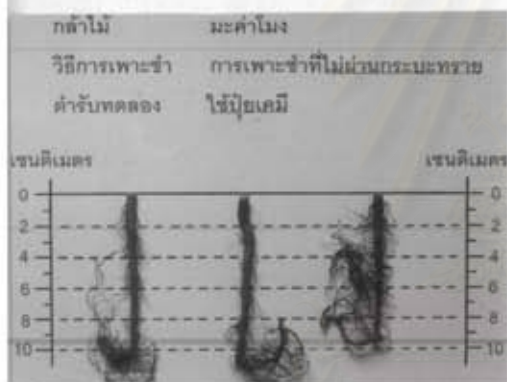
**รูปที่ 31** ลักษณะรากของกล้าไม้ประดู่ป่า อายุ 4 เดือน ซึ่งเพาะชำด้วยวัสดุเพาะชำควบคุม, ปุ๋ยเคมี และกากตะกอน 50 เมตริกตัน / เฮกตาร์ ด้วยวิธีการเพาะชำที่ไม่ผ่านและผ่านกระบะทราย



รูปที่ 32 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของกล้าไม้มะค่าโมง อายุ 4 เดือน ซึ่งปลูกในวัสดุเพาะชำควบคุม, ปุ๋ยเคมี และภาคตะกอน 90 เมตริกตัน / เฮกตาร์ ด้วยวิธีการเพาะชำที่ไม่ผ่านและผ่านกระบะทราย



ควบคุม



ปุ๋ยเคมี



กากตะกอน

90

เมตริกตัน / เฮกตาร์

การเพาะชำที่ไม่ผ่านกระบะทราย

การเพาะชำที่ผ่านกระบะทราย

รูปที่ 33 ลักษณะรากของกล้าไม้มะค่าโมง อายุ 4 เดือน ซึ่งเพาะชำด้วยวัสดุเพาะชำควบคุม, ปุ๋ยเคมี และกากตะกอน 90 เมตริกตัน / เฮกตาร์ ด้วยวิธีการเพาะชำที่ไม่ผ่านและผ่านกระบะทราย

เติบโตของราก( รูปที่ 31 และ 33 ) แล้วส่งผลให้การดูดตั้งธาตุอาหาร เพื่อเสริมสร้างเซลล์และมวลชีวภาพได้น้อยกว่ากล้าไม้จากวิธีการเพาะชำที่ไม่ผ่านกระบะทราย ข้อคิดเห็นดังกล่าวข้างต้นมาจากการสังเกตในรายละเอียดของการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ เนื่องด้วยงานวิจัยที่ผ่านมาในอดีตนั้น จะมุ่งศึกษาถึงปริมาณปุ๋ยเคมีและอัตราส่วนของวัสดุเพาะชำที่เหมาะสมต่อการเพาะชำกล้าไม้ โดยไม่เน้นถึงผลของวิธีการเพาะชำกล้าไม้

เมื่อพิจารณาจากผลการเจริญเติบโตของกล้าไม้ทั้ง 3 ชนิด การเติมกากตะกอน มีแนวโน้มให้ผลการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้ ผลการเจริญเติบโตด้านพื้นที่ใบ, มวลชีวภาพส่วนเหนือพื้นดิน และมวลชีวภาพรวมของกล้าไม้กระถินเทพา และความสูงกับพื้นที่ใบของกล้าไม้มะค่าโมง เกิดความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งน่าจะเป็นผลของปริมาณอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหาร ในวัสดุเพาะชำที่เพิ่มขึ้น( ตารางที่ 16, 17, 19, 20, 22 และ 23 )เนื่องจากการเติมกากตะกอน แล้วส่งผลให้การดูดตั้งธาตุอาหารมาสร้างพื้นที่ใบ และมวลชีวภาพที่แตกต่างกัน พารามิเตอร์ดังกล่าว จึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งจะสอดคล้อง Korcak, 1980 ; Berry, 1985 ; Wong and Su, 1997 ที่พบว่า การเจริญเติบโตของกล้าไม้มีนัยสำคัญกับปริมาณกากตะกอนที่ใช้เป็นวัสดุเพาะชำร่วมกับวัสดุเพาะชำอื่น

ความเหมาะสมของอัตราเติมกากตะกอน สำหรับการเพาะชำกล้าไม้กระถินเทพา, ประดู่ป่า และมะค่าโมง อายุ 4 เดือนนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษานของยุภา รามอินทร์ ( 2535 ), บัณฑิต คบหมู่ อนันต์ สอนงาย และณัฐยศ ชัยชนะทรัพย์( 2538 ) ; สุคนธ์ สิมศิริ, บุญชูป บุญทวี และทินกร วุฒิจารณ์ ( 2530 ) และสุคนธ์ สิมศิริ, บุญชูป บุญทวี และทินกร วุฒิจารณ์( 2530 ) ในตารางที่ 54, 55 และ 56 ซึ่งยึดผลการเจริญเติบโตเป็นเกณฑ์ พบว่า อัตราการใช้กากตะกอน 30 - 90 เมตริกตัน / เฮกแตร์ น่าจะเป็นอัตราการใช้ที่เหมาะสมกับกล้าไม้กระถินเทพา, ประดู่ป่า และมะค่าโมงได้ แต่เมื่อพิจารณาในรายละเอียดถึงวิธีการเพาะชำและชนิดของพันธุ์ไม้ พบว่า ในกรณีของกล้าไม้กระถินเทพาและมะค่าโมง ซึ่งเพาะชำด้วยวิธีการที่ไม่ผ่านกระบะทราย อัตราเติมกากตะกอน 70 และ 90 เมตริกตัน / เฮกแตร์ น่าเหมาะสมที่สุด ตามลำดับ เนื่องจาก ไม่ปรากฏความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับผลการเจริญเติบโตด้านพื้นที่ใบ, มวลชีวภาพส่วนเหนือพื้นดิน และมวลชีวภาพรวมของกล้าไม้กระถินเทพา และความสูงกับพื้นที่ใบของกล้าไม้มะค่าโมง เมื่อเปรียบเทียบกับการเติมปุ๋ยเคมี

ส่วนการเพาะชำที่ผ่านกระบะทราย อัตราเติมกากตะกอน 50 และ 70 เมตริกตัน / เฮกแตร์ น่าจะเหมาะสมที่สุด เนื่องด้วยว่า ผลการเจริญเติบโตด้านพื้นที่ใบ, มวลชีวภาพส่วนเหนือพื้นดิน และมวลชีวภาพรวมของกล้าไม้กระถินเทพา และพื้นที่ใบของกล้าไม้มะค่าโมง ไม่ปรากฏความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับการเติมปุ๋ยเคมี



ตารางที่ 54 เปรียบเทียบผลการเจริญเติบโตของกล้าไม้กระถินเทพา ของการศึกษารายปีในครั้งถัดกันยูภา รามอินทร์ (2535)

กล้าไม้	อายุ (เดือน)	วัสดุเพาะชำ	ผลการเจริญเติบโต			
			ความสูง (ซม.)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่คอราก (ซม.)	พื้นที่ใบ (ตร.ซม.)	มวลชีวภาพรวม (กรัม)
กระถินเทพา	4	1. ขุยมะพร้าว และปุ๋ยเคมี (14-14-14) 1.2 กรัม / กกล้าไม้' 2. ขุยมะพร้าว ปุ๋ยเคมี (14-14-14) 0.8 กรัม / กกล้าไม้ และปุ๋ยเคมี (15-30-15) 15 กรัมในน้ำ 10 ลิตร'	38.5	0.34	149.33	2.16
			55.8	0.44	306.49	4.10
กระถินเทพา	4	1. ดิน : ขี้เถ้าแกลบ = 1 : 1 และกากตะกอน 30 เมตริกตัน / เฮกแตร์	35.02	0.33	211.03	2.32
		2. ดิน : ขี้เถ้าแกลบ = 1 : 1 และกากตะกอน 50 เมตริกตัน / เฮกแตร์	36.85	0.32	249.41	2.48
		3. ดิน : ขี้เถ้าแกลบ = 1 : 1 และกากตะกอน 70 เมตริกตัน / เฮกแตร์	37.92	0.33	255.23	2.81
		4. ดิน : ขี้เถ้าแกลบ = 1 : 1 และกากตะกอน 90 เมตริกตัน / เฮกแตร์	37.62	0.32	196.19	2.16

ที่มา; 1. ยูภา รามอินทร์ (2535)

2. ผลการศึกษารายปีครั้งนี้

ตารางที่ 55 เปรียบเทียบผลการเจริญเติบโตของกล้าไม้ประดู่ป่า ของการศึกษาวัยครั้งหนึ่งกับบัณฑิต คบหนู่, อนันต์ สอน่ง่าย และณัฐยศ ชัยชนะทรัพย์ (2538) ; สุคนธ์ สิมศิริ, บุญชูป บุญทวี และทินกร วุฒิจารณ์ (2530)

กล้าไม้	อายุ (เดือน)	วัสดุเพาะชำ	ผลการเจริญเติบโต		
			ความสูง (ซม.)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่คอด ราก (ซม.)	มวลชีวภาพรวม (กรัม)
ประดู่ป่า	3	ดิน และโพสเฟอรัส ชนิด Allosorb Rd 0.25 กรัม <sup>1</sup>	15.26	-	-
ประดู่ป่า	3	ดินตะกอนสีม่วง : ทราย : ปุ๋ยหมัก = 5 : 2 : 1 และปุ๋ยเคมี (16-3-10) 2 กรัม / กล้าไม้ <sup>2</sup>	33.40	0.70	8.80
ประดู่ป่า	4	1. ดิน : ไม้เถ้าแกลบ = 1 : 1 และกากตะกอน 30 เมตริกตัน / เฮกเตอร์ <sup>3</sup>	29.87	0.57	2.67
		2. ดิน : ไม้เถ้าแกลบ = 1 : 1 และกากตะกอน 50 เมตริกตัน / เฮกเตอร์ <sup>3</sup>	32.36	0.68	3.69
		3. ดิน : ไม้เถ้าแกลบ = 1 : 1 และกากตะกอน 70 เมตริกตัน / เฮกเตอร์ <sup>3</sup>	32.13	0.61	2.84
		4. ดิน : ไม้เถ้าแกลบ = 1 : 1 และกากตะกอน 90 เมตริกตัน / เฮกเตอร์ <sup>3</sup>	32.57	0.70	3.94

- ที่มา : 1. บัณฑิต คบหนู่, อนันต์ สอน่ง่าย และณัฐยศ ชัยชนะทรัพย์ (2538)  
 2. สุคนธ์ สิมศิริ, บุญชูป บุญทวี และทินกร วุฒิจารณ์ (2530)  
 3. ผลการศึกษาค้นนี้

ตารางที่ 56 เปรียบเทียบผลการเจริญเติบโตของกล้าไม้ระยะค่าโง ของการศึกษาวิจัยครั้งนี้กับศูนย์ สิมศิริ, บุญชูป บุญทวี และทินกร วุฒิวิจารณ์ (2530)

กล้าไม้	อายุ (เดือน)	วัตถุประสงค์	ผลการเจริญเติบโต		
			ความสูง (ซม.)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่คอ ราก (ซม.)	มวลชีวภาพรวม (กรัม)
มะค่าโง	3	ดินตะกอนอินทรีย์ : ทราย : ปุ๋ยหมัก = 5 : 2 : 1 และปุ๋ยเคมี (16 - 3 - 10) 2 กรัม / กล้าไม้ <sup>1</sup>	40.40	0.71	12.80
	4	1. ดิน : ไม้เฝ้าแปลง = 1 : 1 และปากตะกอน 30 เมตริกตัน / เฮกตาร์ <sup>2</sup> 2. ดิน : ไม้เฝ้าแปลง = 1 : 1 และปากตะกอน 50เมตริก ตัน / เฮกตาร์ <sup>2</sup> 3. ดิน : ไม้เฝ้าแปลง = 1 : 1 และปากตะกอน 70 เมตริกตัน / เฮกตาร์ <sup>2</sup> 4. ดิน : ไม้เฝ้าแปลง = 1 : 1 และปากตะกอน 90 เมตริกตัน / เฮกตาร์ <sup>2</sup>	45.02 42.77 47.75 50.10	0.73 0.73 0.73 0.76	6.17 6.90 6.18 6.99

ที่มา: 1. ศูนย์ สิมศิริ, บุญชูป บุญทวี และทินกร วุฒิวิจารณ์ (2530)

2. ผลการศึกษาวิจัยครั้งนี้

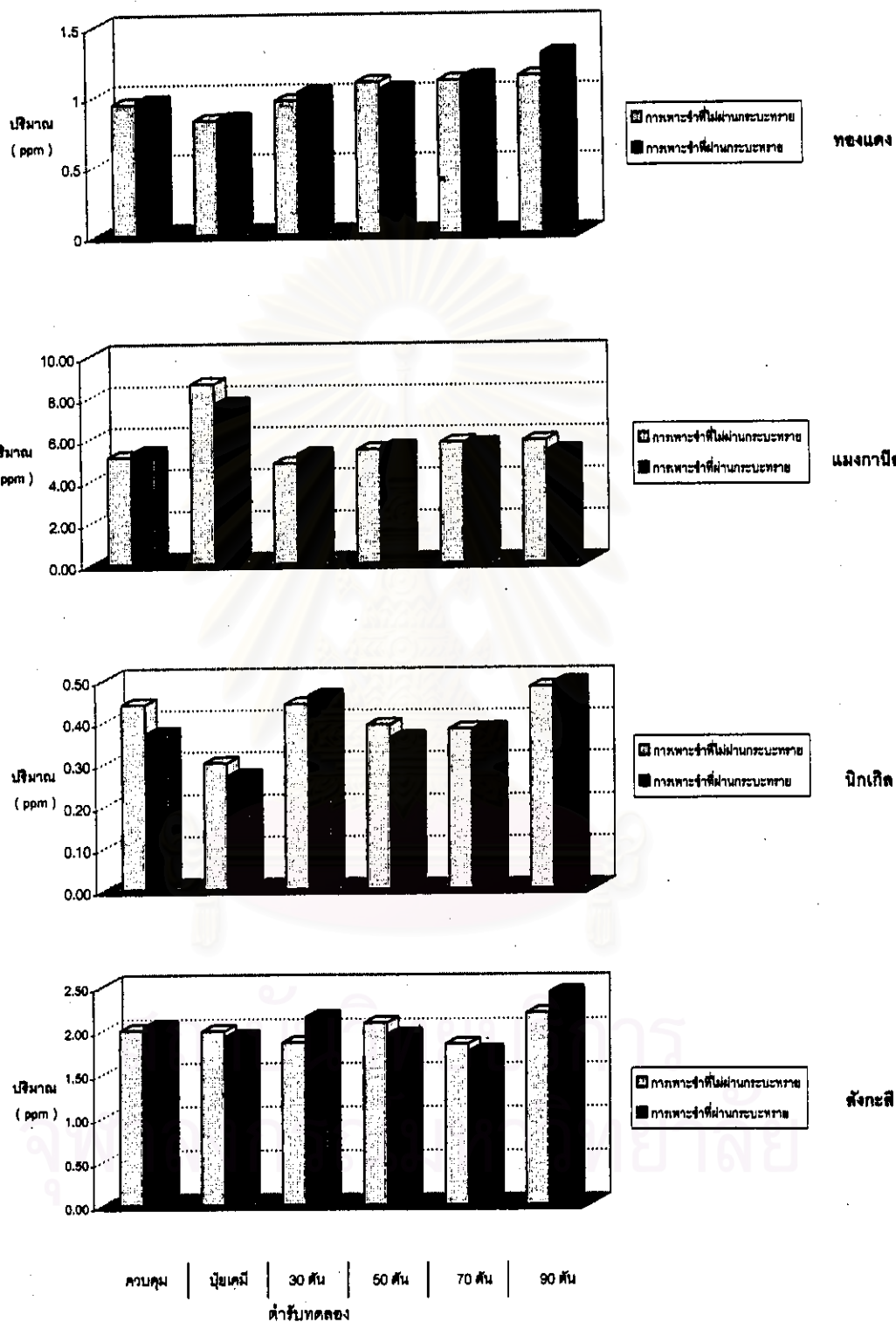
สำหรับกล้าไม้ประดู่ป่า อัตราเติมกากตะกอน 30 – 90 เมตริกตัน ด้วยวิธีการเพาะชำที่ไม่ผ่านและผ่านกระบะทราย น่าจะเหมาะสม เพราะว่า ไม่ปรากฏความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับการเติมปุ๋ยเคมีและวัสดุเพาะชำในปัจจุบัน ( ต่ำรับทดลองควบคุม )

กล่าวโดยสรุปได้ว่า เมื่อพิจารณาจากผลการเจริญเติบโตของกล้าไม้ ซึ่งเพาะชำด้วยวิธีการที่ไม่ผ่านกระบะทราย อัตราเติมกากตะกอน 70 และ 90 เมตริกตัน / เฮกแตร์ น่าจะเหมาะสมที่สุด สำหรับกล้าไม้กระถินเทพากับมะค่าโมง อายุ 4 เดือน ตามลำดับ ส่วนการเพาะชำที่ผ่านกระบะทราย อัตราเติมกากตะกอน 50 และ 70 เมตริกตัน / เฮกแตร์ น่าจะเหมาะสมที่สุด สำหรับกล้าไม้กระถินเทพากับมะค่าโมง อายุ 4 เดือน ตามลำดับ ทั้งนี้ ในกรณีของกล้าไม้ประดู่ป่า อายุ 4 เดือน ด้วยวิธีการเพาะชำที่ไม่ผ่านและผ่านกระบะทรายนั้น อัตราเติมกากตะกอน ทั้ง 4 อัตราที่ 30, 50, 70 และ 90 เมตริกตัน / เฮกแตร์ น่าจะเหมาะสม

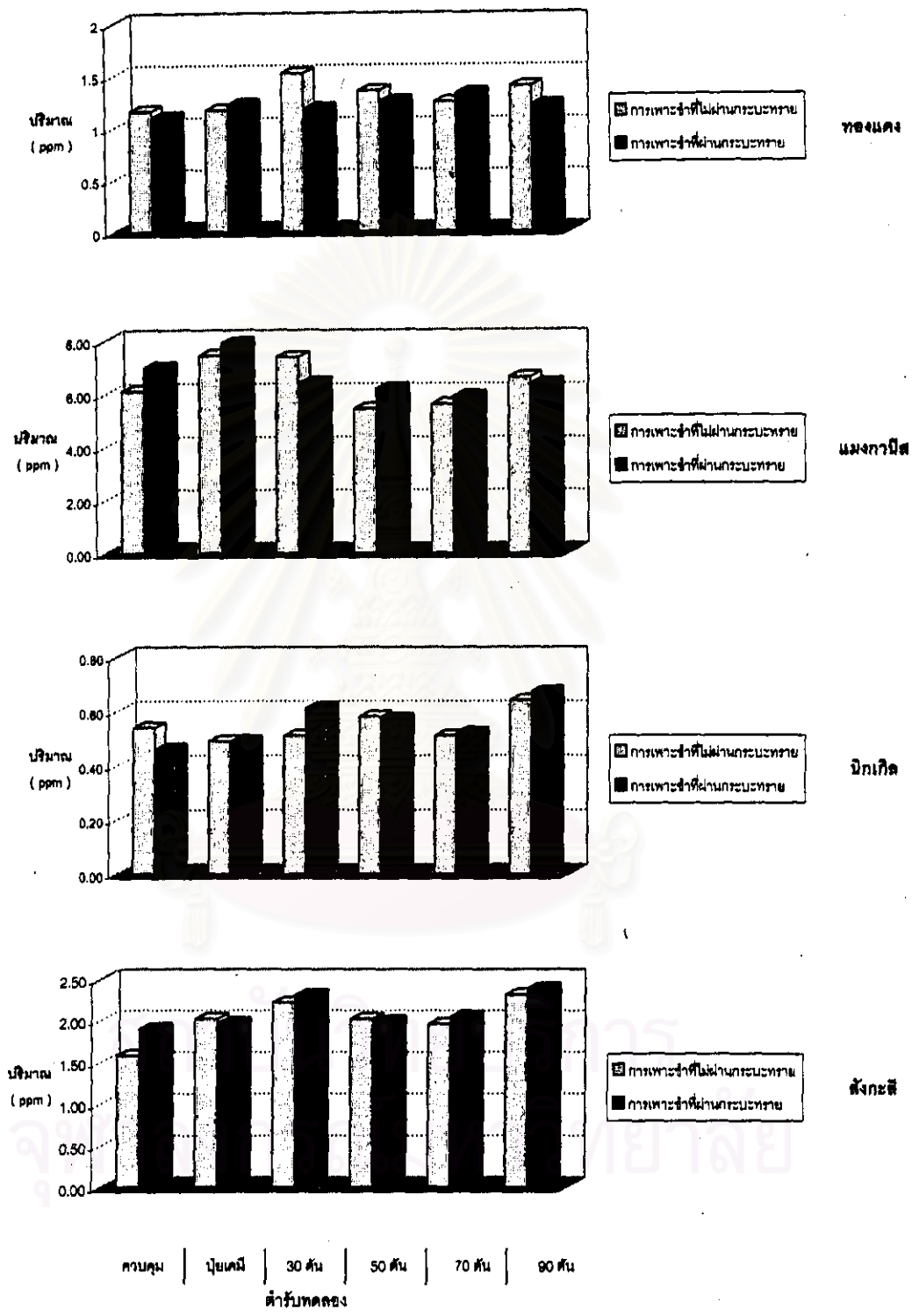
## 1.2 ปริมาณโลหะหนักในกล้าไม้

การสะสมแคดเมียม, ทองแดง, แมงกานีส, นิกเกิล, ตะกั่ว และสังกะสีของกล้าไม้กระถินเทพา, ประดู่ป่า และมะค่าโมง อายุ 4 เดือน ซึ่งเพาะชำด้วยวิธีการเพาะชำที่ไม่ผ่านและผ่านกระบะทรายนั้น ( รูปที่ 34, 35 และ 36 ) วิธีการเพาะชำ ได้ส่งผลให้เกิดความแตกต่างในการสะสมโลหะหนักของกล้าไม้ ทั้ง 3 ชนิด ความแตกต่างดังกล่าวนี้ น่าจะเป็นด้วยว่า การตัดรากของกล้าไม้กระถินเทพา ส่งผลอย่างมากต่อการเพิ่มของราก ขณะทำการย้ายชำในวิธีการเพาะชำที่ผ่านกระบะทราย ปริมาตรของรากที่เพิ่มขึ้น ( รูปที่ 30 ) จึงส่งเสริมการดูดดึงโลหะหนักที่มากกว่ากล้าไม้จากวิธีการเพาะชำที่ไม่ผ่านกระบะทราย แต่ในกรณีของกล้าไม้ประดู่ป่าและมะค่าโมง จะเป็นตรงกันข้ามกับกระถินเทพา เนื่องด้วยว่า การตัดรากของกล้าไม้ น่าจะยับยั้งการเจริญเติบโตของราก ( รูปที่ 31 และ 33 ) แล้วส่งผลให้การดูดดึงโลหะหนักที่น้อยกว่ากล้าไม้จากวิธีการเพาะชำที่ไม่ผ่านกระบะทราย ข้อคิดเห็นดังกล่าวข้างต้นมาจากการสังเกตในรายละเอียดของการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ เนื่องด้วยงานวิจัยที่ผ่านมาในอดีตนั้น จะมุ่งศึกษาถึงปริมาณปุ๋ยเคมีและอัตราส่วนของวัสดุเพาะชำที่เหมาะสมต่อการเพาะชำกล้าไม้ โดยไม่เน้นถึงผลของวิธีการเพาะชำกล้าไม้

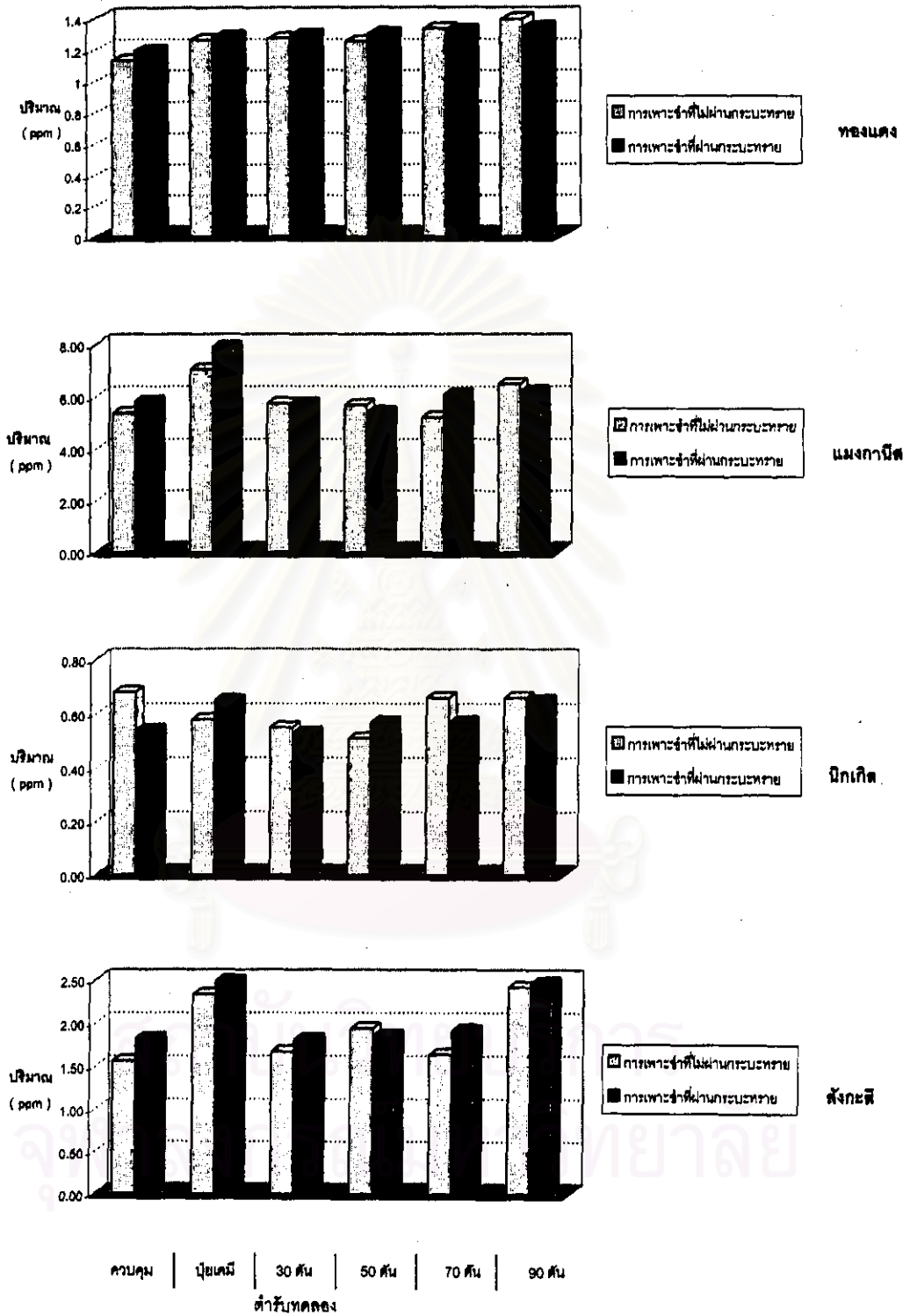
เมื่อพิจารณาแยกกลุ่มของโลหะหนักเป็นกลุ่มจุลธาตุอาหารและกลุ่มที่ไม่ใช่จุลธาตุอาหาร พบว่าในกลุ่มที่ไม่ใช่จุลธาตุอาหาร ปริมาณแคดเมียมและตะกั่วในกล้าไม้ทั้ง 3 ชนิด จะมีการสะสมในปริมาณที่น้อยมากจนไม่สามารถระบุปริมาณได้ ซึ่งอาจเป็นเพราะ อัตราการใช้ที่ไม่สูงมากพอที่จะทำให้เกิดการสะสมของโลหะหนัก และดินซึ่งเป็นวัสดุเพาะชำหลัก ที่เป็นดินเหนียว จึงมีความสามารถในการดูดดึง



รูปที่ 34 ปริมาณ (ppm) ของทองแดง, แมงกานีส, นิกเกิล และสังกะสีในกล้าไม้กระถินเทพา อายุ 4 เดือน ซึ่งเพาะชำด้วยวิธีการเพาะชำที่ไม่ผ่านและผ่านกระบะทราย



รูปที่ 35 ปริมาณ (ppm) ของทองแดง, แมงกานีส, นิกเกิล และสังกะสีในก้านผมประดู่ป่า อายุ 4 เดือน ซึ่งเพาะชำด้วยวิธีการเพาะชำที่ไม่ผ่านและผ่านกระบวนการ



รูปที่ 36 ปริมาณ (ppm) ของทองแดง, แมงกานีส, นิกเกิล และสังกะสีในนมแม่ 4 เดือน ซึ่งเพาะซ้ำด้วยวิธีการเพาะซ้ำที่ไม่ผ่านและผ่านกระเพาะ

โลหะหนักไว้ได้ดี (Dias and Polo, 1988) ดังนั้น ปริมาณแคดเมียมและตะกั่ว จึงถูกดูดดึงไปสะสมในกล้าไม้ได้น้อยมาก สอดคล้องกับ Vigerust, Selmer-Olsen and Siriratpiriya (1987) ซึ่งพบว่า การเติมกากตะกอน จะทำให้มีการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับแคดเมียมในพืชเพียงเล็กน้อย และไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงในกรณีของตะกั่ว ส่วนปริมาณนิกเกิลในกล้าไม้ทั้ง 3 ชนิด จะมีแนวโน้มการสะสมที่เพิ่มขึ้นตามอัตราเติมกากตะกอน แต่ปริมาณนิกเกิลในกล้าไม้ที่เติมกากตะกอนทุกอัตรา ก็ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งการที่ปริมาณนิกเกิลเปลี่ยนแปลงดังกล่าว น่าจะเกิดจากการที่นิกเกิลเป็นธาตุที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย (Mobile) และการดูดดึงโดยพืชจะไวต่อค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน สอดคล้องกับ Soon, Bates and Mayer (1980); Schauer, Wright and Pelchat (1980) ที่กล่าวว่า การเติมกากตะกอนไม่มีผลต่อปริมาณนิกเกิลในพืช

ในกรณีของทองแดง, แมงกานีส, และสังกะสีในกล้าไม้ทั้ง 3 ชนิดนั้น การสะสมในกล้าไม้ มีแนวโน้มการสะสมที่เพิ่มขึ้นตามอัตราเติมกากตะกอน ทั้งนี้ อัตราเติม 90 เมตริกตัน / เฮกเตอร์ จะก่อให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับปริมาณทองแดงในกล้าไม้กระถินเทพากับมะค่าโมง และสังกะสีในกล้าไม้ประดู่ป่า เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุเพาะชำในปัจจุบัน (ตำรับทดลองควบคุม) การที่โลหะหนักดังกล่าวมีการสะสมในปริมาณที่แตกต่างกันนั้น อาจเป็นได้ว่า กล้าไม้มีระบบรากและความชอบ (Affinity) ในการดูดดึงที่แตกต่างกัน ประกอบกับอัตราเติมทั้ง 4 อัตรา ยังไม่มีปริมาณที่แตกต่างกันพอที่จะทำให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ระหว่างอัตราเติมกากตะกอน และน่าจะเป็นได้ว่า การเติมกากตะกอนมีส่วนช่วยเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุ ดังที่ Orawan Siriratpiriya, Vigerust and Selmer-Olsen (1985) รายงานไว้ว่า การดูดดึงโลหะหนักเข้าไปสะสมในพืช ปัจจัยอย่างหนึ่งที่เกี่ยวเนื่อง คือ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ

ความเหมาะสมของอัตราเติมกากตะกอน ในกรณีการเพาะชำกล้าไม้กระถินเทพา, ประดู่ป่า และมะค่าโมง อายุ 4 เดือน ด้วยวิธีการเพาะชำที่ไม่ผ่านและผ่านกระบะทรายนั้น เมื่อพิจารณาจากปริมาณทองแดง, แมงกานีส, นิกเกิล และสังกะสีที่พบในพืชทั่วไป ในตารางที่ 56 อัตราการใช้กากตะกอน 4 อัตราที่ 30, 50, 70 และ 90 เมตริกตัน / เฮกเตอร์ น่าจะเป็นอัตราที่เหมาะสมได้ เนื่องจากปริมาณโลหะหนัก ทั้ง 6 ชนิด พบอยู่ในระดับปกติของพืชทั่วไป และไม่ก่อให้เกิดพิษต่อกล้าไม้ แต่เมื่อพิจารณาในรายละเอียด อัตราเติม 90 เมตริกตัน / เฮกเตอร์ น่าจะเหมาะสมที่สุด สำหรับกล้าไม้กระถินเทพา, ประดู่ป่า และมะค่าโมง อายุ 4 เดือน ด้วยวิธีการเพาะชำที่ไม่ผ่านและผ่านกระบะทราย เนื่องจากกล้าไม้มีการสะสมปริมาณโลหะหนักในปริมาณที่มากที่สุดและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับวัสดุเพาะชำที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน (ตำรับทดลองควบคุม) .



ตารางที่ 57 ปริมาณโลหะหนัก (ppm) ชนิดต่าง ๆ ในพืช ที่ระดับปกติและระดับที่ก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อพืช

ชนิดของโลหะหนัก	ปริมาณโลหะหนักในพืช(ppm)	
	ระดับปกติ	ระดับที่ก่อให้เกิดความเป็นพิษ
แคดเมียม <sup>1</sup>	0.1 - 1	5 - 700
แคดเมียม <sup>2</sup>	-	5 - 10
ทองแดง <sup>1</sup>	3 - 20	25 - 40
ทองแดง <sup>2</sup>	-	15 - 20
ทองแดง <sup>3</sup>	2 - 20	-
แมงกานีส <sup>1</sup>	15 - 150	400 - 2,000
แมงกานีส <sup>4</sup>	20 - 500	-
นิกเกิล <sup>1</sup>	0.1 - 5	50 - 100
นิกเกิล <sup>2</sup>	-	150 - 200
ตะกั่ว <sup>1</sup>	2 - 5	-
สังกะสี <sup>1</sup>	15 - 150	500 - 1,500
สังกะสี <sup>2</sup>	-	20 - 30

ที่มา : 1. Chaney, 1982

2. Pendias and Pendias, 1992

3. Mengel and Kirkby, 1982

4. Davies, 1980

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

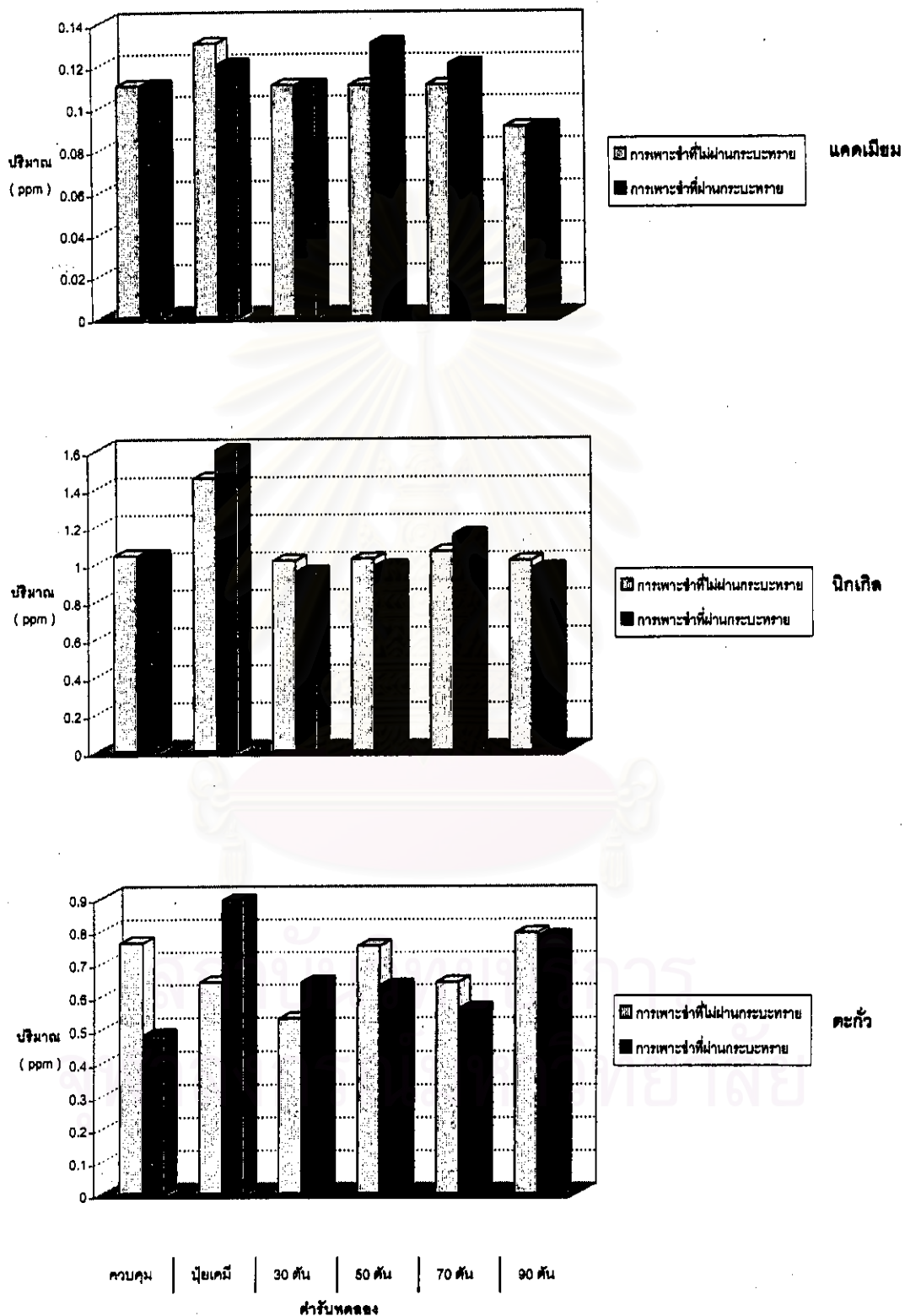
น่าจะกล่าวโดยสรุปได้ว่า อัตราเติมกากตะกอน 90 เมตริกตัน / เฮกตาร์ น่าจะเป็นอัตราเหมาะสมที่สุด สำหรับการเพาะข้าวกล้าไม้กระถินเทพา, ประดู่ป่า และมะค่าโมง อายุ 4 เดือน ด้วยวิธีการเพาะข้าวที่ไม่ผ่านและผ่านกระบะทรายได้ เมื่อยึดการสะสมโลหะหนักในกล้าไม้เป็นเกณฑ์ เนื่องด้วยว่า กล้าไม้มีการสะสมปริมาณโลหะหนักในปริมาณที่มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างวัสดุเพาะข้าวที่เติมกากตะกอนด้วยกัน ประกอบกับปริมาณโลหะหนักทั้ง 6 ชนิด ก็พบอยู่ในระดับปกติของพืชทั่วไป และไม่ก่อให้เกิดพิษต่อกล้าไม้

### 1.3 ปริมาณโลหะหนักในวัสดุเพาะข้าว

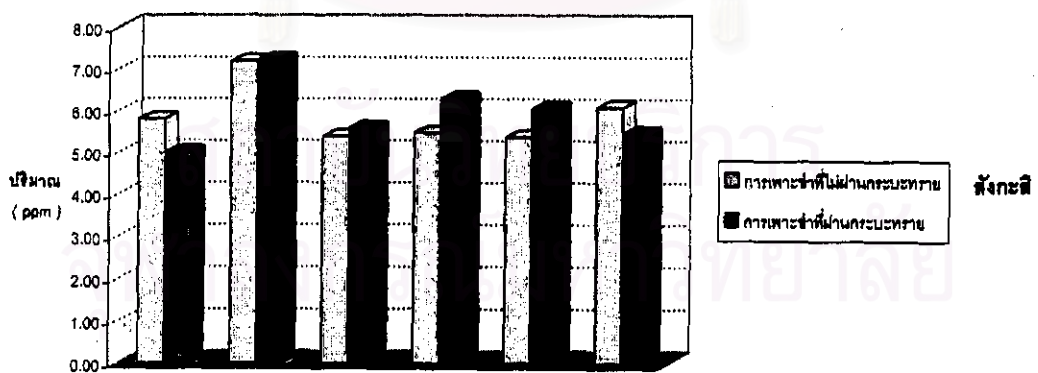
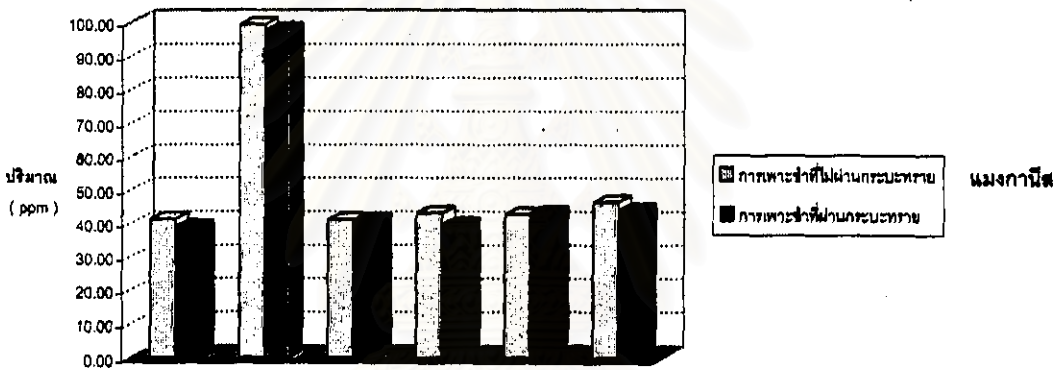
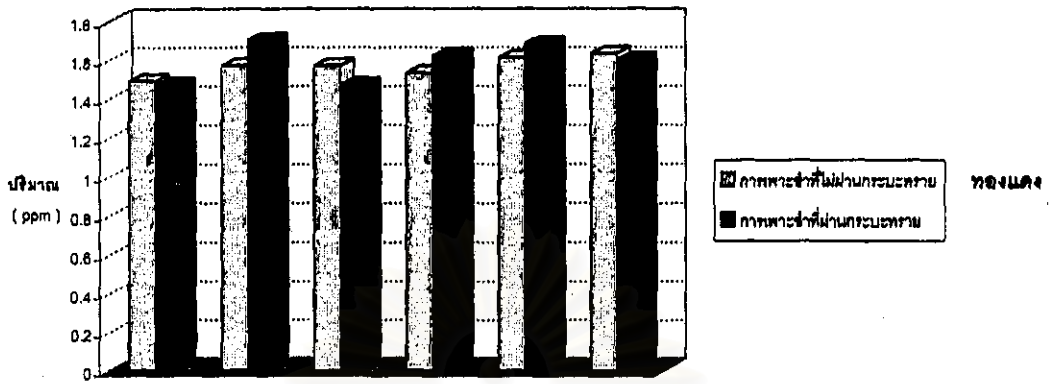
ปริมาณโลหะหนัก ในวัสดุเพาะข้าวของกล้าไม้กระถินเทพา, ประดู่ป่า และมะค่าโมง อายุ 4 เดือน ด้วยวิธีการเพาะข้าวที่ไม่ผ่านและผ่านกระบะทรายนั้น ( รูปที่ 37, 38, 39, 40, 41, และ 42 ) นั้น วิธีการเพาะข้าว ได้ก่อให้เกิดความแตกต่างของปริมาณโลหะหนักในวัสดุเพาะของกล้าไม้ทั้ง 3 ชนิด ความแตกต่างดังกล่าวนี้ น่าจะเป็นเพราะ การตัดรากของกล้าไม้ตั้งที่ได้กล่าวในหัวข้อการสะสมโลหะหนัก แล้วส่งผลให้การดูดดึงโลหะหนักแตกต่างกัน ปริมาณที่สกัดได้จึงมีปริมาณที่แตกต่างกันและยังไม่แตกต่างกันมากพอที่จะส่งผลให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับปริมาณโลหะหนักที่ศึกษาระหว่างวิธีการเพาะข้าวด้วยกัน

ปริมาณโลหะหนักในวัสดุเพาะข้าวของกล้าไม้กระถินเทพา, ประดู่ป่า และมะค่าโมง อายุ 4 เดือน ด้วยวิธีการเพาะข้าวที่ไม่ผ่านและผ่านกระบะทรายนั้น มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นตามอัตราเติมกากตะกอน เช่นเดียวกับ Kelling *et al.* ( 1977 ) ; Sheaffer *et al.* ( 1979 ) เสนอไว้ การที่ปริมาณโลหะหนักที่สกัดได้ในวัสดุเพาะข้าวมีปริมาณมากขึ้น น่าจะมาจากการย่อยสลายของกากตะกอน แล้วส่งผลให้โลหะหนักที่ปนอยู่ในกากตะกอนถูกปลดปล่อยออกมาในสารละลายดินเพิ่มมากขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบกับระดับวิกฤติของจุลธาตุอาหารที่ Lindsay ( 1979 ) เสนอไว้สำหรับดินที่สกัดด้วย DTPA ดังนี้ ทองแดง 0.2 ppm, แมงกานีส 1.0 ppm สังกะสี 0.8 ppm. จะพบว่า ปริมาณที่วิเคราะห์ได้ เป็นปริมาณที่มีค่ามากกว่าระดับดังกล่าว ทั้งยังแสดงว่า วัสดุเพาะข้าวที่ได้รับการเติมกากตะกอน ยังคงเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกล้าไม้ได้อีก

การพิจารณาอัตราเติมกากตะกอนที่เหมาะสม จะพิจารณาค่าความเป็นกรด - ด่างของวัสดุเพาะข้าว เนื่องจาก ค่าที่ต่ำกว่า 6.5 จะมีผลต่อการเพิ่มความสามารถในละลายได้ของโลหะหนัก ให้อยู่ในรูปทางเคมีที่พืชดูดดึงไปใช้ได้ ( Orawan Siriratpiriya, Vigerust and Selmer - Olsen, 1985 ) และอาจส่งผลให้พื้นที่ปลูกมีค่าของปริมาณโลหะหนักในดินเกินค่ามาตรฐานได้ ซึ่งเมื่อประเมินเบื้องต้น

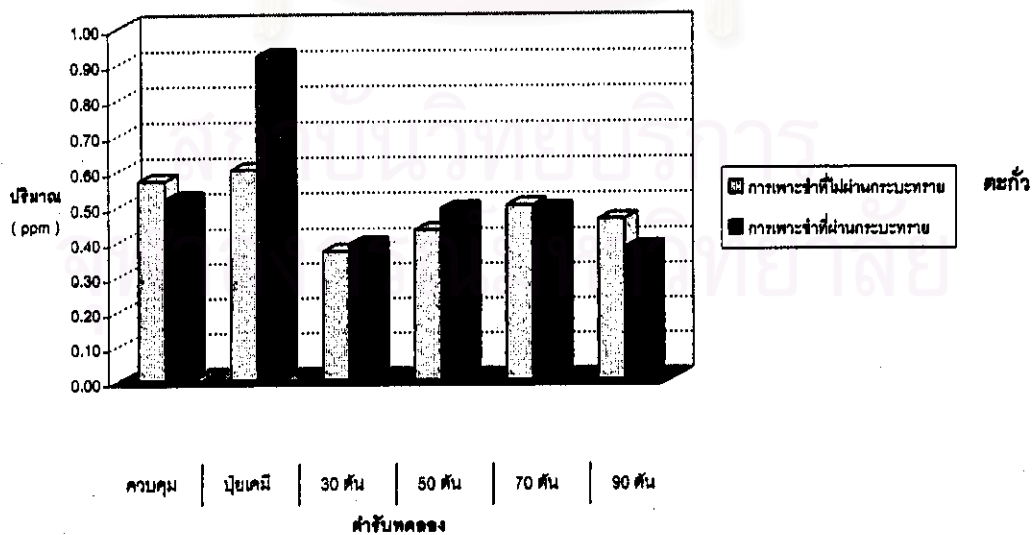
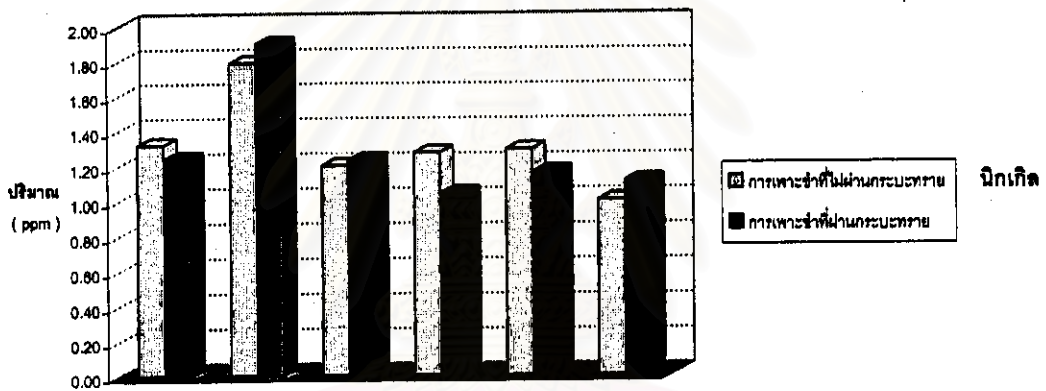
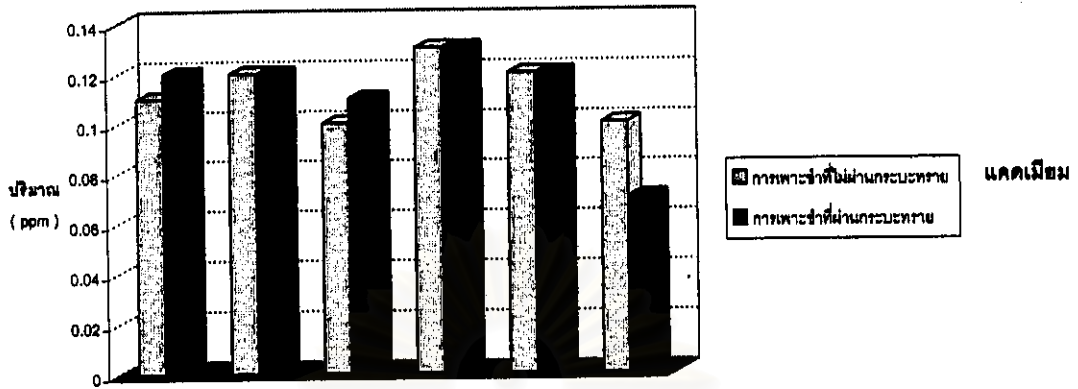


รูปที่ 37 ปริมาณแคดเมียม, นิกเกิล, และตะกั่ว ในวัสดุเพาะชำของกล้าไม้กระถินเทพา อายุ 4 เดือน ซึ่งปลูกด้วยวิธีการเพาะชำที่ไม่ผ่านและผ่านกระบะทราย

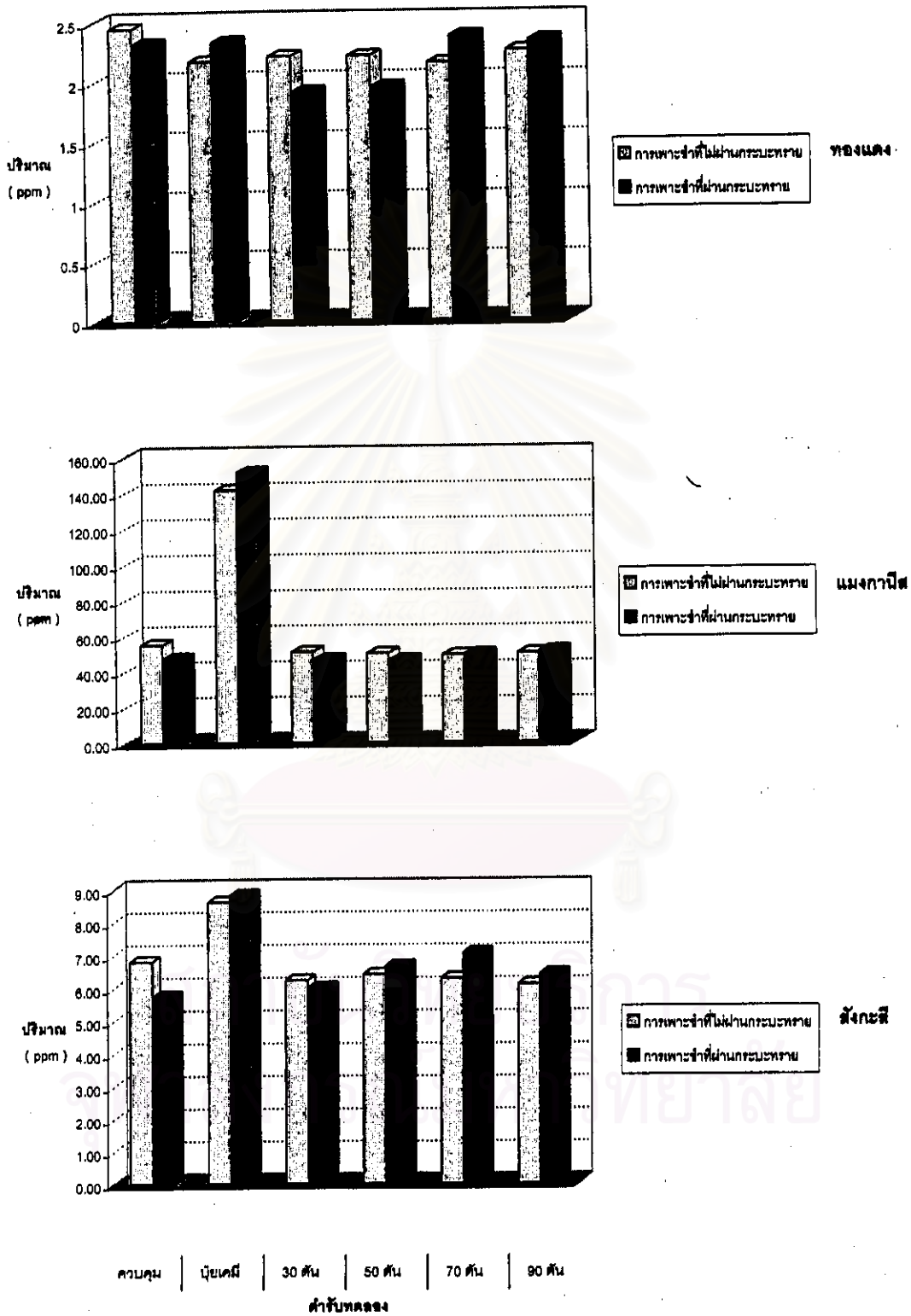


ความคุม | ปุยเคมี | 30 วัน | 50 วัน | 70 วัน | 90 วัน  
 ช่วงอายุ

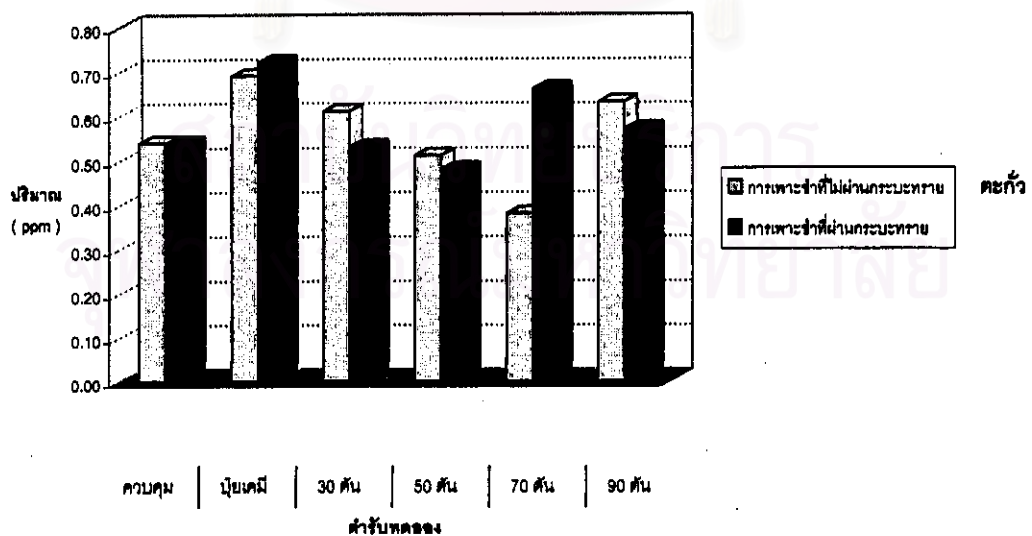
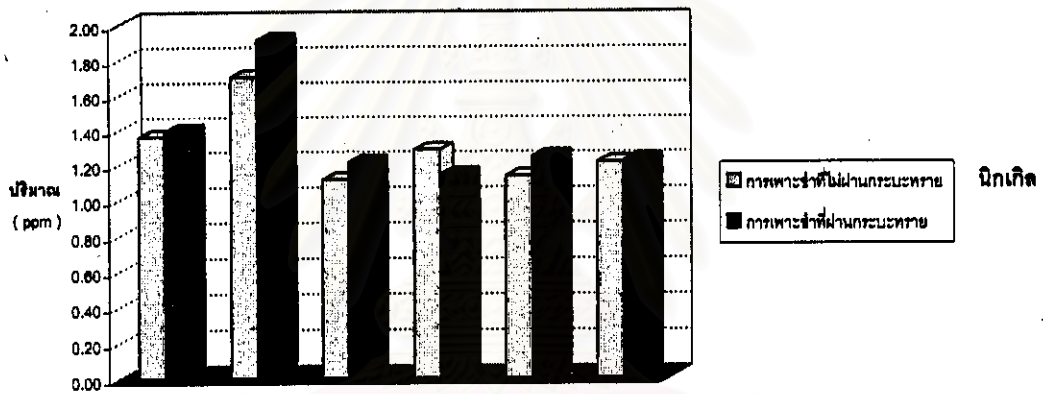
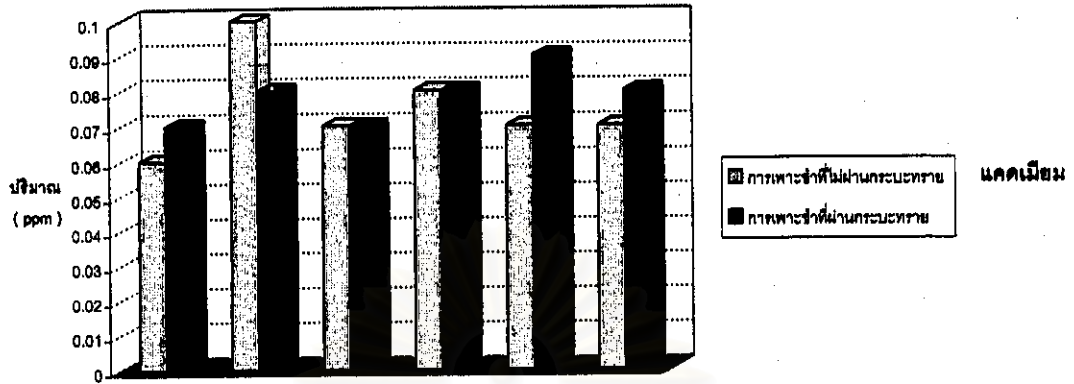
รูปที่ 38 ปริมาณทองแดง, แมงกานีส และสังกะสี ในวัสดุเพาะชำของกล้าไม้กระถินเทพา อายุ 4 เดือน ซึ่งปลูกในวิธีการเพาะชำที่ไม่ผ่านและผ่านกระบะทราย



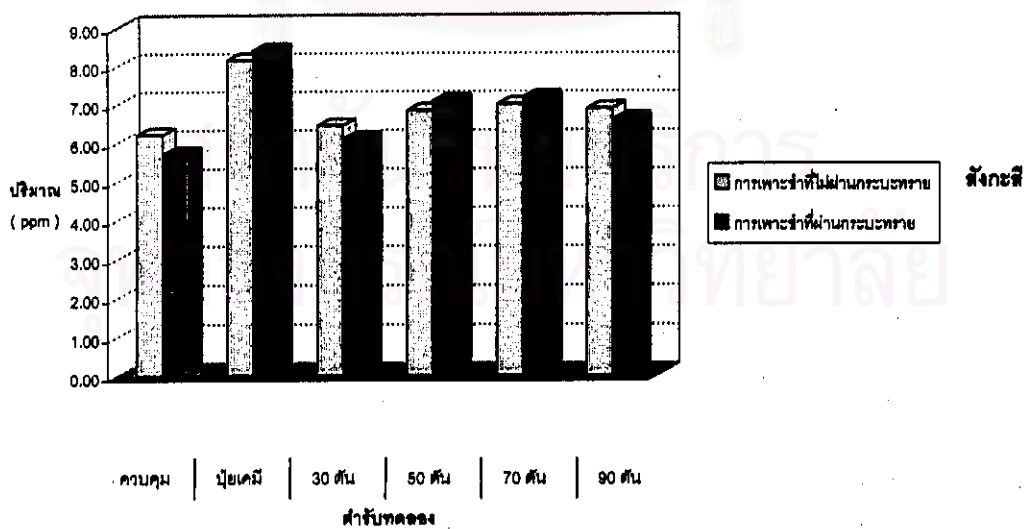
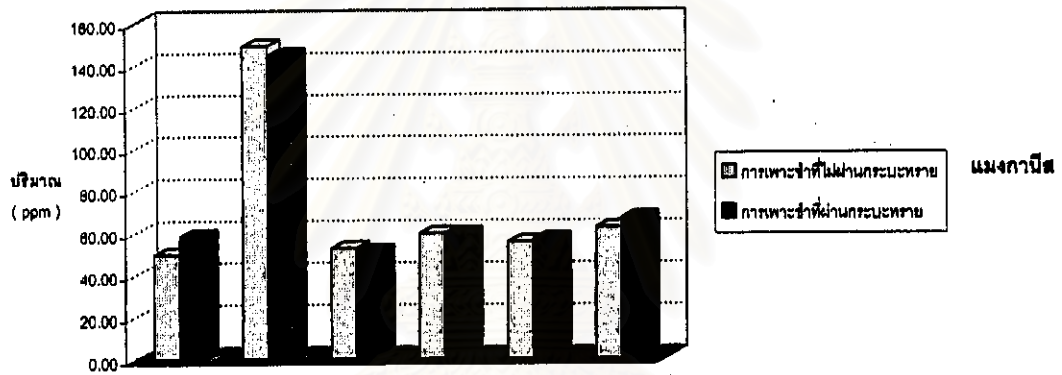
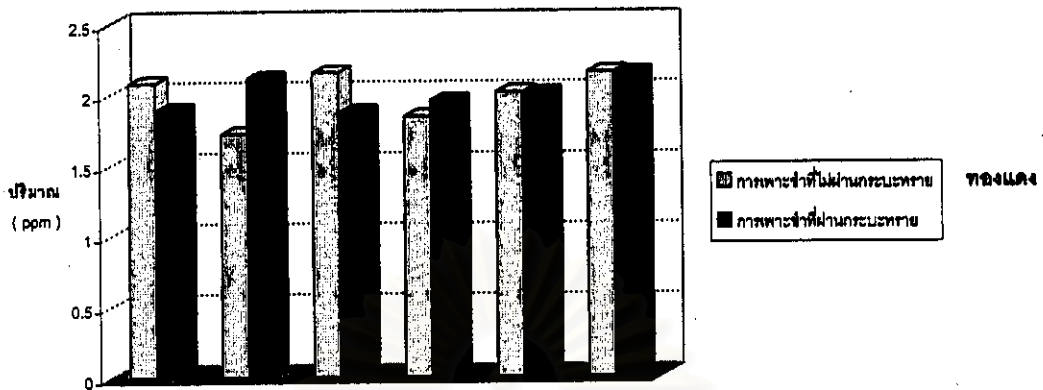
รูปที่ 39 ปริมาณแคดเมียม, นิกเกิล, และตะกั่ว ในวัสดุเพาะชำของกล้าไม้ประดู่ป่า อายุ 4 เดือน ซึ่งปลูกในวิธีการเพาะชำที่ไม่ผ่านและผ่านกระบะทราย



รูปที่ 40 ปริมาณทองแดง, แมงกานีส และสังกะสี ในวัสดุเพาะชำของกล้าไม้ประดู่ป่า อายุ 4 เดือน ซึ่งปลูกในวิธีการเพาะชำที่ไม่ผ่านและผ่านกระบะทราย



รูปที่ 4.1 ปริมาณแคดเมียม, นิกเกิล, และตะกั่ว ในวัสดุเพาะชำของกล้าไม้มะค่าโมง อายุ 4 เดือน ซึ่งปลูกในวิธีการเพาะชำที่ไม่ผ่านและผ่านกระบวนการ



รูปที่ 42 ปริมาณทองแดง, แมงกานีส และสังกะสี ในวัสดุเพาะชำของกล้าไม้มะค่าโมง อายุ 4 เดือน ซึ่งปลูกในวิธีการเพาะชำที่ไม่ผ่านและผ่านกระบะทราย



ค่าความเป็นกรด - ด่าง ของวัสดุเพาะชำทุกอัตราการใช้กากตะกอน มีค่าที่สูงกว่า 6.5 จึงไม่น่าจะก่อให้เกิดความเป็นพิษของโลหะหนักต่อกล้าไม้

การประเมินปริมาณโลหะหนักที่เติมลงสู่พื้นที่ปลูก(ตารางที่ 58) โดยใช้ระยะปลูก 4 เมตร x 4 เมตร แล้วเปรียบเทียบกับอัตราการใช้สูงสุด เมื่อเติมลงดิน(กิโลกรัม / เฮกแตร์)ของโลหะหนัก( Webber, Kloke and Tjell, 1983 )ในตารางที่ 13 นั้น พบว่า การเติมกากตะกอนทั้ง 4 อัตรา น่าจะเป็นอัตราที่เหมาะสมได้ สำหรับการเพาะชำกล้าไม้กระถินเทพา, ประดู่ป่า และมะค่าโมง อายุ 4 เดือนด้วยวิธีการเพาะชำที่ไม่ผ่านและผ่านกระบะทราย เนื่องจาก ปริมาณโลหะหนักในวัสดุเพาะชำมีปริมาณที่น้อยกว่าเกณฑ์ของกลุ่มประชาคมยุโรป แต่เมื่อพิจารณาในรายละเอียดถึงวิธีการเพาะชำ อัตราเติม 50 เมตริกตัน / เฮกแตร์ น่าจะเหมาะสมที่สุด ในกรณีการเพาะชำกล้าไม้กระถินเทพากับประดู่ป่า อายุ 4 เดือน ทั้งนี้ สำหรับมะค่าโมง อัตราเติม 90 เมตริกตัน / เฮกแตร์ จะเหมาะสมที่สุด ภายหลังจากการเพาะชำที่ไม่ผ่านกระบะทราย เนื่องจาก มีปริมาณโลหะหนักที่ตกค้างอยู่ในวัสดุเพาะชำน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างวัสดุเพาะชำที่เติมกากตะกอนด้วยกัน ส่วนการเพาะชำที่ผ่านกระบะทราย อัตราเติม 70 เมตริกตัน / เฮกแตร์ น่าจะเหมาะสมที่สุดต่อกล้าไม้ทั้ง 3 ชนิด

อาจจะกล่าวโดยสรุปได้ว่า เมื่อยึดปริมาณโลหะหนักในวัสดุเพาะชำเป็นเกณฑ์ ภายหลังจากการเพาะชำที่ไม่ผ่านกระบะทราย อัตราเติมกากตะกอน 50 เมตริกตัน / เฮกแตร์ น่าจะเป็นอัตราที่เหมาะสมที่สุด สำหรับการเพาะชำกล้าไม้กระถินเทพาและประดู่ป่า อายุ 4 เดือน ทั้งนี้ในกรณีของมะค่าโมง อัตราเติม 90 เมตริกตัน / เฮกแตร์ จะเหมาะสมที่สุด ส่วนการเพาะชำที่ผ่านกระบะทราย อัตราเติมกากตะกอน 70 เมตริกตัน / เฮกแตร์ น่าจะเป็นอัตราที่เหมาะสมที่สุดต่อกล้าไม้ทั้ง 3 ชนิด เพราะว่า วัสดุเพาะชำมีปริมาณโลหะหนักที่ตกค้างอยู่ในวัสดุเพาะชำน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างวัสดุเพาะชำที่เติมกากตะกอนด้วยกัน และปริมาณโลหะหนักในวัสดุเพาะชำมีปริมาณที่น้อยกว่าเกณฑ์ของกลุ่มประชาคมยุโรป

ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากเกณฑ์การเจริญเติบโต, การสะสมโลหะหนักในกล้าไม้ และปริมาณโลหะหนักในวัสดุเพาะชำ อัตราเติมกากตะกอน 90 เมตริกตัน / เฮกแตร์ จะเหมาะสมที่สุด ภายหลังจากการเพาะชำที่ไม่ผ่านและผ่านกระบะทราย เนื่องจาก การเจริญเติบโตของกล้าไม้ เมื่อเปรียบเทียบอัตราเติม 90 เมตริกตัน / เฮกแตร์ กับอัตราที่เหมาะสมที่สุดนั้น ไม่ปรากฏความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ, การสะสมโลหะหนักของกล้าไม้ มีปริมาณที่อยู่ในระดับปกติของพืชทั่วไป และปริมาณโลหะหนักในวัสดุเพาะชำ ก็มีปริมาณที่ไม่ก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อกล้าไม้ รวมทั้งไม่ส่งผลให้ปริมาณโลหะหนักในพื้นที่ดิน ซึ่งนำกล้าไม้ไปปลูก มีปริมาณที่เกินค่ามาตรฐานในดินเกษตรกรรม

ตารางที่ 58 ประเมินอัตราเติม( กิโลกรัม / เฮกแตร์ )ของแคดเมียม, ทองแดง, แมงกานีส, นิกเกิล, ตะกั่ว และสังกะสี ของวัสดุเพาะชำที่เติมกากตะกอน ณ อัตรา 30, 50, 70 และ 90 ตัน / เฮกแตร์ ในพื้นที่ดิน ซึ่งได้นำกล้าไม้กระถินเทพา, ประดู่ป่า และมะค่าโมง อายุ 4 เดือน ไปปลูกใน ระยะ 4 เมตร x 4 เมตร

วัสดุเพาะชำในตำรับทดลอง	อัตราการเติมของโลหะหนัก(กิโลกรัม / เฮกแตร์)					
	แคดเมียม	ทองแดง	แมงกานีส	นิกเกิล	ตะกั่ว	สังกะสี
กากตะกอน 30 เมตริกตัน / เฮกแตร์	2.00	22.30	982.00	18.70	25.28	95.48
กากตะกอน 50 เมตริกตัน / เฮกแตร์	2.20	22.54	986.00	18.94	26.04	99.84
กากตะกอน 70 เมตริกตัน / เฮกแตร์	2.60	22.60	1,002.00	19.00	26.58	100.16
กากตะกอน 90 เมตริกตัน / เฮกแตร์	2.60	22.84	1,011.00	20.16	26.88	100.50

## 2. การทดแทนปริมาณหน้าดิน

การเพาะชำกล้าไม้ มักใช้วัสดุเพาะชำที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น ซึ่งโดยทั่วไปจะเป็นหน้าดิน แต่จากสภาพปัจจุบัน การนำหน้าดินมาใช้เป็นวัสดุเพาะชำ จะกระทำได้ยากขึ้น เนื่องจาก การเพิ่มขึ้นของพื้นที่อยู่อาศัย และพื้นที่การเกษตร จึงมีความจำเป็นต้องจัดหาวัสดุเพาะชำชนิดอื่นมาใช้หรือผสมกับหน้าดิน ซึ่งในการนำศึกษาครั้งนี้ จะนำกากตะกอนมาใช้เป็นวัสดุเพาะชำร่วมกับหน้าดิน เพื่อลดปริมาณการใช้หน้าดินลง แต่สิ่งที่ต้องคำนึงถึง คือ ปริมาณธาตุอาหารหลัก( ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม )ที่ลดลง จะต้องได้รับเพิ่มขึ้นจากกากตะกอนที่เติมลงไปทดแทนหน้าดิน และกากตะกอนไม่ส่งผลกระทบต่อเจริญเติบโตของกล้าไม้

การใช้กากตะกอน เป็นวัสดุเพาะชำร่วมกับดินและซีเถ้าแกลบ เพื่อทดแทนปริมาณดินที่ลดลง 1 ส่วนปริมาตร( 65 กรัม ) จะใช้กากตะกอนในอัตรา 30, 50, 70 และ 90 เมตริกตัน / เฮกแตร์ ซึ่งเป็นปริมาณ 3.9, 6.6, 9.3 และ 11.9 กรัม / ฤงเพาะชำ ตามลำดับ ทั้งนี้ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารหลัก ในวัสดุเพาะชำ เมื่อเริ่มการทดลอง ( ตารางที่ 59 ) พบว่า

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในวัสดุเพาะชำปัจจุบัน( ตำรับทดลองควบคุม ) จะมีปริมาณที่มากกว่ากว่าวัสดุเพาะชำที่เติมกากตะกอนทั้ง 4 อัตรา แต่ปริมาณไนเตรท, แอมโมเนียม และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ จะมีปริมาณที่น้อยกว่าวัสดุเพาะชำที่เติมกากตะกอนทั้ง 4 อัตรา ส่วนปริมาณโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ในวัสดุเพาะชำปัจจุบัน( ตำรับทดลองควบคุม ) จะมีปริมาณที่น้อยกว่าวัสดุเพาะชำที่เติม

ตารางที่ 59 ประเมินปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด, ไนเตรท, แอมโมเนียม, ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ( มิลลิกรัม / ฝูงแพะข้าว ) ในวัสดุเพาะชำของกล้าไม้ทั้ง 3 ชนิด เมื่อเริ่มต้นการทดลอง

วัสดุเพาะชำในดำรับทดลอง	ปริมาณของธาตุอาหาร ( มิลลิกรัม / ฝูงแพะข้าว )				
	ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด	ปริมาณไนเตรท (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> - N)	ปริมาณแอมโมเนียม (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> - N)	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	ปริมาณโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (K <sub>2</sub> O)
ควบคุม	2,100	206.22	32.07	272.91	270.93
เติมปุ๋ยเคมี	1,600	128.10	24.35	320.70	263.81
กากตะกอน 30 เมตริกตัน/เฮกแตร์	1,600	240.29	29.34	340.53	267.90
กากตะกอน 50 เมตริกตัน/เฮกแตร์	1,600	269.10	31.13	352.37	282.03
กากตะกอน 70 เมตริกตัน/เฮกแตร์	1,900	303.24	36.54	366.63	290.26
กากตะกอน 90 เมตริกตัน/เฮกแตร์	1,900	361.59	40.29	380.87	321.27

กากตะกอน 50, 70 และ 90 เมตริกตัน / เฮกแตร์ นอกจากนี้ ในวัสดุเพาะชำที่เติมกากตะกอนทั้ง 4 อัตรา นั้น จะมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด, ไนเตรท, แอมโมเนียม, ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ เพิ่มขึ้นตามอัตราเติมที่เพิ่มขึ้น

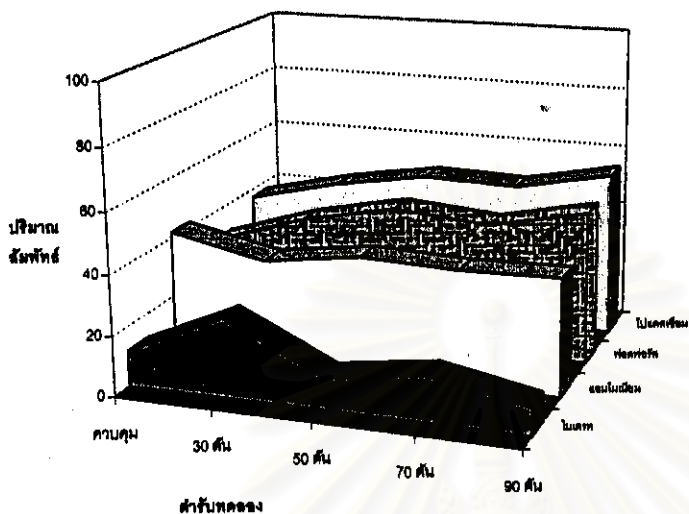
กล่าวได้ว่า เมื่อเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารหลักที่ลดลงจากการลดหน้าดินลง 1 ส่วน ปริมาตรในวัสดุเพาะชำปัจจุบัน ( ดำรับทดลองควบคุม ) นั้น การเติมกากตะกอน 4 อัตราที่ 30, 50, 70 และ 90 เมตริกตัน / เฮกแตร์ ในวัสดุเพาะชำ น่าจะทดแทนปริมาณธาตุอาหารหลักที่ลดลงได้และเชื้อประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของกล้าไม้ได้เทียบเท่ากับวัสดุเพาะชำที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ( ดำรับทดลองควบคุม ) ทั้งนี้ ปริมาณธาตุอาหารที่คงเหลืออยู่เมื่อสิ้นสุดการทดลอง จะเป็นสิ่งที่ยืนยันข้อสันนิษฐานนี้

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปริมาณไนเตรท, แอมโมเนียม, ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ซึ่งคงเหลืออยู่ในวัสดุเพาะชำของกล้าไม้กระถินเทพา, ประดู่ป่า และมะค่าโมง อายุ 4 เดือน ด้วยวิธีการเพาะชำที่ไม่ผ่านและผ่านกระบะทรายนั้น จะนำไปเปรียบเทียบกันระหว่างวัสดุเพาะ

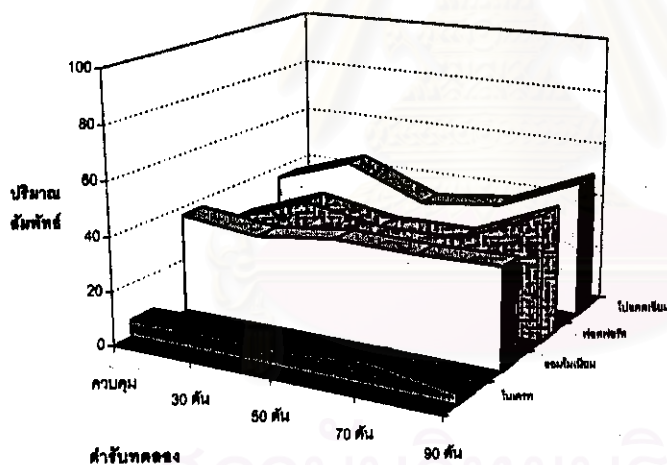
ซ้ำที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน( ดำรับทดลองควบคุม )กับวัสดุเพาะซ้ำที่เดิมกากตะกอน 4 อัตราที่ 30, 50, 70 และ 90 เมตริกตัน / เฮกแตร์ โดยประเมินเป็นปริมาณสัมพัทธ์ของธาตุอาหารในรูปที่เป็นประโยชน์ โดยกำหนดให้การเติมปุ๋ยเคมีในวัสดุเพาะซ้ำ = 100 ( รูปที่ 40, 41 และ 42 ) การประเมินดังกล่าวนี้ ปริมาณธาตุอาหารในวัสดุเพาะซ้ำที่เดิมกากตะกอน 4 อัตราที่ 30, 50, 70 และ 90 เมตริกตัน / เฮกแตร์ จะมีปริมาณสัมพัทธ์ที่ใกล้เคียงกันกับวัสดุเพาะซ้ำในปัจจุบัน( ดำรับทดลองควบคุม ) อาจจะกล่าวได้ว่า อัตราเดิมกากตะกอน 30, 50, 70 และ 90 เมตริกตัน / เฮกแตร์นั้น สามารถทดแทนปริมาณดินที่ลดลง 1 ส่วนปริมาตรได้ แต่เมื่อพิจารณาในรายละเอียดถึงวิธีการเพาะซ้ำ อัตราเดิมกากตะกอน 70, 90 และ 50 เมตริกตัน / เฮกแตร์ น่าจะเหมาะสมที่สุดต่อกล้าไม้กระถินเทพา, ประดู่ป่า และมะค่าโมง อายุ 4 เดือนตามลำดับ ด้วยวิธีการเพาะซ้ำที่ไม่ผ่านกระบะทราย เนื่องจาก ปริมาณอินทรีย์วัตถุ, ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด, ปริมาณไนเตรท, ปริมาณแอมโมเนียม, ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้( ตารางที่ 16, 19 และ 22 ) มีปริมาณที่ไม่แตกต่างกันและมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุเพาะซ้ำที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน( ดำรับทดลองควบคุม )และวัสดุเพาะซ้ำที่เดิมกากตะกอนด้วยกัน

ส่วนการเพาะซ้ำที่ผ่านกระบะทราย อัตราเดิมกากตะกอน 70, 90 และ 90 เมตริกตัน / เฮก-แตร์ น่าจะเหมาะสมที่สุดต่อกล้าไม้กระถินเทพา, ประดู่ป่า และมะค่าโมง อายุ 4 เดือนตามลำดับ เนื่องจาก ปริมาณอินทรีย์วัตถุ, ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด, ปริมาณไนเตรท, ปริมาณแอมโมเนียม, ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้( ตารางที่ 17, 20 และ 23 ) มีปริมาณที่เทียบเท่าและมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุเพาะซ้ำที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน(ดำรับทดลองควบคุม) และวัสดุเพาะซ้ำที่เดิมกากตะกอนด้วยกัน ทั้งนี้ ในกรณีของค่าความเป็นกรด - ต่างและความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก( ตารางที่ 16, 17, 19, 20, 22 และ 23 )นั้น แม้ว่าจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างวัสดุเพาะซ้ำที่เดิมกากตะกอนทั้ง 4 อัตราที่ 30, 50, 70 และ 90 เมตริกตัน / เฮกแตร์กับวัสดุเพาะซ้ำที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน( ดำรับทดลองควบคุม ) แต่ค่าความเป็นกรด - ต่างที่แตกต่างกัน 0.2 - 0.5 ยูนิต( Unit ) ไม่ได้มีผลกระทบต่อพืช ส่วนความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกนั้น มิได้นำมาประเมินรวมด้วย เนื่องจาก วัสดุเพาะซ้ำที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน( ดำรับทดลองควบคุม ) มีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกมากกว่าวัสดุเพาะซ้ำที่เดิมกากตะกอนทั้ง 4 อัตราที่ 30, 50, 70 และ 90 เมตริกตัน / เฮกแตร์ อย่างมีนัยสำคัญ

นอกจากนี้ เพื่อให้เกิดความมั่นใจและปลอดภัยแก่ผู้ปฏิบัติงานในการนำกากตะกอนมาใช้เป็นวัสดุเพาะซ้ำร่วมกับหน้าดินและซีเด้าแกลบ จึงได้เปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักที่ถูกปลดปล่อยออกมาในวัสดุเพาะซ้ำกับระดับความเข้มข้นของปริมาณโลหะหนัก( ไมโครกรัม / ลบ.ม.)ที่ยอมรับได้ เมื่อถูกปลด

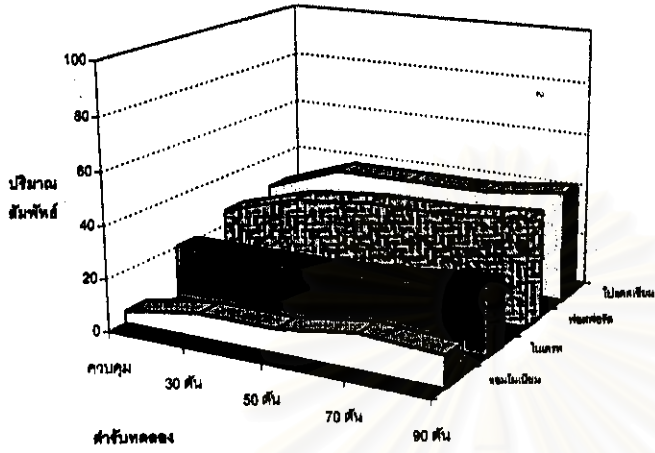


การเพาะชำ  
ที่ไม่ผ่านกระบะทราย

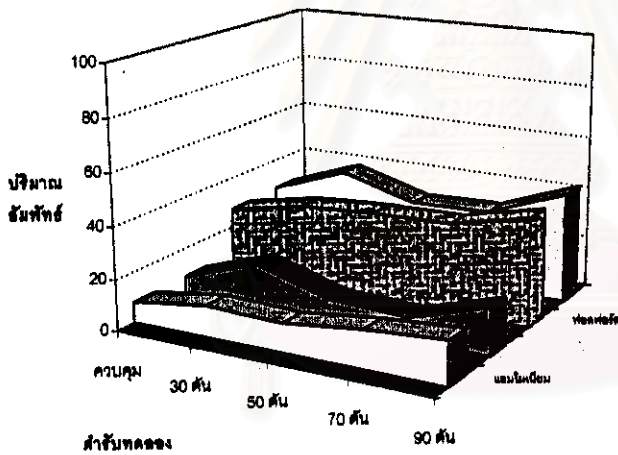


การเพาะชำ  
ที่ผ่านกระบะทราย

**รูปที่ 43** ปริมาณสัมพัทธ์ของปริมาณไนโตรเจน, แอมโมเนียม, ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ในวัสดุเพาะชำของกล้าไม้กระถินเทพา อายุ 4 เดือน ด้วยวิธีการเพาะชำที่ไม่ผ่านและผ่านกระบะทราย เมื่อกำหนดให้การเติมปุ๋ยเคมีในวัสดุเพาะชำ = 100

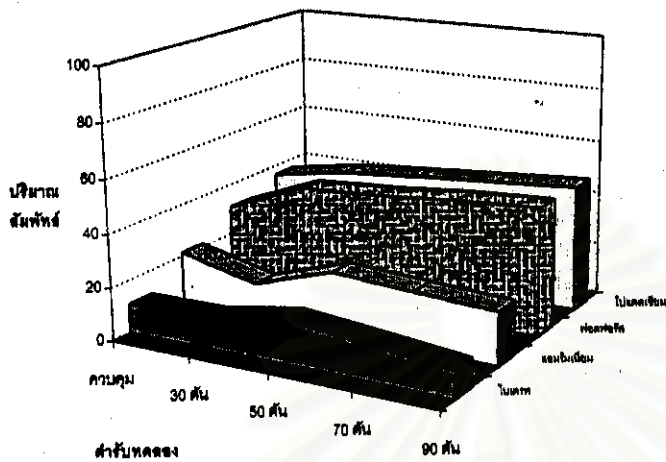


การเพาะชำ  
ที่ไม่ผ่านกระบะทราย

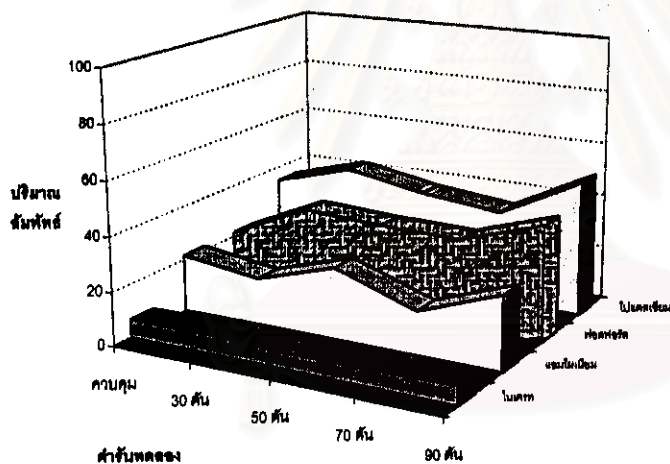


การเพาะชำ  
ที่ผ่านกระบะทราย

รูปที่ 44 ปริมาณสัมพัทธ์ของปริมาณไนเตรท, แอมโมเนียม, ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ในวัสดุเพาะชำของกล้าไม้ประดู่ป่า อายุ 4 เดือน ด้วยวิธีการเพาะชำที่ไม่ผ่านและผ่านกระบะทราย เมื่อกำหนดให้การเติมปุ๋ยเคมีในวัสดุเพาะชำ = 100



การเพาะข้าว  
ที่ไม่ผ่านกระบะทราย



การเพาะข้าว  
ที่ผ่านกระบะทราย

รูปที่ 45 ปริมาณสัมพันธ์ของปริมาณไนโตรเจน, แอมโมเนียม, ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ในวัสดุเพาะข้าวของกล้าไม้มะค่าโมง อายุ 4 เดือน ด้วยวิธีการเพาะข้าวที่ไม่ผ่านและผ่านกระบะทราย เมื่อกำหนดให้การเติมปุ๋ยเคมีในวัสดุเพาะข้าว = 100

ปล่อยออกมาในเวลาปฏิบัติงาน 8 ชั่วโมง สำหรับผู้ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับโลหะหนัก (Hammond and Bellis, 1980) ในตารางที่ 60 พบว่า ปริมาณโลหะหนักในวัสดุเพาะชำที่ถูกปลดปล่อยต่อวัน (คิดเฉลี่ยจากระยะเวลา 4 เดือน) จะมีปริมาณที่น้อยกว่าระดับความเข้มข้นของปริมาณโลหะหนักดังกล่าว จึงอาจกล่าวได้ว่า ความเป็นพิษของโลหะหนักต่อผู้ปฏิบัติงานไม่น่าจะเกิดขึ้น

จึงน่าจะเป็นได้ว่า อัตราเติมกากตะกอน 70, 90 และ 50 เมตริกตัน / เฮกแตร์ น่าจะเหมาะสมที่สุด เมื่อยึดลักษณะสมบัติทางเคมีของวัสดุเพาะชำ สำหรับการเพาะชำกล้าไม้กระถินเทพา, ประดู่ป่า และมะค่าโมง อายุ 4 เดือน ด้วยวิธีการเพาะชำที่ไม่ผ่านกระบะทราย ส่วนการเพาะชำที่ผ่านกระบะทรายนั้น อัตราเติมกากตะกอน 70, 90 และ 90 เมตริกตัน / เฮกแตร์ น่าจะเหมาะสมที่สุด อย่างไรก็ตาม เมื่อนำผลของการเจริญเติบโต, การสะสมโลหะหนักในกล้าไม้ และปริมาณโลหะหนักในวัสดุเพาะชำ มาประเมินร่วมกันกับลักษณะสมบัติทางเคมีของวัสดุเพาะชำ อัตราเติมกากตะกอน 90 เมตริกตัน / เฮกแตร์ น่าจะเหมาะสมที่สุดในกรณีของการเพาะชำกล้าไม้กระถินเทพา, ประดู่ป่า และมะค่าโมง อายุ 4 เดือน ด้วยวิธีการเพาะชำที่ไม่ผ่านและผ่านกระบะทราย

จากกล่าวโดยสรุปได้ว่า เมื่อพิจารณาการทดแทนปริมาณหน้าดินที่ลดลง 1 ส่วนปริมาตร อัตราเติมกากตะกอน 90 เมตริกตัน / เฮกแตร์ น่าจะเหมาะสมที่สุดต่อการเพาะชำกล้าไม้กระถินเทพา, ประดู่ป่า และมะค่าโมง อายุ 4 เดือน ด้วยวิธีการเพาะชำที่ไม่ผ่านและผ่านกระบะทราย เนื่องจาก ลักษณะสมบัติทางเคมีของวัสดุเพาะชำกับผลการเจริญเติบโตของกล้าไม้ ให้ผลที่ไม่แตกต่างกันและมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุเพาะชำที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน (ตำรับทดลองควบคุม) และผลการสะสมโลหะหนักในกล้าไม้กับปริมาณโลหะหนักในวัสดุเพาะชำ ก็มีปริมาณที่ไม่ก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อกล้าไม้ ประกอบกับไม่ส่งผลให้ปริมาณโลหะหนักในพื้นที่ดิน ซึ่งนำกล้าไม้ไปปลูก มีปริมาณที่เกินค่ามาตรฐานในดินเกษตรกรรม

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ 60 ระดับความเข้มข้นของปริมาณโลหะหนัก (ไมโครกรัม / ลบ.ม.) ที่ยอมรับได้ เมื่อถูกปลดปล่อยออกมาในเวลาปฏิบัติงาน 8 ชั่วโมง สำหรับผู้ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับโลหะหนัก (Hammond and Beliles, 1980)

ชนิดของโลหะหนัก	ปริมาณที่ยอมรับได้ (ไมโครกรัม / ลบ.ม.)
ควันของแคดเมียม	100 - 3,000
ฝุ่นของแคดเมียม	200 - 600
ควันของทองแดง	100
ฝุ่นและไอของทองแดง	1,000
แมงกานีส	5,000
นิกเกิล และสารประกอบนิกเกิลที่ละลายได้	1,000
ตะกั่ว และสารประกอบอนินทรีย์ของตะกั่ว	200
ฝุ่นของสังกะสีออกไซด์	5,000

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย