บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักทั้งหมด ปริมาณโลหะหนักที่พืชสามารถดูดดึงได้จากวิธีการสกัดทั้ง 4 วิธี รวมทั้งปริมาณธาตุอาหารหลักและลักษณะสมบัติทางเคมีบางประการที่เป็นลักษณะสำคัญในการบ่งบอกถึงคุณภาพที่ดีของสารปรับปรุงคุณภาพดินทั้ง 9 ชนิดที่ทำการศึกษา สามารถนำมาเขียนวิจารณ์ผลการทดลองโดยลำดับเป็นหัวข้อต่างๆ ได้ดังต่อไปนี้

<u>ปริมาณโลหะหนักทั้งหมดในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และดินผสม</u>

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักทั้งหมดจำนวน 8 ธาตุ (ตารางที่ 4.3) พบว่า ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนสามารถวิเคราะห์พบปริมาณโลหะหนักทั้งหมดได้ทั้ง 8 ธาตุที่ทำการศึกษาคือ มังกานีส สังกะสี ทองแดง โครเมียม นิเกิล ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท ส่วนสารปรับปรุงคุณภาพดินอีก 8 ชนิดคือ ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อย ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย ปุ๋ยหมักจากแกลบ ปุ๋ยหมักจากกากและฟางถั่วเหลือง มูลโค มูลไก่ ดินสีดา และดินลำดวน วิเคราะห์พบปริมาณโลหะหนักทั้งหมดเพียง 4 ธาตุคือ มังกานีส สังกะสี ทองแดง และโครเมียม ส่วนปริมาณนิเกิล ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท มีน้อยมากจนไม่สามารถวิเคราะห์ปริมาณได้ ทั้งนี้มังกานีสมีปริมาณมากที่สุดในปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อย (1815.82 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) รองลงมาคือ มูลไก่ (639.13 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน (543.38 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) มูลโค (534.26 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ปุ๋ยหมักจากแกลบ (496.95 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย (255.54 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ปุ๋ยหมักจากกากและฟางถั่วเหลือง (248.04 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ดินสีดา (244.12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และดินลำดวน (111.27 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) สังกะสีมีปริมาณมากที่สุดในปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน (1081.90 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) รองลงมาคือ มูลไก่ (381.86 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อย (290.83 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ปุ๋ยหมักจากแกลบ (198.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) มูลโค (70.41 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ปุ๋ยหมักจากกากและฟางถั่วเหลือง (64.31 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย (37.69 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ดินสีดา (24.38 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และดินลำดวน (13.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ทองแดงมีปริมาณมากที่สุดในปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน (621.72 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) รองลงมาคือ ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อย (72.69 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) มูลไก่ (55.20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ปุ๋ยหมักจากแกลบ (21.89 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) มูลโค (19.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย (18.28 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ดินสีดา (13.13 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ปุ๋ยหมักจากกากและฟางถั่วเหลือง (9.36 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และดินลำดวน

(4.84 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) สำหรับโครเมียมมีปริมาณมากที่สุดในปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน (448.87 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) เช่นเดียวกัน รองลงมาคือ ปุ๋ยหมักจากกากและฟางถั่วเหลือง (82.26 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ดินสีดา (54.65 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) มูลไก่ (40.15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย (39.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) มูลโค (31.68 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อย (31.68 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ดินลำดวน (29.23 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และปุ๋ยหมักจากแกลบ (21.37 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ส่วนปริมาณนิเกิล ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท ซึ่งวิเคราะห์ปริมาณได้ในปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนเพียงชนิดเดียวเท่านั้น มีปริมาณเท่ากับ 61.18 275.75 3.56 และ 2.18 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักทั้งหมดแต่ละธาตุในสารปรับปรุงคุณภาพดินทั้ง 9 ชนิด พบว่า ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อยมีปริมาณโครเมียม < ทองแดง < สังกะสี < มังกานีส ปุ๋ยหมักจากกากอ้อยมีปริมาณทองแดง < สังกะสี < โครเมียม < มังกานีส มูลโค ปุ๋ยหมักจากแกลบ และปุ๋ยหมักจากกากและฟางถั่วเหลืองมีปริมาณทองแดง < โครเมียม < สังกะสี < มังกานีส มูลไก่มีปริมาณโครเมียม < ทองแดง < สังกะสี < มังกานีส ดินสีดาและดินลำดวนมีปริมาณทองแดง < สังกะสี < โครเมียม < มังกานีส ส่วนปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนมีปริมาณปรอท < แคดเมียม < นิเกิล < ตะกั่ว < โครเมียม < มังกานีส < ทองแดง < สังกะสี ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Ciavatta และคณะ (1993) ที่พบว่า ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนของเมืองมันโตวา ประเทศอิตาลี มีปริมาณแคดเมียม < นิเกิล < ตะกั่ว < โครเมียม < ทองแดง < สังกะสี จะเห็นได้ว่าปริมาณโลหะหนักทั้งหมดในสารปรับปรุงคุณภาพดินแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน ทั้งในด้านของชนิดของโลหะหนักและปริมาณที่พบ ทั้งนี้เนื่องมาจากชนิดของวัสดุต้นกำเนิดที่มีความหลากหลาย ซึ่งสอดคล้องกับที่ Gonzalez-Vila และ Martin (1985) รวมทั้ง Genevini และคณะ (1986) ได้กล่าวไว้ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับกรรมวิธีในการหมัก สภาพภูมิอากาศ ฤดูกาล และระยะเวลาที่ใช้ในการหมักด้วย (Gallardo-Lara and Nogales, 1987)

สำหรับปริมาณโลหะหนักทั้งหมดในสารปรับปรุงคุณภาพดินทั้ง 9 ชนิด เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับมาตรฐานสูงสุดของปริมาณโลหะหนักที่ยอมให้มีได้ในปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนของนานาประเทศ (ตารางที่ 5.1) พบว่า ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนมีปริมาณมังกานีสต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานสูงสุดของประเทศออสเตรียซึ่งมีการกำหนดไว้เพียงประเทศเดียว และมีปริมาณสังกะสีสูงกว่าเกณฑ์ของประเทศอังกฤษ เมืองมินเนโซตา ประเทศสหรัฐอเมริกา เมืองออนตาริโอ ประเทศแคนาดา ประเทศเนเธอร์แลนด์ ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ และกลุ่มประชาคมยุโรปที่กำหนดเกณฑ์ไว้สำหรับไม้ผล แต่ต่ำกว่าเกณฑ์ของประเทศออสเตรีย เมืองนิวยอร์ค ประเทศสหรัฐอเมริกา และกลุ่มประชาคมยุโรปที่กำหนดเกณฑ์ไว้สำหรับไม้ประดับ ทองแดงมีปริมาณสูงกว่าเกณฑ์ของประเทศอังกฤษ เมืองมินเนโซตา ประเทศสหรัฐอเมริกา เมืองออนตาริโอ ประเทศแคนาดา ประเทศเนเธอร์แลนด์ ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ ประเทศอิตาลี และกลุ่มประชาคมยุโรปที่กำหนดเกณฑ์ไว้เพื่อการใช้ประโยชน์กับไม้ผลและไม้ประดับ แต่ต่ำกว่าเกณฑ์ของประเทศออสเตรีย และเมืองนิวยอร์ค ประเทศสหรัฐอเมริกา โครเมียมมีปริมาณสูงกว่าเกณฑ์ของประเทศออสเตรีย

ตารางที่ 5.1 ปริมาณโลหะหนักทั้งหมดสูงสุดที่ยอมให้มีได้ในปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน

ประเทศที่กำหนด	ปริมาณโลหะหนักทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)								รายการอ้างอิง
	มังกานีส	สังกะสี	ทองแดง	โครเมียม	นิเกิล	ตะกั่ว	แคดเมียม	ปรอท	
ออสเตรีย	1,200	1,500	1,000	300	200	900	6	4	Lutz (1984)
อังกฤษ	-	1,000	400	-	100	250	10	2	Bardos, Hadley, and Kendle (1992)
สหรัฐอเมริกา									
- มินเนโซตา	-	1,000	500	1,000	100	500	10	5	Gurkewitz (1989); Robert (1994)
- นิวยอร์ค	-	2,500	1,000	1,000	200	250	10	-	Robert (1994)
แคนาดา									
- ออนตาริโอ	-	500	60	50	60	150	3	-	Robert (1994)
เนเธอร์แลนด์ (แยกประเภทของมูลฝอย)	-	240	40	30	10	160	1	0.5	De Bertoldi, Civilini, and Comi (1990)
สวิตเซอร์แลนด์	-	300	100	-	-	100	3	1	Krauss, Blessing, and Korherr (1986, 1987)
อิตาลี	-	-	600	500	200	500	10	-	Genevini, Mezzanotte, and Gabarino (1987)
กลุ่มประชาคมยุโรป (CEC)									De Bertoldi, Civilini, and Comi (1990)
1. สำหรับไม้ผล	-	1,000	300	150	50	750	5	5	
2. สำหรับไม้ประดับ	-	1,500	500	200	100	1,000	5	5	
ช่วงของทุกประเทศ	1,200	240-2,500	60-1,000	30-1,000	10-200	160-1,000	1-10	1-5	

หมายเหตุ : - หมายถึง ไม่มีการรายงาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมืองออนตาริโอ ประเทศแคนาดา ประเทศเนเธอร์แลนด์ และกลุ่มประชาคมยุโรปที่กำหนดไว้สำหรับไม้ผลและไม้ประดับ แต่ต่ำกว่าเกณฑ์ของเมืองมินเนโซตา และเมืองนิวยอร์คประเทศสหรัฐอเมริกา รวมทั้งประเทศอิตาลี นิเกิลมีปริมาณใกล้เคียงกับเกณฑ์ของเมืองออนตาริโอ ประเทศแคนาดา แต่สูงกว่าเกณฑ์ของประเทศเนเธอร์แลนด์ และเกณฑ์ของกลุ่มประชาคมยุโรปที่กำหนดเกณฑ์ไว้สำหรับไม้ผล และต่ำกว่าเกณฑ์ของประเทศออสเตรีย ประเทศอังกฤษ ประเทศสหรัฐอเมริกา ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ และของกลุ่มประชาคมยุโรปที่กำหนดเกณฑ์ไว้สำหรับไม้ประดับ ตะกั่วมีปริมาณสูงกว่าเกณฑ์ของประเทศอังกฤษ เมืองนิวยอร์ค ประเทศสหรัฐอเมริกา เมืองออนตาริโอ ประเทศแคนาดา ประเทศเนเธอร์แลนด์ ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ แต่ต่ำกว่าเกณฑ์ของประเทศออสเตรีย เมืองมินเนโซตา ประเทศสหรัฐอเมริกา ประเทศอิตาลี และกลุ่มประชาคมยุโรปที่กำหนดเกณฑ์ไว้สำหรับไม้ผลและไม้ประดับ แคดเมียมมีปริมาณสูงกว่าเกณฑ์ของเมืองออนตาริโอ ประเทศแคนาดา ประเทศเนเธอร์แลนด์ และประเทศสวิตเซอร์แลนด์ แต่ต่ำกว่าเกณฑ์ของประเทศออสเตรีย ประเทศอังกฤษ เมืองมินเนโซตา ประเทศสหรัฐอเมริกา ประเทศอิตาลี และกลุ่มประชาคมยุโรปที่กำหนดเกณฑ์ไว้สำหรับไม้ผลและไม้ประดับ ส่วนปรอทมีปริมาณสูงกว่าเกณฑ์ของประเทศอังกฤษ ประเทศเนเธอร์แลนด์ และประเทศสวิตเซอร์แลนด์ แต่ต่ำกว่าเกณฑ์ของประเทศออสเตรีย เมืองมินเนโซตา ประเทศสหรัฐอเมริกา และกลุ่มประชาคมยุโรปที่กำหนดเกณฑ์ไว้สำหรับไม้ผลและไม้ประดับ สำหรับปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อยมีปริมาณมังกานีสสูงกว่าเกณฑ์ของประเทศออสเตรีย สังกะสีมีปริมาณต่ำกว่าเกณฑ์ของทุกประเทศ แต่สูงกว่าเกณฑ์ของประเทศเนเธอร์แลนด์ ทองแดงมีปริมาณต่ำกว่าเกณฑ์ของทุกประเทศ แต่สูงกว่าเกณฑ์ของเมืองออนตาริโอ ประเทศแคนาดา และประเทศเนเธอร์แลนด์ โครเมียมมีปริมาณต่ำกว่าเกณฑ์ของทุกประเทศ แต่ใกล้เคียงกับเกณฑ์ของประเทศเนเธอร์แลนด์ ส่วนปุ๋ยหมักจากกากอ้อย ปุ๋ยหมักจากแกลบ ปุ๋ยหมักจากกากและฟางถั่วเหลือง มูลโค มูลไก่ ดินสีดา และดินลำดวน มีปริมาณมังกานีสต่ำกว่าเกณฑ์ของประเทศออสเตรีย สำหรับสังกะสีและทองแดงมีปริมาณต่ำกว่าเกณฑ์ของทุกประเทศ ยกเว้น มูลไก่มีปริมาณทองแดงสูงกว่าเกณฑ์ของประเทศเนเธอร์แลนด์ ส่วนโครเมียมมีปริมาณต่ำกว่าเกณฑ์ของทุกประเทศเช่นเดียวกัน ยกเว้นปุ๋ยหมักจากกากอ้อย มูลไก่ และมูลโค มีปริมาณสูงกว่าเกณฑ์ของประเทศเนเธอร์แลนด์และเมืองออนตาริโอ ประเทศแคนาดา ดังนั้น ถ้าถือเกณฑ์โดยพิจารณาจากปริมาณโลหะหนักทั้งหมดที่กำหนดให้มีได้ในปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาถึงระดับของโลหะหนักทั้ง 8 ธาตุที่ยอมให้มีได้ในสารปรับปรุงคุณภาพดินทั้ง 9 ชนิด อาจกล่าวได้ว่า ปริมาณโลหะหนักทั้งหมดในสารปรับปรุงคุณภาพดินทั้ง 9 ชนิด ยังมีปริมาณอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ถ้าถือเกณฑ์ของประเทศที่กำหนดปริมาณโลหะหนักทั้งหมดที่ยอมให้มีได้ในปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนไว้สูง

จากการที่โลหะหนักส่วนใหญ่มีการเคลื่อนย้ายได้น้อย ทำให้น้ำที่ชะล้างผ่านดินและน้ำใต้ดินไม่ค่อยมีการปนเปื้อนจากโลหะหนัก (Genevini et al., 1984) โดย Davis (1984) รายงานไว้ว่านิเกิล แคดเมียม และสังกะสี เป็นโลหะหนักที่เคลื่อนย้ายได้ง่าย ทองแดง เป็นโลหะหนักที่เคลื่อนย้ายได้ปานกลาง ส่วนตะกั่ว ปรอท และโครเมียม เป็นโลหะหนักที่เคลื่อนย้ายได้น้อยหรือไม่เคลื่อนย้ายเลย ดังนั้นจะเห็นได้ว่าหากมีการนำสารปรับปรุงคุณภาพดินดังกล่าวที่มีการปนเปื้อนของโลหะหนัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งปุ๋ยหมักจาก

มูลฝอยชุมชนซึ่งพบโลหะหนักที่เป็นจุลธาตุอาหาร (มังกานีส สังกะสี และทองแดง) และโลหะหนักที่จัดว่าเป็นพิษ (โครเมียม นิเกิล ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท) อยู่เป็นปริมาณหนึ่งไปใส่ในดินเพื่อการใช้ประโยชน์ในทางการเกษตรก็จะพบว่าโลหะหนักส่วนใหญ่จะไม่ถูกชะล้างลงสู่น้ำใต้ดิน แต่จะตกค้างอยู่ในดินเป็นส่วนมาก ซึ่งจะส่งผลให้พืชเกิดการดูดดึงโลหะหนักเข้าไปสะสมได้มากขึ้น ทั้งนี้พืชจะสามารถดูดดึงแคดเมียม นิเกิล สังกะสี และทองแดงได้ดีกว่า ตะกั่ว ปรอท และโครเมียม (อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ, 2525) ดังนั้น Chaney (1974) จึงได้เสนอให้ใช้อัตราส่วนระหว่างแคดเมียมและสังกะสี (Cd/Zn Ratio X 100) และปริมาณสังกะสีสมมูลย์ (Load of Zn equivalent) ที่พิจารณาจากปริมาณสังกะสี ทองแดง และนิเกิล เป็นดัชนีบ่งบอกถึงความเป็นพิษต่อพืชในการนำกากตะกอนหรือของเสียชุมชนไปใช้ประโยชน์ในทางการเกษตร ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับสารปรับปรุงคุณภาพดินที่เป็นการนำของเสียประเภทต่างๆ มาผ่านกระบวนการเพื่อให้ได้อินทรียวัตถุ เช่น กระบวนการหมักให้ได้เป็นปุ๋ยหมัก เป็นต้น โดยที่อัตราส่วนระหว่างแคดเมียมและสังกะสี จะต้องไม่เกิน 0.5 เนื่องจากพืชจะดูดดึงแคดเมียมเข้าไปมากขึ้นถ้าปริมาณสังกะสีในดินมีน้อย ในทางตรงกันข้ามพืชจะดูดดึงแคดเมียมได้น้อยถ้าในดินมีสังกะสีมาก (Chaney, 1974) ซึ่งสอดคล้องกับที่ อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ (2522) รายงานว่า สังกะสีที่มีอยู่ในดินจะลดการดูดดึงแคดเมียมของพืช ส่วนปริมาณสังกะสีสมมูลย์ สามารถใช้เป็นดัชนีในการบ่งบอกถึงปริมาณการใช้ประโยชน์ที่เหมาะสม หากมีการนำอินทรียวัตถุประเภทต่างๆ ที่ปนเปื้อนด้วยโลหะหนักไปใส่ในดินเพื่อใช้ประโยชน์ในทางการเกษตร โดยที่ปริมาณสังกะสีสมมูลย์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) = ปริมาณสังกะสีทั้งหมด + 2(ปริมาณทองแดงทั้งหมด) + 4(ปริมาณนิเกิลทั้งหมด) - 200 (Chaney, 1974) ซึ่ง Jones และ Jarvis (1981) ได้แนะนำว่าปริมาณสังกะสีสมมูลย์สูงสุดที่ยอมให้มีได้ในดินคือ 250 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังนั้นสามารถนำอัตราส่วนระหว่างแคดเมียมและสังกะสี รวมทั้งปริมาณสังกะสีสมมูลย์ มาใช้เป็นดัชนีบ่งบอกถึงความเป็นพิษหากมีการนำสารปรับปรุงคุณภาพดินทั้ง 9 ชนิดไปใช้ประโยชน์ในทางการเกษตรได้ แต่เนื่องจากมีเพียงปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนเพียงชนิดเดียวเท่านั้น ที่สามารถวิเคราะห์พบปริมาณแคดเมียมและนิเกิล ซึ่งจะมีความเสี่ยงเกิดขึ้นหากมีการนำไปใช้ประโยชน์ในทางการเกษตร แต่เมื่อคำนวณค่าอัตราส่วนระหว่างแคดเมียมและสังกะสีแล้วพบว่า มีค่าเท่ากับ 0.32 ซึ่งน้อยกว่า 0.5 แสดงว่าเมื่อมีการนำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ในทางการเกษตร พืชจะไม่ดูดดึงแคดเมียมเข้าไปมากจนถึงระดับที่เป็นอันตราย เนื่องจากมีปริมาณสังกะสีที่เพียงพอ ส่วนปริมาณสังกะสีสมมูลย์ของปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนที่คำนวณได้มีค่าประมาณ 2,370 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อนำมาคำนวณหาปริมาณสูงสุดของปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน ที่สามารถใส่ในดินได้โดยไม่เป็นอันตรายต่อพืช โดยยึดเกณฑ์ที่กำหนดให้ในดินมีปริมาณสังกะสีสมมูลย์สูงสุดเท่ากับ 250 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทำให้สามารถคำนวณปริมาณสูงสุดของปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนดังกล่าวที่จะใส่ลงในดินภายในระยะเวลา 30 ปี (Jones and Jarvis, 1981) มีปริมาณ 211 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ (ดิน 1 เฮกตาร์หนักเท่ากับ 2×10^6 กิโลกรัม) หรือ 1.1 ตันต่อไร่ต่อปี นอกจากนี้ Jones และ Jarvis (1981) ได้เสนอว่า ปริมาณสังกะสีสมมูลย์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) = ปริมาณสังกะสีทั้งหมด + 2(ปริมาณทองแดงทั้งหมด) + 8(ปริมาณนิเกิลทั้งหมด) และหากใช้เกณฑ์ดังกล่าวในการคำนวณปริมาณสังกะสีสมมูลย์ของ

ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนจะพบว่ามีค่าประมาณ 2,815 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อนำมาคำนวณหาปริมาณสูงสุดของปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนที่จะใส่ลงไปในดินภายในระยะเวลา 30 ปี พบว่ามีปริมาณ 178 เมตริกตันต่อเฮกตาร์ หรือประมาณ 0.9 ตันต่อไร่ต่อปี ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า อัตราการใส่ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนลงไปในดินเพื่อการใช้ประโยชน์ในทางการเกษตรที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 0.9-1.1 ตันต่อไร่ต่อปี และปริมาณดังกล่าวก็สอดคล้องกับที่โครงการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ กรมพัฒนาที่ดิน ได้แนะนำให้มีการใส่ปุ๋ยหมักที่ทำจากวัสดุอินทรีย์ทั่วๆ ไปในอัตราตั้งแต่ 500 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ไปจนถึง 1-2 ตันต่อไร่ต่อปี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพแตกต่างกันไป ชนิดของพืช และลักษณะของดินที่ใช้ในการเพาะปลูก (ปรัชญา ธัญญาดี และคณะ, 2535) แต่อย่างไรก็ตามหากมีการนำปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนไปใช้ประโยชน์ในทางการเกษตรก็ควรมีการคำนึงถึงปริมาณสังกะสีที่มีอยู่ในดินเดิมด้วย โดยพิจารณาว่าเมื่อใส่สารปรับปรุงคุณภาพดินที่มีการปนเปื้อนโลหะหนักลงไปแล้ว จะต้องมีปริมาณสังกะสีในดินไม่เกิน 250 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รวมทั้งพิจารณาถึงความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน ค่าพีเอช และชนิดของพืช (Jones and Jarvis, 1981) เพื่อให้การใช้ประโยชน์ของสารปรับปรุงคุณภาพดินที่มีการปนเปื้อนของโลหะหนักไม่เป็นอันตรายต่อพืช

<u>ปริมาณโลหะหนักที่พืชสามารถดูดดึงได้จากวิธีการสกัด 4 วิธี</u>

เนื่องจากการพิจารณาปริมาณโลหะหนักทั้งหมดในสารปรับปรุงคุณภาพดินทั้ง 9 ชนิด ดังได้กล่าวในหัวข้อที่แล้วนั้น สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งบอกถึงปริมาณของสารปรับปรุงคุณภาพดินที่จะใส่ลงไปในดินเพื่อการใช้ประโยชน์ในทางการเกษตร โดยไม่เป็นอันตรายต่อพืช ทั้งนี้ปริมาณโลหะหนักเหล่านั้นจะต้องอยู่ภายในเกณฑ์ที่ยอมให้มีได้ในปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน ซึ่งกำหนดโดยนานาประเทศในทวีปยุโรป (ตารางที่ 5.1) แต่ความเป็นพิษของโลหะหนักไม่ได้ขึ้นอยู่กับปริมาณโลหะหนักทั้งหมดแต่เพียงอย่างเดียว ยังขึ้นอยู่กับปริมาณที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ในดิน ซึ่งใช้เป็นตัวกำหนดถึงปริมาณโลหะหนักที่พืชสามารถดูดดึงได้ ทั้งนี้อาจพิจารณาได้จากปริมาณโลหะหนักที่สามารถสกัดได้ด้วย H_2O 1M KNO_3 0.005M DTPA และ 0.05 M EDTA (Genevini et al., 1987; Ciavatta et al., 1993) โดยปริมาณโลหะหนักที่สามารถสกัดได้ด้วย H_2O จะใช้เป็นตัวแทนของปริมาณโลหะหนักที่พืชสามารถดูดดึงได้ทันที เมื่อนำสารปรับปรุงคุณภาพดินนั้นใส่ลงไปในดิน โดยเป็นปริมาณโลหะหนักที่สามารถละลายออกมาอยู่ในสารละลายดินได้ สำหรับปริมาณโลหะหนักที่สามารถสกัดได้ด้วย 1M KNO_3 คือ ปริมาณโลหะหนักที่สามารถละลายได้รวมกับปริมาณโลหะหนักที่เกาะอยู่ที่ผิวของอนุภาคของสารปรับปรุงคุณภาพดินในส่วนที่แลกเปลี่ยนได้ โดยประมาณได้ว่าปริมาณโลหะหนักที่สามารถสกัดได้ด้วย 1M KNO_3 เป็นปริมาณโลหะหนักที่พืชสามารถดูดดึงได้ในระยะสั้น (Short term) ส่วนปริมาณโลหะหนักที่สามารถสกัดได้ด้วย 0.005M DTPA และ 0.05M EDTA เป็นปริมาณโลหะหนักที่พืชสามารถดูดดึงได้ในระยะปานกลาง (Medium term) โดย DTPA และ EDTA จะจับกับอิออนอิสระของโลหะหนักที่ละลายอยู่ในสารละลายเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่ละลายน้ำได้ ทำให้

อิออนอิสระของโลหะหนักในสารละลายลดลง จึงมีผลให้อิออนของโลหะหนักที่จับอยู่ที่ผิวของอนุภาคของสารปรับปรุงคุณภาพดินหรือที่อยู่ในรูปของสารประกอบเชิงซ้อนกับคาร์บอเนตหรืออินทรียวัตถุ ถูกปลดปล่อยออกมาหรืออาจมีบางส่วนละลายออกมาเพื่อทดแทนอิออนของโลหะหนักในสารละลายที่สูญหายไป (Genevini et al., 1987; Petruzzlli et al., 1989; Ciavatta et al., 1993) ทั้งนี้ระยะเวลาการปลดปล่อยโลหะหนักจากสารปรับปรุงคุณภาพดินทั้งในระยะสั้น และระยะปานกลาง ยังขึ้นอยู่กับลักษณะสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และทางชีวภาพของดิน รวมทั้งความสามารถในการดูดยึดของโลหะหนักแต่ละชนิดกับอินทรียวัตถุที่อยู่ในสารปรับปรุงคุณภาพดิน ดังเช่น ทองแดงจะเกิดสารประกอบเชิงซ้อนอย่างแข็งแรงกับอินทรียวัตถุ (Petruzzelli et al., 1985) นอกจากนี้ Jone และ Jarvis (1981) รวมทั้ง Yong, Mohamed และ Warkentin (1992) ได้รายงานถึงระดับความแข็งแรงของโลหะหนักต่างๆ ในการดูดยึดกับอินทรียวัตถุมีระดับความแข็งแรงเรียงตามลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ $Cu^{2+} >> Pb^{2+} > Ni^{2+} >> Mn^{2+} > Zn^{2+} > Cd^{2+}$ ซึ่งจะส่งผลให้โลหะหนักแต่ละชนิดละลายออกมาอยู่ในสารละลายดิน เพื่อพืชจะดูดดึงไปใช้ประโยชน์ได้ในระยะเวลาต่างๆ กัน

เมื่อพิจารณาปริมาณมังกานีสในรูปที่พืชสามารถดูดดึงได้จากวิธีการสกัดทั้ง 4 วิธีคือ สกัดด้วย H_2O KNO_3 DTPA และ EDTA ในสารปรับปรุงคุณภาพดินทั้ง 9 ชนิดพบว่า สารปรับปรุงคุณภาพดินส่วนใหญ่มีปริมาณมังกานีสที่สกัดได้ด้วย H_2O (ตารางที่ 4.8) น้อยกว่าที่สกัดด้วย KNO_3 ยกเว้นปุ๋ยหมักจากกากอ้อยมีปริมาณมังกานีสที่สกัดด้วย H_2O มากกว่าที่สกัดด้วย KNO_3 และเมื่อพิจารณาปริมาณสังกะสี (ตารางที่ 4.9) พบว่า สารปรับปรุงคุณภาพดินทั้ง 9 ชนิด ยกเว้นดินสีดามีปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ด้วย H_2O น้อยกว่าที่สกัดด้วย KNO_3 ส่วนปริมาณทองแดง (ตารางที่ 4.10) ที่สกัดด้วย H_2O วิเคราะห์ปริมาณได้ในปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน และมูลโค ซึ่งมีปริมาณน้อยกว่าที่สกัดด้วย KNO_3 นอกจากนี้ยังวิเคราะห์พบปริมาณทองแดงที่สามารถสกัดด้วย KNO_3 ในปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อย และปุ๋ยหมักจากแกลบด้วย สำหรับปริมาณโครเมียม (ตารางที่ 4.11) พบว่า ในปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน ปริมาณโครเมียมที่สกัดได้ด้วย H_2O มีปริมาณน้อยกว่าที่สกัดด้วย KNO_3 ส่วนสารปรับปรุงคุณภาพดินอีก 8 ชนิด ซึ่งวิเคราะห์พบว่ามีปริมาณโครเมียมเป็นองค์ประกอบอยู่ในสารปรับปรุงคุณภาพดินดังกล่าว จากการวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียมทั้งหมด แต่เมื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณโครเมียมที่พืชสามารถดูดดึงได้จากวิธีการสกัดทั้ง 4 วิธี พบว่า มีน้อยมากจนไม่สามารถวิเคราะห์ปริมาณได้

สำหรับนิเกิล (ตารางที่ 4.12) ตะกั่ว (ตารางที่ 4.13) แคดเมียม (ตารางที่ 4.14) และปรอท (ตารางที่ 4.15) วิเคราะห์พบปริมาณทั้งหมดได้ในปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนเพียงชนิดเดียวเท่านั้น ส่วนสารปรับปรุงคุณภาพดินอีก 8 ชนิด มีปริมาณโลหะหนักดังกล่าวน้อยมากจนไม่สามารถวิเคราะห์ปริมาณได้ ดังนั้นปริมาณโลหะหนักที่พืชจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จึงมีน้อยมากเช่นกัน ทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์ปริมาณของโลหะหนักดังกล่าวได้จากวิธีการสกัดทั้ง 4 วิธี แต่สำหรับปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนพบว่าปริมาณนิเกิลที่สกัดด้วย H_2O มีปริมาณน้อยกว่าที่สกัดด้วย KNO_3 แต่ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท มีน้อยมากจนไม่สามารถวิเคราะห์ปริมาณได้ทั้งในวิธีที่สกัดด้วย H_2O และ วิธีที่สกัดด้วย KNO_3

เนื่องจากปริมาณโลหะหนักที่สามารถสกัดได้ด้วย H_2O เป็นปริมาณโลหะหนักที่สามารถละลายออกมาอยู่ในสารละลายดินได้ ส่วนปริมาณโลหะหนักที่สามารถสกัดได้ด้วย KNO_3 เป็นปริมาณโลหะหนักที่สามารถละลายออกมาอยู่ในสารละลายดินได้ รวมกับปริมาณโลหะหนักที่เกาะอยู่ที่ผิวของอนุภาคของสารปรับปรุงคุณภาพดินด้วยแรงวันเดอร์วาร์ลหรือแรงคูลอมบ์ ซึ่งสามารถถูกไล่ที่ด้วยโปตัสเซียมอิออนได้ ทำให้อิออนของโลหะหนักหลุดออกมาอยู่ในสารละลาย (Genevini et al., 1987; Petruzzelle et al., 1989; Ciavatta et al., 1993) ดังนั้นวิธีการสกัดโลหะหนักด้วย H_2O จึงสกัดโลหะหนักได้น้อยกว่าวิธีการสกัดด้วย KNO_3 ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองข้างต้นเป็นส่วนใหญ่ อย่างไรก็ตาม พบว่า ปริมาณโลหะหนักในสารปรับปรุงคุณภาพดินบางชนิด เช่น ปริมาณสังกะสีที่สามารถสกัดด้วย KNO_3 มีปริมาณน้อยกว่าที่สกัดด้วย H_2O ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับผลการทดลองของ Ciavatta และคณะ (1993) ที่ทำการศึกษาถึงปริมาณโลหะหนักในรูปที่สามารถละลายได้และที่สามารถสกัดได้ด้วย H_2O KNO_3 DTPA และ EDTA ของปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนตลอดระยะเวลาการหมักปุ๋ย ทั้งนี้เมื่อพิจารณาที่สภาวะการณ์เดียวกันคือ เมื่อสิ้นสุดการหมัก ก็พบว่า ปริมาณสังกะสีที่สกัดด้วย KNO_3 มีปริมาณน้อยกว่าที่สกัดด้วย H_2O อย่างไรก็ตาม จากการทดสอบทางสถิติของค่าเฉลี่ยปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดที่สามารถสกัดได้ด้วย H_2O และ KNO_3 ในสารปรับปรุงคุณภาพดินทั้ง 9 ชนิดพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จึงอาจกล่าวได้ว่าวิธีการสกัดโลหะหนักด้วย H_2O และ KNO_3 มีประสิทธิภาพในการสกัดปริมาณโลหะหนักได้ใกล้เคียงกันมาก (Ciavatta et al., 1993)

เมื่อพิจารณาปริมาณโลหะหนักที่สามารถสกัดได้ด้วย DPTA และ EDTA ในสารปรับปรุงคุณภาพดินทั้ง 9 ชนิด พบว่า วิธีการสกัดโลหะหนักด้วย DPTA สามารถสกัดโลหะหนักได้น้อยกว่าวิธีที่สกัดด้วย EDTA ซึ่งสอดคล้องกับกับการทดลองของ Genevini และคณะ (1987) รวมทั้ง Ciavatta และคณะ (1993) ทั้งนี้ DPTA และ EDTA สามารถสกัดมังกานีสและสังกะสีได้ในสารปรับปรุงคุณภาพดินทุกชนิด สกัดทองแดงได้ในสารปรับปรุงคุณภาพดินเกือบทุกชนิด ยกเว้น ในปุ๋ยหมักจากกากและฟางถั่วเหลืองที่ไม่สามารถวิเคราะห์ปริมาณทองแดงได้ในทั้ง 2 วิธีสกัด และดินลำดวนวิเคราะห์ปริมาณทองแดงได้จากวิธีที่สกัดด้วย EDTA เพียงวิธีเดียวเท่านั้น สำหรับโครเมียม นิเกิล ตะกั่ว และแคดเมียม สามารถสกัดได้ในปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนเพียงชนิดเดียวเท่านั้น ส่วนปริมาณปรอทที่สกัดด้วย DPTA และ EDTA มีน้อยมากจนไม่สามารถวิเคราะห์ปริมาณได้

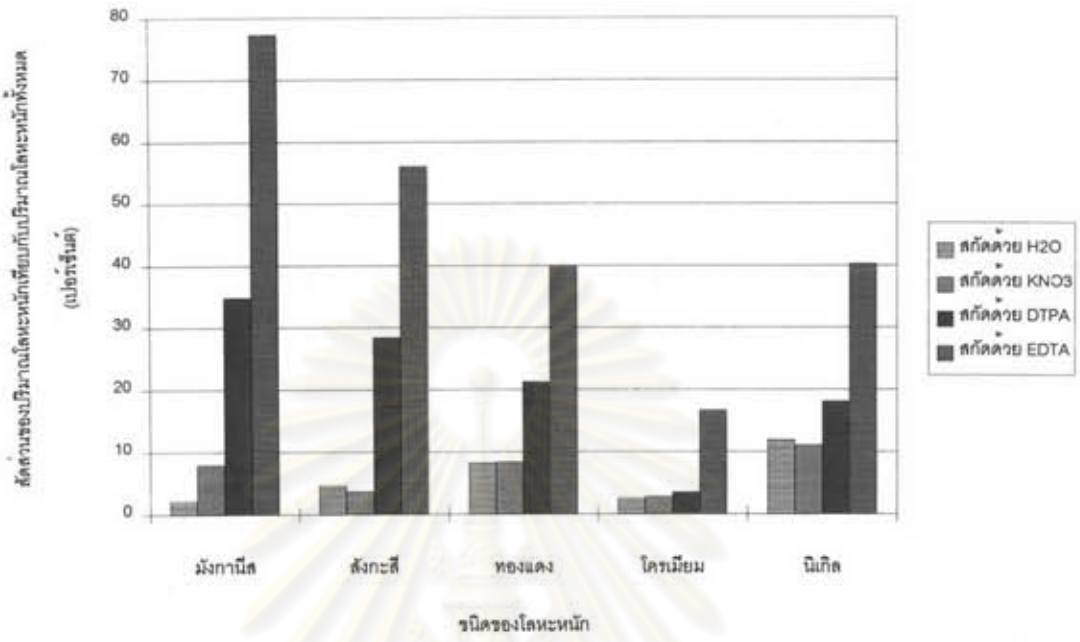
จากการศึกษาของ Anderson (1977) พบว่า โลหะหนักโดยส่วนใหญ่จะถูกดูดยึดไว้โดยอินทรียวัตถุ ดังนั้นวิธีการสกัดโลหะหนักด้วย H_2O และ KNO_3 จึงสามารถสกัดโลหะหนักได้ปริมาณน้อยกว่าเมื่อสกัดด้วย DPTA หรือ EDTA ทั้งนี้เนื่องจาก DPTA และ EDTA สามารถสกัดโลหะหนักทั้งที่อยู่ในรูปอิสระและที่อยู่ในรูปสารประกอบเชิงซ้อนกับอินทรียวัตถุโดย DPTA และ EDTA จะไปจับกับอิออนอิสระของโลหะหนักที่ละลายอยู่ในสารละลายเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่ละลายน้ำได้ ทำให้อิออนอิสระของโลหะหนักในสารละลายลดลง จึงมีผลให้อิออนของโลหะหนักที่จับอยู่ที่ผิวของอนุภาคสารปรับปรุงคุณภาพดิน หรือที่อยู่ในรูปของสารประกอบเชิงซ้อนกับคาร์บอเนตหรืออินทรียวัตถุถูกปลดปล่อยออกมาเพื่อทดแทน

อิออนของโลหะหนักในสารละลายที่สูญหายไป และจากการเปรียบเทียบวิธีการสกัดโลหะหนักด้วย DPTA และ EDTA ที่พบว่า EDTA สามารถสกัดโลหะหนักในรูปที่พืชสามารถดูดดึงได้มากกว่าวิธีที่สกัดด้วย DPTA ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า วิธีการสกัดด้วย EDTA มีประสิทธิภาพในการสกัดโลหะหนักดีกว่าวิธีที่สกัดด้วย DPTA ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Genevini และคณะ (1987) รวมทั้ง Ciavatta และคณะ (1993) นอกจากนี้ Petruzzlle et al., (1987) ยังได้เสนอให้ใช้วิธีการสกัดโลหะหนักด้วย EDTA เป็นดัชนีบ่งชี้ถึงปริมาณโลหะหนักที่สามารถละลายออกมาได้จากสารปรับปรุงคุณภาพดิน เมื่อมีการนำไปใช้ในสภาวะแวดล้อม นอกเหนือจากการพิจารณาปริมาณโลหะหนักทั้งหมด

จากการเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักที่พืชสามารถดูดดึงได้สกัดจากวิธีสกัด 4 วิธีพบว่า ปริมาณโลหะหนักที่สกัดด้วย H_2O และ KNO_3 มีปริมาณน้อยกว่าปริมาณโลหะหนักที่สกัดด้วย DTPA และ EDTA อย่างเห็นได้ชัด และปริมาณโลหะหนักที่สกัดด้วย DTPA สกัดโลหะหนักได้น้อยกว่า EDTA และเมื่อทดสอบความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยปริมาณโลหะหนักที่สกัดจากทั้ง 4 วิธี ก็พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังนั้นอาจเขียนความสัมพันธ์ของปริมาณโลหะหนักที่สามารถสกัดได้ด้วยวิธีการสกัดต่างๆ ได้ดังนี้คือ $H_2O = KNO_3 <<< DTPA < EDTA$ ซึ่งสอดคล้องกับข้อสรุปของ Ciavatta และคณะ (1993) และเมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของปริมาณโลหะหนักในสารปรับปรุงคุณภาพดินที่สามารถสกัดได้ด้วยวิธีการสกัดต่างๆ กับปริมาณโลหะหนักทั้งหมด ดังตารางที่ 5.2 และรูปที่ 5.1 พบว่าปริมาณโลหะหนักที่สกัดได้ด้วย H_2O มีสัดส่วนน้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณโลหะหนักทั้งหมด และมีเปอร์เซ็นต์น้อยกว่าสัดส่วนของโลหะหนักที่สกัดด้วย KNO_3 เมื่อเทียบกับปริมาณโลหะหนักทั้งหมด ดังนั้นในการประเมินศักยภาพของการเกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมในช่วงระยะเวลาสั้น (Genevini et al., 1987) จึงเสนอให้ใช้ปริมาณโลหะหนักที่สกัดด้วย KNO_3 เป็นดัชนีในการบ่งชี้ สำหรับการประเมินศักยภาพของการเกิดมลพิษในช่วงระยะปานกลางเสนอให้ใช้ปริมาณโลหะหนักที่สกัดด้วย EDTA เป็นดัชนีบ่งชี้เพราะว่าปริมาณโลหะหนักที่สกัดด้วย EDTA มีสัดส่วนมากกว่าปริมาณโลหะหนักที่สกัดด้วย DTPA เมื่อเทียบกับปริมาณโลหะหนักทั้งหมด

ตารางที่ 5.2 เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของปริมาณโลหะหนักที่สามารถสกัดได้เทียบกับปริมาณโลหะหนักทั้งหมด

โลหะหนัก	เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของปริมาณโลหะหนักที่สามารถสกัดได้เทียบกับปริมาณโลหะหนักทั้งหมด			
	H_2O	KNO_3	DTPA	EDTA
มังกานีส	2.14	7.90	34.79	77.31
สังกะสี	4.60	3.61	28.38	55.99
ทองแดง	8.23	8.33	21.26	39.77
โครเมียม	2.51	2.74	3.46	16.65
นิเกิล	11.93	11.05	18.11	40.23
ตะกั่ว	-	-	27.83	75.72
แคดเมียม	-	-	-	71.91
ปรอท	-		-	-



รูปที่ 5.1 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของปริมาณโลหะหนักที่สามารถสกัดได้เทียบกับปริมาณโลหะหนักทั้งหมด

ปริมาณธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และดินผสม

ปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปตัสเซียม ที่มีอยู่ในสารปรับปรุงคุณภาพดินแต่ละชนิดถือได้ว่าเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งในการบ่งบอกคุณภาพของสารปรับปรุงคุณภาพดิน ทั้งนี้ได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในรูปไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสในรูปฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโปตัสเซียมในรูปโปตัสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ สำหรับปริมาณธาตุอาหารหลักแต่ละชนิดในสารปรับปรุงคุณภาพดินที่ทำการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

1. ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total nitrogen)

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในสารปรับปรุงคุณภาพดินทั้ง 9 ชนิด (ตารางที่ 4.2) พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 0.14-2.46 เปอร์เซ็นต์ โดยมูลไก่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงที่สุด (2.46 เปอร์เซ็นต์) ทั้งนี้ไนโตรเจนในมูลไก่น่าจะมาจากอาหารที่ใช้เลี้ยงซึ่งเป็นอาหารที่มีโปรตีนสูง รวมทั้งอุจจาระและปัสสาวะของไก่ที่เป็นสารประกอบพวกยูเรีย จึงเป็นแหล่งอินทรีย์ไนโตรเจนที่ดี ดังนั้นจึงพบว่าปุ๋ยมูลไก่เป็นปุ๋ยที่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงมาก ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในมูลไก่ (1.2-4.9 เปอร์เซ็นต์) ที่รวบรวมโดย ถวิล ครุฑกุล (2531) และคณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2535) รองลงมาคือ ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อย (1.96 เปอร์เซ็นต์) ปุ๋ยหมัก

จากมูลฝอยชุมชน (1.82 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งเป็นปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่มากกว่าการศึกษาในปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนที่เก็บตัวอย่าง ณ สถานกำจัดมูลฝอยอ่อนนุช (1.10 เปอร์เซ็นต์) และหนองแขม (1.13 เปอร์เซ็นต์) (Praparat panarom, 1981) สำหรับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในมูลโค (1.24 เปอร์เซ็นต์) มีความสอดคล้องกับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในมูลโค (0.3-1.2 เปอร์เซ็นต์) ที่รวบรวมโดย ถวิล ครุฑกุล (2531) และคณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2535) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ยหมักจากกากอ้อย (0.96 เปอร์เซ็นต์) เป็นปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่มากกว่าการศึกษาของวรรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์ และคณะ (2535) ที่พบว่ามีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 0.87 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปุ๋ยหมักจากแกลบ (0.71 เปอร์เซ็นต์) มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดน้อยกว่าเมื่อเทียบกับการศึกษาดังกล่าว (1.23 เปอร์เซ็นต์) สำหรับปุ๋ยหมักจากกากและฟางถั่วเหลือง (0.62 เปอร์เซ็นต์) ดินสีดา (0.31 เปอร์เซ็นต์) และดินลำดวน (0.14 เปอร์เซ็นต์) มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดน้อยลงตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในสารปรับปรุงคุณภาพดินแต่ละชนิดกับเกณฑ์ของประเทศออสเตรียที่กำหนดปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดต่ำสุดที่ยอมรับได้ ในปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนไว้คือ 0.5 เปอร์เซ็นต์ (Lutz, 1984) หรือเกณฑ์ของกลุ่มประชาคมยุโรปกำหนดปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดต่ำสุดที่ยอมรับได้ในปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนไว้เท่ากับ 0.6 เปอร์เซ็นต์ (De Bertoldi et al., 1990) ส่วนทางโครงการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ กรมพัฒนาที่ดิน กำหนดปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ยหมักที่ทำจากวัสดุอินทรีย์ทั่วๆ ไป ไว้ต่ำสุดคือ 0.5 เปอร์เซ็นต์ (ปรัชญา ธัญญาดี และคณะ, 2535) จะเห็นได้ว่า สารปรับปรุงคุณภาพดินทั้ง 9 ชนิด ยกเว้นดินสีดา และดินลำดวน มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้คือ มีปริมาณมากกว่า 0.6 เปอร์เซ็นต์ ส่วนดินสีดา และดินลำดวนซึ่งเป็นดินผสม มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทั้งในปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน และเกณฑ์ของปุ๋ยหมักที่ทำจากวัสดุอินทรีย์ทั่วๆ ไป

เนื่องจากปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่มีอยู่ในสารปรับปรุงคุณภาพดิน ประกอบไปด้วยอินทรีย์ไนโตรเจนและอนินทรีย์ไนโตรเจน โดยอนินทรีย์ไนโตรเจนที่อยู่ในรูปสารประกอบของเกลือแอมโมเนียม เกลือไนไตรท์ และเกลือไนเตรต จะเป็นรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ และสารประกอบไนโตรเจนในรูปของเกลือแอมโมเนียมและเกลือไนเตรตจะเป็นรูปที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้เป็นส่วนใหญ่ (ทัศนีย์ อัตตะนันท์, จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข และสุรเดช จินตกานนท์, 2532) แต่สำหรับในสารปรับปรุงคุณภาพดิน ธาตุไนโตรเจนมักจะอยู่ในรูปของสารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจน (ปรีดี รักษา, 2535) ดังนั้นพืชจึงยังไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที แต่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ต่อเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงรูปจากอินทรีย์ไนโตรเจนเป็นอนินทรีย์ไนโตรเจน ด้วยกระบวนการทางชีวภาพโดยจุลินทรีย์ ได้แก่ กระบวนการ Aminization และ Ammonification ซึ่งจะได้สารประกอบอนินทรีย์ไนโตรเจนในรูปของเกลือแอมโมเนียม นอกจากนี้การที่สารปรับปรุงคุณภาพดินส่วนใหญ่จะมีอินทรียวัตถุเป็นองค์ประกอบหลัก และอินทรียวัตถุเหล่านี้จะเป็นแหล่งคาร์บอนที่สำคัญสำหรับจุลินทรีย์ในกระบวนการ Mineralization ให้ได้ธาตุไนโตรเจนที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ดีของสารปรับปรุงคุณภาพดินที่ปุ๋ยเคมีไม่มี เมื่อพิจารณาถึงการสูญหายของ

ปริมาณไนโตรเจนในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ จะเห็นได้ว่า ปุ๋ยเคมีที่เติมลงดินเพื่อเป็นแหล่งของไนโตรเจนมักอยู่ในรูปของสารประกอบไนเตรต ซึ่งสารประกอบไนเตรตนี้มีคุณสมบัติเป็นสารประกอบที่สามารถละลายน้ำได้ดีและมีประจุเป็นลบจึงไม่ถูกยึดเกาะโดยอนุภาคดิน (Armitage, 1974) ดังนั้นจึงถูกชะล้างไปจากดินได้ง่าย ด้วยเหตุนี้ปริมาณไนโตรเจนที่พืชสามารถใช้ประโยชน์ได้จากสารปรับปรุงคุณภาพดินจึงมีคุณสมบัติที่ดีกว่าปุ๋ยเคมี เนื่องจากเกิดจากการเปลี่ยนรูปหรือแปรสภาพโดยจุลินทรีย์และกระบวนการที่เกิดขึ้นเป็นไปอย่างช้าๆ ทำให้ปริมาณไนโตรเจนที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มีปริมาณที่เหมาะสมเป็นเวลานาน

2. ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available phosphorus)

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในสารปรับปรุงคุณภาพดินทั้ง 9 ชนิด (ตารางที่ 4.2) พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อย (0.56 เปอร์เซ็นต์) มีปริมาณสูงที่สุดเมื่อเทียบกับสารปรับปรุงคุณภาพดินชนิดอื่น แต่ก็เป็นปริมาณที่ใกล้เคียงกับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในปุ๋ยหมักจากแกลบ (0.55 เปอร์เซ็นต์) และในมูลไก่ (0.55 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือ ดินลำดวน (0.23 เปอร์เซ็นต์) ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน (0.22 เปอร์เซ็นต์) มูลโค (0.21 เปอร์เซ็นต์) และดินสีดา (0.20 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เท่ากับที่มีในปุ๋ยหมักจากกากและฟางถั่วเหลือง (0.20 เปอร์เซ็นต์) ส่วนปุ๋ยหมักจากกากอ้อยมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์น้อยที่สุด (0.02 เปอร์เซ็นต์) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในสารปรับปรุงคุณภาพดินทุกชนิดมีค่าอยู่ในช่วง 0.02-0.56 เปอร์เซ็นต์

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในสารปรับปรุงคุณภาพดินทั้ง 9 ชนิดกับเกณฑ์ของประเทศออสเตรียที่กำหนดปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำสุดที่ยอมรับได้ในปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนไว้คือ 0.04 เปอร์เซ็นต์ (Lutz, 1984) จะเห็นได้ว่า มีเพียงปุ๋ยหมักจากกากอ้อยเพียงชนิดเดียวเท่านั้นที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ส่วนสารปรับปรุงคุณภาพดินชนิดอื่นมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ และเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ต่ำสุดที่ยอมรับได้คือ 0.5 เปอร์เซ็นต์ สำหรับปุ๋ยหมักที่ทำจากวัสดุอินทรีย์ทั่วๆ ไป ที่กำหนดโดยโครงการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ กรมพัฒนาที่ดิน (ปรัชญา ธัญญาดี และคณะ, 2535) จะพบว่า มีเพียงปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อย ปุ๋ยหมักจากแกลบ และมูลไก่ เท่านั้น ที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ส่วนสารปรับปรุงคุณภาพดินชนิดอื่นมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ อย่างไรก็ตาม สารปรับปรุงคุณภาพดินที่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ก็ยังไม่สามารถบ่งชี้ได้ว่าปริมาณดังกล่าวพืชจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง ทั้งนี้เพราะมีปัจจัยหลายอย่างที่ควบคุมการละลายได้และการตรึงฟอสเฟต แต่อาจกล่าวได้ว่าสารปรับปรุงคุณภาพดินทั้ง 9 ชนิดมีศักยภาพในการที่จะให้ธาตุฟอสฟอรัสแก่พืชได้ในระดับหนึ่ง

จากการที่ปริมาณฟอสฟอรัสซึ่งจัดเป็นธาตุอาหารที่สำคัญของพืชนั้นยังไม่สามารถระบุได้ชัดว่ารูปใดที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ แต่เข้าใจว่าพืชน่าจะใช้ฟอสฟอรัสในรูปอิออนฟอสเฟตที่เป็น

monobasic orthophosphate ($H_2PO_4^-$) และ dibasic orthophosphate (HPO_4^{2-}) (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2535) และเมื่อฟอสเฟตถูกเติมลงในดิน พบว่ามีเพียง 10-25 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้นที่พืชสามารถดูดดึงได้ ปริมาณส่วนใหญ่คือ 75-90 เปอร์เซ็นต์ จะถูกตรึงให้อยู่รูปที่ละลายน้ำได้ยากหรืออยู่ในรูปที่ไม่ละลายน้ำ (Haseman, Brown and White, 1950) ดังนั้นจึงยากที่พืชจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยทั่วไปฟอสฟอรัสที่ถูกตรึงในดินจะอยู่ในรูปอนินทรีย์ฟอสฟอรัส ได้แก่ แคลเซียมฟอสเฟต อลูมินัมฟอสเฟต และเหล็กฟอสเฟต (Chang and Jackson, 1957) โดยสารประกอบฟอสฟอรัสในรูปแคลเซียมฟอสเฟตจะละลายออกมาเป็นอิออนอิสระได้ง่ายกว่าอลูมินัมฟอสเฟต และเหล็กฟอสเฟต ตามลำดับ (Sanchez, 1976) และ Knott (1950) พบว่า อินทรียวัตถุเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยให้ฟอสฟอรัสอิออน อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมากขึ้นเพราะเมื่อใส่อินทรียวัตถุลงไปในดิน จะเป็นการเพิ่มสารประกอบพวกซิเตรต (citrate) และออกซาเลต (oxalate) ซึ่งเป็นสารที่ช่วยป้องกันไม่ให้ฟอสเฟตอิออนถูกตรึงโดยเหล็กและอลูมินัมในดิน และเนื่องจากอินทรียวัตถุจะมีโครงสร้างเป็นอิออนที่มีประจุลบจำนวนมาก ดังนั้นจึงเข้าไปแย่งที่กับอิออนฟอสเฟตในการที่จะถูกดูดซับอยู่ที่ผิวของสารต่างๆ ในดินทำให้ฟอสเฟตถูกตรึงน้อยลง นอกจากนี้ในกระบวนการสลายตัวของอินทรียวัตถุโดยจุลินทรีย์จะก่อให้เกิดกรดอินทรีย์บางชนิด โดยเฉพาะพวก Hydroxy acid เช่น Tartaric Citric Malonic และ Malic acid และกรดเหล่านี้สามารถเกิดสภาพ chelation กับ Fe^{3+} และ Al^{3+} ได้ ดังนั้นจึงไปยับยั้งไม่ให้ Fe^{3+} และ Al^{3+} ทำปฏิกิริยากับอิออนฟอสเฟตจึงลดการตรึงฟอสเฟตในดิน ทำให้พืชสามารถนำไปใช้เป็นประโยชน์ได้มากขึ้น ด้วยเหตุนี้การใช้สารปรับปรุงคุณภาพดินซึ่งมีอินทรียวัตถุสูงจึงช่วยให้พืชสามารถนำฟอสเฟตมาใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่

3. ปริมาณโปตัสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable potassium)

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณโปตัสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในสารปรับปรุงคุณภาพดินแต่ละชนิดที่ทำการศึกษา (ตารางที่ 4.2) พบว่ามีปริมาณอยู่ในช่วง 0.07-1.32 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ปุ๋ยหมักจากกากอ้อยมีปริมาณโปตัสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงสุด (1.32 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือ มูลไก่ (0.78 เปอร์เซ็นต์) มูลโค (0.64 เปอร์เซ็นต์) ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน (0.25 เปอร์เซ็นต์) ปุ๋ยหมักจากแกลบ (0.24 เปอร์เซ็นต์) ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อย (0.16 เปอร์เซ็นต์) ดินลำดวน (0.10 เปอร์เซ็นต์) ดินสีดา (0.08 เปอร์เซ็นต์) และปุ๋ยหมักจากกากและฟางถั่วเหลือง (0.07 เปอร์เซ็นต์) เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของประเทศออสเตรียที่กำหนดปริมาณโปตัสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำสุดซึ่งยอมรับได้ในปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนไว้คือ 0.25 เปอร์เซ็นต์ (Lutz, 1984) พบว่า มีเพียงปุ๋ยหมักจากกากอ้อย มูลไก่ มูลโค และปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนเท่านั้นที่มีปริมาณโปตัสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้ดังกล่าว ปุ๋ยหมักจากแกลบมีปริมาณใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ส่วนปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อย ดินลำดวน ดินสีดา และปุ๋ยหมักจากกากและฟางถั่วเหลืองมีปริมาณต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ต่ำสุดที่ยอมรับได้ คือ 1.0 เปอร์เซ็นต์ สำหรับปุ๋ยหมักที่ทำจากวัสดุอินทรีย์ทั่วๆ ไป ซึ่งกำหนดโดยโครงการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ กรมพัฒนาที่ดิน (ปรัชญา ธัญญาดี และคณะ, 2535) จะพบว่า มีเพียงปุ๋ยหมักจากกากอ้อยชนิดเดียวเท่านั้นที่มีปริมาณโปตัสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ส่วนสารปรับปรุงคุณ

ภาพดินอีก 8 ชนิด มีปริมาณโปตัสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำกว่าเกณฑ์ดังกล่าว โดยทั่วไปแล้ว ในดินส่วนใหญ่มักไม่ขาดธาตุโปตัสเซียม ดังนั้นปริมาณโปตัสเซียมที่มีอยู่ในสารปรับปรุงคุณภาพดินทั้ง 9 ชนิด อาจถือได้ว่าเป็นแหล่งสำรองในการที่พืชจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ ทั้งนี้เพราะเมื่อนำสารปรับปรุงคุณภาพดินแต่ละชนิดใส่ลงไปในดิน ปริมาณโปตัสเซียมที่มีอยู่ในสารปรับปรุงคุณภาพดินเหล่านั้นจะถูกตรึงโดยแร่ดินเหนียวไว้บางส่วน โดยจะอยู่ในรูปแลกเปลี่ยนไม่ได้ (nonexchangeable K) ซึ่งพืชจะไม่สามารถนำเอาโปตัสเซียมไปใช้ได้ ทั้งนี้รูปของโปตัสเซียมที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้คือ โปตัสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K) และโปตัสเซียมอิออนที่ละลายอยู่ในสารละลายดิน (soil solution K) แต่อย่างไรก็ตาม โปตัสเซียมทั้ง 3 รูปจะอยู่ในระบบที่สมดุลย์กัน ดังนั้นถ้าพืชดูดดึงโปตัสเซียมอิออนจากสารละลายดินและโปตัสเซียมในรูปที่แลกเปลี่ยนได้ไปเป็นจำนวนมาก ก็จะทำให้โปตัสเซียมจาก nonexchangeable K ถูกปลดปล่อยออกมาเป็นโปตัสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้และโปตัสเซียมอิออนที่ละลายน้ำได้เพื่อที่จะรักษาสมดุลย์ไว้ และในทางตรงกันข้าม หากมีการเพิ่มปริมาณโปตัสเซียมลงไปในดิน ระดับของโปตัสเซียมอิออนที่ละลายได้และโปตัสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้จะสูงขึ้นทำให้ระบบเกิดการเสียสมดุลย์ ดังนั้นโปตัสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้บางส่วนจะถูกเปลี่ยนให้กลายเป็น nonexchangeable K กระบวนการดังกล่าวนับว่าเป็นผลดีกับพืชทั้งนี้เพราะโปตัสเซียมจะไม่สูญหายไปจากดินโดยการชะล้าง ทำให้ในดินโดยทั่วไปไม่ขาดธาตุโปตัสเซียม ซึ่งจะส่งผลให้พืชใช้ประโยชน์จากธาตุโปตัสเซียมได้อย่างเหมาะสมและเป็นระยะเวลานาน

หากพิจารณาในภาพรวมของปริมาณธาตุอาหารหลักที่มีอยู่ในสารปรับปรุงคุณภาพดินทั้ง 9 ชนิด จะเห็นได้ว่า ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปตัสเซียม ที่มีอยู่ในสารปรับปรุงคุณภาพดินดังกล่าว โดยส่วนใหญ่มีปริมาณค่อนข้างต่ำ อาจกล่าวได้ว่า สารปรับปรุงคุณภาพดินทุกชนิดมีศักยภาพในการที่จะให้ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปตัสเซียมแก่พืชได้ในระดับหนึ่ง อย่างไรก็ตาม การใช้ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และดินผสม ไม่ได้มุ่งหวังเพื่อเพิ่มธาตุปุ๋ย (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปตัสเซียม) แก่พืช แต่ใช้เพื่อเป็นวัสดุบำรุงดิน ทำให้ดินมีอินทรียวัตถุมากขึ้น ซึ่งอินทรียวัตถุดังกล่าวจะช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวะของดินให้ดีขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>ลักษณะสมบัติทางเคมีบางประการในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และดินผสม</u>

1. ปริมาณความชื้น

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของสารปรับปรุงคุณภาพดินทั้ง 9 ชนิดที่ทำการศึกษา (ตารางที่ 4.1) คือ ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน (25.28 เปอร์เซ็นต์) ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อย (34.12 เปอร์เซ็นต์) ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย (34.54 เปอร์เซ็นต์) ปุ๋ยหมักจากแกลบ (28.69 เปอร์เซ็นต์) ปุ๋ยหมักจากกากและฟางถั่วเหลือง (35.21 เปอร์เซ็นต์) มูลโค (28.24 เปอร์เซ็นต์) มูลไก่ (6.12 เปอร์เซ็นต์) ดินสีดา (25.59 เปอร์เซ็นต์) และดินลำดวน (32.67 เปอร์เซ็นต์) มีค่าอยู่ในช่วง 6-36 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของประเทศอิตาลีที่กำหนดปริมาณความชื้นสูงสุดในปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนไว้ไม่เกิน 45

เปอร์เซ็นต์ (Genevini et al., 1986) หรือเกณฑ์ของกลุ่มประชาคมยุโรปที่กำหนดปริมาณความชื้นสูงสุดที่ยอมรับได้ ตามเกรดของปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน โดยที่ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนที่มีความละเอียดมากจะมีปริมาณความชื้นสูงสุดน้อยกว่าปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนที่มีความหยาบมากขึ้น (De Bertoldi et al., 1990) มีรายละเอียดของปริมาณความชื้นสูงสุดที่ยอมรับได้ในปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนดังตารางที่ 5.3 สำหรับเกณฑ์ของประเทศไทย ตามที่โครงการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ กรมพัฒนาที่ดิน ได้กำหนดปริมาณความชื้นที่ยอมให้มีได้ในปุ๋ยหมักจากวัสดุอินทรีย์ทั่วๆ ไปไว้ไม่ควรมากกว่า 35-40 เปอร์เซ็นต์ (ปรัชญา ธัญญาดี และคณะ, 2534) และปริมาณความชื้นของสารปรับปรุงคุณภาพดินทั้ง 9 ชนิดที่ทำการศึกษาครั้งนี้ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับได้ ซึ่งปริมาณความชื้นในระดับดังกล่าวเป็นระดับความชื้นที่เหมาะสมสำหรับการเก็บรักษา การเคลื่อนย้ายและการขนส่ง (Lutz, 1984)

ตารางที่ 5.3 ปริมาณความชื้นสูงสุดที่ยอมรับได้ในสารปรับปรุงคุณภาพดินแต่ละเกรด ตามเกณฑ์ของกลุ่มประชาคมยุโรป

เกรด	ขนาดของตะแกรงร่อน (มิลลิเมตร)	ปริมาณความชื้นสูงสุด (เปอร์เซ็นต์)
ละเอียดมาก	8	30
ละเอียด	16	35
ปานกลาง	24	40
หยาบ	40	50

2. ความเป็นกรดเป็นด่าง (พีเอช)

จากผลการวิเคราะห์ค่าพีเอชในสารปรับปรุงคุณภาพดินทั้ง 9 ชนิด (ตารางที่ 4.1) คือ ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน (7.39) ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อย (7.73) ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย (8.56) ปุ๋ยหมักจากแกลบ (7.17) ปุ๋ยหมักจากกากและฟางถั่วเหลือง (7.42) มูลโค (8.63) มูลไก่ (7.55) ดินสีดา (6.66) และดินลำดวน (4.31) พบว่าสารปรับปรุงคุณภาพดินทั้ง 9 ชนิด มีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 4.31-8.63 และเมื่อนำค่าพีเอชของสารปรับปรุงคุณภาพดินแต่ละชนิดมาเปรียบเทียบกับระดับความเป็นกรดเป็นด่าง ดังตารางที่ 5.4 จะพบว่า ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อย ปุ๋ยหมักจากแกลบ ปุ๋ยหมักจากกากและฟางถั่วเหลือง และมูลไก่ มีค่าพีเอชเป็นด่างอ่อน ปุ๋ยหมักจากกากอ้อยและมูลโค มีค่าพีเอชเป็นด่างปานกลาง ส่วนดินสีดา และดินลำดวน มีค่าพีเอชเป็นกรดอ่อน และกรดรุนแรง ตามลำดับ แต่จากการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของค่าพีเอชในปุ๋ยหมักจากแกลบ ซึ่งมีค่าพีเอชเป็นด่างอ่อนกับดินสีดา ซึ่งมีค่าพีเอชเป็นกรดอ่อนนั้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และจากการกำหนดค่าพีเอชที่ยอมรับได้ในปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนของประเทศอิตาลี ได้กำหนดไว้อยู่ในช่วง 6.0-8.5 (Genevini et al., 1986) ประเทศออสเตรียกำหนดอยู่ในช่วง 7.0-8.5 (Lutz, 1984) เกณฑ์ของกลุ่มประชาคม

ยุโรปกำหนดอยู่ในช่วง 6.5-8.0 (De Bertoldi, 1990) สำหรับประเทศไทยทางโครงการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ กรมพัฒนาที่ดิน กำหนดค่าพีเอชของปุ๋ยหมักที่ทำจากวัสดุอินทรีย์ทั่วๆ ไป อยู่ในช่วง 6.0-7.5 (ปรัชญา ธัญญาดี และคณะ, 2535) ดังนั้นหากใช้เกณฑ์ที่กำหนดค่าพีเอชในปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนของประเทศต่างๆ หรือใช้เกณฑ์ที่กำหนดค่าพีเอชในปุ๋ยหมักของประเทศไทยมาเปรียบเทียบกับค่าพีเอชของสารปรับปรุงคุณภาพดินทั้ง 9 ชนิด จะพบว่า สารปรับปรุงคุณภาพดินทั้ง 9 ชนิดยกเว้น มูลโค และดินลำดวน มีค่าพีเอชอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ส่วนมูลโคมีค่าพีเอชสูงกว่าเกณฑ์ที่ยอมรับได้ และดินลำดวนมีค่าพีเอชต่ำกว่าเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แต่อย่างไรก็ตามพีเอชของมูลโคที่มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กับพีเอชของปุ๋ยหมักจากกากอ้อยซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

ตารางที่ 5.4 ระดับความรุนแรงของความเป็นกรดเป็นด่างเมื่อเทียบกับค่าพีเอช (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2535)

ค่าพีเอช	ระดับความรุนแรงของความเป็นกรดเป็นด่าง
<4	กรดรุนแรงที่สุด
4.0-5.0	กรดรุนแรง
5.0-6.0	กรดปานกลาง
6.0-7.0	กรดอ่อน
7.0-8.0	ด่างอ่อน
8.0-9.0	ด่างปานกลาง
9.0-10.0	ด่างรุนแรง
>10	ด่างรุนแรงที่สุด

เนื่องจากความเป็นกรดเป็นด่างไม่ใช่สิ่งสำคัญโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่ระดับความเป็นกรดเป็นด่างจะบ่งบอกความสามารถในการละลายได้ของธาตุอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งธาตุฟอสฟอรัส ตลอดจนจุลธาตุอาหารต่างๆ เช่น เหล็ก มังกานีส สังกะสี ฯลฯ สำหรับฟอสฟอรัสนั้นละลายน้ำได้มากที่สุดในช่วงพีเอช 6-7 ถ้าค่าพีเอชต่ำกว่านี้หรือสูงกว่านี้ ฟอสฟอรัสจะละลายออกมาน้อยมาก ทั้งนี้เพราะถูกตรึงด้วยเหล็ก อลูมินัมและมังกานีส เมื่อค่าพีเอชต่ำกว่า 6 และถูกตรึงด้วยแคลเซียมและแมกนีเซียม เมื่อค่าพีเอชสูงกว่า 7 (Genevini et al., 1986; ถวิล ครุฑกุล, 2531; คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2535) ซึ่งเมื่อนำค่าพีเอชมาหาความสัมพันธ์กับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์จะลดลงเมื่อค่าพีเอชสูงขึ้น แต่ความสัมพันธ์ที่ได้มีระดับความเชื่อมั่นต่ำกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับถวิล ครุฑกุล (2531) และคณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2535) ที่รายงานว่าค่าพีเอชสูง จะทำให้ฟอสฟอรัสละลายออกมาน้อย ส่วนจุลธาตุอาหารต่างๆ เช่น เหล็ก มังกานีส สังกะสี ละลายน้ำได้ดีที่

พีเอชต่ำ ซึ่งจะส่งผลต่อความเป็นประโยชน์ของโลหะหนักที่พืชสามารถดูดดึงได้ (Genevini et al., 1986; ถวิล ครุฑกุล, 2531; คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2535) จากเหตุผลดังกล่าวจึงอาจพิจารณาได้ว่าดินลำดวน ซึ่งมีค่าพีเอชเป็นกรดรุนแรง จะส่งเสริมให้เกิดการละลายของมังกานีสและสังกะสีมากขึ้น เมื่อมีการนำไปใช้ประโยชน์ในทางการเกษตร แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาปริมาณมังกานีสทั้งหมด (111.27 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และปริมาณมังกานีสที่พืชสามารถดูดดึงได้ที่สกัดด้วย H_2O (5.29 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) 1M KNO_3 (61.54 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) 0.005M DTPA (75.07 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และ 0.05M EDTA (81.86 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) พบว่ามีปริมาณมังกานีสต่ำกว่าเกณฑ์ของประเทศออสเตรียที่กำหนดให้มีได้ในปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน (1,200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (Lutz, 1984) หรือเมื่อพิจารณาปริมาณสังกะสีทั้งหมด (13.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และปริมาณสังกะสีที่พืชสามารถดูดดึงได้ที่สกัดด้วย H_2O (2.20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) 1M KNO_3 (1.66 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) 0.005M DTPA (4.74 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และ 0.05M EDTA (7.74 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) พบว่าสังกะสีมีปริมาณต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดให้มีได้ในปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนของทุกประเทศ ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 240-2,500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 5.1) นอกจากนี้หากพิจารณาถึงปริมาณสังกะสีที่สกัดด้วย H_2O ซึ่งเป็นปริมาณที่พืชสามารถดูดดึงได้ทันทีเปรียบเทียบกับปริมาณที่ยอมให้มีได้ในดินเพื่อการเกษตรของประเทศอังกฤษ เยอรมัน ฝรั่งเศส และเนเธอร์แลนด์ มีค่าเท่ากับ 280 300 300 และ 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในแต่ละประเทศ ตามลำดับ (Webber et al., 1984; Oosthoek and Vam, 1986 1987) จะพบว่า ปริมาณสังกะสีที่สกัดได้ด้วย H_2O มีปริมาณน้อยมาก เมื่อเทียบกับปริมาณที่ยอมให้มีได้ในดินเพื่อการเกษตร และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณมังกานีสที่สกัดด้วย H_2O กับเกณฑ์ที่ยอมให้มีได้ในดินเพื่อการเกษตรของประเทศอังกฤษที่กำหนดไว้เท่ากับ 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Bardos, Hadley and Kendle, 1992) พบว่า มีปริมาณน้อยมากเช่นกัน ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าการละลายของมังกานีสและสังกะสีอันเนื่องมาจากพีเอชต่ำในดินลำดวนจะไม่ทำให้เกิดความเป็นพิษต่อพืช

3. ปริมาณอินทรียวัตถุ

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุในสารปรับปรุงคุณภาพดินทั้ง 9 ชนิด (ตารางที่ 4.1) พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 11.35-40.24 เปอร์เซ็นต์ โดยมูลโคมีปริมาณอินทรียวัตถุสูงที่สุด (40.24 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือ ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน (37.65 เปอร์เซ็นต์) ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย (26.41 เปอร์เซ็นต์) มูลไก่ (24.50 เปอร์เซ็นต์) ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อย (24.40 เปอร์เซ็นต์) ปุ๋ยหมักจากแกลบ (21.41 เปอร์เซ็นต์) ปุ๋ยหมักจากกากและฟางถั่วเหลือง (15.31 เปอร์เซ็นต์) ดินสีดา (12.92 เปอร์เซ็นต์) และดินลำดวน (11.35 เปอร์เซ็นต์) และจากการกำหนดระดับของอินทรียวัตถุที่ยอมรับได้ในปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนของประเทศออสเตรียที่กำหนดว่าต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ (Lutz, 1984) จะพบว่าสารปรับปรุงคุณภาพดินทั้ง 9 ชนิด มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ยกเว้น ดินสีดา และดินลำดวน มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ หรือเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของประเทศไทย ที่ได้กำหนดเกี่ยวกับระดับของอินทรียวัตถุในปุ๋ยหมักไว้ โดยทางโครงการปรับปรุงบำรุงดินด้วย

อินทรียวัตถุ กรมพัฒนาที่ดิน กำหนดอยู่ในช่วง 25-50 เปอร์เซ็นต์ (ปรัชญา ธัญญาดี และคณะ, 2535) ก็พบว่า สารปรับปรุงคุณภาพดินทั้ง 9 ชนิด มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ยกเว้นดินสีดาและดินลำดวนอีกเช่นกัน แต่หากเปรียบเทียบกับระดับของอินทรียวัตถุที่ยอมรับได้ในปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชนของประเทศอิตาลีซึ่งกำหนดไว้ว่าจะต้องมีปริมาณไม่ต่ำกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ (Genevini et al., 1986) จะพบว่า มีเพียงมูลโคเท่านั้นที่มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในเกณฑ์ดังกล่าว อย่างไรก็ตาม เนื่องจากอินทรียวัตถุมีความสำคัญอย่างยิ่ง ในแง่ของการควบคุมหรือมีอิทธิพลต่อคุณสมบัติของดินทั้งสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และทางชีวะ ถึงแม้จะมีอยู่เป็นจำนวนน้อย แต่ก็มีอิทธิพลต่อคุณสมบัติของดินเป็นอย่างมาก (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2535) สำหรับบทบาทของอินทรียวัตถุที่มีต่อการปรับปรุงลักษณะสมบัติของดินทางกายภาพ ได้แก่ ทำให้ความหนาแน่นรวมของดินลดลง เพิ่มความพรุนและเพิ่มความเสถียรของการเกิดเม็ดดิน เพิ่มความอุ้มน้ำของดิน ลดการเกิดกษัยการของดิน เป็นต้น (Guidi and Hall, 1984; Hasit, ed., 1986; คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2535; ปรีดี รักษา, 2535) สำหรับบทบาทของอินทรียวัตถุในการปรับปรุงลักษณะสมบัติของดินทางเคมี มีสาเหตุจากการที่อินทรียวัตถุมีประจุลบเป็นจำนวนมาก จึงมีความสามารถในการดูดซับประจุบวกได้สูง ดังนั้นจึงสามารถดูดยึดประจุบวกต่างๆ โดยเฉพาะประจุบวกที่เป็นธาตุอาหารพืชไว้ได้ดี ทำให้การสูญเสียธาตุอาหารพืชในดินจากการชะล้างของน้ำลดลง (Hasit, ed., 1986) และจากการที่อินทรียวัตถุมีความสามารถในการดูดซับอิออนบวกได้สูง จึงมีผลทำให้ดินมีความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงของพีเอชได้ดี (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2535) ส่วนบทบาทของอินทรียวัตถุในการปรับปรุงลักษณะสมบัติของดินทางชีวภาพ เกิดขึ้นจากการที่อินทรียวัตถุเป็นอาหารของจุลินทรีย์ดิน ทำให้มีการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ เป็นผลให้กิจกรรมต่างๆ ของจุลินทรีย์ดิน เช่น การแปรสภาพของธาตุอาหารพืชในดินเกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ กิจกรรมการตรึงไนโตรเจนในดินเพิ่มขึ้น และลดความรุนแรงของโรคพืชที่เกิดจากไส้เดือนฝอย เป็นต้น (สมศักดิ์ วังใน, 2528; คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2535; ปรีดี รักษา, 535) ดังนั้นหากมีการนำสารปรับปรุงคุณภาพดินทั้ง 9 ชนิด ไปใช้ประโยชน์ในทางการเกษตรก็ถือได้ว่าเป็นการเติมอินทรียวัตถุให้แก่ดิน และอินทรียวัตถุจะส่งเสริมให้ดินมีคุณสมบัติในด้านต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้นดีขึ้น ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวไม่มีในปุ๋ยเคมี

4. อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจน

อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนในสารปรับปรุงคุณภาพดินทั้ง 9 ชนิดมีค่าอยู่ในช่วง 5-51 โดยที่ดินลำดวนมีอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนสูงสุด (50.32) รองลงมาคือ ดินสีดา (24.19) มูลโค (19.63) ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย (19.95) ปุ๋ยหมักจากแกลบ (17.40) ปุ๋ยหมักจากกากและฟางถั่วเหลือง (14.45) ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน (13.57) ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อย (8.35) และมูลไก่ (5.82) เมื่อพิจารณาอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนในสารปรับปรุงคุณภาพดินที่ผ่านกระบวนการหมัก ได้แก่ ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนอ้อย ปุ๋ยหมักจากกากอ้อย ปุ๋ยหมักจาก

แกลบ และปุ๋ยหมักจากกากและฟางถั่วเหลือง จะพบว่า มีอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนต่ำกว่า 20 ซึ่งสอดคล้องกับที่ Poincelot (1974), Golueke (1981) รวมทั้งปรัชญา ธัญญาดี และคณะ (2535) ได้แนะนำว่าวัสดุอินทรีย์ที่ผ่านกระบวนการหมักจนกลายเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์ต้องมีอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนต่ำกว่า 20 ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมในการย่อยสลายของอินทรย์วัตถุโดยจุลินทรีย์ นอกจากนี้ Kurihara (1978) ได้แนะนำว่า ปุ๋ยหมักจะมีคุณภาพดียิ่งขึ้นหากมีอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนต่ำกว่า 15 สำหรับมูลโคและมูลไก่ เมื่อพิจารณาค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนจะเห็นว่ามีค่าต่ำกว่า 20 เช่นเดียวกัน แสดงว่าอินทรียวัตถุในมูลโคและมูลไก่สามารถย่อยสลายต่อไปได้ดี ส่วนดินสีดาและดินลำดวนมีค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนสูงกว่า 20 ซึ่งจะสังเกตได้ว่าทั้งดินสีดาและดินลำดวนเป็นดินผสม โดยการนำวัสดุอินทรีย์ประเภทต่างๆ มาผสมกันโดยไม่ได้ผ่านกระบวนการหมัก จึงทำให้มีค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนค่อนข้างสูง อย่างไรก็ตาม คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2535) รายงานไว้ว่า อินทรียวัตถุที่มีอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนเท่ากับหรือต่ำกว่า 10 จุลินทรีย์ดินจะสามารถเปลี่ยนอินทรียสารไปเป็นอนินทรียสารได้ดี และขีดจำกัดสูงสุดสำหรับอินทรียวัตถุ ที่จะสามารถเกิดกระบวนการเปลี่ยนอินทรียสารไปเป็นอนินทรียสารโดยจุลินทรีย์คือ มีค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนไม่เกิน 30 ถ้าอัตราส่วนสูงกว่านี้ อัตราการสลายตัวของอินทรียวัตถุจะเป็นไปได้ช้าหรือเกิดการดูดดึงไนโตรเจนจากดินมาใช้ ซึ่งจะส่งผลให้พืชแสดงอาการขาดไนโตรเจนได้ ดังนั้นเมื่อพิจารณาอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนของสารปรับปรุงคุณภาพดินทั้ง 9 ชนิด ในด้านการเป็นอินทรียวัตถุจะพบว่า สารปรับปรุงคุณภาพดินทั้ง 9 ชนิด ยกเว้นดินลำดวน มีค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนต่ำกว่า 30 ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่อินทรียวัตถุสามารถสลายตัวได้ดี และไม่ก่อให้เกิดปัญหาการขาดแคลนไนโตรเจนในดิน ส่วนดินลำดวนซึ่งมีค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนมากกว่า 30 นั้น หากมีการนำไปใช้ในการปรับปรุงบำรุงดินอาจทำให้ดินขาดไนโตรเจนได้ในระยะหนึ่ง เนื่องจากจุลินทรีย์จะดึงไนโตรเจนจากดินมาใช้ในการย่อยสลายอินทรียวัตถุ แต่อย่างไรก็ตามสามารถแก้ไขได้โดยการเติมปุ๋ยไนโตรเจนลงไปในดินเพื่อทำให้อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจนแคบลง เป็นการป้องกันการดูดดึงไนโตรเจนจากดินของจุลินทรีย์เพื่อการย่อยสลายอินทรียวัตถุดังกล่าวได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย