คู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐ

การปรับปรุงบำรุงดิน ด้วยอินทรียวัตถุ

กลุ่มอินทรียวัตถุและวัสดุเหลือใช้
กองอนุรักษ์ดินและน้ำ
กรมพัฒนาที่ดิน
มกราคม 2545

คู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐ

การปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ

กลุ่มอินทรียวัตถุและวัสดุเหลือใช้
กองอนุรักษ์ดินและน้ำ
กรมพัฒนาที่ดิน

มกราคม 2545

คำนำ

เอกสารวิชาการฉบับนี้ ได้รวบรวมเอกสารวิชาการเกี่ยวกับการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุที่ดำเนินการโดยนักวิชาการของกลุ่มอินทรียวัตถุและวัสดุเหลือใช้ กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน ประกอบด้วยเนื้อหาสาระทางด้านความรู้เรื่องอินทรียวัตถุในดิน การผลิตปุ๋ยหมักแบบไร่นา ปัจจัยและจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลาย ประโยชน์ของปุ๋ยอินทรีย์ และการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ เช่น ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยคอก และการแปรสภาพสิ่งขับถ่ายของคนเป็นปุ๋ยอินทรีย์ นอกจากนี้ยังประกอบด้วยข้อมูลที่สำคัญอื่นๆ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงบำรุงดินที่มีสภาพไม่เหมาะสมต่อการเกษตร และบำรุงดินที่มีศักยภาพในการเกษตรกรรมให้สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างต่อเนื่องและยาวนานขึ้นเป็นแนวทางในการทำเกษตรกรรมแบบยั่งยืน การเพิ่มอินทรียวัตถุในดิน เป็นปัจจัยสำคัญอันหนึ่งในการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ และผลผลิตทางการเกษตรต่อหน่วยพื้นที่ให้สูงขึ้น เอกสารวิชาการฉบับนี้ จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อเผยแพร่ความรู้ทางวิชาการ ในด้านนี้ให้แก่เจ้าหน้าที่ของรัฐซึ่งมีส่วนเกี่ยวข้องต่อการถ่ายทอดความรู้ต่างๆ ให้แก่ผู้นำเกษตรและเกษตรกรต่อไป

คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า เอกสารวิชาการฉบับนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อนักวิชาการเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน เกษตรกร ตลอดจนผู้สนใจทั่วไป เพื่อนำไปปฏิบัติใช้ในการปรบปรุงบำรุงดิน และคณะผู้จัดทำ ต้องขอขอบคุณทุกๆ ท่านที่มีส่วนช่วยให้การจัดทำหนังสือเล่มนี้ สำเร็จลุล่วงไป ด้วยดีไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

คณะผู้จัดทำ

มกราคม 2545

สารบัญ

1. ความรู้เรื่องอินทรียวัตถุในดิน 1
2. การผลิตปุ๋ยหมักแบบไร่นา 14
3. การผลิตปุ๋ยหมักแบบอุตสาหกรรม 29
4. ปัจจัยที่ควบคุมอัตราการย่อยสลายในกองปุ๋ยหมัก 48
5. จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายและประโยชน์บางประการของการ กองปุ๋ยหมัก 58
6. ระดับธาตุอาหารพืชในปุ๋ยหมัก 68
7. การใช้ปุ๋ยหมักเพื่อการปรับปรุงบำรุงดิน 80
8. อินทรียวัตถุกับการควบคุมเชื้อโรคพืชบางชนิดในดินโดยชีววิธี 98
9. ปุ๋ยพืชสด 113
10. การใช้ประโยชน์มูลสัตว์ 129
11. การแปรสภาพสิ่งขับถ่ายของเสียของคนเป็นปุ๋ยอินทรีย์ 157
12. การไถกลบวัสดุ 175

อินทรียวัตถุในดิน

โดย
พิทยากร ลิ่มทอง

คำนำ

อินทรียวัตถุ หมายถึง สิ่งที่ได้จากการย่อยสลายสารอินทรีย์ ซึ่งกระบวนการย่อยสลายประกอบด้วยหลายขั้นตอนตั้งแต่อยู่ในรูปเดิม หรือเปลี่ยนแปลงแต่ยังจำรูปเดิมได้ จนถึงเปลี่ยนแปลงจากเดิมโดยสมบูรณ์ อาจกล่าวได้ว่าอินทรียวัตถุคือสิ่งที่ได้จากการย่อยสลายตัวของซากพืช ซากสัตว์ รวมถึงสิ่งขับถ่ายของมนุษย์และสัตว์ ขยะต่างๆ ไปจนถึงเซลล์ของจุลินทรีย์ ที่ตายแล้ว อินทรีย์วัตถุ เมื่อย่อยสลายต่อไปขั้นสุดท้ายจะได้ฮิวมัส ฮิวมัสเป็นสารที่เสถียร มีพื้นที่ผิวสัมผัสสูง สามารถดูดซับน้ำได้ดี มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูง นอกจากนี้อินทรียวัตถุเป็นองค์ประกอบหนึ่งในดินที่มีความสำคัญต่อการควบคุมสมบัติด้านต่างๆ ของดิน แต่ไม่ว่าเป็นสารอินทรียวัตถุ หรือฮิวมัสต่างก็มีประโยชน์ต่อดินและพืช

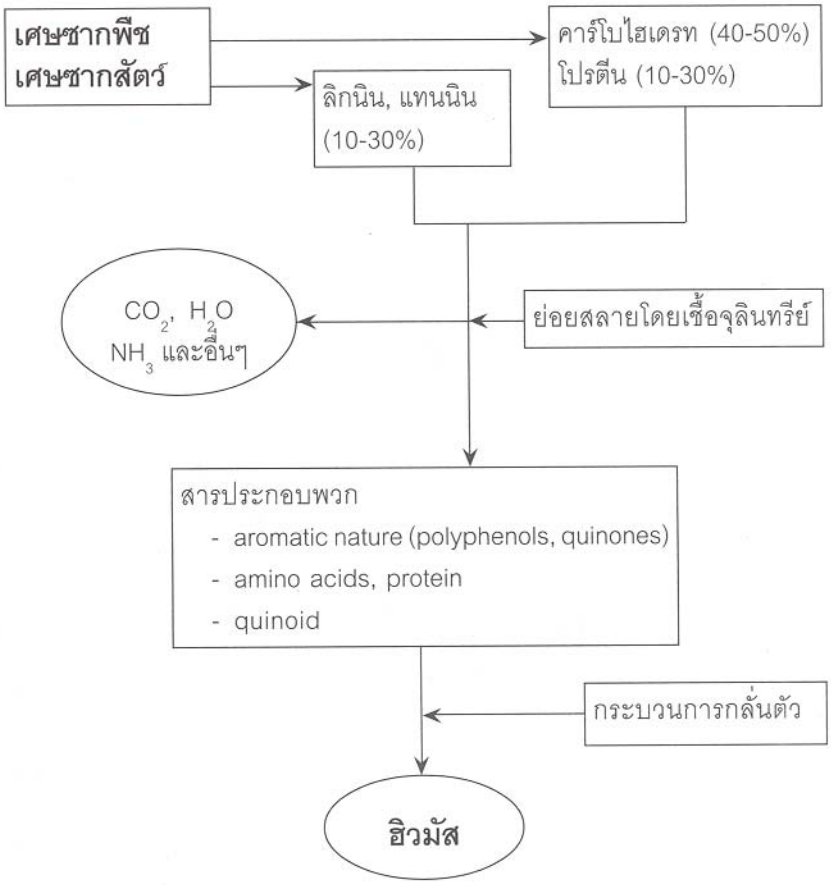
ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรายได้ส่วนใหญ่ของประเทศมาจากการเกษตร แต่ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของการเพาะปลูกพืชชนิดต่างๆ ยังอยู่ระดับต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากพื้นที่ที่ใช้ในการเพาะปลูกขาดความอุดมสมบูรณ์ พื้นที่บางแห่งอยู่ในสภาพเสื่อมโทรม และจากการสำรวจของกรมพัฒนาที่ดินพบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่ประมาณ 224.9 ล้านไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 70.13 ของพื้นที่ทั่วประเทศ และเมื่อพิจารณาถึงปริมาณอินทรียวัตถุในดินของประเทศไทย พบว่าพื้นที่ที่มีอินทรียวัตถุอยู่ต่ำกว่า 2% เป็นจำนวนสูงถึง 191 ล้านไร่ ประมาณร้อยละ 60 ของพื้นที่ทั้งประเทศและดินที่มีอินทรียวัตถุต่ำกว่า 1.5 % มีประมาณ 98.7 ล้านไร่ ภูมิอากาศของประเทศไทยอยู่ในเขตร้อน และอิทธิพลของลมมรสุม ซึ่งส่งเสริมให้อัตราการย่อยสลายอินทรียวัตถุในดินเกิดอย่างรวดเร็ว การทำการ

เกษตรติดต่อกันเป็นเวลานานโดยไม่ได้เพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดิน รวมถึงปัจจัยอื่นๆ ได้แก่สภาพพื้นดินที่มีความลาดเอียง การใช้ที่ดินไม่ถูกต้องตามหลักการอนุรักษ์ดิน การที่ดินมีหน้าดินตื้นและดินในบริเวณที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ดังนั้นการเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดินจึงเป็นแนวทางที่จะช่วยยกระดับปริมาณของอินทรียวัตถุให้เพิ่มขึ้น

ปริมาณอินทรียวัตถุในดินของภาคต่างๆ ของประเทศมีความแตกต่างกันไป แต่โดยส่วนใหญ่แล้วอาจจะกล่าวได้ว่าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคตะวันออก ดินส่วนใหญ่เป็นดินทราย ความอุดมสมบูรณ์ต่ำและปริมาณอินทรียวัตถุค่อนข้างต่ำ ในภาคกลางของประเทศส่วนใหญ่เป็นดินเหนียวที่เกิดจากการทับถมของตะกอนที่พัดพามากับน้ำ เป็นที่ราบลุ่มเหมาะสมสำหรับการปลูกข้าว พื้นที่ดินบริเวณนี้ใช้ในการเพาะปลูกข้าวติดต่อกันเป็นเวลานาน ทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลงเป็นลำดับ การเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุร่วมกับปุ๋ยเคมีมีแนวโน้มที่จะช่วยให้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้น สำหรับภาคเหนือของประเทศ เนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วมปนทราย ซึ่งมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ เนื่องจากภูมิประเทศเป็นที่ราบสูงและภูเขา ซึ่งมีความลาดเอียงของพื้นที่ รวมถึงการตัดไม้ทำลายป่า และการทำไร่เลื่อนลอยทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลงอย่างรวดเร็ว สำหรับภาคใต้ของประเทศพบว่าปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่ำเช่นกัน สาเหตุหลักเนื่องจากสภาพพื้นที่ไม่สม่ำเสมอมีความลาดเอียง มีปริมาณฝนตกมากทำให้เกิดการชะล้างและกัดเซาะโดยเฉพาะในบริเวณผิวหน้าดิน จากสาเหตุดังกล่าวเหล่านี้ทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่ำลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งมีผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินในระยะยาว

กระบวนการสลายตัวของอินทรียวัตถุในดิน

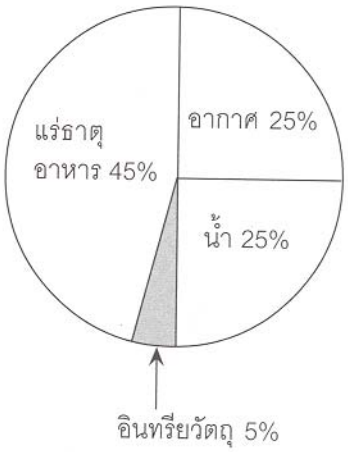
การย่อยสลายของอินทรียวัตถุในดินเกิดขึ้นโดยอาศัยจุลนทรีย์ดินเป็นตัวการสำคัญและจะเกิดได้อย่างรวดเร็วในสภาพที่มีอากาศโดยอาศัยจุลินทรีย์ จุลินทรีย์เป็นตัวการสำคัญในกระบวนการแปรสภาพอินทรียวัตถุ ผลที่ได้จากการสลายตัวของอินทรียวัตถุมักเป็นสารพวกออกไซด์ เช่น ไนเตรท (NO_3) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เป็นต้น ดังแสดงไว้ในแผนภาพต่อไปนี้



ที่มา : ภาควิชาปฐพีวิทยา (2541) สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กทม.

ความสำคัญของอินทรียวัตถุในดิน

โดยทั่วไปดินที่เหมาะสมในการปลูกพืชควรต้องมีองค์ประกอบหลักที่สำคัญอยู่ 4 ส่วน คือ แร่ธาตุอาหารพืช 45 % ส่วนของอากาศ 25 % ส่วนของน้ำ 25 % และส่วนของอินทรียวัตถุ 5 % ตามที่แสดงในภาพที่ 1 องค์ประกอบของอินทรียวัตถุมีความสำคัญต่อสมบัติด้านต่างๆของดิน เนื่องจากอินทรียวัตถุในดินจะเกี่ยวข้องกับสมบัติของดินทั้งทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ ซึ่งมีผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อการเจริญเติบโตของพืช



ภาพที่ 1 แสดงองค์ประกอบของดินที่เหมาะสมในการปลูกพืช

สำหรับประเทศที่อยู่ในเขตร้อน พื้นที่ทำการเกษตรกรรมจะมีปริมาณอินทรียวัตถุในดินค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้เนื่องมาจากสาเหตุหลายประการที่ทำให้อินทรียวัตถุถูกย่อยสลายอย่างรวดเร็ว คือสภาพดินฟ้าอากาศ เพราะประเทศไทยอยู่ในเขตร้อนและมรสุม อากาศร้อน และมีฝนตกชุกเป็นสภาพที่เหมาะสมกับการทำงานของเชื้อจุลินทรีย์ในดินการย่อยสลายอินทรียวัตถุ ปริมาณของอินทรียวัตถุในดินจึงลดลงอย่างรวดเร็ว การตัดไม้ทำลายป่าเพื่อนำพื้นที่ดินมาใช้ทางการเกษตร จนกระทั่งทำให้อินทรียวัตถุในผิวหน้าดิน ซึ่งเป็นปุ๋ยธรรมชาติที่เกิดจากการทับถมของใบไม้และใบหญ้าลดน้อยลงไปอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ การทำการเกษตรกรรมที่ขาดการปรับปรุงบำรุงดิน และการอนุรักษ์ดินและน้ำ เป็นสาเหตุที่สำคัญอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้หน้าดินที่อุดมสมบูรณ์ด้วยแร่ธาตุอาหารพืช และอินทรียวัตถุถูกน้ำชะล้างลงสู่แม่น้ำลำคลอง รวมทั้งเกษตรกร ใช้พื้นที่ทำการเพาะปลูกติดต่อกันมาโดยไม่มีการเพิ่มอินทรียวัตถุลงในดิน การไถพรวน และการเตรียมดินแต่ละครั้งก็เป็นการเร่งให้อินทรียวัตถุสลายตัวเร็วขึ้น

อย่างไรก็ตามสภาพของดินที่เกิดขึ้นมาจากหินทราย ซึ่งมีคุณลักษณะที่ขาดความอุดมสมบูรณ์โดยธรรมชาติอยู่แล้ว เมื่อสลายตัวเป็นดินก็ไม่เหมาะสม

ต่อการเพาะปลูกเท่าที่ควร เพราะดินขาดธาตุอาหารพืชและอินทรียวัตถุจากสถานการณ์ดังกล่าว ทำให้ดินที่ใช้ทำการเกษตรกรรมอยู่ในสภาพที่ค่อนข้างมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เมื่อดินทรายมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำไปกว่าปริมาณที่เหมาะสม แล้วเม็ดดินจะไม่สามารถเกาะตัวกันได้ดี เพราะขาดสารเชื่อมเม็ดดิน ทำให้การอุ้มน้ำของดินน้อยด้วย ซึ่งมีผลโดยตรงต่อระดับความชื้นของดิน เมื่อใช้ปุ๋ยเคมีลงในดินทรายก็จะมีโอกาสสูญเสียไปจากดินได้ง่ายกว่า ส่วนดินเหนียวที่ขาดอินทรียวัตถุ ดินก็จะเกิดแน่นทึบ ทำให้น้ำไม่สามารถผ่านช่องว่างของเม็ดดินได้ และไหลผ่านหน้าดินไปอย่างรวดเร็ว พาเอาแร่ธาตุอาหารพืชและปุ๋ยที่มีอยู่บริเวณผิวหน้าดินสูญหายไปกับน้ำ เมื่อดินแน่นทึบปริมาณอากาศในดินมีน้อย รากพืชไม่สามารถชอนไชไปหาอาหารบริเวณไกลได้ ในที่สุดก็จะเป็นผลกระทบกระเทือนต่อผลผลิตทางการเกษตร สำหรับการพิจารณาปริมาณอินทรียวัตถุในดิน กรมพัฒนาที่ดินได้กำหนดมาตรฐานของระดับอินทรียวัตถุในดินไว้ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระดับอินทรียวัตถุที่ใช้เป็นมาตรฐาน

ระดับ	อินทรียวัตถุ (%)
ต่ำมาก	<0.5
ต่ำ	0.5-1.0
ต่ำปานกลาง	>1.0-1.5
ปานกลาง	>1.5-2.5
สูงปานกลาง	>2.5-3.5
สูง	>3.5-4.5
สูงมาก	>4.5

ถ้าดินมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำถึงต่ำมาก คือต่ำกว่า 0.5 และ 0.5-1.0% ก็จำเป็นต้องเพิ่มอินทรียวัตถุลงไปจำนวนมาก ถ้าดินมีอินทรียวัตถุตั้งแต่ 1.0-2.0% ดินนั้นมีอินทรียวัตถุระดับปานกลาง ควรเพิ่มลงไปบ้าง ถ้าดินมีปริมาณอินทรียวัตถุค่อนข้างสูงประมาณ 2% ขึ้นไป หากไม่มีการเพิ่มอินทรียวัตถุลงไปก็จะต้องรักษาระดับนี้ไว้ตลอด ถ้าดินมีอินทรียวัตถุระดับ 3-5% ก็ไม่จำเป็นต้องเพิ่มลงไป

สำหรับการแพร่กระจายของปริมาณอินทรียวัตถุในดินของประเทศไทย ได้มีการสำรวจไว้โดยดินที่มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำกว่า 1.5% มีมากถึง 96.7 ล้านไร่ (หรือประมาณ 30.79%) ตามที่แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การแพร่กระจายของปริมาณอินทรียวัตถุระดับต่าง ๆ ของประเทศไทย

อินทรียวัตถุในดิน (%)	พื้นที่ (ไร่)	พื้นที่ (%)
<1.5	98,734,630	30.79
1.5-2.0	109,641,340	39.19
3.5-5.0	10,029,070	9.13
5.0-7.0	3,148,140	0.98

ที่มา : บุญนะ อานันทนะ (2532) กองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน

ประโยชน์ของอินทรียวัตถุในดิน

อินทรียวัตถุในดินมีความสำคัญอย่างยิ่งในแง่ของการควบคุม หรือมีอิทธิพลต่อสมบัติของดินทั้งสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของดิน อิทธิพลของอินทรียวัตถุในดินที่มีต่อสมบัติต่างๆ เหล่านี้พอสรุปเป็นข้อๆ ดังนี้คือ

1. สมบัติทางกายภาพของดิน

1.1 สีของดิน อินทรียวัตถุทำให้สีของดินเปลี่ยนแปลงเป็นสีน้ำตาลจนถึงดำ ทั้งนี้เนื่องจากฮิวมัสที่ได้จากการสลายตัวของอินทรียวัตถุมีสีน้ำตาลเข้ม และมีขนาดของอนุภาคละเอียดมีพื้นที่ผิวจำนวนมาก จึงสามารถคลุกเคล้ากับส่วนอื่นๆ ของดินได้ดีมาก โดยทั่วไปเมื่อดินมีสีดังกล่าวถือได้ว่าเป็นดินที่มีปริมาณอินทรียวัตถุสูง

1.2 อินทรียวัตถุช่วยส่งเสริมให้อนุภาคของดินจับตัวกันเป็นก้อน (aggregation) ทำให้ดินมีโครงสร้างที่ดีและร่วน มีอากาศถ่ายเทได้สะดวกและระบายน้ำได้ดี การที่ดินยึดตัวกันดีขึ้นจะช่วยให้ยากต่อการแตกแยกและถูกพัดพาเอาหน้าดิน ซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์ออกไป

1.3 ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน เนื่องจากอินทรียวัตถุมีพื้นที่ผิวมากจึงทำให้อุ้มน้ำได้เกิน 20 เท่าของน้ำหนักตัว จึงมีผลอย่างมากต่อการอุ้มน้ำในดิน การที่ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุสูงก็จะมีผลทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำของดินเพิ่มขึ้น ลักษณะดังกล่าวนี้จะเห็นได้ชัดเจน ในดินทรายที่มีการเพิ่มอินทรียวัตถุให้มากขึ้น ความชื้นในดินจะคงอยู่ได้นานกว่าการไม่ใส่อินทรียวัตถุ การจัดการดังกล่าวจะมีผลอย่างมากต่อความเป็นประโยชน์ของน้ำในดินที่พืชจะนำไปใช้ในการเจริญเติบโต

1.4 สามารถควบคุมการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิดินอย่างฉับพลัน จากการที่อินทรียวัตถุมีพื้นที่ผิวจำนวนมากจึงสามารถเก็บความร้อนไว้กับตัวมันได้มาก จึงเป็นฉนวนต่อความร้อนของแสงแดดไม่ให้กระทบกระเทือนต่อรากพืชมากเกินไป

2. สมบัติทางเคมีของดิน

2.1 เป็นธาตุอาหารพืชโดยตรง เนื่องจากอินทรียวัตถุได้จากการสลายตัวของซากพืช ซากสัตว์ ดังนั้นจึงมีธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองค่อนข้างครบถ้วนที่พืชจะใช้ในการเจริญเติบโตรวมถึงธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณน้อย ที่สำคัญ เช่น เหล็ก ทองแดง สังกะสี โมลิบดินั่ม และอื่นๆ ถึงแม้ธาตุอาหารจะมีปริมาณไม่มากเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี แต่ธาตุอาหารเหล่านี้จะค่อยๆ ปลดปล่อยให้เป็นประโยชน์ต่อพืชในระยะยาว

สำหรับการปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนเป็นธาตุหลักจากการสลายตัวของอินทรียวัตถุ อาจกล่าวได้ว่าธาตุไนโตรเจนมาจากอินทรียวัตถุในดินถึง 95% แต่จะถูกปลดปล่อยออกมาอย่างช้าๆ มาอยู่ในรูปของฮิวมัส หรืออินทรียวัตถุ ซึ่งปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมดนั้นเราทราบได้จากปริมาณอินทรียวัตถุที่มีอยู่ในดินดังตารางที่ 3 ดินบนมีความลึก 6 นิ้ว จะมีเนื้อดิน 312,000 กก. ต่อไร่ จะมีเพียง 2-5 % (หรือเฉลี่ย 4%) ของธาตุไนโตรเจนในอินทรียวัตถุที่จะปลอดปล่อยออกมา ในระหว่างฤดูกาลเพาะปลูก ฉะนั้นเมื่อดินมีอินทรียวัตถุ 0.5% จะมีธาตุไนโตรเจน 90 กก.ต่อไร่ แต่จะถูกปลดปล่อยออกมาเพียง 4% หรือเท่ากับ 3.6 กก. ไม่เพียงพอแก่การเจริญเติบโตของพืชจำเป็นต้องเพิ่มเติมลงไปอีก

ตารางที่ 3 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในอินทรียวัตถุระดับต่าง ๆ

อินทรียวัตถุในดิน (%)	ไนโตรเจนทั้งหมด (กก./ไร่)
0.5	90
1.0	180
2.0	360
3.0	540
4.0	720
5.0	900

นอกจากนี้อินทรียวัตถุยังปลดปล่อยธาตุอาหารพืชอื่นๆ เช่น ฟอสฟอรัส กำมะถัน และธาตุอาหารพืชเสริมออกมาอีกด้วย โดยปริมาณการปลดปล่อยขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของอินทรียวัตถุแต่ละชนิด แต่ในประเทศไทยอยู่ในเขตร้อนชื้น อากาศร้อนและฝนตกชุก ทำให้อินทรียวัตถุในดินสลายตัวอย่างรวดเร็ว จนทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินลดน้อยลงเป็นลำดับ ฉะนั้นการใส่อินทรียวัตถุลงในดินเพื่อเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุและธาตุอาหารจึงมีความจำเป็น และต้องใส่บ่อยครั้งกว่าประเทศที่อยู่ในเขตหนาวหรือเขตอบอุ่น

2.2 ช่วยให้ดินมีความสามารถดูดซับธาตุอาหารพืชได้สูง เนื่องจากอินทรียวัตถุมีพื้นผิวหน้าสัมผัสมากและมีประจุไฟฟ้าลบเป็นส่วนใหญ่ ฉะนั้นจึงมีความสามารถดูดซับประจุบวกไว้ได้มากกล่าวคือ มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) ได้สูงกว่าดินเหนียวชนิดอื่นๆ เนื่องจากอินทรียวัตถุที่สลายตัวดีแล้ว CEC สูงถึง 300 meq ต่อ 100 กรัมของฮิวมัส ซึ่งสูงกว่า CEC ของแร่ดินเหนียว ประมาณ 2-30 เท่า จึงเป็นแหล่งสะสมธาตุอาหารพืช ยึดเหนี่ยวธาตุอาหารไม่ให้ถูกน้ำชะล้าง เพราะธาตุอาหารจะถูกดูดซับไว้ ที่ผิวของอินทรียวัตถุ ซึ่งจะช่วยลดการสูญเสียธาตุอาหารพืชชนิดต่างๆ ไว้ได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะดินทรายอินทรียวัตถุจะช่วยเรื่องนี้ได้มากที่สุด และอินทรียวัตถุที่มีธาตุอาหารพืชในรูปของประจุบวกดังกล่าวที่ถูกดูดซับอยู่ก็จะค่อยๆ ปลดปล่อยประจุบวกเหล่านี้ออกมาให้พืชใช้ประโยชน์ได้ เป็นการช่วยให้ปุ๋ย

เคมีที่เราใส่ลงไปมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น กล่าวคือธาตุอาหารพืชละลายออกมาจากปุ๋ยเคมีบางส่วนที่ดูดนำไปใช้ไม่ทัน อินทรียวัตถุจะดูดซับเอาไว้มิให้สูญหายไปจากดิน นอกจากนี้อินทรียวัตถุยังมีพื้นที่ผิวต่อหน่วยค่อนข้างสูง เมื่อเทียบกับดินเหนียว ซึ่งแตกต่างจากดินทรายอย่างมาก ตามที่แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปริมาณพื้นที่ผิวหน้าของอินทรีย์วัตถุ เมื่อเปรียบเทียบกับดินชนิดต่าง ๆ

ชนิด	พื้นที่ ตร.ซม. / ดิน 1 กรัม
ดินทรายหยาบ	23
ดินทรายละเอียดปานกลาง	90
ดินทรายละเอียดมาก	230
ดินฝุ่น	450
ดินเหนียว	8,000,000
อินทรียวัตถุ	8,000,000

2.3 ช่วยเพิ่มความต้านทานการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (buffer capacity) เนื่องจากอินทรียวัตถุในดินมีประจุลบเป็นจำนวนมาก และมีความสามารถในการดูดซับไอออนบวกได้สูง จึงมีผลทำให้ดินที่มีอินทรียวัตถุสูงมีความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงของ pH ได้ดี ซึ่งอาจแสดงให้เห็นได้ง่ายๆ ดังนี้

$$\text{Adsorbed } H^+ \rightleftharpoons \text{Soil solution } H^+$$

(reserved acidity) (active acidity)

ปฏิกิริยานี้เป็น equilibrium reaction ฉะนั้นไม่ว่าจะมีการเพิ่มสารประกอบที่มีสมบัติเป็นกรดหรือด่างลงไปในดิน ปฏิกิริยาดังกล่าวนี้จะเกิดขึ้นทันทีเพื่อรักษา equilibrium โอกาสที่กรดหรือด่างจะสะสมอยู่ในสารละลายดินจึงมีน้อยมาก และเป็นเหตุให้ pH ของดินเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อยเท่านั้น

2.4 ช่วยลดความเป็นพิษของธาตุบางชนิด เช่น เหล็ก อลูมินั่มและแมงกานีสซึ่งมีอยู่มากในดินกรด โดยฮิวมัสจะรวมตัวกับธาตุเหล่านี้ทำให้เกิด

เป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่ความคงตัว (stable complex) เพราะฮิวมัสจะมี functional group คือ carboxylic acid, phenolic, alcohol และ enolic hydroxyls ธาตุที่เกิดการรวมตัวเป็นสารประกอบเชิงซ้อนโดยฮิวมัสจะอยู่ในรูปที่ไม่ละลายน้ำทำให้ความเป็นพิษของเหล็ก อลูมินั่ม และแมงกานีสลดน้อยลง

3. สมบัติทางชีวภาพของดิน

3.1 เป็นการเพิ่มแหล่งธาตุอาหารของจุลินทรีย์ดิน อินทรียวัตถุถือว่าเป็นแหล่งอาหารและแหล่งพลังงานที่สำคัญของจุลินทรีย์ โดยเฉพาะพวก heterotroph ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ประเภทที่มีปริมาณสูงที่สุดในดิน ดังนั้นอินทรียวัตถุ จึงมีผลทำให้ปริมาณและกิจกรรมเพิ่มมากขึ้นโดยเฉพาะกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในดิน รวมถึงกิจกรรมของจุลินทรีย์พวกไมโครไรซาที่บริเวณรากพืช นอกจากนี้การเจริญของเชื้อจุลินทรียทำให้เกิดกรดอินทรีย์หลายชนิด ซึ่งกรดอินทรีย์บางชนิดพืชสามารถนำไปใช้ได้โดยตรง และบางชนิดมีผลต่อการปลดปล่อยและเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชอีกทีหนึ่ง

3.2 ช่วยยับยั้งการเจริญและความสามารถในการก่อให้เกิดโรคพืชของเชื้อโรค ปัจจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งมีผลกระทบต่อเชื้อโรคพืชมีทั้งด้านกายภาพและเคมี เช่น อุณหภูมิ รังสี สภาวะที่ขาดออกซิเจน สารเคมีเป็นพิษ สำหรับการควบคุมทางชีวภาพนับเป็นปัจจัยหนึ่ง ดังนั้นการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ดินจะมีผลต่อการควบคุมหรือกำจัดจุลินทรีย์ก่อให้เกิดโรคได้ เช่น สารปฏิชีวนะที่ขับออกมาจากเชื้อจุลินทรีย์บางชนิด การเกิดการแข่งขันกันระหว่างจุลินทรีย์ดินกับจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคและการที่เชื้อจุลินทรีย์ดินเป็นศัตรูกับเชื้อโรคพืช เช่น เชื้อรา *Trichoderma viride* มีความสามารถที่จะเข้าทำลายผนังเซลล์ของสปอร์และเส้นใยของ *Helminthosporium sativum* ซึ่งเป็นสาเหตุโรคใบไหม้ของข้าวสาลี และการที่เชื้อแอคติโนมัยซีสพวก *Streptomyces sp.* บางชนิดสามารถสร้างสารปฏิชีวนะทำลายเชื้อรา *Collectotrichum sp.* ซึ่งทำให้เกิดโรคแอนแทรคโนสของพริก และจากรายงานการใส่ปุ๋ยหมักในดินพบว่ามีผลช่วยให้โรคต้นเน่าของข้าวโพดและโรคเน่าคอดินของถั่วเหลืองน้อยลง นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าอินทรียวัตถุมีผลต่อการควบคุม

ปริมาณไส้เดือนฝอยในดิน ลักษณะดังกล่าวนี้จะคล้ายคลึงกับการลดลงของเชื้อโรคพืชในดิน

การเพิ่มอินทรียวัตถุแก่ดิน

การเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดินสามารถจะดำเนินการได้หลายแนวทาง ได้หลายอย่างดังที่ได้กล่าวมาแล้ว แต่ข้อสำคัญคืออินทรียวัตถุแต่ละชนิดมีอัตราส่วนของสารประกอบคาร์บอนและไนโตรเจน (C/N ratio) แตกต่างกัน ซึ่งค่าของ C/N ratio ของอินทรียวัตถุนี้เป็นตัวควบคุมการเปลี่ยนแปลงของไนโตรเจนในดิน โดยควบคุมกระบวนการ เช่น กากอ้อย C/N ratio ประมาณ 140 นับว่ากว้างมากเมื่อไถกลบควรจะต้องปล่อยให้เกิดการย่อยสลายก่อนจึงจะปลูกพืชเศรษฐกิจตามได้ ดังนั้นวัสดุที่มี C/n ratio กว้างมาก จึงควรนำมาทำปุ๋ยหมักก่อน เพื่อให้เกิดการย่อยสลายจนกระทั่งเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์แล้วจึงนำไปใส่ลงในดิน ในกรณีนี้จะสามารถปลูกพืชเศรษฐกิจตามได้เลย โดยไม่เกิดกระบวนการ immobilization ในดิน โดยเชื้อจุลินทรีย์จะใช้อินทรีย์คาร์บอน ที่มีอยู่มากจากการใส่วัสดุเศษพืชลงในดิน และเชื้อจุลินทรีย์จะเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็ว ในขณะที่เชื้อจุลินทรีย์เพิ่ม จำนวนมากขึ้นก็จำเป็นต้องใช้ไนโตรเจน แต่เนื่องจากในวัสดุมีน้อย เชื้อจุลินทรีย์จึงดึงไนโตรเจนดินมาใช้ ทำให้ในช่วงดังกล่าวดินจะขาดไนโตรเจน และถ้ามีพืชเจริญเติบโตอยู่ จะพบว่าพืชจะแสดงอาการขาดไนโตรเจนอย่างเห็นได้ชัด โดยใบมีอาการเหลืองซีด ด้วยเหตุนี้ปุ๋ยหมักที่ย่อยสลายอย่างสมบูรณ์จะกำหนดให้มีค่า C/N ratio เท่ากับหรือต่ำกว่า 20 : 1 ซึ่งเมื่อใส่ลงในดินก็จะเกิดกระบวนการ mineralization ทำให้ธาตุอาหารพืชในปุ๋ยหมักปลดปล่อยมาเป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน อย่างไรก็ตามก็จัดการเศษพืชและอินทรียวัตถุชนิดต่างๆ รวมถึงปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอก ควรจำเป็นต้องพิจารณาถึงปัจจัยที่กล่าวนี้ด้วย ทั้งนี้เพื่อจะได้ปลูกพืชเศรษฐกิจได้อย่างเหมาะสม และถูกต้องตามเวลาความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชที่ปลดปล่อยสู่ดิน สำหรับการเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดิน สามารถจะทำได้โดยการนำวัสดุเหลือใช้จากภาคเกษตรมาใส่ลงในดิน ได้แก่การใช้เศษซากพืชคลุมดิน เมื่อย่อยสลายก็จะเป็นอินทรียวัตถุในดิน การไถกลบเศษซากพืชลงดิน ซึ่งเมื่อเกิดการย่อยสลายก็จะเป็นอินทรียวัตถุและแหล่งของธาตุอาหารในดิน การนำวัสดุเหลือใช้จากภาคเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตรมาทำปุ๋ยหมัก

และการใช้ปุ๋ยคอกใส่ลงในดิน ทั้งหมดเป็นแนวทางในการเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดิน ซึ่งดินในพื้นที่ทำการเกษตรจำเป็นอย่างมาก สำหรับเนื้อหาในเอกสารนี้จะเน้นในเรื่องของการผลิตและการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ เพื่อการปรับปรุงบำรุงดิน ซึ่งจะกล่าวโดยละเอียดในบทต่อๆ ไป

ตารางที่ 5 ค่า C/N ratio ของสารอินทรีย์ต่าง ๆ โดยประมาณ

ชนิดของสารประกอบ	ค่า C/N ratio
เซลส์จุลินทรีย์ดิน	5-15
อินทรีย์วัตถุในดิน	10-15
ปุ๋ยหมัก	20-25
ต้นข้าวโพด	40-70
ฟางข้าว	80-120
กากอ้อย	140-200
ขี้เลื่อย	200-300

การจัดการดินและพืชเพื่อเพิ่มอินทรียวัตถุในดิน

สำหรับปัญหาดินมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำตามที่กล่าวข้างต้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องหาแนวทางในการจัดการเพื่อเพิ่มอินทรียวัตถุในดิน ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 แนวทาง คือ

1. การจัดการดินที่มีอินทรียวัตถุต่ำ โดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ ได้แก่การผลิตและการใช้ปุ๋ยหมัก การใช้ปุ๋ยพืชสด และการใช้ปุ๋ยคอก การจัดการโดยวิธีดังกล่าวเหล่านี้ถือเป็นแนวทางที่ดีนอกจากนี้การไถกลบเศษวัสดุเหลือใช้หรือการจัดการวัสดุเหลือใช้ที่มีอยู่ในไร่นาให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยการใช้เป็นวัสดุคลุมดิน แนวทางเหล่านี้มีผลต่อการเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุให้แก่ดินด้วยเช่นกัน

2. การจัดการพืชเพื่อการปรับปรุงบำรุงดินที่มีอินทรียวัตถุต่ำ มีความสำคัญต่อการบำรุงรักษาและการเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดิน พื้นที่ทำการเกษตรกรรมบางบริเวณจำเป็นต้องใช้ประโยชน์เพื่อทำทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ ในขณะเดียว

กันเศษซากของหญ้าและเศษมูลสัตว์จะทับถมบนผิวดิน ซึ่งเป็นการช่วยเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดิน ถึงแม้ว่าจะไม่ได้ใช้พื้นที่เพาะปลูกพืชเศรษฐกิจก็ตาม นอกจากนี้การจัดระบบการปลูกพืชให้เหมาะสมก็จะมีส่วนช่วยรักษาและเพิ่มระดับอินทรียวัตถุในดินได้ เช่น ระบบการปลูกพืชหมุนเวียน การปลูกพืชแซม การปลูกพืชเป็นแถบ การปลูกพืชเหลื่อม การปลูกพืชระหว่างไม้ยืนต้น และการปลูกพืชคลุมดิน โดยเฉพาะการใช้พืชตระกูลถั่วคลุมดินเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ควรปฏิบัติ เนื่องจากพืชตระกูลถั่วสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ และยังเป็นแหล่งของอินทรียวัตถุอีกด้วย การใช้ระบบการปลูกพืชหลายชนิดในพื้นที่ทำการเกษตรกรรมเป็นการจัดการพืชที่จะช่วยปรับปรุงบำรุงดิน และการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ การใช้ระบบการปลูกพืชดังกล่าวมีอยู่หลายระบบ ดังนั้นการเลือกใช้ระบบการปลูกพืชให้เหมาะสมกับพื้นที่ ก็จะทำให้การเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน และปริมาณของอินทรียวัตถุในดิน

การผลิตปุ๋ยหมักแบบไร่นา

โดย
วรรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์
ฉวีวรรณ เหลืองวุฒิวิโรจน์

ปุ๋ยหมักเป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งซึ่งได้จากการนำชิ้นส่วนของพืชมาหมักในรูปของการกองซ้อนกันบนพื้นดินหรืออยู่ในหลุม เศษชิ้นส่วนของพืชที่นำมาหมักนั้นจะต้องผ่านกระบวนการย่อยสลาย จนแปรสภาพไปจากรูปเดิม โดยกิจกรรมจุลินทรีย์จนกระทั่งได้สารอินทรียวัตถุที่มีความคงทน ไม่มีกลิ่น มีสีน้ำตาลปนดำ และมีอัตราส่วนของสารประกอบคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำ เมื่อกระบวนการย่อยสลายเศษพืชและวัสดุเสร็จสมบูรณ์ก็จะได้ปุ๋ยหมักสำหรับใช้ในการปรับปรุงและบำรุงดิน

ดังนั้นเกษตรกรสามารถจะทำปุ๋ยหมักไว้ใช้ได้เองจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีอยู่ทั่วไปในไร่นา ส่วนใหญ่วัสดุเหลือใช้เหล่านี้เกษตรกรมักจะไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์มากนัก บางครั้งก็นำออกจากไร่นาหรือกำจัดโดยการเผาทิ้งซึ่งเท่ากับเป็นการทำลายธาตุอาหารที่พืชดูดจากดิน จึงเป็นสาเหตุประการหนึ่งที่ทำให้ธาตุอาหารของพืชในดินลดน้อยลง การทำปุ๋ยหมักจึงเป็นแนวทางที่จะได้ปุ๋ยอินทรีย์ไว้ใช้ในการปรับปรุงบำรุงดินเพื่อเพิ่มอินทรียวัตถุให้กับดิน ดังนั้นเกษตรกรจึงควรทราบถึงวิธีการทำปุ๋ยหมักเพื่อให้ได้ปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพสำหรับใช้ในการปรับปรุงคุณสมบัติของดิน ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

1.วัสดุที่ใช้ทำปุ๋ยหมัก

วัสดุที่ใช้ในการทำปุ๋ยหมักนั้นส่วนใหญ่มักจะเป็นวัสดุเหลือใช้ประเภทต่างๆ และมีปริมาณเหลือทิ้งในแต่ละปีสูงมาก ดังแสดงในตารางที่ 1 สามารถ จำแนกเป็นแหล่งใหญ่ดังนี้ คือ

1.1 วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ดังนั้นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรจึงมีอยู่ทั่วไปและหลายรูปแบบ จะเห็นได้ว่าพื้นที่ที่ใช้ในการปลูกข้าวจะมีอยู่สูงถึง 73 ล้านไร่ ในขณะที่เนื้อที่อีกประมาณ 47 ล้านไร่ ใช้ในการเพาะปลูกพืชอื่นๆ ดังนั้นฟางข้าวจึงน่าจะเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีปริมาณมากและเหมาะสมที่จะนำมาทำปุ๋ยหมัก นอกจากนั้นก็จะเป็นส่วนของลำต้น ใบและเปลือกของพืชชนิดอื่นๆ ที่สามารถนำมาทำปุ๋ยหมักได้ เช่น ต้นข้าวโพด ซังข้าวโพด ต้นและเปลือกถั่วชนิดต่างๆ และเศษต้นอ้อยเป็นต้น

1.2 วัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม ประเทศไทยจัดเป็นประเทศหนึ่งที่กำลังพัฒนาเพื่อเพิ่มผลผลิตทางด้านอุตสาหกรรมให้สอดคล้องกับผลผลิตทางด้านเกษตรกรรม โดยการแปรรูปผลผลิตเหล่านี้ให้เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป จึงก่อให้เกิดวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรมากมายหลายชนิด เช่น กากอ้อยจากโรงงานน้ำตาล แกลบจากโรงสีข้าว ขี้เลื่อยจากโรงเลื่อยเพื่อแปรรูปไม้ ขุยมะพร้าวจากโรงงานบางประเภท ไส้ปอและขุยไผ่จากโรงงานผลิตกระดาษ และเศษวัสดุเหลือใช้อื่นๆ จากโรงงานอุตสาหกรรมอาหารและผลไม้กระป๋องเป็นต้น อย่างไรก็ตามวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมที่นิยมใช้ในการผลิตปุ๋ยหมักระดับอุตสาหกรรม ได้แก่ กาก อ้อย เนื่องจากมีปริมาณมากกว่าวัสดุประเภทอื่นและคุณสมบัติต่างๆ เหมาะสมสำหรับกระบวนการผลิต นอกจากวัสดุเหลือใช้ที่เป็นของแข็งแล้วยังมีน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมบางชนิด ที่สามารถนำมาทำปุ๋ยหมักได้โดยใช้แทนน้ำในการรักษาระดับความชื้นในกองปุ๋ยหมักและยังเป็นแนวทางในการกำจัดน้ำทิ้งเหล่านี้ด้วย เช่น น้ำกากส่าจากโรงงานผลิตแอลกอฮอล์ น้ำทิ้งจากโรงงานผลิตผงชูรส *(พิทยากร, 2536)* น้ำทิ้งจากโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง และน้ำทิ้งจากโรงงานประกอบอาหารและผลไม้กระป๋อง เป็นต้น

1.3 วัสดุเหลือใช้จากบ้านเรือน ในเขตชุมชนที่มีประชากรอยู่รวมกันอย่างหนาแน่นมักจะมีปัญหาในด้านวัสดุเหลือใช้ซึ่งได้แก่ ขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากบ้านเรือน ซึ่งปัจจุบันประมาณกันว่าในแต่ละวันประเทศไทยมีขยะที่ต้องกำจัดทิ้งวันละ 33,000 ตัน โดยในเขตกรุงเทพมหานครมีปริมาณขยะประมาณวันละ 5,600 ตัน (ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ,

2539) และมีแนวโน้มว่าจะเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นแนวทางหนึ่งที่สามารถนำขยะเหล่านี้กลับมาใช้ประโยชน์คือ การนำมาทำปุ๋ยหมักซึ่งกรุงเทพมหานครได้นำแนวทางนี้ไป ใช้เพื่อผลิตปุ๋ยอินทรีย์แต่จะต้องทำการแยกวัสดุที่ปะปนออกก่อน เช่น เศษแก้ว เศษโลหะ และเศษพลาสติก ปัจจุบันกำลังการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ กทม.ไม่สามารถจะรองรับทันต่อปริมาณของขยะที่เพิ่มขึ้นทุกวัน จึงเหลือขยะอยู่มาก และเป็น ตัวการสำคัญที่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมและแหล่งก่อกำเนิดพาหะนำ โรคมาสู่คน ดังนั้นการทำปุ๋ยหมักโดยใช้เศษขยะจากครัวเรือน รวมทั้งใบไม้ เศษหญ้า และมูลสัตว์เลี้ยงมาเป็นวัสดุทำปุ๋ยหมักนั้น นอกจากจะได้ปุ๋ยหมักไว้ใช้ในครัวเรือนแล้วยังเป็นการช่วยลดมลภาวะอีกด้วย

1.4 วัชพืช นอกจากวัสดุเหลือใช้ทั้ง 3 ประเภทที่กล่าวแล้วข้างต้นยังมีวัชพืชประเภทต่างๆ ทั้งวัชพืชบกและวัชพืชน้ำหลายชนิดที่สามารถนำมาทำปุ๋ยหมักเช่น หญ้ายาง หญ้าดอกขาว ต้นกกชนิดต่างๆ สะเดาดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผักตบชวาที่เป็นปัญหาในการกำจัดอยู่ในขณะนี้ การนำผักตบชวามาทำปุ๋ยหมักจึงนับว่าเป็นแนวทางในการกำจัดที่ดี

2. ลักษณะของกองปุ๋ยหมัก

การกองปุ๋ยหมักสามารถกระทำได้หลายวิธีตั้งแต่ระดับชาวบ้านซึ่งไม่ต้องอาศัยอุปกรณ์มากนัก จนถึงระดับการผลิตขั้นอุตสาหกรรมที่มีเครื่องจักกลเข้ามาเกี่ยวข้องแต่ในสภาพของประเทศไทยวิธีการที่เหมาะสมคือ การใช้กรรมวิธีแบบง่ายๆ และไม่ต้องใช้อุปกรณ์มากนัก ซึ่งสามารถทำได้หลายแบบขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่และฐานะของเกษตรกรดังนี้คือ

2.1 การกองบนพื้น

นับว่าเป็นวิธีการที่ประหยัด โดยการนำเศษวัสดุมากองทำปุ๋ยหมักบนพื้นที่ราบ อาจจะเป็นพื้นดินธรรมดาหรือพื้นซีเมนต์แต่จะต้องมีพื้นที่เพียงพอในการกองปุ๋ยหมักและการปฏิบัติต่างๆ นอกจากการกองแบบธรรมดาแล้วอาจจะทำการกองปุ๋ยหมักในคอกไม้ ลักษณะของคอกไม้ควรใช้ไม้ตีเป็นแนวเส้นระยะห่างเพื่อช่วยในการถ่ายเทอากาศ และเพื่อสะดวกในการกลับกองปุ๋ยหมักควรกองเศษวัสดุเพียงครึ่งหนึ่งของคอกไม้ เมื่อถึงเวลากลับกองปุ๋ยหมักก็จะได้พลิกไปอีกด้านหนึ่งภายในคอกนั้น การกองในคอกข้อดีคือป้องกันสัตว์เลี้ยง

รบกวน และเป็นสัดส่วน ข้อเสียคือสิ้นเปลืองค่าสร้างคอก

การกองปุ๋ยหมักบนพื้นธรรมดา อาจจะทำกลางแจ้งหรือในโรงเรือน สำหรับข้อดีของการกองปุ๋ยหมักในโรงเรือนคือ น้ำระเหยออกจากกองปุ๋ยหมักน้อยกว่า ช่วยประหยัดการรดน้ำแก่กองปุ๋ยหมัก อีกประการหนึ่งคือคุณภาพของปุ๋ยหมักจะดีกว่า ธาตุอาหารบางชนิดไม่ได้สูญเสียไปเนื่องจากการชะล้างโดยฝน

2.2 การกองในหลุม

สำหรับการกองปุ๋ยหมักในหลุมจุดประสงค์เพื่อเป็นการช่วยรักษาความชื้นและสะดวกต่อการปฏิบัติ สถานที่ควรเป็นที่ดอนน้ำท่วมไม่ถึง ลักษณะของหลุมควรเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 2x4x1 หรือ 3x6x1 เมตร อาจจะทำเป็นหลุมดินธรรมดา หรือเป็นหลุมซีเมนต์อย่างถาวรขึ้นอยู่กับฐานะของเกษตรกรและสภาพพื้นที่ควรมีการระบายน้ำออกจากหลุมในกรณีที่มีน้ำมากเกินไป การกองวัสดุควรกองไว้ด้านใดด้านหนึ่งของหลุมประมาณครึ่งหนึ่งของความยาว เพื่อสะดวกในการกลับกองปุ๋ยหมัก จำนวนของหลุมในการทำปุ๋ยหมักขึ้นอยู่กับความต้องการ และปริมาณของเศษวัสดุที่มีอยู่อาจจะทำเป็น 2 หลุมติดกัน ควรมีระยะห่างประมาณ 50 ซม. กองวัสดุจนเต็มหลุม (เพียงหลุมใดหลุมหนึ่ง) ถึงเวลากลับกองทำการย้ายจากหลุมหนึ่งไปอีกหลุมหนึ่งทำเช่นนี้สลับกันไปจนกระทั่งเป็นปุ๋ยหมัก หรืออาจจะทำเป็น 4 หลุมเรียงติดกัน จุดประสงค์ของการทำหลุมแบบนี้เพื่อทยอยทำปุ๋ยหมักอย่างต่อเนื่อง กรณีเช่นนี้เหมาะสำหรับเกษตรกรที่มีวัสดุเศษพืชเป็นจำนวนมาก โดยในครั้งแรกกองในหลุมหนึ่ง แล้วกลับกองจากหลุมที่ 1 ไปยังหลุมที่ 2 3 และ 4 ตามลำดับ การกองปุ๋ยหมักในหลุมอาจจะกองกลางแจ้งหรือกองโรงเรือนขึ้นอยู่กับการเลือกทำของเกษตรกร

3.วิธีการกองปุ๋ยหมัก

โดยทั่วไปวิธีการกองปุ๋ยหมักไม่มีข้อกำหนดแน่นอน แต่จะขึ้นอยู่กับปัจจัยของวัสดุที่มีอยู่ได้แก่ วัสดุเศษพืช มูลสัตว์ ปุ๋ยไนโตรเจน และสารตัวเร่ง เป็นต้น ซึ่งวิธีการกองปุ๋ยหมัก สามารถเลือกปฏิบัติได้ตามความเหมาะสม แต่อย่างไรก็ตามสามารถแบ่งได้เป็น 5 วิธีการ ดังนี้คือ

3.1 การกองแบบใช้เศษพืชอย่างเดียว

เมื่อรวบรวมเศษพืชและนำมากองควรให้มีขนาดกว้างประมาณ 2-3 เมตร สูงประมาณ 1-1.5 เมตร ความยาวของกองไม่จำกัดขึ้นอยู่กับวัสดุที่มีอยู่ย่ำกองวัสดุให้แน่น ขณะเดียวกันรดน้ำให้ชุ่มโดยให้น้ำซึมไปทั่วทุกส่วนของเศษพืชเมื่อเศษพืชแน่นและชุมน้ำดีแล้ว นำดินทับไว้ที่ผิวด้านบนของกองปุ๋ยหมักให้หนาประมาณ 1-2 นิ้ว การกองปุ๋ยโดยวิธีนี้จะใช้เวลานานกว่าจะเป็นปุ๋ยหมัก เนื่องจากไม่มีการเติมปัจจัยที่ช่วยส่งเสริมกิจกรรมของเชื้อจุลินทรีย์ในการย่อยสลายเศษพืช เพียงแต่อาศัยความชื้นที่พอเหมาะและเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติ ดังนั้นวิธีการนี้จึงแนะนำให้ใช้ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงปิดทับด้านบนของกองปุ๋ยหมักเพื่อจะเป็นแหล่งของเชื้อจุลินทรีย์ และเป็นธาตุอาหารของเชื้อจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายด้วย (สมศักดิ์ และคณะ, 2528)

3.2 การกองโดยผสมมูลสัตว์

ในกรณีที่มีมูลสัตว์สามารถนำมาผสมในอัตราส่วนวัสดุเศษพืชต่อมูลสัตว์ 100 ต่อ 20 (โดยน้ำหนัก) ตามที่กล่าวมาแล้วว่าการกองปุ๋ยหมักไม่มีข้อกำหนดที่แน่นอน ดังนั้นในกรณีที่มีมูลสัตว์จำนวนมากๆ ก็อาจจะใช้ในปริมาณที่มากขึ้น ซึ่งจะเป็นผลดีต่อการย่อยสลายและคุณภาพของปุ๋ยหมักด้วย ในขั้นแรกควรนำเศษวัสดุมากองเป็นชั้นให้กว้างประมาณ 2-3 เมตร สูงประมาณ 30-40 ซม. ย่ำให้แน่นและรดน้ำให้ชุ่มนำมูลสัตว์โรยที่ผิวหน้าให้ทั่ว หลังจากนั้นนำวัสดุพืชกองทับอีกชั้นหนึ่งโดยปฏิบัติเหมือนการกองชั้นแรก และทำการกองปุ๋ยหมักประมาณ 3-4 ชั้น ผิวด้านบนของกองปุ๋ยหมัก ควรนำมูลสัตว์โรยให้ทั่ว โดยให้มีความหนาประมาณ 1-2 นิ้ว

3.3 การกองปุ๋ยหมักโดยผสมมูลสัตว์และปุ๋ยไนโตรเจน

สำหรับปุ๋ยไนโตรเจนอาจจะใช้ผสมลงในกองปุ๋ยหมักเพื่อเป็นแหล่งของไนโตรเจนให้แก่จุลินทรีย์ในการย่อยสลายเศษพืชให้รวดเร็วขึ้น (Gaur, 1980) ในขณะเดียวกันบางส่วนของแหล่งไนโตรเจนเหล่านี้ก็ยังคงอยู่ในกองปุ๋ยหมักซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของสารประกอบอนินทรีย์ และอินทรีย์เป็นการเพิ่มคุณภาพของปุ๋ยหมักอีกด้วยอัตราส่วนของปุ๋ยไนโตรเจนที่ใช้คือ 2.0 กก. ต่อเศษ

พืช 1 ตัน ดังนั้นส่วนผสมของกองปุ๋ยหมักวิธีนี้คือเศษพืช : มูลสัตว์ : ปุ๋ยไนโตรเจน เท่ากับ 100:20:0.2 ตามลำดับ วิธีการกองปุ๋ยหมักปฏิบัติเหมือนกับวิธีที่ 3.2 โดยทำการกองเศษพืชเป็นชั้นๆ เมื่อโรยมูลสัตว์ที่ผิวหน้าของเศษพืชเรียบร้อย แล้วจึงโรยปุ๋ยไนโตรเจนให้ทั่วบนชั้นของมูลสัตว์ แล้วจึงนำเศษพืชมากองในชั้นต่อไป การกองปุ๋ยหมักวิธีนี้จะช่วยลดระยะเวลาในการทำปุ๋ยหมักให้สั้นลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับเศษพืชที่มีอัตราส่วนของสารประกอบคาร์บอนต่อไนโตรเจนสูง

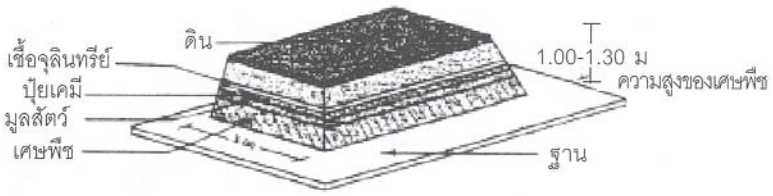
3.4 การกองปุ๋ยหมักโดยผสมสารเร่งประเภทจุลินทรีย์

วิธีการกองปุ๋ยหมักแบบนี้มีส่วนผสมเหมือนที่กล่าวในข้อ 3.3 แต่มีการใส่สารเร่งประเภทจุลินทรีย์ลงในกองปุ๋ยหมัก เพื่อลดระยะเวลาในการทำปุ๋ยหมักให้สั้นลงกล่าวคือ เมื่อโรยมูลสัตว์และปุ๋ยไนโตรเจนที่ผิวหน้าของเศษพืชแล้วจะราดสารละลายของสารเร่งให้ทั่วโดยทำการแบ่งใส่เป็นชั้นๆ หลังจากนั้นจึงนำเศษพืชมากองทับบนชั้นต่อไป ในกรณีที่เศษวัสดุในการกองปุ๋ยหมักเป็นชิ้นขนาดเล็ก เช่น ขี้เลื่อย แกลบ หรือขุยมะพร้าวอาจคลุกเคล้ามูลสัตว์ ปุ๋ยไนโตรเจน และสารเร่งให้เข้ากันอย่างสม่ำเสมอ โดยไม่ต้องกองเป็นชั้นๆ อย่างที่กล่าวข้างต้นตามที่แสดงในภาพที่ 1 การใช้สารเร่งในการทำปุ๋ยหมักตามวิธีการนี้มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องควบคุมสภาพแวดล้อมในกองปุ๋ยหมักให้เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ได้แก่ความชื้นในกองปุ๋ยหมักและการระบายอากาศให้มีออกซิเจนที่เพียงพอต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ (Suler และ Finstein, 1977) ซึ่งมีผลโดยตรงต่อกิจกรรมการย่อยสลายและเนื่องจากกระบวนการย่อยสลายนี้เกิดขึ้นจากเชื้อจุลินทรีย์หลายชนิดประกอบกัน ดังนั้นการใช้เชื้อจุลินทรีย์ที่เหมาะสมจะมีบทบาทอย่างยิ่งต่อการส่งเสริมให้อัตราการย่อยสลายเกิดในอัตราที่รวดเร็วมากยิ่งขึ้น (stuetzenberger, 1971) การกองวิธีนี้จะได้ปุ๋ยหมักใช้ได้อย่างรวดเร็วและทันฤดูกาลเพาะปลูกเหมาะสำหรับพื้นที่ที่มีปริมาณเศษพืชมาก มีระบบการชลประทานดี และมีการปลูกพืชหลายครั้งต่อปี

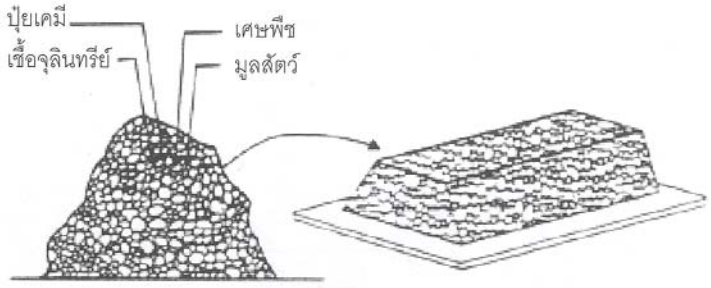
3.5 การกองปุ๋ยหมักโดยวิธีการต่อเชื้อ

การทำปุ๋ยหมักโดยวิธีนี้จะช่วยให้เกษตรกรสามารถทำปุ๋ยหมักได้

อย่างต่อเนื่องโดยไม่จำเป็นต้องใช้สารตัวเร่งทุกครั้ง เพราะสามารถนำปุ๋ยหมักที่ทำได้มาใช้แทนเป็นต้นตอเชื้อจุลินทรีย์สำหรับทำปุ๋ยหมักกองใหม่ต่อไป เนื่องจากจุลินทรีย์ในสารตัวเร่งยังคงมีชีวิตอยู่ในปุ๋ยหมักที่ทำได้ โดยใช้อัตราส่วนดังนี้ คือ วัสดุเศษพืช 1 ตัน ผสมกับปุ๋ยหมักที่เป็นแล้ว 200 กก.และปุ๋ยไนโตรเจน 2 กก. สำหรับวิธีการกองปุ๋ยหมักปฏิบัติเหมือนกับหัวข้อ 3.3 ตามที่แสดงในภาพที่ 2 โดยทำการกองเศษพืชเป็นชั้น กรณีที่เศษวัสดุเป็นชิ้นส่วนขนาดเล็กจะคลุกเคล้าเศษวัสดุกับปุ๋ยหมักโดยตรง การกองปุ๋ยหมักโดยวิธีนี้จะเป็นการประหยัดค่าใช้จ่าย และลดต้นทุนในการผลิตปุ๋ยหมักได้เป็นอย่างดี จากการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการเพิ่มจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมัก โดยวรรณสดาและคณะ (2527) พบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์จะเพิ่มจำนวนสูงสุดในช่วง 15 วันแรกของการกองปุ๋ยหมักฟางข้าวและขี้เลื่อย หลังจากนั้นปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ จึงค่อยๆลดลงเป็นลำดับ ดังนั้นการกองปุ๋ยหมักโดยวิธีการต่อเชื้ออาจจะใช้วัสดุจากกองปุ๋ยหมักที่ 15 วัน นำไปใช้เป็นต้นตอของเชื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากช่วงเวลาดังกล่าวเชื้อจุลินทรีย์มีปริมาณสูงสุด หรืออาจจะใช้ช่วงที่เป็นปุ๋ยหมักแล้วก็ได้ เนื่องจากในระยะดังกล่าวถึงแม้เชื้อจุลินทรีย์อาจจะน้อยกว่าที่ระยะเวลา 15 วัน แต่ก็มีปริมาณเชื้อมากเพียงพอที่จะใช้เป็นต้นตอเชื้อจุลินทรีย์ในการทำปุ๋ยหมักครั้งต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่อย่างไรก็ตามปุ๋ยหมักที่จะนำไปต่อเชื้อนี้จะต้องมีการดูแลและเก็บรักษาค่อนข้างดีคือต้องไม่ทิ้งตากแดดและลมโดยควรให้มีความชื้นอยู่ในระดับที่พอเหมาะต่อการดำรงชีพและการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมัก

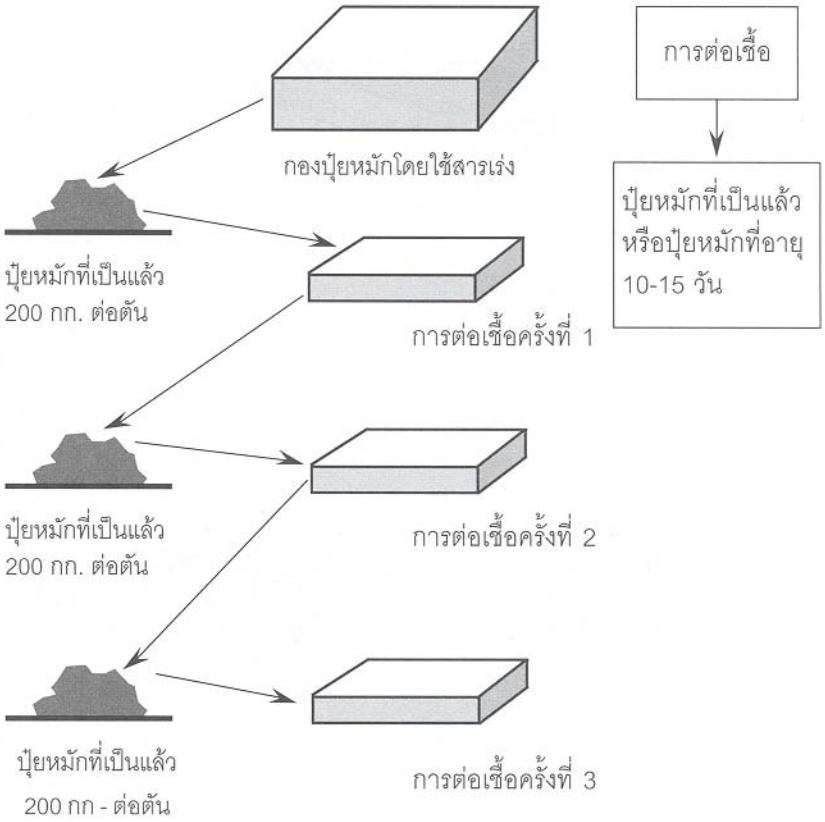


แบบใช้เศษพืชประเภทชิ้นส่วนใหญ่ ผสมมูลสัตว์ ปุ๋ยเคมี และเชื้อจุลินทรีย์



แบบใช้เศษพืชประเภทชิ้นส่วนเล็กๆ ผสมมูลสัตว์ ปุ๋ยเคมี และเชื้อจุลินทรีย์

ภาพที่ 1 : แสดงวิธีการกองปุ๋ยหมักแบบเป็นชั้น และแบบผสมคลุกเคล้ากนโดยใช้วัสดุชนิดต่างๆ



ภาพที่ 2 : แสดงวิธีการกองปุ๋ยหมักโดยวิธีการต่อเชื้อ

4. การปฏิบัติและการดูแลรักษา

สิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งหลังจากการกองปุ๋ยหมักคือการปฏิบัติและการดูแลรักษา จนกระทั่งกองเศษพืชนั้นเป็นปุ๋ยหมัก และสามารถนำไปใส่ในดิน การปฏิบัตินับว่าเป็นสิ่งจำเป็น ทั้งนี้เพราะเป็นการควบคุมให้สภาพภายในกองปุ๋ยเหมาะสมต่อการดำเนินกิจกรรมของเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการย่อยสลายเศษพืช ซึ่งมีการปฏิบัติดังนี้คือ

4.1 การรดน้ำกองปุ๋ยหมัก

การรดน้ำกองปุ๋ยหมักควรกระทำอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้ความชื้นภายในกองปุ๋ยหมักอยู่ในระดับที่เหมาะสม คือประมาณ 50-60% โดยน้ำหนัก (Suler และ Finstein, 1977) ในทางปฏิบัติอาจจะสังเกตโดยไม่แห้งหรือแฉะเกินไป การตรวจสอบอย่าง่ายคือการสอดมือเข้าไปในกองปุ๋ยหมักให้ลึกและหยิบวัสดุภายในกองปุ๋ยมาบีบดู ถ้าความชื้นน้อยเกินไปจะทำให้กระบวนการย่อยสลายเกิดขึ้นได้ช้าจึงควรรดน้ำกองปุ๋ยหมัก แต่ถ้ากองปุ๋ยหมักมีความชื้นมากเกินไปจะมีผลต่อการระบายอากาศภายในกองปุ๋ยหมักทำให้เกิดสภาพการขาดออกซิเจนกระบวนการย่อยสลายเกิดขึ้นได้ช้าเช่นกัน (Zadrazil และ Brunnert, 1981) ดังนั้นการรดน้ำกองปุ๋ยหมักเป็นการปฏิบัติที่จะต้องทำอย่างสม่ำเสมอจนกระทั่งเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์ ในกรณีที่กองปุ๋ยหมักกลางแจ้งกองปุ๋ยจะได้รับความร้อนโดยตรงจากแสงแดด ทำให้น้ำระเหยออกจากกองปุ๋ยหมักเร็วกว่าในโรงเรือน จึงต้องมีการรดน้ำเพื่อรักษาความชื้นภายในกองปุ๋ยหมักให้เหมาะสม หรืออาจจะใช้วัสดุบางประเภทปิดคลุมบนกองปุ๋ยหมักเพื่อลดการระเหยของน้ำเช่นเศษพืช ใบทางมะพร้าวแห้ง หรือพลาสติก เป็นต้น

4.2 การกลับกองปุ๋ยหมัก

การกลับกองปุ๋ยหมักควรปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอเช่นกัน เพื่อเป็นการระบายอากาศและช่วยให้วัสดุคลุกเคล้าเข้ากัน ตลอดจนช่วยลดปริมาณความร้อนภายในกองปุ๋ยอีกด้วย การระบายอากาศในกองปุ๋ยหมักเป็นสิ่งจำเป็นเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์นี้เป็นพวกที่ต้องการอากาศและเกี่ยวข้องกับกระบวนการย่อยสลายจะใช้ออกซิเจนในระบบการสร้างพลังงาน (Bertoldi และคณะ, 1982) สำหรับระยะเวลาในการกลับปุ๋ยหมักนั้นควรปฏิบัติประมาณ 7-10 วันต่อครั้ง เพื่อให้กิจกรรมของจุลินทรีย์ดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง

4.3 การเก็บรักษากองปุ๋ยหมักที่เสร็จแล้ว

เมื่อปุ๋ยหมักเสร็จสมบูรณ์เรียบร้อยแล้วถ้ายังไม่ได้นำไปใช้ทันทีควรนำปุ๋ยหมักที่ได้ไปเก็บไว้ในโรงเรือนหรือสถานที่กำบังแดดและฝน การที่ปล่อยให้ปุ๋ยหมักตากแดดและฝนจะทำให้ธาตุอาหารพืชในปุ๋ยหมักสูญเสียไปจากกองปุ๋ยหมักได้

5. หลักในการพิจารณาปุ๋ยหมักที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว

โดยทั่วไปมักจะมีปัญหาอยู่เสมอว่าวัสดุเหลือใช้ที่นำมากองทำปุ๋ยหมักนั้นเสร็จสมบูรณ์พร้อมที่จะใส่ลงในดินแล้วหรือยัง ข้อกำหนดในการที่จะบ่งบอกว่าเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์คือค่าอัตราส่วนสารประกอบของคาร์บอนต่อไนโตรเจนของวัสดุควรมีค่าเท่ากับหรือต่ำกว่า 20:1 ซึ่งค่าของอัตราส่วนสารประกอบของคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่ระดับดังกล่าว เมื่อนำปุ๋ยหมักใส่ลงในดินแล้วจะไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อพืช (Bertoldi และคณะ 1983) สำหรับหลักเกณฑ์ในการพิจารณาปุ๋ยหมักที่มีการย่อยสลายที่สมบูรณ์และสะดวกต่อการปฏิบัติในภาคสนามมีดังนี้คือ (FAO 1987, Cosico 1985)

5.1 สีของวัสดุเศษพืช หลังจากเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์จะมีสีน้ำตาลเข้มจนถึงสีดำ โดยปกติเมื่อใช้เศษพืชในการทำปุ๋ยหมักจะเห็นความแตกต่างของสีอย่างชัดเจน

5.2 ลักษณะของวัสดุเศษพืช ที่เป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์จะมีลักษณะอ่อนนุ่ม ยุ่ย และขาดออกจากกันได้ง่ายไม่แข็งกระด้างเหมือนวัสดุเริ่มแรก

5.3 กลิ่นของวัสดุปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์ จะไม่มีกลิ่นเหม็นในกรณีที่มีกลิ่นเหม็นหรือกลิ่นฉุนแสดงว่ากระบวนการย่อยสลายภายในกองปุ๋ยยังไม่สมบูรณ์

5.4 ความร้อนในกองปุ๋ย หลังจากกองปุ๋ยหมักประมาณ 2-3 วัน อุณหภูมิภายในกองปุ๋ยจะสูงประมาณ 50-60 องศาเซลเซียส อุณหภูมิจะสูงอยู่ในระดับนี้ระยะหนึ่งแล้วจึงค่อยๆ ลดลงจนกระทั่งใกล้เคียงกับอุณหภูมิภายนอกกองปุ๋ยจึงถือว่าเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์ แต่ควรพิจารณาปัจจัยอื่นประกอบด้วย เพราะในกรณีที่มีความชื้นน้อย หรือมากเกินไปอาจจะทำให้ระดับอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักลดลงได้เช่นกัน

5.5 *ลักษณะพืชที่เจริญบนกองปุ๋ยหมัก* เมื่อกองปุ๋ยหมักเกือบใช้ได้แล้วบางครั้งอาจมีพืชเจริญบนกองปุ๋ยหมักได้ แสดงว่าปุ๋ยหมักดังกล่าวนำไปใส่ในดิน โดยไม่เป็นอันตรายต่อพืช

5.6 การวิเคราะห์ทางเคมีในการที่จะบอกได้อย่างแน่ชัดว่าเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์ควรเก็บตัวอย่างวัสดุที่ทำปุ๋ยหมักมาวิเคราะห์ทางเคมี เพื่อหาอัตราส่วนของสารประกอบคาร์บอนต่อไนโตรเจน ซึ่งค่าของอัตราส่วนดังกล่าว

ควรเท่ากับหรือต่ำกว่า 20:1 อย่างไรก็ตามในการปฏิบัติภาคสนามมักจะไม่พิจารณาในข้อกำหนดนี้ยกเว้นกรณีที่จะมีการพิจารณาที่ต้องการความถูกต้องหรือกรณีของงานวิจัยเพื่อเปรียบเทียบ เป็นต้น

6. คุณภาพและมาตรฐานที่ดีของปุ๋ยหมัก

ปุ๋ยหมักที่ทำจากวัสดุเหลือใช้ต่างๆ จะมีคุณสมบัติบางประการแตกต่างกัน ดังนั้นทางกลุ่มอินทรียวัตถุและวัสดุเหลือใช้ กรมพัฒนาที่ดิน จึงได้กำหนดคุณภาพ และมาตรฐานเป็นแนวทางพอที่จะยึดเป็นหลักเกณฑ์ของปุ๋ยหมักที่ดี และเมื่อใส่ลงในดินแล้วไม่ทำให้พืชเป็นอันตราย ซึ่งอาจจะพิจารณาได้ดังนี้ คือ

6.1 อัตราส่วนสารประกอบคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ไม่มากกว่า 20:1

6.2 เกรดปุ๋ยไม่ควรต่ำกว่า 0.5-0.5-1.0 (% ของ N, P_2O_5, K_2O ตามลำดับ)

6.3 ความชื้นของปุ๋ยหมักไม่ควรมากกว่า 35-40% (โดยน้ำหนัก)

6.4 ปริมาณอินทรียวัตถุประมาณ 25-50% (โดยน้ำหนัก)

6.5 ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ประมาณ 6.0-7.5

6.6 ไม่ควรมีวัสดุเจือปนอื่นๆ

ตารางที่ 1 : ชนิดและปริมาณของวัสดุเหลือใช้ชนิดต่างๆ

ชนิดของวัสดุ	ปริมาณ (ล้านตัน/ปี)
1. วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร	
ฟางข้าว	25.45
เศษต้นข้าวโพด	7.83
เศษข้าวฟ่าง	0.92
เศษต้นถั่วเหลือง, ถั่วลิสง, ถั่วเขียว	2.23
2. วัสดุเหลือใช้ทางอุตสาหกรรม	
กากอ้อย	13.53
ขี้เลื่อย	1.44
แกลบ	3.16
ซังข้าวโพด	1.26
มันสำปะหลัง	4.50
3. วัสดุเหลือใช้จากบ้านเรือน	
ขยะมูลฝอย	12.05
4. วัชพืช	
ผักตบชวา	1.00
รวมปริมาณวัสดุเหลือใช้ต่าง ๆ	72.45

เอกสารอ้างอิง

ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ 2539 การจัดการขยะชุมชน ข่าวชมรมเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมเพื่อธุรกิจ 2(2):3

สมศักดิ์ วังใน ปรัชญา ธัญญาดี และพิทยากร ลิ่มทอง 2528 การศึกษาและวิเคราะห์สถานภาพและความต้องการในงานวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับเชื้อปุ๋ยหมัก ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน กรุงเทพฯ 22หน้า

พิทยากร ลิ่มทอง 2536 การศึกษาวิเคราะห์สถานภาพและศักยภาพการผลิตปุ๋ยหมักระดับอุตสาหกรรมจากวัสดุเหลือใช้บางชนิดในประเทศไทย กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน 81 หน้า

วรรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์ ปรีดี ดีรักษา เสียงแจ่ว พิริยพฤนต์ และอำนวย อุบลทิพย์ 2527 การผลิตปุ๋ยหมักจากเศษพืชชนิดต่างๆ โดยใช้สารตัวเร่ง บี-2 รายงานวิชาการประจำปี 2527 กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ หน้า 291-301

Bertoldi, M.,G. Vallini and A. pera. 1983. The biology of composting : A review. Waste Manage and Res. 1:157-176.

Bertoldi, M.,G. Vallini, A. pera and F.Zocconi,. 1982. Comparison of three window compost systems. Biocycle. 23Z2):45-50.

Cosico, W.C.1985. Organic Fertilizers : Their nature, properties and use. A Publication of the Farming Systems and Soil Resources Institute, University of the Philippines at Los Banos, Laguna. Philippines. 136p.

FAO. 1987. Soil management : compost production and use in tropical and substropical environments. FAO Soils Bulletin 56. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 177 p.

Gaur, A.C.1980. Fundamentals of composting. Compost Technol. Project field document. 13:7-14.

Stuetzenberger, F.J.1971. Cellulase production by *Thermomonospora curvata* isolated from municipal solid waste compost. Appl. Microbiol. 22(2):147-152.

Suler, DJ.and M.S.Finstein. 1977. Effect of temperature aeration and moisture on CO_2 formation on bench-scale, continuously thermophilic composting of solid waste. Appl. Environ. Microbiol. 33(2):345-350.

Zadrazil, F.and H. Brunnert. 1981. Investigation of physical parameters important for the solid state fermentation of straw by white rot fungi. Eur. J. Appl. Microbiol. Birotecnol. 11:183-188.

การผลิตปุ๋ยหมักแบบอุตสาหกรรม

โดย
ฉวีวรรณ เหลืองวุฒิวิโรจน์
พิทยากร ลิ่มทอง

คำนำ

ในระยะแรกของการผลิตปุ๋ยหมักเป็นอุตสาหกรรมในประเทศไทย มีโรงงานผลิตปุ๋ยหมักของเทศบาลกรุงเทพฯ ซึ่งตั้งอยู่ที่ถนนดินแดง เขตพญาไท เพียงแห่งเดียวเท่านั้น และขณะนี้ได้ย้ายไปอยู่ที่เขตหนองแขม กทม. ต่อมาได้มีการผลิตปุ๋ยหมักเป็นอุตสาหกรรมของภาคเอกชนเกิดขึ้นแต่มีจำนวนไม่มากนัก การผลิตปุ๋ยหมักเป็นอุตสาหกรรมได้เกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก ในระยะที่ทางรัฐบาลได้เริ่มโครงการปุ๋ยหมักของกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เมื่อปี 2524 เป็นต้นมา จนกระทั่งปัจจุบันนี้มีผู้ผลิตปุ๋ยหมักเป็นอุตสาหกรรม ขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็กภายในประเทศไม่น้อยกว่า 20 ราย ซึ่งตั้งอยู่ตามภาคต่างๆของประเทศไทย

การผลิตปุ๋ยหมักเป็นอุตสาหกรรมนั้นนับว่าก่อให้เกิดประโยชน์หลายประการต่อรัฐบาล เกษตรกร เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อมของประเทศเป็นอย่างยิ่ง กล่าวคือได้เสริมให้ทางรัฐบาลในส่วนที่รัฐบาลไม่ได้เข้าไปดำเนินการ ส่วนเกษตรกรที่จะได้รับก็คือเกษตรกรที่ประกอบอาชีพในด้านทำสวนผลไม้ สวนผัก ไม้ดอก ไม้ประดับ ซึ่งไม่มีวัสดุทำปุ๋ยหมัก ถ้ามีก็มีจำนวนน้อยไม่เพียงพอ แต่มีความจำเป็นต้องใช้อยู่เป็นประจำก็ได้มีโอกาสหาซื้อไว้ใช้ได้

ส่วนด้านสิ่งแวดล้อมนั้นเป็นการใช้วัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น สาเหล้าจากโรงงานสุราที่เป็นปัญหาทำให้แม่น้ำลำคลองเกิดเน่าเสีย น้ำเหลือใช้จากโรงงานต่างๆ มูลสัตว์เลี้ยงที่ไหลลงแม่น้ำลำคลอง หรือกากอ้อย และเศษพืชที่ต้องเผาทิ้งก่อให้เกิดมลภาวะเป็นพิษ เป็นต้น ได้กลับมาเป็นประโยชน์อีกครั้ง หนึ่งส่วนในด้านเศรษฐกิจนั้นนับว่ามีความสำคัญเช่นกันกล่าวคือ วัตถุประสงค์ของการผลิตปุ๋ยหมักเป็นอุตสาหกรรมนั้นก็เพื่อผลิตเป็นการค้า ซึ่งเป็นการนำวัสดุเหลือใช้กลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจอีกทางหนึ่งด้วย

สำหรับในด้านการปรับปรุงบำรุงดินด้วยปุ๋ยหมักพบว่ามีความจำเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากพื้นที่ที่เราใช้ทำการเพาะปลูกติดต่อมาเป็นเวลานานนั้นส่วนใหญ่ขาดการบำรุงรักษา ทำให้ดินเสื่อมโทรมอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอากาศร้อนชื้นอย่างประเทศไทยอินทรียวัตถุจะถูกย่อยสลายและลดลงเร็วกว่าประเทศที่อยู่ในเขตหนาวหรือเขตอบอุ่นมาก การใช้ปุ๋ยหมักก็เป็นทางหนึ่งเพื่อรักษาความอุดมสมบูรณ์ให้ดินอยู่ในสภาพที่เหมาะสมแก่การเพาะปลูกพืชอย่างยั่งยืน ความสำคัญของปุ๋ยหมักต่อการปรับปรุงบำรุงดินสามารถสรุปเป็นประเด็นสำคัญได้ 3 ประการ คือ

1. สมบัติทางกายภาพของดิน ปุ๋ยหมักช่วยให้ดินเหนียวมีความร่วนซุย มีการระบายอากาศดีขึ้น ช่วยให้รากพืชแผ่ขยายออกไปหาอาหารได้มากขึ้น ส่วนดินทรายจะมีความสามารถในการอุ้มน้ำเพิ่มขึ้น และสามารถควบคุมการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิดิน ไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

2. สมบัติทางเคมีของดิน ปุ๋ยหมักได้จากการย่อยสลายของเศษซากพืชและมูลสัตว์ ซึ่งองค์ประกอบของเศษพืชและมูลสัตว์นั้นจะมีแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์ต่อพืชอย่างครบถ้วน ถึงแม้จะมีไม่มากแต่มีครบทุกธาตุตามที่พืชต้องการ ดังนั้นเมื่อใส่ปุ๋ยหมักให้แก่ดินเท่ากับเป็นการเติมแร่ธาตุอาหารพืช อีกทั้งปุ๋ยหมักมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกค่อนข้างสูงจึงช่วยดูดยึดธาตุอาหารจากปุ๋ยเคมีไม่ให้สูญเสียไปอย่างรวดเร็ว เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพและลดอัตราการใช้ปุ๋ยเคมีลง และยังสามารถเพิ่มความต้านทานการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่างของดิน และช่วยลดความเป็นพิษของธาตุบางชนิด

3. สมบัติทางชีวภาพของดิน การใส่ปุ๋ยหมักเป็นการเพิ่มแหล่งอาหารและแหล่งพลังงานที่สำคัญแก่จุลินทรีย์ดินมีผลให้ปริมาณและกิจกรรมที่เป็นประโยชน์ในดินเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในดิน การสร้างฮอร์โมนและวิตามินบางชนิด และการควบคุมเชื้อโรคพืช นอกจากนี้การเจริญของจุลินทรีย์ทำให้เกิดกรดอินทรีย์หลายชนิด ซึ่งบางชนิดมีผลต่อการปลดปล่อยและเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

การจำแนกประเภทของโรงงานผลิตปุ๋ยหมักระดับอุตสาหกรรม

การทำปุ๋ยหมักเป็นอุตสาหกรรมภายในประเทศพอจำแนกตามปริมาณปุ๋ยที่ผลิตได้ในแต่ละปีดังนี้ คือ

1. อุตสาหกรรมขนาดเล็ก ความสามารถในการผลิตปุ๋ยหมักปีละ 100 ตันขึ้นไป แต่ไม่เกิน 1,000 ตัน

2. อุตสาหกรรมขนาดกลาง ความสามารถในการผลิตปุ๋ยหมักปีละ 1,000 ตันขึ้นไป แต่ไม่เกิน 10,000 ตัน

3. อุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ความสามารถในการผลิตปุ๋ยหมักปีละ 10,000 ตันขึ้นไป

หลักเกณฑ์ในการพิจารณาปัจจัยที่จำเป็นต่อการผลิตปุ๋ยหมักเป็นอุตสาหกรรม

การดำเนินการผลิตปุ๋ยหมักเป็นอุตสาหกรรมนั้นควรพิจารณาถึงปัจจัยที่จำเป็นต่อการผลิตให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม จุดสำคัญก็เพื่อลดต้นทุนในการผลิตให้ต่ำลงเท่าที่จะทำได้ อาจจะกล่าวได้ดังนี้คือ

1. การพิจารณาพื้นที่

1.1 สภาพพื้นดินต้องเป็นที่ราบเรียบต้องเป็นบริเวณกว้างและเป็นพื้นที่ดอนน้ำท่วมไม่ถึง ขนาดของพื้นที่ขึ้นอยู่กับปริมาณปุ๋ยหมักที่จะทำการผลิต

1.2 สภาพพื้นซีเมนต์ ส่วนใหญ่เป็นพื้นซีเมนต์ที่ใช้ประโยชน์อย่างอื่นๆ ร่วมด้วย เช่น ลานซีเมนต์สำหรบตากมัน ลานตากเมล็ดพืช หรือลาน

ซีเมนต์ที่ก่อสร้างไว้สำหรับผลิตปุ๋ยหมักโดยตรง ซึ่งขนาดของพื้นที่ขึ้นอยู่กับปริมาณของปุ๋ยหมักที่ผลิตได้

2. **การพิจารณาแหล่งน้ำ** นับว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการผลิตและต่อกระบวนการย่อยสลายเศษวัสดุภายในกองปุ๋ยหมัก ดังนั้นในการจะผลิตปุ๋ยหมักในขั้นอุตสาหกรรมควรจะต้องพิจารณาแหล่งน้ำให้เหมาะสมและเพียงพอ โดยสามารถนำมาใช้กับกองปุ๋ยหมักได้สะดวก

3. **การพิจารณาโรงเก็บ และโรงงานบรรจุปุ๋ยหมัก** ควรจะใช้อาคารดังกล่าวนี้เป็นทั้งโรงเก็บและบรรจุปุ๋ยหมักพร้อมกัน ตลอดจนใช้เป็นที่เก็บเครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ หลังคาควรเป็นวัตถุถาวร พื้นควรจะเป็นพื้นซีเมนต์หรือพื้นดินที่น้ำท่วมไม่ถึง สำหรับขนาดของอาคารควรจะพิจารณาร่วมกับปริมาณปุ๋ยหมักที่จะผลิต ฝาของอาคารควรจะใช้ซีเมนต์บล็อกเพื่อเป็นการประหยัด แต่ไม่ควรใช้ฝาไม้เพราะผุพังได้ง่าย

4. **วัสดุที่ใช้ในการผลิต**

4.1 วัสดุเหลือทิ้งประเภทซากพืชจากโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งต้องเป็นวัสดุที่มีปริมาณมากและมีความสม่ำเสมอพอที่จะนำมาใช้ในการผลิตอย่างเพียงพอ นอกจากนี้การขนย้ายวัสดุมายังบริเวณผลิตจะต้องมีระยะทางสั้น โดยพิจารณาถึงแหล่งวัสดุเหลือทิ้งที่มีอยู่จากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ดังนี้คือ

- กากอ้อยจากโรงงานน้ำตาล
- แกลบจากโรงสีข้าว
- ขี้เลื่อยจากโรงเลื่อยและโรงแปรรูปไม้
- ขุยมะพร้าวจากโรงงานทำเบาะ และโรงงานแปรรูปมะพร้าว
- เปลือกถั่วลิสงจากโรงงานกระเทาะเปลือกถั่วลิสง
- เศษเปลือกผลปาล์มที่สกัดน้ำมันออกแล้วจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม
- เปลือกผลไม้จากโรงงานอาหารกระป๋อง
- กากละหุ่งจากโรงงานสกัดน้ำมันละหุ่ง
- ซังข้าวโพด จากโรงงานกระเทาะเมล็ดข้าวโพด

- กากและเปลือกมันสำปะหลังจากโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง

- ฟางข้าว ผักตบชวา เปลือกถั่วเหลือง ที่มีปริมาณมากในท้องที่ก็น่าจะนำมาพิจารณาทำปุ๋ยหมักเป็นอุตสาหกรรมได้เช่นกัน

4.2 วัสดุประเภทเป็นอาหารเสริม และสารเร่งที่ช่วยให้เศษพืชมีการสลายตัวเร็ว และมีคุณภาพดีขึ้น มีดังนี้

- มูลสัตว์ มูลสัตว์ทุกชนิดใช้ได้ แต่ควรเป็นมูลสัตว์ที่ได้มาจากคอกสัตว์ขนาดใหญ่ เนื่องจากมีธาตุอาหารที่ตกค้างมากับมูลสัตว์ค่อนข้างสูง เช่น มูลวัว ควาย มูลสุกร มูลเป็ด และไก่

- ขี้ตะกรันจากโรงงานน้ำตาล

- ส่าเหล้า ส่าเบียร์ จากโรงงานผลิตแอลกอฮอล์

- น้ำล้างเนื้อและเลือดจากโรงงานฆ่าสัตว์

- กระดูกสัตว์ป่น จากโรงงานกระดูกป่น

- หินฟอสเฟตเป็นวัสดุที่มีราคาถูก และหาได้ง่ายภายในประเทศ

- สารเคมีบางชนิด เช่น ปุ๋ยยูเรีย แอมโมเนียมซัลเฟต

- จุลินทรีย์ที่สามารถย่อยเศษพืช กระดูก โปรตีน ไขมัน และตรึงธาตุอาหารพืชได้

อุปกรณ์ที่จำเป็นต่าง ๆ

การผลิตปุ๋ยหมักแบบอุตสาหกรรมจำเป็นต้องใช้เครื่องมือและอุปกรณ์มากกว่าการผลิตปุ๋ยหมักแบบไร่นา อุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นมีดังต่อไป นี้

รถดูดสิ่งปฏิกูล ใช้บรรทุกส่าเหล้า ส่าเบียร์ และเลือดสัตว์ที่อยู่ไกลจากแหล่งผลิต

รถบรรทุก สำหรับขนวัสดุประเภทต่างๆ และใช้สำหรับบรรทุกปุ๋ยหมักที่ผลิตได้แล้ว

รถตัก สำหรับตักปุ๋ยหมัก ตักเศษพืช และกลับกองปุ๋ยหมัก

เครื่องวัดอุณหภูมิ สำหรับวัดอุณหภูมิกองปุ๋ยหมัก

เครื่องชั่ง สำหรับชั่งปุ๋ยหมัก

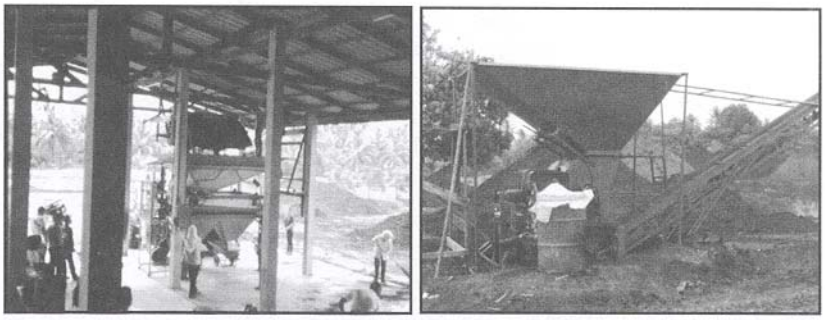
เครื่องวัดความชื้น สำหรับวัดความชื้นกองปุ๋ยหมักและการจำหน่าย

ถุงบรรจุปุ๋ยหมัก เพื่อสะดวกในการขนส่งและการจำหน่าย

เครื่องร่อน สำหรับร่อนชิ้นส่วนที่ไม่ต้องการโดยผ่านตะแกรงตามขนาดที่ต้องการ

เครื่องจักรเย็บกระสอบไฟฟ้า สำหรับปิดผนึกถุงพลาสติก

สำหรับอุปกรณ์ต่างๆ ดังที่กล่าวมานี้เหมาะสมกับผู้ผลิตปุ๋ยหมักขนาดใหญ่ จะช่วยให้การปฏิบัติงานได้สะดวกและรวดเร็ว ส่วนผู้ผลิตปุ๋ยหมักขนาดกลางหรือขนาดเล็กควรพิจารณาใช้แต่อุปกรณ์ที่จำเป็นเท่านั้นเพราะเครื่องมือแต่ละอย่างมีราคาแพง ซึ่งอาจทำให้มีการลงทุนสูง



ภาพเครื่องร่อนปุ๋ยหมักแบบต่างๆ

กรรมวิธีในการผลิตปุ๋ยหมัก

สำหรับรายละเอียดการผลิตปุ๋ยหมักระดับอุตสาหกรรมของภาคเอกชน อาจจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่แต่ละแห่งนำมาใช้ ซึ่งส่วนใหญ่จะเลือกใช้เฉพาะวัสดุเหลือทิ้งต่างๆ เช่น กากอ้อย แกลบ ซังข้าวโพด ขุยมะพร้าว ขี้เลื่อย ทะลายปาล์ม เศษปอ และน้ำกากส่า ขึ้นอยู่กับว่าแหล่งที่ตั้งของการผลิต มีวัสดุเหลือทิ้งประเภทใดมาก แต่โดยมากมักจะเลือกใช้วิธี

การแบบง่ายๆ อาศัยเครื่องจักรกลเข้าประกอบในส่วนที่จำเป็นสำหรับวิธีการผลิตนั้นสามารถจะทำได้หลายวิธีซึ่งสามารถเลือกให้เหมาะสมกับความจำกัดของเงินลงทุน แต่ส่วนใหญ่มักจะใช้วิธีการกองปุ๋ยหมักขนาดใหญ่ มีการรดน้ำให้ความชื้นและการกลับกองปุ๋ยหมักในระยะเวลาที่เหมาะสม สำหรับตัวอย่างการผลิตปุ๋ยหมักระดับอุตสาหกรรมที่ใช้กากอ้อยเป็นวัตถุดิบ และใช้น้ำกากส่าให้ความชื้นกับกองปุ๋ยหมัก มีรายละเอียดการผลิตดังต่อไปนี้คือ

การขนย้ายวัสดุที่ใช้ในการผลิต (กากอ้อย) เข้าสู่ลานหมักปุ๋ยโดยนำมาแผ่ราบบนพื้นลานหมักมีน้ำหนักประมาณ 200-300 ตัน กองสูงประมาณ 1.0-1.5 เมตร จากนั้นฉีดน้ำกากส่าเพื่อให้กากอ้อยมีความชื้นพอเหมาะและใส่สารเร่งจุลินทรีย์โดยโปรยให้ทั่วกองในสภาพที่เป็นผง และปิดทับด้วยกากอ้อยเพื่อป้องกันลมพัด สำหรับวัสดุจำนวน 1 ตัน ใช้น้ำส่าเหล้าประมาณ 10 ลูกบาศก์เมตร ร่วมกับการใช้สารเร่งจุลินทรีย์ 1 ซอง หลังจากนั้นจะทำการฉีดน้ำกากส่าทุกวันให้ทั่วกองพร้อมกับตลบกากอ้อยจากด้านล่างขึ้นมาไว้ด้านบนกองกากอ้อยจะค่อยๆ ตั้งขึ้นจนมีลักษณะเป็นรูปปิรามิดมีฐานกว้าง 2-3 เมตร ยาว 40-50 เมตร และสูงประมาณ 2.5-3 เมตร สำหรับการดูแลกองปุ๋ยหมักจะคอยควบคุมอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักไม่ให้สูงเกิน 70 องศาเซลเซียส และรักษาระดับความชื้นให้อยู่ระหว่าง 50-60% ซึ่งการดูแลรักษาความชื้นจะใช้น้ำกากส่ารดบนกองปุ๋ยหมัก โดยทำการรดน้ำกากส่าทุกวันประมาณวันละ 20-30% ของน้ำหนักเศษพืชซึ่งใช้ประมาณ 100 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน พร้อมทั้งการกลับกองโดยใช้รถแทรกเตอร์ทุกๆ 1-2 วัน เพื่อเป็นการระบายอากาศและเพิ่มออกซิเจน ซึ่งระยะเวลาที่ใช้ในการ ทำปุ๋ยหมักจากกากอ้อยจะใช้เวลาประมาณ 3-4 เดือน หลังจากเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์แล้วจะนำมาลดความชื้นโดยการแผ่ราบบนลานตากให้มีความหนาประมาณ 10-15 ซม. ให้ความชื้นลดเหลือ 35% จากนั้นจะนำเข้าเครื่องร่อนที่มีตะแกรงขนาด 12.5 มม.หรือ 6.25 มม. เพื่อคัดเอาส่วนที่เป็นก้อนออกเพื่อให้ได้ปุ๋ยที่มีลักษณะละเอียดสม่ำเสมอ และขนาดของปุ๋ยหมักจะเป็นไปตามความต้องการของตลาด หลังจากนั้นจะทำการบรรจุใส่ถุงพลาสติกเพื่อจำหน่าย

ตัวอย่างการผลิตปุ๋ยหมักระดับอุตสาหกรรมที่ใช้วัตถุดิบจากโรงงานน้ำตาลได้แก่ ขี้หม้อกรอง (filter cake) กากอ้อย ขี้เถ้ากากอ้อย รวมทั้งน้ำล้าง

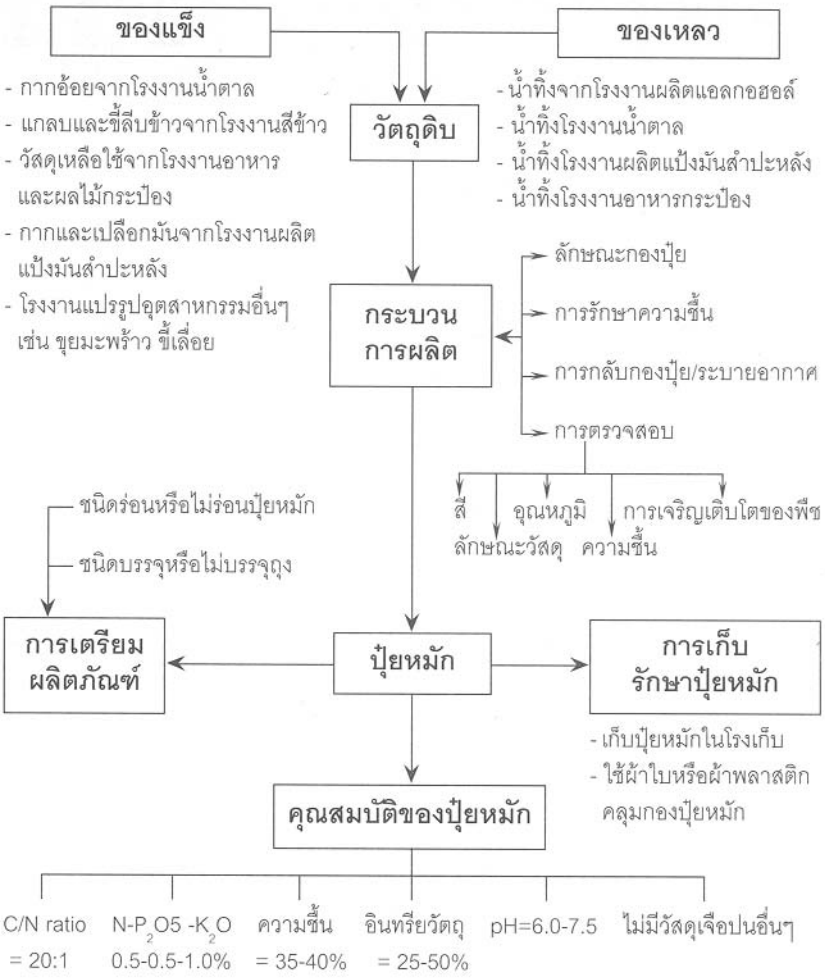
ทำความสะอาดหรือน้ำเสียของโรงงานน้ำตาลโดยมีการใช้น้ำกากส่าเบียร์เป็นครั้งคราวในการผลิตปุ๋ยหมัก มีขั้นตอนดังนี้คือการนำวัสดุพวกขี้หม้อกรองกากอ้อยเก่า และขี้เถ้ากากอ้อย มากองเป็นแนวตามยาว โดยให้ขนาดกองมีความกว้างประมาณ 2-3 เมตร และมีความสูงประมาณ 2 เมตร การรดน้ำเพื่อเพิ่มและรักษาระดับความชื้นในกองปุ๋ยหมักจะใช้น้ำทิ้งจากโรงงานน้ำตาลหรือแหล่งน้ำอื่นๆ หรือบางครั้งอาจจะใช้น้ำทิ้งจากโรงงานเบียร์ โดยใช้รถบรรทุกน้ำทิ้งเหล่านี้มาฉีดรดบนกองปุ๋ยหมักในช่วงที่มีการกลับการกองปุ๋ยหมักหรืออาจจะมีการฉีดเป็นระยะเวลาตามความจำเป็นเพื่อควบคุมความชื้นในกองปุ๋ยหมักให้อยู่ในช่วง 50-70% ซึ่งจะทำให้กระบวนการย่อยสลายเกิดอย่างรวดเร็ว สำหรับการพลิกกลับกองปุ๋ยหมักจำเป็นต้องใช้รถตักล้อยางหรือรถแมคโค เนื่องจากกองปุ๋ยมีขนาดใหญ่การกลับกองปุ๋ยหมักด้วยเครื่องจักรกลดังกล่าว จะต้องดำเนินการทุกๆ 4-5 วัน หรือในช่วงที่อุณหภูมิสูงถึง 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตนานประมาณ 2-3 เดือน การกลับกองปุ๋ยนับว่ามีความจำเป็นอย่างยิ่งเมื่อใช้วัสดุเหลือใช้พวกกากน้ำตาล หรือขี้หม้อกรองเป็นวัสดุทำปุ๋ยหมักเนื่องจากวัสดุมีขนาดเล็กเมื่อกองรวมกันจะทำให้การระบายอากาศในกองปุ๋ยหมักไม่ดีเท่าที่ควร หลังจากที่กองปุ๋ยย่อยสลายสมบูรณ์เป็นปุ๋ยหมักเรียบร้อยแล้วจะนำปุ๋ยหมักที่ได้ไปผ่านเครื่องร่อนเพื่อแยกขนาดซึ่งมีการจำหน่ายแบบบรรจุถุงและแบบเทกองด้วย

ภาพแสดงการกลับกองปุ๋ยหมักโดยใช้รถแทรคเตอร์หรือรถแมคโค

อย่างไรก็ตามนอกเหนือจากตัวอย่างที่แสดงไว้แล้วนั้น กรรมวิธีการผลิตปุ๋ยหมักระดับอุตสาหกรรมยังสามารถปฏิบัติได้หลายวิธีการ ซึ่งการดำเนินการโดยทั่วไปหลังจากที่สามารถเลือกพื้นที่และแหล่งที่จะผลิตปุ๋ยหมักพร้อมทั้งอุปกรณ์ต่างๆ และวัสดุเรียบร้อยแล้วสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้ นำวัสดุที่ใช้ผลิตปุ๋ยหมัก เช่นเศษพืช และตัวเร่งชนิดต่างๆ ตามที่ต้องการมากองไว้ในบริเวณลานดิน หรือลานซีเมนต์ โดยทำเป็นกองปุ๋ยหมักขนาดของกองกว้าง 2-3 เมตร ความยาวไม่จำกัดให้เป็นไปตามความยาวของพื้นที่ ความสูงของกองประมาณ 1.5-2 เมตร โดยนำเศษพืชมาผสมกับมูลสัตว์หรือปุ๋ยหมักเก่า หรือวัสดุประเภทอาหารเสริมอื่นๆ ในอัตราเศษพืชต่อสารตัวเร่งดังกล่าวอัตรา 10:1 สารตัวเร่งอาจจะใช้อัตรามากกว่านี้ก็ได้จะทำให้เป็นปุ๋ยหมักได้รวดเร็วและมีคุณภาพดีขึ้นแต่ข้อเสียคือมีการลงทุนสูง เมื่อได้เศษพืชและมูลสัตว์หรือวัสดุอื่นใดที่เป็นสารตัวเร่งตามอัตราดังกลาวแล้วก็ทำการคลุกเคล้าให้เข้ากัน ขณะเดียวกันก็ทำการโรยปุ๋ยยูเรียหรือปุ๋ยแอมโมเนียมซลเฟตหรือปุ๋ยเคมีผสมลงไปด้วยในอัตรา 100:1 (กล่าวคือเศษพืช 100 ส่วน ใช้ปุ๋ยเคมี 1 ส่วน) เพื่อเป็นอาหารของจุลินทรีย์และทำการคลุกเคล้าระหว่างเศษพืช มูลสัตว์ และสารเคมีให้เข้ากันเป็นอย่างดี พร้อมทั้งมีการรดน้ำอยู่ตลอดเวลาให้ชุ่มพอสมควร แล้วนำจุลินทรีย์ที่ละลายน้ำ (บางทีละลายไปพร้อมกับอาหารเสริมแล้วคนทิ้งไว้

ประมาณ 15-30 นาที) นำไปใส่รูรอบกองปุ๋ยหมักซึ่งได้เจาะไว้รอบๆ กอง แต่ละรูเจาะให้ลึกประมาณ 50 ซม. และรูอยู่ห่างกันประมาณ 50 ซม. ในกรณีที่ผลิตปุ๋ยหมักจำนวนน้อย แต่ถ้าเป็นการผลิตปุ๋ยหมักแบบอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดใหญ่ก็ละลายเชื้อจุลินทรีย์ในถังซีเมนต์หรือถังน้ำมัน 200 ลิตร ก็ได้แล้วใช้เครื่องดูดใส่ลงในรูรอบกองปุ๋ยหมักจะเป็นการประหยัดเวลา แรงงาน และเมื่อหยอดเชื้อเรียบร้อยแล้วก็ทำการปิดรูทุกรูรอบกองปุ๋ยหมัก

ขั้นตอนการผลิตปุ๋ยหมักอุตสาหกรรม



ปัจจัยสำคัญที่ควบคุมการย่อยสลายของเศษพืช

เศษพืชจะสลายตัวเป็นปุ๋ยหมักได้รวดเร็วหรือช้า หรือได้ปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพดีนั้น ก็มีปัจจัยที่ควบคุมหลายประการดังต่อไปนี้

1. **อุณหภูมิ** อุณหภูมิเป็นส่วนที่สำคัญที่ชี้ให้เห็นว่ากระบวนการเปลี่ยนแปลงในกองปุ๋ยหมักจะช้าหรือเร็ว ซึ่งเป็นตัวชี้บอกกิจกรรมการย่อยสลายเศษพืชโดยพวกจุลินทรีย์ และในการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมินั้นเป็นการทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลงการอยู่รอดของจุลินทรีย์ อุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักแบ่งเป็น 2 ระยะ คือ

1. ความร้อนปานกลางอยู่ในช่วงไม่เกิน 45°ซ
2. ความร้อนสูงอยู่ในช่วงเกิน 45°ซ ขึ้นไปแต่ไม่เกิน 70°ซ

ถ้าอุณหภูมิเกิน 70° ซ จะทำให้จุลินทรีย์ตายหรือหยุดชะงักการเจริญเติบโตซึ่งในช่วงนี้จำเป็นจะต้องกลับกองปุ๋ยหมักเพื่อทำให้อุณหภูมิลดลง และเมื่อถึงระยะเวลาหนึ่ง จุลินทรีย์จะเพิ่มปริมาณมากขึ้นอุณหภูมิกองปุ๋ยหมักจะสูงขึ้นอีก และจะเกิดสภาพเช่นนี้จนกระทั่งการย่อยสลายเสร็จสมบูรณ์ อุณหภูมิภายในกองปุ๋ยจะใกล้เคียงกับภายนอก

2. **ออกซิเจน** ออกซิเจนมีความสำคัญต่อจุลินทรีย์ประเภทที่ต้องการอากาศ เชื้อจุลินทรีย์ประมาณ 90% ที่นำมาใช้ในการย่อยสลายเศษพืชเป็นพวกที่ต้องการอากาศ ต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโตโดยเกี่ยวข้องกับกระบวนการหายใจทำให้เกิดพลังงาน และจุลินทรีย์จะสร้างเอนไซม์ออกมาเพื่อทำการย่อยสลายเศษพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการทำปุ๋ยหมักจึงจำเป็นต้องทำการกลับกองปุ๋ยหมักสม่ำเสมอเป็นประจำ หรือทำท่อระบายอากาศผ่านเข้ากองปุ๋ยเพื่อให้มีการถ่ายเทอากาศ และจุลินทรีย์ได้รับออกซิเจนอยู่ตลอดเวลา การกลับกองปุ๋ยหมักบ่อยครั้งก็จะช่วยให้เศษพืชสลายตัวได้เร็วขึ้น

3. **ความชื้น** ความชื้นเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งต่อการดำรงชีวิตของจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักโดยความชื้นในกองปุ๋ยหมักควรจะอยู่ในช่วง 50-60% ความชื้นมีบทบาทต่อกระบวนการสร้างเซลล์ของจุลินทรีย์ ถ้าความชื้นสูงกว่า 80% จะทำให้กองปุ๋ยหมักแฉะเกินไปและขาดออกซิเจน กิจกรรมการย่อย

สลายของจุลินทรีย์จะเกิดขึ้นช้าและไม่สมบูรณ์ทำให้เกิดมีกลิ่นเหม็นเนื่องจากจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอากาศเจริญอย่างรวดเร็วและปลดปล่อยก๊าซที่มีกลิ่นเหม็นออกมา เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์ เป็นต้น

4. **ความเป็นกรดเป็นด่าง** วัสดุที่นำมาทำปุ๋ยหมักโดยทั่วไปจะมีปฏิกิริยาเป็นกรดเล็กน้อยไปจนถึงด่างเล็กน้อย ฉะนั้นไม่จำเป็นต้องปรับระดับ pH กิจกรรมของจุลินทรีย์ในการย่อยเศษพืชก็สามารถเกิดขึ้นได้ แต่อย่างไรก็ดี หากเศษพืช หรือวัสดุเหลือใช้ที่ผ่านกระบวนการและขั้นตอนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ มีค่า pH เป็นกรดหรือด่างเกินไปก็ควรปรับปฏิกิริยาให้อยู่ในระดับเป็นกลางเสียก่อน

5. **แร่ธาตุอาหารบางชนิด** เนื่องจากจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักเป็นพวกที่ไม่สามารถสร้างอาหารขึ้นมาใช้เองได้ และต้องการแร่ธาตุอาหารเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต และขยายพันธุ์ดังนั้นจึงควรเติมธาตุอาหาร เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม ซัลเฟอร์ เหล็ก และธาตุอาหารที่จำเป็นอื่นๆ ลงไปด้วยแล้วแต่กรณี หากผู้ประกอบการต้องการปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพ

ถ้าเป็นวัสดุเหลือใช้จากเกษตร เช่น ฟางข้าว เศษต้นข้าวโพด ข้าวฟ่าง จะมี C/N ratio ต่ำกว่า 100:1 แต่ถ้าเป็นวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น กากอ้อย ขี้เลื่อย ขุยมะพร้าว แกลบ จะมี C/N ratio สูงกว่า 100:1 ในการผลิตปุ๋ยหมักถ้าวัสดุมีปริมาณไนโตรเจนไม่เพียงพออัตราการย่อยสลายจะต่ำ หรือถ้าเศษพืชมีค่า C/N ratio กว้าง การย่อยสลายจะช้าลง ดังนั้นการเติมไนโตรเจนลงไปก็เพื่อลดค่า C/N ratio ให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมสำหรับให้จุลินทรีย์นำ C และ N ไปใช้ในกิจกรรมสร้างเซลล์ พบว่า C/N ratio ที่เหมาะสมในการย่อยสลายมีค่าประมาณ 30-35:1 ฉะนั้นในระยะเริ่มกองปุ๋ยหมักควรปรับ C/N ratio ให้อยู่ในช่วงดังกล่าว

การดูแลรักษากองปุ๋ยหมัก

เมื่อทำการกองปุ๋ยหมักแล้วต้องหมั่นตรวจสอบดูแลกองปุ๋ยหมักอยู่เสมอโดยปฏิบัติดังนี้

1. คอยดูแลกองปุ๋ยหมักให้อยู่ในสภาพที่เรียบร้อย เพื่อให้สะดวกต่อ

การตรวจสอบ อย่าให้สัตว์เข้าไปทำลายกองปุ๋ยหมัก

2. ควรรดน้ำกองปุ๋ยหมักให้มีความชื้นที่เหมาะสมอยู่เสมอ คือไม่ให้แห้งหรือเปียกแฉะเกินไปการตรวจจะใช้เครื่องตรวจก็ได้ แต่วิธีอย่างง่ายๆ ก็คือการเอามือสอดเข้าไปในกองปุ๋ยหมักให้ลึกๆ แล้วหยิบส่วนผสมภายในกองปุ๋ยหมักมาบีบดู ถ้าปรากฏว่ามีน้ำติดที่ฝ่ามือ แสดงว่ามีความชื้นพอเหมาะไม่ต้องให้น้ำ ถ้าไม่มีน้ำติดฝ่ามือแสดงว่ากองปุ๋ยหมักแห้งเกินไปต้องให้น้ำ หรือจะใช้แท่งไม้และเหล็กแหลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 นิ้ว แทงลงไปทดสอบก็ได้ถ้ามีน้ำติดแท่งตลอดแสดงว่ามีความชื้น ถ้าไม่มีน้ำติดแท่งเหล็กดังกล่าวแสดงว่าจำเป็นต้องให้น้ำ

3. การกองปุ๋ยหมักเป็นอุตสาหกรรมนั้น จำเป็นต้องให้ปุ๋ยหมักใช้ได้เร็ว ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องมีการกลับกองปุ๋ยหมักอยู่เป็นประจำ ทั้งนี้เพื่อต้องการลดความร้อนในกองปุ๋ยและต้องการให้อากาศถ่ายเทเข้ากองปุ๋ยได้สะดวก ถ้ามีการกลับบ่อยครั้งก็จะได้ปุ๋ยหมักใช้ได้เร็วขึ้น

4. ในกรณีที่ทำการกองปุ๋ยหมักในฤดูร้อนหรือฤดูฝนก็จำเป็นต้องใช้ผ้าใบหรือผ้าพลาสติกคลุมกองปุ๋ยหมักเป็นครั้งคราว ในฤดูร้อนการคลุมจะช่วยป้องกันการระเหยของน้ำ สำหรับในฤดูฝนจะช่วยป้องกันไม่ให้ปุ๋ยหมักแฉะจนเกินไป

5.ปุ๋ยหมักที่ผลิตใช้ได้แล้วควรย้ายไปเก็บไว้ในโรงเก็บปุ๋ยหมักต่อไป ถ้าทิ้งไว้กลางแจ้งจะทำให้ปุ๋ยหมักคุณภาพลดน้อยลงเนื่องจากธาตุอาหารที่อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์เปลี่ยนแปลงไปหรือฝนชะล้างไปก่อนจะบรรจุถุง ควรจะทำให้ปุ๋ยหมักมีความชื้นน้อยกว่าหรือเท่ากับ 35 เปอร์เซ็นต์เสียก่อน สำหรับขนาดของถุงปุ๋ยหมักควรมีขนาดบรรจุได้ตั้งแต่ 5, 10, 25 หรือ 50 กิโลกรัม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของตลาดและลักษณะของการจะนำปุ๋ยหมักไปใช้ประโยชน์ ถุงบรรจุปุ๋ยหมักควรจะเป็นถุงพลาสติก หรือไนล่อนชั้นเดียวที่สามารถกันความชื้นได้

หลักในการพิจารณาปุ๋ยหมักที่ใช้ได้แล้ว

ข้อสังเกตว่าปุ๋ยหมักสามารถใช้ได้แล้วมีดังนี้

1. สีของปุ๋ยหมักจะเริ่มเข้มขึ้นกว่าเมื่อเริ่มกอง อาจจะเป็นสีน้ำตาลดำ

2. อุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักเมื่อเริ่มกองใหม่ๆ จะร้อนมากเมื่อกองไประยะหนึ่งความร้อนจะลดลงเมื่ออุณหภูมิภายนอกและภายในไม่แตกต่างกัน (กองปุ๋ยต้องไม่แห้งหรือแฉะเกินไป) หรือแตกต่างกันน้อยมากแสดงว่ากองปุ๋ยหมักเริ่มใช้ได้แล้ว

3. ลักษณะความอ่อนนุ่มของเศษพืช เมื่อใช้นิ้วมือบี้ดู เศษพืชจะอ่อนนุ่มยุ่ยขาดออกจากกันได้ง่ายไม่แข็งกระด้างและไม่เป็นก้อนเหมือนเมื่อเริ่มกอง

4. กลิ่นของปุ๋ยหมัก ถ้าเป็นปุ๋ยหมักใช้ได้ปุ๋ยหมักจะมีกลิ่นคล้ายกลิ่นของดินตามธรรมชาติ ถ้ามีกลิ่นฉุนหรือกลิ่นฟางแสดงว่า ปุ๋ยหมักยังใช้ไม่ได้เนื่อง จากกระบวนการย่อยสลายดำเนินการอยู่

5. ต้นพืชที่มีระบบรากลึกสามารถเจริญบนกองปุ๋ยหมักได้แสดงว่าปุ๋ยหมักย่อยสลายสมบูรณ์แล้ว

6. ค่าวิเคราะห์เคมี ในการที่จะบอกได้อย่างแน่ชัดว่าเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์ควรเก็บตัวอย่างปุ๋ยหมักมาวิเคราะห์ทางเคมี ซึ่งค่า C/N ratio ควรเท่ากับหรือต่ำกว่า 20:1

คุณสมบัติที่ดีของปุ๋ยหมักระดับอุตสาหกรรม

ปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพดีได้มาตรฐานให้พิจารณาดังนี้

1. จะต้องมีอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำกว่าหรือเท่ากับ 20:1
2. มีเกรดปุ๋ยไม่ต่ำกว่า 0.5-0.5-1.0 (% ของ N-P_2O_5-K_2O)
3. ความชื้นและสิ่งที่ระเหยได้ไม่มากกว่า 35-40% โดยน้ำหนัก
4. ต้องมีปริมาณอินทรียวัตถุระหว่าง 25-50%
5. ความเป็นกรดเป็นด่างระหว่าง 6.0-7.5
6. ระดับค่าการนำไฟฟ้าไม่ควรเกิน 3.5 dS/m
7. ปุ๋ยหมักที่ใช้ได้แล้วจะต้องไม่มีความร้อนเหลืออยู่
8. ปุ๋ยหมักที่ดีจะต้องไม่มีกลิ่น
9. ปุ๋ยหมักที่ดีจะต้องปราศจากเชื้อโรคคน พืช และสัตว์ทุกชนิด
10. ปุ๋ยหมักที่ดีไม่ควรมีวัสดุเจือปนอื่นๆ เช่น หิน กรวด ทราย เศษ

พลาสติก เศษแก้ว โลหะอื่นๆ เป็นต้น

11.ปุ๋ยหมักที่ดีต้องไม่เป็นพิษต่อการเจริญเติบโตของพืช

ข้อเสนอแนะการผลิตปุ๋ยหมักระดับอุตสาหกรรม

1. **การเลือกใช้วัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยหมัก** การผลิตปุ๋ยหมักระดับอุตสาหกรรมควรจะทราบถึงคุณสมบัติของวัสดุเหลือใช้ที่จะนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยหมัก เนื่องจากเมื่อผลิตเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์แล้ว ควรจะต้องไม่มีสารปะปนที่เป็นพิษ หรือเป็นอันตราย ได้แก่ สารโลหะหนัก สารพิษ หรือสารปนเปื้อนบางชนิดที่มีข้อกำหนดทางด้านสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงต้องมีการพิจารณาทางด้านคุณสมบัติต่างๆ ก่อนที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตปุ๋ยหมักเพื่อไม่ให้เกิดอันตรายหรือการปนเปื้อนต่อดิน พืชและผู้บริโภค รวมถึงไม่ทำให้สภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป นอกจากจะมีคุณภาพของวัสดุเหลือใช้ตามที่กล่าวแล้ว ก็จำเป็นที่จะต้องมีปริมาณที่มากเพียงพอต่อการผลิตปุ๋ยหมักระดับอุตสาหกรรมด้วย และต้องควรพิจารณาถึงการมีอย่างสม่ำเสมอตลอดปีหรือไม่ เนื่องจากถึงแม้จะมีปริมาณของวัสดุมาก แต่มีมากเป็นบางช่วงของปีก็อาจจะก่อให้เกิดการขาดแคลนวัตถุดิบในบางช่วงได้ ดังนั้นในการช่วยลดปัญหาเหล่านี้จึงควรมีการศึกษาวัสดุชนิดอื่นๆ เพื่อทดแทนวัสดุที่ใช้อยู่เดิมด้วย และการจะเปลี่ยนวัสดุก็ควรต้องพิจารณาถึงวิธีการปฏิบัติด้วยเช่นกัน

2. **การเลือกสถานที่ในการผลิต** ควรพิจารณาถึงสถานที่ผลิตกับแหล่งและชนิดของวัสดุเหลือใช้ที่จะนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยหมักควรเป็นแหล่งที่อยู่ใกล้กัน เนื่องจากวัสดุที่จะนำมาทำปุ๋ยหมักมักมีน้ำหนักเบา ถ้าหากมีการกระจัดกระจายและต้องมีการรวบรวม และขนย้ายวัสดุเหล่านี้จะทำให้สิ้นเปลืองพื้นที่ในการขนส่งไปยังบริเวณที่จะผลิตปุ๋ยหมักซึ่งทำให้เสียค่าใช้จ่ายสูงหากจำเป็นที่จะต้องขนย้ายควรต้องใช้ระยะทางสั้นที่สุดเพื่อเป็นการประหยัด ตลอดจนควรอยู่ใกล้กับแหล่งน้ำ

3. **วิธีการและเทคโนโลยีการผลิต** หลังจากการพิจารณาวัตถุดิบที่จะนำมาใช้ผลิตปุ๋ยหมักแล้วควรพิจารณาถึงวิธีการปฏิบัติ และเทคโนโลยีที่เหมาะสมต่อการผลิต สำหรับกรรมวิธีการผลิตปุ๋ยหมักระดับอุตสาหกรรมของภาคเอกชน ในปัจจุบันยังคงยึดแนวทางการใช้เครื่องจักรกลน้อยที่สุด และใช้

ตามความจำเป็นของกรรมวิธีการผลิต ทั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อลดต้นทุนการผลิต นอกจากนั้นควรมีการเลือกใช้อุปกรณ์ในการปฏิบัติที่เหมาะสมด้วย โดยปกติกระบวนการผลิตปุ๋ยหมักไม่มีความซับซ้อนมากนัก เพียงแต่เข้าใจถึงขั้นตอนในการปฏิบัติ และทราบถึงปัจจัยที่จำเป็นในการปฏิบัติก็จะช่วยให้อัตราการย่อยสลายรวดเร็วขึ้น อย่างไรก็ตามมีแนวโน้มว่าเอกชนมีการใช้เครื่องจักรกลอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และเห็นความสำคัญของการใช้เครื่องจักรกลในการผลิต ทั้งนี้เนื่องจากวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรม บางชนิดมีความจำเป็นและมีข้อจำกัดที่จะต้องมีการปฏิบัติที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดการย่อยสลายอย่างต่อเนื่อง เช่น วัสดุบางชนิดจำเป็นต้องมีการจะบายอากาศที่เหมาะสมเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาด้านกลิ่น หรือกระบวนการย่อยสลาย เป็นต้น ในกรณีเช่นนี้จำเป็นต้องมีการระบายอากาศ ซึ่งจำเป็นต้องใช้เครื่องจักรกลเข้าช่วย แต่แนวโน้มอาจจะมีการพัฒนาแนวทางให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ได้แก่ การใช้เครื่องพ่นอากาศในอัตราและระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการย่อยสลาย ซึ่งจะลดระยะเวลาในการผลิตให้น้อยลง ทำให้ต้นทุนในการผลิตต่อหน่วยลดลงด้วย ในขณะเดียวกันการสิ้นเปลืองพื้นที่ใช้ในการผลิตก็ลดลงเช่นกัน ซึ่งจะมีผลทำให้ประสิทธิภาพในการใช้ปัจจัยการผลิตมีเพิ่มมากขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการเพิ่มปริมาณการผลิตในระยะเวลาที่สั้นลง

4. **คุณภาพปุ๋ยหมัก** การผลิตปุ๋ยหมักระดับอุตสาหกรรมของประเทศไทยมีการใช้วัสดุต่างๆ มากมายในการผลิต ทำให้คุณภาพของปุ๋ยหมักที่ผลิตได้มี ความแตกต่างกัน ปัจจัยดังกล่าวเป็นปัญหาต่อการกำหนดมาตรฐานคุณภาพของปุ๋ยหมักที่มีจำหน่ายในตลาด ทำให้ผู้ประกอบการสามารถใช้วัสดุเหลือใช้ ต่างๆ ได้อย่างกว้างขวางจนอาจจะมองข้ามคุณภาพของปุ๋ยหมักที่ผลิตอย่างไร ก็ตามผู้ประกอบการควรมีการเลือกใช้วัสดุเหลือใช้ที่เหมาะสม หรือการที่พยายามกำจัดสารปะปนบางชนิดออกจากวัสดุเหลือใช้ก่อน แล้วจึงนำมาทำปุ๋ยหมักจะช่วยลดปัญหาในด้านนี้ลงได้ การปรับปรุงคุณภาพปุ๋ยหมักให้ดีขึ้นนอกจากจะเป็นปุ๋ยหมักที่มีการย่อยสลายที่สมบูรณ์แล้ว ควรจะมีสมบัติทางเคมีและกายภาพบางประการตามมาตรฐานที่กำหนด หรืออาจมีการแปรสภาพปุ๋ยหมักให้เป็นเม็ดเพื่อสะดวกต่อการขนส่งและการใช้ประโยชน์

5. **การจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์** การจัดจำหน่ายปุ๋ยหมักที่ผลิตได้ของ

เอกชนยังมีปัญหาอยู่มาก ได้แก่ ปัญหาในด้านการขยายตัวของตลาด คุณภาพของผลิตภัณฑ์ ราคาของผลิตภัณฑ์ ความสะดวกในการขนส่ง รวมถึงการยอมรับของเกษตรกรซึ่งเป็นผู้ใช้โดยตรง ปัญหาต่างๆที่กล่าวเหล่านี้เป็นปัจจัยที่ทำให้การขยายตัวในการผลิตปุ๋ยหมักระดับอุตสาหกรรมของภาคเอกชนอยู่ในอัตราที่ช้า สำหรับสถานการณ์ปัจจุบันความต้องการปุ๋ยหมักของตลาดมีเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับ ตลาดของปุ๋ยหมักในขณะนี้นอกจากกลุ่มของเกษตรกรที่ทำสวนผลไม้ สวนผัก ไม้ดอก ไม้ประดับแล้ว ยังมีสนามกอล์ฟ เพราะต้องใช้ปริมาณมากและต้องมีคุณภาพที่ดี และมีขนาดตามที่ต้องการ ดังนั้น การพัฒนารูปแบบของผลิตภัณฑ์ให้มีขนาดเล็กลงและมีหลายขนาดให้เลือกประกอบกับการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์จะเป็นแนวทางหนึ่งต่อการขยายตลาดให้มีหลายกลุ่มมากขึ้น

6. **การแจ้งหนังสือต่อเจ้าพนักงาน** การผลิตปุ๋ยหมักเป็นอุตสาหกรรม เพื่อการค้า ตาม พ.ร.บ. ปุ๋ย ปี 2518 จะต้องไปแจ้งเป็นหนังสือต่อพนักงานเจ้าหน้าที่เกี่ยวกับปุ๋ยอินทรีย์ (กรมวิชาการเกษตร) ที่ผลิตภายใน 30 วัน นับตั้งแต่เริ่มดำเนินการ ซึ่งจะต้องแจ้งรายละเอียดดังนี้

(1) ชื่อปุ๋ยอินทรีย์

(2) เครื่องหมายการค้า

(3) สถานที่ผลิต สถานที่เก็บ สถานที่ขาย และสถานที่ทำการ

ตาราง แสดงแหล่งที่ผลิตและใช้ปุ๋ยหมักควรอยู่ใกล้เคียงกับแหล่งวัสดุที่จะใช้ผลิตปุ๋ยหมัก

แหล่งที่ผลิต	วัสดุที่ใช้	แหล่งที่ใช้
ภาคกลางและภาคตะวันออก		
ฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง	ขี้เลื่อย แกลบ ซังข้าวโพด กากและเปลือกมันสำปะหลัง เปลือก เหง้า และแกนลำต้น	สวนผลไม้ ไร่อ้อย ไร่สับปะรด
อยุธยา สระบุรี ลพบุรี	จากโรงงานสับปะรดกระป๋อง	
สุพรรณบุรี	กากอ้อย ซังข้าวโพด ขี้เลื่อย	สวนผลไม้
สมุทรสาคร กาญจนบุรี	กากอ้อย แกลบ	ไร่อ้อย สวนผลไม้ สวนผัก
	กากอ้อย ขี้เลื่อย กากและเปลือกมันสำปะหลัง	ไร่อ้อย สวนผลไม้ สวนผัก
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ		
นครราชสีมา	กากและเปลือกมันสำปะหลัง กากอ้อย ซังข้าวโพด	สวนผลไม้ ไร่มันสำปะหลัง
ขอนแก่น	กากอ้อย ซังข้าวโพด กากและเปลือกมันสำปะหลง ไส้ปอ	สวนผัก ไร่มันสำปะหลัง ไร่แตงโม
อุดรธานี หนองคาย	กากอ้อย เศษวัสดุเหลือใช้จากโรงงานผลิตผลไม้กระป๋อง	ไร่มะเขือเทศ ไร่สับปะรด ไร่อ้อย สวนผลไม้ สวนผัก
บุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ	กากและเปลือกมันสำปะหลัง ขี้เลื่อย แกลบ	สวนผลไม้ ไร่หอม ไร่กระเทียม
ภาคเหนือ		
แพร่ น่าน อุตรดิตถ์	กากอ้อย กากและเปลือกมันสำปะหลัง ซังข้าวโพด	สวนผลไม้ ไร่ยาสูบ
กำแพงเพชร	กากอ้อย กากและเปลือกมันสำปะหลัง	สวนกล้วยไข่ ไร่อ้อย
สุโขทัย พิษณุโลก	กากอ้อย แกลบ	สวนมะขามหวาน สวนกล้วย ไร่ยาสูบ
นครสวรรค์ อุทัยธานี	กากอ้อย กากและเปลือกมันสำปะหลัง	ไร่อ้อย สวนผลไม้ สวนผัก
ภาคใต้		
กระบี่	เศษเหลือจากปาล์มน้ำมัน	สวนปาล์มและสวนยางพารา
สุราษฎร์ธานี	ขี้เลื่อย ขุยมะพร้าว แกลบ	สวนปาล์มและสวนยางพารา

เอกสารอ้างอิง

พิทยากร ลิ่มทอง. 2536 การศึกษาวิเคราะห์สถานภาพและศักยภาพการผลิตปุ๋ยหมักระดับอุตสาหกรรมจากวัสดุเหลือใช้บางชนิดในประเทศไทย. กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน 81 หน้า

สมศักดิ์ วังใน.2521 ปุ๋ยอินทรีย์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 77 น.

Bertodi, M.D., G.Vallini. and A. Pera 1983 The biology of composting : A review. Waste Manage. And Res. 1:157-176.

Bertodi, M.D., G. Vallini, A.Pera and F.Zucconi. 1982. Comparison of three window compost systems. Biocycle. 23(2):45-50.

Dunlap, C.E. and L.C.Chiang, 1980. Cellulose degradation:A common link, pp. 19-32. In A.H.Shuler (ed.). Utilization and Recycle of Agricultural Wastes and Residues. CRC.Press Inc., Bpca Raton, florida.

Gaur, A.C. 1980. Fundamentals of composting, Compost Technol Project field document 13:7-14.

Goleuke, C.G. 1977. The biological approach of solid waste management. Compost Sci. 8:4-9.

Goleuke, C.G. 1982. Selection and adaptation of a compost system, pp. 36-58; In the staff of compost science and land utilization (eds.) Composting. The JP press, Emmans, U.S.A. 85 p.

Poincelot, R.P. 1975. The biochemistry and methodology of composting. The connexcticut agricultural experiment station. New Haven Bulletin. 754:1-17.

Updergraff, D.M. 1972. Microbiological aspects of solid wastes composting. Develop in industrial microbial. 13:16-23.

Zadrazil, F.and H.Bruunnert. 1981 Investigation of physical parameters important for the solid state fermentation of straw by white rot fungi. Eur.J.Appl. Micorbiol. Biotechnol. 11:183.188.

ปัจจัยที่ควบคุมอัตราการย่อยสลายในกองปุ๋ยหมัก

โดย
เสียงแจ้ว พิริยพฤนต์
นวลจันทร์ ภาสดา

กระบวนการย่อยสลายเศษพืชภายในกองปุ๋ยหมักนั้น เกิดขึ้นโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ ประสิทธิภาพของการย่อยสลายวัสดุเศษพืชนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยของสภาพแวดล้อมในกองปุ๋ยหมักหลายประการ ปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายนั้น อาจจะส่งเสริมหรือลดอัตราการย่อยสลายของวัสดุได้ (สมศักดิ์, 2528) แต่โดยจุดมุ่งหมายหลักได้เน้นถึงคุณสมบัติของวัสดุเศษพืชและหลักการปฏิบัติที่ถูกต้องเพื่อเพิ่มอัตราการย่อยสลายในระหว่างการผลิตปุ๋ยหมักเป็นประการสำคัญ ดังนั้นสภาพแวดล้อมต่างๆ ภายในกองปุ๋ยหมักจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมกิจกรรมของจุลินทรีย์และมีผลต่อไปถึงอัตราการย่อยสลายด้วย สำหรับปัจจัยของสภาพแวดล้อมดังกล่าว ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับการย่อยสลายวัสดุเศษพืชในกองปุ๋ยหมักสามารถแบ่งออกได้ดังนี้ คือ

1.ลักษณะของเศษวัสดุ (characteristic of plant residue)

ส่วนใหญ่การทำปุ๋ยหมักจะทำจากเศษพืช โดยเฉพาะการส่งเสริมให้แก่เกษตรกร ลักษณะของเศษวัสดุจึงมีส่วนสำคัญต่อกระบวนการย่อยสลาย ซึ่งได้แก่ขนาดของเศษวัสดุ ความสดของเศษวัสดุ เป็นต้น

ขนาดของเศษวัสดุ ถ้าเป็นวัสดุที่มีขนาดเล็กได้แก่ ขี้ลีบข้าว เศษปอและขุยไผ่ การผสมคลุกเคล้าทำได้ทั่วถึง พื้นที่ผิวสัมผัสมีมาก ดังนั้นโอกาสที่จะถูกย่อยสลายจึงมีมากกว่า สำหรับวัสดุที่มีขนาดใหญ่ได้แก่ ฟางข้าว และผัก

ตบชวา การผสมคลุกเคล้าจะทำได้ไม่ทั่วถึงนัก และปฏิบัติค่อนข้างลำบาก ดังนั้นการกองปุ๋ยหมักจากเศษวัสดุขนาดใหญ่จึงควรกองเป็นชั้นๆ และเมื่อถึงเวลากลับกองปุ๋ยหมักจะเป็นการช่วยผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันดียิ่งขึ้น แต่วัสดุพืชที่มีขนาดใหญ่ซึ่งเป็นเส้นหรือท่อนนั้น จะทำให้ภายในกองปุ๋ยหมักมีการแพร่กระจาย หรือมีการระบายอากาศดีกว่าวัสดุที่มีขนาดเล็ก (เสียงแจ่วและคณะ, 2534) เนื่องจากวัสดุขนาดใหญ่จะมีลักษณะโปร่งมากกว่า

ความสดของเศษพืช โดยปกติจะทำปุ๋ยหมักจากเศษพืชที่แห้ง เนื่องจากสะดวกในการกองและการควบคุมสภาพแวดล้อมภายในกองปุ๋ยหมักในด้านความชื้นและการระบายอากาศในบางกรณีอาจจะใช้เศษพืชสด ซึ่งก็สามารถนำมาทำปุ๋ยหมักได้ แต่ต้องระมัดระวังในเรื่องความชื้น เพราะการใช้เศษพืชสด จะมีปริมาณน้ำมากและการระบายอากาศไม่ดี อาจเกิดกระบวนการเน่าเสียภายในกองปุ๋ยจนเกิดกลิ่นเหม็นได้ (Gaur, 1980 ; พิทยากร และคณะ, 2534) ดังนั้นในกรณีที่เป็นวัสดุเศษพืชสด เช่น ผักตบชวา อาจจะนำผักตบชวานั้นมากองตากแดดประมาณ 2-3 วัน เพื่อให้น้ำระเหยออกจากวัสดุ หรืออาจจะนำวัสดุ ผักตบชวาสดมาผสมกับวัสดุชนิดอื่น เช่น ฟางข้าว ในระหว่างการทำปุ๋ยหมักได้ ซึ่งจะเป็นการเพิ่มความชื้นให้กับกองปุ๋ยหมักด้วย

2. องค์ประกอบทางเคมีของเศษวัสดุ (composite of residue)

โดยทั่วไป การทำปุ๋ยหมักมักจะพิจารณาถึงค่าอัตราส่วนของสารประกอบคาร์บอนต่อไนโตรเจนของเศษวัสดุนั้นๆ เพราะโครงสร้างของเศษพืชส่วนมากจะไม่ค่อยแตกต่างกันมากนักแต่จุดสำคัญอยู่ที่องค์ประกอบของไนโตรเจนซึ่งจะเป็นปัจจัยหนึ่งในการกำหนดอัตราการย่อยสลาย สำหรับวัสดุเศษพืชที่นำมาใช้ทำปุ๋ยหมักอาจจะแบ่งออกได้เป็น 2 พวก คือพวกที่ย่อยสลายได้ง่ายกับพวกที่ย่อยสลายได้ยาก

สารประกอบคาร์บอนและไนโตรเจนเป็นสารที่จำเป็นต่อการเจริญของจุลินทรีย์ โดยจุลินทรีย์จะย่อยสลายสารอินทรียคาร์บอน จนกระทั่งได้โมเลกุลเล็กและนำเข้าในเซลล์ เพื่อใช้เป็นแหล่งของพลังงาน และสร้างส่วนประกอบของเซลล์ สำหรบสารประกอบไนโตรเจนจะถูกย่อยสลายเช่นกัน และเซลล์จุลินทรีย์จะนำไปใช้เป็นแหล่งไนโตรเจน เพื่อสร้างส่วนประกอบของ

เซลล์ เช่น สารโปรตีน และกรดนิวคลีอิค (nucleic acid) เป็นต้น โดยปกติเซลล์ของจุลินทรีย์มีค่า C/N ratio ประมาณ 10-15 ซึ่งหมายความว่าการที่จุลินทรีย์ดูดสารอินทรียคาร์บอนเข้าไปใช้ในเซลล์ 10-15 หน่วยจำเป็นต้องดูดสารประกอบไนโตรเจนเข้าไปด้วย 1 หน่วย จึงจะทำให้เกิดความสมดุลของสารประกอบทั้งสอง ในเซลล์ และจุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้ดี (Alexander, 1977)

การใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่มีค่า C/N ratio ต่ำ เช่น ต้นพืชตระกูลถั่วต่างๆ อาจจะไม่จำเป็นต้องเติมสารไนโตรเจน หรืออาจจะเติมในปริมาณที่น้อยกว่าที่ใช้กับเศษวัสดุที่มีค่า C/N ratio สูง วัสดุเศษพืชตระกูลถั่วมีปริมาณไนโตรเจนค่อนข้างสูงกว่าวัสดุการเกษตรชนิดอื่น ซึ่งจะมีผลต่อการเพิ่มอัตราการย่อยสลายได้มากขึ้น และใช้ระยะเวลาการย่อยสลายสั้นกว่าวัสดุที่มีปริมาณไนโตรเจนต่ำ (Cotrufo และคณะ, 1995)

นอกจากนี้ ค่า C/N ratio สามารถนำไปใช้ในการพิจารณาว่าปุ๋ยหมักที่ทำนั้นจะนำไปใช้ได้หรือไม่ โดยปกติถ้าปุ๋ยหมักมีค่า C/N ratio ลดลงต่ำกว่าหรือเท่ากับ 20 : 1 ถือว่าสามารถนำปุ๋ยหมักดังกล่าวไปใช้ใส่ในดินได้โดยไม่ทำให้พืชเป็นอันตราย และเป็นปุ๋ยหมักมีคุณภาพดี

นอกจากนั้นวัสดุเศษพืชบางชนิดมีค่า C/N ratio สูงมาก เนื่องจากมีองค์ประกอบของลิกนินค่อนข้างสูง ซึ่งย่อยสลายได้ยาก เช่น กากอ้อย ขี้เลื่อย และขุยมะพร้าวเป็นต้น วัสดุเหล่านี้จะใช้เวลาในการย่อยสลายนาน เศษพืชบางชนิด เช่น ใบยูคาลิปตัสจะมีสารประกอบพวกฟีนอล ลิกสูง ทำให้ยากต่อการย่อยสลาย ซึ่งสารฟีนอนลิกนินจะพบในใบยูคาลิปตัสมากกว่าในใบพืชชนิดอื่นๆ ดังนั้น ในการทำปุ๋ยหมักอาจจะใช้วัสดุหลายชนิดทำการหมักร่วมกัน เช่น การทำปุ๋ยหมักโดยใช้วัสดุที่ย่อยสลายยากพวกฟางข้าว หรือขี้เลื่อยร่วมกับวัสดุเศษ พืชสด พวกผักตบชวา หรือหญ้าสดได้ จากรายงานของ Briones และ Ineson (1996) พบว่าการหมักวัสดุจากใบพืชยูคาลิปตัสร่วมกับเศษใบพืชที่ย่อยสลายง่ายพวกใบโอ๊ด จะใช้ระยะเวลาในการย่อยสลายสั้นกว่าการหมักใบยูคาลิปตัสอย่างเดียว โดยมีการปลดปล่อย CO_2 เพิ่มขึ้น ซึ่งบ่งบอกถึงประสิทธิภาพการย่อยสลายมีเพิ่มมากขึ้น และมีผลทำให้การปลดปล่อยไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในรูปของแอมโมเนียมเพิ่มขึ้นด้วย

3.**ความชื้น** (moisture content)

ความชื้น เป็นค่าที่บ่งบอกถึงปริมาณน้ำในกองปุ๋ยหมัก ซึ่งจำเป็นต่อการดำรงชีวิตและการเจริญของจุลินทรีย์ เนื่องจากปฏิกิริยาในระบบ metabolism ต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ และการปลดปล่อย extracellular enzyme ออกมาภายนอกเซลล์จุลินทรีย์เพื่อย่อยสารโมเลกุลใหญ่

โดยปกติภายในกองปุ๋ยหมักจะมีอุณหภูมิสูงทำให้น้ำระเหยจากกองปุ๋ยตลอดเวลา ถึงแม้ว่าสารอินทรียวัตถุจะมีคุณสมบัติที่อุ้มน้ำได้ดีก็ตาม ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเติมน้ำลงในกองปุ๋ยหมักในช่วงเวลาที่เหมาะสม โดยไม่ทำให้ปริมาณความชื้นมากหรือน้อยเกินไป ระดับความชื้นในกองปุ๋ยหมักที่เหมาะสมต่อการย่อยสลายประมาณ 50-60% (โดยน้ำหนัก) ถ้าความชื้นต่ำกว่า 40% การย่อยสลายจะเกิดขึ้นอย่างช้าๆ แต่ถ้าความชื้นมากเกินกว่า 80% จะทำให้กองปุ๋ยหมักแฉะเกินไปการระบายอากาศไม่ดี จนทำให้เกิดสภาพไม่มีอากาศ กระบวนการย่อยสลายจะเกิดได้ช้าเช่นกัน (Poincelot, 1975) เนื่องจากจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายเศษพืชส่วนใหญ่เป็นพวกที่ต้องการอากาศหรือต้องการออกซิเจนในการสร้างพลังงาน

นอกจากความชื้นมีผลโดยตรงต่อการเจริญและกิจกรรมของเชื้อจุลินทรีย์แล้ว ยังมีผลทางอ้อมต่อการระบายอากาศด้วย กล่าวคือ ถ้าความชื้นมีมากเกินไปการแพร่กระจายของออกซิเจนในกองปุ๋ยหมักจะเกิดได้ยาก จนทำให้เกิดสภาพขาดออกซิเจนและมีผลต่ออัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ดังกล่าวแล้ว เป็นผลทำให้เกิดการหมักแบบสภาพที่ไม่มีอากาศ จะเกิดกลิ่นเหม็นภายในกองปุ๋ยหมัก ซึ่งเกิดจากสารอินทรีย์ระเหยจำพวก มีเทน ฟอสฟีน และไฮโดรเจนซัลไฟด์ โดยกลุ่มจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอากาศ และมีผลทำให้เกิดการสูญเสียธาตุอาหารจากวัสดุเศษพืชในระหว่างการทำปุ๋ยหมักด้วย เช่น ไนโตรเจนจะเปลี่ยนรูปไปเป็นแอมโมเนีย เป็นต้น

4. **การระบายอากาศ** (aeration)

การระบายอากาศในกองปุ๋ยหมัก เป็นสิ่งจำเป็นอีกประการหนึ่งเนื่องจากจุลินทรีย์พวกที่ต้องการอากาศ จะใช้ออกซิเจนเป็นตัวรับอิเลคตรอนในระบบการหายใจภายในเซลล์ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการระบายอากาศ เพื่อเพิ่ม

ปริมาณออกซิเจนให้เพียงพอต่อการเจริญและย่อยสลายเศษซากพืช (Macgregor, 1981)

การระบายอากาศหรือการเพิ่มออกซิเจนให้แก่กองปุ๋ย อาจจะทำได้โดยการกลับกองปุ๋ย ซึ่งนอกจากจะมีผลดีในการระบายอากาศแล้ว ยังช่วยคลุกเคล้าเศษวัสดุต่างๆ ให้เข้ากันอย่างสม่ำเสมอ การกลับกองปุ๋ยหมักในช่วงเวลาที่เหมาะสม จะทำให้กิจกรรมของจุลินทรีย์ดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง และเป็นวิธีการที่ไม่ต้องลงทุน แต่ต้องใช้แรงงานเพิ่มขึ้น

จากการศึกษาวิธีการระบายอากาศต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักจากฟางข้าว (พิทยากร และคณะ, 2534) โดยมีการเติมมูลสัตว์ 20 เปอร์เซ็นต์ และยูเรีย 0.2 เปอร์เซ็นต์ พบว่าการกลับกองปุ๋ยหมักทุกๆ 10 วัน ทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 30 วันแรกของการกองปุ๋ยหมัก หรือจะทำการกลับกองปุ๋ยหมักทุกๆ 20 วัน หรือทำการกลับกองปุ๋ยเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นในกองปุ๋ย 50 องศาเซลเซียสได้ ซึ่งจะช่วยทำให้ปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นได้เช่นกัน และทำให้อัตราการลดลงของค่า C/N ratio ลดลงใกล้เคียงกันระหว่าง 20:1 ถึง 30:1 หลงจากหมักฟางข้าวประมาณ 3 เดือน สำหรับในกรณีที่ไม่มีแรงงานเพียงพอในการกลับกองปุ๋ยหมัก อาจจะใช้วิธีการใช้ท่อสอดในกองปุ๋ยหมักเพื่อเป็นการช่วยระบายอากาศภายในกองปุ๋ยหมักได้ และจะช่วยลดแรงงานในการกลับกองปุ๋ยหมัก แต่อย่างไรก็ตามในช่วงแรกของการทำปุ๋ยหมักควรจะมีการกลับกองปุ๋ยหมักบ้าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงระหว่างสัปดาห์แรกของการกองปุ๋ยหมัก

การทำปุ๋ยหมักโดยไม่มีการกลับกองปุ๋ยจะทำให้อัตราการย่อยสลายเศษพืชลดลง และการใช้แผ่นพลาสติกคลุมกองปุ๋ยหมักทั้งหมดไม่ก่อให้เกิดผลดีในการทำปุ๋ยหมัก จะยิ่งทำให้ระยะเวลาการเป็นปุ๋ยหมักนานขึ้น จุลินทรีย์ไม่สามารถดำเนินกิจกรรมการย่อยสลายได้ เนื่องจากไม่มีออกซิเจนสำหรับในระบบการหายใจของจุลินทรีย์ และไม่มีการระบายอากาศเกิดขึ้นภายในกองปุ๋ยหมัก สำหรับในกรณีการนำวัสดุพวกทางมะพร้าว หรือแผ่นพลาสติกคลุมเฉพาะบริเณพื้นผิวหน้ากองปุ๋ยหมัก สามารถที่จะกระทำได้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดการระเหยของน้ำภายในกองปุ๋ยหมัก ซึ่งการระบายอากาศภายในกองปุ๋ยหมักยังเกิดขึ้นบริเวณด้านข้างของกองปุ๋ยได้ ดังนั้นการกลับกองปุ๋ย

หมักบ่อยครั้ง จะส่งเสริมกระบวนการย่อยสลายภายในกองปุ๋ยหมัก และทำให้เกิดปุ๋ยหมักเร็วขึ้น

5. **อุณหภูมิ** (temperature)

หลังจากกองปุ๋ยหมักระหว่าง 2-4 วัน อุณหภูมิภายในจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึง 50-60 องศาเซลเซียส เนื่องจากพลังงานความร้อนที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากกระบวนการย่อยสลาย และคุณสมบัติการเก็บความร้อนของวัสดุที่เป็นสารอินทรีย์ ทำให้ความร้อนที่เกิดขึ้นไม่ค่อยแพร่กระจายออกจากกองปุ๋ยหมัก การที่อุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักเพิ่มสูงขึ้นดังกล่าว ทำให้สภาพแวดล้อม ในกองปุ๋ยเปลี่ยนแปลงไป ชนิดของจุลินทรีย์ที่มีอยู่ก็เปลี่ยนไปเช่นกัน ในขณะที่อุณหภูมิสูงขึ้นเรื่อยๆ พบว่าจุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญได้แก่พวกที่ทนต่ออุณหภูมิสูง (thermoduric) และพวกที่ชอบอุณหภูมิสูง (thermophilic) หลังจากที่อุณหภูมิสูงสุดแล้วจะค่อยๆ ลดลง จนถึงระดับที่จุลินทรีย์พวกที่ชอบอุณหภูมิปานกลาง (mesophilic) สามารถเจริญและเพิ่มจำนวนมากขึ้น

ระดับของอุณหภูมิในกองปุ๋ยจะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมชนิดของวัสดุเหลือทิ้ง และขนาดของกองปุ๋ยหมักด้วย สำหรับชนิดและลักษณะของวัสดุเศษพืชนั้น มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักด้วย (เสียงแจ่ว และคณะ, 2534) โดยวัสดุที่เป็นเส้นขนาดใหญ่ ได้แก่ ฟางข้าว และผักตบชวา จะมีอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักสูงระหว่าง 45-50 องศาเซลเซียส แต่วัสดุที่มีขนาดเล็ก ได้แก่ กากอ้อย แกลบ และเศษปอ จะมีอุณหภูมิประมาณ 40 องศาเซลเซียส

ในกรณีที่มีอุณหภูมิสูงมากเกินไปประมาณ 70 องศาเซลเซียส จะมีผลยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ในกองปุ๋ย ทำให้การย่อยสลายสารประกอบอินทรีย์ลดลงและกิจกรรมของจุลินทรีย์จะลดลงตามไปด้วย ทำให้อุณหภูมิค่อยๆ ลดลงจนถึงระดับที่เหมาะสม เชื้อจุลินทรีย์ที่เหลือรอดอยู่จะเริ่มกิจกรรมในการย่อยสลายต่อไป

จากผลการทดลองของ Bertoldi และคณะ (1983) ได้รายงานเกี่ยวกับปริมาณของจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักที่มีอุณหภูมิสูง พบว่าเชื้อจุลินทรีย์พวกแบคทีเรีย และแอคติโนมัยซิสสามารถทนและอยู่รอดได้ดี แต่เชื้อรามีปริมาณ

ลดลง จากการปรับระดับอุณหภูมิให้คงที่ที่ระดับต่างๆ กัน แล้ววัดปริมาณของ CO_2 ที่ถูกปลดปล่อยออกมาเนื่องจากกระบวนการย่อยสลายพบว่าที่อุณหภูมิ 57-60 องศาเซลเซียส (ความชื้น 60%) กระบวนการย่อยสลายเกิดได้ดี โดยมีปริมาณ CO_2 ที่ปลดปล่อยออกมามาก แต่ถ้าอุณหภูมิที่ต่ำหรือสูงกว่านี้ปริมาณ CO_2 ที่ปลดปล่อยจะลดลง แสดงว่าที่ระดับอุณหภูมิสูงอัตราการย่อยสลายอินทรียวัตถุสูงกว่าในสภาพอุณหภูมิปกติ

นอกจากนั้นการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักยังขึ้นอยู่กับการเติมปัจจัยบางชนิดร่วมกับวัสดุเศษพืชในการทำปุ๋ยหมักด้วย ได้แก่ การเติมมูลสัตว์ลงในกองปุ๋ยหมัก วรรณลดาและคณะ (2534) รายงานผลของมูลสัตว์ชนิดต่างๆ ต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักจากฟางข้าว พบว่าการใส่มูลสัตว์ซึ่งอาจจะเป็นมูลไก่ มูลวัว หรือมูลสุกร ในอัตราตั้งแต่ 20 เปอร์เซ็นต์ จะมีผลทำให้อุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักสูงกว่าการไม่ใส่มูลสัตว์ในช่วง 5 วันแรกของการทำปุ๋ยหมัก ซึ่งเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยจาก 51 เป็น 60 องศาเซลเซียส และการใส่มูลสัตว์ในอัตราที่เพิ่มมากขึ้น จะส่งเสริมการเพิ่มอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักมากขึ้น ซึ่งอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นในกองปุ๋ยหมักจะเป็นค่าที่บ่งบอกถึงการเพิ่มประสิทธิภาพอัตราการย่อยสลาย และมีความสอดคล้องกับอัตราส่วนการลดลงของค่า C/N ratio ในกองปุ๋ยหมักด้วย (Bertoldi และคณะ, 1983)

การเปลี่ยนแปลงระดับของอุณหภูมิตามที่ได้กล่าวแล้วนี้ เป็นลักษณะพิเศษที่เกิดขึ้นในกองปุ๋ยหมัก ทำให้สภาพแวดล้อม และชนิดของจุลินทรีย์เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย มีนักวิจัยสนใจและศึกษาระบบนิเวศในกองปุ๋ยหมักกันมาก จุดที่สำคัญอันหนึ่ง คือความร้อนที่สะสมในกองปุ๋ยหมักเป็นระยะเวลานานนี้ จะมีผลต่อเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคกับคนหรือโรคพืชด้วย พบว่าอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักที่ทำ จากขยะเทศบาลมีผลโดยตรงที่จะทำลายเชื้อจุลินทรีย์พวกแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคในระบบลำไส้ของคน (pathogenic enteric microorganisms) สำหรับปุ๋ยหมักที่ทำจากเศษพืชที่เป็นโรคใบไหม้ของข้าวโพด และแอนแทรกโนสของถั่วเหลือง พบว่าการนำเศษพืชที่เป็นโรคดังกล่าวมาทำปุ๋ยหมัก แล้วตรวจสอบเชื้อโรคเป็นระยะๆ พบว่าหลังจากการทำปุ๋ยหมักนาน 30 วัน ตรวจไม่พบเชื้อโรคพืชในกองปุ๋ยหมัก ปัจจัยสำคัญ

ที่มีผลต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคดังกล่าวลดน้อยลง คือระดับของอุณหภูมิที่เกิดขึ้นต่อเนื่องเป็นระยะเวลายาวนาน

6.ระดับความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

Stuzenberger และคณะ (1970) ทดลองวัดระดับ pH จากตัวอย่างที่เก็บจากกองปุ๋ยหมัก นำมาหาค่าเฉลี่ยในช่วง 3 วันแรกจะลดลงจากเดิมเหลือ 5.3 ถึง 5.7 หลังจากนั้นจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ และไม่ค่อยเปลี่ยนแปลง เมื่ออยู่ในช่วงระหว่าง 7.0-8.5

Gaur (1980) กล่าวว่าในช่วง 2-3 วันแรก pH ของปุ๋ยหมักมีระดับลดลง เนื่องจากในช่วงแรกสามารถย่อยสลายวัสดุที่ย่อยสลายได้ง่ายอย่างรวดเร็ว และผลิตกรดอินทรีย์บางชนิด มีผลทำให้ pH ลดลงถึงระหว่าง 4.5-5.0 อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นในระหว่างการหมัก จะมีผลทำให้ pH สูงขึ้นด้วย และจะรักษาระดับ pH อยู่ในช่วงระหว่าง 7.5-8.5

การใช้วัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรไม่ค่อยมีปัญหา pH มากนัก เพราะโดยปกติค่า pH ของเศษซากพืชอยู่ในช่วงเป็นกลางหรือเป็นกรดเล็กน้อย นอกจากนี้สารอินทรียวัตถุมีคุณสมบัติที่เป็นลักษณะของ buffer ที่ดี โดยจะช่วยรักษาระดับ pH ไม่ให้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมากนัก *(พิทยากร, 2535)* จากการย่อยสลายวัสดุเศษพืชที่มีค่า pH ของใบยูคาลิปตัส พบว่าค่า pH ของใบยูคาลิปตัสเริ่มต้นก่อนการทำปุ๋ยหมักมีค่าเท่ากับ 3.9 หลังจากหมักเป็นเวลา 10 วัน ค่า pH จะเพิ่มขึ้น 5.2 จนกระทั่งหลังจากสิ้นสุดการหมักวัสดุดังกล่าวเป็นเวลา 50 วัน ค่า pH ของกองปุ๋ยหมักจากใบยูคาลิปตัส เพิ่มขึ้นเป็น 6.0 *(วรรณลดา และคณะ, 2534)* และการเติมมูลสัตว์ร่วมกับวัสดุดังกล่าวมีผลทำให้ระดับของค่า pH ในกองปุ๋ยหมักเพิ่มขึ้นจาก 6.0 เป็น 6.5 หลังจากการย่อยสลายเป็นเวลา 50 วัน

เอกสารอ้างอิง

พิทยากร ลิ่มทอง วรรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์ เสียงแจ่ว พิริยพฤนต์ ประโสด ธรรมเขต ชูศรี ยสินธร และปรัชญา ธัญญาดี 2534 ผลของวิธีการระบายอากาศต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักจากฟางข้าว รายงานผลการวิจัยการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ : หน้า 35-44

พิทยากร ลิ่มทอง 2535 การปรับปรุงบำรุงดินด้วยปุ๋ยหมัก และปุ๋ยพืชสด คู่มือการปรับปรุงดินและการใช้ปุ๋ย คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ : หน้า 75-88

วรรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์ พิทยากร ลิ่มทอง เสียงแจ่ว พิริยพฤนต์ ประโสด ธรรมเขต ชูศรี ยสินธร และปรัชญา ธัญญาดี 2534 ผลของมูลสัตว์ชนิดต่างๆ ต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักจากฟางข้าว รายงานผลการวิจัยการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ : หน้า 27-34

วรรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์ พิทยากร ลิ่มทอง เสียงแจ่ว พิริยพฤนต์ และฉวีวรรณ เหลืองวุฒิวิโรจน์ 2534 อัตราการย่อยสลายใบยูคาลิปตัสใน กระบวนการผลิตปุ๋ยหมัก รายงานผลการวิจัยการปรบปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ : หน้า 53-58

สมศักดิ์ วังใน 2528 จุลินทรีย์และกิจกรรมในดิน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ : 193 หน้า

เสียงแจ่ว พิริยพฤนต์ พิทยากร ลิ่มทอง ปรีดี ดีรักษา วรรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์ ปรัชญา ธัญญาดี และ Shinichi Yoshioka 2534 ผลของการใช้วัสดุชนิดต่างๆ ในการทำปุ๋ยหมักต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ รายงานผลการวิจัยปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ : หน้า 45-52

Alexander, M. 1977. Introduction to Soil Microbiology. 2d ed., John Wiley and Sons, Inc., New York London. 467 p.

Bertoldi,M.,G. Vallini and A.Pera. 1983. The biology of composting : A review Waste Manage and Pes. 1:157-176.

Briones, M.J. I. and P. Ineson. 1996. Decomposition of eucalyptus leaves in litter mixtures. Soil Biol. Biochem. 28 (10/10) : 1381-1388.

Cotrufo, M.F.,P.Ineson and J.D.Roberts 1995. Decomposition of birch leaf litters with varying C-to-N-ratios. Soil Biol. Biochem. 27 (9) :1219-1221.

Gaur, A.C.1980 Fundamentals of composting. FAO/UNDP regional project. Project Fxield Decument. 13:10-11.

Macgregor, S.T. 1981. Compostion process control based on interaction between microbial cheat out put and temperature. Applied and Environmental Microbiology. 41 (6):1321-1330.

Poincelot, R.P.1975. The biochemistry and methodolgy of composting. The Connecticut Agricu Experiment Station. New Heven Bull. 754:1-17.

Stuetzenberger, F.J., A.J. Kaufman and R.D. Lossin. 1970. Cellulolytic activity in municipal solid composting. Can. J.Microbiol 16:553-560.

จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายและประโยชน์บางประการในการกองปุ๋ยหมัก

โดย
พิทยากร ลิ่มทอง
เสียงแจ๋ว พิริยพฤนต์

1. จุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมัก

กระบวนการย่อยสลายเศษวัสดุในกองปุ๋ยหมักเกี่ยวข้อง โดยตรงกับกิจกรรมของเชื้อจุลินทรีย์ ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มีโมเลกุลใหญ่ให้มีขนาดเล็กลง จนกระทั่งเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ ความร้อน และสารประกอบฮิวมัส เมื่อกระบวนการย่อยสลายเสร็จสมบูรณ์จะได้สารประกอบที่มีความคงทน ที่เรียกว่า ปุ๋ยหมัก (compost) กระบวนการย่อยสลายดังกลาวจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยเชื้อจุลินทรีย์ หลายชนิดประกอบกัน และเมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม กระบวนการย่อยสลายในกองปุ๋ยหมักสามารถแบ่งได้เป็น 3 ระยะคือ 1)ระยะอุณหภูมิปานกลาง (mesophilic phase) ซึ่งเกิดขึ้นในช่วงแรกของการย่อยสลายโดยอุณหภูมิจะอยู่ในช่วงประมาณ 30-45° ซ 2) ระยะอุณหภูมิสูง (thermophilic phase) ซึ่งเกิดขึ้นในช่วงที่มีการย่อยสลายอย่างต่อเนื่อง โดยอุณหภูมิจะเพิ่มสูงถึง 45-60° ซ หรือมากกว่านี้เป็นช่วงที่เกิดการย่อยสลายสูงสุดจนทำให้เกิดความร้อนสะสมในกองปุ๋ยหมัก 3) ระยะอุณหภูมิลดลง (maturation phase) เป็นช่วงที่อัตราการย่อยสลายลดลงจนกระทั่ง

อุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักลดลง และลดลงอย่างช้าๆ ช่วงนี้เป็นระยะที่ใกล้จะเสร็จสิ้นของการย่อยสลายแล้ว

สภาพแวดล้อมภายในกองปุ๋ยหมักจะเปลี่ยนแปลงไปตามขั้นตอน โดยระดับอุณหภูมิจะเปลี่ยนไป ทำให้ชนิดและปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ทำให้แต่ละช่วงมีเชื้อจุลินทรีย์ที่โดดเด่นแตกต่างกันออกไป จากผลของการวิจัยพบว่าในช่วงแรกซึ่งเป็นระยะสั้นๆประมาณ 1-2 วัน กระบวนการย่อยสลายเศษพืชในกองปุ๋ยหมักจะเกี่ยวข้องกับเชื้อจุลินทรีย์ที่ชอบอุณหภูมิปานกลาง (mesophile) ซึ่งจุลินทรีย์เหล่านี้จะย่อยสลายสารประกอบอินทรีย์ต่างๆ ที่ย่อยสลายง่าย หรือสารประกอบที่ละลายน้ำได้อย่างรวดเร็วเช่นกัน เมื่ออุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักสูงเพิ่มขึ้นเกินกว่า 40°ซ จะมีผลทำให้เชื้อจุลินทรีย์ที่ชอบอุณหภูมิปานกลางเริ่มลดปริมาณลง เนื่องจากไม่สามารถจะเจริญและดำรงชีวิตอยู่ได้ในสภาพที่อุณหภูมิสูง ในขณะเดียวกันเชื้อจุลินทรีย์ที่ชอบอุณหภูมิสูงก็จะเริ่มเจริญ และเพิ่มปริมาณมากขึ้นซึ่ง เชื้อจุลินทรีย์พวกนี้ยังคงดำเนินกิจกรรมการย่อยสลายได้อย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะสารประกอบที่ย่อยสลายได้ยาก เช่น ไขแลน เซลลูโลส และลิคนิน เป็นต้น ในช่วงนี้สามารถตรวจพบเสมอว่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ดำรงชีพได้ในสภาพนี้จะมีความสามารถในการย่อยสลายเซลลูโลส และลิกนินได้ดี เมื่อความร้อนสะสมในกองปุ๋ยหมักมากเกินกว่า 65° ซ จะมีผลทำให้เชื้อจุลินทรีย์หลายชนิดตายลง และมีผลทำให้อัตราการย่อยสลายลดลง ส่งผลทำให้อุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักลดลงด้วย เมื่ออุณหภูมิ ลดลงถึงระดับหนึ่งที่เชื้อจุลินทรีย์ที่ชอบอุณหภูมิสูงสามารถเจริญและดำเนิน กิจกรรมการย่อยสลายได้อีก ก็จะทำให้อุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักเพิ่มขึ้นอีก ลักษณะดังกล่าวจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องทำให้อุณหภูมิ ในกองปุ๋ยหมักช่วงนี้จะอยู่ในช่วงประมาณ 45-65° ซ และค่อนข้างคงที่ในช่วงอุณหภูมิดังกล่าวนี้ จนกระทั่งสภาพแวดล้อมในกองปุ๋ยหมักไม่เหมาะสม หรือวัสดุในกองปุ๋ยหมักถูก ย่อยสลายจนใกล้จะสมบูรณ์ก็จะทำให้อุณหภูมิลดลง ในช่วงที่เกิดจากการย่อยสลายอย่างต่อเนื่อง ดังกล่าวนี้ควรที่จะปรับสภาพในกองปุ๋ยหมักให้เหมาะสม ได้แก่ การระบายอากาศ และการควบคุมความชื้นจะทำให้อัตราการย่อยสลาย โดยกิจกรรมของเชื้อจุลินทรีย์ที่ชอบอุณหภูมิสูงเหล่านี้ดำเนินกิจกรรมได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการย่อยสลายอย่าง

รวดเร็ว จนทำให้ระยะเวลาในการทำปุ๋ยหมักสิ้นสุดลง

ลักษณะของการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมภายในกองปุ๋ยหมักดังกล่าวข้างต้นเกิดขึ้นอย่างเป็นขั้นเป็นตอน ตามกิจกรรมของเชื้อจุลินทรีย์แต่ละกลุ่มซึ่งจะเห็นได้ว่ากระบวนการย่อยสลายดังกล่าวต้องอาศัยเชื้อจุลินทรีย์หลาย ประเภทประกอบกันในลักษณะของเชื้อผสม (mix culture) เชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ คือ

1.1 **แบคทีเรีย** (Bacteria)

จุลินทรีย์พวกนี้มีขนาดค่อนข้างเล็ก แต่มีปริมาณมากที่สุดในกองปุ๋ยหมัก ประมาณ 80-90% ของเชื้อจุลินทรีย์ที่พบในกองปุ๋ยหมัก โดยเฉพาะในช่วงของกระบวนการทำปุ๋ยหมัก และมักตรวจพบในปริมาณที่มากกว่าเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่นเสมอปริมาณ ของแบคทีเรียทั้งหมดในกองปุ๋ยหมักมีค่าประมาณ $2.3x10^8$ เซลล์ต่อน้ำหนัก 1 กรัม ส่วนพวกที่มีสปอร์และทนต่อความร้อนจะมีค่าประมาณ $3.9x10^4$ เซลล์ต่อน้ำหนัก 1 กรัม ปริมาณของแบคทีเรียดังกล่าว ไม่ใช่เป็นค่าที่แน่นอน แต่จะผันแปรไปจากนี้ขึ้นกับสภาพแวดล้อมและวัสดุที่นำมาใช้ทำปุ๋ยหมัก เชื้อแบคทีเรียค่อนข้างมีบทบาทสำคัญในกระบวนการย่อยสลาย และการเกิดความร้อนในกองปุ๋ยหมัก

เชื้อแบคทีเรียเป็นจุลินทรีย์เซลล์เดียวอาจจะมีรูปร่างแตกต่างกันออกไป เช่น ทรงกลม (cocci) , รูปท่อน (bacilli), รูปเกลียว (spiral) เป็นต้น เชื้อแบคทีเรียหลายชนิดสามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยพลังงานที่มีในเซลล์ ซึ่งในระยะแรกของการกองปุ๋ยหมัก อุณหภูมิภายในกองจะไม่สูงมากนักเชื้อแบคทีเรียส่วนใหญ่จะเป็นเชื้อแบคทีเรียทั่วไปที่พบอยู่ในดิน อย่างไรก็ตามมีผู้รายงานว่าปริมาณของเชื้อแบคทีเรียจะลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น โดยทั่วไปมักจะพบพวก *Pseudomonas sp. Achromobater sp. Flavobacterium sp. Micrococcus sp.* และ *Bacillus sp.* ซึ่ง *Bacillus sp.* ค่อนข้างจะพบในปริมาณมากกว่าพวกอื่นๆ โดยเฉพาะพวกที่ชอบอุณหภูมิสูงได้แก่ *B.subtilis* และ *B.Stearothermophilus* ซึ่งพวกนี้เจริญได้ดีในช่วง 50-55 องศาเซลเซียสในบางกรณีอาจจะถึง 65 องศาเซลเซียส นอกจากนี้เชื้อแบคทีเรียที่ตรวจพบว่าสามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิสูงระดับนี้ได้แก่ *Thermus sp.* เชื้อแบคทีเรียชนิดนี้จะมีบทบาทสำคัญในช่วงที่อุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักสูง บางครั้งอาจจะพบพวกแบคทีเรียชนิด

หนึ่งที่สามารถทนต่อความร้อนได้สูงได้แก่ Thermus aquaticus เจริญได้ในช่วงอุณหภูมิ 40-79 องศาเซลเซียส แต่เจริญได้ดีในช่วง 70 องศาเซลเซียส

พวก *Bacillus sp.* จัดเป็นพวกที่สามารถสร้างสปอร์ได้จากการตรวจสอบพบว่าสปอร์จะเพิ่มขึ้นมากตั้งแต่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ยังพบว่ามีพวก *Clostridium sp.* ซึ่งสามารถสร้างสปอร์ได้เช่นกัน แต่เจริญในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน

1.2 **เชื้อรา** (Fungi)

เชื้อราเป็นจุลินทรีย์ชนิดหนึ่งที่มีลักษณะการดำรงชีวิตคล้ายกับพืช ซึ่งในสมัยก่อนจัดไว้เป็นพืชชั้นต่ำแต่ความสามารถในการใช้อาหาร กว้าง มาก เมื่อดูจากกล้องจุลทรรศน์จะเห็นลักษณะเป็นเส้นใยต่อกันและมีสปอร์กระจัดกระจายอยู่ทั่วไปเชื้อราเป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศ (aerobe) ดังนั้นการเจริญจึงต้องมีออกซิเจนอย่างเพียงพอ

ในกองปุ๋ยหมักจะตรวจพบเชื้อราอยู่เสมอ แต่ชนิดและปริมาณของเชื้อรา จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัสดุที่นำมาทำปุ๋ยหมัก ความชื้น และอุณหภูมิของสภาพแวดล้อม การที่อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นและมีความชื้นสูงเป็นสภาพที่เหมาะสมกับเชื้อแบคทีเรียมากกว่าเชื้อรา ดังนั้นจึงมักตรวจพบเชื้อราเจริญอยู่บริเวณผิวนอกของปุ๋ยหมัก ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำและมีความชื้นน้อยกว่าในกองปุ๋ยหมัก จากการศึกษาในกองปุ๋ยหมักในช่วงอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส สามารถพบเชื้อราได้ แต่เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นถึง 65 องศาเซลเซียส ปริมาณเชื้อราจะลดลงอย่างมาก แต่เมื่ออยู่ในสภาพที่แห้งพบว่าอุณหภูมิสูงขนาด 62-63 องศาเซลเซียส ยังสามารถตรวจพบเชื้อราได้

เชื้อราส่วนใหญ่มีความสามารถในการย่อยสลายสารประกอบโมเลกุลใหญ่ได้ดี เนื่องจากเชื้อราหลายชนิดผลิตเอนไซม์ออกมาภายนอกเซลล์ ได้หลากหลายชนิดอย่างไรก็ตามปัจจัยต่างๆ ของสภาพแวดล้อมจะเป็นตัวควบคุมและคัดเลือกเชื้อราที่มีความสามารถในการดำรงกิจกรรมในกองปุ๋ยหมักจากการศึกษาชนิดของเชื้อราในระยะต่างๆ ของการทำปุ๋ยหมัก พบว่าในระยะแรกที่อุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักเพิ่มสูงขึ้นมักจะตรวจพบเชื้อราพวก *Geotrichum candidum* และ *Aspergillus fumigatus* และเมื่ออุณหภูมิสูงถึงระดับ 45-55 องศาเซลเซียส มักจะตรวจพบพวก *Cladosporium sp.*

Aspergillus sp. และ *Mucor sp.* เมื่ออุณหภูมิสูงกว่านี้อาจจะพบพวก *Penicillium duponti* อย่างไรก็ตามชนิดของเชื้อรา ดังกล่าวนี้จะแตกต่างกันออกไปขึ้นกับสภาพแวดล้อมและวัสดุที่ใช้บางครั้งอาจจะเห็นกลุ่มของเส้นใยเชื้อราเป็นสีขาวหรือเทาเจริญอยู่ภายในกองปุ๋ยหมัก

1.3 **แอคติโนมัยซิส** (Actinomycetes)

โดยทั่วไปเชื้อแอคติโนมัยซิสมีอัตราการเจริญช้ากว่าเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา จะเจริญได้ไม่ดีเมื่ออยู่ในสภาพที่มีการถ่ายเทอากาศไม่เพียงพอ เนื่องจากจุลินทรีย์พวกนี้ต้องการออกซิเจนในการเจริญ ลักษณะของเชื้อแอคติโนมัยซิสเมื่อเจริญเป็นกลุ่มบนวัสดุที่ใช้ทำปุ๋ยหมักจะสังเกตเห็นได้โดยเป็นจุดสีขาวๆ คล้ายผงปูนขาว ซึ่งลักษณะเช่นนี้จะเห็นได้ในกองปุ๋ยหมักหลังจากอุณหภูมิขึ้นสูงถึงจุดสูงสุด

จากข้อมูลการค้นคว้าวิจัยต่างๆ พบว่าเชื้อแอคติโนมัยซิส สามารถเจริญได้ดีในช่วงอุณหภูมิสูงถึง 65 องศาเซลเซียส และการเจริญจะลดลง หรือหยุดชะงักเมื่ออุณหภูมิสูงเกินกว่า 75 องศาเซลเซียส คุณสมบัติของความสามารถที่เจริญได้ในสภาพที่อุณหภูมิสูงแตกต่างกันนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อแอคติโนมัยซิส

เชื้อแอคติโนมัยซิสที่มักจะพบอยู่ในเสมอในกองปุ๋ยหมัก ได้แก่พวก *Thermoactinomycetes sp.* และ *Thermomonospora sp.* ซึ่งเป็นพวกที่สามารถผลิตเอ็นไซม์เซลลูเลสออกมาย่อยเซลลูโลสได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากเชื้อแอคติโนมัยซิส 2 ชนิดที่กล่าวแล้ว อาจจะพบพวก *Streptomces sp.* และ *Micropolyspora sp.* อีกด้วย จากข้อมูลต่างๆ พอจะสรุปได้ว่าเชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้มีบทบาทที่สำคัญในการย่อยสลายสารอินทรีย์ เช่น เซลลูโลส ลิกนิน ไคตินและโปรตีน ที่มีอยู่ในกองปุ๋ยหมักในขณะที่อุณหภูมิสูง

2.ประโยชน์บางประการของเชื้อจุลินทรีย์ในการกองปุ๋ยหมัก

ในระหว่างการย่อยสลายวัสดุเศษพืชโดยกิจกรรมของเชื้อจุลินทรีย์แบบต้องการอากาศ จะมีผลทำให้สภาพแวดล้อมทั้งทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพบางประการภายในกองปุ๋ยหมักเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมีผลต่อเชื้อโรคพืชและศัตรูบางชนิด เช่น อุณหภูมิ ความเป็นกรดเป็นด่าง

และการเกิดปฏิกิริยาระหว่างเชื้อจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายเศษพืชกับเชื้อโรคพืช รวมถึงประโยชน์บางประการของเชื้อจุลินทรีย์อันเนื่องจากการกองปุ๋ยหมัก สรุปได้ดังนี้คือ

2.1 การเร่งอัตราการย่อยสลายในกองปุ๋ยหมัก

เชื้อจุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญต่อการย่อยสลายเศษพืชในกองปุ๋ยหมักประกอบด้วยเชื้อจุลินทรีย์ 3 กลุ่ม คือเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา และแอคติโนมัยซิส สารเร่งจุลินทรีย์ที่คัดเลือกสำหรับทำปุ๋ยหมัก ได้แก่ กลุ่มแบคทีเรียในสกุล *Bacillus sp.* และ *Cellulomonas sp.* กลุ่มราในสกุล *Aspergillus sp., Helicomyces sp., Chaetomium sp.* และ *Scopulariopsis sp.*, และ *Trichoderma sp.* แอคติโนมัยซิลในสกุล *Norcardia sp.* และ *Streptomyces sp.* จุลินทรีย์เหล่านี้จะปลดปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยสลายเศษพืช ซึ่งสารประกอบที่ได้จากการย่อยสลายมีหลายชนิดแตกต่างกันออกไป เช่น กรดอินทรีย์ต่างๆ สารเชื่อมทำให้ดินจับตัวเป็นก้อน ร่วนซุย ธาตุอาหาร และฮิวมัน ซึ่งจะมีประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช นอกจากนั้นเชื้อจุลินทรีย์หลายชนิดจะสร้างเอนไซม์ที่มีประสิทธิภาพต่อการย่อยสลายเศษพืชในกองปุ๋ยหมัก ดังนั้นเมื่ออยู่ในสภาพอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมต่อการดำเนินกิจกรรมของจุลินทรีย์จะช่วยทำให้อัตราการย่อยสลายเศษพืชเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว จนมีผลช่วยลดเวลาในการทำปุ๋ยหมักให้สั้นลง

2.2 การช่วยยับยั้งหรือทำลายโรคพืชบางชนิดในกองปุ๋ยหมัก

ถ้าสภาพแวดล้อมในกองปุ๋ยหมักเหมาะสมหลังจากที่เริ่มกองปุ๋ยหมัก อัตราการย่อยสลาย เศษพืชจะเกิดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดการสะสมความร้อนในกองปุ๋ยหมักอย่างต่อเนื่องยาวนาน สภาพที่มีอุณหภูมิสูงติดต่อกันดังกล่าวนี้มีผลโดยตรงต่อเชื้อโรคพืชหลายชนิดที่อยู่ในกองปุ๋ยหมัก จากผลการทดลองกองปุ๋ยหมักจากต้นพืชที่เป็นโรคบางชนิด ได้แก่เชื้อรา Helminthosporium maydis (โรคใบไหม้ของข้าวโพด), Curvularia lunata (โรคใบจุดของข้าวโพด) และ Collectotrichum dermatium var. truncatum (โรคแอนแทรคโนสของถั่วเหลือง) มีปริมาณลดลงอย่างมากเนื่องจากอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักสูงถึง 70 องศาเซลเซียส มีผลทำให้เชื้อโรคพืชไม่สามารถเจริญได้ นอกจากนี้เชื้อรา *Aspergillus sp., Trichoderma sp.* และเชื้อ

แอคติโนมัยซิสพวก *Streptomyces sp.* บางชนิดมีความสามารถในการสร้างสารปฏิชีวนะออกมายับยั้งหรือทำลายเชื้อโรคพืช หรือเกิดการแข่งขันกันระหว่างจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคกับเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ทั่วไปในกองปุ๋ยหมัก หรือการที่เชื้อจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักเป็นพาราไซต์กับเชื้อโรคพืช ปัจจัยเหล่านี้จะมีผลต่อการทำลายและยับยั้งการเจริญของเชื้อโรคพืชที่มีอยู่ในกองปุ๋ยหมัก

2.3 การช่วยทำลายไข่ของแมลงบางชนิด

ความร้อนที่เกิดขึ้นจากการทำปุ๋ยหมัก ซึ่งบางครั้งสูงถึง 60-80 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงขนาดนี้และเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นระยะยาวนานจะสามารถทำลายไข่ของแมลงศัตรูพืช โดยทำให้ไข่แมลงต่างๆ ฝ่อ จนกระทั่งไม่สามารถเจริญเติบโตเป็นแมลงต่อได้ และจากสภาพแวดล้อมดังกล่าว ยังมีผลต่อการทำลายเมล็ดวัชพืชที่ติดมากับเศษพืชด้วยเช่นกัน

2.4 การช่วยเพิ่มคุณภาพของปุ๋ยหมัก

จุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักและในดินบางชนิด เช่น *Azotobacter sp.* สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศอย่างอิสระ และเปลี่ยนเป็นธาตุอาหารที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เป็นการเพิ่มคุณภาพของปุ๋ยหมัก และลดการใช้สารเคมีประเภทไนโตรเจน นอกจากนี้สารประกอบฟอสฟอรัสที่เกิดขึ้นจากกระบวนการสลายตัวของหินฟอสเฟต หรือเศษซากกระดูกจะถูกย่อยสลายออกมาในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช โดยเชื้อแบคทีเรียพวก *Bacillus sp.* บางชนิดและเชื้อราหลายชนิด เชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าวมีอยู่ทั่วไปในดิน โดยชนิดและปริมาณมีแตกต่างกัน ดังนั้นจึงมีการวิจัยที่จะพยายามนำเอาเชื้อที่เป็นประโยชน์เหล่านี้มาใช้ในการเพิ่มคุณภาพของปุ๋ยหมัก

2.5 การช่วยลดต้นทุนในการทำปุ๋ยหมักโดยการต่อเชื้อ

จากการใช้สารตัวเร่งในการทำปุ๋ยหมักเป็นการช่วยให้เกษตรกรสามารถทำปุ๋ยหมักได้อย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง จากผลการวิจัยพบว่าการใช้สารเร่งในการทำปุ๋ยหมักสามารถที่จะทำการต่อเชื้อได้ด้วย โดยไม่จำเป็นต้องใช้สารตัวเร่งทุกครั้งที่จะทำปุ๋ยหมัก ซึ่งเป็นการช่วยลดต้นทุนการผลิตโดยใช้สารเร่งเพียงครั้งเดียว กรณีดังกล่าวเกษตรกรสามารถนำปุ๋ยหมักที่เป็นแล้วมาใช้ในการต่อเชื้อ โดยใช้ในอัตราการต่อเชื้อ สำหรับทำปุ๋ยหมักครั้งใหม่ดังนี้

วัสดุเศษพืช 1 ตัน ใช้ปุ๋ยหมักที่เป็นแล้ว 100-200 กก.ประโยชน์ ที่เกษตรกรได้รับจะเป็นการช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย และลดต้นทุนในการผลิตปุ๋ยหมักได้อย่างดี

เอกสารอ้างอิง

Alexander, M.1977. Introduction to Soil Microbiology. 2d ed,John Wiley and Sons, Inc., New York. 467 p.

Baker, K.F.and R.J.Cook. 1974. Biological Control of Plant Pathogens. W.H. Freeman & Co.

Bertoldi, M.,G. Vallini and A.Pera. 1983.The biology of composting : A review. Waste Manage and Res. 1:57-176.

Chang, Y.and H.J.Hudson. 1967. The fungi of wheat straw compost :1. Ecological studies. Trans. Br.Mycol. Soc. 50-649-460.

Gaur, A.C.,K. V.Sadasivam, R.S.Mathur and S.P.Magu. 1982. Role of mesophilic fungi in composting. Agric. Wastes. 4:453-460

Gray, T.R.G.and S.T. Williams 1971. Soil Micro-organisms. Longman Group Ltd., London. 240 p.

Mahloch. J.L.1972. Fungi present during the aerobic decomposition of selected solid-waste substrates. Cevelop. Ind. Microbial. 13:308-315.

Mangu.S.P.1980. Cellulose decomposition. Compost Technol. Project field document. 13:56-62.

Romanelli, R.A., C.W. Houston and S.M.Barnett. 1975. Stydues on thermophilic cellulolytic fungi. Appl.Microbiol. 32(2):276-284.

Stuetzenberger, F.J.,A.J.Kaufman and R.D.Lossin. 1970. Cellulolytic. activity in municipal solid waste composting. Can. J.Microbiol. 16:553-560.

Updegraff, D.M.1972>Microbiological aspects of soild-waste Composting Develop. Ind.Microbial. 13-16-23.

ตารางแสดงชนิดของเชื้อราที่แยกได้จากกองปุ๋ยหมักที่ทำจากเศษวัสดุชนิดต่าง ๆ

อุณหภูมิปานกลาง	อุณหภูมิสูง
Alternaria tennis	*Aspergillus fumigatus*
Aspergillus amstelodami	*Chaetomium thermophilum*
Cephalosporium sp.	*Humicola insolens*
Cladosporium herbarum	*H. lanuginosa*
Coprinus cinereus	*Mucor pusillus*
Geotrichum candidum	*Penicillium duponti*
Paecilomyces	*Sporotrichum thermophile*
Polyporus versicolor	*Talaromyces thermophilis*
Scopulariopsis brevicantis	*Thermoascus aurantiacus*
Trichoderma viridae	

ตารางแสดงชนิดของเชื้อแบคทีเรียที่แยกได้จากกองปุ๋ยหมัก

Achromobacter sp.
Angiococcus sp.
Bacillus subtitis
B. stearothermophilus
Cellfacicula sp.
Cellulomonas sp.
Cellvibrio sp.
Clostridium sp.
Myxococcus virescens
M. fulvus
Polyangium sp.
Pseudomonas sp.
Sorangium sp.
Sporocytophaya sp.
Thiolobacillus thiooxidans
T. denitrificans

ตารางแสดงชนิดของเชื้อแอคติโนมัยซิสที่แยกได้จากกองปุ๋ยหมัก

Micromonospora vulgaris
Nocardia brasilensis
Streptomyces thermofuscus
S.thermophilus
S. thermoviolaceus
S. thermovulgaris
S. violacesus-ruber
Thermoactinomyces vulgaris
Thermomonosphora curvarta
T. fusca
Thermopolyspora polyspora
Streptosporangium sp.

ระดับธาตุอาหารพืชในปุ๋ยหมัก

โดย
พิทยากร ลิ่มทอง
ฉวีวรรณ เหลืองวุฒิวิโรจน์

คำนำ

โดยทั่วไป การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ หรือปุ๋ยหมักมีจุดประสงค์หลักเพื่อการปรับปรุงสภาพของดินในด้านกายภาพให้เหมาะสมต่อการเจริญของพืช ในขณะเดียวกันยังมีส่วนในด้านการบำรุงดิน กล่าวคือเป็นแหล่งของธาตุอาหารพืชและยังช่วยปลดปล่อยธาตุอาหารเหล่านั้นเมื่ออยู่ในดินอีกด้วย ดังนั้นปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยหมักจึงเป็นทั้งการปรับปรุงและบำรุงดิน แต่อย่างไรก็ตามส่วนใหญ่มักจะคำนึงถึงปริมาณของธาตุอาหารในปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยหมัก และมักจะคำนึงว่าส่วนนี้จะต้องเป็นประโยชน์ต่อพืชอย่างเห็นได้ชัดเจน เป็นที่ทราบกันดีว่าปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยหมักมีปริมาณธาตุอาหารแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัสดุที่นำมาใช้ทำปุ๋ยหมัก ดังนั้นในรายงานนี้จึงพยายามเสนอผลค่าวิเคราะห์ทางเคมีของวัสดุชนิดต่างๆ ค่าวิเคราะห์ทางเคมีและชีวภาพของปุ๋ยหมักที่ทำจากวัสดุชนิดต่างๆ โดยมีจุดประสงค์ เพื่อหาระดับมาตรฐานของปริมาณธาตุอาหารหลักของพืชในปุ๋ยหมักที่ทำจากวัสดุชนิดต่างๆ และวิเคราะห์การกระจายของข้อมูลเหล่านี้เพื่อใช้เป็นข้อมูลขั้นพื้นฐาน ในการจะกำหนดระดับมาตรฐานของปุ๋ยหมักต่อไป

ค่าวิเคราะห์เคมีของวัสดุเหลือใช้

จากการรวบรวมข้อมูลของค่าวิเคราะห์ทางเคมีของธาตุอาหารหลักของพืชในวัสดุเหลือใช้ชนิดต่างๆ ทั้งที่ได้จากในไร่นา และจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท พบว่าระดับของธาตุอาหารหลักของพืชมีความผันแปรขึ้นกับชนิดของวัสดุ หรือถึงแม้ว่าจะเป็นพืชชนิดเดียวกัน แต่คนละส่วนก็มีระดับธาตุอาหารแตกต่างกัน ดังนั้น จึงได้แบ่งวัสดุเหลือใช้ออกเป็น 2 ประเภท คือ ในกรณีที่วัสดุมีค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำกว่า 100:1 จัดเป็นวัสดุที่ย่อยสลายง่าย และในกรณีที่วัสดุมีค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนมากกว่า 100:1 จัดเป็นวัสดุที่ย่อยสลายยาก จากค่าเฉลี่ยของค่าวิเคราะห์เคมีของวัสดุเหลือใช้ที่ย่อยสลายง่าย ตามตารางที่ 1 พบว่ามีปริมาณไนโตรเจน 1.07% (±0.53) ปริมาณฟอสฟอรัส 0.37% (±0.25) ปริมาณโปแตสเซียม 2.92% (±1.82) ค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน 55.29 (±19.23) และมีระดับความเป็นกรดเป็นด่าง 6.48 (±1.60)

สำหรับค่าเฉลี่ยของค่าวิเคราะห์เคมีของวัสดุเหลือใช้ที่ย่อยสลายยาก ตามตารางที่ 2 พบว่ามีปริมาณไนโตรเจน 0.37% (±0.11) ปริมาณฟอสฟอรัส 0.15% (±0.10) ปริมาณโปแตสเซียม 1.09% (±1.03) ค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน 170 (±64.65) และระดับความเป็นกรดเป็นด่าง 6.19 (±0.80) จากการพิจารณาค่าเฉลี่ยของปริมาณธาตุอาหารหลักของพืชในวัสดุทั้ง 2 ประเภทพบว่าวัสดุในกลุ่มที่ย่อยสลายง่ายจะมีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมสูงกว่าในวัสดุที่ย่อยสลายยากถึง 2-3 เท่า ในลักษณะเช่นนี้คาดว่าปุ๋ยหมักที่ทำจากวัสดุทั้ง 2 ประเภทนี้จะมีปริมาณธาตุอาหารพืชดังกล่าวแตกต่างกันด้วย

ค่าวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลักของพืชในวัสดุที่ย่อยสลายง่ายและยาก มีความแตกต่างกันอาจจะเนื่องจากในโครงสร้างและองค์ประกอบอื่นๆ ของวัสดุนั้นๆ สำหรับวัสดุที่ย่อยสลายยากจะมีโครงสร้างที่คงทนต่อการย่อยสลายองค์ประกอบดังกล่าว ได้แก่ ส่วนของเซลลูโลส และลิคนิน ซึ่งมีปริมาณค่อนข้างสูงในวัสดุที่ย่อยสลายยาก ส่วนประกอบหลักของ เซลลูโลสและลิคนิน ได้แก่ ธาตุคาร์บอน ดังนั้นถ้าเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนในวัสดุที่ย่อยสลายง่ายและย่อยสลายยากจะเห็นได้ว่ามีปริมาณแตกต่างกันค่อนข้างชัดเจน

กล่าวคือในวัสดุที่ย่อยสลายง่าย มีปริมาณคาร์บอน 49.07% (±8.85) และวัสดุที่ย่อยสลายยากมีปริมาณคาร์บอน 57.15% (±3.91) เนื่องจากส่วนของคาร์บอนมีปริมาณมากในองค์ประกอบวัสดุที่ย่อยสลายยากจึงมีผลทำให้ปริมาณธาตุอาหารของพืชน้อยกว่าวัสดุที่ย่อยสลายง่าย

ในกรณีที่พิจารณาถึง ค่าวิเคราะห์เคมีของวัสดุเหลือใช้ที่ย่อยสลายง่ายและยากรวมกัน พบว่าค่าเฉลี่ยของธาตุอาหารหลักของพืชในตารางที่ 3 มีปริมาณไนโตรเจน 0.79% (±0.53) ปริมาณฟอสฟอรัส 0.28% (±0.23) ปริมาณโปแตสเซียม 2.19% (±1.77) ค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน 100.17 (±70.82) และระดับความเป็นกรดเป็นด่าง 6.36 (±1.33) จากค่าเฉลี่ยดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าวัสดุเหลือทิ้งชนิดต่างๆ มีปริมาณฟอสฟอรัสค่อนข้างต่ำมาก และมีปริมาณโปตัสเซียมค่อนข้างสูงโดยมีความเป็นกรดเป็นด่างในระดับที่เป็นกรดเล็กน้อย

ค่าวิเคราะห์เคมีของปุ๋ยหมัก

จากข้อมูลค่าวิเคราะห์ทางเคมีของธาตุอาหารหลักของพืชในปุ๋ยหมักที่ทำจากวัสดุชนิดต่างๆ พบว่ามีความผันแปรเช่นกัน ตามที่แสดงในตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่าตัวอย่างปุ๋ยหมักจากฟางข้าวทั้ง 7 ตัวอย่างมีระดับธาตุอาหารพืชที่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาถึงปุ๋ยหมักที่ทำจากวัสดุที่ย่อยสลายง่ายตามตารางที่ 4 พบว่า ปริมาณไนโตรเจน เฉลี่ย 1.08% (±0.36) ปริมาณฟอสฟอรัส 0.48% (±0.26) ปริมาณโปแตสเซียมเฉลี่ย 2.0% (±0.95) ส่วนธาตุอาหารรองพบว่าปริมาณแคลเซี่ยมเฉลี่ย 1.62% (±0.55) ปริมาณแมกนีเซียม 0.45% (±0.09) และปริมาณซัลเฟอร์ 0.08% (±0.02) ระดับความเป็นกรดเป็นด่าง 8.2 (±0.42)

สำหรับค่าเฉลี่ยของปริมาณธาตุอาหารพืชในปุ๋ยหมักที่ทำจากวัสดุที่ย่อยสลายได้ยากตามตารางที่ 5 พบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณไนโตรเจน 0.71% (±0.26) ปริมาณฟอสฟอรัส 0.16% (±0.06) ปริมาณโปแตสเซียม 0.35% (±0.38) สำหรับปริมาณธาตุอาหารรองพบว่าปริมาณแคลเซี่ยมเฉลี่ย 0.71% (±0.02) ปริมาณแมกนีเซียม 0.20% (±0.03) และปริมาณซัลเฟอร์ 0.05% (±0.006) ระดับความเป็นกรดเป็นด่าง 7.76 (±0.05) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารพืชในปุ๋ยหมักที่ทำจากวัสดุทั้ง 2 ประเภท พบว่าปริมาณธาตุอาหาร

พืชในปุ๋ยหมักที่ทำจากวัสดุที่ย่อยสลายง่ายมีปริมาณมากกว่าปุ๋ยหมักที่ทำจากวัสดุที่ย่อยสลายยากเกือบ 2 เท่า ลักษณะความแตกต่างเช่นเดียวกับที่พบในวัสดุก่อน ที่จะทำปุ๋ยหมัก แต่หลังจากที่เป็นปุ๋ยหมักแล้วความแตกต่างค่อนข้างลดลง จากการพิจารณาความแตกต่างของปริมาณธาตุอาหารแต่ละชนิดในปุ๋ยหมัก พบว่าปริมาณไนโตรเจนและโปแตสเซียมค่อนข้างจะแตกต่างกันมาก ในขณะที่ปริมาณฟอสฟอรัสไม่ค่อยจะแตกต่างกันมากนัก และสำหรับปริมาณธาตุอาหารรองของพืชในปุ๋ยหมัก พบว่าไม่แตกต่างกันเช่นกัน

ในกรณีที่พิจราณาถึงค่าวิเคราะห์เคมีของวัสดุเหลือใช้ทั้งที่ย่อยสลายง่ายและยากรวมกัน พบว่าค่าเฉลี่ยของธาตุอาหารหลักของพืชในวัสดุตามที่แสดงในตารางที่ 6 มีค่าเฉลี่ยของปริมาณไนโตรเจน 0.95% (±0.37) ปริมาณฟอสฟอรัส 0.37% (±0.26) ปริมาณโปแตสเซียม 1.54% (±1.26) สำหรับธาตุอาหารรองของพืช ได้แก่ ปริมาณแคลเซียม 1.35% (±0.63) ปริมาณแมกนีเซียม 0.38% (±0.14) ปริมาณซัลเฟอร์ 0.067% (±0.02) และมีระดับความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ย 7.88 (±0.51) จากการพิจารณาค่าเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานพบว่าการแยกกลุ่มของวัสดุเหลือทิ้งออกเป็น 2 ประเภทมีผลทำให้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าลดน้อยลงแสดงว่าความผันแปรของค่าวิเคราะห์เคมีลดน้อยลง ถ้าได้จัดแบ่งประเภทของวัสดุ ซึ่งข้อมูลค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเหล่านี้จะใช้ในการพิจารณาเพื่อกำหนดระดับปริมาณธาตุอาหารหลัก และรองในปุ๋ยหมักต่อไป

ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในปุ๋ยหมัก

จากการประเมินปริมาณเชื้อจุลินทรีย์พวกแบคทีเรีย แอคติโนมัยซิส และราในปุ๋ยหมักที่ทำจากวัสดุที่ย่อยสลายง่ายชนิดต่างๆ พบว่าปริมาณเชื้อแบคทีเรียและแอคติโนมัยซิสมีความผันแปรค่อนข้างมาก สำหรับเชื้อราไม่มีความผันแปรมากนักโดยที่ค่าเฉลี่ยของปริมาณเชื้อแบคทีเรีย 8.2643 log no./กรัม (±0.99) ปริมาณเชื้อแอคติโนมัยซิส 8.552 log no./กรัม (±1.37) และปริมาณเชื้อรา 5.0317 log no./กรัม (±0.54) เชื้อแบคทีเรียมีปริมาณมากที่สุดในปุ๋ยหมักรองลงมาได้แก่เชื้อแอคติโนมัยซิส และเชื้อรามีปริมาณต่ำที่สุดตามที่แสดงในตารางที่ 7

จากการประเมินปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ดังกล่าวในปุ๋ยหมักที่ทำจากวัสดุที่ย่อยสลายยากตามที่แสดงในตารางที่ 8 พบว่าปริมาณเชื้อแบคทีเรียและแอคติโนมัยซิสมีความผันแปรสูงมาก แต่เชื้อราไม่มีความผันแปรมากนัก โดยค่าเฉลี่ยของปริมาณเชื้อแบคทีเรีย 8.8006 log no./กรัม (±1.92) ปริมาณเชื้อแอคติโนมัยซิส 6.0593 log no./กรัม (±2.27) และปริมาณเชื้อรา 4.7402 log no./กรัม (±0.65) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ พบว่าปริมาณเชื้อแบคทีเรียมีมากที่สุดในปุ๋ยหมัก และเชื้อรามีปริมาณต่ำสุด ลักษณะดังกล่าวคล้ายกับในปุ๋ยหมักที่ทำจากวัสดุที่ย่อยสลายได้ง่าย

จากการเปรียบเทียบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 3 กลุ่มในปุ๋ยหมักที่ทำจากวัสดุที่ย่อยสลายง่าย และยากในตารางที่ 7 และ 8 พบว่าไม่แตกต่างกันมากนัก และเมื่อนำค่าประเมินปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในปุ๋ยหมักที่ทำจากวัสดุทั้ง 2 ประเภทมาหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่าปริมาณเชื้อแบคทีเรียเฉลี่ย 8.4189 log no./กรัม (±1.43) ปริมาณเชื้อแอคติโนมัยซิสเฉลี่ย 6.3686 log no./กรัม (±1.73) และเชื้อรา 4.9184 log no./กรัม (±0.58) จากการพิจารณาความผันแปรของปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในปุ๋ยหมักจะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณเชื้อชนิดต่างๆ ดังกล่าวข้างต้นนี้น่าจะใช้เป็นระดับปริมาณมาตรฐานทั่วไปที่น่าจะตรวจพบได้ในปุ๋ยหมัก

ระดับเฉลี่ยของปริมาณธาตุอาหารพืชในปุ๋ยหมัก

จากการพิจารณาค่าเฉลี่ยของวัสดุที่ย่อยสลายง่ายและที่ย่อยสลายยากรวมถึงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่าปุ๋ยหมักที่ทำจากวัสดุที่ย่อยสลายได้ง่ายควรจะมีระดับปริมาณธาตุอาหารพืชอยู่ในเกณฑ์ดังนี้คือ ไนโตรเจน 1.00% ฟอสฟอรัส 0.50% และโปแตสเซียม 2.00% โดยมีปริมาณธาตุอาหารรองอยู่ในเกณฑ์ดังนี้คือ แคลเซียม 1.50% แมกนีเซียม 0.40% และ ซัลเฟอร์ 0.08% ปริมาณธาตุอาหารหลักและรองของพืชในปุ๋ยหมักตามที่กล่าวข้างต้นน่าจะใช้เป็นเกณฑ์เพื่อกำหนดระดับปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยหมักได้และเนื่องจากค่าวิเคราะห์มีความผันแปรค่อนข้างสูงจึงน่ามีค่าความคลาดเคลื่อน ประมาณ 25%

ในกรณีปุ๋ยหมักที่ทำจากวัสดุที่ย่อยสลายยากควรจะมีปริมาณธาตุ

อาหารพืชอยู่ในเกณฑ์ดังนี้คือ ไนโตรเจน 0.70% ฟอสฟอรัส 0.20% และโปแตสเซียม 0.35% โดยมีปริมาณธาตุอาหารรองอยู่ในเกณฑ์ดังนี้คือ แคลเซียม 0.70% แมกนีเซียม 0.20% และซัลเฟอร์ 0.05% ปริมาณของธาตุอาหารหลักและรองของพืชในปุ๋ยหมักตามที่กล่าวข้างต้นจึงน่าจะใช้เป็นเกณฑ์เพื่อกำหนดระดับปริมาณอาหารในปุ๋ยหมักที่ทำจากวัสดุที่ย่อยสลายยากได้และเนื่องจากค่าวิเคราะห์มีความ ผันแปรค่อนข้างสูงจึงน่ามีความคลาดเคลื่อนประมาณ 25% เช่นกัน

เมื่อพิจารณาถึงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณธาตุอาหารหลักและรองในปุ๋ยหมักที่ทำจากวัสดุชนิดต่างๆ รวมทั้งที่ย่อยสลายได้ง่ายและยาก พบว่าปริมาณธาตุอาหารพืชอยู่ในเกณฑ์ดังนี้คือ ไนโตรเจน 1.00% ฟอสฟอรัส 0.35% และโปแตสเซียม 1.50% โดยมีปริมาณธาตุอาหารรองอยู่ในเกณฑ์ดังนี้คือ แคลเซียม 1.25% แมกนีเซียม 0.35% และซัลเฟอร์ 0.05% โดยระดับความเป็นกรดเป็นด่างจะอยู่ในช่วง 7.00 ถึง 8.50 ที่ระดับความคลาดเคลื่อนประมาณ 25% ปริมาณธาตุอาหารดังกล่าวน่าจะใช้เป็นเกณฑ์ทั่วๆ ไปเพื่อใช้พิจารณามาตรฐานของปุ๋ยหมักในระดับอุตสาหกรรมต่อไป แต่อย่างไร ก็ตามจะได้มีการรวบรวมค่าวิเคราะห์ทางเคมีของปุ๋ยหมักเพิ่มเติมเพื่อจะได้กำหนดมาตรฐานได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

ตารางที่ 1: ค่าวิเคราะห์เคมีของวัสดุเหลือใช้ที่ย่อยสลายง่ายชนิดต่างๆ

ชนิดของวัสดุ	N,%	P_2O_5,%	K_2O,%	C,%	C/N ratio	pH
ฟางข้าว	0.55	0.09	2.39	48.82	89	8.20
ผักตบชวา	1.27	0.71	4.84	43.56	34	7.80
หญ้าขน	1.38	0.34	3.69	48.66	35	7.10
ต้นข้าวโพด	0.53	0.15	2.21	33.0	62	8.20
มันสำปะหลัง						
เปลือก (เปียก)	0.60	0.22	0.67	48.85	81	3.6
เปลือก (แห้ง)	0.59	0.19	0.77	31.52	53	4.45
เหง้า	1.48	0.48	1.01	54.49	37	4.7
สับปะรด						
เปลือก (โรงงาน)	1.79	0.85	5.46	46.80	26	7.60
ใบ (สด)	1.12	0.48	2.64	53.84	48	6.05
เศษ (สด)	0.82	-	-	49.95	61	9.05
ส่วนของเปลือก						
เปลือกถั่วคาโลโปโกเนียม	2.30	0.54	2.94	53.49	42	5.70
เปลือกเมล็ดกาแฟ	0.93	0.14	6.22	65.05	70	6.30
เปลือกถั่วลิสง	0.73	-	-	58.36	75	6.40
เปลือกทุเรียน	0.83	0.19	2.15	50.63	61	5.50
ค่าเฉลี่ย	1.07	0.37	2.92	49.07	55.29	6.48
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.53	0.25	1.82	8.85	19.23	1.60
ค่าต่ำสุด	0.53	0.14	0.67	31.52	26	3.6
ค่าสูงสุด	2.30	0.85	6.22	65.05	89	9.05

ตารางที่ 2 : ค่าวิเคราะห์เคมีของวัสดุเหลือใช้ที่ย่อยสลายยากชนิดต่างๆ

ชนิดของวัสดุ	N,%	P_2O_5,%	K_2O,%	C,%	C/N ratio	pH
ขี้เลื่อย						
ไม้เบญจพรรณ	0.32	0.16	2.45	62.70	196	5.4
ไม้ยางเก่า	0.25	0.15	0.53	56.37	225	7.4
ไม้ยางใหม่	0.19	0.36	0.40	58.41	307	7.5
อ้อย						
ใบอ้อย	0.49	0.21	0.58	51.52	105	6.20
กากอ้อย	0.40	0.15	0.44	57.69	146	6.05
อื่นๆ						
ขุยมะพร้าว	0.36	0.05	2.94	60.13	167	6.15
แกลบ	0.36	0.09	1.08	54.72	152	6.18
ต้นปอกระเจา (โรงงาน)	0.45	-	-	51.83	115	5.30
เปลือกเมล็ดปาล์มบด	0.52	0.03	0.30	60.95	117	5.49
ค่าเฉลี่ย	0.37	0.15	1.09	57.15	170	6.19
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.11	0.10	1.03	3.91	64.65	0.08
ค่าต่ำสุด	0.19	0.03	0.30	51.52	105	5.3
ค่าสูงสุด	0.52	0.36	2.94	62.70	225	7.5

ตารางที่ 3 : ค่าวิเคราะห์เคมีเฉลี่ยของวัสดุเหลือใช้ชนิดต่างๆ

ค่าทางสถิติ	N,%	P_2O_5,%	K_2O,%	C,%	C/N ratio	pH
ค่าเฉลี่ย	0.79	0.28	2.19	52.23	100.17	6.36
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.53	0.23	1.77	8.25	70.82	1.33
ค่าต่ำสุด	0.19	0.03	0.30	31.52	26	3.6
ค่าสูงสุด	2.30	0.85	6.22	65.05	225	9.05

ตารางที่ 4 : คุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยหมักที่ทำจากวัสดุที่ย่อยสลายง่ายชนิดต่างๆ

ชนิดของวัสดุ	คุณสมบัติทางเคมี (%)						
	N	P_2O_5	K_2O	Ca	Mg	S	pH
ฟางข้าว 1	1.05	0.43	1.09	1.85	0.47	0.06	-
ฟางข้าว 2	1.81	0.43	2.25	2.10	0.51	0.10	-
ฟางข้าว 3	1.40	0.39	2.36	1.93	0.45	0.05	-
ฟางข้าว 4	0.99	0.35	1.43	1.31	0.43	0.08	-
ฟางข้าว 5	1.21	0.42	1.68	1.97	0.55	0.10	-
ฟางข้าว 6	0.80	0.21	1.74	1.66	0.49	0.08	-
ฟางข้าว 7	1.02	4.43	3.85	-	-	-	8.5
ผักตบชวา 1	0.37	0.20	3.25	0.51	0.28	0.06	-
ผักตบชวา 2	1.19	0.87	3.06	-	-	-	7.9
ซังข้าวโพด	1.07	0.51	1.19	-	-	-	-
ขยะเทศบาล	0.98	1.04	1.06	-	-	-	-
ค่าเฉลี่ย	1.08	0.48	2.0	1.62	0.45	0.08	8.20
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.36	0.26	0.95	0.55	0.09	0.02	0.42
ค่าต่ำสุด	0.37	0.21	1.09	0.51	0.28	0.06	7.9
ค่าสูงสุด	1.81	1.04	3.85	2.10	0.55	0.10	8.5

ตารางที่ 5 : คุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยหมักที่ทำจากวัสดุที่ย่อยสลายยากชนิดต่างๆ

ชนิดของวัสดุ	คุณสมบัติทางเคมี (%)						
	N	P_2O_5	K_2O	Ca	Mg	S	pH
กากอ้อย 1	0.58	0.11	0.07	0.70	0.20	0.04	-
กากอ้อย 2	0.85	0.25	0.98	-	-	-	8.2
แกลบ	0.54	0.09	0.05	0.69	0.18	0.05	-
ปอ (ขุยไผ่)	1.19	0.19	0.21	0.73	0.23	0.05	-
ขี้เลื่อย	0.51	0.16	0.43	-	-	-	7.6
ขุยมะพร้าว	0.61	0.14	-	-	-	-	7.2
ค่าเฉลี่ย	0.71	0.16	0.35	0.71	0.20	0.05	7.76
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.26	0.06	0.38	0.02	0.03	0.006	0.50
ค่าต่ำสุด	0.51	0.11	0.50	0.69	0.18	0.04	7.2
ค่าสูงสุด	1.19	0.25	0.09	7.73	0.23	0.05	8.2

ตารางที่ 6 : ค่าวิเคราะห์ทางเคมีเฉลี่ยของปุ๋ยหมักที่ทำจากวัสดุชนิดต่าง ๆ

ชนิดของวัสดุ	คุณสมบัติทางเคมี (%)						
	N	P_2O_5	K_2O	Ca	Mg	S	pH
ค่าเฉลี่ย	0.95	0.37	1.54	1.35	0.38	0.067	7.88
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.37	0.26	1.26	0.63	0.14	0.02	0.51
ค่าต่ำสุด	0.37	0.11	0.05	0.51	0.18	0.04	7.2
ค่าสูงสุด	1.81	1.04	3.85	2.10	0.55	0.10	8.5

ตารางที่ 7 : ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในปุ๋ยหมักที่ทำจากวัสดุที่ย่อยสลายง่ายชนิดต่าง ๆ

ชนิดของปุ๋ยหมัก	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (log no./กรัม)		
	บัคเตรี	แอคติโนมัยซิส	รา
ฟางข้าวสับ (30 วัน)	7.7076	7.0492	5.0000
(50 วัน)	7.4771	5.8451	4.3010
ฟางข้าวไม่สับ (30 วัน)	7.2788	4.4771	5.8451
(50 วัน)	7.7076	5.6435	4.4771
ฟางข้าว 1	8.267	5.813	5.455
ฟางข้าว 2	7.74	6.638	4.362
ฟางข้าว 3	8.799	5.778	4.903
ฟางข้าว 4	7.813	6.0	5.514
ฟางข้าว 5	10.086	7.22	5.634
ฟางข้าว 6	10.128	9.204	4.730
ผักตบชวา	7.903	8.552	5.146
ค่าเฉลี่ย	8.2643	8.552	5.0317
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.99	1.37	0.54
ค่าต่ำสุด	7.2788	4.4771	4.3010
ค่าสูงสุด	10.128	9.204	5.8451

ตารางที่ 8 : ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในปุ๋ยหมักที่ทำจากวัสดุที่ย่อยสลายยากชนิดต่าง ๆ

ชนิดของปุ๋ยหมัก	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (log no./กรัม)		
	บัคเตรี	แอคติโนมัยซิส	รา
แกลบ (50 วัน)	7.4771	2.4150	4.0000
แกลบ	10.6630	7.7080	4.4070
กากอ้อย (50 วัน)	7.2833	4.8513	4.5682
กากอ้อย	10.8390	7.2430	4.0210
ขุยมะพร้าว (50 วัน)	6.8451	5.8513	5.3010
ขี้เลื่อย (50 วัน)	7.4914	5.0043	5.5315
ขุยไผ่	11.0350	9.3420	5.3530
ค่าเฉลี่ย	8.8006	6.0593	4.7402
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.92	2.27	0.65
ค่าต่ำสุด	6.8451	2.4150	4.0000
ค่าสูงสุด	11.0350	9.3420	5.53150

ตารางที่ 9 : ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในปุ๋ยหมักที่ทำจากวัสดุชนิดต่าง ๆ

ค่าทางสถิติ	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (log no./กรัม)		
	บัคเตรี	แอคติโนมัยซิส	รา
ค่าเฉลี่ย	8.4189	6.3686	4.9184
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.43	1.73	0.58
ค่าต่ำสุด	6.8451	2.4150	4.0000
ค่าสูงสุด	11.0350	9.3420	5.8451

เอกสารอ้างอิง

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์ และจงรักษ์ จันทร์เจริญสุข 2527 แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการการวิเคราะห์ดินและพืช มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

Murao, S.,J.Kanamoto and M.Arai. 1979. Isolation and identification of a cellulolytic enzyme producing microorganism. J.Ferment. Technol. 57(3):151-156.

Page, A.L., R.H.Miller and D.R.Keeney. 1982. Methods of Soil Analysis. Part 2: Chemical and Microbiological Properties. American Society of Agronomy, Inc.,Madison, Wisconsin, USA. 1159 p.

การใช้ปุ๋ยหมักเพื่อปรับปรุงบำรุงดิน

โดย
ฉวีวรรณ เหลืองวุฒิวิโรจน์
วรรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์

1.คำนำ

ในปัจจุบันถึงแม้ประเทศไทยจะพัฒนาด้านอุตสาหกรรมมากขึ้นแต่การเกษตรของประเทศ ก็ยังเป็นอาชีพที่สำคัญเพราะประชากร 2 ใน 3 ยังมีอาชีพทั้งทางตรงและทางอ้อมที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร ในอดีตการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรมักจะเกิดจากการขยายพื้นที่การเพาะปลูก แต่เมื่อปราศจากการใช้ที่ดินอย่างมีประสิทธิภาพจึงทำให้ดินเกิดความเสื่อมโทรมประกอบกับไม่สามารถบุกรุกป่าเพื่อขยายพื้นที่การเกษตรอีกต่อไปผลผลิตทางการเกษตรจึงมีแนวโน้มลดลงหรือคงที่ แต่ปริมาณของประชากรเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรให้เพียงพอในพื้นที่จำกัดในปัจจุบันจึงมุ่งเน้นถึงการเพิ่มผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ให้สูงขึ้น การใช้ปุ๋ยเคมีจึงเข้ามามีบทบาทต่อการเพิ่มผลผลิต แต่การใส่ปุ๋ยเคมีติดต่อกันเป็นเวลานาน จะมีผลทำให้ความสมดุลของธาตุอาหารและสภาพแวดล้อมในดินเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมโดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาวะปัจจุบันที่พยายามหลีกเลี่ยงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และระบบนิเวศน์วิทยาของประเทศ อย่างไรก็ตามในการที่จะเพิ่มผลผลิตนั้นจำเป็นที่จะต้องคำนึงถึงดินซึ่งเป็นปัจจัยหลักของการปลูกพืช

ดินนับได้ว่าเป็นปัจจัยขั้นพื้นฐานที่สำคัญในการดำรงชีพของพืชเนื่องจากดินทำหน้าที่เป็นที่ยึดเกาะของรากพืชเพื่อยึดลำต้นให้แน่น ไม่ให้ล้มเอียง

นอกจากนั้นยังเป็นที่เก็บน้ำเพื่อการเจริญเติบโตของพืชให้อากาศแก่รากพืชเพื่อการหายใจ และให้อาหารแร่ธาตุแก่พืชเพื่อการเจริญเติบโต ปัจจัยเหล่านี้จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชถ้าหากปัจจัยใดไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืชปัจจัยนั้นก็จะเป็นตัวจำกัดการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช โดยทั่วไปดินที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชนั้นจะประกอบด้วยองค์ประกอบและสัดส่วนที่เหมาะสมดังนี้ คือ อนินทรียวัตถุ 45% อินทรียวัตถุ 5% น้ำ 25% อากาศ 25% โดยปริมาตร จะเห็นได้ว่าอินทรียวัตถุเป็นองค์ประกอบที่มีอยู่ในปริมาณน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับองค์ประกอบอื่น ๆ แต่จะเป็นส่วนสำคัญต่อการควบคุมสมบัติของดินทั้งกายภาพ เคมี และชีวภาพ เช่น การปลดปล่อยธาตุอาหารหลักของพืชในดิน ช่วยให้ดินเกาะตัวกันเป็นโครงสร้างช่วยเพิ่มการดูดยึดน้ำในดินช่วยเพิ่มการระบายอากาศ การลดอัตราการชะล้างพังทลาย รวมถึงการส่งเสริมกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน สมบัติของดินตามที่กล่าวข้างต้นมีบทบาทสำคัญต่อความเหมาะสมในการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้นการใส่ปุ๋ยหมักในดินจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มและยกระดับปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ส่งเสริมให้ดินมีสมบัติที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชมากยิ่งขึ้น

2.สภาพปัญหาและความต้องการปุ๋ยหมักของดินในประเทศไทย

จากการประเมินของกรมพัฒนาที่ดินพบว่าพื้นที่ที่มีปัญหาดินเสื่อมโทรมมีประมาณ 224.9 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 70.13% ของพื้นที่ทั่วประเทศ แล เมื่อพิจารณาถึงปริมาณอินทรียวัตถุในดินของประเทศไทย พบว่าพื้นที่ที่มีอินทรียวัตถุต่ำกว่า 2% ครอบคลุมพื้นที่ 191 ล้านไร่ (ประมาณ 60% ของพื้นที่ทั้งประเทศ) และดินที่มีอินทรียวัตถุต่ำกว่า 1.5% มีประมาณ 98.7 ล้านไร่ การที่ปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่ำเนื่องจากสาเหตุหลายประการได้แก่ สภาพภูมิอากาศของประเทศไทยอยู่ในเขตร้อนและอิทธิพลของลมมรสุมซึ่งส่งเสริมให้อัตราการย่อยสลายอินทรียวัตถุในดินเกิดอย่างรวดเร็ว การทำการเกษตรกรรมติดต่อกันเป็นเวลานาน โดยไม่ได้เพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุให้แก่ดินหรืออัตราการใส่อินทรียวัตถุให้แก่ดินน้อยกว่า อัตราการย่อยสลายของอินทรียวัตถุในดินรวมถึงปัจจัยอื่นๆ ได้แก่สภาพพื้นดินที่มีความลาดเอียง การใช้ดินไม่ถูกตามหลักการอนุรักษ์ดินและน้ำ การที่ดินมีหน้าดินตื้น และดินในบริเวณที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ดังนั้นการเพิ่มปริมาณอินทรีย

วัตถุในดินจึงเป็นแนวทางที่จะช่วยยกระดับปริมาณของอินทรียวัตถุให้เพิ่มขึ้น

ปริมาณอินทรียวัตถุในดินของภาคต่าง ๆ ของประเทศมีความแตกต่างกัน แต่โดยส่วนใหญ่แล้วอาจจะกล่าวได้ว่าดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคตะวันออกเป็นดินทรายความอุดมสมบูรณ์ต่ำและปริมาณอินทรียวัตถุค่อนข้างต่ำ (บุญนะ, 2532) ดินในภาคกลางของประเทศส่วนใหญ่เป็นดินเหนียวที่เกิดจากการทับถมของตะกอนที่พัดพามากับน้ำเป็นที่ราบลุ่มเหมาะสมสำหรับการปลูกข้าว พื้นที่ดินบริเวณนี้ใช้ในการเพาะปลูกข้าวติดต่อกันเป็นเวลานานทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลงเป็นลำดับ สำหรับภาคเหนือของประเทศเนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย ซึ่งมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำเนื่องจากภูมิประเทศเป็นที่ราบสูงและภูเขาซึ่งมีความลาดเอียงของพื้นที่รวมถึงการตัดไม้ทำลายป่า และการทำไร่เลื่อนลอยทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลงอย่างรวดเร็ว สำหรับภาคใต้ของประเทศพบว่าปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่ำเช่นกัน สาเหตุหลักเนื่องจากสภาพพื้นที่ไม่สม่ำเสมอมีความลาดเอียง มีปริมาณฝนตกมาก ทำให้เกิดการชะล้างและกัดเซาะโดยเฉพาะในบริเวณผิวหน้าดิน จากสาเหตุดังกล่าวเหล่านี้ทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินลดต่ำลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งมีผลทั้งทางตรง และทางอ้อมต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินในระยะยาว ด้วยความต้องการอินทรียวัตถุในดินตามที่กล่าวแล้วข้างต้นและปัญหาของความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำรวมถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่มี ผลทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุของดินในประเทศไทยลดลง สถานภาพของดินที่ใช้ทำการเกษตรจึงมีความจำเป็นที่จะต้องเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุให้แก่ดิน

3.ผลของปุ๋ยหมักต่อคุณสมบัติของดิน

จากการใช้ปุ๋ยหมักติดต่อกันอย่างต่อเนื่องพบว่าปุ๋ยหมักที่ใช้มีประโยชน์ต่อการปรับปรุงบำรุงดินทั้งทางตรงและทางอ้อมด้วยกันหลายประการ แต่ปัจจัยหลักคือการเป็นแหล่งของสารประกอบฮิวมัสในดินซึ่งจะเป็นแหล่งปลดปล่อยธาตุอาหารหลักและรองของพืช ทำให้ดินมีความสามารถให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นนอกจากนี้ยังมีส่วนช่วยให้การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารพืช เป็นไปแบบครบวงจรดังจะเห็นได้จากเมื่อเกษตรกรเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้วจะทำการเผาวัสดุเหลือทิ้งในไร่นาซึ่งเป็นการทำลายอินทรียวัตถุและแหล่งธาตุอาหารที่สำคัญของ

ดินเนื่องจากเมื่อพืชเจริญเติบโตจะมีการดูดธาตุอาหารไปใช้สร้างส่วนต่างๆ ของพืชทั้งใบ ลำต้น กิ่งก้าน ดอก และผล ในส่วนของผลผลิตจะเป็นการสูญเสียธาตุอาหารโดยการนำผลผลิตออกไปจากพื้นที่เพาะปลูก แต่ในส่วนของใบ ดอก กิ่ง เปลือก และลำต้น เราสามารถทดแทนหรือชดเชยคืนให้แก่ดิน โดยนำวัสดุเหลือทิ้งเหล่านี้และมูลสัตว์มาใช้ในการทำปุ๋ยหมักแล้วใส่กลับคืนแก่ดินได้ จากการประมวลผลต่างๆ ของปุ๋ยหมักต่อคุณสมบัติของดินสามารถจะสรุปได้ดังนี้คือ

3.1 ผลของปุ๋ยหมักต่อสมบัติทางกายภาพ

ปุ๋ยหมักที่ใส่ลงในดินมีปริมาณอินทรียวัตถุสูงซึ่งช่วยปรับปรุงคุณภาพของดินให้ดีขึ้น สารประกอบฮิวมัสในปุ๋ยหมักเป็นสารซึ่งแสดงอำนาจประจุลบซึ่งจะดูดยึดกับประจุบวก จะเป็นตัวช่วยดูดยึดธาตุอาหารพืชที่มีประจุบวก และยังมีผลให้อนุภาคดินเกาะตัวกัน นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยหมักยังช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดินให้ดีขึ้น การระบายอากาศของดินเพิ่มมากขึ้น ทำให้ระบบรากของพืชสามารถแผ่กระจายในดินได้อย่างกว้างขวางซึ่งมีผลให้ดูดธาตุอาหารได้มากขึ้นด้วยเช่นกัน การใส่ปุ๋ยหมักยังช่วยในด้านการซึมผ่านของน้ำและความสามารถในการอุ้มน้ำของดินให้ดีขึ้น ทำให้ดินมีความชุ่มชื้นได้ยาวนานกว่าในดินที่มีโครงสร้างไม่ดี ในลักษณะดังกล่าวจะมีผลทางอ้อมต่อการช่วยควบคุมการ เกิดชะล้างพังทลาย (soil erosion) ของหน้าดิน (Cosico, 1985; Im, 1982)

3.2 ผลของปุ๋ยหมักต่อสมบัติทางเคมี

การใส่ปุ๋ยหมักจะเป็นการเพิ่มธาตุอาหารให้แก่ดินโดยตรง ถึงแม้จะไม่มากเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี แต่จะค่อยๆ ปลดปล่อยให้เป็นประโยชน์ต่อพืชในระยะยาว ปุ๋ยหมักเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่ทำจากวัสดุเศษพืชต่างๆ ดังนั้นจึงมีธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรองค่อนข้างครบถ้วนที่พืชจะใช้ในการเจริญเติบโต รวมถึงธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณน้อย ที่สำคัญ เช่น เหล็ก ทองแดง สังกะสี โบรอน โมลิบดินัม และอื่น ๆ (Stefen, 1979)

ปุ๋ยหมักเป็นวัสดุที่มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) ค่อนข้างสูง ซึ่งจะมีส่วนให้ปุ๋ยเคมีที่อยู่ในรูปของประจุบวก บางชนิดถูกดูดยึดไม่สูญเสียไป และพืชก็สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิ

ภาพของปุ๋ยเคมีต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารต่อพืช นอกจากนี้ในบางกรณีปุ๋ยหมักยังช่วยลดความเป็นพิษของการที่มีธาตุอาหารมาก (FAO, 1987) เช่น การใส่ปุ๋ยหมักในดินกรดสามารถช่วยลดความเป็นพิษของอลูมินัม และแมงกานีส ซึ่งช่วยดูดยึดธาตุทั้ง 2 ไว้ ทำให้ละลายในสารละลายดินลดลง และการใช้ปูนร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์จะสามารถลดความเป็นพิษของ อลูมินัมและแมงกานีสได้ดีที่สุดทำให้ถั่วเหลืองที่ปลูกในดินนั้นมีผลผลิตเพิ่มขึ้น (สุรพันธุ์และครรชิต, 2526) การใส่ปุ๋ยหมักในดินยังเป็นการช่วยเพิ่มความต้านทานการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (buffer capacity) ทำให้การเปลี่ยนแปลงไม่รวดเร็วจนเป็นอันตรายต่อพืช

3.3 ผลของปุ๋ยหมักต่อสมบัติทางชีวภาพ

การใส่ปุ๋ยหมักในดินเป็นการเพิ่มแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ดินทำให้จุลินทรีย์เพิ่มปริมาณมากขึ้น และพบว่ากิจกรรมของจุลินทรีย์ดินเพิ่มมากขึ้นโดยเฉพาะกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในดินได้แก่ กระบวนการย่อยสลายอินทรียสาร กระบวนการแปรสภาพของอนินทรีย สารจากรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช เช่น การเปลี่ยนรูปอนุมูลแอมโมเนียมซึ่งเป็นรูปที่พืชดูดนำไปใช้ได้ยากให้อยู่ในรูปไนไตรท์เป็นไนเตรทซึ่งพืชสามารถดูดไปใช้ได้ง่ายและกระบวนการตรึงไนโตรเจนเป็นต้น (Gray และ William, 1971; Alexander, 1977) รวมถึงกิจกรรมของจุลิทรีย์พวกไมคอไรซาที่บริเวณรากพืชด้วย นอกจากนั้นยังพบว่าการใส่ปุ๋ยหมักทำให้ปริมาณแบคทีเรียเพิ่มขึ้นอย่าง เห็นได้ชัดเจน การเพิ่มจำนวนของแบคทีเรียมีผลช่วยยับยั้งการเจริญและความสามารถในการก่อให้เกิดโรคพืชของเชื้อโรคโดยเฉพาะบริเวณที่อยู่ใกล้รากพืช ดังนั้นจึงมักพบรายงานว่าการใส่ปุ๋ยหมักในดินมีผลช่วยลดปริมาณเชื้อโรคพืชบางชนิดในดิน และมีผลให้พืชเกิดโรคดังกล่าวน้อยลง (Nishio และ Kusano, 1980)

การเจริญของจุลินทรีย์ดินทำให้เกิดกรดอินทรีย์หลายชนิด ซึ่งกรดอินทรีย์บางชนิดพืชสามารถนำไปใช้ได้โดยตรง บางชนิดมีผลต่อการปลดปล่อยและเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชอีกทีหนึ่ง *(Kucey, 1983)* นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยอินทรีย์มีผลต่อการควบคุมปริมาณไส้เดือนฝอย (nematode) ในดิน จากผลการทดลองพบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรามาก

ขึ้น จะทำให้มีปริมาณไส้เดือนฝอยในดินเพิ่มขึ้น การใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมี พบว่าช่วยทำให้ปริมาณของไส้เดือนฝอยลดน้อยลง ปรากฏการณ์นี้คล้ายคลึงกับการลดลงของเชื้อโรคพืชในดินตามที่กล่าวแล้วข้างต้น

4.การใส่ปุ๋ยหมักในดิน

การกำหนดปริมาณปุ๋ยหมักที่ใส่ในดินจำเป็นต้องใช้ข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณธาตุอาหารหลักที่มีอยู่ในดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดินรวมถึงความต้องการธาตุอาหารของพืชด้วย โดยทั่วไปแล้วปุ๋ยหมักควรมีธาตุอาหารหลักของพืชได้แก่ ไนโตรเจน ประมาณ 1.0-1.5% ปริมาณฟอสฟอรัส 0.44% และปริมาณโปแตสเซียม 1.25% โดยน้ำหนัก จากข้อมูลดังกล่าวถ้าปุ๋ยหมัก (น้ำหนักแห้ง) 1 ตัน จะมีปริมาณไนโตรเจน 10-15 กก. ปริมาณฟอสฟอรัส 4.4 กก. และปริมาณโปแตสเซียม 12.5 กก. แต่โดยมากปุ๋ยหมักที่ใช้ทั่วไป จะมีความชื้นแตกต่างกันมักจะอยู่ในช่วงประมาณ 35-40% (โดยน้ำหนัก) ดังนั้นปริมาณธาตุอาหารพืชดังกล่าวจึงลดลงตามส่วนคือถ้าปุ๋ยหมักมีความชื้น 35% (โดยน้ำหนัก) จะมีปริมาณไนโตรเจน 6.5-9.75 กก. ปริมาณฟอสฟอรัส 2.80 กก. และปริมาณโปแตสเซียม 8.13 กก.ตามลำดับ

ปริมาณธาตุอาหารหลักของพืชที่มีอยู่ในปุ๋ยหมักตามที่กล่าวนั้นไม่ได้เป็นประโยชน์ต่อพืชทันทีทั้งหมด บางส่วนพืชสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้โดยตรงแต่ส่วนที่เหลือจะค่อยๆ ปลดปล่อยให้เป็นประโยชน์ต่อพืช จากการประเมินปริมาณของธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช จากปุ๋ยหมักในฤดูแรกของการเพาะปลูก พบว่าปริมาณไนโตรเจนน้อยกว่า 30% ของทั้งหมด ปริมาณฟอสฟอรัสในช่วง 60-70% ของทั้งหมด และปริมาณโปแตสเซียม 75% ของทั้งหมดที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโต สำหรับส่วนที่เหลือจะถูกปลดปล่อยให้เป็นประโยชน์ต่อพืชในฤดูต่อไป สำหรับในเขตร้อนการสลายตัวของอินทรียวัตถุในดินค่อนข้างเร็วดังนั้นผลของปุ๋ยหมักจะมีต่อไปอีกประมาณ 1-2 ฤดูปลูก ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งแตกต่างกันในเขตหนาวพบว่าผลตกค้างของปุ๋ยหมักยาวนานกว่าในเขตร้อน

ตารางที่ 1 : ผลผลิตฝักสดของข้าวโพดหวานเมื่อใส่ปุ๋ยหมักอัตราต่างๆ เปรียบเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ยหมักในดินชุดมาบบอนในแต่ละปีของการปลูกข้าวโพดหวาน

ตำรับการทดลอง	ผลผลิตฝักสดของข้าวโพดหวาน (กก./ไร่)			
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4
ไม่ใส่ปุ๋ยหมัก	1434	1365	1306	1166
ใส่ปุ๋ยหมัก 2 ตัน/ไร่	1818	1843	1297	1109
ใส่ปุ๋ยหมัก 4 ตัน/ไร่	2133	2202	1635	1195
ใส่ปุ๋ยหมัก 6 ตัน/ไร่	2312	2423	1869	1308

4.1 อัตราการใส่ปุ๋ยหมัก

โดยทั่วไปแล้วอัตราการใส่ปุ๋ยหมักเพื่อการปรับปรุงบำรุงดินนั้นไม่ได้มีข้อกำหนดที่แน่นอน แต่การใส่ปุ๋ยหมักยิ่งใส่ได้มากก็จะยิ่งมีผลดีทั้งต่อคุณสมบัติของดิน การเจริญและผลผลิตของพืช สำหรับการแนะนำและส่งเสริมให้เกษตรกรหันมาใช้ปุ๋ยหมักมักจะประสบปัญหาในด้านอัตราการใส่ปุ๋ยหมักในพื้นที่ เนื่องจากต้องใส่ในปริมาณมากและเสียแรงงานในการขนย้ายปุ๋ยหมัก อย่างไรก็ตามการที่เกษตรกรใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวติดต่อกันเป็นเวลานานจะก่อให้เกิดปัญหาต่อโครงสร้างของดินทำให้การใช้ประโยชน์ของพื้นที่ดินสั้นลง การที่เกษตรกรหันมาใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีจึงนับว่าเป็นแนวทางที่ดีหลายประการได้แก่ การนำวัสดุเหลือทิ้งมาใช้ประโยชน์ การปรับปรุงบำรุงดิน การเพิ่มผลผลิตของพืชรวมทั้งการลดต้นทุนในการผลิตจากการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่ลดลง

จากการรวบรวมข้อมูลการทดลองเกี่ยวกับผลของการใส่ปุ๋ยหมักอัตราต่างๆ ต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินและผลผลิตของพืช พบว่าอัตราการใส่ปุ๋ยหมักค่อนข้างสูงคือประมาณ 4-6 ตันต่อไร่ ในบริเวณดินทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำโดยเฉพาะทางด้านภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคตะวันออก สำหรับในดินเหนียวหรือดินร่วนปนทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำปานกลาง ทางภาคเหนือและภาคกลางพบว่าอัตราการใช้ปุ๋ยหมักประมาณ

2-4 ตันต่อไร่ การใช้ปุ๋ยหมักในอัตราดังกล่าวจะสามารถเพิ่มผลผลิตของพืชได้ชัดเจนขึ้น โดยเฉพาะเมื่อใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมี ดังการทดลองของวรรณลดา และคณะ (2534) ได้รายงานผลของปุ๋ยหมักต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดหวาน และข้าวโพดฝักอ่อนในดินชุดมาบบอนซึ่งเป็นดินร่วนปนทราย พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักในอัตราที่เพิ่มขึ้นจาก 0,2,4 และ 6 ตัน/ไร่ มีผลทำให้ผลผลิตของข้าวโพดเพิ่มมากขึ้นจาก 1433.5 เป็น 1817.5, 2133.4 และ 2312.4 กก./ไร่ คิดเป็นผลผลิตที่เพิ่มขึ้นเป็น 26.79, 48.82 และ 61.31% ตามลำดับ แต่การใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีมีผลทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นและเห็นผลอย่างชัดเจน จากการใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 4 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 16-20-0 อัตรา 50 กก./ไร่ โดยจะทำให้ข้าวโพดหวานให้ผลผลิตเป็น 2739.1 กก./ไร่ ซึ่งสามารถเพิ่มผลผลิตสูงถึง 91.07% เช่นเดียวกับผลผลิตของข้าวโพดฝักอ่อน พบว่าปุ๋ยหมักอัตรา 4 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 16-20-0 อัตรา 25 กก./ไร่ ข้าวโพดฝักอ่อนจะตอบสนองสูงที่สุด 118.6 กก./ไร่ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมีจะให้ผลผลิตเพียง 79.6 กก./ไร่ คิดเป็นผลผลิตเพิ่มขึ้นสูงถึง 48.99%

ประเสริฐ และคณะ (2531) ได้ทำการทดลองโดยใช้ปุ๋ยหมักฟางข้าวปรับปรุงดินนาในท้องที่จังหวัดสุรินทร์โดยใช้เวลาติดต่อกันถึง 12 ปี (2519-2530) พบว่าถ้าใช้ปุ๋ยหมักฟางข้าวในอัตรา 2 ตัน/ไร่ ผลผลิตข้าว กข.7 ในปีแรกของการทดลองได้ผลผลิตเพียง 265 กก./ไร่ และได้เพิ่มขึ้นเป็น 621 กก./ไร่ ในปี 2530 หรือ เพิ่มขึ้นถึงไร่ละ 365 กก. คิดเป็นการเพิ่มถึง 134% และถ้าเปรียบเทียบกับนาที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวซึ่งในปี 2530 ได้ผลผลิตเพียง 358 กก./ไร่ ซึ่งต่ำกว่าผลผลิตของแปลงที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวถึงไร่ละ 263 กก./ไร่ หรือต่ำกว่า 73%

4.2 วิธีการและระยะเวลาในการใส่ปุ๋ยหมัก

วิธีการและระยะเวลาในการใส่ปุ๋ยหมักจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของพืชที่ปลูกและความเหมาะสมในทางปฏิบัติ แต่ก็ไม่ได้มีข้อกำหนดที่แน่นอน เนื่องจากปุ๋ยหมักสามารถจะใส่ลงในดินโดยวิธีใดก็ได้ ทั้งนี้เพราะจุดประสงค์หลักของการใส่ปุ๋ยหมักเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของดินให้เหมาะสมต่อการเจริญของพืช แต่สิ่งที่ควรคำนึงคือการเก็บรักษาปุ๋ยหมัก และคุณภาพของปุ๋ยหมัก ปุ๋ยหมักที่เสร็จสมบูรณ์แล้วไม่ควรปล่อยให้ถูกแดดและฝนเพราะจะทำให้

ธาตุอาหาร พืชลดน้อยลงเนื่องจากกระบวนการระเหย (volatilization) และการชะล้าง (leaching)ทำให้ธาตุอาหารพืชโดยเฉพาะไนโตรเจนสูญเสียจากปุ๋ยหมัก คุณภาพของปุ๋ยหมักก็เป็นปัจจัยที่สำคัญเนื่องจากการใส่ปุ๋ยหมักที่ยังย่อยสลายไม่สมบูรณ์จะเป็นผลเสียต่อพืชที่ปลูกในบริเวณใกล้เคียงโดยที่จุลินทรีย์ดินที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายจะดึงไนโตรเจนจากดิน ณ บริเวณนั้นไปใช้ในการเจริญของจุลินทรีย์ จนทำให้ปริมาณไนโตรเจนในดินลดน้อยลงเป็นลำดับจนถึงระดับขาดแคลนไนโตรเจน และมีผลทำให้พืชแสดงอาการขาดไนโตรเจนให้เห็นได้ สำหรับระยะเวลาที่เหมาะสมในการใส่ปุ๋ยหมักเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อพืชที่ปลูกควรใส่ปุ๋ยหมัก ในช่วงของการเตรียมดิน และควรไถกลบลงในดินที่มีความชื้นเพียงพอที่จะทำให้ธาตุอาหารที่มีอยู่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงสุด

สำหรับวิธีการใส่ปุ๋ยหมักสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 วิธีตามชนิดของพืชที่ปลูก (พิทยากร, 2535; FAO, 1987) ดังแสดงในตารางที่ 2 โดยมีจุดประสงค์เพื่อความสะดวกในการปฏิบัติ และเพื่อให้ธาตุอาหารพืชในปุ๋ยหมักเป็นประโยชน์ต่อพืชมากที่สุด และเกิดการสูญเสียน้อย รวมทั้งปุ๋ยหมักที่ใช้มีปริมาณมากยากต่อการขนส่งและเคลื่อนย้าย วิธีการใส่ปุ๋ยหมักมีดังนี้คือ

1. ใส่แบบหว่านทั่วแปลง

การใส่ปุ๋ยหมักแบบนี้เป็นวิธีการที่ดีต่อการปรับปรุงบำรุงดินเนื่องจากปุ๋ยหมักจะกระจายอย่าง สม่ำเสมอทั่วทั้งแปลงแต่จะเหมาะสมสำหรับแปลงปลูกพืชที่มีขนาดใหญ่ไม่มากนัก เนื่องจากอาจมีปัญหาทางด้านแรงงานที่ใช้ในการใส่ปุ๋ยหมัก ส่วนมากจะใช้กับการปลูกข้าว พืชผัก หรือไม้ตัดดอก สำหรับการปลูกข้าวอัตราของปุ๋ยหมักที่ใช้ประมาณ 2-4 ตันต่อไร่ต่อปี ใส่ขณะเตรียมดิน โดยหว่าให้ทั่วแปลงแล้วจึงทำการไถกลบลงไปทันทีโดยใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมี สำหรับดินที่มีลักษณะเป็นดินเหนียวและดินร่วน เช่น ดินนาภาคกลางและดิน ภาคเหนือจะใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0, 18-22-0, 20-20-0 แต่ถ้าดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำเช่นดินนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งเป็นดินร่วนปน ทรายหรือดินทรายจะใช่รวมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8, 18-12-6 ในอัตรา 15-30 กก./ไร่ ส่วนกรณีของพืชผักจะใช้ปุ๋ยหมักในอัตรา 4-6 ตัน/ไร่ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา 25-50 กก./ไร่ สำหรับพืชผักที่ปลูกเพื่อรับประทานต้นและใบ และปลูกเพื่อรับประทานผลจะใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15, 20-10-10,

15-10-10 ส่วนพืชที่ปลูกเพื่อรับประทานหัวจะใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 20-10-10, 15-15-10, 16-16-24 สำหรับไม้ตัดดอกจะใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 1-3 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15, 10-20-10, 12-24-12 อัตรา 30-50 กก./ไร่

2. ใส่แบบเป็นแถว

การใส่ปุ๋ยหมักแบบเป็นแถวตามแนวปลูกพืชมักใช้กับการปลูกพืชไร่ วิธีการใส่ปุ๋ยหมักแบบเป็นแถวนี้เหมาะสมที่ใช้ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีแบบโรยเป็นแถวสำหรับการปลูกพืชไร่ทั่วไปเนื่องจากปุ๋ยหมักช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมีที่ใส่ให้เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืชอัตราปุ๋ยหมักที่ใช้ประมาณ 2-4 ตันต่อไร่ต่อปีโดยใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0, 18-22-0 ในอัตรา 25-50 กก.ต่อไร่ สำหรับในภาคตะวันออกเฉียงเหนือดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำสูตรปุ๋ยอาจจะต้องใส่โปแตสเซียมเพิ่มขึ้นด้วยเช่นสูตร 15-15-15, 14-14-21, 16-16-8

3. ใส่แบบเป็นหลุม

การใส่ปุ๋ยหมักแบบเป็นหลุมมักจะใช้กับการปลูกไม้ผล ไม้ยืนต้นและไม้ดอกยืนต้น โดยสามารถใส่ปุ๋ยหมักได้ 2 ระยะ คือในช่วงแรกของการเตรียมหลุมเพื่อปลูกพืช โดยนำดินด้านบนของหลุมคลุกเคล้ากับปุ๋ยหมักแล้วใส่ลงก้นหลุมหรืออาจจะใส่ปุ๋ยเคมีร่วมด้วย อีกระยะหนึ่งอาจจะใส่ปุ๋ยหมัก ในช่วงที่พืชเจริญแล้วโดยการขุดเป็นร่องรอบ ๆ ต้นตามแนวทรงพุ่มของต้นพืชแล้วใส่ปุ๋ยหมักลงในร่องแล้วกลบด้วยดิน ดังแสดงในภาพที่ 1 หรืออาจจะใส่ปุ๋ยเคมี ร่วมกับปุ๋ยหมักในช่วงนี้ได้เช่นกัน อัตราการใช้ปุ๋ยหมักกับผลไม้ ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่จะใส่ประมาณ 25-50 กก.ต่อหลุม สำหรับไม้ผลไม้ยืนต้นประเภทต้นขนาดเล็กจะใส่ปุ๋ยหมัก 15-25 กก.ต่อหลุม ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 20-10-10, 15-15-15, 14-14-21, 12-24-12 ในอัตรา 100-200 กรัมต่อหลุม ส่วนไม้ดอกยืนต้นจะใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 5-10 กก.ต่อหลุม ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15, 10-20-10, 12-24-12 อัตรา 25-45 กรัมต่อหลุม ในกรณีที่ใส่ปุ๋ยหมักกับต้นไม้ที่เจริญแล้วอัตราการใช้อาจจะเพิ่มขึ้นตามส่วน และมักจะใส่ปุ๋ยหมักปีเว้นปี

4. ใส่แบบผสมคลุกเคล้าให้เข้ากับดิน

การใส่ปุ๋ยหมักโดยวิธีนี้เหมาะสำหรับการปลูกไม้ดอกไม้ประดับในกระถาง โดยนำปุ๋ยหมัก ผสมคลุมเคล้ากับดิน ในกรณีที่ดินเป็นดินเหนียวจะใช้ปุ๋ยหมัก 1 กก. ต่อดินเหนียว 4 กก. หรืออัตราส่วน 1:4 แต่ถ้าดินเป็นดินทรายจะใส่ปุ๋ยหมัก 1 กก.ต่อดินทราย 2 กก. หรืออัตราส่วน 1:2 โดยใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 10-20-10, 12-24-12, 15-15-15 ในอัตรา 0.8-1.6 กรัม/น้ำหนักวัสดุปลูก 10 กก. นอกจากนั้นยังใช้ได้กับแปลงเพาะกล้าผักโดยใส่ปุ๋ยหมัก 2-4 กก.ในพื้นที่ 1 ตรม.แล้วผสมคลุกเคล้ากับดินให้ทั่ว

ภาพที่ 1 : การใช้ปุ๋ยหมักกับไม้ผลตามแนวทรงพุ่มของต้นพืช

ตารางที่ 2 : อัตราและวิธีการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีสำหรับพืชชนิดต่างๆ

ชนิดพืช	ปริมาณปุ๋ยที่ใช้ต่อปี		วิธีการใส่ปุ๋ยหมัก
	ปุ๋ยหมัก	ปุ๋ยเคมี	
ข้าว	2-4 ตัน/ไร่	15-30 กก./ไร่ 16-20-0, 18-22-0 20-20-0, 16-16-8	หว่านทั่วพื้นที่แล้วไถกลบก่อนการปลูกพืช
พืชไร่	2-4 ตัน/ไร่	25-50 กก./ไร่ 16-20-0,18-22-0, 14-14-21, 15-15-15	ใส่เป็นแถวตามแนวปลูกพืช แล้วคลุกเคล้ากับดิน
พืชผัก			
1.แปลงเพาะกล้า	2-4 กก./ตรม.	-	-ใส่ปุ๋ยหมักคลุกเคล้ากันกับดินในแปลงเพาะกล้าขณะเตรียมดินปลูก
2.แปลงปลูกผักขนาดใหญ่	4-6 ตัน/ไร่	25-50 กก./ไร่ 15-15-15, 20-10-10 15-15-10, 16-16-24	-หว่านให้ทั่วแปลงปลูกแล้วไถกลบขณะเตรียมดิน
ไม้ผล ไม้ยืนต้น			
1.ต้นขนาดใหญ่	25-50 กก./หลุม	100-200 กรัม/หลุม 20-10-10, 15-15-15, 14-14-21, 12-24-12	-ใส่ปุ๋ยหมักตอนเตรียมหลุมปลูกโดยคลุมเคล้ากับดินแล้วใส่ด้านล่างของหลุม
2.ต้นขนาดเล็ก	15-25 กก./หลุม		- ใส่ปุ๋ยหมักตอนพืชเจริญแล้วโดยขุดร่องรอบต้นตามแนวทรงพุ่มใส่ปุ๋ยหมักในร่องแล้วกลบด้วยดิน
ไม้ดอกไม้ประดับ		15-15-15, 10-20-10, 12-24-12	
1.ไม้ตัดดอก	1-3 ตัน/ไร่	30-50 กก./ไร่	-หว่านให้ทั่วพื้นที่แล้วสับกลบ ก่อนการปลูกพืช
2.ไม้ดอกยืนต้น	5-10 กก./หลุม	25-45 กรัม/หลุม	-ใส่ปุ๋ยหมักคลุกเคล้ากับดินบนรองก้นหลุมปลูก
3.ไม้ประดับ	1 กก/ดินเหนียว 4 กก. 1กก./ดินทราย 2 กก.	0.8-1.6 กรัม/วัสดุปลูก 10 กก.	-ใส่ปุ๋ยหมักผสมคลุมเคล้าให้เข้ากับดิน

5.ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

ปุ๋ยหมักนอกจากจะมีผลต่อการปรับปรุงคุณสมบัติของดินทั้งทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตพืชแล้วนั้น ยังมีผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพและลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี ซึ่งย่อมหมายถึงเกษตรกรสามารถจะเพิ่มผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ให้สูงขึ้นเท่ากับเป็นการเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกร

จากการประเมินผลตอบแทนทางเศรษฐกิจเปรียบเทียบระหว่างการใช้ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีต่อการเพิ่มผลผลิตข้าวในภาคต่างๆ ของประเทศดังแสดงในตารางที่ 3-8 โดยให้ต้นทุนผันแปรบางตัว เช่น ต้นทุนทางด้านการเตรียมดิน การดูแลรักษา การเก็บเกี่ยวผลผลิต ค่าเมล็ดพันธุ์ ค่าปราบศัตรูพืชมีค่าคงที่ เนื่องจากว่าได้มีการปฏิบัติเหมือนกันทุกแปลงในการทดลอง ดังนั้นรายจ่ายที่นำมาคิดคำนวณจึงเป็นรายจ่ายที่เกี่ยวข้องกับการใช้ปุ๋ยเคมี และชุดสารเร่งจุลินทรีย์สำหรับทำปุ๋ยหมักซึ่งประกอบด้วยสารเร่งจุลินทรีย์กับปุ๋ยยูเรียเท่านั้น ดังจะเห็นได้จากตัวอย่างในตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าในการปลูกข้าวพันธุ์ กข.7 ที่จังหวัดเชียงใหม่ การใส่ปุ๋ยหมักมีผลทำให้ผลผลิตข้าวและรายได้สุทธิเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเทียบกับแปลงทดสอบที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี แต่การใส่ปุ๋ยเคมีจะให้ผลผลิตและรายได้สุทธิสูงกว่าการใส่ปุ๋ยหมักอย่างไรก็ตามการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีจะให้ผลผลิตข้าวสูงสุด คิดเป็น 940 กก./ไร่ เมื่อคำนวณรายได้จากการขายผลผลิตข้าวโดยคิดราคาข้าวเปลือกเจ้านาปี 5% กก.ละ 5.10 บาท จะได้รายได้ทั้งหมด 4794 บาท/ไร่ เมื่อหักต้นทุนปุ๋ยเคมีโดยคิดราคาปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0 ก.ละ 5.40 บาท และการใช้ชุดสารเร่งทำปุ๋ยหมักชุดละ 51.20 บาท ต่อการทำปุ๋ยหมัก 1 ตัน จะเป็นราคาต้นทุนที่ต้องใช้จ่าย 234.60 บาท ดังนั้นรายได้สุทธิจากการขายข้าวเปลือกเจ้านาปีคิดเป็น 4559.40 บาท/ไร่ และเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับรายได้สุทธิจากการปลูกข้าว โดยไม่ใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี ใส่ปุ๋ยหมักอย่างเดียวและใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว จะได้รายได้เพิ่มขึ้นเป็น 1703.40, 1143 และ 641.40 บาท ตามลำดับ

ตารางที่ 3 : เปรียบเทียบผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการใส่ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมี ต่อผลผลิตข้าวพันธุ์ กข.7 ที่ จ.เชียงใหม่ (ภาคเหนือตอนบน)

แปลงทดสอบ	ผลผลิต (กก./ไร่)	ผลผลิตเพิ่ม (%)	รายได้จากผลผลิต (บาท/ไร่)	รายจ่ายค่าปุ๋ยเคมี/ชุดสารเร่งจุลินทรีย์ (บาท/ไร่)	รายได้สุทธิ (บาท/ไร่)
ไม่ใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี	560	-	28.56	-	2856.00
ใส่ปุ๋ยหมัก 3 ตัน/ไร่	700	25	3570	153.60	3416.40
ใส่ปุ๋ยเคมี 30 กก./ไร่	800	42.9	4080	162.00	3918.00
ใส่ปุ๋ยหมัก 3 ตัน/ไร่ และปุ๋ยเคมี 15 กก./ไร่	940	67.9	4794	234.60	4559.40

หมายเหตุ : ปุ๋ยเคมีที่ใช้ในการทดลองสูตร 16-20-0 ราคา กก.ละ 5.40 บาท
ราคาสารเร่งจุลินทรีย์ซองละ 39 บาท
ราคาปุ๋ยยูเรีย กก.ละ 6.10 บาท
ราคาข้าวเปลือกเจ้านาปี 5% กก.ละ 5.10 บาท
ราคาข้าวเหนียว กก.ละ 5.90 บาท

ตารางที่ 4 : เปรียบเทียบผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการใส่ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมี ต่อผลผลิตข้าวพันธุ์ กข.7 ที่ จ.กำแพงเพชร (ภาคเหนือตอนล่าง)

แปลงทดสอบ	ผลผลิต (กก./ไร่)	ผลผลิตเพิ่ม (%)	รายได้จากผลผลิต (บาท/ไร่)	รายจ่ายค่าปุ๋ยเคมี/ชุดสารเร่งจุลินทรีย์ (บาท/ไร่)	รายได้สุทธิ (บาท/ไร่)
ไม่ใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี	510	-	2601	-	2601.00
ใส่ปุ๋ยหมัก 2 ตัน/ไร่	650	27.5	3315	102.40	3212.60
ใส่ปุ๋ยเคมี 50 กก./ไร่	660	29.4	3366	270.00	3096.00
ใส่ปุ๋ยหมัก 2 ตัน/ไร่ และปุ๋ยเคมี 25 กก./ไร่	750	47.1	3825	237.40	3587.60

ตารางที่ 5 : เปรียบเทียบผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการใส่ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อผลผลิตข้าวพันธุ์ กข.6. ที่ จ.สกลนคร (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน)

แปลงทดสอบ	ผลผลิต (กก./ไร่)	ผลผลิตเพิ่ม (%)	รายได้จากผลผลิต (บาท/ไร่)	รายจ่ายค่าปุ๋ยเคมี/ชุดสารเร่งจุลินทรีย์ (บาท/ไร่)	รายได้สุทธิ (บาท/ไร่)
ไม่ใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี	250	-	1475	-	1475.00
ใส่ปุ๋ยหมัก 3 ตัน/ไร่	380	52	2242	153.60	2088.40
ใส่ปุ๋ยเคมี 20 กก./ไร่	320	28	1888	108.00	1780.00
ใส่ปุ๋ยหมัก 3 ตัน/ไร่ และปุ๋ยเคมี 10 กก./ไร่	410	64	2419	207.60	2211.40

ตารางที่ 6 : เปรียบเทียบผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการใส่ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมี ต่อผลผลิตข้าวพันธุ์ กข.6 ที่ จ.ยโสธร (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง)

แปลงทดสอบ	ผลผลิต (กก./ไร่)	ผลผลิตเพิ่ม (%)	รายได้จากผลผลิต (บาท/ไร่)	รายจ่ายค่าปุ๋ยเคมี/ชุดสารเร่งจุลินทรีย์ (บาท/ไร่)	รายได้สุทธิ (บาท/ไร่)
ไม่ใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี	270	-	1593	-	1593.00
ใส่ปุ๋ยหมัก 3 ตัน/ไร่	410	51.9	2419	153.60	2265.40
ใส่ปุ๋ยเคมี 20 กก./ไร่	390	44.4	2301	108.00	2193.00
ใส่ปุ๋ยหมัก 3 ตัน/ไร่ และปุ๋ยเคมี 10 กก./ไร่	520	92.6	3068	207.60	2860.40

ตารางที่ 7 : เปรียบเทียบผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการใส่ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมี ต่อผลผลิตข้าวพันธุ์เอเชียที่ จ.ปทุมธานี (ภาคกลาง)

แปลงทดสอบ	ผลผลิต (กก./ไร่)	ผลผลิตเพิ่ม (%)	รายได้จากผลผลิต (บาท/ไร่)	รายจ่ายค่าปุ๋ยเคมี/ชุดสารเร่งจุลินทรีย์ (บาท/ไร่)	รายได้สุทธิ (บาท/ไร่)
ไม่ใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี	670	-	3417	-	3417.00
ใส่ปุ๋ยหมัก 2 ตัน/ไร่	730	9.0	3723	102.40	3620.60
ใส่ปุ๋ยเคมี 40 กก./ไร่	720	7.5	3672	216.00	3456.00
ใส่ปุ๋ยหมัก 2 ตัน/ไร่และปุ๋ยเคมี 20 กก./ไร่	880	31.3	4488	210.40	4277.60

ตารางที่ 8 : เปรียบเทียบผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการใส่ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมี ต่อผลผลิตข้าวพันธุ์ ราเค็นที่ จ.สตูล (ภาคใต้)

แปลงทดสอบ	ผลผลิต (กก./ไร่)	ผลผลิตเพิ่ม (%)	รายได้จากผลผลิต (บาท/ไร่)	รายจ่ายค่าปุ๋ยเคมี/ชุดสารเร่งจุลินทรีย์ (บาท/ไร่)	รายได้สุทธิ (บาท/ไร่)
ไม่ใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี	300	-	1530	-	1530.00
ใส่ปุ๋ยหมัก 3 ตัน/ไร่	450	50	2295	153.60	2141.40
ใส่ปุ๋ยเคมี 20 กก./ไร่	520	73.3	2652	108.00	2544.00
ใส่ปุ๋ยหมัก 3 ตัน/ไร่ และปุ๋ยเคมี 10 กก./ไร่	600	100	3060	207.60	2852.40

เอกสารอ้างอิง

บุญนะ อานันทนะ 2532 ปริมาณและการกระจายอินทรียวัตถุของดินในประเทศไทย กองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 17 หน้า

ประเสริฐ สองเมือง และวิทยา ศรีทานันท์ 2531 การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ปรับปรุงดินนาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รายงานการสัมมนาการปลูกพืชในดินเลวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 23-27 พฤษภาคม 2531 สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์

พิทยากร ลิ่มทอง 2535 การปรับปรุงบำรุงดินด้วยปุ๋ยหมักและปุ๋ยพืชสด หน้า 75-88 ในคู่มือการปรับปรุงดินและการใช้ปุ๋ย ศูนย์การพิมพ์พลชัย

วรรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์ พิทยากร ลิ่มทอง เสียงแจ่ว พิริยพฤนต์ ประโสด ธรรมเขต และหญิงเล็ก พงศ์พยัคฆ์ 2534 การศึกษาประสิทธิภาพของไนโตรเจนจากปุ๋ยหมักโดยใช้ ^{15}N ต่อคุณสมบัติของดินชุดมาบบอนและผลผลิตของข้าวโพดฝักอ่อน หน้า 71-79 ในรายงานผลการวิจัยการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

วรรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์ พิทยากร ลิ่มทอง เสียงแจ่ว พิริยพฤนต์ เลิศชัย พูลพร และกาญจนา กรีตวัฒนา 2534 อิทธิพลของปุ๋ยหมักต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์และคุณสมบัติบางประการในดินกับการเจริญเติบโตของข้าวโพดในดินชุดมาบบอน หน้า 61-70 ในรายงานผลการวิจัยการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

สุรพันธ์ อัตนะรัต และครรชิต ภูรมะโรหิต 2526 ปลูกพืชไร่บนดินที่เป็นกรดจะทำอย่างไร วารสารดินและปุ๋ย 5:91-94

Alexander, M.1977. Introduction to Soil Microbiology. 2n ed, John Wiley and Sons Inc.,New York. 467 p.

Cosico, W.C.1985. Organic Fertilizers: Their nature, properties and use. A Publication of the Farming Systems and Soil Resources Institute, University of the Philippines at Los Banos, Laguna Philippines. 136 p.

FAO. 1987. Soil management: compost production and use in tropical and subtropical environments. FAO Soils Bulletin 56. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 177 p.

Gray, T.R.G. and S.T.Williams 1971. Soil Microorganism. Longman Group Ltd., London. 240 p.

Im, J.N.1982. Organic materials and improvement of soil physical properties. FAO soils Bull. 45:106-117.

Kucey, R.M.N.1983. Phosphate-solubilizing bacteria and fungi in various cultivated and virgin Alberta soils. Can J.Soil Sci.63:671-678.

Nishio, M.and S.kusano. 1980. Fluctuation patterns of microbial numbers in soil applied with compost. Soil Sci. Plant Nutr. 26(4):581-593.

Stefen, R.1979. The value of composted organic matter in building soil fertility Compost Science and Land Utilization. 20(5):34-37.

อินทรียวัตถุกับการควบคุมเชื้อโรคพืชบางชนิดในดินโดยชีววิธี

โดย
เสียงแจ๋ว พิริยพฤนต์
วรรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์

คำนำ

ความเสื่อมโทรมของดิน ก่อให้เกิดมลภาวะทางดินหลายประการ *(ปรีดาและอภิสิทธิ์, 2537)* โดยเฉพาะอย่างยิ่งทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินลดลงอย่างมาก และปริมาณธาตุอาหารในดินอยู่ในระดับต่ำ เมื่อดินขาดอินทรียวัตถุจะก่อให้เกิดการสูญเสียดุลยภาพทางระบบนิเวศน์ของจุลินทรีย์ในดินด้วยและส่งผลกระทบต่อการดำเนินกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดินซึ่งประกอบด้วยเชื้อแบคทีเรีย ได้แก่ *Bacillus sp. Pseudomomas sp.* และ *Serratia sp.* เชื้อแอคติโนมัยซิส ได้แก่ *Streptomyces sp.* และ *Norcardia sp.* และเชื้อรา ได้แก่ *Chaetomium sp.* เป็นต้น กลุ่มจุลินทรีย์ดังกล่าวนี้มีบทบาทต่อการพัฒนาเจริญเติบโตของระบบรากพืชในดิน (สมศักดิ์, 2528 ; Lynch, 1990) โดยที่อินทรียวัตถุในดินเป็นแหล่งของคาร์บอนและไนโตรเจนรวมถึงธาตุอาหารอีกหลายชนิดที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีพเพื่อเพิ่มจำนวนประชากร และการดำเนินกิจกรรมทางชีวเคมีของจุลินทรีย์ในดิน

การเกิดการแพร่ระบาดของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคพืชในดินเป็นปัญหาที่มีความสำคัญอีกประการหนึ่ง พื้นที่การเกษตรที่มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินต่ำ จะมีระดับธาตุอาหารในดินไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช ต้นพืชมีความอ่อนแอ ทำให้มีความสามารถในการต้านทานต่อโรคพืชลดลง เชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคกับพืชได้แก่ เชื้อรา *Aspergillus flavus, Macrophomina phaseolina, Rhizoctonia solani, Fusarium solani* และ *Sclerotium rolfsii* จุลินทรีย์ดังกล่าวนี้จัดเป็นพวก Soil-borne fungi ซึ่งทำความเสียหายให้กับพืชเศรษฐกิจหลายชนิด (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2534) ได้แก่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดหวาน และข้าวโพดฝักอ่อน สำหรับพืชตระกูลถั่ว เช่น ถั่วเหลือง และถั่วเขียว เป็นต้น

1. ผลของอินทรียวัตถุต่อสมบัติทางกายภาพของดินในการควบคุมเชื้อโรคพืช

ในสภาพดินร่วนทรายซึ่งมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำและมีปัญหาในการดูดซับน้ำ และดินเหนียวซึ่งมีลักษณะในการระบายน้ำที่ไม่ดี จะมีความเหมาะสมต่อการแพร่ระบาดของเชื้อโรคพืชในดิน (Bathke และคณะ, 1992) ได้แก่ เชื้อรา *Macrophomina phaseolina* และ *Rhizoctonia solani* เมื่อมีการเพิ่มอินทรียวัตถุให้กับดิน ได้แก่ปุ๋ยคอก, ปุ๋ยหมัก, ปุ๋ยพืชสด และวัสดุตอซัง จะมีผลต่อการลดจำนวนประชากรของเชื้อโรคพืชในดินจาก 5.33 และ 4.58 เป็น 2.66 และ 3.95 log no./กรัมของดิน (วรรณลดา และคณะ, 2537; พิทยากร และคณะ, 2534) แต่ในทางตรงกันข้ามจะมีความเหมาะสมต่อการเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดินจาก 8.50 เป็น 9.28 log no./ กรัม ของดินโดยมีความเกี่ยวข้องกับปัจจัยดังต่อไปนี้

ความชื้นในดิน : อินทรียวัตถุเป็นสารคอลลอยด์ที่ดูดซับน้ำได้ดีดังนั้นการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในดินร่วนทรายจะทำให้มีการดูดซับน้ำมากขึ้น ส่วนในดินเหนียว จะช่วยทำให้การระบายน้ำดีขึ้นและไม่ท่วมขัง ทำให้ระดับความชื้นในดินอยู่ในระดับที่เหมาะสมระหว่าง 15-25 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งทำให้กิจกรรมจุลินทรีย์ในดินดำเนินไปได้ดี ในขณะที่เชื้อโรคพืชจะมีการแพร่ระบาดได้ดีในสภาพดินที่มีปัญหาเกี่ยวกับความชื้นคือ ความชื้นต่ำกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ หรือดินมี

ความชื้นสูงมากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์

อุณหภูมิในดิน : เชื้อสาเหตุโรคพืชในดินจะมีการแพร่ระบาดได้ดีในดินที่มีอุณหภูมิสูงกว่าปกติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในดินร่วนทราย หรือดินเหนียวจะมีการสะสมความร้อนทำให้อุณหภูมิของดินเพิ่มขึ้น ระดับอุณหภูมิในดินที่มีความเหมาะสมต่อการเกิดโรคพืชอย่างรุนแรงอยู่ระหว่าง 30-35 องศาเซลเซียส (Kasper และ Bland, 1992) ดังนั้นการเพิ่มอินทรียวัตถุให้กับดินจะทำให้อุณหภูมิของดินลดลง เนื่องจากอินทรียวัตถุทำให้ดินมีการระบายอากาศได้ดีและความชื้นที่อยู่ในระดับที่เหมาะสม ทำให้อุณหภูมิของดินอยู่ในช่วงที่ไม่สูง และต่ำเกินไปซึ่งจะมีค่าประมาณ 25 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิของดินที่มีความเหมาะสมต่อกลุ่มจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดิน

แสง : อินทรียวัตถุมีคุณสมบัติทำให้ดินมีความโปร่ง และเกิดช่องว่างระหว่างเม็ดดิน แสงที่ผ่านเข้าไปในช่องระหว่างเม็ดดิน จะมีผลต่อการทำลายเชื้อโรคพืช และสารพิษที่เกิดจากเชื้อโรคพืชได้ (ธรรมศักดิ์, 2533) เช่นสารพิษอะฟลาทอกซิน ซึ่งเกิดจากเชื้อโรคพืช *Aspergillus flavus* ความร้อนจากแสงแดดจะทำลายกระบวนการทางชีวเคมีในการสังเคราะห์ สารอะฟลาทอกซิน

2. ผลของอินทรียวัตถุต่อสมบัติทางชีวภาพของดินในการควบคุมเชื้อโรคพืช

การเพิ่มอินทรียวัตถุให้กับดิน จะมีผลส่งเสริมกิจกรรมกลุ่มจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดิน ได้แก่ Bacillus sp., และ Trichoderma sp. กลุ่มจุลินทรีย์ดังกล่าวนี้จะมีความสามารถหรือคุณลักษณะในการย่อยสลายเศษวัสดุอินทรีย์ได้ดี ดังนั้นจะสามารถแก่งแย่งธาตุอาหารจากแหล่งวัสดุอินทรีย์ได้ดีกว่า กลุ่มจุลินทรีย์เป็นโทษต่อพืชและขณะที่ทำการย่อยสลายพืชปุ๋ยสด ตระกูลถั่ว ฟางข้าว และตอซังพืช จะเกิดสารอินทรีย์จำพวกสารระเหย ได้แก่ ethanol, และ CO_2 รวมถึงกรดอินทรีย์หลายชนิด เช่น lactic, acetic, butyric และ formic acid ซึ่งจะมีผลต่อการเข้าทำลายผนังเซลล์ของเชื้อโรคพืช (Sikora, 1992)

นอกจากนั้นกลุ่มจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดิน เช่น *Trichoderma sp.* สามารถทำลาย เซลล์ของเชื้อโรคพืช Macrophomina phaseolina Rhizocto-

nia solani, Sclerotium rolfsii และไส้เดือนฝอยได้โดยตรง และสร้างปฏิชีวนะหลายชนิดยับยั้งการเจริญของเชื้อโรคพืช สารพิษบางชนิด เช่น อะฟลาทอกซินที่เกิดจากเชื้อโรคพืช Aspergillus flavus จะถูกทำลายโดยกลุ่มจุลินทรีย์ดังกล่าวด้วย โดยการเปลี่ยนรูปโครงสร้างทางเคมีของอะฟลาทอกซิน ทำให้เกิดเป็นสารประกอบใหม่ ซึ่งไม่เป็นพิษต่อคนและสัตว์ (Wilson, 1988)

3. ผลของอินทรียวัตถุต่อสมบัติทางเคมีของดินในการควบคุมเชื้อโรคพืช

ค่าความเป็นกรดและด่างของดิน :

ในกระบวนการย่อยสลายอินทรีย์สารโดยจุลินทรีย์นั้นจะทำให้เกิดการแปรสภาพเป็นสารประกอบฮิวมัสมีประสิทธิภาพในการปรับสภาพสภาวะการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของค่า pH ในดิน ทำให้ค่า pH ของดินอยู่ในระดับที่เป็นกลางระหว่าง 6.5-7.0 ซึ่งเป็นสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อ สาเหตุโรคพืชในดินเนื่องจากเชื้อสาเหตุโรคพืชในดินนั้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มของเชื้อราจะสามารถเจริญได้ดีในสภาพดินที่มีลักษณะเป็นกรดมีค่า pH อยู่ในช่วง 5.0-6.0 และเชื้อโรคพืชกลุ่มพวกแบคทีเรีย จะสามารถเจริญได้ดีในสภาพดินที่มีค่า pH 7.5-8.0 (จุมพล และอรพรรณ, 2535)

ธาตุอาหารในดิน : อินทรียวัตถุในดินถูกทำการย่อยสลายหรือนำไปใช้โดยจุลินทรีย์ดินและธาตุอาหารจะถูกปลดปล่อยออกมาให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช เมื่อพืชได้รับธาตุอาหารจากดินในระดับที่เพียงพอจะมีผลทำให้ต้นพืชมีความแข็งแรง และทำให้ผนังเซลล์ของพืชมีความต้านทานต่อการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรคพืช จากการใส่วัสดุอินทรีย์ชนิดต่างๆ ลงในดิน ซุดวาริน และร้อยเอ็ด ได้แก่ ปุ๋ยหมัก ฟางข้าว ปุ๋ยพืชสด ตอซัง มูลสัตว์ และปุ๋ยคอก ทำให้ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดินเพิ่มขึ้น เฉลี่ยจาก 0.4%, 11 และ 82 ppm เป็น 0.08%, 18 และ 213 ppm ตามลำดับ การเพิ่มขึ้นของระดับธาตุอาหารในดิน มีความสอดคล้องต่อการเพิ่มแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์ในดินพวก *Bacillus sp.* จาก 9.0 เป็น 10.1 log no/ กรัมของดิน ทำให้มีผลต่อการลดจำนวนประชากรของเชื้อสาเหตุโรคพืชในดินด้วย โดยที่เชื้อโรคพืช *Sclerotium rolfsii, Macrophomina phaseoliiba, Rhizoctonia*

solani และ *Aspegillus flavus* จะมีจำนวนประชากรลดลงโดยเฉลี่ยจาก 6.0 เป็น 3.0 log no/กรัมของดินหลังจาก 45 วัน ของการใส่วัสดุอินทรีย์ลงในดิน (วรรณลดา และคณะ, 2537)

นอกจากนั้นการใส่ปุ๋ยหมัก 4 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี (16-0-0) 50 กก.ไร่ ในดินชุดปากช่อง ปุ๋ยหมักมีผลต่อการส่งเสริมกิจกรรม จุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่แปรสภาพธาตุอาหารในดิน โดยทำให้ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดินเพิ่มขึ้นจาก 79 และ 148 เป็น 131 และ 75 ppm ธาตุอาหารที่เพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้พืชเจริญ และแข็งแรง และเพิ่มความต้านทานการเกิดโรคพืชในต้นข้าวโพดและถั่วเหลือง ด้วย และทำให้ความรุนแรงการเกิดโรคพืชลดลงถึง 50% ซึ่งเกิดจากเชื้อ *Macrophomina phaseolina* โรคเน่าดำของข้าวโพดและเชื้อ *Rhizoctonia solani* โรคโคนเน่าของถั่วเหลือง นอกจากนั้นยังมีผลทำให้ตรวจไม่พบสารอะฟลาทอกซิน ในเมล็ดข้าวโพดซึ่งเกิดจากเชื้อรา Aspergillus flavus ด้วยในขณะที่ดินมีปริมาณโพแทสเซียมต่ำกว่า 24 ppm จะมีผลทำให้เกิดอะฟลาทอก ซินในเมล็ดข้าวโพดมากขึ้น (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2534)

4. กลไกของจุลินทรีย์ในดินต่อการควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืช

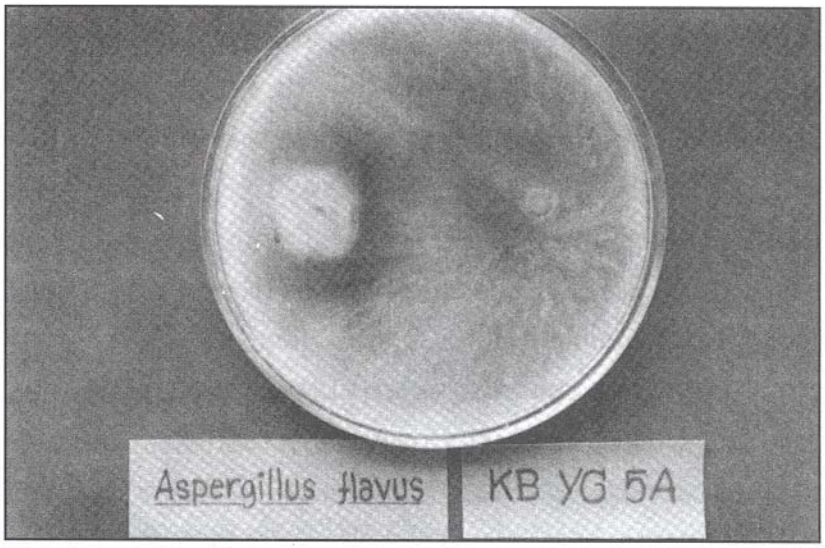
อินทรียวัตถุเป็นแหล่งของธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญและพลังงานแก่จุลินทรีย์ในดิน การเพิ่มจำนวนประชากรของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดินจะมีผลต่อกระบวนการแปรสภาพธาตุอาหารในดิน ให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดิน (Rasmussen และ Collins, 1993)

โดยทั่วไปแล้ว เชื้อจุลินทรีย์ที่ดำรงชีพอยู่ในเขตอาณาบริเวณรากพืช ส่วนใหญ่จะไม่ปรากฏกลุ่มของจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อสาเหตุโรคพืช ความแตกต่างของจำนวนประชากรระหว่างกลุ่มจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดินกับกลุ่มจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อสาเหตุโรคพืช มีอิทธิพลต่อปฏิกิริยาสัมพันธ์หลายรูปแบบระหว่างจุลินทรีย์สองกลุ่มนี้ กลุ่มจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดิน จะมีผลกระทบต่อเชื้อสาเหตุโรคพืชในดินบางชนิด (soil-borne pathogens) การเพิ่มอินทรียวัตถุให้กับดิน จะมีผลต่อการกระตุ้นการเพิ่มปริมาณ และกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินเชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าวนี้ จะมีการเพิ่มจำนวนประชากรอย่างรวดเร็ว ซึ่งมีผลทำให้เกิดการลดปริมาณเชื้อสาเหตุโรคพืชในดินได้ ลักษณะหรือกลไกของ

เชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดินมีความสามารถต่อการควบคุม หรือยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุโรคพืชในดินนั้น (Harman และ Lumsden, 1990) สามารถจำแนกออกได้เป็น 3 ลักษณะดังนี้คือ

1) **ลักษณะความสัมพันธ์แบบการแก่งแย่ง เพื่อการดำรงชีพของจุลินทรีย์** (microbial competition) การเปลี่ยนแปลงในการดำเนินกิจกรรมของกลุ่มจุลินทรียในดินจะมีประสิทธิภาพต่อความเป็นประโยชน์ในด้านการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินนั้น จะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่ง คือ แหล่งของธาตุอาหารในดิน ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับความสามารถของเชื้อจุลินทรีย์ที่จะนำไปใช้หรือแปรสภาพธาตุอาหารในสภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกัน ให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญ และเพิ่มจำนวนประชากรของจุลินทรีย์ในดิน

กลุ่มจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติในการดำรงชีพในดินได้ดี มักจะเป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีความสามารถอาศัยอยู่กับสิ่งที่ไม่มีชีวิต ได้แก่ วัสดุอินทรีย์ต่างๆ ที่เป็นส่วนประกอบของดิน วัสดุอินทรีย์จะเป็นแหล่งคาร์บอน ไนโตรเจน และแร่ธาตุอื่นๆ รวมทั้งฮอร์โมนหรือวิตามินหลายชนิด กลุ่มจุลินทรีย์ดังกล่าวนี้เรียกว่า saprophytic microorganisms ซึ่งเป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีความสำคัญอย่างมากในดิน เนื่องจากเป็นพวกที่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันกับการพัฒนาระบบรากพืชในดิน สำหรับจุลินทรีย์อีกประเภทหนึ่ง คือพวกที่มีการดำรงชีพในสิ่งมีชีวิตโดยการเข้าทำลายต้นพืชและสามารถจะมีชีวิตอยู่ในดินได้ซึ่งเรียกว่า facultative saprophytic microorganisms จุลินทรีย์กลุ่มนี้มักจะเป็นเชื้อสาเหตุโรคพืชในดิน

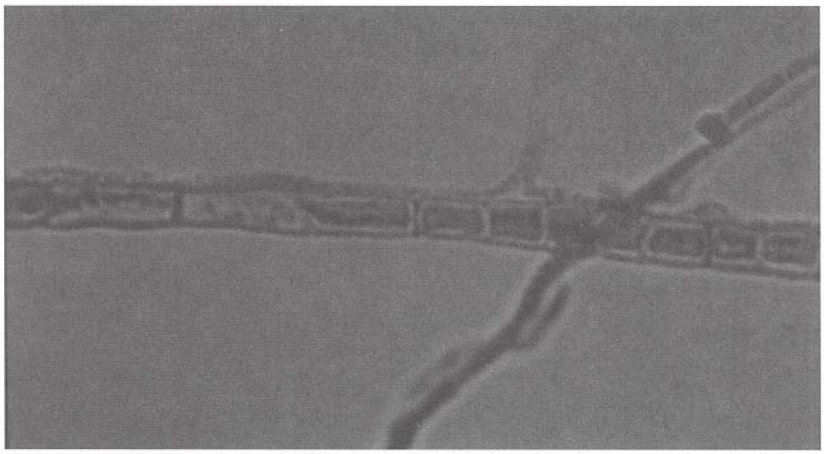


ภาพที่ 1 เชื้อราในสกุล *Paecilomyces sp.* (KB YG 5A) สามารถแกงแย่งธาตุอาหาร และยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Aspergillus flavus* ที่เป็นโทษต่อพืช

แหล่งความต้องการเพื่อการดำรงชีพของจุลินทรีย์ นอกเหนือไปจากธาตุอาหารแล้วยังมีปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนในดินและช่องว่างหรือแหล่งพื้นที่อาศัยในดินอาจกล่าวได้ว่า การเกิดการแก่งแย่งเพื่อการดำรงชีพของจุลินทรีย์ในดินนั้น ปัจจัยแหล่งอาหาร ปริมาณออกซิเจน และแหล่งพื้นที่ของช่องว่างในดิน เป็นปัจจัยที่ควบคุมความหนาแน่นของประชากรจุลินทรีย์ในดินตามสภาพธรรมชาติ และเป็นตัวแปรในการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศน์ของจุลินทรีย์ในดิน ทั้งในส่วนของดินที่อยู่ใกล้บริเวณรากพืช และส่วนบริเวณที่ผิวรากพืชซึ่งมีอนุภาคของดินหรือวัสดุอินทรีย์ที่ผิวรากพืช ด้วยสภาวะที่เกิดการเปลี่ยนแปลง หรือการดำรงชีพของจุลินทรีย์ในดินนั้น มักจะเกิดผลกระทบหรือเกิดความเสียหายต่อแหล่งที่อยู่อาศัยของเชื้อ สาเหตุโรคพืชในดิน โดยที่กลุ่มของเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดินจะแก่งแย่งเข้ายึดพื้นที่ ซึ่งเป็นแหล่งอาศัยของเชื้อสาเหตุโรคพืช เพื่อที่จะจำกัดการใช้แหล่งอาหารของเชื้อโรคพืช ทำให้เชื้อโรคพืชไม่สามารถจะใช้อาหารในดินได้ และในที่สุดเชื้อโรคพืชจะไม่สามารถดำรงชีพอยู่ในสภาวะแวดล้อมนั้นได้ กลุ่ม

จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดินซึ่งเข้ามาแทนที่จะใช้อาหารเพื่อการขยายจำนวนประชากรอย่างรวดเร็ว และจะกลายเป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีลักษณะเด่นชัดกว่าจุลินทรีย์กลุ่มอื่น

2) **ลักษณะความสัมพันธ์แบบการเข้าทำลายเซลล์ของเชื้อสาเหตุโรคพืชโดยตรง** (hyperparasitism หรือ predation) เป็นลักษณะความสัมพันธ์ที่กลุ่ม จุลินทรีย์อีกชนิดหนึ่ง จะเข้าทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุโรคพืชเป็นอาหาร (ภาพที่ 2) สำหรับลักษณะการเข้าทำลาย จะมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของจุลินทรีย์ จุลินทรีย์จำพวกเชื้อราบางชนิดมีการเจริญอย่างรวดเร็ว และเข้าปกคลุมเชื้อสาเหตุโรคพืช จากนั้นจะสร้างโครงสร้างที่เรียกว่า haustoria หรือ appressoria เพื่อทำหน้าที่ดูดส่วนประกอบของ protoplasm ซึ่งอยู่ภายในเซลล์ของเชื้อโรคพืช สำหรับเป็นแหล่งอาหาร และอีกลักษณะหนึ่งคือ เส้นใยของเชื้อราจะเจริญเข้าสัมผัสกับเส้นใยของเชื้อสาเหตุโรคพืช จากนั้นจะปลดปล่อยน้ำย่อยออกมาและทำการย่อยผนังเซลล์ของเชื้อโรคพืช เพื่อดูดส่วนที่ย่อยสลายไปใช้เป็นแหล่งอาหารต่อไป น้ำย่อยที่จุลินทรีย์สร้างขึ้นมา เพื่อย่อยสลายผนังเซลล์ของเชื้อโรคพืชมี 2 ชนิด คือ chitinase และ laminarinase น้ำย่อยที่เกิดขึ้นมานี้มิได้พบแต่ในเชื้อราพวก *Trichoderma spp.* เท่านั้น แต่ยังพบในเชื้อแบคทีเรียพวก *Bacillus spp.* ด้วย



ภาพที่ 2 : ลักษณะการเกิด antagonism ระหว่างเชื้อราที่เป็นประโยชน์ในดิน *Trichoderma sp.* (T) กับเชื้อสาเหตุโรคใบไหม้ของข้าวโพด *Helminthosporium maydis* (H) โดยเส้นใยของเชื้อรา *Trichoderma sp.* สัมผัสและเข้าทำลายเส้นใยของเชื้อโรคพืช H. maydis ทำให้เกิดการแตกของเซลล์ (lysis) และส่วนของ protoplasm ภายในเซลล์เชื้อโรคพืชหายไป สำหรับบริเวณอื่นที่ยังไม่ถูกทำลายจะเป็นเซลล์ปกติ

เมื่อพิจารณาลักษณะการใช้อาหารจากเชื้อสาเหตุโรคพืช โดยกลุ่มจุลินทรีย์ดังกล่าวอาจแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ ลักษณะที่หนึ่ง เป็น biotrophic type โดยที่เชื้อจุลินทรีย์สร้างโครงสร้างดูดอาหารเข้าไปในเซลล์ของเชื้อโรคพืชซึ่งยังมีชีวิตอยู่ และเก็บสะสมอาหารไว้ในโครงสร้างที่เรียกว่า haustoria และลักษณะที่สอง คือ พวก necrotrophic type เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่ต้องการอาหาร จากเซลล์ของเชื้อโรคพืชที่ตายแล้ว ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์จะเข้าทำลายเซลล์ก่อน โดยการเสริมสารพิษหรือปลดปล่อยน้ำย่อยออกมา เพื่อทำลายเซลล์ของจุลินทรีย์ตรงข้าม

3) **ลักษณะความสัมพันธ์แบบการสร้างสารอินทรีย์บางชนิด เพื่อยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคพืช** (amensalism) เป็นลักษณะความสัมพันธ์ของจุลินทรีย์สองชนิด ซึ่งจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดินจะยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุโรคพืช โดยการสร้างสารปฏิชีวนะ (antibiosis) หรือสารพิษ (toxin)

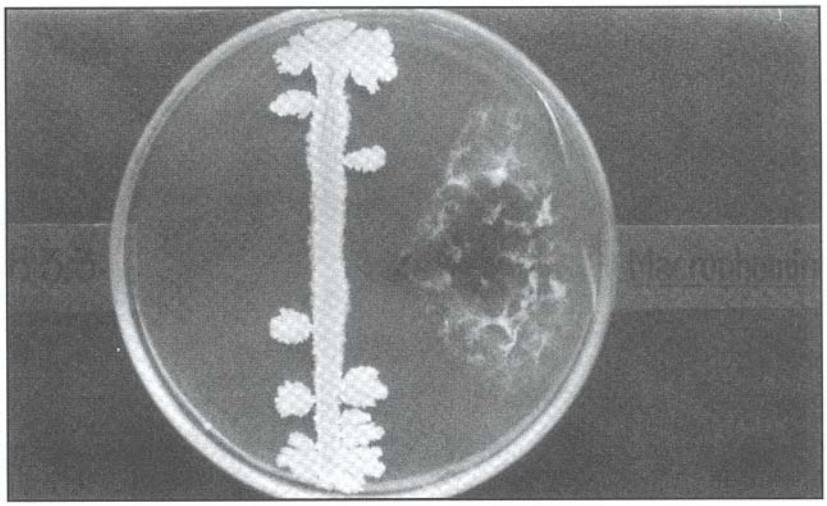
เพื่อกีดกันหรือยับยั้งการเจริญ และการแพร่กระจายของเชื้อโรคพืชในดิน ในสภาพที่มีการใส่วัสดุอินทรีย์ลงในดินได้แก่ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก หรือวัสดุไถกลบ ตอซังพืชจำพวก ฟางข้าว ต้นถั่ว และพืชปุ๋ยสด โดยการเพิ่มความสมดุลย์ของกลุ่มจุลินทรีย์ในดิน และลดจำนวนของประชากรเชื้อโรคพืชในดิน (chou, 1992) ในระหว่างการย่อยสลายวัสดุเศษพืช ซึ่งเรียกว่า biological buffering capacity

การเพิ่มจำนวนประชากรของกลุ่มจุลินทรีย์ที่ควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืชในดิน นอกจะเป็นไปในลักษณะความสัมพันธ์แบบแก่งแย่ง เพื่อการดำรงชีพของจุลินทรีย์ในดินแล้ว จุลินทรีย์บางชนิดจะมีการสร้างสารอินทรีย์หลายชนิดที่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อโรคพืชในดิน ลักษณะการสร้างสารอินทรีย์โดยกลุ่มจุลินทรีย์ดังกล่าวอาจจำแนกประเภทสารอินทรีย์ที่ปลดปล่อยออกมาในระหว่างการเกิดการเปลี่ยนแปลงกระบวนการทางชีวิเคมีในดินดังนี้คือ

สารปฏิชีวนะ (antibiotic) : การสร้างสารปฏิชีวนะในดินจะเกิดขึ้นเมื่อกลุ่มจุลินทรีย์ในดินผลิตสารปฏิชีวนะ และจะส่งผลโดยตรงต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของกลุ่มจุลินทรีย์อีกกลุ่มหนึ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการควบคุมจำนวนประชากรของเชื้อสาเหตุโรคพืชในดิน สารปฏิชีวนะที่จุลินทรีย์ปลดปล่อยออกมานั้น (Halverson และคณะ, 1993) อาจจะเป็นสารประกอบอินทรีย์ประเภทสารระเหยหรือกลุ่มที่ไม่ใช่สารระเหย สารอินทรีย์ดังกล่าวนี้ มีความสำคัญต่ออาณาบริเวณรากพืชในดิน ซึ่งจะมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืช ปัจจัยของสภาพแวดล้อมที่มีความสำคัญ และมีความเกี่ยวข้องต่อกระบวนการสร้างสารปฏิชีวนะ โดยจุลินทรีย์ในดินนั้น คือ แหล่งของธาตุอาหารในดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณของอินทรีย์วัตถุหลายชนิด เนื่องจากจุลินทรีย์ในดิน จะมีการปลดปล่อยผลิตภัณฑ์สารประกอบอินทรีย์หลายชนิดในระหว่างที่มีการแปรสภาพธาตุอาหาร หรือสารอินทรีย์ในดิน

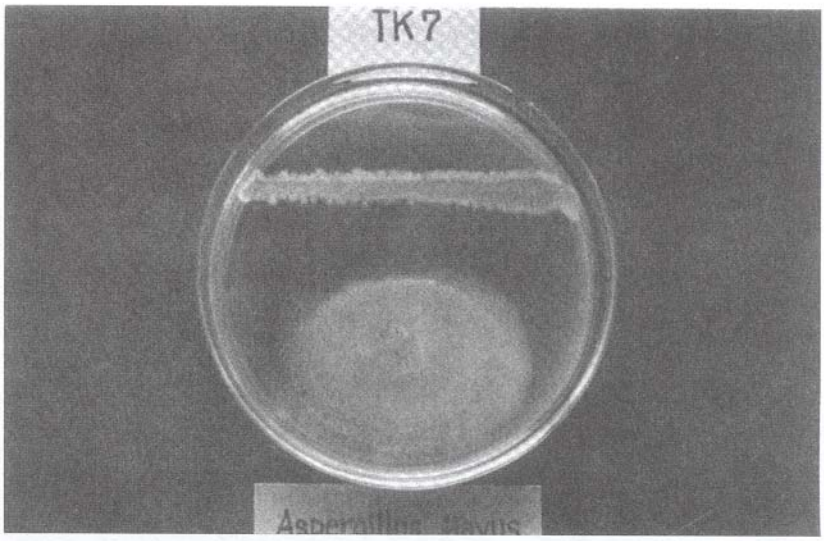
กลุ่มจุลินทรีย์ในดินที่มีคุณสมบัติการสร้างสารปฏิชีวนะ ได้แก่ แบคทีเรีย แอคติโนมัยซิส และรา ในกลุ่มของแบคทีเรีย และแอคติโนมัยซิส พบว่าจะมีบทบาทสำคัญอย่างมากในการสร้างสารปฏิชีวนะ (ภาพที่ 3 และ 4) พวกแบคทีเรีย ได้แก่ Bacillus spp. จะสร้างสารปฏิชีวนะหลายชนิด (Chet และคณะ, 1990) เช่น *bacillin, bacillomycin* และ *mycobacillin Pseudomonas* spp. สร้างสาร pyocyanin, phenazine, agrocin และ pyrrolnitrin

สำหรับเชื้อแอคติโนมัยซิส ได้แก่ *Streptomyces spp., Nocardia spp.* และ *Micromonospora spp.* จะสร้างสารปฏิชีวนะหลายชนิด เช่น sraeptomycin, chloramphenical, cyclohexamide, geldanamxcin และ cholorotetracycline เป็นต้น ส่วนในพวกเชื้อรา ได้แก่ genus Penicillium Trichoderma Gliocladium และ Chaetomium เป็นต้น กลุ่มเชื้อราดังกล่าวนี้ จะสร้างสารปฏิชีวนะ (soytong, 1989) เช่น penicillin, griseofulvin, viridin, gliouiria และ viridin (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 3 เชื้อแบคทีเรียในสกุล *Bacillus sp.* (B3.3) ที่สร้างสารปฏิชีวนะยับยั้งเชื้อรา Macrophomina phaseolina ที่เป็นโทษต่อพืช

สารประกอบอินทรีย์ประเภทสารระเหย (volatile organic substance) :กลุ่มจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดินบางชนิด จะทำหน้าที่ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ประเภทต่างๆ ที่มีอยู่ในดินโดยการแปรสภาพสารประกอบอินทรียคาร์บอนให้อยู่ในรูปของสารประกอบอนินทรียคาร์บอนซึ่งเป็นประโย่ชน์ต่อการเจริญของจุลินทรีย์ และระบบรากพืชในดินในระหว่างที่เกิดกระบวนการย่อยสลายวัสดุอินทรีนย์ในดินจะเกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมีหลายขั้นตอน

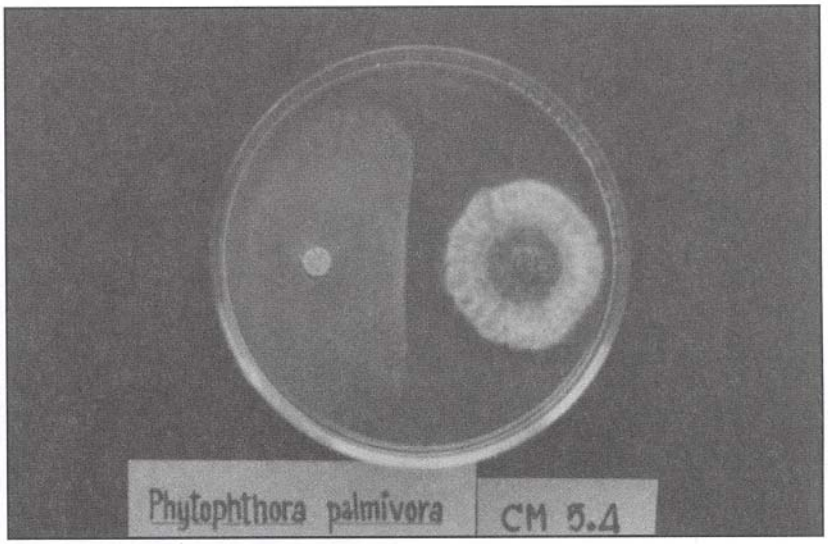


ภาพที่ 4 : เชื้อแอคติโนมัยซิสในสกุล Streptomyces sp. (TK7) ที่สร้างสารปฏิชีวนะยับยั้งเชื้อรา Aspergillus flavus ที่เป็นโทษต่อพืช

ขณะเดียวกนจะเกิดผลิตภัณฑ์สารประกอบอินทรีย์หลายชนิด (Osunlaja, 1990) ซึ่งประกอบด้วยสารระเหยทั้งที่เป็นกรดอินทรีย์ และสารประกอบประเภทที่อยู่ในรูปของอนุมูลต่างๆ รวมถึงสารประกอบน้ำตาล และก๊าซชนิดต่าง ๆ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ และไฮโดรเจน

สำหรับผลิตภัณฑ์สารประกอบอินทรีย์ ที่เกิดขึ้นในช่วงระหว่างการย่อยสลายนั้น ได้แก่ acetaldehyde, formaldehyde, isobutyraldehyde, isovaleraldehyde, isobutanol, terpentene, sesquiterpene, methanol, ethano, acetone, ethylene และ ammonia เป็นต้น ซึ่งกลุ่มของสารประกอบอินทรีย์จำพวกสารระเหยดังกล่าวนี้ จะมีผลต่อการเพิ่มอัตราการหายใจของกลุ่มจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดิน แต่จะมีผลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุโรคพืช และจะทำการย่อยสลายเส้นใยของเชื้อสาเหตุโรคพืชดังกล่าว ทำให้จำนนประชากรของเชื้อลดลง สารประกอบอินทรีย์จำพวกสารระเหยยังมีผลทำให้ระดับค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเพิ่มขึ้น โดยเกิดขึ้นจาก

อิทธิพลของสารระเหยแอมโมเนีย ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในดิน



ภาพที่ 5 : เชื้อราในสกุล Tichoderma sp. (CM 5.4)ที่สร้างสารปฏิชีวนะยับยั้งเชื้อรา Phytophthora palmivora ที่เป็นโทษต่อพืช

เอกสารอ้างอิง

จุมพล สารระนาค และอรพรรณ วิเศษสังข์ 2535 บทบาทองการเขตกรรมในการป้องกันกำจัดโรคพืช วารสารโรคพืช 11 (3-4) : หน้า 95-117

ธรรมศักดิ์ สมมาตย์ 2533 สารพิษอะฟลาทอกซินในถั่วลิสง รายงานการสัมมนาถั่วลิสงแห่งชาติ ครั้งที่ 9 ระหว่างวันที่ 7-11 พฤษภาคม 2533 ณ โครงการชลประทานลำพระเพลิง จ.นครราชสีมา : หน้า 113-133

ปรีดา พากเพียร และเอกสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ 2537 มลภาวะในดินและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม วารสารดินและปุ๋ย 16 : หน้า 83-86

พิทยากร ลิ่มทอง วรรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์ เสียงแจ่ว พิริยพฤนต์ ปรัชญา ธัญญาดี อุดม ภู่พิพัฒน์ และประชุม จุฑาวรรธนะ 2534 อิทธิพลของปุ๋ยหมักต่อเชื้อรา Rhizoctonia solani ที่มีต่อผลผลิตของถั่วเหลืองรายงานผลการวิจัยการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ : หน้า 115-124

วรรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์ พิทยากร ลิ่มทอง เสียงแจ่ว พิริยพฤนต์ ฉวีวรรณ เหลืองวุฒิวิโรจน์ นายปรัชญา ธัญญาดี และ Hirashi Ishida 2537 ผลของกิจกรรมจุลินทรีย์ดินต่อเชื้อโรคพืชบางชนิดในระหว่างกระบวนการย่อยสลายอินทรียวัตถุในดิน กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน

สมศักดิ์ วังใน 2528 จุลินทรีย์และกิจกรรมในดิน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ : 193 หน้า

สถาบันวิจัยพืชไร่ 2534 สรุปรายงานผลงานวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ : 108 หน้า

Bathke, G.R.,D.K. Cassel, W.L.Hargrove and, P.M.Porter, 1992. Modification of soil physical properties and root growth response. Soil Science. 154 (4) : 102-105.

Chet, I,A.ordentlich, R.shapira, and A.Oppenheim 1990.Mechanisms of bircontrol of soil-borne plant pathogen by rhizobacteia. Plant and Soil. 129:85-92.

Chou, C.H.1992. Allelopathy in relation to agricultural productivity in Taiwan: probems and prospects;, pp.179-203. In S.J.H.Rizvi. Allelopathy Basci and applied aspects. Chapman & Hall, London.

Harman, G.E.,and R.D.Lumsden, 1990. The Rhizophere:Biological Disease Control. John Wiley & Sons Ltd. Baffins Lane, Chichester, En gland.:259-280 p.

Halverson, L.J.,M.K.Clayton, and J.Handelsman. 1993. Population biology of Bacillus cereus VW85 in the rhizophere of fieldgrwon soybeans. Soil boil. Biochem.25 (4) : 485-493.

Kasper, T.C.,and W.L bland. 1992. Siol temperature and root growth. Soil Science. 154(4):290-299.

Lynch, J.M.1990. The Rhizophere : Microbial Metabolites. John Wiley & Sons Ltd. Baffins Lane, Chichester, England: 177-206 p

Sikora, R.A.1992. Management of the antagonistic potential in agricultural ecosystems for the biological control of plant parasitic nematodes. Annu. Rev.Phytopathol.30 : 245-270.

Osunlaja, S.O.1990. Effect of organic soil amendments on the incidence of stalk rot of maize. Plant and Soil. 127(2):237-241.

Rasmussen, P.E.,and H.P. Collins. 1993. Long-term inpacts of tillage, fertil izer, and crop residue on soil organic matter in temperate semiarid regions. Advances in Agronomy, 45:93-133.

Wilson, D.M.1988. Potential for biological control of Aspergillus flavus and aflatoxin contamination pp 56-62. In K.G.Mukerji and L.L.Garg. Biocontrol of Plant Diseases. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.

ปุ๋ยพืชสด

โดย
ประชา นาคะประเวศ
ธัชมน ภัสราเยี่ยงยงค์
กมลาภา วัฒนประพัฒน์

คำนำ

ปุ๋ยพืชสดเป็นปุ๋ยที่ใช้กันมานาน ประมาณ 3,000 ปีมาแล้ว ชาวจีนรู้จักไถกลบพืชตระกูลถั่วในนาโดยตรง นอกจากนั้นเศษพืชที่บริโภคไม่ได้ วัชพืช กิ่งไม้, พืชน้ำหรือแม้แต่โคลนเลนก็สามารถนำมาใส่ในนาโดยตรงได้ ชาวกรีกและโรมันสมัยก่อนคริสตกาลก็นิยมใช้ปุ๋ยพืชสดกันโดยทั่วไปในการปรับปรุงดินเลว โดยทำการปลูกถั่วแล้วไถกลบขณะที่ถั่วยังสดอยู่ การใช้ปุ๋ยพืชสดเริ่มได้รับความนิยมในประเทศเยอรมัน เมื่อประมาณ พ.ศ. 2240 ซึ่งใช้ในบริเวณที่ดินไม่ค่อยอุดมสมบูรณ์ และเป็นการใช้แทนปุ๋ยคอกบางส่วนหรือทั้งหมดเนื่องจากในเวลานั้นปุ๋ยคอกมีไม่เพียงพอกับความต้องการของเกษตรกรนั่นเอง ซึ่งต่อมาปุ๋ยพืชสดก็ได้รับความนิยมกันกว้างขวางมากยิ่งขึ้นโดยเกษตรกรในเยอรมัน จีนและญี่ปุ่นก็ได้ใช้ปุ๋ยพืชสดกันทั่วไป ในประเทศเยอรมันนั้น เกษตรกรที่ปลูกพืชในดินเนื้อหยาบจะใช้ปุ๋ยพืชสดเกือบทั้งหมดแม้ในประเทศสหรัฐอเมริกาเมื่อยังเป็นอาณานิคมของอังกฤษก็นิยมใช้ปุ๋ยพืชสดมาตั้งแต่คริสตศตวรรษที่ 19 เป็นต้นมา แต่เดิมนั้นพืชที่เกษตรกรนิยมใช้ทำปุ๋ยพืชสด ได้แก่พืชตระกูลถั่วเท่านั้น แต่เมื่อประมาณ 100 ปี มานี้เกษตรกรก็ได้มีการใช้พืชอื่น ๆ นอกเหนือจากพืชตระกูลถั่วรวมทั้งเศษพืชที่เหลือทิ้งในไร่นา เช่น ชาวไร่ ข้าวสาลี และข้าวโอ๊ตมาทำเป็นปุ๋ยพืชสดด้วย และก็ได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับควบคู่ไปกับความนิยมการใช้ปุ๋ยเคมี เพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดินและเพิ่มผลผลิตของพืชเศรษฐกิจที่ปลูก

ความหมายของคำว่าปุ๋ยพืชสด

ปุ๋ยพืชสดตามความหมายโดยทั่วไปนั่น หมายถึงพืชซึ่งถูกไถกลบหรือคลุกลงไปในดินเมื่อยังสดหรือในทันทีที่พืชนั้น เติบโตเต็มที่เพื่อช่วยปรับปรุงดินให้ดีขึ้นหรือเป็นปุ๋ยที่ได้จากการไถกลบพืชที่ยังสดและสีเขียวกลบลงไปในดิน ซึ่งถ้าหากว่าดินมีสภาพที่เหมาะสมและได้รับการจัดการดีก็จะช่วยรักษาและเพิ่มความสามารถในการให้ผลผลิตแก่พืชที่ปลูกตามมาสูงขึ้น กล่าวโดยสรุปก็คือ ปุ๋ยพืชสดคือปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ได้จากากรปฏิบัติการใด ๆ ที่ทำให้พืชที่ยังสดอยู่ถูกกลบฝังหรือลงไปอยู่ในดิน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้ดินดีขึ้นสามารถปลูกพืชให้ผลผลิตสูงขึ้นนั่นเอง ปุ๋ยพืชสดนั้นอาจจะได้จากการปลูกพืชบางชนิด เมื่อเจริญเติบโตพอสมควร หรือถึงระยะที่พืชเริ่มออกดอกจนกระทั่งดอกบาน เต็มที่จึงไถกลบลงไปในดิน หรืออาจจะได้จากการไถกลบเศษพืชต่าง ๆ ที่ทิ้งไว้ในไร่นาหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้วก็ได้เช่นกัน หลังจากไถกลบลงไปแล้ว ก็ปล่อยทิ้งไว้สักระยะเวลาหนึ่งเพื่อให้เกิดการย่อยสลายโดยสมบูรณ์จึงปลูกพืชหลักหรือพืชเศรษฐกิจอื่นๆ ตาม

ประโยชน์ของปุ๋ยพืชสด

การใช้ปุ๋ยพืชสดนั้นก็เพื่อประโยชน์ในการปรบปรุงบำรุงดิน ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์คงเดิมหรือเพิ่มขึ้น อันจะทำให้การปลูกพืช หลักตามมาได้รับผลผลติเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นจึงพอจะสรุปประโยชน์ของปุ๋ยพืชสดได้ดังต่อไปนี้

1. **เพิ่มอินทรียวัตถุ** (organic matter) ให้แก่ดิน การไถกลบปุ๋ย พืชสดลงในดินจะทำให้มีการเพิ่มขึ้นของอินทรียวัตถุในดินหลังจากพืชปุ๋ยสดนั้นสลายตัวสมบูรณ์แล้วและยังเป็นการชดเชยปริมาณอินทรียวัตถุในดินที่สูญเสียไปเนื่องจากการเพาะปลูกหรืออื่นๆ ก็ตามด้วย หากทำการไถกลบปุ๋ยพืชสดอย่างสม่ำเสมอเป็นประจำก็จะทำให้ดินนั้นมีปริมาณของอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นอันจะช่วยส่งเสริมและสนับสนุนกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินทั้งพวกที่มีหน้าที่ในการย่อยสลายและพวกที่อยู่อย่างอิสระ ซึ่งสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ นอกจากนั้นอินทรียวัตถุยังช่วยในการรักษาและปรับปรุงโครงสร้างของดินให้มีสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชอีกด้วย

2. **เพิ่มธาตุไนโตรเจนให้แก่ดิน** ปุ๋ยพืชสดที่ได้ทำการไถกลบและ

สลายตัวในดินโดยสมบูรณ์แล้วจะเพิ่มธาตุไนโตรเจน ให้แก่ดินได้เป็นอย่างดี ประมาณ 9.10-36.30 กก./ไร่ ต่อการไถกลบ 1 ครั้ง ซึ่งได้จากการสลายตัวของปุ๋ยพืชสดนั่นเอง และจากบัคเตรีที่ชื่อ Rhizobium spp. ซึ่งอาศัยอยู่ในปมรากพืชตระกูลถั่วซึ่งสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ธาตุไนโตรเจนนี้ก็จะเป็นประโยชน์แก่พืชหลักหรือพืชเศรษฐกิจอื่นๆ ที่ปลูกตามมาโดยพืชสามารถดูดเอาไปใช้ได้โดยเฉลี่ยประมาณ 50-80% ของปริมาณไนโตรเจนในพืชทั้งหมด

3. **รักษาปริมาณธาตุอาหารพืชในดิน** เนื่องจากพืชที่ปลูกเป็นพืชปุ๋ยสด จะดูดกินหรือใช้ประโยชน์จาก ปุ๋ยซึ่งตกค้างอยู่จากการใส่ให้พืชหลักหรือพืชเศรษฐกิจอันเป็นการป้องกันการสูญเสียมิให้ธาตุอาหรพืชนั้นๆ ถูกชะล้างไปและเมื่อไถกลบพืชปุ๋ยสดนั้นแล้วปริมาณธาตุอาหารก็จะกลับลงไปสู่ดินใหม่ เพื่อให้พืชหลักในฤดูถัดไปดูดใช้ประโยชน์ได้

4. **ปุ๋ยพืชสดที่เป็นพืชตระกูลถั่วบางชนิดมีระบบรากลึก** สามารถที่จะดึงเอาธาตุอาหารพืชที่อยู่ในดินลึกซึ่งพืชชนิดอื่นๆ ที่ระบบรากสั้นเข้าไปไม่ถึงขึ้นมาใช้ในดินชั้นบนได้ และเมื่อมีการไถกลบพืชปุ๋ยสดนั้นก็จะเป็นการเพิ่มธาตุอาหารในดินชั้นบนได้ และรากของพืชปุ๋ยสดที่ชอนไชอยู่ในดินจะทำให้มีการเคลื่อนไหวของน้ำและอากาศในดินมากขึ้น

5. **ช่วยในการอนุรักษ์ดินและน้ำ** ในกรณีที่ปุ๋ยพืชสดที่ปลูกใช้เป็นพืชคลุมดินก็จะช่วยมิให้หน้าดินเกิดการชะล้างพังทลาย (erosion) อันเกิดจากน้ำและลมได้ และเมื่อเศษใบหรือกิ่งของพืชคลุมนั้นหมอายุที่หลุดร่วงลงทับถมในหน้าดินและต่อมาก็ผุสลายตัว เพิ่มอินทรีย์วัตถุให้แก่ดินอีกด้วย

6. **ปุ๋ยพืชสดช่วยในการปรับปรุงโครงสร้างทางกายภาพของดินให้ดีขึ้น** เพื่อให้เหมาะสมแก่การปลูกพืช ซึ่งปุ๋ยพืชสดเมื่อสลายตัวสมบูรณ์แล้วจะเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดินอัน จะเป็นตัวแทรกอยู่ระหว่างเม็ดดิน ทำให้ดินนั้นเกาะตัวกันอย่างหลวมๆ ทำให้ดินอุ้มน้ำดีขึ้น เช่น จากเดิม 24.94% เป็น 25.00% ในดินชุดวาริน

7. **ช่วยในการป้องกันกำจัดวัชพืช** ในกรณีพืชปุ๋ยสดที่ปลูกเป็นพืชคลุมดินเมื่อ เจริญเติบโตเต็มพื้นที่แล้วก็จะเป็นตัวป้องกันมิให้วัชพืชอื่นๆ

ที่ไม่ต้องการขึ้นได้ อันเป็นการช่วยลดต้นทุนในการป้องกันกำจัดวัชพืชด้วย

8. **ช่วยลดต้นทุนในการใช้ปุ๋ยเคมีลงได้บางส่วนโดยเฉพาะปุ๋ยที่ให้ธาตุไนโตรเจน** เช่น ปุ๋ยยูเรีย แอมโมเนียซัลเฟต เป็นต้น

9. **ช่วยเพิ่มผลผลิตของพืชหลักให้สูงขึ้นและคุณภาพดีขึ้น** เช่น ผลผลิตข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ1 เพิ่มจาก 481.25 กก./ไร่ เป็น 687.50 กก./ไร่ ในดินชุดปากช่อง ทำให้โปรตีนในข้าวโพดเพิ่มขึ้น เส้นใยฝ้ายดีขึ้นและยังช่วยลดปัญหาดินเค็มลง ได้หากมีการใช้ปุ๋ยพืชสดกันอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานๆ และลดความรุนแรงหรืออันตรายที่เกิดขึ้นเนื่องจากโรคพืช เช่น โรครากเน่าของฝ้าย เป็นต้น

ข้อสังเกตของพืชที่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นปุ๋ยพืชสด

การจะนำเอาพืชมาใช้ทำเป็นปุ๋ยพืชสดนั้นมิใช่ว่าจะนำมาใช้ได้เกือบทุกพืชทุกกรณีไป ควรต้องคำนึงถึงความเหมาะสมและลักษณะของพืชปุ๋ยสดที่จะนำมาใช้ด้วย ซึ่งมีข้อควรพิจารณาดังต่อไปนี้

1. **ควรเป็นพืชที่เจริญเติบโตได้ในดินทั่วๆ ไป** โดยเฉพาะอย่างยิ่งในดินเลว ทนทานต่อสภาพความแห้งแล้งได้ดี

2. **เมล็ดมีความงอกดี** งอกได้รวดเร็วแม้ความชื้นจะต่ำก็ตาม

3. **เจริญเติบโตรวดเร็ว** ออกดอกในเวลาสั้นประมาณ 30-60 วัน และให้น้ำหนักสดสูง

4. **มีความต้านทานต่อโรคและแมลงได้ดี**

5. **สามารถไถกลบได้ง่าย** ลำต้นเปราะ และสลายตัวได้เร็วเพิ่มธาตุอาหารให้แก่ดินสูง

6. **เป็นพืชที่สามารถจะจัดเข้าไปในระบบปลูกพืช** (cropping system) ได้ดี เช่น ปลูกเป็นพืชหมุนเวียน (crop rotation) กับพืชหลัก ปลูกเป็นพืชแซม (intercropping) และปลูกเป็นแบบแถบพืช (strip cropping)

7. **เป็นพืชที่ควรจะขยายพันธุ์ได้ง่าย** เพื่อประโยชน์ในการผลิตเมล็ดพันธุ์และเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ใช้ในฤดูต่อๆ ไป

8. **เป็นพืชที่อาจจะใช้เป็นอาหารคนหรือสัตว์ได้ด้วย**

9. กำจัดได้ง่ายไม่มีลักษณะที่จะเป็นวัชพืชต่อไป

ชนิดของปุ๋ยพืชสด

ปุ๋ยพืชสดนั้นมีอยู่ด้วยกันมากมายหลายชนิด ทั้งที่เป็นพืชตระกูลถั่วและที่ไม่ใช่พืชตระกูลถั่วที่มีใช้กันอยู่แพร่หลายในต่างประเทศ ในที่นี้จะขอกล่าวไว้แต่เพียงพืชปุ๋ยสดที่นิยมใช้และขึ้นได้ในประเทศไทยคือ

1. **พืชตระกูลถั่ว** พืชตระกูลถั่วนั้นเป็นพืชที่นิยมใช้กันมากสำหรับเป็นพืชปุ๋ยสดและพืชคลุมดิน เนื่องจากว่าพืชตระกูลถั่วนอกจากจะขึ้นได้งายและเจริญเติบโตได้ดีแล้วยังมีคุณสมบัติพิเศษกว่าชนิดอื่นๆ คือที่รากพืชตระกูลถั่วจะมีปมรากมากมายอันเป็นที่อาศัยของบัคเตรีชนิดหนึ่งคือ *Rhizobium spp.* ซึ่งสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ (ภาพที่ 1) พืชตระกูลถั่วที่ใช้เป็นปุ๋ยพืชสดนั้นได้แก่ ปอเทือง *(Crotalaria juncea)*, โสนพื้นเมือง *(Sesbania roxberghii)*, โสนไต้หวัน *(Sesbania sesban)*, โสนจีนแดง *(Sesbania cannabina)*, โสนอัฟริกน *(Sesbania rostrata)*, โสนคางคก *(Sesbania aculeata)*, และโสนอินเดีย *(Sesbania speciosa)* พืชดังกล่าวข้างต้นนั้นเมื่อไถกลบลงไปในดินแล้วสามารถจะสลายตัวเป็นปุ๋ยได้ค่อนข้างเร็ว คือ หลังจากไถกลบแล้วประมาณ 2-4 อาทิตย์ก็จะสามารถปลูกพืชหลักตามได้ ต่อไปก็เป็นพืชตระกูลถั่วที่เป็นพืชเศรษฐกิจ ซึ่งเกษตรกรทั่วไปส่วนมากรู้จักกันดีเพราะสามารถปลูกนำเอาผลผลิตไปจำหน่ายในท้องตลาดได้เพื่อการบริโภคถั่วชนิดนี้ได้แก่ ถั่วเขียวธรรมดา *(Phaseolus aureus)*, ถั่วเขียวผิวดำ *(Phaseolus mungo)*, ถั่วเขียวเมล็ดแดง *(Phaseolus radiatus)* ถั่วพุ่ม *(Vigna spp.)*, ถั่วพร้า *(Canavalia ensiformis)*, ถั่วแปบ *(Dolichos lablab)*, ถั่วแระ *(Cajanus indicus)*, ถั่วแปะยี *(Phaseolus lima)* ถั่วดังกล่าวนี้เมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตไปแล้ว สามารถไถกลบเศษพืชที่เหลือทิ้งให้เป็นปุ๋ยพืชสดในไร่นาได้ ส่วนพืชตระกูลถั่วที่ใช้เป็นพืชปุ๋ยสดเพื่อการคลุมดินเพื่อการปราบวัชพืชบางชนิด และป้องกันการชะล้างพังทลายของหน้าดิน ส่วนมากใช้ปลูกคลุมดินได้ซึ่งได้แก่ ถั่วคุดซู *(Peuraria phaseoloides)*, ไมยราบไร้หนาม *(Mimosa inermis)*, ถั่วสไตโล *(Stylosanthes spp.)*, ถั่วคาโลโปโกเนี่ยม *(Calopogonium caeruleum)* เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีพืชตระกูลถั่วชนิดอื่นๆ ที่ปลูกเพื่อเป็นแนว

ขอบเขต และป้องกันลมใช้ตัดใบกิ่งอ่อนมาสับกลบลงไปในดินเป็นปุ๋ยพืชสดได้และยังใช้กิ่งอ่อนและฝักอ่อนบริโภคและเลี้ยงสัตว์ได้ ซึ่งได้แก่ กระถินธรรมดา *(Leucaena spp.)*, กระถินยักษ์ *(Leucaena leucacephala)* ขี้เหล็กผี ฯลฯ

ถั่วพร้า ถั่วแปบ ไมยราบไร้หนาม

2. **พืชตระกูลหญ้า** นอกจากพืชตระกูลถั่วแล้วรองลงมาได้แก่ พืชตระกูลถั่วซึ่งส่วนมากเป็นหญ้าซึ่งปลูกเพื่อใช้เลี้ยงสัตว์ หญ้าเหล่านี้เมื่อปลูกแล้วไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสดได้เช่นกัน แต่จะให้แต่เพียงอินทรียวัตถุ ส่วนแร่ธาตุอาหารพืชอย่างอื่นนั้นมีปริมาณน้อยกว่าพืชตระกูลถั่ว เช่น หญ้าสตาร์ (Cynodon plectostachyus) หญ้ารูซี่คองโก (Brachiaria ruzizersis), หญ้าบาเฮีย (Paspalum notatum) เป็นต้น

3. **พืชน้ำ** มีอยู่หลายชนิดที่สามารถนำมาใส่ในไร่นาแล้วไถกลบให้เป็น ปุ๋ยพืชสดได้ อาทิเช่น ผักตบชวา จอก และแหนแดง เป็นต้น กล่าวกันว่าแหนแดงนั้นเป็นเฟิร์นน้ำที่สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้โดยความร่วมมือของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวที่อาศัยอยู่กับแหนแดงนั่นเอง ส่วนมากแหนแดง จะนำมาเลี้ยงขยายพันธุ์เพื่อทำเป็นปุ๋ยพืชสดในนาข้าวได้เป็นอย่างดี เช่น ในประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ส่วนในประเทศไทยมีแหนแดงชนิดเดียวคือ Zaolla pinnata ซึ่งเห็นขึ้นอยู่ตามคู คลอง และที่น้ำขังทั่วๆ ไป ในระหว่างฤดูที่มี อากาศเย็นในการเลี้ยงแหนแดงในนาข้าวเมื่อไถกลบจะให้น้ำหนักพืชสด ถึง 3-9 ตัน/ไร่ สามารถให้ไนโตรเจนได้ 5-6 กก./ไร่ และอาจจะใช้แหนแดง ใส่เป็นพืชปุ๋ยสดกับพืชไร่ก็ได้แต่ต้องใช้แหนแดงใส่ 4-5 ตัน/ไร่ ในการปลูกข้าวโพด

การปลูกพืชปุ๋ยสด

ในการปลูกพืชปุ๋ยสดเพื่อการไถกลบเพื่อปรับปรุงบำรุงดินนั้นมีหลักอยู่ด้วยกันดังนี้ คือ

1. **คำนึงถึงสภาพของดินและลักษณะภูมิอากาศ** พืชปุ๋ยสดแต่ละชนิด นั้นขึ้นได้ดีและแตกกิ่งก้านสาขาให้น้ำหนักพืชสดแตกต่างกันตามลักษณะของดินและภูมิอากาศ พืชบางชนิดชอบอากาศร้อนบางชนิดชอบขึ้นในที่ดินที่มีความชื้นสูง เช่น ปอเทืองเป็นพืชทนแล้งและไม่ชอบน้ำมากจึงใช้เป็นพืชปุ๋ยสดปลูกในที่ดอน ในฤดูแล้งโดยเฉพาะทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ หรือโสนอัฟริกันเป็นพืชที่ทนต่อความเค็มจึงปลูกเป็นปุ๋ยพืชสดได้ในดินเค็มทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นต้น

2. **ฤดูกาลที่ปลูก** ในการปลูกปุ๋ยสดเพื่อการไถกลบบำรุงดินนั้น จะต้องปลูกก่อนการปลูกพืชหลักๆ โดยทั่วๆ ไปประมาณ 3 เดือน ถ้าเป็นในเขตเกษตรกรรมน้ำฝนก็ต้องปลูกก่อนพืชหลักคือหลังจากเก็บเกี่ยวพืชหลักไปแล้ว ดินยังมีความชื้นอยู่บ้างในปลายฤดูฝนก็ทำการปลูกพืชปุ๋ยสดได้ แต่ถ้าในเขตเกษตรชลประทานมีน้ำตลอดทั้งปีก็ทำการปลูกพืชปุ๋ยสดได้ทุกโอกาสแต่ต้องก่อนพืชหลักประมาณ 3 เดือน ดังกล่าวข้างต้น

3. **วิธีการปลูก** ใช้วิธีปลูกแบบง่ายๆ และสะดวกเนื่องจากเป็นการปลูกเพื่อการไถกลบต้องการจำนวนน้ำหนักสดของพืชปุ๋ยสดที่ปลูกให้ได้มากที่สุดจึงปลูกได้ 2 วิธีคือ แบบหว่านให้เมล็ดพืชกระจายให้ทั่วทั้งแปลงอย่างสม่ำเสมอเป็นวิธีที่ง่ายที่สุดและเปลืองแรงงานน้อยนิยมทำกันมาก อีกวิธีหนึ่งคือแบบโรยเป็นแถวก็ใช้ได้เช่นเดียวกันแต่อาจจะเปลืองแรงงานมากกว่าวิธีแรกและสิ้นเปลืองเวลามากขึ้น

อัตราของเมล็ดพันธุ์พืชปุ๋ยสดเพื่อการไถกลบต่อ 1 ไร่ มีอัตราดังนี้

ปอเทือง	3-5	ก.ก.	ถั่วพร้า	10	ก.ก.
โสนอินเดีย	4-6	ก.ก.	ถั่วแปบ	3-6	ก.ก.
โสนไต้หวัน	4-6	ก.ก.	ถั่วแระ	3-6	ก.ก.
โสนจีนแดง	5-6	ก.ก.	ถั่วแปยี	6	ก.ก.
โสนคางคก	5	ก.ก.	ถั่วคุดซู	1-3	ก.ก.
โสนอัฟริกัน	5	ก.ก.	ไมยราบไร้หนาม	2-3	ก.ก.
ถั่วเขียว	7.	ก.ก.	ถั่วสไตโล	2-4	ก.ก.
ถั่วพุ่ม	8-10	ก.ก.	คาโลโปโกเนี่ยม	1-3	ก.ก.

ฯลฯ

วิธีการใช้พืชปุ๋ยสด

วิธีการใช้ปุ๋ยพืชสดอาจแยกออกได้ตามลักษณะของระบบปลูกพืช (cropping system) ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายวิธีดังต่อไปนี้

1. **การปลูกพืชหมุนเวียน** (Crop rotation) ในพืชปุ๋ยสดปลูกหมุนเวียนสลับกับพืชหลักภายในเวลา 1 ปี หรือ 2 ปี เช่นปลูกพืชปุ๋ยสดปลายดูฝนแล้วไถกลบตามด้วยปลูกพืชหลักในต้นฤดูฝนภายในระยะเวลา 1 ปี อาจได้แก่ ปลูกถั่วลิสงเป็นพืชหลัก โดยปลูกถั่วพุ่ม ถั่วเขียว ถั่วแปบ หรือถั่วอื่นๆ ในปลายฤดูฝน หรือปลูกพืชปุ๋ยสดในต้นฤดูฝนแล้วตามด้วยพืชหลักปลายฤดูฝน กรณีนี้พืชปุ๋ยสดอาจได้แก่ ปอเทือง โสน ถั่วเขียว ฯลฯ พืชหลักได้แก่ ข้าว ข้าวไร่ ข้าวโพด และพืชไร่อื่นๆ อาจปลูกปอเทืองประมาณต้นเดือนพฤษภาคม แล้วไถกลบพืชปุ๋ยสดในเดือนกรกฎาคมแล้วจึงปลูกข้าวโพดตาม ส่วนการปลูกพืชปุ๋ยสดหมุนเวียนกับพืชหลักภายในเวลา 2 ปีนั้นเป็นไปในลักษณะของการปลูกพืชตระกูลถั่วชนิดที่เป็นไปได้ทั้งพืชปุ๋ยสดและคลุมดิน คือ การปลูกพืชปุ๋ยสดในปีที่หนึ่งแล้วตามด้วยพืชหลักในปีที่สองสลับกันไปเช่นนี้เป็นระบบปลูกพืชที่ส่วนมากใช้พื้นที่ที่มีความลาดเท (slope) เพื่อป้องกันการชะล้างพังทลาย (erosion) และการสูญเสียหน้าดิน พืชปุ๋ยสดที่เป็นพืชคลุมดินอาจได้แก่ ถั่วคุดซู ถั่วคาโลโปโกเนี่ยม ฯลฯ

2. **การปลูกพืชแซม** (intercropping) เป็นการปลูกพืชปุ๋ยสดแซมใน

แถวพืชหลัก โดยปลูกเหลื่อมเวลากันในพื้นที่เดียวกันในเวลา 1 ปี วิธีนี้เหมาะสมแก่เกษตรกรในประเทศไทยมากเพราะสามารถใช้ประโยชน์ในที่ดินที่มีจำนวนจำกัดปลูกพืชเศรษฐกิจได้และในเวลาเดียวกันก็สามารถทำการปรับปรุงบำรุงดินโดยการปลูกืพชปุ๋ยสดได้ด้วย เมื่อพืชปุ๋ยสดได้อายุพอแล้วก็ทำการสับกลบเฉพาะแถวพืชปุ๋ยสดนั้นลงในดินหรืออาจจะสับกลบลงไปพร้อมกับตอซังของพืชหลักหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้วก็ได้ เช่น การปลูกพืชหลัก คือ ข้าวโพดแซมด้วยพืชปุ๋ยสด คือปอเทืองหรือโสนต่างๆ ก็ได้ เป็นต้น

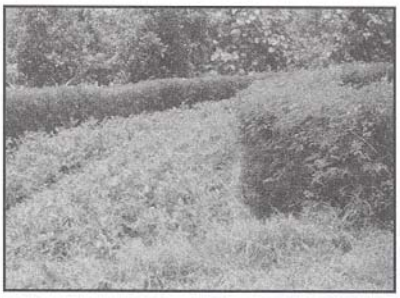
การปลูกพืชหมุนเวียน

การปลูกพืชแซม

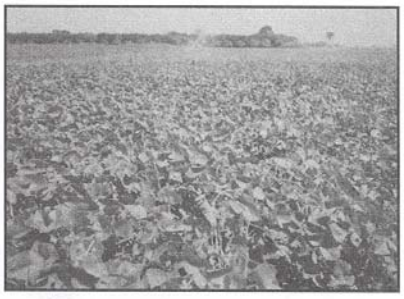
3. **การปลูกพืชแถบ** (strip cropping) เป็นการปลูกพืชโดยแบ่งพื้นที่ทำการเกษตรออกเป็นส่วนๆ เพื่อปลูกพืชหลายๆ ชนิดสลับกันไป เช่น ปลูกข้าวโพด 5 แถว แล้วปลูกพืชปุ๋ยสด คือกระถิน 2 แถว ต่อมาอีกแถวปลูกถั่วลิสง 10 แถว เป็นพืชปุ๋ยสดและเก็บเกี่ยวผลผลิตขายได้ ต่อมาปลูกกระถินอีก 2 แถว เป็นแนวเหมือนครั้งแรกแล้วจึงปลูกถั่วเขียวต่อมาเป็นปุ๋ยพืชสดอีก 10 แถว และทำซ้ำเหมือนดังกล่าวอีกจนเต็มพื้นที่ เป็นต้น วิธีนี้ทำให้พื้นที่นั้นๆ มีพืชปลูกหลายๆ ชนิดเก็บเกี่ยวจำหน่ายได้เรื่อยๆ และในเวลาเดียวกันก็ไถกลบตอซังหรือเศษพืชเหล่านั้นหรือตัดกิ่งของแนวกระถินมาใส่ในพื้นที่แล้วไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสดได้ ส่วนมากมักนิยมทำวิธีนี้ในพื้นที่ที่มีความลาดเท โดยปลูกเป็นแถวตามแนว contour พบมากในแถบภาคเหนือของประเทศไทย

4. **การปลูกพืชปุ๋ยสดแบบใช้เป็นพืชคลุม** (cover crop) การปลูกพืชปุ๋ยสดวิธีนี้ส่วนมากนิยมใช้ในสวนผลไม้หรือในสวนยางพาราทางภาคใต้ของประเทศไทย โดยการปลูกพืชปุ๋ยสดชนิดพืชคลุมดินที่เป็นเถาเลื้อยเพื่อการ

ป้องกันกำจัดวัชพืชและป้องกนการชะล้างพังทลายในขณะที่ต้นไม้ใหญ่ที่ปลูกนั้นยังเล็กอยู่ เมื่อกิ่ง ก้าน ใบของพืชคลุมหลุดร่วงลงไปในดินก็จะผุพังเน่าสลายกลายเป็นอินทรียวัตถุบำรุงดินต่อไป พืชคลุมดินเหล่านี้ได้แก่ ถั่วคาโลโปโกเนี่ยม ไมยราบไร้หนาม ถั่วคุดซู ถั่วสไตโล ฯลฯ



การปลูกพืชแถบ



การปลูกพืชปุ๋ยสดแบบใช้เป็นพืชคลุม

อายุในการไถกลบพืชปุ๋ยสด

เมื่อได้ทำการปลูกพืชปุ๋ยสดลงไปแล้วถึงระยะที่พืชปุ๋ยสดเริ่มออกดอกจนกระทั่งดอกบานเป็นระยะที่เหมาะสมในการไถกลบ เพราะจะให้ปริมาณธาตุไนโตรเจนสูงสุดและน้ำหนักพืชสดก็สูงด้วยเมื่อพืชสลายตัวก็จะให้ปริมาณอินรียวัตถุและไนโตรเจนในดินสูงด้วยเช่นกัน แต่หากเลยระยะนี้ไปแล้วปริมาณธาตุไนโตรเจนในพืชอาจจะลดลงบ้างเล็กน้อย เช่น ในกรณีที่เป็นพืชปุ๋ยสดชนิดเศรษฐกิจ เช่น ถั่วลิสง ถั่วเขียว ถั่วเหลือง ฯลฯ หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้วเศษพืชก็ไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสด อายุของพืชปุ๋ยสดบางชนิดที่เหมาะสมแก่การไถกลบโดยคำนึงถึงน้ำหนักของพืชสดก่อนการไถกลบ และเปอร์เซ็นต์ธาตุไนโตรเจนที่จะได้รับ มีดังต่อไปนี้

ตารางแสดงระยะเวลา น้ำหนักสดของพืชปุ๋ยสดบางชนิดในการแถกลบและปริมาณธาตุอาหารบางชนิด

ชนิดปุ๋ยพืชสด	ระยะเวลาไถกลบ (วัน)	น้ำหนักสดของพืช (ตัน/ไร่)	อัตราส่วน C:N ของพืช	ปริมาณธาตุอาหาร(%)				
				N	P	K	Ca	Mg
โสนอัฟริกัน	45-60	2-3	18.30	2.87	0.42	2.06	0.82	1.74
โสนจีนแดง	45-60	1-2	18.93	2.85	0.43	2.10	0.79	1.83
โสนอินเดีย	60-70	1.5-3	17.83	2.85	0.46	2.83	1.96	2.14
ปอเทือง	45-50	1.5-3	19.96	2.76	0.22	2.40	1.53	2.04
ถั่วพุ่มดำ	40-45	1-3	19.51	2.68	0.39	2.46	-	-
ถั่วพร้า45-60	1.5-3	21.11	2.72	0.54	2.14	1.19	1.56	
ถั่วมะแฮะ	45	2-4	27.33	2.34	0.25	1.11	1.45	1.92
ถั่วเหลือง	40-45	1.5-2	20.45	1.79	0.51	1.32	2.03	1.36
ถั่วฮามาต้า	60	1-2	24.57	2.47	0.17	1.29	1.04	1.16

ความชื้นโดยเฉลี่ยของพืชปุ๋ยสด 70-80%

ที่มา : กลุ่มอินทรียวัตถุและวัสดุเหลือใช้ กองอนุรักษ์ดินและน้ำ (2543)

นอกจากนี้ยังมีโสนไต้หวันซึ่งอายุการไถกลบตั้งแต่ประมาณ 30-60 วัน ให้ผลผลิตน้ำหนักสดประมาณ 1.5-4 ตัน/ไร่ ถั่วแปบให้ผลผลิตน้ำหนักสดประมาณ 2-5 ตัน/ไร่ ถั่วแระให้น้ำหนักสดก่อนไถกลบประมาณ 7-14 ตัน/ไร่ ถั่วแปยีให้น้ำหนักสดประมาณ 4-5 ตัน/ไร่ พวกพืชคลุมเช่น ไมยราบไร้หนาม นั้นหากไถกลบจะให้น้ำหนักสดประมาณ 3-4 ตัน/ไร่ ถั่วสไตโล ถ้าไถกลบจะให้น้ำหนักสดประมาณไม่ต่ำกว่า 1 ตัน/ไร่ เมื่อได้ทำการไถกลบพืชปุ๋ยสดดังกล่าว แล้วควรทิ้งไว้ให้พืชเน่าเปื่อยผุพังสลายตัวซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 2-4 สัปดาห์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและอายุของพืชปุ๋ยสดนั้นและยังขึ้นอยู่กับความชื้นในดินและดินฟ้าอากาศอีกด้วย เมื่อพืชปุ๋ยสดสลายตัวสมบูรณ์แล้วจึงปลูกพืชหลักตามได้ในการปรับปรุงบำรุงดินด้วยปุ๋ยพืชสดนั้นควรได้กระทำต่อเนื่องกันไปทุกปีเพื่อรักษาระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินให้คงอยู่อย่างสม่ำเสมอและทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ อันจะเป็นผลดีต่อพืชหลักที่ปลูกตามมาในฤดูถัดไป

การขยายพันธุ์พืชปุ๋ยสด

พืชปุ๋ยสดขยายพันธุ์ได้โดยเมล็ดดังนั้นเกษตรกรจึงควรที่จะทราบถึงการปลูกเพื่อเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้เพื่อใช้ประโยชน์ไว้ปลูกเพื่อการไถกลบในฤดูถัดๆ ไปด้วย มิฉะนั้นเกษตรกรจะต้องไปเสาะแสวงหาเมล็ดพันธุ์พืชปุ๋ยสดจากที่อื่นเพื่อนำมาปลูกอันเป็นการไม่สะดวกและไม่ครบวงจร วิธีการที่จะปลูกพืชปุ๋ยสดเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ควรยึดหลักดังนี้

1. **พื้นที่ปลูก** การปลูกพืชปุ๋ยสดเพื่อการผลิตเมล็ดพันธุ์นั้น ควรคำนึงถึงพื้นที่ปลูกเป็นสำคัญในเบื้องต้นคือ ควรเป็นพื้นที่ราบสม่ำเสมอไม่ควรเป็นพื้นที่ลาดชันมาก และไม่มีน้ำขัง มีความอุดมสมบูรณ์ของดินดี หรือปานกลาง การระบายน้ำดี เป็นดินที่ไม่มีปัญหา เช่น ดินเปรี้ยว ดินเค็ม เหล่านี้ไม่ควรใช้เป็นพืชที่สำหรับผลิตเมล็ดพันธุ์เพราะจะทำให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ต่ำ

2. **ฤดูที่ปลูก** หากเป็นการปลูกในพื้นที่เขตชลประทานสามารถทำการปลูกได้ในทุกฤดูเพราะมีน้ำจากการชลประทานสม่ำเสมอ แต่ถ้าหากเป็นพื้นที่ในเขตเกษตรน้ำฝนนั้นต้องคำนึงถึงอายุการเก็บเกี่ยวเมล็ดของพืชปุ๋ยสดแต่ละชนิดเป็นหลัก คือต้องปลูกให้ระยะเวลาเพื่อให้ฝักแก่ในฤดูแล้งเพื่อป้องกันความเสียหายจากฝน ซึ่งจะทำให้เมล็ดเน่าและเกิดเชื้อราได้ ส่วนมากมักนิยมปลูกในตอนใกล้ๆ ปลายฤดูฝน ประมาณ 1-2 เดือน คือ เดือนสิงหาคม หรือเดือนกันยายน

3. **การเตรียมดินปลูก** การปลูกพืชทุกชนิดเพื่อให้ได้รับผลผลิตสูงนั้นขึ้นอยู่กับการเตรียมดินที่ดีด้วย ดังนั้นการปลูกพืชปุ๋ยสดเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ก็เช่นเดียวกัน จึงต้องมีการเตรียมดินที่ดีด้วย คือต้องมีการไถตากดินทิ้งไว้ประมาณ 1 สัปดาห์เพื่อให้แสงแดดทำลายเชื้อโรคและวัชพืชในดินหลังจากนั้นจึงทำการไถเพื่อย่อยดินให้เล็กลง และเก็บเอาวัชพืชออกให้หมดเกลี่ยดินให้สม่ำเสมอตลอดพื้นที่ก็พร้อมที่จะทำการปลูกพืชปุ๋ยสดได้เลย

4. **การเตรียมเมล็ดพันธุ์ที่ปลูก** เมล็ดพันธุ์ที่ปลูกนั้นควรเป็นเมล็ดพันธุ์ที่ใหม่มีความงอกดี แข็งแรง เมล็ดควรมีเปอร์เซ็นต์ความงอกตั้งแต่ 70% ขึ้นไป เมื่อนำไปปลูกจะได้งอกสม่ำเสมอและไม่เปลืองเมล็ดในการปลูก การที่จะทราบว่าเมล็ดมีเปอร์เซ็นต์ความงอกเท่าใดทำได้อย่างง่ายๆ คือการสุ่มตัวอย่างโดย

ใช้มือล้วงเอาเมล็ดในกระสอบจากส่วนบน ส่วนกลาง และส่วนล่างมาอย่างละ 1 กำมือ แล้วมากองคลุกให้เข้ากัน หลังจากนั้นจึงใช้มือหยิบเมล็ดจากกองนั้นออกมาทีละเมล็ดจนได้ 400 เมล็ด แล้วแบ่งออกเป็น 4 กองๆ ละ 100 เมล็ด นำเมล็ดไปเพาะในดินหรือทรายซึ่งอยู่ในกระบะ, กระถางหรือกระป๋อง ฯลฯ โดยแบ่งออกเป็น 4 แปลงๆ ละ 100 เมล็ด แล้วรดน้ำให้แปลงชุ่มแต่ไม่ให้แฉะจนมีน้ำขังหลังจากนั้นประมาณ 5-10 วัน เมล็ดก็จะงอกเป็นต้นกล้าเล็กๆ ก็เริ่มนับจำนวนต้นกล้าที่เพาะทั้ง 4 แปลง รวมกันได้เท่าไรก็เอา 4 หาร ก็จะได้เป็นเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์กระสอบนั้นๆ

5. **วิธีการปลูก** การปลูกพืชปุ๋ยสดเพื่อการผลิตเมล็ดพันธุ์นั้นมีด้วยกันหลายวิธีที่นิยมทำกันคือ แบบปลูกเป็นแถวและเว้นระยะระหว่างแถวพอสมควรเพื่อสะดวกแก่การเข้าไปดูแลรักษากำจัดศัตรูพืชและวัชพืชได้โดยในแต่ละแถวนั้น เว้นระยะห่างระหว่างหลุมพอสมควรที่เหมาะสมในแต่ละพืช แล้วจึงหยอดเมล็ดพันธุ์ลงในหลุมอาจจะเป็น 2-5 เมล็ด/หลุม แล้วแต่เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดที่ได้ทดสอบแล้วนั้น อัตราของเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ปลูกและระยะปลูกพืชปุ๋ยสดที่นิยมใช้กันโดยทั่วๆไปในแต่ละพืชมีดังนี้

ชนิดพืช	ระหว่างต้น (ซ.ม.)	ระหว่างแถว(ซ.ม.)	น้ำหนักเมล็ด(ก.ก./ไร่)
ปอเทือง	30-50	100	2-4
โสนจีนแดง	50	100	2-3
โสนอัฟริกัน	50	100	2-3
โสนอินเดีย	50	100	2-3
โสนคางคก	50	100	2-4
ถั่วเขียว	20-40	50	3-4
ถั่วเหลือง	25	50	5
ถั่วลิสง	20-30	50	12
ถั่วพุ่ม	20-30	50	5
ถั่วเสี้ยนป่า(คุดซู)	50	100	2
ไมยราบไร้หนาม	50	100	1.5-2
คาโลโปโกเนี่ยม	50	100	1.5-2

6. **การดูแลรักษา** เมื่อพืชปุ๋ยสดที่ปลูกเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์นั้นอายุได้ประมาณ 7-10 วัน ควรถอนแยกต้นที่ไม่ต้องการที่เห็นว่าไม่แข็งแรงออกให้เหลือหลุมละ 2-3 ต้นเท่านั้นพร้อมพรวนดินกำจัดวัชพืชเมื่อพืชอายุประมาณ 30 วันหลังจากนั้นควรมีการใส่ปุ๋ยเคมีเพื่อเร่งให้พืชมีการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตสูง เช่นใส่ปุ๋ยสูตร 3-9-6 อัตรา 20-25 ก.ก./ไร่ เมื่อใส่ปุ๋ยแล้วควรพรวนดินกลบโคนด้วย หลังจากนั้นต่อไปควรดูแลรักษาฉีดยาป้องกันกำจัดศัตรูพืชเป็นครั้งคราว เมื่อเห็นศัตรูพืชเริ่มรบกวน

7. **การเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์** เมื่อพืชปุ๋ยสดติดฝักและฝักเริ่มแก่ก็จะต้องรีบทำการเก็บเกี่ยวกันที มิฉะนั้นจะเกิดเสียหายได้นเองจากฝักอาจจะแตกและเมล็ดจะร่วงหล่นลงดินทำให้ได้รับผลผลิตไม่เต็มที่เมื่อเก็บเกี่ยวแล้วควรนำมากองไว้โดยเฉลี่ยให้กระจายออกแล้วทำการนวดเพื่อกระเทาะเปลือกออกและคัดเอาแต่เมล็ดที่ดีโดยวิธีการฝัดเอาเมล็ดลีบออก หลังจากนั้นนำเมล็ดออกตากแดดโดยใช้ผ้าใบรองปูเป็นพื้นอย่าตากบนลานซีเมนต์โดยตรง เพราะจะเกิดความร้อนมากอาจจะทำลายชีวิตเมล็ดพันธุ์ได้ เมื่อตากได้ประมาณ 1-2 แดด ความชื้นประมาณ 14% ก็จะนำเข้าเก็บรักษาต่อไป อายุที่พอเหมาะในการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์พืชปุ๋ยสดมีดังนี้

ชนิดพืช	อายุเก็บเกี่ยว (วัน)	ผลผลิตประมาณ (ก.ก./ไร่)
ปอเทือง	120-180	80
โสนอินเดีย	4-7 เดือน	50-100
โสนจีนแดง	90-150	100-200
ถั่วเขียว	60-70	150
ถั่วเหลือง	100-120	300
ถั่วพุ่ม	80-105	75
ถั่วลิสง	110-120	120-140
ถั่วเสี้ยนป่า (ถั่วคุดซู)	270	30
ไมยราบไร้หนาม	5-6 เดือน	75-100
คาโลโปโกเนี่ยม	7-8 เดือน	75-150

8. **การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์** เมล็ดพันธุ์พืชทุกชนิดถ้าเก็บรักษาไว้อย่างถูกวิธีก็จะทำ ให้เมล็ดพันธุ์นั้นยังคงมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงอยู่ได้นาน โดยปกติเมล็ดพันธุ์ตระกูลถั่วที่มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงจะเก็บไว้ได้ไม่นาน ประมาณไม่เกิน 5-6 เดือน เปอร์เซ็นต์ความงอกจะลดลงมาก เช่น ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วลิสง ฯลฯ ส่วนเมล็ดพันธุ์พืชปุ๋ยสดตระกูลถั่วที่มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันน้อยกว่าก็จะเก็บไว้ได้นานกว่า เช่น ปอเทือง โสนต่างๆ ฯลฯ อาจจะเก็บไว้ได้นานถึง 2 ปี ทั้งนี้การเก็บเมล็ดพันธุ์พืชปุ๋ยสดอย่างถูกวิธีนั้น ควรเก็บในภาชนะที่สามารถปิดได้มิดชิด แมลงศัตรูพืชเข้าไม่ได้ เช่น ถุงที่มีฝาปิดมิดชิด กล่องกระดาษที่มีฝาปิดได้ ปี๊บที่ปิดได้มิดชิด ฯลฯ และควรเก็บรักษาไว้ในโรงเก็บที่มีความชื้นต่ำและอุณหภูมิค่อนข้างต่ำมีการระบายอากาศดี อย่างไรก็ตามเพื่อป้องกันความเสียหายอันอาจจะเกิดจากโรคและแมลงเข้าทำลายเมล็ดพันธุ์ได้ ควรมีการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูเมล็ดพันธุ์ก่อนที่จะนำเมล็ดพันธุ์พืชปุ๋ยสดเข้าเก็บรักษาโดยวิธีรมเมล็ดพันธุ์เพื่อกำจัดแมลงที่ติดมากับเมล็ดด้วยยา เช่น phostoxin อัตรา 1/2 -1 เม็ดต่อเมล็ด 100 ก.ก. เป็นต้น เมล็ดพันธุ์ที่ได้ดำเนินการเก็บโดยถูกวิธีนี้ก็จะมีประสิทธิภาพ คงเปอร์เซ็นต์ความงอกที่ดีไว้ได้นาน เพื่อนำไปปลูกใช้ประโยชน์ในโอกาสต่อไป

เอกสารอ้างอิง

ประนอม ศรัยสวัสดิ์ 2524 การทดสอบความงอกแบบชาวบ้าน เอกสารทางวิชาการ ฝ่ายควบคุม คุณภาพเมล็ดพันธุ์พืช กองขยายพันธุ์พืช กรมส่งเสริมการเกษตร 2 หน้า (โรเนียว)

ประนอม ศรัยสวัสดิ์ 2525 การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ เอกสารทางวิชาการประกอบคำบรรยายการฝึกอบรมป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในผลผลิตหลังเก็บเกี่ยว ณ ศูนย์ฝึกอบรมไทย-เยอรมัน อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี 6 หน้า (โรเนียว)

มนัส ภูปากน้ำ 2525 งานพืชปุ๋ยสดและพืชคลุมในโครงการเร่งรัดปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุในพื้นที่เป้าหมายพัฒนาชนบทบากจนปี 2525-2529 เอกสารทางวิชาการ โครงการเร่งรัดปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ กองบริรักษ์ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน 9 หน้า (โรเนียว)

วิทูร ชินพันธุ์ 2525 การใช้ปุ๋ยพืชสด เอกสารทางวิชาการ ฝ่ายปรับปรุงบำรุงดิน กองบริรักษ์ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน 19 หน้า (โรเนียว)

วิทูร ชินพันธุ์ 2528 พืชตระกูลถั่วบางชนิดที่ใช้ในการปรับปรุงบำรุงดิน ฝ่ายปรับปรุงบำรุงดิน กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน 4 หน้า (โรเนียว)

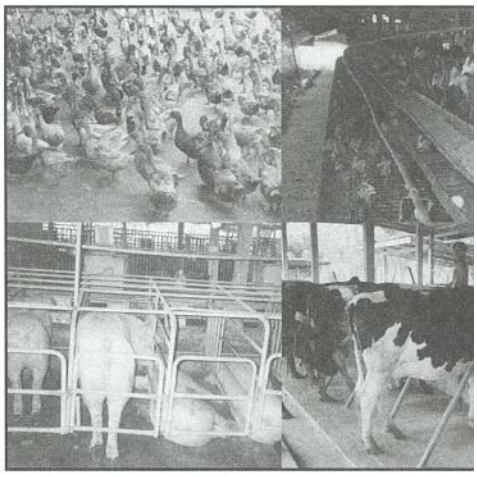
วิทูร ชินพันธุ์ พินิจ คงเดชา สุภา รันดาเว และวิภา ปิยะวิกิจวงศ์ 2526 การบำรุงดินด้วยปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยเคมีเพื่อปลูกข้าวโพดโดยมีถั่วเขียวเป็นพืชแซมในดินชุดกำแพงแสน รายงานวิชาการประจำปี 2526 กองบริรักษ์กรมที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หน้า 350-355

วิทูร ชินพันธุ์ พินิจ เชาว์ตระกูล ชวิน เจิมสุวรรณ ไพบูลย์ โล่ชัยยะกูล และอภิรดี อิ่มเอิบ 2526 การเจริญเติบโตของพืชตระกูลถั่วบำรุงดินชนิดต่างๆ ในพื้นที่โครงการห้วยเสี้ยว รายงานวิชาการประจำปี 2526 กองบริรักษ์ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หน้า 342-349

สมศักดิ์ วังใน 2521 ปุ๋ยอินทรีย์ กรุงเทพฯ พิมพ์ที่ หจก.พับลิเคชั่นเซนเตอร์

การใช้ประโยชน์มูลสัตว์

โดย
สุภาพร จันรุ่งเรือง
กมลาภา วัฒนประพัฒน์
บังอร ทองท้วม



ปุ๋ยคอกเป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่ง ซึ่งได้จากการเลี้ยงสัตว์ ซึ่งมีการนำมาใช้ในทางเกษตรอย่างแพร่หลายเป็นเวลานานปี ปุ๋ยคอกไม่เพียงแต่จะให้อินทรียวัตถุ ธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่ยังช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ทำให้ดินมีการระบายน้ำและกาศดีขึ้นช่วยเพิ่มความคงทนให้แก่เม็ดดินเป็นการลดการชะล้างพังทลายของดินและช่วยรักษาหน้าดินไว้นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งธาตุอาหารของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดิน ซึ่งมีผลทำให้กิจกรรมต่างๆของจุลินทรีย์ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ และยังช่วยเพิ่มปริมาณของจุลินทรีย์ ในอดีตมีการใช้ปุ๋ยคอกอย่างง่ายๆ ตามธรรมชาติ โดยเกษตรกรจะเลี้ยงสัตว์ เช่น วัว ควาย สุกร ม้า แพะ แกะ ฯลฯ ซึ่งการเลี้ยงสัตว์ส่วนใหญ่จะกระจัดกระจายไปตามท้องถิ่น เมื่อสัตว์ขับถ่ายมูลสัตว์ก็จะหล่นลงบนพื้นดินโดยตรง ซึ่งเป็นการใช้ปุ๋ยคอกแบบประหยัด ในปัจจุบันการเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยได้ขยายตัวเพิ่มมากขึ้น จนทำให้เกิดอุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์ขนาดใหญ่

แพร่หลายไปทั่วประเทศ มูลสัตว์ที่เกิดขึ้นจะมีประโยชน์ก็ต่อเมื่อได้นำไปใช้เป็นปุ๋ยในพื้นที่ที่ทำการเกษตร แต่ปัจจุบันมูลสัตว์จะกลายเป็นของเสียที่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการกำจัดมาก เมื่อสภาพการณ์ไม่อำนวยให้ใช้ประโยชน์จนทำให้เกิดปัญหาเรื่องกลิ่นและผลตามมาคือเกิดมลภาวะอากาศและน้ำเป็นพิษ ดังนั้นหากมีการนำมูลสัตว์เหล่านี้ไปใช้ประโยชน์ทางด้านการเกษตร โดยนำไปใช้เป็นปุ๋ยก็จะเกิดผลดีหลาย ประการกล่าวคือช่วยนำของเสียเหลือทิ้งมาใช้ประโยชน์เพิ่มธาตุอาหารพืช ช่วยปรับปรุงดินและช่วยกำจัดมลภาวะให้แก่สิ่งแวดล้อม

1.แหล่งที่มาและปริมาณมูลสัตว์ที่มีอยู่ในประเทศไทย

ปุ๋ยคอก เป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากสิ่งขับถ่ายของสัตว์เลี้ยง เช่น โค กระบือ สุกร ไก่ เป็ด และห่าน ปริมาณมูลสัตว์ที่ได้จะมากน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์ อายุ ชนิดและปริมาณของธาตุอาหารที่สัตว์กินและการเลี้ยงดูสัตว์แต่ละชนิดจะ ให้ปริมาณมูลสัตว์แตกต่างกันไป ในประเทศไทยปีหนึ่ง โคและกระบือถ่ายมูลเฉลี่ยตัวละ 1.5 ตัน สุกรถ่ายมูลเฉลี่ยตัวละ 0.75 ตันไก่ เป็ด ห่าน ถ่ายมูลสัตว์เฉลี่ยตัวละ 0.025 ตัน เมื่อคำนวณดูแล้วประเทศไทยจะมีมูลสัตว์ปีกหนึ่งประมาณ 22,538,243 ตัน คิดเป็นปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมเป็นปริมาณ 462,238, 191,788 และ 263,644 ตัน ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบเป็นปุ๋ยเคมีจะได้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ทริปเปิลซุปเปอร์ฟอสเฟตและโพแทสเซียมคลอไรด์ ดังนี้ 2,201,133, 416,930 และ 439,406 ตัน ตามลำดับ คิดเป็นมูลค่าปุ๋ยเคมี 15,258.6 ล้านบาท โดยเปรียบเทียบจากราคามาตรฐานของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ราคาตันละ 3,550 บาท ปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต ราคาตันละ 10,900 บาท และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ ราคาตันละ 6,600 บาท ซึ่งช่วยให้รัฐบาลประหยัดเงินตราในการสั่งซื้อปุ๋ยเคมีจากต่างประเทศ

ตารางที่ 1 ปริมาณมูลสัตว์และปริมาณธาตุอาหารในประเทศไทยแยกเป็นรายภาคปี 2538

หน่วย : ตัน

ภาค	มูลกระบือ	มูลโค	มูลสุกร	มูลเป็ด	มูลไก่	รวม
ภาคกลางและภาคตะวันออก	555,043	2,025,360	1,269,153	299,664	746,670	4,896,220
ภาคเหนือ	1,121,088	1,874,316	901,245	45,528	672,177	4,614,354
ภาคใต้	232,347	1,450,216	560,405	44,873	333,295	2,621,136
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	5,396,974	3,146,976	883,379	152,448	826,756	10,406,533
รวมทั้งประเทศ	7,305,452	8,497,198	3,614,182	542,513	2,578,898	22,538,243
ปริมาณธาตุอาหาร (ตัน)						
ไนโตรเจน	89,857	162,296	101,197	11,664	97,224	462,238
ฟอสฟอรัส	40,180	47,584	49,153	6,130	48,741	191,788
โพแทสเซียม	50,408	118,961	42,647	6,239	45,389	263,644

ที่มา : คำนวณจากปริมาณสัตว์เลี้ยง ในประเทศไทยปี 2539 และปริมาณธาตุอาหาร ของมูลแต่ละชนิด

ตารางที่ 2 ชนิดและปริมาณของวัสดุเหลือใช้จากมูลสัตว์ในภาคกลางและภาคตะวันออก (ตันต่อปี)

จังหวัด	มูลโค	มูลกระบือ	มูลสุกร	มูลไก่	มูลเป็ด	ปริมาณทั้งหมด
1.กรุงเทพมหานคร	8,182.50	2,364.00	6,534.75	42,123.95	12,631.48	71,836.68
2.กาญจนบุรี	318,783.00	36,406.50	22,996.50	16,540.93	1,024.58	395,751.51
3.จันทบุรี	7,429.50	9,231.00	19,324.50	7,551.03	1,155.18	44,691.21
4.ฉะเชิงเทรา	48,217.50	21,703.50	128,481.00	101,136.57	18,821.05	318,359.62
5.ชลบุรี	34,530.00	595,958.00	56,702.25	142,907.85	35,983.28	866,081.38
6.ชัยนาท	89,497.50	25,905.00	26,527.50	7,273.53	12,825.23	162,028.76
7.ตราด	4,077.00	7,896.00	14,831.25	3,205.00	2,153.48	32,162.73
8.นครนายก	5,571.00	23,410.50	14,487.00	20,854.80	1,712.15	66,035.45
9.นครปฐม	67,612.50	5,229.00	268,132.50	36,312.20	52,566.50	429,852.70
10.นนทบุรี	5,853.00	1,674.00	1,527.75	4,718.80	12,041.60	25,815.15
11.ปทุมธานี	8,097.00	6,693.00	983.25	18,576.85	28,422.55	62,772.65
12.ประจวบคีรีขันธ์	109,044.00	16,011.00	19,387.50	14,882.00	1,382.40	160,706.90
13.ปราจีนบุรี	86,115.00	139,821.00	32,757.75	45,265.18	22,556.35	326,515.28
14.พระนครศรีอยุธยา	59,019.00	38,407.50	18,955.50	37,968.18	15,538.60	169,888.78
15.เพชรบุรี	174,160.50	4,780.50	44,205.75	20,472.05	3,575.10	247,193.90
16.ระยอง	2,155.50	13,108.50	8,332.50	10,027.48	582.40	34,206.38
17.ราชบุรี	303,250.50	4,834.50	132,066.75	32,936.28	14,396.03	487,484.06
18.ลพบุรี	280,536.00	45,630.00	58,461.75	28,318.48	3,213.18	416,159.41
19.สมุทรปราการ	1,144.50	138.00	9,427.50	15,941.20	3,573.50	30,224.70
20.สมุทรสงคราม	1,774.50	85.50	5,529.75	3,303.43	490.00	11,183.18
21.สมุทรสาคร	2,380.50	201.00	4,356.00	4,205.05	5,695.93	16,838.48
22.สระบุรี	113,356.50	36,490.50	41,842.50	76,662.77	10,250.08	278,602.35
23.สิงห์บุรี	30,442.50	6,019.50	24,897.00	3,797.38	3,173.18	68,329.56
24.สุพรรณบุรี	206,011.50	39,822.00	100,887.00	25,844.80	17,949.90	390,515.20
25.อ่างทอง	58,449.00	9,583.50	207,517.50	25,844.80	17,949.90	319,344.70
ปริมาณทั้งหมด	2,025,690.00	555,043.50	1,269,153.00	746,670.56	299,663.63	4,896,220.69

ที่มา : พิทยากร และคณะ (2541)

ตารางที่ 3 ชนิดและปริมาณของวัสดุเหลือใช้จากมูลสัตว์ในภาคเหนือ (ตันต่อปี)

จังหวัด	มูลโค	มูลกระบือ	มูลสุกร	มูลไก่	มูลเป็ด	ปริมาณทั้งหมด
1.กำแพงเพชร	29,280.00	35,955.00	47,555.25	23,697.65	2,170.43	138,658.33
2.เชียงราย	123,837.00	135,135.00	105,943.50	137,491.50	2,649.40	505,056.40
3.เชียงใหม่	20,075.70	139,767.00	114,157.50	88,747.40	3,966.68	366,174.28
4.ตาก	179,169.00	43,686.00	29,021.25	16,587.45	9,479.58	277,943.28
5.นครสวรรค์	278,958.00	69,634.50	37,077.75	55,765.63	8,240.75	449,676.63
6.น่าน	86,628.00	81,886.50	54,202.50	42,200.40	938.53	265,855.93
7.พะเยา	151,771.50	67,779.00	49,411.50	39,032.83	1,127.78	309,212.61
8.พิจิตร	31,981.50	24,990.00	46,429.50	12,981.05	5,120.73	121,502.78
9.พิษณุโลก	116,943.00	55,680.00	62,343.00	20,028.50	3,045.60	258,040.10
10.เพชรบูรณ์	223,315.50	85,777.50	63,087.75	5,205.15	2,379.43	379,765.33
11.แพร่	76,084.50	58,813.50	58,305.00	33,901.08	622.43	227,726.51
12.แม่ฮ่องสอน	31,594.50	41,724.00	17,316.75	5,661.45	229.23	96,525.93
13.ลำปาง	198,910.50	117,199.50	67,554.75	72,412.95	484.68	456,562.38
14.ลำพูน	86,563.50	25,248.00	30,153.00	27,577.85	324.05	169,866.40
15.สุโขทัย	109,014.00	26,853.00	42,066.75	24,654.93	1,992.28	204,580.96
16.อุตรดิตถ์	95,613.00	40,339.50	36,131.25	43,901.75	769.13	216,754.63
17.อุทัยธานี	34,576.50	70,620.00	40,488.00	22,329.45	1,897.05	169,911.00
ปริมาณทั้งหมด	1,874,315.70	1,121,008.00	901,245.00	672,177.00	45,527.76	4,614,353.48

ที่มา : พิทยากร และคณะ (2541)

ตารางที่ 4 ชนิดและปริมาณของวัสดุเหลือใช้จากมูลสัตว์ในภาคใต้ (ตันต่อปี)

จังหวัด	มูลโค	มูลกระบือ	มูลสุกร	มูลไก่	มูลเป็ด	ปริมาณทั้งหมด
1.กระบี่	21,246.00	16,392.00	29,019.00	15,247.35	445.60	82,349.95
2.ชุมพร	44,947.50	45,562.50	39,058.50	2,633.55	790.48	132,992.53
3.ตรัง	68,640.00	4,738.50	35,465.25	23,975.05	507.83	133,325.63
4.นครศรีธรรมราช	347,943.00	44,985.00	134,107.50	70,518.68	10,185.93	607,740.11
5.นราธิวาส	133,959.00	17,898.00	10,359.00	20,927.60	1,689.33	184,832.93
6.ปัตตานี	170,443.50	6,635.00	9,056.25	29,330.93	9,499.35	224,965.03
7.พังงา	4,045.50	13,702.50	19,905.75	13,660.58	373.45	51,687.78
8.พัทลุง	225,072.00	2,712.00	61,420.50	27,527.33	3,662.45	320,394.28
9.ภูเก็ต	1,524.00	2,656.50	8,823.00	13,634.55	201.05	26,893.10
10.ยะลา	69,427.50	10,440.00	6,506.25	9,936.23	1,376.53	97,686.51
11.ระนอง	2,155.50	13,108.50	8,332.50	10,027.48	582.40	34,206.38
12.สงขลา	266,868.00	10,084.50	78,863.25	54,272.28	7,156.15	417,244.18
13.สตูล	46,044.00	4,194.00	3,120.75	4,725.62	1,452.85	59,537.22
14.สุราษฎร์ธานี	47,901.00	39,238.50	116,367.75	36,879.13	6,949.75	247,336.13
ปริมาณทั้งหมด	1,450,216.50	232,347.50	560,405.25	333,295.36	44,873.15	2,621,137.76

ที่มา : พิทยากร และคณะ (2541)

ตารางที่ 5 ชนิดและปริมาณของวัสดุเหลือใช้จากมูลสัตว์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ตันต่อปี)

จังหวัด	มูลโค	มูลกระบือ	มูลสุกร	มูลไก่	มูลเป็ด	ปริมาณทั้งหมด
1.กาฬสินธุ์	122,677.50	280,318.50	23,593.50	15,661.80	6,167.08	448,418.38
2.ขอนแก่น	212,011.50	456,915.00	44,090.25	37,787.33	11,368.70	762,172.78
3.ชัยภูมิ	211,327.50	293,917.50	64,068.00	45,941.88	5,865.25	621,120.13
4.นครพนม	197,710.50	254,868.00	34,708.50	37,620.20	5,197.10	530,104.30
5.นครราชสีมา	435,291.00	398,259.00	173,126.25	130,216.42	9,771.28	1,146,663.95
6.บุรีรัมย์	156,438.00	414,696.00	78,015.00	72,969.18	9,942.80	732,060.98
7.มหาสารคาม	209,296.50	275,406.00	41,766.75	19,447.90	8,658.58	554,575.73
8.มุกดาหาร	66,247.50	128,545.50	16,683.75	10,747.25	3,047.33	225,271.33
9.ยโสธร	92,415.00	138,931.50	17,909.25	43,412.03	5,222.25	397,890.03
10.ร้อยเอ็ด	201,352.50	373,372.50	60,087.75	29,864.28	11,606.83	676,283.86
11.เลย	59,797.50	94,597.50	22,577.25	9,857.18	1,949.23	188,778.66
12.ศรีสะเกษ	194,569.50	370,737.00	72,781.50	56,028.43	14,144.33	708,260.76
13.สกลนคร	215,452.50	325,699.50	38,276.25	59,127.08	9,827.08	648,382.41
14.สุรินทร์	513,871.50	404,898.00	79,011.75	82,255.20	14,366.95	734,403.40
15.หนองคาย	67,651.50	230,479.50	17,172.00	20,571.80	6,691.10	342,565.90
16.อุดรธานี	227,514.00	443,895.00	39,090.75	41,679.53	15,428.28	767,607.56
17.อุบลราชธานี	323,352.00	511,438.50	60,420.75	113,568.32	13,193.85	1,021,973.42
ปริมาณทั้งหมด	3,146,976.00	5,396,974.50	883,379.25	826,755.81	152,448.02	10,406,533.58

ที่มา : พิทยากร และคณะ (2541)

2.ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยคอก

ปุ๋ยคอกที่ใส่ลงไปในไร่นาประกอบด้วยส่วนที่เป็นมูล ปัสสาวะและวัสดุรองพื้นปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยคอกจะแตกต่างกันไปตามแหล่งวิธีการเลี้ยงและการเก็บรักษาในที่นี้จะเน้นเฉพาะธาตุอาหารหลัก ซึ่งเป็นส่วนที่ พืชต้องการ ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงผลวิเคราะห์ธาตุอาหารในปุ๋ยคอก

ชนิดปุ๋ยคอก	ปริมาณธาตุอาหาร (%)				
	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแพทเซียม	pH	C/N ratio
มูลโค	1.91	0.56	1.40	8.2	15
มูลกระบือ	1.23	0.55	0.69	8.1	15
มูลไก่	3.77	1.89	1.76	8.2	13
มูลแกะ	1.87	0.79	0.92	-	-
มูลม้า	2.33	0.83	1.31	-	-
มูลหมู	2.80	1.36	1.18	6.1	11
มูลค้างคาว	1.05	14.82	1.84	5.2	-

ที่มา : กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดินกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2535)

จากตารางที่ 6 จะเห็นได้ว่าปุ๋ยคอกแต่ละชนิดมีปริมาณธาตุอาหารแตกต่างกัน มูลสัตว์ปีกโดยเฉพาะมูลไก่จะมีปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน สูงกว่ามูลสัตว์ชนิดอื่นๆ ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าในมูลสัตว์ปีกมีกรดยูริค แอซิค (uric acid) ซึ่งกรดนี้จะถูกจุลินทรีย์ย่อยสลายเป็นแอมโมเนีย ส่วนมูลค้างคาวมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสอยู่ในปริมาณที่สูงถึง 14.82% ซึ่งมากกว่ามูลสัตว์ชนิดอื่นๆ

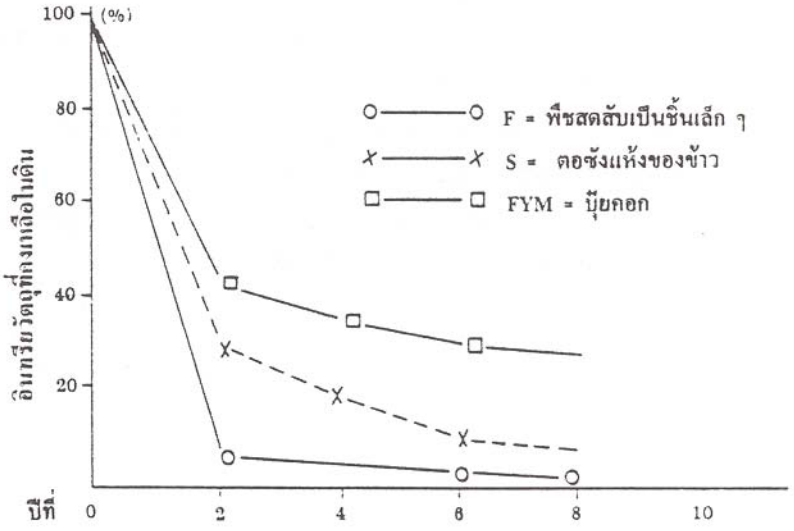
3.ประโยชน์ของปุ๋ยคอก

ปุ๋ยคอกมีประโยชน์ดังนี้

3.1 เพิ่มธาตุอาหารพืช เมื่อสัตว์กินอาหารเข้าไปธาตุอาหารจะถูกย่อยสลายไม่หมด โดยเฉลี่ยทั่วไปแล้ว ปริมาณ 3 / 4 ของไนโตรเจน 4 / 5 ของฟอสฟอรัส 9 / 10 ของโพแทสเซียม จะยังคงเหลืออยู่ในมูลสัตว์ที่ถ่ายออกมา

ดังนั้นปุ๋ยคอกจึงเป็นแหล่งธาตุอาหารหลักของอาหารรองที่สำคัญเหล่านั้น

3.2 ให้ธาตุอาหารพืชในลักษณะต่อเนื่อง มีผลตกค้างระยะยาวกว่าปุ๋ยเคมี จากรายงานของ Sluijsmans และ Kolmbander (1977) แสดงให้เห็นลักษณะการสนองของพืชต่อธาตุไนโตรเจนในปุ๋ยคอกในระยะยาว เมื่อใส่ปุ๋ยเหล่านั้นเพียงครั้งเดียวหรือใส่เป็นประจำทุกๆ ปี ซึ่งสรุปได้ว่าปุ๋ยคอกเป็นปุ๋ยที่มีลักษณะที่สามารถให้ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ทำให้กิจกรรมของจุลินทรีย์ดินดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ และควบคุมความชื้น และจากการทดลองของ Panchaban และ Pipatveevat (1975) โดยทำการทดลองการใช้ปุ๋ยคอกอัตรา 800 และ 1,600 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 8 และ 16 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยฟอสฟอรัส อัตรา 8 และ 16 กิโลกรัมต่อไร่พบว่าปุ๋ยคอก สามารถเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุให้กับดิน นอกจากนี้ยังมีการทดลองเปรียบเทียบการสลายตัวจะให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงกว่าปุ๋ยพืชสด และซังข้าว ดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 2 แสดงว่า ปุ๋ยคอกมีผลตกค้างในดินค่อนข้างมากเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยอินทรีย์ชนิดอื่นๆ ฉะนั้นจึงใช้ช่วยปรับปรุงดินได้ในระยะเวลานาน



รูปที่1 อัตราการสลายตัวของอินทรียวัตถุชนิดต่างๆ เมื่อใส่ในดิน

3.3 ปุ๋ยคอกช่วยในการปรับปรุงดิน การใส่ปุ๋ยคอกในอัตราที่เหมาะสมและต่อเนื่องติดต่อกันเป็นระยะเวลานานๆ จะช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของดินบางประการ ได้ดังนี้

3.3.1 คุณสมบัติทางกายภาพ

สำหรับผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของดินนั้น พบว่าการใส่ปุ๋ยคอกเป็นประจำช่วยให้เกิดเม็ดดินมากขึ้น เพิ่มความเสถียรของเม็ดดิน ความเป็นประโยชน์ของน้ำในดินเพิ่มขึ้นและลดความหนาแน่นรวมของดิน ผลเหล่านี้จะปรากฏเด่นชัดในดินเนื้อหยาบ ส่วนในดินเนื้อละเอียดนั้นซึ่งได้ทำการทดลองในดินชนิดต่างๆ โดยทำการใส่ปุ๋ยคอกในอัตราต่างๆ ลงไป ซึ่งปุ๋ยคอกทำให้สมบัติทางกายภาพของดินดีขึ้นหลังจากใส่ปุ๋ยคอกลงไปแล้ว โดยที่สมบัติทางกายภาพนั้นได้แก่ ความเสถียรของเม็ดดิน ความหนาแน่นดิน ความสามารถในการซึมซับน้ำ ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ ซึ่งได้แสดงที่ตารางที่ 7 และตารางที่ 8 การใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 11.8 ตัน/ไร่ ในดิน Alluvial, การใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 7.2 ตัน/ไร่ ในดิน Vertisol, การใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 1.5 ตัน/ไร่ ในดิน Redpozodic และ Lateritic โดยความเสถียรของเม็ดดินเพิ่มขึ้นจาก 26,22,29 และ 22 เป็น 56,33,33 และ 24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทำให้เปอร์เซ็นต์ช่องว่างในดินเพิ่มขึ้นจาก 46, 43, 49 และ 42 เป็น 50, 56, 51 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทำให้การซึมซับน้ำในดินเพิ่มขึ้นจาก 0.43, 0.06, 0.33 และ 1.68 เป็น 0.47, 0.10, 0.05 และ 2.16 ลบ.ซม./ซม. ตามลำดับ ทำให้น้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเพิ่มขึ้นจาก 28, 29, 21 และ 13 เป็น 37, 31, 23 และ 14 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และทำให้ความหนาแน่นดินรวมของดินลดลงจาก 1.47, 1.26, 1.37 และ 1.53 เป็น 1.29, 1.18, 1.30 และ 1.31 กรัม/ซีซี ตามลำดับ

ตารางที่ 7 แสดงถึงอิทธิพลของปุ๋ยคอกต่อสมบัติทางกายภาพของดิน

เดือนที่เก็บข้อมูล	การใส่ปุ๋ยคอก	ความจุความชื้นในสนาม %	จุดเหี่ยวถาวร %	ความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ ซม./ดินลึก 30 ซม.
มีนาคม	ใส่	17.4	6.0	4.6
	ไม่ใส่	14.6	5.3	4.0
มิถุนายน	ใส่	15.1	7.0	3.5
	ไม่ใส่	13.1	5.7	3.2
สิงหาคม	ใส่	14.3	6.5	3.4
	ไม่ใส่	12.6	5.4	3.2
กันยายน	ใส่	15.6	6.8	3.9
	ไม่ใส่	13.9	5.9	3.8
ธันวาคม	ใส่	16.2	7.5	3.9
	ไม่ใส่	14.1	6.3	3.7

ที่มา : salter และคณะ (1967)

ตารางที่ 8 อิทธิพลของการใช้ปุ๋ยคอกระยะยาวต่อคุณสมบัติทางกายภาพของดิน (ในประเทศอินเดีย) บางชนิด

ชนิดดิน	ปุ๋ยคอก	pH	คาร์บอน (%)	ความเสถียรของเม็ด (%)	ความหนาแน่นรวมของดิน (กรัม/ซีซี)	ช่องว่างซึมน้ำ (%)	การซาบ (ลบ.ซม./ซม.)	น้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (0.1-15 บาร์)
Alluvial	0	7.8	0.2	26	1.47	46	0.43	28
	11.8	7.5	2.9	56	1.29	50	0.47	37
Vertisol	0	8.2	0.5	22	1.26	43	0.06	29
	7.2	8.0	0.6	33	1.18	56	0.10	31
Redpozodic	0	5.8	0.6	29	1.37	49	0.33	21
	1.5	5.7	0.7	33	1.30	51	0.05′	23
Lateritic	0	4.8	0.3	22	1.53	42	1.68	13
	1.5	5.2	0.5	24	1.31	50	2.16	14

ที่มา : snchez (1976)

1.Alluvial เป็นดินใหม่ที่มีอายุน้อยเกิดจากการทับถมโดยน้ำตามริมแม่น้ำ ชายทะเลฯ ชุดดินที่สำคัญในไทยคือ ชุดดินท่าม่วง และชุดดินราชบุรี ฯลฯ

2.Vertisol เป็นดินที่พบบนที่ราบขั้นบันได โดยที่วัตถุต้นกำเนิดมักจะเป็นพวกให้ปฏิกิริยา เป็นด่างเนื้อดินเป็นดินเหนียวจัดสีดำ ชุดดินที่สำคัญในไทยคือ ชุดดินลพบุรี ชุดดินบุรีรัมย์ ชุดดินบ้านหมี่

3.Redpozodic เป็นดินเก่าที่มีอายุมาก ส่วนมากจะมีสีดง เมื่ออยู่ในสภาพแห้ง และจะมีสีเหลืองเมื่อมีความชื้น ลักษณะเนื้อดินมีตั้งแต่ดินทรายจนถึงดินเหนียว แต่ส่วนมากเป็นดินร่วนและมีปฏิกิริยาเป็นกรด

4.Lateritic เป็นดินของแถบร้อนชุ่มชื้น มีออกไซด์ของเหล็กและอลูมินัมสูง ชุดดินที่สำคัญในประเทศไทยคือชุดดินยโสธร

3.3.2 คุณสมบัติทางเคมี

ปริมาณอินทรียวัตถุในปุ๋ยคอกนั้นมีผลทั้งโดยตรงและโดยอ้อม ในแง่ธาตุอาหารพืชซึ่งมีทั้งธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 9 อิทธิพลของปุ๋ยคอกที่มีคุณสมบัติทางเคมีของดิน

ชนิดดิน	pH	CEC meq/100กรัม	ประจุบวกที่แลกได้ meq/ดิน 100 กรัม			การอิ่มตัวของประจุบวกที่ถูกชับ (%)		
			Ca	K	Na	Ca	K	Na
ดินร่วนเหนียว								
ไม่ใส่ปุ๋ย	7.60	12.20	11.96	0.32	0.31	97.58	2.62	2.54
ใส่ปุ๋ยคอก	7.70	12.00	11.63	0.36	0.20	96.90	3.00	2.26
ดินร่วนทราย								
ไม่ใส่ปุ๋ย	7.40	5.50	5.13	0.62	0.20	93.27	11.28	3.64
ใส่ปุ๋ยคอก	7.45	5.90	5.63	0.81	0.20	95.59	13.73	3.39
ดินร่วนปนซิลต์								
ไม่ใส่ปุ๋ย	7.80	9.90	8.33	0.62	0.28	89.19	6.26	2.82
ใส่ปุ๋ยคอก	7.60	11.00	8.83	1.06	0.35	80.27	9.64	3.18

ที่มา : Kanwar และ Prihar (1962)

จากตารางที่ 9 สรุปได้ว่า การใส่ปุ๋ยคอกเป็นประจำทำให้ความเป็นกรดเป็นด่างของดินเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก ถึงแม้ดินจะมี Ca, K และ Na เพิ่มขึ้นบ้างก็ตาม การใส่ปุ๋ยคอกเป็นประจำแม้ว่าจะไม่สามารถแก้ความเป็นกรดเป็นด่างของดินได้แต่มีแนวโน้มที่จะต้านทาน การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่างของดินได้ดีขึ้น และช่วยเพิ่ม CEC ของดินด้วย โดยการใส่ปุ๋ยคอกในดินร่วนเหนียว ดินร่วนปนทราย และดินร่วนปนซิลต์ จะทำให้ค่า C.E.C. ของดินเพิ่มขึ้นจาก 12.20, 5.50, 9.90 เป็น 12.00, 5.90 และ 11.00meq/100กรัม ตามลำดับ ในกรณีใส่ปุ๋ยคอกในดินกรด ปุ๋ยคอกจะทำให้ความเป็นกรดเป็นด่าง ของดินสูงขึ้นเนื่องจากปุ๋ยคอกจะมี K, Ca และ Mg เป็นองค์ประกอบสูงเมื่อสลาย ตัวจะปลดปล่อย basic cation ออกมาทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินสูงขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชโดยเฉพาะฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์มากขึ้นเพราะปุ๋ยคอกไปทำปฏิกิริยากับ Fe และ Al เกิดปฏิกิริยา Chelation ป้องกันไม่ให้ Fe และ Al ตรึงฟอสฟอรัสในดินและจากการทดลองของ เมธี และคณะ *(2537)* พบว่าการใช้ปุ๋ยคอกอัตรา 4 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ในผักกาดหัว สามารถปรับปรุงคุณสมบัติทางเคมี กล่าวคือ ยกระดับอินทรียวัตถุและธาตุไนโตรเจนในดิน จาก 0.81 และ 0.039 เป็น 1.04 และ 0.73% และเพิ่มปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถันให้สูงขึ้น จาก 15.92, 178.8, 164.5, 158, 15.9 เป็น 17.79, 254, 188.5, 221.0 และ 24.8 ppm ตามลำดับ ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 คุณสมบัติทางเคมีของชุดดินวารินหลังเก็บเกี่ยวผักกาดหัวเมื่อใช้ปุ๋ยเคมีและใช้ปุ๋ยคอกร่วมกับปุ๋ยเคมี ปี 2537

วิธีการ	OM(%)	pH	N(%)	P(ppm)	K(ppm)	Ca(ppm)	Mg(ppm)	S(ppm)
1. 0, 0	0.81c	5.75d	0.039c	15.92c	178.8	164.5	158.0	15.9
2. 0, 50	8.81c	5.60d	0.040c	18.07abc	195.8	112.3	207.3	15.4
3. 0, 10	0.83c	5.55d	0.042c	15.27c	265.5	127.3	271.0	27.4
4. 2, 50	1.80c	6.55c	0.054c	16.63bc	165.5	95.0	163.8	24.6
5. 4, 50	1.47b	7.70b	0.073b	17.79abc	254.0	188.5	221.0	24.8
6. 6, 50	1.72b	7.97ab	0.086b	20.33a	145.5	149.0	137.9	23.3
7. 8, 50	2.15a	8.08a	0.108a	20.00ab	117.3	185.0	131.3	32.2

3.3.3 ทางด้านผลผลิตพืช

จากการทดลองของ วรรณะ และ คณะ (2527) พบว่าการใช้มูลไก่อัตรา 500 1,000 2,000 3,000 และ 4,000 กิโลกรัมต่อไร่ ในการปลูกมันสำปะหลัง เปรียบเทียบกบแปลงทดลองที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยเลย พบว่าในตำรับที่ใส่มูลไก่ อัตรา 3,000 และ 4,000 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตแตกต่างกับแปลงที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของเมธี และคณะ (2537) ที่ทดลองหาอัตราใช้ปุ๋ยคอกร่วมกับปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมในการปลูกผักกาดหัวในดินชุดวาริน พบว่าการใช้ปุ๋ยหมักอัตรา.4 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร คือ 50 กิโลกรัมต่อไร่จะให้ผลผลิตสูงสุด นอกจากนี้ยังมีการทดลองศึกษา ผลการใช้ปุ๋ยคอกร่วมกับปุ๋ยเคมี ต่อทางเจริญเติบโตของคะน้าโดยที่การใส่ปุ๋ยคอก 3 อัตราโดยมี 0.5,1 และ 2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 3 อัตรา คือ 8 16 และ 24 ก.ก./ไร่ พบว่า การใช้ปุ๋ยคอกอัตรา 2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 8 ก.ก./ไร่ จะให้ผลผลิตคะน้าสูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวโดยให้น้ำหนักคะน้าสด 968 กก./ไร่ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 แสดงการเปรียบเทียบผลผลิตของคะน้าเมื่อใช้ปุ๋ยคอกผสมปุ๋ยเคมี และการใช้ปุ๋ยเคมีชนิดเดียว

ตำรับการทดลอง	น.น.ผักสด(กก./ไร่)	น.น.แห้ง (กก./ไร่)
ไนโตรเจน 8 กก./ไร่	384	43.04
ไนโตรเจน 16 กก./ไร่	486	53.84
ไนโตรเจน 24 กก./ไร่	372	33.04
ปุ๋ยคอก 4 ตัน / ไร่	434	47.88
ปุ๋ยคอก 2 ตัน /ไร่ / ไนโตรเจน 8 กก./ไร่	968	113.84
ปุ๋ยคอก 1 ตัน / ไร่ / ไนโตรเจน 16 กก./ไร่	902	123.60
ปุ๋ยคอก 0.5 ตัน / ไร่ / ไนโตรเจน 24 กก./ไร่	718	84.64

3.4 ช่วยกระตุ้นให้สาหร่ายและแพลงค์ตอนพืชซึ่งเป็นอาหารปลาในบ่อ เจริญเติบโตได้ดี นอกจากปุ๋ยคอกจะมีธาตุอาหารต่าง ๆ แล้ว ยังมีวิตามินหลายชนิดที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของสาหร่าย เช่น วิตามินบี 12 ไดอะมีน และไบโอทิน ปุ๋ยคอกที่ใช้ในบ่อปลาในบ้านเราส่วนใหญ่เป็นปุ๋ยคอกจากมูลสุกร ใส่ในอัตรา 250-500 กิโลกรัมต่อบ่อปลา 1 ไร่ โดยใส่ 6 เดือนต่อครั้งถ้า ใส่ปุ๋ยคอกมากเกินไปจะมีผลทำให้น้ำเสียเกิดกลิ่นและขาดออกซิเจนเป็นอันตรายต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายได้ การใช้ปุ๋ยคอกในบ่อปลาทำได้หลายวิธี เช่น การนำปุ๋ยคอกแห้งหรือสดโปรยให้ทั่วบ่อ ใส่ในน้ำหรือใส่พื้นก้นบ่อเมื่อน้ำแห้ง หรือนำปุ๋ยคอกละลายน้ำแล้วสาดให้ทั่วทั้งบ่อ หรือล้างคอกสุกรให้น้ำชะล้างมูลในบ่อโดยตรงก็ได้

4.การจัดการปุ๋ยคอกและนำไปใช้

การจัดการปุ๋ยคอกแล้วนำไปใช้มี 4 วิธีคือ

4.1 การนำปุ๋ยคอกไปใช้โดยตรง ปุ๋ยคอกแบบสดสามารถนำไปใช้ในสวนไร่นาได้เลย แต่การใช้แบบนี้ต้องคำนึงชนิดของดินและพืชที่ปลูก การนำปุ๋ยคอกแบบสดใส่ลงในดินที่ปลูกพืชแล้วอาจทำให้พืชเหี่ยวหรือตายได้ เนื่องจากเกิดการย่อยสลายปุ๋ยคอกสดทำให้เกิดความร้อนและมีการดึงไนโตรเจนจากดินไปใช้ทำให้ดินในบริเวณนั้นขาดไนโตรเจน พืชก็จะเหลืองและตาย การนำปุ๋ยคอกไปใช้โดยตรงจะเป็นการเพิ่มปริมาณธาตุอาหารให้กับ

พืชโดยให้ธาตุไนโตรเจน และโปแทสเซียมค่อนข้างสูง คือ 44 และ 40.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับเมื่อเทียบกับฟอสฟอรัส ซึ่งจะให้ธาตุอาหารค่อนข้างต่ำ ฉะนั้นการใช้ปุ๋ยคอกแบบใช้โดยตรงนี้จึงเหมาะสมในการปรับปรุงพื้นที่ที่เป็นดินทรายซึ่งมีเปอร์เซ็นต์โปแทสเซียมค่อนข้างต่ำ เช่น ดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

วิธีการใช้ ถ้าใส่ก่อนการปลูกพืชจะใช้ปุ๋ยคอกสดหรือแห้งก็ได้ โดยใส่ในอัตรา 1-3 ตันต่อไร่ ในขณะเตรียมดิน แล้วไถกลบทิ้งไว้ 15-30 วันก่อนปลูกพืช แต่ถ้าใส่ในดินที่มีพืชเจริญอยู่แล้วควรนำมูลสัตว์มาตากแห้งก่อนสักระยะหนึ่ง แล้วจึงนำไปใส่ในดินบริเวณรอบทรงพุ่มจากแปลงทดสอบ โดยการใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 3 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 10 ก.ก./ไร่ จะทำให้ข้าวพันธุ์พื้นเมือง, พันธุ์กข.6, พันธุ์เหลืองประทิว และข้าวฟ่างพันธุ์พื้นเมืองมีผลผลิตสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับการทดลองอื่นๆ ดังนี้ 460, 644, 624, และ 176 ก.ก./ไร่ ตามลำดับ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ผลของการใช้ปุ๋ยคอกต่อผลผลิตข้าว

จังหวัด	พืชที่ทดสอบ	ผลผลิตที่ได้ (กก./ไร่)				
		แปลงเช็ค ไม่ใส่ปุ๋ย	ใส่ปุ๋ยคอก 3 ตัน/ไร่	ใส่ปุ๋ยคอก 3 ตัน ปุ๋ยเคมี 50 กก./ไร่	ปุ๋ยเคมี 100 กก./ไร่	หมายเหตุ
หนองคาย	ข้าวพื้นเมือง พันธุ์ดอนยวน	256	304	460	384	ปุ๋ยเคมีที่ใช้ คือปุ๋ยเคมี
ยโสธร	ข้าวพันธุ์ กข.6	304	404	644	416	สูตร16-20-0
ตาก	ข้าวเหลือง ประทิว	316	552	624	504	
นครสวรรค์	ข้าวฟ่างพันธุ์ พื้นเมือง	118	145	176	169	

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

4.2 การหมักปุ๋ยคอกก่อนนำไปใช้ มูลสัตว์ที่ได้ไม่รวมน้ำล้างคอกจะสะสมอยู่ในบ่อหรือคอก บริเวณใกล้ฟาร์มส่วนใหญ่จะมีความชื้นสูงกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ จะเกิดกระบวนการหมักย่อยสลาย เมื่อกระบวนการย่อยสลายเสร็จสมบูรณ์ ซึ่งสังเกตจากความร้อนในกองมูลสัตว์ลดลงเท่ากับอุณหภูมิภายนอกก็นำไปใช้ได้หรืออีกวิธีหนึ่งก็คือนำไปใส่ในกองปุ๋ยหมัก โดยใช้ปุ๋ยคอกประมาณ 200 กิโลกรัมต่อเศษวัสดุ 1 ตัน การนำปุ๋ยคอกไปหมักก่อนการนำไปใช้นั้นพบว่าปริมาณธาตุอาหารค่อนข้างสูง โดยเฉพาะมีเปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนและโปแทสเซียมค่อนข้างสูง คือ 42.0 และ 49.5 ตามลำดับเมื่อเทียบกับฟอสฟอรัส ซึ่งมีประมาณ 22.5 เปอร์เซ็นต์ ฉะนั้นการนำปุ๋ยคอก ซึ่งหมักแล้วไปใช้ในดินทราย เช่น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือให้ผลดีมากเนื่องจากดินเป็นดินทรายขาดโปแทสเซียม

4.3 การจัดการปุ๋ยคอกเหลวแบบใช้อากาศ ใช้ระบบหรือหลักการเดียวกับการกำจัดน้ำเสีย คือเติมออกซิเจนให้กับจุลินทรีย์ในปุ๋ยคอกเหลว และในเวลาเดียวกัน ก็กวนจุลินทรีย์อยู่ในลักษณะแขวนลอยเพื่อมิให้มีการตกตะกอนให้จุลินทรีย์รับออกซิเจนอย่างทั่วถึง กระบวนการย่อยสลายจะเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา ผลที่ได้ส่วนหนึ่งจะได้น้ำที่กำจัดเสร็จแล้วในลักษณะค่อนข้างใส นำไปใช้ประโยชน์ได้อีกส่วนหนึ่งจะได้ตะกอน ปุ๋ยคอกที่มีอินทรียวัตถุสูง นำไปใช้เป็นปุ๋ยในการเพาะปลูกได้ แต่วิธีการนี้จะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง และไม่สามารถกำจัดกลิ่นได้

4.4 การจัดการปุ๋ยคอกเหลวแบบไม่ใช้อากาศเป็นการย่อยสลายอินทรียวัตถุในสภาพไร้ออกซิเจน (anaerobic digestion) หรือเรียกตามผลผลิตการย่อยสลายว่าระบบไบโอแก๊ส (biogas digester) ซึ่งเป็นการนำมูลสัตว์ไปหมักในบ่อที่ไม่มีอากาศ ซึ่งแบบของระบบชีวภาพที่เหมาะสมสำหรับการใช้ประโยชน์ในประเทศไทยแบ่งเป็น 3 แบบใหญ่ ดังนี้

1. ระบบไบโอแก๊สขนาดครอบครัว (family size digester) มีขนาดเล็กในช่วงประมาณ 8-10 เมตร ซึ่งจะให้ผลผลิตไบโอแก๊สในปริมาณที่พอเพียงสำหรับการหุงต้ม ให้แสงสว่าง และปุ๋ยอินทรีย์สำหรับใช้ในครัวเรือน แบบที่นิยมสร้างมากที่สุดเป็นแบบยอดโดมของจีน (chinese fixed-dome digester) และแบบยอดโดม กามาร์เทค (camatec fixed-dome digester)

2. ระบบไบโอแก๊สขนาดฟาร์ม (farm digester) โดยทั่วไปมีขนาดอยู่ระหว่าง 30 -1,000 เมตร ซึ่งแบบที่ใช้อยู่เป็นแบบธรรมดาง่ายๆ เช่น พลาสติกคลุมบ่อเก็บข้อมูลถังหมักเหล็กหรือถังไฟเบอร์กลาส ที่มีที่เก็บแก๊สสมบูรณ์จนถึงแบบพัฒนาใหม่ลูกผสมปลั๊กไฟ หรือแบบถังหมักที่มีระบบการผสมที่สมบูรณ์

3. แบบผสมของระบบบ่อหมักแบบต่างๆ ปัจจุบันได้มีการศึกษาการนำเอาระบบบ่อหมักแบบต่างๆ มาใช้ร่วมกันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายอินทรียวัตถุ และการผลิตแก๊ส เพื่อลดพื้นที่ในการก่อสร้างระบบ ซึ่งเป็นปัญหาของการก่อสร้างระบบบำบัดของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ในปัจจุบัน

การใช้ประโยชน์ของผลผลิตจากระบบไบโอแก๊ส

ผลผลิตจากระบบไบโอแก๊สประกอบด้วย แก๊สชีวภาพ และน้ำมูลหมัก ส่วนน้ำมูลหมักสามารถแยกย่อยเป็นส่วนของของแข็งเรียก กากมูลหมัก (digested sludge) และส่วนที่เป็นของเหลวเรียกน้ำหมัก (digested liquid) ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในลักษณะแตกต่างกันตามคุณสมบัติ ได้ดังนี้

- *ไบโอแก๊ส* เป็นแก๊สธรรมชาติที่เกิดจากการย่อยสลายอินทรียวัตถุของกลุ่มจุลินทรีย์ในสภาพไร้ออกซิเจน ไบโอแก๊สจากมูลสัตว์ประกอบด้วยแก๊สมีเทน (CH_4) ประมาณ 50-71% แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ประมาณ 30-50% และแก๊สอื่นๆ เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) รวมกันประมาณ 1% ไบโอแก๊สสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ หลากหลายเช่น ใช้หุงต้ม ให้แสงสว่าง เครื่องทำความเย็น เครื่องอบเครื่องกกลูกหมู เครื่องปั๊มน้ำ เครื่องบดอาหารสัตว์ ไดนาโมผลิตกระแสไฟฟ้า ส่วนระบบขนาดฟาร์มที่สามารถผลิตไบโอแก๊สปริมาณมาก จะมีการนำไปโอแก๊สไปผลิตกระแสไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำซึ่งให้ความสะดวกในการใช้ประโยชน์ของกระแสไฟโดยกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบผลิตกระแสไฟฟ้าแบบนี้จะถูกป้อนเข้าวงจรไฟของการไฟฟ้า

- *กากมูลหมัก* กากมูลหมักสามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์ได้ ซึ่งเป็นทั้งแหล่งของสารอาหาร กากมูลหมักมีคุณสมบัติเป็นปุ๋ยอินทรีย์ได้ดีได้ดี

เนื่องจากในกระบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศ (anaeroboic digestion) คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจนจะถูกนำไปใช้ในการผลิตแก๊สมีเทน (CH_4) ขณะที่ธาตุอาหารหลักของพืช (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม) ยังคงอยู่ในปริมาณเดิม ทำให้กากมูลหมักมีสัดส่วน (C/N ratio แคบลง แสดงให้เห็นถึงการเพิ่มคุณค่า ของความเป็นปุ๋ย นอกจากนั้นการย่อยสลายอินทรียวัตถุของจุลินทรีย์ยังทำให้เกิดสารประเภทไวตามิน และฮอร์โมนพืช ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรง รวมทั้งความร้อนและกิจกรรมของจุลินทรีย์ในบ่อหมักยังสามารถช่วยทำลายจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อโรค และไข่ของพยาธิรวมทั้งช่วยทำลายวัชพืชไปได้ส่วนหนึ่ง ข้อดีที่สำคัญของกากมูลหมัก คือไม่มีกลิ่นเหม็น

- *ปุ๋ยน้ำ* ผลผลิตจากระบบไบโอแก๊สที่สามารถนำ ไปใช้เป็นปุ๋ยได้ดีคือส่วนของน้ำมูลหมักและน้ำหมักส่วนข้น (concentrated liquid) น้ำมูลส่วนมากที่สามารถใช้เป็นปุ๋ยน้ำได้ดีนี้มีปริมาณของแข็ง (solids) อยู่ประมาณ 2-12% ประกอบขึ้นด้วยอินทรีย์วัตถุที่ถูกย่อยสลายแล้ว โดยการนำ ไปพ่นลงในแปลงปลูกพืชแล้วไถกลบ ปุ๋ยน้ำเป็นวิธีการนิยมใช้ในหลายๆ ประเทศในยุโรป เช่น เดนมาร์ค และเนเธอร์แลนด์ เพื่อเป็นการกำจัดของเสีย จากฟาร์มเลี้ยงสัตว์โดยการนำไปใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงดิน ผลการศึกษาในหลายๆ แห่งในจีนและประเทศในทวีปอัฟริกา พบว่าการใช้ปุ๋ยน้ำได้จากระบบไบโอแก๊สให้ผลดีกว่าการใช้ปุ๋ยน้ำที่ไม่ผ่านระบบไบโอแก๊ส

- *วัตถุดิบอาหารสัตว์ (animal feedstuffs)* ได้มีการศึกษาการนำมูลสุกรกลับมาใช้เป็นอาหารสัตว์ในต่างประเทศกันมานานแล้ว ขณะที่การศึกษาในประเทศไทยยังมีไม่มากนักทั้งนี้เพราะประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมจึงยังมีวัตถุดิบอาหารสัตว์อีกจำนวนมากที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ดีกว่า รวมทั้งมีการตั้งข้อรังเกียจในการนำมูลกลับมาใช้เลี้ยงสัตว์ด้วย อย่างไรก็ตามก็ยังมีความสนใจในการนำมูลสุกร โดยเฉพาะอย่างยิ่งมูลสุกรที่ผ่านการหมักระบบไบโอแก๊ส (กากมูลหมัก) มาใช้เป็นวัตถุดิบผสมในอาหารเลี้ยงสัตว์ เนื่องจากการแข่งขันในเชิงการค้าเพื่อลดต้นทุนการผลิต เพราะในมูลสุกรยังมีคุณค่าทางอาหารเหลืออยู่สูงมาก ประกอบด้วยโปรตีนประมาณ 11-31% และมีส่วนประกอบของกรดอะมิโนที่จำเป็นอยู่ครบ ผลการทดลองที่ศูนย์วิจัยฝึกอบรมการเลี้ยงสุกรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยสมโภชน์ และคณะ

(2538) พบว่าสามารถนำกากมูลสุกรหมักกลับไปใช้เป็นส่วน ประกอบในอาหารเลี้ยงสุกรขุน (น้ำหนัก 61-90 กก.) ได้สูงถึง 15%

- *การเลี้ยงปลา* การใช้มูลสุกรเลี้ยงปลาเป็นวิธีการที่ใช้ประโยชน์อยู่ในประเทศไทยมานานแล้ว ผลผลิตจากระบบไบโอแก๊สที่สามารถนำไปใช้เลี้ยงปลาได้คือ น้ำมูลหมัก (digested slurry) และกากมูลหมัก (digested sludge) ผลผลิตส่วนนี้อาจใช้เป็นอาหารปลาโดยตรงหรือทำให้แพลงตอนสัตว์ และแพลงตอนพืชเจริญเติบโตเป็นอาหารของปลา

จะเห็นได้ว่าการจัดการมูลสัตว์ทั้ง 4 วิธีคือ การนำปุ๋ยคอกไปใช้โดยตรง การหมักปุ๋ยคอกก่อนนำไปใช้ การจัดการปุ๋ยคอกแบบใช้อากาศ และการจัดการปุ๋ยคอกแบบไม่ใช้อากาศเมื่อเปรียบเทียบการจัดการทั้ง 4 วิธีการแล้ว เฮนรีเลอร์จากสหรัฐอเมริกาพบว่าการจัดการแบบนำไปใช้โดยตรง หมักก่อนนำไปใช้และการจัดการปุ๋ยคอกเหลวแบบใช้อากาศและไม่ใช้อากาศพบว่า การจัดการปุ๋ยคอกเหลวแบบไม่ใช้อากาศจะให้ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโปแทสเซียม สูงสุด คือ 52.5, 29 และ 48 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารจากมูลโคโดยการจัดการทั้ง 4 วิธี

ปุ๋ยคอก	ปริมาณธาตุอาหารที่พืชดูดไปใช้ (%)		
	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โปแทสเซียม
ใช้มูลโค 6 ตันต่อไร่			
- นำไปใช้โดยตรง	44.0	19.4	40.5
- หมักก่อนนำไปใช้	42.0	22.5	49.5
- ปุ๋ยคอกเหลวแบบใช้อากาศ	18.5	19.5	38.0
- ปุ๋ยคอกเหลวแบบไม่ใช้อากาศ	52.5	29.0	48.0

ที่มา : Harry และคณะ (1974)

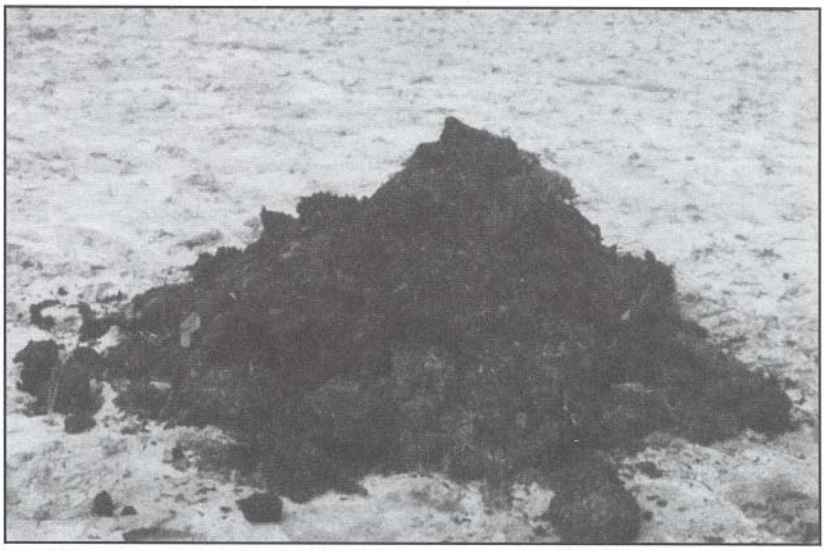
การจัดการปุ๋ยคอกในประเทศไทยส่วนใหญ่ จะใช้วิธีการนำไปใช้โดยตรง และหมักก่อนนำไปใช้สำหรับการจัดปุ๋ยคอกเหลวแบบไม่ใช้อากาศ คือนำไป หมักก๊าซชีวภาพนั้นมีการทำที่บริษัทเอ็นดีฟาร์ม จังหวัดลำพูน ซึ่งเป็นฟาร์มสุกร ส่วนใหญ่มีสุกรประมาณ 7,000 ตัวโดยทำบ่อหมักขนาดใหญ่ 1,000 ลูกบาศก์ เมตร นำก๊าซชีวภาพที่ได้ไปให้ความร้อนแก่ลูกหมูและปุ๋ยคอกที่ผ่านการหมัก แล้วไปใส่ในสวนลิ้นจี่ และลำไย

5.การใช้ปุ๋ยคอก

ปุ๋ยคอกส่วนใหญ่มีปริมาณธาตุอาหารต่างๆ อยู่ต่ำ โดยเฉพาะฟอสฟอรัสค่อนข้างต่ำ ยกเว้นในมูลสัตว์พวกสัตว์ปีก ค้างคาวและนกนางแอ่นซึ่ง มีฟอสฟอรัสในอัตราค่อนข้างสูง จึงจำเป็นที่ต้องใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพิ่มเติมลงไปด้วย (ธงชัย, 2535) ประสิทธิภาพของการใส่ปุ๋ยคอกนั้นขึ้นอยู่กับ อัตราที่ใส่ เวลาที่ใส่ วิธีการใส่และรูปของปุ๋ยคอกที่ใส่ ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีความสำคัญต่อการให้ผลผลิตของ พืช

<u>อัตราปุ๋ยคอกที่ใส่</u>

ปุ๋ยคอกมีปริมาณธาตุอาหารหลักน้อยเมื่อเทียบกบปุ๋ยเคมีในน้ำหนักเท่ากับการใส่ปุ๋ยคอกในปริมาณที่เหมาะสมจะทำให้เกิดประโยชน์ทางด้านธาตุอาหารพืช และปรับปรุงสมบัติของดินได้เป็นอย่างดี (อุดม และคณะ, 2534) Baruni และ Olsen (1979) ได้ทำการทดลองการใส่ปุ๋ยคอกร่วมกับปุ๋ยซุปเปอร์ฟอสเฟต เพื่อศึกษาการละลายของฟอสเฟตจากปุ๋ย พบว่าในตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ยคอกร่วมกับซุปเปอร์ฟอสเฟตทำให้มีฟอสเฟตที่ละลายได้มากกว่าตำรับทดลองที่ใส่ปุ๋ยคอกหรือซุปเปอร์ฟอสเฟตเพียงอย่างเดียว และจากการ ศึกษาของ Madhavi (1996) ได้ทำการศึกษาการใส่ปุ๋ยคอกร่วมกับปุ๋ยเคมี ทำให้ผลผลิตข้าวโพดเพิ่มขึ้นและพบว่าการใส่ปุ๋ยคอกร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้พืชสามารถดูดซับธาตุอาหาร Fe, Mn, Znและ Cu เพิ่มขึ้นอีกด้วย และจากการทดลองพบว่าการใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 3 ตัน/ไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราครึ่งหนึ่งตามคำแนะนำของกรมวิชาการจะทำให้ได้ผลผลิตสูงสุด ซึ่งพบว่าส่วนใหญ่แนะนำให้เกษตรกรใช้ปุ๋ยคอกอัตรา 1-3 ตัน/ไร่ ในพืชไร่และนาข้าว



รูปของปุ๋ยคอกที่ใส่

รูปของปุ๋ยคอกมีหลายชนิด มีทั้งปุ๋ยคอกเหลวและปุ๋ยคอกแข็ง ซึ่งปุ๋ยคอกแข็งมีทั้งชนิดที่เป็นก้อนเม็ดและผงละเอียด ปุ๋ยคอกเหลวนั้นมีปัญหาเกี่ยวกับการสูญเสียธาตุอาหารโดยเฉพาะไนโตรเจนที่อยู่ในรูปแอมโมเนียมสูงกว่าปุ๋ยคอกแข็ง (ดุสิต, 2528) โดยที่ประมาณครึ่งหนึ่งของไนโตรเจน ในปุ๋ยคอกแข็งนั้นอยู่ในรูปสารอินทรีย์ซึ่งไม่สูญหายไปด้วยการระเหย แต่กระนั้นก็ยังมีการสูญเสียไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียอยู่ (อรุณ, 2520) การใส่ปุ๋ยคอกแข็งจะทำให้เกิดการสูญเสียไนโตรเจนจากขบวนการ Denitrification ทีละน้อยซึ่งกระบวนการ Denitrification เป็นกระบวนการที่ทำให้ไนโตรเจนในดินสูญเสียไปในรูปแก๊สไนโตรเจน ทำให้เหลือไนโตรเจนให้กับพืชยาวนานกว่าการใส่ปุ๋ยคอกเหลว (Loro และคณะ,1997) ดังนั้นการใส่ปุ๋ยคอกแข็งเป็นวิธีการที่ปฏิบัติได้สะดวกและมีธาตุอาหารอยู่ในดิน ในปริมาณสูง

<u>ระยะเวลาในการใส่ปุ๋ยคอก</u>

ในการใส่ปุ๋ยคอกให้กับพืชนั้นเวลาในการใส่ก็มีความสำคัญเช่นกัน เวลาในการใส่ที่เหมาะสมนั้นเกี่ยวข้องกับการสูญเสียธาตุอาหารไปจากปุ๋ย

คอก ซึ่งทำให้เกิดการสูญเสียธาตุอาหารน้อยที่สุดและช่วงเวลาที่พืชดูดดึงธาตุอาหารสูงสุด (Jane และคณะ, 1994) ปริมาณการสูญเสียไนโตรเจนขึ้นอยู่กับเวลาที่ใส่ และการรวมเข้ากับดิน (Michael และ George, 1998)

Castellanos และ Pratt (1981) ได้ทำการศึกษาการปลดปล่อยไนโตรเจนของปุ๋ยคอกชนิดต่างๆ 10 ชนิด โดยผลที่ได้จากการศึกษานี้การปลดปล่อยของไนโตรเจนระหว่างการบ่มของปุ๋ยคอกในดิน ปุ๋ยมูลไก่ปลดปล่อยไนโตรเจนออกมาปริมาณสูงกว่ามูลสัตว์ชนิดอื่นในสัปดาห์แรกของการบ่มและการปลดปล่อยไนโตรเจนของมูลไก่นั้นเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ จนถึงสัปดาห์ที่ 10 ของการบ่ม ปุ๋ยคอกที่ได้จากมูลไก่ปลดปล่อยไนโตรเจนสูงสุด

ในงานวิจัยที่ได้ทำการศึกษาเวลาในการใส่ปุ๋ยคอกนั้น พบว่าควรมีการใส่ปุ๋ยคอกในช่วง 1-2 สัปดาห์ก่อนปลูก เพราะว่าจะทำให้ธาตุอาหารในปุ๋ยคอกปลดปล่อย ออกมาพอดีกับช่วงที่พืชต้องการธาตุอาหาร และยังช่วยลดปฏิกิริยาในการย่อยสลายของปุ๋ยคอกซึ่งจะทำให้เกิดความร้อนที่อาจเป็นอันตรายต่อพืชที่เพิ่งงอกได้

วิธีการใส่ปุ๋ยคอก

ในการใส่ปุ๋ยคอกนั้นมีหลายวิธี แต่ละวิธีมีความแตกต่างกัน การใส่ปุ๋ยคอกให้พืชได้รับประโยชน์จากปุ๋ยคอกมากที่สุดจึงจำเป็นที่จะต้องใส่ให้ถูกวิธี วิธีการใส่ปุ๋ยคอกนั้นมีทั้งการใส่เป็นแถบ และใส่แบบกระจายไปทั่ว ซึ่งการจะใช้ในแต่ละวิธีนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของปุ๋ยคอกที่จะนำไปใส่ให้กับพืช

6.การเก็บรักษา

ปุ๋ยคอก เป็นปุ๋ยที่มีจุลินทรีย์อาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก จุลินทรีย์เหล่านี้จะทำการย่อยสลายปุ๋ยคอกต่อไปอย่างไม่หยุด ฉะนั้นเมื่อนำปุ๋ยคอกมากองสะสมไว้ ถ้าไม่รักษาให้ดีจะเกิดการสูญเสียอย่างมาก การสูญเสียที่ว่านี้ก็คือจุลินทรีย์ย่อยสลายอินทรีย์วัตถุเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ระเหยไป หรือถ้าไปรวมกับน้ำจะละลายสูญหายไป ไนโตรเจนจากอินทรีย์วัตถุจะเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียซึ่งจะระเหยเป็นแก๊สหรือละลายน้ำสูญเสียไป เพราะฉะนั้นการเก็บรักษาปุ๋ยคอกมีความสำคัญมาก หากเก็บรักษาไม่ดีจะทำให้เกิดการสูญเสียธาตุอาหารได้ง่าย ในการเก็บรักษาควรใช้เศษหญ้า ฟางข้าว แกลบ หรือขี้เลื่อยผสม

ในอัตราส่วนดังนี้ คือฟางข้าว 1 ส่วนต่อปุ๋ยคอก 1 ส่วน และเนื่องจากไนโตรเจนสูญเสียไปในรูปแอมโมเนียได้ง่าย จึงจำเป็นต้องลดอัตราการสูญเสียไนโตรเจนโดยทำให้แห้งโดยเร็ว และเติมปุ๋ยฟอสเฟตลงไปประมาณ 5-10 กิโลกรัมต่อปุ๋ยคอก 1 ตัน เพราะปุ๋ยฟอสเฟตที่เพิ่มลงไป นอกจากจะช่วยยกระดับฟอสฟอรัสในปุ๋ยแล้วยังช่วยรักษาไนโตรเจนในปุ๋ยคอกไม่ให้สูญเสียไปอีกด้วย

การเก็บรักษาโดยทั่วไปมีหลักการอย่างคร่าวๆ ดังต่อไปนี้

6.1 เก็บในที่ร่ม ถ้าจำเป็นที่จะต้องเก็บรักษาปุ๋ยคอกโดยวิธีการกองทิ้งไว้ ก็จำเป็นที่จะต้องทำหลังคาให้ เพื่อป้องกันการชะล้างเอาธาตุอาหารออกไป อย่างไรก็ตามการเก็บรักษาวิธีนี้ ก็ยังนับว่ามีการสูญเสียอยู่มากพอสมควร โดยเฉพาะการสูญเสียส่วนที่เป็นอินทรียวัตถุเพราะว่า เมื่อกองปุ๋ยทิ้งไว้น้ำจะระเหยออกไป อากาศจะแทรกซึมเข้าไปในกองปุ๋ยจุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศในการหายใจจะดำเนินกิจกรรมได้ดีขึ้น ทางที่ดีไม่ควรเก็บปุ๋ยคอกด้วยวิธีนี้ไว้นานๆ

6.2 เก็บในหลุมดิน ขุดหลุมใกล้ๆ บริเวณที่จะใส่ปุ๋ยให้หลุมลึกประมาณ 5-6 ฟุต ควรเลือกขุดบริเวณที่เป็นดินเหนียวเพราะจะช่วยเก็บน้ำไว้ได้ดี ใส่ปุ๋ยคอกลงไปในหลุม พยายามรักษาความชื้นให้มากอยู่เสมอ ถ้าเป็นในฤดูฝนอาจไม่จำเป็นเพราะมีฝนตก น้ำจะไหลลงไปในหลุมอย่างเพียงพอ ถ้าจำเป็นต้องกองปุ๋ยสูงกว่าปากหลุมขึ้นไปก็อาจทำได้ แต่ไม่ควรสูงมากเกินไป ถ้าสูงมากเกินไปจะทำให้ส่วนบนของปุ๋ยสูญเสียได้ง่ายเช่นเดียวกัน การที่รักษาให้ปุ๋ยคอกมีน้ำหล่อเลี้ยงอยู่เสมอ จะเป็นการช่วยลดการสูญเสียอินทรียวัตถุได้เป็นอย่างมาก ทั้งนี้เพราะส่วนที่เป็นของแข็งของปุ๋ยคอกจะตกตะกอนติดกันเป็นแผ่นอยู่ใต้หลุมและสวนที่เป็นน้ำชั้นบนของหลุม จะช่วยป้องกันไม่ให้อากาศเข้าไปได้เป็นการลดกิจกรรมของจุลินทรีย์ การเก็บรักษาวิธีนี้อาจมีการสูญเสียได้บ้าง เช่น การสูญเสียเนื่องจากการซึม แต่ถ้าเลือกบริเวณทำหลุมได้เหมาะสม การสูญเสียโดยการซึมจะน้อยลง การสูญเสียในรูปแอมโมเนียเกิดขึ้นได้บ้าง แต่ถ้ารักษา ความชื้นให้สูงอยู่เสมอแอมโมเนียที่ถูกปลดปล่อยออกมาจะละลายอยู่ในน้ำ และถ้าใส่ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟตลงไปบ้าง แอมโมเนียมก็จะรวมกับซัลเฟสที่มีอยู่ในปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟตเป็นแอมโมเนียมซิลฟอสสูญเสียได้ยากขึ้น

6.3 เก็บในหลุมคอนกรีตหรือหลุมป้องกันการซึมของน้ำ การเก็บปุ๋ยคอกนั้น ถ้าสามารถทำหลุมหรือบ่อ คอนกรีตสำหรับเก็บได้ ก็จะช่วยลดการสูญเสียได้มาก และสามารถเก็บปุ๋ยไว้ได้นานด้วยเหตุที่กล่าวไว้แล้วในข้อ 2

การเก็บรักษาปุ๋ยคอก มีหลายวิธีการ เกษตกรสามารถเลือกวิธีเก็บรักษาได้แล้วแต่ความเหมาะสมของเกษตรกรแต่ละราย แต่ที่สะดวกและนิยมใช้ คือ วิธีการเก็บปุ๋ยคอกในโรงเก็บ ซึ่งสะดวกต่อการเก็บและการนำไปใช้

ข้อคำนึงในการใช้ปุ๋ยคอก

1. ไม่ควรนำไปใช้ในพื้นที่ที่ไกลเกินไปจากแหล่งผลิต
2. อย่านำปุ๋ยไปผึ่งแดดเพราะจะสูญเสียธาตุไนโตรเจนโดยการระเหิด
3. เก็บรักษาไว้ให้แห้งในที่ร่ม และใช้ปุ๋ยในสภาพแห้ง
4. ใส่ปุ๋ยในขณะที่ดินชื้นพอเหมาะ และไถดินกลบปุ๋ยทันที
5. อย่าใส่ปุ๋ยใกล้กับบริเวณที่ปลูกพืช และควรใช้ในปริมาณที่พอเหมาะ

เอกสารอ้างอิง

เกษม จันทรุจิภาส. 2530.การใช้ปุ๋ยคอกปรับปรุงบำรุงดินในภารตะวันออกเฉียงเหนือ วารสารกรมพัฒนาที่ดิน 24:262 45-50น.

ดุสิต จิตตนูนท์. 2528. วิธีการใช้ปุ๋ยคอก, น. 630-637. ในเอกสารการสอนชุดวิชาเกษตรทั่วไป4: ดิน น้ำ และปุ๋ยหน่วยที่ 8-15. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

ธงชัย มาลา. 2535. ปุ๋ยชีวภาพเพื่อการเกษตร. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 305 น.

พิทยากร ลิ่มทอง ฉวีวรรณ เหลืองวุฒิวิโรจน์. 2541. รายงานผลการวิจัยเรื่องการวิเคราะห์ ข้อมูลและจัดทำระบบการจัดเก็บข้อมูลด้านวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรและ อุตสาหกรรมเกษตรของประเทศไทย. กลุ่มอินทรียวัตถุและวัสดุเหลือใช้, กองอนุรักษ์ดินและน้ำ, กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ยงยุทธ โอสถสภา. 2524 ปุ๋ยคอก เอกสารคำสอนวิชาการปุ๋ย ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 165-199 น.

วรรณะ ขาวสุทธิ, สมิทธ์ เพชรานนท์ และ บุญล้ำ มังคละทีป, 2527 เปรียบเทียบอัตราการใส่ปุ๋ยมูลไก่ระดับต่างๆ ที่มีผลผลิตมันสำปะหลังในดินชุดกบินทร์บุรี น. 252-262, รายงานวิชาการประจำปี 2527 กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ

วิทย์ ธารชลานุกิจ. 2521. กรใช้ปุ๋ยมูลสุกรในบ่อปลา เอกสารทางวิชาการและประกอบการสอน ภาควิชาเพาะเลี้ยงการะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 22 น.

วิทยา มาสร้างสรรค์, ดำริ ถาวรมาศ และ องอาจ ชังธาดา. 2521. อัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างปุ๋ยมูลไก่กับปุ๋ยเคมีต่อข้าวฟ่าง, น.1-5. ในรายงานผลการทดลองและวิจัย. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

แววตา วาสนานุกูล, อภิรดี โกมลศิริ, และปรัชญา ธัญญาดี ปุ๋ยคอก ปุ๋ยอุจจาระและปุ๋ยมูลค้างคาว. โครงการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรีย์วัตถุ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 8 น.

สมบูรณ์ ประภาพรรณพงศ์ 2528. เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตรปุ๋ยชีวภาพ. กรมวิชาการเกษตร. 156น.

สมโภชน์ ทับเจริญ ณัฏยาพร สุมน และพีระพล อยู่สมวัสดิ์. 2538. การใช้มูลสุกรแห้งและกากมูลสุกรหลังการหมักก๊าซชีวภาพในอาหารขุน (60-90 กก.) ผลงานวิจัยเสนอในการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 33 สาขาสัตว์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2535 สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีการเพาะปลูก 2534/35 กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

อุดม รัตนารักษ์, ปรีชา ประจวบเหมาะ และ อุทัย วุธรา. 2534. ประสิทธิภาพปุ๋ยเคมีและปุ๋ยมูลวัวต่อผลผลิตและคุณภาพของอ้อยในภาคตะวันตก, น. 298-304. ใน รายงานผลการวิจัย ดิน-ปุ๋ยพืชไร่. กองปฐพีวิทยา. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

อรุณ ทรงมณี. 2520. การใช้ปุ๋ยเคมีอย่างมีประสิทธิภาพภาค2 สำนักงานสภาวิจัยแห่งชาติ. กรุงเทพฯ. 259 น.

Biljetima, r. 1987. Commercialization and economics. In Anaerobic Digestion of Biomass, ed. D.p.Chynoweth and R. Isaacson. Elsevier Applied Science Publishers, London.

Castellanos, J.Z. and P.F. Pratt. 1981. Mineralization of manure nitrogen-correlation with laboratory indexes. Soil. Sci. Soc. Amer. J. 45 : 354-357.

El-Baruni, B. and S. R. Olsen. 1979. Effect of manure on solubility of phosphorus on calcareous soils. Soil Sci. 128 : 219-225.

Harry O.Buclomor. and Nyle Brady. 1974. The nature and properties of soils. Macmillan Publishing, Co. Ine, 534-546.

Henry D.Foth. 1951. Fundamentals of Soil Science. New York, 352-357.

Janes, E. H., C. M. Charles., B. O. Charles., S. Leign. 1994. Agriculture & natural resources-water quality controlling nonpoint source (NPS) pollution_files. Animal Waste Management To Protect Water Quality Land Application Of Animal Wastes. Available: http://hermes.ecn.purdue. edu/egi/convertwg? 7799. April 28, 1999.

Kanwar, J.S. and S.S.priher. 1962. Effect of continous application of farmyard manure and inorganic fertilizers on crops yields Indian Society of Soil Science 10:109-120.

Loro, P.J., D.W. Bergstrom., and E.G. Beauchamp. 1997. Intensity and duration of denitrification following application of manure and fertilizer to soil. Journal of Environmental Quality, New York, USA. 26 (3) : 706-713.

Madhavi, B.L., M.S. Reddy. And B.G. Reddy. 1996. Effect of poultry ma nure and fertilizers on yield and micronutrients uptake by maize. Journal of Research APAU. 24 :154-156.

Michael, S. and R. George. 1998. Fertilizing cropland with swine manure. http://locutus.mes.umn.edu/Documents.D.C.DC5879.html. March 30, 1999.

Panchaban, S., and Pipatveeravat. S. 1975 A Study on the effect of dif ferent level of organic fertilizer on yield of sorghum. Annual Report, KKU-IDRC.Semi Arid Corp project, Faculty of Agriculture. Khon Keaen University. Khon Keaen, Thailand. PP44-101.

Salter, P. J.,G. berry and J.D. Williams. 1967. The effect of farmyard ma nure on matric suctions prevailing in a sandy ban soil. Journal of Soil Science 18:318-326

Sluijsmans, C.M.and G.J.Kolmbander. 1977.. The significance of animal manure as a source of nitrogen in soils. In Proceeding of Internationnal Seminar on Soil Environment and fertility manage ment in Intensive Agricullture. The Socity of The Science of Soil and Manure, Japan.

Sun Xi, Zang Yong-Song, Ying Oi-Zhao, tang Gai-xiam. 1989. Effect of organic manure on soil fertility and crop productivity. Current progress in soil Reseaech in People's Republic of China 197-206.

การแปรสภาพสิ่งขับถ่ายของคนเป็นปุ๋ยอินทรีย์

โดย
สุภาพร จันรุ่งเรือง
ธัชมน ภัสราเยี่ยงยงค์
กมลาภา วัฒนประพัฒน์
บังอร ทองท้วม

คำนำ

ดินค่ำ หรือ ไนท์ซอย (night soil) เป็น ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ได้จากคน ได้แก่ อุจจาระ และปัสสาวะซึ่งนำมาเก็บสะสมในถังหรือบ่อหมัก เพื่อให้เกิดกระบวนการหมักในสภาพไร้อากาศ (anaerobic digestion) อย่างน้อย 28 วัน จนกระทั่งได้ปุ๋ยอินทรีย์ที่ปราศจากกลิ่นเหม็นและแหล่งของเชื้อโรคที่เป็นอันตรายต่อคนและสัตว์ ในอดีตมีการใช้สิ่งขับถ่ายของเสียจากคนโดยตรงไม่ผ่านกรรมวิธีขบวนการหมัก เช่นประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน อินเดีย และญี่ปุ่น โดยเฉพาะประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน พบว่าปุ๋ยที่ใช้ในประเทศประมาณหนึ่งในสามมาจากดินค่ำ แต่ในปัจจุบันมีปริมาณลดลงเนื่องจากปัญหาการควบคุมโรคระบบทางเดินอาหารที่ติดมากับอุจจาระสำหรับในประเทศไทย มีการนำสิ่งขับถ่ายของเสียของคนมาใช้ประโยชน์น้อยมาก สิ่งขับถ่ายของเสียของคนส่วนใหญ่จะถูกกำจัดโดยการถ่ายลงในบ่อเกรอะหลังจากที่ใช้ไป เมื่อบ่อเกรอะเต็มจำเป็นต้องกำจัด ทั้งโดยการดูดออกไป การกำจัดสิ่งขับถ่ายของเสียของคนมีความสัมพันธ์ต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน โดยนอกจากทำให้เกิดกลิ่นเหม็นแล้วยังเป็นแหล่งแพร่กระจายของเชื้อโรค

ต่างๆ อีกด้วย องค์การอนามัยโลกได้ประมาณไว้ว่า ประชากรของประเทศที่กำลังพัฒนามากกว่าสองในสามของจำนวนประชากรมีการกำจัดสิ่งขับถ่ายของคนไม่ถูกสุขลักษณะวิธี ซึ่งนำไปสู่ปัญหาสุขภาพและสุขอนามัยของประชาชน และสภาวะแวดล้อม ดังนั้นเราสามารถกำจัดสิ่งขับถ่ายของเสียของคนให้ถูกหลักสุขาภิบาล นอกจากปราศจากเชื้อโรคและกลิ่นแล้วสามารถนำมาแปรสภาพเป็นปุ๋ยอินทรีย์ เพื่อนำไปใช้ปรับปรุงบำรุงดินสำหรับการปลูกพืชก็จะเกิดประโยชน์ด้านการเกษตร เพราะสิ่งขับถ่ายของเสียของคนหรือดินค่ำสามารถใช้เป็นแหล่งอินทรียวัตถุและธาตุอาหารพืช

ปริมาณดินค่ำในประเทศไทย

สิ่งขับถ่ายของเสียของคนประกอบด้วย 2 ส่วน คือ อุจจาระและปัสสาวะ ส่วนที่เป็นอุจจาระมีประมาณ ร้อยละ 90% ประชากรไทยขับถ่ายเฉลี่ยปีละ 0.25 ตันต่อปีต่อคน หรือประมาณวันละ 0.68 กิโลกรัมต่อคน ดังนั้นเมื่อคำนวณจากจำนวนประชากรทั้งประเทศ 59.1 ล้านคน ในปีหนึ่งๆ จะมีปริมาณอุจจาระอยู่ถึงประมาณ 14.7 ล้านตัน ดินค่ำ ราคาโดยเฉลี่ยตันละ 1,000 บาท คิดเป็นมูลค่า 14,700 ล้านบาท ซึ่งทำให้เกษตรกรสามารถลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี คือปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตได้ 2,261 ตัน ปุ๋ยทริปเปิ้ลซุปเปอร์ฟอสเฟต 578 ตัน และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ 58.8 ตัน โดยอุจจาระสามารถแยกเป็นรายภาคได้ดังนี้ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ และภาคใต้มีปริมาณอุจจาระ 5.1, 5.1, 2.6 และ 1.9 ล้านตัน ตามลำดับดังแสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณอุจจาระเป็นรายภาคของประเทศไทย

ภาค	จำนวนประชากร (ล้านคน)	จำนวนอุจจาระ (ล้านคน)
1.ภาคกลาง	20.4	5.1
2.ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	20.5	5.1
3.ภาคเหนือ	10.5	2.6
4.ภาคใต้	7.6	1.9
รวม	59.1	14.7

ที่มา : สำนักงานกลางทะเบียนราษฎร กรมการปกครอง (2537)

อุจจาระหรือดินค่ำในประเทศไทย เมื่อนำมาวิเคราะห์ พบว่ามีปริมาณธาตุอาหารโดยเฉลี่ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส (P_2O_5) และโพแทสเซียม (K_2O) ร้อยละ 3.25, 1.81 และ 0.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับดังแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งมีปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยอินทรีย์ชนิดอื่น ๆ ซึ่งสามารถนำไปใช้ปรับปรุงสมบัติทางเคมี กายภาพ และชีวภาพของดินให้ดีขึ้น

ตารางที่ 2 ผลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในอุจจาระและปัสสาวะ

วิเคราะห์	สิ่งขับถ่ายของเสียของคน	
	อุจจาระ (%) 1	ปัสสาวะ (%) 2
ความชื้น	75	97.0
อินทรียวัตถุ	22.1	2.0
ไนโตรเจน	3.25	0.6
ฟอสฟอรัส	1.81	0.04
โพแทสเซียม	0.24	0.17
แคลเซียม	0.7	0.2
C/N ratio	7.3	1.3

ที่มา : 1.กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน (2537)

2.The handbook of manure and fertilizers (Jaiswal, 1971)

ปัญหาและอุปสรรคในการกำจัดอุจจาระ เนื่องจากอุจจาระเป็นแหล่งเพาะและแพร่เชื้อโรคชนิดต่างๆ ที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์โดยเฉพาะโรค ระบบทางเดินอาหาร เช่น อหิวาตกโรค บิด ไทฟอยด์ ท้องร่วง และพยาธิลำไส้ต่างๆ และอุจจาระมีกลิ่นเหม็น จากการศึกษาของกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข พบว่าการนำเอาสิ่งขับถ่ายของเสียของคนมาหมักในถังแบบปิด ไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic composting) เป็นเวลา 28 วัน จุลินทรีย์จะช่วยย่อยสลายทำให้เชื้อโรคระบบทางเดินอาหารตายหมด ไข่พยาธิจะฝ่อและไม่เป็นอันตรายซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยในการปรับปรุงบำรุงดินเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรได้

กรรมวิธีการจัดการสิ่งปฏิกูล มี 4 วิธีการดังนี้

1. การกำจัดสิ่งปฏิกูลของกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นเมืองใหญ่นอกจากเกิดปัญหามล ภาวะความเป็นพิษของสิ่งแวดล้อมที่เกิดอากาศเป็นพิษ น้ำเสีย และปริมาณขยะที่เพิ่มมากขึ้น ยังเกิดปัญหาของการกำจัดสิ่งปฏิกูล เนื่องจากการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของจำนวนประชากรที่อยู่ในเมืองใหญ่ ซึ่งจะต้องมีระบบการบำบัดสิ่งปฏิกูลอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น โรงบำบัดสิ่งปฏิกูลอ่อนนุช จะใช้ระบบแยกตะกอน และระบบเติมอากาศ และตะกอนที่เกิดในขบวนการตกตะกอนในบ่อที่ 1 จะถูกนำไปตากทำให้แห้งกลายเป็นปุ๋ยอินทรีย์ ส่วนน้ำใสจะผ่านกรรมวิธีการบำบัดน้ำเสียและฆ่าเชื้อโรคก่อนปล่อยลงสู่ลำคลอง จะเห็นได้ว่าถ้าไม่มีระบบการบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่ลำคลอง จะเกิดปัญหาน้ำเสีย

ขบวนการทำงานของโรงงานกำจัดสิ่งปฏิกูลอ่อนนุช มีขั้นตอนพอสรุปได้ดังนี้

เมื่อรถบรรทุกสิ่งปฏิกูล (night soil) มาถึงโรงงานก็จะแล่นเข้าสู่ลานตากเทสิ่งปฏิกูลเพื่อเทสิ่งปฏิกูลลงสู่บ่อรับ (receiving tank) โดยต้องผ่านตะแกรงดักมูลฝอย (screen) และบ่อแยกกรวดทราย (grit removal) เสียก่อน ต่อจากนั้นสิ่งปฏิกูลจะถูกปรับระดับความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) โดยใช้ปูนขาวและทำให้เกิดการรวมตัวลอยของตะกอน (flocculation) โดยใช้สารส้มและโพลิเมอร์ ต่อจากนั้นจะไหลเข้าสู่ถังตกตะกอนครั้งแรก (thickener tank) ซึ่งมีอยู่ 2 ถัง ตะกอนที่ได้จากถังตกตะกอนครั้งแรกจะถูกสูบเข้าบ่อสูบตะกอนบ่อที่ 1 ต่อจากนั้นจะถูกส่งเข้าถังเก็บตะกอน (sludge storage tank) ซึ่งมีอยู่ 2 ถัง ตะกอนจากถังเก็บตะกอนถังหนึ่งจะถูกส่งเข้าทำการสกัดเอาน้ำออก (dewater) โดยใช้เครื่องเหวี่ยง (centrifuge) จนตะกอนแห้งเป็นผง ส่วนตะกอนจากถังเก็บตะกอนอีกถังหนึ่งจะถูกส่งเข้าทำการสกัดเอาน้ำออก โดยใช้สายพาน (belt press) จนตะกอนเป็นก้อนเหนียว กระบวนการตั้งแต่เริ่มต้นจนตกตะกอนใช้ระยะเวลา 3 วัน แล ตะกอนที่ได้นำไปตากบนลานตาก ใช้ระยะเวลาประมาณ 3 เดือน จึงจะใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์

น้ำส่วนบนของถังตะกอนครั้งแรก (thickener tank) ซึ่งยังเป็นน้ำที่สกปรกอยู่และน้ำที่สกัดออกจากตะกอน จะถูกสูบมาอยู่รวมกันใน บ่อสูบน้ำเสีย จาก

นั้นน้ำเสียนี้จะถูกสูบส่งเข้าถังเติมอากาศ (aerator) ซึ่งมีอยู่ 4 ถัง เพื่อให้แบคทีเรียทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย จากนั้นน้ำเสียจะถูกส่งเข้าถังตกตะกอนขั้นสุดท้าย (final clarifier) ซึ่งมีอยู่ 2 ถัง ตะกอนที่ได้จากก้นถังตกตะกอนขั้นสุดท้ายจะถูกสูบเข้าบ่อตะกอน บ่อที่ 2 ซึ่งตะกอนจากบ่อสูบตะกอนบ่อที่ 2 นี้ ส่วนหนึ่งจะส่งกลับคืนเข้าสู่ถังเติมอากาศ (return sludge) เพื่อรักษาปริมาณแบคทีเรียให้เหมาะสมต่อกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ นอกจากนี้แล้วตะกอนจากบ่อสูบตะกอนบ่อที่ 2 จะถูกส่งไปรวมกันในบ่อสูบตะกอนบ่อที่ 1 เพื่อทำการสกัดน้ำออกจากตะกอนต่อไป ก็จะได้ตะกอนแห้งซึ่งจะถูกส่งไปยังลานตาก ซึ่งใช้ระยะเวลาประมาณ 3 เดือน ก็สามารถใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์ในการปรับปรุงบำรุงดินต่อไป

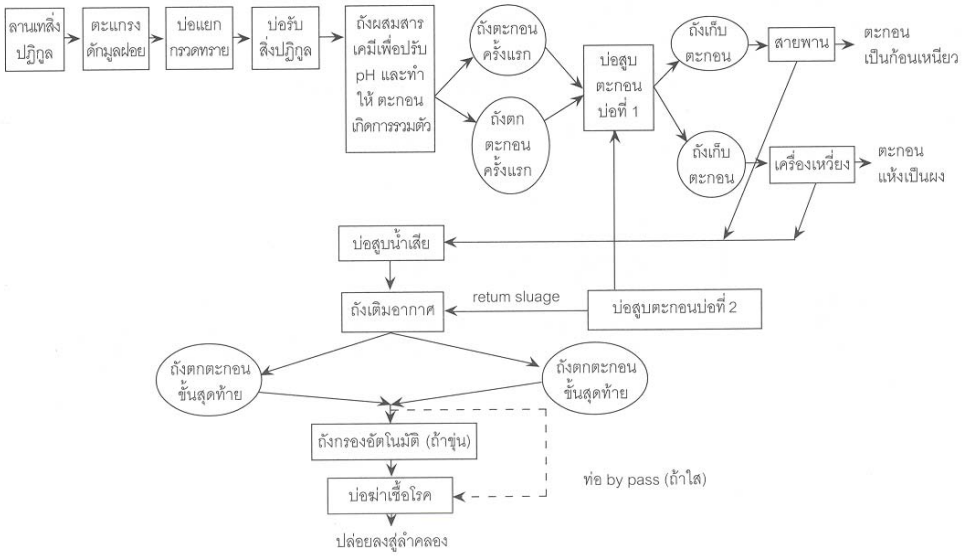
น้ำใสจากถังตะกอนขั้นสุดท้าย (final clarifier) ถ้ายังมีความขุ่นอยู่ก็จะต้องผ่านถังกรอง อัตโนมัติแล้วจึงส่งเข้าบ่อฆ่าเชื้อโรคก่อนที่จะปล่อยออกสู่คลอง แต่ถ้าน้ำใสแล้วก็สามารถส่งผ่านท่อเข้าสู่บ่อฆ่าเชื้อโรคโดยตรงเลย แล้วจึงปล่อยออกสู่คลองในที่สุด โรงงานกำจัดสิ่งปฏิกูลอ่อนนุชนี้มีความสามารถในการรับสิ่งปฏิกูลเข้าทำลายได้วันละ 600 ลูกบาศก์เมตร

โรงงานกำจัดสิ่งปฏิกูลหนองแขม มีขั้นตอนพอสรุปได้ดังนี้

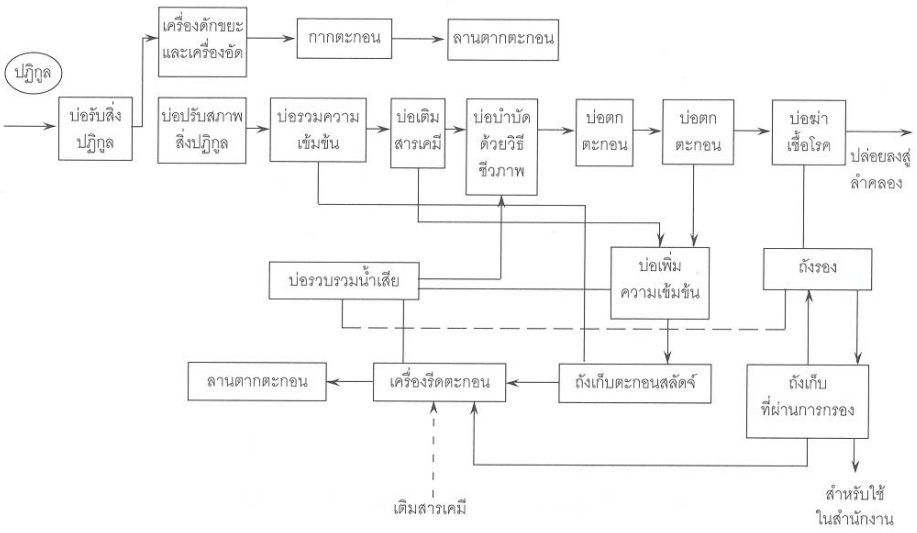
เมื่อรถบรรทุกนำสิ่งปฏิกูล (night soil) มาถึงโรงงานกำจัดสิ่งปฏิกูลจะผ่านการชั่งน้ำหนัก แล้วก็เทสิ่งปฏิกูลผ่านตะแกรงดักมูลฝอย (screen) และบ่อแยกกรวดทราย (grit chamber) เพื่อแยกผ้าอนามัย พลาสติก จากนั้นจะไหลลงสู่ถังรับปฏิกูล (receiving tank) โดยอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลก และไหลลงเครื่องตัด (scanter) เพื่อตัดวัสดุให้มีขนาดเล็กลงและผสมกลมกลืนจนเป็นเนื้อเดียว สิ่งปฏิกูลจะผ่านเครื่องตัดไปยังตะแกรงหมุน (drum screen) เพื่อแยกตะกอนออกไป ส่วนที่เหลือจะไหลลงสู่บ่อปรับความเข้มข้น (thickener tank) เพื่อปรับสภาพความเป็นกรดเป็นด่าง แล้วจะไหลลงสู่บ่อเติมสารเคมี (coagulation tank) ในถังนี้สารแขวนลอยบางส่วนจะถูกส่งไปกำจัดโดยทำปฏิกริยากับสารส้มทำให้เกิดตะกอนขนาดใหญ่ ซึ่งจะจมลงสู่ก้นถังตะกอนที่ตกลงมาจะถูกสูบมายังถังเพื่อเพิ่มความเข้มข้นของตะกอน (sludge thickener tank) ส่วนที่เหลือจะไหลลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสียด้วย AS (activated sludge) โดยผ่านบ่อบำบัดด้วยวิธีชีวภาพด้วยวิธีเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์เพื่อลดปริมาณไนโตรเจน

ตะกอนที่ผ่านระบบ AS จะถูกสูบไปยังบ่อตะกอนเพื่อทำการตกตะกอน ส่วนน้ำที่ไหลไปยังบ่อฆ่าเชื้อโรคและปล่อยลงสู่ลำคลอง ตะกอนจะถูกสูบมาที่บ่อ เพิ่มความเข้าข้นและถูกสูบไปยังถังเก็บตะกอนสลัดจ์ เพื่อทำการรีดตะกอนโดยเติมสาร polyelectrolyte ก่อนและส่งไปลานตาก ขบวนการกำจัดปฏิกูลตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสิ้นสุดขบวนการใช้ระยะเวลา 3 วัน แต่ตะกอนที่ลานตากใช้ระยะเวลาประมาณ 3 เดือน จึงจะนำไปใช้เป็นปุ๋ยดินค่ำได้

รูปที่ 1 แผนผังขบวนการทำงานของโรงงานกำจัดสิ่งปฏิกูลอ่อนนุช



รูปที่ 2 แผนผังขบวนการทำงานของโรงงานกำจัดสิ่งปฏิกูลหนองแขม



คุณภาพของกากตะกอน สิ่งปฏิกูลหรือปุ๋ยดินคำ

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารของกากตะกอนสิ่งปฏิกูลที่หนองแขม (ตารางที่ 3) พบว่ามีปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมค่อนข้างสูงคือ 4.73, 5.29 และ 0.29% ตามลำดับ มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 6.6 และมีค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนเท่ากับ 7.3 แต่พบว่ามีปริมาณธาตุโลหะหนักในกากตะกอนสิ่งปฏิกูลเนื่องมาจากในขบวนการบำบัดสิ่งปฏิกูลมีการเติมสารเคมี และในการทำความสะอาดห้องน้ำมีการใช้สารเคมีจึงทำให้มีสารเคมีและโลหะหนักตกค้างในกากตะกอน พบว่ามีปริมาณโลหะหนัก สารหนู ตะกั่ว ปรอท โครเมียม แคดเมียม ทองแดง แมงกานีส และสังกะสี ในกากตะกอนสิ่งปฏิกูล ดังนี้ คือ 1.36, 0.27, 1.2, 22.95, 2.89, 235.76, 172.48 และ 374.04 mg/kg ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในปริมาณ ค่อนข้างสูง ซึ่งน่าจะมีการทดลองผลตกค้างของโลหะในปุ๋ยดินคำ เนื่องจากกระทรวงสาธารณสุข กำหนดเกณฑ์มาตรฐานที่ร่างกายมนุษย์รับสารพิษได้ โดยสามารถรับปริมาณตะกั่ว แคดเมียมและปรอท ไม่เกิน 300,200 และ 200 ppm ตามลำดับ เพื่อหาข้อจำกัดในการใช้ต่อไป

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์กากตะกอน จากโรงงานกำจัดสิ่งปฏิกูล หนองแขม กรุงเทพมหานคร

ปริมาณธาตุอาหาร	กากตะกอนสิ่งปฏิกูล
ความชื้น (%)	77.34*
ไนโตรเจน (%)	4.73*
ฟอสฟอรัส (%)	5.29*
โพแทสเซียม(%)	0.29*
C/N ratio	7.3*
pH	6.6*
สารหนู (mg/kg)	1.36**
ตะกั่ว (mg/kg)	0.27**
ปรอท (mg/kg)	1.20**
โครเมียม (mg/kg)	22.95**
แคดเมียม (mg/kg)	2.89**
ทองแดง (mg/kg)	235.76**
แมงกานีส (mg/kg)	172.48**
สังกะสี (mg/kg)	374.04**

ที่มา : *กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
**ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์กลาง บางเขน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2540)

2.การหมักย่อยสลายในถังปิดแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic composting) โดยนำดินค่ำมาใส่ถังหมัก แล้วปิดฝาทิ้งไว้ 28 วันจึงปล่อยดินค่ำที่ผ่านการหมักแล้วลงสู่ลานตาก (ลานกองทราย) ส่วนที่เป็นของเหลวจะถูกดูดซับโดยทรายลงไปสู่บ่อเก็บโดย เหลือกากตะกอนอยู่บนลานทราย ตากแดดทิ้งไว้ 1-2 อาทิตย์ นำไปใช้เป็นปุ๋ยได้ทั้งส่วนที่เป็นของเหลวและตะกอน

จากหลักการดังที่ได้กล่าวมาแล้วนี้ มีการนำไปใช้โดยเทศบาลเมือง ซึ่งมีหน้าที่กำจัดอุจจาระที่ดูดจากอาคารบ้านเรือน ซึ่งปัจจุบันนี้การสร้างโรงกำจัดดินค่ำอย่างถูกหลักสุขาภิบาลตามหลักการนี้ในประเทศไทยมีอยู่ 4 เทศบาล คือเทศบาลอุดรธานี เทศบาลเมืองพนัสนิคม เทศบาลเมืองพิษณุโลก

และเทศบาลเมืองภูเก็ต แต่ละเทศบาลมีการดำเนินการดังนี้

(1) เทศบาลเมืองอุดรธานี ดำเนินการสร้างในปี 2523 มีรถดูดสิ่งปฏิกูล 2 คัน ขนาด 5.5 ลูกบาศก์เมตร เมื่อดูดดินค่ำจากบ้านเรือนก็จะนำมาใส่ถังหมัก ซึ่งมีความจุ 15 ลูกบาศก์เมตร (กว้างxยาวxสูง = 2x5x1.5ลูกบาศก์) จำนวน 28 ถัง มีฝาปิด ถมดินระดับถังหมักสูงกว่าระดับดินเดิม 1 เมตร ด้านก้นถังต่อเชื่อมด้วยท่อเหล็กเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว มีประตูน้ำต่อติดไว้เพื่อระบายอุจจาระที่หมักครบ 28 วัน ลงบนลานตากซึ่งมีความลึก 80 เซนติเมตร ตากกากอุจจาระให้แห้งจะได้ปุ๋ยแห้งประมาณร้อยละ 3 ของอุจจาระที่หมักในหนึ่งวัน เทศบาลเมืองอุดรธานีมีอุจจาระวันละประมาณ 15 ลูกบาศก์เมตร จะได้ปุ๋ยแห้งประมาณ 0.45 ลูกบาศก์เมตร หรือประมาณ 450 กิโลกรัม จำหน่ายกิโลกรัมละ 1 บาท

(2) เทศบาลเมืองพนัสนิคม ดำเนินการสร้างในปี 2525 ประกอบด้วยถังหมักขนาด 4 ลูกบาศก์เมตร มีฝาปิดเป็นรูปทรงกระบอกกลม มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 เมตร ลึก 1.3 เมตร มีท่อระบายน้ำและตะกอนทิ้งพร้อมประตูเปิด-ปิดอยู่ก้นถัง จำนวน 24 ถัง เมื่อหมักครบ 28 วัน ก็เปิดประตูปล่อยลงลานตากซึ่งมีขนาดกว้างxยาวxสูง = 1.50x9.50x1.60 ลูกบาศก์เมตร ที่ลานตากมีท่อระบายน้ำ เมื่อระบายน้ำออกจะได้ปุ๋ยแห้งบ่อละประมาณ 120 กิโลกรัม

ภาพแสดงการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน

(3) เทศบาลเมืองพิษณุโลก ดำเนินการสร้างในปี 2526 มีรถดูดสิ่งปฏิกูล 3 คัน ขนาด 3.5 ลูกบาศก์เมตร เมื่อดูดดินค่ำจากบ้านเรือนก็นำมา ใส่ถังหมัก ขนาด 25.2 ลูกบาศก์เมตร (กว้างxยาวxสูง = 6x6x0.7 ลูกบาศก์เมตร) จำนวน 28 ถัง แต่ละถังจุดินค่ำที่รถดูดนำมาทิ้งไว้ 1 วัน เพื่อจะได้หมุนเวียนครบ 28 วัน เมื่อครบกำหนดจึงปล่อยลงลานตากซึ่งมี 14 บ่อ ขนาดกว้าง xยาวxสูง = 4x 12x0.4 ลูกบาศก์เมตร ตากกากอุจจาระทิ้งไว้ 1-2 สัปดาห์ ปุ๋ยแห้งที่ได้จากถังหมักเฉลี่ย 875 กิโลกรัมต่อถังหมัก บรรจุเป็นถุง ถุงละ 25 กิโลกรัม จำหน่าย กิโลกรัมละ 1 บาท นอกจากนี้ส่วนที่เป็นของเหลวที่ถูกทรายซับ จะไหลไปรวมกันในบ่อเก็บก็สามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยธรรมชาติในการเกษตรได้อีกด้วย

(4) เทศบาลเมืองถูกเก็ต ดำเนินการสร้างในปี 2528 ตามความช่วยเหลือโครงการ MEREC มีบ่อหมักขนาด 21.25 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 16 ถัง พร้อมลานตากและบ่อเก็บน้ำเสีย หลักการทำงานเหมือนเทศบาลอื่นต่างกันตรงที่ลาน ตากต้องมีหลังคาชนิดโปร่งแสงคลุม เพื่อป้องกันฝนชะ เนื่องจากภาคใต้ฝนตกชุกปุ๋ยแห้งที่ได้หลังจากตากแล้วประมาณ 600 กิโลกรัมต่อถังหมัก

3. การแปรสภาพโดยนำไปทำปุ๋ยหมัก ใช้ผสมกับเศษวัสดุอื่นๆ เช่น ฟางข้าว แกลบ ผักตบชวา ขี้เลื่อย พบว่าในขณะที่หมักอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักจะสูงถึง 50-60 องศาเซลเซียส ยังผลทำให้เชื้อโรคต่างๆ รวมทั้งไข่พยาธิถูกทำลายด้วยความร้อน สำหรับในเรื่องกลิ่นเหม็นนั้นจะเกิดขึ้นเฉพาะในช่วงวันแรกๆ ประมาณ 1-2 วัน เท่านั้น เมื่อเป็นปุ๋ยหมักก็นำไปใช้เช่นเดียวกับการใช้ปุ๋ยหมักทั่วไป

ทาง กทม. ได้นำดินค่ำที่ได้จากบ้านเรือนมาผ่านขบวน การต่างๆ จนได้ปุ๋ยอุจจาระแห้งนำไปตากแดดนำไปผสมกับปุ๋ยอินทรีย์ที่ผสมกับขยะเทศบาล เรียกว่าปุ๋ยอินทรีย์ กทม.

4. การแปรสภาพดินค่ำโดยนำไปหมักก๊าซชีวภาพมีการทำกันมากในประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ในประเทศไทยยังมีการทำน้อย สืบเนื่องจากอุจจาระส่วนใหญ่มักจะอยู่ในถังส้วมเป็นเวลานานก่อนถูกดูดนำไปใช้ จึงเกิดปัญหาว่าเมื่อนำมาหมักก๊าซชีวภาพแล้วจะเกิดก๊าซน้อย ดังนั้นหากจะนำมาใช้หมักก๊าซชีวภาพควรผสมกับเศษวัสดุอื่น เท่าที่พบในบ้านเรามีการนำดินค่ำมาหมักก๊าซชีวภาพที่อำเภอกระทู้ จังหวัดภูเก็ต (ตามความช่วยเหลือโครงการ

MEREC) นอกจากจะได้ก๊าซชีวภาพมาใช้แล้ว ส่วนของมูลล้นที่ได้หลังจากการหมัก จัดเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้ปรับปรุงดินเพื่อปลูกพืชได้อย่างดี โดยใช้ในอัตราประมาณ 1-2 ตันต่อไร่

การแปรสภาพดินค่ำในประเทศไทยในวิธีต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้นทั้ง 4 วิธี วิธีการแยกตะกอนและใช้ระบบเติมอากาศเหมาะสำหรับเมืองใหญ่ๆ ที่มีชุมชนหนาแน่น และต้องใช้งบประมาณสูง เช่นโรงกำจัดปฏิกูลกรุงเทพมหานคร สำหรับการหมักย่อยสลายในถังปิดแบบไม่ใช้ออกซิเจนเป็นวิธีที่นิยมและมีประสิทธิภาพสูง ซึ่งจะทำให้ได้ปุ๋ยดินค่ำที่ปราศจากเชื้อโรค ไข่พยาธิ และแมลงต่างๆ ซึ่งส่วนใหญ่นิยมทำกันตามเทศบาลเมืองต่างๆ เนื่องจากต้องใช้งบประมาณค่อนข้างสูง จะเห็นว่าปริมาณธาตุอาหารในแต่ละแห่งแตกต่างกันไปขึ้นกับอาหาร อายุ และสภาพความเป็นอยู่ของคน ส่วนการแปรสภาพดินค่ำโดยนำไปหมักเป็นก๊าซชีวภาพในประเทศไทย ยังมีการทำน้อยมาก ที่พบก็คือที่อำเภอกระทู้ จังหวัดภูเก็ต ตามความช่วยเหลือโครงการ MEREC เท่านั้น

การตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยดินค่ำ

ปุ๋ยดินค่ำที่ผ่านการหมักแล้วของเทศบาลทั้ง 4 แห่ง ได้มีการเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร จากการส่งตัวอย่างปุ๋ยดินค่ำ ให้กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน และกองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตรวิเคราะห์ ปรากฏผลมีปริมาณอินทรียวัตถุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในปุ๋ยแห้งโดยเฉลี่ย 44.9, 3.23, 1.82 และ 0.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาปริมาณธาตุอาหาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในปุ๋ยเหลวพบว่ามีน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยดินค่ำแห้ง ดังที่แสดงไว้ ในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารของปุ๋ยดินค่ำจากเทศบาลต่างๆ

ตัวอย่าง	อินทรียวัตถุ %	อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน	ไนโตรเจน %	ฟอสฟอรัส %	โปแทสเซียม %
1.ปุ๋ยดินค่ำ (อุดรธานี)					
1.1ปุ๋ยแห้ง	54.76	11	3.70	0.62	0.19
1.2ปุ๋ยเหลว	-	-	0.26	0.01	0.004
2.ปุ๋ยดินค่ำ(พนัสนิคม)					
1.1ปุ๋ยแห้ง	41.21	13	4.24	3.09	0.21
1.2ปุ๋ยเหลว	-	-	-	-	-
3.ปุ๋ยดินค่ำ (พิษณุโลก)					
1.1ปุ๋ยแห้ง	28.54	20	1.52	2.79	0.38
1.2ปุ๋ยเหลว	-	-	0.16	0	0.01
4.ปุ๋ยดินค่ำ (ภูเก็ต)					
1.1ปุ๋ยแห้ง	55.18	10	3.44	0.76	0.18
1.2ปุ๋ยเหลว	-	-	0.11	0	0

2.การตรวจวิเคราะห์ที่เป็นอันตรายต่อคนและสัตว์ ดำเนินการโดยกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ได้ตรวจวิเคราะห์ทางบัคเตรีวิทยา และพยาธิวิทยา ปรากฏว่าไม่พบเชื้อบัคเตรีเชื้อที่เป็นอันตรายร้ายแรงต่อคนและสัตว์ใน ตัวอย่างปุ๋ยดินค่ำจากเทศบาลเมืองอุดรธานี พิษณุโลก และภูเก็ต แต่พบเชื้อ *Staphylococcus aureus* ซึ่งเมื่อเข้าสู่แผลจะทำให้เป็นหนองและพยาธิปากขอ ซึ่งเมื่อเข้าสู่ร่างกายทางผิวหนังแล้ว จะทำให้เกิดโรคโลหิตจางได้ ในตัวอย่างปุ๋ยดินค่ำของเทศบาลเมืองพนัสนิคมจากการสังเกตและจากข้อมูลต่างประเทศทำให้สามารถคาดการณ์ได้ว่าจากการที่ลานตากแคบและได้รับแสงแดดไม่เพียงพอจะทำลายเชื้อโรคได้ไม่หมด เพราะฉะนั้นนอกจากจะหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจนให้ครบ 28 วัน แล้วก็จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องตากแดดเพื่อให้ความร้อนช่วยฆ่าเชื้อโรคอีกทางหนึ่ง

3. การตรวจวิเคราะห์โรคที่เป็นอันตรายต่อพืช กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร ได้ตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างปุ๋ยดินค่ำจากเทศบาลทั้ง 4 แห่ง แล้ว ได้มีเอกชนเจ้าของสวนผักและผลไม้ขนาดใหญ่ที่จังหวัดเชียงราย

นำดินค่ำมาทำการหมักในหลักการเดียวกันเพื่อแปรสภาพเป็นปุ๋ยอินทรียใช้แล้ว ดังนั้นถ้าหากมีการนำดินค่ำมาทำการหมักในหลักการเดียวกันเพื่อแปรสภาพเป็นปุ๋ยอินทรีย์ใช้แล้ว ดังนั้นถ้าหากมีการนำดินค่ำมาใช้อย่างถูกหลักสุขาภิบาลกันอย่างจริงจัง ปีหนึ่งๆ เราก็สามารถผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากดินค่ำนี้ได้ไม่น้อยกว่า 10 ล้านตัน สามารถช่วยรัฐบาลลดอัตราการซื้อปุ๋ยเคมีลงได้ ซึ่งเป็นการประหยัดเงินตราต่างประเทศ

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

การใช้ดินค่ำที่ผ่านขบวนการหมักแบบไม่ใช้อากาศ จากเทศบาลที่มีระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลอย่างถูกวิธีมาใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงบำรุงดิน เพื่อเพิ่มผลผลิตพืช จากการทดลองของปรีดี และคณะ (2535) การใช้ดินค่ำอัตรา 2 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 16-8-8 อัตรา 50 กก./ไร่ ทำให้ได้ผลผลิตคะน้าสูงจัดถึง 3,005 กก./ไร่ และพบว่าการใส่ดินค่ำเพียงอย่างเดียว อัตรา 0.5-2.0 ตัน/ไร่ ทำให้ผลผลิตคะน้าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 200.9% และการใส่ดินค่ำ 0.5-2.0 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 16-8-8 อัตรา 50 กก./ไร่ ทำให้ผลผลิตคะน้าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 309.7% ตามลำดับ แสดงไว้ในตารางที่ 5

2. สมบัติทางเคมีของดิน

เมื่อพิจารณาคุณสมบัติทางเคมีของดิน พบว่าการใส่ดินค่ำอัตรา 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 ตัน/ไร่ ปุ๋ยเคมี 50 กก./ไร่ และการใส่ดินค่ำอัตรา 1.5 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 50 กก./ไร่ ดินค่ำ 1.0 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 50 กก./ไร่ ดินค่ำ 1.5 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 50 กก./ไร่ ดินค่ำอัตรา 2.0 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 50 กก./ไร่ ทำให้อินทรียวัตถุของดินเพิ่มขึ้นจากเดิม 1.3 เป็น 1.3, 1.6, 2.0, 2.0, 1.7, 1.5, 1.5, 2.3 และ 2.5% ตามลำดับ ระดับฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในดินตามธรรมชาติถูกปลดปล่อยออกมาในสารละลายดินเพิ่มขึ้น ส่วนโพแทสเซียมไม่ค่อยมีความแตกต่างอาจเป็นเพราะในการทดลองในดินชุดอยุธยาซึ่งเป็นเนื้อดินละเอียด ซึ่งมีปริมาณโพแทสเซียมมากตามธรรมชาติอยู่แล้ว แสดงในตารางที่ 5

3. คุณสมบัติทางกายภาพของดิน

จากผลการทดลองของปรีดี และคณะ *(2535)* พบว่าการใส่ดินค่ำในอัตรา 0.5-2.0 ตัน/ไร่ และการใส่ดินค่ำอัตรา 0.5-2.0 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 16-8-8 อัตรา 50 กก./ไร่ ในดินชุดอยุธยามีแนวโน้มทำให้ความหนาแน่นดินรวมลดลง ทั้งนี้เนื่องจากดินค่ำซึ่งเป็นแหล่งของอินทรียวัตถุยังเป็นแหลงอาหาร เช่นไนโตรเจน และพลังงาน คือสารประกอบคาร์บอน เพื่อสร้างองค์ประกอบในเซลล์ของจุลินทรีย์ อันก่อให้เกิดการเพิ่มปริมาณเซลล์ตลอดจนกิจกรรมต่างๆ ในการย่อยสารประกอบที่โมเลกุลใหญ่ให้เป็นสารประกอบที่มีโมเลกุลเล็กลง ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวก่อให้เกิดสารเหนียว เช่น Levan dextran *(นวลฉวี, 2525)* ทำให้อนุภาคดินเกาะกันได้ดีขึ้นและเพิ่มช่องว่างในดินอีกด้วย สำหรับความจุของน้ำที่เป็นประโยชน์ พบว่า เมื่อใส่ดินค่ำ อัตราตั้งแต่ 0.5-2.0 ตัน/ไร่ และการใส่ ดินค่ำอัตรา 0.5-2.0 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 16-8-8 อัตรา 50 กก./ไร่ ทำให้ความจุที่ประโยชน์ของน้ำจากเดิม 10.95 เป็น 10.9, 11.51, 11.75, 12.72, 12.50, 12.60, 13.18, 13.03 และ 13.43 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงผลผลิตคะน้า ผลวิเคราะห์ดินทางเคมี และกายภาพของดินชุดอยุธยาหลังเก็บเกี่ยวปี 2534

ตำรับ	ผลผลิต (กก./ไร่)	สมบัติทางเคมี			สมบัติทางกายภาพ		
		O.M (%)	P(ppm)	K(ppm)	ความหนาแน่น (กรัม/ซีซี)	ความพรุนทั้งหมด (%)	ความจุที่เป็นประโยชน์ของน้ำ (%)
แปลงตรวจสอบ	656.59	1.3	33	145	1.31	44.00	10.95
ปุ๋ยเคมี 16-8-8 อัตรา 100 กก./ไร่	1,903.36	1.0	26	135	1.33	45.00	11.43
ดินค่ำอัตรา 0.5 ตัน/ไร่	1,225.40	1.3	51	128	1.31	46.00	10.91
ดินค่ำอัตรา 1.0 ตัน/ไร่	2,211.50	1.6	64	118	1.21	50.30	11.51
ดินค่ำอัตรา 1.5 ตัน/ไร่	1,846.49	2.0	80	131	1.31	46.00	11.75
ดินค่ำอัตรา 2.0 ตัน/ไร่	2,616.83	2.0	135	115	1.18	52.30	12.72
ปุ๋ยเคมีอัตรา 50 กก./ไร่	1,467.23	1.7	28	140	1.33	45.70	12.50
ดินค่ำอัตรา 0.5 ตัน/ไร่ ปุ๋ยเคมีอัตรา 50 กก./ไร่	2,507.80	1.5	80	124	1.26	47.00	12.60
ดินค่ำอัตรา 1.0 ตัน/ไร่ ปุ๋ยเคมีอัตรา 50 กก./ไร่	2,410.60	1.5	63	102	1.26	48.70	13.18
ดินค่ำอัตรา 1.5 ตัน/ไร่ ปุ๋ยเคมีอัตรา 50 กก./ไร่	2,834.90	2.3	133	103	1.20	49.00	13.03
ดินค่ำอัตรา 2.0 ตัน/ไร่ ปุ๋ยเคมีอัตรา 50 กก./ไร่	3,005.56	2.5	119	135	1.29	45.70	13.43

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงมหาดไทย 2530. บัญชีแสดงจำนวนราษฎรและจำนวนบ้านในวันที่ 10 มิถุนายน 2530 ทั่วราชอาณาจักร 17 หน้า

กองวิชาการและแผนงาน "สำนักรักษาความสะอาด 2540"

กองวิชาการและแผนงาน สำนักรักษาความสะอาด กรุงเทพมหานคร 87 หน้า

เชื้อน้อย อ. และคณะ 2530 การศึกษาวิจัยวิธีการกำจัดอุจจาระเมื่อนำไปใช้เป็นปุ๋ย เอกสารวิจัยกรมอนามัยร่วมกับกรมวิชาการเกษตร

โชติ บุรณกาล และคณะ 2523 การศึกษาและวิจัยสิ่งแวดล้อม เรื่อง น้ำ-ดิน ของสวนทุเรียน จังหวัดนนทบุรีและการกำจัดของเสียสิ่งขับถ่ายของคนให้ถูกต้องตามสุขาภิบาล โดยทำปุ๋ยหมักเพื่อใช้กับพืชต้นไม้และต้นทุเรียน ภาควิชาวิทยาศาสตร์ สุขาภิบาล คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล 76 หน้า

ปรีดี ดีรักษา พิรัชฌา วาสนานุกูล และปรัชญา ธัญญาดี 2535 ผลของการใช้ดินค่ำอัตราต่างๆ ต่อการปรับปรุงผลผลิตของผักคะน้าในชุดดินอยุธยา รายงานผลการวิจัยกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 27 หน้า

เรวดี ดีมาก 2523 อุจจาระจากถังส้วม ใช้เป็นปุ๋ยได้ กสิกรปีที่ 53 ฉบับที่ 1 กรมวิชาการเกษตร หน้า 70-71

แววตา วาสนานุกูล อภิรดี โกมลศิริ และปรัชญา ธัญญาดี 2529 ปุ๋ยคอก ปุ๋ยอุจจาระ และปุ๋ยมูลค้างคาว เอกสารโรเนียวกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 8 หน้า

สว่าง บุญรักษา และการผลิตปุ๋ยจากอุจจาระ เอกสารโรเนียว กองสาธารณสุข เทศบาลเมืองอุดรธานี 5 หน้า

สันติสุข กลัดเนินกลุ่ม 2528 บทบาทของปุ๋ยอุจจาระในงานเกษตรกรรม วารสารเทศบาลเมืองพิษณุโลก ประจำปี 2528 หน้า 33-43

IDRCE-TS. 8e Compost, Fertilizer, and Biogas Production from Human and Farm Wastes in the People is Republic of China.

Letilia A. Obeng and Frederick W. Wright, 1987. Integrated Resource Recovery UNDP. Project. Management Report Number 7. The Would Bank Washington, D.C.:1-2.

The World Bank, Volume 10, 1989 night soil Composting.

การไถกลบวัสดุ

โดย
เสียงแจ๋ว พิริยพฤนต์
ฉวีวรรณ เหลืองวุฒิวิโรจน์

การไถกลบวัสดุ (Crop residue incorporation) หมายถึง การนำเศษพืชหรือวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่ได้หลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิต ไถกลบลงดินในระหว่างการเตรียมพื้นที่เพาะปลูกและปล่อยทิ้งไว้ เพื่อให้เกิดขบวนการย่อยสลายในช่วงระยะเวลาหนึ่ง แล้วจึงดำเนินการปลูกพืชต่อไป

การไถกลบวัสดุเศษพืชมีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการเพิ่มอินทรียวัตถุให้กับดินและปรับปรุงบำรุงดินให้มีความอุดมสมบูรณ์ รวมถึงทดแทนธาตุอาหารบางส่วนที่พืชนำไปใช้ และติดไปกับผลผลิตทางการเกษตร

การทำการเกษตรที่มีการเผาวัสดุหรือตอซังพืช เพื่อที่จะกำจัดวัชพืชและแมลงศัตรูพืชในดินนั้นจะก่อให้เกิดผลเสียหายเป็นอย่างมาก เนื่องจากความร้อนจากการเผาวัสดุจะแผ่ไปทั่วผิวดินทำให้ดินมีอุณหภูมิสูง และส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของดิน (Hungerford และคณะ, 1991) กล่าวคือ

1. โครงสร้างของดินเปลี่ยนแปลงไป โดยทำให้อนุภาคของดินจับตัวกันแน่นและแข็ง มีผลต่อความหนาแน่นของดินเพิ่มขึ้น และการชอนไชของรากพืชในดินเป็นไปได้ยาก

2. เกิดการสูญเสียธาตุอาหารและโดยที่ธาตุคาร์บอนในดินจะแปรสภาพกลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ระเหยออกไปสู่บรรยากาศ (Wheatley และคณะ, 1995) จากรายงานของสถาบันวิจัยพืชไร่ (2537) พบว่าในตอซังข้าวโพดจะมีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม 4.5, 0.67 และ 9.50

กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ผกาทิพย์ (2532) ศึกษาการใช้ตอซังข้าวโพด ฝักอ่อน เพื่อปรับปรุงดินพบ ว่ามีปริมาณการสะสมธาตุอาหารในส่วนของลำต้น และเมื่อมีการเผาตอซังพืชก็จะทำให้ธาตุอาหารเหล่านั้นสูญเสียไปด้วย

3. จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดินถูกทำลายไป ทำให้กิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินลดลง เช่นการตรึงไนโตรเจนจากพืชตระกูลถั่วได้แก่ ถั่วเหลือง มีประสิทธิภาพลดลง (Wheatley และคณะ, 1995) นอกจากนั้นการเผาผิวหน้าดินทำให้เกิดการแพร่ระบาดของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคกับพืชที่เพาะปลูกด้วย เนื่องจากเกิดความไม่สมดุลในระบบนิเวศน์ของจุลินทรีย์ดิน

4. เกิดการสูญเสียน้ำในดิน จากการเผาตอซังพืชทำให้ผิวหน้าดินมีอุณหภูมิสูงมากถึง 95 องศาเซลเซียส ทำให้ปริมาณน้ำในดินระเหยออกสู่บรรยากาศอย่างรวดเร็ว (Campbell และคณะ, 1995)

ชนิดของวัสดุไถกลบ

วัสดุที่นำมาไถกลบในดิน โดยส่วนใหญ่จะเป็นวัสดุอินทรีย์ที่ได้จากการเกษตรกรรม พืชเศรษฐกิจหลายชนิดมีการตอบสนองต่อการใช้ธาตุอาหารมาก เนื่องจากธาตุอาหารจากดินจะเข้าไปสะสมอยู่ในส่วนต่างๆ ของพืชเป็นปริมาณสูง การนำส่วนของพืชที่อยู่เหนือดินออกไปจากพื้นที่การเกษตรจึงเท่ากับเป็นการนำเอาความอุดมสมบูรณ์ของดินออกไปจากพื้นที่วัสดุอินทรีย์ที่นำไปใช้ในการไถกลบนั้น แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. วัสดุไถกลบจากไร่นา

เป็นวัสดุอินทรีย์ที่ได้มาหลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตพืชที่เพาะปลูก ได้แก่ ตอซังข้าว ฟางข้าว ข้าวโพด ข้าวฟ่างและพืชตระกูลถั่ว และอื่นๆ เป็นต้น เมื่อพิจารณาถึงความสำคัญของวัสดุเศษพืชเพื่อการไถกลบลงดินที่สำคัญบางชนิดเช่น ฟางข้าวและตอซังข้าวนั้นควรทิ้งไว้ในพื้นที่นาของเกษตรกรและทำการไถกลบเพื่อเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดินต่อไป สำหรับต้นและตอซังข้าวโพดก็เช่นเดียวกัน การไถกลบควรทำพร้อมกับการเตรียมดินใน ฤดูปลูกพืชใหม่ต่อไป ในกรณีซังข้าวโพดนั้นควรนำกลับมาใส่ในแปลงปลูกและไถกลบเช่นเดียวกัน สำหรับวัสดุเหลือทิ้งจากไร่อ้อย ได้แก่ ยอดอ้อย ใบอ้อยและตอซัง เกษตรกรมักจะทำการเผาทิ้งก่อนการเตรียมดินปลูกใหม่ ดังนั้นควรทำการ

ไถกลบพร้อมกับการเตรียมดินใหม่ ส่วนในประเภทของตอซังพืชตระกูลถั่วสามารถนำกลับไปไถกลบลงในแปลงปลูกพืชได้โดยตรง และเป็นวัสดุตอซังพืชที่มีธาตุไนโตรเจนสูงกว่าพืชชนิดอื่น (ดำริและนพชัย, 2533)

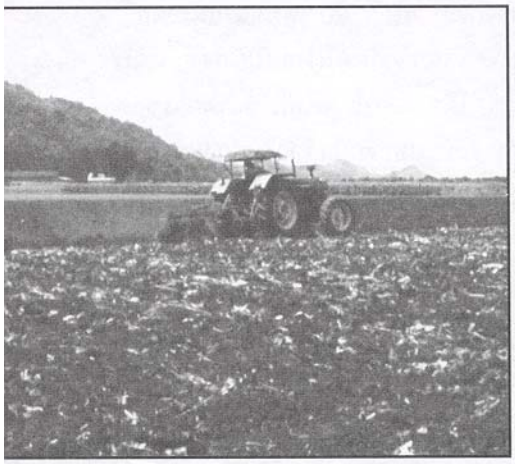
2. **วัสดุไถกลบจากโรงงานอุตสาหกรรมทางการเกษตร**

เป็นวัสดุอินทรีย์ที่ได้มาจากการแปรสภาพผลผลิตจากการเกษตรในโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท ได้แก่ แกลบ ขี้ลีบข้าวและรำหยาบจากโรงงานสีข้าว กากอ้อย จากโรงงานน้ำตาล นอกจากนี้วัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมกระดาษได้แก่ ขุยไผ่ และไส้ปอ เป็นต้น วัสดุอินทรีย์ จากเปลือกและกากมันสำปะหลังในโรงงานแป้งมันสำปะหลัง ซึ่งวัสดุดังกล่าวนี้ เกษตรกรสามารถนำไปใช้ประโยชน์โดยการไถกลบในแปลงพืช และวัสดุอินทรีย์ที่ได้จากโรงงานผลิตภัณฑ์แปรรูปอาหารและผลไม้กระป๋องได้แก่ กากมะเขือเทศ เปลือกและซังข้าวโพดหวาน เศษวัสดุเห็ด เปลือกผลไม้ต่างๆ ตามฤดูกาล และเศษวัสดุจากหน่อไม้เป็นต้น ซึ่งวัสดุเหล่านี้ก็สามารถนำมาใช้ประโยชน์โดยการใส่ลงในดินและการไถกลบได้

วิธีการไถกลบวัสดุ

การไถกลบวัสดุเศษพืชนั้น ดำเนินการไปพร้อมกับการเตรียมดิน เพื่อปลูกพืชใหม่โดยส่วนใหญ่แล้วการไถกลบวัสดุมีความเหมาะสมในพื้นที่ปลูกข้าวและพืชไร่อื่นๆ รวมถึงพืชผักด้วย วิธีการไถกลบสามารถพิจารณาตามลักษณะพื้นที่ปลูกพืชแต่ละชนิด ดังนี้คือ

วัสดุตอซังในพื้นที่การเกษตรหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต
ก.ตอซังข้าว
ข.ตอซังข้าวโพด



การไถกลบวัสดุตอซังในพื้นที่การเกษตร
ก.ไถกลบวัสดุตอซังข้าว
ข.ไถกลบวัสดุตอซังข้าวโพด

1. การไถกลบวัสดุในพื้นที่ปลูกข้าว

ในกรณีที่มีการปลูกข้าวเพียงอย่างเดียวหลังจากการเก็บเกี่ยวข้าวแล้ว ควรทิ้งฟางข้าวและตอซังไว้ในแปลงนาเพื่อเป็นการรักษาผิวหน้าดินจากนั้นเมื่อจะเข้าสู่ช่วงหน้าฝนทำการเตรียมดิน พร้อมกับการไถกลบวัสดุฟางข้าว และตอซังทิ้งไว้ประมาณ 1 เดือน เพื่อให้เศษพืชเกิดการย่อยสลายให้สมบูรณ์ หลังจากนั้นจึงปล่อยน้ำเข้าสู่แปลงนาเพื่อเตรียมที่จะปลูกข้าวต่อไป (วราภรณ์, 2538) วัสดุที่ใช้ในการไถกลบเพื่อปลูกข้าวนั้นอาจจะได้มาจากเศษพืชชนิดอื่นก็ได้ เช่น วัสดุเศษพืชตระกูลถั่ว วัสดุพืชไร่ชนิดอื่น หรือวัสดุจากโรงงานอุตสาหกรรมการเกษตรบางประเภท

ในกรณีที่ปลูกข้าวและมีการปลูกพืชอื่นหลังจากการเก็บเกี่ยวข้าว ดังนั้น หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวแล้ว ทำการไถกลบตอซังและฟางข้าว จากนั้นจึงทำการปลูกพืชไร่ชนิดอื่นได้แก่ พืชตระกูลถั่วต่างๆ ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดข้าวเหนียว หรือข้าวโพดฝักอ่อน เป็นต้น เมื่อทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว ทำการตัดต้นพืชแห้งคลุมดินไว้ จากนั้นเมื่อถึงฤดูทำนาให้ทำการไถกลบ วัสดุเหล่านี้พร้อมกับการเตรียมดิน และทิ้งไว้เป็นระยะเวลาประมาณ 7 วัน (สุดชล และคณะ, 2536) ก่อนที่จะทำการปล่อยน้ำเข้านาเพื่อดำนาข้าวต่อไป ก่อนปักดำ 1 วัน ให้ใส่ปุ๋ยเคมี (16-16-8) อัตรา 4-1.1-1.1 กิโลกรัมต่อไร่ เพื่อมิให้เกิดการขาดแคลนธาตุอาหาร ซึ่งจะมีผลกระทบต่อการเจริญของกล้าข้าวในช่วงแรกของการเกิดกระบวนการย่อยสลายจากวัสดุไถกลบ วัสดุเศษพืชจากพืชไร่จะมีค่า C/N ratio โดยส่วนใหญ่ต่ำกว่าในวัสดุฟางข้าว จึงมีการใช้ระยะเวลาสั้นในการย่อยสลายวัสดุจากพืชไร่ดังกล่าว (วรรณลดา และคณะ,2537)

2. การไถกลบวัสดุในพื้นที่ปลูกพืชไร่

การไถกลบวัสดุในพื้นที่ดอนนั้น ส่วนใหญ่จะเป็นการปลูกพืชไร่หลายชนิด และในบางพื้นที่มีการปลูกข้าวไร่ด้วยนั้น เกษตรกรสามารถที่จะใช้ประโยชน์ จากวัสดุเหลือทิ้งหลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิต ทำการไถกลบลงในดินในระหว่างการเตรียมแปลงปลูกพืชใหม่ต่อไปได้ ซึ่งก็เป็นการไถกลบวัสดุจากฟางข้าวหรือตอซังข้าวไร่ ควรจะใช้ระยะเวลาไถกลบประมาณ 1 เดือน (ปรัชญา และคณะ,2534) แต่ถ้าเป็นวัสดุเศษพืชจากพืชไร่จำพวกเศษต้นข้าวโพด

และข้าวฟ่าง ใช้ระยะเวลาการไถกลบ 15 วัน ส่วนพืชตระกูลถั่วจะใช้ระยะเวลาในการไถกลบประมาณ 7 วัน (สุดชลและคณะ,2536)

การไถกลบเศษพืชในพื้นที่ปลูกอ้อยนั้น เกษตรกรจะได้รับประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้งจากใบอ้อยและยอดอ้อย หลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตปีแรก และผลผลิตอ้อยตอในปีต่อๆ ไปด้วย วัสดุเศษพืชดังกล่าวควรทิ้งไว้และทำการไถกลบทุกครั้ง เพื่อเป็นการเพิ่มอินทรียวัตถุให้กับดินรวมทั้งคืนธาตุอาหารบางส่วนที่ต้นอ้อยดูดใช้กลับคืนสู่ดิน

3. การไถกลบวัสดุในพื้นที่ปลูกพืชผัก

สำหรับการไถกลบวัสดุเศษพืชในพื้นที่ปลูกพืชผัก หรือไม้ดอกไม้ประดับมีวิธีการปฏิบัติเช่นเดียวกันกับการไถกลบวัสดุในพื้นที่ปลูกพืชไร่ แต่หลังจากไถกลบเศษพืชแล้วเมื่อมีการปลูกพืชผัก ควรจะนำวัสดุเศษพืชมาคลุมบริเวณพื้นที่ผิวหน้าดิน เพื่อรักษาความชื้น

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายวัสดุที่ไถกลบ

1. ชนิดของวัสดุ

ชนิดของวัสดุเศษพืชมีผลต่อการเกิดกระบวนการแปรสภาพสารอินทรีย์ไนโตรเจนหลังจากการไถกลบลงในดิน ในสภาพที่มีอุณหภูมิเหมาะสมประมาณ 35 องศาเซลเซียส พบว่าองค์ประกอบของคาร์บอนและไนโตรเจนที่มีอยู่ในเศษพืชแต่ละชนิด เป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งต่อการเกิดสารประกอบไนโตรเจนในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Vigil และ Kissel, 1995) โดยวัสดุเศษพืชที่มีค่า C/N ratio ต่ำหลังจากการไถกลบลงในดิน จะพบว่ามีการปลดปล่อยไนโตรเจนในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงกว่าวัสดุที่มีค่า C/N ratio สูง ดังนั้นการไถกลบวัสดุเศษพืชที่มีค่า C/N ratio สูงจะมีการย่อยสลายในดินนานกว่าที่มี C/N ratio ต่ำ จากการไถกลบวัสดุเศษพืชที่มีค่า C/N ratio มากกว่า 20:1 จะพบว่าปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืช จะค่อยๆ เพิ่ม ขึ้นหลังจากการไถกลบไปแล้วประมาณ 10 วัน แต่ถ้าวัสดุมีค่า C/N ratio เท่ากับหรือน้อยกว่า 20 จะเกิดความเป็นประโยชน์ของธาตุไนโตรเจนได้เร็วขึ้น หรือทันทีหลังจากการไถกลบวัสดุดังกล่าวจึงไม่จำเป็นต้องใช้เวลามากในการย่อยสลายหลังจากการไถกลบวัสดุลงในดิน (วรรณลดา และคณะ,2537)

(2) **ปริมาณของวัสดุไถกลบ**

ปริมาณของวัสดุเศษพืชที่จะทำการไถกลบนั้นอยู่ในอัตราเฉลี่ย 1 ตันต่อไร่ (น้ำหนักแห้ง) ปริมาณของวัสดุเศษพืชมีความเกี่ยวข้องกับระยะเวลาของการย่อยสลาย หากใส่วัสดุเศษพืชเพื่อการไถกลบในอัตราที่สูงกว่า 1 ตันต่อไร่ จะต้องใช้ระยะเวลาในการย่อยสลายนานขึ้น มิฉะนั้นจะก่อให้เกิดอันตรายกับพืชปลูกตามมา เนื่องจากกระบวนการย่อยสลายของวัสดุที่ทำการไถกลบยังไม่สมบูรณ์ ซึ่งจะทำให้มีผลต่อการใช้ไนโตรเจนในดิน ทำให้พืชที่ทำการเพาะที่ปลูกเกิดการขาดแคลนไนโตรเจนได้ ในกรณีที่วัสดุนั้นมีค่า C/N ratio สูง สามารถที่จะเติมไนโตรเจนในรูปของปุ๋ยเคมีลงในดินระหว่างการไถกลบ เพื่อช่วยให้เกิดการย่อยสลายได้เร็วขึ้น และเพื่อเป็นการป้องกันการขาดธาตุไนโตรเจนในระหว่างการย่อยสลายช่วงแรกหลังจากการไถกลบวัสดุ (Recow และคณะ,1995)

3. **อุณหภูมิ**

อุณหภูมิในดินมีผลต่อการย่อยสลายของวัสดุอินทรีย์ และความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนในดินระหว่างการไถกลบเศษพืชด้วย จากการไถกลบใบข้าวฟ่าง ต้นและใบถั่วเหลืองจะพบว่าที่ระดับอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส จะมีความเหมาะสมต่อการแปรสภาพหรือเพิ่มความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนให้กับดิน หลังจากการไถกลบวัสดุอินทรีย์เป็นเวลา 100 วัน โดยจะมีอัตราการเพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารระหว่าง 100-140 มิลลิกรัมต่อดิน 1 กิโลกรัม ในขณะที่สภาพอุณหภูมิต่ำกว่า 35 องศาเซลเซียส จะทำให้มีประสิทธิภาพความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนในดินลดลง และโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ระดับอุณหภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส จะทำให้กระบวนการ N-mineralization ในดินเกิดขึ้นน้อยมาก ดังนั้นในการไถกลบวัสดุอินทรีย์นั้นความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนในดินจะมีความแปรผันตามหรือสอดคล้องกับปัจจัยของอุณหภูมิ (Vigil และ Kissel,1995) อุณหภูมิที่เหมาะสมมีผลต่อการส่งเสริมการเจริญ และเร่งปฏิกิริยาการดำเนินกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดิน

ประโยชน์ของการไถกลบวัสดุ

1. ช่วยในการปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดิน

ทำให้ดินมีความโปร่ง ร่วนซุย การถ่ายเทอากาศดีขึ้น และลดความหนาแน่นของดิน ดินมีการอุ้มน้ำได้ดีขึ้น จากการไถกลบใบ เศษซาก อ้อยลงในดินก่อนปลูกอ้อย พบว่าเศษซากอ้อยมีคุณสมบัติในการปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินได้ดีกว่าในพื้นที่ที่ทำการเผาเศษพืช โดยมีผลทำให้ความหนาแน่นรวมดินลดลงด้วย (อรรถสิทธิ์และคณะ,2539)

2. เพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุให้กับดิน

การไถกลบวัสดุสามารถยกระดับของปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินได้ดี ปรัชญาและคณะ (2534) รายงานว่าการไถกลบตอซังข้าว 1 ตันต่อไร่ เพื่อปลูกข้าวในดินชุดเรณูและร้อยเอ็ด มีผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีของดิน โดยทำให้ระดับของอินทรียวัตถุในดินเพิ่มขึ้น จาก 0.38 และ 0.32 เป็น 0.67 และ 0.53 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ Ponnumperuna (1984) ได้ทำการศึกษาการใช้ประโยชน์ของฟางข้าวโดยการไถกลบลงในดินติดต่อกันในระยะยาวทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินเพิ่มขึ้นจาก 1.94 เป็น 2.17 เปอร์เซ็นต์ ประเสริฐและวิทยา (2536) ได้รายงานประโยชน์ของการใช้ตอซังข้าว พบว่าจากการไถกลบตอซังข้าวติดต่อกันที่สถานีทดลองข้าวสุรินทร์ทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินเพิ่มขึ้นจาก 0.2 เป็น 0.8 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้น (อรรถสิทธิ์และคณะ, 2539) ศึกษาการใช้ประโยชน์จากเศษซากอ้อย โดยการไถกลบลงในดินก่อนปลูกอ้อย พบว่ามีผลต่อการปรับปรุงสมบัติทางเคมีของดิน โดยทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินเพิ่มขึ้นจาก 1.568 เป็น 1.865 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับเผาเศษพืชอย่างเด่นชัดเช่นเดียวกัน

3. เพิ่มความต้านการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดและด่างของดิน

เนื่องจากอินทรียวัตถุจากวัสดุเศษพืชที่ใช้ในการไถกลบมีคุณสมบัติในการเพิ่มความต้านทานการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดและด่างของดิน (Buffer capacity) ซึ่งจะทำให้ค่า pH ของดินอยู่ในระดับที่เพิ่มขึ้นหรือเป็นกลาง (พิทยากร, 2535) จากการไถกลบฟางข้าวในอัตรา 1 ตันต่อไร่ ก่อนปลูกข้าวเป็นเวลาหนึ่งเดือนในดินชุดเรณูและร้อยเอ็ด เปรียบเทียบกับการไม่ไถกลบและ

เผาฟางข้าว พบว่าหลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าว มีผลทำให้ค่าความ เป็นกรดเป็นด่างของดินเพิ่มขึ้นจาก 5.6 และ 6.05 เป็น 6.2 และ 6.7 ตามลำดับ (ปรัชญาและคณะ,2534)

4. เพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชในดิน

อินทรียวัตถุมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกค่อนข้างสูง จึงทำให้ธาตุอาหารในดินทั้งในรูปของการใส่ปุ๋ยเคมี และที่มีอยู่ในดินเดิม ซึ่งอยู่ในรูปของประจุบวกบางชนิด ถูกดูดซับไว้มิให้เกิดการสูญเสียไปจากดินและเป็นพิษต่อพืช และพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ประเสริฐและวิทยา (2536) รายงานว่าการไถกลบตอซังข้าวติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน จะช่วยลดความเป็นพิษเนื่องจากเหล็กและแมงกานีสในดิน วรรณลดาและคณะ (2537) รายงานจากการใส่วัสดุฟางข้าว และพืชปุ๋ยสด โสนอัฟริกันและปอเทืองอย่างละอัตรา 1 ตันต่อไร่ ในดินชุดวารินเป็นเวลา 90 วัน มีผลต่อการเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสในดินอย่างเด่นชัดเมื่อเปรียบเทียบการไม่ใส่วัสดุอินทรีย์ โดยเพิ่มขึ้นจาก 9.1 เป็น 14.5, 16.4 และ 16.4 ppm ตามลำดับ และปริมาณโพแทสเซียมเพิ่มขึ้นจาก 95.5 เป็น 205.5 193.0 และ 161.2 ppm ตามลำดับ ส่วนในดินชุดร้อยเอ็ดมีผลต่อการเพิ่มธาตุอาหารในดินเช่นกัน โดยทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในดินเพิ่มขึ้นจาก 2.5 เป็น 5.5 5.4 และ 4.5 ppm ตามลำดับ และโพแทสเซียมในดินเพิ่มขึ้นจาก 69.5 เป็น 217.8, 188.1 และ 220 ppm ตามลำดับ

5. เพิ่มกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดินและลดปริมาณศัตรูพืชในดิน

อินทรียวัตถุเป็นปัจจัยสำคัญต่อการดำเนินกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดิน พบว่าหลังจากการใส่ฟางข้าว ตอซังโสนอัฟริกันและปอเทือง ในอัตรา 1 ตันต่อไร่ ในดินชุดวารินและร้อยเอ็ด มีผลต่อการเพิ่มจำนวนประชากรของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดินมากขึ้น ทำให้เกิดกิจกรรมการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์เพิ่มขึ้น เนื่องจากจุลินทรีย์ในดินมีการใช้สารอินทรีย์คาร์บอนเป็นแหล่งพลังงานโดยทำให้เกิดกิจกรรมย่อยสลายไซแลนซึ่งเป็นองค์ประกอบคาร์บอนในพืช ในดินชุดวารินเพิ่มขึ้นจาก 24.5 เป็น 37.8 32.3 และ 32.0 มิลลิยูนิตต่อ กรัมของดิน และในดินชุดร้อยเอ็ดเพิ่มขึ้นจาก 23.2 เป็น 29.4

29.3 และ 27.1 มิลลิยูนิตต่อกรัมของดิน ตามลำดับ (วรรณลดาและคณะ, 2537)

การที่จุลินทรีย์ในดินมีปริมาณและกิจกรรมเพิ่มมากขึ้น จึงส่งผลกระทบต่อเชื้อโรคพืชบางชนิดในดินด้วย ในการศึกษากิจกรรมจุลินทรีย์ดินต่อเชื้อโรคพืชบางชนิด ระหว่างการย่อยสลายอินทรียวัตถุในดินชุดวารินและร้อยเอ็ด พบว่าหลังจากการใส่ฟางข้าว และวัสดุตอซังจากพืชตระกูลถั่ว พวกโสนอัฟริกันและปอเทือง อัตรา 1 ตันต่อไร่ เป็นเวลา 90 วัน มีผลทำให้ปริมาณเชื้อโรคพืชบางชนิดในดินลดลงได้แก่ *Rhizoctonia solani* โรคโคนเน่าและกล้าเน่าของถั่วเหลือง, *Macrophomina phaseolina* โรคโคนเน่าของข้าวโพด *Sclerotium* rolfsil โรคโคนเน่าของพืชตระกูลถั่ว และ *Aspergillus flavus* ซึ่งสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินในข้าวโพด โดยเฉลี่ยลดลงจาก 6.05, 6.01, 6.03 และ 6.08 เป็น 4.37, 4.19, 4.35 และ 4.24 log no. ต่อกรัมของดิน คิดเป็นปริมาณของเชื้อโรคพืชลดลง 14 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับไม่ใส่วัสดุอินทรีย์ (วรรณลดาและคณะ,2537) เนื่องจากไถกลบวัสดุตอซังพืชมีผลต่อการส่งเสริมกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดิน และจุลินทรีย์เหล่านี้มีคุณสมบัติในการควบคุมเชื้อโรคพืชในดินด้วย (Sikora,1992)

6. เพิ่มผลผลิตให้กับพืชเพาะปลูก

Ponnumperuna (1984) รายงานว่าการนำฟางข้าวไถกลบลงดินติดต่อกันระยะยาว มีผลต่อการเพิ่มศักยภาพของดินเพื่อเพิ่มผลผลิตของพืชที่เพาะปลูก จากการเผาฟางข้าวให้ผลผลิตของข้าวเฉลี่ย 544 กิโลกรัมต่อไร่ แต่การไถกลบฟางข้าวจะให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นเป็น 656 กิโลกรัมต่อไร่ นอกจากนั้นปรัชญาและคณะ 2534 ศึกษาพบว่าการไถกลบตอซังฟางข้าว อัตรา 1 ตันต่อไร่เพื่อเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดินนาชุดดินเรณู และร้อยเอ็ด จะให้ผลผลิตเมล็ดข้าวเพิ่มขึ้นจาก 439.3 และ 370.7 เป็น 502.8 และ 436.8 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ซึ่งเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 13 เปอร์เซ็นต์และยังทำให้น้ำหนักแห้งของฟางข้าวเพิ่มขึ้น 15 เปอร์เซ็นต์

สุดชลและคณะ (2536) รายงานว่าการไถกลบฟางข้าวอัตรา 1 ตันต่อไร่ก่อนปักดำข้าว 7 วัน ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 4-1.1-1.1 กิโลกรัมต่อไร่ในช่วงก่อนปักดำ 1 วัน มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตข้าวจาก 211 เป็น 235 กิโลกรัมต่อไร่

แต่ถ้ามีการเพิ่มปุ๋ยเคมีอัตราเดิม ในช่วงการเกิดช่อดอกจะทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นจาก 257 เป็น 281 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ไถกลบวัสดุในทำนองเดียวกันการใส่เศษวัสดุถั่วมะแฮะและกระถินณรงค์อัตรา 120 และ 240 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราเดียวกันครั้งเดียว พบว่าทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นจาก 142 เป็น 217 และ 187 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ แต่ถ้าใส่ปุ๋ยเคมี 2 ครั้งจะเพิ่มจาก 160 เป็น 285 และ 219 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ เนื่องจากเศษซากพืชตระกูลถั่วจากถั่วมะแฮะและกระถินณรงค์มีปริมาณไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสูงมากกว่าตอซังหรือฟางข้าว 81 และ 62 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้นอัตราการใส่วัสดุพืชตระกูลถั่วจึงมีการใส่ในปริมาณต่ำกว่าฟางข้าว

การไถกลบฟางข้าวและวัสดุเศษพืชตระกูลถั่วติดต่อกัน มีผลต่อการเพิ่มศักยภาพของดินและทำให้ผลผลิตของพืชเพิ่มมากขึ้น นอกจากนั้นยังมีผลทำให้ปริมาณตอซังและจำนวนรวงต่อเมล็ดเพิ่มขึ้น แสดงให้ทราบว่าการไถกลบวัสดุเศษพืชลงในดิน มีผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมีที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าว ผลของการไถกลบฟางข้าวเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวจะแสดงผลชัดเจนในปีที่สองของฤดูกาลทำนา โดยทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้น 10 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการไถกลบถั่วมะแฮะและกระถินณรงค์นั้นจะแสดงผลต่อการเพิ่มผลผลิตในช่วงปีแรกของการปลูกข้าวทันที โดยทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้น 58 และ 28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากวัสดุเศษพืชตระกูลถั่วมีค่า C/N ratio ต่ำ และมีปริมาณไนโตรเจนสูง ซึ่งทำให้เกิดอัตราการย่อยสลายเร็วกว่าฟางข้าว ดังนั้นต้นข้าวจึงสามารถใช้ไนโตรเจนหลังจากการไถกลบวัสดุพืชตระกูลถั่วได้ทันที

นอกจากนั้นการใช้ประโยชน์ของกากตะกอนอ้อยไถกลบลงในดิน พบว่าการไถกลบกากตะกอนอ้อยในดินร่วนปนทรายอัตรา 4 และ 6 ตันต่อไร่ ทำให้ผลผลิตของอ้อยเพิ่มขึ้นจาก 3.8 เป็น 5 และ 6.5 ตันต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่วัสดุดังกล่าว (สถาบันวิจัย พืชไร่, 2537) สำหรับชานอ้อยหรือกากอ้อยนั้นมีศักยภาพในการนำมาใช้ประโยชน์เพื่อการไถกลบลงดินได้เช่นกัน โดยพบว่าการใช้กากชานอ้อยอัตรา 4 ตันต่อไร่ ร่วมกับการไถกลบโสนอัฟริกันก่อนเตรียมดินปลูกอ้อยมีผลทำให้ขนาดลำของอ้อยตอ 1 ในช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิตมีขนาดของลำอ้อยใหญ่กว่าการไถกลบโสนอัฟริกันอย่างเดียว และถ้ามีการใช้

กากอ้อยในอัตรามากขึ้น โดยใช้ในอัตรา 8 ตันต่อไร่ไถกลบลงในดินก่อนการปลูกอ้อยเพียงอย่างเดียว มีผลทำให้ผลผลิตและคุณภาพในอ้อยตอเพิ่มขึ้นด้วย (ประชาและคณะ,2539)

การไถกลบตอซังข้าวเพื่อปลูกถั่วเหลืองในดินชุดพิจิตร แล้วใช้ไม้กระทุ้งหลุมปลูก จากนั้นคลุมด้วยฟางข้าวอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปีหรือใช้วิธีการตัดตอซังข้าวออกทำการไถพรวนทันที และใช้ไม้กระทุ้งหลุมปลูก จากนั้นคลุมด้วยฟางข้าว 500 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี จะให้ผลผลิตเฉลี่ย 137.6 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี เมื่อเปรียบเทียบกับการทำเกษตรแบบพื้นบ้าน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2539) นอกจากนั้นเกษตรกรสามารถใช้ประโยชน์จากวัสดุแกลบ โดยมีการศึกษาไถกลบลงดินชุดร้อยเอ็ดที่มีคราบเกลือก่อนปลูกข้าวในอัตรา 1 ตันต่อไร่ จะให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นเป็น 443 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นผลผลิตเพิ่มขึ้น 40 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการทำเกษตรแบบพื้นบ้าน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2539)

7. ช่วยในการลดระดับความเค็มของดิน

การไถกลบวัสดุเศษพืชลงดินในระยะยาวติดต่อกันนั้น เช่นการไถกลบวัสดุตอซังข้าวในระยะยาวหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าว จะช่วยลดความเป็นพิษจากดินเค็มได้ (ประเสริฐและวิทยา, 2536) นอกจากนั้นมีการใช้ประโยชน์จากกากชานอ้อยและกากอ้อยในพื้นที่ปลูกอ้อยของภาคตะวันออกที่มีปัญหาดินเค็ม ซึ่งมีสาเหตุเนื่องจากมีการพัฒนาระบบชลประทานเพิ่มขึ้น พบว่าการใช้วัสดุดังกล่าวสามารถลดความเป็นพิษจากความเค็มได้ โดยทำให้ระดับความเค็มในดินลดลง (ปรีชาและคณะ, 2539) และมีการใช้ประโยชน์จากวัสดุแกลบเพื่อการไถกลบโดยการใส่แกลบ 1 ตัน ต่อไร่ แล้วทำการไถกลบเพื่อปลูกข้าวในดินชุดร้อยเอ็ด พบว่าหลังจากใส่แกลบเป็นเวลา 5 เดือน แกลบมีผลต่อการลดความเค็มของน้ำในแปลงนาข้าวอย่างมาก โดยลดลงจาก 3.6-3.7 เดซิซีเมนต่อเมตรเป็น 0.5-0.8 เดซิซีเมนต่อเมตร (กรมพัฒนาที่ดิน, 2539)

ชนิดและปริมาณวัสดุตอซังในพื้นที่การเกษตรของประเทศไทย

ชนิดตอซัง	ปริมาณตอซัง (ล้านตันต่อปี)
ตอซังข้าว	16.9
ตอซังข้าวโพด	1.8
เศษใบอ้อย	2.0
ตอซังพืชตระกูลถั่ว	1.5
ตอซังข้าวฟ่าง	0.9
รวม	23.1

ปริมาณธาตุอาหารพืชในวัสดุตอซังแต่ละชนิด

ชนิดวัสดุตอซัง	ธาตุอาหาร (%)			C/N ratio	pH
	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม		
ตอซังข้าว	0.55	0.09	2.39	89	8.2
ตอซังข้าวโพด	0.53	0.15	2.21	62	8.2
เศษใบอ้อย	0.49	0.21	0.58	55	6.2
ตอซังพืชตระกูลถั่ว	2.42	0.61	2.94	29	6.9

ปริมาณวัสดุตอซังแต่ละชนิดในพื้นที่การเกษตรต่อไร่

ชนิดวัสดุตอซัง	ปริมาณตอซัง (ตันต่อไร่)
ตอซังข้าว	1.03
ตอซังข้าวโพด	0.49
เศษใบอ้อย	0.91
ตอซังพืชตระกูลถั่ว	0.58
ตอซังข้าวฟ่าง	0.45

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน 2539 สรุปผลงานวิจัยแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2535-2539) เอกสารประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการงานวิชาการ กรมพัฒนาที่ดิน ครั้งที่ 4 วันที่ 27-30 สิงหาคม 2539 โรงแรมโกลเด้นแซนด์ ชะอำ จ.เพชรบุรี 330 หน้า

ดำริ ถาวรมาศ และนพชัย สวนมาลี 2533 เทคนิคการใช้วัสดุอินทรีย์ วารสารอนุรักษ์ดินและน้ำ 6 (2) : 63-67

ประชา นาคะประเวศ ปรัชญา ธัญญาดี และพิรัชฌา วาสนานุกูล 2538 คู่มือการใช้พืชปุ๋ยสดบำรุงดิน กลุ่มอินทรียวัตถุและวัสดุเหลือใช้ กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ประเสริฐ สองเมือง และวิทยา ศรีทานันท์ 2536 การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ปรับปรุงดินนาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี หน้า 49-71

ปรัชญา ธัญญาดี ประชา นาคะประเวศ พิทยากร ลิ่มทอง แววตา วาสนานุกูล ปรีดี ดีรักษา สุภาพร จันรุ่งเรือง และพันทิพา ไชยานะ 2534 ศึกษาการไถกลบตอซังข้าวเพื่อเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดินนา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือ รายงานผลการวิจัยการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หน้า 157-166

ปรีชา พรหมณีย์ เฉลิมพล ไหลรุ่งเรือง จักรินทร์ ศรัทธาพร และอรรถสิทธิ์ บุญธรรม 2539 การทดสอบประสิทธิภาพของวัสดุต่างๆ ที่ใส่ลงในดินเพื่อแก้ปัญหาเนื่องจากดินเค็มในการปลูกอ้อย เอกสารประกอบการเสนอผลงานวิจัยประจำปี 2538 วันที่ 12-13 กุมภาพันธ์ 2539 โรงแรมริเวอร์แคว จ.กาญจนบุรี ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร หน้า 99-100

ผกาทิพย์ จินตกานนท์ 2532 การใช้ตอซังข้าวโพดฝักอ่อนเพื่อการปรับปรุงบำรุงดิน วารสารดินและปุ๋ย 11 (1) : 55-65

พิทยากร ลิ่มทอง 2535 การปรับปรุงบำรุงดินด้วยปุ๋ยหมักและปุ๋ยพืชสด คู่มือการปรับปรุงดินและการใช้ปุ๋ย ที่ศูนย์พิมพ์พลชัย กรุงเทพมหานคร หน้า 75-88

วรรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์ พิทยากร ลิ่มทอง เสียงแจ่ว พิริยพฤนต์ และฉวีวรรณ เหลืองวุฒิวิโรจน์ 2537 การผลิตปุ๋ยหมักแบบไร่นา รวบรวมงานวิชาการเรื่องการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หน้า 13-21

วรรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์ เสียงแจ่ว พิริยพฤนต์ และฉวีวรรณ เหลืองวุฒิวิโรจน์ 2537 ผลของกิจกรรมจุลินทรีย์ดินต่อเชื้อโรคพืชบางชนิดในระหว่าง

กระบวนการการย่อยสลายอินทรียวัตถุในดิน เอกสารวิชาการ กองอนุรักษ์ดินและน้ำ ฉบับที่ 35-40: 92 หน้า

วราภรณ์ คำบุญเรือง 2538 ข้าวและการทำนาน้ำฝน การทำนาน้ำฝนโครงการพัฒนาข้าวในเขตเกษตรล้าหลัง สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร หน้า 1-62

สถาบันวิจัยพืชไร่ 2537 สรุปรายงานผลการวิจัยพืชไร่ 2537 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 63 หน้า

สุดชล วุ้นประเสริฐ สมจิต คันธสุวรรณ สุนทรี มีเพ็ชร กรรณิกา นากลาง และบรรจง เหมทานนท์ 2536 การจัดการธาตุอาหารพืชในระบบการปลูกพืชในเขตเกษตรอาศัยน้ำฝน รายงานประจำปีศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี 2536 สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร หน้า 87-91

อรรถสิทธิ์ บุญธรรม ธนิตา โสภโณดร ปรีชา พราหมณีย์ จรัญ อารีย์ และประพันธ์ ประเสริฐภักดิ์ 2539 ผลของการอนุรักษ์ดินโดยการไม่เผาเศษซากอ้อยร่วมกับการใช้ปุ๋ยสูตรต่างๆ เอกสารประกอบการเสนอผลงานวิจัยประจำปี 2538 วันที่ 12-13 กุมภาพันธ์ 2539 โรงแรมริเวอร์แคว จ.กาญจนบุรี ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร หน้า 56-57

อรรถสิทธิ์ บุญธรรม ปรีชา พราหมณีย์ ธนิตา โสภโณดร และจรัญ อารีย์ 2539 ผลของการอนุรักษ์ดินโดยการไม่เผาเศษซากอ้อยร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีสูตรต่างๆ ในการเพิ่มผลผลิตอ้อยตอ เอกสารประกอบการเสนอผลงานวิจัยประจำปี 2538 วันที่ 12-13 กุมภาพันธ์ 2539 โรงแรมริเวอร์แคว จ.กาญจนบุรี ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร หน้า 52-53

Campbell, G.S.,J.D. Jungbauer, J.R.,K.L. Bristow, and R.D Hungerford. 1995. Soil temperature and water content beneath a surface fire. Soil Science. 159 (6): 363-373.

Hungerford, R.D.,M.G. Harrington, W.H. Frandsen, K.C. Ryan, and G.J. Niehoff. 1991. Infleunce of fire on factors that effect site productivity. In Proceeding of the management and productivity of plant crops.

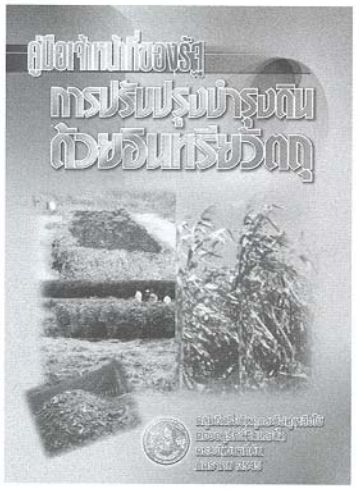
Ponnamperuma, F.N. 1984. Straw as a source of nutrient for wetland rice. 117-136 In Organic Matter and Rice. International Rice Research Institute, Los Banos, Phillippines.

Recow, S.D. Rboin, D. Darwis, and B. Mary. 1995. Soil inorganic N availabity : effect on maize residue decomposition. Soil Biol. Biochem. 27 (2): 1529-1538.

Sikora, R.A. 1992 Management of the antagonistic potential in agricultural ecosystems for the biological control of plant parasitic nematodes. Annu. Rev. Phytopathol. 30: 245-270.

Vigil, M.F., and D.E.Kissel. 1995. Rate of nitrogen mineralized from incorporated crop residues as influenced by temperature. Soil Sci Soc Am. J. 59: 1636-1644.

Wheatley, D.M., D.A. Macleod and R.S. Jessop. 1995. Influence of tillage treatments on N_2 fixation of soybean. Soil Biol. Biochem. 27 (4/5): 571-574.



คณะผู้จัดทำเอกสาร

เรื่อง การปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ

คณะที่ปรึกษา

นายสิมา โมรากุล	อธิบดีกรมพัฒนาที่ดิน
นายไชยสิทธิ์ เอนกสัมพันธ์	รองอธิบดีกรมพัฒนาที่ดิน
นายอรรถ สมร่าง	รองอธิบดีกรมพัฒนาที่ดิน
นายเฉลียว จีระจรรยา	รองอธิบดีกรมพัฒนาที่ดิน
นางวรรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์	ผู้เชี่ยวชาญด้านบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ
นายสุธัม ปลัดสงคราม	ผู้อำนวยการกองอนุรักษ์ดินและน้ำ

กองบรรณาธิการ

นายพิทยากร ลิ่มทอง
นายประชา นาคะประเวศ
น.ส.เสียงแจ่ว พิริยพฤนต์
น.ส.สุภาพร จันรุ่งเรือง
น.ส.ฉวีวรรณ เหลืองวุฒิวิโรจน์
นางธัชมน ภัสราเยี่ยงยงค์
น.ส.กมลาภา วัฒนประพัฒน์
น.ส.นวลจันทร์ ภาสดา
น.ส.บังอร ทองท้วม

คู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐ
การปรับปรุงบำรุงดิน
ด้วยอินทรียวัตถุ