

ผลงานลำดับที่ 3

เรื่อง ทรัพยากรดินและการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ สารปรับปรุงดิน
ในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต ๙

Soil Resources and Usage of Organic Fertilizers,
Soil Conditioners in Land Development Office Region 9

โดย

นายตระกูล นามโลมา

เอกสารประกอบการขอประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง
ผู้เชี่ยวชาญด้านวางระบบการพัฒนาที่ดิน (นักวิชาการเกษตรเชี่ยวชาญ)
ตำแหน่งเลขที่ 1052
สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9
กรมพัฒนาที่ดิน

คำนำ

เอกสารวิชาการเรื่อง ทรัพยากรดินและการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ สารปรับปรุงดินในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูลทรัพยากรดิน และการจัดการปุ๋ยอินทรีย์ สารปรับปรุงดินในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 และเพื่อรวบรวมข้อมูลด้านทรัพยากรดิน และการจัดการปุ๋ยอินทรีย์ สารปรับปรุงดิน ในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 ให้กับผู้เกี่ยวข้องที่สนใจได้ใช้ประโยชน์ต่อไป ตลอดจนเพื่อจะใช้เป็นฐานข้อมูลในการวางแผนพัฒนาการเกษตรด้านการจัดการทรัพยากรดิน และการจัดการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ สารปรับปรุงดิน ในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 โดยการศึกษารายงานข้อมูลเอกสารด้านทรัพยากรดิน และการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ สารปรับปรุงดิน รวมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การวิเคราะห์แนวโน้มศักยภาพ และมาตรการในการจัดการ เสนอแนะแนวทางในการจัดการแก้ไขปัญหาทรัพยากรดิน และการจัดการปุ๋ยอินทรีย์ สารปรับปรุงดิน ในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 โดยเริ่มดำเนินการในช่วงเดือนพฤษภาคม 2565 ถึง เดือนกรกฎาคม 2566 โดยมีขั้นตอนเริ่มจากจัดทำร่างกำหนดขอบเขต และเรียงลำดับเนื้อหาเอกสาร รวบรวมข้อมูล และเอกสารที่เกี่ยวข้อง ทั้งที่เป็นข้อมูลสารสนเทศในระบบดิจิทัล เช่น แผนที่ดิน แผนที่สภาพพื้นที่ แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ทั้ง 5 จังหวัดของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 ข้อมูลลักษณะทั่วไปของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 ทั้ง 5 จังหวัด เช่นอบเขตพื้นที่การปกครอง สภาพแวดล้อมทางกายภาพ ลักษณะภูมิอากาศ ลักษณะพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินทางการเกษตร ข้อมูลด้านทรัพยากรดิน และข้อมูลการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ สารปรับปรุงดินต่าง ๆ ในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 และรวบรวมเอกสารข้อมูลผลการวิจัยในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาอ้างอิง แล้วนำข้อมูลเอกสารทั้งหมดดังกล่าวข้างต้นมาเรียบเรียง วิเคราะห์ และสังเคราะห์ สรุปเนื้อหาเกี่ยวกับทรัพยากรดิน และการจัดการปุ๋ยอินทรีย์ สารปรับปรุงดิน ในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 ต่อไป ใช้เป็นฐานข้อมูลในการบริหารงาน การตัดสินใจในการวางแผนพัฒนาการเกษตรด้านทรัพยากรดิน และการจัดการปุ๋ยอินทรีย์ บำรุงดินในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 จึงหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะเป็นประโยชน์กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และเจ้าหน้าที่ของสถานีพัฒนาที่ดิน ในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 ที่จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้วางแผนกิจกรรมด้านการจัดการดินได้อย่างถูกต้องเหมาะสม โดยใช้เป็นแหล่งข้อมูลพื้นฐานในการสืบค้นของนิสิต นักศึกษา นักวิชาการเกษตร และนักส่งเสริมการเกษตร ที่จะพัฒนาต่อยอดให้ทันสมัยต่อไป ตลอดจนเกษตรกร และผู้สนใจด้านทรัพยากรดิน และการจัดการปุ๋ยอินทรีย์บำรุงดินสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาพื้นที่การเกษตรของตนเอง ในการวางแผนการผลิตได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและยั่งยืนต่อไป

นายตระกูล นามโสภา

พฤษภาคม 2568

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(3)
สารบัญภาพ	(6)
สารบัญตารางภาคผนวก	(8)
สารบัญภาพภาคผนวก	(9)
แบบการเสนอผลงาน ระดับเชี่ยวชาญ	1
ส่วนที่ 1 ข้อมูลบุคคล/ตำแหน่ง	1
ส่วนที่ 2 ผลงานที่เป็นผลการปฏิบัติงานหรือผลสำเร็จของงาน	8
1. เรื่อง ทรัพยากรดินและการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ สารปรับปรุงดินในพื้นที่ สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9	8
2. ระยะเวลาการดำเนินการ	8
3. ความรู้ ความชำนาญงาน หรือความเชี่ยวชาญ และประสบการณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	8
4. สรุปสาระสำคัญ ขั้นตอนการดำเนินการ และเป้าหมายของงาน	8
4.1 บทคัดย่อ	8
4.2 Abstract	10
4.3 วัตถุประสงค์	12
4.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	12
4.5 ข้อมูลพื้นฐานทั่วไปในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9	12
4.6 ทรัพยากรดินในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9	29
4.7 ความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9	48
4.8 อินทรีย์วัตถุในดินกับปุ๋ยอินทรีย์	51
4.9 ปุ๋ยหมัก	59
4.10 ปุ๋ยคอก	74
4.11 ปุ๋ยพืชสด	79
4.12 น้ำหมักชีวภาพ	99
4.13 การจัดการตอซังและวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร	106
4.14 การวิเคราะห์แนวทาง ศักยภาพ และความเป็นไปได้ในการใช้ปุ๋ย อินทรีย์ในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9	114
4.15 การใช้สารปรับปรุงดิน	116

สารบัญ

	หน้า
4.16 การพัฒนาที่ดินด้วยแนวทางเศรษฐกิจพอเพียง และการเกษตรทฤษฎีใหม่	130
5. ผลสำเร็จของงาน (เชิงปริมาณ/คุณภาพ)	134
6. การนำไปใช้ประโยชน์/ผลกระทบ	134
7. ความยุ่งยากและซับซ้อนในการดำเนินการ	135
8. ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการ	135
9. ข้อเสนอแนะ	135
10. การเผยแพร่ผลงาน	135
11. ผู้มีส่วนร่วมในผลงาน	135
เอกสารอ้างอิง	136
ภาคผนวก	144

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1	สภาพพื้นที่ภูมิประเทศในความรับผิดชอบของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต
ตารางที่ 2	ปริมาณน้ำฝนในพื้นที่รับผิดชอบของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 เฉลี่ย 10 ปี (พ.ศ. 2557-2566)
ตารางที่ 3	จำนวนวันที่ฝนตกในพื้นที่รับผิดชอบของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 เฉลี่ย 10 ปี (พ.ศ. 2557-2566)
ตารางที่ 4	อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยในพื้นที่รับผิดชอบของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 เฉลี่ยในรอบ 10 ปี (พ.ศ. 2557-2566)
ตารางที่ 5	อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยในพื้นที่รับผิดชอบของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 เฉลี่ยในรอบ 10 ปี (พ.ศ. 2557-2566)
ตารางที่ 6	อุณหภูมิเฉลี่ยในพื้นที่รับผิดชอบของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 เฉลี่ยในรอบ 10 ปี (พ.ศ. 2557-2566)
ตารางที่ 7	ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 เฉลี่ย 10 ปี (พ.ศ. 2557-2566)
ตารางที่ 8	ค่าการระเหยน้ำของดินในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 เฉลี่ย 10 ปี (พ.ศ. 2557-2566)
ตารางที่ 9	จำนวนพื้นที่จังหวัดและพื้นที่ทางการเกษตรรายจังหวัดของ สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9
ตารางที่ 10	สภาพเศรษฐกิจและสังคมในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 ปี 2562
ตารางที่ 11	อัตราเฉลี่ยจำนวนประชากรต่อครัวเรือน ในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดิน เขต 9 ปี 2566
ตารางที่ 12	ผลต่างรายได้ – รายจ่ายของครัวเรือนในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดิน เขต 9 ปี 2566
ตารางที่ 13	จำนวนประชากรที่เป็นหนี้สิน ในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 ปี 2566
ตารางที่ 14	จำนวนครัวเรือนที่มีการเก็บออมเงินในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 ปี 2566
ตารางที่ 15	จำนวนครัวเรือนไม่ผ่านเกณฑ์รายได้เฉลี่ยคนละ 40,000 บาทต่อปีใน พื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 ปี พ.ศ. 2566
ตารางที่ 16	ระดับความสุขเฉลี่ยของประชากร ในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 ปี 2566

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางที่ 17	ทรัพยากรป่าไม้ในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9	26
ตารางที่ 18	แสดงการถือครองที่ดิน จากข้อมูลสำมะโนการเกษตร ปี 2566 พื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9	27
ตารางที่ 19	การใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการปลูกพืชเศรษฐกิจ ในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9	28
ตารางที่ 20	ชุดดินที่พบในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 แบ่งตามหลักอนุกรมวิธานดิน	30
ตารางที่ 21	กลุ่มชุดดินในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9	40
ตารางที่ 22	ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9	48
ตารางที่ 23	ดินที่มีปัญหาต่อการใช้ประโยชน์ทางการเกษตรในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9	51
ตารางที่ 24	ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในอินทรีย์วัตถุระดับต่างๆ	54
ตารางที่ 25	ปริมาณพื้นที่ผิวหน้าของอินทรีย์วัตถุเมื่อเปรียบเทียบกับดินชนิดต่าง ๆ	55
ตารางที่ 26	อิทธิพลของขนาดของปุ๋ยหมักต่อการอัตรา mineralization ของไนโตรเจน	71
ตารางที่ 27	การปลดปล่อยจุลธาตุของปุ๋ยหมัก 2 ชนิด (เปอร์เซ็นต์ของธาตุทั้งหมด)	72
ตารางที่ 28	จำนวนปศุสัตว์ที่สำคัญในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 ปี 2563	75
ตารางที่ 29	ผลวิเคราะห์ธาตุอาหารในปุ๋ยคอก	76
ตารางที่ 30	ชนิดของไรโซเบียมที่เข้าอยู่อาศัยในพืชตระกูลถั่ว	81
ตารางที่ 31	แสดงปริมาณไนโตรเจนที่พืชปุ๋ยสด (ตระกูลถั่ว) ชนิดต่างๆ ตรึงได้	84
ตารางที่ 32	แสดงมวลชีวภาพและปริมาณธาตุอาหารหลักของพืชปุ๋ยสดบางชนิดในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9	94
ตารางที่ 33	แสดงน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และคุณสมบัติทางเคมีของพืชปุ๋ยสด 5 ชนิด	98
ตารางที่ 34	แสดงระดับอินทรีย์วัตถุในดินตามมาตรฐานสากล	98
ตารางที่ 35	ปริมาณธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรองในน้ำหมักชีวภาพจากวัตถุดิบบางชนิด	102
ตารางที่ 36	ปริมาณวัสดุอินทรีย์ และปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากพืชเศรษฐกิจในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9	115

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 37 ปริมาณปุ๋ยคอกและปุ๋ยคอกในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9	115
ตารางที่ 38 ปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากแหล่งต่างๆ ในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 ปี 2563	115
ตารางที่ 39 อิทธิพลของการไถยิปซั่มและปุ๋ยพืชสดต่อข้าวที่ปลูกในดินโซดิก	120
ตารางที่ 40 ผลของฟอสโฟยิปซั่มต่ออัตราการแทรกซึม (infiltration rates) ของน้ำในดินชนิดต่าง ๆ	121
ตารางที่ 41 ผลของความลาดชันของพื้นที่และการใช้ฟอสโฟยิปซั่มต่ออัตราการแทรกซึม (infiltration rate) น้ำไหลบ่า (runoff) และปริมาณการสูญเสียดินที่มีอนุภาคดินเหนียวร้อยละ 18	121
ตารางที่ 42 ผลของการใช้ยิปซั่มต่อการงอกของเมล็ด การแทงโผล่ผิวดินของต้นกล้าฝ้ายและความแข็งของครัสต์ (crust) ของดินฝ้าย	122
ตารางที่ 43 ตัวอย่างปริมาณของฟอสฟอรัสในหินฟอสเฟต และปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต	124

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 สมุดน้ำเพื่อการเกษตรในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 จากการประเมินข้อมูลอากาศ ปี 2536-2565	17
ภาพที่ 2 แสดงแม่น้ำสายสำคัญๆ ในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9	24
ภาพที่ 3 กระบวนการย่อยสลายตัวของอินทรีย์วัตถุ	52
ภาพที่ 4 ความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารของ carboxylic group และ phenolic OH group	55
ภาพที่ 5 กระบวนการเติมโปรตอนของ amine group บนอนุภาคอินทรีย์วัตถุ	55
ภาพที่ 6 ความต้านทานการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่างของดิน	56
ภาพที่ 7 สภาพการเลี้ยงปศุสัตว์ และการเก็บรวบรวมปุ๋ยคอกในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9	76
ภาพที่ 8 ลักษณะของเมล็ดพันธุ์พืชปุ๋ยสดที่ใช้ในการปรับปรุงบำรุงดิน	79
ภาพที่ 9 แสดงการติดปมบริเวณลำต้น และรากของพืชปุ๋ยสดตระกูลถั่ว	83
ภาพที่ 10 ลักษณะของเมล็ด และต้นถั่วพุ่มในแปลงทดลองจังหวัดกำแพงเพชร	89
ภาพที่ 11 ลักษณะต้น ฝัก ดอก และเมล็ดของถั่วพุ่ม	90
ภาพที่ 12 ลักษณะต้น ดอก และเมล็ดปอเทือง	91
ภาพที่ 13 ลักษณะของฝัก และเมล็ดถั่วมะแฮะ	92
ภาพที่ 14 ลักษณะต้นโสนอัฟริกัน และการติดปมที่ลำต้น	93
ภาพที่ 15 ลักษณะของฝัก และเมล็ดถั่วแปบ	94
ภาพที่ 16 การย่อยสลายตัวของอินทรีย์วัตถุที่ได้จากพืชปุ๋ยสด	97
ภาพที่ 17 ขั้นตอนการผลิตน้ำหมักชีวภาพ	100
ภาพที่ 18 ปัญหาการเผาทำลายวัสดุตอซังพืชในพื้นที่เกษตรกรรมสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9	107
ภาพที่ 19 ชนิดและวัสดุตอซังพืชที่สำคัญในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9	108
ภาพที่ 20 การไถกลบตอซังฟางข้าวในที่ลุ่มหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต	109
ภาพที่ 21 ลักษณะปุ๋ยโคโลไมต์ที่นำมาใช้ในการปรับปรุงดิน	119
ภาพที่ 22 ยิปซัม และโรงงานผลิตในพื้นที่อำเภอหนองบัว จังหวัดนครสวรรค์	119
ภาพที่ 23 ลักษณะหินฟอสเฟต และหินฟอสเฟตที่นำมาบดละเอียดแล้ว	123
ภาพที่ 24 ลักษณะทางกายภาพของสารเอ็ม เค	125
ภาพที่ 25 ลักษณะของสารโพลีอะคริลาไมด์ (PAM) ในรูปของเหลวและผง	127

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 26 ลักษณะสระเก็บน้ำตามโครงการ 1 ตำบล 1 กลุ่มเกษตรกรทฤษฎีใหม่ ในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9	133
ภาพที่ 27 ลักษณะแหล่งน้ำในไร่นานอกเขตชลประทานขนาดความจุ 1,260 ลูกบาศก์เมตร สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9	134

สารบัญตารางภาคผนวก

	หน้า
ตารางผนวกที่ 1	152
ชั้นความเหมาะสมของที่ดินต่อการปลูกข้าวในพื้นที่ สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9	
ตารางผนวกที่ 2	152
ชั้นความเหมาะสมของที่ดินต่อการปลูกข้าวโพดในพื้นที่ สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9	
ตารางผนวกที่ 3	152
ชั้นความเหมาะสมของที่ดินต่อการปลูกอ้อยในพื้นที่ สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9	
ตารางผนวกที่ 4	153
ชั้นความเหมาะสมของที่ดินต่อการปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่ สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9	
ตารางผนวกที่ 5	153
ชั้นความเหมาะสมของที่ดินต่อการปลูกยางพาราในพื้นที่ สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9	
ตารางผนวกที่ 6	153
แสดงเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์พืชตระกูลถั่วหลังเก็บ เกี่ยวช่วง 1 – 24 เดือน	
ตารางผนวกที่ 7	156
สถิติการผลิตเมล็ดพันธุ์พืชตระกูลถั่วตามภาคต่างๆ ของประเทศ	
ตารางผนวกที่ 8	159
แสดงจำนวนเมล็ดและน้ำหนักเมล็ดพันธุ์พืชบำรุงดินและพืชคลุม ดินบางชนิดในประเทศไทย	

สารบัญภาพภาคผนวก

	หน้า
ภาพผนวกที่ 1 แสดงหน้าตัดชุดดินที่พบในพื้นที่ของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9	161
ภาพผนวกที่ 2 แผนที่ความเหมาะสมของที่ดินเพื่อปลูกข้าวในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9	166
ภาพผนวกที่ 3 แผนที่ความเหมาะสมของที่ดินเพื่อปลูกข้าวโพดในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9	167
ภาพผนวกที่ 4 แผนที่ความเหมาะสมของที่ดินเพื่อปลูกอ้อยในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9	168
ภาพผนวกที่ 5 แผนที่ความเหมาะสมของที่ดินเพื่อปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9	169
ภาพผนวกที่ 6 แผนที่ความเหมาะสมของที่ดินเพื่อปลูกยางพาราในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9	170
ภาพผนวกที่ 7 คิวอาร์โค้ดแผนที่ทรัพยากรดินสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9	171

แบบการเสนอผลงาน

ระดับเชี่ยวชาญ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลบุคคล/ตำแหน่ง

ชื่อผู้ขอประเมิน นายตระกูล นามโลมา

ตำแหน่งปัจจุบัน นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ

หน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่งปัจจุบัน

1. ด้านการปฏิบัติการ

1.1 ศึกษา วิจัย และทดสอบการพัฒนาที่ดินในพื้นที่ ซึ่งมีความยุ่งยากซับซ้อนมาก ต้องอาศัยความรู้ทางวิชาการ ความชำนาญงาน และประสบการณ์สูงมากเป็นพิเศษ เพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตรได้อย่างยั่งยืน ข้าพเจ้ามีรายงานผลการศึกษาวิจัยดังต่อไปนี้

(1) ตระกูล นามโลมา สมพร บัวสรวง และวาสนา พ่วงแพ. 2541. ผลของการใช้ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์และปูนขาวต่อการปรับปรุงบำรุงดินสนป่าตองเพื่อปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. รายงานผลการวิจัยฝ่ายวิชาการ สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 กรมพัฒนาที่ดิน.

(2) ตระกูล นามโลมา วาสนา พ่วงแพ และมาลัย ผ่องแผ้ว. 2543. การจัดการชุดดินศรีเทพ (กลุ่มชุดดินที่ 16) เพื่อปลูกข้าวในจังหวัดนครสวรรค์. รายงานผลการวิจัยกลุ่มวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 กรมพัฒนาที่ดิน.

(3) ตระกูล นามโลมา ถวิล มงคลปัญญา เสถียร กลิ่นจำปา มาลัย ผ่องแผ้ว และวรรณพร พลแสง. 2545. เปรียบเทียบชนิดพืชปุ๋ยสดเพื่อการปลูกพืชเศรษฐกิจในกลุ่มชุดดินที่ 7 (ชุดดินนครปฐม). รายงานผลการวิจัยกลุ่มวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 กรมพัฒนาที่ดิน .

(4) ตระกูล นามโลมา วิฑูร ชินพันธุ์ และสมเกียรติ แถมพยัคฆ์. 2545. เปรียบเทียบการผลิตเมล็ดพันธุ์พืชปุ๋ยสดชนิดต่างๆ ในกลุ่มชุดดินที่ 33 (ชุดดินกำแพงแสน). รายงานผลการวิจัยกลุ่มวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 กรมพัฒนาที่ดิน.

(5) ตระกูล นามโลมา และสมเกียรติ แถมพยัคฆ์. 2546. การศึกษาชนิดพืชปุ๋ยสดเพื่อการปรับปรุงบำรุงดินในกลุ่มชุดดินที่ 28. รายงานผลการวิจัย กลุ่มวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดินสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 กรมพัฒนาที่ดิน 20 หน้า.

(6) ตระกูล นามโลมา ดานิเอล มุลอย และมาลัย ผ่องแผ้ว. 2546. ผลของการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอามิเมท โพลีเมอร์-อาร์ ซีโอไลท์ ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเพิ่มผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในชุดดินโคราช. รายงานผลการวิจัยกลุ่มวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 กรมพัฒนาที่ดิน.

(7) ตระกูล นามโลมา และวิฑูร ชินพันธุ์. 2546. เปรียบเทียบชนิดของพืชปุ๋ยสดเพื่อการปลูกข้าวโพดหวาน ในกลุ่มชุดดินที่ 33. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์กลุ่มวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 กรมพัฒนาที่ดิน 22 หน้า.

(8) ตระกูล นามโลมา วาสนา พ่วงแพ และมาลัย ผ่องแผ้ว. การจัดการดินเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในกลุ่มชุดดินที่ 28 จังหวัดนครสวรรค์. 2546. รายงานผลการวิจัยกลุ่มวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 กรมพัฒนาที่ดิน.

(9) ตระกูล นามโลมา ดานีเอล มุลอย และมาลัย ผ่องแผ้ว. 2547. การจัดการดินเพื่อเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังในกลุ่มชุดดินที่ 35 จังหวัดกำแพงเพชร. รายงานผลการวิจัยกลุ่มวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 กรมพัฒนาที่ดิน.

(10) ตระกูล นามโลมา สุภารัตน์ นันตลาต และสุรพล จตุพร. 2547. การจัดการดินที่เหมาะสมสำหรับปลูกข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ในกลุ่มชุดดินที่ 1. รายงานผลการวิจัยกลุ่มวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 กรมพัฒนาที่ดิน.

(11) ตระกูล นามโลมา ไชยวัฒน์ ศุภเสวตสรรค์ และชัชชัย ถิ่นโพธิ์ทอง. 2549. ผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำจากน้ำนมดิบคุณภาพต่ำร่วมกับการไถกลบตอซังเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวในกลุ่มชุดดินที่ 21. รายงานผลการวิจัยกลุ่มวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 กรมพัฒนาที่ดิน 58 หน้า.

(12) ตระกูล นามโลมา ดานีเอล มุลอย และมาลัย ผ่องแผ้ว. 2549. อิทธิพลของปุ๋ยหมักอัตราต่างๆร่วมกับปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยอินทรีย์น้ำต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตพืชผักในกลุ่มชุดดินที่ 33. รายงานผลการวิจัยกลุ่มวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 กรมพัฒนาที่ดิน.

(13) วิภา หอมหวล มยุรี กระจายกลาง และตระกูล นามโลมา. 2552. ประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนของเชื้อไรโซเบียมที่แยกได้จากถั่วพุ่มในสภาพไร่นา. รายงานผลการวิจัยภาควิทยาศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร.

(14) ตระกูล นามโลมา ดานีเอล มุลอย และมาลัย ผ่องแผ้ว. 2553. ผลของการใช้สารโพลิอะคลิรามิดส์ ยิปซัม เอ็มเค และหญ้าแฝกต่อการชะล้างพังทลายของดิน ผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจเพื่อปลูกข้าวโพดในกลุ่มชุดดินที่ 29. รายงานผลการวิจัยกลุ่มวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 กรมพัฒนาที่ดิน.

(15) วิภา หอมหวล วภากร ศิริวงศ์ และตระกูล นามโลมา. 2554. ประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนของเชื้อไรโซเบียมถั่วพุ่มในดินกรดที่ปนเปื้อนไกลโฟเสต. รายงานผลการวิจัยภาควิทยาศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร.

(16) ตระกูล นามโลมา และบัญญัติ ปานศรี. 2565. ผลของการใช้สารปรับปรุงดิน ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพดหวานในชุดดินหนองมดจังหวัดนครสวรรค์. รายงานผลการวิจัยกลุ่มวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 กรมพัฒนาที่ดิน.

1.2 พัฒนาปรับปรุง แก้ไขปัญหาด้านการพัฒนาที่ดินให้เหมาะสมกับพื้นที่ ข้าพเจ้ามีผลงานที่ดำเนินการแล้วดังต่อไปนี้

(1) ปี 2554 โครงการออกแบบและจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในเขตพัฒนาที่ดิน บ้านปางสวรรค์ ตำบลคอกควาย อำเภอบ้านไร่ จังหวัดอุทัยธานี ครอบคลุมพื้นที่ 2,400 ไร่

(2) ปี 2555 โครงการออกแบบและจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม บ้านอีมาด-อีทราย ตำบลแก่งมะกรูด อำเภอบ้านไร่ จังหวัดอุทัยธานี ครอบคลุมพื้นที่ 500 ไร่

(3) ปี 2555 โครงการออกแบบและจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม บ้านเจ้าวัด ตำบลแก่งมะกรูด อำเภอบ้านไร่ จังหวัดอุทัยธานี ครอบคลุมพื้นที่ 350 ไร่

(4) ปี 2555 โครงการออกแบบและจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำพร้อมปลูกไม้ยืนต้นโตเร็ว บ้านดง ตำบลคอกควาย อำเภอบ้านไร่ จังหวัดอุทัยธานี ครอบคลุมพื้นที่ 150 ไร่

(5) ปี 2556 โครงการออกแบบและจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม บ้านเจ้าวัด ตำบลแก่งมะกรูด อำเภอบ้านไร่ จังหวัดอุทัยธานี ครอบคลุมพื้นที่ 300 ไร่

(6) ปี 2556 โครงการออกแบบและจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำพร้อมปลูกไม้ยืนต้นโตเร็ว บ้านดง ตำบลคอกควาย อำเภอบ้านไร่ จังหวัดอุทัยธานี ครอบคลุมพื้นที่ 100 ไร่

(26) ปี 2562 โครงการออกแบบและจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ลุ่ม-ดอน บ้านนาทุ่งเชือก ตำบลห้วยแห้ง อำเภอบ้านไร่ จังหวัดอุทัยธานี ครอบคลุมพื้นที่ 4,600 ไร่

(27) ปี 2562 โครงการออกแบบและจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม บ้านใหม่คลองอั้งวะ ตำบลแก่นมะกรูด อำเภอบ้านไร่ จังหวัดอุทัยธานี ครอบคลุมพื้นที่ 500 ไร่.

(28) ปี 2563 โครงการออกแบบและจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในเขตพัฒนาที่ดิน บ้านพุเลียบ ตำบลพุนกยูง อำเภอดงพิกุล จังหวัดนครสวรรค์ ครอบคลุมพื้นที่ 3,848 ไร่

(29) ปี 2564 โครงการออกแบบและจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ลุ่ม-ดอน บ้านเขาตะบองนาค ตำบลลำพยนต์ อำเภอดงพิกุล จังหวัดนครสวรรค์ ครอบคลุมพื้นที่ 2,300 ไร่

(30) ปี 2564 โครงการออกแบบและจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ลุ่ม-ดอน บ้านห้วยประแจ ตำบลอุดมธัญญา อำเภอดงพิกุล จังหวัดนครสวรรค์ ครอบคลุมพื้นที่ 2,300 ไร่

(31) ปี 2564 โครงการออกแบบและจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำปรับเปลี่ยนกิจกรรมการผลิตในพื้นที่ไม่เหมาะสมตามแผนที่เกษตรเชิงรุก (agri-map) บ้านห้วยหอม ตำบลหัวหวาย อำเภอดงพิกุล จังหวัดนครสวรรค์ ครอบคลุมพื้นที่ 180 ไร่

(32) ปี 2565 โครงการออกแบบและจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำปรับเปลี่ยนกิจกรรมการผลิตในพื้นที่ไม่เหมาะสมตามแผนที่เกษตรเชิงรุก (agri-map) บ้านหนองคุน้อย ตำบลลาดทิพรส อำเภอดงพิกุล จังหวัดนครสวรรค์ ครอบคลุมพื้นที่ 300 ไร่

(33) ปี 2565 โครงการออกแบบและจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่เสี่ยงภัยพิบัติทางการเกษตร บ้านน้ำวัง ตำบลลำพยนต์ อำเภอดงพิกุล จังหวัดนครสวรรค์ ครอบคลุมพื้นที่ 100 ไร่

(34) ปี 2565 โครงการออกแบบและจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในเขตพัฒนาที่ดิน บ้านโป่งสังข์ ตำบลพุนกยูง อำเภอดงพิกุล จังหวัดนครสวรรค์ ครอบคลุมพื้นที่ 1,000 ไร่

(35) ปี 2566 โครงการออกแบบและจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ลุ่ม-ดอน บ้านราษฎร์เจริญ บ้านโคกกระเทียม ตำบลลาดทิพรส อำเภอดงพิกุล จังหวัดนครสวรรค์ ครอบคลุมพื้นที่ 725 ไร่

(36) ปี 2566 โครงการออกแบบและจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำปรับเปลี่ยนกิจกรรมการผลิตในพื้นที่ไม่เหมาะสมตามแผนที่เกษตรเชิงรุก (agri-map) บ้านพุ่มะค่า บ้านแคทราย ตำบลอุดมธัญญา อำเภอดงพิกุล จังหวัดนครสวรรค์ ครอบคลุมพื้นที่ 165 ไร่

(37) ปี 2566 โครงการออกแบบและจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่เสี่ยงภัยพิบัติทางการเกษตร บ้านชัยตะคียน ตำบลสุขสำราญ อำเภอดงพิกุล จังหวัดนครสวรรค์ ครอบคลุมพื้นที่ 60 ไร่

(38) ปี 2567 โครงการออกแบบและจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่เสี่ยงภัยพิบัติทางการเกษตร บ้านชุมม่วง ตำบลชุมตาบง อำเภอชุมตาบง จังหวัดนครสวรรค์ ครอบคลุมพื้นที่ 60 ไร่

(39) ปี 2567 โครงการออกแบบและจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ลุ่ม-ดอน บ้านโคกสง่า บ้านหนองใหญ่ ตำบลลำพยนต์ อำเภอดงพิกุล จังหวัดนครสวรรค์ ครอบคลุมพื้นที่ 670 ไร่

(40) ปี 2567 โครงการออกแบบและจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อป้องกันพื้นที่ต้นน้ำการอนุรักษ์และพัฒนาพื้นที่พื้นที่การเกษตรบึงบอระเพ็ด บ้านคลองสมอ ตำบลหนองกลับ อำเภอหนองบัว จังหวัดนครสวรรค์ ครอบคลุมพื้นที่ 500 ไร่

(41) ปี 2567 โครงการออกแบบและจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำปรับเปลี่ยนกิจกรรมการผลิตในพื้นที่ไม่เหมาะสมตามแผนที่เกษตรเชิงรุก (agri-map) บ้านลาดทิพรส ตำบลลาดทิพรส อำเภอดงพิกุล จังหวัดนครสวรรค์ ครอบคลุมพื้นที่ 245 ไร่

(42) ปี 2554-2562 โครงการก่อสร้างแหล่งน้ำในไร่นานอกเขตชลประทาน ขนาดความจุ 1,260 ลูกบาศก์เมตร ในพื้นที่จังหวัดอุทัยธานี จำนวน 1,808 บ่อ คิดเป็นพื้นที่กักเก็บน้ำผิวดินรวม 2,278,080 ลูกบาศก์เมตร

(43) ปี 2563-2567 โครงการก่อสร้างแหล่งน้ำในไร่นานอกเขตชลประทาน ขนาด 1,260 ลูกบาศก์เมตร ในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 2,291 บ่อ คิดเป็นพื้นที่กักเก็บน้ำผิวดินรวม 2,886,660 ลูกบาศก์เมตร

(44) ปี 2564 ก่อสร้างแหล่งน้ำตามโครงการ 1 ตำบล 1 กลุ่มเกษตรกรทฤษฎีใหม่ ขนาดความจุ 1,800 2,100 2,800 และ 3,500 ลูกบาศก์เมตรในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 738 บ่อ คิดเป็นพื้นที่กักเก็บน้ำผิวดินรวม 314,980 ลูกบาศก์เมตร

1.3 ฝึกอบรม และถ่ายทอดเทคโนโลยีแก่หมอดินอาสา และเกษตรกรทั่วไป เพื่อสร้างเครือข่ายการถ่ายทอดเทคโนโลยีการพัฒนาที่ดินอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน ข้าพเจ้ามีผลงานดังนี้

(1) เป็นวิทยากรฝึกอบรมหัวหน้าฝ่ายไร่ ของบริษัทน้ำตาลบ้านโป่งจำกัด จังหวัดราชบุรี เรื่อง การปรับปรุงบำรุงดินเพื่อเพิ่มผลผลิตอ้อยอย่างยั่งยืน ปี 2552 จำนวน 100 ราย

(2) การฝึกอบรมหมอดินอาสาด้านการพัฒนาที่ดินของจังหวัดอุทัยธานี หลักสูตร โครงการฝึกอบรมและพัฒนาหมอดินอาสาประจำปีงบประมาณ 2555-2562 จำนวน 600 ราย

(3) เป็นวิทยากรบรรยายกลุ่มเกษตรกรในจังหวัดอุทัยธานี หลักสูตร การพัฒนาสมาชิกกลุ่มเกษตรกรอินทรีย์ลดใช้สารเคมีทางการเกษตร ปีงบประมาณ 2556 จำนวน 2 รุ่นๆละ 200 ราย

(4) เป็นวิทยากรฝึกอบรมหัวหน้าฝ่ายไร่ ของบริษัทอุตสาหกรรมน้ำตาลบ้านไร่จำกัด เรื่อง การใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน ปี 2555 จำนวน 50 ราย

(5) การฝึกอบรมหมอดินอาสาของจังหวัดนครสวรรค์ หลักสูตร การพัฒนาศักยภาพของหมอดินอาสาด้านการพัฒนาที่ดินตามบริบทของท้องถิ่น ประจำปี 2563-2567 จำนวน 1,475 ราย

(6) การฝึกอบรมหมอดินอาสาของจังหวัดนครสวรรค์ หลักสูตร เกษตรอินทรีย์วิถีชีวิตที่สมดุล และยั่งยืน ปี 2564 จำนวน 128 ราย

1.4 ศึกษา และพัฒนาดำเนินงานตามแผนงานพัฒนาทรัพยากรที่ดิน และแผนพัฒนาการเกษตร เพื่อให้มีการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างเต็มศักยภาพ

1.5 เสนอแนวทางในการจัดทำแผนพัฒนาทรัพยากรที่ดินระดับพื้นที่ เพื่อสามารถพัฒนาที่ดินให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่

2. ด้านการวางแผน

วางแผนการทำงานที่รับผิดชอบร่วมดำเนินการวางแผนการทำงานของหน่วยงานหรือ โครงการ เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปตามเป้าหมายผลสัมฤทธิ์ที่กำหนด ข้าพเจ้ามีผลงานที่ดำเนินการแล้วหรือกำลังดำเนินงานดังต่อไปนี้

2.1 ปี 2554-2562 วางแผนการดำเนินงานโครงการออกแบบและจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่จังหวัดอุทัยธานี ร่วมกับหน่วยพัฒนาที่ดิน สถานีพัฒนาที่ดินอุทัยธานี จำนวน 26 โครงการ

2.2 ปี 2554-2562 วางแผนการดำเนินงานโครงการก่อสร้างแหล่งน้ำในไร่นานอกเขตชลประทาน ขนาดความจุ 1,260 ลูกบาศก์เมตร ในพื้นที่จังหวัดอุทัยธานี ร่วมกับหน่วยพัฒนาที่ดิน จำนวน 1,808 บ่อ คิดเป็นพื้นที่กักเก็บน้ำผิวดินรวม 2,278,080 ลูกบาศก์เมตร

2.3 ปี 2554-2562 วางแผนการดำเนินงานโครงการปรับปรุงพื้นที่ดินกรดในพื้นที่จังหวัดอุทัยธานี ร่วมกับหน่วยพัฒนาที่ดิน สถานีพัฒนาที่ดินอุทัยธานี จำนวน 6,480 ไร่

2.4 ปี 2554-2562 วางแผนการดำเนินงานส่งเสริมการใช้ปุ๋ยพืชสดเพื่อปรับปรุงบำรุงดินพื้นที่จังหวัดอุทัยธานี ร่วมกับหน่วยพัฒนาที่ดิน สถานีพัฒนาที่ดินอุทัยธานี จำนวน 9,000 ไร่

2.5 ปี 2561 วางแผนการดำเนินงานโครงการออกแบบและก่อสร้างฝายชะลอน้ำแบบ soil-cement เพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ บ้านห้วยแห้ง ตำบลห้วยแห้ง อำเภอบ้านไร่ จังหวัดอุทัยธานี ร่วมกับหน่วยพัฒนาที่ดิน สถานีพัฒนาที่ดินอุทัยธานี จำนวน 6 ฝาย

2.6 ปี 2563-2567 วางแผนการดำเนินงานโครงการออกแบบและจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ ร่วมกับหน่วยพัฒนาที่ดิน สถานีพัฒนาที่ดินนครสวรรค์ จำนวน 14 โครงการ

2.7 ปี 2563-2567 วางแผนการดำเนินงานโครงการก่อสร้างแหล่งน้ำในไร่นานอกเขตชลประทาน ขนาด 1,260 ลูกบาศก์เมตร ในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ ร่วมกับหน่วยพัฒนาที่ดิน สถานีพัฒนาที่ดินนครสวรรค์ จำนวน 2,291 บ่อ คิดเป็นพื้นที่กักเก็บน้ำผิวดินรวม 2,886,660 ลูกบาศก์เมตร

2.8 ปี 2563-2567 วางแผนการดำเนินงานโครงการปรับปรุงพื้นที่ดินกรดในพื้นที่จังหวัดอุทัยธานี ร่วมกับหน่วยพัฒนาที่ดิน สถานีพัฒนาที่ดินอุทัยธานี จำนวน 2,480 ไร่

2.9 ปี 2563-2567 วางแผนการดำเนินงานส่งเสริมการใช้ปุ๋ยพืชสดเพื่อปรับปรุงบำรุงดินพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ ร่วมกับหน่วยพัฒนาที่ดิน สถานีพัฒนาที่ดินนครสวรรค์ จำนวน 5,000 ไร่

2.10 ปี 2564 วางแผนการดำเนินงานก่อสร้างแหล่งน้ำตามโครงการ 1 ตำบล 1 กลุ่มเกษตรกรทฤษฎีใหม่ ขนาดความจุ 1,800 2,100 2,800 และ 3,500 ลูกบาศก์เมตรในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ ร่วมกับหน่วยพัฒนาที่ดิน สถานีพัฒนาที่ดินนครสวรรค์ จำนวน 738 บ่อ คิดเป็นพื้นที่กักเก็บน้ำผิวดินรวม 2,750,300 ลูกบาศก์เมตร

2.11 วางแผนการดำเนินงานโครงการวิจัยปี 2568 ร่วมกับนักวิจัยในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 ในฐานะคณะทำงานด้านวิชาการระดับหน่วยงาน (คณะ 1) จำนวน 6 เรื่อง ดังนี้

(1) การใช้แบคทีเรียสังเคราะห์แสง (พด.15) ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพ และปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว กข79 ในชุดดินสุโขทัย จังหวัดนครสวรรค์

(2) การใช้แบคทีเรียสังเคราะห์แสง (พด.15) ร่วมกับอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (พด.13) และปุ๋ยเคมี ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในชุดดินตาคลี จังหวัดนครสวรรค์

(3) การศึกษาการใช้พืชปุ๋ยสดเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวในชุดดินทัพทัน กลุ่มชุดดินที่ 22 จังหวัดอุทัยธานี

(4) ผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงร่วมกับปุ๋ยชีวภาพและปุ๋ยเคมี ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชผัก ในชุดดินไทรงาม จังหวัดนครสวรรค์

(5) ศึกษาประสิทธิภาพของระบบหญ้าแฝกต่อการฟื้นฟูและอนุรักษ์ทรัพยากรดินในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยกระเสียว-ห้วยท่ากวย

(6) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีของดินจากการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยกระเสียว-ห้วยท่ากวย

3. ด้านการประสานงาน

3.1 ประสานการทำงานร่วมกันทั้งภายในและภายนอกทีมงานหรือหน่วยงาน เพื่อให้เกิดความร่วมมือและผลสัมฤทธิ์ตามที่กำหนดไว้

3.2 ชี้แจง และให้รายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูล ข้อเท็จจริง แก่บุคคลหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อสร้างความเข้าใจหรือความร่วมมือในการดำเนินงานตามที่ได้รับมอบหมาย

4. ด้านการบริการ

4.1 รวบรวม จัดทำข้อมูล การจัดทำรายงานเกี่ยวกับสารสนเทศทางการเกษตร เพื่อใช้ในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ และให้บริการข้อมูลแก่ผู้ผลิต ผู้ประกอบการ และผู้เกี่ยวข้อง

4.2 ให้คำปรึกษา แนะนำ จัดทำสื่อเผยแพร่ความรู้ทางวิชาการเกษตรแก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เกษตรกร ผู้ประกอบการและประชาชนทั่วไป เพื่อให้สามารถนำความรู้ไปใช้ปฏิบัติให้เกิดประโยชน์

4.3 ให้คำปรึกษา แนะนำ ในงานด้านวิชาการแก่เจ้าหน้าที่ระดับรองลงมา เพื่อให้สามารถ ดำเนินงาน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตำแหน่งที่จะแต่งตั้ง นักวิชาการเกษตรเชี่ยวชาญ

หน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่งที่จะแต่งตั้ง

1. ศึกษา วิเคราะห์ วิจัย ด้านวางระบบการพัฒนาที่ดิน เกี่ยวกับการปรับปรุงบำรุงดิน การอนุรักษ์ดินและน้ำ การสำรวจ และจำแนกดิน และการวางแผนการใช้ที่ดิน บูรณาการข้อมูล เพื่อพัฒนาหรือแก้ไขปัญหาทรัพยากรดิน และที่ดิน รวมทั้งภาวะความเสี่ยงทางภาคเกษตร และภัยพิบัติทางธรรมชาติในเขตพื้นที่รับผิดชอบ
2. ให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ และข้อคิดเห็น เพื่อวางระบบการพัฒนาที่ดินให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ และเพื่อผลในการกำหนดยุทธศาสตร์ นโยบาย แผนงาน และโครงการของกรมพัฒนาที่ดิน
3. ถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านการวางระบบการพัฒนาที่ดิน และที่ดิน การแก้ไขปัญหาทรัพยากรดิน และที่ดิน และวิชาการอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง แก่นักวิชาการ และผู้ปฏิบัติงานในสังกัดกรมพัฒนาที่ดิน เกษตรกร ประชาชน และบุคลากรของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในเขตพื้นที่รับผิดชอบเพื่อที่สามารถนำไปปฏิบัติให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ
4. เป็นตัวแทนของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต และกรมพัฒนาที่ดิน ในการเข้าร่วมประชุมผู้แทนหน่วยงานในระดับกระทรวง และระดับประเทศ เพื่อชี้แจงให้ข้อมูล แลกเปลี่ยนความคิด และข้อเสนอแนะทางวิชาการวางระบบการพัฒนาที่ดินแก่ที่ประชุม

ส่วนที่ 2 ผลงานที่เป็นผลการปฏิบัติงานหรือผลสำเร็จของงาน

1. เรื่อง ทรัพยากรดินและการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ สารปรับปรุงดินในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9

2. ระยะเวลาการดำเนินการ เดือนพฤษภาคม 2564 ถึงเดือนมิถุนายน 2566 .

3. ความรู้ ความชำนาญงาน หรือความเชี่ยวชาญและประสบการณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

3.1 ความรู้ด้านทรัพยากรดิน การจัดการดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ การจัดการดินที่มีปัญหาด้านต่างๆ เช่น ปัญหาการชะล้างพังทลาย ปัญหาดินตื้น ปัญหาดินทรายและดินทรายจัด ให้เหมาะสมสำหรับการทำการเกษตรอย่างยั่งยืน

3.2 ความรู้ด้านเทคโนโลยีปุ๋ยอินทรีย์ และการใช้ประโยชน์ปุ๋ยอินทรีย์ในพื้นที่เกษตรกรรม

3.3 ความรู้ด้านสารปรับปรุงดิน การปรับปรุงดินโดยใช้สารปรับปรุงดินเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อเกษตรกรรม

3.4 ความรู้เกี่ยวกับอินทรีย์วัตถุ การจัดการอินทรีย์วัตถุเพื่อการปรับปรุงดินและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน

3.5 ความรู้เกี่ยวกับการพัฒนาที่ดินด้วยแนวทางเศรษฐกิจพอเพียงและการเกษตรทฤษฎีใหม่

4. สรุปสาระสำคัญ ขั้นตอนการดำเนินการ และเป้าหมายของงาน

4.1 บทคัดย่อ

เอกสารวิชาการเรื่อง ทรัพยากรดินและการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ สารปรับปรุงดินในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 ดำเนินการระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2565 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2566 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลทรัพยากรดินและการจัดการปุ๋ยอินทรีย์ สารปรับปรุงดิน ในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 และเพื่อรวบรวมข้อมูลด้านทรัพยากรดิน และการจัดการปุ๋ยอินทรีย์ สารปรับปรุงดิน ในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 ให้กับผู้เกี่ยวข้องที่สนใจได้ใช้ประโยชน์ต่อไป ตลอดจนเพื่อจะใช้เป็นฐานข้อมูลในการวางแผนพัฒนาการเกษตรด้านการจัดการทรัพยากรดิน และการจัดการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ สารปรับปรุงดิน ในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 มีขั้นตอนเริ่มจากจัดทำร่างกำหนดขอบเขต และเรียงลำดับเนื้อหาเอกสารรวบรวมข้อมูล และเอกสารที่เกี่ยวข้อง ทั้งที่เป็นข้อมูลสารสนเทศในระบบดิจิทัล ข้อมูลเอกสารเกี่ยวกับลักษณะทั่วไป ข้อมูลด้านทรัพยากรดิน และการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ สารปรับปรุงดินต่าง ๆ ในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 ข้อมูลผลการวิจัย และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำข้อมูลทั้งหมดดังกล่าวข้างต้นมาเรียบเรียง วิเคราะห์ และสังเคราะห์ สรุปเนื้อหาเกี่ยวกับทรัพยากรดิน และการจัดการปุ๋ยอินทรีย์ สารปรับปรุงดิน ในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9

ผลการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 มีจังหวัดในความรับผิดชอบ 5 จังหวัด คือ จังหวัดนครสวรรค์ จังหวัดอุทัยธานี จังหวัดกำแพงเพชร จังหวัดตาก และจังหวัดสุโขทัย ครอบคลุมพื้นที่ 30,049,169 ไร่ เป็นพื้นที่ทางการเกษตร 15,731,385 ไร่ หรือคิดเป็น 52.4 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ทรัพยากรดิน ประกอบไปด้วยกลุ่มชุดดิน 40 กลุ่ม ชุดดิน 94 ชุดดิน แบ่งเป็นกลุ่มชุดดินพื้นที่ลุ่ม 17 กลุ่ม กลุ่มชุดดินพื้นที่ดอน 22 กลุ่ม กลุ่มชุดดินพื้นที่สูงและภูเขา 1 กลุ่ม ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินอยู่ในระดับต่ำจำนวน 4,549,393 ไร่ ระดับต่ำถึงปานกลาง 4,935,462 ไร่ ระดับปานกลางถึงสูง 6,087,052 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 15.14 16.42 และ 20.26 ตามลำดับ ปัญหาทรัพยากรดินที่ต้องได้รับการแก้ไขแบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ 1) ปัญหาความอุดมสมบูรณ์ต่ำเนื่องจากดินมีอินทรีย์วัตถุต่ำ (ต่ำกว่า 1.5 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งมีพื้นที่มากถึง 4.55 ล้านไร่ หรือร้อยละ 15.10 ของพื้นที่ทั้งหมด 2) ปัญหาการชะล้างพังทลายของดิน ในระดับปานกลางถึงรุนแรงมาก (20 ถึงมากกว่า 100 ตันต่อไร่ต่อปี) จำนวน 12,611,415 ไร่ หรือร้อยละ 41.84 ของพื้นที่

ทั้งหมด 3) ปัญหาดินตื้น 3,592,645 ไร่ หรือร้อยละ 11.92 ของพื้นที่ทั้งหมด 4) ปัญหาดินทรายและดินทรายจัด 1,358,087 ไร่ หรือร้อยละ 4.51 ของพื้นที่ทั้งหมด จากปัญหาดินดังกล่าวแนวทางการแก้ไขคือ การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ เช่น ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก ปุ๋ยพืชสด น้ำหมักชีวภาพ และการไถกลบตอซัง รวมทั้งการใช้สารปรับปรุงดิน โดยแบ่งเป็นประเภทสารปรับปรุงดินในลักษณะของหินและแร่ และสารปรับปรุงดินในรูปสารสังเคราะห์ ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อมูลศักยภาพและความเป็นไปได้ในการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 ตามวัสดุอินทรีย์จากพืชเศรษฐกิจหลัก 5 ชนิด ได้แก่ ข้าว ข้าวโพด อ้อย มันสำปะหลัง และสับปะรด พบว่า มีประมาณวัสดุอินทรีย์รวมทั้งสิ้น 4,130,303.44 ตัน คิดเป็นปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากวัสดุอินทรีย์จากพืชปริมาณ 2,142,436.36 ตัน หรือ ร้อยละ 59.02 ของวัสดุอินทรีย์ทั้งหมด ปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากมูลสัตว์ จำนวน 1,645,793.37 ตัน หรือร้อยละ 40.07 ของวัสดุอินทรีย์ทั้งหมด ปุ๋ยพืชสดจำนวน 37,374.12 ตัน หรือร้อยละ 0.90 ของวัสดุอินทรีย์ทั้งหมด ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากทุกแหล่งดังกล่าวข้างต้น สามารถนำไปใช้บำรุงดินในพื้นที่ดินมีปัญหาด้านขาดแคลนอินทรีย์วัตถุ (ต่ำกว่า 1.5 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งมีพื้นที่รวม 4,649,393 ไร่ ได้เฉลี่ย 907.88 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งยังไม่เพียงพอตามอัตราแนะนำการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ส่วนสารปรับปรุงดินพบว่า มีการใช้สารปรับปรุงดินประเภทปูนโดโลไมต์มาแล้ว จำนวน 19,060 ตัน เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ที่ดินเป็นกรดจัด (pH ต่ำกว่า 5.5) สามารถนำไปใช้ปรับปรุงได้จำนวน 38,120 ไร่ (อัตราตามคำแนะนำ 500 กิโลกรัมต่อไร่) รวมทั้งได้ดำเนินการก่อสร้างแหล่งน้ำผิวดินตามโครงการ 1 ตำบล 1 กลุ่มเกษตรกรทฤษฎีใหม่รวมจำนวน 1,046 บ่อ สามารถสร้างพื้นที่กักเก็บน้ำผิวดินรวมทั้งสิ้น 2,750,300 ลูกบาศก์เมตร และโครงการแหล่งน้ำในไร่นานอกเขตชลประทาน จำนวน 33,456 บ่อ คิดเป็นความจุกักเก็บน้ำผิวดินตามโครงการรวมทั้งสิ้น 42,154,560 ลูกบาศก์เมตร

คำสำคัญ ทรัพยากรดิน กลุ่มชุดดิน ชุดดิน อินทรีย์วัตถุ ปุ๋ยอินทรีย์ สารปรับปรุงดิน
สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9

4.2 Abstract

The academic document on Soil Resources and Usage of Organic Fertilizers Soil Conditioners in Land Development Office Region 9 was conducted during May 2022 to July 2023. The objectives are to study and analyze soil resource data and the management of organic fertilizers and soil conditioners in the area of the Land Development Office Region 9, and to collect data on soil resources and the management of organic fertilizers and soil conditioners in the area of the Land Development Office Region 9 for interested parties to use, as well as to use it as a database for planning agricultural development in the management of soil resources and the management of the use of organic fertilizers and soil conditioners in the area of the Land Development Office Region 9. The steps start from drafting the scope and sequencing the content of the document, collecting data and related documents, both digital information, documents on general characteristics, soil resources and the use of various organic fertilizers and soil conditioners in the area of the Land Development Office Region 9, research results and related research. All of the above data are compiled, analyzed and synthesized, summarizing the content on soil resources and the management of organic fertilizers and soil conditioners. In the area of the Land Development Office Region 9,

The results of data collection and analysis found that the Land Development Office Region 9 has 5 provinces under its responsibility: Nakhon Sawan, Uthai Thani, Kamphaeng Phet, Tak, and Sukhothai. It covers an area of 30,049,169 rai, of which 15,731,385 rai or 52.4 percent is agricultural land. Soil resources consist of 40 soil series and 94 soil series, divided into 17 lowland soil series, 22 upland soil series and 1 highland and mountain soil series. Soil fertility levels are low at 4,549,393 rai, low to medium at 4,935,462 rai, and medium to high at 6,087,052 rai, accounting for 15.14, 16.42 and 20.26 percent, respectively. Soil resource problems that need to be resolved are divided into 4 types: 1) The problem of low fertility due to soil having low organic matter (less than 1.15 percent), which covers an area of up to 4.55 million rai or 15.10 percent of the total area; 2) The problem of soil erosion. At a moderate to very severe level (20 to more than 100 tons per rai per year), 12,611,415 rai or 41.84 percent of the total area 3) Shallow soil problem, 3,592,645 rai or 11.92 percent of the total area 4) Sandy soil and very sandy soil problem, 1,358,087 rai or 4.51 percent of the total area. From the aforementioned soil problem, the solution is to use various types of organic fertilizers such as compost, manure, green manure, bio-fermented juice, and burying stubble, including the use of soil conditioners, which are divided into soil conditioners in the form of rocks and minerals and soil conditioners in the form of synthetic substances. From the analysis of potential and feasibility data on the use of organic fertilizers in the area of the Land Development Office Region 9, according to organic materials from 5 main economic plants, namely rice, corn, sugarcane, cassava, and pineapple, it was found that there were approximately 4,130,303.44 tons of organic materials in total, of which 2,142,436.36 tons or 59.02 percent of the total organic materials were obtained from organic materials from plants, 1,645,793.37 tons or 40.07 percent of the total organic materials were obtained from animal

waste, and 37,374.12 tons or 0.90 percent of the total organic materials were obtained from green manure. Organic fertilizers from all the sources mentioned above can be used to nourish the soil in areas with problems of lacking organic matter (less than 1.5 percent) covering a total area of 4,649,393 rai, with an average of 907.88 kilograms per rai, which is still insufficient for the recommended rate of organic fertilizer use. As for soil conditioners, it was found that: Dolomite lime has been used in 19,060 tons. When compared to the area of highly acidic soil (pH below 5.5), it can be used to improve an area of 38,120 rai (at the recommended rate of 500 kilograms per rai). In addition, the construction of surface water sources under the 1 Tambon , 1 New Theory Agriculture Group Project has been carried out, totaling 1,046 ponds, which can create a total surface water storage area of 2,750,300 cubic meters, and the project of sources in rice fields outside the irrigation area, totaling 33,456 ponds, for a total surface water storage capacity under the project of 42,154,560 cubic meters.

Keywords Soil Resources Soil group Soil series Organic matter Organic fertilizers
 Soil conditioners Land Development Office Region 9

4.3 วัตถุประสงค์

4.3.1 เพื่อศึกษาข้อมูลทรัพยากรดินและการจัดการปุ๋ยอินทรีย์ สารปรับปรุงดิน ในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9

4.3.2 เพื่อเป็นฐานข้อมูลในการวางแผนพัฒนาการเกษตรด้านดินและปุ๋ย ในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9

4.3.3 เพื่อรวบรวมข้อมูลด้านดินและปุ๋ย ในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 ให้กับผู้เกี่ยวข้องที่สนใจได้ใช้ประโยชน์ต่อไป

4.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

4.4.1 ร่างกำหนด ขอบเขตและเรียงลำดับเนื้อหาเอกสาร

4.4.2 รวบรวมข้อมูล และเอกสารที่เกี่ยวข้องโดยแบ่งเป็น

1) ข้อมูลสารสนเทศในระบบดิจิทัล เช่น แผนที่ดิน แผนที่ สภาพพื้นที่ในลักษณะ 3D แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ทั้ง 5 จังหวัดของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9

2) ข้อมูลลักษณะทั่วไปของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 ทั้ง 5 จังหวัด เช่น ขอบเขตพื้นที่การปกครอง สภาพแวดล้อมทางกายภาพ ลักษณะภูมิอากาศ ลักษณะพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินทางการเกษตร

3) ข้อมูลด้านทรัพยากรดิน และข้อมูลโครงการเขตพัฒนาที่ดินงานจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9

4) เอกสารข้อมูลผลการวิจัย และผลการวิเคราะห์ดิน ในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 เพื่อนำมาอ้างอิง และวิเคราะห์แนวโน้ม เปรียบเทียบกับสภาพการณ์ในปัจจุบัน

4.5.3. นำข้อมูลเอกสารทั้งหมดดังกล่าวข้างต้นมาเรียบเรียง วิเคราะห์ และสังเคราะห์ สรุปเนื้อหาเกี่ยวกับทรัพยากรดิน การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ สารปรับปรุงดิน พื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 ต่อไป

4.5 ข้อมูลพื้นฐานทั่วไปในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9

4.5.1 ที่ตั้งและอาณาเขต

สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 มีจังหวัดในเขตความรับผิดชอบ 5 จังหวัด คือ จังหวัดนครสวรรค์ จังหวัดอุทัยธานี จังหวัดกำแพงเพชร จังหวัดตาก และจังหวัดสุโขทัย ครอบคลุมพื้นที่ 30,049,169 ไร่ โดยจังหวัดนครสวรรค์มีเนื้อที่ 5,998,542 ไร่ ร้อยละ 20.0 ของพื้นที่ทั้งหมด จังหวัดอุทัยธานี 4,206,404 ไร่ ร้อยละ 14.0 ของพื้นที่ทั้งหมด จังหวัดกำแพงเพชร 5,379,681 ไร่ ร้อยละ 17.9 ของพื้นที่ทั้งหมด จังหวัดตาก 10,341,985 ไร่ ร้อยละ 34.4 ของพื้นที่ทั้งหมด และจังหวัดสุโขทัย 4,122,557 ไร่ ร้อยละ 13.7 ของพื้นที่ทั้งหมด โดยมีอาณาเขตทิศเหนือติดต่อกับจังหวัดลำปาง ทิศใต้ติดต่อกับจังหวัดสุพรรณบุรี และจังหวัดชัยนาท ทิศตะวันออกติดต่อกับจังหวัดเพชรบูรณ์ และจังหวัดชัยภูมิ ทิศตะวันตกติดต่อกับจังหวัดกาญจนบุรี และสาธารณรัฐสังคมนิยมแห่งสหภาพพม่า (สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9, 2545)

4.5.2 สภาพภูมิประเทศ

สภาพพื้นที่ทั่วไปของพื้นที่ในเขตรับผิดชอบของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 มีทั้งภูเขาสูง เนินเขาสูง ที่ดอน ที่ลาดชัน ที่ค่อนข้างราบเรียบ และที่ราบลุ่ม สามารถจำแนกสภาพพื้นที่ตามชั้นความลาดชันที่กำหนดโดยกรมพัฒนาที่ดิน ดังนี้

1) พื้นที่ราบเรียบถึงค่อนข้างราบเรียบมีความลาดชันร้อยละ 0-2 ส่วนใหญ่เป็นดินนาสำหรับปลูกข้าว มีบางส่วนเป็นดินดอนใช้สำหรับการปลูกพืชไร่ มีพื้นที่รวม 8,746,914 ไร่ หรือร้อยละ 29.1 ของพื้นที่ทั้งหมด

2) พื้นที่ลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อย มีความลาดชันร้อยละ 2-5 มีเนื้อที่ 4,020,881 ไร่ หรือร้อยละ 13.4 ของพื้นที่ทั้งหมด พบบริเวณที่ดอนรอบ ๆ บริเวณที่เป็นที่ราบลุ่มในทุกจังหวัด

3) พื้นที่ลูกคลื่นลอนลาด มีความลาดชันร้อยละ 5-12 มีเนื้อที่ 3,019,317 ไร่ หรือร้อยละ 10.0 ของพื้นที่ทั้งหมด พบอยู่ในบริเวณพื้นที่ที่สูงกว่าพื้นที่ลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อยขึ้นมา พบกระจายอยู่ในทุกจังหวัด

4) พื้นที่ลูกคลื่นลอนชัน มีความลาดชันร้อยละ 12-20 มีเนื้อที่ 1,208,622 ไร่ หรือร้อยละ 4.0 ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนใหญ่พบอยู่บริเวณเชิงเนินเขาในจังหวัดอุทัยธานี กำแพงเพชร และตาก

5) พื้นที่เนินเขา มีความลาดชันร้อยละ 20-35 มีเนื้อที่ 460,667 ไร่ หรือร้อยละ 1.5 ของเนื้อที่ทั้งหมด พบมากในบริเวณที่ลาดชันเชิงเขา และเนินเขา

6) พื้นที่ภูเขาสูง ลาดชันสูงสลับซับซ้อน มีความลาดชันมากกว่าร้อยละ 35 ที่สลับซับซ้อน ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าไม้ต้นน้ำลำธาร มีเนื้อที่ 11,621,004 ไร่ หรือร้อยละ 38.7 ของพื้นที่ทั้งหมด

7) พื้นที่ชุมชน สถานที่ราชการ สิ่งปลูกสร้าง ที่ลุ่มต่ำ แหล่งน้ำ และอื่น ๆ มีเนื้อที่ 971,763 ไร่ หรือร้อยละ 3.2 พบกระจายอยู่ทั่วไปในทั้ง 5 จังหวัด

พื้นที่ทั้งหมดอยู่ในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำหลัก 9 ลุ่มน้ำ คือ ลุ่มน้ำเจ้าพระยาในเขตจังหวัดนครสวรรค์ จังหวัดกำแพงเพชร และจังหวัดอุทัยธานี ลุ่มน้ำ่านในเขตจังหวัดนครสวรรค์ จังหวัดกำแพงเพชร และจังหวัดสุโขทัย ลุ่มน้ำปิงในเขตจังหวัดนครสวรรค์ จังหวัดกำแพงเพชร จังหวัดสุโขทัย และจังหวัดตาก ลุ่มน้ำยมในเขตจังหวัดนครสวรรค์ จังหวัดกำแพงเพชร จังหวัดสุโขทัย และจังหวัดตาก ลุ่มน้ำสะแกกรังในเขตจังหวัดนครสวรรค์ จังหวัดกำแพงเพชร จังหวัดอุทัยธานี และจังหวัดตาก ลุ่มน้ำท่าจีนในเขตจังหวัดกำแพงเพชร และจังหวัดอุทัยธานี ลุ่มน้ำแม่กลองในเขตจังหวัดกำแพงเพชร จังหวัดอุทัยธานี และจังหวัดตาก ลุ่มน้ำวังในเขตจังหวัดตาก ลุ่มน้ำสาละวินในเขตจังหวัดกำแพงเพชรและจังหวัดตาก ดังแสดงในตารางที่ 1 และภาพภาคผนวกที่ 7

ตารางที่ 1 สภาพพื้นที่ภูมิประเทศในความรับผิดชอบของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9

สภาพภูมิประเทศ	เนื้อที่ (ไร่)	ร้อยละ
1. พื้นที่ลุ่ม ราบเรียบถึงค่อนข้างราบเรียบ	8,746,914	29.1
2. พื้นที่ดอน ลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อย	4,020,881	13.4
3. พื้นที่ดอน ลูกคลื่นลอนลาด	3,019,317	10.0
4. พื้นที่ดอน ลูกคลื่นลอนชัน	1,208,622	4.0
5. พื้นที่เนินเขา ลาดชันค่อนข้างสูง	460,667	1.5
6. พื้นที่ภูเขาสูง ลาดชันสูงสลับซับซ้อน	11,621,004	38.7
7. พื้นที่ชุมชน สิ่งปลูกสร้าง แหล่งน้ำ และอื่น ๆ	971,763	3.2
รวม	30,049,169	100.0

ที่มา : สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 (2545)

4.5.3 สภาพภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศในพื้นที่รับผิดชอบของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 มีลักษณะเป็นแบบฝนเมืองร้อนเฉพาะฤดู (tropical savannah climate – AW) โดยมีฝนตกชุกในช่วงเวลาหนึ่ง และแห้งแล้งสลับกันชัดเจนในอีกช่วงเวลาหนึ่งในรอบปี ทั้งนี้ได้รับอิทธิพลของลมมรสุม 2 ทิศทาง คือลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดพาเอาไอน้ำ และความชื้นจากทะเลอันดามัน และมหาสมุทรอินเดียผ่านเข้ามายังพื้นที่ทำให้อากาศมีความชื้นสูง และมีฝนตก ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดพาเอาอากาศที่แห้งแล้ง และความหนาวเย็นจากประเทศจีน และ ที่ราบสูงไซบีเรียเข้ามา เป็นช่วงที่มีความชื้นในอากาศ และมีอุณหภูมิต่ำ สามารถแบ่งฤดูกาลออกได้เป็น 3 ฤดูคือ ฤดูฝนอยู่ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ฤดูหนาวอยู่ในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม และฤดูร้อนอยู่ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน

4.5.4 ปริมาณน้ำฝน

ปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่รับผิดชอบของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 รวม 1,171.7 มิลลิเมตร ต่อปี และมีวันที่ฝนตก 109 วัน โดยฝนตกมากสุดในเดือนกันยายนเฉลี่ย 239.1 มิลลิเมตร จังหวัดที่มีปริมาณน้ำฝนมากสุดคือจังหวัดกำแพงเพชร 1,238.5 มิลลิเมตร และจังหวัดที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยสุดคือจังหวัดสุโขทัย 1,143.2 มิลลิเมตรดังแสดงในตารางที่ 2 และ 3

ตารางที่ 2 ปริมาณน้ำฝนในพื้นที่รับผิดชอบของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 เฉลี่ย 10 ปี (พ.ศ. 2557-2566)

จังหวัด	ปริมาณน้ำฝนรายเดือน (มิลลิเมตร)												รวม
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
นครสวรรค์	8.6	17.8	20.5	66.5	135.3	138.8	146.0	214.4	210.9	154.5	34.4	7.7	1,155.4
อุทัยธานี	6.5	13.9	22.4	60.4	131.1	132.5	168.1	171.4	222.8	174.5	44.0	7.5	1,155.0
กำแพงเพชร	10.0	23.1	20.5	63.0	179.2	133.6	162.9	187.5	262.9	158.9	31.6	5.4	1,238.5
ตาก	17.5	9.0	15.0	86.0	137.6	83.2	111.2	135.4	260.1	261.2	42.6	7.9	1,166.5
สุโขทัย	13.3	14.3	18.7	53.1	141.5	146.6	136.9	189.8	238.8	145.8	39.0	5.5	1,143.2
เฉลี่ย	11.2	15.6	19.4	65.8	144.9	126.9	145.0	179.7	239.1	179.0	38.3	6.8	1,171.7

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา (2566)

ตารางที่ 3 จำนวนวันที่ฝนตกในพื้นที่รับผิดชอบของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 เฉลี่ย 10 ปี (พ.ศ. 2557- 2566)

จังหวัด	จำนวนวันที่ฝนตก (วัน)												รวม
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
นครสวรรค์	2	2	2	5	12	14	18	19	17	13	4	2	109
อุทัยธานี	1	2	2	5	12	13	17	19	18	15	5	1	109
กำแพงเพชร	2	3	4	6	12	15	18	20	19	15	5	2	120
ตาก	2	1	2	6	11	14	16	16	16	14	4	2	104
สุโขทัย	2	1	2	5	10	14	15	17	17	13	4	1	100
เฉลี่ย	2	2	2	5	11	14	17	18	17	14	5	2	109

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา (2566)

4.5.5 อุณหภูมิ

พื้นที่ในความรับผิดชอบของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 มีอุณหภูมิเฉลี่ย 29.11 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 23.80 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 34.43 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด 19.22 องศาเซลเซียสในเดือนมกราคม และอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด 38.18 องศาเซลเซียสในเดือนเมษายน จังหวัดกำแพงเพชร และจังหวัดตาก เป็นจังหวัดที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าจังหวัดอื่น ๆ เล็กน้อย ดังแสดงในตารางที่ 4 5 และ 6

ตารางที่ 4 อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยในพื้นที่รับผิดชอบของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 เฉลี่ยในรอบ 10 ปี
(พ.ศ. 2557-2566)

จังหวัด	อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายเดือน (องศาเซลเซียส)												รวม
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
นครสวรรค์	19.70	21.89	25.92	26.33	26.45	25.96	25.61	25.18	24.96	24.41	23.19	20.48	24.17
อุทัยธานี	20.38	21.45	24.60	25.76	26.18	25.78	25.46	25.31	25.15	24.80	23.54	20.83	24.10
กำแพงเพชร	19.14	20.52	23.52	25.34	26.3	25.8	25.48	25.18	25.03	24.3	22.95	20.17	23.64
ตาก	18.17	19.74	24.3	26.42	26.74	26.06	25.72	25.34	24.99	23.78	22.18	19.17	23.55
สุโขทัย	18.72	19.93	23.32	25.22	26.04	25.7	25.35	25.03	25.04	24.62	23.11	20.03	23.51
เฉลี่ย	19.22	20.71	24.33	25.82	26.34	25.86	25.53	25.21	25.03	24.38	22.99	20.14	23.80

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา (2566)

ตารางที่ 5 อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยในพื้นที่รับผิดชอบของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 เฉลี่ยในรอบ 10 ปี
(พ.ศ. 2557- 2566)

จังหวัด	อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายเดือน (องศาเซลเซียส)												รวม
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
นครสวรรค์	32.68	34.91	37.74	38.51	37.42	35.78	34.95	34.38	33.74	33.32	33.57	32.31	34.94
อุทัยธานี	32.56	34.15	37.08	37.93	36.94	35.65	34.78	34.36	33.59	32.95	33.08	31.98	34.59
กำแพงเพชร	31.62	33.90	36.49	37.52	36.67	34.54	33.65	33.11	33.20	32.69	32.73	31.51	33.97
ตาก	31.97	34.83	38.12	38.50	36.89	34.55	33.51	32.97	33.37	32.58	32.59	31.33	34.27
สุโขทัย	31.46	33.61	36.79	38.42	37.58	35.05	34.11	33.57	33.75	33.34	33.41	31.65	34.40
เฉลี่ย	32.06	34.28	37.24	38.18	37.10	35.11	34.20	33.68	33.53	32.98	33.07	31.75	34.43

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา (2566)

ตารางที่ 6 อุณหภูมิเฉลี่ยในพื้นที่รับผิดชอบของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 เฉลี่ยในรอบ 10 ปี
(พ.ศ. 2557- 2566)

จังหวัด	อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน (องศาเซลเซียส)												รวม
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
นครสวรรค์	26.19	28.40	31.83	32.42	31.94	30.87	30.28	29.78	29.35	28.86	28.38	26.40	29.56
อุทัยธานี	26.47	27.80	30.84	31.84	31.56	30.71	30.12	29.84	29.37	28.88	28.31	26.40	29.34
กำแพงเพชร	25.38	27.21	30.01	31.43	31.49	30.17	29.57	29.15	29.12	28.50	27.84	25.84	28.81
ตาก	25.07	27.29	31.21	32.46	31.82	30.31	29.62	29.16	29.18	28.18	27.39	25.25	28.91
สุโขทัย	25.09	26.77	30.06	31.82	31.81	30.38	29.73	29.30	29.40	28.98	28.26	25.84	28.95
เฉลี่ย	25.64	27.49	30.79	32.00	31.72	30.49	29.86	29.44	29.28	28.68	28.03	25.95	29.11

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา (2566)

4.5.6 ความชื้นสัมพัทธ์

พื้นที่ในความรับผิดชอบของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 72.88 โดยมีความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดร้อยละ 82.26 ในเดือนตุลาคม และความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดร้อยละ 62.04 ในเดือนมีนาคม จังหวัดที่มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยทั้งปีต่ำสุดคือจังหวัดตาก จังหวัดที่มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยทั้งปีสูงสุดคือจังหวัดสุโขทัย ดังรายละเอียดในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 เฉลี่ย 10 ปี (พ.ศ. 2557-2566)

จังหวัด	ความชื้นสัมพัทธ์รายเดือน (ร้อยละ)												รวม
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
นครสวรรค์	68.03	64.07	62.84	63.34	70.73	74.62	77.07	79.54	82.87	81.87	75.76	70.33	72.59
อุทัยธานี	68.32	66.98	66.14	65.89	72.83	74.71	77.05	79.02	82.58	81.28	74.46	68.19	73.12
กำแพงเพชร	68.74	63.90	61.88	62.28	70.46	76.95	78.70	81.88	82.50	82.30	77.55	72.15	73.27
ตาก	68.53	59.21	51.24	56.92	66.06	71.31	72.41	74.84	78.11	82.85	79.50	74.30	69.61
สุโขทัย	74.47	72.21	68.10	66.27	71.17	76.54	78.54	81.62	83.25	83.01	79.03	75.56	75.82
เฉลี่ย	69.62	65.27	62.04	62.94	70.25	74.82	76.75	79.38	81.86	82.26	77.26	72.11	72.88

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา (2566)

4.5.7 ค่าศักยภาพการคายระเหยน้ำ

พื้นที่ในความรับผิดชอบของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 มีค่าการคายระเหยน้ำรวมทั้งปี 53.69 มิลลิเมตร เดือนที่มีค่าการคายระเหยน้ำสูงสุดคือเดือนเมษายน 6.25 มิลลิเมตร เดือนที่มีค่าการคายระเหยน้ำต่ำสุดคือเดือนธันวาคม 3.38 มิลลิเมตร จังหวัดที่มีค่าการคายระเหยน้ำสูงสุดคือจังหวัดอุทัยธานี 59.35 มิลลิเมตร และจังหวัดที่มีค่าการคายระเหยน้ำต่ำสุดคือจังหวัดกำแพงเพชร 46.30 มิลลิเมตร ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ค่าการคายระเหยน้ำของดินในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 เฉลี่ย 10 ปี (พ.ศ. 2557-2566)

จังหวัด	ศักยภาพการคายระเหยน้ำรายเดือน (มิลลิเมตร)												รวม
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
นครสวรรค์	3.95	5.05	6.35	6.64	5.68	5.18	4.55	4.36	3.98	3.67	3.89	3.82	57.12
อุทัยธานี	4.09	4.83	5.69	6.67	6.02	5.58	5.14	4.66	4.30	4.06	4.15	4.15	59.35
กำแพงเพชร	3.13	3.92	4.60	5.35	5.22	4.23	3.79	3.53	3.60	3.04	2.98	2.91	46.30
ตาก	3.24	4.39	6.07	6.41	5.92	4.94	4.63	4.04	3.98	3.21	3.08	2.95	52.85
สุโขทัย	3.25	3.91	5.04	6.16	6.05	5.19	4.69	4.12	4.21	3.65	3.53	3.05	52.84
เฉลี่ย	3.53	4.42	5.55	6.25	5.78	5.03	4.56	4.14	4.01	3.53	3.53	3.38	53.69

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา (2566)

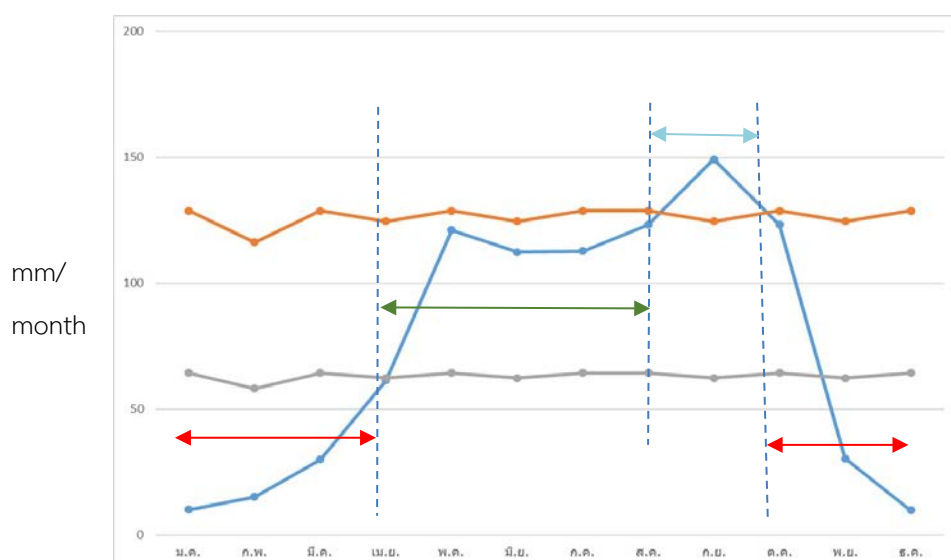
4.5.8 สมดุลของน้ำทางการเกษตร

การเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนกับค่าศักยภาพการคายระเหยน้ำของดินเพื่อหาความสมดุลน้ำทางการเกษตรโดยกำหนดว่า ช่วงเวลาที่มีปริมาณน้ำฝนมากกว่าค่าครึ่งหนึ่งของค่าศักยภาพการคายระเหยน้ำถือว่าดินมีความชื้นเพียงพอที่จะปลูกพืชได้ และช่วงที่มีปริมาณน้ำฝนมากกว่าค่าศักยภาพการคายระเหยน้ำของดินถือว่าเป็นช่วงที่มีปริมาณน้ำฝนมากเกินไปความต้องการ สรุปได้ดังนี้

1) ช่วงเวลาที่ความชื้นในดินมีเพียงพอ สามารถปลูกพืชได้ อยู่ในช่วงระหว่างกลางเดือนมีนาคม ถึงปลายเดือนกรกฎาคม

2) ช่วงเวลาที่ความชื้นในดินมีมากเกินไป อยู่ในช่วงระหว่างปลายเดือนกรกฎาคม ถึงกลางเดือนกันยายน ในช่วงนี้อาจจะมีน้ำท่วมขังหรือไหลบ่าบนผิวดินได้

3) ช่วงเวลาที่ดินมีความชื้นไม่เพียงพอกับความต้องการของพืช อยู่ในช่วงระหว่างกลางเดือนตุลาคม ถึงกลางเดือนมีนาคม ดังแสดงในภาพที่ 1



หมายเหตุ

- ปริมาณน้ำฝนที่ใช้ได้
- ค่าศักยภาพการระเหยน้ำ(Eto) (มม.)
- ค่าศักยภาพการระเหยน้ำ (1/2 Eto) (มม.)
- ← เสี่ยงต่อการขาดน้ำ
- ← เสี่ยงต่อน้ำท่วมขัง
- ← ช่วงที่เหมาะสมต่อการปลูกพืช

ภาพที่ 1 สมดุลน้ำเพื่อการเกษตรในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 จากการประเมินข้อมูลอากาศ ปี 2536-2565

4.5.9 การใช้ประโยชน์ที่ดินทางการเกษตร

การใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตรในพื้นที่รับผิดชอบของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 พื้นที่ทั้งหมดได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในการทำการเกษตรที่เป็นอาชีพหลักของเกษตรกรในพื้นที่ ประกอบด้วย ประเภทการเกษตรหลัก ๆ 6 ประเภท คือ นาข้าว พืชไร่ ไม้ผล พืชผัก ไม้ยืนต้น เกษตรผสมผสาน มีเนื้อที่รวม 15,731,385 ไร่ หรือร้อยละ 52.35 ของเนื้อที่ทั้งหมด กระจายอยู่ในจังหวัดนครสวรรค์ 4,715,606 ไร่ หรือร้อยละ 29.98 ของพื้นที่การเกษตรทั้งหมด จังหวัดอุทัยธานี 1,786,138 ไร่ หรือร้อยละ 11.35 ของพื้นที่การเกษตรทั้งหมด จังหวัดกำแพงเพชร 3,680,585 ไร่ หรือร้อยละ 23.40 ของพื้นที่การเกษตรทั้งหมด จังหวัดตาก 1,868,450 ไร่ หรือร้อยละ 11.88 ของพื้นที่การเกษตรทั้งหมด และจังหวัดสุโขทัย 3,680,606 ไร่ หรือร้อยละ 23.40 ของพื้นที่การเกษตรทั้งหมด รายละเอียดตามตารางที่ 9

ตารางที่ 9 จำนวนพื้นที่จังหวัดและพื้นที่ทางการเกษตรรายจังหวัดของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9

จังหวัด	จำนวนพื้นที่จังหวัด		ไร่	จำนวนพื้นที่การเกษตร	
	ไร่	เปอร์เซ็นต์		ร้อยละของพื้นที่จังหวัด	เปอร์เซ็นต์
นครสวรรค์	5,998,542	20.0	4,715,606	78.6	30.0
อุทัยธานี	4,206,404	14.0	1,786,138	42.5	11.4
กำแพงเพชร	5,379,681	17.9	3,680,585	68.4	23.4
ตาก	10,341,985	34.4	1,868,450	18.1	11.9
สุโขทัย	4,122,557	13.7	3,680,606	89.3	23.4
รวม	30,049,169	100.0	15,731,385	52.4	100.0

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2565)

4.5.10 สภาพเศรษฐกิจและสังคม

1) ประชากรและอาชีพ

พื้นที่ในความรับผิดชอบของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 ใน 5 จังหวัด ประกอบด้วย จังหวัดนครสวรรค์ จังหวัดอุทัยธานี จังหวัดกำแพงเพชร จังหวัดตาก และจังหวัดสุโขทัย มีประชากร ในเดือน มกราคม พ.ศ. 2566 รวมทั้งสิ้น 3,327,241 คน เป็นเพศชาย 1,628,769 คน เพศหญิง 1,698,472 คน แยกเป็นรายจังหวัด ได้ดังนี้

(1) จังหวัดนครสวรรค์ จำนวนประชากร 1,028,814 คน เป็นเพศชาย 500,875 คน และเพศหญิง 527,939 คน ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพ ทำนา ทำไร่ หาของป่า ทำไม้

(2) จังหวัดอุทัยธานี จำนวนประชากร 323,860 คน เป็นเพศชาย 158,118 คน และเพศหญิง 165,742 คน ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม ได้แก่ ข้าว ข้าวโพด ถั่วเขียว ถั่วเหลือง และทำสวนผลไม้ที่สำคัญ ได้แก่ มะม่วง การประกอบอาชีพทางการเกษตรของเกษตรกรส่วนใหญ่ยังอาศัยน้ำฝนเป็นบางส่วนที่อาศัยน้ำบาดาล และน้ำจากชลประทาน

(3) จังหวัดกำแพงเพชร จำนวนประชากร 708,775 คน เป็นเพศชาย 349,568 คน และเป็นเพศหญิง 359,207 คน ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม

(4) จังหวัดตาก จำนวนประชากร 684,140 คน เป็นเพศชาย 338,908 คน และเป็นเพศหญิง 345,232 คน ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพด้านเกษตรกรรม มีพื้นที่ทำการเกษตรจำนวนมาก ส่วนใหญ่เป็นนาข้าวและสวนผลไม้

(5) จังหวัดสุโขทัย จำนวนประชากร 581,652 คน เป็นเพศชาย 281,300 คน และเพศหญิง 300,352 คน ประชากรชาวจังหวัดสุโขทัยมีอาชีพทางการเกษตร พืชเศรษฐกิจที่สำคัญ คือ ข้าว อ้อย ยาสูบ มันสำปะหลัง ถั่วเหลือง ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

2) เศรษฐกิจ

ผลิตภัณฑ์มวลรวม (Gross Provincial Products : GPP) ในปี 2565 ของสำนักงานสถิติแห่งชาติ (2565) ของแต่ละจังหวัดในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 เป็นดังต่อไปนี้

(1) จังหวัดนครสวรรค์ มีผลิตภัณฑ์มวลรวมตามราคาประจำปี 2565 มีมูลค่า 175,615 ล้านบาท มีสัดส่วนสาขาการผลิต แยกเป็นภาคเกษตรกรรม 35,991 ล้านบาท ภาคนอกเกษตร 81,694 ล้านบาท และภาคบริการ 57,930 ล้านบาท รายได้เฉลี่ยต่อหัว 126,679 บาทต่อคนต่อปี

(2) จังหวัดอุทัยธานี มีผลิตภัณฑ์มวลรวมตามราคาประจำปี 2565 มีมูลค่า 42,516 ล้านบาท มีสัดส่วนสาขาการผลิต แยกเป็นภาคเกษตรกรรม 9,919 ล้านบาท ภาคนอกเกษตร 18,699 ล้านบาท และภาคบริการ 13,899 ล้านบาท รายได้เฉลี่ยต่อหัว 102,710 บาทต่อคนต่อปี

(3) จังหวัดกำแพงเพชร มีผลิตภัณฑ์มวลรวมตามราคาประจำปี 2565 มีมูลค่า 156,659 ล้านบาท มีสัดส่วนสาขาการผลิต แยกเป็นภาคเกษตรกรรม 25,067 ล้านบาท ภาคนอกเกษตร 94,532 ล้านบาท และภาคบริการ 37,061 ล้านบาท รายได้เฉลี่ยต่อหัว 153,170 บาทต่อคนต่อปี

(4) จังหวัดตาก มีผลิตภัณฑ์มวลรวมตามราคาประจำปี 2565 มีมูลค่า 99,142 ล้านบาท มีสัดส่วนสาขาการผลิต แยกเป็นภาคเกษตรกรรม 23,455 ล้านบาท ภาคนอกเกษตร 44,917 ล้านบาท และภาคบริการ 30,771 ล้านบาท รายได้เฉลี่ยต่อหัว 128,124 บาทต่อคนต่อปี

(5) จังหวัดสุโขทัย มีผลิตภัณฑ์มวลรวมตามราคาประจำปี 2565 มีมูลค่า 78,581 ล้านบาท มีสัดส่วนสาขาการผลิต แยกเป็นภาคเกษตรกรรม 17,707 ล้านบาท ภาคนอกเกษตร 33,586 ล้านบาท และภาคบริการ 27,287 ล้านบาท รายได้เฉลี่ยต่อหัว 83,865 บาทต่อคนต่อปี ดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 สภาพเศรษฐกิจและสังคมในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 ปี 2565

สาขาการผลิต	จังหวัด/ลำนบาท				
	นครสวรรค์	อุทัยธานี	กำแพงเพชร	ตาก	สุโขทัย
ภาคเกษตร	35,991	9,919	25,067	23,455	17,707
เกษตรกรรม การป่าไม้ และการประมง	35,991	9,919	25,067	23,455	17,707
ภาคนอกเกษตร	81,694	18,699	94,532	44,917	33,586
ภาคอุตสาหกรรม	23,764	4,799	57,472	14,146	6,298
การทำเหมืองแร่ และเหมืองหิน	2,237	74	21,526	614	579
การผลิตไฟฟ้า ก๊าซ ไอน้ำ และระบบปรับอากาศ	19,559	4,369	34,140	12,134	4,889
การจัดหาน้ำ การจัดการ และการบำบัดน้ำเสีย ของเสีย และสิ่งปฏิกูล	1,736	307	1,090	1,148	557
ภาคบริการ	57,930	13,899	37,061	30,771	27,287
การก่อสร้าง	2,839	1,247	2,088	2,147	2,154
การขายส่งและการขายปลีก การซ่อมยานยนต์ และจักรยานยนต์	17,821	3,773	14,181	11,096	7,269
ข้อมูลข่าวสารและการสื่อสาร	1,054	255	564	711	413
กิจกรรมทางการเงินและการ	7,777	1,925	4,251	2,810	3,751
กิจกรรมอสังหาริมทรัพย์	3,945	1,056	3,322	1,759	2,545
กิจกรรมทางวิชาชีพ วิทยาศาสตร์ และ	111	8	6	12	17
กิจกรรมการบริหารและการบริการ	387	62	116	193	118
การบริหารราชการ การป้องกันประเทศ และการประกันสังคมภาคบังคับ	6,350	1,256	2,171	4,368	2,004
การศึกษา	8,479	2,216	6,383	3,503	4,851
กิจกรรมด้านสุขภาพและงานสังคมสงเคราะห์	4,403	919	1,481	1,608	1,969
ศิลปะ ความบันเทิง และนันทนาการ	391	104	229	227	199
กิจกรรมบริการด้านอื่นๆ	865	303	622	424	601
ประชากร (1,000 คน)	929	279	781	534	612

ที่มา : สำนักงานสถิติแห่งชาติ (2565)

3) จำนวนประชากร

พบว่าจังหวัดนครสวรรค์มีจำนวนครัวเรือนสูงสุด 247,546 ครัวเรือน แต่อัตราเฉลี่ยต่อครัวเรือน จังหวัดกำแพงเพชรมีอัตราเฉลี่ยต่อครัวเรือนมากที่สุด 2.73 คนต่อครัวเรือน รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 อัตราเฉลี่ยจำนวนประชากรต่อครัวเรือน ในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 ปี 2566

ที่	จังหวัด	จำนวนครัวเรือน	จำนวนคน	อัตราเฉลี่ยคนต่อครัวเรือน
1	นครสวรรค์	247,546	640,001	2.59
2	อุทัยธานี	81,916	206,335	2.52
3	กำแพงเพชร	154,819	422,244	2.73
4	ตาก	121,436	320,301	2.64
5	สุโขทัย	138,414	346,925	2.51
รวม		744,131	1,935,806	12.99

ที่มา : กรมการพัฒนาชุมชน (2566)

4) รายได้ครัวเรือน

พบว่าจังหวัดกำแพงเพชรมีรายได้ต่อครัวเรือนสูงสุดเฉลี่ย 246,440.97 บาทต่อครัวเรือนต่อปี ส่วนรายได้บุคคล พบว่าจังหวัดนครสวรรค์มีรายได้บุคคลสูงสุดเฉลี่ย 93,010.65 บาทต่อคนต่อปี รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ผลต่างรายได้ - รายจ่ายของครัวเรือนในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 ปี 2566

จังหวัด	ครัวเรือน			บุคคล		
	รายได้ครัวเรือนเฉลี่ย (บาทต่อปี)	รายจ่ายครัวเรือนเฉลี่ย (บาทต่อปี)	คงเหลือเฉลี่ย (บาทต่อปี)	รายได้บุคคลเฉลี่ย (บาทต่อปี)	รายจ่ายบุคคลเฉลี่ย (บาทต่อปี)	คงเหลือเฉลี่ย (บาทต่อปี)
นครสวรรค์	240,468.07	128,740.24	111,727.83	93,010.65	49,795.44	43,215.21
อุทัยธานี	210,658.03	113,453.96	97,204.06	83,632.26	45,041.78	38,590.49
กำแพงเพชร	246,440.97	138,470.31	107,970.66	90,359.47	50,771.20	39,588.27
ตาก	202,630.40	111,669.98	90,960.42	76,823.44	42,337.54	34,485.90
สุโขทัย	201,003.89	110,328.63	90,675.25	80,195.29	44,018.24	36,177.05
รวม	1,101,201.36	602,663.12	498,538.22	498,538.22	231,964.20	192,056.92

ที่มา : กรมการพัฒนาชุมชน (2566)

5) จำนวนหนี้สินของประชากรในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9

พบว่าจังหวัดนครสวรรค์มีประชากรที่เป็นหนี้สินสูงสุดโดยมีหนี้ผ่านสถาบันการเงิน 72,340 ครัวเรือน 221,640 คน จำนวนเงิน 7,481,716,693.65 บาท หนี้สินนอกระบบจำนวน 970 ครัวเรือน 2,961 คน จำนวนเงิน 49,941,022.00 บาท รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 จำนวนประชากรที่เป็นหนี้สิน ในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 ปี 2566

จังหวัด	จำนวน ครัวเรือน ทั้งหมด	หนี้สินครัวเรือน					
		มีหนี้ผ่านสถาบันการเงิน			มีหนี้นอกระบบ		
		ครัวเรือน	คน	บาท	ครัวเรือน	คน	บาท
นครสวรรค์	247,546	72,340	221,640	7,481,716,693.65	970	2,961	49,941,022.00
อุทัยธานี	81,916	29,284	88,932	3,424,985,745.00	259	778	16,534,647.00
กำแพงเพชร	154,819	56,896	175,847	7,239,829,472.20	730	2,260	41,062,364.00
ตาก	121,436	24,284	74,070	2,294,530,696.00	343	1,292	21,166,302.00
สุโขทัย	138,414	47,666	141,677	6,050,113,618.61	272	867	15,444,708.00
รวม	744,131	230,470	702,166	26,491,176,225.46	2,665	8,158	144,149,043.00

ที่มา : กรมการพัฒนาชุมชน (2566)

6) จำนวนครัวเรือนที่มีการเก็บออมเงิน

พบว่า จังหวัดนครสวรรค์มีการเก็บออมเงินสูงที่สุด ส่วนจังหวัดที่มีการเก็บออมต่ำที่สุด ได้แก่จังหวัดอุทัยธานี จังหวัดที่ไม่มีการเก็บออมเงินมากที่สุดได้แก่ จังหวัดตาก 818 ครัวเรือน รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 จำนวนครัวเรือนที่มีการเก็บออมเงินในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 ปี 2566

จังหวัด	จำนวน ครัวเรือน ทั้งหมด	การเก็บออม							ไม่มี
		รวม	ร้อยละ	ต่ำกว่า	10,000-	30,000-	60,000-99,999	100,000	การออม จำนวน (ครัวเรือน)
		จำนวน (ครัวเรือน)		1,000 บาท (ครัวเรือน)	29,999 บาท (ครัวเรือน)	59,999 บาท (ครัวเรือน)	บาท (ครัวเรือน)	บาทขึ้นไป (ครัวเรือน)	
นครสวรรค์	247,546	247,454	99.96	108,477	100,750	28,383	6,156	3,688	92
อุทัยธานี	81,916	81,914	99.998	37,478	32,115	9,620	1,645	1,056	2
กำแพงเพชร	154,819	154,547	99.82	75,495	56,611	15,898	4,153	2,390	272
ตาก	121,436	120,618	99.33	57,159	42,081	16,164	3,015	2,199	818
สุโขทัย	138,414	137,699	99.48	60,036	55,747	16,729	2,893	2,294	715
รวม	744,131	744,131	742,232	100396.59	338,645	287,304	86,794	17,862	11,627

ที่มา : กรมการพัฒนาชุมชน (2566)

7) จำนวนครัวเรือนที่ไม่ผ่านเกณฑ์รายได้เฉลี่ย 40,000 บาทต่อปี

สูงที่สุดคือจังหวัดสุโขทัย 975 ครัวเรือน 2347 คนส่วนจังหวัดนครสวรรค์มีจำนวนครัวเรือนที่ไม่ผ่านเกณฑ์รายได้เฉลี่ย 40,000 บาทต่อปี ต่ำที่สุด 68 ครัวเรือน 179 คน รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 15

ตารางที่ 15 จำนวนครัวเรือนไม่ผ่านเกณฑ์รายได้เฉลี่ยคนละ 40,000 บาทต่อปี ในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 ปี พ.ศ. 2566

จังหวัด	จำนวนครัวเรือนทั้งหมด	จำนวนคนทั้งหมด	ไม่ผ่านเกณฑ์		ร้อยละ
			จำนวน (ครัวเรือน)	จำนวน (คน)	
นครสวรรค์	247,546	640,001	68	179	0.03
อุทัยธานี	81,916	206,335	280	791	0.34
กำแพงเพชร	154,819	422,244	147	391	0.09
ตาก	121,436	320,301	384	1,001	0.32
สุโขทัย	138,414	346,925	975	2,347	0.70
รวม	744,131	1,935,806	1854	4709	1.48

ที่มา : กรมการพัฒนาชุมชน (2566)

8) ระดับความสุขเฉลี่ยของประชากรในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9

พบว่า จังหวัดสุโขทัยมีประชากรที่มีความสุขเฉลี่ยมากที่สุดร้อยละ 8.73 ส่วนจังหวัดที่ประชากรมีความสุขเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ จังหวัดกำแพงเพชรเฉลี่ยร้อยละ 8.56 รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ระดับความสุขเฉลี่ยของประชากร ในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 ปี 2566

จังหวัด	จำนวนครัวเรือนทั้งหมด	จำนวนคนทั้งหมด	ความสุขเฉลี่ย
นครสวรรค์	247,546	640,001	8.71
อุทัยธานี	81,916	206,335	8.61
กำแพงเพชร	154,819	422,244	8.56
ตาก	121,436	320,301	8.71
สุโขทัย	138,414	346,925	8.73
รวม	744,131	1,935,806	43.32

ที่มา : กรมการพัฒนาชุมชน (2566)

4.5.11 ทรัพยากรธรรมชาติ

1) ทรัพยากรน้ำ

ต้นกำเนิดของน้ำในพื้นที่รับผิดชอบของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 คือน้ำฝน เมื่อฝนตกลงมาสู่พื้นผิวดิน น้ำฝนส่วนหนึ่งจะไหลซึมลงไปเก็บอยู่ในดิน โดยเฉพาะในพื้นที่ป่าไม้ที่อุดมสมบูรณ์แล้วค่อย ๆ ปลดปล่อยออกมาให้เป็นประโยชน์ น้ำฝนที่เหลือจากการเก็บไว้ในดินแล้วก็จะไหลไปตามลำห้วย ลำคลอง ลงสู่แม่น้ำ และแหล่งน้ำต่าง ๆ

แหล่งน้ำธรรมชาติ ที่สำคัญได้แก่ แม่น้ำสายต่าง ๆ แสดงดังภาพที่ 2 (สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9, 2545) ที่ใช้ประโยชน์ในการอุปโภค บริโภค รวมทั้งทำการเกษตรของประชาชน และถือว่าเป็นแหล่งน้ำสำคัญของเกษตรกร ได้แก่

(1) แม่น้ำยม มีต้นกำเนิดจากจังหวัดพะเยา และจังหวัดแพร่ ไหลผ่านจังหวัดสุโขทัยไปบรรจบกับแม่น้ำน่านที่ตำบลเกยไชย อำเภอชุมแสง จังหวัดนครสวรรค์ ก่อนที่จะไปรวมกับแม่น้ำปิง ที่ตำบลปากน้ำโพ อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ เกิดเป็นแม่น้ำเจ้าพระยา

(2) แม่น้ำน่าน มีต้นกำเนิดมาจากเทือกเขาหลวงพระบาง ซึ่งเป็นเส้นแบ่งเขตแดนไทย-ลาว มีความสูงอยู่ที่ระดับ 220 ม.รทก. จากนั้นไหลผ่านที่ราบระหว่างหุบเขาในเขตอำเภอเมือง และอำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน หุบเขาทางด้านตะวันตก และตะวันออกทั้งสองด้านนี้เป็นต้นกำเนิดของลำน้ำสาขาหลายสาย ที่ราบบริเวณนี้จะมีระดับความสูงประมาณ 180-220 ม.รทก. จากนั้นแม่น้ำน่านจะไหลผ่านหุบเขาสูงสู่เก็บน้ำสิริกิติ์ พื้นที่ตอนล่างของกลุ่มน้ำน่านจะเป็นที่ราบสองฝั่งแม่น้ำ ซึ่งจัดได้ว่าเป็นทุ่งราบผืนใหญ่ที่สำคัญที่สุดของประเทศไทย จากจังหวัดพิษณุโลก แม่น้ำน่านจะไหลเคียงคู่กับแม่น้ำยมลงมาจนบรรจบกันที่ตำบลเกยไชย อำเภอชุมแสง จังหวัดนครสวรรค์ จากนั้นจะไหลผ่านบึงบอระเพ็ดทางฝั่งซ้าย ก่อนจะบรรจบกับแม่น้ำปิง ที่ตำบลปากน้ำโพ อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของแม่น้ำเจ้าพระยา

(3) แม่น้ำปิง หรือแม่ปิง หรือแม่ระมิงค์ เป็นแม่น้ำสายสำคัญของประเทศไทย และเป็นหนึ่งในสองของแม่น้ำที่บรรจบมาเป็นแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำปิงไหลอยู่ในหุบเขาระหว่างทิวเขาถนนธงชัย กลางกับทิวเขาฝืนน้ำตะวันตก มีต้นน้ำอยู่ที่ตอยเชียงดาวในอำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ไหลลงทางใต้ผ่านจังหวัดลำพูน รวมกับแม่น้ำวังที่อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก ไหลลงใต้ผ่านจังหวัดกำแพงเพชร แล้วบรรจบกับแม่น้ำน่านที่ อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ และจากจุดนี้ไปเป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำปิงมีความยาวทั้งสิ้น 658 กิโลเมตร

(4) แม่น้ำสะแกกรัง เป็นแม่น้ำสายสำคัญของจังหวัดนครสวรรค์ และจังหวัดอุทัยธานี ต้นน้ำเกิดจากเขาปลายห้วยขาแข้งในเขตอำเภอแม่วงก์ จังหวัดนครสวรรค์ ไหลลงทางทิศเหนือแล้ววกไปทางทิศตะวันออก เป็นเส้นแบ่งเขตระหว่างอำเภอแม่วงก์ จังหวัดนครสวรรค์ กับอำเภอปางศิลาทอง และอำเภอขาณุวรลักษบุรี จังหวัดกำแพงเพชร ไหลลงทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ กลับเข้าเขตอำเภอแม่วงก์ และเข้าเขตอำเภอลาดยาว เป็นเส้นแบ่งเขตระหว่างอำเภอลาดยาว จังหวัดนครสวรรค์ กับอำเภอสว่างอารมณ์ จังหวัดอุทัยธานี เข้าเขตอำเภอสว่างอารมณ์ เป็นเส้นแบ่งเขตระหว่างอำเภอสว่างอารมณ์กับอำเภอทัพทัน เข้าเขตอำเภอทัพทัน แล้วเป็นเส้นแบ่งเขตระหว่างอำเภอโกรกพระ จังหวัดนครสวรรค์ กับอำเภอเมืองอุทัยธานี จังหวัดอุทัยธานี เข้าเขตอำเภอเมืองอุทัยธานี ไปลงแม่น้ำเจ้าพระยาที่บ้านหนองปลามัน ตำบลท่าซุง มีความยาวประมาณ 225 กิโลเมตร

(5) แม่น้ำเจ้าพระยา เกิดจากการรวมตัวของแม่น้ำสาขาหลัก 2 สายจากภาคเหนือ คือ แม่น้ำปิงและแม่น้ำน่าน โดยมาบรรจบกันที่บริเวณปากน้ำโพ อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ โดยจะเห็นความแตกต่างของสายน้ำทั้งสองได้อย่างชัดเจน กล่าวคือ แม่น้ำน่านมีสีค่อนข้างแดง ส่วนแม่น้ำปิงมีสีค่อนข้างเขียว เมื่อมาบรรจบกันแล้วจึงค่อย ๆ รวมตัวเข้าด้วยกันกลายเป็นแม่น้ำสายใหญ่ คือแม่น้ำเจ้าพระยา จากนั้นไหลลงไปทางทิศใต้ ผ่านจังหวัดอุทัยธานี จุดเริ่มของแม่น้ำเจ้าพระยาอยู่ที่บริเวณปากน้ำโพ อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ โดยการรวมของแม่น้ำปิง และแม่น้ำน่าน แม่น้ำทั้งสองสายดังกล่าวรับน้ำมาจากทิวเขาถนนธงชัย และทิวเขาฝืนน้ำ บริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยามีพื้นที่ 20,125 ตารางกิโลเมตร



ภาพที่ 2 แสดงแม่น้ำสายสำคัญๆ ในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9

2) แหล่งน้ำในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9

สามารถจำแนกแหล่งน้ำ เป็น 3 ประเภท ได้แก่

(1) แหล่งน้ำผิวดิน

(1.1) เขื่อนภูมิพล ตั้งอยู่ที่อำเภอสามเงา จังหวัดตาก เป็นเขื่อนเอนกประสงค์เพื่อการเกษตรกรรม ผลิตพลังงานไฟฟ้า และบรรเทาอุทกภัยในที่ราบภาคเหนือตอนล่าง และภาคกลาง สามารถเก็บกักน้ำได้ประมาณ 13,462 ล้านลูกบาศก์เมตร

(1.2) เขื่อนทับเสลา ตั้งอยู่ที่อำเภอลานสัก จังหวัดอุทัยธานีเป็นเขื่อนเอนกประสงค์เพื่อการเกษตรกรรม ผลิตพลังงานไฟฟ้า และบรรเทาอุทกภัยในที่ราบภาคเหนือตอนล่าง และภาคกลาง สามารถเก็บกักน้ำได้ประมาณ 160 ล้านลูกบาศก์เมตร

(1.3) อ่างเก็บน้ำคลองโพธิ์ ตั้งอยู่ในพื้นที่ อำเภอแม่เปิน จังหวัดนครสวรรค์ ปริมาณน้ำกักเก็บสูงสุด 70 ล้านลูกบาศก์เมตร

(1.4) อ่างเก็บน้ำห้วยใหญ่ ตั้งอยู่ในพื้นที่ อำเภอไพศาลี จังหวัดนครสวรรค์ ปริมาณน้ำกักเก็บสูงสุด 11.87 ล้านลูกบาศก์เมตร

(1.5) อ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว ตั้งอยู่ในพื้นที่อำเภอห้วยคต จังหวัดอุทัยธานี ปริมาณน้ำกักเก็บสูงสุด 52 ล้านลูกบาศก์เมตร

(1.6) อ่างเก็บน้ำวังร่มเกล้า ตั้งอยู่ในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดอุทัยธานี ปริมาณน้ำกักเก็บสูงสุด 4.640 ล้านลูกบาศก์เมตร

(1.7) อ่างเก็บน้ำห้วยป่าบง ตั้งอยู่ในพื้นที่อำเภอพรานกระต่าย จังหวัดกำแพงเพชร ปริมาณน้ำกักเก็บสูงสุด 1.40 ล้านลูกบาศก์เมตร

(1.8) อ่างเก็บน้ำคลองน้ำไหล ตั้งอยู่ในพื้นที่อำเภอคลองลาน จังหวัดกำแพงเพชร ปริมาณน้ำกักเก็บสูงสุด 38.50 ล้านลูกบาศก์เมตร

(1.9) อ่างเก็บน้ำคลองโพธิ์ ตั้งอยู่ในพื้นที่อำเภอเมืองกำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร ปริมาณน้ำกักเก็บสูงสุด 14.358 ล้านลูกบาศก์เมตร

(1.10) อ่างเก็บน้ำคลองช้างใน ตั้งอยู่ในพื้นที่อำเภอศรีมามาศ จังหวัดสุโขทัย ปริมาณน้ำกักเก็บสูงสุด 9 ล้านลูกบาศก์เมตร

(1.11) อ่างเก็บน้ำห้วยท่าแพ ตั้งอยู่ในพื้นที่อำเภอศรีสัชชาลัย จังหวัดสุโขทัย ปริมาณน้ำกักเก็บสูงสุด 58 ล้านลูกบาศก์เมตร

(1.12) อ่างเก็บน้ำห้วยแม่สูง ตั้งอยู่ในพื้นที่อำเภอศรีสัชชาลัย จังหวัดสุโขทัย ปริมาณน้ำกักเก็บสูงสุด 12.45 ล้านลูกบาศก์เมตร

(1.13) อ่างเก็บน้ำห้วยทรง ตั้งอยู่ในพื้นที่อำเภอศรีสัชชาลัย จังหวัดสุโขทัย ปริมาณน้ำกักเก็บสูงสุด 8 ล้านลูกบาศก์เมตร

(1.14) อ่างเก็บน้ำแม่กองค่าย ตั้งอยู่ในพื้นที่อำเภอบ้านด่านลานหอยจังหวัดสุโขทัย ปริมาณน้ำกักเก็บสูงสุด 13 ล้านลูกบาศก์เมตร

(1.15) อ่างเก็บน้ำห้วยแม่สอด ตั้งอยู่ในพื้นที่อำเภอแม่สอดจังหวัดตาก ปริมาณน้ำกักเก็บสูงสุด 5.50 ล้านลูกบาศก์เมตร

(1.16) อ่างเก็บน้ำห้วยลึก ตั้งอยู่ในพื้นที่อำเภอแม่สอดจังหวัดตาก ปริมาณน้ำกักเก็บสูงสุด 5.80 ล้านลูกบาศก์เมตร

(1.17) อ่างเก็บน้ำห้วยแม่ท้อ ตั้งอยู่ในพื้นที่อำเภอเมืองจังหวัดตาก ปริมาณน้ำกักเก็บสูงสุด 63 ล้านลูกบาศก์เมตร

(2) แหล่งน้ำใต้ดิน

ในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่างมีแหล่งน้ำใต้ดินที่เป็นแหล่งน้ำบาดาลที่ให้น้ำมาก พบในแหล่งน้ำบาดาลบริเวณที่เป็นหินร่วนในภาคเหนือตอนล่าง ครอบคลุมพื้นที่บริเวณที่ราบลุ่มของแม่น้ำยม และแม่น้ำน่าน จากจังหวัดอุตรดิตถ์ถึงตอนเหนือของจังหวัดนครสวรรค์ สำหรับหินแข็งในภาคเหนือนั้นครอบคลุมท้องที่ภาคเหนือเป็นส่วนใหญ่ ส่วนทางด้านตะวันออกของจังหวัดอุตรดิตถ์เป็นหินทราย และหินดินดาน หินเหล่านี้ไม่กักเก็บน้ำ จึงให้น้ำน้อย คุณภาพน้ำบาดาลส่วนใหญ่เป็นน้ำจืด แต่มักมีปริมาณสารละลายเหล็กอยู่สูง

นอกจากนี้ยังมีแหล่งน้ำใต้ดินที่อยู่ในชั้นดินตื้น ๆ มีความลึกอยู่ในช่วงประมาณ 4-10 เมตร มีน้ำไม่มากนัก เกษตรกรส่วนใหญ่ขุดบ่อน้ำตื้น และสูบน้ำมาใช้เพื่อการเกษตรในช่วงปลายฤดูฝนและช่วงฤดูแล้งในบางพื้นที่ที่มีน้ำมากพอ พบกระจายทั่วไปในบริเวณพื้นที่ราบต่ำ ริมสองฝั่งแม่น้ำสายต่าง ๆ

(3) แหล่งน้ำพัฒนา

แหล่งน้ำที่พัฒนาขึ้นสำหรับใช้ในการชลประทานส่วนใหญ่ได้จากเขื่อนเก็บน้ำขนาดใหญ่ ส่งให้พื้นที่โครงการชลประทานต่าง ๆ เช่น โครงการชลประทานเขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก โครงการชลประทานเขื่อนทับเสลา จังหวัดอุทัยธานี โครงการชลประทานอ่างเก็บน้ำคลองโพธิ์ โครงการชลประทานอ่างเก็บน้ำห้วยใหญ่ จังหวัดนครสวรรค์ โครงการชลประทานอ่างเก็บน้ำห้วยขุนแก้ว โครงการชลประทานอ่างเก็บน้ำวังร่มเกล้า จังหวัดอุทัยธานี โครงการชลประทานอ่างเก็บน้ำห้วยป่าบง โครงการชลประทานอ่างเก็บน้ำคลองน้ำไหล โครงการชลประทานอ่างเก็บน้ำคลองโพธิ์ จังหวัดกำแพงเพชร โครงการชลประทานอ่างเก็บน้ำคลองช้างใน โครงการชลประทานอ่างเก็บน้ำห้วยท่าแพ โครงการชลประทานอ่างเก็บน้ำห้วยแม่สูง โครงการชลประทานอ่างเก็บน้ำห้วยทรง โครงการชลประทานอ่างเก็บน้ำแม่กองค่าย จังหวัดสุโขทัย โครงการชลประทานอ่างเก็บน้ำห้วยแม่สอด โครงการชลประทานอ่างเก็บน้ำห้วยลึก โครงการชลประทานอ่างเก็บน้ำห้วยแม่ท้อ จังหวัดตาก

3) ทรัพยากรป่าไม้

ในพื้นที่รับผิดชอบของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 มีพื้นที่ทรัพยากรป่าไม้ทั้งที่เป็นป่าธรรมชาติและป่าพัฒนาหลากหลายชนิด เนื่องจากมีพื้นที่ที่เป็นภูเขาและพื้นที่สูงเป็นจำนวนมาก ชนิดของป่าที่พบมีทั้งป่าสงวนแห่งชาติ อุทยานแห่งชาติ วนอุทยาน เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า เขตห้ามล่าสัตว์ป่า และสวนรุกขชาติ โดยมีอุทยานแห่งชาติที่สำคัญ ๆ ได้แก่ ป่าเขาเขียว ป่าเขาสว่าง ป่าคลองห้วยทราย ป่าคลองขลุง ป่าคลองแมงก่ ป่าคลองวังเจ้า ป่าคลองสวนหมาก ป่าไทรตรึงษ์ ป่าแม่ระกา ป่าหนองคล้า ป่าดงฉัตร ป่าหนองเสือโฮก ป่าหนองแถม และ ป่าหนองหลวง จังหวัดกำแพงเพชร ป่าช่องแคบ ป่าแม่โกนลาน ป่าท่าสองยาง ป่าประจักษ์ ป่าประดาง ป่าวังเจ้า ป่าฝั่งซ้ายแม่น้ำปิง ป่าแม่กลอง ป่าอู่มผาง ป่าแม่ตื่น ป่าแม่ท้อ ป่าห้วยตากฝั่งขวา ป่าแม่ระมาด ป่าแม่ละเมา ป่าแม่สลิปละป่าโป่งแดง ป่าแม่สอด ป่าลานสาง ป่าสวนรุกขชาติกิตติขจร ป่าสามหมื่น จังหวัดตาก ป่าเขาคอก ป่าเขาโลมนาง ป่าเขาสอยดาว ป่าเขาสนามชัย ป่าเขาสูง ป่าเขาลวก ป่าช้างฟู ป่าเขาสูง ป่าเขาพระ ป่าเขาหลวง ป่าดงยางห้วยลับ ป่าแม่วงก์ – แม่เปิน จังหวัดนครสวรรค์ ป่าแก่งสีก ป่าเขาหลวง ป่าดงข่า ป่านครเดิฐ ป่านาขุนไกร ป่าแม่ท่าแพ ป่าแม่พันลำ ป่าแม่มอก ป่าแม่สิน ป่าแม่สาน ป่าแม่สูงฝั่งซ้าย ป่าสวนสักท่าไชย ป่าสุเม่น ป่าหนองตุม ป่าห้วยทรง ป่าแม่สำ ป่าบ้านตึก และป่าห้วยไคร้ จังหวัดสุโขทัย ป่าเขาตาแย ป่าเขาราวเทียน ป่าเขาบางแกรก ป่าทุ่งโพธิ์ ป่าเขาพุนดี ป่าห้วยกระเสียว ป่าเขาราวเทียน ป่าเขาหลวงแปลงที่ 2 ป่าปลายห้วยกระเสียว ป่าห้วยขาแข้ง ป่าห้วยทับเสลา ป่าห้วยคอกควาย ป่าห้วยท่ากวย และป่าห้วยกระเวน จังหวัดอุทัยธานี

จากข้อมูลของสำนักจัดการที่ดิน กรมป่าไม้ ปี 2564 รายงานว่าประเทศไทยมีเนื้อที่ป่าทั้งหมด 102,212,434.37 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 31.59 ของเนื้อที่ทั้งประเทศ สำหรับเนื้อที่ป่าไม้ในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 จะมีเนื้อที่ 13,283,294 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 44.2 ของเนื้อที่ทั้งพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 รายละเอียดเนื้อที่ป่าไม้แต่ละจังหวัด แสดงตามตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ทรัพยากรป่าไม้ในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9

จังหวัด	พื้นที่จังหวัด (ไร่)	พื้นที่ป่า (ไร่)	พื้นที่ป่า (เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่)
นครสวรรค์	5,998,542	586,162	9.8
อุทัยธานี	4,206,404	2,166,189	51.5
กำแพงเพชร	5,379,681	1,276,518	23.7
ตาก	10,341,985	7,974,901	77.1
สุโขทัย	4,122,557	1,276,524	31.0
รวม	30,049,169	13,280,294	44.20

ที่มา : สำนักจัดการที่ดินป่าไม้ กรมป่าไม้ (2564)

4) ทรัพยากรที่ดิน

(1) การถือครองที่ดิน

จากข้อมูลสำมะโนการเกษตร ปี 2566 ของสำนักงานสถิติแห่งชาติ ประเทศไทยมีผู้ถือครองทำ การเกษตรทั้งสิ้น ณ วันสำมะโน 5.9 ล้านราย (ร้อยละ 25.2 ของครัวเรือนทั้งประเทศ) มีเนื้อที่ถือครองทำการเกษตรทั้งสิ้น 116.6 ล้านไร่ (เฉลี่ย 19.7 ไร่ต่อราย) โดยพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 ทั้ง 5 จังหวัด มีจำนวนผู้ถือครองทำการเกษตร จำนวน 527,376 ราย เนื้อที่ถือครองทำการเกษตร 12,704,007 ไร่ เฉลี่ยเนื้อที่ถือครองของทั้งพื้นที่ 24.08 ไร่ สูงกว่าค่าเฉลี่ยของภาคเหนือซึ่งมีค่าเฉลี่ยเนื้อที่ถือครองเฉลี่ย 21.20 ไร่

จังหวัดนครสวรรค์ มีเนื้อที่ถือครองเฉลี่ยสูงสุด คือ 35.67 ไร่ รองลงมาคือ กำแพงเพชร สุโขทัย ตาก และ อุทัยธานี โดยถือครองเฉลี่ย 23.70 16.57 12.19 และ 11.88 ไร่ ตามลำดับ ดังแสดงตามตารางที่ 18

ตารางที่ 18 แสดงการถือครองที่ดิน จากข้อมูลสำมะโนการเกษตร ปี 2566 พื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9

จังหวัด	จำนวนผู้ถือครอง ทำการเกษตร (ราย)	เนื้อที่ถือครอง ทำการเกษตร (ไร่)	เนื้อที่ถือครองเฉลี่ย (ไร่)
นครสวรรค์	159,924	4,532,033	35.67
อุทัยธานี	65,113	1,508,873	11.88
กำแพงเพชร	117,262	3,010,629	23.70
ตาก	76,975	1,548,046	12.19
สุโขทัย	108,102	2,104,426	16.57
รวม	527,376	12,704,007	100.00

ที่มา : สำนักงานสถิติแห่งชาติ 2566

(2) การใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการปลูกพืชเศรษฐกิจในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 พบว่าใช้สำหรับการปลูกข้าว จำนวน 5,881,159 ไร่ หรือร้อยละ 46.52 ของพื้นที่ทางการเกษตรปลูกข้าวโพด จำนวน 1,047,458 ไร่ หรือร้อยละ 8.28 ของพื้นที่ทางการเกษตรปลูกมันสำปะหลัง จำนวน 1,594,886 ไร่ หรือร้อยละ 12.61 ของพื้นที่ทางการเกษตรปลูกยางพารา จำนวน 214,339 ไร่ หรือร้อยละ 1.70 ของพื้นที่ทางการเกษตรและใช้ในการปลูกอ้อย จำนวน 3,110,824 ไร่ หรือร้อยละ 24.60 ของพื้นที่ทางการเกษตร รายละเอียดแสดงตามตารางที่ 19 และภาพภาคผนวกที่ 7

ตารางที่ 19 การใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการปลูกพืชเศรษฐกิจ ในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9

จังหวัด	รวม เนื้อที่	ข้าว		ข้าวโพด		มันสำปะหลัง		ยางพารา		อ้อย	
		จำนวน ครัวเรือน	เนื้อที่ (ไร่)	จำนวน ครัวเรือน	เนื้อที่ (ไร่)	จำนวน ครัวเรือน	เนื้อที่ (ไร่)	จำนวน ครัวเรือน	เนื้อที่ (ไร่)	จำนวน ครัวเรือน	เนื้อที่ (ไร่)
นครสวรรค์	4,186,698	124,886	2,351,884	1,669	260,249	19,238	618,262	590	13,505	11,744	942,798
อุทัยธานี	1,588,158	38,098	585,940	299	103,106	7,793	290,824	1,767	53,424	13,661	554,863
กำแพงเพชร	3,326,284	84,204	1,335,259	1,533	36,974	29,990	164,783	1,603	61,733	11,530	932,673
ตาก	1,379,870	42,820	300,680	6,078	581,825	7,230	350,560	879	19,022	4,283	127,784
สุโขทัย	2,162,518	89,859	1,307,396	315	65,304	3,393	170,457	2,977	66,655	15,042	552,706
รวม	12,643,528	379,867	5,881,159	9,894	1,047,458	67,644	1,594,886	7,816	214,339	56,260	3,110,824

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2565)

4.6 ทรัพยากรดินในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9

4.6.1 อันดับดิน 7 อันดับ

พื้นที่ในเขตรับผิดชอบของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 มีสภาพภูมิประเทศประกอบไปด้วยภูเขาสูง เนินเขาสูง ที่ดอน ที่ลาดชัน ที่ค่อนข้างราบเรียบ และที่ราบลุ่ม ในที่ราบลุ่มมีวัตถุต้นกำเนิดเป็นตะกอนลำน้ำ และตะกอนลำน้ำล้นขอบเขาของหินหลายชนิด มีการเพิ่มเติมตะกอนเป็นประจำทุกปีและเป็นตะกอนละเอียด ในพื้นที่ดอนมีวัตถุต้นกำเนิดเป็นตะกอนน้ำพาเก่าในพื้นที่ราบชั้นบนได้ ทรัพยากรดินในเขตนี้จึงมีความหลากหลาย การศึกษาและสำรวจทรัพยากรดินภายใต้โครงการการปรับปรุงฐานข้อมูลทรัพยากรดินเบื้องต้นลงภาพถ่ายออร์โธรี ในปี 2554 ถึง 2559 มีการสำรวจจำแนกดินและจัดทำแผนที่ทรัพยากรดินขนาดมาตราส่วน 1 : 25,000 มีจำนวนชุดดิน 76 ชุดดินได้จำแนกในอันดับดิน (soil order) ตามระบบอนุกรมวิธานจำแนกออกได้เป็น 7 อันดับดิน (ตารางที่ 20) ดังนี้

1) อันดับดินออกซิซอลส์ (Oxisols Soil Order) เป็นดินที่มีการสะสมออกไซด์ของเหล็กและอะลูมิเนียม หรือที่เรียกกันว่า เซสควิออกไซด์ในปริมาณสูง เกิดจากกระบวนการผุพังอยู่กับที่อย่างรุนแรงหรือผ่านกระบวนการเกิดดินมานาน ลักษณะเป็นดินสีออกแดงจัด เหลือง หรือเทา เนื้อดินเป็นดินเหนียวค่อนข้างจัดหรือจัด แต่มีโครงสร้างดีมาก ดินมีความร่วนซุยสูง และมีความสม่ำเสมอภายในหน้าตัดดินมาก จะมีลักษณะต่าง ๆ ที่คล้ายคลึงกันตลอดหน้าตัดดิน มักเกิดอยู่ในบริเวณที่พื้นที่ค่อนข้างเสถียร มีความลาดชันน้อย สภาพอากาศมีความชื้นสูง จัดเป็นดินที่มีลักษณะทางกายภาพดี แต่มักมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำดินในพื้นที่จัดอยู่ในอันดับดินย่อย Ustox ได้แก่ ชุดดินปากช่อง

2) อันดับดินเวอร์ติซอลส์ (Vertisols Soil Order) เป็นดินเหนียวสีคล้ำที่มีแร่ดินเหนียวชนิดยึดหดตัว ได้สูงตามการเปลี่ยนแปลงความชื้นดิน มีหน้าดินแตกแหว่งและรอยไถ เป็นดินที่มักเกิดจากที่วัตถุต้นกำเนิดมีปริมาณต่างสูง เช่น หินปูนมาร์ล และแอปติไซต์ดิบที่พบในพื้นที่จัดอยู่ในอันดับดินย่อย Aquerts ได้แก่ ชุดดินบ้านหมี่ ชุดดินช่องแค ชุดดินพิมาย และชุดดินโคกกระเทียม และอันดับดินย่อย Usterts ได้แก่ ชุดดินบ้านกลาง ชุดดินลพบุรี ชุดดินสมอทอด และชุดดินชัยบาดาล

3) อันดับดินอัลติซอลส์ (Ultisols Soil Order) เป็นดินที่มีต่างต่ำเป็นลักษณะของดินที่มีพัฒนาการมานาน ในสภาพวัตถุต้นกำเนิดดินผ่านกระบวนการผุพังอยู่กับที่และมีการชะล้างอย่างต่อเนื่องยาวนาน ทำให้มีลักษณะการสะสมดินเหนียวในดินชั้นล่างอย่างเด่นชัด ดินที่พบในพื้นที่จัดอยู่ในอันดับดินย่อย Aquults ได้แก่ ชุดดินพรานกระต่าย ชุดดินทัพทัน ชุดดินพิจิตร ชุดดินศรีสำโรง และอันดับดินย่อย Ustults ได้แก่ ชุดดินเชียงคาน ชุดดินบ้านจ้อย ชุดดินแม่แตง ชุดดินหนองมด ชุดดินห้างฉัตร ชุดดินพบพระ ชุดดินลาดหญ้า ชุดดินแม่ริม ชุดดินชาญ ชุดดินภูสะนา ชุดดินเขาพลอง ชุดดินสันป่าตอง ชุดดินอุทัย ชุดดินชนแดน ชุดดินโป่งตอง ชุดดินโกสัมพี ชุดดินม่วงค่อม ชุดดินบ้านไร่ และชุดดินท่ายาง

4) อันดับดินมอลลิซอลส์ (Mollisols Soil Order) เป็นดินที่มีชั้นดินบนหนาสีคล้ำถึงดำ มีอินทรีย์วัตถุสูง มีโครงสร้างดินดี มีลักษณะร่วนซุย พบในบริเวณที่วัตถุต้นกำเนิดที่มีปฏิกิริยาเป็นด่าง ดินที่พบในพื้นที่จัดอยู่ในอันดับดินย่อย Ustolls ได้แก่ ชุดดินลำนารายณ์ และชุดดินตาคลี

5) อันดับดินแอลฟิซอลส์ (Alfisols Soil Order) เป็นดินที่มีพัฒนาการปานกลางถึงค่อนข้างดี พบในสภาพภูมิประเทศค่อนข้างใหม่ และมีเสถียรภาพเป็นเวลานาน มีการสะสมดินเหนียวในชั้นดินล่าง มีสภาพการชะล้างต่ำจึงพบธาตุต่าง ๆ ในหน้าตัดดินอยู่มาก ดินที่พบในพื้นที่จัดอยู่ในอันดับดินย่อย Aqualfs เป็นดิน แอลฟิซอลส์ที่มีการอิ่มตัวด้วยน้ำตามฤดูกาล มีลักษณะสีออกเทาและมีจุดประ ได้แก่ ชุดดินท่าตะโก ชุดดินเฉลียงลับ ชุดดินเดิมบาง ชุดดินมนรมย์ ชุดดินนครปฐม ชุดดินโพทะเล ชุดดินพิบูลย์โลก ชุดดินสระโบสถ์ ชุดดินศรีสัชนาลัย ชุดดินสุโขทัย ชุดดินแม่สาย ชุดดินคลองขลุง ชุดดินโกรกพระ ชุดดินโคกสำโรง ชุด

ดินหนองฉาง และชุดดินสันทราย และอันดับดินย่อย Ustalfs เป็นดินแอลฟิซอลส์ที่อยู่ในเขตแห้งแล้ง อยู่ในที่ดอน มีความชื้นเฉพาะช่วงฤดูปลูก ได้แก่ ชุดดินกลางดง ชุดดินดอนยางเอน ชุดดินแม่ือง ชุดดินตะพานหิน ชุดดินไทรงาม ชุดดินหินซ้อน ชุดดินลี ชุดดินมวกเหล็ก ชุดดินแก่งคอย ชุดดินงาว ชุดดินนครสวรรค์ ชุดดินไพศาลี ชุดดินทับเสลา ชุดดินแม่ระมาด ชุดดินทับกวาง และชุดดินวังสะพุง

6) อันดับดินอินเซปติซอลส์ (Inceptisols Soil Order) เป็นดินที่เริ่มมีพัฒนาการ มีการเปลี่ยนแปลง ทางกายภาพ และเคมีภายในหน้าตัดดินแต่ยังไม่พัฒนาเป็นชั้นดินวินิจัยเด่น ดินอันดับนี้ที่พบในพื้นที่เป็นดินในที่ลุ่มแอ่งต่ำที่คงทนต่อการเปลี่ยนแปลง ดินที่พบในพื้นที่จัดอยู่ในอันดับดินย่อย Aquepts ได้แก่ ชุดดินบางมูลนาก ชุดดินบางระกำ ชุดดินชุมแสง ชุดดินชัยนาท ชุดดินสิงห์บุรี และอันดับดินย่อย Ustepts ได้แก่ ชุดดินสรรพยา

7) อันดับดินเอนติซอลส์ (Entisols Soil Order) ที่พบในพื้นที่นี้เป็นดินที่มีพัฒนาการชั้นดินเล็กน้อยที่เกิดจากตะกอนน้ำพาในพื้นที่ราบน้ำท่วม สันดินริมน้ำ และเนินตะกอนรูปพัด พื้นที่ได้รับอิทธิพลของตะกอนทับถมเป็นประจำจึงมีโอกาสมีพัฒนาการน้อย เป็นเอนติซอลส์ที่เป็นดินที่มีศักยภาพในการเพาะปลูกได้ดี จัดอยู่ในอันดับดินย่อย Fluvent ได้แก่ ชุดดินเชียงใหม่

ตารางที่ 20 ชุดดินที่พบในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 แบ่งตามหลักอนุกรมวิธานดิน

อันดับดิน (Soil Order)	ชื่อชุดดิน (Series Name)	สัญลักษณ์ (Symbol)	วงศ์ดิน (Soil Family)
ออกซิซอลส์ (Oxisols)			
	ปากช่อง (Pak Chong)	Pc	Very fine, kaolinitic, isohyperthermic Rhodic Kandustox
เวอร์ติซอลส์ (Vertisols)			
	บ้านหมี่ (Banmi)	Bm	Very-fine, smectitic, isohyperthermic Ustic Endoaquerts
	ช่องแค (Chong Khae)	Ck	Very-fine, smectitic, isohyperthermic (Aeric Chromic) Ustic Endoaquerts
	โคกกระเทียม (KhokKrathiam)	Kk	Very-fine, smectitic, isohyperthermic Ustic Endoaquerts
	บ้านกลาง (Ban Klang)	Bag	Fine, smectitic, isohyperthermic Aquic Haplusterts
	ลพบุรี (Lop Buri)	Lb	Very-fine, smectitic, isohyperthermic Typic Haplusterts
	สมอทอด (SamoThod)	Sat	Very-fine, smectitic, isohyperthermic Chromic Haplusterts
	ชัยบาดาล (Chai Badan)	Cd	Fine, smectitic, isohyperthermic Leptic Haplusterts
อัลติซอลส์ (Ultisols)			
	เชียงคาน (Chiang Khan)	Ch	Clayey-skeletal, kaolinitic, isohyperthermic Typic Kandistults
	ศรีสำโรง (Si Samrong)	Ssr	Fine, kaolinitic, isohyperthermic Typic Paleaquults
	พิจิตร (Phi chit)	Pic	Fine, mixed, isohyperthermic Aeric Paleaquults
	ทัพทัน (Thap Than)	Tht	Coarse-loamy, mixed, semiactive, isohyperthermic Aeric Paleaquults

ตารางที่ 20 (ต่อ)

อันดับดิน (Soil Order)	ชื่อชุดดิน (Series Name)	สัญลักษณ์ (Symbol)	วงศ์ดิน (Soil Family)
	พราณกระต่าย (Phran Kratai)	Prk	Loamy-skeletal over fragmental, mixed, subactive, isohyperthermic Petroferric Epiaquults
	บ้านจ้อง (Ban Chong)	Bg	Fine, kaolinitic, isohyperthermic Typic (Kandic) Paleustults
	แม่แตง (Mae Taeng)	Mt	Fine, kaolinitic, isohyperthermic Rhodic Kandistults
	หนองมด (Nong Mot)	Nm	Fine, kaolinitic, isohyperthermic Typic Kandistults
	พบพระ (Phop Phra)	Ppr	Fine, kaolinitic, isohyperthermic Rhodic Kandistults
	ห้างฉัตร (Hang Chat)	Hc	Fine-loamy, kaolinitic, isohyperthermic Typic Kandistults
	ขานู (Khanu)	Khu	Fine-loamy, mixed, isohyperthermic Typic Paleustults
	เขาพลอง (Khao Plong)	Kpg	Coarse-loamy, siliceous, semiactive, isohyperthermic Typic (Kandic) Paleustults
	ลานสัก (Lan Sak)	Lsk	Coarse-loamy, mixed, subactive, isohyperthermic Typic Paleustults
	สันป่าตอง (San Pa Tong)	Sp	Coarse-loamy, siliceous, semiactive, isohyperthermic Typic (Kandic) Paleustults
	อุทัย (Uthai)	Utl	Coarse-loamy, mixed, subactive, isohyperthermic Typic (Oxyaquic) Paleustults
	ชนแดน (Chondan)	Cdn	Loamy-skeletal, mixed, semiactive, isohyperthermic Typic Haplustults
	เชียงคาน (Chiang Khan)	Ch	Clayey-skeletal, kaolinitic, isohyperthermic Typic Kandistults
	โป่งตอง (Pong Tong)	Po	Clayey-skeletal, kaolinitic, isohyperthermic Typic (Kandic) Paleustults
	โกสัมพี (Kosambi)	Ksp	Loamy-skeletal , mixed, isohyperthermic Typic Haplustults
	ม่วงค่อม (Muang Khom)	Mm	Loamy-skeletal, mixed, isohyperthermic Typic (Kandic) Paleustults
	แมริม (Mae Rim)	Mr	Loamy-skeletal, mixed, isohyperthermic Typic (Kandic) Paleustults
	ท่ายาง (Tha Yang)	Ty	Loamy-skeletal, siliceous, isohyperthermic Kanhaplic Haplustults
	บ้านไร่ (Ban Rai)	Bar	Coarse-loamy, mixed, subactive, isohyperthermic Typic Haplustults
	ลาดหญ้า (Latya)	Ly	Fine-loamy, siliceous, isohyperthermic Kanhaplic Haplustults

ตารางที่ 20 (ต่อ)

อันดับดิน (Soil Order)	ชื่อชุดดิน (Series Name)	สัญลักษณ์ (Symbol)	วงศ์ดิน (Soil Family)
	ภูชนะ (Phu Sana)	Psi	Fine-loamy, mixed, isohyperthermic Kanhaplic Haplustults
มอลลิซอลส์ (Mollisols)			
	ตากลี (Takhli)	Tk	Loamy-skeletal, carbonatic, isohyperthermic Entic Haplustolls
	ลำนารายณ์ (Lam Narai)	Ln	Fine, smectitic, isohyperthermic Typic Haplustolls
แอลฟิซอลส์ (Alfisols)			
	กำแพงเพชร (Kamphaengphet)	Kp	Fine-silty, mixed, active, isohyperthermic Oxyaquic (Ultic) Haplustalfs
	ท่าตะโก (Tha Tako)	To	Fine, mixed, isohyperthermic Aerico Endoaqualfs
	เจดีย์ลับ (Chaliang Lap)	Cl	Fine, mixed, semiactive, isohyperthermic Aerico Endoaqualfs
	เดิบบาง (Doem Bang)	Db	Fine, kaolinitic, isohyperthermic Aerico (Plinthic) Endoaqualfs
	มนोरมย์ (Manorom)	Mn	Fine, mixed, semiactive, isohyperthermic Aerico (Plinthic) Endoaqualfs
	นครปฐม (NakhonPathom)	Np	Fine, mixed, active, isohyperthermic Aerico Endoaqualfs
	โพทะเล (Pho Thale)	Plo	Fine, mixed, active, isohyperthermic, Aerico Endoaqualfs
	พิษณุโลก (Phitsanulok)	Psl	Fine, mixed, active, isohyperthermic Aerico Endoaqualfs
	สระโบสถ์ (Sa Bot)	Sab	Fine, mixed, semiactive, isohyperthermic Aerico Endoaqualfs
	ศรีสัชนาลัย (Si Satchanalai)	Sir	Fine, mixed, active, isohyperthermic Aquic (Ultic) Haplustalfs
	สุโขทัย (Sukhothai)	Skt	Fine, kaolinitic, isohyperthermic Aerico (Plinthic) Endoaqualfs
	แม่สาย (Mae Sai)	Ms	Fine-silty, mixed, semiactive, isohyperthermic Aerico Endoaqualfs
	สันทราย (San Sai)	Sai	Coarse-loamy, siliceous, subactive, isohyperthermic Aerico Endoaqualfs
	คลองขลุง (Khlung Khlung)	Khk	Fine-loamy, mixed, isohyperthermic Aerico Endoaqualfs
	โกรกพระ (KrokPra)	Kr	Fine-loamy, mixed, semiactive, isohyperthermic Aerico (Plinthic) Endoaqualfs
	โคกสำโรง (Khok Samrong)	Ksr	Fine-loamy, mixed, semiactive, isohyperthermic Aerico Endoaqualfs

ตารางที่ 20 (ต่อ)

อันดับดิน (Soil Order)	ชื่อชุดดิน (Series Name)	สัญลักษณ์ (Symbol)	วงศ์ดิน (Soil Family)
	หนองฉาง (Nong Chang)	Nch	Fine-loamy, mixed, semiactive, isohyperthermic Aeris Endoaqualfs
	กลางดง (Klang Dong)	Kid	Fine, mixed, active, isohyperthermic Ultic Paleustalfs
	ดงยางเอน (Dong Yang En)	Don	Fine-silty, mixed, active, isohyperthermic Oxyaquic (Ultic) Haplustalfs
	แม่อิง (Mae Ing)	MI	Fine-silty, mixed, active, isohyperthermic Oxyaquic (Ultic) Haplustalfs
	ตะพานหิน (TaphanHin)	Tph	Fine-silty, mixed, active, isohyperthermic Ultic Haplustalfs
	ไทรงาม (SaiNgam)	Sg	Coarse-loamy, mixed, semiactive, isohyperthermic Oxyaquic (Ultic) Haplustalfs
	หินซ้อน (Hin Son)	Hs	Fine, mixed, active, isohyperthermic Lithic Haplustalfs
	ลี (Li)	Li	Clayey-skeletal, mixed, semiactive, isohyperthermic, UlticHaplustalfs
	มวกเหล็ก (MuakLek)	ML	Clayey-skeletal, mixed, semiactive, isohyperthermic Ultic Haplustalfs
	แก่งคอย (Kaeng Khoi)	Kak	Loamy-skeletal, mixed, active, isohyperthermic Ultic Haplustalfs
	งาว (Ngao)	No	Loamy-skeletal, mixed, superactive, isohyperthermic Ultic Haplustalfs
	นครสวรรค์ (NakhonSawan)	Ns	Loamy-skeletal, mixed, superactive, isohyperthermic Ultic Haplustalfs
	ไพศาลี (Phisa Li)	Phi	Loamy-skeletal, mixed, isohyperthermic Ultic Haplustalfs
	ทับเสลา (Tap Salao)	Tas	Loamy-skeletal, mixed, superactive, isohyperthermic Ultic (Typic) Haplustalfs
	แม่ระมาด (Mae Ramat)	Mrm	Fine, mixed, active, isohyperthermic Typic Haplustalfs
	ทับกวาง (Thap Kwang)	Tw	Fine, mixed, active, isohyperthermicUlticHaplustalfs
	วังสะพุง (Wang Saphung)	Ws	Fine, mixed, active, isohyperthermic Typic Haplustalfs
อินเซปติซอลส์ (Inceptisols)			
	บางมูลนาก (Bang MunNak)	Ban	Very-fine, mixed, semiactive, nonacid, isohyperthermic Aeris Endoaquepts

ตารางที่ 20 (ต่อ)

อันดับดิน (Soil Order)	ชื่อชุดดิน (Series Name)	สัญลักษณ์ (Symbol)	วงศ์ดิน (Soil Family)
	ชุมแสง (Chum Saeng)	Cs	Fine, mixed, semiactive, acid, isohyperthermic Aeric (Plinthic) Endoaquepts
	บางระกำ (Bang Rakam)	Brk	Fine, mixed, active, nonacid, isohyperthermic Typic (Aeric) Endoaquepts
	ชัยนาท (Chai Nat)	Cn	Fine, mixed, active, nonacid, isohyperthermic Aeric (Vertic) Endoaquepts
	สิงห์บุรี (Sing Buri)	Sin	Very-fine, mixed, semiactive, nonacid, isohyperthermic Vertic Endoaquepts
	สรรพยา (Sapphaya)	Sa	Fine-loamy, mixed, active, nonacid, isohyperthermic Aquic (Fluventic) Haplustepts
เอนทิซอลส์ (Entisols)			
	เชียงใหม่ (Chiang Mai)	Cm	Coarse-loamy, mixed, superactive, nonacid, isohyperthermic Oxyaquic Ustifluvents

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2566)

4.6.2 กลุ่มชุดดินในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9

ทรัพยากรดินในเขตพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 ประกอบไปด้วยกลุ่มชุดดินทั้งหมด 40 กลุ่มชุดดิน 76 ชุดดิน แบ่งเป็นกลุ่มชุดดินในที่ราบลุ่ม 17 กลุ่มชุดดิน กลุ่มชุดดินในพื้นที่ดอน 22 กลุ่มชุดดิน และกลุ่มชุดดินในพื้นที่สูงและภูเขา 1 กลุ่มชุดดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2566) ดังนี้

1) กลุ่มชุดดินในที่ราบลุ่ม 17 กลุ่มชุดดิน

(1) กลุ่มชุดดินที่ 1

มีลักษณะเนื้อดินเป็นดินเหนียวจัดสีดำ หรือสีเทาเข้ม เกิดจากตะกอนน้ำและปูนมาร์ล พัดพามาทับถม ปฏิกริยาเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นด่าง มีสภาพการระบายน้ำเลวถึงเลวมากระดับความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับปานกลางถึงสูง มีพื้นที่รวม 122,170 ไร่ หรือ 0.41 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ประกอบด้วย ชุดดินบ้านหมี่ (Bm) ชุดดินช่องแค (CK) ชุดดินท่าเรือ (Tr) ชุดดินวัฒนา (Wa)

(2) กลุ่มชุดดินที่ 2

มีลักษณะเนื้อดินเป็นดินเหนียว สีเทา หรือเทาเข้ม เกิดจากตะกอนลำน้ำ ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดถึงกรดรุนแรงมาก สภาพการระบายน้ำค่อนข้างเลวถึงเลว ความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับปานกลาง มีพื้นที่รวม 281,518 ไร่ หรือ 0.94 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ประกอบด้วย ชุดดินชุมแสง (Cs)

(3) กลุ่มชุดดินที่ 3

มีลักษณะเนื้อดินเป็นดินเหนียว สีดำ หรือสีเทาเข้มมาก เกิดจากการทับถมของตะกอนน้ำ ปฏิกริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นด่าง สภาพการระบายน้ำของดินเลว ความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับปานกลางถึงสูงมีพื้นที่รวม 221,889 ไร่ หรือ 0.74 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ประกอบด้วย ชุดดินพิมาย (Pm) ชุดดินบ้านโพธิ์ (Bpo) ชุดดินสิงห์บุรี (Sin)

(4) กลุ่มชุดดินที่ 4

มีลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียว เกิดจากตะกอนลำน้ำใหม่และค่อนข้างใหม่พัฒนามาทับถมปฏิกิริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นกรดแก่ มีสภาพการระบายน้ำค่อนข้างเลวถึงเลวความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับปานกลางถึงสูง มีพื้นที่รวม 855,012 ไร่ หรือ 2.84 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ประกอบด้วย ชุดดินชยันต (Cn) ชุดดินราชบุรี (Rb) ชุดดินสระบุรี (Sb)

(5) กลุ่มชุดดินที่ 5

มีลักษณะเนื้อดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทราย เกิดจากตะกอนลำน้ำค่อนข้างใหม่พัฒนามาทับถม ปฏิกิริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นกรดปานกลาง สภาพการระบายน้ำเลว ความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับปานกลาง มีพื้นที่รวมทั้งหมด 294,162 ไร่ หรือ 0.98 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ประกอบด้วย ชุดดินหางดง (Hd) ชุดดินพาน (Pn) ชุดดินท่าตะโก (To)

(6) กลุ่มชุดดินที่ 6

มีลักษณะเนื้อดินเป็นดินเหนียวสีเทา เกิดจากการทับถมของตะกอนลำน้ำเก่า ปฏิกิริยาดินเป็นกรดแก่ถึงกรดจัด สภาพการระบายน้ำค่อนข้างเลวถึงเลว ความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับต่ำถึงค่อนข้างต่ำ มีพื้นที่รวม 181,962 ไร่ หรือ 5.71 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ประกอบด้วย ชุดดินปากท่อ (Pth) ชุดดินมโนรมย์ (Mn) ชุดดินเชียงราย (Cr) ชุดดินนครพนม (Nn)

(7) กลุ่มชุดดินที่ 7

มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวสีน้ำตาลปนเทา เกิดจากตะกอนน้ำพัฒนามาทับถมปฏิกิริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นกลาง สภาพการระบายน้ำ ค่อนข้างเลว ความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับปานกลาง มีพื้นที่รวม 1,057,045 ไร่ หรือ 3.51 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ประกอบด้วย ชุดดินเดิมบาง (Db) ชุดดินท่าตูม (Tt) ชุดดินนครปฐม (Np) ชุดดินพิจิตร (Pic)

(8) กลุ่มชุดดินที่ 15

มีลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวหรือร่วนเหนียวปนทรายแป้ง เกิดจากตะกอนลำน้ำพัฒนามาทับถมกันเป็นเวลานาน ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นด่างอย่างอ่อนสภาพการระบายน้ำ ค่อนข้างเลวถึงเลว ความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำถึงปานกลางมีพื้นที่รวม 428,274 ไร่ หรือ 1.42 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ประกอบด้วย ชุดดินแม่สาย (Ms)

(9) กลุ่มชุดดินที่ 16

มีลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วน หรือดินร่วนปนทรายแป้งสีน้ำตาลปนเทา เกิดจากตะกอนลำน้ำทับถมกันเป็นเวลานาน ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกรดแก่สภาพการระบายน้ำค่อนข้างเลวถึงเลว ความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับต่ำถึงปานกลางมีพื้นที่รวม 222,187 ไร่ หรือ 0.74 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ประกอบด้วย ชุดดินลำปาง (Lp) ชุดดินศรีเทพ (Sri)

(10) กลุ่มชุดดินที่ 17

ลักษณะเนื้อเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินร่วน เกิดจากตะกอนลำน้ำพัฒนามาทับถมกันเป็นเวลานาน ปฏิกิริยาดินเป็นกรดแก่ถึงกรดแก่มาก สภาพการระบายน้ำค่อนข้างเลวถึงเลว ความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับต่ำมีพื้นที่รวม 296,831 ไร่หรือ 0.98 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ประกอบด้วย ชุดดินร้อยเอ็ด (Re) ชุดดินเรณู (Rn) ชุดดินศรีสำโรง (Ssr)

(11) กลุ่มชุดดินที่ 18

ลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย สีน้ำตาลเข้มปนเทาหรือสีน้ำตาลปนเทา เกิดจากการทับถมของตะกอนลำน้ำเป็นเวลานานปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกรดแก่ สภาพการระบายน้ำ ค่อนข้างต่ำมีพื้นที่รวม 36,447 ไร่ หรือ 0.12 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ประกอบด้วย ชุดดินเขาย้อย (Kyo)

(12) กลุ่มชุดดินที่ 19

มีลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายหรือทรายร่วนสีน้ำตาลเข้มปนเทาหรือสีน้ำตาลเข้ม เกิดจากการทับถมของตะกอนลำน้ำเป็นเวลานาน ปฏิกริยาดินเป็นกรดแก่ถึงเป็นกรดจัด สภาพการระบายน้ำค่อนข้างเลวถึงดีปานกลาง ความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับต่ำมีพื้นที่รวม 56,986 ไร่ หรือ 0.19 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ประกอบด้วย ชุดดินวิเชียรบุรี (Wb)

(13) กลุ่มชุดดินที่ 21

ลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วน หรือดินร่วนปนทรายแป้ง หรือดินปนทรายสีน้ำตาลปนเทาหรือสีน้ำตาลอ่อน เกิดจากตะกอนลำน้ำ พัดพามาทับถมใหม่ถึงค่อนข้างใหม่ปฏิกริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกรดแก่ สภาพการระบายน้ำค่อนข้างเลวถึงดีปานกลางความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับปานกลางมีพื้นที่รวม 461,887 ไร่ หรือ 1.53 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ประกอบด้วย ชุดดินเพชรบุรี (Pb) ชุดดินสรพยา (Sa)

(14) กลุ่มชุดดินที่ 22

มีลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย ดินทรายปนดินร่วน หรือดินร่วนน้ำตาลปนเทาหรือสีน้ำตาลเข้ม เกิดจากตะกอนลำน้ำพัดพามาทับถม ปฏิกริยาดินเป็นกรดแก่ถึงเป็นกรดแก่มาก สภาพการระบายน้ำของดินค่อนข้างเลวถึงเลว ความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับต่ำถึงปานกลางมีพื้นที่รวม 8,998 ไร่ หรือ 0.03 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ประกอบด้วย ชุดดินสีทน (St)

(15) กลุ่มชุดดินที่ 24

มีลักษณะเนื้อดินเป็นทรายร่วนสีน้ำตาลปนเทาหรือสีเทาปนชมพู เป็นดินลึก เกิดจากตะกอนลำน้ำพัดพามาทับถม ปฏิกริยาดินเป็นกรดเล็กน้อย ถึงเป็นกรดปานกลาง สภาพการระบายน้ำค่อนข้างเลวถึงดีปานกลาง ความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับต่ำ มีพื้นที่รวม 41,836 ไร่ หรือ 0.14 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ประกอบด้วย ชุดดินอุบล (Ub)

(16) กลุ่มชุดดินที่ 25

มีลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายสีน้ำตาล หรือน้ำตาลปนเทาเป็นดินตื้นมีปริมาณลูกรังปะปนในดินล่างมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ เกิดจากตะกอนลำน้ำทับถมอยู่บนชั้นหินผุ ปฏิกริยาดินเป็นกรดแก่ถึงเป็นกรดจัด สภาพการระบายน้ำค่อนข้างเลวถึงเลว ความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับต่ำมีพื้นที่รวม 281,115 ไร่ หรือ 0.93 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ประกอบด้วย ชุดดินบ้านไร่ (Bar) ชุดดินม่วงค่อม (Mm) ชุดดินอัน (On) ชุดดินเพ็ญ (Pn)

(17) กลุ่มชุดดินที่ 59

ลักษณะของดินไม่แน่นอนทั้งเนื้อดิน สีดิน และปฏิกริยาดินเกิดจากการทับถมของตะกอนลำน้ำ ส่วนใหญ่ประกอบด้วยชั้นดินเนื้อหยาบสลับกับเนื้อละเอียด สีเทาและน้ำตาลปนเทาปฏิกริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกลาง ความอุดมสมบูรณ์อยู่ตั้งแต่ระดับต่ำถึงสูง สภาพการระบายน้ำค่อนข้างเลวถึงเลวมีพื้นที่รวม 117,514 ไร่ หรือ 0.39 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ยังไม่มีการตั้งชื่อชุดดินแต่เรียกตามหน่วยแผนที่ว่าดินตะกอนที่มีการระบายน้ำแล้ว

2) กลุ่มชุดดินในพื้นที่ดอน 22 กลุ่มชุดดิน

(1) กลุ่มชุดดินที่ 28

มีลักษณะเนื้อดินเป็นดินเหนียวสีดำ เกิดจากการสลายตัวของหินภูเขาไฟปฏิกริยาดินเป็นกลางถึงเป็นด่าง สภาพการระบายน้ำดีปานกลางถึงดี ความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับปานกลางถึงสูงพื้นที่รวม 243,246 ไร่หรือ 0.18 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ประกอบด้วย ชุดดินชัยบาดาล (Cd) ชุดดินลพบุรี (Lb)

(2) กลุ่มชุดดินที่ 29

มีลักษณะเนื้อดินเป็นดินเหนียวสีน้ำตาล สีเหลือง หรือสีแดง เกิดจากตะกอนลำน้ำพัดพามาทับถมเป็นเวลานาน ปฏิกริยาเป็นกรดแก่ถึงเป็นกรดจัด สภาพการระบายน้ำดี ความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับปานกลาง มีพื้นที่ทั้งหมด 1,329,007 ไร่ หรือ 4.41 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ประกอบด้วย ชุดดินหางฉัตร (Hc) ชุดดินแม่แตง (Mt) ชุดดินปากช่อง (Pc) ชุดดินหนองมด (Nm) ชุดดินบ้านจ้อย (Bg) ชุดดินเขาใหญ่ (Ky)

(3) กลุ่มชุดดินที่ 31

เป็นดินลึกถึงลึกมาก เนื้อดินเป็นดินเหนียวสีน้ำตาลเหลืองและสีแดง เกิดจากการสลายตัวของหินดินดานหินปูน หรือหินแกรนิตปฏิกริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นกรดปานกลาง สภาพการระบายน้ำดีปานกลางถึงดี ความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับปานกลาง มีเนื้อที่ทั้งหมด 93,370 ไร่ หรือ 0.31 เปอร์เซ็นต์ของเนื้อที่ทั้งหมด ประกอบด้วย ชุดดินวังไซ (Wi)

(4) กลุ่มชุดดินที่ 33

ลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้งสีน้ำตาล หรือน้ำตาลปนแดงเป็นดินลึกมากเกิดจากตะกอนลำน้ำพัดพามาทับถมค่อนข้างใหม่ ปฏิกริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นกรดปานกลาง สภาพการระบายน้ำดีปานกลางถึงดี ความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับปานกลางถึงสูงมีเนื้อที่ทั้งหมด 1,794,667 ไร่หรือ 5.95 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ประกอบด้วย ชุดดินดอนยางเอน (Dn) ชุดดินกำแพงแสน (Ks) ชุดดินกำแพงเพชร (Kp) ชุดดินศรีสัชชาลัย (Sir) ชุดดินธาตุพนม (Tp)

(5) กลุ่มชุดดินที่ 35

เป็นดินลึกมากลักษณะเนื้อดินร่วนปนทราย หรือดินร่วนเกิดจากการทับถมของตะกอนลำน้ำที่มีอยู่มาก และการสลายตัวของหินทรายและหินควอร์ตไซต์ ปฏิกริยาดินเป็นกรดแก่ถึงเป็นกรดจัด สภาพการระบายน้ำค่อนข้างดีถึงดี ความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับต่ำ มีเนื้อที่ทั้งหมด 933,08 ไร่ หรือ 3.10 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ประกอบด้วย ชุดดินดอนไร่ (Dr) ชุดดินด่านซ้าย (Ds) ชุดดินโคราซ (Kt) ชุดดินสตึก (Suk) ชุดดินวาริน (Wn) ชุดดินยโสธร (Yt) ชุดดินมาบบอง (Mb)

(6) กลุ่มชุดดินที่ 36

เป็นดินลึกปานกลางถึงลึกมาก ลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินร่วนสีน้ำตาลเข้ม หรือน้ำตาลปนเทา หรือน้ำตาลปนแดง เกิดจากตะกอนลำน้ำเก่าพัดพามาทับถมและการสลายตัวของหินเนื้อหยาบ ปฏิกริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นกรดแก่ สภาพการระบายน้ำค่อนข้างดี ความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง มีเนื้อที่รวมทั้งหมด 83,559 ไร่หรือ 0.28 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ประกอบด้วย ชุดดินเพชรบูรณ์ (Pe) ชุดดินปรางบุรี (Pr) ชุดดินสีคิ้ว (Si) ชุดดินศรีราชา (Sr)

(7) กลุ่มชุดดินที่ 37

มีลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย หรือทรายร่วนสีน้ำตาล หรือน้ำตาลปนเทา เกิดจากการทับถมของตะกอนลำน้ำ และวัตถุเคลื่อนย้ายมาทับถมตามที่ลาดเชิงเขา ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดแก่ สภาพการระบายน้ำดีปานกลางถึงดี ความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับต่ำ มีเนื้อที่รวมทั้งหมด 209,883 ไร่ หรือ 4.70 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ประกอบด้วย ชุดดินทับเสา (Tas)

(8) กลุ่มชุดดินที่ 38

เป็นดินลึกถึงลึกมาก ลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วน หรือดินร่วนปนทรายละเอียดสลับกับชั้นดินร่วนปนทรายแป้ง หรือชั้นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้งเกิดจากตะกอนลำน้ำที่มีอายุน้อย ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกลาง สภาพการระบายน้ำค่อนข้างดีถึงดี ความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง มีพื้นที่รวมทั้งหมด 539,885 ไร่ หรือ 1.79 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ประกอบด้วย ชุดดินไทรงาม (Sg) ชุดดินท่าม่วง (Tm)

(9) กลุ่มชุดดินที่ 40

เป็นดินลึกถึงลึกมากลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย หรือดินทรายปนดินร่วนเกิดจากตะกอนลำน้ำ หรือการสลายตัวของหินเนื้อหยาบ ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดแก่สภาพการระบายน้ำดี ความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับต่ำ มีพื้นที่รวมทั้งหมด 641,476 ไร่ ประกอบด้วย ชุดดินอุทัย (Aut) ชุดดินยางตลาด (yi) ชุดดินสันป่าตอง (Sp)

(10) กลุ่มชุดดินที่ 41

เป็นดินลึกมากลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินร่วนสีน้ำตาลเข้มมากหรือน้ำตาลเข้ม เกิดจากการทับถมของตะกอนลำน้ำเก่า ปฏิกริยาดินเป็นกลางถึงเป็นด่าง สภาพการระบายน้ำดี ความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง มีพื้นที่รวมทั้งหมด 10,197 ไร่ หรือ 0.03 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ทั้งหมด ประกอบด้วย ชุดดินกำบง (Kg)

(11) กลุ่มชุดดินที่ 43

เป็นดินลึก ลักษณะเนื้อดินเป็นดินทรายถึงดินทรายปนดินร่วน สีเทา สีน้ำตาลอ่อน หรือสีเหลือง เกิดจากการทับถมของตะกอนทรายน้ำทะเล หรือเกิดจากการสลายตัวของหินแกรนิต หินควอร์ต หินทราย ปฏิกริยาดินเป็นกรดแก่ถึงด่างปานกลาง สภาพการระบายน้ำดีถึงดีเกินไป ความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับต่ำ มีพื้นที่รวมทั้งหมด 25,293 ไร่ หรือ 0.08 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ประกอบด้วย ชุดดินดงตะเคียน (Dt)

(12) กลุ่มชุดดินที่ 44

เป็นดินลึกถึงลึกมาก ลักษณะเนื้อดินเป็นดินทรายปนดินร่วนสีน้ำตาลปนเทา หรือสีน้ำตาลอ่อน เกิดจากการทับถมของตะกอนลำน้ำเนื้อหยาบ หรือการสลายตัวของหินเนื้อหยาบ ปฏิกริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกลาง สภาพการระบายน้ำดีถึงค่อนข้างดีเกินไป ความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับต่ำมีพื้นที่รวม 443,698 ไร่ หรือร้อยละ 1.47 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ประกอบด้วย ชุดดินโกรกพระ (Kr) ชุดดินจันทึก (Cu) ชุดดินน้ำพอง (Ng)

(13) กลุ่มชุดดินที่ 46

เป็นดินตื้นถึงตื้นมาก ลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนกรวดลูกรัง หรือดินเหนียวปนกรวดลูกรัง สีน้ำตาลปนแดง เหลือง หรือสีน้ำตาลปนแดง เกิดจากการสลายตัวของหินดินดาน หินบะซอลต์ และหินแกรนิต ปฏิกริยาดินเป็นกรดแก่ถึงเป็นกรดเล็กน้อย สภาพการระบายน้ำดี ความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับต่ำถึงปานกลางมีพื้นที่รวม 1,056,302 ไร่ หรือ 3.50 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ประกอบด้วย ชุดดินภูสะนา (Ps) ชุดดินเชียงคาน (Ch) ชุดดินกบินทร์บุรี (Kb)

(14) กลุ่มชุดดินที่ 47

เป็นดินตื้นลึกปานกลาง ลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วน ดินร่วนเหนียว หรือดินเหนียว มีเศษหินปะปนอยู่ในเนื้อดินมาก เกิดจากการสลายตัวของหินดินดาน และหินอัคนี ปฏิกริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกลาง สภาพการระบายน้ำดีถึงค่อนข้างดีเกินไป ความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับปานกลางถึงสูง มีพื้นที่รวม 286,680 ไร่หรือ 0.95 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ประกอบด้วย ชุดดินท่าลี่ (TL) ชุดดินไพศาลี (Phi) ชุดดินโคกปรือ (Kok) ชุดดินนครสวรรค์ (Ns) ชุดดินมวกเหล็ก (ML) ชุดดินลี่ (Li)

(15) กลุ่มชุดดินที่ 48

เป็นดินตื้น ลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายสีน้ำตาล สีแดงปนเหลืองหรือสีแดง เกิดจากการทับถมของตะกอนลำน้ำเก่า และสลายตัวของหินทราย ปฏิกริยาดินเป็นกรดปานกลาง สภาพการระบายน้ำค่อนข้างเลวถึงดี ความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับปานกลางมีพื้นที่รวม 1,026,134 ไร่ หรือ 3.40 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ประกอบด้วย ชุดดินท่ายาง (Ty) ชุดดินแม่มิม (Mr)

(16) กลุ่มชุดดินที่ 49

ลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย สีน้ำตาล หรือสีน้ำตาลปนเหลือง ชั้นล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย ถึงดินเหนียวปนกรวดลูกรังหรือเศษหินทราย และพบศิลาแลงอ่อน เกิดจากการทับถมของตะกอนลำน้ำเก่าปฏิกริยาดินเป็นกรดปานกลาง สภาพการระบายน้ำดีปานกลาง ความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง มีพื้นที่รวม 443,857 ไร่ หรือ 1.47 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ประกอบด้วย ชุดดินโพนนิสัย (Pp) ชุดดินสกล (SK)

(17) กลุ่มชุดดินที่ 52

ลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียว หรือดินเหนียว สีน้ำตาลเข้ม หรือสีดำ เป็นดินตื้นถึงตื้นมาก พบก้อนปูนหรือปูนมาร์ลปะปนในดินมาก เกิดจากการสลายตัวของหินปูน และหินอัคนีเนื้อละเอียด ปฏิกริยาดินเป็นกลางถึงด่างแก่ สภาพการระบายน้ำดีปานกลางถึงดี ความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับปานกลางถึงสูง มีพื้นที่รวม 507,603 ไร่ หรือ 1.75 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ประกอบด้วย ชุดดินตากลิ (TK)

(18) กลุ่มชุดดินที่ 54

ลักษณะเนื้อดินเป็นดินเหนียว สีเทาเข้ม หรือสีน้ำตาลปนแดง พบก้อนปูนและเศษหินที่กำลังผุพังสลายตัวปะปนในดินล่าง เกิดจากการสลายตัวผุพังของหินอัคนี หินปูน หินทรายเนื้อละเอียดที่เป็นต่าง ปฏิกริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นด่าง สภาพการระบายน้ำดีปานกลางถึงดี ความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับปานกลางถึงสูง มีพื้นที่รวม 149,946 ไร่ หรือ 0.50 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ประกอบด้วย ชุดดินลำนารายณ์ (Ln) ชุดดินสมอทอด (Sat)

(19) กลุ่มชุดดินที่ 55

ลักษณะเนื้อดินเป็นดินเหนียว สีน้ำตาลแดง หรือสีแดง หรือสีน้ำตาลแก่ เกิดจากการสลายตัวผุพังของหินดาน ปฏิกริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นด่างค่อนข้างอ่อน สภาพการระบายน้ำดีปานกลางถึงดี ความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับปานกลาง มีพื้นที่รวม 116,384 ไร่ หรือ 0.39 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ประกอบด้วย ชุดดินทับทวน (Tw)

(20) กลุ่มชุดดินที่ 56

ลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนหรือดินร่วนทราย สีน้ำตาล น้ำตาลแก่ เกิดจากการสลายตัวผุพังของหินตะกอนเนื้อหยาบ หรือหินอัคนีเนื้อหยาบ ปฏิกริยาดินเป็นกรดแก่ สภาพการระบายน้ำดี ความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับต่ำ มีพื้นที่รวม 202,883 ไร่ หรือ 0.67 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ประกอบด้วย ชุดดินลาดหญ้า (Ly)

(21) กลุ่มชุดดินที่ 60

ลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วน มีการผสมของดินหลายชนิด บางแห่งค่อนข้างเป็นทรายมีกรวดลูกรังในชั้นดินตอนล่าง เกิดจากการทับถมของตะกอนลำน้ำ ปฏิกริยาดินเป็นกลางถึงเป็นกรดปานกลาง สภาพการระบายน้ำดีถึงดีปานกลาง ความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับปานกลาง มีพื้นที่รวม 58,751 ไร่ หรือ 0.19 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด เรียกว่าชุดดินตะกอนที่มีการระบายน้ำดี (Al-w)

(22) กลุ่มชุดดินที่ 61

ลักษณะและคุณสมบัติต่าง ๆ ของดิน เช่น สีดิน เนื้อดิน ความลึกและปฏิกริยาดิน ตลอดจนความอุดมสมบูรณ์ไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับดินที่เป็นวัตถุดิบกำเนิดส่วนใหญ่มักมีเศษก้อนหินโผล่กระจายที่ผิวดิน มีพื้นที่รวม 5,599 ไร่ หรือ 0.02 ไร่ ของพื้นที่ทั้งหมด

3) กลุ่มชุดดินบนพื้นที่สูงและภูเขา

(1) กลุ่มชุดดินที่ 62

ลักษณะและคุณสมบัติต่าง ๆ ของดิน เช่น เนื้อดินสีดิน ความลึก ปฏิกริยาดิน ตลอดจนความอุดมสมบูรณ์ไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับหินวัตถุดิบกำเนิด แต่ส่วนใหญ่เป็นดินตื้น ก้อนหินและหินพื้นโผล่กระจายที่ผิวดิน สภาพการระบายน้ำดีปานกลางถึงดี มีพื้นที่ทั้งหมดรวม 11,106,720 ไร่ หรือ 36.85 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ทั้งหมด

ตารางที่ 21 กลุ่มชุดดินในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9

กลุ่มชุดดิน	ชุดดิน	สพข.9		กำแพงเพชร		ตาก		นครสวรรค์		สุโขทัย		อุทัยธานี	
		ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ
1	ชุดดินบ้านหมี่ Bm	45,699	0.15	-	-	-	-	42,632	0.71	3,067	0.07	-	-
	ชุดดินช่องแค Ck	30,680	0.10	-	-	-	-	30,680	0.51	-	-	-	-
	ชุดดินโคกกระเทียม Kk	15,682	0.05	-	-	-	-	15,682	0.26	-	-	-	-
	รวม	92,061	0.31	-	-	-	-	88,996	1.48	3,065	0.07	-	-
2	ชุดดินชุมแสง Cs	281,518	0.94	-	-	-	-	281,518	0.94	-	-	-	-
	รวม	281,518	0.94	-	-	-	-	281,518	0.94	-	-	-	-
3	ชุดดินสิงห์บุรี Sin	40,723	0.14	-	-	13,730	0.13	26,993	0.45	-	-	-	-
	ชุดดินพิมาย Pm	128,979	0.43	40,442	0.75	-	-	43,189	0.72	45,348	1.10	-	-
	ชุดดินบ้านโพธิ์ Bpo	52,187	0.37	-	-	-	-	52,187	0.87	-	-	-	-
	รวม	221,889	0.74	40,442	0.75	13,730	0.13	122,369	2.04	45,348	1.10	-	-
4	ชุดดินราชบุรี Rb	586,786	1.95	-	-	-	-	586,786	0.91	-	-	-	-
	ชุดดินสระบุรี Sb	127,488	0.42	-	-	-	-	-	-	127,488	3.06	-	-
	ชุดดินชัยนาท Cn	140,738	0.47	-	-	-	-	124,354	2.07	-	-	16,384	0.39
	รวม	855,012	2.84	-	-	-	-	475,939	7.93	124,389	3.02	29,891	0.71
5	ชุดดินท่าตะโก To	27,641	0.09	-	-	-	-	27,641	0.46	-	-	-	-
	รวม	27,641	0.09	-	-	-	-	27,641	0.46	-	-	-	-
6	ชุดดินศรีสำโรง Ssr	54,771	0.18	-	-	-	-	-	-	54,771	1.33	-	-
	รวม	54,771	0.18	-	-	-	-	-	-	54,771	1.33	-	-
7	ชุดดินบ้านกลาง Bag	9,521	0.03	-	-	-	-	9,521	0.16	-	-	-	-
	ชุดดินเฉลียงลับ Cl	160,898	0.54	34,012	0.63	3,515	0.03	123,371	2.06	-	-	-	-
	ชุดดินเดิมบาง Db	37,370	0.12	-	-	-	-	37,370	0.62	-	-	-	-

ตารางที่ 21 (ต่อ)

กลุ่มชุดดิน	ชุดดิน	สพข.9		กำแพงเพชร		ตาก		นครสวรรค์		สุโขทัย		อุทัยธานี	
		ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ
	ชุดดินมนรมย์ Mn	57,401	0.19	-	-	-	-	57,401	0.96	-	-	-	-
	ชุดดินนครปฐม Np	5,214	0.02	-	-	-	-	5,214	0.09	-	-	-	-
	ชุดดินพิจิตร Pic	88,816	0.30	-	-	-	-	88,816	1.48	-	-	-	-
	ชุดดินโพทะเล Plo	578,208	1.92	390,459	7.26	-	-	132,328	2.21	55,422	1.34	-	-
	ชุดดินพิษณุโลก Psl	579,456	1.93	76,200	1.42	25,483	0.25	100,387	1.67	372,697	9.04	4,690	0.11
	ชุดดินสระโบสถ์ Sab	15,125	0.05	-	-	-	-	15,125	0.25	-	-	-	-
	ชุดดินศรีสขาลัย Sir	148,252	0.49	-	-	-	-	-	-	148,252	3.60	-	-
	ชุดดินสุโขทัย Skt	1,488,175	4.95	553,686	10.29	-	-	632,518	10.54	301,971	7.32	-	-
	รวม	3,168,436	10.54	1,056,815	19.64	28,780	0.28	1,204,398	20.08	873,796	21.20	4,647	0.11
15	ชุดดินแม่สาย Ms	87,352	0.29	-	-	-	-	-	-	87,352	2.12	-	-
	รวม	87,352	0.29	-	-	-	-	-	-	87,352	2.12	-	-
17	ชุดดินสันทราย Sai	25,981	0.09	-	-	-	-	-	-	25,981	0.63	-	-
	รวม	25,981	0.09	-	-	-	-	-	-	25,981	0.63	-	-
18	ชุดดินคลองขลุง Khk	647,020	2.15	407,551	7.58	-	-	175,654	2.93	-	-	63,815	1.52
	ชุดดินโกรกพระ Kr	182,974	0.61	-	-	-	-	176,098	2.94	-	-	6,876	0.16
	ชุดดินโคกสำโรง Ksr	86,578	0.29	-	-	-	-	86,578	1.44	-	-	-	-
	ชุดดินหนองฉาง Nch	295,338	0.98	40,928	0.76	-	-	1,559	0.03	-	-	252,852	6.01
	รวม	1,211,909	4.03	448,599	8.34	-	-	439,209	7.32	-	-	324,101	7.70

ตารางที่ 21 (ต่อ)

กลุ่มชุดดิน	ชุดดิน	สพข.9		กำแพงเพชร		ตาก		นครสวรรค์		สุโขทัย		อุทัยธานี	
		ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ
21	ชุดดินสรรพยา Sa	109,283	0.36	-	-	-	-	96,984	1.62	-	-	12,299	0.29
	รวม	109,283	0.36	-	-	-	-	96,984	1.62	-	-	12,299	0.29
22	ชุดดินทัพทัน Tht	309,355	1.03	37,300	0.69	791	0.01	12,907	0.22	-	-	258,357	6.14
	รวม	309,355	1.03	37,300	0.69	791	0.01	12,907	0.22	-	-	258,357	6.14
25	ชุดดินพรานกระต่าย Prk	35,751	0.12	35,751	0.66	-	-	-	-	-	-	-	-
	รวม	35,751	0.12	35,751	0.66	-	-	-	-	-	-	-	-
28	ชุดดินลพบุรี Lb	671,597	2.23	-	-	-	-	671,597	11.20	-	-	-	-
	รวม	671,597	2.23	-	-	-	-	671,597	11.20	-	-	-	-
29	ชุดดินบ้านจ้อง Bg	15,775	0.05	-	-	-	-	-	-	15,775	0.38	-	-
	ชุดดินแม่แตง Mt	278,288	0.93	-	-	273,384	2.64	4,905	0.08	-	-	-	-
	ชุดดินหนองมด Nm	2,269	0.01	-	-	-	-	272	0.00	-	-	1,997	0.05
	ชุดดินปากช่อง Pc	24,267	0.08	-	-	-	-	6,270	0.10	-	-	17,997	0.43
	ชุดดินพบพระ Ppr	233,962	0.78	-	-	233,962	2.26	-	-	-	-	-	-
	รวม	554,561	1.85	-	-	505,476	4.89	11,777	0.20	16,253	0.39	21,055	0.50
31	ชุดดินกลางดง Kld	50,531	0.17	-	-	8,420	0.08	2,965	0.05	4,147	0.10	34,998	0.83
	รวม	50,531	0.17	-	-	8,420	0.08	2,965	0.05	4,147	0.10	34,998	0.83

ตารางที่ 21 (ต่อ)

กลุ่มชุด ดิน	ชุดดิน	สพข.9		กำแพงเพชร		ตาก		นครสวรรค์		สุโขทัย		อุทัยธานี	
		ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ
33	ชุดดินดงยางเอน Don	145,165	0.48	-	-	45,116	0.44	46,032	0.77	53,995	1.31	22	0.00
	ชุดดินกำแพงเพชร Kp	1,888,705	6.29	751,253	13.96	106,960	1.03	260,875	4.35	769,616	18.67	-	-
	ชุดดินแม่เือง Mi	9,121	0.03	-	-	-	-	-	-	9,121	0.22	-	-
	ชุดดินตะพานหิน Tph	103,080	0.34	-	-	-	-	69,726	1.16	33,354	0.81	-	-
	รวม	2,146,071	7.14	751,886	13.98	151,571	1.47	376,516	6.28	866,077	21.01	21	0.00
35	ชุดดินห้างฉัตร Hc	140,870	0.47	-	-	140,870	1.36	-	-	-	-	-	-
	ชุดดินขาม Kh	828,481	2.76	480,049	8.92	2,240	0.02	346,048	5.77	144	0.00	0	0.00
	รวม	969,352	3.23	483,738	8.99	136,761	1.32	348,707	5.81	146	0.00	0	0.00
38	ชุดดินเชียงใหม่ Cm	296,046	0.99	79,828	1.48	70,594	0.68	90,607	1.51	43,434	1.05	11,582	0.28
	ชุดดินไทรงาม Sg	231,620	0.77	176,242	3.28	-	-	40,297	0.67	8,543	0.21	6,538	0.16
	รวม	527,666	1.76	257,115	4.78	70,087	0.68	130,623	2.18	51,743	1.26	18,097	0.43
40	ชุดดินเขาพลอง Kpg	381,719	1.27	-	-	21,102	0.20	42,659	0.71	-	-	317,959	7.56
	ชุดดินลานสัก Lsk	278,697	0.93	152,808	2.84	12,054	0.12	43,083	0.72	361	0.01	70,391	1.67
	ชุดดินสันป่าตอง Sp	314,240	1.05	2,027	0.04	31,622	0.31	-	-	280,591	6.81	-	-
	ชุดดินอุทัย Uti	1,008,658	3.36	125,662	2.34	133,205	1.29	203,451	3.39	4,374	0.11	541,965	12.88
	รวม	1,983,314	6.60	281,497	5.23	197,812	1.91	289,929	4.83	280,770	6.81	933,306	22.19

ตารางที่ 21 (ต่อ)

กลุ่มชุดดิน	ชุดดิน	สพข.9		กำแพงเพชร		ตาก		นครสวรรค์		สุโขทัย		อุทัยธานี	
		ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ
46	ชุดดินชนแดน Cdn	193,961	0.65	-	-	-	-	193,961	3.23	-	-	-	-
	ชุดดินเชียงคาน Ch	40,826	0.14	28,210	0.52	-	-	-	-	12,617	0.31	-	-
	ชุดดินโป่งตอง Po	609	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	609	0.01
	รวม	235,396	0.78	28,139	0.52	-	-	194,060	3.24	12,585	0.31	612	0.01
47	ชุดดินหินซ้อน Hs	16,193	0.05	391	0.01	4,308	0.04	8,600	0.14	2,894	0.07	-	-
	ชุดดินลิ้ Li	118,745	0.40	-	-	54,550	0.53	830	0.01	63,364	1.54	-	-
	ชุดดินมวกเหล็ก Ml	52,595	0.18	13,513	0.25	-	-	721	0.01	28,418	0.69	9,943	0.24
	รวม	187,532	0.62	14,140	0.26	58,418	0.56	10,223	0.17	94,637	2.30	10,114	0.24
48	ชุดดินแก่งคอย Kak	49,828	0.17	-	-	14,131	0.14	19,930	0.33	15,767	0.38	-	-
	ชุดดินโกสัมพี Ksp	408,502	1.36	263,942	4.91	1,335	0.01	142,423	2.37	-	-	802	0.02
	ชุดดินม่วงค่อม Mm	31,838	0.11	-	-	13,559	0.13	18,279	0.30	-	-	-	-
	ชุดดินแม่ริ้ม Mr	231,891	0.77	61,538	1.14	160,754	1.55	355	0.01	7,747	0.19	1,497	0.04
	ชุดดินงาว No	776	0.00	-	-	-	-	-	-	776	0.02	-	-
	ชุดดินนครสวรรค์ Ns	44,942	0.15	1,455	0.03	-	-	43,316	0.72	171	0.00	-	-
	ชุดดินไพศาลี Phi	165,165	0.55	6,417	0.12	77,078	0.75	33,457	0.56	-	-	48,213	1.15
	ชุดดินทับเสลา Tas	776,422	2.58	125,363	2.33	354,348	3.43	103,835	1.73	19,992	0.48	172,884	4.11
	ชุดดินท่ายาง Ty	442,094	1.47	167,773	3.12	48,888	0.47	10,148	0.17	174,614	4.24	40,670	0.97
	รวม	2,151,458	7.16	630,369	11.72	664,420	6.42	374,132	6.24	219,664	5.33	262,872	6.25

ตารางที่ 21 (ต่อ)

กลุ่มชุดดิน	ชุดดิน	สพข.9		กำแพงเพชร		ตาก		นครสวรรค์		สุโขทัย		อุทัยธานี	
		ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ
52	ชุดดินตาคลี Tk	304,496	1.01	-	-	12,202	0.12	246,373	4.11	-	-	45,921	1.09
	รวม	304,496	1.01	-	-	12,202	0.12	246,373	4.11	-	-	45,921	1.09
54	ชุดดินสมอทอด Sat	22,294	0.07	-	-	-	-	22,294	0.37	-	-	-	-
	ชุดดินชัยบาดาล Cd	61,272	0.20	-	-	-	-	61,272	1.02	-	-	-	-
	ชุดดินลำนารายณ์ Ln	66,040	0.22	3,120	0.06	21	0.00	62,899	1.05	-	-	-	-
	รวม	149,606	0.50	3,120	0.06	21	0.00	146,465	2.44	-	-	-	-
55	ชุดดินแม่ระมาด Mrm	61,119	0.20	-	-	61,119	0.59	-	-	-	-	-	-
	ชุดดินทับกวาง Tw	106,701	0.36	-	-	106,701	1.03	-	-	-	-	-	-
	ชุดดินวังสะพุง Ws	160,779	0.54	-	-	53,231	0.51	23,288	0.39	60,430	1.47	23,830	0.57
	รวม	328,599	1.09	-	-	219,484	2.12	23,628	0.39	61,310	1.49	24,177	0.57
56	ชุดดินบ้านไร่ Bar	338,521	1.13	110,257	2.05	17,450	0.17	116,750	1.95	-	-	94,065	2.24
	ชุดดินลาดหญ้า Ly	229,916	0.77	60,859	1.13	3,005	0.03	34,194	0.57	54,397	1.32	77,461	1.84
	ชุดดินกุสะนา Ps	312,560	1.04	28	0.00	298,204	2.88	1,567	0.03	7,390	0.18	5,372	0.13
	รวม	880,997	2.93	174,112	3.24	309,673	2.99	155,122	2.59	62,422	1.51	179,669	4.27
60	ดินตะกอนน้ำพา	75,440	0.25	34,730	0.65	30,522	0.30	3	0.00	1	0.00	10,184	0.24
	เชิงซ้อน AC												
	รวม	75,440	0.25	34,730	0.65	30,522	0.30	3	0.00	1	0.00	10,184	0.24

ตารางที่ 21 (ต่อ)

กลุ่มชุดดิน	ชุดดิน	สพข.9		กำแพงเพชร		ตาก		นครสวรรค์		สุโขทัย		อุทัยธานี	
		ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ
62	พื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน SC	12,711,694	42.30	1,070,783	19.90	7,887,234	76.26	499,782	8.33	1,246,933	30.25	2,006,961	47.71
	รวม	12,711,694	42.30	1,070,783	19.90	7,887,234	76.26	499,782	8.33	1,246,933	30.25	2,006,961	47.71
MA	เขตทหาร MA	14,821	0.05	-	-	-	-	14,821	0.25	-	-	-	-
	รวม	14,821	0.05	-	-	-	-	14,821	0.25	-	-	-	-
MARSH	ที่ลุ่มชื้นแฉะ MARSH	2,020	0.01	-	-	2,020	0.02	-	-	-	-	-	-
	รวม	2,020	0.01	-	-	2,020	0.02	-	-	-	-	-	-
ML	ที่ดินดัดแปลง ML	10,244	0.03	-	-	2,045	0.02	3,870	0.06	3,753	0.09	576	0.01
	รวม	10,244	0.03	-	-	2,045	0.02	3,870	0.06	3,753	0.09	576	0.01
P	บ่อ P	854	0.00	-	-	-	-	391	0.01	-	-	463	0.01
	รวม	854	0.00	-	-	-	-	391	0.01	-	-	463	0.01
RC	ที่ดินหินพื้นโคลน RC	16,233	0.05	-	-	15,715	0.15	518	0.01	-	-	-	-
	รวม	16,233	0.05	-	-	15,715	0.15	518	0.01	-	-	-	-
RL	ที่ดินเต็มไปด้วยก้อนหิน RL	2,145	0.01	-	-	1,362	0.01	30	0.00	-	-	752	0.02
	รวม	2,145	0.01	-	-	1,362	0.01	30	0.00	-	-	752	0.02
SAND BAR	สันดอนทราย SAND BAR	10,488	0.03	8,124	0.15	5	0.00	1,820	0.03	539	0.01	-	-
	รวม	10,488	0.03	8,124	0.15	5	0.00	1,820	0.03	539	0.01	-	-

ตารางที่ 21 (ต่อ)

กลุ่มที่ดิน	ที่ดิน	สพข.9		กำแพงเพชร		ตาก		นครสวรรค์		สุโขทัย		อุทัยธานี	
		ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ	ไร่	ร้อยละ
W	พื้นที่น้ำ W	311,295	1.04	27,020	0.50	158,362	1.53	77,571	1.29	22,252	0.54	26,089	0.62
	รวม	311,295	1.04	27,020	0.50	158,362	1.53	77,571	1.29	22,252	0.54	26,089	0.62
รวมทั้งสิ้น		30,049,169	100.00	5,379,681	100.00	10,341,985	100.00	5,998,542	100.00	4,122,557	100.00	4,206,404	100.00

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2566)

4.7 ความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9

4.7.1 สภาพความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ระดับความอุดมสมบูรณ์ในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 ซึ่งประเมินจากผลวิเคราะห์ดิน และแผนที่ดินระดับจังหวัดโดยแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ระดับต่ำ ระดับต่ำถึงปานกลาง และระดับปานกลางถึงสูง พบว่าพื้นที่ที่มีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีประมาณ 4,549,393 ไร่ หรือประมาณ 15.10 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ทั้งหมด โดยพบในจังหวัดกำแพงเพชรมากที่สุด 1,656,466 ไร่ หรือ 5.50 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด รองลงมาเป็นจังหวัดอุทัยธานี มีพื้นที่ 1,204,027 ไร่ หรือ 3.40 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด และลำดับถัดมา เป็นจังหวัดนครสวรรค์ มีพื้นที่ 1,175,491 ไร่ หรือ 3.90 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด จังหวัดสุโขทัย 457,703 ไร่ หรือ 1.52 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด และจังหวัดตากน้อยที่สุด 55,706 ไร่ หรือ 0.18 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง พบว่าจังหวัดตากมีพื้นที่ดังกล่าวมากที่สุด 1,585,019 ไร่หรือ 5.26 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด รองลงมาเป็นจังหวัดนครสวรรค์ มีพื้นที่ 1,312,955 ไร่ หรือ 4.36 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ถัดมาเป็นจังหวัดสุโขทัย มีพื้นที่ 849,486 ไร่ หรือ 2.82 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด จังหวัดกำแพงเพชร มีพื้นที่ 732,678 ไร่ หรือ 2.43 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด และจังหวัดอุทัยธานี มีพื้นที่ 455,324 ไร่ หรือ 1.51 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนความอุดมสมบูรณ์ของดินในระดับปานกลางถึงสูง มีพื้นที่ 6,087,052 ไร่ หรือ 20.20 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด โดยพบว่าอยู่ในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์มากที่สุด 2,194,420 ไร่ หรือ 7.28 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด รองลงมาพบในจังหวัดสุโขทัย พื้นที่ 1,536,126 ไร่ หรือ 5.10 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ลำดับถัดมาเป็นจังหวัดตาก โดยมีพื้นที่ 685,283 ไร่ หรือ 2.27 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด และจังหวัดอุทัยธานีมีพื้นที่ความอุดมสมบูรณ์ในระดับปานกลางถึงสูง น้อยที่สุด 313,325 ไร่ หรือ 1.04 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด

ตารางที่ 22 ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9

ระดับ ความอุดมสมบูรณ์	นครสวรรค์ (ไร่)	อุทัยธานี (ไร่)	กำแพงเพชร (ไร่)	ตาก (ไร่)	สุโขทัย (ไร่)	รวม
ต่ำ	1,175,491	1,204,027	1,656,466	55,706	457,703	4,549,393
ต่ำถึงปานกลาง	1,312,955	455,324	732,678	1,585,019	849,486	4,935,462
ปานกลางถึงสูง	2,194,420	313,325	1,357,898	685,283	1,536,126	6,087,052
รวม	4,682,866	1,972,676	3,747,042	2,326,008	2,843,315	15,571,907

หมายเหตุ : ไม่รวมพื้นที่ลาดเชิงชันและแหล่งน้ำ

ที่มา : สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 (2566)

4.7.2 ปัญหาด้านดิน

เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลกลุ่มชุดดิน และชุดดินที่พบในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 ดังกล่าวข้างต้นแล้วสามารถสรุปปัญหาหลักของทรัพยากรดินตามข้อจำกัดของดินเอง และสภาพพื้นที่ที่สามารถแบ่งปัญหาทรัพยากรดินที่ต้องได้รับการแก้ไขออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1) ปัญหาความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

ปัญหาด้านความอุดมสมบูรณ์ของดินเนื่องจากมีอินทรีย์วัตถุต่ำ (ต่ำกว่า 1.5 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งมียุอยู่ในพื้นที่มากถึง 4.55 ล้านไร่ หรือ 15.10 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด พบในจังหวัดกำแพงเพชรมากถึง 16,56,466 ไร่ จังหวัดอุทัยธานี 1,204,024 ไร่ จังหวัดนครสวรรค์ 1,175,491 ไร่ จังหวัดสุโขทัย 457,703 ไร่ และจังหวัดตาก 55,706 ไร่ พื้นที่ดินที่มีปัญหาเนื่องจากมีอินทรีย์วัตถุต่ำจะมีผลกระทบต่อคุณสมบัติของดินทั้งทางด้านสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางเคมีและสมบัติทางชีวภาพ กล่าวคือ จะทำให้ดินมีสภาพแน่นทึบ มีช่องว่างในดินน้อยทำให้น้ำและอากาศไม่สามารถซึมผ่านลงไปดิน รากพืชไม่สามารถชอนไชแผ่กระจายได้หากเป็นดินทรายเนื้อหยาบจะมีผลทำให้อนุภาคดินไม่สามารถเกาะตัวกันเป็นเม็ดที่มีรูพรุนทำให้การให้น้ำให้ปุ๋ยได้ผลน้อยลง เนื่องจากดินไม่สามารถดูดซับธาตุอาหารไว้ได้ นอกจากนี้แล้วจะมีผลต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินในการย่อยสลาย และปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่ดินและพืช และผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับปฏิกิริยาดิน จะไปควบคุมความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช

แนวทางการแก้ไขปัญหาด้านความอุดมสมบูรณ์ของดิน เนื่องจากมีอินทรีย์วัตถุต่ำสามารถดำเนินการจัดการได้โดย การปลูกพืชตระกูลถั่ว เช่น ปอเทือง ถั่วพราง ถั่วพุ่ม ถั่วมะแฮะ แล้วการไถกลบลงไปในดินในระหว่างการออกดอก ซึ่งในช่วงที่มีการสะสมอาหารสูงสุด ซึ่งการปลูกพืชตระกูลถั่ว ดังกล่าวสามารถจะดำเนินการได้หลายลักษณะ เช่นการปลูกในลักษณะหมุนเวียนก่อน หรือหลังการปลูกพืชหลัก การปลูกในระบบพืชแซม การปลูกแบบหล่มถั่ว เป็นต้น

2) ปัญหาการชะล้างพังทลาย

ปัญหาการชะล้างพังทลายของดิน ในระดับปานกลางถึงรุนแรงมาก (20 ถึงมากกว่า 100 ตันต่อไร่ต่อปี) โดยจากการวิเคราะห์ ปัญหาดังกล่าวพบว่า มีพื้นที่ที่เป็นปัญหาด้านการชะล้างพังทลายในระดับปานกลางถึงรุนแรงมาก มากถึง 12,611,415 ไร่ หรือ 41.84 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด โดยจังหวัดกำแพงเพชร มีพื้นที่มากที่สุด 3,283,757 ไร่ หรือ 10.90 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด รองลงมาเป็นจังหวัดสุโขทัย จังหวัดนครสวรรค์ และจังหวัดตาก ซึ่งมีพื้นที่ที่มีปัญหาการชะล้างพังทลายของดิน เป็นปริมาณ 2,489,813 ไร่ 2,457,803 ไร่ และ 2,349,227 ไร่ หรือ 8.26 8.16 และ 7.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนจังหวัดอุทัยธานีมีพื้นที่ที่มีปัญหาด้านการชะล้างพังทลายของดินน้อยที่สุดโดยมีพื้นที่ 2,030,852 ไร่ หรือ 6.74 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด โดยปัญหาดังกล่าวมักเกิดขึ้นอย่างเด่นชัดในสภาพพื้นที่ที่มีความลาดเท ถูกแผ้วถางโล่งเตียน เกิดการไหลบ่าของน้ำผิวดิน เกิดการกัดกร่อนดินอย่างรุนแรง หน้าดินและธาตุอาหารพืชถูกชะล้างออกไปในปริมาณที่สูง บางแห่งพบเศษหินและหินพื้นโผล่กระจัดกระจายอยู่ผิวดิน ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการทำการเกษตร

แนวทางการป้องกันปัญหาการชะล้างพังทลายของดินในระดับปานกลางถึงรุนแรงมาก ดังกล่าว สามารถดำเนินการป้องกันได้โดยกิจกรรมการจัดการระบบอนุรักษ์ดิน และน้ำซึ่งประกอบด้วยมาตรการด้านวิธีกลเช่น การจัดทำคันดินกั้นน้ำ คันดินเบนน้ำ การจัดทำคูรับน้ำขอบเขา การสร้างทางระบายน้ำ การทำฝายชะลอน้ำ และการสร้างทางลำเลียงในไร่นา เป็นต้น และมาตรการทางพืช เช่น การปลูกพืชหมุนเวียนแบบผสมผสานการปลูกพืชคลุมดิน การปลูกหญ้าแฝกเป็นแถวตามแนวระดับ ซึ่งจะช่วยชะลอน้ำไหลบ่า และกักเก็บตะกอนดินได้ในพื้นที่ ซึ่งมาตรการทั้งสองดังกล่าวข้างต้นนั้น ควรดำเนินการควบคู่กับการฟื้นฟูดินโดยการเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้เกิดขึ้น โดยการปลูกพืชตระกูลถั่ว แล้วไถกลบลงไปในดิน ซึ่งเมื่อดำเนินการตามมาตรการดังกล่าวนี้แล้วจะสามารถแก้ไขปัญหาการชะล้างพังทลายของดินได้อย่างเห็นผลชัดเจนต่อไป

3) ปัญหาดินตื้น

จากการวิเคราะห์ข้อมูลกลุ่มชุดดินทั้งหมดในพื้นที่ พบว่ามีพื้นที่ดินที่เป็นปัญหาดังกล่าวถึง 3,592,645 ไร่ หรือ 11.92 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมดโดยเฉพาะการแพร่กระจายอยู่ในพื้นที่จังหวัดตาก มากที่สุด 1,008,438 ไร่ หรือ 3.35 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาเป็นจังหวัดกำแพงเพชรมีพื้นที่ 933,319 ไร่ หรือ 3.10 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมดจังหวัดนครสวรรค์ มีพื้นที่ 712,988 ไร่ หรือ 2.37 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด จังหวัดสุโขทัยมีพื้นที่ 488,675 ไร่ หรือ 1.62 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนจังหวัดอุทัยธานีมีพื้นที่ที่เป็นปัญหาดินตื้นปนกรวดเศษหินและปูนมาร์ลน้อยที่สุด 449,225 ไร่ หรือ 1.49 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ดินตื้นเป็นดินที่พบชั้นกรวด ลูกกรัง ชั้นเศษหิน หรือชั้นหินพื้นในระดับตื้นกว่า 50 เซนติเมตรจากผิวดิน ทำให้เป็นอุปสรรคในการเตรียมดิน การแผ่กระจายของรากพืช มีเศษหินกรวดลูกกรังปะปนมาก เนื้อดินมีปริมาณน้อย ดินขาดความอุดมสมบูรณ์มีข้อจำกัดด้านการดูดซับน้ำและธาตุอาหารพืช ผิวน้ำดินจะถูกชะล้างพังทลายได้ง่าย แสดงดังตารางที่ 23 และภาพผนวกที่ 7

แนวทางในการแก้ไขปัญหามีหลายวิธีสำหรับดินตื้นที่มีกรวด หิน ลูกกรัง ปะปนในเนื้อดิน การปรับพื้นที่และปลูกพืช โดยการไถพรวน และปลูกพืชตามแนวระดับขวางความลาดของพื้นที่ การเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้แกดินด้วยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ แบบผสมผสาน เช่น การใส่ปุ๋ยคอก การปลูกพืชปุ๋ยสด ตระกูลถั่ว และการปลูกพืชคลุมดิน เช่นพืชตระกูลถั่วต่าง ๆ พืชตระกูลถั่วคลุมดิน เช่น ถั่วฮามาต้า ถั่วเซอร่า ไตร่ ถั่วคุดชู ถั่วเซนต์โรมา เป็นต้น นอกจากนี้แล้วควรก่อสร้างแหล่งน้ำ หรือจัดหาแหล่งน้ำ หรือจัดระบบการให้น้ำที่เหมาะสมก็จะเป็นการแก้ไข และบรรเทาปัญหาการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีสภาพปัญหาที่เป็นดินตื้นปนกรวดเศษหิน และปูนมาร์ล

4) ปัญหาดินทรายและดินทรายจัด

จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่ามีการแพร่กระจายในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 มากถึง 1,358,087 ไร่ หรือ 4.51 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมดโดยจังหวัดกำแพงเพชรมีพื้นที่ที่เป็นปัญหาดินทราย และทรายจัดมากที่สุด 439,624 ไร่ หรือ 1.46 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ทั้งหมด รองลงมาในจังหวัดนครสวรรค์ มีพื้นที่ 361,677 ไร่ หรือ 1.20 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ถัดมาเป็นจังหวัดอุทัยธานี ซึ่งมีพื้นที่ 251,668 ไร่ หรือ 0.84 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ทั้งหมดจังหวัดสุโขทัยมีพื้นที่ดินที่มีปัญหาเป็นทราย และทรายจัดรวม 168,932 ไร่ หรือ 0.56 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนจังหวัดตากมีพื้นที่ดินปัญหาดังกล่าวนั้นมีน้อยที่สุด 136,186 ไร่ หรือ 0.45 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ซึ่งดินทราย และทรายจัด คือดินเนื้อหยาบที่มีเนื้อดินลักษณะเป็นทราย หรือดินทรายปนดินร่วน เป็นชั้นหนามากกว่า 50 เซนติเมตรจากผิวดิน ซึ่งเป็นอุปสรรคและข้อจำกัดในการอุ้มน้ำ และการดูดซับธาตุอาหารพืช นอกจากนี้ในดินทราย และทรายจัดมักจะปรากฏชั้นดานที่มีลักษณะแน่นทึบ ซึ่งจะทำให้เป็นอุปสรรคต่อการไถพรวน การซึมผ่านของน้ำทำให้มีการแช้งของน้ำนานในฤดูฝน และเป็นอุปสรรคต่อการแผ่กระจายของรากพืช ดินเนื้อหยาบที่เป็นดินทราย และทรายจัด จะมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เนื่องจากการสูญเสียธาตุอาหารพืชออกจากดินได้ง่าย ไม่สามารถดูดซับธาตุอาหารพืชไว้ในดินได้มากพอต่อการเจริญเติบโตของพืช แสดงดังตารางที่ 23 และภาพผนวกที่ 7

แนวทางในการแก้ไขปัญหามีหลายวิธีคือ การปลูกพืชในลักษณะผสมผสาน การปรับปรุงแปลงนาเพื่อเพิ่มการกระจายน้ำให้ทั่วถึง การเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้แกดิน โดยการปลูกพืชปุ๋ยสดตระกูลถั่ว แล้วไถกลบลงไปในดิน การจัดการหลุมปลูกพืชด้วยปุ๋ยคอกและปุ๋ยหมัก การรักษาความชุ่มชื้นในดิน ป้องกันการระเหยน้ำจากดินด้วยการใช้วัสดุคลุมดิน การก่อสร้างสระเก็บน้ำในไร่นาเพื่อเป็นแหล่งน้ำสำหรับพืชในช่วงฤดูแล้ง การเลือกชนิดพืชและการจัดระยะปลูกพืชที่เหมาะสม ก็จะเป็นมาตรการต่าง ๆ ที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหาดินทราย และทรายจัดต่อไป

ตารางที่ 23 ดินที่มีปัญหาต่อการใช้ประโยชน์ทางการเกษตรในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9

สภาพปัญหา	นครสวรรค์	อุทัยธานี	กำแพงเพชร	ตาก	สุโขทัย	รวม
1. ดินทรายและ ทรายจัด	361,677	251,568	439,624	136,186	168,932	1,357,987
2. ดินตื้น	712,988	449,225	933,319	1,008,438	488,675	3,592,645
2.1 ดินปนกรวดลูกรัง	387,188	15,156	698,006	711,406	86,875	1,898,631
2.2 ดินปนเศษหิน	31,250	411,726	235,313	292,813	395,800	1,366,902
2.3 ดินปนปูนมาร์ล	303,550	22,343	-	4,219	5,000	335,112
3. ดินภูเขา	536,269	2,029,711	1,060,742	7,464,197	1,150,835	12,241,754
รวม	1,610,934	2,730,504	2,433,685	8,608,821	1,808,442	17,192,386

ที่มา : สำนักงานพัฒนาที่ดิน (2566)

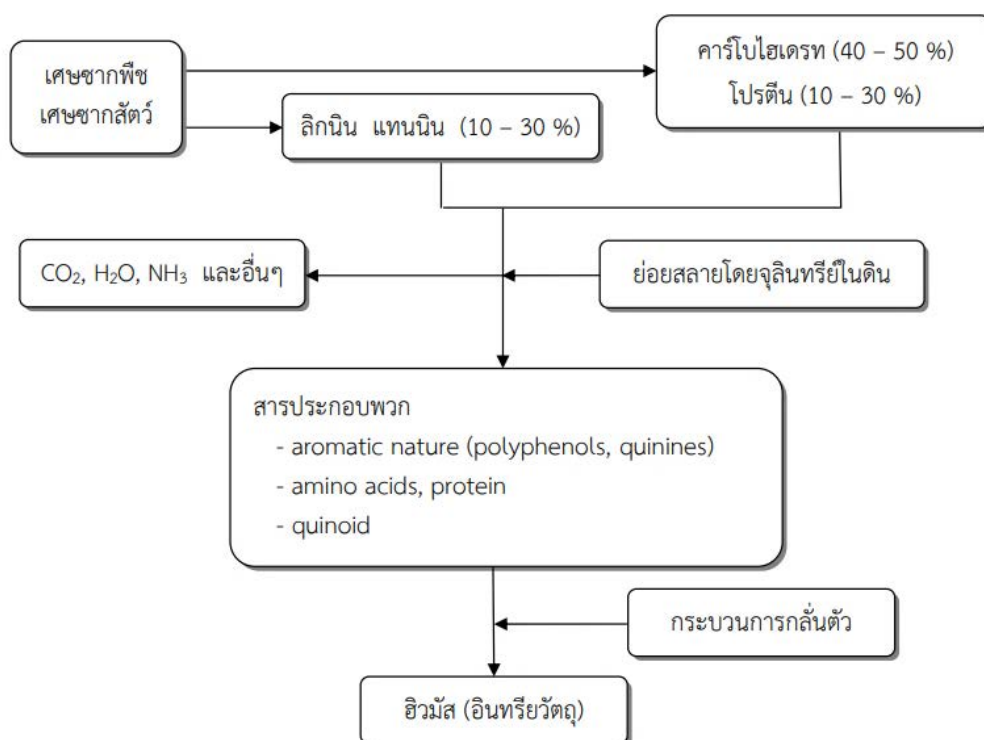
4.8 อินทรีย์วัตถุในดินกับปุ๋ยอินทรีย์

4.8.1 การจำแนกปุ๋ยอินทรีย์และความสำคัญของปุ๋ยอินทรีย์

1) การจำแนกปุ๋ยอินทรีย์

ปุ๋ยอินทรีย์ ตามความหมายในพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 คือ ปุ๋ยที่ได้หรือทำมาจากวัสดุอินทรีย์ซึ่งผลิตด้วยกรรมวิธีทำให้ขึ้น สับ หัก บด ร่อน สกัด หรือด้วยวิธีการอื่น และวัสดุอินทรีย์ถูกย่อยสลายสมบูรณ์ด้วยจุลินทรีย์แต่ไม่ใช่ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยชีวภาพ จึงเห็นได้ว่าอินทรีย์สารที่มาจากสิ่งมีชีวิต อันได้แก่ ชิ้นส่วนของพืชสัตว์ตลอดจนสิ่งขับถ่าย ตัวอย่างของปุ๋ยอินทรีย์ ได้แก่ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก ปุ๋ยพืชสด น้ำหมักชีวภาพ และการไถหรือสับกลบวัสดุอินทรีย์ เป็นต้น อินทรีย์วัตถุในดินเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลในการควบคุมและกำหนดสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของดิน กล่าวคือควบคุมปลดปล่อยธาตุอาหารหลักในดิน ช่วยเพิ่มการดูดซับน้ำในดิน ช่วยทำให้ดินเกาะตัวกันเป็นโครงสร้าง ช่วยเพิ่มปริมาตรช่องว่าง ลดอัตราชะล้างพังทลาย และช่วยส่งเสริมกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน ซึ่งบทบาทดังกล่าวทั้งหมดนี้มีส่วนสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้นการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ จึงเป็นแนวทางที่จะช่วยเพิ่ม และยกระดับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ส่งเสริมให้ทรัพยากรดินมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชมากยิ่งขึ้น ซึ่งวัสดุอินทรีย์ดังกล่าวจะต้องผ่านการย่อยสลาย โดยกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตในดิน ขบวนการดังกล่าวเรียกว่า การย่อยสลายทางชีวภาพ ที่ทำให้วัสดุอินทรีย์เปลี่ยนแปลงเน่าเปื่อยผุพังจนได้สารชนิดหนึ่งที่เรียกว่า ฮิวมัส ซึ่งมีความซับซ้อนคงทนเป็นปุ๋ยปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่พืชและดินต่อไป ทั้งนี้ การย่อยสลายของวัสดุอินทรีย์ทั้งในดินและในขั้นตอนการทำปุ๋ยอินทรีย์ จะเกิดเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ปริมาณและประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ ชนิดขนาด และปริมาณของเศษวัสดุอินทรีย์ ค่าอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน การเขตกรรม อุณหภูมิดิน ความลึกของดิน ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ความชื้น และการระบายอากาศ การย่อยสลายวัสดุอินทรีย์โดยเฉพาะวัสดุอินทรีย์จากเศษพืช ซึ่งถือได้ว่ามีปริมาณมากที่สุด จะมีองค์ประกอบในเศษพืชที่เกี่ยวข้องในขบวนการย่อยสลายหลัก ๆ คือ เซลลูโลส และลิกนิน

การย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุในดินเกิดขึ้นโดยอาศัยจุลินทรีย์ดินเป็นตัวการสำคัญ และจะเกิดได้อย่างรวดเร็วในสภาพที่มีอากาศโดยอาศัยจุลินทรีย์ ซึ่งเป็นตัวการสำคัญในกระบวนการแปรสภาพอินทรีย์วัตถุ ผลที่ได้จากการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุมักเป็นสารพวกออกไซด์ เช่น ไนเตรต (NO₃) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) เป็นต้น แสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 กระบวนการย่อยสลายตัวของอินทรีย์วัตถุ

ที่มา : สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน (2551)

บทบาทของปุ๋ยอินทรีย์ต่อพืช โดยที่ปุ๋ยอินทรีย์ หรืออินทรีย์สารต่าง ๆ นั้น เป็นแหล่งที่ให้อินทรีย์วัตถุแก่ดิน ซึ่งมีบทบาททั้งทางตรงและทางอ้อม ต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของพืช ปุ๋ยอินทรีย์เมื่อย่อยสลายสมบูรณ์ จะได้สารชนิดหนึ่งเรียกว่า ฮิวมัส ซึ่งมีความซับซ้อน คงทน มีผลต่อสภาพแวดล้อมบริเวณรากพืช ในการปรับปรุงสมบัติทางกายภาพ และเคมีของดิน เช่น ความสามารถในการอุ้มน้ำ และการแลกเปลี่ยนก๊าซ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้พืชเจริญเติบโตได้ผลผลิตเพิ่มสูงขึ้น

ปุ๋ยอินทรีย์ (organic fertilizer) เป็นปุ๋ยที่ได้มาเองตามธรรมชาติ จากผลพลอยได้ของการปลูกพืช การเลี้ยงสัตว์ การแปรรูปผลผลิต ตลอดจนของเหลือทิ้งจากชุมชนในรูปของของเหลว และขยะมูลฝอย ส่วนใหญ่ปุ๋ยอินทรีย์อยู่ในรูปของแข็ง ซึ่งมีปริมาณธาตุอาหารพืชค่อนข้างต่ำ แต่มีบทบาทมากในการปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพและทางชีวเคมีของดิน ทั้งนี้เนื่องจากมีส่วนประกอบของเซลลูโลส และลิกนิน ซึ่งทำให้เกิดการสะสมอินทรีย์วัตถุในดิน การใช้ปุ๋ยอินทรีย์อย่างมีประสิทธิภาพจำเป็นต้องทราบเทคนิคการผลิต การนำไปใช้ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมเช่นชนิดดิน พืชที่ปลูก และค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น เป็นที่ยอมรับว่าเมื่อมีการเปิดป่าเพื่อใช้ประโยชน์ที่ดินในการปลูกพืช ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินจะลดลงจากเดิมตามลำดับเนื่องจากภูมิอากาศแบบร้อนชื้นซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้อินทรีย์วัตถุสลายตัวอย่างรวดเร็ว ซึ่งจะทำให้ดินเสื่อมลง นอกจากนี้การไถพรวนดินก็มีส่วนทำให้อินทรีย์วัตถุในดินลดลงเช่นเดียวกัน ดังนั้นในระบบการเกษตรยั่งยืนจึงจำเป็นต้องหาเส้นทางนำปุ๋ยอินทรีย์มาใช้เพื่อที่จะอนุรักษ์หรือเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินไว้ให้ได้ มิฉะนั้นดินจะมีความสามารถในการผลิตต่ำทั้ง ๆ ที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีสำหรับพืชอย่างเพียงพอแล้วก็ตาม และในแผนการบำรุงดินที่ถูกต้องควรมีการใช้ร่วมกันระหว่างปุ๋ยอินทรีย์กับปุ๋ยเคมี และ/หรือปุ๋ยชีวภาพเสมอ เพราะจะเป็นการลด และเสริมประสิทธิภาพของการใช้ปุ๋ยเคมีอีกทอดหนึ่งด้วย

2) ความสำคัญของปุ๋ยอินทรีย์

(1) ปุ๋ยอินทรีย์เป็นแหล่งอินทรีย์วัตถุ ดังนั้น ปุ๋ยอินทรีย์จึงมีความสำคัญต่อการปรับปรุงบำรุงดิน ซึ่งอินทรีย์วัตถุในดินเป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุม และกำหนดคุณสมบัติทางเคมี กายภาพ และชีวภาพของดิน เช่น การปลดปล่อยธาตุอาหารหลักของพืชในดิน ช่วยให้ดินเกาะตัวกันเป็นโครงสร้าง ช่วยเพิ่มการดูดซับน้ำในดิน ช่วยเพิ่มการระบายอากาศ ลดอัตราการชะล้างพังทลาย รวมถึง การส่งเสริมกิจกรรมจุลินทรีย์ดิน คุณสมบัติของดินตามที่กล่าวข้างต้นมีบทบาทสำคัญต่อความเหมาะสม ในการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้น การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในดินจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยเพิ่ม และยกระดับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ส่งเสริมให้ดินมีสมบัติที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ อินทรีย์วัตถุเป็นองค์ประกอบสำคัญ ที่ควบคุมความสมดุลขององค์ประกอบอื่น ๆ ของดิน ได้แก่ ธาตุอาหาร อากาศและน้ำ อินทรีย์วัตถุจึงมีบทบาทสำคัญมากต่อการปรับปรุงบำรุงดิน โดยเฉพาะดินเขตร้อนที่มีอินทรีย์วัตถุต่ำ และมีการปลูกพืชติดต่อกันยาวนาน จากการประเมินคุณภาพดินของกรมพัฒนาที่ดิน พบว่า ดินที่มีอินทรีย์วัตถุต่ำในประเทศไทยมีประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ดินที่มีอินทรีย์วัตถุต่ำในภาคตะวันออก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่พบส่วนใหญ่เป็นดินทราย ในขณะที่อินทรีย์วัตถุต่ำภาคกลางเป็นดินเหนียวที่มีการปลูกข้าวติดต่อกันมาตลอด ทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลง และดินเกิดการแน่นทึบ

(2) ปุ๋ยอินทรีย์เป็นแหล่งธาตุอาหาร ได้แก่ ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และจุลธาตุ ก่อนข้างครบถ้วนที่พืชใช้ในการเจริญเติบโต แม้แต่ละธาตุจะมีปริมาณที่น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี แต่ธาตุอาหารส่วนมากปลดปล่อยออกมาอย่างช้า ๆ เพราะธาตุอาหารบางส่วนเป็นองค์ประกอบของสารอินทรีย์ และบางส่วนอยู่ในรูปคีเลต จึงมีการสูญเสียเนื่องจากการชะล้างน้อย (ธงชัย, 2546)

4.8.2 อินทรีย์วัตถุกับสมบัติทางกายภาพของดิน

1) สีของดิน อินทรีย์วัตถุทำให้สีของดินเปลี่ยนแปลงเป็นสีน้ำตาลจนถึงดำ ทั้งนี้เนื่องจากฮิวมัสที่ได้จากการสลายตัวของสารอินทรีย์วัตถุมีสีน้ำตาลเข้ม และมีขนาดของอนุภาคละเอียดมีพื้นที่ผิวจำนวนมาก จึงสามารถคลุกเคล้ากับส่วนอื่น ๆ ของดินได้ดี โดยทั่วไปเมื่อดินที่มีสีดังกล่าวถือว่าเป็นดินที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง

2) อินทรีย์วัตถุช่วยส่งเสริมให้อนุภาคของดินจับตัวเป็นก้อน ทำให้ดินมีโครงสร้างที่ดีและร่วน มีอากาศถ่ายเทสะดวกและระบายน้ำได้ดี การที่ดินยึดตัวกันดีขึ้นจะช่วยให้ยากต่อการแยกและถูกพัดพาเอาหน้าดินซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์ออกไป

3) ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน เนื่องจากอินทรีย์วัตถุมีพื้นที่ผิวมาก จึงทำให้อุ้มน้ำได้เกิน 20 เท่าของน้ำหนักตัว จึงมีผลอย่างมากต่อการอุ้มน้ำในดิน การที่ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงก็จะมีผลทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำของดินเพิ่มขึ้น ความชื้นในดินจะคงอยู่ได้นานกว่าการไม่ใส่อินทรีย์วัตถุ การจัดการดังกล่าวจะมีผลอย่างมากต่อความเป็นประโยชน์ของน้ำดินที่มีพืชจะนำไปใช้ในการเจริญเติบโต

4) สามารถควบคุมการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิดินอย่างฉับพลัน จากการที่อินทรีย์วัตถุ มีพื้นที่ผิวจำนวนมาก จึงสามารถเก็บความร้อนไว้กับตัวมันได้มาก จึงเป็นชนวนต่อความร้อน คลองแสงแดด ไม่ให้กระทบกระเทือนต่อรากพืช มากเกินไป (สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน, 2551)

4.8.3 อินทรีย์วัตถุกับสมบัติทางเคมีของดิน

1) เป็นแหล่งธาตุอาหารของพืช

เนื่องจากขบวนการย่อยสลายของสารอินทรีย์ จะปลดปล่อยธาตุอาหารพืชออกมาโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน ดังนั้นจึงมีธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และจุลธาตุค่อนข้างครบถ้วนที่พืชใช้ในการเจริญเติบโต ถึงแม้ธาตุอาหารจะมีปริมาณไม่มากเมื่อเทียบกับปุ๋ยเคมี แต่ธาตุอาหารเหล่านี้จะค่อย ๆ ปลดปล่อยให้เป็นประโยชน์ต่อพืชในระยะยาว โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจนซึ่งเป็นธาตุหลักจากการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุพบว่า ธาตุไนโตรเจนมาจากอินทรีย์วัตถุในดินถึง 95 เปอร์เซ็นต์ แต่จะปลดปล่อยออกมาอย่างช้า ๆ ซึ่งปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมดสามารถทราบได้จากปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ดังตารางที่ 24 พื้นที่ 1 ไร่ ดินที่ระดับความลึก 15 เซนติเมตร และมีความหนาแน่นดินรวม 1.3 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร จะมีเนื้อดิน 312,000 กิโลกรัมต่อไร่ ธาตุไนโตรเจนในอินทรีย์วัตถุจะถูกปลดปล่อยออกมาประมาณ 2 – 5 เปอร์เซ็นต์หรือเฉลี่ย 4 เปอร์เซ็นต์ต่อฤดูกาลเพาะปลูก ดังนั้นเมื่อดินมีอินทรีย์วัตถุ 0.5 เปอร์เซ็นต์ จะมีธาตุไนโตรเจน 90 กิโลกรัมต่อไร่ จะถูกปลดปล่อยออกมาเพียง 4 เปอร์เซ็นต์หรือ 3.6 กิโลกรัมไนโตรเจน ซึ่งไม่เพียงพอแก่การเจริญเติบโตของพืช จึงจำเป็นต้องเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุหรือปุ๋ยเคมี เพื่อให้เพียงพอับความต้องการของพืช (สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน, 2551) และอินทรีย์วัตถุยังมีผลทางอ้อมต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช ได้แก่ 1) กรดอินทรีย์หรือกรดคาร์บอนิกที่เกิดขึ้นจากคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งได้มาจากการย่อยสลายและยังสามารถช่วยละลายสารประกอบของธาตุอาหารพืชบางชนิดให้เป็นประโยชน์ต่อพืช เช่น ละลายธาตุฟอสฟอรัสในดิน 2) การเกิดสารอินทรีย์ที่มีสมบัติเป็นสารคีเลต จากการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุที่จะรวมตัวกับประจุของจุลธาตุ ซึ่งเป็นโลหะกลายเป็นคีเลตและเป็นประโยชน์ต่อพืชมากขึ้น (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

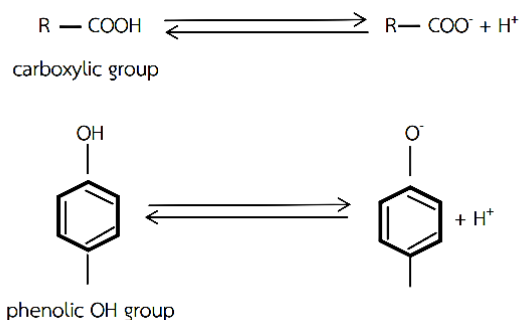
ตารางที่ 24 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในอินทรีย์วัตถุระดับต่าง ๆ

อินทรีย์วัตถุในดิน (%)	ไนโตรเจนทั้งหมด (กิโลกรัมต่อไร่)
0.5	90
1.0	180
2.0	360
3.0	540
4.0	720
5.0	900

ที่มา : สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน (2551)

2) ช่วยให้ดินมีความสามารถดูดซับธาตุอาหารพืชได้สูง

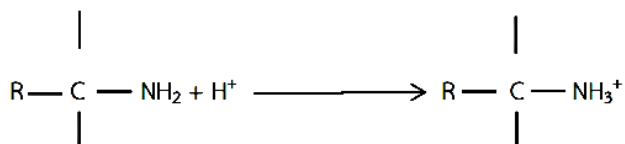
เนื่องจากอินทรีย์วัตถุมีพื้นที่ผิวหน้าสัมผัสมากและมีประจุลบเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นจึงมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกได้มาก กล่าวคือ มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) ได้สูงกว่าดินเหนียวชนิดอื่น ๆ เนื่องจากอินทรีย์วัตถุที่สลายตัวได้ดีแล้ว CEC สูงถึง 300 meg ต่อ 100 กรัมของอิวมัส ซึ่งสูงกว่า CEC ของแร่ดินเหนียว ประมาณ 2–30 เท่า ในดินโดยทั่วไปปริมาณของประจุบวกที่ถูกดูดซับโดยอินทรีย์วัตถุในดินจะอยู่ในช่วงประมาณ 30–90 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณที่ดินดูดซับได้ทั้งหมดความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารประจุบวกมาจากประจุลบจำนวนมากของอินทรีย์วัตถุซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากการ dissociation ของสารประกอบบางกลุ่ม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง carboxylic group และ phenolic OH group ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารของ carboxylic group และ phenolic OH group

ที่มา : คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2541)

อินทรีย์วัตถุในดินยังมีประจุบวกอยู่บางส่วน ทำให้มีความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารประจุลบ ซึ่งประจุบวกดังกล่าวเกิดมาจากกระบวนการเติมโปรตอนของ amine group บนอนุภาคอินทรีย์วัตถุ ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 กระบวนการเติมโปรตอนของ amine group บนอนุภาคอินทรีย์วัตถุ

ที่มา : คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2541)

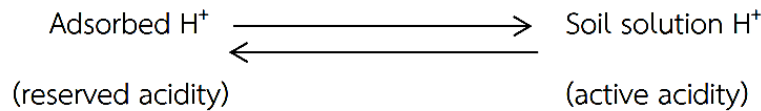
ความสามารถในการดูดซับประจุบวกและประจุลบของอินทรีย์วัตถุ จึงมีความสำคัญมากในการป้องกันมิให้อาหารพืชที่ไถลงไปในดินในรูปปุ๋ยเคมี หรือธาตุอาหารพืชที่มีอยู่ในดินตามธรรมชาติถูกดูดซับไว้ที่ผิวอินทรีย์วัตถุ ทำให้ลดการสูญเสียธาตุอาหารไปกับกระบวนการชะล้าง โดยเฉพาะดินทรายหรือดินเหนียว ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารของพืชเป็นไปได้ดีขึ้น และเป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยเคมีนอกจากอินทรีย์วัตถุมีปริมาณพื้นที่ผิวต่อหน่วยค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับดินเหนียว แต่แตกต่างกับดินทรายอย่างมาก ดังตารางที่ 25 (สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน, 2551)

ตารางที่ 25 ปริมาณพื้นที่ผิวหน้าของอินทรีย์วัตถุเมื่อเปรียบเทียบกับดินชนิดต่าง ๆ

ชนิด	พื้นที่ตารางเซนติเมตรต่อดิน 1 กรัม
ดินทรายหยาบ	23
ดินทรายละเอียดปานกลาง	90
ดินทรายละเอียดมาก	230
ดินฝุ่น	450
ดินเหนียว	8,000,000
อินทรีย์วัตถุ	8,000,000

ที่มา : สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน (2551)

3) ช่วยเพิ่มความต้านทานการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (buffer capacity) เนื่องจากอินทรีย์วัตถุในดินมีประจุลบเป็นจำนวนมากและมีความสามารถในการดูดซับประจุบวกได้สูง จึงมีผลทำให้ดินที่มีอินทรีย์วัตถุสูงมีความต้านทานการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ได้ดี ซึ่งแสดงให้เห็นได้ ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ความต้านทานการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่างของดิน

ที่มา : สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน (2551)

ปฏิกิริยานี้เป็น equilibrium reaction ฉะนั้นไม่ว่าจะมีการเพิ่มสารประกอบที่มีสมบัติเป็นกรด หรือต่างลงในดิน ปฏิกิริยาดังกล่าวนี้อาจเกิดขึ้นทันทีเพื่อรักษา equilibrium โอกาสที่กรดหรือต่างจะสะสม อยู่ในสารละลายดิน จึงมีน้อยมาก และเป็นเหตุให้ความเป็นกรดเป็นด่างของดินเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อย เท่านั้น (สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน, 2551)

4) ช่วยลดความเป็นพิษของธาตุบางชนิดเนื่องจากอิทธิพลที่ได้จากการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุจะรวมตัวกับธาตุเหล่านี้ เช่น เหล็ก อะลูมิเนียมและแมงกานีส ซึ่งมีมากในดินกรด เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่มีความคงตัว เพราะอิทธิพลมี functional group คือ carboxylic acid, phenolic, alcohol และ enolic hydroxyls ทำให้ธาตุที่เกิดรวมตัวเป็นสารประกอบเชิงซ้อน โดยอิทธิพลจะอยู่ในรูปที่ไม่ละลายน้ำทำให้ความเป็นพิษของเหล็ก อะลูมิเนียมและแมงกานีสลดน้อยลง

4.8.4 อินทรีย์วัตถุกับสมบัติทางชีวภาพของดิน

1) เป็นการเพิ่มแหล่งธาตุอาหารจุลินทรีย์ดิน

อินทรีย์วัตถุถือว่าเป็นแหล่งอาหารและแหล่งพลังงานที่สำคัญของจุลินทรีย์ โดยเฉพาะพวก heterotroph ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ประเภทที่มีปริมาณสูงที่สุดในดิน ดังนั้น อินทรีย์วัตถุจึงมีผลทำให้ปริมาณและกิจกรรมเพิ่มมากขึ้นโดยเฉพาะกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารดิน รวมถึงกิจกรรมจุลินทรีย์พวกไมคอร์ไรซาที่บริเวณรากพืช นอกจากนี้การเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ทำให้เกิดกรดอินทรีย์หลายชนิด ซึ่งกรดอินทรีย์บางชนิดพืชสามารถนำไปใช้ได้โดยตรง และบางชนิดมีผลต่อการปลดปล่อยและเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชอีกทีหนึ่ง

2) ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตและความสามารถในการก่อให้เกิดโรคพืชของเชื้อโรค

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งมีผลกระทบต่อเชื้อโรคพืชมีทั้งด้านกายภาพและเคมี เช่น อุณหภูมิ วัสดุสภาพที่ขาดออกซิเจน สารเคมีเป็นพิษสำหรับการควบคุมทางชีวภาพนับเป็นปัจจัยหนึ่ง ดังนั้น การเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ดินจะมีผลต่อการควบคุมหรือกำจัดจุลินทรีย์ก่อให้เกิดโรคได้ เช่น สารปฏิชีวนะที่ขับออกมาเชื้อจุลินทรีย์บางชนิด การเกิดการแข่งขันกันระหว่างจุลินทรีย์ดินกับจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค และการที่เชื้อจุลินทรีย์ดินเป็นศัตรูกับเชื้อโรคพืช เช่น เชื้อรา *Trichoderma viride* ที่มีความสามารถที่จะเข้าทำลายผนังเซลล์ของสปอร์และเส้นใยของ *Helminthosporium sativum* ซึ่งเป็นสาเหตุโรคใบไหม้ของข้าวสาลี และการที่เชื้อแอคติโนมัยซีตพวก *Streptomyces sp.* บางชนิด สามารถสร้างสารปฏิชีวนะทำลายเชื้อรา *Colletotrichum sp.* ซึ่งทำให้เกิดโรคแอนแทรคโนสของพริก และจากรายงานการใช้ปุ๋ยหมักในดิน พบว่ามีผลช่วยให้โรคต้นเน่าของข้าวโพด และโรคเน่าคอดินของถั่วเหลืองน้อยลง นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าอินทรีย์วัตถุมีผลต่อการควบคุมปริมาณไส้เดือนฝอยในดิน ลักษณะดังกล่าวนี้จะคล้ายคลึงกับการลดลงของเชื้อโรคพืชในดิน (สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน, 2551)

4.8.5 บทบาทของปุ๋ยอินทรีย์ต่อพืช

เมื่อใส่ปุ๋ยอินทรีย์ลงในดิน เมื่อปุ๋ยอินทรีย์ได้รับความชื้นและสภาวะอื่น ๆ ในดินที่เหมาะสม เช่น อุณหภูมิการระบายอากาศและความเป็นกรดเป็นด่างของดิน สารต่าง ๆ ที่ละลายได้ในปุ๋ยจะถูกปลดปล่อยออกมาและถูกดูดกินโดยจุลินทรีย์ ในขณะที่เดียวกันอินทรีย์สารที่มีโมเลกุลขนาดเล็ก และง่ายต่อการเข้าทำลายจะถูกย่อยสลาย โดยน้ำย่อยของจุลินทรีย์อย่างรวดเร็ว ส่วนสารที่มีลักษณะโมเลกุลค่อนข้างซับซ้อนก็จะถูกย่อยสลายอย่างช้า ๆ และบางส่วนของโมเลกุลที่ถูกย่อยสลายไปบ้างแล้ว แต่ยังมีลักษณะ aromatic ring ที่ซับซ้อนอยู่อาจรวมตัวกับประจุต่าง ๆ เกิดเป็นสารฮิวมัส ซึ่งเป็นองค์ประกอบอันสำคัญของอินทรีย์วัตถุในดิน ซึ่งคงทนต่อการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์มากขึ้น เนื่องจากมักจะเข้าทำปฏิกิริยากับอนุภาคดินเหนียวเกิดเป็น humus-clay complex ส่วนสารประกอบอินทรีย์พวก aliphatic หรือ straight chain นั้น ส่วนใหญ่จะค่อย ๆ ถูกย่อยสลายกลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์เข้าสู่บรรยากาศ โดยในขณะที่อินทรีย์สารในปุ๋ยอินทรีย์กำลังถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ดินนั้น สารประกอบอินทรีย์ในรูปต่าง ๆ ของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจะเปลี่ยนแปลงย่อยสลายไปตามลำดับ และในที่สุดจะไปเป็นสารอนินทรีย์ ซึ่งมีธาตุไนโตรเจนฟอสฟอรัสและกำมะถัน เช่น แอมโมเนียมไอออน (NH_4^+) ไนเตรทไอออน (NO_3^-) ซัลเฟตไอออน (SO_4^{2-}) และฟอสเฟตไอออน 2 รูป คือ HPO_4^{2-} และ H_2PO_4^- ซึ่งจุลินทรีย์และรากพืชดูดไปใช้ได้ ส่วนธาตุโพแทสเซียมในปุ๋ยอินทรีย์มักอยู่ในรูปไอออนที่ละลายน้ำได้ดีจะเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ทันที ส่วนธาตุโพแทสเซียมในปุ๋ยอินทรีย์ที่มีอยู่ในเนื้อเยื่อพืชและสัตว์จะค่อย ๆ ถูกปลดปล่อยออกมาลักษณะที่คล้ายคลึงกัน อย่างไรก็ตามการปลดปล่อยธาตุอาหารในปุ๋ยอินทรีย์เมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีแล้วจะเป็นอัตราที่ช้าและสม่ำเสมอมากกว่า จึงทำให้ปุ๋ยมีประสิทธิภาพสูงและพืชตอบสนองได้ดี และไม่ค่อยเกิดที่เป็นพิษต่อพืช แต่เมื่อเทียบการใช้ต่อหน่วยมีปริมาณธาตุอาหารหลักน้อยกว่าปุ๋ยเคมี (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541; ยงยุทธ และคณะ, 2551)

4.8.6 ปุ๋ยอินทรีย์ต่อสิ่งแวดล้อม

ข้อจำกัดประการหนึ่งที่ทำให้ผลผลิตของทางการเกษตรลดลง หรือไม่ได้ผลเท่าที่ควร ได้แก่ ศัตรูพืช ดังนั้นเกษตรกรส่วนใหญ่ที่สามารถจัดหาสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ซึ่งส่วนมากจะเป็นสารประกอบทางเคมี เพื่อนำเข้ามาใช้ในขบวนการผลิตพืช ในบางพื้นที่เกษตรกรบางรายมักจะใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช ตลอดจนสารเคมีปราบวัชพืชในอัตราที่สูงเกินกว่าที่ระบุในข้อบ่งชี้ ทำให้เกิดการสะสมของสารดังกล่าวในดิน ก่อให้เกิดมลพิษต่อดิน ตลอดจนแหล่งน้ำซึ่งอยู่ใกล้กับบริเวณที่มีการใช้สารเคมีทางการเกษตร ในดินที่มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ซึ่งเป็นแหล่งของอินทรีย์วัตถุจะพบว่า ระดับความรุนแรงของมลพิษที่มีผลต่อการลดลงของผลผลิตพืชมีจะน้อยกว่าดินที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ (FAO, 1977) เช่น สารกำจัดศัตรูพืช disulfoton [(diethyl-S-2 ethylthio) - ethyphosphor thiolthionate] จะถูกดูดซับโดยสารอินทรีย์คาร์บอนในดิน อาจลดความรุนแรงของฤทธิ์สารเคมีที่ตกค้างในดินได้ทางหนึ่งด้วย

สำหรับการนำอินทรีย์สารจากแหล่งต่าง ๆ มาใช้ให้เกิดประโยชน์ไม่ว่าจะนำมาผ่านขบวนการผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์ หรือการจัดการนำมาใช้ประโยชน์ด้านอื่น ล้วนแล้วแต่เป็นการหมุนเวียนผลพลอยได้ หรือวัสดุเหลือใช้จากไร่บ้านเรือน ตลอดจนโรงงานอุตสาหกรรมทางเกษตรกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ในกรณีที่ใช้การจัดการอินทรีย์ต่าง ๆ เพื่อผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์นั้น สามารถรักษาสภาพแวดล้อมด้านต่าง ๆ คือ

- 1) กำจัดแหล่งศัตรูพืช การนำเอาเศษพืชที่เหลือทิ้งในไร่นามาใช้ทำเป็นปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยหมัก นั้นเป็นการทำลายแหล่งที่อาศัยของโรคหรือแมลง ที่เป็นสาเหตุของโรคพืชบางชนิดที่อาจเข้าทำลายพืชที่เกษตรกรเพาะปลูกในฤดูกาล ซึ่งอาจแพร่ระบาดไปสู่บริเวณอื่นอันก่อให้เกิดความเสียหายต่อพืช

2) กำจัดขยะมูลฝอยในบริเวณที่พักอาศัยทั่วไปมักจะมีขยะซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งมีอินทรียสารปนอยู่ด้วย การจัดการอินทรียสารที่เป็นส่วนย่อยสลายได้โดยนำมาหมักให้เป็นปุ๋ย แล้วนำไปปรับปรุงบำรุงดินทำให้ภายในบ้านพักอาศัยสะอาดเป็นระเบียบ ตลอดจนมีทัศนียภาพที่น่าอยู่แก่ผู้อาศัย ตลอดจนผู้ที่พบเห็น

3) กำจัดวัชพืชน้ำ แหล่งน้ำต่าง ๆ ที่มีวัชพืช เช่น ผักตบชวา จอกแหน ฯลฯ มักจะทำให้คุณภาพน้ำเสียไป หรือไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ โดยเฉพาะบริเวณวัชพืชน้ำขึ้นอย่างหนาแน่น มักจะเกิดสภาพขาดอากาศ ตลอดจนแสงส่องผ่านลงไปไม่ถึงผิวน้ำ นอกจากนั้นหากวัชพืชตายไปและเกิดการเน่าเปื่อยก็จะมีผลต่อระดับออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำ ก่อให้เกิดสภาพที่ไม่เหมาะสม หรือเป็นพิษจนสัตว์น้ำไม่สามารถเจริญเติบโตจนอาจถึงตายได้ ประการหนึ่ง การกำจัดวัชพืชยังมีผลต่อการคมนาคมทางน้ำ ให้ประชาชนสัญจรได้อย่างสะดวกอีกทางหนึ่งด้วย ตลอดจนสามารถใช้น้ำที่สะอาดในบริเวณดังกล่าว

4) ลดอุบัติเหตุ และภัยธรรมชาติ การเผาเศษพืช เช่น ฟางข้าวที่เหลือทิ้งในไร่นาบริเวณทางหลวงซึ่งเกษตรกรบางพื้นที่มักจะเผา อันก่อให้เกิดควันไฟเป็นบริเวณกว้าง ทำให้ทัศนวิสัยในการขับขี่รถยนต์บนถนนเป็นไปได้ไม่ดี อันอาจเป็นสาเหตุของอุบัติเหตุอย่างรุนแรง ทำให้สูญเสียทรัพย์สิน ตลอดจนชีวิต

การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ปรับปรุงบำรุงดินทำให้ดินมีคุณสมบัติทางกายภาพดีขึ้น ทนทานต่อการกัดกร่อนของน้ำ ช่วยป้องกันการชะล้างหน้าดินไม่ให้สูญเสีย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่เป็นที่ลาดเชิงเขา เป็นการลดตะกอนดินที่ไหลมาสะสมบริเวณแหล่งน้ำ เช่น แม่น้ำ ลำคลอง ตลอดจนเขื่อน และอ่างเก็บน้ำไม่ให้ตื้นเขินในระยะเวลาที่ไม่สมควร จึงเป็นการลดความรุนแรงของการเกิดน้ำท่วมได้อีกทางหนึ่งด้วย

การเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร เป็นปัจจัยที่จำเป็นไม่ว่าจะเพิ่มผลผลิตพืชต่อหน่วยพื้นที่ หรือการเพิ่มพื้นที่การปลูกพืช แต่ในสถานการณ์ปัจจุบัน การเพิ่มผลผลิตพืชควรต้องคำนึงถึงการได้รับผลผลิตในระดับที่น่าพอใจอย่างต่อเนื่อง โดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างประหยัด และมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด เมื่อพิจารณาถึงความอุดมสมบูรณ์ของดินในประเทศไทยแล้ว ส่วนใหญ่มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินค่อนข้างต่ำมาก และมีแนวโน้มว่าจะลดลงเป็นลำดับ การเพิ่มหรือยกระดับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินจึงมีความจำเป็น ทั้งนี้เนื่องจากอินทรีย์วัตถุในดินมีบทบาทต่อการควบคุมคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และทางชีวภาพของดิน ทำให้ดินมีสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของดินอาจจะกล่าวได้ว่าอินทรีย์วัตถุช่วยดูดซับน้ำ และธาตุอาหารพืชในดิน นอกจากนี้ อินทรีย์วัตถุยังเป็นแหล่งของธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรองของพืช และธาตุอาหารพืชเหล่านี้จะปลดปล่อยให้เป็นประโยชน์ต่อพืชรวมถึงยังเป็นแหล่งอาหาร และพลังงานของเชื้อจุลินทรีย์ในดิน ทำให้กิจกรรมของเชื้อจุลินทรีย์ในดินดำเนินอย่างต่อเนื่อง นอกจากอินทรีย์วัตถุจะมีผลต่อสมบัติของดินดังกล่าวแล้ว อินทรีย์วัตถุยังมีบทบาทที่สำคัญต่อพืช กล่าวคือ อินทรียสารบางชนิดมีผลโดยตรงต่อการเจริญ และการให้ผลผลิตของพืช และยังช่วยส่งเสริมการดูดใช้ธาตุอาหารบางชนิดของพืช การยกระดับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสามารถทำให้หลายวิธี ได้แก่ การใช้ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก ปุ๋ยพืชสด เป็นต้น การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ดังกล่าวเหล่านี้ลงในดิน เป็นแนวทางหนึ่งในการช่วยลดปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมทั้งทางตรงและทางอ้อมอีกด้วย แต่อย่างไรก็ตามการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียว คงไม่สามารถทำให้ผลผลิตของพืชอยู่ในระดับที่น่าพอใจได้ ดังนั้นจึงควรที่จะให้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์เพื่อการปรับปรุงบำรุงดิน และเพื่อการเพิ่มผลผลิตของพืชในระยะยาว

4.9 ปุ๋ยหมัก (compost)

4.9.1 ความหมาย

ปุ๋ยหมัก คือ ปุ๋ยที่ได้มาจากการนำเศษอินทรีย์สาร ได้แก่ เศษพืชอย่างเดี่ยวหรือเศษพืชผสมซากสัตว์หรืออาจผสมปุ๋ยคอกลงไปบางส่วน นำมากองรวมกันแล้วปล่อยให้เน่าเปื่อยไป จนกระทั่งอินทรีย์สารเหล่านั้นเน่าเปื่อยจนถึงขั้นกลายเป็นฮิวมัสแล้วจึงนำไปใช้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

ปุ๋ยหมัก หมายถึง ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งซึ่งได้มาจากการนำชิ้นส่วนของพืชมาหมักในรูปของการกองซ้อนทับกันบนพื้นดินหรืออยู่ในหลุม เศษชิ้นส่วนของพืชที่นำมาหมักนั้นจะต้องผ่านกระบวนการย่อยสลายจนแปรสภาพไปจากรูปเดิม โดยกิจกรรมจุลินทรีย์จนกระทั่งได้สารอินทรีย์วัตถุที่มีความคงทน ไม่มีกลิ่น มีสีน้ำตาลปนดำและมีอัตราส่วนของสารประกอบคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำ เมื่อกระบวนการย่อยสลายเศษพืชและวัสดุเสร็จสมบูรณ์ก็จะได้ปุ๋ยหมักสำหรับใช้ปรับปรุงและบำรุงดิน (สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน, 2551)

ปุ๋ยหมัก คือ ปุ๋ยที่ได้จากการหมักซากพืช ซากสัตว์ตลอดจนมูลสัตว์ เพื่อให้อินทรีย์สารสลายตัว ผุพังจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ ผลิตโดยนำวัสดุเหล่านี้มากองรวมกัน รดน้ำแล้วปล่อยให้ย่อยสลายและแปรสภาพ จนกลายเป็นขุยสีดำหรือสีน้ำตาลเข้ม มีลักษณะพรุน ยุ่ยและร่วนซุยแล้วจึงนำไปใช้บำรุงดิน (ยงยุทธ และคณะ, 2551)

ปุ๋ยหมัก คือ ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งซึ่งได้จากการนำชิ้นส่วนของพืชมาหมักในรูปของการกองซ้อนทับกันบนพื้นดินหรืออยู่ในหลุม เศษชิ้นส่วนของพืชที่นำมาหมักนั้นจะต้องผ่านกระบวนการย่อยสลายจนแปรสภาพไปจากรูปเดิม โดยกิจกรรมจุลินทรีย์จนกระทั่งได้สารอินทรีย์ที่มีความคงทนไม่มีกลิ่น มีสีน้ำตาลปนดำ และมีอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำ เมื่อกระบวนการย่อยสลายเศษพืชและวัสดุเสร็จสมบูรณ์ก็จะได้ปุ๋ยหมักสำหรับใช้ในการปรับปรุงและบำรุงดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558)

จากความหมายปุ๋ยหมักที่กล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ปุ๋ยหมัก (compost) หมายถึง ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งได้จากการนำวัสดุอินทรีย์จากพืชและสัตว์ทางการเกษตรและจากชุมชน มาหมักในรูปของการกองรวมกัน แล้วปล่อยให้ย่อยสลายโดยกิจกรรมจุลินทรีย์จนแปรสภาพไปจากรูปเดิม จนกระทั่งได้สารอินทรีย์วัตถุที่มีความคงทน ที่มีลักษณะพรุน ยุ่ยและร่วนซุย มีสีดำหรือสีน้ำตาลเข้ม ไม่มีกลิ่นเหม็น

4.9.2 วัตถุดิบที่ใช้ผลิตปุ๋ยหมัก

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยหมักนั้นส่วนใหญ่มักจะเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรประเภทต่าง ๆ ซึ่งสามารถจำแนกได้ดังนี้

1) วัสดุเหลือใช้จากไร่นา

เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ดังนั้นวัสดุเหลือใช้จากไร่นา ซึ่งมีอยู่ทั่วไปและหลายรูปแบบ ในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 ซึ่งมีพื้นที่เพาะปลูกมากถึง 12,643,528 ไร่ เป็นพื้นที่ที่ใช้ปลูกข้าวสูงถึง 5,881,159 ไร่ พื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 1,047,458 ไร่ พื้นที่ปลูกอ้อยอีก 3,110,824 ไร่ ดังนั้น ฟางข้าวจึงเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีปริมาณมาก และเหมาะสมที่จะนำมาทำปุ๋ยหมัก นอกจากนั้นเป็นส่วนของ ลำต้น ใบ และเปลือกของพืชเศรษฐกิจชนิดอื่น ๆ ที่สามารถนำมาผลิตปุ๋ยหมักได้ เช่น ต้นข้าวโพด ชังข้าวโพด ต้นและเปลือกถั่วชนิดต่าง ๆ และเศษต้นอ้อยเป็นต้น

2) วัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม

วัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรมากมายหลายชนิด เช่น กากอ้อยจากโรงงานน้ำตาล แกลบจากโรงสีข้าว ชี้เลื่อยจากโรงเลื่อยเพื่อแปรรูปไม้ ขุยมะพร้าวจากโรงงานบางประเภท ใส่ปอและขุยไผ่จากโรงงานผลิตกระดาษ และเศษวัสดุเหลือใช้อื่น ๆ จากโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร และผลไม้ กระป๋องเป็นต้น อย่างไรก็ตามวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมที่นิยมใช้ในการผลิตปุ๋ยหมักระดับอุตสาหกรรม ได้แก่ กากอ้อย เนื่องจากมีปริมาณมากกว่าวัสดุประเภทอื่น และ

คุณสมบัติต่าง ๆ เหมาะสมสำหรับกระบวนการผลิต นอกจากวัสดุเหลือใช้ที่เป็นของแข็งแล้ว ยังมีน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมบางชนิด ที่สามารถนำมาทำปุ๋ยหมักได้ โดยใช้แทนน้ำในการรักษาระดับความชื้นในกองปุ๋ยหมัก และยังเป็นแนวทางในการกำจัดน้ำทิ้งเหล่านี้ด้วย เช่น น้ำกากส่าจากโรงงานผลิตแอลกอฮอล์ น้ำทิ้งจากโรงงานผลิตผงชูรส (พิทยากร, 2536) น้ำทิ้งจากโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง และน้ำทิ้งจากโรงงานประกอบอาหาร และผลไม้กระป๋อง เป็นต้น

3) วัสดุเหลือใช้จากบ้านเรือน

ในพื้นที่ชุมชนที่มีประชากรอยู่รวมกันอย่างหนาแน่นมักจะมีปัญหาในด้านวัสดุเหลือทิ้ง ได้แก่ ขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากบ้านเรือน และมีแนวโน้มว่าจะเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นแนวทางหนึ่งที่สามารถนำขยะเหล่านี้กลับมาใช้ประโยชน์คือ การนำมาทำปุ๋ยหมักแต่จะต้องทำการคัดแยกวัสดุที่ปะปนออกก่อนเช่น เศษแก้ว เศษโลหะ และเศษพลาสติก ดังนั้น การทำปุ๋ยหมักโดยใช้เศษขยะจากครัวเรือน รวมทั้งใบไม้ เศษหญ้า และมูลสัตว์เลี้ยงมาเป็นวัสดุผลิตปุ๋ยหมักนั้น นอกจากจะได้ปุ๋ยหมักไว้ใช้ในครัวเรือนแล้วยังเป็นการช่วยลดมลภาวะอีกด้วย

4) วัชพืชต่าง ๆ

นอกจากวัสดุเหลือใช้ทั้ง 3 ประเภทที่กล่าวแล้วข้างต้นยังมีวัชพืช ประเภทต่าง ๆ ทั้งวัชพืชบก และวัชพืชน้ำหลายชนิดที่สามารถนำมาเป็นวัตถุดิบผลิตปุ๋ยหมักได้ เช่น หญ้ายาง หญ้าดอกขาว ต้นกก ชนิดต่าง ๆ สะเดาดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งผักตบชวาที่เป็นปัญหาในการกำจัดอยู่ในขณะนี้ การนำผักตบชวามาเป็นวัตถุดิบปุ๋ยหมักจึงนับว่าเป็นแนวทางในการกำจัดที่ดีอย่างหนึ่ง

4.9.3 ลักษณะการกองปุ๋ยหมักและวิธีการกองปุ๋ยหมัก

การกองปุ๋ยหมักสามารถกระทำได้หลายวิธีตั้งแต่ระดับชาวบ้าน ซึ่งไม่ต้องอาศัยอุปกรณ์มากนัก จนถึงระดับการผลิตขั้นอุตสาหกรรมที่มีเครื่องจักรกลเข้ามาเกี่ยวข้องแต่ในสภาพของประเทศไทยวิธีการที่เหมาะสมคือ การใช้กรรมวิธีแบบง่าย ๆ และไม่ต้องใช้อุปกรณ์มากนัก ซึ่งสามารถทำได้หลายแบบขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ และฐานะของเกษตรกร ดังนี้

1) ลักษณะการกองปุ๋ยหมัก

(1) การกองบนพื้น

นับว่าเป็นวิธีการที่ประหยัด โดยการนำเศษวัสดุมากองทำปุ๋ยหมักบนพื้นที่ราบ อาจจะเป็นพื้นดินธรรมดาหรือพื้นซีเมนต์ แต่จะต้องมีพื้นที่เพียงพอในการกองปุ๋ยหมัก และการปฏิบัติต่าง ๆ นอกจากการกองแบบธรรมดาแล้วอาจจะทำการกองปุ๋ยหมักในคอกไม้ ลักษณะของคอกไม้ควรใช้ไม้ดีเป็นแนวเส้นระยะห่างเพื่อช่วยในการถ่ายเทอากาศ และเพื่อสะดวกในการกลับกองปุ๋ยหมักควรกองเศษวัสดุเพียงครึ่งหนึ่งของคอกไม้ เมื่อถึงเวลากลับกองปุ๋ยหมักก็จะได้พลิกไปอีกด้านหนึ่งภายในคอกนั้น การกองในคอกข้อดีคือ ป้องกันสัตว์เลื้อยรบกวน และเป็นสัดส่วน ข้อเสียคือสิ้นเปลืองค่าสร้างคอก การกองปุ๋ยหมักบนพื้นธรรมดา อาจจะทำกลางแจ้งหรือในโรงเรือน สำหรับข้อดีของการกองปุ๋ยหมักในโรงเรือนคือ น้ำระเหยออกจากกองปุ๋ยหมักน้อยกว่า ช่วยประหยัดการรดน้ำแก่กองปุ๋ยหมัก อีกประการหนึ่งคือคุณภาพของปุ๋ยหมักจะดีกว่า ธาตุอาหารบางชนิดไม่ได้สูญเสียไปเนื่องจากการชะล้างโดยฝน

(2) การกองในหลุม

สำหรับการกองปุ๋ยหมักในหลุมจุดประสงค์เพื่อเป็นการช่วยรักษาความชื้น และสะดวกต่อการปฏิบัติ สถานที่ที่จะใช้ควรเป็นที่ดอน น้ำท่วมไม่ถึง ลักษณะของหลุมควรเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด $2 \times 4 \times 0.5$ หรือ $3 \times 6 \times 1$ เมตร อาจจะทำเป็นหลุมดินธรรมดา หรือเป็นหลุมซีเมนต์อย่างถาวรขึ้นอยู่กับฐานะของเกษตรกร และสภาพพื้นที่ควรมีการระบายน้ำออกจากหลุมในกรณีที่มีน้ำมากเกินไป การกองวัสดุควรกองไว้ด้านใดด้านหนึ่งของหลุมประมาณครึ่งหนึ่งของความยาวเพื่อสะดวกในการกลับกองปุ๋ยหมัก จำนวน

ของหลุมในการทำปุ๋ยหมักขึ้นอยู่กับความต้องการ และปริมาณของเศษวัสดุที่มีอยู่อาจจะทำเป็น 2 หลุมติดกัน ควรมีระยะห่างประมาณ 50 เซนติเมตร กองวัสดุจนเต็มหลุม (เพียงหลุมใดหลุมหนึ่ง) ถึงเวลากลับกองปุ๋ยหมัก ทำการย้ายจากหลุมหนึ่งไปอีกหลุมหนึ่ง ทำเช่นนี้สลับกันไป จนกระทั่งเป็นปุ๋ยหมัก หรืออาจจะทำเป็น 4 หลุม เรียงติดกัน จุดประสงค์ของการทำหลุมแบบนี้เพื่อทยอยทำปุ๋ยหมักอย่างต่อเนื่อง กรณีเช่นนี้เหมาะสำหรับเกษตรกรที่มีวัสดุเศษพืชเป็นจำนวนมาก โดยในครั้งแรกกองในหลุมหนึ่ง แล้วกลับกองจากหลุมที่ 1 ไปยังหลุมที่ 2 3 และ 4 ตามลำดับ การกองปุ๋ยหมักในหลุมอาจจะกองกลางแจ้งหรือกองในโรงเรือนขึ้นอยู่กับเกษตรกรจะเลือกปฏิบัติ

2) วิธีการกองปุ๋ยหมัก

โดยทั่วไปวิธีการกองปุ๋ยหมักไม่มีข้อกำหนดแน่นอน แต่จะขึ้นอยู่กับปัจจัยของวัสดุที่มีอยู่ ได้แก่ วัสดุเศษพืช มูลสัตว์ ปุ๋ยไนโตรเจน และสารตัวเร่ง เป็นต้น ซึ่งวิธีการกองปุ๋ยหมักสามารถเลือกปฏิบัติได้ตามความเหมาะสม แต่อย่างไรก็ตามสามารถแบ่งได้เป็น 5 วิธีการ ดังนี้

(1) การกองแบบใช้เศษพืชอย่างเดียว

เมื่อรวบรวมเศษพืช และนำมากองควรให้มีขนาดกว้างประมาณ 2-3 เมตร สูงประมาณ 1-1.5 เมตร ความยาวของกองไม่จำกัดขึ้นอยู่กับวัสดุที่มีอยู่ ย่างกองวัสดุให้แน่น ขณะเดียวกันรดน้ำให้ชุ่มโดยให้น้ำซึมไปทั่ว ทุกส่วนของเศษพืชเมื่อเศษพืชแน่น และชุ่มน้ำดีแล้วนำดินทับไว้ที่ผิวด้านบนของกอง ปุ๋ยหมักให้หนาประมาณ 1-2 นิ้ว การกองปุ๋ยโดยวิธีนี้จะใช้เวลานานกว่าจะเป็นปุ๋ยหมักเนื่องจากไม่มีการเติมปัจจัยที่ช่วยส่งเสริมกิจกรรมของเชื้อจุลินทรีย์ในการย่อยสลายเศษพืชเพียงแต่อาศัยความชื้นที่พอเหมาะ และเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติ ดังนั้นวิธีการนี้จะแนะนำให้ใช้ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงปิดทับด้านบนของกองปุ๋ยหมัก เพื่อจะเป็นแหล่งของเชื้อจุลินทรีย์ และเป็นธาตุอาหารของเชื้อจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายด้วย (สมศักดิ์ 2521)

(2) การกองโดยผสมมูลสัตว์

ในกรณีที่มูลสัตว์สามารถนำมาผสมในอัตราส่วนเศษพืชต่อมูลสัตว์ 100 ต่อ 20 (โดยน้ำหนัก) ตามที่กล่าวแล้วว่าการกองปุ๋ยหมักไม่มีข้อกำหนดที่แน่นอน ดังนั้นในกรณีที่มูลสัตว์จำนวนมาก ๆ ก็อาจจะใช้ในปริมาณที่มากขึ้น ซึ่งจะเป็นผลดีต่อการย่อยสลาย และคุณภาพของปุ๋ยหมักด้วย ในขั้นแรกควรนำเศษวัสดุมากองเป็นชั้น ๆ ให้กว้างประมาณ 2-3 เมตร สูงประมาณ 30-40 เซนติเมตร ย่ำให้แน่น และรดน้ำให้ชุ่ม นำมูลสัตว์โรยที่ผิวน้ำให้ทั่ว หลังจากนั้นนำวัสดุพืชกองทับอีกชั้นหนึ่งโดยปฏิบัติเหมือนการกองชั้นแรก และทำการกองปุ๋ยหมักประมาณ 3-4 ชั้น ผิวด้านบนของกองปุ๋ยหมักควรนำมูลสัตว์โรยให้ทั่ว โดยให้มีความหนาประมาณ 1-2 นิ้ว

(3) การกองปุ๋ยหมักโดยผสมมูลสัตว์ และปุ๋ยไนโตรเจน

สำหรับปุ๋ยไนโตรเจนอาจจะใช้ผสมลงในกองปุ๋ยหมักเพื่อเป็นแหล่งของไนโตรเจนให้แก่จุลินทรีย์ในการย่อยสลายเศษพืชให้รวดเร็วขึ้น ในขณะเดียวกันบางส่วนของแหล่งไนโตรเจนเหล่านี้ก็ยังคงอยู่ในกองปุ๋ยหมัก ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของสารประกอบอนินทรีย์ และอินทรีย์เป็นการเพิ่มคุณภาพของปุ๋ยหมักอีกด้วย อัตราส่วนของปุ๋ยไนโตรเจนที่ใช้คือ 2.0 กิโลกรัมต่อเศษพืช 1 ตัน ดังนั้นส่วนผสมของกองปุ๋ยหมักวิธีนี้คือ เศษพืช : มูลสัตว์ : ปุ๋ย ไนโตรเจน เท่ากับ 100 : 20 : 0.2 ตามลำดับ วิธีการกองปุ๋ยหมักปฏิบัติเหมือนกับวิธีที่ 2 โดยทำการกองเศษพืชเป็นชั้น ๆ เมื่อโรยมูลสัตว์ที่ผิวน้ำของเศษพืชเรียบร้อยแล้วจึงโรยปุ๋ยไนโตรเจนให้ทั่ว บนชั้นของมูลสัตว์ นำเศษพืชมากองในชั้นต่อไป การกองปุ๋ยหมักวิธีนี้จะช่วยลดระยะเวลาในการทำปุ๋ยหมักให้สั้นลงโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับเศษพืชที่มีอัตราส่วนของสารประกอบคาร์บอนต่อไนโตรเจนสูง

(4) การกองปุ๋ยหมักโดยผสมสารเร่งประเภทจุลินทรีย์

วิธีการกองปุ๋ยหมักแบบนี้มีส่วนผสมเหมือนที่กล่าวในข้อ 3 แต่มีการใส่สารเร่งประเภทจุลินทรีย์ลงในกองปุ๋ยหมัก เพื่อลดระยะเวลาในการทำปุ๋ยหมักให้สั้นลง กล่าวคือ เมื่อโรยมูลสัตว์ และปุ๋ยไนโตรเจนที่ผิวหน้าของเศษพืชแล้วจะราดสารละลายของสารเร่ง ให้ทั่วโดยการแบ่งใส่เป็นชั้น ๆ หลังจากนั้นจึงนำเศษพืชมากองทับบนชั้นต่อไป ในกรณีที่เศษวัสดุในการกองปุ๋ยหมักเป็นชิ้นขนาดเล็ก เช่น ชี้อ้อย แกลบ หรือขุยมะพร้าว อาจคลุกเคล้า มูลสัตว์ ปุ๋ยไนโตรเจน และสารเร่งให้เข้ากันอย่างสม่ำเสมอ โดยไม่ต้องกองเป็นชั้น ๆ การใช้สารเร่งในการทำปุ๋ยหมักตามวิธีการนี้ มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องควบคุมสภาพแวดล้อมในกองปุ๋ยหมักให้เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ได้แก่ความชื้นในกองปุ๋ยหมัก และการระบายอากาศให้มีออกซิเจนที่เพียงพอต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ (Sulert และ Finstein, 1977) ซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อกิจกรรมการย่อยสลาย และเนื่องจากกระบวนการย่อยสลายนี้เกิดขึ้นจากเชื้อจุลินทรีย์หลายชนิดประกอบกัน ดังนั้นการใช้เชื้อจุลินทรีย์ที่เหมาะสมจะมีบทบาทอย่างยิ่งต่อการส่งเสริมให้อัตราการย่อยสลายเกิดในอัตราที่รวดเร็วมากยิ่งขึ้น (Stuetzenberger, 1971) การกองวิธีนี้จะได้ปุ๋ยหมักใช้ได้อย่างรวดเร็ว และทันฤดูกาลเพาะปลูกเหมาะสำหรับพื้นที่ที่มีปริมาณเศษพืชมาก มีระบบการชลประทานดี และมีการปลูกพืชหลายครั้งต่อปี

(5) การกองปุ๋ยหมักโดยวิธีการต่อเชื้อ

การทำปุ๋ยหมักโดยวิธีนี้จะช่วยให้เกษตรกรสามารถทำปุ๋ยหมักได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่ต้องใช้สารตัวเร่งทุกครั้ง เพราะสามารถนำปุ๋ยหมักที่ทำได้มาใช้แทน เป็นต้นต่อเชื้อจุลินทรีย์สำหรับทำปุ๋ยหมักกองใหม่ต่อไป เนื่องจากจุลินทรีย์ในสารตัวเร่งยังคงมีชีวิตอยู่ในปุ๋ยหมักที่ทำได้โดยใช้อัตราส่วนดังนี้คือ วัสดุเศษพืช 1 ตัน ผสมกับปุ๋ยหมักที่เป็นแล้ว 200 กิโลกรัม และปุ๋ยไนโตรเจน 2 กิโลกรัม สำหรับวิธีการกองปุ๋ยหมัก โดยทำการกองเศษพืชเป็นชั้น กรณีที่เศษวัสดุเป็นชิ้นส่วนขนาดเล็กจะคลุกเคล้าเศษวัสดุกับปุ๋ยหมักโดยตรง การกองปุ๋ยหมักโดยวิธีนี้จะเป็นการประหยัดค่าใช้จ่าย และลดต้นทุนในการผลิตปุ๋ยหมักได้เป็นอย่างดี จากการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการเพิ่มจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักโดยวรรณลดา และคณะ (2527) พบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์จะเพิ่มจำนวนสูงสุดในช่วง 15 วันแรกของการกองปุ๋ยหมักฟางข้าว และชี้อ้อย หลังจากนั้นปริมาณเชื้อจุลินทรีย์จึงค่อย ๆ ลดลงเป็นลำดับ ดังนั้นการกองปุ๋ยหมัก โดยวิธีการต่อเชื้ออาจจะใช้วัสดุจากกองปุ๋ยหมักที่ 15 วัน นำไปใช้เป็นต้นต่อของเชื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากช่วงเวลาดังกล่าวเชื้อจุลินทรีย์มีปริมาณสูงสุด หรืออาจจะใช้ช่วงที่เป็นปุ๋ยหมักแล้วก็ได้ เนื่องจากในระยะดังกล่าวถึงแม้เชื้อจุลินทรีย์อาจจะน้อยกว่าที่ระยะเวลา 15 วัน แต่ก็มีปริมาณเชื้อมากเพียงพอที่จะใช้เป็นต้นต่อเชื้อจุลินทรีย์ในการทำปุ๋ยหมักครั้งต่อไป ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่อย่างไรก็ตามปุ๋ยหมักที่จะนำไปต่อเชื้อนี้จะต้องมีการดูแล และเก็บรักษาค่อนข้างดีคือต้องไม่ทิ้งตากแดดและลม โดยควรให้ความชื้นอยู่ในระดับที่พอเหมาะต่อการดำรงชีพ และการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมัก

4.9.4 การปฏิบัติและการดูแลรักษา

สิ่งที่สำคัญอีกประการหนึ่งหลังจากการกองปุ๋ยหมัก คือการดูแลรักษาจนกระทั่งกองเศษพืชนั้นเป็นปุ๋ยหมัก และสามารถนำไปใส่ในดิน การปฏิบัตินี้เป็นสิ่งจำเป็น ทั้งนี้เพราะเป็นการควบคุมให้สภาพภายในกองปุ๋ยเหมาะสมต่อการดำเนินกิจกรรมของจุลินทรีย์ในกระบวนการย่อยสลายเศษพืช ซึ่งมีการปฏิบัติดังนี้

1) การรดน้ำให้ความชื้นกองปุ๋ยหมัก

การรดน้ำกองปุ๋ยหมักควรกระทำอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้ความชื้นภายในกองปุ๋ยหมักอยู่ในระดับที่เหมาะสม คือประมาณ 50-60 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก (Suler และ Finstein, 1977) ในทางปฏิบัติอาจจะสังเกตโดยไม่แห้ง หรือแฉะเกินไป การตรวจสอบอย่างง่าย คือการสอดมือเข้าไปในกองปุ๋ยหมักให้ลึกและหยิบวัสดุภายในกองปุ๋ยมาบีบดู ถ้าความชื้นน้อยเกินไปจะทำให้กระบวนการย่อยสลายเกิดขึ้นได้ช้าจึงควร

รดน้ำกองปุ๋ยหมัก แต่ถ้ากองปุ๋ยหมักมีความชื้นมากเกินไปจะมีผลต่อการระบายอากาศภายในกองปุ๋ยหมักทำให้เกิดสภาพการขาดออกซิเจนกระบวนการย่อยสลายเกิดขึ้นได้ช้าเช่นกัน ดังนั้นการรดน้ำกองปุ๋ยหมักเป็นการปฏิบัติที่จะต้องทำอย่างสม่ำเสมอจนกระทั่งเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์ ในกรณีที่กองปุ๋ยหมักกลางแจ้งจะได้รับความร้อนโดยตรงจากแสงแดด ทำให้น้ำระเหยออกจากกองปุ๋ยหมักเร็วกว่าในโรงเรือน จึงต้องมีการรดน้ำเพื่อรักษาความชื้นภายในกองปุ๋ยหมักให้เหมาะสม หรืออาจจะใช้วัสดุบางประเภทปิดคลุมบนกองปุ๋ยหมักเพื่อลดการระเหยของน้ำเช่น เศษพืช ทางมะพร้าวแห้ง หรือพลาสติก เป็นต้น

2) การกลับกองปุ๋ยหมัก

การกลับกองปุ๋ยหมักควรปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอเช่นกัน เพื่อเป็นการระบายอากาศ และช่วยให้วัสดุคลุกเคล้าเข้ากัน ตลอดจนช่วยลดปริมาณความร้อนภายในกองปุ๋ยอีกด้วย การระบายอากาศในกองปุ๋ยหมักเป็นสิ่งจำเป็น เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์เป็นพวกที่ต้องการอากาศ และเกี่ยวข้องกับกระบวนการย่อยสลายจะใช้ออกซิเจนในระบบการสร้างพลังงาน สำหรับระยะเวลาในการกลับปุ๋ยหมักนั้นควรปฏิบัติประมาณ 7-10 วันต่อครั้ง เพื่อให้กิจกรรมของจุลินทรีย์ดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง

3) การเก็บรักษากองปุ๋ยหมักที่เสร็จแล้ว

เมื่อปุ๋ยหมักมีการย่อยสลายสมบูรณ์แล้ว หากว่ายังไม่ได้นำไปใช้ปรับปรุงดิน ให้รวบรวมนำไปเก็บไว้ในที่ร่มหลบแสงแดด และฝน เพื่อเป็นการรักษา และลดการสูญเสียธาตุอาหารพืชในปุ๋ยหมัก

4.9.5 หลักพิจารณาปุ๋ยหมักที่ย่อยสลายสมบูรณ์แล้ว

โดยทั่วไปมักจะมีปัญหาอยู่เสมอว่าวัสดุเหลือใช้ที่นำมากองทำปุ๋ยหมักนั้น เสร็จสมบูรณ์พร้อมที่จะใส่ลงในดินแล้วหรือยังมีข้อกำหนดในการที่จะบ่งบอกว่าเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์ คือค่าอัตราส่วนของธาตุคาร์บอนต่อไนโตรเจนของวัสดุควรมีค่าเท่ากับ หรือต่ำกว่า 20 : 1 ซึ่งค่าของอัตราส่วนของธาตุคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่ระดับ ดังกล่าว เมื่อนำปุ๋ยหมักใส่ลงในดินแล้วจะไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อพืช สำหรับหลักเกณฑ์ในการพิจารณาปุ๋ยหมักที่มีการย่อยสลายสมบูรณ์ และสะดวกต่อการปฏิบัติในภาคสนาม มีดังนี้

1) สีของวัสดุเศษพืช หลังจากเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์จะมีสีน้ำตาลเข้มจนถึงสีดำ โดยปกติเมื่อใช้เศษพืชในการทำปุ๋ยหมักจะเห็นความแตกต่างของสีอย่างชัดเจน

2) ลักษณะของวัสดุเศษพืช ที่เป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์จะมีลักษณะอ่อนนุ่มยุ่ย และขาดออกจากกันได้ง่ายไม่แข็งกระด้างเหมือนวัสดุเริ่มแรก

3) กลิ่นของวัสดุปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์ จะไม่มีกลิ่นเหม็น ในกรณีที่มึกลิ่นเหม็น หรือกลิ่นฉุนแสดงว่ากระบวนการย่อยสลายภายในกองปุ๋ยยังไม่สมบูรณ์

4) ความร้อนในกองปุ๋ย หลังจากกองปุ๋ยหมักประมาณ 2-3 วัน อุณหภูมิภายในกองปุ๋ยจะสูงประมาณ 50-60 องศาเซลเซียส อุณหภูมิจะสูงอยู่ในระดับนี้ระยะหนึ่งแล้ว จึงค่อย ๆ ลดลงจนกระทั่งใกล้เคียงกับอุณหภูมิภายนอกกองปุ๋ยจึงถือว่าเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์ แต่ควรพิจารณาปัจจัยอื่นประกอบด้วย เพราะในกรณีที่ความชื้นน้อยหรือมากเกินไปอาจจะทำให้ระดับอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักลดลงได้เช่นกัน

5) ลักษณะพืชที่เจริญบนกองปุ๋ยหมัก เมื่อกองปุ๋ยหมักเก็บใช้ได้แล้ว บางครั้งอาจมีพืชเจริญบนกองปุ๋ยหมักได้ แสดงว่าปุ๋ยหมักดังกล่าวนำไปใส่ในดินโดยไม่เป็นอันตรายต่อพืช

6) การวิเคราะห์ทางเคมี ในการที่จะบอกได้อย่างแน่ชัดว่าเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์ ควรเก็บตัวอย่างวัสดุที่ทำปุ๋ยหมักมาวิเคราะห์ทางเคมี เพื่อหาอัตราส่วนของธาตุคาร์บอนต่อไนโตรเจน ซึ่งค่าของอัตราส่วนดังกล่าวควรเท่ากับหรือต่ำกว่า 20 : 1 อย่างไรก็ตามในการปฏิบัติภาคสนามมักจะไม่นิยามพิจารณาในข้อกำหนดนี้ยกเว้นกรณีที่จะมีการพิจารณาที่ต้องการความถูกต้อง หรือกรณีของงานวิจัยเพื่อเปรียบเทียบ เป็นต้น

4.9.6 ปัจจัยที่ควบคุมอัตราการย่อยสลายในกองปุ๋ยหมัก

กระบวนการย่อยสลายที่เกิดในกองปุ๋ยหมัก เกี่ยวข้องกับกิจกรรมของจุลินทรีย์หลายชนิด ประกอบกัน กิจกรรมของเอนไซม์ที่เกิดขึ้นจากจุลินทรีย์ในกระบวนการย่อยสลายวัสดุเศษพืชนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ รวมถึงสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง (Boddy และคณะ, 1985, Sinsabaugh และ Linkin, 1988) ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ค่าพีเอช คุณสมบัติทางเคมี และกายภาพของวัสดุแต่ละชนิด นอกจากนั้น ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ ความแตกต่างคุณสมบัติทางเคมีของเอนไซม์แต่ละชนิด รวมถึงปฏิกิริยาการสร้างสารปฏิชีวนะของเชื้อจุลินทรีย์ ในระหว่างกระบวนการย่อยสลาย ดังนั้นปัจจัยของสภาพแวดล้อม จึงมีบทบาทสำคัญต่อการควบคุม และการเปลี่ยนแปลง ชนิดกิจกรรม รวมถึงปริมาณของจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในกองปุ๋ยหมัก ซึ่งมีผลต่อไปถึงอัตราการย่อยสลายสารประกอบต่าง ๆ ภายในกองปุ๋ยหมักด้วย สำหรับปัจจัยของสภาพแวดล้อมที่มีส่วนสำคัญต่อกระบวนการย่อยสลายสามารถแบ่งออกได้ ดังนี้

1) ชนิดเชื้อจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมัก

กระบวนการย่อยสลายเศษพืชภายในกองปุ๋ยหมัก จนกระทั่งได้ปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์นั้นเกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์หลายชนิดประกอบกัน ซึ่งสามารถจัดแบ่งจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องในกองปุ๋ยหมักออกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่ เชื้อรา แบคทีเรีย และแอคติโนมัยซิส ในกองปุ๋ยหมักจะตรวจพบเชื้อราอยู่เสมอ แต่ชนิด และปริมาณของเชื้อราจะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับวัสดุที่นำมาทำปุ๋ยหมัก ความชื้น และอุณหภูมิของสภาพแวดล้อม การที่อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น และมีความชื้นสูงเป็นสภาพที่เหมาะสมต่อแบคทีเรียมากกว่าเชื้อรา (Golueke, 1977) ดังนั้นจึงมักตรวจพบเชื้อราเจริญอยู่บริเวณผิวนอกของกองปุ๋ย ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำและมีความชื้นน้อยกว่าในกองปุ๋ยหมัก จากการศึกษาเชื้อราในกองปุ๋ยหมักในช่วงอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส สามารถพบเชื้อราได้ แต่เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นถึง 65 องศาเซลเซียสจะไม่พบการเจริญของเชื้อรา สำหรับเชื้อแอคติโนมัยซิสมีอัตราการเจริญช้ากว่าเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา และจะเจริญได้ไม่ดีเมื่ออยู่ในสภาพที่มีการถ่ายเทอากาศไม่เพียงพอ เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มนี้ต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโต ลักษณะของเชื้อแอคติโนมัยซิสเมื่อเจริญเป็นกลุ่มบนวัสดุที่ใช้ทำปุ๋ยหมักจะสังเกตเห็นได้โดยเป็นจุดสีขาว ๆ คล้ายผงปูนขาว ซึ่งในลักษณะเช่นนี้จะเห็นได้ในกองปุ๋ยหมักหลังจากอุณหภูมิขึ้นสูงจนถึงสูงสุด จากการศึกษาพบว่าเชื้อแอคติโนมัยซิสสามารถเจริญได้ดีในช่วงอุณหภูมิสูงถึง 65 องศาเซลเซียส และการเจริญจะลดลง หรือหยุดชะงักเมื่ออุณหภูมิสูงเกินกว่า 75 องศาเซลเซียส (Finstein และ Morris. Poincelot, 1975) สำหรับเชื้อแบคทีเรียมักพบในปริมาณที่มากกว่าเชื้อจุลินทรีย์อื่นเสมอ ปริมาณของแบคทีเรียจะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม โดยปกติความชื้นที่เหมาะสมในการเจริญของแบคทีเรียอยู่ในช่วง 50-75 เปอร์เซ็นต์ และพีเอชค่อนข้างเป็นกลาง ถ้าพีเอชต่ำเกินไปแบคทีเรียจะหยุดการเจริญ สรุปได้ว่าจุลินทรีย์เหล่านี้มีบทบาทที่สำคัญต่อการย่อยสลาย อินทรีย์สารในกองปุ๋ยหมัก ดังเช่นกรณีศึกษาการย่อยสลายวัสดุฟางข้าวในสภาพธรรมชาติพบว่า กระบวนการย่อยสลายส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นโดยกิจกรรมของเชื้อจุลินทรีย์ 3 กลุ่ม คือเชื้อ แบคทีเรีย รา และแอคติโนมัยซิสโดยเริ่มแรกเป็นการย่อยสลายโดยเชื้อแบคทีเรียที่เจริญในอุณหภูมิปานกลาง หลังจากนั้นอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักจะเพิ่มขึ้นระหว่าง 50-65 องศาเซลเซียส ในขณะเดียวกันแบคทีเรียที่เจริญที่อุณหภูมิสูง จะทำหน้าที่ในการย่อยสลายต่อไป ส่วนใหญ่เป็นกลุ่ม *Bacillus* spp. ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายสารประกอบโปรตีน และคาร์โบไฮเดรต (Strom, 1985) สำหรับเชื้อรา และแอคติโนมัยซิสจะมีความสำคัญในการย่อยสลายเซลลูโลส ลิกนิน และสารคงทนประเภทอื่น ๆ ซึ่งจะเจริญในช่วงหลังการย่อยสลาย 5-10 วัน เชื้อราที่พบส่วนใหญ่ ได้แก่ กลุ่ม *Aspergillus* spp. สำหรับเชื้อแอคติโนมัยซิส ได้แก่ *Streptomyces* sp. *Thermoactinomyces* sp. หลังจากนั้นในช่วงสุดท้ายของการย่อยสลายอุณหภูมิจะลดลง และจะปรากฏกลุ่มของเชื้อแอคติโนมัยซิส โดยจะสังเกตพบว่ามีลักษณะเป็นผงสีขาว หรือสีเทาปรากฏขึ้นบนกองปุ๋ยหมัก

2) อัตราส่วนของธาตุคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ของวัตถุดิบที่ใช้ผลิตปุ๋ยหมักเป็นค่าที่ใช้บ่งบอกความยาก หรือง่ายต่อการย่อยสลาย และใช้เป็นตัวกำหนดระดับการเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์ กล่าวคือ ถ้าวัสดุที่ใช้ทำปุ๋ยหมักมีค่าอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนสูงมาก ๆ อัตราการย่อยสลายจะเกิดช้า เนื่องจากความไม่สมดุลของสารประกอบคาร์บอนกับไนโตรเจน ในสภาพเช่นนี้เชื้อจุลินทรีย์จะใช้สารประกอบคาร์บอน ในรูปแบบต่าง ๆ เป็นแหล่งของพลังงาน และในการเจริญ ในขณะเดียวกันเชื้อจุลินทรีย์ก็ต้องใช้สารประกอบไนโตรเจนด้วย (Poincelot, 1975) แต่สารประกอบไนโตรเจนมีปริมาณน้อย จึงเป็นปัจจัยที่จำกัดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ทำให้กิจกรรมในการย่อยสลายเกิดช้า ความสมดุลของสารคาร์บอนต่อไนโตรเจนของเซลล์จุลินทรีย์อยู่ในช่วงประมาณ 10 ต่อ 1 ถ้าอัตราส่วนของสารประกอบคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำเกินไปจะทำให้ไนโตรเจนที่มีอยู่ปริมาณมากเกิดการสูญเสียไนโตรเจนเนื่องจากกระบวนการระเหย (ammonia volatilization) การใช้วัตถุดิบที่มีค่าอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนประมาณ 25 ต่อ 1 ค่อนข้างเหมาะสมต่อการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ แต่โดยลักษณะทั่วไปแล้วค่าอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนเริ่มต้นที่มีแนวโน้มเหมาะสมต่อการกระบวนการย่อยสลายวัสดุจะอยู่ในช่วงระหว่าง 20 - 40 ดังนั้น ในกรณีที่ใช้วัสดุที่มีค่าอัตราส่วนของสารประกอบคาร์บอนต่อไนโตรเจนสูงมาก ๆ อาจจะต้องมีการเติมสารประกอบไนโตรเจนในรูปของปุ๋ยเคมี หรือสารอินทรีย์ที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบอยู่มาก เช่น มูลสัตว์ กากเลือดป่น เศษซากพืชตระกูลถั่ว วัสดุเหลือใช้บางชนิดจากโรงงานอุตสาหกรรม ขยะเทศบาล หรือ sewage sludge (Golueke, 1977; Mathur, 1980) การเพิ่มระดับปริมาณไนโตรเจนให้สูงขึ้นจะทำให้อัตราส่วนสารประกอบคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำลง กระบวนการย่อยสลายภายในกองปุ๋ยหมักจะเกิดได้รวดเร็วขึ้น (Gaur, 1980) จากการรวบรวมข้อมูลค่าวิเคราะห์ทางเคมีของธาตุอาหารหลักของพืชในวัสดุเหลือใช้ชนิดต่าง ๆ โดยอาศัยองค์ประกอบค่า C/N ratio ของวัสดุ จึงได้แบ่งวัสดุเหลือใช้ออกเป็น 2 ประเภทคือในกรณีที่วัสดุมี C/N ratio ต่ำกว่า 100 จัดเป็นวัสดุที่ย่อยสลายง่าย ส่วนวัตถุดิบที่มี C/N ratio มากกว่า 100 : 1 จัดเป็นวัสดุที่ย่อยสลายยาก นอกจากนั้นอัตราส่วนของธาตุคาร์บอนต่อไนโตรเจนยังใช้ในการพิจารณาว่าวัตถุดิบที่นำมาย่อยสลายแปรสภาพเป็นปุ๋ยหมักหรือยัง โดยค่า C/N ratio ที่ใช้เป็นตัวกำหนดการเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์คือ 20 : 1 ซึ่งเมื่อนำปุ๋ยหมักดังกล่าวไปใส่ในดินจะไม่ก่อให้เกิดผลเสียต่อพืช (Bertoldi และคณะ, 1983)

3) ลักษณะของวัสดุ

ปุ๋ยหมักส่วนใหญ่จะทำจากเศษซากพืชชนิดต่าง ๆ โดยเฉพาะการส่งเสริมให้แก่เกษตรกรทำปุ๋ยหมักใช้เอง ลักษณะของเศษวัสดุที่แตกต่างกันจึงมีส่วนสำคัญต่อกระบวนการย่อยสลายได้แก่ ขนาดและความสดของวัสดุ เป็นต้น ขนาดของวัสดุถ้าเป็นวัสดุที่มีขนาดเล็กการผสมคลุกเคล้าทำได้ทั่วถึงพื้นที่ผิวสัมผัสดีมาก ดังนั้นโอกาสที่จะถูกย่อยสลายจึงมีมากกว่า แต่ถ้าขนาดใหญ่เกินไปก็อาจจะทำให้ลดอัตราการระบายอากาศของก๊าซออกซิเจน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Bertoldi และคณะ, 1983; Crawford, 1983) ดังนั้น จึงควรมีช่องว่างเพียงพอในการระบายอากาศ ซึ่งขนาดที่พอเหมาะของวัสดุหมักควรมีขนาดความยาวของแต่ละชั้นส่วนประมาณ 5 เซนติเมตร หรือเล็กกว่า (Gaur, 1980) สำหรับวัสดุที่มีขนาดใหญ่การผสมคลุกเคล้าจะทำได้ไม่ทั่วถึงนัก และปฏิบัติค่อนข้างลำบาก ดังนั้น การกองปุ๋ยหมักจากเศษวัสดุขนาดใหญ่จึงควรจะต้องกองเป็นชั้น ๆ และเมื่อถึงเวลากลับกองปุ๋ยหมักก็จะเป็นการช่วยผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันดียิ่งขึ้น ความสดของเศษพืชโดยปกติมักจะทำปุ๋ยหมักจากเศษพืชที่แห้ง เนื่องจากสะดวกในกองและการควบคุมสภาพแวดล้อมภายในกองปุ๋ยหมักในด้านความชื้น และการระบายอากาศในบางกรณีอาจจะใช้เศษพืชสด ซึ่งสามารถจะนำมาทำปุ๋ยหมักได้ แต่ต้องดูในเรื่องความชื้นเพราะการใช้เศษพืชสดจะมีปริมาณน้ำมาก และการระบายอากาศไม่ดีอาจเกิดกระบวนการเน่าเสียภายในกองปุ๋ยจนเกิดกลิ่นเหม็นได้

4) อุณหภูมิในกองปุ๋ยหมัก

อุณหภูมิที่เหมาะสมเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งในกระบวนการย่อยสลาย อุณหภูมิที่สูงเกินไปจะมีผลชะงักการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ทำให้การย่อยสลายสารประกอบอินทรีย์ลดลง อุณหภูมิสูงสุดไม่ควรเกิน 70 องศาเซลเซียส และไม่ควรเกิดต่อเนื่องเป็นเวลานานเกินไป (Paincelot, 1975) จากการกองปุ๋ยหมักพบว่าหลังจากกองปุ๋ยหมัก 2-4 วัน อุณหภูมิภายในจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ถึง 50-60 องศาเซลเซียส หรือมากกว่านี้เนื่องจาก พลังงานความร้อนที่ปลดปล่อยจากกระบวนการย่อยสลาย และสมบัติการเก็บความร้อนของวัสดุเหลือใช้ที่เป็นสารอินทรีย์ทำให้ความร้อนที่เกิดขึ้นไม่ค่อยแพร่กระจายออกจากกองปุ๋ยหมัก (Finstein และ Morris, 1975) ในช่วงแรกของการเพิ่มอุณหภูมิ พบว่าเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในกองปุ๋ยหมักจะย่อยสลายสารประกอบที่ย่อยสลายได้ง่ายอย่างรวดเร็วซึ่งจุลินทรีย์พวกนี้มีอยู่ทั่วไปตามธรรมชาติ การที่มีอุณหภูมิสูงมากจนเกินไปจะมีผลยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์บางชนิดภายในกองปุ๋ยทำให้กระบวนการย่อยสลายเกิดขึ้นได้ช้าลง เมื่ออัตราการย่อยสลายเกิดช้าลง อุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักก็จะลดลง จนถึงระดับที่เหมาะสมต่อเชื้อจุลินทรีย์ที่มีบทบาทต่อกระบวนการย่อยสลายอัตราการย่อยสลายจะเกิดเร็วขึ้น ดังนั้นการที่อุณหภูมิกองปุ๋ยหมักสูงกว่า 70 องศาเซลเซียส มักจะพบว่าการย่อยสลายจะเกิดขึ้นช้า เนื่องจากความรื้อไยยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์บางชนิดที่มีบทบาทต่อการย่อยสลาย (Bertoldi และคณะ 1983) และจากการศึกษาพบว่าช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อกระบวนการย่อยสลายวัสดุ รวมถึงการที่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุโรคพืชมีค่าประมาณ 55 องศาเซลเซียส เชื้อจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายในช่วงอุณหภูมิสูง (40-60 องศาเซลเซียส) ได้แก่ พวกทนอุณหภูมิสูง (thermotolerant) และชอบอุณหภูมิสูง (thermophile) หลังจากอุณหภูมิถึงจุดสูงสุดแล้วก็จะค่อย ๆ ลดลงจนถึงระดับอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 40-45 องศาเซลเซียส เชื้อจุลินทรีย์พวกที่ชอบอุณหภูมิปานกลาง (mesophile) สามารถเจริญเพิ่มจำนวนมากขึ้น และจะย่อยสลายสารอินทรีย์บางชนิดต่อไปจนกระทั่งค่าอัตราส่วนของสารประกอบคาร์บอนต่อไนโตรเจนลดลงถึงระดับที่ปุ๋ยหมักนำไปใช้ได้

5) ความชื้นภายในกองปุ๋ยหมัก

เป็นค่าบ่งบอกปริมาณน้ำซึ่งจำเป็นต่อการดำรงชีวิต และการเจริญของจุลินทรีย์ รวมถึงการดำเนินปฏิกิริยาต่าง ๆ ในการย่อยสลาย การย่อยสลายสารประกอบบางชนิดภายนอกเซลล์โดยเชื้อจุลินทรีย์จะปลดปล่อย extracellular enzyme ออกมาย่อยสลาย ดังนั้นจะต้องมีปริมาณน้ำที่เพียงพอสำหรับการดำเนินปฏิกิริยาดังกล่าว ลักษณะของวัสดุเหลือใช้ที่มีความหนาแน่นแตกต่างกันมีผลต่อความชื้นที่เหมาะสมในการย่อยสลายสารอินทรีย์เช่นวัสดุที่มีความหนาแน่นมากจะมีปริมาณความชื้นที่เหมาะสมต่อการย่อยสลายพบว่าปริมาณความชื้นที่เหมาะสมอาจจะต้องสูงมากขึ้นถึง 80-85 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ความชื้นที่เหมาะสมต่อการย่อยสลายภายในกองปุ๋ยหมักยังขึ้นกับสภาพทางกายภาพ และขนาดอนุภาคของวัสดุที่นำมาใช้ทำปุ๋ยหมักด้วย (Golueke, 1982) จากรายงานวิจัยของ Polprasest (1989) พบว่าถ้าระดับความชื้นในกองปุ๋ยหมักต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ จะมีผลกระทบต่อการย่อยสลาย โดยจะยับยั้งกิจกรรมโดยเชื้อจุลินทรีย์ ในกรณีที่มีน้ำหรือความชื้นในกองปุ๋ยหมักสูงเกินไปจะมีผลต่อการลดปริมาณช่องว่างภายใน และการระบายอากาศ ทำให้เกิดสภาวะการย่อยสลายแบบไม่มีอากาศ ยังมีผลต่อการชะล้าง หรือสูญเสียธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ดังนั้นระดับความชื้นที่เหมาะสมต่อกระบวนการย่อยสลายอยู่ระหว่าง 50-70 เปอร์เซ็นต์ หรือโดยเฉลี่ยประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์

6) การระบายอากาศในกองปุ๋ยหมัก

กระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์คาร์บอนในกองปุ๋ยหมัก โดยกิจกรรมของเชื้อจุลินทรีย์ในสภาพที่ต้องการอากาศ (aerobic composting) จัดเป็นปฏิกิริยาประเภท biological oxidation ซึ่งปัจจัยที่สำคัญคือก๊าซออกซิเจนในการรับอิเล็กตรอนที่ส่งถ่ายมาจากระบบ respiratory chain ในเซลล์ของจุลินทรีย์

ดังนั้นการระบายอากาศภายในกองปุ๋ยหมักจึงจำเป็นต่อการเพิ่มปริมาณออกซิเจน เพื่อไม่ให้เป็นปัจจัยที่จำกัดต่อกระบวนการย่อยสลาย (Bertodi และคณะ, 1982) นอกจากนี้ที่กล่าว Finstein และ Morris (1975) ยังรายงานลักษณะการแพร่กระจายของออกซิเจนในกองปุ๋ยหมักเป็นแบบ gradient คือ บริเวณผิวนอกจะมีปริมาณออกซิเจนมาก และลดลงเมื่อลึกลงไปกลางกองปุ๋ยหมัก การกลับกองปุ๋ยหมักช่วยให้ปริมาณออกซิเจนเพิ่มขึ้น จาก 10.1 เป็น 18.0 เปอร์เซ็นต์ และการกลับกองปุ๋ยช่วยให้เชื้อจุลินทรีย์ใช้ออกซิเจนได้เพิ่มมากขึ้น อัตราการใช้ก๊าซออกซิเจนมีปฏิภาคโดยตรงต่อระดับของอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมัก กล่าวคือในสภาพที่มีออกซิเจนเพียงพอ เชื้อจุลินทรีย์จะนำออกซิเจนไปใช้อย่างไม่ขาดแคลน ทำให้อัตราการย่อยสลายเกิดอย่างรวดเร็ว และจะปลดปล่อยความร้อนจากการย่อยสลายทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้น (Haug, 1979; Finstein และคณะ, 1980)

7) ความเป็นกรดเป็นด่าง (พีเอช)

จุลินทรีย์ส่วนใหญ่เจริญเติบโตได้ดีในระดับความเป็นกรดเป็นด่างที่เป็นกลางระหว่าง 6.5–7 โดยเฉพาะอย่างยิ่งแบคทีเรียและแอคติโอไมซีจะเจริญเติบโตได้ดีในช่วงความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 6–8 แต่ถ้าค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำกว่า 5 แบคทีเรียและแอคติโอไมซีจะเจริญเติบโตลดลง ในขณะที่เชื้อราเป็นจุลินทรีย์ที่ทนกรดได้ดีกว่า จึงจะเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณได้มากกว่า (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) แต่ระดับความเป็นกรดเป็นด่างที่เหมาะสมกับกระบวนการหมักอยู่ระหว่าง 6.5–8.5 อย่างไรก็ตามเนื่องจากสารที่ใส่ระหว่างการหมักมีลักษณะของ buffer ที่ดี ดังนั้นแม้เศษวัสดุที่นำมาหมักจะมีความเป็นกรดเป็นด่างที่แตกต่างกัน เช่น ตะกอนน้ำเสียมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่ 5.0–6.5 เมื่อนำมาหมักความเป็นกรดเป็นด่างในกองปุ๋ยจะมีค่าอยู่ระหว่าง 6.5–8.5 จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระดับความเป็นกรดเป็นด่างในการหมักวัสดุต่างๆ พบว่า ปุ๋ยหมักจากฟางข้าว ชี้อ้อย กากตะกอนน้ำเสียและเปลือกยูคาลิปตัส มีค่าระดับความเป็นกรดเป็นด่างไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก และปุ๋ยหมักที่ได้มีค่าระดับความเป็นกรดเป็นด่างระหว่าง 6.7–8.1 (ยงยุทธ และคณะ, 2551) ซึ่งสอดคล้องกับกับงานวิจัยของ Stutzenberger et al. (1970) พบว่า ระดับความเป็นกรดเป็นด่างจากตัวอย่างที่เก็บจากกองปุ๋ยหมัก นำมาหาค่าเฉลี่ยในช่วง 3 วันแรกจะลดลงจากเดิมเหลือ 5.3–5.7 เนื่องจากในช่วงแรกจุลินทรีย์สามารถย่อยสลายวัสดุที่ย่อยสลายได้ง่ายอย่างรวดเร็วและผลิตรกรดอินทรีย์บางชนิด มีผลทำให้ระดับความเป็นกรดเป็นด่างลดลงจากนั้นจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ และไม่ค่อยเปลี่ยนแปลง และเมื่อสิ้นสุดการหมักจะได้ปุ๋ยหมักมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ระหว่าง 7.0–8.5 และงานวิจัยของวรรณลดา และคณะ (2534) พบว่า จากการย่อยสลายวัสดุเศษพืชที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของใบยูคาลิปตัสก่อนการทำปุ๋ยหมักมีค่าเท่ากับ 3.9 หลังจากหมักเป็นเวลา 10 วัน ค่าความเป็นกรดเป็นด่างจะเพิ่มขึ้น 5.2 จนกระทั่งหลังจากสิ้นสุดการหมักวัสดุดังกล่าวเป็นเวลา 50 วัน ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของกองปุ๋ยหมักจากใบยูคาลิปตัสเพิ่มขึ้นเป็น 6.0

4.9.7 คุณภาพและมาตรฐานที่ดีของปุ๋ยหมัก

ปุ๋ยหมักที่ทำจากวัสดุเหลือใช้ต่าง ๆ จะมีคุณสมบัติบางประการแตกต่างกัน ดังนั้นทางโครงการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรีย์วัตถุ กรมพัฒนาที่ดินจึงได้กำหนดคุณภาพ และมาตรฐานเป็นแนวทางพิจารณาได้ ดังนี้

- 1) อัตราส่วนของธาตุคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ไม่มากกว่า 20:1
- 2) เกรดปุ๋ยไม่ควรต่ำกว่า 0.5 0.5 1.0 (เปอร์เซ็นต์ ของ N P_2O_5 K_2O ตามลำดับ)
- 3) ความชื้นของปุ๋ยหมักไม่ควรมากกว่า 35-40 เปอร์เซ็นต์ (โดยน้ำหนัก)
- 4) ปริมาณอินทรีย์วัตถุประมาณ 25-50 เปอร์เซ็นต์ (โดยน้ำหนัก)
- 5) ความเป็นกรดเป็นด่าง (พีเอช) ประมาณ 6.0-7.5
- 6) ไม่ควรมีวัสดุเจือปนอื่น ๆ

4.9.8 การใช้ปุ๋ยหมักปรับปรุงบำรุงดิน

การใช้ปุ๋ยหมักติดต่อกันอย่างต่อเนื่องมีประโยชน์ต่อการปรับปรุงบำรุงดินทั้งทางตรง และทางอ้อม หลายประการดังที่กล่าวแล้วในบทบาทของอินทรีย์วัตถุในดินแต่ปัจจัยหลักคือการเป็นแหล่งของสารประกอบฮิวมัสในดิน ดังนั้นคุณภาพของปุ๋ยหมัก วิธีการใส่ และระยะเวลาการใส่ปุ๋ยหมักตลอดจนสภาพแวดล้อมได้แก่ ชนิดของดิน สภาพดินฟ้าอากาศ และสภาพความชื้นในดินเป็นปัจจัยที่มีส่วนกำหนดผลของปุ๋ยหมักต่อการเจริญเติบโต และผลผลิต ของพืช การกำหนดปริมาณของปุ๋ยหมักที่ใส่ในดินจำเป็นต้องใช้ข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณธาตุอาหารหลักที่มีอยู่ในดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดินรวมถึงความต้องการธาตุอาหารของพืชด้วย โดยทั่วไปแล้วปุ๋ยหมักควรมีธาตุอาหารหลักของพืชได้แก่ ไนโตรเจน ประมาณ 10-15 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัส 0.44 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณโพแทสเซียม 1.25 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก จากข้อมูลดังกล่าว ถ้าปุ๋ยหมัก (น้ำหนักแห้ง) 1 ตัน จะมีปริมาณ ไนโตรเจน 10-15 กิโลกรัม ปริมาณฟอสฟอรัส 4.4 กิโลกรัม และปริมาณโพแทสเซียม 12.5 กิโลกรัม แต่โดยมากปุ๋ยหมักที่ใช้ทั่วไปจะมีความชื้นแตกต่างกันมักจะอยู่ในช่วงประมาณ 35-40 เปอร์เซ็นต์ (โดยน้ำหนัก) ดังนั้นปริมาณธาตุอาหารพืชดังกล่าวจึงลดลง ตามส่วนคือถ้าปุ๋ยหมักมีความชื้น 35 เปอร์เซ็นต์ (โดยน้ำหนัก) จะมีปริมาณไนโตรเจน 6.5-9.75 กิโลกรัม ปริมาณฟอสฟอรัส 2.80 กิโลกรัม และปริมาณโพแทสเซียม 8.13 กิโลกรัม ตามลำดับปริมาณธาตุอาหารหลักของพืชที่มีอยู่ในปุ๋ยหมักตามที่กล่าวนั้นไม่ได้เป็นประโยชน์ต่อพืชทันทีทั้งหมด บางส่วนพืชสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้โดยตรง แต่ส่วนที่เหลือจะค่อย ๆ ปลดปล่อยให้เป็นประโยชน์ ต่อพืช จากการประเมินปริมาณของธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชจากปุ๋ยหมักในฤดูแรกของการเพาะปลูก พบว่าปริมาณไนโตรเจนน้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ ของทั้งหมดปริมาณฟอสฟอรัสในช่วง 60-70 เปอร์เซ็นต์ ของทั้งหมด และปริมาณโพแทสเซียม 75 เปอร์เซ็นต์ ของทั้งหมดที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ใน การเจริญเติบโต สำหรับส่วนที่เหลือจะถูกปลดปล่อยให้เป็นประโยชน์ต่อพืชในฤดูต่อไป สำหรับในเขตร้อนการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุในดินค่อนข้างเร็วดังนั้น ผลของปุ๋ยหมักจะมีต่อไปอีกประมาณ 1-2 ฤดูปลูกซึ่งแตกต่างกันในเขตนาวพบว่าผลตกค้างของปุ๋ยหมักยาวนานกว่าในเขตร้อน

1) อัตราการใส่ปุ๋ยหมัก

การใส่ปุ๋ยหมักเพื่อการปรับปรุงบำรุงดินนั้น โดยทั่วไปไม่ได้มีข้อกำหนดที่แน่นอนแต่การใส่ปุ๋ยหมักยิ่งใส่ได้มากก็จะมีผลดีทั้งต่อดิน การเจริญเติบโต และผลผลิตของพืชสำหรับการแนะนำ และส่งเสริมให้เกษตรกรหันมาใช้ปุ๋ยหมัก มักจะประสบปัญหาในด้านอัตราการใส่ปุ๋ยหมักในพื้นที่ เนื่องจากต้องใส่ในปริมาณมาก และต้องใช้แรงงานในการขนย้ายปุ๋ยหมักแต่การที่เกษตรกรใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวติดต่อกันเป็นเวลานานจะก่อให้เกิดปัญหาต่อโครงสร้างของดินทำให้การใช้ประโยชน์ของดินเสื่อมลง การใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีจึงนับว่าเป็นแนวทางที่ดีหลายประการ ได้แก่ การนำวัสดุเหลือทิ้งมาใช้ประโยชน์ การปรับปรุงบำรุงดิน การเพิ่มผลผลิตของพืชรวมทั้งการลดต้นทุนในการผลิตจากการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่ลดลง ผลการทดลองเกี่ยวกับผลของการใส่ปุ๋ยหมักอัตราต่าง ๆ ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดิน และผลผลิตของพืชพบว่าอัตราการใส่ปุ๋ยหมักค่อนข้างสูงคือประมาณ 4-6 ตันต่อไร่ ในบริเวณดินทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ โดยเฉพาะทางด้านภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคตะวันออก สำหรับในดินเหนียว หรือร่วนปนทรายที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำถึงปานกลางทางภาคเหนือ และภาคกลาง พบว่าอัตราการใส่ปุ๋ยหมักประมาณ 2-4 ตันต่อไร่ การใช้ปุ๋ยหมักในอัตราดังกล่าวจะสามารถ เพิ่มผลผลิตของพืชได้ชัดเจนขึ้น โดยเฉพาะเมื่อใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมี วรรณลดา และคณะ (2534) ได้รายงานผลของปุ๋ยหมักต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพดหวาน และข้าวโพดฝักอ่อนในชุดดินมาบบอน พบว่าการใส่ปุ๋ยหมักในอัตราที่เพิ่มขึ้นจาก 0 2 4 และ 6 ตันต่อไร่ มีผลทำให้ผลผลิตของข้าวโพดเพิ่มขึ้นจาก 1,433.5 เป็น 1,817.5 2,133.4 และ 2,312.4 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นผลผลิตที่เพิ่มขึ้นเป็น 26.79 48.82 และ 61.31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่การใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีมีผล

ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น และเห็นผลอย่างชัดเจน จากการใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 4 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 16-20-0 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ โดยจะทำให้ข้าวโพดหวานให้ผลผลิต เป็น 2,739.1 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสามารถเพิ่มผลผลิตสูงถึง 91.07 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับผลผลิตของข้าวโพดฝักอ่อน พบว่าปุ๋ยหมักอัตรา 4 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 16-20-0 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ข้าวโพดฝักอ่อนจะตอบสนอง สูงที่สุด 118.6 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยเคมีจะให้ผลผลิตเพียง 79.6 กิโลกรัมต่อไร่ หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 48.99 เปอร์เซ็นต์

2) วิธีการ และระยะเวลาในการใส่ปุ๋ยหมัก

วิธีการ และระยะเวลาในการใส่ปุ๋ยหมักจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของพืชที่ปลูก และความเหมาะสมในทางปฏิบัติ แต่ก็ไม่ได้มีข้อกำหนดที่แน่นอนเนื่องจากปุ๋ยหมักสามารถจะใส่ลง在地โดยวิธีใดก็ได้ ทั้งนี้เพราะจุดประสงค์หลักของการใส่ปุ๋ยหมักเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของดินให้เหมาะสมต่อการเจริญของพืช แต่สิ่งที่ควรคำนึงคือการเก็บรักษาปุ๋ยหมัก และคุณภาพของปุ๋ยหมัก ปุ๋ยหมักที่เสร็จสมบูรณ์แล้วไม่ควรปล่อยให้ถูกแดดและฝน เพราะจะทำให้ธาตุอาหารพืชลดน้อยลง เนื่องจากกระบวนการระเหิด (volatilization) และการชะล้าง (leaching) ทำให้ธาตุอาหารพืชโดยเฉพาะไนโตรเจนสูญเสียจากปุ๋ยหมัก คุณภาพของปุ๋ยหมักก็เป็นปัจจัยที่สำคัญเนื่องจากการใส่ปุ๋ยหมักที่ย่อยสลายไม่สมบูรณ์จะเป็นผลเสียต่อพืชที่ปลูกในบริเวณใกล้เคียง โดยที่จุลินทรีย์ดิน ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายจะดึงไนโตรเจนจากดินในบริเวณนั้นไปใช้ในการเจริญของจุลินทรีย์ จนทำให้ปริมาณไนโตรเจนในดินลดน้อยลงเป็นลำดับจนถึงระดับขาดแคลนไนโตรเจน และมีผลทำให้พืชแสดงอาการขาดไนโตรเจนให้เห็นได้ สำหรับระยะเวลาที่เหมาะสมในการใส่ปุ๋ยหมักเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อพืชที่ปลูกควรใส่ปุ๋ยหมักในช่วงของการเตรียมดิน และควรไถกลบลงในดินที่มีความชื้นเพียงพอซึ่งจะทำให้ธาตุอาหารที่มีอยู่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงสุด

สำหรับวิธีการใส่ปุ๋ยหมักสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 วิธี ตามชนิดของพืชที่ปลูก โดยมีจุดประสงค์เพื่อความสะดวกในการปฏิบัติ ธาตุอาหารพืชในปุ๋ยหมักเป็นประโยชน์ต่อพืชมากที่สุด และเกิดการสูญเสียน้อย รวมทั้งปุ๋ยหมักที่ใช้มีปริมาณมากยากต่อการขนส่ง และเคลื่อนย้าย วิธีการใส่ปุ๋ยหมัก มีดังนี้

(1) ใส่แบบหว่านกระจายทั้งแปลง

การใส่ปุ๋ยหมักแบบนี้เป็นวิธีการที่ดีต่อการปรับปรุงบำรุงดิน เนื่องจากปุ๋ยหมักจะกระจายอย่างสม่ำเสมอทั่วทั้งแปลงปลูกพืชที่มีขนาดใหญ่ไม่มากนัก ส่วนมากจะใช้กับการปลูกข้าว หรือพืชไร่ หรือพืชผัก แต่อาจมีปัญหาในด้านจะต้องใช้แรงงานในการใส่ปุ๋ยหมัก สำหรับการปลูกข้าว หรือพืชไร่ อัตราของปุ๋ยหมักที่ใช้ประมาณ 2-4 ตันต่อไร่ต่อปี ใส่ขณะเตรียมดินโดยหว่านให้ทั่วแปลงแล้วจึงทำการกลบลงไปทันทีโดยใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีสำหรับดินที่มีลักษณะเป็นดินเหนียว และดินร่วน เช่น ดินนาภาคกลาง และดินภาคเหนือจะใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0 18-22-0 20-20-0 แต่ถ้าดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เช่น ดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นดินร่วนปนทราย หรือดินทรายจะใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 ในอัตรา 15-30 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนกรณีของพืชผักจะใช้ปุ๋ยหมักในอัตรา 4-6 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 20-10-10 15-15-15 อัตรา 40-50 กิโลกรัมต่อไร่

(2) ใส่แบบเป็นโรยแถว

การใส่ปุ๋ยหมักแบบเป็นแถวตามแนวปลูกพืชมักใช้กับการปลูกพืชไร่ วิธีการใส่ปุ๋ยหมักแบบเป็นแถวนี้นี้เหมาะที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมีแบบโรยเป็นแถว สำหรับการปลูกพืชไร่ทั่วไป เนื่องจากปุ๋ยหมักจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมีที่ใส่ให้เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช อัตราปุ๋ยหมักที่ใช้ประมาณ 2-4 ตันต่อไร่ต่อปี โดยใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0 18-22-0 ในอัตรา 25-50 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ สูตรปุ๋ยอาจจะต้องใส่โพแทสเซียมเพิ่มขึ้นด้วย

(3) ใส่แบบรองกันหลุมปลูก

การใส่แบบเป็นหลุมมักจะใช้กับการปลูกไม้ผล และไม้ยืนต้นโดยสามารถใส่ปุ๋ยหมักได้ 2 ระยะ คือในช่วงแรกของการเตรียมหลุมเพื่อปลูกพืช โดยนำดินด้านบนของหลุมคลุกเคล้ากับปุ๋ยหมักแล้วใส่ลงกันหลุม หรืออาจจะใส่ปุ๋ยเคมีร่วมด้วย อีกระยะหนึ่งอาจจะใส่ปุ๋ยหมักในช่วงที่พืชเจริญเติบโตแล้วโดยการขุดเป็นร่องรอบ ๆ ต้นตามแนวทรงพุ่มของต้นพืช แล้วใส่ปุ๋ยหมักลงในร่องแล้วกลบด้วยดิน หรืออาจจะใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมักในช่วงนี้ได้เช่นกัน อัตราการใช้ปุ๋ยหมักประมาณ 20-50 กิโลกรัมต่อหลุม ร่วมกับปุ๋ย เคมีสูตร 15-15-15, 14-14-14, 12-12-7 ในอัตรา 100-200 กรัมต่อหลุม ในกรณีที่ใส่ปุ๋ยหมักกับไม้ผลที่เจริญเติบโตแล้วอัตราการใช้อาจจะเพิ่มขึ้นตามส่วน และควรจะใส่ปีเว้นปี

4.9.8 ผลของการใช้ปุ๋ยหมักปรับปรุงบำรุงดิน

การใช้ปุ๋ยหมักให้ผลดีในการผลิตพืชทุกชนิด โดยเฉพาะพืชผัก ไม้ดอก ไม้ประดับ และไม้ผล ตลอดจนการแต่งสวน สำหรับคุณค่าของปุ๋ยหมักที่สำคัญคือ เป็นแหล่งธาตุอาหาร และปรับปรุงคุณสมบัติดินด้านฟิสิกส์ เคมี และชีวภาพ (Alexander, 2001) ดังนี้

1) เป็นแหล่งธาตุอาหารของพืช

ปุ๋ยหมักมีจุดเด่นด้านธาตุอาหารพืช 2 ประการ คือ 1) มีธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และจุลธาตุ ครบตามที่พืชต้องการ แม้แต่ละธาตุจะมีปริมาณที่น้อยกว่าปุ๋ยเคมี และ 2) ธาตุอาหารในปุ๋ยหมักส่วนมากจะปลดปล่อยออกมาอย่างช้า ๆ จึงมีการสูญเสียจากการชะล้างน้อยกว่าปุ๋ยเคมี (He et al., 2001) สำหรับความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในปุ๋ยหมักเป็น ดังนี้

(1) ธาตุไนโตรเจน ในปุ๋ยหมักมีธาตุไนโตรเจนในรูปอินทรีย์สารเป็นส่วนมาก ส่วนรูปแอมโมเนียมและไนเตรทมีส่วนน้อย โดยอัตราการเปลี่ยนธาตุไนโตรเจนจากรูปอินทรีย์สารเป็นรูปแอมโมเนียมค่อนข้างช้า ทำให้ไม่ได้ปลดปล่อยธาตุนี้ทั้งหมดให้แก่พืชในฤดูปลูกเดียว แต่สามารถปลดปล่อยให้พืชที่ปลูกตามมาได้อีกด้วย ซึ่งการเปลี่ยนธาตุไนโตรเจนจากรูปอินทรีย์สารเป็นรูปแอมโมเนียมในปุ๋ยหมักเรียกว่ากระบวนการมินเนอราไลเซชัน (mineralization) เกิดขึ้นได้ดีเมื่อดินอึดตัวด้วยน้ำเพียง 30-40 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส การนำไฟฟ้าไม่เกิน 1 เดซิซีเมนต่อเมตร และค่าความเป็นกรด เป็นด่างของดิน 6-7 ปุ๋ยหมักที่ผลิตจากวัสดุต่างกันก็ทำให้กระบวนการ mineralization แตกต่างกันไป ดังรายงานวิจัยของ Castellanos and Pratt (1981) พบว่า ปุ๋ยหมักจากฟางข้าวกับมูลโคนมมีการปลดปล่อยไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียมได้ 14.2 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนทั้งหมด แต่ปุ๋ยหมักจากตะกอนน้ำเสียกับต้นฝ้ายให้ค่าเพียง 8.3 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนทั้งหมด เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะมาจากไนโตรเจนทั้งหมดและค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่ต่างกัน สอดคล้องกับรายงานของ Sikora and Szmidt (2001) ว่าขนาดของปุ๋ยหมัก ไนโตรเจนทั้งหมด และค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนมีอิทธิพลต่อการปลดปล่อยไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียม ดังตารางที่ 26

ตารางที่ 26 อิทธิพลของขนาดของปุ๋ยหมักต่อการอัตรา mineralization ของไนโตรเจน

ขนาด	ไนโตรเจนทั้งหมด (กรัมต่อกิโลกรัม)	อัตราส่วนคาร์บอน ต่อไนโตรเจน	mineralization (% ของไนโตรเจนทั้งหมด)
ผ่านตะแกรง 10 มม.	12.3	14.7	3.4
ผ่านตะแกรง 1 มม.	13.5	10.4	10.7
ค้ำบนตะแกรง 1 มม.	11.6	18.6	2.5

ที่มา : Sikora and Szmidt (2001)

(2) ธาตุฟอสฟอรัส ปุ๋ยหมักมีค่าธาตุฟอสฟอรัสตั้งแต่ไม่น้อยกว่า 0.4 ถึงมากกว่า 23 กรัมต่อกิโลกรัม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ใช้ผลิต โดยปกติตะกอนน้ำเสียมีธาตุฟอสฟอรัสสูงกว่าวัสดุอินทรีย์อื่นๆ และพบว่าปุ๋ยหมักที่ผลิตจากขยะชุมชนเมืองมีธาตุฟอสฟอรัส 2–6 กรัมต่อกิโลกรัม หรือเฉลี่ย 3.3 กรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งปริมาณของธาตุฟอสฟอรัส สูงกว่าธาตุฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินที่ใช้เพาะปลูก 2–10 เท่าโดยทั่วไปธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมักต่ำกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ของธาตุฟอสฟอรัสทั้งหมดที่ดินมีอยู่ส่วนฟอสฟอรัสที่อยู่ในปุ๋ยหมักสามารถปลดปล่อยออกมาในรูปเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ 20–40 เปอร์เซ็นต์โดยกระบวนการ mineralization (ยงยุทธ และคณะ, 2551) ดังนั้นการใส่ปุ๋ยหมักเป็นการเพิ่มระดับธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช นอกจากนี้ฮิวมัสในปุ๋ยหมักยังทำหน้าที่เป็นสารคีเลตที่ทำปฏิกิริยาคีเลชันกับอะลูมิเนียม เหล็กและแมงกานีสให้ออมน จึงป้องกันมิให้ออมนดังกล่าวตรึงธาตุฟอสฟอรัส เป็นเหตุให้พืชสามารถใช้ธาตุอาหารฟอสฟอรัส เหล็กและแมงกานีสในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ(Dulal, 1977; Bloom, 1981; Tan, 2003) เมื่อใส่ปุ๋ยหมักลงไปดินธาตุฟอสฟอรัสที่อยู่ในปุ๋ยหมักจะค่อยๆ ถูกปลดปล่อยออกมาในรูปเป็นประโยชน์ต่อพืช โดยกระบวนการ mineralization ภายหลังใส่ในดินดังงานวิจัยของ He et al. (2001) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการปลดปล่อยธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์จากปุ๋ยหมักจากขยะในชุมชนและปุ๋ยหมักจากเศษพืช โดยนำปุ๋ยหมักชนิดมาสกัดด้วยสารละลาย Mehlich 3 ก่อนใส่ในดิน (0 วัน) และหลังใส่ในดิน 180 และ 360 วัน พบว่า ปุ๋ยหมักจากขยะในชุมชนสกัดได้เพิ่มจาก 3.3 เป็น 17.3 และ 18.4 เปอร์เซ็นต์ของธาตุฟอสฟอรัสทั้งหมด และปุ๋ยหมักจากเศษพืชสกัดได้เพิ่มจาก 3.7 เป็น 25.5 และ 27.0 เปอร์เซ็นต์ของธาตุฟอสฟอรัสทั้งหมด

(3) ธาตุโพแทสเซียม ปุ๋ยหมักมีค่าธาตุโพแทสเซียมตั้งแต่ 0.7 ถึงมากกว่า 12 กรัมต่อกิโลกรัมหรือเฉลี่ย 5.4 กรัมต่อกิโลกรัม ส่วนใหญ่อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ง่ายและเป็นแหล่งเสริมของธาตุนี้สำหรับพืช เพราะในดินที่ใช้ในการเกษตรส่วนมากมีธาตุโพแทสเซียมประมาณ 4–25 กรัมต่อกิโลกรัม และมีเพียง 1 เปอร์เซ็นต์ของทั้งหมดเท่านั้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (ยงยุทธและคณะ, 2551) โดยพบว่าธาตุโพแทสเซียมที่สกัดได้จากปุ๋ยหมักจากขยะในชุมชนและปุ๋ยหมักจากเศษพืชเมื่อเวลา 0 วัน มีค่า 33.9 และ 73.4 เปอร์เซ็นต์ของธาตุโพแทสเซียมทั้งหมดตามลำดับ เมื่อใส่ปุ๋ยหมักจากขยะในชุมชนในดิน 180 วัน สามารถสกัดธาตุนี้ได้เป็น 71.1 เปอร์เซ็นต์ของธาตุโพแทสเซียมทั้งหมด ส่วนที่สกัดได้จากปุ๋ยหมักจากเศษพืชในดิน 180 วัน ได้ 35.7 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าลดลงเพราะมีการสูญเสียจากการชะล้าง (He et al., 2001)

(4) แคลเซียมและแมกนีเซียม ปุ๋ยหมักมีค่าธาตุแคลเซียมตั้งแต่ 21–75 กรัมต่อกิโลกรัม หรือเฉลี่ย 39 กรัมต่อกิโลกรัม ส่วนแมกนีเซียมมีค่าตั้งแต่ 1–7 กรัมต่อกิโลกรัม หรือเฉลี่ย 3.5 กรัมต่อกิโลกรัม โดยพบว่าดินเนื้อหยาบและเป็นกรด มีแนวโน้มที่จะขาดธาตุเหล่านี้ ดังนั้นการใส่ปุ๋ยหมักก็สามารถช่วยเสริมธาตุเหล่านี้แก่พืชได้ แต่การใส่ปุ๋ยตามความต้องการปุ๋ยของดินจะแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมกว่า (ยงยุทธ และคณะ, 2551)

(5) จุลธาตุ ปริมาณของจุลธาตุในปุ๋ยหมักมีความแตกต่างกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่นำมาผลิตสำหรับค่าเฉลี่ยธาตุเหล็ก คือ 9,300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ธาตุโบรอน 44.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ธาตุทองแดง 299 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ธาตุแมงกานีส 483 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ธาตุโมลิบดีนัม 7.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และสังกะสี 838 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ยงยุทธ และคณะ, 2551) และจากการทดลองของ He et al. (2001) พบว่า ภายหลังจากใส่ปุ๋ยหมักจากขยะในชุมชนและปุ๋ยหมักจากเศษพืชลงในดินเป็นเวลา 180 วันขึ้นไปจะมีการปลดปล่อยจุลธาตุที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเพิ่มขึ้น ดังตารางที่ 27

ตารางที่ 27 การปลดปล่อยธาตุของปุ๋ยหมัก 2 ชนิด (เปอร์เซ็นต์ของธาตุทั้งหมด)

ธาตุ	ปุ๋ยหมักจากขยะในชุมชน			ปุ๋ยหมักจากเศษพืช		
	0 วัน	180 วัน	360 วัน	0 วัน	180 วัน	360 วัน
P	3.3	17.3	18.4	3.7	25.5	27.0
K	33.9	71.1	57.7	73.4	35.7	28.5
F	6.8	8.5	9.5	11.6	14.0	16.8
Mn	24.5	38.8	62.7	47.1	51.9	57.6
Zn	59.0	67.3	71.9	67.7	76.6	80.0
Cu	13.3	16.4	16.8	33.8	50.0	63.8

ที่มา : He et al. (2001)

2) ปรับปรุงสมบัติของดิน จากการใช้ปุ๋ยหมักติดต่อกันอย่างต่อเนื่อง พบว่าปุ๋ยหมักที่ใช้มีประโยชน์ต่อการปรับปรุงบำรุงดินทั้งทางตรงและทางอ้อมด้วยกันหลายประการ แต่ปัจจัยหลักคือการเป็นแหล่งของสารประกอบฮิวมัสในดิน ซึ่งจะเป็นแหล่งปลดปล่อยธาตุอาหารหลักและรองของพืช ทำให้ดินมีความสามารถในการผลิตเพิ่มขึ้นนอกจากนี้ยังมีส่วนช่วยให้การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารพืชเป็นไปแบบครบวงจร ดังจะเห็นได้จากเมื่อเกษตรกรเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้วจะทำการเผาวัสดุเหลือทิ้งในไร่นา ซึ่งเป็นการทำลายอินทรีย์วัตถุและแหล่งธาตุอาหารที่สำคัญของดิน เนื่องจากเมื่อพืชเจริญเติบโตจะมีการดูดธาตุอาหารไปใช้สร้างส่วนต่าง ๆ ของพืชทั้งใบ ลำต้น กิ่งก้าน ดอกและผล ในส่วนของผลผลิตจะเป็นการสูญเสียธาตุอาหาร โดยการนำผลผลิตออกไปจากพื้นที่เพาะปลูก แต่ในส่วนของใบ ดอก กิ่ง เปลือกและลำต้น เราสามารถทดแทนหรือชดเชยคืนให้แก่ดิน โดยนำวัสดุเหลือทิ้งเหล่านี้และมูลสัตว์มาใช้ในการทำปุ๋ยหมักแล้วกลับคืนแก่ดินได้ จากการประมวลผลต่าง ๆ ของปุ๋ยหมักต่อคุณสมบัติของดิน สามารถสรุปได้ดังนี้ คือ

(1) ปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดิน

ดินที่มีอินทรีย์วัตถุสูง (มากกว่า 3 เปอร์เซ็นต์) จะมีสมบัติทางกายภาพที่ดี คือ โครงสร้างดินมีเสถียรภาพ ความหนาแน่นรวมต่ำ ดินมีการอุ้มน้ำดีขึ้น การแทรกซึมน้ำ และการซาบซึมน้ำของดินสะดวก การระบายน้ำและการถ่ายเทอากาศดี ดังนั้นการใส่ปุ๋ยหมักลงในดินที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำหรือปานกลางให้มีอินทรีย์วัตถุมากขึ้น จะทำให้สมบัติทางกายภาพของดินดังกล่าวข้างต้นดีขึ้น ทำให้พืชที่ปลูกเจริญเติบโตได้ดี เพราะช่วยส่งเสริมให้ระบบรากพืชพัฒนาและมีการกระจายตัวไปได้กว้างและลึกมากขึ้น จึงมีโอกาสดูดธาตุอาหารและน้ำมาใช้ประโยชน์ได้มากกว่าเดิม (ยงยุทธและคณะ, 2551) ซึ่งการใส่ปุ๋ยหมักลงในดินที่มีลักษณะเนื้อดินต่างกัน มีผลทำให้สมบัติทางกายภาพของดินเปลี่ยนแปลง ดังนี้

(1.1) สำหรับดินเนื้อละเอียด เช่น ดินเหนียวและดินร่วนเหนียวที่มีอินทรีย์วัตถุต่ำ จะมีความหนาแน่นรวมสูงรวมทั้งการระบายน้ำและการถ่ายเทอากาศต่ำ เมื่อใส่ปุ๋ยหมักลงในดินเพื่อเพิ่มอินทรีย์วัตถุจะมีผลทำให้สมบัติดังกล่าวของดินดีขึ้น (Alexander, 2001; Fullen and Catt, 2004)

(1.2) สำหรับดินเนื้อหยาบ เช่น ดินทรายและดินร่วนปนทรายที่มีอินทรีย์วัตถุต่ำ หรือปานกลาง เมื่อใส่ปุ๋ยหมักเพื่อเพิ่มอินทรีย์วัตถุจะมีผลทำให้โครงสร้างของดินดีขึ้น เนื่องจากฮิวมัสในปุ๋ยหมักเป็นสารเชื่อมที่ตีมีผลทำให้อนุภาคดินเกาะตัวกันเป็นเม็ดดินและก้อนดินตามลำดับ จนทำให้โครงสร้างดินมีเสถียรภาพและทนต่อการกัดกร่อน ซึ่งมีผลทางอ้อมต่อการช่วยควบคุมการเกิดชะล้างพังทลาย (soil erosion)

ของหน้าดิน อย่างไรก็ตามการพัฒนาโครงสร้างดินต้องอาศัยเวลาและการใช้ปุ๋ยหมักอย่างต่อเนื่อง (Cosico, 1985; Im, 1982; Sdall and Oades, 1982)

(2) ปรับปรุงสมบัติทางเคมีของดิน

เนื่องจากปุ๋ยหมักมีความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) สูงกว่า 60 เซนติโมลต่อ กิโลกรัม ดังนั้นเมื่อใส่ลงดินจึงช่วยเพิ่ม CEC ตามสัดส่วนของอัตราปุ๋ยหมักที่ใส่ การที่ดินมี CEC สูงขึ้นมีผลดี 2 ประการ คือ

(2.1) ลดการสูญเสียของธาตุอาหารของปุ๋ยเคมีรูปประจุบวก เพราะความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกค่อนข้างสูง ซึ่งจะมีส่วนให้ปุ๋ยเคมีที่อยู่ในรูปของประจุบวกบางชนิดถูกดูดยึดไม่สูญเสีย ไปกับการชะล้าง และพืชก็สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมีต่อความเป็น ประโยชน์ของธาตุอาหารมาก (FAO, 1977)

(2.2) ช่วยเพิ่มความต้านทานการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (buffercapacity) กล่าวคือ เมื่อดินมีกรดหรือด่างเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินก็จะ ไม่เปลี่ยนแปลงจนเป็นอันตรายต่อพืช (Qui and Calcinal, 1978) นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยหมักในดินกรด สามารถช่วยลดความเป็นพิษของอลูมิเนียมและแมงกานีส เพราะปุ๋ยหมักซึ่งช่วยดูดยึดธาตุทั้ง 2 ไว้ทำให้ละลาย ในสารละลายดินลดลง และการใช้ปูนร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์จะสามารถลดความเป็นพิษของอลูมิเนียม และ แมงกานีสได้ดีที่สุด ทำให้ถั่วเหลืองที่ปลูกในดินนั้นมีผลผลิตเพิ่มขึ้น (สุรพันธ์ และครรชิต, 2526)

(3) ปรับปรุงสมบัติทางชีวภาพของดิน

การใส่ปุ๋ยหมักในดินที่มีอินทรีย์วัตถุต่ำหรือปานกลาง เป็นการเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดินซึ่งเป็น แหล่งอาหารและพลังงานของจุลินทรีย์ในดิน ทำให้มีผลในการเพิ่มปริมาณและชนิดของจุลินทรีย์ในดินรวมทั้ง กิจกรรมของจุลินทรีย์ โดยเฉพาะกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในดิน ได้แก่ กระบวนการย่อยสลายอินทรีย์สาร กระบวนการแปรสภาพของอนินทรีย์สารจากรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ให้อยู่ใน รูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช เช่น การเปลี่ยนรูปอนุมูลแอมโมเนียม ซึ่งเป็นรูปที่พืชดูดนำไปใช้ได้ยากให้อยู่ในรูป ไนโตรเจนเป็นไนเตรต ซึ่งเป็นรูปที่พืชสามารถดูดไปใช้ได้ง่าย และกระบวนการตรึงไนโตรเจนเป็นต้น (Gray and Williams, 1971; Alexander, 1977) รวมถึงกิจกรรมของจุลินทรีย์พวกไมคอร์ไรซาที่บริเวณราก พืชด้วยนอกจากนี้ยังพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักทำให้ปริมาณแบคทีเรียเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน การเพิ่มจำนวน ของแบคทีเรียมีผลช่วยยับยั้งการเจริญและความสามารถในการก่อให้เกิดโรคพืชของเชื้อโรคโดยเฉพาะบริเวณ ที่อยู่ใกล้รากพืช ดังรายงานของ Nishio and Kusano (1980) ว่า การใส่ปุ๋ยหมักในดินมีผลช่วยลดปริมาณ เชื้อโรคพืชบางชนิดในดินและมีผลให้พืชเกิดโรคน้อยลง นอกจากนี้การเจริญของจุลินทรีย์ดินทำให้เกิดกรดอินทรีย์หลายชนิด ซึ่งกรดอินทรีย์บางชนิดพืชสามารถนำไปใช้ได้โดยตรง บางชนิดมีผลต่อการ ปลดปล่อยและเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชอีกทีหนึ่ง (Kucey, 1983) พบว่า ดินที่มี อินทรีย์วัตถุสูงจะมีปริมาณไส้เดือนเพิ่มขึ้น ซึ่งกิจกรรมของไส้เดือน เช่น การสร้างโพรงที่ต่อเนื่อง จะช่วยใน การระบายน้ำและถ่ายเทอากาศ ส่งผลให้รากพืชเจริญเติบโตดีขึ้น (ยงยุทธ และคณะ, 2551)

4.10 ปุ๋ยคอก (farm manure)

4.10.1 ความหมาย

ปุ๋ยคอก หมายถึง สิ่งที่ได้จากมูลสัตว์และเกิดการเน่าเปื่อยหรือย่อยสลายจนถึงขั้นกลายเป็นอิฐแล้วจึงนำไปใช้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

ปุ๋ยคอก หมายถึง ปุ๋ยอินทรีย์ที่ประกอบด้วยอุจจาระ ปัสสาวะของสัตว์ต่าง ๆ เช่น โค กระบือ สุกร ม้า เป็ด ไก่ แพะ แกะ ค้างคาว และสัตว์อื่น ๆ ผสมกับเศษอาหารต่างๆ เข้าไปด้วย ซึ่งมีสารอินทรีย์ต่าง ๆ มากมาย มีทั้งพวกที่เป็นอิฐและส่วนอาหารที่ยังสลายตัวไม่หมด (ธงชัย, 2546)

ปุ๋ยคอก หมายถึง ปุ๋ยอินทรีย์อย่างหนึ่งที่ได้จากมูลสัตว์และเศษซากพืชรองคอก (คณะกรรมการจัดทำพจนานุกรมปฐพีวิทยา, 2551)

ปุ๋ยคอก หมายถึง ปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากสิ่งขับถ่ายของสัตว์เช่น โค กระบือ สุกร ไก่ เป็ดและห่าน (สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน, 2551)

ปุ๋ยคอก คือ มูลซึ่งสัตว์ขับถ่ายและสะสมอยู่ตามพื้นคอก ตลอดจนมูลและน้ำล้างคอกที่รวมอยู่ในสระเก็บน้ำทิ้ง มูลสัตว์ซึ่งรวบรวมได้มากพอที่จะใช้เป็นปุ๋ย ได้แก่ มูลโค กระบือ สุกรและสัตว์ปีก ในมูลสัตว์ดังกล่าวมีฟาง วัสดุรองคอก เศษพืช เศษอาหารและปัสสาวะรวมกัน (ยงยุทธ และคณะ, 2551)

จากความหมายปุ๋ยคอกที่กล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ปุ๋ยคอก (animal manure) หมายถึง ปุ๋ยที่ได้จากการขับถ่ายรวมทั้งวัสดุรองพื้นคอก เช่น ปุ๋ยคอกมูลวัว ควาย เป็ด ไก่ สุกร แพะ และแกะ ตลอดจนมูลและน้ำล้างคอกที่รวมอยู่ในสระเก็บน้ำทิ้ง หรือมูลสัตว์ที่ได้จากแหล่งธรรมชาติเช่น มูลค้างคาว

4.10.2 ชนิดและปริมาณของมูลสัตว์

ปริมาณของอุจจาระ และปัสสาวะของสัตว์แต่ละชนิดย่อมแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์ และอาหารที่สัตว์กิน ถ้าสัตว์กินเมล็ดข้าวโพด จะมีอุจจาระขับออกมาประมาณ 1 ใน 10 ของน้ำหนักที่สัตว์กิน แต่ถ้ากินหญ้าจะขับถ่ายออกมา 1 ใน 3 ของน้ำหนักหญ้าทั้งหมด ถ้าสัตว์กินต้นถั่วเป็นอาหาร จะขับถ่ายออกมา 1 ใน 5 ของน้ำหนักต้นถั่วทั้งหมดที่สัตว์กินเข้าไป (สมศักดิ์, 2521)

การเลี้ยงสัตว์เป็นอาชีพที่สำคัญอย่างหนึ่งของชาวไทย ผลพลอยได้จากอาชีพนี้คือมูลของสัตว์เลี้ยง ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นปุ๋ยคอกได้ ปริมาณของมูลสัตว์ที่สะสม และรวบรวมได้ในคอกกระบือ และโคโดยเฉลี่ย จะมีค่าประมาณปีละ 1.5 ตันต่อตัว ส่วนมูลสุกรจะมีค่าประมาณปีละ 0.75 ตันต่อตัว ในขณะที่มูลเป็ดและไก่จะมีค่าประมาณปีละ 0.025 ตันต่อตัว (สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน, 2551)

1) มูลโค-กระบือ

โค กระบือ แต่ละตัวจะขับถ่ายออกมาคิดเป็นปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม 45, 9 และ 90 กิโลกรัมต่อตัวต่อปี ปริมาณนี้ถือว่ามาก และเพียงพอต่อการเพาะปลูก ปริมาณธาตุอาหารในมูลโค กระบือ จะแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับอาหารที่ใช้เลี้ยง และอายุของสัตว์ โดยทั่วไปแล้ว ไม่แตกต่างกันมากนัก การใช้ปุ๋ยคอกชนิดนี้ควรผสมกับปุ๋ยฟอสเฟต เพราะในปุ๋ยคอกนี้จะมีฟอสเฟตค่อนข้างต่ำ ถ้าสัตว์มีน้ำหนักตัวประมาณ 500 กิโลกรัม จะถ่ายมูลออกมาประมาณ 25 ถึง 35 กิโลกรัมต่อวัน ให้ใส่ขุบเปอร์ฟอสเฟตครึ่งกิโลกรัม หรือหินฟอสเฟต 1 ถึง 2 กิโลกรัม หวานลงในคอกสัตว์เฉพาะที่มีมูล เกลี่ยให้เข้ากันแล้วจึงนำปุ๋ยคอกไปกองหรือเก็บในหลุม การใช้ก็ควรใช้เพียง 500 ถึง 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ จะเหมาะสมที่สุดทั้งในแง่ผลผลิตที่ได้รับ และค่าใช้จ่ายที่ต้องเสียไป วิธีการใส่ทำได้ง่าย โดยการหวานให้ทั่วแปลงแล้วพรวนดินกลบปุ๋ย เพื่อลดการสูญเสียแอมโมเนีย ถ้าไม่พรวนดินกลบ จะได้ผลไม่ดีเพราะ 1) เกิดไนตริฟิเคชัน ได้ช้า 2) สูญเสียไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียได้ง่าย

2) มูลเป็ด และไก่

สัตว์ปีกจำพวกเป็ด ไก่ และห่านจะถ่ายมูลออกมาปีละประมาณ 25 กิโลกรัมต่อตัว ในแต่ละปีจะมีมูลเป็ด ไก่ไม่ต่ำกว่า 4.5 ล้านตัน ส่วนใหญ่เป็นมูลไก่ ซึ่งจะมีประมาณ 4 ล้านตันต่อปี ปริมาณปุ๋ยคอกจำนวนนี้หากนำมาใช้ปรับปรุงบำรุงดินอย่างถูกต้องแล้ว จะเกิดประโยชน์อย่างมากมาย ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยนี้มีความแตกต่างกันออกไป โดยทั่วไปแล้วในมูลไก่จะมีปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัสสูงกว่า มูลเป็ด โดยเฉพาะอย่างยิ่งไนโตรเจน และโพสฟอรัส การใช้โดยการหว่านให้ทั่วแปลง แล้วพรวนลงสู่ดินก็จะปลอดภัย แต่ถ้าจะให้ปลอดภัยแล้ว ควรกองปุ๋ยคอกนี้ไว้สักระยะหนึ่ง เพื่อให้เกิดกระบวนการย่อยสลาย ทำให้เศษอาหารในมูลเป็ด ไก่อย่อยสลายไป จนความร้อนในกองปุ๋ยเย็นลง แล้วจึงใส่ลงดิน ทำให้การใช้ปลอดภัยขึ้นได้ ในบางโอกาสอาจนำปุ๋ยนี้ไปอัดเป็นเม็ด หรือเป็นแท่ง แล้วผ่านขบวนการที่ทำให้แห้ง ก็สามารถเก็บไว้ได้นาน และปลอดภัยดี แต่ขบวนการอัดเป็นแท่ง หรือเป็นเม็ดของปุ๋ยรวมทั้งการทำให้แห้งนี้ ทำให้มีการสูญเสียแอมโมเนียไปด้วยจำนวนหนึ่ง จึงต้องคิดเผื่อเรื่องนี้ไว้ด้วย

3) มูลสุกร

เป็นปุ๋ยคอกที่หาซื้อได้ง่ายทั่วไปโดยเฉพาะในเขตที่มีการเลี้ยงสุกรเป็นปริมาณมากจากข้อมูลของ กรมปศุสัตว์ (2565) พบว่ามีจำนวนสุกรทั้งประเทศ 10,759,194 ตัว จังหวัดที่มีการเลี้ยงสุกรมากที่สุดคือ จังหวัดราชบุรี รองลงไปเป็น จังหวัดกาญจนบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี จังหวัดลพบุรี และจังหวัดพิจิตร ตามลำดับ การใส่มูลสุกรอาจใช้วิธีการหว่านแล้วพรวนหรือ ไถกลบทันที ไม่ควรทิ้งไว้ข้ามคืน เพราะจะทำให้ประสิทธิภาพของปุ๋ยลดลงได้ ควรใส่ใกล้กับเวลาการปลูกพืช ในบางกรณีอาจใส่รองกันหลุมได้ ซึ่งทำให้ประหยัดปุ๋ยได้มาก ควรใส่ในอัตรา 200 ถึง 500 กิโลกรัมต่อไร่ ในทุก ๆ ฤดูเพาะปลูก

ในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 (จังหวัดนครสวรรค์ อุทัยธานี กำแพงเพชร ตาก และจังหวัดสุโขทัย) พบว่า มีปริมาณโคเนื้อและโคนม 358,349 ตัว กระบือ 48,442 ตัว สุกร 699,024 ตัว เป็ด 1,623,522 ตัว ไก่ 17,922,839 ตัว แพะและแกะ 52,485 ตัว แสดงตารางที่ 28

ตารางที่ 28 จำนวนปศุสัตว์ที่สำคัญในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 ปี 2565

จังหวัด	จำนวนปศุสัตว์ (ตัว)							
	โคเนื้อ	โคนม	กระบือ	สุกร	แพะ	แกะ	เป็ด	ไก่
นครสวรรค์	60,886	1,457	5,073	184,680	16,598	3,065	728,204	9,676,079
อุทัยธานี	11,540	68	18,655	66,202	7,620	997	282,238	2,436,086
กำแพงเพชร	20,484	49	6,888	235,363	4,346	501	316,580	2,981,483
ตาก	174,572	29	12,062	151,884	11,466	820	32,143	1,298,006
สุโขทัย	86,506	2,758	5,764	60,895	6,452	616	264,357	1,453,185
รวม	353,988	4,361	48,442	699,024	46,482	5,999	1,623,522	17,844,839

ที่มา : กรมปศุสัตว์ (2565)



ภาพที่ 7 สภาพการเลี้ยงปศุสัตว์และการเก็บรวบรวมปุ๋ยคอกในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9

4.10.3 ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยคอก

ปุ๋ยคอกแต่ละชนิดจะมีปริมาณธาตุอาหารแตกต่างกัน มูลสัตว์ปีก โดยเฉพาะมูลไก่จะมีปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน สูงกว่ามูลสัตว์ชนิดอื่น ๆ ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าในมูลสัตว์ปีกมีกรดยูริกแอซิก (uric acid) ซึ่งกรดนี้จะถูกจุลินทรีย์ย่อยสลายเป็นแอมโมเนีย ส่วนมูลค่างความีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสอยู่ในปริมาณที่สูงถึง 14.82 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่ามูลสัตว์ชนิดอื่น แสดงดังตารางที่ 29

ตารางที่ 29 ผลวิเคราะห์ธาตุอาหารในปุ๋ยคอก

ชนิดปุ๋ยคอก	ปริมาณธาตุอาหาร (เปอร์เซ็นต์)				
	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม	พีเอช	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	-	-
มูลสุกร	2.80	1.36	1.18	6.1	11
มูลค่างควา	1.05	14.82	1.84	5.2	-

ที่มา : สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน (2551)

ปริมาณของอุจจาระ และปัสสาวะของสัตว์แต่ละชนิดย่อมแตกต่างกันไป (ตารางที่ 26) ขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์ และอาหารที่สัตว์กิน ถ้าสัตว์กินเมล็ดข้าวโพด จะมีอุจจาระขับออกมาประมาณ 1 ใน 10 ของน้ำหนักที่สัตว์กิน แต่ถ้ากินหญ้าจะขับถ่ายออกมา 1 ใน 3 ของน้ำหนักหญ้าทั้งหมด ถ้าสัตว์กินต้นถั่วเป็นอาหาร จะขับถ่ายออกมา 1 ใน 5 ของน้ำหนักต้นถั่วทั้งหมดที่สัตว์กินเข้าไป (สมศักดิ์, 2521)

การเลี้ยงสัตว์เป็นอาชีพที่สำคัญอย่างหนึ่งของชาวไทย ผลพลอยได้จากอาชีพนี้คือมูลของสัตว์เลี้ยง ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นปุ๋ยคอกได้ ปริมาณของมูลสัตว์ที่สะสม และรวบรวมได้ในคอกกระบือ และโคโดยเฉลี่ย จะมีค่าประมาณปีละ 1.5 ตันต่อตัว ส่วนมูลสุกรจะมีค่าประมาณปีละ 0.75 ตันต่อตัว ในขณะที่มูลเป็ด และไก่จะมีค่าประมาณปีละ 0.025 ตันต่อตัว

4.10.4 การใช้ปุ๋ยคอกในการปรับปรุงดิน

1) ปุ๋ยคอกส่วนใหญ่มีปริมาณธาตุอาหารต่าง ๆ อยู่ไม่มาก ปริมาณฟอสฟอรัสมีค่อนข้างต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปุ๋ยคอกจากโค และกระบือ ยกเว้นในไก่ ค้างคาว และนกนางแอ่น จะมีปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ในระดับที่ค่อนข้างสูง ถ้าไม่ได้ผสมปุ๋ยฟอสเฟตลงไปขณะเก็บรักษา ก็จำเป็นต้องผสมปุ๋ยฟอสเฟตลงไป ในปุ๋ยคอกก่อนการใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในดินที่ขาดฟอสฟอรัส อัตราของปุ๋ยฟอสเฟตที่ใช้ แตกต่างกันไปตามชนิดของปุ๋ยฟอสเฟตคือ ถ้าเป็นปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟตจะใช้ประมาณ 0.5 กิโลกรัมต่อปุ๋ยคอก 25 ถึง 35 กิโลกรัม ถ้าเป็นหินฟอสเฟตบดจะใช้ประมาณ 1 ถึง 2 กิโลกรัม ต่อปุ๋ยคอก 25 ถึง 35 กิโลกรัม การผสมปุ๋ยฟอสเฟตอาจจะผสมกับปุ๋ยคอกทุกวันก่อนนำไปเก็บรักษา เช่น โค หรือกระบือที่มีน้ำหนักตัวประมาณ 500 กิโลกรัม จะขับถ่ายออกมาวันละประมาณ 25 ถึง 35 กิโลกรัม ในแต่ละวันก่อนที่จะเก็บปุ๋ยคอกจากสัตว์ ก็ใส่ปุ๋ยฟอสเฟตอัตราที่ได้ดังกล่าวแล้วลงไป ในคอก เกลี่ยให้เข้ากัน แล้วจึงนำไปกองหรือเก็บในหลุมต่อไป

2) อัตราการใส่ปุ๋ยคอก ถ้าจะใส่ปุ๋ยคอกเพื่อให้ได้ปริมาณธาตุอาหารหลักพอเพียงกับพืชเมื่อเทียบกับปุ๋ยเคมีแล้ว จะต้องใส่ปุ๋ยคอก 800 ถึง 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งอาจกระทำได้ยากเพราะมักจะหาไม่ได้ไม่เพียงพอ ดังนั้น อัตราการใส่ปุ๋ยคอกจึงปรับได้ กล่าวคือ ถ้ามีมากก็ใส่มาก มีน้อยก็ใส่น้อย แต่ขอให้ใส่อย่างสม่ำเสมอทุกฤดูปลูก และเนื่องจากปุ๋ยคอกส่วนใหญ่มีปริมาณธาตุอาหารพืชค่อนข้างต่ำ จึงควรเสริมด้วยปุ๋ยเคมีลดหลั่นลงตามสัดส่วนที่แนะนำสำหรับดิน และพืชนั้น ๆ

3) วิธีการใส่ปุ๋ยคอก

(1) การใส่ปุ๋ยคอกให้กับพืชไร่ เช่น ข้าว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง และพืชอื่น ๆ สามารถทำได้โดยการหว่านให้สม่ำเสมอให้ทั่วแปลงด้วยมือ หรือเครื่องจักร ในบางกรณีอาจต้องใส่โดยวิธีโรยข้าง ๆ แถวของพืชได้

(2) การใส่ปุ๋ยคอกให้กับพืชสวนพืชผัก หรือไม้กระถางทำได้โดยขุดดินขึ้นมาตากให้แห้งย่อยดินให้ละเอียด ใส่ปุ๋ยคอกลงไป ถ้าเป็นดินร่วน ใช้อัตราส่วนของดิน : ปุ๋ยคอก เท่ากับ 1:1 ถ้าเป็นดินเหนียวใช้อัตราส่วน 1:2 แต่ถ้าเป็นดินทรายควรผสมดินทราย และดินเหนียวในอัตราส่วน 1:1 เสียก่อนแล้วจึงผสมกับปุ๋ยคอกในอัตราส่วน 1:2 เมื่อผสมเสร็จแล้ว จึงนำดินผสมลงในหลุมปลูกหรือใส่กระถาง หรือผสมดินและปุ๋ยคอกลงในแปลงเลยก็ได้แล้วแต่กรณี

4) ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการใส่ปุ๋ยคอก

(1) การใส่ปุ๋ยคอกสำหรับพืชไร่ นิยมใส่ในเวลาก่อนปลูกพืช ในช่วงการไถพรวน ถ้ามีการปลูกพืชหลายครั้งต่อปี ควรใส่ปุ๋ยคอกหลังการเก็บเกี่ยวพืชทุกครั้ง แล้วไถพรวนให้เข้ากันดีกับดิน ก่อนการปลูกพืช การใส่ปุ๋ยคอกเพิ่มเติมให้แก่พืชไร่หลังปลูกก็อาจทำได้ แต่ผลไม่ดีเท่ากับการใส่ก่อนปลูก เพราะการผสมคลุกเคล้ากันของปุ๋ยคอกและดินอาจทำได้ไม่สะดวกเท่าที่ควร

(2) การใส่ปุ๋ยคอกสำหรับพืชสวน ไม้ยืนต้น และไม้กระถาง การใส่ปุ๋ยคอกนิยมใส่ขณะเตรียมหลุม เตรียมแปลง หรือเตรียมกระถาง มีข้อควรระวัง คือ ในแปลงผัก หรือไม้ดอกที่ปลูกโดยการหว่าน เมล็ดจะได้รับอันตรายจากการใส่ปุ๋ยคอกที่ยังสลายตัวไม่เต็มที่ หรือปุ๋ยคอกก้อนโต ๆ ซึ่งอาจก่อให้เกิดโรคแก่ต้นกล้าอ่อน ๆ ได้ง่าย จึงควรใช้ปุ๋ยคอกที่บดละเอียด และสลายตัวอย่างสมบูรณ์แล้ว การใส่ปุ๋ยคอกเพิ่มเติมหลังปลูกทำได้โดยการขุดดินลึก 5 ถึง 6 นิ้ว รอบ ๆ โคนต้นรัศมีเท่ากับทรงพุ่มของพืช ใส่ปุ๋ยคอกลงไปแล้วพรวนดินให้คลุกเคล้าให้เข้ากันดี ส่วนในกรณีแปลงผัก ไม้ดอกและไม้กระถาง ให้ใส่โดยตรงที่ผิวหน้าดินบาง ๆ หรืออาจผสมกับดินก่อนแล้วจึงนำส่วนผสมนี้ไปโรยที่ผิวหน้าดินบาง ๆ ต่อไป

4.10.5 การเก็บรักษาปุ๋ยคอก

การเก็บรักษาปุ๋ยคอกมีความสำคัญมาก หากเก็บรักษาไม่ดีจะทำให้เกิดการสูญเสียธาตุอาหารได้ง่าย ซึ่งเกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์และการชะล้าง โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม การสูญเสียโดยจุลินทรีย์จะเกิดได้ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับจุลินทรีย์ได้แก่ อุณหภูมิสภาพกรดต่างและความชื้นเหมาะสม จุลินทรีย์จะแปรสภาพไนโตรเจนจากอินทรีย์วัตถุจะเปลี่ยนเป็นแอมโมเนีย ซึ่งจะระเหยเป็นแก๊สหรือละลายน้ำสูญเสียไป การเก็บปุ๋ยคอกในที่โล่งแจ้งไนโตรเจนในรูปไนเตรตจะถูกน้ำฝนชะล้างออกไป ในกรณีที่แอมโมเนียซึ่งเกิดขึ้นจากกระบวนการ ammonification ของสารอินทรีย์ถูกดูดซับอยู่ในกองมูลสัตว์ ซึ่งมีการถ่ายเทอากาศดีแอมโมเนียก็จะถูกเปลี่ยนให้เป็นไนเตรต ซึ่งเป็นแอนไอออนและมีโอกาสถูกฝนชะออกไปจากกองปุ๋ย นอกจากนี้ในบางขณะกองปุ๋ยมีความชื้นสูงเกินไปและบางส่วนของกองขาดออกซิเจน ไนเตรตจะถูกรีดิวซ์ให้กลายเป็นแก๊สไนโตรเจนออกไซด์หรือแก๊สไนโตรเจนแล้วระเหยไปด้วย เพราะฉะนั้นการเก็บรักษาปุ๋ยคอกมีความสำคัญมาก หากเก็บรักษาไม่ดีจะทำให้เกิดการสูญเสียธาตุอาหารได้ง่าย ดังนั้น การเก็บรักษาควรใช้เศษหญ้า ฟางข้าว แกลบหรือขี้เลื่อยผสมในอัตราส่วนดังนี้คือ ฟางข้าว 1 ส่วนต่อปุ๋ยคอก 1 ส่วน และเนื่องจากไนโตรเจนสูญเสียไปในรูปแอมโมเนียได้ง่าย จึงจำเป็นต้องลดอัตราการสูญเสียไนโตรเจน โดยทำให้แห้งโดยเร็วและเติมปุ๋ยฟอสเฟตลงไปประมาณ 5 – 10 กิโลกรัมต่อปุ๋ยคอก 1 ตัน เพราะปุ๋ยฟอสเฟตที่เพิ่มลงไป นอกจากจะช่วยยกระดับฟอสฟอรัสในปุ๋ยแล้ว ยังช่วยรักษาไนโตรเจนในปุ๋ยคอกไม่ให้สูญเสียไปอีกด้วย การเก็บรักษาโดยทั่วไปมีหลักการอย่างคร่าวๆ ดังต่อไปนี้

1) เก็บในที่ร่ม ถ้าจำเป็นที่จะต้องเก็บรักษาปุ๋ยคอกโดยวิธีการกองทิ้งไว้ ก็จำเป็นที่จะต้องทำหลังคาให้ เพื่อป้องกันการชะล้างเอาธาตุอาหารออกไป อย่างไรก็ตามการเก็บรักษาวิธีนี้ ก็ยังนับว่ามีการสูญเสียอยู่มากพอสมควร โดยเฉพาะการสูญเสียส่วนที่เป็นอินทรีย์วัตถุ เพราะว่าเมื่อกองปุ๋ยทิ้งไว้น้ำจะระเหยออกไปอากาศจะแทรกซึมเข้าไปในกองปุ๋ย จุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศในการหายใจ จะดำเนินกิจกรรมได้ดีขึ้น ทางที่ดีไม่ควรเก็บปุ๋ยคอกด้วยวิธีนี้ไว้นาน ๆ

2) เก็บในหลุมดิน ขุดหลุมใกล้ ๆ บริเวณที่จะใส่ปุ๋ยให้หลุมลึกประมาณ 5-6 ฟุต ควรเลือกขุดบริเวณที่เป็นดินเหนียวเพราะจะช่วยเก็บน้ำไว้ได้ดีใส่ปุ๋ยคอกลงไปหลุม พยายามรักษาความชื้นให้มากอยู่ เสมอ ถ้าเป็นในฤดูฝนอาจไม่จำเป็นเพราะมีฝนตก น้ำจะไหลลงไปหลุมอย่างเพียงพอ ถ้าจำเป็นต้องกองปุ๋ยสูงกว่าปากหลุมขึ้นไปก็อาจทำได้ แต่ไม่ควรสูงมากเกินไป ถ้าสูงมากเกินไปจะทำให้ส่วนบนของปุ๋ยสูญเสียได้ง่ายเช่นเดียวกัน การที่รักษาให้ปุ๋ยคอกมีน้ำหล่อเลี้ยงอยู่เสมอ จะเป็นการช่วยลดการสูญเสียอินทรีย์วัตถุได้เป็นอย่างมาก ทั้งนี้เพราะส่วนที่เป็นของแข็งของปุ๋ยคอก จะตกตะกอนติดกันเป็นแผ่นอยู่ใต้หลุมและส่วนที่เป็นน้ำชั้นบนของหลุม จะช่วยป้องกันไม่ให้อากาศเข้าไปได้ เป็นการลดกิจกรรมของจุลินทรีย์ การเก็บรักษาวิธีนี้อาจมีการสูญเสียได้บ้าง เช่น การสูญเสียเนื่องจากการซึม แต่ถ้าเลือกบริเวณทำหลุมได้เหมาะสมการสูญเสียโดยการซึมจะน้อยลง การสูญเสียในรูปแอมโมเนียเกิดขึ้นได้บ้าง แต่ถ้ารักษาความชื้นให้สูงอยู่เสมอ แอมโมเนียที่ถูกปลดปล่อยออกมาจะละลายอยู่ในน้ำ และถ้าใส่ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟตลงไปบ้างแอมโมเนียก็จะ รวมกับซัลเฟตที่มีอยู่ซูเปอร์ฟอสเฟตเป็นแอมโมเนียซัลเฟต ซึ่งสูญเสียได้ยากขึ้น

3) เก็บในหลุมคอนกรีตหรือหลุมป้องกันการซึมของน้ำ การเก็บปุ๋ยคอกนั้นถ้าสามารถทำหลุมหรือบ่อคอนกรีตสำหรับเก็บได้ ก็จะช่วยลดการสูญเสียได้มากและสามารถเก็บปุ๋ยไว้ได้นาน ด้วยเหตุที่กล่าวไว้แล้วในข้อ 2

เกษตรกรสามารถเลือกวิธีเก็บรักษาได้ แล้วแต่ความเหมาะสมของเกษตรกรแต่ละราย แต่วิธีที่สะดวกและนิยมใช้คือ วิธีการเก็บปุ๋ยคอกในโรงเก็บ ซึ่งเป็นวิธีที่สะดวกต่อการเก็บและการนำไปใช้ (สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน, 2551)

4.10.6 ข้อคำนึงในการใช้ปุ๋ยคอก

- 1) ไม่ควรนำไปใช้ในพื้นที่ที่ไกลไปจากแหล่งผลิต
- 2) ยอานำปุ๋ยไปฝังแดดเพราะจะสูญเสียธาตุไนโตรเจนโดยการระเหิด
- 3) เก็บรักษาไว้ให้แห้งในที่ร่มและใช้ปุ๋ยในสภาพแห้ง
- 4) ใส่ปุ๋ยในขณะที่ดินชื้นพอเหมาะและไถดินกลบปุ๋ยทันที
- 5) ยอใส่ปุ๋ยใกล้กับบริเวณที่ปลูกพืช และควรใช้ในปริมาณที่พอเหมาะ

4.11 ปุ๋ยพืชสด (green manure)

4.11.1 ความหมาย

ปุ๋ยพืชสด คือ ปุ๋ยที่ได้จากการใช้พืชสดชนิดต่าง ๆ ที่คาดว่าจะให้ประโยชน์ในแง่การเป็นปุ๋ยต่อพืชที่จะได้รับการใส่พืชสดนั้น ๆ พืชที่ใช้เป็นปุ๋ยอาจเป็นพืชตระกูลถั่ว ตระกูลหญ้า หรือพืชอื่น ๆ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพืชโตเร็วที่มีลักษณะง่ายต่อการตัดหรือไถกลบ เมื่อพืชเจริญเติบโตจนได้อินทรีย์สารและธาตุอาหารพืชต่าง ๆ ปริมาณมากพอจะทำการตัดหรือไถกลบ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

ปุ๋ยพืชสด หมายถึง ปุ๋ยอินทรีย์ที่เป็นพืชที่ถูกไถกลบหรือคลุกกลงไปในดินในขณะที่พืชนั้นเจริญเติบโต และยังคงอยู่ก่อนที่จะปลูกพืชหลัก โดยปกติแล้วจะไถกลบพืชในระยะเริ่มออกดอก เมื่อพืชที่ถูกไถกลบย่อยสลายไปโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินแล้ว จึงปลูกพืชหลักตาม (ธงชัย, 2546)

ปุ๋ยพืชสด หมายถึง ปุ๋ยที่ได้จากการปลูกพืชแล้วไถกลบลงไปในดิน เพื่อให้มวลของพืชที่ถูกไถกลบนั้น ทำหน้าที่เป็นปุ๋ย มวลของพืชที่ถูกไถกลบจะเน่าเปื่อยทำให้ธาตุอาหารพืชในมวลของพืชส่วนใหญ่อยู่ในรูปอินทรีย์สาร ซึ่งพืชดูดไม่ได้ถูกเปลี่ยนธาตุอาหารในรูปอนินทรีย์สารซึ่งพืชดูดได้ พืชที่ใช้ปลูกเป็นพืชปุ๋ยสด นิยมใช้ได้แก่ พืชตระกูลถั่ว (อำนาจ, 2548)

ปุ๋ยพืชสด เป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ได้จากการตัดสับหรือไถกลบลงไปในดินในขณะที่พืชยังเขียว สดอยู่ โดยมีจุดประสงค์เพื่อปรับปรุงบำรุงดินให้มีความอุดมสมบูรณ์ ในช่วงระยะเวลาที่พืชออกดอก เพราะให้น้ำหนักสดและปริมาณธาตุอาหารสูง จากนั้นปล่อยให้เกิดการย่อยสลายก็จะให้ธาตุอาหารพืช และเพิ่มอินทรีย์วัตถุแก่ดิน ซึ่งจะเป็ประโยชน์สำหรับพืชที่จะปลูกต่อไป พืชปุ๋ยสดที่นิยมปลูกทั่วไปจะเป็นพืชตระกูลถั่ว เนื่องจากขึ้นได้ง่ายและเจริญเติบโตได้ดี นอกจากนี้พืชตระกูลถั่วที่มีปริมาณไนโตรเจนสูงเกิดจากการตรึงไนโตรเจนร่วมกันระหว่างพืชตระกูลถั่วและจุลินทรีย์ในดินนั่นเอง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558)

จากความหมายปุ๋ยพืชสดที่กล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ปุ๋ยพืชสด (green manure) หมายถึงปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ได้จากการปลูกพืชลงไปในพื้นที่แล้วไถกลบขณะที่ยังสด และอยู่ในช่วงระยะเวลาที่พืชออกดอก เพราะให้น้ำหนักสดและปริมาณธาตุอาหารสูง จากนั้นปล่อยให้เกิดการย่อยสลายก็จะให้ธาตุอาหารพืชและเพิ่มอินทรีย์วัตถุแก่ดิน ซึ่งจะเป็ประโยชน์สำหรับพืชที่จะปลูกต่อไป



ภาพที่ 8 ลักษณะของเมล็ดพันธุ์พืชปุ๋ยสดที่ใช้ในการปรับปรุงบำรุงดิน

4.11.2 ความสัมพันธ์ระหว่างพืชปุ๋ยสดกับการปรับปรุงบำรุงดิน

ดินในด้านการเกษตรหมายถึง เทพวัตถุธรรมชาติที่เกิดจากการสลายตัวของหิน และแร่ เศษเหลือจากพืชและสัตว์ผสมคลุกเคล้ากันเป็นเวลานาน สามารถคำนวณ หรือยึดเหนี่ยวให้พืชสามารถเจริญเติบโตได้ ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่าองค์ประกอบของดินโดยปริมาตรที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ใน 100 เปอร์เซ็นต์ จะมีแร่ธาตุผสมอยู่ 45 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำ 25 เปอร์เซ็นต์ อากาศ 25 เปอร์เซ็นต์ และอินทรีย์วัตถุอีก 5 เปอร์เซ็นต์ แต่ในความเป็นจริงปัจจุบันสัดส่วนดังกล่าวผันแปรไป ในทิศทางที่มีปัญหาต่อการใช้ประโยชน์ทางการเกษตรเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะสัดส่วนของอินทรีย์วัตถุ ซึ่งจากการศึกษาพบว่าดินในประเทศไทยมีอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับต่ำ (ต่ำกว่า 1.5 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งครอบคลุมพื้นที่มากถึง 98,737,630 ไร่ หรือร้อยละ 30.76 ของพื้นที่ทั่วประเทศ (321 ล้านไร่) (บุญนะ 2532) ซึ่งประเทศไทยเป็นประเทศที่ตั้งอยู่ในเขตร้อน ซึ่งดินในเขตนี้นี้จะมีอินทรีย์วัตถุต่ำเพราะมีอุณหภูมิสูง และอัตราการย่อยสลายเร็ว (sanchez, 1976) ทำให้ดินมีคุณสมบัติทั้งทางกายภาพ ชีวภาพ และเคมีไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากอินทรีย์วัตถุมีประโยชน์ต่อดิน คือ ทำให้อนุภาคดินยึดเกาะดินเป็นเม็ดดิน มีการซึมซาบ และระบายน้ำได้ดีไม่ถูกชะล้างได้ง่าย ด้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่างของดิน เป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ดิน และธาตุอาหารของพืช รวมทั้งมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูง (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา 2541) วิธีการหนึ่งที่จะช่วยในการปรับปรุงบำรุงดิน เพื่อยกระดับอินทรีย์วัตถุให้กับดินให้ได้มากขึ้นให้อยู่ใกล้เคียงสัดส่วนของดินตามที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น คือ การใช้ปุ๋ยพืชสด ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพืชตระกูลถั่ว และเป็นพืชที่เจริญเติบโตเร็ว ให้มวลชีวภาพ (biomass) สูง สามารถนำธาตุไนโตรเจน ซึ่งเป็นธาตุอาหารหลักที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชมาใช้ และกลับสู่ดิน เพื่อให้พืชนำไปใช้โดยผ่านกระบวนการตรึงไนโตรเจนร่วมกับจุลินทรีย์ในสกุลไรโซเบียมบริเวณปมราก (สมศักดิ์, 2541) ทำให้ดินมีศักยภาพด้านการผลิตทางการเกษตรสูงขึ้นต่อไป

4.11 3 ความสัมพันธ์ระหว่างพืชปุ๋ยสด (ตระกูลถั่ว) กับเชื้อไรโซเบียมต่อการปรับปรุงบำรุงดิน

ปุ๋ยไนโตรเจน นับว่าเป็นธาตุอาหารพืชสำคัญที่สุดที่เป็นตัวจำกัดผลผลิตพืชในเขตร้อน แต่การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนก็ถูกจำกัดด้วยราคา และค่าใช้จ่ายเกษตรกรจำนวนมากไม่สามารถใช้ปัจจัยในการเพิ่มผลผลิตโดยวิธีดังกล่าวได้ ดังนั้นกระบวนการตรึงไนโตรเจนทางชีวภาพ (biological nitrogen fixation) จึงเข้ามามีบทบาทในการพัฒนาการเกษตรที่สามารถจะเพิ่มหรือทดแทนไนโตรเจนให้แก่ดินได้ ทั้งยังเป็นการลงทุนที่ถูกลงและรักษาสภาพแวดล้อมทางการเกษตรไม่ให้สูญเสียไป

ไรโซเบียม (Rhizobium) จัดเป็นจุลินทรีย์จำพวกแบคทีเรีย (bacteria) ชนิดหนึ่ง ซึ่งจัดอยู่ใน class schizomycetes, order fubacteriales, family rhizobiacea genus rhizobium ไรโซเบียม เป็นแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในดินมีความสามารถพิเศษในการเข้าสร้างปมที่รากพืชตระกูลถั่วได้ มีขนาดเล็ก มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น จะต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยายสูง เมื่อเจริญเติบโตในอาหารเลี้ยงเชื้อ จะมีรูปร่างเป็นแท่งยาว (rod shape) แต่รูปร่างจะเปลี่ยนแปลงไปบ้างเมื่ออาศัยอยู่ในปมถั่ว ไรโซเบียม สามารถเคลื่อนไหวได้ด้วยตัวของมันเอง โดยใช้ flagella โดยปกติแล้วไรโซเบียมจะมีลักษณะแตกต่างกันเป็นสองพวกใหญ่ ๆ เมื่อคำนึงถึงการเจริญเติบโต คือ พวกที่เจริญเติบโตเร็ว (fast growers) มีการแบ่งตัวทุก ๆ 1-3 ชั่วโมง จะให้โคโลนีที่มีขนาดใหญ่ (2-4 มิลลิเมตร) และปรากฏให้เห็นภายใน 2-4 วัน อีกพวกหนึ่งเป็นพวกที่เจริญเติบโตช้า (slow growers) มีการแบ่งตัวทุก ๆ 4-8 ชั่วโมง ให้โคโลนีขนาดเล็ก เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 มิลลิเมตร จะปรากฏให้เห็นบนอาหารวุ้นได้ในเวลา 5-8 วัน อุณหภูมิที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของไรโซเบียมจะอยู่ระหว่าง 28-30 องศาเซลเซียส ทั้งพืชตระกูลถั่ว และจุลินทรีย์ไรโซเบียมจะเจริญอยู่ร่วมกันอย่างพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน (symbiosis) นั่นคือต่างฝ่ายต่างก็ได้รับประโยชน์จากการอยู่ร่วมกัน อันเป็นที่ทราบกันต่อมาว่า พืชตระกูลถั่วให้แหล่งพลังงาน (energy source) และแหล่งคาร์บอน (carbon source) แก่ไรโซเบียม ส่วนไรโซเบียมให้สารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจนแก่พืช

ตระกูลถั่ว และตำแหน่งที่สิ่งมีชีวิตทั้งสองชนิดอยู่ร่วมกัน คือ ในปมถั่ว (nodules) ที่รากของพืชตระกูลถั่วนั่นเอง (จิรศักดิ์, 2539)

การจำแนกเชื้อไรโซเบียม จะจำแนกโดยวิธี cross - inoculation group หรือ plant inoculation group คือการจำแนกตามลักษณะกลุ่มพืชที่สามารถเกิดปมได้กับไรโซเบียมเหมือน ๆ กันโดยไม่คำนึงว่าปมที่เกิดขึ้นจะมีประสิทธิภาพหรือไม่ แต่ยังไม่มีความไม่แน่นอนเพราะไรโซเบียมบางชนิด สามารถทำให้ถั่วนอกกลุ่มเกิดปมได้ (symbiotic promiscuity) และการจำแนกไรโซเบียมทางด้านสรีรวิทยา และพันธุกรรม โดยแบ่งไรโซเบียมออกเป็น 2 พวกใหญ่ ๆ คือ พวกที่เจริญเติบโตเร็ว และพวกเจริญเติบโตช้า แสดงดังตารางที่ 30

ตารางที่ 30 ชนิดของไรโซเบียมที่เข้าอยู่อาศัยในพืชตระกูลถั่ว

ชนิดไรโซเบียม	พืชตระกูลถั่วที่เข้าอยู่อาศัย
พวกเจริญเติบโตเร็ว (fast growers)	
<i>Rhizobium meliloti</i>	<i>Medicago sativa</i> (อัลฟาฟ่า) ; <i>Trigonella</i>
<i>Rhizobium leguminosarum</i>	
biovar. <i>trifolii</i>	ถั่วโคลเวอร์ (clover group)
biovar. <i>พืเชซcaseoli</i>	<i>พืเชซcaseolus vulgaris</i> (ถั่วแดงหลวง) ถั่วปิ่นโต ถั่วแขก(ฝัก) <i>phaseolus multifolis</i> <i>Vigna sinensis</i>
biovar. <i>viceae</i>	(ถั่วลันเตา ; <i>Vicia faba</i> (ถั่วปากอ้า) ถั่วเลนส์
<i>Rhizobium loti</i>	และ <i>Lathyrus odoratus</i> etc. <i>Lupinus</i> , <i>Lotus</i> ,
<i>Rhizobium fredii</i>	<i>Anthyllis</i> , <i>Ornithopus</i> <i>Glycine max</i> (ถั่วเหลือง)
พวกเจริญเติบโตช้า (slow growers)	
<i>Bradyrhizobium japonicum</i>	<i>Glycine max</i> (ถั่วเหลือง)
<i>Bradyrhizobium</i> spp.	
- sp. (<i>Vigna</i>)	<i>Vigna radiate</i> (ถั่วเขียว) ;
- sp. (<i>Lupinus</i>)	<i>Lupinus</i> sp., <i>Lotus pedunculatus</i>

ที่มา : กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กองปฐพีวิทยา (2535)

การเกิดปมไรโซเบียมจะเข้าสู่รากถั่วเฉพาะกับพืชถั่วที่มีความเหมาะสมกับมันเท่านั้น มีทฤษฎีหลาย ทฤษฎีที่พยายามจะอธิบายถึงกลไกในการทำมาารู้จักกันระหว่างไรโซเบียม และถั่วเพื่อการเกิดปม แต่ก็ยังไม่มีการสรุปได้เด่นชัดเท่าใดนัก สิ่งที่พอสรุปได้ขณะนี้คือ เมื่อไรโซเบียมพบกับรากถั่วที่เหมาะสมกับมันแล้ว มันจะมีการเพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็วที่บริเวณรากขนอ่อน และทำการกระตุ้นให้รากขนอ่อนงอ และผนังเซลล์บริเวณนั้นอ่อนตัว ทำให้เกิดเป็นท่อเข้าสู่ภายในราก ไรโซเบียมจะเข้าสู่ท่อพร้อมกับมีการแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มปริมาณ ในขณะที่ไรโซเบียมเข้าสู่รากถั่วนั้น เซลล์ถั่วจะได้รับการกระตุ้นทำให้เกิดการแบ่งตัวในเนื้อเยื่อชั้นในเพื่อรับไรโซเบียมที่เดินทางเข้ามาสู่ และเกิดเป็นปม ในที่สุด และภายในปมนี้ก็จะบรรจุด้วยไรโซเบียมที่มีรูปร่างเปลี่ยนไปจากเดิม ซึ่งเรียกว่า “แบคทีรอยด์” (bacteroid) การเข้าสู่รากถั่วของไรโซเบียม ไม่จำเป็นต้องเข้าตรงปลายรากขนอ่อนเสมอไป ในถั่วบางชนิดเช่น ถั่วลิสง โสน ถั่วโคลเวอร์ (clover) และ lucerne หรืออัลฟัลฟา ไรโซเบียมจะเข้าสู่ราก ตรงบริเวณรอยแตกที่รากขนอ่อนงอกออกมา (root primordia) แต่การเข้าสู่รากโดยไรโซเบียมเพื่อสร้างปมในถั่วชนิดหนึ่ง ๆ จะมีขึ้นเพียงลักษณะเดียวเท่านั้น เช่น ในถั่วเหลือง ไรโซเบียมเข้าสู่สร้างปมทางรากขนอ่อนเท่านั้น จะไม่มีปมที่เกิดจากไรโซเบียมเข้าทางรอยแตกของราก

ลักษณะปม ปมถั่วที่มีเกิดขึ้นจะมีลักษณะแตกต่างกันไปในด้านลักษณะรูปร่าง ๑ ขนาด สี และตำแหน่งที่เกิด ลักษณะของปมที่เกิดขึ้นจะถูกกำหนดขึ้นโดยถั่ว เช่น ไรโซเบียมสายพันธุ์หนึ่งที่สามารถสร้างปมได้กับถั่วหลายชนิด เมื่อเข้าสร้างปมกับถั่วชนิดหนึ่งจะทำให้เกิดปมลักษณะหนึ่ง แต่เมื่อเข้าสร้างปมกับถั่วอีกชนิดหนึ่งจะทำให้เกิดปมที่มีลักษณะแตกต่างกัน เช่น ถั่วลิสงกับถั่วฝักยาว ปมสามารถเกิดจาก ไรโซเบียมสายพันธุ์เดียวกัน แต่ลักษณะปมไม่เหมือนกัน ปมถั่วสามารถจะสังเกตเห็นภายใน 5-10 วัน หากปลูกในสภาพเรือนทดลอง หรือในอาหารพืชที่ไม่มีไนโตรเจน แต่ในสภาพไร่ปมจะพอสังเกตเห็นได้ภายใน 15-25 วัน ขึ้นอยู่กับสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดิน และถั่วที่ปลูก ถ้าดินมีไนโตรเจนสูงการเกิดปมจะช้าและปริมาณก็จะลดลง โดยทั่ว ๆ ไปแล้วปมถั่วที่มีประสิทธิภาพ ในการตรึงไนโตรเจนสูง จะมีขนาดใหญ่ และอยู่บริเวณโคนราก แต่ปมที่ไม่มีประสิทธิภาพมักจะมี ขนาดเล็ก และกระจายอยู่ตามรากแขนงหลักเกณฑ์อันนี้จะใช้ได้เฉพาะกับถั่วชนิดเดียวกันเท่านั้น เพราะว่าถั่วบางชนิดให้ปมขนาดเล็กมากถึงแม้จะเป็นปมที่มีประสิทธิภาพสูง และบางชนิดก็เกิดกระจายอยู่ตามรากแขนง

สีของปม โดยหลักเกณฑ์ทั่ว ๆ ไปแล้ว สีภายในปมสามารถที่จะนำมาใช้ในการประเมินประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนได้ การเก็บปมมาเพื่อตรวจสอบจะเก็บตอนระยะที่ถั่วกำลังมีดอก เพราะเป็นระยะที่ถั่วจะตรึงไนโตรเจนได้มากที่สุด ปมที่มีประสิทธิภาพจะมีลักษณะสมบูรณ์ สีภายในปมจะมีสีแดงเข้ม สารสีแดงนี้จะเป็นสารฮีโมโกลบินชนิดหนึ่ง เช่นเดียวกับที่มีในเม็ดเลือดแดงของคน เรียกว่า เลกฮีโมโกลบิน (leghaemoglobin) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการตรึงไนโตรเจนโดยตรง แต่ไม่ใช่ส่วนของเอนไซม์ไนโตรจีเนส (nitrogenase enzyme) ที่ผลิตขึ้นโดยไรโซเบียมที่เปลี่ยนก๊าซไนโตรเจนในอากาศให้เป็นสารประกอบแอมโมเนียมที่พืชใช้ได้ เอนไซม์นี้จะถูกทำลายเมื่อสัมผัสโดยตรงกับออกซิเจน แต่ไรโซเบียมต้องการออกซิเจน ดังนั้นบทบาทที่สำคัญของเลกฮีโมโกลบิน ก็คือการลำเลียงออกซิเจนไปให้ไรโซเบียมโดยไม่ให้ออกซิเจนสัมผัสกับเอนไซม์ที่ไรโซเบียมผลิตออกมา แต่อย่างไรก็ตามสีของปมถั่วที่มีประสิทธิภาพอาจจะไม่เป็นสีแดงเสมอไป ปมถั่วบางชนิดที่เกิดจากไรโซเบียมบางสายพันธุ์จะให้สีภายในปมเป็นสีดำ เช่น ถั่วพุ่ม ถั่วแปบ สีดำที่เกิดขึ้นเกิดจากสารเมลานิน (melanin) เมื่อผสมกับเลกฮีโมโกลบินจะเห็นออกเป็นสีดำ ลักษณะนี้ก็เป็นผลที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างยีนของพืช และแบคทีเรีย ซึ่งเป็นตัวอย่างที่ชี้ให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างไรโซเบียม และถั่วอย่างเด่นชัด เมื่อปมถั่วมีอายุมากขึ้น และเสื่อมสภาพ เลกฮีโมโกลบินที่เป็นสีแดงก็จะสลายตัวเปลี่ยนเป็นสีเขียว เรียกว่า เลกโคเลโกลบิน (leghaemoglobin) ปมของถั่วบางชนิดจะมีทั้งสีเขียว และสีแดงอยู่ภายในปมเดียวกัน แสดงว่าส่วนที่มีสีเขียวนั้นพัฒนาขึ้นมาก่อน และหมดสภาพการตรึงไนโตรเจนไปแล้ว ส่วนที่เป็นสีแดงก็เป็นส่วนที่เกิดขึ้นใหม่ ปมที่มีลักษณะเช่นนี้มักจะเป็นปมที่เจริญขึ้นได้เรื่อย ๆ และเป็นปมของถั่วที่ไม่ใช่พืชล้มลุก (จิรศักดิ์, 2539)

ปมถั่วที่ไม่มีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนจะมีสีภายในปมขาวซีด หรือเขียวอ่อน และจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง แม้ปมจะมีอายุมากขึ้นก็ตาม การที่มีลักษณะเช่นนี้ก็เพราะว่าเกิดจากสายพันธุ์ไรโซเบียมที่ไม่มีประสิทธิภาพหรือเกิดขึ้นเนื่องจากมีปุ๋ยไนโตรเจนในดินมาก แต่ผลที่เกิดจากปุ๋ยไนโตรเจนนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อระดับไนโตรเจนในดินลดลง ปมก็จะมีขนาดโตขึ้นและสีแดงขึ้นแต่ที่เกิดจากเชื้อไม่มีประสิทธิภาพนั้นจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง ปมที่เกิดจากเชื้อไรโซเบียมที่มีประสิทธิภาพในพืชที่ขาดธาตุโมลิบดีนัมจะมีขนาดใหญ่สมบูรณ์ตามปกติแต่สีภายในปมจะมีสีเขียวเช่นเดียวกับปมที่มีลักษณะแก่และหมดสภาพ (นันทกร, 2529)



ภาพที่ 9 แสดงการติดปมบริเวณลำต้นและรากของพืชปุ๋ยสดตระกูลถั่ว

4.11.4 ปริมาณไนโตรเจนที่ตรึงได้

ไรโซเบียม และถั่วจะตรึงไนโตรเจนได้มากน้อยเพียงไรนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญที่สุดอันหนึ่งคือระดับธาตุอาหารไนโตรเจนในดิน ถ้าดินขาดไนโตรเจนมาก การตรึงไนโตรเจนจะมีมากที่สุด ถ้าดินไม่ขาดไนโตรเจน พืชได้รับไนโตรเจนจากดินอย่างพอเพียง ดังนั้นถ้ามีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนลงไปเป็นปริมาณมาก ไรโซเบียมจะไม่ตรึงไนโตรเจนสำหรับธาตุอาหารอื่น ๆ และปัจจัยอื่น ๆ นั้น ก็ต้องให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืชเอง สำหรับปริมาณของไนโตรเจนที่ตรึงได้โดยไรโซเบียม จะแตกต่างกันไปตามชนิดของไรโซเบียม และพืชถั่ว ซึ่งเป็นงานค้นคว้าวิจัยจากต่างประเทศ

จากผลการทดลองต่อเนื่องกันมาเป็นเวลาหลายปีของกลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กองปฐพีวิทยา สามารถสรุปได้ว่าเมื่อมีการใช้เชื้อไรโซเบียมที่เหมาะสมกับพันธุ์ถั่วไม่มีความจำเป็นที่จะต้องใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอีกเลย ผลการทดลองในถั่วเหลืองในดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งมีระดับไนโตรเจนต่ำ ปรากฏว่าการใช้เชื้อไรโซเบียมให้ผลผลิตถั่วเหลืองสูงกว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 24 กิโลกรัมต่อไร่ หรือถ้าคิดเป็นปุ๋ยแอมโมเนียซัลเฟตก็ประมาณ 120 กิโลกรัม ส่วนราคาการใช้ไรโซเบียมในปัจจุบันก็ประมาณไร่ละ 10 ถึง 20 บาทเท่านั้น ค่าเฉลี่ยของการเพิ่มผลผลิตโดยใช้ไรโซเบียมในถั่วเหลืองในแต่ละภาค จะเห็นได้ชัดว่าแหล่งที่ดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง การเพิ่มผลผลิตโดยไรโซเบียมจะน้อยกว่า เพราะถั่วได้ไนโตรเจนจากดิน แต่อย่างไรก็ตาม การใช้ไรโซเบียมก็ทำให้มั่นใจได้ว่าจะต้องได้รับผลผลิตสูง ตามขีดความสามารถของถั่วที่ปลูก เช่น ถั่วเหลืองให้ผลผลิต 400 กิโลกรัมต่อไร่ ถ้าปลูกในดินที่มีระดับไนโตรเจนที่สามารถให้ผลผลิต 200 กิโลกรัม ไรโซเบียมจะช่วยเพิ่มให้อีก 200 กิโลกรัม แต่ถ้าดินนั้นมีความสมบูรณ์ดี สามารถให้ผลผลิตได้ 400 กิโลกรัม ไรโซเบียมก็จะไม่ช่วยเลยเช่นนี้เป็นต้น

เมื่อคิดคำนวณทางด้านเศรษฐกิจ โดยนำค่าเฉลี่ยของทั้งประเทศและถั่วทั้ง 3 ชนิด คือ ถั่วเหลือง ถั่วลิสง และถั่วเขียว ปรากฏว่าผลกำไรที่ได้รับจากการใช้เชื้อไรโซเบียมในถั่วลิสง 304 บาท ถั่วเหลือง 165 บาท และถั่วเขียว 101 บาท อย่างไรก็ตามในการปฏิบัติจริง ๆ ของแต่ละแห่งอาจไม่เหมือนกัน บางแห่งอาจจะได้มากในถั่วชนิดหนึ่งและได้น้อยในถั่วอีกชนิดหนึ่งก็ได้

ดังนั้นจะเห็นว่าไรโซเบียมเป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่ต้องอาศัยร่วมกับพืชเพื่อตรึงไนโตรเจนจากอากาศให้เป็นธาตุไนโตรเจนที่มีประโยชน์กับพืช โดยไนโตรเจนที่ได้ไรโซเบียมจะนำไปใช้เองส่วนหนึ่ง อีกส่วนหนึ่งจะปลดปล่อยในรูปไนเตรท เพื่อให้พืชนำไปใช้และอีกส่วนหนึ่งก็จะอยู่ในดิน ดังนั้นถ้ามีจุลินทรีย์กลุ่มนี้้อยู่ก็สามารถเพิ่มปริมาณไนโตรเจนได้ทุก ๆ ปี เนื่องจากธาตุไนโตรเจนเป็นธาตุที่สูญเสียง่าย และเป็นธาตุที่มีความสำคัญต่อพืช ซึ่งจะสูญเสียโดยการกระทำของจุลินทรีย์บางชนิด ในกระบวนการ Denitrification ซึ่งจะทำให้ไนโตรเจนในดินสูญเสียไปเป็นก๊าซ ดังนั้นจึงต้องมีการเติมธาตุไนโตรเจนให้แก่ดิน ในลักษณะต่าง ๆ ได้มีผู้ประเมินไว้ว่าไนโตรเจนที่มีการหมุนเวียนกลับลงสู่ดินและสูญเสียออกไป มีปริมาณประมาณ 400 ล้านตัน

ต่อไร่ โดยสูญเสียในขบวนการ Denitrification ประมาณ 215 ล้านตัน (54 เปอร์เซ็นต์) จากการเผาไหม้ และ
 ระเหย 185 ล้านตัน (46 เปอร์เซ็นต์) ขณะที่ได้รับกลับมาในลักษณะของน้ำฝน น้ำค้าง และอื่น ๆ ประมาณ
 200 ล้านตัน การตรึงไนโตรเจนทางชีวภาพประมาณ 170 ล้านตัน และจากโรงงานอุตสาหกรรม 30 ล้านตัน
 จึงจะเห็นได้ว่าการตรึงไนโตรเจน ทางชีวภาพ โดยการกระทำของจุลินทรีย์ดิน รวมทั้งไรโซเบียมสามารถนำ
 ธาตุไนโตรเจน ให้กลับคืนสู่ดินในปริมาณที่มากพอทดแทนปุ๋ยไนโตรเจนได้ส่วนหนึ่ง (ออมทรัพย์, 2539)

ตารางที่ 31 แสดงปริมาณไนโตรเจนที่พืชปุ๋ยสด (ตระกูลถั่ว) ชนิดต่าง ๆ ตรึงได้โดยประมาณในสภาพไร่

ชนิดพืชปุ๋ยสด (ตระกูลถั่ว)	ปริมาณไนโตรเจนที่ตรึงได้ (กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี)
1. ถั่วเหลือง	10-27
2. ถั่วเขียว	10-55
3. ถั่วลิสง	12-50
4. ถั่วพุ่ม	12-57
5. ถั่วแดงหลวง	7-11
6. ถั่วลิ้นเตา	8-12
7. ถั่วมะแฮะ	27-45
8. ถั่วปากอ้า	7-88
9. ถั่วคาโลโปโกเนียม	59-72
10. ถั่วลาย	21-65
11. โสน	87-149
12. โสนอัฟริกัน	190
13. โสนจีนแดง	10-15
14. ปอเทือง	15-20
15. ปอเทืองเตี้ย	14-16
16. กระถินยักษ์	12-94
17. ถั่วฝักยาว	12-57
18. ถั่วสไตโล	5.4-35.2
19. ถั่วคุดชู (ถั่วเพอราเรีย)	15.8
20. ถั่วอัลฟัลฟา	37-46
21. ถั่วแปป	13.5
22. ถั่วแปยี่	12
23. ถั่วพริ้ว	11
24. ถั่วขอ	13
25. แคลฟรัง	30-50

ที่มา : R.O. Whyte *et al.*, (1984)

4.11.5 หลักการพิจารณาเลือกชนิดพืชที่จะนำมาใช้เป็นพืชปุ๋ยสด

การปรับปรุงบำรุงดินในแต่ละพื้นที่ที่มีความแตกต่างกัน จำเป็นจะต้องมีการเลือกชนิดพืชที่มีคุณสมบัติเด่นในหลาย ๆ ด้านให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมแต่ละพื้นที่ ชนิดของพืชหลักที่ปลูก และวิธีการปลูก รวมทั้งความต้องการของผู้ใช้ โดยมีหลักเกณฑ์ในการพิจารณาดังต่อไปนี้

- 1) ควรเป็นพืชที่มีเมล็ดแข็งแรง (vigor) สามารถงอกและเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็วในดิน และในสภาพแวดล้อมที่จะปลูกพืชหลักแม้ความชื้นในดินจะต่ำ
- 2) เมล็ดพันธุ์และพืชที่จะใช้เป็นปุ๋ยพืชสดควรหาได้ง่าย ราคาถูก ขยายพันธุ์ได้ง่าย และควรจะสามารถผลิตเมล็ดพันธุ์ไว้ใช้ต่อไปได้
- 3) ควรเป็นพืชตระกูลถั่วที่สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศร่วมกับไรโซเบียมได้อย่างรวดเร็ว หลังงอกและตรึงได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 4) ควรมีการเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว สามารถแข่งขันกับวัชพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 5) ควรเป็นชนิดพืชที่มีการออกดอกได้ในระยะเวลาอันสั้นหลังงอกแล้ว และสามารถให้มวลชีวภาพ (Biomass) ต่อพื้นที่ในปริมาณที่สูง
- 6) ควรเป็นพืชที่มีกิ่งก้านสาขามาก ซึ่งจะส่งผลต่อน้ำหนักสดต่อพื้นที่ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และธาตุอาหารที่สำคัญที่จะได้จากการย่อยสลายอย่างสมบูรณ์สูงขึ้นตามไปด้วย
- 7) เป็นพืชที่มีกิ่งก้าน และลำต้นที่เปราะง่ายต่อการไถและสับกลบ (turning under) ลงไปในดินตลอดจนง่ายต่อการสลายตัวโดยจุลินทรีย์ดิน ซึ่งโดยปกติถือว่าช่วงที่พืชปุ๋ยสดกำลังออกดอก เป็นช่วงที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการไถหรือสับกลบ
- 8) ควรเป็นพืชที่มีความทนทานและต้านทานต่อการเข้าทำลายของศัตรูพืช
- 9) ควรเป็นพืชที่ทนทานต่อสภาพน้ำขัง และสภาพแห้งแล้งความชื้นในดินต่ำได้เป็นอย่างดี
- 10) ควรเป็นพืชที่มีอายุสั้นเหมาะสำหรับการปลูกแทรกในระบบการปลูกพืชหลักได้ดี
- 11) ควรเป็นพืชที่ไม่ไวต่อช่วงแสง (photoperiod insensitivity) สามารถปลูกได้ทุกช่วงฤดูกาลหากปัจจัยอื่น ๆ เพียงพอ
- 12) เป็นพืชที่อาจจะใช้เป็นอาหารคน หรือสัตว์ได้ด้วย
- 13) ควรเป็นพืชที่สามารถกำจัดได้ง่ายไม่มีลักษณะที่จะเป็นปัญหาเรื่องวัชพืชต่อไป

4.11.6 ชนิดของพืชปุ๋ยสดเพื่อการปรับปรุงบำรุงดิน

พืชที่สามารถมาใช้ประโยชน์เป็นปุ๋ยพืชสดสามารถที่จะจัดแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

- 1) แบ่งตามลักษณะของพืช แบ่งย่อยได้เป็น 3 ลักษณะ คือ

(1) พืชปุ๋ยสดวงศ์ถั่ว (Leguminous green manure crops)

ในกลุ่มนี้ถือว่าเป็นพืชที่ได้รับความนิยม และเหมาะสมอย่างมากต่อการนำมาใช้ปลูกและไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสด เพราะมีคุณลักษณะดีเด่นหลายประการคือ อายุออกดอกสั้น ลำต้น กิ่งก้านเปราะ ย่อยสลายตัวได้เร็ว เจริญเติบโตง่าย ให้มวลชีวภาพ (biomass) สูง ที่สำคัญคือสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศโดยร่วมกับแบคทีเรียในสกุลไรโซเบียมในลักษณะอยู่อาศัยแบบพึ่งพา (symbiosis) แล้วปลดปล่อยให้ดิน และพืชได้ใช้ประโยชน์ในการเจริญเติบโตได้เป็นอย่างดี ซึ่งพืชปุ๋ยสดที่เป็นพืชตระกูลถั่วสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่มย่อย ได้ดังนี้ คือ

(1.1) พืชวงศ์ถั่วที่ใช้ปลูกต้นฤดูฝน กลุ่มนี้เหมาะที่จะใช้เป็นปุ๋ยพืชสดให้กับพืชไร่ พัก ผัก ข้าวฟ่าง ถั่วเหลือง และมันสำปะหลัง (ธงชัย, 2546) ได้แก่ ถั่วพุ่ม (*Vigna spp.*) ถั่วพริ้ว (*Canavalia ensiformis*) และถั่วเขียวเมล็ดแดง (*Phaseolus radiatus*)

(1.2) พืชวงศ์ถั่วที่ใช้ปลูกปลายฤดูฝน ซึ่งจัดเป็นกลุ่มของถั่วที่ไวแสงออกดอกยาวกว่า 50 วัน ควรปลูกก่อนเดือนพฤศจิกายน เพื่ออาศัยน้ำฝนในระยะแรกของการเจริญเติบโต อย่างพอเพียง กลุ่มนี้ได้แก่ ปอเทือง (*Crotalaria juncea*) โสนอินเดีย (*Sesbania speciosa*) เหมาะปลูกหลังนาปี ชอบดินชื้นและ โสนใต้หวัน (*Sesbania aculeata*) สามารถไถกลบเมื่ออายุ 30 วัน และโสนอัฟริกัน (*Sesbania rostrata*) ซึ่งเจริญได้ดี ทนแล้ง และสร้างปมที่ลำต้น (stem nodule) ได้ด้วย

(1.3) พืชวงศ์ถั่วคลุมดิน เนื่องจากมีลักษณะการเจริญเติบโตของลำต้นแบบ เถาเลื้อย (climbing stem) ปกคลุมพื้นที่ผิวดินได้อย่างรวดเร็ว เพราะมีจำนวนใบ และเถามาก ช่วยในการ ปกคลุมวัชพืชต่าง ๆ ได้ดีและยังช่วยในการป้องกันการชะล้างพังทลายหน้าดินอีกด้วย บางชนิดมีอายุข้ามปี (perennial plant) เช่น ถั่วคาโลโปโกเนียม (*Calopogonium mucunoides*) ถั่วซีราโตร (*Macroptilium atropurpureum*) ถั่วลาย (*Centrosema pubescens*) ถั่วเพอราเรีย (*Pueraria phaseoloides*) ถั่วซีรู เลียม (*Calopogonium caeruleum*) เป็นต้น และบางชนิดเป็นพืชฤดูเดียว (annual crops) เช่น ไมยราบ ไร้หนาม (*Mimosa invisa*) ถั่วขอ (*Stizolobium deeringianum*) ถั่วลิสงเถา (*Arachis pintoii*)

(1.4) พืชวงศ์ถั่วที่เป็นไม้พุ่มไม้ยืนต้น เป็นพืชที่เจริญเติบโตข้ามปีแตกกิ่งก้านสาขามาก ต้นสูง ลำต้นเป็นเนื้อไม้ค่อนข้างแข็ง ทนทานต่อสภาพความแห้งแล้ง นิยมปลูกเป็นไม้บังลม (wind break) ตามแนวของแปลงใช้ประโยชน์ในด้านปรับปรุงบำรุงดินโดยการตัดกิ่งก้าน และยอดอ่อนลงคลุมดิน แล้วจึงทำการไถกลบ หรือสับกลบ (turning under) ให้อยู่สลายเป็นอินทรีย์วัตถุต่อไป นอกจากนี้อาจทำการตัดกิ่ง ก้านวางเรียงขวางความลาดเทของพื้นที่เพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน ได้อีกด้วย พืชวงศ์ถั่วเหล่านี้ ได้แก่ มะแฮะ (*cajanus cajan*) กระถิน (*leucaena spp.*) ครามป่า (*tephrosia candida*) แพง (*gliricidia sepium*) ชี่เหล็ก (*cassia siamea*) สรรพ (*flemingia macrophylla*) ทองหลาง (*erythrina stricta*)

(2) พืชปุ๋ยสดที่ไม่ใช่วงศ์ถั่ว (non - leguminous green manure crops)

พืชเหล่านี้มี การย่อยสลายไปเป็นอินทรีย์วัตถุอย่างช้า ๆ และให้ปริมาณไนโตรเจนที่ต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับพืชวงศ์ถั่ว เช่น หญ้ารูซี่ (*brachiaria ruziziensis*) หญ้าบาเฮีย (*paspalum motatum*) ข้าวโพด (*zea may spp.*) ข้าวฟ่าง (*sorghum bicolor*) เป็นต้น แต่จากรายงานของ Bruce (1965) บอกถึง การเปลี่ยนแปลงธาตุไนโตรเจน และเปอร์เซ็นต์ของอินทรีย์คาร์บอนภายใต้สภาพทุ่งหญ้าผสมระหว่างหญ้า กินรีกับถั่วลาย เปรียบเทียบกับสภาพดินที่มีป่าปกคลุมระดับความลึก 0-75 เซนติเมตร พบว่าเปอร์เซ็นต์ของ ธาตุไนโตรเจน และอินทรีย์คาร์บอนไม่มีความแตกต่างกันแต่อย่างใด แสดงให้เห็นว่าการปลูกพืชที่ไม่ใช่วงศ์ถั่ว สามารถรักษาระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินไว้ได้เป็นอย่างดี

(3) พืชปุ๋ยสดที่เป็นพืชน้ำ (hydrophytes)

เป็นพืชที่เจริญเติบโตลอยอยู่บนผิวน้ำ เช่น ผักตบชวา จอก และแหนแดง (*Azolla pinnata*) ซึ่งเป็นพืชน้ำพวกเฟิร์น มีความสามารถในการตรึง ไนโตรเจนได้ เนื่องจากที่กาบใบบนด้านหลังมี โพรทอซัวซึ่งมีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (*anabaena azollae*) อาศัยอยู่ในลักษณะพึ่งพาซึ่งกันและกัน (symbiosis) เช่นเดียวกับไรโซเบียม (ประยูร, 2539) สาหร่ายชนิดนี้จะตรึงไนโตรเจนจากอากาศแล้วเปลี่ยน ให้เป็นสารประกอบแอมโมเนียมให้แหนแดง เอาไปใช้ในอัตรา 200-600 กรัมต่อไร่ต่อวัน (Watanabe et al, 1967) ทำให้แหนแดงมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสูง 3-5 เปอร์เซ็นต์ เหมาะที่จะนำไปใช้เป็นปุ๋ยพืชสดใน นาข้าว แหนแดง 1 ตัน สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้โดยเฉลี่ย 40 กิโลกรัม เมื่อแหนแดงขยายเต็มพื้นที่ 1 ไร่ จะ ให้ไนโตรเจน 4-6 กิโลกรัมต่อไร่ แหนแดงมีคุณสมบัติหลายประการ คือเจริญเติบโตเร็วภายใน 2-3 สัปดาห์ ให้น้ำหนักสด 2-3 ตันต่อไร่ มี C/N ratio ต่ำประมาณ 8-13 ทำให้อยู่สลายได้อย่างรวดเร็ว

2) แบ่งตามลักษณะของพื้นที่ แบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ คือ

(1) พืชปุ๋ยสดเพื่อการผลิตพืชในที่ดิน

พืชกลุ่มนี้สามารถเจริญเติบโตในสภาพ ความชื้นต่ำดินมีการระบายน้ำดี หรือเป็นพื้นที่ราบทั่วไป ไม่สามารถทนทานต่อการท่วมขังของน้ำ เป็นเวลานาน ซึ่งจะมีผลต่อการเจริญเติบโตหรือตายในที่สุด เหมาะที่จะใช้กับการผลิตพืชที่ใช้พื้นที่ปลูกมาก ๆ เช่น พืชไร่ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ที่มีปัญหาความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ ขาดแคลน อินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารที่สำคัญ พืชที่เหมาะสมในกลุ่มนี้ได้แก่ ถั่วพรี ถั่วพุ่ม ปอเทือง ถั่วมะแฮะ ถั่วแปบ ถั่วเนาวางแดง โสนจีนแดง โสนอินเดีย ถั่วฮามาต้า ถั่วคุดชู ถั่วคาโลโปโกเนียม ถั่วเขียว ถั่วลาย ถั่วขอ ญูรูชี ญูบาเฮีย ญูาสตาร์ เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถนำข้าวโพด ข้าวฟ่าง ข้าวสาลี มาใช้ปลูกเพื่อไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสดในที่ดินนี้ได้อีกด้วย

(2) พืชปุ๋ยสดเพื่อการผลิตพืชในที่ลุ่ม

ซึ่งส่วนใหญ่หมายถึงพื้นที่นาข้าว พืชปุ๋ยสดที่นำมาปลูกต้องเป็นพืชที่สามารถทนทานต่อสภาพน้ำท่วมขังตลอดอายุการเจริญเติบโต รวมทั้งให้ผลผลิต ออกดอก ติดฝักเพื่อเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ใช้ในครั้งต่อไปได้ พืชในกลุ่มนี้ ได้แก่ โสนอัฟริกัน โสนอินเดีย โสนคางคก โสนพื้นเมือง อย่างไรก็ตามพืชดังกล่าว แม้ว่าจะสามารถเจริญเติบโตได้ในที่ลุ่มได้ดี แต่ในช่วงแรกของการหวานเมล็ดพันธุ์และเริ่มต้นอ่อนอายุ 1-30 วัน ควรมีการระบายน้ำออกจากพื้นที่ก่อน เพราะจะทำให้การงอกและการเจริญเติบโตไม่ดีเท่าที่ควรรวมทั้งเกิดปัญหาวัชพืชขึ้นแข่งขันอีกด้วย และพืชดังกล่าวมีเปลือกหุ้มเมล็ดที่แข็ง (hard seed) ก่อนนำไปใช้ควรมีการแช่เมล็ดในน้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 1-2 นาที แล้วล้างด้วยน้ำเย็นและเมื่อฝังให้แห้งในร่มหรือแช่เมล็ดไว้ในน้ำเย็น 4 ชั่วโมง ก่อนนำไปปลูกจะสามารถช่วยให้อัตราการงอกของเมล็ดเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้แล้วในพื้นที่ลุ่มนาข้าวหากเป็นในเขตพื้นที่ชลประทาน ซึ่งควบคุมการระบายน้ำเข้า-ออกได้สะดวก ก็อาจจะนำพืชปุ๋ยสดในพื้นที่ดอนมาปลูกและไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสดได้ดี เช่น ปอเทือง ถั่วพุ่ม เป็นต้น

4.11.6 รูปแบบของการปลูกพืชปุ๋ยสดปรับปรุงบำรุงดิน

1) การปลูกพืชปุ๋ยสดในระบบพืชหมุนเวียน การปลูกลักษณะนี้จะดำเนินการโดยการปลูกพืชปุ๋ยสดลงไปแปลงก่อนหรือหลังการปลูกพืชตามปกติ เมื่อพืชปุ๋ยสดเจริญเติบโตอยู่ในระยะที่เหมาะสมก็จะไถกลบ หรือสับกลบ (timing under) ลงไปในพื้นที่ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 3 วิธีการ ย่อย ๆ คือ

(1) ปลูกพืชปุ๋ยสดหมุนเวียนภายใน 1 ปี โดยเริ่มปลูกพืชปุ๋ยสดช่วงต้นฤดูฝน แล้วไถกลบทิ้งไว้ 7-10 วัน จึงปลูกพืชหลักตาม พืชปุ๋ยสดที่ใช้ได้แก่ ปอเทือง ถั่วพุ่ม โสนอัฟริกัน เป็นต้น หรืออาจจะทำการปลูกพืชประธานก่อนในช่วงต้นฤดูฝน แล้วทำการเก็บเกี่ยวพืชหลักนั้น จากนั้นก็ปลูกพืชปุ๋ยสดต่อในช่วงปลายฤดูฝน ทำการปล่อยให้คลุมดินจนผ่านช่วงฤดูแล้ง เมื่อเข้าสู่ช่วงต้นฤดู ฝนจึงทำการไถกลบเตรียมดินปลูกพืชต่อไป วิธีหลังนี้ควรเลือกพืชที่ทนแล้งหรืออาจประยุกต์พืชปุ๋ยสดตระกูลถั่วที่ใช้เมล็ดบริโภคได้จะเป็นการดี เช่น ถั่วแปบ ถั่วพุ่ม ถั่วพรี โสนจีนแดง เป็นต้น

(2) ปลูกพืชปุ๋ยสดหมุนเวียนในระยะเวลา 2 ปี การดำเนินการในกรณีนี้จุดประสงค์อาจเพื่อต้องการตัดวงจรการระบาดของศัตรูพืช และต้องการพักดินซึ่งใช้ในการปลูกพืชเดี่ยวมานานหลายปี หรือดินมีปัญหาด้านความอุดมสมบูรณ์ต่ำมาก ๆ เนื่องจากเป็นที่ลาดเทหน้าดินถูกชะล้างพังทลาย จึงประยุกต์ใช้เป็นพืชคลุมดินและพืชปุ๋ยสดไปในคราวเดียวกัน พืชปุ๋ยสดที่ใช้ในแบบนี้ได้แก่ ถั่วสิราโตร ถั่วคุดชู ถั่วแปบ ถั่วขอ ฯลฯ

(3) ปลูกพืชปุ๋ยสดมากกว่า 2 ครั้ง หมุนเวียนในระยะเวลา 2 ปี เป็นรูปแบบการใช้พืชปุ๋ยสดในพื้นที่ดินมีปัญหารุนแรงเฉพาะอย่าง เช่น ดินเค็ม ดินทรายจัด ดินต่ง หรือดินถูกชะล้างหน้าดิน จนขาดแคลนอินทรีย์วัตถุอย่างรุนแรง การใช้ระบบการปลูกที่กล่าวมาข้างต้น อาจทำให้มวลชีวภาพไม่เพียงพอ หรือเห็นผลชัดเจนในระยะเวลาอันสั้น จึงต้องทำการปลูกเกินกว่า 2 ครั้ง ในเวลา 2 ปี เช่น ปีที่ 1 ช่วงต้นฝนอาจปลูกถั่วพรีแล้วไถกลบ ช่วงกลางฝนอาจปลูกโสนแล้วไถกลบ ปีที่ 2 ช่วงต้นฝนปลูกโสนอัฟริกันแล้วไถกลบทั้ง

ไว้ 15 วัน จึงค่อยปลูกพืชหลักคือข้าวตาม ซึ่งในช่วงเริ่มดำเนินการใหม่อาจต้องใช้ปุ๋ยเคมีร่วมด้วยบ้างเพื่อให้ไม่กระทบกับผลผลิตพืชหลักและเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของความอุดมสมบูรณ์ของดินด้วย

2) การปลูกพืชปุ๋ยสดในระบบพืชแซม เป็นการปลูกพืชปุ๋ยสดในช่องว่างระหว่างแถวของพืชประธาน ซึ่งการปลูกอาจดำเนินการไปพร้อม ๆ กับพืชประธานหรืออาจปลูกหล่นในเวลาในพื้นที่เดียวกันของแต่ละปี แต่ส่วนใหญ่มักปลูกพืชปุ๋ยสดหลังจากพืชประธานเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว เพื่อไม่ให้พืชปุ๋ยสดไปแย่งแย่งแข่งขันและเป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตต่อพืชประธานนั่นเอง ซึ่งการปลูกพืชปุ๋ยสดในระบบนี้มีวิธีปฏิบัติแยกออกได้เป็น 3 แบบ ดังนี้

(1) การปลูกพืชปุ๋ยสดแซมภายใน 1 ปี วิธีนี้ส่วนใหญ่ใช้ปฏิบัติกับการปลูกพืชไร่หรือการปลูกพืชในที่ดินดอนในเขตอาศัยน้ำฝนทั่วไป เช่น ปลูกถั่วพุ่มแซมในแถวข้าวโพด ถั่วพุ่มในแถวอ้อย หรือใช้โสนจีนแดงหรือถั่วเขียวแซมก็ได้ เมื่อพืชปุ๋ยสดเจริญเติบโตระยะหนึ่งจึงทำการไถกลบหรือหากปลูกหล่นเวลา (relay cropping) ก็ไถกลบทั้งพืชปุ๋ยสดและเศษตอซังพืชประธานก็ได้แล้วแต่กรณี

(2) การปลูกพืชปุ๋ยสดแซมพืชประธานในฤดูแล้ง รูปแบบนี้เหมาะที่จะดำเนินการในพื้นที่ที่มีระบบชลประทานรองรับ คือในช่วงฤดูฝนทำการปลูกพืชประธานอย่างเดียวพอถึงช่วงฤดูแล้งจะทำการปลูกพืชปุ๋ยสดแซมกับพืชประธานอีกครั้ง เช่น พื้นที่ลุ่มนาชลประทาน สำหรับในพื้นที่ดอนก็ดำเนินการเช่นกัน เช่น ในข้าวโพด อาจต้องปรับระยะปลูกเป็นแถวคู่ระยะห่างระหว่างแถวคู่ 40 เซนติเมตร เว้นช่องว่างห่างระหว่างแต่ละแถวคู่ประมาณ 1.5-2 เมตร สำหรับปลูกพืชปุ๋ยสด แล้วจึงทำการสับกลบในช่วงออกดอกต่อไป

(3) การปลูกพืชปุ๋ยสด 2 ชนิดแซมในแถวพืชประธาน 2 ชนิดใน 1 ปี ระบบนี้ก็เหมาะสำหรับพื้นที่เกษตรในเขตชลประทาน บริเวณพื้นที่ดอน โดยการปลูกพืชไร่ที่เป็นพืชประธาน ปรับระยะห่างเป็นแถวคู่ระยะแถว 40 เซนติเมตร เว้นระยะแถวคู่ 1.5-2 เมตร เพื่อปลูกพืชปุ๋ยสด โดยกระทำทั้งช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง แต่จะทำการสลับสับเปลี่ยนพื้นที่ปลูกระหว่างพืชปุ๋ยสดกับพืชประธานกันในแต่ละฤดูในระยะเวลา 1 ปี

3) การปลูกพืชปุ๋ยสดเป็นพืชคลุมดินนอกเหนือพื้นที่ปลูกพืชปกติ ส่วนใหญ่จะปลูกบริเวณขอบเขตของพื้นที่ครอบครองเป็นแนวเขต โดยใช้พืชวงศ์ถั่วประเภทไม้พุ่มสูงหรือไม้ยืนต้น เมื่อเจริญเติบโตระยะหนึ่งก็ทำการตัดกิ่ง ใบ ยอด ลงคลุมพื้นที่แล้วทำการไถกลบให้เป็นปุ๋ยพืชสดต่อไป พืชวงศ์ถั่วยืนต้นที่ใช้ได้แก่ ถั่วมะแฮะ กระถิน แคล้ง จามจุรี ทองหลวง เป็นต้น

4.11.7 พืชปุ๋ยสดที่นิยมใช้ในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9

สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง 5 จังหวัด ได้แก่ นครสวรรค์ อุทัยธานี กำแพงเพชร ตาก และสุโขทัย ลักษณะพื้นที่เป็นลักษณะตั้งแต่ที่ราบลุ่ม ที่ดอน ไปจนถึงพื้นที่สูง ทรัพยากรดินในพื้นที่มีปัญหาดินมีอินทรีย์วัตถุต่ำ และดินเป็นทรายถึงทรายจัด รวมแล้วประมาณเกือบ 6 ล้านไร่ ดังนั้นความต้องการใช้ประโยชน์จากพืชปุ๋ยสดมีเป็นจำนวนมากสภาพพื้นที่ดังกล่าวจากการศึกษาพบว่ามีชนิดพืชที่สำคัญและเหมาะสมต่อการใช้ ประโยชน์ได้ดีด้านการปรับปรุงบำรุงดิน ดังต่อไปนี้

1) ถั่วพุ่ม มีชื่อสามัญว่า cowpea มีอยู่ประมาณ 60 ชนิด (FAO, 1969) ที่นิยมปลูก ในประเทศไทย มี 3 ชนิด คือ

(1) ถั่วพุ่มแดงมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Vigna sinensis*

(2) ถั่วพุ่มลายมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Vigna sinensis*

(3) ถั่วพุ่มดำมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Vigna unguiculata*

ถั่วพุ่มขึ้นได้ดีในสภาพอากาศร้อน นิยมใช้เป็นปุ๋ยพืชสดในที่ดอน ในที่มีน้ำท่วมขัง นิยมปลูกเป็นพืชแซม หรือปลูกก่อนปลูกพืชหลักแล้วไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสด เนื่องจากมีข้อดีคือมีอายุการออกดอกเร็ว ย่อยสลายตัวเป็นอินทรีย์วัตถุง่าย แต่มีโรคแมลงรบกวนค่อนข้างมาก ในการปลูกเพื่อไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสดนิยมปลูกแบบหว่านในอัตราเมล็ดพันธุ์ 8-10 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนการปลูกเพื่อเก็บเมล็ดพันธุ์จะปลูกแบบหยอดเป็น

หลุม โดยใช้ระยะปลูกระหว่างต้นและระหว่างแถว 30 × 50 เซนติเมตร จากผลการทดลองในชุดดินชัยบาดาล จังหวัดนครสวรรค์ พบว่าถั่วพุ่มดำ พุ่มแดง และพุ่มลาย ให้น้ำหนักสดเฉลี่ย 3 ปี อยู่ในระดับน่าพอใจ เฉลี่ย 2,331 2,664 และ 2,277 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ตระกูล และคณะ, 2546) และมีค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) 11 และให้เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ประเทือง, 2546) และจากการทดลองปลูกถั่วพุ่มดำ เป็นพืชแซมในมันสำปะหลัง ร่วมกับใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ในดินชุดสันป่าตอง ซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ในจังหวัดนครสวรรค์ พบว่าสามารถให้ผลผลิตมันสำปะหลังเฉลี่ย 3 ปี 2,400 กิโลกรัมต่อไร่ (ทวีและคณะ, 2543) และจากการศึกษาใช้ถั่วพุ่มดำปลูกร่วมกับการปลูกมันสำปะหลังในชุดดินน้ำพอง พบว่าสามารถเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังให้สูงขึ้น 48 เปอร์เซ็นต์ ในระยะ 2 ปี (ชุมพล และคณะ, 2539)



ภาพที่ 10 ลักษณะของเมล็ดและต้นถั่วพุ่มในแปลงทดลองจังหวัดกำแพงเพชร

2) ถั่วพริ้ว (*Canavalia* spp.) เป็นพืชปุ๋ยสดเขตร้อน ทั่วโลกมีอยู่ประมาณ 25 ชนิด (R.O. Whyte *et al.*, 1984) เท่าที่พบในประเทศไทยมี 3 ชนิด คือ

- (1) ถั่วพริ้วเมล็ดขาว ชื่อสามัญ jack bean ชื่อวิทยาศาสตร์ *Canavalia ensiformis*
- (2) ถั่วพริ้วเมล็ดแดง ชื่อสามัญ sword bean ชื่อวิทยาศาสตร์ *Canavalia gladiata*
- (3) ถั่วพริ้วเมล็ดสีน้ำตาลเทา ยังไม่ทราบชื่อสามัญ และชื่อวิทยาศาสตร์ (unknown)

ฝักจะยาว 10-21 เซนติเมตร มีเมล็ด 8-12 เมล็ดต่อฝัก น้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ด ประมาณ 1,055 กรัม ความแตกต่างกันของ ถั่วพริ้วทั้ง 3 ชนิด คือ ถั่วพริ้วเมล็ดขาว ลักษณะลำต้นจะเป็นพุ่ม การออกดอก และติดฝักเร็วกว่า แต่ถั่วพริ้ว เมล็ดแดง และถั่วพริ้วเมล็ดสีน้ำตาลเทา ลักษณะลำต้นจะเลื้อย มียอดสีเขียวอมแดง มีอายุการออกดอกและติดฝักยาวนานกว่า (ภาพที่ 5)

ถั่วพริ้วจัดเป็นไม้ล้มลุก ลักษณะลำต้นเป็นพุ่ม และเลื้อย ระบบรากลึกแข็งแรง ออกดอกเป็นกลุ่มมีสีชมพู ฝักยาวลักษณะคล้ายดาบห้อยลง มีเมล็ด 10-20 เมล็ดต่อฝัก ถั่วพริ้วขึ้นได้ดีในทุกสภาพดินฟ้าอากาศของไทย สามารถปลูกได้ทุกภาค ชอบดินร่วนปนทราย ไม่ชอบดินที่มีการท่วมขังของน้ำ ในการปลูกเป็นปุ๋ยพืชสดนิยมปลูกแบบหว่านทั่วแปลง ใช้อัตราเมล็ด 8-10 กิโลกรัมต่อไร่ แล้วพรวนกลบหรือปลูกเพื่อเก็บเมล็ดพันธุ์ โดยปลูกแบบหยอดเป็นหลุมโดยใช้ระยะปลูกระหว่างต้นและระหว่างแถว 50 × 50 เซนติเมตร ใช้อัตราเมล็ด 3-5 กิโลกรัมต่อไร่ ถั่วพริ้วเป็นพืชที่ขึ้นได้ดีในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ทนทานต่อความแห้งแล้งรวมทั้งโรคแมลงศัตรูพืช ผลการทดลองในดินชุดชัยบาดาล จังหวัดนครสวรรค์ ให้น้ำหนักสด 3 ปีเฉลี่ย 2,389 กิโลกรัมต่อไร่ และน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 941 กิโลกรัมต่อไร่ (ตระกูล และคณะ 2546) มีค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) เฉลี่ย 16.11 ปริมาณธาตุอาหารหลักไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมเฉลี่ย 2.65 0.40 และ 1.82 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ประเทือง, 2546) ในด้านการปรับปรุงบำรุงดินเพื่อปลูกพืชจากผลการทดลองปลูกถั่วพริ้วแซมในมันสำปะหลังและสับกลบเมื่อออกดอกและร่วมกับการ

ใส่ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ชุดดินสันป่าตอง กลุ่มชุดดินที่ 40 จังหวัดนครสวรรค์ พบว่าสามารถให้น้ำหนักผลผลิตมันสำปะหลังเฉลี่ย 3 ปี 2,408 กิโลกรัมต่อไร่ และจากการทดลองปลูกใน ชุดดินวาริน และไถกลบร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ โดยใช้ชาวพันธุ์ร้อยเอ็ด เป็นพืชทดสอบ พบว่าสามารถเพิ่มผลผลิตงาขาวเฉลี่ย 85.28 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งเพิ่มขึ้นจากการใช้ปุ๋ยเคมีอย่าง เดียว อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ประมาณ 5.14 เปอร์เซ็นต์ (ประชา และคณะ 2541)



ภาพที่ 11 ลักษณะต้น ผัก ดอก และเมล็ดของถั่วพราง

3) ปอเทือง เป็นพืชที่กระจายอยู่ทั่วไปในเขตร้อน และเขตกึ่งร้อน มีอยู่ประมาณ 600 ชนิด (R.O. Whyte *et al.*, 1984) ที่ใช้ปลูกเป็นปุ๋ยพืชสดมีชื่อสามัญว่า sunn hemp ชื่อวิทยาศาสตร์ *Crotalaria juncea* ปอเทืองจัดเป็นพืชฤดูเดียว ลำต้นตั้งตรง แตกกิ่งก้านสาขามาก เป็นไม้เนื้ออ่อนค่อนข้างเปราะหักล้มง่าย สูง 180-300 เซนติเมตร ใบเป็นใบเดี่ยว ลักษณะจะยาวรี ขึ้นได้ดีในสภาพอากาศทั่ว ๆ เหมาะสมต่อการปลูกปรับปรุงบำรุงดินในที่ดอนหรือแม้กระทั่งที่ราบลุ่ม ในเขตชลประทานที่สามารถควบคุมการระบายน้ำได้ดี เป็นพืชที่ทนทานต่อสภาพแห้งแล้งได้ดี แต่มีศัตรูรบกวนค่อนข้างมาก ดังนั้นในการปลูกจึงควรมีการปลูกสลับกับพืชปุ๋ยสดชนิดอื่น ๆ บ้างในปีถัดไป ในการปลูกให้เป็นปุ๋ยพืชสด นิยมปลูกแบบหว่านให้กระจายทั่วทั้งแปลง เนื่องจากสะดวกเพราะมีเมล็ดพันธุ์ขนาดเล็ก โดยใช้เมล็ดพันธุ์ในอัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ หากปลูกเพื่อเก็บเมล็ดพันธุ์นิยมปลูกแบบหยอดเป็นหลุม โดยใช้ระยะปลูกระหว่างต้น และระหว่างแถว 50×100 เซนติเมตร ผลการทดลองในชุดดินนครปฐม กลุ่มชุดดินที่ 7 ซึ่งเป็นดินนาที่ลุ่ม ซึ่งมีการควบคุมการระบายน้ำ ในอำเภอลำลูกเกด จังหวัดกำแพงเพชร พบว่าสามารถเจริญเติบโต และให้น้ำหนักสดได้ในระดับหนึ่ง เฉลี่ย 2 ปี 1,226 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ผลการทดลองในดินดอน ชุดดินกำแพงแสน กลุ่มชุดดินที่ 33 จังหวัดตาก ซึ่งเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ พบว่าสามารถเจริญเติบโตและให้น้ำหนักสดเป็นที่น่าพอใจอย่างยิ่ง เฉลี่ย 3 ปี 4,608 กิโลกรัมต่อไร่ และให้เปอร์เซ็นต์ธาตุอาหารพืชไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เท่ากับ 2.98 0.28 และ 1.95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมื่อใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถให้น้ำหนักผลผลิตข้าวโพดหวานเฉลี่ย 3 ปี 2,041 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวอัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งให้ผลผลิต 2,417 กิโลกรัมต่อไร่ (ตระกูล และคณะ 2546) เช่นเดียวกับการทดลองปลูกเป็นปุ๋ยพืชสดร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ในชุดดินกำแพงเพชร ก็พบว่าให้น้ำหนักผลผลิตข้าวโพดหวานเฉลี่ย 945 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับวิธีการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งให้น้ำหนักผลผลิตเฉลี่ย 1,033 กิโลกรัมต่อไร่ (ไชยวัฒน์ และคณะ 2542)



ภาพที่ 12 ลักษณะต้น ดอก และเมล็ดปอเทือง

สำหรับผลการศึกษาในชุดดินชัยบาดาล จังหวัดนครสวรรค์ พบว่าปอเทืองสามารถให้น้ำหนักสดอยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ คือน้ำหนักสด 3 ปี เฉลี่ย 3,040 กิโลกรัมต่อไร่ (ตระกูลและคณะ 2546) ส่วนคุณสมบัติทางเคมี พบว่ามีค่าอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) เฉลี่ยเท่ากับ 16 ปริมาณธาตุอาหารหลักไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เฉลี่ยเท่ากับ 2.47 0.30 และ 2.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้นจะเห็นว่าปอเทืองจัดเป็นพืชปุ๋ยสดอีกชนิดหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงบำรุงดินอย่างมีประสิทธิภาพ

4) ถั่วมะแฮะ จัดเป็นไม้พุ่มขนาดเล็ก (sherb) มีชื่อสามัญว่า pigeon pea หรือ congo pea มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cajanus cajan* หรือ *Cajanus indicus* เป็นพืชที่มีการเจริญเติบโตข้ามปีได้ 2-3 ปี มีความสูงตั้งแต่ 1-5 เมตร ระบบรากเป็นรากแก้ว ลักษณะใบเป็นใบย่อย 3 ใบ ยาวรีปลายแหลม ขอบใบเรียบ ดอกสีเหลืองแดงออกเป็นช่อ ฝักลักษณะแบนยาว 5-10 เซนติเมตร ฝักแก่สีน้ำตาลดำ ภายในมีเมล็ด 3-5 เมล็ดถั่วมะแฮะเป็นพืชที่ทนทานต่อความแห้งแล้ง ให้มวลชีวภาพสูง สามารถเจริญเติบโตในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ชอบดินที่มีการระบายน้ำดี ข้อเสียคือเจริญเติบโตในช่วงแรกค่อนข้างช้า ไม่ทนทานต่อน้ำท่วมขัง ลำต้นมีเนื้อไม้ค่อนข้างแข็ง ทำให้อยยสลายตัวในดินได้ช้า ฤดูปลูกที่เหมาะสมคือช่วงต้นฤดูฝน การปลูกเพื่อไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสดใช้ปลูกโดยวิธีหว่านให้กระจายทั่วแปลงใช้อัตราเมล็ด 8 กิโลกรัมต่อไร่ หากปลูกเพื่อเก็บเมล็ดพันธุ์ โดยการหยอดเป็นหลุมใช้ระยะปลูกระหว่างต้น และระหว่างแถว 50×75 เซนติเมตร ใช้เมล็ดพันธุ์ประมาณ 6 กิโลกรัมต่อไร่ ผลการทดลองปลูกในชุดดินกำแพงแสน จังหวัดตาก พบว่าสามารถให้น้ำหนักสดเฉลี่ย 3 ปี 4,848 กิโลกรัมต่อไร่ และชุดดินชัยบาดาล จังหวัดนครสวรรค์ ให้น้ำหนักสดเป็นที่น่าสนใจเช่นกัน คือน้ำหนักสดเฉลี่ย 3 ปี 4,507 กิโลกรัมต่อไร่ (ตระกูล และคณะ, 2546) และมีปริมาณการสะสมธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเท่ากับ 2.60 0.28 และ 1.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รวมทั้งมีค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนเท่ากับ 17 (ประเทือง, 2546) แสดงให้เห็นว่าถั่วมะแฮะ สามารถเจริญเติบโตให้ปริมาณมวลชีวภาพและธาตุอาหารพืชในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 ได้เป็นอย่างดี จากผลการทดลองใช้ใบมะแฮะ 1,000 กิโลกรัมน้ำหนักแห้งร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์สุวรรณ 1 ในชุดดินน้ำพอง (Ng) ที่ อำเภอลำลูกเกด จังหวัดกำแพงเพชร พบว่าสามารถให้น้ำหนักผลผลิตเมล็ดข้าวโพดสูงสุดเฉลี่ย 3 ปี 418 กิโลกรัมต่อไร่ (ไชยวัฒน์ และคณะ 2537) และผลการทดลองในชุดดินกำแพงแสนในจังหวัดตาก โดยปลูกถั่วมะแฮะแล้วไถกลบเมื่ออายุ 50 วัน ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ พบว่าให้น้ำหนักผลผลิตข้าวโพดหวานเฉลี่ย 3 ปี 2,295 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างทางสถิติกับวิธีการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียวในอัตรา 40 กิโลกรัมต่อไร่ซึ่งให้น้ำหนักผลผลิตข้าวโพดหวาน เฉลี่ย 2,417 กิโลกรัมต่อไร่ (ตระกูล และคณะ 2546)



ภาพที่ 13 ลักษณะของฝักและเมล็ดถั่วมะแฮะ

5) โสนอัฟริกัน มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Sesbania rostrata* เป็นพืชที่มีอายุเพียงปีเดียว จัดเป็นไม้พุ่มขนาดกลาง พืชในกลุ่มโสนจัดเป็นพืชเขตร้อน และกิ่งร้อนที่มีอยู่ประมาณ 20 ชนิด แบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ ไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม และไม้ล้มลุก (R.O. Whyte *et al.*, 1984) โสนอัฟริกันจัดเป็นไม้พุ่มขนาดกลางลำต้นเดี่ยวตั้งตรงแตกกิ่งก้านสาขามาก ใบเป็นใบประกอบ ฝักลักษณะกลมยาว ออกดอกเป็นช่อ ช่อดอกหนึ่งมีฝักประมาณ 4-8 ฝัก ภายในฝักมีเมล็ด 15-30 เมล็ด โสนอัฟริกันมีลักษณะพิเศษที่แตกต่างจากโสนชนิดอื่น คือ มีปม (nodule) เกิดขึ้นที่ลำต้น ซึ่งปมดังกล่าวช่วยในการตรึงไนโตรเจน จากอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพ โสนอัฟริกันจัดเป็นพืชปุ๋ยสดที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีทั้งที่ดอน และในที่ลุ่มน้ำท่วมขัง การปลูก และไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสด นิยมปลูกแบบหว่านโดยใช้อัตราเมล็ดพันธุ์ 5 กิโลกรัมต่อไร่ ทำการไถกลบเมื่ออายุ 50 วัน เนื่องจากเมล็ดพันธุ์โสนอัฟริกันมีเปลือกหนา (hard seed) มีปัญหาต่อการงอก ดังนั้นก่อนนำเมล็ดไปหว่านควรทำการแช่ในน้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1-2 นาที แล้วล้างออกด้วยน้ำเย็น นำไปผึ่งในร่มให้แห้งหรือแช่ในน้ำเย็น ประมาณ 4-12 ชั่วโมง จะช่วยเพิ่มอัตราการงอกของเมล็ดได้ ในการปลูกในที่ลุ่มนาข้าวมีวิธีการปฏิบัติ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการงอกและการเจริญเติบโต คือ ก่อนหรือหลังการหว่านเมล็ดพันธุ์แล้วให้ทำการระบายน้ำออกจากแปลงให้หมด ทิ้งไว้ประมาณ 20-30 วัน จึงระบายหรือปล่อยน้ำเข้าแปลง จะทำให้โสนอัฟริกันงอก และเจริญเติบโตได้เป็นอย่างดี ผลการทดลองในชุดดินช่องแค จังหวัด นครสวรรค์ พบว่าสามารถให้น้ำหนักสดเฉลี่ย 2 ปี 3,460 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 632 กิโลกรัมต่อไร่ (ไชยวัฒน์ และคณะ, 2547) ในชุดดินชัยบาดาล กลุ่มชุดดินที่ 28 ให้น้ำหนักสด 3 ปี เฉลี่ย 2,496 กิโลกรัมต่อไร่ ในชุดดินกำแพงแสน กลุ่มชุดดินที่ 33 จังหวัดตาก สามารถให้น้ำหนักสด 3 ปี เฉลี่ย 3,941 กิโลกรัมต่อไร่ (ตระกูล และคณะ, 2546) คุณสมบัติในการสะสมธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เท่ากับ 2.60 0.36 และ 2.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนเท่ากับ 18 (ประเทือง, 2546) จากข้อมูลชี้ให้เห็นว่าในพื้นที่ลุ่มน้ำท่วมขัง โสนอัฟริกันเป็นพืชปุ๋ยสดที่สามารถเจริญเติบโตได้ดี มีลำต้นเปราะหักง่ายสามารถไถกลบและย่อยสลายตัวได้เร็ว ให้น้ำไนโตรเจนสูง แต่มีข้อเสียที่เมล็ดมีเปลือกหนา ทำให้ความงอกไม่ดี หากไม่กระตุ้นเมล็ด ตามที่กล่าวข้างต้น อาจจะทำให้เมล็ดงอกไม่สม่ำเสมอ อาจมีผลต่อข้าวในช่วงของการเจริญเติบโตเล็กน้อย อย่างไรก็ตามโสนอัฟริกันก็จัดเป็นพืชปุ๋ยสดที่สามารถเพิ่มผลผลิตในนาข้าวได้เป็นอย่างดี ผลการทดลองโดยใช้โสนอัฟริกันเป็นปุ๋ยพืชสดร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 12-12-0 N-P₂O₅-K₂O กิโลกรัมต่อไร่ ในชุดดินช่องแค จังหวัดนครสวรรค์ สามารถให้น้ำหนักผลผลิตข้าวสุพรรณบุรี 1 เฉลี่ย 2 ปี 726 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสูงกว่าวิธีเกษตรและแปลงเปรียบเทียบเท่ากับ 17.21 และ 19.56 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ไชยวัฒน์ และคณะ, 2547) และจากการทดลองในชุดดินศรีเทพ กลุ่มชุดดินที่ 16 จังหวัด นครสวรรค์ ใช้โสนอัฟริกันเป็นปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถให้ผลผลิตข้าวชัยนาท 1 เฉลี่ย 2 ปี 611 กิโลกรัมต่อไร่ โดยเพิ่มสูงขึ้นจากแปลงเปรียบเทียบ 12.44 เปอร์เซ็นต์ (ตระกูลและคณะ,

2543) ส่วนผลการทดลองในพื้นที่ดอน โดยการปลูกโสนอัฟริกัน เป็นปุ๋ยพืชสดร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ ในชุดดินกำแพงแสนในจังหวัดตาก พบว่าสามารถให้น้ำหนักผลผลิตข้าวโพดหวาน ซุปเปอร์สวีทสูงสุดเฉลี่ย 3 ปี 2,529 กิโลกรัมต่อไร่ (ตระกุล และคณะ, 2546) ซึ่งจากผลการทดลองทั้งในพื้นที่ลุ่มน้ำข้าวและพื้นที่ดอน แสดงให้เห็นว่าโสนอัฟริกันเป็นพืชที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์เป็นปุ๋ยพืชสดได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถทดแทนหรือลดอัตราการใช้ปุ๋ยเคมีลงได้อย่างชัดเจน



ภาพที่ 14 ลักษณะต้นโสนอัฟริกันและการติดปมที่ลำต้น

6) ถั่วแปเป จัดเป็นพืชปุ๋ยสดอีกชนิดหนึ่งที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 มีชื่อสามัญว่า lablab ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Lablab purpureus* (L) sweet ถั่วแปเปเจริญเติบโตได้ดีในลักษณะอากาศร้อนชื้น ทนต่อความแห้งแล้งได้ระดับหนึ่งชอบดินร่วนปนทรายที่มีการระบายน้ำดี ลักษณะลำต้นเป็นเถาเลื้อย อวบ ส่วนใหญ่ที่ปลูกในพื้นที่มี 2 พันธุ์ คือ ถั่วแปเป และ ถั่วแปยี่ ลักษณะข้อแตกต่างที่สังเกตเห็นได้ชัดเจนระหว่างถั่วแปเป และถั่วแปยี่ คือ สีของเมล็ด ซึ่งถั่วแปเปสีของเมล็ดจะมีสีน้ำตาลแดง ส่วนถั่วแปยี่จะมีสีขาวนวล พบมากแถบจังหวัดตาก ข้อเสียของถั่วแปเปคือ ไม่ทนทานต่อการแช่ขังของน้ำ และสภาพอากาศที่แห้งแล้งที่ยาวนาน จะทำให้ใบร่วงและต้นแห้งตาย การปลูกถั่วแปเป ควรปลูกในช่วงต้น ๆ ฤดูฝน หากปลูกล่าช้าจะทำให้ถั่วแปเปมีการเจริญเติบโตทางลำต้น และใบมาก ทำให้ออกดอกติดฝักล่าช้า และมีจำนวนน้อย การปลูกถั่วแปเปเพื่อใช้เป็นพืชคลุมดินหรือทำปุ๋ยพืชสด คือการปลูกแบบหว่านเมล็ดให้กระจายทั่วทั้งพื้นที่ โดยใช้อัตราเมล็ดประมาณ 8 กิโลกรัมต่อไร่ แล้วทำการคราดกลบ เนื่องจากเมล็ดมีขนาดค่อนข้างใหญ่หากต้องการปลูก เพื่อเก็บเมล็ดพันธุ์ให้ใช้วิธีปลูกแบบหยอดเป็นหลุม โดยใช้ระยะปลูกระหว่างต้นและระหว่างแถว 50 x 100 เซนติเมตร หลุมละ 2-3 เมล็ด อัตราเมล็ดประมาณ 3-4 กิโลกรัมต่อไร่ ถั่วแปเปเป็นพืชที่มีศัตรูรบกวนน้อยมาก และสามารถเจริญเติบโตแข่งขันกับวัชพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลการทดลองปลูกถั่วแปเปแบบหยอดเป็นหลุมในชุดดินนครปฐม พบว่าถั่วแปเปเจริญเติบโตและให้น้ำหนักสดเฉลี่ย 1,298 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 408 กิโลกรัมต่อไร่ การปลูกในชุดดินนครปฐมดังกล่าวนี้จำเป็นต้องควบคุมการระบายน้ำตลอดอายุการเจริญเติบโต เพราะเป็นดินนาที่ลุ่ม ลักษณะดินเป็นดินร่วนปนดินเหนียว (ตระกุล และคณะ 2545) ส่วนผลการทดลองปลูกในชุดดินกำแพงแสน ในจังหวัดตาก พบว่าถั่วแปเปให้น้ำหนักสดเฉลี่ย 3 ปี 1,463 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นน้ำหนักแห้ง 433 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์เฉลี่ย 3 ปี 183 กิโลกรัมต่อไร่ (ตระกุล และคณะ, 2545)



ภาพที่ 15 ลักษณะของฝักและเมล็ดถั่วแปป

นอกจากพืชปุ๋ยสดชนิดต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นทั้งหมดนั้น มีความเหมาะสม ต่อการใช้ปลูกเป็นปุ๋ยพืชสดทั้งในสภาพที่ลุ่มน้ำท่วมขัง และที่ดอนในพื้นที่ของสำนักงานพัฒนาที่ดิน เขต 9 ยังมีพืชตระกูลถั่วอีกหลายชนิดที่มีศักยภาพในด้านการเจริญเติบโตให้มวลชีวภาพสูง เช่น โสนอินเดีย โสนจีนแดง โสนคางคก แต่ยังไม่เป็นที่นิยมแพร่หลายในพื้นที่ รวมทั้งพืชปุ๋ยสดในกลุ่ม ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ซึ่งมีศักยภาพแต่ไม่ได้กล่าวถึง เนื่องจากมีการปลูกเพื่อวัตถุประสงค์ทางเศรษฐกิจ มากกว่าปลูกเพื่อการไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสด อย่างไรก็ตามการปลูกดังกล่าวหากมองในแง่ของการปรับปรุงดินในด้านกายภาพ โครงสร้างของดิน เป็นลำดับต้นซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้ประโยชน์ได้อีกแบบหนึ่ง

ตารางที่ 32 แสดงมวลชีวภาพและปริมาณธาตุอาหารหลักของพืชปุ๋ยสดบางชนิดในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9

ชนิดพืชปุ๋ยสด	น้ำหนักสด (กก./ไร่)	น้ำหนักแห้ง (กก./ไร่)	ปริมาณธาตุอาหารหลัก (เปอร์เซ็นต์)			C/N ratio
			N	P	K	
ถั่วพริ้ว	2,389	598	2.46	0.35	1.50	21
ถั่วพุ่มดำ	2,331	464	3.01	0.36	1.18	16
ถั่วพุ่มแดง	2,664	480	3.11	0.45	2.00	15
ถั่วพุ่มลาย	2,277	450	3.08	0.39	2.07	17
ปอเทือง	3,040	599	2.64	0.30	1.21	19
โสนอัฟริกัน	2,496	542	2.61	0.34	1.48	16
โสนอินเดีย	4,720	1139	2.40	0.31	1.33	23
โสนคางคก	2,372	451	2.78	0.34	2.04	20
โสนจีนแดง	3,213	689	2.56	0.38	1.75	20
ถั่วมะแฮะ	4,507	1,341	2.54	0.31	1.43	21

ที่มา : ตระกูล และคณะ (2546)

4.11.8 การใช้ประโยชน์จากพืชปุ๋ยสดในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9

ดังที่กล่าวในรายละเอียดในช่วงแรกแล้วว่าพื้นที่รับผิดชอบของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 ซึ่งมีพื้นที่รับผิดชอบ 5 จังหวัด คือ นครสวรรค์ อุทัยธานี กำแพงเพชร ตาก และสุโขทัย มีดินที่มีปัญหาต่อการใช้ประโยชน์ทางการเกษตร รวมประมาณ 22.01 ล้านไร่ หรือร้อยละ 73.03 ของพื้นที่ ทั้งหมด ในจำนวนดังกล่าวเป็นดินที่มีปัญหาอินทรีย์วัตถุต่ำ และดินทรายถึงทรายจัด ถึงเกือบ 6 ล้านไร่ และมีลักษณะภูมิประเทศตั้งแต่ที่ราบลุ่มไปจนถึงพื้นที่สูง ดังนั้นการใช้ประโยชน์ของพืชปุ๋ยสดจะแตกต่างกันไปตามเงื่อนไขความต้องการของพื้นที่ที่แตกต่างกันไป จากตัวเลขข้อมูล และหลักการทั้งหมดที่กล่าวมานั้น ได้ถูกนำมาเป็นแนวทางการปฏิบัติในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 ในพื้นที่ 5 จังหวัด ซึ่งส่วนใหญ่จะปฏิบัติเป็น 3 รูปแบบใหญ่ ดังนี้

1) รูปแบบการปลูกพืชปุ๋ยสดในระบบการปลูกหมุนเวียนใน 1 ปี รูปแบบนี้เป็นที่นิยมปฏิบัติของเกษตรกรในพื้นที่ โดยดำเนินการปลูกพืชปุ๋ยสดในช่วงต้นฤดูฝน แล้วปล่อยให้พืชปุ๋ยสดเจริญเติบโตจนถึงระยะออกดอก จึงทำการไถกลบปล่อยให้ย่อยสลาย ระยะเวลา 1-2 สัปดาห์ เตรียมดินเพื่อปลูกพืชประธานต่อไป และบางพื้นที่ก็จะปลูกพืชประธานก่อนในช่วงต้นฤดูฝน และเมื่อเก็บเกี่ยวพืชประธานเสร็จจึงปลูกพืชปุ๋ยสดตามภายใน 1 ปี พืชปุ๋ยสดที่ใช้ปลูกต้นฝนส่วนใหญ่ได้รับการแนะนำส่งเสริมจากเจ้าหน้าที่ของสถานีพัฒนาที่ดิน รวมทั้งการสนับสนุนเมล็ดพันธุ์ด้วย เช่น ปอเทือง ถั่วพุ่ม ถั่วพุ่ม โสน เป็นต้น ส่วนในช่วงปลายฝนจะเป็นพืชปุ๋ยสดจำพวก ถั่วเขียว ถั่วพุ่ม ซึ่งสามารถเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้จำหน่ายและเป็นพืชอายุสั้น ทนแล้งพอสมควร เกษตรกรชาวไร่อ้อยจังหวัด นครสวรรค์ กำแพงเพชร ยังได้นำเมล็ดถั่วพุ่มไปปลูกเพื่อตัดวงจรหนอนกออ้อย และเป็นการปรับปรุงบำรุงดินในพื้นที่ไปพร้อมกันอีกด้วย

2) รูปแบบการปลูกพืชในลักษณะพืชแซม การปฏิบัติในลักษณะนี้จะกระทำเป็น 2 รูปแบบย่อย คือ การปลูกพืชปุ๋ยสดแซมระหว่างแถวของพืชประธาน เช่น ในไร่อ้อย อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ โดยทำการเตรียมดิน และวางท่อนอ้อยเสร็จเรียบร้อยหลังจากนั้นก็นำพืชปุ๋ยสด เช่น ถั่วพุ่ม หยอดเมล็ดพันธุ์แล้วพรวนกลบตามทันที และในไร่อ้อยแถวกิ่งอำเภอบึงสามัคคี จังหวัดกำแพงเพชร ได้เริ่มปรับระบบการปลูกเป็นระบบแถวคู่ และได้รับการสนับสนุนเมล็ดพันธุ์ถั่วพุ่มไปปลูกแซมระหว่างแถวคู่ แล้วทำการใช้ผลพรวน ทำร่นและไถกลบถั่วพุ่มไปพร้อม ๆ กัน ซึ่งก็เริ่มเป็นที่ยอมรับของเกษตรกรในพื้นที่มากขึ้นตามลำดับ และอีกรูปแบบหนึ่งก็คือการปลูกพืชประธานที่เป็นพืชไร่ เช่น ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในช่วงต้นฝน และให้เจริญเติบโตไปจนถึงจะเก็บเกี่ยว โดยก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวโพดก็จะทำการไถเมล็ดพันธุ์พืชปุ๋ยสด เช่น ถั่วเขียว ถั่วพุ่ม ในระหว่างแถวข้าวโพด เป็นการปฏิบัติในลักษณะเหลื่อมฤดู เพื่อให้ต้นข้าวโพดช่วยบังแดดไม่ให้ความชื้นในดินสูญเสียเร็วเกินไป ซึ่งก็สามารถจะคลุมพื้นที่หรือประยุกต์ให้เก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ให้อีกด้วยเป็นการปฏิบัติกันในแถบพื้นที่อำเภอหนองบัว จังหวัดนครสวรรค์ ซึ่งเป็นการเพิ่มผลผลิตและปรับปรุงบำรุงดินไปพร้อม ๆ กันอีกด้วย

3) รูปแบบการปลูกพืชในลักษณะพืชคลุมดิน เป็นการปฏิบัติของเกษตรกรแถบอำเภอหนองบัว และอำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ซึ่งมีพื้นที่เป็นที่ลาดเท มีการชะล้างพังทลายของดิน โดยได้รับคำแนะนำจากเจ้าหน้าที่หน่วยพัฒนาที่ดินให้ทำการปลูกพืชปุ๋ยสดคลุมดิน ซึ่งมีวิธีปฏิบัติคือจะทำโรยเมล็ดพันธุ์ถั่วมะแฮะเป็นแถบขวางความลาดเทในช่วงต้นฤดูฝน ระหว่างแถบมะแฮะจะทำการปลูกถั่วลิสงเต็มพื้นที่ แล้วทำการปล่อยให้ถั่วลิสงเจริญเติบโตจนออกดอกติดฝัก จึงทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตไปจำหน่าย ส่วนแถบถั่วมะแฮะก็จะทำการตัดทิ้งลงคลุมดินในพื้นที่ต่อไป ซึ่งวิธีการดังกล่าวได้มีการขยายผลสู่เกษตรกรข้างเคียง ซึ่งก็เป็นที่ยอมรับของเกษตรกรในพื้นที่ดังกล่าว

ซึ่งจากรูปแบบที่เกษตรกรนำไปปฏิบัติในพื้นที่ดังกล่าวจะเห็นว่าเป็นรูปแบบที่ง่ายต่อการปฏิบัติ และเป็นการประยุกต์ใช้ระบบการปลูกพืชปุ๋ยสดสู่พื้นที่เกษตรกร ส่วนในรูปแบบอื่น ๆ ตามหลักการที่อธิบายไว้ในเบื้องต้น เชื่อว่าในอนาคตต่อไปหากได้รับการสนับสนุน และส่งเสริมอย่างจริงจังจากภาครัฐ เกษตรกรจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ สู่การปฏิบัติตามความเหมาะสมในแต่ละพื้นที่ต่อไปอย่างกว้างขวาง

4.11.9 ประโยชน์ของการใช้พืชปุ๋ยสดต่อการปรับปรุงบำรุงดิน

1) เพิ่มปริมาณ และกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน การไถกลบพืชปุ๋ยสดคลุกเคล้าลงไปในดิน นอกจากจะมีกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินในการย่อยสลายแล้ว อินทรีย์วัตถุที่ได้จากปุ๋ยพืชสดทำให้ดินมีสารอินทรีย์อย่างอุดมสมบูรณ์ ทำให้จุลินทรีย์จำนวนมากทั้งพวกที่ไม่สามารถสังเคราะห์อาหารได้ด้วยตัวเอง มาใช้ประโยชน์ในกิจกรรมการย่อยสลาย และปลดปล่อยธาตุอาหารให้กับตัวเอง ดิน และพืช (บัญญัติ 2526) ซึ่งในดินที่อุดมสมบูรณ์อาจมีจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นแบคทีเรีย เชื้อราและแอคติโนมัยซิส ในปริมาณถึง 2 ตันต่อไร่ (Krasilnikov, 1958) ทำให้กิจกรรมของสิ่งมีชีวิตในดินเป็นไปอย่างมีชีวิต

2) ช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน เมื่อทำการไถกลบ หรือสับกลบ (turning under) พืชปุ๋ยสดลงในดินที่ชุ่มชื้น และอุณหภูมิที่เหมาะสม การสลายตัวของพืชจะเริ่มต้นขึ้น ถ้ามีไนโตรเจนสูงกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ การปลดปล่อยแอมโมเนีย และธาตุอื่น ๆ จะเริ่มทันที ซึ่งในการปลดปล่อยธาตุอาหารจะเกิดขึ้นมากในระยะ 1-2 เดือนแรก หลังจากนั้นการปลดปล่อยจะลดลง (ธงชัย, 2546)

3) ช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพ และลดอัตราการใช้ปุ๋ยเคมี เนื่องจากปุ๋ยพืชสดช่วยให้คุณสมบัติของดินทั้งด้านเคมี ชีวภาพ และกายภาพของดินมีความเหมาะสม ไม่ทำให้ดินมีสภาพความเป็นกรดเป็นด่างผันแปรสูงต่ำ ทำให้ปุ๋ยเคมีไม่ถูกตรึงยึดเอาไว้สามารถละลายและพืชใช้ประโยชน์ได้ทันที นอกจากนี้ไนโตรเจนที่ได้รับจากปุ๋ยพืชสดส่วนหนึ่งสามารถทดแทนปุ๋ยเคมีได้ระดับหนึ่งอยู่แล้ว ซึ่งในระยะแรกของการใช้ปุ๋ยพืชสดอาจใช้ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีในสัดส่วนที่ไม่เท่ากันแต่หากเมื่อมีการใช้ปุ๋ยพืชสดไถกลบเป็นปริมาณที่มากพอก็สามารถที่จะลดอัตราการใช้ปุ๋ยเคมีให้เหลือน้อยที่สุด แต่อย่างไรก็ตามปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์ในรูปแบบของปุ๋ยพืชสดและอื่น ๆ ควรจะมีบทบาทร่วมกัน และสนับสนุนส่งเสริมกันที่จะสร้างผลประโยชน์ที่ดีที่สุดให้แก่ความอุดมสมบูรณ์ของดิน มากกว่าที่จะเป็นคู่แข่งกันที่เกษตรกรจะต้องตัดสินใจเลือกใช้อย่างใดอย่างหนึ่ง (สรสิทธิ์, 2535)

4) เพิ่มปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ให้แก่ดิน อากาศในดินที่พืชเจริญเติบโตอยู่อาจมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ตั้งแต่ 0.05 ถึง 0.28 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาณ ส่วนที่อยู่เหนือดินมีเพียง 0.03 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น การเติมปุ๋ยพืชสดให้แก่ดินจะเป็นการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ ทั้งส่วนที่อยู่เหนือดินและใต้ดินซึ่งเป็นการส่งเสริมให้การเจริญเติบโตของพืชดีขึ้นด้วย

5) ระบบรากของพืชปุ๋ยสดจะช่วยดูดเอาธาตุอาหารที่เคยถูกชะล้างจากดินบนไปสู่ดินล่าง กลับขึ้นมาสะสมในราก และลำต้น ซึ่งจะเกิดผลดีแก่พืชหลักที่จะปลูกตามมาภายหลัง

6) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการสลายตัวของพืชจะเปลี่ยนเป็นกรดคาร์บอนิกซึ่ง ช่วยให้การละลายของแร่ธาตุอาหารต่าง ๆ ในดินดีขึ้นด้วย

7) สารอินทรีย์ที่ได้จากการสลายตัวของปุ๋ยพืชสดจะจับกับจุลธาตุในรูปคีเลตซึ่งจะทำให้คงความเป็นประโยชน์แก่พืชหลักที่จะปลูกตามมา

8) ช่วยให้ดินมีโครงสร้างทางกายภาพดีขึ้นไม่แน่นทึบ เกิดความร่วนซุย (friable) ทำให้ง่ายต่อการไถพรวน ระบบรากของพืชสามารถหยั่งลงไปในดินเพื่อขออนุเคราะห์ธาตุอาหาร และอินทรีย์วัตถุที่ได้รับจากปุ๋ยพืชสดมีส่วนทำให้เกิดช่องว่างในดินเป็นการเพิ่มอากาศในดิน เพื่อให้ดินมีสัดส่วนที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช

9) การไถกลบปุ๋ยพืชสด เป็นการขุดเขยอินทรีย์วัตถุในดินที่สูญเสียไป การใช้ปุ๋ยพืชสดในตอนต้นฤดูการที่ทำการเพาะปลูกอย่างต่อเนื่องจะมีผลต่อปริมาณของอินทรีย์วัตถุในดินในปลายปีน้อยมาก เพียงแต่ช่วยขุดเขยส่วนที่ย่อยสลายได้ง่ายเท่านั้น เมื่อมีการเพาะปลูกอย่างต่อเนื่องในดินที่บุกเบิกใหม่ ปริมาณอินทรีย์วัตถุจะลดลงเรื่อย ๆ จนถึงระดับหนึ่ง การเติมปุ๋ยพืชสดลงไปจะทำให้ระดับของอินทรีย์วัตถุในดินในช่วงการเจริญเติบโตของพืชสูงขึ้น

10) ส่งเสริมการเจริญเติบโตของระบบรากพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปุ๋ยพืชสดจำพวกพืชตระกูลถั่วที่มีระบบรากลึก ถ้าพืชหลักเจริญไปตามแนวรากเดิมก็จะได้รับธาตุอาหารจากการสลายตัวของรากเดิม และสามารถใช้ประโยชน์จากความชื้นจากดินชั้นล่างได้ด้วย

11) ช่วยส่งเสริมให้เกิดการสร้างเม็ดดิน (aggregation) หลังการไถกลบปุ๋ยพืชสดก็จะสลายตัวเกิดสารอินทรีย์จำพวกโพลีแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) ซึ่งมีลักษณะเหนียวจึงช่วยประสานเม็ดดินให้เกาะกัน และมีความเสถียรมากขึ้น

12) สามารถควบคุมโรคพืชบางชนิดได้ อินทรีย์วัตถุที่ได้รับจากการไถกลบปุ๋ยพืชสดจะส่งเสริมกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินให้มีความเพิ่มขึ้นทั้งปริมาณ และชนิดของจุลินทรีย์ โดยเฉพาะกลุ่ม 1 อินทรีย์ที่ใช้คาร์บอนจากสารอินทรีย์ (Heterotrophic Bacteria) เช่น Tricoderma sp., Bacillus sp. ช่วยควบคุมโรครากเน่า โคนเน่า เป็นต้น นอกจากนี้จุลินทรีย์บางกลุ่มสามารถผลิตสารเคมีซึ่งเรียกว่าสารปฏิชีวนะออกมาในขณะที่เจริญเติบโต ซึ่งสารเคมีนี้สามารถควบคุม หรือทำลายจุลินทรีย์บางชนิดที่ไม่เป็นประโยชน์ได้



ภาพที่ 16 การย่อยสลายตัวของอินทรีย์วัตถุที่ได้จากพืชปุ๋ยสด

4.11.10 วิธีคำนวณการยกระดับอินทรีย์วัตถุของดินจากปุ๋ยพืชสด

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องที่จำเป็นต้องใช้ในการคำนวณคือ

1) ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่มีอยู่ในดินในพื้นที่เพาะปลูกแต่ละแปลง ซึ่งได้จากการเก็บตัวอย่างดินที่ถูกต้อง ส่งวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

2) น้ำหนักดิน (ดินบน) ที่ความลึก 6 นิ้ว (15 เซนติเมตร) ต่อเนื้อที่ 1 ไร่ จะมีเนื้อดินประมาณ 360,000 กิโลกรัมต่อไร่ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2535)

3) ปริมาณมวลชีวภาพ (biomass) ของพืชปุ๋ยสดที่จะใช้ในการปลูก ได้แก่ น้ำหนักสด (green weight) น้ำหนักแห้ง (dry weight) ค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) เปอร์เซ็นต์ธาตุไนโตรเจนในพืชปุ๋ยสดชนิด นั้น ๆ ดังตัวอย่างผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของ พืชปุ๋ยสด (ตารางที่ 32)

ตารางที่ 33 แสดงน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และคุณสมบัติทางเคมีของพืชปุ๋ยสด 5 ชนิด

ชนิดพืชปุ๋ย สด	น้ำหนัก สด (กก./ไร่)	น้ำหนัก แห้ง (กก./ไร่)	ปริมาณธาตุอาหาร (เปอร์เซ็นต์)			C/N ratio	หมายเหตุ
			N	P	K		
ถั่วพริ้ว	2,389	598	2.46	0.35	1.50	21.00	ความชื้น
ถั่วพุ่มดำ	2,331	464	3.01	0.36	1.18	15.66	75-82
ปอเทือง	3,040	599	2.64	0.30	1.21	19.00	เปอร์เซ็นต์
โสนแอฟริกา	2,496	542	2.61	0.34	1.48	16.33	
ถั่วมะแฮะ	4,507	1,341	2.54	0.31	1.43	20.66	

ที่มา : ตระกูล และคณะ (2546)

ตารางที่ 34 แสดงระดับอินทรีย์วัตถุในดินตามมาตรฐานสากล

ระดับ/เกณฑ์	เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ
ต่ำมาก	น้อยกว่า 0.5
ต่ำ	0.5–1.0
ค่อนข้างต่ำ	1.0–1.5
ปานกลาง	1.5–2.5
ค่อนข้างสูง	2.5–3.5
สูง	3.5–4.5
สูงมาก	มากกว่า 4.5

ที่มา : สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน (2551)

ตัวอย่าง ต้องการยกระดับอินทรีย์วัตถุของดินชุดสนป่าตอง ซึ่งมีค่าอินทรีย์วัตถุ 1.4 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากเกณฑ์ระดับอินทรีย์วัตถุแล้วถือว่าอยู่ในระดับต่ำ จึงต้องการเพิ่มอินทรีย์วัตถุโดยการไถกลบถั่วพริ้วให้เป็นปุ๋ยพืชสด เพื่อเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้เป็น 2.5 เปอร์เซ็นต์จะต้องใช้ถั่วพริ้วเป็นปริมาณเท่าใด

วิธีทำ ในชุดดินสนป่าตองมีค่าอินทรีย์วัตถุ 1.4 เปอร์เซ็นต์
 ดังนั้นจะต้องเพิ่มอินทรีย์วัตถุลงไป $2.5 - 1.4 = 1.1$ เปอร์เซ็นต์
 ในพื้นที่ 1 ไร่ จะต้องเพิ่มอินทรีย์วัตถุลงไป $= 0.011 \times 360,000$
 $= 3,960$ กิโลกรัมต่อไร่

จากตารางตัวอย่างถั่วพริ้ว มีค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน 21 โดย

อินทรีย์วัตถุ (OM) = อินทรีย์คาร์บอน (O.C.) $\times$ 1.724 (Van Bemmelen Factor)

คิดจาก ค่าประมาณคาร์บอนเป็นส่วนประกอบในอินทรีย์วัตถุ (58 เปอร์เซ็นต์) (ณรงค์, 2545)

$$\text{C/N ratio} = \frac{\% \text{ OC}}{\% \text{ N}} \quad (\text{ที่มา ประเทือง, 2546})$$

$$\text{เพราะฉะนั้น เปอร์เซ็นต์ OM} = \text{C/N ratio} \times \% \text{ N} \times 1.724$$

$$\text{แทนค่า \%OM} = 21 \times 2.46 \times 1.724$$

$$= 89.06 \text{ เปอร์เซ็นต์}$$

เพราะฉะนั้น อินทรีย์วัตถุที่ต้องเพิ่มลงไป 3,960 กิโลกรัมต่อไร่ ต้องได้จากถั่วพราง

$$= \frac{100 \times 3.960}{89.06}$$

$$89.06$$

$$= 4,446.44 \text{ กิโลกรัมต่อไร่}$$

จากตารางตัวอย่างในการปลูกถั่วพราง 1 ครั้ง ใน 1 ไร่ ชุดดินสันป่าตองให้น้ำหนักแห้ง (dry weight) เท่ากับ 598 กิโลกรัมต่อไร่

$$\begin{aligned} \text{เพราะฉะนั้น จะต้องปลูกถั่วพราง} &= \frac{4,446.44}{598} \\ &= 7.4 \text{ ครั้ง} \end{aligned}$$

ดังนั้น จะต้องปลูกถั่วพรางประมาณ 8 ครั้ง ต่อเนื่องทุกปี จึงจะสามารถยกระดับอินทรีย์วัตถุ เป็น 2.5 เปอร์เซ็นต์ได้ตามที่ต้องการ

4.12 น้ำหมักชีวภาพ (bio fermented juice)

4.12.1 น้ำหมักชีวภาพคืออะไร ผลิตได้อย่างไร

น้ำหมักชีวภาพ เป็นของเหลวซึ่งได้จากการย่อยสลายวัสดุเหลือใช้จากพืช หรือสัตว์ที่มีลักษณะสดอวบน้ำหรือมีความชื้นสูง โดยอาศัยกิจกรรมของจุลินทรีย์ ทั้งในสภาพที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจนน้อย ทำให้ได้ฮอโมน หรือสารเสริมการเจริญเติบโตของพืช เช่น ออกซิน จิบเบอเรลลิน และไซโตไคนิน รวมทั้งกรดอินทรีย์หลายชนิด เช่น กรดแลคติก กรดอะซิติก กรดอะมิโน และกรดฮิวมิก (กรมพัฒนาที่ดิน, 2554)

กรมพัฒนาที่ดิน (2554) ระบุว่า การผลิตน้ำหมักชีวภาพที่ใช้สารเร่งซูเปอร์ พด.2 สามารถใช้วัตถุดิบจากพืชผักและผลไม้ หรือปลาและหอยเชอรี่ ในการผลิตน้ำหมักชีวภาพ ดังนั้น กล่าวโดยสรุปได้ว่า การผลิตน้ำหมักชีวภาพ สามารถผลิตได้จากวัตถุดิบที่หาได้ง่าย และมีอยู่ในพื้นที่ เช่น พืชผัก ผลไม้ พืชสมุนไพร ปลา และหอยเชอรี่ เป็นต้น

1) วัสดุ สำหรับการผลิตน้ำหมักชีวภาพ จำนวน 50 ลิตร ที่ผลิตจากพืชผัก หรือผลไม้ คือ

(1) ผักหรือผลไม้ 40 กิโลกรัม

(2) กากน้ำตาล 10 กิโลกรัม

(3) น้ำ 10 ลิตร

สำหรับการผลิตน้ำหมักชีวภาพ จากปลาหรือหอยเชอรี่ ใช้ปลาหรือหอยเชอรี่ จำนวน 30 กิโลกรัมผสมกับผลไม้ 10 กิโลกรัม แทนพืชผักหรือผลไม้ ส่วนผสมอย่างอื่น ๆ เหมือนเดิม

2) ขั้นตอนการผลิตน้ำหมักชีวภาพ มีขั้นตอนการผลิต (ภาพที่ 10) ดังนี้

(1) หั่นหรือสับวัสดุพืชหรือสัตว์ให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ

(2) ผสมกากน้ำตาลกับน้ำลงในถังหมัก

(3) ใส่สารเร่งซูเปอร์ พด.2 จำนวน 1 ช้อน (25 กรัม) คนให้เข้ากันนาน 5 นาที

(4) ใส่วัสดุลงในถังหมัก

(5) คลุกเคล้าหรือคนวัสดุให้เข้ากัน กวน 1-2 ครั้งต่อวัน ปิดฝาถังไม่ต้องสนิท และตั้งไว้ในที่ร่ม

(6) กรองวัสดุออกเมื่อหมักสมบูรณ์ สังเกตไม่พบฟองก๊าซ กลิ่นแอลกอฮอล์จะลดลง กลิ่นเปรี้ยวเพิ่มขึ้น และมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 3-4

(7) กรอกใส่ถังทึบแสง และเก็บในที่ร่ม



ภาพที่ 17 ขั้นตอนการผลิตน้ำหมักชีวภาพ

ที่มา : ดัดแปลงจาก กรมพัฒนาที่ดิน (2557)

3) การพิจารณาลักษณะที่ดีทางกายภาพในระหว่างการหมักเพื่อผลิตน้ำหมักชีวภาพ

(1) การเจริญของจุลินทรีย์ ปรากฏเชื้อยีสต์และจุลินทรีย์ชนิดอื่นเจริญเต็มผิวหน้าของวัสดุหมักในช่วง 1-3 วัน ของการหมัก

(2) การเกิดฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีฟองก๊าซเกิดขึ้นที่ผิวหน้าวัสดุและใต้ผิววัสดุหมัก

(3) การเกิดกลิ่นแอลกอฮอล์ ได้กลิ่นของแอลกอฮอล์ ค่อนข้างฉุนมาก

(4) ความใสของสารละลาย เป็นของเหลวใสไม่ขุ่นและคloy ๆ เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้ม

4) การพิจารณาน้ำหมักชีวภาพที่เสร็จสมบูรณ์

(1) มีการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์น้อยลง

(2) กลิ่นแอลกอฮอล์จะลดลง

(3) มีกลิ่นเปรี้ยวเพิ่มขึ้นเนื่องจากเกิดกรดอินทรีย์เพิ่มขึ้น

(4) ไม่ปรากฏก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) หรือมีน้อยมาก

(5) ได้สารละลายหรือของเหลวใสไม่ขุ่น

(6) สมบัติทางเคมีค่าความเป็นกรดและด่าง หรือ พีเอช ของน้ำหมักชีวภาพ ระหว่าง 3-4

5) คุณสมบัติของน้ำหมักชีวภาพ

(1) มีกรดอินทรีย์หลายชนิด เช่น กรดแลกติก กรดอะซิติก และกรดฮิวมิก

(2) มีฮอร์โมนหลายชนิด เช่น ออกซิน ไซโตไคนิน และจิบเบอเรลลิน

(3) มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง อยู่ระหว่าง 3-4

6) อัตราและวิธีการใช้น้ำหมักชีวภาพ

(1) ข้าว แช่เมล็ดพันธุ์ข้าว ผสมน้ำหมักชีวภาพ 20 มิลลิลิตร ในน้ำ 20 ลิตร แช่เมล็ดข้าว 25 กิโลกรัม เป็นเวลา 12 ชั่วโมง นำมาปัก 1 วันก่อนนำไปปลูก ส่วนช่วงไถกลบตอซึ่งใช้น้ำหมักชีวภาพ 5 ลิตร ผสมน้ำ 100 ลิตร ราดให้ทั่วแปลงในพื้นที่ 1 ไร่ หมักไว้ 10-15 วัน สำหรับช่วงการเจริญเติบโตผสมน้ำหมักชีวภาพ 100 มิลลิลิตร ในน้ำ 50 ลิตร ฉีดพ่นหรือรดลงดินในพื้นที่ 1 ไร่ หรือใช้น้ำหมักชีวภาพ 5 ลิตร เทลงในนาข้าวโดยปล่อยตามน้ำ เมื่อข้าวอายุ 30 50 และ 60 วัน

(2) มันสำปะหลัง แช่น้ำหมักชีวภาพเจือจางอัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร เป็นเวลา 12 ชั่วโมง เพื่อเป็นการเร่งการเกิดยอดและราก สำหรับช่วงการเจริญเติบโต ใส่ น้ำหมักชีวภาพ อัตราเจือจาง 1 ลิตรต่อน้ำ 500 ลิตร ใช้ 100 ลิตรต่อไร่ต่อครั้ง ฉีดพ่นหรือรดลงดินเมื่อมันสำปะหลังอายุ 1 2 และ 3 เดือน

(3) พืชไร่ ผสมน้ำหมักชีวภาพ 200 มิลลิลิตร ในน้ำ 100 ลิตร ฉีดพ่นหรือรดลงดินทุก ๆ 15-30 วัน ในพื้นที่ 1 ไร่ ก่อนออกดอก

(4) พืชผักและไม้ดอก ผสมน้ำหมักชีวภาพ 100 มิลลิลิตร ในน้ำ 100 ลิตร ฉีดพ่นหรือรดลงดินทุก ๆ 10 วัน ในพื้นที่ 1 ไร่

(5) ไม้ผล ผสมน้ำหมักชีวภาพ 500 มิลลิลิตร ในน้ำ 250 ลิตร ฉีดพ่นหรือรดลงดิน ทุก 1 เดือน ในพื้นที่ 1 ไร่

4.12.2 จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับน้ำหมักชีวภาพ

กลุ่มจุลินทรีย์สำคัญที่เกี่ยวข้องในการดำเนินกิจกรรมการย่อยสลายเพื่อผลิตน้ำหมัก มี 4 กลุ่ม ดังนี้

1) กลุ่มยีสต์ (Yeasts) ยีสต์มีรูปร่างกลมหรือรี มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ โดยการแตกหน่อ (budding) จัดอยู่ใน family Saccharomycetaceae เมื่ออายุน้อยมีรูปร่างกลม แต่เมื่ออายุมากจะมีขนาด รูปร่างรียาว ในกระบวนการหมักยีสต์จะมีการสร้าง ascospores แบบอาศัยเพศอยู่ใน asci ได้แก่ ยีสต์สกุล Saccharomyces sp. และ Candida sp. และใช้น้ำตาลเป็นแหล่งอาหาร ยีสต์จะทำหน้าที่เปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (หลังจากการหมัก 2 วัน จะได้กลิ่นแอลกอฮอล์) และเกิดผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นออกมาในปริมาณเล็กน้อย ได้แก่ glycerol, acetic acid, organic acids, amino acids, purines, pyrimidines และ alcohol นอกจากนี้ยีสต์จะผลิตวิตามิน และฮอร์โมนในระหว่างการหมักด้วย ในกระบวนการหมักนั้นจะมีความเป็นกรดจัดมาก แต่ยีสต์สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพที่เป็นกรดสูงระหว่าง 4.0-6.5 แอลกอฮอล์ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมักเป็นปัจจัยหนึ่งที่ควบคุมคุณภาพของน้ำหมักชีวภาพด้วย

2) กลุ่มแบคทีเรียผลิตกรดแลคติก (Lactic acid bacteria) เป็นแบคทีเรียแกรมบวกไม่มีการสร้างสปอร์ (endospore) รูปร่างของเซลล์มีลักษณะเป็นท่อน จัดอยู่ใน Family Lactobacillaceae มีการเจริญเติบโตได้ดีในสภาพที่ไม่มีอากาศ ได้แก่ แบคทีเรียในสกุล Lactobacillus sp. และใช้น้ำตาลเป็นแหล่งอาหาร และพลังงานโดยทั่วไปแล้วแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกจะมีอยู่ในสภาพธรรมชาติ เช่น ในพืชผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ และผลิตภัณฑ์นม กรดแลคติกมีบทบาทในการถนอมอาหารหลายชนิด เช่น ผักดองต่าง ๆ และผลิตภัณฑ์นมพวกทำเนยแข็ง จุลินทรีย์ดังกล่าวมีความสามารถทนทานต่อสภาพความเป็นกรดสูงอยู่ ในช่วงระหว่าง 2.0-3.5 ซึ่งสภาวะความเป็นกรดสูงนี้จะมีผลกระทบต่อการยับยั้งการเพิ่มจำนวนเซลล์ หรือกำจัดกลุ่มจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียของอาหาร

3) กลุ่มจุลินทรีย์ย่อยสลายอินทรีย์ไนโตรเจน จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการแปรสภาพอินทรีย์ไนโตรเจนให้เป็นอนินทรีย์ไนโตรเจนประกอบด้วย แบคทีเรีย รา และแอคติโนมัยซิส ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการดังกล่าวนี้ส่วนใหญ่จะได้แอมโมเนีย จึงเรียกกลุ่มจุลินทรีย์เหล่านี้ว่า ammonifiers กลุ่ม

แบคทีเรียในสกุล *Bacillus* sp. สามารถผลิต extracellular enzyme ออกมาภายนอกเซลล์ เรียกว่า proteolytic enzyme (protease) ทำหน้าที่ย่อยโปรตีนให้มีขนาดโมเลกุลเล็กลงเป็นกรดอะมิโน

4) กลุ่มจุลินทรีย์แปรสภาพฟอสฟอรัส จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการแปรสภาพอินทรีย์ฟอสฟอรัส และอนินทรีย์ฟอสฟอรัสในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ให้เป็นรูปฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ประกอบด้วยแบคทีเรีย ในสกุล *Bacillus* sp. และราในสกุล *Aspergillus* sp. โดยจุลินทรีย์จะสร้างน้ำย่อยและกรดอินทรีย์ เพื่อละลายฟอสฟอรัสออกมาให้เป็นรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ซึ่งในองค์ประกอบเศษปลาพบว่ามีการประกอบฟอสฟอรัสทั้งในรูปอินทรีย์สาร และอนินทรีย์สาร ในส่วนของอินทรีย์สารฟอสฟอรัสอยู่ในเนื้อปลาประมาณ 10-15 เปอร์เซ็นต์ ส่วนของอินทรีย์สารฟอสฟอรัสอยู่ในกระดูก และเกล็ดปลาประมาณ 85-90 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจุลินทรีย์กลุ่มนี้จึงมีความเหมาะสมในการทำหน้าที่ย่อยสลายอินทรีย์สาร และอินทรีย์สาร (กลุ่มอินทรีย์วัตถุ และวัสดุเหลือใช้, 2545 และสำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน, 2551)

5) ฟอสฟอรัสของเศษปลา ทำให้ได้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช และจุลินทรีย์ ในขณะเดียวกันจะได้ แคลเซียมออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชด้วย

6) ปริมาณธาตุอาหารพืชในน้ำหมักชีวภาพ จากการศึกษาปริมาณธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรองในน้ำหมักชีวภาพ พบว่า น้ำหมักจากปลา มี ปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส มากกว่าน้ำหมักชนิดอื่น ๆ (ตารางที่ 30)

ตารางที่ 35 ปริมาณธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองในน้ำหมักชีวภาพจากวัตถุดิบบางชนิด

ชนิดวัตถุดิบ	ธาตุอาหารหลัก (เปอร์เซ็นต์)			ธาตุอาหารรอง (เปอร์เซ็นต์)		
	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โปตัสเซียม	แคลเซียม	แมกนีเซียม	กำมะถัน
เศษผัก	0.07-0.92	0.01-0.40	0.14-1.84	0.01-1.19	0.009-0.19	0.001-0.29
ผลไม้	0.07-1.91	0.03-0.78	0.05-1.84	0.09-1.06	0.026-0.35	0.008-0.54
เศษปลา	1.45-3.42	1.04-1.30	1.04-2.39	0.14-1.00	0.038-0.22	0.002-0.30
หอยเชอรี่	0.24-1.48	0.02-0.93	0.42-1.47	0.13-0.73	0.045-0.16	0.006-0.42
นม ไข่ไก่ และถั่ว	0.39-1.48	0.07-0.25	0.62-1.82	0.13-0.73	0.033-0.21	0.002-0.29

ที่มา : ออมทรัพย์ และคณะ (2547)

4.12.3 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการหมักน้ำหมักชีวภาพ

ระยะเวลาการหมักวัตถุดิบในลักษณะสดในสภาพที่เป็นของเหลวนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยของสภาพแวดล้อมและปัจจัยของวัตถุดิบที่ใช้ในการหมักด้วย ดังนั้นจึงมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องที่จะบ่งบอกถึงประสิทธิภาพอัตราการย่อยสลายวัตถุดิบลักษณะสด (กลุ่มอินทรีย์วัตถุและวัสดุเหลือใช้, 2545) ดังนี้

1) ชนิดและองค์ประกอบของวัตถุดิบ วัตถุดิบจากเศษปลาจะย่อยยากกว่าเศษผักและผลไม้ เนื่องจากปลามีองค์ประกอบของโปรตีนและส่วนของกระดูกปลา ซึ่งจะใช้เวลาในการย่อยสลายนานขึ้น ในขณะที่วัสดุหมักที่เป็นเศษพืชจะใช้เวลาในการหมักสั้นกว่า เนื่องจากองค์ประกอบของวัสดุหมักจากผักและผลไม้มีปริมาณเซลล์ลูลอสต่ำ แต่วัสดุจากปลาจะมีแร่ธาตุที่อยู่ในรูปเป็นประโยชน์มากกว่า นอกจากนี้ในวัสดุผักหรือผลไม้จะมีองค์ประกอบของน้ำตาลอยู่มากกว่าวัสดุประเภทเนื้อสัตว์ สารประกอบของน้ำตาลที่อยู่ในวัสดุผักและผลไม้จะเป็นประโยชน์ต่อกระบวนการหมักได้ดี ยีสต์จะใช้น้ำตาลที่มีอยู่ในองค์ประกอบของวัสดุหมักแล้วแปรสภาพให้เป็นของเหลวเป็นการถนอมผลิตภัณฑ์ไว้ โดยผ่านกระบวนการหมัก

2) ความอวบน้ำของวัตถุดิบ วัตถุดิบที่มีความชื้นสูง หรืออวบน้ำจะทำให้กระบวนการหมักดำเนินการย่อยสลายได้ดี เช่น วัสดุเหลือใช้จากผักกาดขาว พริกเขียว และมะเขือเทศ เมื่อนำไปผ่านกระบวนการหมักในสภาพที่เป็นของเหลวแล้วในช่วง 1-3 วันแรกของการหมัก จะมีของเหลวออกมาจากวัสดุผักได้ง่าย โดยผ่านกระบวนการทางชีวเคมี หรือถ้าเป็นวัตถุดิบจากผลไม้ เช่น แตงโม มะละกอ มะม่วง สับปะรด ส้ม ลำไย ลิ้นจี่ เป็นต้น จะมีความชื้นสูงประมาณ 70-90 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้สารละลายจากพืชปลดปล่อยออกได้รวดเร็ว ในกรณีของวัสดุเหลือใช้ที่ได้มาจากสัตว์ เช่น ปลา หรือหอยนั้น สารละลายที่จะถูกสกัดออกมาจะใช้ระยะเวลานานกว่าผัก และผลไม้ เนื่องจากมีองค์ประกอบของโมเลกุลที่ซับซ้อนมากกว่าในเซลล์พืช และนอกจากนี้ความชื้นจะต่ำกว่าเซลล์พืช สำหรับวัตถุดิบที่หาได้ง่าย และนิยมนำมาใช้เป็นส่วนผสมในการทำน้ำหมัก คือ กากน้ำตาล เนื่องจากหาได้ง่าย และมีราคาถูก นอกจากนี้กากน้ำตาลยังมีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ และเป็นประโยชน์ต่อจุลินทรีย์ โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้ ไนโตรเจน (N) 0.38-0.95 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส (P_2O_5) 0.12 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียม (K_2O) 2.0-4.19 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียมออกไซด์ (CaO) 0.45-0.6 เปอร์เซ็นต์ แมกนีเซียมออกไซด์ 0.4-2.7 เปอร์เซ็นต์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) 0.38 เปอร์เซ็นต์ ซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) 0.46-1.86 เปอร์เซ็นต์ เหล็ก (Fe) 0.4-0.6 เปอร์เซ็นต์ น้ำ 17-25 เปอร์เซ็นต์ น้ำตาล 30-40 เปอร์เซ็นต์ ยาง และแป้ง 2-5 เปอร์เซ็นต์

3) แหล่งอาหารคาร์บอนของจุลินทรีย์ ในกระบวนการหมักน้ำตาล ซึ่งเป็นแหล่งคาร์บอนที่สำคัญของจุลินทรีย์ในการดำเนินกิจกรรม เช่น กากน้ำตาล น้ำตาลทรายแดง น้ำตาลทรายขาว น้ำอ้อยสด และน้ำตาลสด ดังนั้น ในการหมักนอกจากจะเกิดกิจกรรมการย่อยสลายจุลินทรีย์แล้ว ความเข้มข้นของน้ำตาลยังมีผลต่อการเกิดกระบวนการ plasmolysis เพราะทำให้เซลล์พืช หรือสัตว์แตกออก และได้สารละลายถูกสกัดออกมาเพิ่มขึ้น เนื่องจากวัสดุผลไม้มีองค์ประกอบของน้ำตาลในปริมาณที่มากกว่าวัสดุหมักชนิดอื่น ดังนั้นในการหมักวัสดุจากสัตว์ควรใช้ผลไม้ร่วมด้วย เพราะจะทำให้การดำเนินกิจกรรมของจุลินทรีย์ดีขึ้น

4) การระบายอากาศ โดยทั่วไปแล้วกระบวนการหมักวัสดุลักษณะสดนี้จะเกิดขึ้นในสภาพที่ไม่มีออกซิเจนมากกว่ามีออกซิเจน และได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ในระหว่างการหมัก ดังนั้นจะต้องให้มีการระบาย CO_2 ออกไป จึงไม่ควรปิดฝาให้สนิท และควรมีการกวนวัสดุหมักทุก 7 วัน

5) ความเป็นกรดเป็นด่าง มีความเกี่ยวข้องในกระบวนการหมัก เนื่องจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ โดยกลุ่มจุลินทรีย์พวก acetic หรือ lactic bacteria จะปลดปล่อยกรดอินทรีย์พวก acetic หรือ lactic acid ในกระบวนการหมัก ทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเริ่มแรกมีค่าประมาณ 5 และเมื่อสิ้นสุดกระบวนการจะมีค่าความเป็นกรดจัดระหว่าง 3-4

6) อุณหภูมิ จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการหมัก เป็นจุลินทรีย์ที่เจริญได้ดีในอุณหภูมิปกติ หรือระหว่าง 30-35 องศาเซลเซียส และไม่มีความต้องการแสง

7) ความชื้น ในกระบวนการหมักจะต้องมีความชื้นสูง โดยมีการเติมน้ำให้ท่วมวัตถุดิบ ซึ่งเป็นสภาพที่มีความเหมาะสมในกระบวนการหมักโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ เพื่อทำให้สารละลายในวัตถุดิบออกมาจากเซลล์

4.12.4 ประโยชน์ของน้ำหมักชีวภาพ

ประโยชน์ของน้ำหมักมีผลต่อสมบัติทางเคมี ฟิสิกส์ และชีวภาพบางประการของดิน และการเจริญเติบโต ของพืช ดังนี้

1) ผลต่อสมบัติทางเคมี และกายภาพของดิน

น้ำหมักชีวภาพจะมีจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดิน ได้แก่ จุลินทรีย์แปรสภาพธาตุฟอสฟอรัสในดินให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมากขึ้น และยีสต์ช่วยย่อยสลาย และปลดปล่อยฮิวโมน

หรือวิตามิน จึงทำให้ดินมีธาตุอาหารเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ น้ำหมักชีวภาพยังเป็นแหล่งสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโต และกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน จึงทำให้จุลินทรีย์ในดินมีกิจกรรม และปริมาณเพิ่มขึ้น ซึ่งจุลินทรีย์เหล่านี้ผลิตสาร และเส้นใยทำให้เกิดเม็ดดินมากขึ้น เป็นการเพิ่มเสถียรภาพของเม็ดดิน ทำให้ดินเก็บความชื้นได้มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานกรมพัฒนาที่ดิน (2544) ว่าการไม่ใส่น้ำหมัก และการใส่น้ำหมักชนิดต่าง ๆ (เจือจาง 1 ส่วนต่อน้ำ 500 ส่วน) ร่วมกับการใช้ปุ๋ยหมักอัตรา 4 ตันต่อไร่ ในดินชุดจันทิกเป็นเวลา 21 วัน พบว่า การไม่ใส่น้ำหมัก ใส่น้ำหมักจากปลา, ผัก, ผลไม้ และหอยเชอรี่ ก่อนการทดลองมีปริมาณธาตุอาหาร และความชื้นของดิน ดังตารางที่ 32 และหลังจากใส่เป็นเวลา 21 วัน พบว่า การใส่ปุ๋ยหมักอย่างเดียว ทำให้ปริมาณธาตุเจริญเติบโตของราก และลำต้นพืชได้ดี แต่อย่างไรก็ตามการใส่น้ำหมักจะมีผลตอบสนองของพืชเด่นชัด ควรมีการปรับปรุงบำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ ได้แก่ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และปุ๋ยพืชสด เพื่อให้ดินมีโครงสร้างที่ดี มีการถ่ายเทอากาศ และธาตุอาหารที่เพียงพอแก่การเจริญเติบโตของพืช ดังรายงานกรมพัฒนาที่ดิน (2544) ว่า การไม่ใส่ปุ๋ยหมัก และน้ำหมัก การไม่ใส่น้ำหมักและการใส่น้ำหมักชนิดต่าง ๆ (เจือจาง 1 ส่วนต่อน้ำ 500 ส่วน) ร่วมกับการใช้ปุ๋ยหมัก อัตรา 4 ตันต่อไร่ ในดินชุดจันทิก โดยนำน้ำหมักชนิดต่าง ๆ รดลงดินในช่วงเริ่มต้นการทดลอง หลังจากนั้น ปลุกข้าวโพดหวาน และฉีดพ่นน้ำหมักทุก 7 วัน หลังจากปลุกข้าวโพดหวาน 10 วัน พบว่า การไม่ใส่ปุ๋ยหมัก และน้ำหมักต้นข้าวโพดหวานมีการเจริญเติบโตน้อยสุด คือ มีความกว้างใบ และความสูง 1.15 และ 3.07 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนการใส่ปุ๋ยหมักต้นข้าวโพดหวานมีความกว้างใบ และความสูง 1.23 และ 3.82 เซนติเมตร ตามลำดับ สำหรับการใส่น้ำหมักจากปลา, ผัก และผลไม้ร่วมกับปุ๋ยหมัก มีผลทำให้ต้นข้าวโพดหวานมีความกว้างใบ และความสูงเพิ่มขึ้น และมากกว่าการใส่ปุ๋ยหมักอย่างเดียว โดยเพิ่มขึ้นระหว่าง 1.45-1.47 และ 5.20-6.02 เซนติเมตร ตามลำดับ

2) ผลต่อสมบัติทางชีวภาพของดิน

การใส่น้ำหมักลงในดินมีผลทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดินเพิ่มขึ้น เนื่องจากในน้ำหมักมีแหล่งสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโต และกิจกรรมของจุลินทรีย์ ได้แก่ แร่ธาตุ กรดอินทรีย์ และฮอโมน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานกรมพัฒนาที่ดิน (2544) พบว่า การไม่ใส่น้ำหมัก และการใส่น้ำหมักชนิดต่าง ๆ (เจือจางน้ำหมัก 1 ส่วนต่อน้ำ 500 ส่วน) ร่วมกับการใช้ปุ๋ยหมักอัตรา 4 ตันต่อไร่ ในดินชุดจันทิก เป็นเวลา 21 วัน พบว่า การไม่ใส่น้ำหมัก ใส่น้ำหมักจากปลา, ผัก, ผลไม้ และหอยเชอรี่ ก่อนการทดลอง มีจุลินทรีย์แบคทีเรียทั้งหมด จุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจนอิสระ จุลินทรีย์แปรสภาพฟอสฟอรัส และยีสต์ และหลังจากใส่เป็นเวลา 21 วัน พบว่า การใส่ปุ๋ยหมักอย่างเดียวมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 4 ชนิด เพิ่มขึ้นเป็น 5.22, 2.13, 2.04 และ 3.33 log No ต่อกรัมของดิน การเพิ่มขึ้นของจุลินทรีย์เนื่องจากการใส่ปุ๋ยหมักซึ่งเป็นแหล่งอาหาร และพลังงานรวมทั้งเป็นที่อยู่ของจุลินทรีย์ ส่วนการใส่น้ำหมักชนิดต่าง ๆ ร่วมกับปุ๋ยหมัก พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ทั้ง 4 ชนิด มีจำนวนเพิ่มขึ้น และมากกว่าการใส่ปุ๋ยหมักอย่างเดียว โดยมีจำนวนเพิ่มขึ้นเป็นระหว่าง 5.95-6.34, 2.43-4.19, 3.12-4.15 และ 3.89-4.45 log No ต่อกรัมของดิน ตามลำดับ

3) ช่วยส่งเสริมการงอกของเมล็ดพืช

น้ำหมักชีวภาพมีองค์ประกอบของฮอโมนออกซิน และจิบเบอเรลลิน ซึ่งมีผลต่อการยืดตัวของเซลล์รากที่งอกออกมาจากส่วนของเมล็ด ดังรายงานกรมพัฒนาที่ดิน (2544) ว่าการไม่ใส่ปุ๋ยหมักและน้ำหมัก การใส่ปุ๋ยหมัก และการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับน้ำหมักชนิดต่าง ๆ (เจือจางน้ำหมัก 1 ส่วนต่อน้ำ 500 ส่วน) โดยใช้ปุ๋ยหมักอัตรา 4 ตันต่อไร่ ในดินชุดจันทิก ต่อการงอกของเมล็ดข้าวโพดหวาน และกวาดตุ้ง พบว่า การไม่ใส่ปุ๋ยหมัก และน้ำหมักอัตราการงอกของเมล็ดข้าวโพดหวาน และกวาดตุ้ง คือ 66.67 และ 76.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการใส่ปุ๋ยหมักอัตราการงอกของเมล็ดข้าวโพดหวาน และกวาดตุ้งมีค่ามากกว่า คือ 77.67 และ 86.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการใส่น้ำหมักชนิดต่าง ๆ ร่วมกับปุ๋ยหมักมีผลทำให้อัตราการงอกของเมล็ด

ข้าวโพดหวาน และกวาดต้งมากกว่าการใส่ปุ๋ยหมักอย่างเดียว โดยเพิ่มขึ้นระหว่าง 89.00–100.00 และ 90.60–93.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

การเจริญเติบโตของราก และลำต้นพืชได้ดี แต่อย่างไรก็ตามการให้น้ำหมักชีวภาพจะมีผลตอบสนองของพืชเด่นชัด ต้องมีการจัดการดินให้เหมาะสมทั้งในด้านกายภาพ และเคมีของดินก่อน กล่าวคือ การปรับปรุงบำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ ได้แก่ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และปุ๋ยพืชสด เพื่อให้ดินมีโครงสร้างที่ดี มีการถ่ายเทอากาศ และธาตุอาหารที่เพียงพอแก่การเจริญเติบโตของพืช ดังรายงานกรมพัฒนาที่ดิน (2544) ว่าการไม่ใส่ปุ๋ยหมัก และน้ำหมัก การไม่ใส่น้ำหมัก และการใส่น้ำหมักชนิดต่าง ๆ (เจือจางน้ำหมักชีวภาพ 1 ส่วนต่อน้ำ 500 ส่วน) ร่วมกับการใช้ปุ๋ยหมัก อัตรา 4 ตันต่อไร่ ในดินชุดจันทิก โดยนำน้ำหมักชนิดต่าง ๆ รดลงดินในช่วงเริ่มต้นการทดลอง หลังจากนั้นปลูกข้าวโพดหวาน และฉีดพ่นน้ำหมักทุก 7 วัน หลังจากปลูกข้าวโพดหวาน 10 วัน พบว่า การไม่ใส่ปุ๋ยหมัก และน้ำหมักต้นข้าวโพดหวานมีการเจริญเติบโตน้อยสุด คือ มีความกว้างใบ และความสูง 1.15 และ 3.07 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนการใส่ปุ๋ยหมักต้นข้าวโพดหวานมีความกว้างใบและความสูง 1.23 และ 3.82 เซนติเมตร ตามลำดับ สำหรับการใส่น้ำหมักชีวภาพจากปลา, ผัก และผลไม้ร่วมกับปุ๋ยหมัก มีผลทำให้ต้นข้าวโพดหวานมีความกว้างใบ และความสูงเพิ่มขึ้น และมากกว่าการใส่ปุ๋ยหมักอย่างเดียว โดยเพิ่มขึ้นระหว่าง 1.45–1.47 และ 5.20–6.02 เซนติเมตร ตามลำดับ

น้ำหมักชีวภาพจะมีองค์ประกอบของฮอร์โมนออกซิน และจิบเบอเรลลิน ซึ่งมีผลต่อการยืดตัวของเซลล์รากที่งอกออกมาจากเมล็ด กรมพัฒนาที่ดิน (2544) ได้รายงานว่าการไม่ใส่ปุ๋ยหมัก และน้ำหมัก การใส่ปุ๋ยหมัก และการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับน้ำหมักชนิดต่าง ๆ (เจือจางน้ำหมัก 1 ส่วนต่อน้ำ 500 ส่วน) โดยใช้ปุ๋ยหมักอัตรา 4 ตันต่อไร่ ในดินชุดจันทิกต่อการงอกของเมล็ดข้าวโพดหวาน และกวาดต้ง พบว่า การไม่ใส่ปุ๋ยหมัก และน้ำหมักชีวภาพอัตราการงอกของเมล็ดข้าวโพดหวาน และกวาดต้ง คือ 66.67 และ 76.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการใส่ปุ๋ยหมักอัตราการงอกของเมล็ดข้าวโพดหวาน และกวาดต้งมีค่ามากกว่า คือ 77.67 และ 86.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการใส่น้ำหมักชีวภาพชนิดต่าง ๆ ร่วมกับปุ๋ยหมักมีผลทำให้อัตราการงอกของเมล็ดข้าวโพดหวาน และกวาดต้งมากกว่าการใส่ปุ๋ยหมักอย่างเดียว โดยเพิ่มขึ้นระหว่าง 89.00–100.00 และ 90.60–93.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

อัตราส่วนการใช้ที่แนะนำให้ปฏิบัติ คือน้ำหมักชีวภาพต่อน้ำเปล่า อัตราส่วน 1 : 500 เนื่องจากมีความเข้มข้นของสารอินทรีย์สูง มีความเป็นกรดจัด ค่าการนำไฟฟ้าสูงมากจึงต้องทำการเจือจางกับน้ำตามอัตราส่วนดังกล่าว ในพืชไร่ใช้น้ำหมักชีวภาพ 1 ลิตรต่อน้ำ 500 ลิตรต่อพื้นที่ 5 ไร่ ฉีดพ่นทุก 10 วัน ก่อนการติดช่อดอก นาข้าว ใช้น้ำหมักชีวภาพ 1 ซีซีต่อน้ำ 10 ลิตร แซ่เมล็ดพันธุ์ข้าวได้ 10 กิโลกรัมเป็นเวลา 1 คืน สำหรับแช่ท่อนพันธุ์อ้อย และมันสำปะหลังใช้อัตราส่วนน้ำหมักชีวภาพ 100 ซีซี ต่อน้ำเปล่า 50 ลิตร ไม่ผล ใช้อัตราส่วน 1 : 500 ฉีดพ่นทุก ๆ 30 วันก่อนการติดช่อดอก

การผลิตน้ำหมักชีวภาพในแต่ละครั้งควรกำหนดปริมาณการผลิตให้พอดีกับขนาดของพื้นที่ที่จะนำไปใช้ เนื่องจากน้ำหมักชีวภาพเป็นสารอินทรีย์ธรรมชาติที่เสื่อมสภาพได้ง่าย จากสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น อุณหภูมิสูง แดดจัด รวมทั้งจุลินทรีย์อื่น ๆ และควรเก็บในที่เย็นปราศจากแสงแดด และควรนำไปใช้ให้หมดภายใน 90 วัน ประโยชน์ของน้ำหมักชีวภาพต่อดิน และพืชคือ ช่วยทำให้กิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินเป็นไปอย่างมีชีวิตชีวาทั้งการเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ดังกล่าวจะช่วยให้เกิดกิจกรรมการย่อยสลาย และปลดปล่อยธาตุอาหารพืช จุลินทรีย์บางชนิด เช่น เชื้อราจะผลิตเส้นใย แบคทีเรียปลดปล่อยเมือก และของเหลว จะช่วยทำให้อนุภาคดินจับตัวกันเป็นเม็ดดิน และก้อนดินเล็ก ๆ ซึ่งจะช่วยในการกักเก็บความชื้นในดิน และทำให้ดินทนทานต่อการชะล้างพังทลาย นอกจากนี้ น้ำหมักชีวภาพยังมีองค์ประกอบของฮอร์โมนต่าง ๆ ที่จะส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช และจุลินทรีย์ดิน เช่น ออกซิน จิบเบอเรลลิน ไซโตไคนิน ฮิวมิกแอซิด ซึ่งจะช่วยในการยืดขยายตัวของเซลล์พืชได้ดียิ่งขึ้นต่อไป

4.13 การจัดการตอซังและวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

การไถกลบตอซัง (crop residue incorporation) หมายถึง การนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่ได้หลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิต ใส่ลงในดินในระหว่างการเตรียมพื้นที่เพาะปลูก โดยทำการไถกลบวัสดุตอซังเศษพืชแล้วทิ้งไว้ระยะเวลาหนึ่ง เพื่อให้เกิดขบวนการย่อยสลายวัสดุในดินก่อนที่จะปลูกพืชหลักต่อไป

ในการไถกลบวัสดุตอซังนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อเป็นการใช้ประโยชน์จากวัสดุเศษเหลือทิ้งในไร่นา กลับลงไปในดิน และเพื่อเป็นการทดแทนธาตุอาหารบางส่วนที่พืชนำไปใช้ในช่วงการเพาะปลูก ซึ่งได้สูญเสียไปโดยติดไปกับผลผลิต และเป็นการเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้กับดิน ปรับปรุงบำรุงดินให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ทั้งทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพเพื่อประโยชน์ในการผลิตพืชต่อไป

จากการประเมินเศษวัสดุตอซังพืชทางการเกษตร ที่จะนำมาใช้ประโยชน์ในการไถกลบลงไปในดินในพื้นที่ 5 จังหวัดของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 พบว่า เศษวัสดุตอซังจากพืชเศรษฐกิจหลัก 5 ชนิดที่มีจำนวนพื้นที่ปลูกมากอันดับแรก ข้าว ข้าวโพด อ้อย มันสำปะหลัง และสับปะรด มีปริมาณวัสดุอินทรีย์จากพืชรวมมากถึง 15,194,791.48 ตัน ประกอบด้วย ฟางข้าว 8,198,307.06 ตัน รองลงมาเป็นกากอ้อยและตะกอนหม้อกรอง 5,113,155.80 ตัน ถัดมาเป็นข้าวโพดซึ่งมีปริมาณ 1,565,017.20 ตัน กากและเปลือกมันสำปะหลัง 282,140.28 ตัน และต้น และใบสับปะรดอีก 36,170.55 ตัน ดังแสดงตารางที่ 36

4.13.1 ผลกระทบจากการเผาทำลายวัสดุตอซังพืชในพื้นที่เกษตรกรรม

การทำการเกษตรในลักษณะเชิงเดี่ยวในปัจจุบันโดยเฉพาะในพื้นที่ของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 พบว่ายังคงมีปัญหาการเผาทำลายเศษวัสดุตอซังพืชหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตทั้งนี้เพื่อต้องการกำจัดวัชพืช และแมลงศัตรูพืชในดิน รวมทั้งให้สามารถใช้เครื่องจักรกลไถเตรียมพื้นที่ได้สะดวก แต่เมื่อคำนึงถึงประโยชน์ที่จะได้รับในระยะยาวแล้ว การเผาตอซังพืชในพื้นที่ทำการเกษตร จะก่อให้เกิดผลเสียหลายประการมากเนื่องจากการเผาทำให้ผิวดินมีอุณหภูมิสูง มีผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของดิน (Hungerford และคณะ, 1991) ดังนี้

1) ทำให้โครงสร้างทางกายภาพของดินเปลี่ยนแปลงไป โดยอนุภาคของดินจะจับตัวกันแน่นและแข็ง มีผลทำให้ความหนาแน่นของดินเพิ่มขึ้น การซึมน้ำและการกระจายของรากพืชในดินเป็นไปได้ยาก

2) ทำให้สูญเสียอินทรีย์วัตถุ และธาตุอาหารในดิน โดยเฉพาะธาตุคาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบหลักของวัสดุตอซังในดินจะแปรสภาพกลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระเหยออกไปสู่บรรยากาศ (Wheatly และคณะ, 1995) สถาบันวิจัยพืชไร่ (2537) รายงานว่า จากการเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวโพดน้ำหนัก 587 กิโลกรัมต่อไร่ จะสูญเสียธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมไปกับเมล็ด 9.32 2.24 และ 2.98 กิโลกรัมต่อไร่ และสูญเสียไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมไปในเศษตอซังข้าวโพดคิดเป็น 4.5 0.67 และ 9.50 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งบ่งบอกให้ทราบว่าปริมาณธาตุอาหารหลักติดออกไปกับเศษวัสดุตอซังพืชค่อนข้างสูง จึงไม่ควรนำวัสดุตอซังไปเผาทิ้ง ผกาทิพย์ (2532) พบว่าศึกษาการใช้เพื่อปรับปรุงดิน ปริมาณการสะสมธาตุอาหารในส่วนของตอซังลำต้นข้าวโพดฝักอ่อน มีปริมาณสูงกว่าในฝักข้าวโพดฝักอ่อนเป็นอย่างมาก โดยในฝักอ่อนของข้าวโพดจะมีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเท่ากับ 9.3 1.8 และ 9.4 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ขณะที่ในส่วนลำต้นทั้งหมดมีธาตุอาหารทั้ง 3 ชนิดเท่ากับ 38.5 5.6 และ 81.3 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ เมื่อพิจารณาถึงมูลค่าตอบแทนที่เกษตรกรผู้ปลูกได้รับ ปรากฏว่าการขายฝักพร้อมเปลือกจะให้ผลคุ้มค่าเกินราคาของปุ๋ย ซึ่งเป็นที่มาของธาตุอาหารพืชต่าง ๆ ที่สะสมอยู่ในส่วนนี้กล่าวคือ เกษตรกรจะได้รับเป็นมูลค่าตอบแทน โดยเฉลี่ย 2,790 บาทต่อไร่ แต่การขายใบสด ต้นสด และช่อดอกตัวผู้สดให้กับกิจการโคนม และโคเนื้อ ซึ่งมีมูลค่าเพียงประมาณ ไม่เกิน 480 บาทต่อไร่ นั่นเป็นมูลค่าที่ต่ำกว่ามูลค่าจริงของปุ๋ยที่จะให้ธาตุอาหารพืชต่าง ๆ ในปริมาณเท่ากับที่มีสะสมอยู่ในตอซังเหล่านั้น

อาทิ เฉพาะธาตุไนโตรเจนเพียงธาตุเดียว จะมีมูลค่าเท่ากับปุ๋ยยูเรีย จำนวน 418 บาท จึงควรนำต่อซังเหล่านี้ กลับคืนลงสู่ดิน

3) การเผาทำให้จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดินถูกทำลายไป ทำให้กิจกรรมการย่อยสลาย และปลดปล่อยธาตุอาหารพืชของจุลินทรีย์ในดินลดลง เช่น การตรึงไนโตรเจนจากพืชตระกูลถั่ว เช่นถั่วเหลือง มีประสิทธิภาพลดลง นอกจากนี้แล้วการเผาทำให้เกิดการแพร่ระบาดของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคกับพืชที่ปลูกด้วย เนื่องจากความไม่สมดุลในระบบนิเวศของจุลินทรีย์ดิน (Wheatly และคณะ, 1995)

4) ทำให้เกิดการสูญเสียไนโตรเจนในดิน จากการเผาดอซังพืชทำให้ผิวน้ำดินมีอุณหภูมิสูงมากถึง 95 องศาเซลเซียส ทำให้ปริมาณน้ำในดินระเหยออกสู่บรรยากาศอย่างรวดเร็ว (Campbell และคณะ, 1995)



ภาพที่ 18 ปัญหาการเผาทำลายวัสดุต่อซังพืชในพื้นที่เกษตรกรรมสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9

4.13.2 ชนิดของวัสดุต่อซัง

เศษวัสดุต่อซังที่จะนำมาไถกลบลงในดินที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยส่วนใหญ่จะเป็นวัสดุอินทรีย์ที่ได้จากการทำการเกษตรกรรม พืชเศรษฐกิจหลายชนิดมีการตอบสนองต่อการใช้ธาตุอาหารมาก เนื่องจากธาตุอาหารจากในดินจะเข้าไปสะสมอยู่ในส่วนต่าง ๆ ของพืชเป็นปริมาณสูง ซึ่งการนำเอาทุกส่วนของพืชที่อยู่เหนือดินออกไปจากพื้นที่การเกษตรแต่ละครั้ง จึงเท่ากับเป็นการนำเอาความอุดมสมบูรณ์ของดินออกไปจากพื้นที่เป็นจำนวนมาก ดังนั้นวัสดุอินทรีย์ที่มีศักยภาพสำหรับนำไปใช้ประโยชน์ในการไถกลบนั้นพิจารณาตามแหล่งที่มาสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1) เศษวัสดุต่อซังจากไร่นา

เป็นวัสดุอินทรีย์ที่ได้มาหลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตพืชที่เพาะปลูก ได้แก่ ต่อซังพืชตระกูลข้าวต่าง ๆ พืชตระกูลถั่ว พางข้าว เศษต้นพืชแห้งจากข้าวโพด ข้าวฟ่าง เศษวัสดุเหลือใช้ที่ได้จากการใช้เครื่องจักรสีฟัด เพื่อแยกผลผลิตเมล็ดพืชออกจากส่วนของใบ และลำต้น รวมทั้งเศษพืชที่เหลือตกค้างอยู่ในพื้นที่ ได้แก่ เปลือกพืชตระกูลถั่วต่าง ๆ และเศษพืชของข้าวฟ่าง เป็นต้น เมื่อพิจารณาถึงความสำคัญของวัสดุเศษต่อซังพืช เพื่อการไถกลบดินที่สำคัญบางชนิด เช่น พางข้าวและต่อซังข้าวนั้นควรที่จะเหลือตกค้างไว้ในพื้นที่นาไม่ควรทำการเผาทำลายอย่างยิ่ง แต่ควรปฏิบัติโดยการไถกลบ เพื่อเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้แก่ดินต่อไปสำหรับต้น และต่อซังข้าวโพดก็เช่นเดียวกัน ให้ปล่อยทิ้งไว้ในพื้นที่เพาะปลูก จนกว่าจะถึงช่วงไถกลบพร้อมกับการไถเตรียมดินในฤดูปลูกพืชใหม่ต่อไป ซังข้าวโพดนั้นให้นำกลับมาใส่ในแปลงปลูก และไถกลบเช่นเดียวกัน

สำหรับวัสดุต่อซังจากอ้อยได้แก่ ยอดอ้อย เป็นส่วนที่ทิ้งไว้ข้างแปลงอ้อยต่อซังมีประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ ของลำต้นอ้อย ควรที่จะทำการไถกลบพร้อมกับการเตรียมดินใหม่ ส่วนในประเภทของต่อซังพืชตระกูลถั่วสามารถนำกลับไปไถกลบลงในแปลงปลูกพืชได้โดยตรง และเป็นวัสดุต่อซังพืชที่มีธาตุไนโตรเจนสูงกว่าพืชชนิดอื่น (ดารี และนพชัย, 2533)

2) วัสดุต่อซังจากโรงงานอุตสาหกรรมเกษตร

เป็นวัสดุอินทรีย์ที่ได้มาจากการแปรรูปผลผลิตจากการเกษตรในโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท ได้แก่ แกลบ ขี้สับข้าว และรำหยาบจากโรงสีข้าว กากอ้อยจากโรงงานน้ำตาล ซึ่งวัสดุอินทรีย์ประเภทนี้เป็นส่วนที่เหลือจากการหีบเอาน้ำอ้อยจะได้ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ของอ้อยที่ทำการเข้าหีบ วัสดุที่ได้นั้นในส่วนของกากอ้อยเก่า หรือค่างปี ซึ่งมีลักษณะเป็นผง สามารถนำไปใช้ในการปรับปรุงดินโดยการไถกลบลงไปในดินได้ดี นอกจากนั้นในส่วนของขี้ตะกรันสามารถนำไปใส่ในแปลงปลูกอ้อย และการไถกลบได้โดยตรง วัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมกระดาษได้แก่ ขุยมะพร้าว ใส้ปอ และตะกอนน้ำทิ้งเป็นต้น วัสดุอินทรีย์จากเปลือก และกากมันสำปะหลังในโรงงานแปรรูปมันสำปะหลัง ซึ่งวัสดุต่อซังดังกล่าวนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการไถกลบในแปลงปลูกด้วย นอกจากนั้นวัสดุอินทรีย์ที่ได้จากโรงงานผลิตภัณฑ์แปรรูปอาหาร และผลไม้กระป๋องได้แก่ กากมะเขือเทศ เปลือก และซังข้าวโพดหวาน เศษวัสดุหีบ เปลือกผลไม้ต่าง ๆ ตามฤดูกาล และเศษวัสดุจากหน่อไม้เป็นต้น ซึ่งวัสดุเหล่านี้สามารถนำมาใช้ประโยชน์โดยการใส่ลงในดิน และการไถกลบได้โดยตรง



ภาพที่ 19 ชนิดและวัสดุต่อซังพืชที่สำคัญในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9

4.13.2 วิธีการไถกลบวัสดุตอซังและวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

การไถกลบวัสดุตอซังและเศษพืชนั้น จะเริ่มดำเนินการไปพร้อมกับการเตรียมดินเพื่อปลูกพืชใหม่ต่อไป โดยส่วนใหญ่แล้วการไถกลบวัสดุจะนิยม หรือมีความเหมาะสมในพื้นที่ปลูกข้าว และพืชไร่อื่น ๆ รวมถึงพืชผักด้วย วิธีการไถกลบวัสดุสามารถพิจารณาตามลักษณะพื้นที่ปลูกพืชแต่ละชนิด ดังนี้

1) การไถกลบวัสดุในที่ลุ่มนาข้าว

โดยทั่วไปแล้วจะเริ่มดำเนินการไถกลบวัสดุก่อนที่จะเริ่มเข้าสู่ช่วงฤดูการปลูกข้าวเป็นในพื้นที่การเกษตรแบบอาศัยน้ำฝน ในกรณีที่มีการปลูกข้าวเป็นหลักเพียงอย่างเดียวตลอดฤดูกาลปลูกหลังจากการเก็บเกี่ยวข้าวแล้ว ควรจะทิ้งฟางข้าว และตอซังไว้ในแปลงนาของเกษตรกรเพื่อเป็นการรักษาผิวหน้าดิน จากนั้นเมื่อจะเข้าสู่ช่วงหน้าฝนทำการเตรียมดิน พร้อมกับการไถกลบวัสดุฟางข้าว และตอซังทิ้งไว้ประมาณ 1 เดือน เพื่อให้วัสดุฟางข้าวเกิดการย่อยสลายเสียก่อน หลังจากนั้นจึงปล่อยน้ำเข้าสู่แปลงนาเพื่อเตรียมที่จะปลูกข้าวต่อไป (วรารณ, 2538) วัสดุที่ใช้ในการไถกลบเพื่อปลูกข้าว นั้นอาจจะได้มาจากเศษพืชชนิดอื่นก็ได้เช่น วัสดุเศษพืชตระกูลถั่ว วัสดุพืชไร่ชนิดอื่น หรือวัสดุจากโรงงานอุตสาหกรรมการเกษตรบางประเภท

ในกรณีที่พื้นที่ปลูกข้าว นั้นมีปริมาณน้ำเพียงพอ ที่จะสามารถปลูกพืชได้หลายชนิด เกษตรกรสามารถใช้ประโยชน์จากวัสดุเศษพืชเหล่านี้ เพื่อการไถกลบได้ดี เป็นการเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุให้กับดินได้ตลอดช่วงของการปลูกพืชแต่ละชนิด หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวแล้ว วัสดุตอซัง และฟางข้าวควรจะนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการไถกลบต่อไป ต่อจากนั้นจึงทำการปลูกพืชไร่ชนิดอื่นได้แก่ พืชตระกูลถั่วต่าง ๆ ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดข้าวเหนียว หรือข้าวโพดฝักอ่อน เป็นต้น เมื่อทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว ทำการตัดต้นพืชแห้งคลุมดินไว้ จากนั้นเมื่อถึงฤดูทำนาให้ทำการไถกลบวัสดุเหล่านี้พร้อมกับการเตรียมดิน และทิ้งไว้เป็นระยะเวลาประมาณ 7 วัน (สุดชล และคณะ, 2536) ก่อนที่จะทำการปล่อยน้ำเข้านาเพื่อทำนาข้าวต่อไป ก่อนปักดำ 1 วัน ให้ใส่ปุ๋ยเคมี (16-16-8) อัตรา 4-1.1-1.1 กิโลกรัมต่อไร่ เพื่อมิให้เกิดการขาดแคลนธาตุอาหาร ซึ่งจะมีผลกระทบต่อเจริญของกล้าข้าวในช่วงแรกของการเกิดกระบวนการย่อยสลายจากวัสดุไถกลบ วัสดุเศษพืชจากพืชไร่ จะมีค่า C/N ratio โดยส่วนใหญ่ต่ำกว่าในวัสดุฟางข้าว จึงมีการใช้ระยะเวลาสั้นในการย่อยสลายวัสดุจากพืชไร่ดังกล่าว (วรรณลดา และคณะ, 2537)



ภาพที่ 20 การไถกลบตอซังฟางข้าวในที่ลุ่มหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต

2) การไถกลบวัสดุในพื้นที่ตอนที่ปลูกพืชไร่

จากในกรณีที่มีการปลูกข้าวซึ่งเป็นพื้นที่ลุ่มนั้น การไถกลบวัสดุเพื่อปลูกพืชไร่ได้กล่าวอธิบายมาแล้วในหัวข้อของการไถกลบวัสดุในพื้นที่ปลูกข้าว แต่สำหรับการไถกลบวัสดุในพื้นที่ตอนนั้น ส่วนใหญ่จะเป็นการปลูกพืชไร่หลายชนิด และในบางพื้นที่มีการปลูกข้าวไว้ด้วยนั้น เกษตรกรสามารถใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้งหลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิต ทำการไถกลบลงในดินในระหว่างการเตรียมแปลงปลูกพืชใหม่ต่อไปได้ ซึ่งก็เป็นการไถกลบวัสดุจากฟางข้าว หรือตอซังข้าวไร่ ควรจะใช้ระยะเวลาไถกลบประมาณ 1 เดือน (วิชัย, 2530 และปรัชญา และคณะ, 2534) แต่ถ้าเป็นวัสดุเศษพืชจากพืชไร่จำพวกเศษต้นข้าวโพด และข้าวฟ่าง ใช้ระยะเวลาการไถกลบ 15 วัน ส่วนพืชตระกูลถั่วจะใช้ระยะเวลาในการไถกลบประมาณ 7 วัน (สุทธล และคณะ, 2536)

การใส่เศษซากพืชที่มีการสลายตัวอย่างรวดเร็ว จะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อพืชในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ ในรูปของการให้ธาตุอาหาร แต่ในระยะยาวจะมีผลน้อยมาก สำหรับการใส่เศษซากพืชที่มีการสลายตัวช้าซึ่งอาจจะเนื่องมาจากการมีธาตุอาหารต่ำ จะมีผลดีต่อพืชในระยะยาวในด้านการเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุ แต่ในระยะเวลาช่วงแรกจะไม่มีประโยชน์ต่อพืช เนื่องจากในระยะเวลาช่วงแรกเป็นการเกิดกระบวนการย่อยสลายเศษพืชในดินจุลินทรีย์ในดินจะใช้ธาตุไนโตรเจนในระหว่างการดำเนินกิจกรรม ซึ่งทำให้เกิดการแข่งขัน หรือการแย่งชิงธาตุอาหารกับพืชที่เพาะปลูกได้ (Powlson และคณะ, 1985)

ดังนั้นสำหรับการไถกลบเศษพืชในพื้นที่ปลูกอ้อยนั้น เกษตรกรจะได้รับประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้งจากใบอ้อยและยอดอ้อย หลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตปีแรก และผลผลิตอ้อยต่อไปเรื่อย ๆ ไปด้วย วัสดุเศษพืชดังกล่าวควรทิ้งไว้ และทำการไถกลบทุกครั้ง เพื่อเป็นการเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้กับดิน รวมทั้งคืนธาตุอาหารบางส่วนที่ต้นอ้อยถูกใช้กลับคืนลงสู่ดิน

3) การไถกลบวัสดุในพื้นที่ปลูกพืชผัก

สำหรับการไถกลบวัสดุเศษพืชในพื้นที่ปลูกพืชผัก หรือแม้แต่ไม้ดอกไม้ประดับนั้น มีวิธีการปฏิบัติเช่นเดียวกันกับการไถกลบวัสดุในพื้นที่ปลูกพืชไร่ แต่หลังจากไถกลบเศษพืชแล้วเมื่อมีการปลูกผัก ควรจะนำวัสดุเศษพืชมาคลุมบริเวณพื้นที่ผิวหน้าดินในแปลงปลูกด้วย

4.13.3 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายวัสดุที่ไถกลบ

1) ชนิดของวัสดุ

ชนิดของวัสดุเศษพืชมีผลต่อการเกิดกระบวนการแปรสภาพสารอินทรีย์ ไนโตรเจน หลังจากการไถกลบลงในดินด้วย ในสภาพที่มีอุณหภูมิเหมาะสมประมาณ 35 องศาเซลเซียส ระหว่างการไถกลบวัสดุเศษพืชในดิน พบว่าองค์ประกอบของคาร์บอน และไนโตรเจนที่มีอยู่ในเศษพืชแต่ละชนิด เป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งต่อการเกิดสารประกอบไนโตรเจนในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Vigil และ Kissel, 1995) โดยวัสดุเศษพืชที่มีค่า C/N ratio ต่ำหลังจากการไถกลบลงในดิน จะพบว่ามีอัตราการปลดปล่อยไนโตรเจนในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงกว่าวัสดุที่มีค่า C/N ratio สูง การไถกลบใบข้าวฟ่างที่มีค่า C/N ratio น้อยกว่าหรือเท่ากับ 20 นั้น จะให้ปริมาณไนโตรเจนหลังจากการย่อยสลายในดินสูงกว่าวัสดุของต้นถั่วเหลือง และใบข้าวฟ่างที่มีค่า C/N ratio เท่ากับ 28 และ 38 ตามลำดับ ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากวัสดุเศษพืชที่มีค่า C/N ratio มากกว่า 20 : 1 จะเกิดกระบวนการย่อยสลายของวัสดุช้ากว่า ทำให้การปลดปล่อยไนโตรเจนในดินเกิดขึ้นในปริมาณที่ต่ำเช่นกัน ดังนั้นโดยส่วนใหญ่แล้วการไถกลบวัสดุเศษพืชที่มีค่า C/N ratio สูงจะมีการย่อยสลายในดินนานกว่าที่มี C/N ratio ต่ำจากการไถกลบวัสดุเศษพืชที่มีค่า C/N ratio มากกว่า 20 : 1 จะพบว่าปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืชจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นหลังจากการไถกลบไปแล้วประมาณ 10 วัน แต่ถ้าวัสดุมีค่า C/N ratio เท่ากับหรือน้อยกว่า 20 จะเกิดความเป็นประโยชน์ของธาตุไนโตรเจนได้เร็วขึ้นหรือทันทีหลังจากการไถกลบวัสดุดังกล่าว จึงไม่จำเป็นต้องใช้เวลานานในการย่อยสลายหลังจากการไถกลบวัสดุลงในดิน (วรรณลดาและคณะ, 2537)

2) ปริมาณของวัสดุไถกลบ

ปริมาณของวัสดุเศษพืชที่จะทำการไถกลบนั้นอยู่ในอัตราเฉลี่ย 1 ตันต่อไร่ (น้ำหนักแห้ง) ปริมาณของวัสดุเศษพืชมีความเกี่ยวข้องกับระยะเวลาของการไถกลบด้วย หากมีการใส่วัสดุเศษพืชเพื่อการไถกลบในอัตราที่สูงกว่า 1 ตันต่อไร่ อาจจะต้องใช้ระยะเวลาในการย่อยสลายนานขึ้น ก่อนที่จะทำการปลูกพืชหลักตามมา มิฉะนั้นจะก่อให้เกิดความเสียหายกับพืชที่จะเพาะปลูกใหม่ได้ เนื่องจากกระบวนการย่อยสลายของวัสดุที่ทำการไถกลบ ยังคงเกิดขึ้นในระหว่างที่มีการปลูกพืชใหม่ ซึ่งจะทำให้มีผลต่อการใช้ในโตรเจนในดิน ทำให้พืชที่ทำการเพาะปลูกเกิดการขาดแคลนไนโตรเจนได้

นอกจากนั้นปริมาณวัสดุเศษพืชมีความสัมพันธ์กับค่า C/N ratio ของวัสดุด้วย 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 ดังนั้นในการไถกลบวัสดุอินทรีย์นั้นความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนในดิน จะมีความแปรผันตามหรือสอดคล้องกับปัจจัยของอุณหภูมิ (Vigil และ Kissel, 1995) อุณหภูมิที่เหมาะสม มีผลต่อการส่งเสริมการเจริญและเร่งปฏิกิริยาการดำเนินกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดินด้วย

4.13.4 ประโยชน์ของการไถกลบวัสดุ

1) ช่วยในการปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของดิน

โดยทำให้ดินมีความโปร่ง ร่วนซุย การถ่ายอากาศดีขึ้น และลดความหนาแน่นของดิน ดินมีการอุ้มน้ำได้มากขึ้น จากการไถกลบใบเศษซากอ้อยลงในดินก่อนปลูกอ้อย พบว่าเศษซากอ้อยมีคุณสมบัติในการปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของดินได้ดีกว่าในพื้นที่ที่ทำการเผาเศษพืช โดยมีผลทำให้ความหนาแน่นรวมของดินลดลงด้วย (อรรถสิทธิ์ และคณะ, 2539)

2) เพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุให้กับดิน

การไถกลบวัสดุสามารถยกระดับของปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินได้ดี ปรัชญา และคณะ (2534) รายงานว่าการไถกลบตอซังข้าว 1 ตันต่อไร่ เพื่อปลูกข้าวในดินชุดแรก และชุดดินร่อยเอ็ด มีผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีของดิน โดยทำให้ระดับของอินทรีย์วัตถุในดินเพิ่มขึ้นจาก 0.38 และ 0.32 เป็น 0.67 และ 0.53 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ Ponnumperuma (1984) ได้ทำการศึกษากการใช้ประโยชน์ของฟางข้าวโดยการไถกลบลงในดินติดต่อกันในระยะยาว พบว่า ทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเพิ่มขึ้นจาก 1.94 เป็น 2.17 เปอร์เซ็นต์ ประเสริฐ และวิทยา (2536) ได้รายงานประโยชน์ของการใช้ตอซังข้าว พบว่า จากการไถกลบตอซังข้าวติดต่อกันที่สถานีทดลองข้าวสุรินทร์ ทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเพิ่มขึ้นจาก 0.2 เป็น 0.8 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ อรรถสิทธิ์ และคณะ (2539) ศึกษาการใช้ประโยชน์จากเศษซากอ้อย โดยการไถกลบลงในดินก่อนปลูกอ้อย พบว่ามีผลต่อการปรับปรุงคุณสมบัติทางเคมีของดิน โดย

ทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเพิ่มขึ้นจาก 1.568 เป็น 1.865 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับเผาเศษพืชอย่างเด่นชัดเช่นเดียวกัน

3) เพิ่มความเป็นกรดและต่างของดิน

เนื่องจากอินทรีย์วัตถุจากวัสดุเศษพืชที่ใช้ในการไถกลบ มีคุณสมบัติในการเพิ่มความต้านทานการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด และต่างของดิน (buffer capacity) ซึ่งจะทำให้ค่าพีเอชของดินอยู่ในระดับที่เพิ่มขึ้นหรือเป็นกลาง (พิทยากร, 2535) จากการไถกลบฟางข้าวในอัตรา 1 ตันต่อไร่ ก่อนปลูกข้าวเป็นเวลาหนึ่งเดือน ในดินชุดเรณู และชุดดินร้อยเอ็ด เปรียบเทียบกับการไม่ไถกลบ และเผาฟางข้าว พบว่าหลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าว มีผลทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นต่างของดินเพิ่มขึ้นจาก 5.6 และ 6.05 เป็น 6.2 และ 6.7 ตามลำดับ (ปรัชญา และคณะ, 2534)

4) เพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชในดิน

อินทรีย์วัตถุมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกค่อนข้างสูง จึงทำให้ธาตุอาหารในดินทั้งในรูปของการใส่ปุ๋ยเคมี และที่มีอยู่ในดินเดิมซึ่งอยู่ในรูปของประจุบวกบางชนิด ถูกดูดซับไว้มิให้เกิดการสูญเสียไปจากดิน และพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ประเสริฐ และวิทยา (2536) รายงานว่าการไถกลบตอซังข้าวติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน ช่วยลดความเป็นพิษของธาตุเหล็ก และแมงกานีสในดิน

จากการใส่วัสดุฟางข้าว วัสดุตอซัง โสนอัฟริกัน และปอเทือง อย่างละอัตรา 1 ตันต่อไร่ ในชุดดินวารินเป็นเวลา 90 วัน มีผลต่อการเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสในดินอย่างเด่นชัด เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่วัสดุอินทรีย์ 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 (วรรณลดา และคณะ, 2537) ส่วนในชุดดินร้อยเอ็ดมีผลต่อการเพิ่มธาตุอาหารในดินเช่นกัน 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) เพิ่มกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดิน และลดปริมาณศัตรูพืชในดิน

อินทรีย์วัตถุเป็นปัจจัยสำคัญต่อการดำเนินกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดิน พบว่าหลังจากการใส่ฟางข้าว ตอซังโสนอัฟริกัน และปอเทืองในอัตรา 1 ตันต่อไร่ ในชุดดินวาริน และชุดดินร้อยเอ็ด มีผลต่อการเพิ่มจำนวนประชากรของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดินมากขึ้น ทำให้เกิดกิจกรรมการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์เพิ่มขึ้น เนื่องจากจุลินทรีย์ในดินมีการใช้สารอินทรีย์คาร์บอนเป็นแหล่งพลังงาน โดยทำให้กิจกรรมย่อยสลายไซแลน ซึ่งเป็นองค์ประกอบคาร์บอนในพืชในชุดดินวารินเพิ่มขึ้นจาก 24.5 เป็น 37.8 32.3 และ 32.0 มิลลิยูนิตต่อกรัมของดิน และในชุดดินร้อยเอ็ดเพิ่มขึ้นจาก 23.2 เป็น 29.4 29.3 และ 27.1 มิลลิยูนิตต่อกรัมของดิน ตามลำดับ (วรรณลดา และคณะ, 2537)

การที่จุลินทรีย์ในดินมีเพิ่มมากขึ้น จึงส่งผลกระทบต่อเชื้อโรคพืชบางชนิดในดินด้วย ในการศึกษากิจกรรมจุลินทรีย์ดินต่อเชื้อโรคพืชบางชนิด ระหว่างการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในชุดดินวาริน และชุดดินร้อยเอ็ด พบว่าหลังการใส่ฟางข้าว และวัสดุตอซังจากพืชตระกูลถั่ว พวกโสนอัฟริกัน และปอเทืองอัตรา 1 ตันต่อไร่ เป็นเวลา 15 วัน มีผลทำให้ปริมาณเชื้อโรคพืชบางชนิดในดินลดลงได้แก่ *Rhizoctonia solani* โรคโคนเน่า และกล้าเน่าของถั่วเหลือง, *Macrophomina phaseolina* โรคโคนเน่าของข้าวโพด, *Sclerotium rolfsii* โรคโคนเน่าของพืชตระกูลถั่ว และ *Aspergillus flavus* ซึ่งสร้างสารพิษอัลฟาทอกซินในข้าวโพด โดยเฉลี่ยลดลงจาก 6.08 เป็น 5.02 log no.ต่อกรัมของดิน คิดเป็นปริมาณของเชื้อโรคพืชลดลง 14 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับไม่ใส่วัสดุอินทรีย์ (วรรณลดา และคณะ 2537) เนื่องจากการไถกลบวัสดุตอซังพืชมีผลต่อการส่งเสริมกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดิน และจุลินทรีย์เหล่านี้มีคุณสมบัติในการควบคุมเชื้อโรคพืชในดินด้วย (Sikora, 1992)

6) เพิ่มผลผลิตให้กับพืชเพาะปลูก

Ponnumperuma (1984) รายงานว่าการนำฟางข้าวไถกลบลงดินติดต่อกันในระยะยาว มีผลต่อการเพิ่มศักยภาพของดินเพื่อเพิ่มผลผลิตของพืชที่เพาะปลูก จากการเผาฟางข้าวให้ผลผลิตของข้าวเฉลี่ย 544 กิโลกรัมต่อไร่ แต่การไถกลบฟางข้าวจะให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นเป็น 656 กิโลกรัมต่อไร่ นอกจากนั้น ปรัชญาและคณะ (2534) ศึกษาพบว่าผลการไถกลบตอซังฟางข้าวอัตรา 1 ตันต่อไร่ เพื่อเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้แก่ดินนาชุดดินเรณู และชุดดินร้อยเอ็ดจะให้ผลผลิตเมล็ดข้าวเพิ่มขึ้นจาก 439.3 และ 370.7 เป็น 502.8 และ 436.8 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ซึ่งเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 13 เปอร์เซ็นต์ และยังทำให้น้ำหนักแห้งของฟางข้าวเพิ่มขึ้น 15 เปอร์เซ็นต์ ด้วย สุดชลและคณะ (2536) รายงานว่าการไถกลบฟางข้าวอัตรา 1 ตันต่อไร่ ก่อนปักดำข้าว 7 วัน ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 4-1.1-1.1 กิโลกรัมต่อไร่ในช่วงก่อนปักดำ 1 วัน มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตข้าวจาก 211 เป็น 235 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ถ้ามีการเพิ่มปุ๋ยเคมี อัตราเดิมในช่วงการเกิดช่อดอก จะทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นจาก 257 เป็น 281 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ไถกลบวัสดุ ในทำนองเดียวกันการใส่เศษวัสดุถั่วมะแฮะและกระถินณรงค์อัตรา 120 และ 240 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราเดียวกันครั้งเดียว พบว่าทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นจาก 142 เป็น 217 และ 187 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ แต่ถ้าใส่ปุ๋ยเคมี 2 ครั้งจะเพิ่มจาก 160 เป็น 285 และ 219 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ เนื่องจากเศษซากพืชตระกูลถั่วจากถั่วมะแฮะ และกระถินณรงค์ มีปริมาณไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสูงมากกว่าตอซังหรือฟางข้าว 81 และ 62 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้นอัตราการใช้วัสดุพืชตระกูลถั่วจึงมีการใส่ในปริมาณต่ำกว่าฟางข้าว

การไถกลบฟางข้าว และวัสดุเศษพืชตระกูลถั่วติดต่อกัน มีผลต่อการเพิ่มศักยภาพของดินและทำให้ผลผลิตของพืชเพิ่มมากขึ้น นอกจากนั้นยังมีผลทำให้ปริมาณตอซัง และจำนวนรวงต่อเมล็ดด้วยเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าการไถกลบวัสดุเศษพืชลงในดิน มีผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมีที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าว ผลของการไถกลบฟางข้าวเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าว จะแสดงผลชัดเจนในปีที่สองของของฤดูทำนา โดยทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้น 10 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการไถกลบถั่วมะแฮะ และกระถินณรงค์นั้นจะแสดงผลต่อการเพิ่มผลผลิตในช่วงปีแรกของการปลูกข้าวพื้นที่ โดยทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้น 58 และ 28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากวัสดุเศษพืชตระกูลถั่วมีค่า C/N ratio และมีปริมาณไนโตรเจนสูง ซึ่งทำให้เกิดอัตราการย่อยสลายเร็วกว่าฟางข้าว ดังนั้นข้าวจึงสามารถใช้ไนโตรเจนหลังจากการไถกลบวัสดุพืชตระกูลถั่วได้ทันที

นอกจากนั้นการใช้ประโยชน์ของกากตะกอนอ้อยไถกลบลงดิน พบว่าการไถกลบกากตะกอนอ้อยในดินร่วนปนทรายอัตรา 4 และ 6 ตันต่อไร่ ทำให้ผลผลิตของอ้อย เพิ่มขึ้นจาก 3.8 เป็น 5 และ 6.5 ตันต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่วัสดุดังกล่าว (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2537) สำหรับกากขานอ้อยหรือกากอ้อยนั้นมีศักยภาพในการนำมาใช้ประโยชน์ เพื่อการไถกลบลงดินได้เช่นกัน โดยพบว่าการใช้กากขานอ้อยอัตรา 4 ตันต่อไร่ ร่วมกับการไถกลบสับฟักก่อนเตรียมดินปลูกอ้อย มีผลทำให้ขนาดลำของอ้อยต่อ 1 ในช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต มีขนาดของลำอ้อยใหญ่กว่าการไถกลบสับฟักอย่างเดียว และถ้ามีการใช้กากอ้อยในอัตราเพิ่มขึ้น โดยใช้ในอัตรา 8 ตันต่อไร่ไถกลบลงดินก่อนการปลูกอ้อยเพียงอย่างเดียว มีผลทำให้ผลผลิตและคุณภาพในอ้อยต่อเพิ่มขึ้นด้วย (สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน, 2551)

การไถกลบตอซังข้าวเพื่อปลูกถั่วเหลืองในชุดดินพิจิตร แล้วใช้ไม้กระทุ้งหลุมปลูก จากนั้นคลุมด้วยฟางข้าวอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี หรือใช้วิธีการตัดตอซังข้าวออกทำการไถพรวนทันที และใช้ไม้กระทุ้งหลุมปลูก จากนั้นคลุมด้วยฟางข้าว 500 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี จะให้ผลผลิตเฉลี่ย 137.6 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี เมื่อเปรียบเทียบกับการทำเกษตรแบบพื้นบ้าน นอกจากนั้นยังสามารถใช้ประโยชน์จากกลบ โดยมีการศึกษาไถกลบลงดินในชุดดินร้อยเอ็ดที่มีคราบเกลือก่อนปลูกข้าวในอัตรา 1 ตันต่อไร่ จะให้

ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นเป็น 443 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นผลผลิตเพิ่มขึ้น 40 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการทำเกษตรแบบพื้นบ้าน (สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน, 2551)

7) ช่วยในการลดระดับความเค็มของดิน

การไถกลบวัสดุเศษพืชลงดินในระยะยาวติดต่อกันนั้น เช่นการไถกลบวัสดุต่อซังข้าวในระยะยาวหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าว จะช่วยลดความเป็นพิษจากดินเค็มได้ นอกจากนั้นมีการใช้ประโยชน์จากกากขานอ้อย และกากตะกอนอ้อยในพื้นที่ปลูกอ้อยของภาคตะวันออกที่มีปัญหาดินเค็ม ซึ่งมีสาเหตุเนื่องจากการพัฒนาระบบชลประทานเพิ่มขึ้น พบว่าการใช้วัสดุต่อซังดังกล่าวสามารถลดความเป็นพิษจากดินเค็มได้ โดยทำให้ระดับความเค็มในดินลดลง และมีการใช้ประโยชน์จากแกลบเพื่อการไถกลบโดยการใส่แกลบ 1 ตันต่อไร่ แล้วไถกลบเพื่อปลูกข้าวในชุดดินร้อยเอ็ด พบว่าหลังจากใส่แกลบเป็นเวลา 5 เดือน แกลบมีผลต่อการลดความเค็ม (สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน, 2551)

4.14 การวิเคราะห์แนวทาง ศักยภาพ และความเป็นไปได้ในการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9

จากการประเมินวัสดุอินทรีย์ทางการเกษตร ที่จะนำมาใช้ประโยชน์เป็นปุ๋ยอินทรีย์จากพื้นที่ใน 5 จังหวัดของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 พบว่า วัสดุอินทรีย์จากพืชเศรษฐกิจหลัก 5 ชนิดที่มีพื้นที่ปลูกมากอันได้แก่ นาข้าว ข้าวโพด อ้อย มันสำปะหลัง และสับปะรด มีปริมาณวัสดุอินทรีย์จากพืชรวม 15,194,791.48 ตัน ประกอบด้วย ฟางข้าว 8,198,307.06 ตัน รองลงมาเป็นกากอ้อย และตะกอนหมักกรอง 5,113,155.80 ตัน ถัดมาเป็นข้าวโพดซึ่งมีปริมาณ 1,565,017.20 ตัน กากและเปลือกมันสำปะหลัง 282,140.28 ตัน ถัดมาเป็นข้าวโพดซึ่งมีปริมาณ 1,565,017.20 ตัน กากและเปลือกมันสำปะหลัง 282,140.28 ตัน และสับปะรด 36,170.55 ตัน สำหรับปุ๋ยอินทรีย์ที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งคือ ปุ๋ยคอกซึ่งมาจากผลผลิตมูลสัตว์เศรษฐกิจที่มีการเลี้ยงมากในพื้นที่ จากการสำรวจพบว่า มีปริมาณมูลสัตว์ทั้งหมดในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 จำนวน 1,654,793.37 ตัน จากการเลี้ยงปศุสัตว์หลัก 8 ชนิด ได้แก่ โคเนื้อ โคนม กระบือ สุกร แพะ แกะ เป็ด และไก่ ในจำนวนมูลสัตว์ดังกล่าว ได้จากมูลโคเนื้อและโคนม จำนวน 537,577.25 ตัน ได้จากกระบือ 72,670.27 ตัน สุกร 525,596.15 ตัน ได้จากแพะ แกะ 19,540.17 ตัน มูลเป็ด 41,480.99 ตัน และมูลไก่ 457,928.54 ตัน นอกจากนี้ยังมีปุ๋ยพืชสด ซึ่งเป็นปุ๋ยอินทรีย์อีกชนิดหนึ่งที่สามารถเป็นแหล่งธาตุอาหารพืช ส่วนใหญ่จะเป็นพืชตระกูลถั่ว เช่น ปอเทือง ถั่วพรี ถั่วพุ่ม ซึ่งจากการสำรวจปี 2563 พบว่าในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 ได้รับการจัดสรรเมล็ดพันธุ์พืชปุ๋ยสดบำรุงดินในทุกกิจกรรม รวม 311,451 ตัน คิดเป็นปริมาณปุ๋ยอีก 37,374.12 ตัน และในกิจกรรมการส่งเสริมการทำปุ๋ยหมักอีก 1,531 ตัน คิดปริมาณปุ๋ยหมักอีก 306.20 ตัน

เมื่อนำปริมาณวัสดุอินทรีย์ทั้งที่มีในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 มาวิเคราะห์แนวโน้มความเป็นไปได้ในการใช้ปุ๋ยอินทรีย์บำรุงดิน พบว่ามีประมาณวัสดุอินทรีย์รวมทั้งสิ้น 4,130,303.44 ตัน โดยมีปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากวัสดุอินทรีย์จากพืชปริมาณ 2,142,436.36 ตัน หรือ 59.02 เปอร์เซ็นต์ของวัสดุอินทรีย์ทั้งหมด ปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากมูลสัตว์ จำนวน 1,645,793.37 ตัน หรือ 40.07 เปอร์เซ็นต์ของวัสดุอินทรีย์ทั้งหมด ปุ๋ยพืชสดจำนวน 37,374.12 ตัน หรือ 0.90 เปอร์เซ็นต์ของวัสดุอินทรีย์ทั้งหมด ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากทุกแหล่งดังกล่าวข้างต้น สามารถนำไปใช้บำรุงดินในพื้นที่ดินมีปัญหาด้านขาดแคลนอินทรีย์วัตถุ (ต่ำกว่า 1.5 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งมีพื้นที่รวม 4,649,393 ไร่ ได้เฉลี่ย 907.88 กิโลกรัมต่อไร่ แสดงดังตารางที่ 36 37 และตารางที่ 38

ตารางที่ 36 ปริมาณวัสดุอินทรีย์และปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากพืชเศรษฐกิจในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9

ชนิดวัสดุ	พื้นที่ปลูก*	ปริมาณวัสดุอินทรีย์	ปริมาณปุ๋ยที่ได้
	ไร่	(ตันต่อปี)	(ตันต่อปี)
ข้าว (ปี+ปราง)	6,831,923	8,198,307.60	1,639,661.521**
ซังข้าวโพด	1,304,181	1,565,017.20	313,003.44
- อ้อย	2,292,895	5,113,155.85	126,109.23***
- กากอ้อย (bagasse)		447,114.53	89,422.91***
- ตะกรันหม้อกรอง		45,857.90	36,686.32
มันสำปะหลัง	14,885	282,140.28	56,428.06
(กาก+เปลือก)			
สับปะรด	14,885	36,170.55	7,234.11
รวม	12,011,330	15,194,791.48	2,142,436.36**

หมายเหตุ : * ข้อมูลพื้นที่ปลูกจากสถิติการเกษตร ปี 2563 ** หมายถึงปริมาณปุ๋ยที่จะได้รับ

*** หมายถึง คำนวณน้ำหนักที่ความชื้น 35 %

ตารางที่ 37 ปริมาณปศุสัตว์และปุ๋ยคอกในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9

ชนิดปศุสัตว์	จำนวน (ตัว)	ปริมาณปุ๋ยคอก (ตัน/ปี) 2
โคเนื้อ+โคนม	358,349	537,577.25
กระบือ	48,442	72,670.27
สุกร	699,024	525,596.15
เป็ด	1,623,552	41,480.99
ไก่	17,922,839	457,928.54
แพะ-แกะ	52,485	19,540.17
รวม	20,704,661	1,654,793.37

หมายเหตุ : * ข้อมูลจำนวนปศุสัตว์ในประเทศไทย 2563 ** คำนวณจากค่าเฉลี่ยผลผลิตมูลของสัตว์แต่ละชนิด

ตารางที่ 38 ปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากแหล่งต่าง ๆ ในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 ปี 2563

แหล่งที่มา	ปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ (ตัน)	เปอร์เซ็นต์
วัสดุอินทรีย์จากไร่นา	2,142,436.36	59.02
วัสดุอินทรีย์มูลสัตว์	1,654,793.37	40.07
เมล็ดพันธุ์พืชปุ๋ยสด (ปอเทือง)	37,374.12	0.90
ส่งเสริมการทำปุ๋ยหมัก	306.20	0.01
รวม	4,130,303.44	100

หมายเหตุ - เมล็ดพันธุ์พืชปุ๋ยสดได้รับจัดสรร 311,451 ตัน

- ส่งเสริมการทำปุ๋ยหมักได้รับจัดสรร 1,531 ตัน

จากการวิเคราะห์จะเห็นว่าปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากแหล่งผลิตต่าง ๆ ที่สำคัญในพื้นที่ 5 จังหวัด สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 ต่อบัตรการใชพื้นที่ดินที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ (ต่ำกว่า 1.5 %) มีอัตราเฉลี่ยต่อพื้นที่การเกษตรที่มีปัญหาด้านขาดแคลนอินทรีย์วัตถุค่อนข้างน้อย เมื่อเทียบกับอัตราแนะนำ ทั้งนี้ปริมาณปุ๋ยที่ได้จะมีปริมาณมาก หรือน้อยขึ้นอยู่กับจำนวนพื้นที่ปลูกพืชเศรษฐกิจ และการเลี้ยงปศุสัตว์ รวมทั้งการจัดสรรงบประมาณมาสนับสนุนจากภาครัฐ ดังนั้นควรแนะนำส่งเสริมให้เกษตรกรได้มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ควบคู่กับปุ๋ยเคมี ในอัตราสัดส่วนที่เหมาะสม และมีการใช้อย่างต่อเนื่อง ให้ความรู้และแรงจูงใจให้เกษตรกรไม่เผาเศษตอซัง วัสดุเหลือทิ้งในไร่นา เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิต ด้วยการนำวัสดุอินทรีย์ต่าง ๆ มาเป็นปุ๋ยอินทรีย์บำรุงทรัพยากรดินเพื่อการเกษตรที่ยั่งยืนต่อไป

4.15 การใช้สารปรับปรุงดิน

4.15.1 ประเภทของสารปรับปรุงบำรุงดิน

สารปรับปรุงดิน (soil conditioners) คือสารที่ได้จากธรรมชาติ หรือจากสารสังเคราะห์ที่นำมาใช้เพื่อปรับปรุงสมบัติของดินทางเคมี หรือทางกายภาพ อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือทั้งสองอย่างเพื่อให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชสารปรับปรุงบำรุงดิน เป็นสารที่เราใช้ใส่ลงไปในดินเพื่อปรับปรุงฟื้นฟูดินในด้านกายภาพ เคมี จุลชีวะ และรวมทั้งธาตุอาหารพืชของดิน เพื่อให้ดินมีคุณสมบัติเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ส่วนคำว่า สารปรับปรุงดิน เสนอว่าควรมีความหมายแคบกว่ากล่าวคือเป็นสารใดก็ตามที่ใส่ลงไปในดินแล้วทำให้สภาพทางเคมี กายภาพ และชีวภาพของดินเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช อาจมีธาตุอาหารพืชปนอยู่ในสารนั้น แต่วัตถุประสงค์ที่ใช้ไม่เน้นการเพิ่มเติมธาตุอาหารพืช สารปรับปรุงดินมีหลายชนิด ได้แก่

1) สารปรับปรุงดินในลักษณะของหินและแร่ที่สำคัญ

(1) ซีโอไลต์ (zeolites)

เป็นแร่อะลูมิโนซิลิเกต (aluminosilicates) ของธาตุที่เป็นต่าง (เช่น K Na, Ca, Mg) มีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (cation exchange capacity หรือ CEC) สูงมาก และสามารถดูดซับโมเลกุลของก๊าซ น้ำ สารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ต่าง ๆ ได้ดี ลักษณะโครงสร้างเป็นผลึก (crystal) หน่วยสำคัญของโครงสร้างประกอบด้วยธาตุอะลูมิเนียม (Al) และซิลิกอน (Si) จับตัวกับออกซิเจน 4 อะตอม $[(Al, Si) O_4]$ ในแบบเตทราฮีดรอน (tetrahedron) เตทราฮีดรอนเหล่านี้ เชื่อมต่อกันในลักษณะวงแหวน 3 มิติ ทำให้เกิดช่องว่างภายในขึ้น เมื่อ Al^{+++} (หรือในบางครั้งอาจเป็น Fe^{+++}) เข้าแทนที่ Si^{++++} ในเตทราฮีดรอน จะเหลือประจุลบหนึ่งประจุที่สามารถดูดยึดกับประจุบวกได้ ประจุบวกที่ถูกดูดยึดนี้เป็นประจุบวกจำพวก monovalent และ divalent ที่แลกเปลี่ยนได้ นี่คือน้ำสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ซีโอไลต์มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูง โดยทั่วไปแร่ซีโอไลต์ตามธรรมชาติมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกประมาณ 100-300 meq/100 g. และอาจเพิ่มขึ้นถึง 600 meq/ 100 g ในซีโอไลต์ที่เป็นสารสังเคราะห์ (ปรีดา และคณะ, 2535) ในโครงสร้างของซีโอไลต์ยังมีน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย จำนวนโมเลกุลของน้ำเป็นตัวบ่งชี้ขนาดของช่องว่างในผลึก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของซีโอไลต์เป็นหลัก เมื่ออบที่อุณหภูมิประมาณ 200 องศาเซลเซียส โมเลกุลของน้ำจะระเหยออกไปหมด แต่ไม่ได้ทำให้โครงสร้างของซีโอไลต์เปลี่ยนแปลงแต่อย่างใด จึงยังสามารถดูดซับน้ำกลับไปได้อีก หรือมีฉะนั้นก็อาจดูดซับธาตุหรือสารอินทรีย์ หรืออนินทรีย์ เข้าแทนที่โมเลกุลของน้ำที่ระเหยออกไปได้ ทางด้านกายภาพ เนื่องจากซีโอไลต์มีช่องว่างภายในเป็นจำนวนมากดังที่กล่าวแล้วจึงมีพื้นที่ผิวสูงมาก คือ มีค่าอยู่ระหว่าง 750-880 เมตรต่อกรัม ดังนั้นพื้นที่ดูดซับธาตุอาหาร และน้ำจึงมากไปด้วย ส่วนความหนาแน่นรวม (bulk density) มีค่าโดยเฉลี่ย 2.0-2.3 กรัมต่อเซนติเมตร ยกเว้นชนิดที่มีแบเรียม (Ba) สูงจะมีค่าความหนาแน่นรวม 2.5-2.8 กรัมต่อเซนติเมตร (ปรีดา และคณะ, 2535)

คุณสมบัติของซีโอไลท์ เป็นแร่ที่มีคุณสมบัติพิเศษเฉพาะตัวที่เด่นชัดไม่ว่าจะเป็นทางกายภาพ หรือทางเคมี คุณสมบัติ ดังกล่าวเกิดจากการต่อเรียงตัวของโครงสร้างทางแร่ในรูปวงแหวนทำให้เกิดช่องว่างภายในจำนวนมาก ซึ่งมีขนาดที่พอเหมาะแก่การดูดซับอนุภาคของธาตุต่าง ๆ ตลอดจนโมเลกุลของสารอินทรีย์ และน้ำ นอกจากนี้การที่ AB+ เข้าแทนที่ Si^{++++} ทำให้มีประจุบวกเหลือตกค้างอยู่ที่หน่วยของเทตระอีดรอนนี่คือแหล่งที่มาของ CEC (Cation Exchange Capacity) ในแร่ซีโอไลท์ ซึ่งขีดความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของแร่ชนิดนี้จะมีค่าสูงกว่าแร่ดินเหนียวที่สำคัญ ๆ ที่พบในดิน ไม่ว่าจะเป็นเวอร์มิคิวไลท์ (vermiculite) และสเม็คไทท์หลายเท่า ซีโอไลท์เป็นแร่ซิลิเกตในรูปสารประกอบที่มีโครงสร้างเป็นรูปพรุน เกิดจากปฏิกิริยาของน้ำทะเล ทะเลสาบหรือน้ำบาดาลกับตะกอนท้องทะเล หินแก้วภูเขาไฟ มีสูตรเคมีคือ $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot n SiO_2 \cdot xH_2O$ มีลักษณะทางกายภาพสีขาว เหลือง ชมพู หรือแดง มีความพรุนตัวสูง มีความสามารถในการดูดซับประจุบวก (CEC) ได้สูงมาก มีความสามารถในการดูดซับสารที่ไม่พึงประสงค์ และมีคุณสมบัติในการเร่งปฏิกิริยาได้เป็นอย่างดี

อย่างไรก็ดี ถึงแม้ว่าซีโอไลท์จะเป็นที่รู้จักมานานกว่า 100 ปีแล้วก็ตาม แต่เพิ่งได้รับความสนใจ อย่างจริงจังเมื่อประมาณ 20 ปีมานี้เอง ได้มีการนำซีโอไลท์มาใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ทั้งด้านอุตสาหกรรม และเกษตรกรรม ได้แก่ 1) ใช้บำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม และบ้านเรือน 2) ใช้ดูดซับก๊าซพิษ และกลิ่นอันไม่พึงประสงค์ เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เป็นต้น 3) ใช้ดูดซับโลหะหนัก และสารกัมมันตรังสี US.Department of Energy's ได้ใช้ Clinoptilolite ในกระบวนการกำจัดกากกัมมันตรังสีของซีเซียม (Cs) และสตรอนเทียม (Sr) เป็นเวลาหลายปีมาแล้ว 4) ใช้เป็นแหล่งรับ และจ่ายพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ 5) ใช้เป็นส่วนผสมเพิ่มเติมในอาหารสัตว์เพื่อเพิ่มแร่ธาตุอาหารแก่สัตว์ ทำให้การเจริญเติบโตดีขึ้น 6) ใช้บำบัดสารพิษ และก๊าซพิษในบ่อเลี้ยงกุ้ง และปลา การเลี้ยงกุ้งในประเทศไทยมีการใช้ซีโอไลท์กันอย่างแพร่หลาย 7) ใช้ผสมเป็นปุ๋ยละลายช้า (slow-release fertilizer) เช่น ปุ๋ยแอมโมเนียม โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เป็นต้น

ในด้านการเกษตร มีงานวิจัยเกี่ยวกับซีโอไลท์อยู่มาก เช่น งานวิจัยเกี่ยวกับปุ๋ยละลายช้า (Mackown & Tucker, 1985, Ming et al., 1987) การดูดซับโลหะหนักในดิน (Nishita et al., 1968; Tuck & Ming, 1988) สารเติมในสูตรอาหารสัตว์ (Mumpton & Fishman, 1977, Pond & Mumpton, 1984) การดูดกลืนจากมูลสัตว์ (Tomi, 1978) การปรับปรุงวัสดุปลูก (Ming, 1989)

จากการวิจัยของนางลักขณ์และพวงเล็ก (2538) ซึ่งใช้ซีโอไลท์คลุกผสมกับดินร่วนทรายในอัตราส่วน 1:1 (ดิน 10 กรัม : ซีโอไลท์ 10 กรัม) และปุ๋ยเคมี (11 มิลลิกรัม N 11 มิลลิกรัม P และ 26 มิลลิกรัม K) พบว่าการใส่ซีโอไลท์ร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้ N และ K ถูกชะล้างน้อยกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (control) กล่าวคือการ ชะล้าง N ลดลงประมาณ 25 เท่า และ K ลดลง 12 เท่า หากคิดเป็นอัตราการสูญเสียของปุ๋ยเคมีแล้ว การใส่ซีโอไลท์สูญเสีย N ไปเพียง 5 เปอร์เซ็นต์ และ K 8 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณปุ๋ยที่ใส่ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คลุกผสมกับดินและปุ๋ยเคมีในอัตราเดียวกัน ปรากฏว่าวิธีการที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์มีการสูญเสีย N และ K มากกว่า 100 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณที่ใส่ และมากกว่า control ด้วย ซึ่งอาจเป็นเพราะธาตุอาหารที่เป็นส่วนประกอบอยู่ในปุ๋ยอินทรีย์ถูกชะล้างเพิ่มเติมลงไปด้วย แต่การใส่ ซีโอไลท์ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (ครึ่งหนึ่งของซีโอไลท์ + ครึ่งหนึ่งของปุ๋ยอินทรีย์) ทำให้ธาตุดังกล่าวสูญเสียน้อยกว่า control คือสูญเสีย N 73 เปอร์เซ็นต์ และ K 18 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ control สูญเสีย N 115 เปอร์เซ็นต์ และ K 102 เปอร์เซ็นต์ ด้วยเหตุนี้การใส่ซีโอไลท์จึงทำให้ N และ K เหลืออยู่ในดินเป็นจำนวนมาก ทั้งในวิธีการที่ใส่ซีโอไลท์เพียงอย่างเดียว และวิธีการที่ใส่ซีโอไลท์ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ อนึ่ง หากพิจารณาถึง ธาตุอาหารตัวอื่นๆ เช่น P Ca Mg ประกอบด้วยแล้ว จะเห็นว่าการใส่ซีโอไลท์ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น่าจะมีคุณประโยชน์มากกว่าใส่ซีโอไลท์เพียงอย่างเดียว เพราะมีธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชทั้งธาตุหลักธาตุรอง และอาจรวมถึง

ธาตุอาหารเสริม หรือธาตุปริมาณน้อย เหลืออยู่ในดินมากกว่า ยกเว้นธาตุโพแทสเซียม นอกจากนี้ยังช่วยลดปริมาณเกลือโซเดียมที่ละลายได้ที่อาจเป็นอันตรายต่อพืชลงได้ด้วย ในกรณีที่ซีโอไลท์ชนิดนั้นเป็นชนิดที่มีโซเดียมเป็นองค์ประกอบค่อนข้างสูง

หลังจากนั้น ได้ศึกษาผลของซีโอไลท์ต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยปลูกข้าวโพดในกระถางที่ระบายน้ำได้ในดินร่วนทรายชุดเดิม ใช้ดิน 5 กิโลกรัมต่อซีโอไลท์ /ปุ๋ยอินทรีย์ 50 กรัม ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำ และเพิ่มกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราไปด้วย ให้น้ำจนเกินจุดอิ่มตัวของดินแล้วระบายออกไป 1 ครั้งเมื่อพืชอายุ 15 วัน นอกนั้นให้น้ำระดับปกติ ผลปรากฏว่าการใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งอัตราร่วมกับซีโอไลท์ และปุ๋ยอินทรีย์ ($1/2 F+Z+Cp$) ให้ผลผลิตสูงสุด แต่ไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยเคมีเต็มอัตราร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียว ($F-Cp$) หรือใส่ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ผสมซีโอไลท์ ($F+Z+Cp$) สำหรับการใส่ซีโอไลท์นั้น หากใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมีครึ่งอัตรา ($1/2 F-Z$) จะให้ผลผลิตไม่แตกต่างจากทุกกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ($F+Cp$, $F+Z+Cp$ ua: $1/2 F+Z+Cp$) แต่จะได้ผลผลิตต่ำกว่าในเมื่อใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราปกติ ($F-Z$) ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากความไม่สมดุลของธาตุอาหารในพืช จากการที่ซีโอไลท์ สามารถดูดซับ N และ K ในปุ๋ยเคมีไว้ได้เป็นส่วนใหญ่ดังที่กล่าวมาแล้ว ทำให้เหลืออยู่ในดินเป็นจำนวนมาก แต่ธาตุอาหารตัวอื่น ๆ ที่มีอยู่เดิมในดิน อาทิเช่น ธาตุปริมาณน้อยบางตัว อาจมีอยู่ค่อนข้างต่ำจนเกิดความไม่สมดุลกัน Ozanne (1955) รายงานว่าการเพิ่มปริมาณไนโตรเจนในดินก่อให้เกิดการขาดสังกะสี เนื่องจากสังกะสีจะตกตะกอนเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับโปรตีน (Zn-protein complex) อยู่ที่ยากพืช ทำให้เกิดอาการขาดในส่วนของลำต้น การลดปุ๋ยเคมีลงครึ่งหนึ่งอาจแก้ปัญหาความไม่สมดุลนี้ได้

ประโยชน์ทางการเกษตรนำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสีย ใช้ผสมปุ๋ยเคมีเพื่อลดการสูญเสียปุ๋ยจากขบวนการต่าง ๆ เป็นส่วนผสมในเครื่องปลูกไร่ดิน ช่วยปรับปรุงดินเนื้อหยาบ ดินทรายจัดให้สามารถกักเก็บธาตุอาหารให้พืชที่ปลูกเจริญเติบโตได้เป็นอย่างดี ลดความแน่นแข็งของดิน เพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน

วิธีใช้ซีโอไลท์ ใช้ใส่ลงดิน ดินผสมหรือเครื่องปลูกพืชใช้ดินผสมกับปุ๋ยเคมีในอัตรา 1:5-1:10 ส่วน หรือหว่านกระจายทั่วทั้งแปลงแล้วไถกลบลงดิน

(2) โดโลไมต์ (Dolomite)

เป็นแร่ประกอบในหินตะกอน มีสีขาวหรือสีชมพู หินโดโลไมต์ในประเทศไทย มักเกิดใกล้กับภูเขาหินปูน เกิดในชั้นหินปูนปนโดโลไมต์ ปะปนระหว่าง 10-15 เปอร์เซ็นต์ ในประเทศไทยพบมากที่จังหวัดกาญจนบุรี ชลบุรี จันทบุรี สงขลามิคา ซีซีอี ร้อยละ 97-111

ประโยชน์ทางการเกษตร ในดินเนื้อหยาบสภาพเป็นกรด จะทำให้เนื้อดินจับตัวกันเป็นก้อนทำให้อุ้มน้ำได้ดีขึ้น ในดินเนื้อละเอียดช่วยให้อนุภาคดินเหนียวแขวนลอยจับตัวเป็นก้อนในรูปของฟล็อก ดินที่แน่นทึบจะมีการโปร่งพรุนมากขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยลดความเป็นกรดของดิน ทำให้ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชดีขึ้น ลดความเป็นพิษของธาตุเหล็ก อลูมิเนียมและแมงกานีส ทำให้กิจกรรมของจุลินทรีย์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะขบวนการแปรสภาพสารอินทรีย์ไปเป็นสารอนินทรีย์ (mineralization) ซึ่งช่วยในการปลดปล่อยธาตุอาหารพืช วิธีใช้โดยการหว่านทั่วทั้งแปลงแล้วไถกลบเคล้ากับดินทิ้งไว้ 1-4 สัปดาห์ จึงทำการปลูกพืชต่อไป



ภาพที่ 21 ลักษณะปูนโดโลไมต์ที่นำมาใช้ในการปรับปรุงดิน

(3) ยิปซัม (Gypsum)

คือแร่ซัลเฟตในรูปเกลือธรรมชาติ บางครั้งเรียกแร่เกลือจืด เกิดจากการตกตะกอน การระเหยของน้ำทะเล มีสูตรทางเคมีคือ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ มีแคลเซียมร้อยละ 23.3 กำมะถัน ร้อยละ 18.5 มีสีขาว ชมพูน น้ำตาล หรือสีเหลือง สามารถละลายน้ำได้ดี มีค่าความเป็นกรดต่างเป็นกลาง ในประเทศไทยพบมากที่อำเภอบางมูลนาก จังหวัดพิจิตร อำเภอหนองบัว จังหวัดนครสวรรค์ อำเภอสว่างพูน จังหวัดเลย

ประโยชน์ต่อการเกษตรคือใช้เป็นปุ๋ยให้ธาตุอาหารแก่พืช โดยเฉพาะพืชอายุสั้น เช่น ถั่วลิสง โดยการหว่านลงผิวดิน และใช้เพื่อลดระดับความเค็มของดิน ช่วยทำให้ลดความแน่นทึบของดินให้โปร่งร่วนมากขึ้น

ยิปซัม ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) เป็นสารประกอบที่นิยมใช้แก้ปัญหาดินที่มีโซเดียมสูง ในกรณีของดิน ที่มีโซเดียมสูงที่เรียกว่าดินโซดิกนั้น พืชที่ปลูกจะเจริญเติบโตไม่ปกติเพราะการที่ดินมี พีเอช สูงทำให้พืชขาดธาตุอาหารหลายธาตุโดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกจุลธาตุต่าง ๆ เช่น เหล็ก แมงกานีส โบรอน เป็นต้น เกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหารในดิน นอกจากนั้นการที่ดินมีโซเดียมสูงก็จะทำให้ลักษณะทางกายภาพของดินไม่ดี ดินมีลักษณะแน่นทึบ ไถพรวนยาก สามารถแก้ไขปรับปรุงได้โดยการใส่สารประกอบที่ทำให้ดินเป็นกรดหรือสารประกอบที่มีประจุบวกอื่น เข้าไปไล่ที่โซเดียมออกมาให้เหลือในดินน้อยลง เช่น ยิปซัม กำมะถันผง กรดกำมะถันหรือปุ๋ยพืชสด เป็นต้น



ภาพที่ 22 ยิปซัมและโรงงานผลิตในพื้นที่อำเภอหนองบัว จังหวัดนครสวรรค์

การทดลองเกี่ยวกับการปรับปรุงดินโซดิก โดยใช้ยิปซัมและปุ๋ยพืชสดอัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่ แสดงอยู่ในตารางที่ 39 จะเห็นว่าผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นเมื่อใส่ยิปซัมลงไป

และเมื่อลดปริมาณยิปซัมลงครึ่งหนึ่ง แต่ใส่ปุ๋ยพืชสดร่วมด้วย ทำให้ผลผลิตข้าวสูงกว่าการใช้ยิปซัมเพียง อย่างเดียว นอกจากนั้นการใช้ยิปซัมอย่างเดียว หรือใช้ร่วมกับปุ๋ยพืชสดยังทำให้ พีเอช ลดลงเล็กน้อย และค่า ESP ลดลงอย่างเห็นได้ชัด

ตารางที่ 39 อิทธิพลของการใส่ยิปซัมและปุ๋ยพืชสดต่อข้าวที่ปลูกในดินโซดิก (Palaniappan และ Budhar, 1992)

ตำรับทดลอง	พีเอช	ESP	ผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่)		กำไรสุทธิ บาทต่อไร่
			เมล็ด	ตอซัง	
control	8.9	27.6	392	750	409.6
100 เปอร์เซ็นต์ ยิปซัม	8.4	17.4	608	1093	1031.7
50 เปอร์เซ็นต์ ยิปซัม + ปุ๋ยพืชสด	8.5	16.8	614	1237	1438.7
LSD (0.0.5)	-	-	209	317	-

ยิปซัม (gypsum) หรือฟอสฟอรัสยิปซัม (phosphogypsum) ที่เป็นผลพลอยได้จากโรงงานผลิตปุ๋ยเคมีฟอสเฟตที่มีองค์ประกอบของยิปซัมประมาณร้อยละ 97 เป็นสารปรับปรุงดินอีกชนิดหนึ่งที่มีการศึกษาวิจัยกันมากกว่าจะมีคุณค่าต่อการปรับปรุงสมบัติกายภาพของดินได้มากนักเพียงใด จากผลการทดลองที่ได้มีการศึกษากันอย่างกว้างขวางพบว่าโดยทั่วไป การใช้ยิปซัมหรือฟอสฟอรัสยิปซัม ช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพบางประการของดินให้ดีขึ้น เช่น ทำให้ดินมีปัญหาจับกันเป็นแผ่นแข็งที่ผิวดิน (surface crust) น้อยลง ดินมีการแทรกซึมน้ำ (water infiltration) ดีขึ้น (ตารางที่ 41) มีการไหลบ่าของน้ำน้อยลง และเกิดการสูญเสียดินน้อยลงด้วยดังตัวอย่างข้อมูล ผลการทดลองที่แสดงไว้บางส่วนใน ตารางที่ 40 (Kazman et al., 1983; Warrington et al., 1989; Agassi et al., 1989; 1990; Miller, 1987) มีผลทำให้พืชที่ปลูกด้วยเมล็ดในดินที่มีปัญหาจับกันเป็นแผ่นแข็งบนผิวดิน งอกและแทงไหลผิวดินได้ดีขึ้นอย่างเด่นชัด (ตารางที่ 40) (Bennett et al., 1964)

กลไกสำคัญของสารยิปซัมในการช่วยลดปัญหาการเกิดแผ่นแข็งบนผิวดิน ก็คือการควบคุมการเกิดการฟุ้งกระจาย (dispersion) ของอนุภาคดินเหนียวในน้ำโดยการปรับความเข้มข้นของสารอิเล็กโทรไลต์ ในสารละลายรอบเม็ดอนุภาคดินเหนียวให้สูงขึ้นมากพอที่จะทำให้อนุภาคดินเหนียวจับกลุ่มกันตกตะกอน (coagulation) อย่างรวดเร็ว หลังจากที่มีเม็ดดินโดนฝนตกกระแทกแตกและอนุภาคดินส่วนที่เป็นดินเหนียวแขวนลอยปนออกมากับน้ำ (Sumner and Miller, 1992) ซึ่งในการเกิดปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้ ถ้าไม่มีการใช้ยิปซัม อนุภาคดินเหนียวที่แขวนลอยในน้ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งในดินที่มีธาตุโซเดียม (Na) สูงจะแขวนลอยฟุ้งกระจายในน้ำ สารแขวนลอยที่เกิดจะไหลออกไปจากเม็ดดินเดิมลงไปอุดดิน (soil pore) และเคลือบผิวน้ำดินเป็นแผ่นแข็งเมื่อดินแห้งตัวลง

ยิปซัมเป็นสารเคมีที่พบได้ในธรรมชาติหรืออาจได้จากผลพลอยได้ในอุตสาหกรรมผลิตปุ๋ยเคมีฟอสเฟตหรืออุตสาหกรรมอื่น ๆ ในประเทศไทยเองมีแหล่งแร่ยิปซัมสำรองในดินในปริมาณมาก ทั้งนี้รวมทั้งยิปซัมในรูปฟอสฟอรัสยิปซัมที่จะเป็นผลพลอยได้ในอนาคตจากโรงงานปุ๋ยเคมีของบริษัทปุ๋ยแห่งชาติ ที่คาดว่าจะสร้างโรงงานเสร็จประมาณปลายปี 2539 และเมื่อเริ่มผลิตกรดฟอสฟอรัสจะมีฟอสฟอรัสยิปซัมเป็นผลพลอยได้สูงถึงปีละประมาณ 600,000 ตัน สารยิปซัมเป็นสารปรับปรุงดินที่มีราคาถูก ปัจจุบันถ้าซื้อในปริมาณมากจะมีราคาเพียงประมาณตันละ 1,400 บาท เท่านั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารฟอสฟอรัสยิปซัมของบริษัทปุ๋ยแห่งชาติเอง คาดว่าจะมีราคาต่ำมากหรืออาจแจกฟรีโดยผู้ขอตนเองด้วยซ้ำ ปริมาณการใช้สารยิปซัมหรือฟอส

โพยิปซึมโดยวิธีหว่านลงดินที่พบว่าได้ผลอย่างเด่นชัดในการป้องกันการเกิดแผ่นแข็งบนผิวดิน พร้อม ๆ กับการเพิ่มสมบัติการแทรกซึมน้ำของดิน และการลดการพังทลายของดินดอนทั่ว ๆ ไป คืออัตรา 480-800 กิโลกรัมต่อไร่ (Shainberg et al., 1989) สำหรับ ยิปซัม หรืออัตรา 800 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับสารฟอสโฟยิปซึม (Warrington et al., 1989)

สำหรับดินที่มีปัญหาการเกิดแผ่นแข็งบนผิวดิน การแทรกซึมและการซาบซึมลงของน้ำ น้ำไหลบ่าและการพังทลายของดิน ยิปซัมเป็นสารปรับปรุงดินที่มีศักยภาพสูงมากที่จะมีส่วนช่วยแก้ปัญหาได้ดี ทั้งนี้เพราะหาง่าย ราคาถูก และนอกจากนั้นยังให้ธาตุอาหารพืชทั้งในรูปแคลเซียม (Ca) และกำมะถัน (S) ในปริมาณมาก (Ca ประมาณร้อยละ 22.5, S ประมาณร้อยละ 16.8) รวมทั้งฟอสฟอรัสอีกเล็กน้อย (ประมาณร้อยละ 0.6 ในรูป P_2O_5 ถ้าใช้ในรูปฟอสโฟยิปซึม)

ตารางที่ 40 ผลของฟอสโฟยิปซึมต่ออัตราการแทรกซึม (infiltration rates) ของน้ำในดินชนิดต่าง ๆ

ชื่อชนิดและสถานที่	อัตราการแทรกซึมน้ำ (มม.ชม.)		
	ไม่ใส่ฟอสโฟยิปซึม	ใส่ฟอสโฟยิปซึม	ที่มา
ดินแอปพลิง-สหรัฐอเมริกา	1.1	12	Miller et al. (1991)
ดินเดวิดสัน-สหรัฐอเมริกา	3.2	10.9	"
ดินซีซิล-สหรัฐอเมริกา	7.3	22.2	Miller (1987)
ดินอัมรา-อิสราเอล	8	13	Kazman et al. (1983)
ดินโรติก-ฮาร์พลอทอก - บราซิล	19.4	25.6	Roth et al.(1986)
ดินชอร์รอตอาฟริกาใต้	10.1	30	van der watt and Claassens (1990)

ที่มา : Bennett et al., (1964)

ตารางที่ 41 ผลของความลาดชันของพื้นที่และการใช้ฟอสโฟยิปซึมต่ออัตราการแทรกซึมน้ำ (infiltration rate) น้ำไหลบ่า (runoff) และปริมาณการสูญเสียดินที่มีอนุภาคดินเหนียวร้อยละ 18

ความลาดชัน ของพื้นที่ (ร้อยละ)	ตำรับทดลอง	อัตรา การแทรกซึมน้ำ (มิลลิเมตรต่อชั่วโมง) ^{1/}	น้ำไหลบ่า (ร้อยละ)	ปริมาณ การสูญเสียดิน (กิโลกรัมต่อตารางเมตร) ^{1/}
5	ไม่ใส่ฟอสโฟยิปซึม	2.9	65.5	0.94
	ใส่ฟอสโฟยิปซึม	8.4	32.3	0.41
25	ไม่ใส่ฟอสโฟยิปซึม	4.5	64.5	6.68
	ใส่ฟอสโฟยิปซึม	11.7	22.6	0.8

ที่มา : Warrington et al., (1989)

1/ ใช้ในอัตรา 5 ตันต่อเฮกตาร์ หว่านให้ทั่วพื้นที่ ฟอสโฟยิปซึมอยู่ในรูปที่บดเป็นก้อนเล็ก ๆ 1 มม. องค์ประกอบทางเคมีประกอบด้วย (CaSO₄) 97 เปอร์เซ็นต์ MgSO₄ 1 เปอร์เซ็นต์ P₂O₅ 0.6 เปอร์เซ็นต์ ฟลูออโรอปาไทต์ และทราย (SiO₂) 1.4 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 42 ผลของการใช้ยิปซัมต่อการงอกของเมล็ด การแทงโผล่ผิวดินของต้นกล้าฝ้ายและความแข็งของครัสต์ (crust) ของดินผิว

ตำรับทดลอง	จำนวนการทดลอง	การงอกและการแทง โผล่ผิวดินของต้นกล้า (ร้อยละ)	ดัชนีความแข็งของครัสต์ (ปอนด์)
ไม่ใส่ยิปซัม	3	10.8	3.72
ใส่ยิปซัม	3	48.1	1.7

1/ ใส่ในอัตรา 250 ปอนด์ต่อเอเคอร์ วิธีใส่ โดยโรยเป็นแถบกว้าง 3 นิ้ว เหนือแถวเมล็ดปลูก

(4) ปูนขาว (lime)

คือปูนสุกในรูปก้อนที่ยังแข็งอยู่ในรูปทางเคมีคือ CaO ผสมกับ MgO เมื่อนำมาพรมน้ำให้ชุ่มทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีในรูป Ca(OH)_2 และ Mg(OH)_2 มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 2 ค่าซีซีอี ไม่น้อยกว่าร้อยละ 110

ประโยชน์ทางการเกษตรใช้ในการปรับปรุงดินทรายทำให้เม็ดดินจับตัวกันเป็นก้อน ช่วยให้อุ้มน้ำได้มากขึ้น ในดินเนื้อละเอียดก็จะทำให้อนุภาคเดี่ยว ๆ ของดินเหนียวจับตัวเป็นก้อนใหญ่ มีความโปร่งพรุนมากขึ้น ช่วยลดระดับความเป็นกรดของดินที่มีมากเกินไป (ดินที่มีพีเอช ต่ำกว่า 5) ทำให้ธาตุอาหารพืชมีความเป็นประโยชน์มากยิ่งขึ้น

(5) ปูนมาร์ล (marl)

คือปูนแคลเซียมคาร์บอเนตที่มีดินเหนียวและสารชนิดอื่น ๆ เจือปนอยู่ไม่แน่นอน มีลักษณะอ่อนและร่วนหรือจับกันเป็นก้อน มีแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 45–80 มีสีขาวปนน้ำตาล พบมากในจังหวัดสระบุรี จังหวัดลพบุรี และจังหวัดนครสวรรค์ ตามมาตรฐานมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 10 มีค่าซีซีอี ไม่น้อยกว่าร้อยละ 85

ประโยชน์ทางการเกษตร ใช้ในการแก้ไขความเป็นกรดของดินที่มีมากเกินไป โดยเฉพาะในดินเปรี้ยวจัด ดินกรดกำมะถัน (พีเอช ต่ำกว่า 4.5) ให้สูงขึ้น ลดความแน่นทึบของดินเนื้อละเอียด ทำให้ดินทรายมีสภาพอุ้มน้ำได้ดีขึ้น ช่วยสนับสนุนให้กิจกรรมของจุลินทรีย์ดินเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพในการปลดปล่อยธาตุอาหารพืชให้มีความเป็นประโยชน์ โดยเฉพาะกลุ่มจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจนจากอากาศจะเจริญเติบโตได้ดีขึ้น

(6) หินฟอสเฟต (rock phosphate)

คือแร่อะพาไทต์ ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{F},\text{OH},\text{Cl})_2$) ที่มีธาตุฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบอยู่ การนำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรสามารถนำมาใช้โดยการนำหินฟอสเฟตมาบดให้ละเอียดแล้วใส่ลงไปในดิน ขนาดความละเอียดไม่ควรต่ำกว่า 10 เมช

หินฟอสเฟต (rock phosphate หรือ phosphate rock) เป็นชื่อทางการค้า ของแร่ฟอสเฟต mineral phosphate ได้จากการขุดแร่และกระบวนการถลุงแร่ที่มีธาตุฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบ หินฟอสเฟตเป็นวัตถุดิบที่มีความสำคัญในอุตสาหกรรมเคมี เช่นการผลิตสารเคมีบางประเภท และการผลิตปุ๋ย ฟอสเฟตสำหรับใช้ในการเกษตร เราจะพบแร่หลายชนิดในหินฟอสเฟต เช่น พวก quartz, calcite, dolomite, goethite, feldspar, แร่ดินเหนียว และแร่ที่มีธาตุเหล็กเป็นองค์ประกอบ ฯลฯ

แหล่งของหินฟอสเฟตจะมีอยู่ที่ทวีปอเมริกาเหนือ-ใต้ แอฟริกา ยุโรปบางส่วนและแหล่งใหม่ ๆ ก็ถูกค้นพบอยู่เรื่อยมา ในปัจจุบันประเทศต่าง ๆ ที่ผลิตหินฟอสเฟตจะมีอยู่ประมาณ 34 ประเทศ

ผลิตได้ประมาณ 138 ล้านตัน สหรัฐอเมริกา สหภาพโซเวียต และโมร็อกโกทั้งสามประเทศนี้ผลิตหินฟอสเฟตรวมกันได้ประมาณ 97 ล้านตัน หรือประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณหินฟอสเฟตที่ผลิตได้ทั่วโลก ส่วนอีกประมาณ 35 ล้านตันหรือประมาณ ร้อยละ 2 ของปริมาณหินฟอสเฟตที่ผลิตได้ทั้งหมดจะเป็นปริมาณที่ผลิตได้จากประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ตูนิเซีย จอร์แดน แอฟริกาใต้ และบราซิล ซึ่งแต่ละประเทศที่กล่าวถึงนี้จะมีกำลังการผลิตได้มากกว่า 1 ล้านตัน อนึ่งเป็นที่น่าสังเกตว่าประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน จะมีกำลังผลิตสูงถึง 1.5 ล้านตัน เมื่อ 7-8 ปีที่ผ่านมา โดยมีปริมาณการผลิตเพิ่มมากขึ้นทุกปี นอกจากนั้นแล้วในประเทศในทวีปเอเชีย แอฟริกาอื่น ๆ ก็มีการผลิตหินฟอสเฟตได้เช่นกัน แต่ผลผลิตที่ได้มีปริมาณต่ำมาก

ชนิดของหินฟอสเฟตกับความเป็นประโยชน์ต่อพืช หินฟอสเฟตชนิดต่าง ๆ จะมีความเป็นประโยชน์ต่างกัน เช่น ในการทดลอง ใช้ 'a' grade phosphate rock (ซึ่งเป็น วัตถุดิบสำหรับผลิตซูเปอร์ฟอสเฟต) re- active ฟิเอโซสฟิเอซเต rock (ซึ่งละลายได้ มากกว่าหินฟอสเฟตอื่น ๆ) และ calcined christmas island 'c' grade rock phosphate โดยเปรียบเทียบกับซูเปอร์ฟอสเฟต ซึ่งผลการทดลองพอสรุปได้ว่าหินฟอสเฟตแต่ละชนิด จะมีคุณสมบัติต่างกันโดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของการละลายในกรด (citrate-soluble portion) แต่หินฟอสเฟตทั้งสามชนิดจะมีคุณสมบัติในการละลายในน้ำในระดับต่ำมาก แต่อย่างไรก็ตามการเพิ่มธาตุฟอสฟอรัสให้แก่พืชโดยการพ่นหรือหว่านผงที่บดละเอียดของหินฟอสเฟตได้เป็นที่ยอมรับกันมากในหลาย ๆ ประเทศ แม้ว่าผลการทดลองในบางครั้งจะสะท้อนข้อมูลออกมาว่ายังมีผลสรุปขัดแย้งกันในบางประเด็นก็ตามที่



ภาพที่ 23 ลักษณะหินฟอสเฟตและหินฟอสเฟตที่นำมาบดละเอียดแล้ว

การใช้หินฟอสเฟตในดินกรดจัด การทดลองใช้หินฟอสเฟตในดินกรดจัดในต่างประเทศเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของหินฟอสเฟตเมื่อใส่ลงไปในดินโดยตรงได้สะท้อนให้เห็นว่าพืชจะให้ผลผลิตเท่ากันหรือบางครั้งอาจจะสูงกว่าการใช้ฟอสฟอรัสจากปุ๋ยเคมี ฟอสฟอรัส เช่นปุ๋ย single superphosphate และปุ๋ย triple superphosphate ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติ หรือปฏิกิริยาของหินฟอสเฟต เป็นสำคัญ หินฟอสเฟตจะมีราคาถูกเมื่อเทียบกับปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส ซึ่งอาจจะผลิต และขนส่งลำเลียงมาจากประเทศอุตสาหกรรมพัฒนาแล้ว ทำให้ต้องเสียค่าขนส่งในการขนส่ง และการนำเข้ามากขึ้น ในประเทศไทยของเราก็มีการทดลองใช้หินฟอสเฟตในบริเวณดินกรดจัดแถบภาคกลางด้วยเช่นกัน และจากรายงานการวิจัยก็สะท้อนให้เห็นถึงศักยภาพของหินฟอสเฟตในดินกรดจัดได้เป็นอย่างดี การทดลองในประเทศเขตร้อนอื่น ๆ ก็พบว่าหินฟอสเฟตจะเป็นประโยชน์ต่อพืชมากขึ้นในดินกรดจัดเช่นเดียวกันและได้ชี้ให้เห็นชัดว่าหินฟอสเฟตมีศักยภาพสูงในดินทรายที่เป็นกรดจัด หรือในดินทรายที่เกิดการชะล้างมากในบริเวณที่มีฝนชุก โดยจะให้ผลดีเช่นเดียวกับปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต การที่หินฟอสเฟตเป็นประโยชน์ต่อพืชในดินทรายที่มีการชะล้างมากอาจจะเนื่องมาจากการที่หินฟอสเฟตละลายได้ช้า และจะไม่ถูกชะล้างออกไปจากอาณาบริเวณรากพืชอย่างรวดเร็วนั่นเอง

ตารางที่ 43 ตัวอย่างปริมาณของฟอสฟอรัสในหินฟอสเฟต และปุ๋ยซูปเปอร์ฟอสเฟต

ชนิด	ฟอสฟอรัส ทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)	ฟอสฟอรัส ละลายน้ำ (เปอร์เซ็นต์)	ฟอสฟอรัส ละลายในกรด (เปอร์เซ็นต์)
ปุ๋ยซูปเปอร์ฟอสเฟต	10.1	7.6	2.2
“A” grade rock ฟิเอซอสฟิเอชเต	16.6	0.1	0.8
North Carolina rock ฟิเอซอสฟิเอชเต	13.0	0.1	2.6
Calcined “C” grade rock ฟิเอซอสฟิเอช	14.9	0.6	10.0

ที่มา : Yeates et al. (1986)

ความเป็นประโยชน์ของหินฟอสเฟต ในดินเหนียวจะลดลงเนื่องจากอาจจะเกิดปฏิกิริยาหรือปฏิกิริยาระหว่างหินฟอสเฟตกับดินเหนียว รายงานผลการทดลองในประเทศออสเตรเลีย (Yeates et al. 1984) สะท้อนให้เห็นว่าในดินทรายที่มีดินเหนียวปะปนอยู่ แม้แต่เพียงเล็กน้อยก็จะลดความเป็นประโยชน์ของหินฟอสเฟตลงระดับหนึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับดินทรายความเป็นประโยชน์ของหินฟอสเฟตในดินทรายนั่น หินฟอสเฟตมีศักยภาพสูงในดินทรายที่เป็นกรดจัด หรือในดินทรายที่เกิดการชะล้างมากในบริเวณที่มีฝนชุก โดยจะให้ผลดีเช่นเดียวกับปุ๋ยซูปเปอร์ฟอสเฟต การที่หินฟอสเฟตเป็นประโยชน์ต่อพืชในดินทรายที่มีการชะล้างมากอาจจะเนื่องมาจากการที่หินฟอสเฟตละลายช้า และจะไม่ถูกชะล้างออกไปจากบริเวณรากพืชอย่างรวดเร็วนั่นเอง

หินฟอสเฟตที่ตกค้างในดินกับความเป็นประโยชน์ต่อพืชหินฟอสเฟตจะมีประโยชน์ต่อพืช ในระดับเดียวกันกับปุ๋ยซูปเปอร์ฟอสเฟต เมื่อใช้ในดินทราย แต่หินฟอสเฟตจะมีฤทธิ์ตกค้างมากและจะเป็นประโยชน์มากขึ้นในระยะยาว (Bolland, 1985) ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เกิดการประหยัดในการใส่ปุ๋ยซูปเปอร์ฟอสเฟตในปีหลัง ๆ ซึ่งนับว่าเป็นสิ่งที่ดีมากในยุคที่ปุ๋ยเคมีมีราคาแพง

(7) สเมกไคท์ (Smectice)

เป็นกลุ่มแร่ดินเหนียวที่มีองค์ประกอบของอะลูมิเนียมซิลิเกตที่ซับซ้อน อนุภาคขนาดเล็กมากมีโครงสร้างเป็นแผ่นซ้อนกัน ทำให้มีพื้นที่ผิวทั้งหมดต่อหน่วยน้ำหนักแร่สูง พบในบริเวณที่ลุ่มที่มีการระบายน้ำเลว พบในที่ราบภาคกลางจังหวัดลพบุรี สระบุรี และพระนครศรีอยุธยา ดินที่มีปริมาณแร่สเมกไคท์สูง ได้แก่ดินในอันดับเวอร์ติโซล ชุดดินที่พบได้แก่ชุดดินบ้านหมี่ ชุดดินโคกกระเทียม ชุดดินบุรีรัมย์ ชุดดินวัฒนา ชุดดินช่องแค

สเมกไคท์เป็นแร่ที่มีค่าซีเอสสูงถึง 110 สมมูลดินต่อ 100 กรัม มีความสามารถเพิ่มความจุในการอุ้มน้ำของดิน ช่วยดูดซับสารกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างในดิน ทำให้เมื่อดินมีความคงทนต่อการตกกระแทกของเม็ดฝน ทำให้เกิดช่องว่างในดิน ทำให้เกิดการแทรกซึมน้ำได้มากขึ้น อัตราการใช้ 200–300 กิโลกรัมต่อไร่ โดยการหว่านกระจาย ไถคลุกเคล้าให้เข้ากับดินหรือพรวนกลบดิน

(8) เอ็ม เค (MK)

เป็นสารปรับปรุงดิน หรือวัสดุพูนที่ได้มาจากผลพลอยได้หรือวัสดุคัดออกจากการผลิตคอนกรีตมวลเบาซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์คอนกรีตชนิดใหม่ผลิตจากส่วนผสมของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ทราย ยิปซัมและปูนขาว และสารกระจายฟองอากาศขนาดเล็ก ผลการวิเคราะห์วัสดุพูนหรือสารเอ็ม เคโดยวิเคราะห์สมบัติทางแร่ พบว่าประกอบด้วย แร่ anhydrite (CaSO_4) Quartz (SiO_2) และ tobermorite ($\text{Ca}_5\text{Si}_6\text{O}_{16}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) ซึ่งมีองค์ประกอบเท่ากับ 20, 60 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

สารเอม เค มีสมบัติคล้ายสารปูนไลม์ (liming material) ที่มีฤทธิ์เป็นด่างคือมี พีเอช ประมาณ 9-10 ค่า สมมูลแคลเซียมคาร์บอเนต (calcium carbonate equivalent) ประมาณ 80 เปอร์เซนต์ และมีสารปรับปรุงดินในรูปยิปซัมรวมอยู่ด้วยเล็กน้อย ทำให้มีประโยชน์ในการปรับปรุงสมบัติของดินทั้งทางเคมี และกายภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในการลดระดับความเป็นกรดของดินกรดจัด ดินเปรี้ยว นอกจากนั้น ยังให้ธาตุอาหารพืช ในรูปธาตุรอง (Ca,S) ธาตุอาหารเสริม (Fe, Mn, Zn, Cu) และปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินที่มี โครงสร้างไม่เหมาะสม เช่น ดินที่มีโครงสร้างแน่นทึบ มีการระบายอากาศและน้ำไม่ดี และรวมทั้งยังช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารพืชทั้งธาตุหลัก ธาตุรองและธาตุอาหารเสริมหลายชนิดไปด้วย

การศึกษาวิจัยการใช้สารเอม เค ในการปรับปรุงดินเพื่อปลูกพืชนั้น ปิยะและคณะ 2553 ได้ทดลองใช้สารเอม เค ต่อการเติบโตและผลผลิตของข้าวที่ปลูกในดินเปรี้ยวจัดผลการทดลองการใช้ เอม เค ปรับปรุงดินเปรี้ยวจัดชุดดินองครักษ์ เพื่อปลูกข้าวนาหว่าน พบว่า การใช้ เอม เค ในอัตรา 250 กิโลกรัมต่อไร่ มีผลทำให้ได้ผลผลิตเมล็ดดีเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 322 กิโลกรัมต่อไร่ หรือ ประมาณ 32 ถึง ๆ ละ 10 กิโลกรัม ซึ่งสมบัติที่เด่นชัดของ เอม เค ที่ปรับปรุงดินเปรี้ยวจัดชุดดินองครักษ์ก็คือฤทธิ์ของความเป็นสาร ปูนไลม์ที่มี พีเอช 10.2 ของ เอม เค ที่ลดความเป็นกรดของดินลง และเกิดผลดีโดยตรงต่อการเติบโตของข้าว (อัญชลี และคณะ, 2550) และผลดีประการที่สองก็คือ เอม เค มีองค์ประกอบหลักในรูปสารประกอบโทเบอร์ เมอไรต์ (tobermerite) หรือแคลเซียมไฮโดรซิลิเกต $[CaSiO(OH),H_2O]$ ซึ่งในการใช้กับข้าว โทเบอร์เมอไรต์ จัดได้ว่าเป็นปุ๋ยซิลิเกต (silicate fertilizer) ที่ให้ธาตุซิลิคอนแก่พืช ที่มีคุณภาพสูงและมีคุณค่าต่อการเพิ่มความทนทานของข้าวต่อโรคใบไหม้ (blast disease) และเพิ่มผลผลิตข้าว (Saigusa et al. 1999) และจาก ผลการศึกษาของ อัญชลี และคณะ (2550) พบว่าการใช้สารเอม เค มีผลอย่างเด่นชัดมากต่อการเพิ่มผลผลิต ของข้าวในนาดินเปรี้ยวจัดชุดดินองครักษ์ น้ำหนักสดของพืชผักบางชนิด (คะน้า) และให้ผลดีในระดับ ปานกลางต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินโคราชที่มีฤทธิ์เป็นกรดจัด



ภาพที่ 24 ลักษณะทางกายภาพของสารเอม เค

2) สารปรับปรุงดินในรูปสารสังเคราะห์ที่สำคัญ

(1) โพลีอะคริลาไมด์ (Polyacrylamide : PAM)

สารแอนไอออนิกโพลีอะคริลาไมด์ (anionicpolyacrylamide) เรียกชื่อย่อ ๆ ว่า แพนม (PAM) คือสารอินทรีย์สังเคราะห์ที่นำมาใช้ในการปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินทั้งในรูปเม็ด ของแข็งและในรูปสารละลายโดยมีชื่อเรียกย่อ ๆ ว่า PAM โดยสมบัติทางเคมีจัดเป็นสารประกอบอินทรีย์โพลิ เมอร์ที่มีโมเลกุลของโมโนเมอร์ (monomer) ต่อกันเป็นเส้นยาว (long-chain polymer) คุณสมบัติโดยทั่วไป คือ เป็นสารที่ละลายน้ำได้ดีและมีความสามารถในการเชื่อมอนุภาคแร่ดินเหนียวเข้าด้วยกันหรือทำให้อนุภาค แร่ดินเหนียวในเม็ดดินจับกันด้วยแรงที่มีความเสถียรสูงยิ่งขึ้น (DeBoddt, 1972) ซึ่งผลดังกล่าวจะทำให้เม็ดดิน (soil aggregate) มีความต้านทานต่อการแตกกระจายจากการตกกระแทกของเม็ดฝนเพิ่มขึ้นซึ่ง ผลจากการ

ทดลองอย่างกว้างขวางพบว่า สารโพลิเมอร์ในรูป PAM ให้ผลดีเด่นชัดในการช่วยอนุรักษ์น้ำ, ดิน และธาตุอาหารพืช โดยการป้องกันหรือลดการไหลบ่าของน้ำ (runoff) และการเกิดการกร่อนดิน ซึ่งเป็นผลจากการที่ PAM ทำให้ดินมีปัญหาการเกิดแผ่นแข็งปิดผิวดิน (surface crust) น้อยลง และทำให้เม็ดดินมีความเสถียร (aggregate stability) มากขึ้น มีการแทรกซึมและซาบซึมลงของน้ำดีขึ้น นอกจากนั้น ยังทำให้การงอกของเมล็ดที่ปลูกและการแทงไหล่ผิวดินของต้นกล้ามีปัญหา น้อยลงอย่างเด่นชัด ยกตัวอย่างเช่น จากผลการทดลองของ Wallace and Wallace (1986) พบว่า การใช้ PAM ในรูปสารละลาย 0.1 เปอร์เซ็นต์ และ 0.15 เปอร์เซ็นต์ ในอัตรา 67 และ 134 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ สามารถลดการสูญเสียดินโดยมีปริมาณการสูญเสียดินเพียง 4.5 และ 6.7 ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ และการใช้ในรูปแบบของแข็งในอัตราเดียวกันกับรูปสารละลายก็สามารถลดการสูญเสียดินโดยมีอัตราการสูญเสียดินเพียง 2.3 ตันต่อเฮกตาร์ ทั้งสองอัตรา ในขณะที่ดำรับทดลองที่ไม่ใส่ PAM มีอัตราการสูญเสียดินสูงถึง 101.0 ตันต่อเฮกตาร์ และเช่นเดียวกับผลการทดลองใช้สารแอนไอออนิกโพลีอะครีลาไมด์ในอัตรา 50 มิลลิกรัมต่อลิตรของน้ำ ที่พบว่า มีผลทำให้การงอกของต้นกล้าฝ้ายออกแทงไหล่ผิวดินที่ระยะ 11 วันหลังปลูกดีขึ้น โดยมีจำนวนงอก 15 ต้น จากจำนวนเมล็ดทั้งหมด 20 เมล็ด ในขณะที่ดำรับทดลองที่ไม่ใช้สารปรับปรุงดินชนิดนี้มีจำนวนเมล็ดที่งอกแทงไหล่ผิวดินเพียง 4 ต้นเท่านั้น นอกจากนี้แล้วการใช้ PAM ในอัตราดังกล่าวยังช่วยลดความต้านทานต่อการแทรกซึม น้ำของดิน และเพิ่มความคงทนของเม็ดดินโดยในดำรับทดลองที่มีการใช้ PAM มีความต้านทานต่อการแทรกซึม น้ำ เท่ากับ 84 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และเพิ่มความคงทนของเม็ดดิน 58 เปอร์เซ็นต์ เปรียบกับดำรับทดลองที่ไม่ใช้ PAM จะมีความต้านทานต่อการแทรกซึม น้ำของดินสูงถึง 131 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และมีความคงทนของเม็ดดินเพียง 31 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น (Helalia and Letey, 1989) การใช้ PAM ในอัตราเพียง 1 ปอนด์ (454 กรัม) ต่อน้ำ 1 เอเคอร์-นิ้ว (2.5 ไร่-นิ้ว) Senft (1993) พบว่า สามารถลดการสูญเสียดินในพื้นที่ปลูกพืชที่มีการให้น้ำทางร่อง (furrow irrigation) ได้สูงถึง 97 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มความสามารถในการแทรกซึม น้ำของดินขึ้น 25 เปอร์เซ็นต์ หรือในเชิงปริมาณการใช้ PAM ในอัตราแค่ 10 พีพีเอ็ม (ppm) มีผลช่วยอย่างชัดเจนในการลดปริมาณตะกอนดินในน้ำไหลบ่าจาก 40 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร เหลือเพียงไม่เกิน 1 กรัมต่อลิตร สำหรับการใช้กับพืชโดยทั่ว ๆ ไปในดินที่มีปัญหาการเกิดแผ่นแข็งบนผิวดิน การใช้ในอัตรา 3.2 กิโลกรัมต่อไร่สามารถเพิ่มอัตราการแทรกซึม น้ำในดินได้อย่างชัดเจนโดยการฉีดสารละลาย PAM ลงบนผิวดินที่จับกันเป็นแผ่นแข็ง (Shainberg et al., 1990)

สารแอนไอออนิกโพลีอะครีลาไมด์ (PAM) เมื่อใส่ลงไปในดินจะเกิดการเปลี่ยนแปลง และผลที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงสภาพ คือ น้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซแอมโมเนีย ดังนั้นจึงเป็นสารที่ไม่เป็นพิษ และไม่ก่อให้เกิดความระคายเคืองต่อผิวหนังของผู้ใช้ นอกจากนี้ยังมีราคาต่ำ และใช้ในปริมาณน้อย มีวิธีปฏิบัติที่สะดวกแต่มีประสิทธิภาพสูงต่อการลดปัญหาการเกิดแผ่นแข็งปิดผิวดิน (surface crust) ซึ่งเป็นผลเชิงบวกต่อการลดการสูญเสียดิน น้ำ และธาตุอาหารพืชจากการน้ำไหลบ่าและการกร่อนดิน ดังนั้น สารแอนไอออนิกโพลีอะครีลาไมด์ (PAM) จึงเป็นสารปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินที่เป็นทางเลือกทางหนึ่งในการแก้ปัญหาความเสื่อมโทรมของดินเป็นสารปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดิน ในการลดการเกิดการแน่นแข็งปิดผิวดิน (soil surface crust) ลดการสูญเสียดินจากการชะล้างพังทลายและน้ำไหลบ่าผิวดิน ทางกรมเกษตรนำมาใช้ในรูปแบบ เม็ด และของเหลว จัดเป็นสารอินทรีย์สังเคราะห์ในรูปโพลิเมอร์ ที่นำมาใช้ในการเกษตรจะมีประจุลบ ไม่เป็นพิษต่อมนุษย์ พืชและจุลินทรีย์ดิน บทบาทของแพมต่อดิน คือเป็นสารเชื่อมอนุภาคดินเหนียวแขวนลอย จับตัวกันเป็นก้อนกลมในรูปฟล็อกที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ทำให้ดินโปร่งร่วนมากขึ้นในดินที่มีโครงสร้างเป็นก้อนดินอยู่แล้ว แพมจะช่วยให้เกิดความคงตัว ทนทานต่อแรงกระแทกของเม็ดฝนหรือน้ำได้ ประโยชน์ต่อการเกษตร ช่วยเพิ่มช่องว่างขนาดใหญ่ในดิน เพิ่มอัตราการแทรกซึม น้ำในดินเหนียวได้มากถึงร้อยละ 50 สารแอนไอออนิกโพลีอะครีลาไมด์ที่ผลิตขึ้นมีสองรูปแบบคือ ของเหลวชนิดน้ำ

และชนิดเกลือผงเม็ดละเอียดสีขาว โดยทั้งสองลักษณะนำมาใช้ในการปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินต้องนำมาผสมน้ำให้อยู่ในรูปสารละลาย



ภาพที่ 25 ลักษณะของสารโพลีอะคริลาไมด์ (PAM) ในรูปของเหลวและผง

(2) กรดฮิวมิก (humic acid)

คือ สารฮิวมิกหรือฮิวมัส ที่ละลายได้ในต่างประเทศก่อนในกรด จากการสกัดแยกจากอินทรีย์วัตถุ จะได้ฮิวมิก 3 ชนิด คือสารฮิวมิน กรดฮิวมิก และกรดฟุลวิก องค์ประกอบทางเคมีประกอบด้วย คาร์บอน 27.2 เปอร์เซ็นต์ ไฮโดรเจน 4.4 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจน 2.4 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความเป็นกรดต่างเท่ากับ 8.1 มีค่า CEC สูงมากระหว่าง 500–870 มิลลิสมมูลต่อ 100 กรัม ซึ่งสูงกว่าฮิวมัส 3–4 เท่าตัว ทำให้ดินมีความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับกรดต่าง สามารถดูดซับธาตุอาหารที่มีประจุบวก เช่น โพแทสเซียม เหล็ก แมงกานีส สังกะสี เป็นต้น

ประโยชน์ต่อการปรับปรุงดิน ทำให้ดินร่วนซุยไม่แน่นทึบ อุ่มน้ำได้มากขึ้น ถ่ายเทอากาศได้ดีขึ้น เพิ่มการแลกเปลี่ยนประจุบวก เพิ่มความสามารถในการต้านทานการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ช่วยเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ดินในการปลดปล่อยธาตุอาหารต่อพืชมากขึ้น ช่วยดูดซับสารเคมีและสารควบคุมศัตรูพืชที่ตกค้างในดินไม่ให้เกิดการเคลื่อนย้ายลงในดินชั้นล่าง

กรดฮิวมิก เป็นสารอินทรีย์จำพวก polyphenols มีธาตุ C,H,O,N,S เป็นองค์ประกอบ และอาจจะมีธาตุอีกหลายธาตุเป็นองค์ประกอบรอง มีสีตั้งแต่สีน้ำตาลเข้มจนถึงสีดำ กรดฮิวมิกจะเป็นส่วนของฮิวมัสหรืออินทรีย์วัตถุในดิน ที่มีประโยชน์ต่อดินและการเกษตรมากที่สุด ซึ่งความเป็นประโยชน์ดังกล่าวก็เนื่องมาจากกรดฮิวมิกจะมีส่วนที่ออกฤทธิ์ หรือส่วนที่ทำได้ปฏิกิริยาได้ ที่เรียกว่า reactive groups หรือ functional groups อันได้แก่ carboxyl groups, aliphatic และ aromatic hydroxyl groups, carbonyl และ amide groups ซึ่งบรรดา functional group เหล่านี้จะทำให้กรดฮิวมิกมีความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารประจุบวก (cations) และช่วยต้านทานการเปลี่ยนแปลงพีเอช ของดินอย่างฉับพลัน เป็นแหล่งเพิ่มธาตุอาหารให้แก่พืช ตลอดจนให้คุณสมบัติที่ดี อื่น ๆ อีกมากมาย

ฮิวมิก แอซิด เป็นสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง โดยปกติมีน้ำหนักโมเลกุล ตั้งแต่ 50,000 ขึ้นไป น้ำหนักโมเลกุลของฮิวมิก แอซิด จะมากกว่า fulvic acid แต่องค์ประกอบ คือ ออกซิเจนใน fulvic acid จะมากกว่าใน ฮิวมิก แอซิด โครงสร้างของฮิวมิก แอซิด เป็นโครงสร้างที่สลับซับซ้อนมาก ประกอบด้วย 1) ฟีนอลิก groups 2) carboxylic groups 3) hydroxyl groups และ 4) ketone groups

การสกัดกรดฮิวมิก กรดฮิวมิกจะสกัดมาจากอินทรีย์สารที่มีคาร์บอน เป็นองค์ประกอบอยู่ในปริมาณมาก เช่น ลิกันท์ แร่ leonadite หรือ oxidized lionite ซึ่งเกิดจากการทับถม

ของซากพืชและซากสัตว์มาเป็นเวลานานนับล้านปี และมีกรดฮิวมิกเป็นองค์ประกอบอยู่ในปริมาณที่สูงถึง 85 เปอร์เซ็นต์ (โลกเกษตร, 2529) นอกจากนั้นอาจจะสกัดได้จาก ถ่านหินสีน้ำตาล (browncoals) และถ่านหินชนิดอื่น ๆ ก็ได้ในการสกัดกรดฮิวมิกในเชิงการค้า นั้น จะต้องหาวัตถุดิบที่อุดมไปด้วยกรดฮิวมิกจึงจะคุ้มกับการลงทุน วัตถุดิบที่นอกเหนือจากจำพวกถ่านหินที่มีกรดฮิวมิกมาก ได้แก่ ดินอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ทั้งดินอินทรีย์ที่สลายตัวไม่มาก (peats) และดินอินทรีย์ที่สลายตัวมาก (mucks) ซึ่งอาจจะมีอินทรีย์วัตถุเป็นองค์ประกอบสูงถึง 95 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ดินที่ทำการเกษตรทั่ว ๆ ไปอาจจะมีอินทรีย์วัตถุน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ ทำการสกัดเป็นการค้านั้นจะไม่คุ้มค่าในการลงทุน

(2.1) ประโยชน์ทางตรงต่อพืช ได้แก่ผลกระทบที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืชหลายประการ (Visser, 1986) ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

(2.1.1) ช่วยเพิ่มอัตราการงอกของเมล็ดพืชหลายชนิด (Dixit and Kishore, 1967) การจุ่มเมล็ดพืชลงในสารละลาย Sodium humate จะช่วยเพิ่มอัตราการหายใจ การดูดน้ำและการงอกของเมล็ดพืช (Smideora, 1962) นอกจากนั้นจะช่วยกระตุ้นผลผลิตและการดูดธาตุอาหารของพืช การหุ้มเมล็ดด้วย calcium humate จะเพิ่มอัตราการงอกเมล็ดได้เป็นอย่างดี

(2.1.2) ช่วยเพิ่มการเจริญของรากต้น ใบของพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งจะมีผลกระทบต่อส่วนรากมากกว่าส่วนของพืชที่อยู่เหนือดิน Khristeva และ Manoilova (1950) ได้จำแนกพืชออกเป็น 4 กลุ่ม ตามปฏิกิริยาที่มีต่อกรดฮิวมิก ดังนี้ กลุ่มที่ 1 ได้แก่ พืชที่มีแป้งมาก เช่นมะเขือเทศ ยาสูบ แครอท มันฝรั่ง ผักกาดหัว เป็นต้น ซึ่งพืชเหล่านี้จะทำปฏิกิริยาอย่างรุนแรงกับกรดฮิวมิก และภายในสภาพที่เหมาะสมก็จะเพิ่มผลผลิตพืชกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มที่ 2 ได้แก่พวกธัญพืช เช่น ข้าว ข้าวโพด ข้าวสาลี ข้าวโอ๊ต ข้าวบาร์เลย์ ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับกรดฮิวมิก ได้ดีพอประมาณ กลุ่มที่ 3 ได้แก่พวกที่มีโปรตีนสูง ได้แก่ ถั่วชนิดต่าง ๆ ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับกรดฮิวมิกค่อนข้างจะน้อย และกลุ่มที่ 4 ได้แก่ พืชน้ำมัน เช่น ละหุ่ง ฝ้าย ลินสิด (linseed) ทานตะวัน ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับกรดฮิวมิกน้อยมาก และในบางครั้งยังจะแสดงปฏิกิริยาทางลบอีกด้วย

กรดฮิวมิกจะกระตุ้นการเจริญเติบโตและการแผ่กระจายของรากได้ดีและจะส่งผลต่อการเพิ่มผลผลิตของพืชได้มากขึ้น (Lee and Barlette, 1976) กรดฮิวมิกจะเพิ่มการเจริญเติบโตของรากมากกว่าลำต้น และส่วนที่อยู่เหนือดิน และจะมีผลกระทบต่อพืชตระกูลถั่ว้น้อยมาก แต่ก็แทบจะไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโต ของพืชน้ำมัน

(2.1.3) ผลกระทบที่มีต่อการดูดใช้น้ำของพืช กรดฮิวมิกจะกระตุ้นการลำเลียงน้ำในพืช และลดการสูญเสียของน้ำไปจากพืช (Prat, 1960) จะมีอิทธิพลต่อโครงสร้างของเซลล์พืชทำให้เกิดการเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของเซลล์พืช

(2.1.4) อิทธิพลที่มีต่อการหายใจของพืช กรดฮิวมิกจะมีอิทธิพลในการเพิ่มอัตราการหายใจของพืช เช่น ในข้าวบาร์เลย์ มะเขือเทศ และบีโกเนีย (Khristeva, 1953; Sladky and Tichy, 1959) นอกจากนั้นยังมีรายงานว่ากรดฮิวมิกจะเพิ่มอัตราการหายใจของรากพืชเช่น ข้าวโพด พืชตระกูลผักแพง ข้าวสาลี (Smidora, 1962) ในบางกรณีแม้ว่าอัตราการหายใจจะเพิ่มขึ้น แต่สมดุลของระบบการเจริญเติบโตของพืชได้

(2.1.5) อิทธิพลที่มีต่อการดูดใช้ในโตรเจนของพืชกรดฮิวมิกจะเพิ่มประสิทธิภาพการดูดใช้ในโตรเจนในพืช โดยจะช่วยให้พืชสามารถสนองต่อระดับไนโตรเจนที่มากหรือน้อยเกินไปได้โดยไม่ให้เกิดผลกระทบทางลบต่อพืช และยังจะช่วยให้พืชสังเคราะห์ผลิตภัณฑ์ที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบได้มากขึ้นด้วย (Visser, 1986)

(2.1.6) อิทธิพลที่มีต่อการดูดธาตุอาหารของพืช กรดฮิวมิกมีความสามารถในการกระตุ้น และยับยั้งการดูดใช้ ions ของพืช ซึ่งทั้งนี้จะเป็นผลมาจากความเข้มข้นของกรดฮิวมิก (Vimal, 1972) น้ำหนักโมเลกุลและ functional groups ที่มีอยู่ในกรดฮิวมิก เช่น carboxyl group, ฟีนอลิก OH group โดยจะมีผลกระทบต่อกลไกพืชมากกว่าพืชที่โตแล้ว และยังจะเพิ่มการดูดธาตุอาหารจำพวก K, Ca, Mg และ P แต่จะยับยั้งอัตราการดูด CL ของพืช (Mylona and Mocants, 1980)

(2.1.7) อิทธิพลที่มีต่อปริมาณคลอโรฟิลล์และการสังเคราะห์แสง กรดฮิวมิกทำให้เกิดการสะสมคลอโรฟิลล์ในพืช ทำให้ใบพืชไม่เกิดอาการเหลืองชัดเจนเกิน กรดฮิวมิกจะช่วยกระตุ้นให้รากพืชดูดธาตุเหล็ก และลำเลียงสู่ใบได้ดียิ่งขึ้น (Tan and Nopanombodi, 1979) การพ่นสารละลายกรดฮิวมิกจะทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงของผักกาดหัวเพิ่มขึ้น ถึง 22 เปอร์เซ็นต์

(2.1.8) อิทธิพลที่มีต่อปฏิกิริยาของแสงในพืช มีรายงานว่ากรดฮิวมิกจะมีฤทธิ์ในการยับยั้งปฏิกิริยาของแสงในส่วนต่าง ๆ ของพืช (Tichy and Salajhova, 1982) เช่นในพืชจำพวกคะน้า และผักกาดบางชนิด

(2.1.9) อิทธิพลที่มีต่อปฏิกิริยาของน้ำย่อยในพืช (enzyme) กรดฮิวมิกจะทำให้เกิดการเพิ่มปฏิกิริยาของน้ำย่อยในพืช โดยเฉพาะกิจกรรมของน้ำย่อย phosphorylase ในข้าวสาลี (Bukova and Tichy 1967) อิทธิพลของกรดฮิวมิกที่มีต่อปฏิกิริยาหรือกิจกรรมของน้ำย่อยจะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับน้ำย่อยของพืชแต่ละชนิด เช่นกรดฮิวมิกจะยับยั้งกิจกรรมของน้ำย่อย invertase ในรากข้าวสาลี ในขณะที่ไม่มีผลต่อรากผักกาดหัวแต่อย่างใด แต่ในขณะเดียวกันจะมีผลต่อการเพิ่มกิจกรรมของน้ำย่อยในรากถั่ว (Malcolm and Vaughan, 1979) การที่กรดฮิวมิกมีฤทธิ์ต่อน้ำย่อยในพืชต่าง ๆ กัน ดังนั้นกรดฮิวมิกจึงสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาของน้ำย่อยอยู่กับพืชได้ด้วย

(2.1.10) อิทธิพลที่มีต่อปริมาณและการกระจายน้ำตาลในพืช การที่พืชที่ปลูกในกรดฮิวมิกมีความทนทานต่อการเหี่ยวนั้น อาจจะเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของ osmotic pressure ภายในเซลล์ตลอดจนสาเหตุมาจากการสะสมของ reducing sugars ระหว่างเซลล์ของพืชอีกด้วย (Visser, 1986) กรดฮิวมิกจะมีอิทธิพลต่อปริมาณของน้ำตาล monosaccharide และ oligosaccharide อิสระในส่วนหนึ่งของพืชที่อยู่เหนือดิน พืชที่ได้รับกรดฮิวมิกจะมีปริมาณน้ำตาลมากในลำต้น และใบ แต่ปริมาณน้ำตาลในรากจะมีมากกว่า

(2.1.11) อิทธิพลที่มีต่อปริมาณของสาร alkaloids ในพืช กรดฮิวมิกจะทำให้เกิดการเพิ่มปริมาณของสาร alkaloids ในพืชโดยเฉพาะในยาสูบ (Aitken et al 1964) การเพิ่มปริมาณของสาร alkaloids ในพืชสมุนไพรต่าง ๆ เมื่อ ได้รับกรดฮิวมิกที่สกัดจากดินพริก ก็เนื่องมาจากอิทธิพลของกรดฮิวมิกนั่นเอง (Tolpa, 1976)

(2.1.12) อิทธิพลที่มีต่อการเกิดปมรากของถั่ว จากการศึกษาพบว่า กรดฮิวมิกจะทำให้พืชตระกูลถั่วมีน้ำหนักแห้งเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะในกรณีของถั่วลิสง ถั่วเหลือง และถั่ว clovers (Tan and Tantiwiramanond, 1983) และถั่วที่ได้รับกรดฮิวมิกที่มีระดับความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร จะมีจำนวนปมรากที่เพิ่มขึ้นด้วย

(2.1.13) อิทธิพลที่มีต่อการสังเคราะห์โปรตีนในพืช เช่น ในกรณีของข้าวบาร์เลย์ซึ่งกรดฮิวมิกจะกระตุ้นการสังเคราะห์โปรตีนดังการศึกษาของ Dell'Agnola et al (1981)

(2.1.14) อิทธิพลที่มีต่อลักษณะทางกายวิภาคของพืช เช่น จะทำให้ระบบการลำเลียงน้ำและอาหารของมะเขือเทศ ผักกาดหัว เจริญได้ดีขึ้น กรดฮิวมิกจะมีผลกระทบต่อเนื้อเยื่อต่าง ๆ ตามลำดับจากมากไปหาน้อย คือ parenchyma>collenchyma> sclerenchyma และก็เชื่อว่ากรดฮิวมิกจะมีอิทธิพลต่อ meristemic cells มากที่สุด (Visser, 1986)

(2.2) ประโยชน์ทางตรงต่อดิน

สำหรับประโยชน์ทางตรงของกรดฮิวมิกต่อดิน ก็ได้แก่อิทธิพลของกรดฮิวมิกที่มีต่อคุณสมบัติทางกายภาพเคมี และจุลชีววิทยาของดิน ตลอดจนทำหน้าที่เป็นแหล่งของธาตุอาหารพืชและจุลินทรีย์ในดิน (Schnitzer, 1978) ให้สืบทอดรักษาเสถียรภาพและโครงสร้างของดิน ช่วยป้องกันการเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลันของ พีเอช ของดิน รวมทั้งกับโลหะทำให้เกิดสารประกอบเชิงซ้อน ซึ่งมีผลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชดูดซับยาปราบศัตรูพืชเป็นการสลายฤทธิ์ของยาดังกล่าวได้ ทำให้ดินมีความสามารถในการอุ้มน้ำสูง ฯลฯ ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้ล้วนมีประโยชน์ต่อดินเพื่อการเกษตรทั้งสิ้น

4.16 การพัฒนาที่ดินด้วยแนวทางเศรษฐกิจพอเพียงและการเกษตรทฤษฎีใหม่

4.16.1 คุณลักษณะของเศรษฐกิจพอเพียง

(1) หลักการแนวทางดำเนินชีวิต เศรษฐกิจพอเพียงเป็นปรัชญาชี้ถึงแนวการดำรงอยู่และปฏิบัติตนของประชาชนในทุกระดับ ตั้งแต่ระดับครอบครัว ระดับชุมชน จนถึงระดับรัฐ ทั้งในการพัฒนาและบริหารประเทศให้ดำเนินไปในทางสายกลาง (มีชัยมาภินิหาร) โดยเฉพาะการพัฒนาเศรษฐกิจเพื่อให้ก้าวทันต่อโลกยุคโลกาภิวัตน์

(2) ความพอเพียง หมายถึง ความพอประมาณ ความมีเหตุผล รวมถึงความจำเป็นที่จะต้องมีระบบภูมิคุ้มกันในตัวที่ดีพอสมควร ต่อการมีผลกระทบใด ๆ ที่มักเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทั้งภายนอกและภายใน

(3) เงื่อนไข ทั้งนี้จะต้องอาศัยความรู้ ความรอบคอบ และระมัดระวังอย่างยิ่งในการนำหลักวิชาการต่าง ๆ มาใช้ในการวางแผนและการดำเนินการทุกขั้นตอนโดยไม่ยึดติดตำรา และกฎระเบียบมากเกินไป

(4) พันธกิจ จะต้องเสริมสร้างพื้นฐานจิตใจของคนในชาติทุกระดับ ให้มีสำนึกในคุณธรรม ความซื่อสัตย์สุจริต และให้ความรอบรู้ที่เหมาะสม ดำเนินชีวิตด้วยความอดทน ความเพียร มีสติปัญญา และความรอบคอบ

(5) เป้าหมายการพัฒนา เพื่อให้เกิดความสมดุลและพร้อมต่อการรองรับการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและกว้างขวางทั้งด้านวัตถุ สังคม สิ่งแวดล้อม และวัฒนธรรมจากโลกภายนอกได้เป็นอย่างดี

4.16.2 หลักการสำคัญของการเกษตรแบบทฤษฎีใหม่

เกษตรทฤษฎีใหม่ คือ ระบบเกษตรที่มีกิจกรรม การผลิตหลายชนิด ซึ่งรวมหลักการเกษตรผสมผสานและวนเกษตรเข้าด้วยกัน โดยเกษตรทฤษฎีใหม่เป็นแนวทางการพัฒนาชีวิตและอาชีพที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวรัชกาลที่ 9 ได้พระราชทานพระราชดำริไว้ 3 ชั้น คือ ชั้นที่ 1 การผลิต ชั้นที่ 2 การรวมพลังกันในรูปกลุ่มหรือสหกรณ์ และชั้นที่ 3 การร่วมมือกับแหล่งเงิน (ธนาคาร) และแหล่งพลังงาน แต่ละขั้นตอนมีการดำเนินงานดังนี้

(1) ทฤษฎีใหม่ขั้นที่หนึ่ง การผลิต

ระบบเกษตรทฤษฎีใหม่เริ่มจากการจัดการที่ดิน ที่มีหลักการพื้นฐานจากเกษตรผสมผสาน เป็นรูปแบบการเกษตรที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ขนาดเล็ก ประมาณ 10-20 ไร่ โดยทำกิจกรรมการเกษตรหลายอย่างเพื่อให้มีการใช้ทรัพยากรอย่างเต็มประสิทธิภาพ เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน และสร้างสมดุลให้แก่ระบบนิเวศ ที่สำคัญคือมีการจัดสรรพื้นที่อย่างเป็นระบบซึ่งแบ่งเป็น 4 ส่วน คือ ร้อยละ 30 : 30 : 30 : 10 โดยพิจารณาให้เหมาะสมกับศักยภาพของเกษตรกรและพื้นที่ที่สำคัญ ดังนี้

ส่วนที่ 1 พื้นที่ 30 เปอร์เซ็นต์ ให้ขุดสระสำหรับเก็บน้ำฝนธรรมชาติ การขุดสระเพื่อเก็บน้ำฝนธรรมชาติ หรือใช้เก็บน้ำจากระบบชลประทานเพื่อใช้ในการเกษตรช่วงฤดูแล้ง หรือฝนทิ้งช่วง การใช้น้ำ

จะต้องเป็นไปอย่างประหยัด เช่น การตัดรด การสูบส่งตามท่ออย่าง หรือการใช้ระบบน้ำหยดแบบพื้นบ้าน เป็นต้น ทั้งนี้รูปร่างและขนาดของสระอาจยืดหยุ่นได้บ้าง เช่น หากในพื้นที่ที่ฝนมีปริมาณมากทั้งปี หรือมีน้ำชลประทานเป็นหลักขนาดสระอาจจะน้อยกว่า 30 เพอร์เซ็นต์ แต่หากต้องการเลี้ยงสัตว์น้ำอาจขุดสระและบ่อหลาย ๆ บ่อก็ได้ แต่เมื่อรวมพื้นที่ทั้งหมดแล้วจะต้องใกล้เคียง 30 เพอร์เซ็นต์

ส่วนที่ 2 พื้นที่ 30 เพอร์เซ็นต์ ใช้ปลูกข้าว ข้าวเป็นอาหารหลักของคนไทย จึงควรปลูกข้าวให้พอกินตลอดปีและมีพื้นที่ทำนาในปริมาณ 30 เพอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ เมื่อเก็บเกี่ยวข้าวมาปีแล้วหากยังมีน้ำฝนและน้ำในสระ สามารถควรเลือกปลูกพืชอายุสั้นและราคาดีเพื่อจำหน่ายได้อีกทาง

ส่วนที่ 3 พื้นที่ 30 เพอร์เซ็นต์ ใช้ปลูกพืชสวน ไม้ยืนต้น และพืชไร่ เลือกปลูกพืชต่าง ๆ ตามความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่ ตามความต้องการ ไม่มีสูตรตายตัว โดยสามารถอิงจากความต้องการของสมาชิกในครอบครัว หรือแหล่งรับซื้อที่อยู่ในพื้นที่

ส่วนที่ 4 พื้นที่ 10 เพอร์เซ็นต์ ใช้เป็นพื้นที่ปลูกสร้างที่อยู่อาศัย ถนนคันดิน และสิ่งก่อสร้างอื่น ๆ พื้นที่ส่วนนี้รวมถึงรวมคอกสัตว์เลี้ยง เรือนเพาะชำ โรงนาสำหรับเก็บผลิตผลเกษตร ปัจจัยการผลิต เครื่องมือเครื่องฟุ้งแรง ฯลฯ และรวมสวนรอบบ้านที่ตกแต่งเพื่อความสวยงามเป็นอาหารใจด้วย

(2) ทฤษฎีใหม่ขั้นที่สอง การรวมพลังกันในรูปกลุ่มหรือสหกรณ์

เมื่อทำเกษตรขั้นที่หนึ่งจนมีผลผลิตและสร้างรายได้ได้มากขึ้น เกษตรกรต้องรวมกลุ่มกันในรูปกลุ่มหรือสหกรณ์ เพื่อรวมแรงกันส่งเสริมในเรื่องต่างๆ ทั้งการผลิตพืช การเตรียมดิน แปรรูปอาหาร การวางแผนจำหน่าย สาธารณสุข ยารักษาโรค ฯลฯ

(3) ทฤษฎีใหม่ขั้นที่สาม การร่วมมือกับแหล่งเงิน บริษัทเอกชนให้เกิดการแลกเปลี่ยนที่เป็นธรรม

เมื่อกิจการขั้นที่หนึ่งและขั้นที่สองเจริญเติบโตขึ้น จะต้องพัฒนากิจการเกษตรต่าง ๆ เพิ่มขึ้น จำเป็นต้องติดต่อร่วมมือกับธนาคาร แหล่งเงินทุน หรือเอกชนอื่น ๆ ให้มาลงทุน สนับสนุนสินค้าเกษตร และพัฒนาคุณภาพชีวิต เพื่อให้ได้ประโยชน์ด้วยกันทั้งสองฝ่าย เช่น เกษตรขายข้าวได้ในราคาสูง ไม่ถูกกดราคา หน่วยงานที่รับซื้อได้ซื้อข้าวบริโภคในราคาต่ำกว่าราคาตลาดที่ไม่ผ่านพ่อค้าคนกลาง เป็นต้น

ความสัมพันธ์ของการเกษตรแบบทฤษฎีใหม่กับหลักการเศรษฐกิจพอเพียงโดยพระราชดำรัสที่พระราชทานไว้ตอนหนึ่งว่า "การพัฒนาประเทศจำเป็นต้องทำตามลำดับขั้น ต้องสร้างพื้นฐาน คือ ความพอมี พอกิน พอใช้ของประชาชนส่วนใหญ่เป็นเบื้องต้นก่อน โดยใช้วิธีการและใช้อุปกรณ์ ที่ประหยัด แต่ถูกต้องตามหลักวิชา เมื่อได้พื้นฐานมั่นคงพร้อมพอควรและปฏิบัติได้แล้ว จึงค่อยสร้างค่อยเสริมความเจริญและฐานะ

4.16.3 แนวทางการดำเนินงานตามหลักเศรษฐกิจพอเพียงและเกษตรทฤษฎีใหม่ภายใต้โครงการ

1 ตำบล 1 กลุ่มเกษตรทฤษฎีใหม่ในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9

โครงการ 1 ตำบล 1 กลุ่มเกษตรทฤษฎีใหม่ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกษตรกรมีแหล่งกักเก็บน้ำไว้ใช้สำหรับการเกษตรและเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เหมาะสมกับพื้นที่ โดยกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้นำหลักการของทฤษฎีใหม่และหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวรัชกาลที่ 9 ได้พระราชทานไว้น้อมนำสู่การปฏิบัติ เพื่อให้ประชาชนสามารถดำเนินชีวิตพึ่งพาตนเอง และได้รับผลกระทบ สามารถผ่านพ้นวิกฤตการระบาดของเชื้อโควิด 19 อย่างรุนแรงที่เกิดขึ้นทั่วโลกในช่วงปี พ.ศ. 2564-2565 ที่ผ่านมา โดยการบูรณาการหน่วยงานภายในที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตร กรมพัฒนาที่ดิน กรมประมง กรมปศุสัตว์ และกรมส่งเสริมการเกษตร ในการบูรณาการกิจกรรมต่าง ๆ ตามภารกิจบทบาทหน้าที่ ดำเนินโครงการภายใต้หลักการเกษตรแบบทฤษฎีใหม่ บริหารจัดการออกแบบพื้นที่ร่วมกันตามความต้องการของเกษตรกร

ในส่วนของกรมพัฒนาที่ดินได้รับมอบหมายให้ดำเนินการก่อสร้างสระเก็บกักน้ำ โดยการออกแบบขนาดความจุ และรูปแบบไว้ให้เกษตรกรที่จะเข้าร่วมโครงการเลือกรูปแบบและขนาดตามความ

ต้องการได้ ทั้งนี้รูปแบบการก่อสร้างสระเก็บน้ำใช้หลักความเหมาะสมทางวิศวกรรมและลักษณะทางกายภาพ เช่น สภาพพื้นที่ เนื้อดิน รวมทั้งสภาพภูมิสังคมอื่น ๆ มาประกอบโดยมีหลักการต่าง ๆ ดังนี้

(1) การคัดเลือกพื้นที่ก่อสร้างสระเก็บน้ำ

โดยการใช้แผนที่ความเหมาะสมของดินสำหรับสร้างสระเก็บน้ำ ซึ่งแผนที่ความเหมาะสมของดินสำหรับสร้างสระเก็บน้ำได้จัดชั้นความเหมาะสมของดิน (suitability of soil) สำหรับสร้างสระเก็บน้ำแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ เหมาะสมดี (good) เหมาะสมปานกลาง (fair) และไม่เหมาะสม (poor) พร้อมข้อจำกัด โดยมีความละเอียดของแผนที่ในระดับมาตราส่วน 1 : 25,000 ซึ่งจะใช้เป็นแนวทางในการพิจารณาในเบื้องต้น สภาพพื้นที่ที่เหมาะสมควรต้องมีลักษณะเป็นพื้นที่ราบ ความลาดชันไม่เกิน 5% และควรมีระดับน้ำใต้ดินตื้นหากเป็นที่ดอนควรเป็นพื้นที่ที่อยู่บริเวณที่ลุ่มระหว่างเนิน ซึ่งเป็นพื้นที่รับน้ำ หรือเป็นพื้นที่ดอนที่มีสภาพพื้นที่ราบเรียบและรองรับด้วยชั้นที่บ้น้ำและมีปริมาณกอนหินขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่า 25 เซนติเมตร บนผิวดินน้อยกว่าร้อยละ 3 ของพื้นที่และมีปริมาณหินโผล่ น้อยกว่าร้อยละ 10 ของพื้นที่

ลักษณะดินที่เหมาะสมสำหรับการก่อสร้างสระเก็บน้ำ จะต้องเป็นดินที่สามารถกักเก็บน้ำไว้ใช้ประโยชน์ได้ โดยพิจารณาจากการซึมผ่านของอัตราเข้าถึงช้ามากน้อยกว่า 0.5 เซนติเมตรต่อชั่วโมงต้องไม่พบชั้นหินพื้นแข็งอยู่ตื้นต่ำกว่า 150 เซนติเมตรจากผิวดินและควรมีเนื้อดินเป็นดินเหนียว (c) ดินเหนียวปนทรายแป้ง (sic) ดินเหนียวปนทราย (sc) และดินร่วนเหนียว (cl) หรือดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (sicl) หรือดินเหนียวปนกรวดมาก (vgc) พยายามหลีกเลี่ยงดินที่มีกรวด ลูกกรัง และชั้นหินพื้น เนื่องจากเก็บกักน้ำและยากต่อการก่อสร้าง

(2) การวางผังบริเวณแปลง

สถานีพัฒนาที่ดินในแต่ละจังหวัดร่วมกับเกษตรกรเจ้าของพื้นที่ร่วมกันเลือกรูปแบบสระเก็บน้ำตามแบบมาตรฐานของกรมพัฒนาที่ดินที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ของเกษตรกร ซึ่งเป็นรูปทรงเรขาคณิตที่สามารถตรวจนับดินชุดให้จัดวางตำแหน่งของสระเก็บน้ำ และวางแผนการใช้ประโยชน์พื้นที่ตามคำแนะนำหลักวิชาการ และ/หรือตามความเหมาะสมของสภาพพื้นที่พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลลงในหนังสือยินยอมของเกษตรกรในการก่อสร้างสระเก็บน้ำแบบฟอร์มการเลือกรูปแบบ และขนาดสระเก็บน้ำและทำโครงการ 1 ตำบล 1 กลุ่ม เกษตรทฤษฎีใหม่

(3) การออกแบบและการก่อสร้างสระเก็บน้ำผิวดิน

กรมพัฒนาที่ดินได้คำนวณปริมาณดินชุดดินถมของพื้นที่ดิน 4 ขนาด ได้แก่ หากเกษตรกรเข้าร่วมโครงการพื้นที่ขนาด 2.5 ไร่ จะก่อสร้างสระเก็บน้ำความจุ 1,800 ลูกบาศก์เมตร หากเข้าร่วมโครงการพื้นที่ขนาด 3 ไร่ จะก่อสร้างสระเก็บน้ำความจุ 2,100 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 1 บ่อ ถ้าเข้าร่วมโครงการพื้นที่ขนาด 4 ไร่ จะก่อสร้างสระเก็บน้ำความจุ 2,800 ลูกบาศก์เมตร และถ้าเข้าร่วมโครงการพื้นที่ขนาด 5 ไร่ จะดำเนินการก่อสร้างสระเก็บน้ำความจุ 3,500 ลูกบาศก์เมตร โดยมีรูปทรงสระเก็บน้ำรูปทรงเรขาคณิตให้เลือก 4 รูปทรงคือ สระรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส รูปทรงเหลี่ยมตัวแอล และรูปทรงกลม โดยใช้หลักคิดจากการประเมินอัตราการใช้น้ำของข้าว 1,200 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ พืชผักสวนครัว 1,070 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ และความเหมาะสม ความพอดีของการบริหารจัดการเน้นพื้นที่เพาะปลูก พื้นที่ใช้สอยและแรงงาน

(4) การขุดสระกักเก็บน้ำผิวดิน

สระเก็บน้ำผิวดิน ซึ่งจะเป็นแหล่งเก็บกักน้ำฝน หรือน้ำท่า น้ำซับที่ไหลซึมออกมาจากดิน โดยการขุดดินออกให้มีระดับพื้นสระเก็บน้ำอยู่ในระดับเป็นที่เดียวกันและสำหรับเก็บกักน้ำ และให้มีขนาดความจุของน้ำตามปริมาณที่ต้องการที่จะเก็บกักไว้ใช้ แล้วนำดินที่ขุดมาปรับถมเกลี่ยภายในพื้นที่ที่เข้าร่วมโครงการตามประโยชน์ใช้สอย ตามหลักการเกษตรแบบทฤษฎีใหม่ การก่อสร้างสระเก็บน้ำโดยการขุดดินให้ได้ขนาดความกว้าง ความยาว ความลึก และลาดด้านข้าง ตามที่กำหนดซึ่งถ้าหากการขุดดินลึกเกิน 3 เมตร ต้องทำชันพักเพื่อความมั่นคงไม่เกิดการลื่นไถล เสาะพังของลาดด้านข้าง และสะดวกในการก่อสร้างลาดด้านข้าง การขุดดินจะต้องการกำหนดลาดด้านข้างของดินที่ก่อสร้างสระเก็บน้ำในพื้นที่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของเนื้อดินที่จะก่อสร้างสระ



ภาพที่ 26 ลักษณะสระเก็บน้ำตามโครงการ 1 ตำบล 1 กลุ่มเกษตรทฤษฎีใหม่ ในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9

4.16.4 สรุปผลการดำเนินงานการพัฒนาที่ดินตามแนวทางเศรษฐกิจพอเพียง และการเกษตรแบบทฤษฎีใหม่ในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9

สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 ได้น้อมนำเอาแนวทางการเกษตรทฤษฎีใหม่มาสู่พื้นที่การเกษตรในความรับผิดชอบจนเกิดเป็นระบบการพัฒนาที่ดินที่กระจายลงพื้นที่อย่างเป็นรูปธรรมส่งผลให้พื้นที่ทางการเกษตรในความรับผิดชอบได้รับการฟื้นฟู มีความอุดมสมบูรณ์ มีแหล่งกักเก็บน้ำและความชื้น เกิดขึ้นกระจายความเจริญให้แก่เกษตรกรได้ใช้ประโยชน์ มีผลผลิตหลากหลายทั้งปี ลดความเสี่ยงจากการผลิตพืชเชิงเดี่ยว ภาวะภัยแล้งลงได้อย่างเป็นรูปธรรมสามารถสรุปเป็นภาพรวม ดังนี้

1) จำนวนเกษตรกรเข้าร่วมโครงการทั้งสิ้น 1,046 ราย แบ่งเป็น จังหวัดนครสวรรค์ 738 ราย จังหวัดอุทัยธานี 92 ราย จังหวัดกำแพงเพชร 20 ราย และจังหวัดตาก 196 ราย (ภาพผนวกที่ 7)

2) จำนวนสระกักเก็บน้ำรวมทั้งสิ้น 1,046 สระ โดยแบ่งเป็นขนาดพื้นที่ 2.5 ไร่ 77 สระ ขนาดความจุ 1,800 ลูกบาศก์เมตร ขนาดพื้นที่ 3 ไร่ 528 สระ ขนาดความจุ 2,100 ลูกบาศก์เมตร ขนาด

พื้นที่ 4 ไร่ 58 สระ ขนาดความจุ 2,800 ลูกบาศก์เมตร และขนาดพื้นที่เข้าร่วม 5 ไร่ 383 สระ ขนาดความจุ กักเก็บน้ำ 3,500 ลูกบาศก์เมตร รวมพื้นที่ความจุกักเก็บน้ำผิวดินตามโครงการทั้งสิ้น 2,750,300 ลูกบาศก์เมตร (ภาพผนวกที่ 7)

ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการดำเนินโครงการจะทำให้เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการมีแหล่งกักเก็บน้ำไว้ใช้เพื่อการเกษตรสร้างอาชีพด้านการเกษตรที่มั่นคงเกษตรกรมีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นมีความสุขในครอบครัว ไม่ละทิ้งถิ่นฐานส่งเสริมการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเกษตรกรสามารถปลูกพืชอายุสั้นได้ตลอดทั้งปีเป็นแหล่งผลิตอาหารต้นทุนการผลิตลดลงการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรในพื้นที่รับผิดชอบของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 อย่างมีประสิทธิภาพเกิดความยั่งยืนสืบไป

นอกจากนี้ ในพื้นที่รับผิดชอบของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 ยังมีแหล่งน้ำผิวดินอีกประเภทหนึ่ง ที่ได้ก่อสร้างกระจายในพื้นที่ทางการเกษตรของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 คือ โครงการแหล่งน้ำในไร่นานอกเขตชลประทานหรือบ่อจั่ว ซึ่งมีขนาดความจุขนาด 1,260 ลูกบาศก์เมตร จำนวนทั้งสิ้น 33,456 บ่อ โดยกระจายอยู่ในจังหวัดนครสวรรค์ 11,107 บ่อ อุทัยธานี 3,906 บ่อ กำแพงเพชร 9,612 บ่อ ตาก 2,771 บ่อ และสุโขทัย 6,060 บ่อ คิดเป็นความจุกักเก็บน้ำผิวดินตามโครงการรวมทั้งสิ้น 42,154,560 ลูกบาศก์เมตร (ภาพผนวกที่ 7)



ภาพที่ 27 ลักษณะแหล่งน้ำในไร่นานอกเขตชลประทานขนาดความจุ 1,260 ลูกบาศก์เมตร สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9

5. ผลสำเร็จของงาน (เชิงปริมาณ/คุณภาพ)

5.1 เชิงปริมาณ

ได้เอกสารทางวิชาการด้านทรัพยากรดินและการใช้ปุ๋ยอินทรีย์กับสารปรับปรุงดินของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 จำนวน 1 เล่ม

5.2 เชิงคุณภาพ

ได้ข้อมูลทรัพยากรดินและการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ สารปรับปรุงดินทั้งในแง่กลไก (Mechanism) กับการประยุกต์ใช้ โดยเฉพาะการประยุกต์ใช้ในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 รวมทั้งการวิเคราะห์แนวทางการศึกษาความเป็นไปได้ในการปรับใช้แก้ปัญหาทรัพยากรดินในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9

6. การนำไปใช้ประโยชน์/ผลกระทบ

6.1 ใช้เป็นฐานข้อมูลในการบริหารงาน การตัดสินใจ ในการวางแผนพัฒนาการเกษตร ด้านทรัพยากรดินและการจัดการปุ๋ยอินทรีย์บำรุงดินในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9

6.2 หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และเจ้าหน้าที่ของสถานีพัฒนาที่ดิน ในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 สามารถนำไปประยุกต์ใช้วางแผนกิจกรรมด้านการจัดการดินได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

6.3 ใช้เป็นแหล่งข้อมูลพื้นฐาน ในการสืบค้นของนิสิต นักศึกษา และนักวิชาการเกษตร นักส่งเสริมการเกษตร ที่จะพัฒนาต่อยอดให้ทันสมัยต่อไป

6.4 เกษตรกรและผู้สนใจด้านทรัพยากรดินและการจัดการปุ๋ยอินทรีย์บำรุงดินสามารถนำไปใช้ประโยชน์ ในการพัฒนาพื้นที่การเกษตรของตนเองในการวางแผนการผลิตได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและยั่งยืนต่อไป

7. ความยุ่งยากและความซับซ้อนในการดำเนินการ

การศึกษา และรวบรวมข้อมูลเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากตำรา เอกสาร แผนที่หลายแหล่งที่น่าเชื่อถือที่เป็นปัจจุบัน นำมาเขียน ร้อยเรียง จัดลำดับ พร้อมภาพประกอบแทรกแต่ละหัวข้อ ให้เกิดความน่าสนใจ รวมทั้งการวิเคราะห์ข้อมูล ตัวเลข ที่จะต้องคำนวณจากฐานข้อมูลหลายชั้นข้อมูลเพื่อให้เห็นภาพความชัดเจน นำมาเปรียบเทียบ

8. ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการ

การสืบค้นข้อมูล เอกสารอยู่ในรูปแบบที่หลากหลาย ทั้งที่เป็นรูปเล่มเอกสารในรูปแบบไฟล์ดิจิทัลค่อนข้างยุ่งยาก ใช้เวลารวบรวมค่อนข้างมาก

9. ข้อเสนอแนะ

ข้อมูลที่รวบรวมดังกล่าวเป็นการรวบรวมจากเอกสารรายงานที่เป็นปัจจุบัน และการคำนวณตัวเลขจากฐานข้อมูลทางวิชาการที่น่าเชื่อถือ เพื่อดูแนวโน้ม แนวทาง ศักยภาพ การวิเคราะห์วางแผน รongรับการจัดการต่าง ๆ ซึ่งในอนาคต ตัวเลข ข้อมูล สถิติต่าง ๆ ดังกล่าวอาจมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ดังนั้นจึงต้องมีการปรับปรุงฐานข้อมูลให้ทันสมัย เป็นปัจจุบัน เพื่อให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ ตามสถานการณ์ในอนาคตมากยิ่งขึ้นต่อไป

10. การเผยแพร่ผลงาน

10.1 การ Coaching บุคลากรเจ้าหน้าที่ของสถานีพัฒนาที่ดินนครสวรรค์

10.2 การฝึกอบรมบรรยายเจ้าหน้าที่หัวหน้าฝ่ายไร่ของโรงงานน้ำตาลเกษตรไทยในจังหวัดนครสวรรค์ และบริษัทอุตสาหกรรมน้ำตาลบ้านไร่ บริษัทอายิโนะโมะโต๊ะ (ประเทศไทย) จำกัดกำแพงเพชร

10.3 การบรรยายฝึกอบรมหมอดินอาสาจังหวัดนครสวรรค์ 1,450 ราย และหมอดินอาสาจังหวัดอุทัยธานี 649 ราย

11. ผู้มีส่วนร่วมในผลงาน

นายตระกูล นามโลมา ตำแหน่ง นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ มีหน้าที่ รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล เรียบเรียงเอกสาร ปฏิบัติงาน 100 เปอร์เซ็นต์

ขอรับรองว่าผลงานดังกล่าวข้างต้นเป็นความจริงทุกประการ

(ลงชื่อ)

(นายตระกูล นามโสภา)

นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ

ผู้ขอประเมิน

วันที่ 16 / พฤษภาคม / 2568

ขอรับรองว่าสัดส่วนการดำเนินการข้างต้นเป็นความจริงทุกประการ (ถ้ามี)

รายชื่อผู้มีส่วนร่วมในผลงาน	ลายมือชื่อ
-	-
-	-

ได้ตรวจสอบแล้วขอรับรองว่าผลงานดังกล่าวข้างต้นถูกต้องตรงกับความเป็นจริงทุกประการ

(ลงชื่อ)

(นายวิรุฬ คงเมือง)

ตำแหน่ง ผู้อำนวยการสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9

ผู้บังคับบัญชาที่กำกับดูแล

วันที่ 16 / พฤษภาคม / 2568

(ลงชื่อ)

(นายทวีศักดิ์ ธนเดโชพล)

ตำแหน่ง อธิบดีกรมพัฒนาที่ดิน

ผู้บังคับบัญชาที่เหนือขึ้นไป

วันที่ 69 / พฤษภาคม / 2568

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2535. การปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรีย์วัตถุ. กลุ่มอินทรีย์วัตถุและวัสดุเหลือใช้ กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 103 หน้า.

..... 2544. ผลสำเร็จงานวิชาการกรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2537 – 2541. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 210 หน้า.

..... 2554. ผลิตภัณฑ์เทคโนโลยีชีวภาพกรมพัฒนาที่ดินเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร. สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 38 หน้า.

..... 2557. คู่มือการพัฒนาที่ดินสำหรับหมอดินอาสาและเกษตรกร 2557. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 242 หน้า.

..... 2558. สถานภาพทรัพยากรดินและที่ดินของประเทศไทย 2558. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

..... 2566. ข้อมูลกลุ่มชุดดินในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 (ไฟล์ข้อมูล). กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมการพัฒนาชุมชน. 2566. ข้อมูลความจำเป็นพื้นฐาน (จปฐ.) รายจังหวัด ปี 2566. แหล่งที่มา <https://dashboard66.cdd.go.th/Home/DashBoardPublic>, 15 มีนาคม 2566.

กรมปศุสัตว์. 2563. ข้อมูลเกษตรกร/ปศุสัตว์ ปีงบประมาณ 2563. แหล่งที่มา <https://ict.dld.go.th/webnew/images/stories/statweb/yearly/2563/province/T1-1-Farmer.pdf>, 20 ธันวาคม 2563.

..... 2565. ข้อมูลเกษตรกร/ปศุสัตว์ ปีงบประมาณ 2565. แหล่งที่มา <https://ict.dld.go.th/webnew/index.php/th/service-ict/report/247-report-thailand-livestock>, 20 มีนาคม 2566.

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2566. สถิติภูมิอากาศจังหวัดกำแพงเพชร ปี 2566. กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, กรุงเทพฯ.

..... 2566. สถิติภูมิอากาศจังหวัดตาก ปี 2566. กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, กรุงเทพฯ.

..... 2566. สถิติภูมิอากาศจังหวัดนครสวรรค์ ปี 2566. กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, กรุงเทพฯ.

กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน. 2535. เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตรปุ๋ยชีวภาพ รุ่นที่ 9. จัดพิมพ์โดยกลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

- กลุ่มอินทรีย์วัตถุและวัสดุเหลือใช้. 2545. **คู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรีย์วัตถุ.** กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 191 หน้า.
- กองสำรวจดินและวิจัยทรัพยากรดิน. 2561. **แผนที่ดินมาตราส่วน 1 : 25,000 (ไฟล์ข้อมูล).** กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร.
- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 547 หน้า.
- คณะกรรมการจัดทำปทานุกรมปฐพีวิทยา. 2541. **ปทานุกรมปฐพีวิทยา.** พิมพ์ครั้งที่ 1 สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 169 หน้า.
- จิระศักดิ์ อรุณศรี. 2539. **ชีววิทยาและเทคนิคการใช้เชื้อไรโซเบียม. เอกสารประกอบการฝึกอบรมปุ๋ยชีวภาพรุ่นที่ 15.** กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร. 359 หน้า.
- ดำริ ถาวรมาศ และนพชัย สวนมาลี. 2535. **เทคนิคการใช้วัสดุอินทรีย์.** กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร. 241 หน้า.
- ชุมพล คนศิลป์ และประพัฒน์ พวงวรินทร์. 2537. **การปลูกพืชปุ๋ยสด. คู่มือการจัดการพืชเพื่ออนุรักษ์ดินและน้ำ.** กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 286 หน้า.
- ไชยวัฒน์ ศุภเสวตสรรค์ ทวี รัตนรัตน์ และวัชร สึงโหดทอง. 2542. **รายงานผลการวิจัย เรื่องการจัดการดินชุดดินกำแพงเพชรเพื่อปลูกข้าวโพดหวานในจังหวัดกำแพงเพชร.** ฝ่ายวิชาการสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 กรมพัฒนาที่ดิน. 24 หน้า.
- ไชยวัฒน์ ศุภเสวตสรรค์ สมเกียรติ แถมพยัคฆ์ และทวี รัตนรัตน์. 2537. **รายงานผลการวิจัย เรื่องผลการศึกษาตัวของเศษเหลือจากไม้ยืนต้นตระกูลถั่วต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินและผลผลิตข้าวโพดในดินชุดน้ำพอง.** ฝ่ายวิชาการสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 กรมพัฒนาที่ดิน. 25 หน้า.
- ณรงค์ ชินบุตร. 2545. **การแปลผลวิเคราะห์ดินและการจัดการเพื่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน. เอกสารประกอบการฝึกอบรมเรื่องการแปลผลวิเคราะห์ดินเพื่อจัดการดินในการเกษตร วันที่ 8-12 กรกฎาคม 2545.** ณ ห้องประชุมกองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน. 22 หน้า.
- ตระกูล นามโลมา ถวิล มงคลปัญญา เสถียร กลั่นจำปา มาลัย ผ่องแก้ว และวรรณพร พลแสง. 2545. **เปรียบเทียบการผลิตเมล็ดพันธุ์พืชปุ๋ยสดชนิดต่าง ๆ ในกลุ่มชุดดินที่ 7.** รายงานผลการวิจัย. กลุ่มวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 กรมพัฒนาที่ดิน. 20 หน้า.

- ตระกูล นามโลมา และวิฑูร ชินพันธุ์. 2546. รายงานผลการวิจัย เรื่องเปรียบเทียบชนิดของพืชปุ๋ยสดเพื่อ
การปลูกข้าวโพดหวาน ในกลุ่มชุดดินที่ 33 ในจังหวัดตาก. กลุ่มวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน
สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 กรมพัฒนาที่ดิน. 22 หน้า.
- ตระกูล นามโลมา และสมเกียรติ แถมพยัคฆ์. 2546. รายงานผลการวิจัย เรื่องการศึกษาชนิดพืชปุ๋ยสด
เพื่อการปรับปรุงบำรุงดิน ในชุดดินชัยบาดาล. กลุ่มวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน สำนักงานพัฒนา
ที่ดินเขต 9 กรมพัฒนาที่ดิน. 20 หน้า.
- ตระกูล นามโลมา วิฑูร ชินพันธุ์ และสมเกียรติ แถมพยัคฆ์. 2545. การเปรียบเทียบการผลิตเมล็ดพันธุ์พืช
ปุ๋ยสดชนิดต่าง ๆ ในกลุ่มชุดดินที่ 33 ในจังหวัดตาก. รายงานผลการวิจัย. กลุ่มวิชาการเพื่อการพัฒนา
ที่ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 กรมพัฒนาที่ดิน. 25 หน้า.
- ทวี รัตนรัตน์ ไชยวัฒน์ ศุภเสวตสรรค์ และวัชร สิงห์โตทอง. 2543. การจัดการดินชุดสนป่าตองเพื่อปลูก
มันสำปะหลังในจังหวัดนครสวรรค์. รายงานผลการวิจัย. กลุ่มวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน
สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 กรมพัฒนาที่ดิน. 22 หน้า.
- ธงชัย มาลา. 2546. ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพเทคนิคการผลิตและการใช้ประโยชน์. ภาควิชาปฐพีวิทยา
คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 300 หน้า.
- บุญนะ อานันทนะ. 2532. ปริมาณและการกระจายอินทรีย์วัตถุของดินในประเทศไทย. กองสำรวจและ
จำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 17 หน้า
- นันทกร บุญเกิด. 2529. คู่มือการใช้เชื้อไรโซเบียม. ศูนย์ทรัพยากรการตรึงไนโตรเจนทางชีวภาพ กลุ่ม
งานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร. 359 หน้า.
- บัญญัติ สุขศรีงาม. 2526. จุลชีววิทยาของดิน. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน. 176 หน้า.
- ประชา นาคะประเวศ, ปรัชญา ัญญาดี และพิรัชมา วาสนานุกูล. 2540. ปุ๋ยพืชสด. ใน คู่มือเจ้าหน้าที่รัฐ
การปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรีย์วัตถุ. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 41 หน้า.
- ประชา นาคะประเวศ, เสียงแจ้ว พริยพจน์ และ ธัชมน ภัสราเยี่ยงยงค์. 2541. ผลการใช้ปุ๋ยพืชสดบางชนิด
ร่วมกับปุ๋ยเคมีเพื่อปลูกงาในดินชุดวาริน. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 38 หน้า
- ประเทือง ตรีเพชร. 2546. สมบัติทางเคมีของพืชตระกูลถั่วบางชนิดที่ใช้ทำปุ๋ยพืชสด. เอกสารวิชาการ
ส่วนวิเคราะห์วิจัยพืช ปุ๋ย และสิ่งปรับปรุงดิน. สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนา
ที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 35 หน้า.

ประยูร สวัสดิ์. 2539. **การใช้ประโยชน์จากແຫນແຕງ**. เอกสารประกอบการฝึกอบรมปุ๋ยชีวภาพรุ่นที่ 15
กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร. 359 หน้า.

ประเสริฐ สองเมือง และวิทยา ศรีนันท์. 2536. **การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ปรับปรุงดินนาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
การพัฒนาข้าวธัญพืชเมืองหนาวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ**. ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี. หน้า. 49-57.

ปรัชญา ธัญญาดี ประชานาค ประเวศ พิทยากร ลิ้มทอง ปรีดี ดีรักษา แวตดา วาสนานุกุล สุภาพร จันทรุ่งเรือง และพันธิพา
ไชยานะ. 2534. **รายงานผลการวิจัยการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรีย์วัตถุ (2526-2532)**. กลุ่มอินทรีย์วัตถุ
และวัสดุเหลือใช้การอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า. 157-164.

ปรีดา พากเพียร, สุรสิทธิ์ อรรถจารุสิทธิ์, ไพโรจน์ โสมนัส, และพิชิต พงษ์สกุล. 2535. **แนวทางการใช้สาร
ซีโอไลท์เพื่อลดปัญหามลพิษและเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร**. วารสารดินและปุ๋ย 14: 337-341.

ปิยะ ดวงพัตรา. 2553. **สารปรับปรุงดิน**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
กรุงเทพฯ. 256 หน้า.

ปิยะ ดวงพัตรา และชัยดิษฐ์ คำอำนวย. 2541. **เอกสารประกอบการบรรยายในการสัมมนา เรื่องสารปรับปรุง
ดินทางเกษตร ครั้งที่ 2**. จัดโดยสมาคมดินและปุ๋ยแห่งประเทศไทย ณ ห้องประชุมกรมพัฒนาที่ดิน.

ผกาทิพย์ จินตกานนท์. 2532. **การใช้ตอซังข้าวโพดฝักอ่อนเพื่อการปรับปรุงดิน**. วารสารดินและปุ๋ย.
ปีที่ 11 ฉบับที่ 1. หน้า. 55-65.

พิทยากร ลิ้มทอง. 2535. **การปรับปรุงบำรุงดินด้วยปุ๋ยหมักและปุ๋ยพืชสด**. หน้า 82-84. ใน คู่มือการ
ปรับปรุงดิน และการใช้ปุ๋ย. คณะกรรมการจัดกิจกรรมเพื่อเพิ่มกองทุน ศ.ดร.สรสิทธิ์ วัชรโรทยาน
ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2536. **การผลิตและการใช้ประโยชน์ปุ๋ยหมักเพื่อปรับปรุงบำรุงดิน**. ใน การพัฒนาการ
เกษตรยั่งยืน. กองแผนงาน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ยงยุทธ โอสธสกา อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์และชวลิต ฮงประยูร. 2551. **ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน**.
สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 519 หน้า

วรรณดา สุนันทพงศ์ศักดิ์ พิทยากร ลิ้มทอง เสียงแจ้ว ปริยพจน์ และฉวีวรรณ เหลืองวุฒิโรจน์. 2534.
ผลของมูลสัตว์ชนิดต่าง ๆ ต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักจากฟางข้าว. หน้า 27 – 34.
ใน รายงานผลการวิจัยการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรีย์วัตถุ. กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

วรรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์ พิทยากร ลิ้มทอง เสียงแจ้ว พิริยพจน์ และฉวีวรรณ เหลืองวุฒิวโรจน์. 2537. **การผลิตปุ๋ยหมักแบบไรนา**. หน้า. 13-21. ใน รวบรวมงานวิชาการ เรื่องการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรีย์วัตถุ. กรมพัฒนาที่ดิน เกษตรและสหกรณ์.

วรารณ คำบุญเรือง. 2539. **ข้าวและการทำน่าน้ำฝน**. โครงการพัฒนาข้าวในเขตเกษตรล้าหลัง สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. น. 1-62.

วิชัย คูสกุล. 2530. **ประโยชน์ของตอซังพืช**. โดยกรมวิชาการเกษตร เกษตรกลางบางเขน ลงในหนังสือพิมพ์ เดลินิวส์. ฉบับประจำวันที 20 พฤศจิกายน 2530, หน้า 7

สมศักดิ์ วังใน. 2521. **ปุ๋ยอินทรีย์**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, สำนักพิมพ์ พิมพ์ลักษณ์. 252 หน้า.

_____. 2541. **การตรึงไนโตรเจน : ไโรโซเปียม พืชตระกูลถั่ว**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 252 หน้า.

สรสิทธิ์ วัชรโรทยาน. 2535. **ปุ๋ยกับการพัฒนาการเกษตร**. หนังสือที่ระลึกครบรอบ 60 ปี ศ.ดร.สรสิทธิ์ วัชรโรทยาน. 104 หน้า.

สถาบันวิจัยพืชไร่. 2537. **การผลิตเมล็ดพันธุ์หลักพืชไร่สถาบันพืชไร่**. กรมวิชาการเกษตร กระทรวง เกษตรและสหกรณ์. 124 หน้า.

สุดชล วัณประเสริฐ สมจิตร คันธสุวรรณ สุนทรี มีเพชร กรรณิกา นากลาง บรรจง เหมทานนท์ สุนน เพ็ชรศิริ และแฉล้ม พริ้มจรัส. 2550. **การศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมี ชีวภาพ และกายภาพของดิน เมื่อไถกลบตอซังร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำในนาข้าว ชุดดินมูโนะ**. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 50 หน้า.

สรุพันธ์ อัครนันต์ และครรชิต ฐรมะโรหิต. 2526. **ปลูกพืชไร่บนดินกรดจะอย่างไร**. หน้า. 91 – 94. ใน วารสารดินและปุ๋ย 5.

สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9. 2545. **รายงานประจำปี 2545**. สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 45 หน้า.

_____. 2566. **ข้อมูลระดับความอุดมสมบูรณ์ดินในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9**. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2563. **สถิติการเกษตรของประเทศไทยปี 2563**. สำนักงานเศรษฐกิจทาง การเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 241 หน้า.

_____. 2565. **สถิติการเกษตรของประเทศไทยปี 2565**. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 194 หน้า.

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. 2565. **ภาวะเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือน ปี 2565**. แหล่งที่มา <https://nsodw.nso.go.th/dwportal/Item.aspx?p=Cu819wd7sZxD4VdlU9ONHw==>, 10 มีนาคม 2566.

_____. 2566. **สำมะโนการเกษตร ปี 2566**. แหล่งที่มา <https://www.nso.go.th/nsoweb/main/summano/P7?year=912&type=4047#data report>, 10 มีนาคม 2566.

สำนักจัดการที่ดินป่าไม้ กรมป่าไม้. 2564. **พื้นที่ป่าไม้ แยกรายจังหวัด ปีพ.ศ. 2564**. <https://data.forest.go.th/dataset/https-www-forest-go-th-land>

สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน. 2551. **คู่มือการจัดการอินทรีย์วัตถุเพื่อปรับปรุงบำรุงดินและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน**. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 359 หน้า.

อรรถสิทธิ์ บุญธรรม จรรย์ อารีย์ นริศร ขจรผล และประชา ถ้ำทอง. 2539. **ผลของการเผาใบอ้อยก่อนการเก็บเกี่ยวและทิ้งไว้เวลาต่าง ๆ ที่มีผลต่อคุณภาพความหวานและผลผลิตอ้อย**. วารสารอ้อยและน้ำตาลไทย. 3 : 21-25.

ออมทรัพย์ นบอมรบดี. 2539. **ธาตุอาหารพืชที่ได้จากจุลินทรีย์**. เอกสารประกอบการฝึกอบรมปุ๋ยชีวภาพ รุ่นที่ 15 กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร. 359 หน้า.

ออมทรัพย์ นพอมรบดี สมพร อิศรานุรักษ์ สุนันทา ชมภูนิช ภาวนา ลิกขนานนท์ นิตยา กันหลง รังสี เจริญสถาพร และรัตนภรณ์ พรหมศรีธธา. 2547. **ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ น้ำหมักชีวภาพ (ตอนที่ 1)**. กองทุนสนับสนุนงานวิจัยด้านการเกษตร, กรมวิชาการเกษตร. 51 หน้า.

อัญชลี สุทธิประการ เฉลิมชาติ วงศ์ก็เจริญ และปิยะ ดวงพัตรา. 2550. **รายงานผลการวิจัยเรื่องคุณค่าทางการเกษตรของเศษวัสดุคอนกรีตมวลเบา Q-con ต่อการผลิตพืช**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 24 หน้า.

อำนาจ สุวรรณฤทธิ์. 2548. **ปุ๋ยกับการเกษตรและสิ่งแวดล้อม**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์กรุงเทพฯ. 156 หน้า.

Agassi, M., I. Shainberg, D. Warrington and M. Ben-Hur. 1989. **Runoff and erosion control in potato field**. Soil Sci. 148: 149-154.

Agassi, M., I. Shainberg and J. Morin. 1990. **Slop, aspect and phosphogypsum effects on runoff and erosion**. Soil Sci. Soc. Am. J. 54: 162-165.

- Aitken, J.B., B.Acock, and T.L. Senn. 1964. **The characteristics and effect of humic acids derived from Leonardite.** *South Carolina Agr. Exp. Sta. Techn. Bull.* 1015. Clemson University, Clemson. 28 p.
- Alexander, M. 1977. **Introduction to Soil Microbiology.** 2d ed., John Wiley and Sons, Inc., New York London. 467 p.
- Alexander, R. 2001. **Compost utilization in landscapes.** *In* Compost Utilization in Agricultural Cropping Systems (P.J. Stoffella and B.A. Kahn eds.) Lewis Publishers, New York. pp. 151-175
- Bennett, O.L., D.A. Ashley, and B.D. Doss. 1964. **Methods of reducing soil crusting to increase cotton seedling emergence.** *Agron. J.*, 56: 162-165.
- Bertoldi, M., G. Vallini, A. pera and F. Zocconi. 1982. **Comparison of three window compost systems.** *Biocycle.* 23(2): 45-50.
- Bertoldi, M., G. Vallini and A. Pera. 1983. **The biology of composting : A review** *Waste Manage and Res.* 1 157–176.
- Boddy, L., O.M. Gibbon and M.A. Grundy. 1985. **Ecology of *Daldinia concentrica* : effect of abiotic variables on mycelial extension and interspecific interactions.** *Transactions of the British Mycological Society* 8 : 127-133.
- Bolland, M.D.A. 1985. **Residual value of Australian rock phosphates.** *J. Agric. West. Aust.* 26: 52-56.
- Bloom, P.R. 1981. **Metal-organic matter interaction in soil.** *In* Chemistry in the soil environment (M. Stellyed.) SSSA. Wisconsin. pp. 129-150.
- Bukvova, M. and V. Tichy. 1967. **The effect of humus fractions on the phosphorylase activity of wheat (*Triticum aestivum* L.)** *Biol. Plant.* (prague), 9: 401-406.
- Campbell, G.S., J.D. Jungbauer, JR., K.L. Bristow, and R.D Hungerford. 1995. **Soil temperature and water content beneath a surface fire.** *Soil Science.* 159 (6): 363-373.
- Castellanos, J.Z. and P.F. Pratt. 1981. **Mineralization of manure nitrogen 1.** Correlation with Laboratory indexes. *Soil Sciences Society of American Journal.* 45: 354 – 357.

- Cosico, W.C. 1985. **Organic Fertilizer: 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.
- Crawford, J.H. 1983. **Composting of agricultural wastes. A Review.** *Process Biochem.* 18: 14-18.
- DeBoodt, J. 1972. **Proceeding symposium on fundamentals of soil conditioning**, Ghent, Belgium, 17-21 April 1972. M.F. Deboodt (ed.)
- Dell, Agnola, G. 1981. **Antidote action of humic substances on atrazine inhibition of sulfate uptake in barley root**, *Pestic. Biochem. Physiol.*, 15: 101-104.
- Dixit, V.K. and N. Kishore. 1967. **Effect of humic acid and fulvic acid fration of soil organic matter on seed germination.** *Indian J. Sci. Ind.*, 1: 202-206.
- Dulal, R.C. 1977. **Soil organic phosphorus.** *Advances in Agronomy* 29: 83–118.
- FAO. 1977. **Organic materials and soil productivity** *FAO Soil Bulletin.* Food and Agriculture Organization of the nations, Rome. 35:16-48.
- Finstein, M.S. anil M.L. Moris. 1975. **Microbiology of municipal solid waste composting.** *Adv. Appl. Microbiol.* 19: 113-151.
- Finstein, MS, J. Cirello, S.T. Macgregor and F.C. Miller. 1980. **Engineering principles of sludge composting** *J. Water Pollution Control Fed.* 52: 2037-2042.
- Fullen, M.A. and J.A. Catt. 2004. **Soil Management : Problems and Solution.** Arnold, a member of Hodder Headline Group. London. 269 p.
- Gaur, A.C. 1980. **Fundamentals of composting.** *Compost Technol. Project field document.* 13: 7-14.
- Golueke, C.G. 1977. **The biological approach of solid waste management.** *Compost Sci* 8: 4-9.
- Golueke, 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, Emmaus.
- Gray, T.R.G. and S.T. Williams. 1971. **Soil Microorganism.** Longman Group Ltd., London. 240 p.

- Haug, R.T. 1979. **Engineering principles of sludge composting.** J. Water Pollution Control Fed. 51: 2189-2195.
- He, Z., Yang, B.A. Kahn, P.J. Stoffella and D.V. Calvert. 2001. **Plant nutrition benefits of phosphorus, potassium, calcium. Magnesium, and micronutrients from compost utilization.** In Compost Utilization in Agricultural Cropping Systems (P.J. Stoffella and B.A. Kahn eds.) Lewis Publishers, New York. pp. 307-320
- Helalia, A.M., and J. Letey. 1989. **Effects of different polymers on Seedling emergence, aggregate stability, and crust hardness.** Soil Sci. 148: 199-203.
- Hungerford, R.D., M.G. Harrington, W.H. Frandsen, K.C. Ryan, and G.J. Niehoff. 1991. **Influence of fire on factors that effect site productivity.** In Proceeding of the management and productivity of plant crops. pp. 32-50.
- Im, J.N. 1982. **Organic materials and improvement of soil physical properties.** FAO soils Bull. 45: 106-117
- Kazman, S., I. Shainberg and M. Gal. 1983. **Effect of low levels of exchangeable Na and applied phosphogypsum on the infiltration rate of various soils.** Soil Sci. 135: 184-192.
- Khristeva, L. A. 1953. **The participation of humic acids and other organic substances in the nutrition of higher plants, Pochvivedenie.** 10: 46-59.
- Khristeva, LA. 1970. **Theory of humic fertilizers and their practical use in the Ukraine.** pp. 543-558. In R.A. Robertson (ed). Second Int. Peat Congress, Leningrad. HMSO, Edinburgh
- Krasil'nikov N.A. 1958. **Soil Microorganism and Higher plants.** Translated by Y. Halperin. Published by US Dept. of Commerce, Washington, D.C. 345 p.
- Kucey, R.M.N. 1983. **Phosphate-solubilizing bacteria and fungi in various cultivated and virgin Alberta soils.** Canadian Journal of Soil Science, 63, 671-678.
- Mackown, C. T. and T. C. Tucker. 1985. **Ammonium nitrogen movement in coarse texture soil amended with zeolite.** Soil Sci. Am. J. 49: 238-238.
- Malcolm R. E. and D. Vaughan. 1979. **Effect of humic acid fractions on invertase activities in plant tissue.** Soil Biol. Biochem, 11, 65-72.

- Mathur, R.S. 1980. **Use of indigenous materials for accelerating Composting.** Compost Technol. Project field document 13: 90-94.
- Ming, D. W., D. L. Henninger and G. E. Lofgren. 1987. **Ion exchange selectivities of essential plant nutrient cations in clinoptiolite.** In Agronomy Abstracts, ASA Madisson USA. pp. 172-179.
- Ming, D.W. 1989. **Manufactured soils for plant growth at a Lunar Base.** Lunar Base Agriculture; Soils for Plant Growth, pp 93-103.
- Miller, M. and R.P. Dick. 1995. **Thermal stability and activities of soil enzymes as influenced by crop rotations.** Soil Biol. Biochem. 27(9) : 1161-1166.
- Nishio, M and S. Kusano. 1980. **Fluction and Interaction with Soil.** MC. Grow - Hill Book Company (UK) Limited, 298 p.
- Nishita, H., R.M. Haug, and M. Hamilton. 1968. **Influence of minerals on Sr90 and Cs137 uptake by bean plants.** Soil Sci. 105:237-243.
- Ozanne, P.G. 1955. **The effect of nitrogen on zinc deficiency in subterranean clover.** Aust. J. Biol.Sci. 8: 47-55.
- Mumpton, F. A. and P. H. Fishman. 1977. **The application of natural zeolites in animal and aquaculture.** J. of Animal Sci. 45: 1188-1203.
- Mylonas, V.A.and C.B. Mc Cants. 1980. **Effects of humic acid and fulvic acids on growth of tobacco.** 2. Tobacco growth and ion uptake. / J. Plant Nutr. 2: 377-393.
- Palaniappan, S.P. and M.N. Budhar. 1992. **Role of green manure in management of saltaffected soils,** pp. 378-393. In: Strategies for Utilizing Salt Affected Lands. Bangkok,Thailand.
- Poincelot, R.P. 1975. **The biochemistry and methodology of composting.** The Connecticut Agricultural Experiment Station. New Haven Bulletin. 754: 1-17.
- Polprasest, C. 1989. **Organic Waste Recycling.** John Wiley & Sons. New York. pp. 63-104
- Pond, W. G. And F. A. Mumpton. 1984. **Zeo-agriculture: Use of natural zeolites in agriculture and aquaculture,** Westview Press, Boulder Co. 296 p.

- Powlson, D.S., D.S. Jenkinson, G.Pruden, and A.E. Johnson. 1985. **The effect of straw incorporation on the uptake of nitrogen by winter wheat.** Journal of the Science of Food and Agriculture. 30: 26-30.
- Qui, P. and M.calcinai. 1978. **Influence of long-term application of organic fertilizers on partition of exchangeable cations in soil.** Agrochemical 22 : 486-491.
- Recous, S., D. Robin, D. Darwis, and B. Mary. 1995. **Soil inorganic N Availability : effect on maize residue decomposition.** Sod Biol. Biochem. 27(12): 1529-1538.
- R.O. Whyte G.Nilsson Leissner and H.C. Trumble. 1984. **Legumes in Agriculture.** Plant production Branch Agriculture Division FAO. 367 p.
- Saigusa, M., Yamamoto, A and K. Shibuya. 1999. **Effects of porous hydrated calcium silicate on silicon nutrition of paddy rice.** In Silicon in Agriculture. Program Agenda and Abstracts, Sept 26-30,1999, Lago Mar Resort, Fort Lauderdale, Florida, USA. 35 p.
- Sanchez P.A. 1976. **Propertiers and Management of soils in the Tropic.** Department of soil science worth Carolina State University, a wiley interscience publication John Wiley Anderson. New York Sydney Toronto, 618 p.
- Schnitzer, M. 1978. **Humic substances: Chemistry and reactions.** pp. 1 – 64. In M. Schnitzer, and S.U. Khan (ed.) Soil organic matter.
- Sdall, J.M. and J.M. Oades. 1982. **Organic matter and water-stable aggregates in soils.** Journal of Soil Science 33: 141 – 163.
- Senft, d. 1993. **Erosion takes a powder Agricultural research.** Agricultural research service, U.S.D.A, pp. 16-17.
- Shainberg, I., m.E. Summer, W.P. Miller, M.P.W. Farina, M.A. Pavan and M.V. Fey. 1989. **Use of gypsum on soil: A review, Adv. Soil Sci. 9: 1-111.**
- Shainberg, I., D. Warrington, and P. Rengasamy. 1990. **Water quality and PAM interaction in reducing surface sealing.** Soil Sci. 149: 301-307
- Sladky, Z. and V. Tichy. 1959. **Application of hurmus substances to overground organs of plants.** Biol. Plant (Prague) 1: 9-15.

- Sikora, R.A. 1992. **Management of the antagonistic potential in agricultural ecosystems for the control of plant parasitic nematodes.** Annual Review of Phytopathology 12: 245-270
- Sikora, L. and R.A.K. szmidt. 2001.. **Nitrogen sources, mineralization rates.and nitrogen nutrition genefits of plants from composts.** In Compost Utilization in Agricultural
- Sinsabaugh, R.L. and A.E. Linkins. 1988. **Adsorption of cellulase components by leaf litter.** Soil. Biol. Biochem. 20: 927-932.
- Smidora, M. 1962. **The influence of humic acid on the respiration of plant roots,** Biol. Plant (Prague) 2: 152-164.
- Strom, P.F. 1985. **Identification of thermophilic bacteria in solid waste composting.** Appl. Environ. Microbiol. 50: 906-913.
- Stuetzenberger, F.J., A.J. Kaufman and R.D. Lossin. 1970. **Cellulolytic activity in municipal solid composting.** Can. J. Microboil 16: 553 – 560.
- Stuetzenberger, F.J. 1971. **Cellulase production by Thermomonospora curvata isolated from municipal solid waste compost.** Appl. Microbiol, 22 (2): 147-152.
- Stuetzenberger, F.J., AJ. Kaufman and R.D. Lossin. 1970. **Cellulolytic activity in municipal solid waste composting.** Can. J. Microbiol. 16: 553-560.
- Suler, DJ. and M.S. Finstein. 1977. **Effect of temperature aeration and moisture on Co₂ formation on bench-scale, continuously thermophilic composting of solid waste.** Appl. Environ. Microbiol. 33 (2): 345-350.
- Sumner, M.E. and W. P. Miller. 1992. **Soil crusting in relation to global Soil degradation.** Amer. Jour. Alternative Agric, 7 (1): 56-62.
- Tan, K.H. 2003. **Humic Matter in Soil and Environment.** Maecel Dekker, Inc. New York. 408 p.
- Tan, K. H. and V. Nopamanbodi. 1979. **Effect of different levels of humic acid on nutrient content and growth of com (Zea mays L.)** Plant Soil. 51: 283-287.

- Tan, K. H. and D. Tantiwiranod. 1983. **Effect of humic acid on nodulation of soybean, peanut and clover.** Soil Soc. Amer. J. 47: 1121-1124.
- Terry, R.E. and S.D. Nelson. 1986. **Effect of polyacrylamide and irrigation method on soil physical properties.** Soil. Sci. 145: 3417-3320.
- Tichy, V and. Salajkova. 1982. **The light control of elongation response in lettuce seedlings to the presence of sodium humate.** Scr. Fak Sci. Nat. Univ. Purkyaniana Brun., 12: 393-400.
- Tolpa, S. 1976. **Progress in studies on active compounds isolated from peat.** In : Peat and Peatlands in the Natural Environment Protection, Proc, 5 int. Peat Congr, Vol. 1. Poland, pp. 413-416.
- Tomi, K. 1978. **Utilization of natural zeolites in Japan.** pp. 441-450. In L.B. Sand and F.A. Mumpton (ed.) Natural Zeolites: Occurrence, properties, use. Pergamon Press, Elmsford, NY.
- Tuck, L., and D.W. Ming. 1988. **Clay liner materials amended with zeolites to adsorb heavy metals.** In Agronomy abstracts. ASA, Madison, WI. 309 p.
- Van der Watt H.V.H. and A.S. Classeus. 1990. **Effect of surface treatments on soil crusting and infiltration.** Soil Technology. 3: 241-251
- 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.
- Vimal, O.P. 1972. **Humic substances and plant growth.** J. Sci. Ind. Res. 9:439-445.
- Visser, S. A. 1986. **Effect of humic substances on plant growth** In Humic Substances: REDA, Rome. pp. 89-135.
- Wallace, A. and G.A. Wallce. 1986. **Control of soil erosion by polymeric soil conditioners.** Soil Sci. 141 (5): 363-367.
- Warrington, D., I. Shainberg, M. Agassi and J. Morin. 1989. **Effect of slope and phosphogypsum on runoff and erosion.** Soil Sci. Soc. Am. J., 53: 1201-1205.

- Watanabe, Y. 1967. **Effect of natural occurring Zeolite as soil amendment in special reference to their cation exchange capacities** Memorandum the 4th committee. Research Association of Zeolite December 11, 1967.
- Wheatley, DM, D.A. Macleod and R.S. Jessop. 1995. **Influence of tillage treatments on N₂ fixation of soybean.** Soil Biol, Biochem. 27(4/5): 571-574.
- Yeates, J S.; DeeDee, D.M.; Cockerton, G. T.B.; and Cark, M. F. 1984. **Modifying fertilizer practices.** J. Agric. West. Aust. 27(4): 120-123.
- Yeates, J S.; DeeDee, D.M.; Cockerton, G. T.B.; and Cark, M. F. 1986. **Rock phosphates: fertilizers for sandy soils.** Journal of the Department of Agriculture, Western Australia, Series 4: Vol. 27: No.4 Article 7.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 ชั้นความเหมาะสมของที่ดินต่อการปลูกข้าวในพื้นที่ สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9

ความเหมาะสม	จำนวนพื้นที่ความเหมาะสมต่อการปลูกข้าว(ไร่)					รวม
	นครสวรรค์	อุทัยธานี	ตาก	กำแพงเพชร	สุโขทัย	
เหมาะสมมาก	1,635,491	280,765	23,606	973,902	386,164	3,299,927
เหมาะสมปานกลาง	288,293	180,732	5,609	103,605	658,795	1,237,034
เหมาะสมน้อย	80,948	0	32,695	0	144,015	257,658
ไม่เหมาะสม	78,901	124,442	238,770	257,753	118,422	818,289
รวม	2,083,634	585,940	300,680	1,335,259	1,307,396	5,612,908

ตารางภาคผนวกที่ 2 ชั้นความเหมาะสมของที่ดินต่อการปลูกข้าวโพดในพื้นที่ สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9

ความเหมาะสม	จำนวนพื้นที่ความเหมาะสมต่อการปลูกข้าวโพด (ไร่)					รวม
	นครสวรรค์	อุทัยธานี	ตาก	กำแพงเพชร	สุโขทัย	
เหมาะสมมาก	1,814	462	47,456	3,465	197	53,395
เหมาะสมปานกลาง	189,930	47,680	182,045	11,673	26,619	457,946
เหมาะสมน้อย	36,789	35,679	139,719	8,969	15,179	236,335
ไม่เหมาะสม	31,716	19,285	212,606	12,867	23,309	299,784
รวม	260,249	103,106	581,826	36,974	65,304	1,047,460

ตารางภาคผนวกที่ 3 ชั้นความเหมาะสมของที่ดินต่อการปลูกอ้อยในพื้นที่ สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9

ความเหมาะสม	จำนวนพื้นที่ความเหมาะสมต่อการปลูกอ้อย (ไร่)					รวม
	นครสวรรค์	อุทัยธานี	ตาก	กำแพงเพชร	สุโขทัย	
เหมาะสมมาก	23,997	3,424	1,954	282,500	93,503	405,377
เหมาะสมปานกลาง	590,744	330,673	89,123	324,506	304,756	1,639,802
เหมาะสมน้อย	45,949	140,596	16,406	25,943	20,556	249,450
ไม่เหมาะสม	282,108	80,170	20,301	299,724	133,891	816,194
รวม	942,798	554,863	127,784	932,673	552,706	3,110,824

ตารางภาคผนวกที่ 4 ชั้นความเหมาะสมของที่ดินต่อการปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่ สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9

ความเหมาะสม	จำนวนพื้นที่ความเหมาะสมต่อการปลูกมันสำปะหลัง (ไร่)					รวม
	นครสวรรค์	อุทัยธานี	ตาก	กำแพงเพชร	สุโขทัย	
เหมาะสมมาก	28,676	4,590	18,100	52,351	1,061	104,777
เหมาะสมปานกลาง	367,071	229,037	154,808	621,937	90,053	1,462,905
เหมาะสมน้อย	130,891	28,297	84,376	191,645	65,334	500,543
ไม่เหมาะสม	91,625	7,902	93,277	93,714	14,009	300,527
รวม	618,262	269,826	350,560	959,646	170,457	2,368,751

ตารางภาคผนวกที่ 5 ชั้นความเหมาะสมของที่ดินต่อการปลูกยางพาราในพื้นที่ สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9

ความเหมาะสม	จำนวนพื้นที่ความเหมาะสมต่อการปลูกยางพารา (ไร่)					รวม
	นครสวรรค์	อุทัยธานี	ตาก	กำแพงเพชร	สุโขทัย	
เหมาะสมมาก	28,676	4,590	18,100	52,351	1,061	104,777
เหมาะสมปานกลาง	367,071	229,037	154,808	621,937	90,053	1,462,905
เหมาะสมน้อย	130,891	28,297	84,376	191,645	65,334	500,543
ไม่เหมาะสม	91,625	7,902	93,277	93,714	14,009	300,527
รวม	618,262	269,826	350,560	959,646	170,457	2,368,751

ตารางภาคผนวกที่ 6 แสดงเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์พืชตระกูลถั่วหลังเก็บเกี่ยวช่วง 1 – 24 เดือน

ชนิดพืชตระกูลถั่ว												
ถั่วพราง	ปอเทือง	ถั่วเขียว เมล็ดดำ	ถั่วซีกา โตร	โสน ไต้หวัน	อัญชัน	ถั่วลาย	ถั่วเขียว เมล็ดเล็ก	โสน อินเดีย	ถั่วแดง ซีลอน	ถั่วนา	ถั่ว เหลือง	ชนิดของ พืช
56	86	79.1	28.06	74.63	72.58	18.08	71.05	34	39	35	68	เดือน 1
64	91.90	84.25	34.50	75.75	88.8	40.8	76.55	37.5	50	57	71.25	เดือน 2
83	92	84.64	34	81.33	91.65	43.05	75.43	49.73	75.06	60.5	73	เดือน 3
85	93	91.45	38.25	81.25	90.8	53.65	86.9	54.18	90.62	64.9	80.10	เดือน 4
85.5	93.06	90.56	41.70	83.10	91.9	62	89.29	55.5	92.09	68.35	83.35	เดือน 5
85	94	91.81	41	80.56	93.65	72	93	55.75	89.80	69	84.5	เดือน 6
87.5	94	91.26	41	64.66	93.55	73.2	95.16	60.85	88.45	69.62	86.5	เดือน 7
88	93.75	92.8	40.9	62.95	93.5	75	95.56	62	85.71	80.75	86.81	เดือน 8
88	93.6	92	41.20	62	93.5	76	92.1	64	82.49	73	89.25	เดือน 9
88	93	92	41	61.5	91	76	92	67	80.35	73.9	86.60	เดือน 10
92	91	93	40	57.65	91	81.9	92	68	80	73.58	53.56	เดือน 11
93.5	92	91	45	58	88	82	90	72	80	73	40	เดือน 12
91.7	90	91	47.03	56.35	86	82.8	90	68.45	80	73	3	เดือน 13
92	91	90	52.75	56	75	81.19	89	99.65	80.5	69	0	เดือน 14
89	91	90.5	59.11	57	74.8	86.05	88.75	68.81	80.65	69	-	เดือน 15
79	90.3	90.13	38.7	56	73	85.08	89	68	79.30	68.63	-	เดือน 16

ตารางภาคผนวกที่ 6 (ต่อ)

ชนิดพืชตระกูลถั่ว												
ถั่วพราง	ปอเทือง	ถั่วเขียว เมล็ดดำ	ถั่วซีกา โตร	โสน ไต้หวัน	ถั่วลิสง	ถั่วเขียว เมล็ดเล็ก	โสน อินเดีย	ถั่วแดง ซีลอน	ถั่วนา	ถั่วเหลือง	ชนิดของ พืช	
75.8	88.8	91.35	39.5	52	71.68	80.33	88.89	67.5	77.7	68	-	เดือน 17
33.4	89	89.06	39	48.56	69	71.90	88	58.25	73	67	-	เดือน 18
26.9	88.5	88.5	39.3	49	63.31	69	88	59	66.18	67	-	เดือน 19
13.7	88	87	35.5	46	40.5	62.15	88	59	66	67.75	-	เดือน 20
-	88	87.05	36	45	38.25	46.65	89	58	60	67	-	เดือน 21
-	85	82	35	45	36	41.8	88	52	61	66	-	เดือน 22
-	80	82	-	22	34	37	69	52	61	64.6	-	เดือน 23
-	80	-	-	-	12	23.35	52	47	58	62	-	เดือน 24

ที่มา : วิฑูร (2541)

ตารางภาคผนวกที่ 7 สถิติการผลิตเมล็ดพันธุ์พืชตระกูลถั่วตามภาคต่างๆของประเทศไทย เฉลี่ย

ชนิด	ภาคเหนือ (กก./ไร่)	ภาคกลาง (กก./ไร่)	ภาคตะวันออก เฉียงเหนือ (กก./ไร่)	ภาคใต้ (กก./ไร่)	ภาคตะวันออก (กก./ไร่)	เฉลี่ย (กก./ไร่)
พืชคลุมดิน						
1. ถั่วลาย (<i>Centrosema pubescens. Benth</i>)	22.5	20.33	40.00	-	-	23.75
2. คาโลโปโกเนียม (<i>Calopogonium mucunoides. Desv.</i>)	37.75	29.00	60.00	-	-	38.43
3. ฮามาต้า (<i>Stylosanthes hamata</i>)	25.00	90.00	-	-	-	46.67
4. ไชราโตร (<i>Macroptilium atropurpureum</i>)	-	120.00	50.00	-	-	102.50
5. ไมราพไร้หนาม (<i>Minosa invisa</i>)	10.00	40.00	-	-	-	25.00
6. คุดชู (<i>Pueraria phaseoloides</i>)	-	27.50	20.00	-	-	25.00
7. ถั่วแปะยี (<i>Phaseolus lima, P.Lunatus L.</i>)	50.00	40.00	65.00	-	-	51.67
8. ถั่วขอ (<i>Stizolobium sp.</i>)	65.00	-	150.00	-	-	107.50
9. ถั่วแปป (<i>Dolichos lablab, P.purpureus</i>)	50.00	-	-	-	-	50.00
10. ถั่วแดงซีลอน (<i>Phaseolus calcaratus, Roxb</i>)	20.00	-	-	-	-	20.00
11. ถั่วพริ้ว (<i>Canavalia ensiformis</i>)	-	-	220.00	-	-	220.00
12. ถั่วข้าว (<i>Phaseolus calcaratus</i>)	-	-	40.00	-	-	40.00
13. สไตโล (<i>Stylosanthes himilis</i>)	-	6.00	-	-	-	6.00

ตารางภาคผนวกที่ 7 (ต่อ)

ชนิด	ภาคเหนือ (กก./ไร่)	ภาคกลาง (กก./ไร่)	ภาคตะวันออก เฉียงเหนือ (กก./ไร่)	ภาคใต้ (กก./ไร่)	ภาคตะวันออก (กก./ไร่)	เฉลี่ย (กก./ไร่)
พืชบำรุงดิน						
1. ปอเทือง (<i>Crotalaria juncea</i>)	61.60	83.00	80.00	-	-	67.00
2. ถั่วเขียว (<i>Phaseolus aureus</i>)	50.00	114.00	-	-	-	105.50
3. ถั่วเขียวพืวดำ (<i>Phaseolus aureus</i>)	50.00	-	-	-	-	50.00
4. ถั่วเขียวกำแพงแสน (<i>Phaseolus sp.</i>)	-	-	-	-	-	-
5. ถั่วเขียว M 7 A(<i>Phaseolus sp.</i>)	-	-	-	-	-	-
6. ถั่วเขียว VC 1178 (<i>Phaseolus sp.</i>)	-	-	-	-	-	-
7. ถั่วพุ่มลาย (<i>Vigna sinensis</i>)	-	-	-	-	-	-
8. ถั่วพุ่มแดง (<i>Vigna sp.</i>)	-	-	-	-	-	-
9. ถั่วพุ่ม (<i>Vigna sp.</i>)	50.00	-	60.00	-	-	55.00
10. ถั่วดำ (<i>Vigna sp.</i>)	50.00	-	-	-	-	50.00
11. โสนอินเดีย (<i>Sesbania speciosa</i>)	28.00	40.00	80.00	-	-	43.20
12. โสนจีนแดง (<i>Sesbania cannabina</i>)	-	60.00	-	-	-	60.00
13. โสนคางคก (<i>Sesbania aculeata</i>)	-	48.50	-	-	-	48.50
14. โสนอัฟริกัน (<i>Sesbania rostrata</i>)	-	-	-	-	-	-
15. ถั่วมะแฮะ (<i>Cajanus indicus, C. Cajan</i>)	69.67	-	-	-	-	67.67

ตารางภาคผนวกที่ 7 (ต่อ)

ชนิด	ภาคเหนือ (กก./ไร่)	ภาคกลาง (กก./ไร่)	ภาคตะวันออก เฉียงเหนือ (กก./ไร่)	ภาคใต้ (กก./ไร่)	ภาคตะวันออก (กก./ไร่)	เฉลี่ย (กก./ไร่)
16. ถั่วลิสง (<i>Arachis hypogaac</i>)	50.00	197.50	-	-	-	148.33
17. ถั่วลิสง ไทนานา (<i>Arachis sp.</i>)	54.00	-	-	-	-	54.00
18. ถั่วเหลือง (<i>Glycine max</i>)	30.00	150.00	-	-	-	22.50
19. กระถิน (<i>Leucaena sp.</i>)	40.00	80.00	-	-	-	60.00
20. กระถินยักษ์ (<i>Leucaena leucacephala</i>)	-	100.00	-	-	-	100.00
พืชคลุมดินตรพกุลถั่ว						
1.สตาร์ (<i>Cynodom plectostachyus</i>)	-	1,000	-	-	-	1,000
2. รุซิคองโก (<i>Brachiaria ruzizersis</i>)	-	-	-	-	-	-
3. กีนีฮามิล (<i>Panicum sp.</i>)	-	-	-	-	-	-
4. กรีนพานิค (<i>Panicum maximum</i>)	-	-	-	-	-	-
5. ซีบี (<i>Urochloa mosambicensis</i>)	-	-	-	-	-	-
6. ปุปเฟล (<i>Zcenchrus cilliaris</i>)	-	-	-	-	-	-
7. บาเฮีย (<i>Paspalum notatum</i>)	-	-	-	-	-	-
8. มาเลเซีย (<i>Azonopus Compressus</i>)	-	-	-	-	-	-

ตารางภาคผนวกที่ 8 แสดงจำนวนเมล็ดและน้ำหนักเมล็ดพันธุ์พืชบำรุงดินและพืชคลุมดินบางชนิดในประเทศไทย

ลำดับที่	รายชื่อ	น้ำหนักเมล็ด 1 ลิตร (กรัม)	น้ำหนักเมล็ด 1 ถัง (กรัม)	จำนวนเมล็ด ต่อ 1 กรัม	จำนวนเมล็ดต่อ 1 ลิตร	จำนวนเมล็ดต่อ 1 ถัง
1	ถั่วนา (<i>Phaseolus calcaratus</i>)	865	17,300	16	13,840	276,800
2	ถั่วพม่า (<i>Phaseolus lunatus</i>)	766	15,320	5	3,830	76,600
3	ถั่วพริ้ว (<i>Canavalia eniformis</i>)	796	15,920	1	796	15,920
4	ปอเทือง (<i>Crotalaria juncea</i>)	841	16,820	41	34,481	689,620
5	ถั่วเขียวเมล็ดดำ (<i>Phaseolus mungo</i>)	830	16,600	34	28,220	564,400
6	ถั่วเขียวเมล็ดเล็ก (<i>Phaseolus trilobatus</i>)	834	16,680	164	136,776	2,735,520
7	ถั่วลาย (<i>Centrocema pubescens</i>)	851	17,020	56	47,450	953,120
8	คาโลโปโกเนียม (<i>Calopogonium sp.</i>)	832	16,640	98	81,536	1,630,720
9	ไซราโตร (<i>Macroptilium atropurpureum</i>)	864	17,280	103	88,992	1,779,840
10	โสนอินเดีย (<i>Sesbania speciosa</i>)	889	17,780	132	117,348	2,346,960
11	โสนไต้หวัน (<i>Sesbania sesban</i>)	832	16,640	93	77,376	1,547,520
12	ถั่วอัญชัน (<i>Dolichos biflorus</i>)	876	17,520	49	42,924	858,480
13	ถั่วเหลือง (<i>Glycine max</i>)	760	15,200	19	14,440	288,800
14	ถั่วเขียวเมล็ดมัน (<i>Phaseolus sp.</i>)	885	17,700	26	23,010	460,800
15	ไมยราพไร้หนาม (<i>Nimos asp.</i>)	890	17,800	264	234,960	4,699,200
16	ถั่วเสียนป่า (<i>Peuralia phaseoloides</i>)	383	15,660	108	84,564	1,691,280
17	โสนดินเค็ม (<i>Sesbania sp.</i>)	841	16,820	255	214,455	4,289,100

ตารางภาคผนวกที่ 8 (ต่อ)

ลำดับที่	รายชื่อ	น้ำหนักเมล็ด 1 ลิตร (กรัม)	น้ำหนักเมล็ด 1 ถึง (กรัม)	จำนวนเมล็ด ต่อ 1 กรัม	จำนวนเมล็ดต่อ 1 ลิตร	จำนวนเมล็ดต่อ 1 ถึง
18	ถั่วแดงซีลอน (<i>Phaseolus calcaratus</i>)	849	16,980	24	20,372	7,520
19	ขี้เหล็กฝี (<i>Cassia sofora</i>)	829	16,580	96	79,584	1,591,680

ที่มา : วิฑูร (2541)



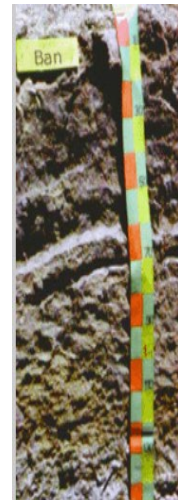
ชุดดินชัย



ชุดดินช่องแค



ชุดดินโคกกระเทียม



ชุดดินบางมูลนาก



ชุดดินบางระกำ



ชุดดินชัยนาท



ชุดดินชุมแสง



ชุดดินสิงห์บุรี



ชุดดินท่าตะโก



ชุดดินศรีสำโรง



ชุดดินบ้านกลาง



ชุดดินเฉลียงลับ



ชุดดินเดิมบาง



ชุดดินมโนรมย์



ชุดดินนครปฐม

ภาพภาคผนวกที่ 1 แสดงหน้าตัดชุดดินที่พบในพื้นที่ของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9



ชุดดินพิจิตร



ชุดดินโพทะเล



ชุดดินพิษณุโลก



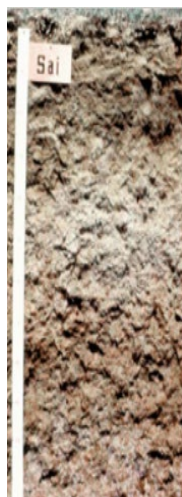
ชุดดินศรีสะเกษ



ชุดดินสุโขทัย



ชุดดินแม่สาย



ชุดดินสันทราย



ชุดดินคลองขลุง



ชุดดินโกรกพระ



ชุดดินโคกสำโรง



ชุดดินหนองฉาง



ชุดดินสรรพยา



ชุดดินทัพทัน



ชุดดินพรวนกระต่าย

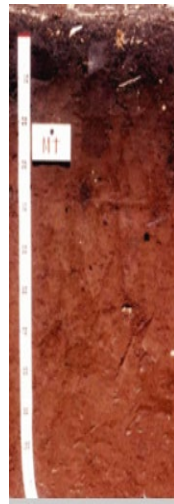


ชุดดินลพบุรี

ภาพภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)



ชุดดินบ้านจ้อง



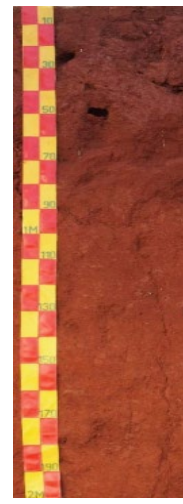
ชุดดินแม่แตง



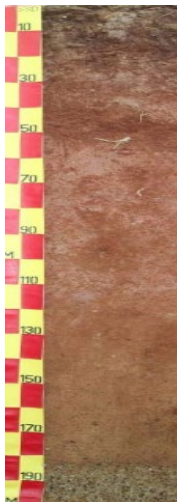
ชุดดินหนองมด



ชุดดินปากช่อง



ชุดดินพบบพระ



ชุดดินกลางดง



ชุดดินดอนยางเอน



ชุดดินกำแพงเพชร



ชุดดินแม่ือง



ชุดดินตะพานหิน



ชุดดินห้วยฉัตร



ชุดดินขาม



ชุดดินเชียงใหม่



ชุดดินไทรงาม



ชุดดินเขาพลอง

ภาพภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)



ชุดดินลานสั๊ก



ชุดดินสันป่าตอง



ชุดดินอุทัย



ชุดดินชนแดน



ชุดดินเชียงคาน



ชุดดินโป่งตอง



ชุดดินหินซ้อน



ชุดดินลี่



ชุดดินมวกเหล็ก



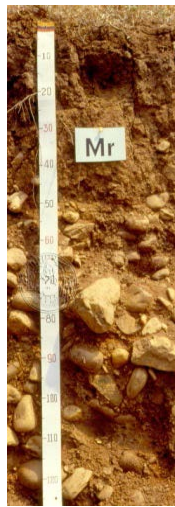
ชุดดินแก่งคอย



ชุดดินโกสั่มพื



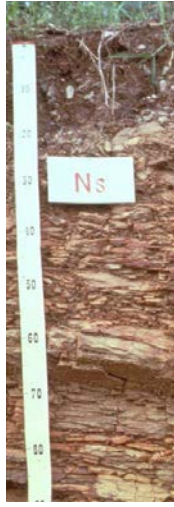
ชุดดินม่วงค่อม



ชุดดินแม่ริม



ชุดดินงาว



ชุดดินนครสวรรค์

ภาพภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)



ชุดดินไผสา



ชุดดินทับเสลา



ชุดดินท่ายาง



ชุดดินตากลิ



ชุดดินสมอทอด



ชุดดินชัย



ชุดดินลำนารายณ์



ชุดดินแม่ระมาด



ชุดดินทับกวาง



ชุดดินวังสะพุง



ชุดดินบ้านไร่



ชุดดินลาดหญ้า

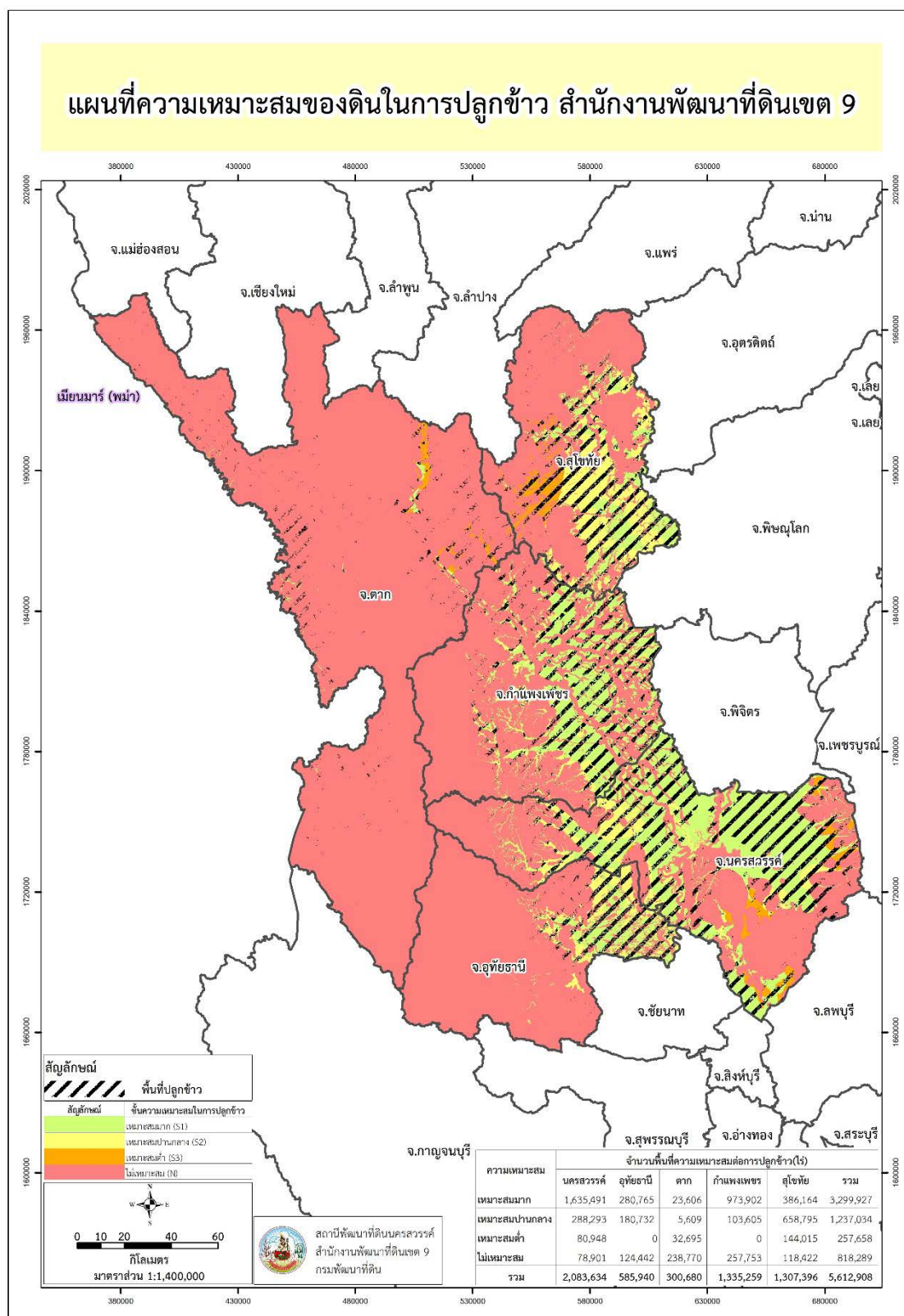


ชุดดินภูสะเนา

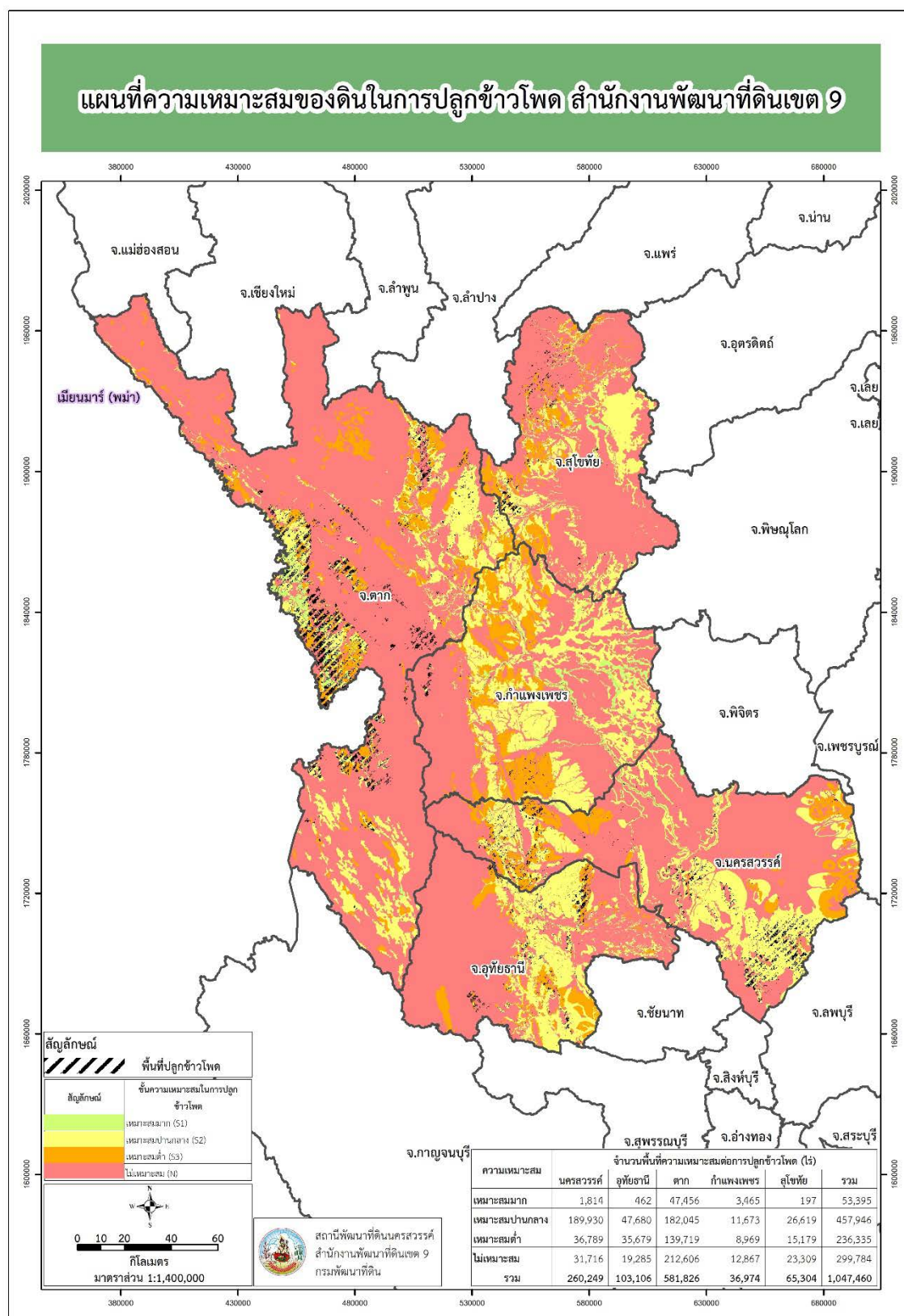


ชุดดินสระโบสถ์

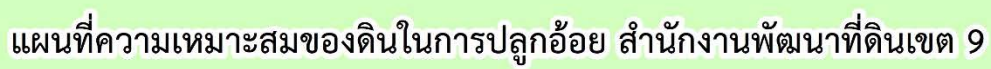
ภาพภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)



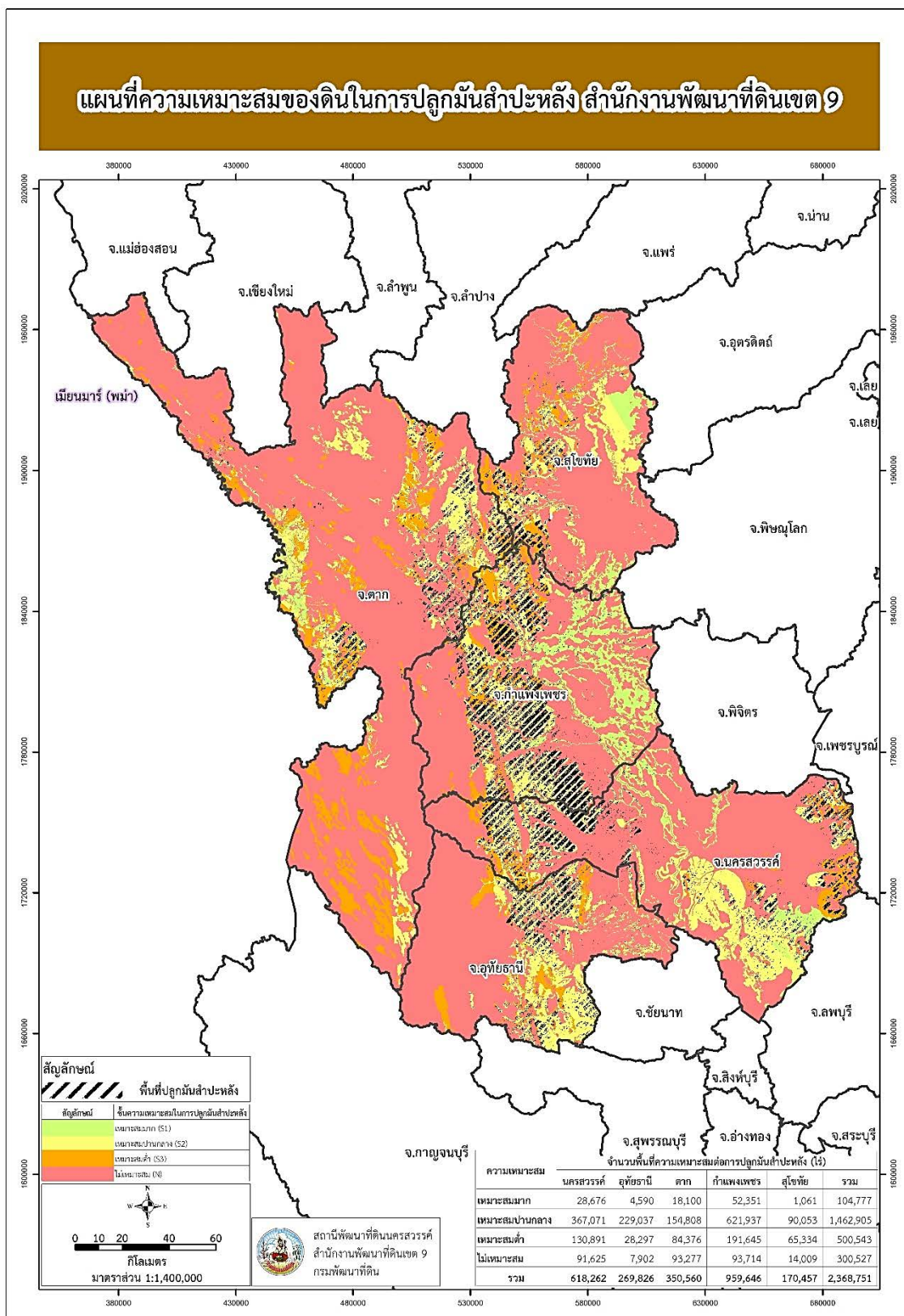
ภาพภาคผนวกที่ 2 แผนที่ความเหมาะสมของที่ดินเพื่อปลูกข้าวในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9



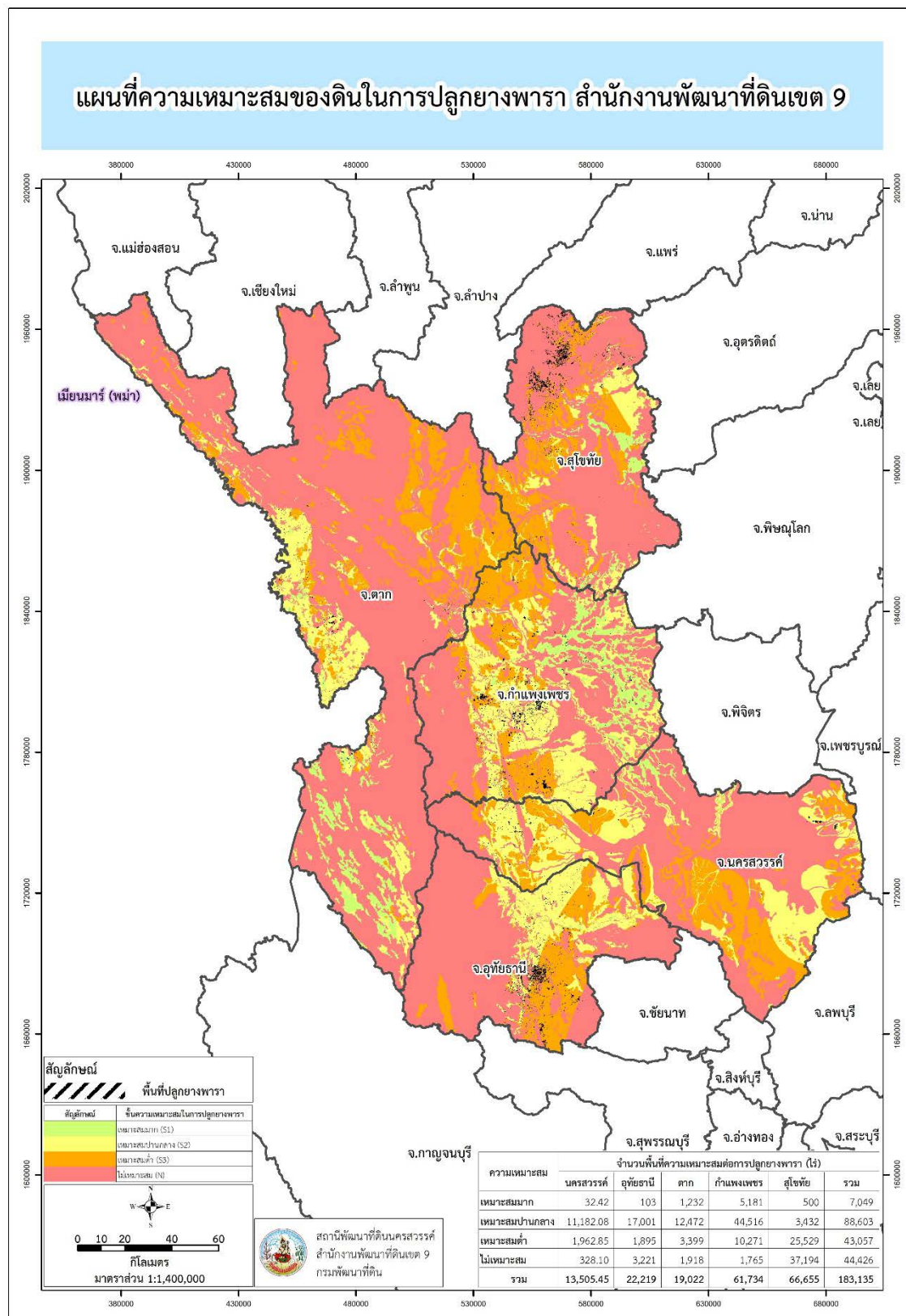
ภาพภาคผนวกที่ 3 แผนที่ความเหมาะสมของที่ดินเพื่อปลูกข้าวโพดในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9



ภาพภาคผนวกที่ 4 แผนที่เหมาะสมของที่ดินเพื่อปลูกอ้อยในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9



ภาพภาคผนวกที่ 5 แผนที่ความเหมาะสมของที่ดินเพื่อปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9



ภาพภาคผนวกที่ 6 แผนที่ความเหมาะสมของที่ดินเพื่อปลูกยางพาราในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9



ทรัพยากรดินสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9



ทรัพยากรดินจังหวัดนครสวรรค์



ทรัพยากรดินจังหวัดอุทัยธานี



ทรัพยากรดินจังหวัดกำแพงเพชร



ทรัพยากรดินจังหวัดตาก



ทรัพยากรดินจังหวัดสุโขทัย



จุดความร้อนที่เกิดจากการเผาวัสดุตอซังพืชในพื้นที่การเกษตรของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 ปี 2565



แผนที่แสดงที่ตั้งโครงการ 1 ตำบล 1 กลุ่มเกษตรกรทฤษฎีใหม่ในพื้นที่สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9



แผนที่แสดงที่ตั้งโครงการแหล่งน้ำในไร่นานอกเขตชลประทานสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9

ภาพภาคผนวกที่ 7 คิวอาร์โค้ดแผนที่ทรัพยากรดิน จุดความร้อนที่เกิดจากการเผาวัสดุตอซัง ที่ตั้งโครงการ 1 ตำบล 1 กลุ่มเกษตรกรทฤษฎีใหม่ ที่ตั้งโครงการแหล่งน้ำในไร่นานอกเขตชลประทาน ของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9