เอกสารประกอบการสอน
รายวิชา ปฐพีวิทยา

พิทักษ์พงศ์ ป้อมปราณี

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
2560

เอกสารประกอบการสอน
รายวิชา ปฐพีวิทยา

ดร.พิทักษ์พงศ์ ป้อมปราณี
วท.ด. (เทคโนโลยีการผลิตพืช)

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
2560

คำนำการพิมพ์ครั้งที่ 1

เอกสารประกอบการสอนรายวิชาปฐพีวิทยาเล่มนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนรายวิชาปฐพีวิทยา รหัสวิชา 5011101 ซึ่งเป็นรายวิชาบังคับในหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช และสาขาวิชาเกษตรศาสตร์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ซึ่งผู้เขียนเป็นผู้สอนรายวิชาดังกล่าวนี้มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2541 จวบจนปัจจุบัน เนื้อหาแบ่งออกเป็น 10 บท ได้แก่ บทนำทางปฐพีวิทยา กำเนิดดิน สมบัติทางกายภาพ สมบัติทางเคมี สมบัติทางชีวภาพของดิน อินทรียวัตถุในดิน ธาตุอาหารพืช ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ย การปฏิบัติบำรุงรักษาดินและน้ำ และชุดดินในประเทศไทย นอกจากนี้ยังมีบทปฏิบัติการแทรกอยู่ในท้ายบทแต่ละบท เพื่อให้นักศึกษาได้ทดลองปฏิบัติเพื่อให้เข้าใจมากยิ่งขึ้น

ดินเป็นทรัพยากรการผลิตทางการเกษตรที่สำคัญ ปัญหาเรื่องดินในทางการเกษตรในปัจจุบัน คือ ภาวะความเสื่อมโทรมของดินที่ใช้ในการเกษตร ดังนั้นความรู้ความเข้าใจในเรื่องดิน อย่างถ่องแท้จะช่วยให้สามารถจัดการดินและใช้ดินเพื่อการเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลได้อย่างยั่งยืน ซึ่งจะทำให้ประเทศไทยคงความสามารถและศักยภาพในด้านการเป็นแหล่งผลิตอาหารของโลกได้

หวังว่าเอกสารประกอบการสอนเล่มนี้จะอำนวยประโยชน์ต่อนักศึกษา ตลอดจนผู้สนใจทั่วไป และหากท่านพบข้อผิดพลาดประการใด โปรดแจ้งผู้เขียนเพื่อปรับปรุงแก้ไขในโอกาสต่อไป ผู้เขียนขอขอบพระคุณเจ้าของตำรา หนังสือ บทความวารสาร เอกสารทางวิชาการทุกเล่ม และบทความวิชาการออนไลน์ทุกบทความ ที่ผู้เขียนได้ใช้ศึกษาค้นคว้าและอ้างอิง ทำให้เอกสารประกอบการสอนเล่มนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

พิทักษ์พงศ์ ป้อมปราณี

เมษายน 2552

คำนำการพิมพ์ครั้งที่ 2

เอกสารประกอบการสอนรายวิชาปฐพีวิทยาเล่มนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนรายวิชาปฐพีวิทยา รหัสวิชา 5011101 ซึ่งเป็นรายวิชาบังคับในหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ซึ่งผู้เขียนเป็นผู้สอนรายวิชาดังกล่าวนี้มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2541 จวบจนปัจจุบัน การจัดพิมพ์ครั้งที่ 2 นี้ ได้เพิ่มเนื้อหาเป็น 11 บท จากเดิม 10 บท โดยแยกเรื่องน้ำ อุณหภูมิและอากาศในดินออกมาจากบทที่ 3เนื่องจากมีเนื้อหาที่ต้องกล่าวถึงมากขึ้น และในการจัดพิมพ์ครั้งที่ 2 นี้ ได้เพิ่มเติมเนื้อหาและรูปภาพส่วนหนึ่งจากแหล่งปฏิบัติการในชุมชนท้องถิ่นที่ผู้เขียนได้มีโอกาสลงไปปฏิบัติงาน รวมทั้งสอดแทรกพระราชดำริ “ศาสตร์พระราชา” ในการจัดการดินในเนื้อหาซึ่งประกอบด้วย บทนำ กำเนิดดิน สมบัติทางกายภาพ น้ำ อุณหภูมิและอากาศในดิน สมบัติทางเคมี สมบัติทางชีวภาพของดิน อินทรียวัตถุในดิน ธาตุอาหารพืช ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ย การปฏิบัติบำรุงรักษาดินและน้ำ และชุดดินในประเทศไทย นอกจากนี้ยังได้เพิ่มแผนภาพบทสรุปท้ายบทเพื่อให้เป็นแนวทางในการสรุปเนื้อหาแต่ละบท และเพิ่มบทปฏิบัติการแทรกอยู่ในท้ายบทแต่ละบท เพื่อให้นักศึกษาได้ทดลองปฏิบัติเพื่อให้เข้าใจมากยิ่งขึ้น

พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช มหิตลาธิเบศรรามาธิบดี จักรีนฤบดินทรสยามินทราธิราช บรมนาถบพิตร ทรงให้ความสำคัญกับดิน ซึ่งเป็นทรัพยากรการผลิตทางการเกษตรที่สำคัญ และพระราชทานพระราชดำริและโครงการต่างๆ มากมาย ที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาเรื่องดิน ซึ่งปัญหาเรื่องดินในทางการเกษตรในปัจจุบัน คือภาวะความเสื่อมโทรมของดินที่ใช้ในการเกษตร ดังนั้นความรู้ความเข้าใจในเรื่องดินอย่างถ่องแท้ จะช่วยให้สามารถจัดการดินและใช้ดินเพื่อการเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลได้อย่างยั่งยืน ซึ่งจะทำให้ประเทศไทยคงความสามารถและศักยภาพในด้านการเป็นแหล่งผลิตอาหารของโลกได้

หวังว่าเอกสารประกอบการสอนเล่มนี้จะอำนวยประโยชน์ต่อนักศึกษา ตลอดจนผู้สนใจทั่วไป และหากท่านพบข้อผิดพลาดประการใด โปรดแจ้งผู้เขียนเพื่อปรับปรุงแก้ไขในโอกาสต่อไป ผู้เขียนขอขอบพระคุณเจ้าของตำรา หนังสือ บทความวารสาร เอกสารทางวิชาการทุกเล่ม และบทความวิชาการออนไลน์ทุกบทความ รวมทั้งเกษตรกรเจ้าของแปลงในชุมชนท้องถิ่นที่ผู้เขียนได้ใช้ศึกษาค้นคว้า อ้างอิง และร่วมเรียนรู้ ทำให้เอกสารประกอบการสอนเล่มนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

พิทักษ์พงศ์ ป้อมปราณี

5 มกราคม 2560

สารบัญ

		หน้า
คำนำ		(1)
สารบัญ		(5)
สารบัญตาราง		(13)
สารบัญภาพ		(15)
แผนบริหารการสอนประจำวิชา		(19)
แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 1		1
บทที่ 1	**บทนำ**	**3**
	1.1 ความหมายและความสำคัญของดิน	4
	1.2 สาขาวิชาทางปฐพีวิทยา	5
	1.3 องค์ประกอบของดิน	5
	1.3.1 อนินทรียสาร	5
	1.3.2 อินทรียสาร	6
	1.3.3 น้ำและอากาศ	6
	1.4 สถานการณ์การใช้ทรัพยากรที่ดินของประเทศไทย	6
	1.4.1 การเสื่อมโทรมของทรัพยากรดินและที่ดิน	7
	1.4.2 ดินที่มีปัญหาของประเทศไทย	8
	1.4.3 แนวทางปฏิบัติการจัดการทรัพยากรที่ดิน	8
	1.5 ดินกับการเจริญเติบโตของพืช	10
	บทสรุป	11
	คำถามทบทวนประจำบทที่ 1	11
	บทปฏิบัติการที่ 1 การเก็บตัวอย่างดิน	12
แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 2		15
บทที่ 2	**กำเนิดดิน**	17
	2.1 วัตถุต้นกำเนิดดิน	17
	2.2 ชนิดของวัตถุต้นกำเนิดดิน	17
	2.2.1 หิน	17
	2.2.2 แร่	19
	2.2.3 อินทรียวัตถุ	22
	2.3 กระบวนการสร้างดิน	23
	2.3.1 กระบวนการสลายตัวของหินและแร่ทางกายภาพ	23
	2.3.2 กระบวนการสลายตัวของหินและแร่ทางเคมี	24
	2.4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการสร้างตัวของดิน	25

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.5 หน้าตัดดิน	28
2.6 ชั้นดิน	31
บทสรุป	33
คำถามทบทวนประจำบทที่ 2	34
บทปฏิบัติการที่ 2 การศึกษาวัตถุต้นกำเนิดดิน	35
แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 3	37
บทที่ 3 สมบัติทางกายภาพของดิน	39
3.1 อนุภาคดิน	39
3.2 เนื้อดิน	40
3.2.1 ลักษณะเฉพาะของเนื้อดินแต่ละประเภท	40
3.2.2 การจำแนกประเภทเนื้อดิน	41
3.3 โครงสร้างของดิน	45
3.3.1 ประเภทของโครงสร้างดิน	45
3.3.2 การเกิดโครงสร้างดิน	46
3.3.3 โครงสร้างดินที่ไม่พึงประสงค์	47
3.4 ความหนาแน่นและความพรุนของดิน	51
3.4.1 ความหนาแน่นของดิน	51
3.4.2 ปัจจัยที่มีผลต่อความหนาแน่นของดิน	53
3.4.3 ความพรุนของดิน	53
3.5 สีดิน	54
บทสรุป	55
คำถามทบทวนประจำบทที่ 3	57
บทปฏิบัติการที่ 3.1 การจำแนกชนิดของเนื้อดินโดยวิธีวิเคราะห์เชิงกล	58
บทปฏิบัติการที่ 3.2 การหาความหนาแน่นและความพรุนของดิน	60
แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 4	61
บทที่ 4 น้ำ อุณหภูมิและอากาศในดิน	63
4.1 น้ำในดิน	63
4.1.1 ความสำคัญของน้ำในดิน	63
4.1.2 ประเภทของน้ำในดิน	64
4.1.3 สภาพของความชื้นในดิน	65
4.1.4 การเก็บกักน้ำในดิน	66
4.1.5 การเคลื่อนที่ของน้ำในดิน	67

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
	4.1.6 การสูญเสียน้ำจากดิน	67
	4.1.7 การดูดใช้น้ำของพืช	69
	4.1.8 ความต้องการน้ำของพืช	70
	4.2 อุณหภูมิดิน	70
	4.2.1 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออุณหภูมิดิน	71
	4.2.2 การแก้ไขอุณหภูมิดิน	73
	4.3 อากาศในดิน	80
	4.3.1 การแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างดินกับบรรยากาศ	80
	4.3.2 การวัดการถ่ายเทอากาศของดิน	82
	4.3.3 การจัดการเกี่ยวกับการถ่ายเทอากาศ	82
	สรุป	83
	คำถามทบทวนประจำบท	83
	บทปฏิบัติการที่ 4.1 การหาความชื้นในดิน	85
แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 5		87
บทที่ 5	**สมบัติทางเคมีของดิน**	**89**
	5.1 คอลลอยด์ดิน	89
	5.2 การแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน	90
	5.2.1 ปัจจัยที่ควบคุมการแลกเปลี่ยนประจุบวก	91
	5.2.2 ประโยชน์และความสำคัญของการแลกเปลี่ยนประจุบวก	91
	5.3 ปฏิกิริยาดิน	93
	5.3.1 สภาพกรดในดินและการเกิดดินกรด	93
	5.3.2 การแก้ไขดินกรด ดินกรดจัดและดินเปรี้ยวจัด	94
	5.3.3 ดินด่าง	97
	5.3.4 การแก้ไขปัญหาจากดินด่าง	97
	5.3.5 ผลกระทบจากดินที่มีสภาพกรดด่างต่อพืช	97
	5.4 ความเค็มของดิน	98
	5.4.1 ดินเค็ม	98
	5.4.2 ดินโซดิก	101
	5.4.3 ดินเค็มโซดิก	102
	5.4.4 การปรับปรุงดินเค็มและดินเค็มโซดิก	102
	บทสรุป	105
	คำถามทบทวนประจำบทที่ 5	105

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทปฏิบัติการที่ 5.1 การวัดความเป็นกรดด่างของดิน	107
บทปฏิบัติการที่ 5.2 การวัดค่าการนำไฟฟ้าของดิน	109
แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 6	111
บทที่ 6 สมบัติทางชีวภาพของดิน	113
6.1 ประเภทของสิ่งมีชีวิตในดิน	113
6.1.1 จุลินทรีย์ดิน	113
6.1.2 สัตว์	118
6.1.3 พืช	119
6.2 บทบาทและการดำรงชีวิตของจุลินทรีย์ดิน	119
6.2.1 การย่อยสลายอินทรียวัตถุ	120
6.2.2 การตรึงไนโตรเจน	120
6.2.3 การหมุนเวียนไนโตรเจนโดยจุลินทรีย์ดิน	121
6.2.4 การแปรสภาพของอนินทรียสาร	122
6.2.5 บทบาทอื่นๆ ของจุลินทรีย์ดิน	122
6.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ดิน	124
บทสรุป	125
คำถามทบทวนประจำบทที่ 6	125
บทปฏิบัติการที่ 6 การศึกษาสิ่งมีชีวิตในดิน	127
แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 7	129
บทที่ 7 อินทรียวัตถุในดิน	131
7.1 ความสำคัญของอินทรียวัตถุในดิน	131
7.2 การสลายตัวของอินทรียวัตถุ	133
7.2.1 องค์ประกอบทางเคมีที่มีในอินทรียวัตถุ	133
7.2.2 อัตราส่วนของสารคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ของเศษพืช	134
7.2.3 ปริมาณออกซิเจน	136
7.2.4 ระดับอุณหภูมิ	136
7.2.5 ระดับความชื้น	137
7.2.6 ความเป็นกรดด่าง	137
7.2.7 ขนาดของวัสดุ	137
7.3 การจัดการอินทรียวัตถุในดิน	138
7.3.1 การจัดการเพื่อลดการสูญเสียอินทรียวัตถุในดิน	138
7.3.2 การจัดการเพื่อยกระดับของปริมาณอินทรียวัตถุในดินให้สูงขึ้น	138

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
	บทสรุป	139
	คำถามทบทวนประจำบทที่ 7	139
	บทปฏิบัติการที่ 7 การวัดปริมาณอินทรียวัตถุในดิน	141
แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 8		143
บทที่ 8	**ธาตุอาหารพืช**	145
	8.1 ธาตุอาหารที่จำเป็นของพืช	145
	8.2 บทบาทและหน้าที่สำคัญของธาตุอาหารพืช	146
	8.2.1 ธาตุอาหารหลัก	146
	8.2.2 ธาตุอาหารรอง	147
	8.2.3 ธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณน้อย	149
	8.3 กลไกการดูดใช้ธาตุอาหารของพืช	151
	8.4 ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช	151
	8.5 อาการขาดธาตุอาหารพืช	153
	8.6 รูปของธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์	156
	8.7 วัฏจักรของธาตุอาหารหลักในดิน	158
	8.7.1 ไนโตรเจน	158
	8.7.2 ฟอสฟอรัส	159
	8.7.3 โพแทสเซียม	160
	บทสรุป	161
	คำถามทบทวนประจำบทที่ 8	161
	บทปฏิบัติการที่ 8 การประเมินธาตุอาหารหลักในดิน	163
แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 9		165
บทที่ 9	**ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ย**	167
	9.1 ความสำคัญของปุ๋ย	167
	9.2 ความหมายของศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับปุ๋ย	168
	9.3 ปุ๋ยเคมี	170
	9.3.1 ปุ๋ยไนโตรเจน	171
	9.3.2 ปุ๋ยฟอสฟอรัส	171
	9.3.3 ปุ๋ยโพแทสเซียม	172
	9.4 สูตรปุ๋ยและเรโชปุ๋ย	172
	9.4.1 สูตรปุ๋ย	172
	9.4.2 เรโชปุ๋ย	173

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
9.5 หลักการใช้ปุ๋ยเคมี	174
9.6 ปุ๋ยอินทรีย์	175
9.6.1 ประโยชน์ของปุ๋ยอินทรีย์	175
9.6.2 ปุ๋ยคอก	176
9.6.3 ปุ๋ยหมัก	177
9.6.4 ปุ๋ยพืชสด	183
9.7 ปุ๋ยชีวภาพ	187
9.7.1 ปุ๋ยชีวภาพที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์สร้างธาตุอาหารพืช	187
9.7.2 ปุ๋ยชีวภาพที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์ที่ช่วยให้ธาตุอาหารเป็นประโยชน์กับพืช	188
9.7.3 หลักพิจารณาในการใช้ปุ๋ยชีวภาพ	189
9.8 วิธีการใส่ปุ๋ย	190
9.8.1 การใส่แบบหว่าน	190
9.8.2 การใส่ปุ๋ยเฉพาะจุดหรือใส่เป็นแถบ	191
9.8.3 การใส่ปุ๋ยทางใบ	191
บทสรุป	193
คำถามทบทวนประจำบทที่ 9	193
บทปฏิบัติการที่ 9.1 การทำปุ๋ยหมัก	195
บทปฏิบัติการที่ 9.2 การคำนวณสูตรปุ๋ย	197
แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 10	199
บทที่ 10 หลักการปฏิบัติและบำรุงรักษาดินและน้ำสำหรับการปลูกพืช	201
10.1 กษัยการของดิน	201
10.1.1 กษัยการโดยธรรมชาติ	201
10.1.2 กษัยการโดยมีตัวเร่ง	204
10.2 หลักการอนุรักษ์ดินและน้ำ	210
10.3 วิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำ	211
10.3.1 วิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำโดยใช้ระบบพืช	211
10.3.2 วิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำโดยใช้วิธีกล	219
10.3.3 วิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำโดยใช้วิธีอื่นๆ	225
10.3.4 ศาสตร์พระราชาในการอนุรักษ์ดินและน้ำ	230
บทสรุป	231
คำถามทบทวนประจำบทที่ 10	231

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทปฏิบัติการที่ 10 หลักการปฏิบัติและบำรุงรักษาดินและน้ำสำหรับการปลูกพืช	232
แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 11	233
บทที่ 11 การจำแนกชุดดินในประเทศไทย	235
11.1 ความหมายของชุดดิน	235
11.2 กลุ่มของชุดดิน	236
บทสรุป	245
คำถามทบทวนประจำบทที่ 11	245
บทปฏิบัติการที่ 11 การจำแนกชุดดินในประเทศไทย	246
บรรณานุกรม	247

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	พื้นที่ดินที่มีปัญหาของประเทศไทย	9
3.1	การจำแนกขนาดของอนุภาคดินตามระบบ USDA	40
5.1	ค่า C.E.C. ของดิน ในคอลลอยด์ดินแต่ละชนิด	90
5.2	ค่ากำหนดที่ใช้บอกระดับความรุนแรงของความเป็นกรดด่าง	93
5.3	การจำแนกระดับความเค็มที่มีผลกระทบต่อพืช	98
6.1	ชนิดของเชื้อแบคทีเรียที่มีความสามารถในการย่อยสลายสารองค์ประกอบในพืช	115
6.2	ชนิดของเชื้อราที่มีความสามารถในการย่อยสลายสารองค์ประกอบในพืช	116
6.3	ชนิดของเชื้อแอคติโนมัยซีส ที่มีความสามารถในการย่อยสลายสารองค์ประกอบในพืช	117
7.1	องค์ประกอบในพืชที่สำคัญ	134
7.2	ค่า C: N ratio ของสารอินทรีย์ต่างๆ โดยประมาณ	135
8.1	หน้าที่สำคัญของธาตุอาหารพืชและอาการขาดธาตุของพืช	154
8.2	รูปของธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชและรูปที่เสริมให้พืช	157
9.1	ตัวอย่างปุ๋ยไนโตรเจนที่ผลิตจำหน่ายในท้องตลาด	171
9.2	ตัวอย่างปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ผลิตจำหน่ายในท้องตลาด	172
9.3	ตัวอย่างปุ๋ยโพแทสเซียมที่ผลิตจำหน่ายในท้องตลาด	172
9.4	ปริมาณธาตุอาหารในมูลสัตว์ชนิดต่างๆ	177
9.5	ระยะเวลา น้ำหนักสดของปุ๋ยพืชสดบางชนิดในการไถกลบและปริมาณธาตุอาหาร	186

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	ส่วนประกอบของดินโดยสัดส่วนปริมาตรที่เหมาะสมต่อการปลูกพืช	7
1.2	ตัวอย่างของกิจกรรมการไถพรวนและการเขตกรรมที่ไม่เหมาะสม	10
1.3	การแบ่งพื้นที่ออกเป็นแปลงย่อยให้มีความสม่ำเสมอกันเพื่อเก็บตัวอย่างดิน	13
1.4	ตัวอย่างการสุ่มเลือกจุดเก็บตัวอย่างดินในแต่ละแปลงเพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่อย่างสม่ำเสมอ	14
1.5	การขุดหลุมเจาะดินเพื่อเก็บตัวอย่างดินในแต่ละจุด	14
2.1	ตัวอย่างหินชนิดต่างๆ	20
2.2	ตัวอย่างหินวัตถุต้นกำเนิดดินจังหวัดกาญจนบุรี	20
2.3	ตัวอย่างหินวัตถุต้นกำเนิดดินจังหวัดเพชรบุรี	21
2.4	ตัวอย่างแร่ประกอบหินชนิดต่างๆ	22
2.5	กระบวนการสร้างดิน	23
2.6	ตัวอย่างการสลายตัวของวัตถุต้นกำเนิดดินที่เกิดจากการกัดกร่อนโดยลมและฝน	26
2.7	ตัวอย่างการสลายตัวของหินและแร่วัตถุต้นกำเนิดดิน	27
2.8	ตัวอย่างการสลายตัวของหินและแร่วัตถุต้นกำเนิดดินที่เกิดจากกระแสน้ำและลม	28
2.9	หน้าตัดดิน	29
2.10	โครงสร้างหน้าตัดดินจากตัวอย่างชุดดินท่ายาง	30
2.11	ตัวอย่างหน้าตัดดินชุดดินท่ายาง	31
2.12	ชั้นดิน	32
2.13	เปรียบเทียบความแตกต่างของชั้นดินในชั้นหน้าตัดดิน	33
3.1	ตารางสามเหลี่ยมมาตรฐานเพื่อใช้กำหนดชนิดเนื้อดิน	43
3.2	ตัวอย่างลักษณะเนื้อดินที่พบทั่วไป	44
3.3	ประเภทของโครงสร้างดิน	47
3.4	ลักษณะการไถพรวนเตรียมดินด้วยจอบหมุนจนดินละเอียดเป็นการทำลายเม็ดดิน	49
3.5	การไถพรวนดินขณะที่ดินมีความชื้นสูงมากเกินไปทำให้เกิดดินก้อนใหญ่	50
3.6	การเกิดสภาพเหลวเละของดินอันเนื่องจากการเก็บหัวกระชายโดยใช้น้ำฉีดอย่างแรงลงดินให้หัวกระชายลอยขึ้นมา	50
3.7	การเกิดแผ่นแข็งปิดผิวในสภาพการปลูกพืชผักที่ปราศจากวัสดุคลุมดิน	51
3.8	ช่องว่างในดินที่เกิดจากการเรียงตัวของอนุภาคดิน	54
3.9	ตัวอย่างสีดินในพื้นที่การเกษตรภาคกลาง	56

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
3.10	ตะแกรงมาตรฐานขนาดต่างๆ สำหรับใช้ร่อนดิน	59
3.11	การร่อนดินเพื่อแยกอนุภาคดิน	59
4.1	การใช้วัสดุคลุมดินด้วยฟางและหลังคาตาข่ายพรางแสง ช่วยลดการระเหยน้ำออกไปจากดิน	68
4.2	การใช้โรงเรือนปลูกผักกางมุ้งช่วยลดการระเหยน้ำออกไปจากดิน	69
4.3	การระเหยน้ำออกจากดิน	69
4.4	การคลุมดินเป็นบางส่วนระหว่างแถวที่ปลูกพืชด้วยพลาสติกป้องกันวัชพืช รอบโคนต้นพืชและป้องกันการระเหยน้ำและรักษาระดับอุณหภูมิดิน	75
4.5	การคลุมดินเป็นบางส่วนระหว่างแถวที่ยกเป็นแปลงปลูกพืช แบบขั้นบันไดด้วยพลาสติก	75
4.6	การปลูกพืชแซมคลุมดินระหว่างแถวพืชหลักช่วยลดการระเหยน้ำ ออกไปจากดินและช่วยรักษาระดับอุณหภูมิดินไม่ให้สูงเกินไป	76
4.7	การปลูกพืชหลักโดยเว้นระยะระหว่างแถวให้แคบลงเนื่องจาก ไม่มีการปลูกพืชแซมระหว่างแถวเป็นการดัดแปลงเพื่อช่วยลด การระเหยน้ำออกไปจากดินและช่วยรักษาระดับอุณหภูมิดินไม่ให้ สูงเกินไป	76
4.8	การปลูกพืชหลักโดยปราศจากวัสดุคลุมดินในระยะแรกยังไม่มีร่มเงาจาก ทรงพุ่มพืชจะเกิดการระเหยน้ำออกไปจากดินและอุณหภูมิดินจะสูงขึ้น	77
4.9	ไร่อ้อยที่ไม่มีการเผาปล่อยให้เศษใบอ้อยเป็นวัสดุคลุมดินช่วยลด การระเหยน้ำออกไปจากดินและรักษาระดับอุณหภูมิภายในดิน	77
4.10	ไร่อ้อยที่มีการเผา ทำให้มีการระเหยน้ำออกไปจากดินมาก และอุณหภูมิภายในดินจะสูง	78
4.11	ไร่อ้อยที่มีการเผาทำให้อ้อยตอที่แตกออกมาใหม่ไม่มีสิ่งปกคลุมดิน มีการระเหยน้ำออกไปจากดินมากจำเป็นต้องให้น้ำถี่ขึ้น	78
4.12	ไร่อ้อยที่มีการเผาทำให้อ้อยตอที่แตกออกมาใหม่ไม่มีสิ่งปกคลุมดิน มีการระเหยน้ำออกไปจากดินมากจำเป็นต้องให้น้ำถี่ขึ้น	79
4.13	การยกแปลงปลูกให้สูงขึ้นควบคู่กับการคลุมด้วยฟาง ช่วยรักษาอุณหภูมิดิน	79
5.1	การแลกเปลี่ยนประจุบวกในดิน	92
5.2	ดินเค็มชายทะเล	99
5.3	ลักษณะดินเค็มภาคกลาง	101
5.4	ลักษณะพื้นที่ที่พบการเกิดดินค็มพบกระจายเป็นหย่อมๆ	101

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
5.5	เครื่อง pH Meter	107
5.6	เครื่อง Electrical Conductivity	109
6.1	ระบบการแผ่กระจายของรากพืช	119
6.2	รากพืชยืนต้นที่มีราเอคโตมัยคอร์ไรซาอาศัยอยู่	123
8.1	การหมุนเวียนธาตุไนโตรเจนในดิน	159
8.2	การหมุนเวียนธาตุฟอสฟอรัสในดิน	160
8.3	การหมุนเวียนธาตุโพแทสเซียมในดิน	161
9.1	ลักษณะปุ๋ยหมักที่ย่อยสลายสมบูรณ์	182
9.2	ลักษณะปุ๋ยหมักที่ย่อยสลายสมบูรณ์พร้อมบรรจุถุง	183
9.3	การปลูกปอเทืองเป็นปุ๋ยพืชสด	185
9.4	ปอเทืองในระยะออกดอกที่พร้อมไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสด	185
9.5	การปลูกถั่วลิสงเป็นปุ๋ยพืชสด	186
9.6	การเตรียมใส่ปุ๋ยคอกรองพื้นโดยใส่กระจายทั่วทั้งแปลง	192
9.7	การใส่ปุ๋ยคอกรอบทรงพุ่ม	193
9.8	แสดงการวางไม้ไผ่ในกองปุ๋ยหมักเพื่อช่วยระบายอากาศ	196
10.1	การชะล้างหน้าดินที่เกิดจากการไหลบ่าของน้ำ	202
10.2	การสูญเสียผิวหน้าดินบริเวณที่ราบเชิงเขาในช่วงดินไร้สิ่งปกคลุม	202
10.3	การถางป่าเพื่อปลูกพืชบริเวณไหล่เขาเป็นสาเหตุหนึ่งของการสูญเสียหน้าดิน	203
10.4	การลื่นไถลของดิน	203
10.5	สภาพดินที่ไร้พืชคลุมดินซึ่งมักถูกพัดพาโดยลมได้ง่าย	204
10.6	สภาพดินนาในฤดูแล้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	204
10.7	การปล่อยดินไร้สิ่งปกคลุม	205
10.8	การเผากาบใบแห้งในไร่อ้อยภายหลังเก็บเกี่ยวแล้ว	206
10.9	การเผากาบตอซังข้าวภายหลังเก็บเกี่ยวแล้ว	206
10.10	การใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชฉีดพ่นเศษพืชตกค้างหลังเก็บเกี่ยว	207
10.11	การใช้เครื่องจักรกลหนักนาข้าว	207
10.12	การไถพรวนที่ผิดวิธี	208
10.13	การให้น้ำแบบปล่อยตามร่องก่อให้เกิดการกัดเซาะพังทลายของดิน	208
10.14	ภายหลังการให้น้ำแบบปล่อยตามร่อง เมื่อดินแห้งก่อให้เกิดแผ่นแข็งปิดผิว	209
10.15	การขุดกระชายโดยวิธีฉีดน้ำอย่างแรงลงดินแทนการใช้จอบขุด	209
10.16	การจัดระบบการปลูกพืชที่ใช้ที่ว่างระหว่างแถวพืชหลัก	212
10.17	การจัดระบบการปลูกพืชที่ใช้ที่ว่างระหว่างแถวพืชหลัก (มะพร้าว) ปลูก	

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
	สับปะรดช่วยคลุมดิน	213
10.18	การปลูกถั่วคาลาโปโกเนียมคลุมดิน	213
10.19	การจัดระบบการปลูกพืชที่ใช้ที่ว่างระหว่างแถวพืชหลัก (ตะไคร้) ปลูกผักล้มลุกช่วยคลุมดินและลดแรงกระแทกจากเม็ดฝน	214
10.20	การปลูกพืชตามแนวระดับแบบขั้นบันไดในที่ที่มีความลาดชันมาก	215
10.21	การปลูกพืชตามแนวระดับแบบขั้นบันไดในที่ที่มีความลาดชันน้อย	216
10.22	การปลูกหญ้าแฝกริมขอบบ่อ	218
10.23	การทำฝายแม้วกักเก็บน้ำในลำห้วย	220
10.24	แบบจำลองการสร้างคันดินกั้นน้ำ	220
10.25	การสร้างคันดินกั้นน้ำ	221
10.26	แบบจำลองการสร้างคูรับน้ำขอบเขา	221
10.27	การสร้างคูรับน้ำขอบเขา	222
10.28	แบบจำลองการสร้างคันดินเบนน้ำ	222
10.29	แบบจำลองการสร้างบ่อน้ำในไร่นา	223
10.30	แบบจำลองการสร้างบ่อน้ำในไร่นา	224
10.31	ตัวอย่างการสร้างบ่อน้ำในไร่นา	224
10.32	ตัวอย่างการสร้างบ่อน้ำในไร่นา	225
10.33	แบบจำลองการยกแปลงและขุดร่องน้ำไปตามแนวระดับ	225
10.34	การใช้พลาสติกสีเทาคลุมดิน	226
10.35	การใช้ใบจากต้นพลวงคลุมดินที่ดอยอ่างขาง	227
10.36	การใช้ฟางคลุมดินระหว่างแถวปลูกพืช	227
10.37	การใช้พลาสติกดำคลุมดิน และการทำโครงหลังคาป้องกันแรงกระแทกจากเม็ดฝน	228
10.38	การใช้แกลบคลุมดินบนแปลงปลูก และปล่อยให้มีหญ้าขึ้นคลุมดินในระหว่างแถวปลูก	228
10.39	การใช้ใบอ้อยคลุมดินในแปลงปลูกกระชาย	229
10.40	การปล่อยเศษเหลือจากการปลูกผักทิ้งไว้คลุมดินหลังเก็บเกี่ยว	229
10.41	การใช้ใบอ้อยคลุมดินในแปลงปลูกผัก	230

แผนบริหารการสอนประจำวิชา

รายวิชา ปฐพีวิทยา **รหัสวิชา 5011101**
(Soil Science)
จำนวนหน่วยกิต - ชั่วโมง **3 (2 - 2 - 6)**
เวลาเรียน **74 ชั่วโมง/ภาคเรียน**

คำอธิบายรายวิชา

ความสำคัญของดิน การกำเนิดดิน คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของดิน ธาตุอาหารพืช ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ย การปฏิบัติบำรุงรักษาดินและน้ำสำหรับปลูกพืช การพังทลายของดิน การอนุรักษ์ดินและน้ำ ชนิดของดินในประเทศไทย

วัตถุประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้ผู้ศึกษารายวิชานี้

1. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความสำคัญของดินในทางการเกษตร
2. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการกำเนิดดิน วัตถุต้นกำเนิดดิน คุณสมบัติของดินทางกายภาพ เคมีและชีวภาพ
3. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธาตุอาหารพืชในดิน ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ย
4. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเพื่อการบำรุงรักษาดินและน้ำสำหรับการปลูกพืช การจัดการความอุดมสมบูรณ์ของดิน การลดการพังทลายของดิน การอนุรักษ์ดินและน้ำ และชนิดของดินในประเทศไทย
5. สามารถปฏิบัติการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ เคมีและชีวภาพของดินได้
6. สามารถปฏิบัติการจัดการดิน การบำรุงรักษาดินเพื่อการปลูกพืชรวมทั้งการจัดการความอุดมสมบูรณ์ของดินเพื่อการปลูกพืชได้อย่างถูกต้องตามหลักวิชาการและเหมาะสมกับท้องถิ่น
7. ตระหนักและเห็นความสำคัญของดินในทางการเกษตร รวมทั้งเกิดเจตคติที่ดีต่อการจัดการดินเพื่อพัฒนาการเกษตรได้อย่างยั่งยืน

เนื้อหา

บทที่ 1 บทนำ **4 ชั่วโมง**

1.1 ความหมายและความสำคัญของดิน
1.2 สาขาวิชาทางปฐพีวิทยา
1.3 องค์ประกอบของดิน
  1.3.1 อนินทรียสาร
  1.3.2 อินทรียสาร

1.3.3 น้ำและอากาศ

1.4 สถานการณ์การใช้ทรัพยากรที่ดินของประเทศไทย

1.4.1 การเสื่อมโทรมของทรัพยากรดินและที่ดิน

1.4.2 ดินที่มีปัญหาของประเทศไทย

1.4.3 แนวทางปฏิบัติการจัดการทรัพยากรที่ดิน

1.5 ดินกับการเจริญเติบโตของพืช

บทที่ 2 กำเนิดดิน 4 ชั่วโมง

2.1 วัตถุต้นกำเนิดดิน

2.2 ชนิดของวัตถุต้นกำเนิดดิน

2.2.1 หิน

2.2.2 แร่

2.2.3 อินทรียวัตถุ

2.3 กระบวนการสร้างดิน

2.3.1 กระบวนการสลายตัวของหินและแร่ทางกายภาพ

2.3.2 กระบวนการสลายตัวของหินและแร่ทางเคมี

2.4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการสร้างตัวของดิน

2.5 หน้าตัดดิน

2.6 ชั้นดิน

บทที่ 3 สมบัติทางกายภาพของดิน 4 ชั่วโมง

3.1 อนุภาคดิน

3.2 เนื้อดิน

3.3 โครงสร้างดิน

3.3.1 ประเภทของโครงสร้างดิน

3.3.2 การเกิดโครงสร้างดิน

3.3.3 โครงสร้างดินที่ไม่พึงประสงค์

3.4 ความหนาแน่นและความพรุนของดิน

3.4.1 ความหนาแน่นของดิน

3.4.2 ปัจจัยที่มีผลต่อความหนาแน่นของดิน

3.4.3 ความพรุนของดิน

3.5 สีดิน

บทที่ 4 น้ำ อุณหภูมิและอากาศในดิน 4 ชั่วโมง

4.1 น้ำในดิน

4.1.1 ความสำคัญของน้ำในดิน

4.1.2 ประเภทของน้ำในดิน

4.1.3 สภาพของความชื้นในดิน

4.1.4 การเก็บกักน้ำในดิน

4.1.5 การเคลื่อนที่ของน้ำในดิน
4.1.6 การสูญเสียน้ำในดิน
4.1.7 การดูดใช้น้ำของพืช
4.1.8 ความต้องการน้ำของพืช
4.2 อุณหภูมิดิน
4.2.1 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออุณหภูมิดิน
4.2.2 การแก้ไขอุณหภูมิดิน
4.3 อากาศในดิน
4.3.1 การแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างดินกับบรรยากาศ
4.3.2 การวัดการถ่ายเทอากาศของดิน
4.3.3 การจัดการเกี่ยวกับการถ่ายเทอากาศ

บทที่ 5 สมบัติทางเคมีของดิน 8 ชั่วโมง

5.1 คอลลอยด์ดิน
5.2 การแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน
5.2.1 ปัจจัยที่ควบคุมการแลกเปลี่ยนประจุบวก
5.2.2 ประโยชน์และความสำคัญของการแลกเปลี่ยนประจุบวก
5.3 ปฏิกิริยาดิน
5.3.1 สภาพกรดในดินและการเกิดดินกรด
5.3.2 การแก้ไขดินกรด
5.3.3 ดินด่าง
5.3.4 การแก้ไขปัญหาจากดินด่าง
5.3.5 ผลกระทบจากดินที่มีสภาพกรดด่างต่อพืช
5.4 ความเค็มของดิน
5.4.1 ดินเค็ม
5.4.2 ดินโซดิก
5.4.3 ดินเค็มโซดิก
5.4.4 การปรับปรุงดินเค็มและดินเค็มโซดิก

บทที่ 6 สมบัติทางชีวภาพของดิน 4 ชั่วโมง

6.1 ประเภทของสิ่งมีชีวิตในดิน
6.1.1 จุลินทรีย์ดิน
6.1.2 สัตว์
6.1.3 พืช
6.2 บทบาทและการดำรงชีวิตของจุลินทรีย์ดิน
6.2.1 การย่อยสลายอินทรียวัตถุ
6.2.2 การตรึงไนโตรเจน
6.2.3 การหมุนเวียนไนโตรเจนโดยจุลินทรีย์ดิน

6.2.4 การแปรสภาพของอนินทรียสาร

6.2.5 บทบาทอื่นๆ ของจุลินทรีย์ดิน

6.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ดิน

บทที่ 7 อินทรียวัตถุในดิน 4 ชั่วโมง

7.1 ความสำคัญของอินทรียวัตถุในดิน

7.2 การสลายตัวของอินทรียวัตถุ

7.2.1 องค์ประกอบทางเคมีที่มีในอินทรียวัตถุ

7.2.2 อัตราส่วนของสารคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ของเศษพืช

7.2.3 ปริมาณออกซิเจน

7.2.4 ระดับอุณหภูมิ

7.2.5 ระดับความชื้น

7.2.6 ความเป็นกรดด่าง

7.2.7 ขนาดของวัสดุ

7.3 การจัดการอินทรียวัตถุในดิน

7.3.1 การจัดการเพื่อลดการสูญเสียอินทรียวัตถุในดิน

7.3.2 การจัดการเพื่อยกระดับของปริมาณอินทรียวัตถุในดินให้สูงขึ้น

บทที่ 8 ธาตุอาหารพืช 8 ชั่วโมง

8.1 ธาตุอาหารที่จำเป็นของพืช

8.2 บทบาทและหน้าที่สำคัญของธาตุอาหารพืช

8.2.1 ธาตุอาหารหลัก

8.2.2 ธาตุอาหารรอง

8.2.3 ธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณน้อย

8.3 กลไกการดูดใช้ธาตุอาหารของพืช

8.4 ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช

8.5 อาการขาดธาตุอาหารพืช

8.6 รูปของธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์

8.7 วัฏจักรของธาตุอาหารหลักในดิน

8.7.1 ไนโตรเจน

8.7.2 ฟอสฟอรัส

8.7.3 โพแทสเซียม

บทที่ 9 ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ย 8 ชั่วโมง

9.1 ความสำคัญของปุ๋ย

9.2 ความหมายของศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับปุ๋ย

9.3 ปุ๋ยเคมี

9.3.1 ปุ๋ยไนโตรเจน

9.3.2 ปุ๋ยฟอสฟอรัส

9.3.3 ปุ๋ยโพแทสเซียม

9.4 สูตรปุ๋ยและเรโชปุ๋ย

9.4.1 สูตรปุ๋ย

9.4.2 เรโชปุ๋ย

9.5 หลักการใช้ปุ๋ยเคมี

9.6 ปุ๋ยอินทรีย์

9.6.1 ประโยชน์ของปุ๋ยอินทรีย์

9.6.2 ปุ๋ยคอก

9.6.3 ปุ๋ยหมัก

9.6.4 ปุ๋ยพืชสด

9.7 ปุ๋ยชีวภาพ

9.7.1 ปุ๋ยชีวภาพที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์สร้างธาตุอาหารพืช

9.7.2 ปุ๋ยชีวภาพที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์ที่ช่วยให้ธาตุอาหารเป็นประโยชน์กับพืช

9.7.3 หลักพิจารณาในการใช้ปุ๋ยชีวภาพ

9.8 วิธีการใส่ปุ๋ย

9.8.1 การใส่แบบหว่าน

9.8.2 การใส่ปุ๋ยเฉพาะจุดหรือใส่เป็นแถบ

9.8.3 การใส่ปุ๋ยทางใบ

บทที่ 10 หลักการปฏิบัติและบำรุงรักษาดินและน้ำสำหรับการปลูกพืช 4 ชั่วโมง

10.1 กษัยการของดิน

10.1.1 กษัยการโดยธรรมชาติ

10.1.2 กษัยการโดยมีตัวเร่ง

10.3หลักการอนุรักษ์ดินและน้ำ

10.3 วิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำ

10.3.1 วิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำโดยใช้ระบบพืช

10.3.2 วิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำโดยใช้วิธีกล

10.3.3 วิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำโดยใช้วิธีอื่นๆ

10.3.4 ศาสตร์พระราชาในการอนุรักษ์ดินและน้ำ

บทที่ 11 การจำแนกชุดดินในประเทศไทย 4 ชั่วโมง

11.1 ความหมายของชุดดิน

11.2 กลุ่มของชุดดิน

วิธีสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน

ในการจัดกระบวนการเรียนการสอน เพื่อสร้างการเรียนรู้รายวิชาปฐพีวิทยา จะใช้วิธีสอนและกิจกรรมการเรียนการสอนที่หลากหลายวิธีการ ดังนี้

1.การบรรยายเนื้อหาหลักการและทฤษฎี

2.การใช้กรณีศึกษาจากแหล่งปฏิบัติการของเกษตรกรในชุมชนท้องถิ่น

3. การเรียนรู้ภาคสนามเพื่อศึกษาดินในท้องที่ต่างๆ และการปฏิบัติการจัดการดินและน้ำของเกษตรกร

4. การฝึกปฏิบัติการการใช้เครื่องมือเพื่อการวิเคราะห์ดิน

5. การออกแบบการทดลองในสภาพแปลงปลูกทดลอง

6. การสาธิตให้นักศึกษา

7. การเรียนรู้จากบุคคลต้นแบบ/ปราชญ์ในท้องถิ่น เช่น หมอดิน เกษตรกรคนเก่ง เป็นต้น

8. การสอนโดยใช้ปัญหาการใช้ที่ดินเพื่อการปลูกพืชเป็นฐานในการเรียนรู้

9. การสรุปประเด็นสำคัญ หรือการนำเสนอผลของการสืบค้นที่ได้รับมอบหมาย

สื่อประกอบการเรียนการสอน

1. เครื่องฉาย LCD และคอมพิวเตอร์สำหรับการนำเสนอด้วยโปรแกรม Power Point และคอมพิวเตอร์เพื่อการสืบค้น

2. ชุดตัวอย่างดินชนิดต่างๆ

3. วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือในห้องปฏิบัติการสำหรับปฏิบัติการทดลอง

4. แปลงปลูกพืชทดลองและแปลงตัวอย่างการปฏิบัติในไร่นาเกษตรกร

5. ตัวอย่างภาพแหล่งดินในสภาพต่าง ๆ

6. ตำรา / เอกสารประกอบการสอน/ รายงานการวิจัย/วารสารต่างๆ

7. ใบงานบทปฏิบัติการ

8. ตัวอย่างโจทย์วิจัยจากรายงานการวิจัย

9. แหล่งเรียนรู้และแหล่งปฏิบัติการจากการศึกษาดูงานนอกสถานที่

การวัดผล

1. การวัดผลระหว่างภาคเรียน	ร้อยละ 70	
1.1 การทดสอบย่อย		ร้อยละ 10
1.2 การสอบกลางภาค		ร้อยละ 30
1.3 การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองโดยการปฏิบัติการทดลอง		ร้อยละ 20
1.4 การปฏิบัติการในห้องเรียน		ร้อยละ 10
2. การวัดผลปลายภาค	ร้อยละ 30	
2.1 การสอบปลายภาค		ร้อยละ 30

เกณฑ์การประเมินผล

ระดับคะแนน	ความหมายของผลการเรียน	ค่าระดับคะแนน	ค่าร้อยละ
A	ดีเยี่ยม	4.0	80 ขึ้นไป
B+	ดีมาก	3.5	75 - 79
B	ดี	3.0	70 - 74
C+	ดีพอใช้	2.5	65 - 69
C	พอใช้	2.0	60 - 64
D+	อ่อน	1.5	55 - 59
D	อ่อนมาก	1.0	50 - 54
E	ตก	0.0	ต่ำกว่า 50

แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 1

หัวข้อเนื้อหาประจำบท

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความหมายและความสำคัญของดิน
1.2 สาขาวิชาทางปฐพีวิทยา
1.3 องค์ประกอบของดิน
1.4 สถานการณ์การใช้ทรัพยากรที่ดินของประเทศไทย
1.5 ดินกับการเจริญเติบโตของพืช

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อศึกษาบทที่ 1 จบแล้ว นักศึกษาสามารถ
1. อธิบายความหมาย และความสำคัญของดินได้
2. อธิบายองค์ประกอบของดินได้
3. อธิบายสถานการณ์ทรัพยากรที่ดินของประเทศไทยพร้อมทั้งสามารถยกตัวอย่างปัจจัยที่มีผลต่อสถานการณ์ทรัพยากรที่ดินในปัจจุบันได้
4. อธิบายบทบาทของดินต่อการเจริญเติบโตของพืชได้

วิธีสอนและกิจกรรมการเรียนการสอนประจำบท

1. **วิธีสอน**
   1.1 การประเมินพื้นความรู้เดิมและประสบการณ์ในทางการเกษตร
   1.2 การฟังบรรยาย
   1.3 การค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองจากเอกสาร สื่อออนไลน์
   1.4 การศึกษาและวิเคราะห์ตัวอย่างจากพื้นที่กรณีศึกษา
   1.5 การฝึกปฏิบัติ
   1.6 การสาธิต
2. **กิจกรรมการเรียนการสอน**

2.1 อาจารย์บรรยายนำเข้าสู่เนื้อหา สนทนาตั้งคำถามแลกเปลี่ยนกับผู้เรียน โดยใช้สื่อด้วยการนำเสนอภาพตัวอย่างและสถานการณ์การใช้ที่ดินเพื่อกิจกรรมต่างๆ ให้ผู้เรียนสังเกต พร้อมกับการตั้งคำถามสนทนา แลกเปลี่ยนความคิดเห็น เพื่อชี้ให้เห็นสถานการณ์การใช้ที่ดิน ความสำคัญของดินในทางการเกษตร และความแตกต่างของดินในแต่ละแหล่งพื้นที่

2.2 ยกตัวอย่างโครงการพระราชดำริและพระบรมราโชวาทในพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช มหิตลาธิเบศรามาธิบดีจักรีนฤบดินทรสยามินทราธิราช บรมนาถบพิตร ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาที่ดินเพื่อการเกษตร

2.3 สาธิตเกี่ยวกับการแผ่กระจายของรากพืชในดิน เนื้อดิน โดยแสดงให้ผู้เรียนได้เห็นถึงความแตกต่างของเนื้อดินในแต่ละแหล่งปลูกพืชที่เป็นแหล่งตัวอย่างให้ผู้เรียนทดลองสังเกต และสัมผัสเนื้อดินในแต่ละแหล่ง

2.4 นำผู้เรียนศึกษาตัวอย่างดินนอกห้องเรียน เช่น ในแปลงปลูกพืชทดลอง โคนต้นไม้ใหญ่ สนามหญ้า และพื้นที่ที่มีการถมปรับพื้นที่ดิน เป็นต้น เพื่อให้ผู้เรียนสังเกตตัวอย่างดินสภาพเนื้อดิน รวมทั้งทดลองขุดดินขึ้นมาสังเกตลักษณะความแตกต่างภายนอกที่สังเกตเห็นได้ด้วยสายตาพร้อมกับการตั้งคำถาม

2.5 อาจารย์อธิบายและสาธิตวิธีการเก็บตัวอย่างดิน และมอบหมายงานให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติการเก็บตัวอย่างดินจากแหล่งต่าง ๆ

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอน
2. แผ่นภาพต่างๆ
3. ตัวอย่างดินจากแหล่งต่างๆ
4. แปลงปลูกพืชทดลอง ตัวอย่างสภาพที่ดินนอกห้องเรียน
5. ไร่นาของเกษตรกร

การวัดและการประเมินผล

ประเมินผลจากสิ่งต่อไปนี้

1. ความรู้หลังการเรียนเทียบกับความรู้เดิมของนักศึกษา
2. การตั้งคำถาม ตอบคำถาม และการอภิปรายในชั้นเรียน
3. คำถามทบทวนประจำบทที่ 1
4. ผลการศึกษาจากกรณีศึกษาตัวอย่างดินนอกห้องเรียน
5. ผลการฝึกปฏิบัติของนักศึกษา

บทที่ 1
บทนำ

วันที่ 5 ธันวาคมของทุกปี กำหนดให้เป็นวันดินโลก สืบเนื่องจากการประชุมสภาโลกแห่งปฐพีวิทยา (World Congress of Soil Science) ครั้งที่17 เมื่อปี พ.ศ.2545 ทางสหภาพวิทยาศาสตร์ทางดินนานาชาติ (International Union of Soil Sciences) ได้เล็งเห็นถึงพระราชกรณียกิจของพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช มหิตลาธิเบศรามาธิบดี จักรีนฤบดินทรสยามินทราธิราช บรมนาถบพิตร ในการพัฒนาทรัพยากรดินโดยเฉพาะการพัฒนาด้านการเกษตร จึงได้เลือกวันที่ 5 ธันวาคมของทุกปีซึ่งตรงกับวันคล้ายวันพระราชสมภพ เป็นวันดินโลก เพื่อเทิดพระเกียรติพระวิริยะอุตสาหะของพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช ในด้านการปกป้องและพัฒนาทรัพยากรดิน ซึ่งทรงให้ความสำคัญกับการจัดการทรัพยากรดินเป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นการจัดการที่ดินทำกิน การจัดการที่ดินสำหรับการทำการเกษตร การจัดการดินป่าไม้ต้นน้ำลำธาร และการพัฒนาดินในสภาพเสื่อมโทรมให้สามารถกลับมาทำการเกษตรได้ เป็นต้น ได้ทรงพระราชทานพระราชดำริ พระบรมราโชบาย ตลอดจนโครงการพัฒนาเพื่อปรับปรุงบำรุงดินต่างๆ มากมาย อาทิ โครงการพัฒนาเขาชะงุ้มอันเนื่องมาจากพระราชดำริ โครงการพัฒนาห้วยทรายตามพระราชดำริ และด้วยพระอัจฉริยภาพได้พระราชทานพระราชดำริในการปรับปรุงดินต่างๆ เช่น “การแกล้งดินเพื่อแก้ปัญหาดินเปรี้ยว” “การแก้ปัญหาดินเค็ม” “การใช้หญ้าแฝกในการอนุรักษ์ดินและน้ำ” และ “การห่มดิน” เป็นต้น ดินจัดเป็นฐานทรัพยากรการผลิตทางการเกษตรที่สำคัญ เป็นปัจจัยที่จำเป็นอย่างยิ่งต่อการผลิตพืช คุณภาพของดินส่งผลต่อความสามารถในการให้ผลผลิตของพืช ในมิติของระบบนิเวศการเกษตร ดินมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ตัวอย่าง ได้แก่ เป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์และจุลินทรีย์ต่างๆ หลายชนิด ดินมีความสัมพันธ์กับป่าต้นน้ำ การเกิดอุทกภัยจากน้ำป่าไหลหลากครั้งแล้วครั้งเล่า ต้นไม้แต่ละชนิดมีระบบรากลึกตื้นไม่เท่ากัน ต้องการดินที่มีความชื้นมากน้อยแตกต่างกัน ดินแต่ละพื้นที่มีคุณสมบัติเนื้อดินและลักษณะความลึก ความอุดมสมบูรณ์ต่างกัน สภาพภูมิประเทศที่ต่างกัน ปรากฏการณ์ธรรมชาติเหล่านี้ดินจึงเป็นตัวกำหนดสำคัญที่ส่งผลต่อการเกิดและดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิตต่างๆ และส่งผลต่อวิถีชีวิตของมนุษย์อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เป็นที่ทราบกันทั่วไปว่า ปัจจุบันประเทศไทยประสบกับปัญหาความเสื่อมโทรมของดิน ดินมีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำอันเนื่องมาจากสภาพทางกายภาพ เคมีและชีวภาพของดินอยู่ในสภาพที่ไม่เหมาะสม ทำให้ศักยภาพการใช้ที่ดินเพื่อการผลิตพืชลดลง มีผลผลิตต่อไร่ค่อนข้างต่ำ เกษตรกรจึงต้องมีการพึ่งพาการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราสูง ซึ่งหมายถึงต้นทุนการผลิตสูงตามไปด้วย ปัญหาความเสื่อมโทรมของดินเป็นผลสืบเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ เคมีและชีวภาพ ซึ่งมีปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ได้แก่ กิจกรรมการเขตกรรมที่ไม่เหมาะสม เกษตรกรขาดทักษะและความรู้ความเข้าใจในการจัดการดิน ขาดการปรับปรุงบำรุงดินอย่างจริงจัง เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีปัจจัยทางธรรมชาติที่เป็นตัวเร่งให้เกิดความเสื่อมโทรมของดิน คือ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่สร้างผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อม การศึกษาทางด้านปฐพีวิทยา จะก่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจธรรมชาติและคุณสมบัติในด้านต่างๆ ของดิน ซึ่งจะนำไปสู่การจัดการดินที่ถูกต้องเหมาะสมเพื่อใช้เป็นฐานการผลิตทางการเกษตรของประเทศอย่างยั่งยืนต่อไป

1.1 ความหมายและความสำคัญของดิน

ในทางปฐพีวิทยามีศัพท์ที่คาบเกี่ยวกันสองคำ คือ ดิน (soil) และที่ดิน (land) ซึ่งอาจให้ความหมาย ดังนี้

ดิน หมายถึง ทรัพยากรธรรมชาติที่เกิดจากการสลายตัวของวัตถุต้นกำเนิด คือ หินและแร่ธาตุต่าง ๆ ผสมคลุกเคล้ากับอินทรียวัตถุผ่านระยะเวลาการทับถมมาอย่างยาวนาน ปกคลุมผิวโลกอยู่เป็นชั้นบางๆ เป็นวัตถุที่ค้ำจุนการเจริญเติบโต และการทรงตัวของพืช ดินประกอบด้วยแร่ธาตุที่เป็นของแข็ง อินทรียวัตถุ น้ำ และอากาศที่มีสัดส่วนแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสภาพของดินในแต่ละพื้นที่ การพิจารณาดินในมิติของการใช้ประโยชน์ทางการเกษตร มักมองทั้งในแนวราบบนดิน และแนวลึกลงไปยังชั้นล่างๆ ใต้พื้นดิน

ที่ดิน หมายถึง พื้นที่ที่ประกอบด้วยดินที่มีอยู่ตามธรรมชาติ อันอาจใช้ประโยชน์สนองความต้องการของมนุษย์ในด้านต่าง ๆ โดยคำนึงถึงผลตอบแทนจากการใช้ประโยชน์ที่ดินนั้นเป็นประการสำคัญ ดังนั้นจึงมีความแตกต่างของที่ดินและดิน กล่าวคือ ที่ดิน เป็นอสังหาริมทรัพย์อย่างหนึ่งหรือเป็นพื้นที่บริเวณใดบริเวณหนึ่งบนผิวโลก ซึ่งมีการแบ่งอาณาเขตตามที่มนุษย์กำหนดไว้ โดยที่ที่ดินมีลักษณะเป็น 2 มิติ คือ กว้างกับยาว ส่วนดิน เป็นทรัพยากรธรรมชาติอย่างหนึ่ง ประกอบกันขึ้นเป็นส่วนหนึ่งของภูมิประเทศหรือของที่ดิน มีลักษณะเป็น 3 มิติ คือ กว้าง ยาว และลึก ฉะนั้นการศึกษาดินจึงจำเป็นต้องศึกษาลักษณะของดินตามความลึกจากผิวดินลงไปข้างล่างด้วยหรือที่เรียกว่าหน้าตัดดิน (soil profile)

ในระบบนิเวศเกษตร (agroecosystem) ดินมีความสำคัญในบทบาทที่ทำหน้าที่ 6 ประการ คือ

1. ดินทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการเจริญเติบโตของพืชด้วยการที่รากพืชแผ่กระจายลงไปในดิน ซึ่งดินจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช กล่าวคือ

1) ระบบรากที่แผ่กระจายอยู่ในดินจะช่วยทำหน้าที่พยุงลำต้นหรือทรงพุ่มพืช

2) ช่องว่างในดินเป็นแหล่งให้อากาศสำหรับการหายใจของรากพืช

3) ช่องว่างในดินเป็นแหล่งให้น้ำที่รากพืชจะดูดขึ้นไปสำหรับกระบวนการเมแทบอลิซึมต่างๆ ในพืช

4) ดินช่วยปกป้องความเป็นพิษของสารพิษต่างๆ ในดิน ซึ่งเป็นสารพิษที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ หรืออาจเกิดขึ้นจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน ปฏิกิริยาทางเคมีในดิน และสารพิษจากรากพืชบางชนิด เป็นต้น

5) ดินช่วยรักษาระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมกับระบบราก ช่วยบรรเทาความรุนแรงของอุณหภูมิดินที่สูงหรือต่ำเกินไป

6) ดินเป็นแหล่งให้ธาตุอาหารที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตกับพืช เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียมและกำมะถัน เป็นต้น

2. ดินทำหน้าที่เป็นแหล่งรองรับเก็บกักน้ำ ควบคุมปริมาณและคุณภาพของน้ำที่เป็นประโยชน์ในดินหรือความชื้นในดินที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

3. ดินทำหน้าที่เป็นแหล่งหมุนเวียนวัตถุดิบธาตุอาหารในดิน ด้วยการเป็นแหล่งสะสมปริมาณอินทรียวัตถุจากเศษซากพืชซากสัตว์ที่สลายตัวอยู่ในดิน

4. ดินทำหน้าที่เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตในดิน เช่น จุลินทรีย์ดิน ไส้เดือน แมลง

สัตว์หน้าดินและอาร์โทรปอดอื่นๆ เป็นต้น

5. ดินทำหน้าที่เป็นฐานรากรองรับโครงสร้างทางวิศวกรรมสิ่งก่อสร้างต่างๆ ในพื้นที่ เช่น คลองชลประทาน ถนน อาคาร โรงเรือน และสิ่งปลูกสร้างเพื่อใช้ในทางการเกษตร เป็นต้น ซึ่งโครงสร้างดินจะมีผลต่อการออกแบบในงานวิศวกรรมก่อสร้างดังกล่าว

6. ดินทำหน้าที่เป็นตัวกลางของระบบการหมุนเวียนในสภาพแวดล้อมระหว่างธรณีภาค (lithosphere) บรรยากาศภาค (atmosphere) อุทกภาค (hydrosphere) และชีวภาค (biosphere) กล่าวคือ การหมุนเวียนของน้ำที่ระเหยจากดิน แหล่งน้ำและจากการคายน้ำของพืชขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศกลายเป็นเมฆฝนตกลงมายังพื้นธรณีอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งดินจะทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการรองรับน้ำฝน และก่อให้เกิดการหมุนเวียนเป็นวัฏจักรต่อไป

1.2 สาขาวิชาทางปฐพีวิทยา

การศึกษาเกี่ยวกับดินสามารถจำแนกได้หลายสาขาวิชา ดังนี้

1.กำเนิดและการจำแนกดิน (soil genesis and classification)

2. การสำรวจดินและสัณฐานวิทยา (soil survey and morphology)

3. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน (soil fertility)

4. เคมีของดิน (soil chemistry)

5. ฟิสิกส์ของดิน (soil physics)

6. จุลชีววิทยาของดิน (soil microbiology)

7. ชีวเคมีของดิน (soil biochemistry)

8. การจัดการดินและการอนุรักษ์ (soil management and conservation)

ในสองสาขาวิชาแรก คือ สาขาวิชากำเนิดและการจำแนกดิน และการสำรวจดินและสัณฐานวิทยา เป็นสาขาวิชาการศึกษาดินเพื่อใช้ประโยชน์ในงานวิศวกรรมก่อสร้างและงานทางโบราณคดี ส่วนสาขาวิชาอื่นๆ เป็นการศึกษาเพื่อประโยชน์ในด้านการเกษตร

1.3 ส่วนประกอบของดิน

ดินประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 3 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นอนินทรียสาร ส่วนที่เป็นอินทรียสาร และส่วนที่เป็นช่องว่างในดินซึ่งมีน้ำและอากาศเป็นส่วนประกอบสำคัญ ดินในทางการเกษตรที่เหมาะสมจะมีสัดส่วนของอนินทรียสารร้อยละ 45 อินทรียสารร้อยละ 5 น้ำร้อยละ 25 และอากาศร้อยละ 25 (ภาพที่ 1.1)

1.3.1 อนินทรียสาร

อนินทรียสารในส่วนประกอบดิน คือ หินและแร่ที่เป็นวัตถุต้นกำเนิดดิน ผ่านกระบวนการสลายตัวผุพังเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อย ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นแหล่งให้ธาตุอาหารกับพืช เป็นส่วนที่บ่งชี้ให้ทราบถึงลักษณะของประเภทและชนิดของเนื้อดิน ความสามารถในการเก็บกัก การระบายและเคลื่อนย้ายน้ำในดิน การแลกเปลี่ยนประจุต่างๆ หรือเป็นแหล่งที่ก่อให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีในดิน ดินในแต่ละภูมิภาคหรือในแต่ละพื้นที่ มีวัตถุต้นกำเนิดดินที่มีความแตกต่างกันออกไป เมื่อสลายตัวจะให้

ลักษณะเนื้อดินที่มีความเฉพาะ จึงเป็นตัวกำหนดประเภทของเนื้อดินด้วยเช่นเดียวกัน ซึ่งจะได้กล่าวถึงในบทที่ 2 ต่อไป

1.3.2 อินทรียสาร

อินทรียสารในส่วนประกอบดิน คือ ซากพืชซากสัตว์ที่สลายตัวผุพังเป็นชิ้นเล็กๆ ผ่านการย่อยสลายโดยการทำงานของจุลินทรีย์ ในสถานการณ์ปัจจุบัน มีที่มาส่วนใหญ่จากเศษซากพืชในไร่นา ใบไม้กิ่งไม้ที่ร่วงหล่นผ่านกระบวนการสลายตัวผุพังแล้ว และจากการใส่อินทรียวัตถุเพิ่มเติมลงไป เช่น ปุ๋ยมูลสัตว์ ปุ๋ยหมัก แกลบ ขุยมะพร้าว กากชานอ้อย กากเปลือกถั่ว และซังข้าวโพด เป็นต้น ลงสู่ดิน ทำหน้าที่เป็นแหล่งให้ธาตุอาหารกับพืชและจุลินทรีย์ดินโดยเฉพาะธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและกำมะถัน นอกจากนี้ยังเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมลักษณะโครงสร้างของเนื้อดิน ปรับสภาพทางกายภาพของดิน ซึ่งมีผลต่อการระบายน้ำและอากาศในดิน ช่วยส่งเสริมความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารพืชไม่ให้ถูกชะล้าง ซึ่งจะได้กล่าวถึงในบทที่ 8 ต่อไป

1.3.3 น้ำและอากาศ

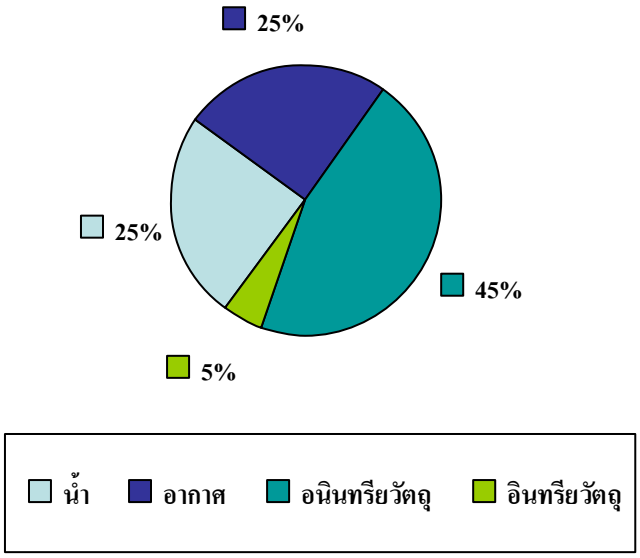
ส่วนที่เป็นช่องว่างในดินจะเป็นที่อยู่ของน้ำและอากาศ ซึ่งจะมีสัดส่วนที่ผกผันกัน กล่าวคือ ถ้ามีน้ำมากอากาศจะน้อยลง ในทางกลับกันถ้ามีน้ำน้อยอากาศจะมากขึ้น อากาศในดินมีทั้งก๊าซออกซิเจนซึ่งมีผลต่อการหายใจของรากพืชและสิ่งมีชีวิตในดิน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นแหล่งของธาตุคาร์บอนให้กับจุลินทรีย์ดินที่อาศัยธาตุคาร์บอนเป็นแหล่งพลังงาน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เมื่อรวมตัวกับน้ำในดินจะเกิดเป็นกรดคาร์บอนิคอย่างอ่อน ซึ่งช่วยในการละลายธาตุอาหารพืชได้ ซึ่งจะได้กล่าวโดยละเอียดในบทที่ 4 ต่อไป

โดยข้อเท็จจริง ดินที่ใช้ในการเกษตรในปัจจุบัน มิได้มีสัดส่วนที่เหมาะสมดังกล่าวข้างต้น กล่าวคือ ส่วนที่เป็นช่องว่างในดินซึ่งมีน้ำและอากาศเป็นส่วนประกอบในสัดส่วน 25 : 25 อาจจะมีปริมาณที่ผกผันสูงต่ำไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับสภาพทางกายภาพของดินในแต่ละพื้นที่ เช่นเดียวกับปริมาณอินทรียสารที่เหมาะสมควรมีอยู่ร้อยละ 5 แต่ในสภาพความจริงพบว่าดินส่วนใหญ่มีอินทรียสารอยู่ไม่เกินร้อยละ 2 จากการศึกษาพบว่าดินที่ใช้ทำการเกษตรในจังหวัดนครปฐม มีปริมาณอินทรียสารอยู่ร้อยละ 1.8 (พิทักษ์พงศ์ ป้อมปราณี, 2550, หน้า 39 - 41) และมีรายงานว่ามากกว่าร้อยละ 90 ของเกษตรกร 50,000 ราย ที่นำดินมาตรวจวิเคราะห์พบว่าเป็นดินที่ขาดอินทรียวัตถุหรือมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำกว่าร้อยละ 1.5 พบทุกภาคของประเทศไทย โดยเฉพาะภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเฉลี่ยมีอินทรียวัตถุต่ำกว่าร้อยละ 1 (ณรงค์ ชินบุตร, 2552, หน้า1)

1.4 สถานการณ์การใช้ทรัพยากรที่ดินของประเทศไทย

ทรัพยากรที่ดินเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญยิ่งในการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทย เนื่องจากที่ดินเป็นทรัพยากรที่มีจำกัดและเสื่อมโทรมได้อย่างรวดเร็วโดยฝีมือมนุษย์และภัยธรรมชาติ แม้ว่าจะเป็นทรัพยากรที่สามารถฟื้นฟูได้ แต่ต้องลงทุนในการจัดการฟื้นฟูที่สูงมากและต้องอาศัยระยะเวลา เนื่องจากต้องใช้หลักวิชาการและวิธีการจัดการที่ถูกต้องเหมาะสมกับสภาพที่ดินในแต่ละพื้นที่ ประเทศไทยมีพื้นที่รวมประมาณ 320 ล้านไร่เศษ แยกเป็นพื้นที่ที่ใช้ทำการเกษตรประมาณ 171 ล้านไร่เศษ

หรือร้อยละ 53.10 พื้นที่ป่าไม้ประมาณ 113 ล้านไร่เศษ หรือร้อยละ 35.29 พื้นที่แหล่งน้ำ 8 ล้านไร่เศษ หรือร้อยละ 2.75 พื้นที่ชุมชนสิ่งปลูกสร้าง และที่อยู่อาศัยประมาณ 15 ล้านไร่เศษ หรือร้อยละ 4.71 ที่เหลือเป็นพื้นที่เบ็ดเตล็ด พื้นที่รกร้าง เหมืองแร่เก่าและบ่อลูกรัง ประมาณ 12 ล้านไร่เศษ หรือร้อยละ 3.74 ของพื้นที่รวมทั้งหมด (กรมพัฒนาที่ดิน, 2559)



ภาพที่ 1.1 ส่วนประกอบของดินโดยสัดส่วนปริมาตรที่เหมาะสมต่อการปลูกพืช

1.4.1 การเสื่อมโทรมของทรัพยากรดินและที่ดิน

พื้นที่ทางการเกษตรส่วนใหญ่อยู่ในภาวะเสื่อมโทรมของดินซึ่งมีสาเหตุมาจากปัจจัยหลักสองปัจจัย คือปัจจัยทางธรรมชาติ และการกระทำของมนุษย์ กล่าวคือปัจจัยทางธรรมชาติ ได้แก่ การเกิดอุทกภัย และคลื่นลมเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดิน และการชะล้างของธาตุอาหารพืชในดิน ปัจจัยที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ เกิดจากกิจกรรมการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรเชิงการค้ามาอย่างต่อเนื่องยาวนาน ขาดการปรับปรุงบำรุงดินอย่างเหมาะสม ซึ่งทำให้เกิดการปนเปื้อนของสารเคมีทางการเกษตรตกค้างในดิน และการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติต่างๆ ในดิน ซึ่งพอแยกกล่าวถึงสาเหตุของการเสื่อมโทรม และการเปลี่ยนแปลงของดินโดยกิจกรรมของมนุษย์ ดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดินภายหลังจากการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตร กิจกรรมการไถพรวนและการเขตกรรมต่างๆ อย่างผิดวิธี (ภาพที่ 1.2) ส่งผลต่อการเร่งการทำลายโครงสร้างดินอนุภาคดินขนาดเล็กที่แตกออกจากการไถพรวนจะลงไปอุดช่องว่างของดิน มีผลให้ความโปร่งของดินลดลง ส่งผลให้การซึมน้ำของดินลงไปในดินลดลง จึงทำให้มีน้ำไหลบ่าที่ผิวหน้าดินสูง เป็นเหตุให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินสูงตามไปด้วย การไหลบ่าของน้ำจะพัดเอาตะกอนดิน ธาตุอาหารพืช และสารเคมีต่างๆ ลงสู่ที่ต่ำหรือแหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งเป็นผลโดยตรงต่อการเสื่อมโทรมของดิน และทำให้เกิดการปนเปื้อนของน้ำและการตื้นเขินของแหล่งน้ำ

ธรรมชาติ ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดอุทกภัยในพื้นที่ตอนล่างของลุ่มน้ำ คุณสมบัติทางกายภาพของดิน จะได้กล่าวถึงโดยละเอียดในบทที่ 3 ต่อไป

2. การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมี โดยธรรมชาติแล้วสารประกอบทางเคมีของดินมีอยู่มากมายหลายชนิดตามชนิดของวัตถุต้นกำเนิดดินนั้นๆ สารประกอบทางเคมีจะถูกควบคุมด้วยสภาวะแวดล้อมตามธรรมชาติของมันเอง การเปลี่ยนแปลงต่างๆ จะเป็นไปโดยระบบสมดุลตามธรรมชาติ ต่อมาเมื่อมนุษย์มีการนำที่ดินมาใช้ประโยชน์จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศเสียความสมดุลตามธรรมชาติ จึงทำให้มีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเกิดขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุให้คุณสมบัติทางเคมีเปลี่ยนแปลงไปในทางที่เสื่อมโทรมลง ซึ่งขอกล่าวโดยสังเขป ดังนี้

1) การลดลงของปริมาณธาตุอาหารพืชในดิน หรือธาตุอาหารพืชอยู่ในรูปที่นำไปใช้ประโยชน์ไม่ได้ เนื่องจากการที่พืชนำไปใช้และการสูญเสียไปจากดินด้วยการเกิดชะล้างพังทลายของดิน และการถูกชะล้างลงไปในดินชั้นล่าง

2) การเกิดดินกรดกำมะถัน

3) การแพร่กระจายของดินเค็ม

4) การแพร่กระจายของดินลูกรัง

3. การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางชีววิทยาของดิน เป็นการเปลี่ยนแปลงปริมาณความหลากหลายของจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในดิน อันเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทั้งสองประการดังกล่าวข้างต้น ส่งผลต่อความสามารถในการดำรงชีพอยู่ได้ของจุลินทรีย์ดิน ซึ่งจุลินทรีย์หลายชนิดมีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายอินทรียวัตถุในดิน

1.4.2 ดินที่มีปัญหาของประเทศไทย

ดินที่มีปัญหาของประเทศไทย ได้แก่ ดินเค็ม ดินทรายจัด ดินเปรี้ยวจัด ดินอินทรีย์ ดินลูกรังและดินตื้น และดินบนพื้นที่ภูเขา เป็นต้น ซึ่งมีพื้นที่รวม **182,127,177** ไร่ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2552) ดังตารางที่ 1.1

1.4.3 แนวทางการปฏิบัติการจัดการทรัพยากรที่ดิน

ทรัพยากรที่ดินมีอยู่อย่างจำกัด การจัดการทรัพยากรดินที่มีอยู่ให้มีความเหมาะสมกับการเกษตรจึงเป็นเรื่องต้องให้ความสำคัญซึ่งมีแนวทาง ดังนี้

1.4.3.1 การรักษาสภาพของดินไว้เพื่อคงสภาพความเหมาะสมในการใช้ที่ดินเพื่อเกษตรกรรม

1) เพิ่มธาตุอาหารลงไปในดินเพื่อชดเชยปริมาณที่ถูกพืชนำไปใช้

2) รักษาสภาพทางกายภาพของดินไว้โดยการรักษาระดับอินทรียวัตถุในดินให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม

3) ต้องมีการอนุรักษ์ดินไว้ไม่ให้เกิดการชะล้างพังทลาย

1.4.3.2 การฟื้นฟูสภาพโดยเฉพาะสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินเพื่อให้ดินที่เสื่อมโทรมกลับสู่สภาพปกติ

ประเทศไทยมีตัวอย่างของการฟื้นฟูสภาพดินที่เสื่อมโทรม คือโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริในพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช บรมนาถบพิตร ได้แก่

โครงการพัฒนาห้วยทรายอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี โครงการชั่งหัวมันตามพระราชดำริ อำเภอท่ายาง จังหวัดเพชรบุรี โครงการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา โครงการพัฒนาเขาชะงุ้มอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี และโครงการแกล้งดิน เป็นต้น

ตารางที่ 1.1 พื้นที่ดินที่มีปัญหาของประเทศไทย

ดินที่มีปัญหา	**จำนวนเนื้อที่ (ไร่)**
1. ดินเค็ม	21,718,774
1.1 ดินเค็มชายทะเล	3,611,567
1.1.1 ดินเค็มชายทะเลที่มีความเปรี้ยวแฝง	2,885,081
1.1.2 ดินเค็มชายทะเลที่ไม่มีความเปรี้ยวแฝง	726,486
1.2 ดินเค็มนอกพื้นที่ชายทะเล	18,107,207
1.2.1 ดินเค็มมาก	1,771,223
1.2.2 ดินเค็มปานกลาง	3,690,249
1.2.3 ดินเค็มน้อย	12,645,735
2. ดินทรายจัด	7,127,085
2.1 ดินทรายจัดที่ไม่มีชั้นดานอินทรีย์	6,613,157
2.2 ดินทรายจัดที่มีชั้นดานอินทรีย์	513,928
3. ดินเปรี้ยวจัด	5,326,786
4. ดินอินทรีย์	505,184
5. ดินลูกรังและดินตื้น	51,291,143
5.1 ดินปนลูกรังและดินปนกรวด	31,796,205
5.2 ดินปนเศษหิน	17,327,596
5.3 ดินปนปูนมาร์ล	2,167,342
6. ดินบนพื้นที่ภูเขา	96,158,205
ผลรวมดินที่มีปัญหาทั้งหมด	**182,127,177**

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน, 2552

ภาพที่ 1.2 ตัวอย่างของกิจกรรมการไถพรวนและการเขตกรรมที่ไม่เหมาะสม
ที่มา: ถ่ายจากแปลงเกษตรกรตำบลลำเหย อำเภอดอนตูม จังหวัดนครปฐม

1.5 ดินกับการเจริญเติบโตของพืช

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชที่สำคัญ ได้แก่ ปัจจัยที่เกี่ยวกับพืช ปัจจัยที่เกี่ยวกับสภาพลมฟ้าอากาศ และปัจจัยที่เกี่ยวกับดิน ดินนับเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช ปัจจัยที่เกี่ยวกับดินได้แก่ อินทรียวัตถุในดิน เนื้อดิน โครงสร้างดิน ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก การอิ่มตัวของด่าง ความลาดเท อุณหภูมิดินความลึกของชั้นดินที่รากจะสามารถแผ่กระจายถึง และวิธีการปฏิบัติที่เกี่ยวกับการจัดการดิน เช่น การไถพรวน การคลุมดิน การ

จัดการวัชพืช การใส่ปุ๋ย การให้น้ำ และการระบายน้ำ เป็นต้น ปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรง ในอดีตมีการกล่าวว่าไม่ควรปรับสภาพดินให้เหมาะแก่การปลูกพืช เพราะไม่คุ้มค่ากับการลงทุน แต่ควรจะเลือกพืชที่ปลูกให้เหมาะสมกับสภาพดินนั้นๆ แต่ปัจจุบันสภาพดินที่ใช้ในการปลูกพืชมาอย่างยาวนาน ส่งผลให้ดินเกิดภาวะความเสื่อมโทรม จึงเป็นข้อจำกัดในการที่จะเลือกพืชปลูกและข้อจำกัดของสภาพดินที่เหมาะสมมีน้อยลง ดังนั้นแนวทางการปรับปรุงสภาพดินให้เหมาะสมแก่พืชปลูกด้วยวิธีการที่ชาญฉลาด ใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการใช้ที่ดินเพื่อการผลิตพืช

บทสรุป

ดิน หมายถึง เทหวัตถุธรรมชาติที่เกิดจากการสลายตัวของหินและแร่ธาตุต่างๆ ผสมคลุกเคล้ากับอินทรียวัตถุซึ่งปกคลุมผิวโลกอยู่เป็นชั้นบางๆ เป็นวัตถุที่ค้ำจุนการเจริญเติบโตและการทรงตัวของพืช ดินประกอบด้วยแร่ธาตุที่เป็นของแข็ง อินทรียวัตถุ น้ำและอากาศที่มีสัดส่วนแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของดิน ดินในทางการเกษตรที่เหมาะสมจะมีสัดส่วนของอนินทรียสารร้อยละ 45 อินทรียสารร้อยละ 5 น้ำร้อยละ 25 และอากาศร้อยละ 25 ดินมีบทบาท และความสำคัญในการผลิตพืชในหลายประการจึงมีความจำเป็นต้องมีการจัดการการใช้ที่ดินให้เหมาะสม สถานการณ์การใช้ที่ดินของประเทศไทย พบว่าดินมีภาวะความเสื่อมโทรมอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ เคมีและชีวภาพของดิน เป็นผลมาจากการเกิดการชะล้างพังทลายตามธรรมชาติ และเกิดจากกิจกรรมการใช้ที่ดินทำการเกษตรที่ไม่เหมาะสมของเกษตรกร

คำถามทบทวนประจำบทที่ 1

1. จงอธิบายความหมายและความสำคัญของดินในทางการเกษตร พร้อมยกตัวอย่างประกอบ
2. แนวทางปฏิบัติในการจัดการทรัพยากรที่ดิน ทำอย่างไรได้บ้าง
3. นักศึกษาคิดว่าในปัจจุบันปัญหาที่สำคัญของการใช้ที่ดินในประเทศไทยเป็นอย่างไร
4. จงอธิบายบทบาทของดินต่อการเจริญเติบโตของพืช

แผนภาพบทสรุปบทที่ 1

- 1. ความหมายและความสำคัญของดิน
- 2. สาขาวิชาทางปฐพีวิทยา
- 3. องค์ประกอบของดิน
  - 3.1 อนินทรียสาร
  - 3.2 อินทรียสาร
  - 3.3 น้ำและอากาศ
- 4. สถานการณ์การใช้ทรัพยากรที่ดินของประเทศไทย
  - 4.1 การเสื่อมโทรมของทรัพยากรดิน
  - 4.2 ดินที่มีปัญหาของประเทศ
  - 4.3 แนวทางการปฏิบัติทรัพยากรที่ดิน
- 5. ดินกับการเจริญเติบโตของพืช

บทปฏิบัติการที่ 1
การเก็บตัวอย่างดิน

วัตถุประสงค์

เพื่อให้นักศึกษาสามารถทำการเก็บตัวอย่างดินจากแหล่งปลูกพืชต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง ตัวอย่างดินที่เก็บได้ สามารถใช้เป็นตัวแทนดินในพื้นที่แต่ละแหล่ง เพื่อนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการสำหรับการประเมินคุณสมบัติของดินในด้านต่างๆ ต่อไป

วัสดุอุปกรณ์

1. พลั่วขนาดเล็กหรือเสียมขุดดิน
2. ถุงพลาสติกสำหรับใส่ดิน
3. เครื่องชั่งน้ำหนัก
4. ผ้าพลาสติกสำหรับปูรองพื้นตากดิน

วิธีการ

1. ให้นักศึกษาแบ่งกลุ่ม เลือกพื้นที่ที่จะทำการเก็บตัวอย่างดินจากแหล่งปลูกพืชของเกษตรกรที่มีความแตกต่างกัน ตัวอย่างได้แก่ พื้นที่ปลูกชะอม พื้นที่ปลูกอ้อย พื้นที่ปลูกผักล้มลุก พื้นที่ปลูกมะม่วง พื้นที่นาข้าว และพื้นที่รกร้างว่างเปล่า เป็นต้น โดยมีข้อพิจารณาในการเลือกพื้นที่หรือบริเวณที่จะทำการเก็บตัวอย่างดิน ดังนี้

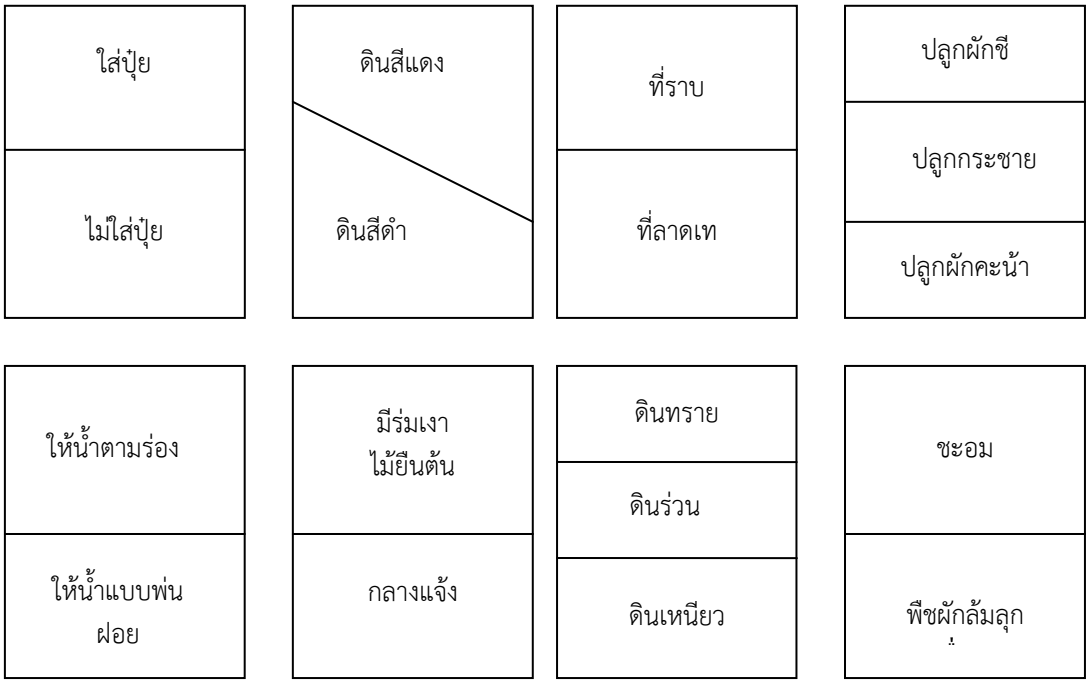
1) พื้นที่ที่จะเก็บตัวอย่างดินไม่ควรเปียกแฉะ หรือมีน้ำท่วมขัง ดินควรมีความชื้นเล็กน้อยเพื่อให้ขุดเจาะดินได้ง่ายขึ้น

2) ไม่เป็นบริเวณที่เคยเป็นที่อยู่อาศัยหรือโรงเรือนเลี้ยงสัตว์เก่า และจอมปลวก

3) สามารถที่จะเก็บข้อมูลจากเจ้าของที่ดินเพื่อเป็นรายละเอียดประกอบตัวอย่างดินได้ เช่น ประวัติการใช้ที่ดินเพื่อการปลูกพืช ประวัติการใช้ปุ๋ยหรือเคมีภัณฑ์ต่างๆ เป็นต้น

2. เตรียมอุปกรณ์ที่จำเป็น ได้แก่ พลั่ว จอบ และเสียมสำหรับขุดหรือเจาะเก็บดิน ภาชนะใส่ดิน เช่น ถังพลาสติก กล่องกระดาษแข็ง และผ้าพลาสติก เป็นต้น

3. วิธีเก็บตัวอย่างดิน กระทำโดยการกำหนดพื้นที่แปลงบริเวณที่จะเก็บตัวอย่างดิน ไม่จำกัดขนาดแน่นอน ขึ้นอยู่กับความแตกต่างของพื้นที่ ชนิดพืชที่ปลูก และขนาดของพื้นที่ปลูก โดยทั่วไปถ้าเป็นนาข้าวขนาดไม่ควรเกิน 50 ไร่ พื้นที่ไร่อ้อยขนาดไม่ควรเกิน 25 ไร่ บางครั้งอาจพบว่าในพื้นที่ที่จะทำการเก็บตัวอย่างดินมีความแตกต่างกัน เช่น ปลูกพืชหลายชนิดในแปลง มีความลาดเทต่างกัน สีดินหรือเนื้อดินต่างกัน และมีการใช้ปุ๋ยต่างกัน เป็นต้น ควรทำการแบ่งพื้นที่ดังกล่าวออกเป็นแปลงย่อยเพื่อให้ในแต่ละแปลงย่อยมีความสม่ำเสมอกันมากที่สุดดังตัวอย่างการแบ่งแปลงที่แสดงในภาพที่ 1.3



ภาพที่ 1.3 การแบ่งพื้นที่ออกเป็นแปลงย่อยให้มีความสม่ำเสมอกันเพื่อเก็บตัวอย่างดิน

4. ในแต่ละแปลงย่อย สุ่มเก็บตัวอย่างดินให้ครอบคลุมทั่วทั้งแปลงๆ ละ 15 - 20 จุด โดยให้มีความสม่ำเสมอของจุดที่เก็บตัวอย่าง โดยอาจกำหนดจุดเก็บดังภาพที่ 1.4 ก่อนขุดดินจะต้องถางหญ้า กวาดเศษพืชหรือวัสดุที่อยู่ผิวหน้าดินออกก่อน แต่อย่าแซะหรือปาดหน้าดินออก ใช้เสียมหรือพลั่วขุดหลุมเป็นรูปตัววี (V) ให้ลึกในแนวดิ่งประมาณ 15 เซนติเมตร หรือ 6 นิ้ว แล้วแซะเอาดินด้านหนึ่งเป็นแผ่นหนาประมาณ 2 - 3 เซนติเมตร จากปากหลุมถึงก้นหลุม ดังภาพที่ 1.5 ดินที่ได้เป็นดินจาก 1 จุด ทำเช่นนี้จนครบทุกจุด นำดินทุกจุดมาใส่รวมกันในถังพลาสติก ดินที่ได้ทั้งหมดใน 1 ถังถือว่าเป็นตัวอย่างดินที่เป็นตัวแทนของแปลงนั้นๆ

5. นำตัวอย่างดินมาเทกองบนแผ่นผ้าพลาสติก เกลี่ยดินให้กระจายและผึ่งไว้ในที่ร่มให้แห้ง ไม่ควรนำดินตากแดด

6. ตัวอย่างดินที่แห้งแล้ว ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน แบ่งใส่ถุงพลาสติกถุงละ 1 กิโลกรัม เพื่อเตรียมไว้สำหรับนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการต่อไป

7. บันทึกรายละเอียดต่าง ๆ ประกอบตัวอย่างดินในแต่ละแปลง ตามรายละเอียดตัวอย่างดินดังนี้

1) ชื่อผู้เก็บตัวอย่าง .....

2) ตัวอย่างดินที่ ..... สถานที่เก็บตัวอย่าง หมู่บ้าน.....
ตำบล..... อำเภอ.....จังหวัด..... .....เนื้อที่.....ไร่

3) ลักษณะของพื้นที่ (ที่ราบ ลาดเท ที่ดอน) ระบุ.....

4) เก็บตัวอย่างวันที่ .....เดือน.....พ.ศ.....

5) พืชที่ปลูกในปัจจุบัน.....ผลผลิตต่อไร่.....

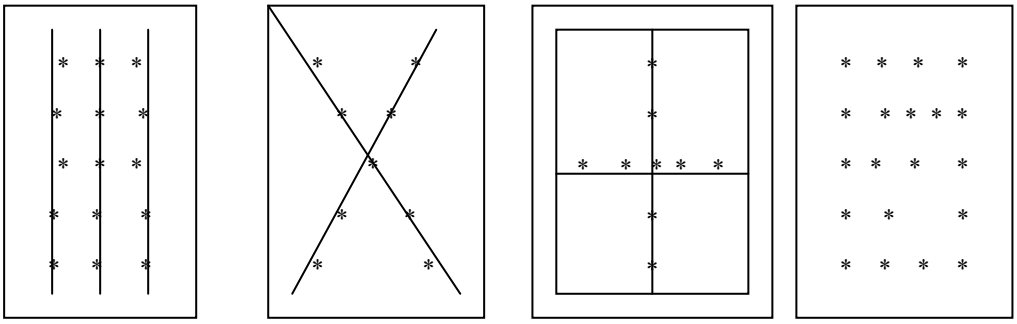
6) ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร.....อัตรา.....

7) ใส่ปุ๋ยอินทรีย์.....อัตรา.....

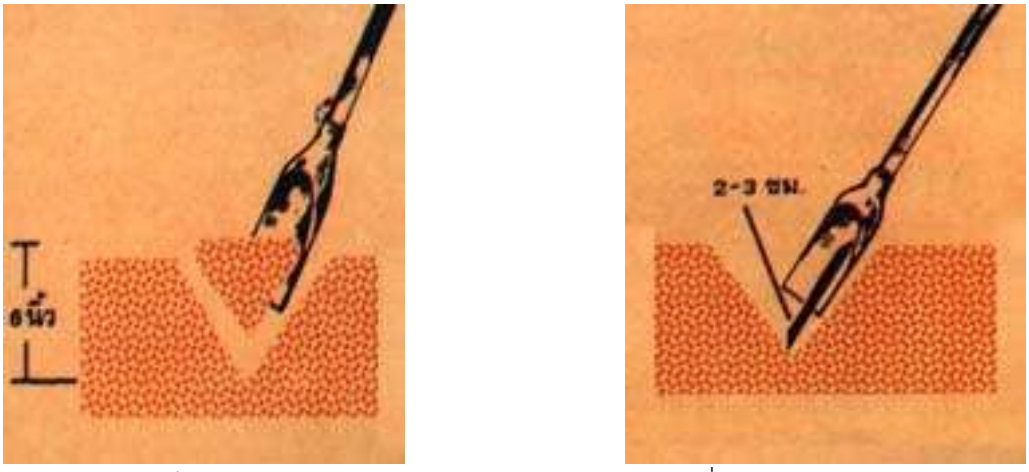
8) ปัญหาที่พบ.....

9) การใช้น้ำในระบบการปลูกพืช (น้ำจากคลองชลประทาน น้ำฝน น้ำบ่อบาดาล) ระบุ .....วิธีการให้น้ำ .....

10) ประวัติการใช้ที่ดินในรอบ 2 ปี ที่ผ่านมา .....



ภาพที่ 1.4 ตัวอย่างการสุ่มเลือกจุดเก็บตัวอย่างดินในแต่ละแปลงเพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่อย่างสม่ำเสมอ



การเจาะดินเป็นรูปตัว V การแซะเอาดินด้านหนึ่ง หนา 2 – 3 เซนติเมตร

ภาพที่ 1.5 การขุดหลุมเจาะดินเพื่อเก็บตัวอย่างดินในแต่ละจุด
ที่มา: กรมวิชาการเกษตร, 2548

แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 2

หัวข้อเนื้อหาประจำบท

บทที่ 2 กำเนิดดิน

2.1 วัตถุต้นกำเนิดดิน
2.2 ชนิดของวัตถุต้นกำเนิดดิน
2.3 กระบวนการสร้างดิน
2.4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการสร้างตัวของดิน
2.5 หน้าตัดดิน
2.6 ชั้นดิน

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อศึกษาบทที่ 2 จบแล้ว นักศึกษาสามารถ

1. จำแนกชนิดของวัตถุต้นกำเนิดดินได้
2. อธิบายกระบวนการสร้างดินได้
3. อธิบายการเกิดชั้นดินและหน้าตัดดินได้

วิธีสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน

1. วิธีสอน

1.1 การประเมินพื้นความรู้เดิมและประสบการณ์ในทางการเกษตร
1.2 การฟังการบรรยาย
1.3 การค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองจากเอกสาร สื่อออนไลน์
1.4 การทัศนศึกษานอกสถานที่
1.5 การฝึกปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ

2. กิจกรรมการเรียนการสอน

2.1 อาจารย์บรรยายนำเข้าสู่เนื้อหา นำเสนอภาพตัวอย่างชั้นหน้าตัดดิน ตัวอย่างภาพกระบวนการผุพังสลายตัวของหินและแร่ ให้ผู้เรียนสังเกต พร้อมกับการตั้งคำถาม สนทนา แลกเปลี่ยนความคิดเห็น เพื่อชี้ให้เห็นกระบวนการการเกิดดิน ความแตกต่างของดินในแต่ละแหล่งพื้นที่

2.2 ยกตัวอย่าง ตั้งคำถาม และนำไปสู่การบรรยายในหัวข้อต่างๆ

2.3 สาธิตเกี่ยวกับการแผ่กระจายของรากพืชในดิน เนื้อดิน โดยแสดงให้ผู้เรียนเห็นถึงความแตกต่างของเนื้อดินในแต่ละแหล่งปลูกพืชที่เป็นแหล่งตัวอย่าง ให้ผู้เรียนทดลองสังเกต และสัมผัสเนื้อดินในแต่ละแหล่ง

2.4 นำผู้เรียนศึกษานอกสถานที่เพื่อเรียนรู้ตัวอย่างวัตถุต้นกำเนิดดินและการ

สลายตัวของวัตถุต้นกำเนิดดินในจังหวัดกาญจนบุรี ลักษณะเนื้อดินในที่ราบเชิงเขา แปลงปลูกพืชทดลอง โคนต้นไม้ใหญ่ สนามหญ้า พื้นที่ที่เพิ่งมีการถมปรับพื้นที่ดิน เป็นต้น เพื่อให้ผู้เรียนสังเกตตัวอย่างดิน สภาพเนื้อดิน รวมทั้งทดลองขุดดินขึ้นมาสังเกตลักษณะความแตกต่างภายนอกที่สังเกตเห็นได้ด้วยสายตาพร้อมกับการตั้งคำถาม

2.5 ให้ผู้เรียนศึกษาตัวอย่างวัตถุต้นกำเนิดดิน ได้แก่ หินและแร่ชนิดต่างๆ พร้อมทั้งเขียนอธิบายคุณลักษณะ

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอน
2. แผ่นภาพต่าง ๆ
3. ตัวอย่างดินจากแหล่งต่างๆ
4. แปลงปลูกพืชทดลอง ตัวอย่างสภาพที่ดินนอกห้องเรียน
5. ไร่นาของเกษตรกร
6. ตัวอย่างวัตถุต้นกำเนิดดิน ได้แก่ หินและแร่ชนิดต่างๆ

การวัดและการประเมินผล

1. ประเมินความรู้หลังการเรียนเทียบกับความรู้เดิมของนักศึกษา
2. ประเมินจากการตั้งคำถาม ตอบคำถาม และการอภิปรายในชั้นเรียน
3. ประเมินจากคำถามทบทวนประจำบทที่ 2
4. ประเมินจากผลงานการค้นคว้าของนักศึกษา
5. ประเมินจากผลการศึกษาบทปฏิบัติการของนักศึกษา

บทที่ 2
กำเนิดดิน

ดินกำเนิดมาจากหินและแร่ที่สลายตัวผุพังเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อย โดยมีปัจจัยเร่งทางธรรมชาติ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งทางกายภาพและเคมี เป็นสาเหตุให้เกิดการอ่อนยุ่ยและแตกตัวเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อยแล้วผสมคลุกเคล้ากับเศษซากพืชซากสัตว์ที่เน่าเปื่อยอยู่บนพื้นผิวโลก ดังนั้น ดินที่เกิดขึ้นในพื้นที่ต่างๆ จะแตกต่างกันออกไปตามชนิดของหินแร่ และซากพืชซากสัตว์ที่เป็นวัตถุต้นกำเนิดของดินนั้นๆ ในขณะเดียวกันลักษณะภูมิประเทศ ภูมิอากาศ ตลอดจนระยะเวลาตั้งแต่เริ่มมีการสลายตัวของหิน หรือที่เรียกว่าอายุของดิน เป็นปัจจัยร่วมในการกำเนิดที่มีลักษณะทั้งทางกายภาพ และเคมีแตกต่างกันไปอย่างมากมาย

2.1 วัตถุต้นกำเนิดดิน

วัตถุต้นกำเนิดดิน (parent materials) คือ สารให้กำเนิดดินที่ผ่านการสลายตัวผุพังของหินแร่ หรือการเน่าเปื่อยย่อยสลายของอินทรียสารเกิดการผสมรวมตัวกัน และทับถมเปลี่ยนแปรสภาพกลายเป็นดิน วัตถุต้นกำเนิดดินแบ่งออกได้ 3 กลุ่ม ตามลักษณะที่มา และการรวมตัวกัน คือ

1. วัตถุต้นกำเนิดดินที่เกิดอยู่กับที่ คือวัตถุต้นกำเนิดดินที่สลายตัวแล้วอยู่กับที่ ไม่มีการเคลื่อนย้ายไปยังที่อื่น ลักษณะดินที่ได้จะสัมพันธ์กับชั้นหินต้นกำเนิดดินได้อย่างชัดเจน ตัวอย่างที่พบ เช่น วัตถุต้นกำเนินดินจากหินแกรนิตและหินไนส์ มักพบดินเนื้อหยาบน้ำซึมผ่านได้ดี มีสภาพเป็นกรด มีสีเหลืองหรือน้ำตาลเหลือง วัตถุต้นกำเนิดดินจากหินปูน และโดโลไมต์ มักพบดินเนื้อละเอียดมีสภาพเป็นด่าง มีสารประกอบคาร์บอเนตมาก

2. วัตถุต้นกำเนิดดินที่เคลื่อนย้ายจากที่สูงลงมาสู่ที่ต่ำตามความลาดชันของพื้นที่ ตัวอย่างคือ ลักษณะดินตามที่ลาดเชิงเขาจึงมีความสัมพันธ์กับลักษณะหินที่อยู่บนเนินเขา

3. วัตถุต้นกำเนิดดินที่เคลื่อนย้ายมาจากที่อื่นโดยพาหะทางธรณีโดยน้ำ ลม และธารน้ำแข็ง เป็นต้น แล้วเกิดการทับถมกันใหม่

2.2 ชนิดของวัตถุต้นกำเนิดดิน

วัตถุต้นกำเนิดดิน มีองค์ประกอบที่สำคัญ 2 ประเภท คือ วัตถุต้นกำเนิดดินที่เป็นหินที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติซึ่งมีแร่เป็นองค์ประกอบและส่วนที่เป็นอินทรียวัตถุ

2.2.1 หิน

2.2.1.1 หินอัคนี (igneous rocks) คือ หินที่เกิดจากการเย็นตัวของหินหนืด (magma) ซึ่งมีสภาพการเกิดที่ต่างกัน มีหลายชนิดแบ่งได้ 3 กลุ่ม คือ

1) แกรนิตและไรโอไลต์ (granite และ rhyolite) เป็นหินอัคนีที่มีสี

จาง และมีปฏิกิริยาเป็นกรด หินกลุ่มนี้ส่วนใหญ่เมื่อสลายตัวเป็นดินจะได้เนื้อดินหยาบ เป็นทรายจัด และมีสีขาวซีด โดยเฉพาะที่มีแร่ควอทซ์เป็นองค์ประกอบ นอกจากนี้ยังมีองค์ประกอบของแร่เฟลสปาร์ ซึ่งมีธาตุโพแทสเซียมและโซเดียม แร่ไบโอไทต์ ออไจต์ ซึ่งเป็นแร่ที่มีสีดำประกอบด้วยธาตุเหล็ก และแมกนีเซียม

2) ไดโอไรต์และแอนดีไซต์ (diorite และ andesite) เป็นพวกหินอัคนีที่มีสีเข้ม ปฏิกิริยาค่อนไปทางด่าง เมื่อสลายตัวเป็นดินจะได้เนื้อดินมีสีน้ำตาลแดง ไดโอไรต์มักจะได้ดินเนื้อหยาบ ส่วนแอนดีไซต์จะได้ดินเนื้อละเอียด มีความอุดมสมบูรณ์มากกว่าพวกแกรนิต

3) แกบโบรและบะซอลต์ (gabbro และ basalt) เป็นพวกหินอัคนีที่มีสีเข้มดำจัดปฏิกิริยาเป็นด่าง เมื่อสลายตัวเป็นดินจะได้เนื้อดินละเอียดสีแดง มีองค์ประกอบของแร่เฟลสปาร์ประเภทแพลจิโอเคลสที่มีธาตุแคลเซียมสูง และแร่ออไจต์ที่มีธาตุแมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบ

2.2.1.2 หินชั้นหรือหินตะกอน (sedimentary rocks) เป็นหินที่เกิดมาจากกระบวนการผุพังสลายตัวทับถมของหินและแร่เก่าแก่ที่มีอยู่ก่อนแล้วบนพื้นโลก ผ่านกระบวนการอัดแน่นจากกระบวนการทางธรรมชาติอย่างยาวนานนับล้านปี หินชั้นหรือหินตะกอน แบ่งได้หลายกลุ่ม คือ

1) หินดินดาน (shale) เกิดจากการทับถมของอนุภาคขนาดเล็กที่มีเนื้อละเอียด เมื่อสลายตัวจะให้เนื้อดินเหนียว ที่มีธาตุเหล็ก และแมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบ

2) หินทราย (sandstone) ประกอบด้วยอนุภาคขนาดใหญ่ที่มีส่วนประกอบของแร่ควอทซ์ จึงมักพบลักษณะเนื้อดินเป็นดินทราย

3) หินปูน (limestone) ส่วนประกอบสำคัญ คือ แร่แคลไซต์ ซึ่งเมื่อสลายตัวจะให้ดินเหนียวที่มีแคลเซียม นอกจากนี้ยังพบส่วนประกอบอื่นๆ เช่น แร่โดโลไมด์ ซึ่งเมื่อสลายตัวจะให้ดินเนื้อละเอียดที่มีสมบัติเป็นด่างให้ธาตุแคลเซียม และแมกนีเซียม มีความอุดมสมบูรณ์สูง

2.2.1.3 หินแปร (metamorphic rocks) เกิดจากหินที่มีอยู่ก่อนแล้ว เช่น หินอัคนีหรือหินชั้นผ่านการแปรสภาพภายใต้สภาวะที่มีอุณหภูมิ และความกดดันสูงที่สูงมาก จนกลายเป็นหินชนิดใหม่ที่ที่มีความแข็งมาก มีลวดลายของผลึกที่สวยงาม ได้แก่

1) หินไนส์ (gneiss) แปรสภาพมาจากหินแกรนิต เมื่อสลายตัวจะให้ดินที่มีสีจาง เป็นทราย มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

2) หินชีสต์ (schist) แปรสภาพมาจากหินอัคนีสีเข้ม เมื่อสลายตัวจะให้ดินที่เป็นดินร่วนสีสีน้ำตาลแดง มีความอุดมสมบูรณ์สูง

3) หินควอทซ์ (quartz) แปรสภาพมาจากหินทราย เมื่อสลายตัวจะให้ดินที่เป็นทรายจัด ความอุดมสมบูรณ์ต่ำมาก

4) หินอ่อน (marble) แปรสภาพมาจากหินปูน เมื่อสลายตัวจะให้ดินที่เป็นดินร่วนเหนียวถึงดินเหนียว มีปฏิกิริยาเป็นด่าง มีความอุดมสมบูรณ์สูง

5) หินชนวน (slate) แปรสภาพมาจากหินดินดาน เมื่อสลายตัวจะ

ให้ดินที่ค่อนข้างเป็นดินเหนียว มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

6) หินฟิลไลต์ (phyllite) แปรสภาพมาจากหินชนวนเมื่อสลายตัวจะให้ดินที่ค่อนข้างร่วน มีสีน้ำตาลแดง

2.2.2 แร่

แร่ (minerals) คือ สารประกอบที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ มีคุณสมบัติทางเคมีที่แน่นอน แร่ที่เป็นวัตถุต้นกำเนิดดินเรียกว่าแร่ประกอบหิน แร่ที่พบทางธรณีวิทยาตามธรรมชาติแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ แร่ปฐมภูมิและแร่ทุติยภูมิ แร่ปฐมภูมิเกิดจากการเย็นตัวของหินหนืดโดยตรง เช่น แร่ควอทซ์ ไมกาและเฟลสปาร์ มีองค์ประกอบเป็นออกไซด์ของซิลิกอน อลูมินัม เหล็กและโซเดียม เป็นต้น แร่ทุติยภูมิเป็นแร่ที่เกิดขึ้นภายหลังจากการตกตะกอนใหม่ของแร่ปฐมภูมิหรือหินที่สลายตัวผุพังแล้ว แร่ที่พบมากและมีความสำคัญต่อองค์ประกอบของดิน ได้แก่ (ยงยุทธ โอสถสภาและคณะ, 2543 ; Gardiner and Miller, 2004)

1. แร่ควอทซ์ เป็นผลึกหกเหลี่ยมวาวใส มีความแข็งมากพบในหินทราย ควอทไซด์ ไนส์ แกรนิตและไรโอไลด์

2. แร่เฟลสปาร์ เป็นผลึกสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน สีขาวขุ่นหรือสีอื่นๆ ตามส่วนผสมแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือโพแทช เฟลสปาร์

3. แร่ไมกา มีลักษณะเป็นแผ่น สีขาวไข่มุก มี 2 ชนิด คือ มัสโคไวท์ และไบโอไทต์ สีดำ มีมากในหินอัคนีพวกแกรนิต ไดโอไรต์ และหินดินดาน

4. แร่แอมพิโบล และไพรอกซีน เป็นแร่สีเข้มอยู่ในหินอัคนี เกิดจากสารประกอบอลูมิโนซิลิเกตของแคลเซียม เหล็ก และแมกนีเซียม ประกอบด้วยแร่ฮอร์ลเบลนด์และออไจต์ เป็นต้น

5. แร่แคลไซต์และไรโอไลด์ เป็นแร่ที่มีสารประกอบคาร์บอเนตของแคลเซียมและแมกนีเซียม พบมากในหินตะกอนพวกหินปูนและหินอ่อน

6. แร่อะพาไทต์ คือ แร่ฟอสเฟตของแคลเซียมและเหล็ก ในประเทศไทยพบไม่มากนัก พบบ้างตามแหล่งหินฟอสเฟตตามถ้ำหินปูน

7. แร่ยิปซัม เป็นแร่ที่เกิดจากการตกตะกอนของเกลือแคลเซียมซัลเฟตจากน้ำทะเล

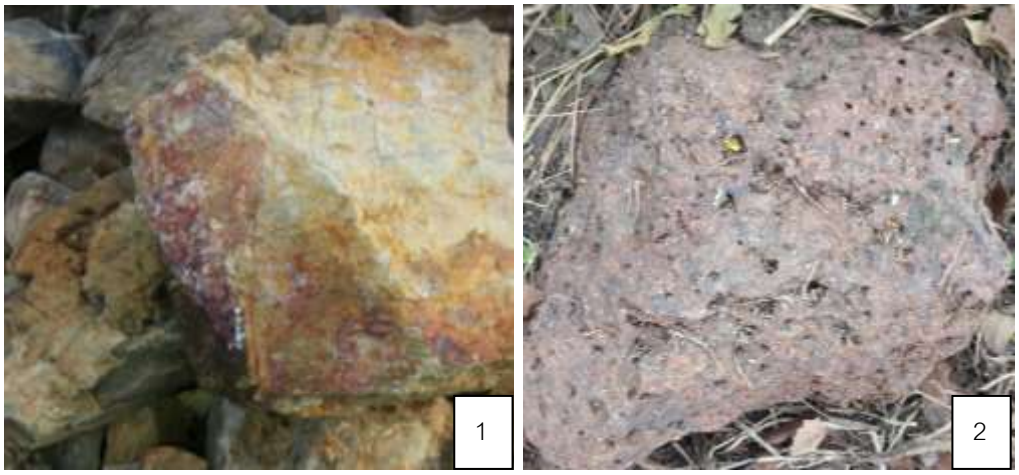
8. แร่ดินเหนียว เป็นแร่ที่มีองค์ประกอบเป็นพวกอะลูมิโนซิลิเกต มีขนาดเล็กมาก มีหลายชนิด เช่น แอลโลเฟน คาโอลิไนต์ สเมกไทต์ อิลไลต์หรือไฮดรัสไมกา พบมากในดินเนื้อละเอียดหรือดินเหนียวทั่วไป

9. แร่คลอไรด์ เป็นแร่ที่มีโครงสร้างและคุณสมบัติคล้ายแร่ดินเหนียว เกิดจากอนุมูลซิลิเกตและไอดรอกซิลของเหล็กอลูมินัม และแมกนีเซียม

10. แร่อื่นๆ ที่มีเหล็กเป็นองค์ประกอบ ได้แก่ แร่ฮีมาไทต์ ไลมอไนต์ และไพไรต์

หินอัคนี	หินแกรนิต (Granite)	หินไรโอไรต์ (Rhyolite)	หินบะซอลต์ (Basalt)	หินพัมมิซ (Pumice)
	หินอัคนีแทรกซอน สีอ่อน ผลึกใหญ่ มีแร่ควอรตซ์ เฟลด์สปาร์ ฮอร์นเบล็น	หินอัคนีพุ สีอ่อน มีส่วนประกอบเหมือนหินแกรนิต แต่มีผลึกขนาดเล็ก	หินภูเขาไฟ สีเข้ม เนื้อละเอียด เกิดจากลาวา บางแห่งมีฟองอากาศ	หินภูเขาไฟ สีเทาอ่อน เนื้อโพรกคล้ายฟองน้ำ มีรูพรุน
หินตะกอน	หินกรวดมน (Conglomerate)	หินทราย (Sandstone)	หินดินดาน (Shale)	หินปูน (Limestone)
	เนื้อหยาบ มีกรวดมนฝังอยู่ในเนื้อเชื่อมด้วยวัสดุประสาน	เนื้อหยาบเป็นเม็ดทราย ประกอบด้วย แร่ควอรตซ์	เนื้อละเอียดมาก มีรอยขนาน แตกเป็นแผ่นได้ ลักษณะคล้ายดินเหนียว	ตะกอนคาร์บอเนต *ทำปฏิกิริยากับกรด* เกิดจากการทับถมในทะเล
หินแปร	หินไนซ์ (Gneiss)	หินควอร์ตไซต์ (Quartzite)	หินชนวน (Slate)	หินอ่อน (Marble)
	แปรสภาพมาจากหินแกรนิต เนื้อหยาบ มีริ้วลาย หยักคดโค้ง	แปรสภาพมาจากหินทราย เนื้อหยาบ มีวัสดุประสานเชื่อมสนิท	แปรสภาพมาจากหินดินดาน เนื้อเนียน มีรอยขนาน แตกเป็นแผ่นได้	แปรสภาพมาจากหินปูน มีผลึกแคลไซต์ *ทำปฏิกิริยากับกรด*

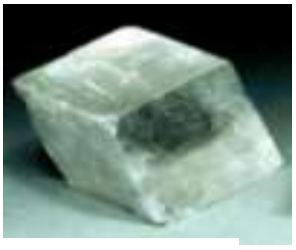
ภาพที่ 2.1 ตัวอย่างหินชนิดต่างๆ
ที่มา: กรมทรัพยากรธรณี, 2552



ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างหินวัตถุต้นกำเนิดดินจังหวัดกาญจนบุรี (1) หินปูน (2) หินแม่รัง
ที่มา: ถ่ายจากอำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี

ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างหินวัตถุต้นกำเนินดินจังหวัดเพชรบุรี
(1) หินควอร์ตไซท์ (2) หินฟิลไลท์ (3) หินทราย
ที่มา: ถ่ายจากโครงการชั่งหัวมันตามพระราชดำริ อ.ท่ายาง จ.เพชรบุรี

แร่ควอทซ์



แร่แคลไซต์

แร่เฟลสปาร์

แร่ไมกา

แร่แอมฟิโบล

แร่ไพร็อกซีน

ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างแร่ประกอบหินชนิดต่างๆ
ที่มา: กรมทรัพยากรธรณี (2552)

2.2.3 อินทรียวัตถุ

อินทรียวัตถุ (organic matters) ที่เป็นวัตถุต้นกำเนิดดินที่สำคัญ คือ เศษซากพืชซากสัตว์ที่ทับถมกันโดยเฉพาะเศษซากพืชโดยทั่วไปมีองค์ประกอบที่สำคัญคือ

1.โพลีแซคคาไรด์ เป็นสารประกอบประเภทคาร์โบไฮเดรท ได้แก่ แป้ง น้ำตาล เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส สารประกอบเหล่านี้เกิดการสลายตัวโดยการย่อยสลายของจุลินทรีย์

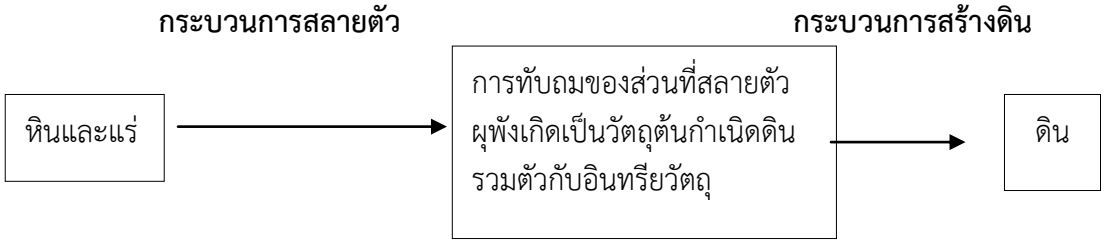
2. ลิกนิน พบในส่วนของไม้เนื้อแข็งจุลินทรีย์ทำลายได้ยาก ส่วนนี้ถือว่าเป็นส่วนที่คงทนที่สุด มีบทบาทในการเกิดเป็นฮิวมัสมากที่สุด

3. โปรตีน ธาตุที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญคือไนโตรเจน

อินทรียวัตถุที่สลายตัวอย่างสมบูรณ์จะผสมคลุกเคล้ากับหินและแร่ที่สลายตัวรวมเป็นวัตถุต้นกำเนิดดิน

2.3 กระบวนการสร้างดิน

กระบวนการสร้างดิน มีกระบวนการที่สำคัญสองกระบวนการ คือ การสลายตัวผุพังของหิน แร่ และอินทรียวัตถุที่มีอยู่บนผิวโลก เกิดการทับถมเพื่อเพิ่มพูนของสิ่งที่สลายตัวผุพังเป็นวัตถุต้นกำเนิดดิน หลังจากนั้นจะการผสมคลุกเคล้ารวมตัวกันของวัตถุต้นกำเนิดดิน การสะสมทับถมเกิดเป็นลักษณะชั้นดินต่างๆ โดยที่สองกระบวนการดังกล่าวนี้จะมีปัจจัยต่างๆ เช่น สภาพลมฟ้าอากาศ และน้ำ เป็นต้น เป็นตัวเร่งให้เกิดกระบวนการซึ่งอาจใช้ระยะเวลาที่ยาวนานจนเกิดเป็นดินในที่สุด ดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 กระบวนการสร้างดิน

การสลายตัวผุพังของหินและแร่ มีกระบวนการที่สำคัญสองกระบวนการ ได้แก่ กระบวนการทางกายภาพและกระบวนการทางเคมี

2.3.1 กระบวนการสลายตัวของหินและแร่ทางกายภาพ

เป็นกระบวนการที่ก่อให้เกิดการแตกหักผุพังของหินและแร่ออกเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อย ซึ่งมีตัวการที่สำคัญ คือ

1. การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในแต่ละฤดูกาลหรือในแต่ละช่วงเวลา มีผลทำให้หินและแร่เกิดการขยายตัวและหดตัว ปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องส่งผลให้เกิดการไม่มีเสถียรภาพในโครงสร้างและเกิดแตกร้าวของหินและแร่ตามมา

2. การกร่อนและการทับถมโดยน้ำ น้ำแข็ง และลม เป็นอีกตัวการหนึ่งกระแสน้ำในแม่น้ำ การเกาะตัวทับถมของธารน้ำแข็งในประเทศเขตหนาว ตลอดจนกระแสลมเป็นแรงปะทะทางธรรมชาติที่สามารถก่อให้เกิดการสลายตัวของหินและแร่ได้ กระบวนการเหล่านี้ อาจใช้เวลานานเป็นร้อยหรือเป็นพันปี

3. อิทธิพลจากรากพืชและสัตว์ที่อาศัยอยู่ รากพืชที่ชอนไชตามซอกหินภูเขาก่อให้เกิดการแตกร้าวของหินได้ การเหยียบย่ำของสัตว์น้อยใหญ่บนพื้นผิวโลกหรือการขุดรังเป็นที่อยู่อาศัย นับเป็นตัวการที่สามารถก่อให้เกิดการสลายตัวของหินและแร่ได้ทั้งสิ้น

ตัวอย่างของตัวการที่ก่อให้เกิดการสลายตัวของหิน และแร่ทางกายภาพ แสดงไว้ในภาพที่ 2.6 – ภาพที่ 2.8

2.3.2 กระบวนการสลายตัวของหินและแร่ทางเคมี

กระบวนการทางเคมีที่ทำให้หินและแร่เกิดการผุพังสลายตัว มีตัวการที่สำคัญได้แก่ ปฏิกิริยาทางเคมีต่างๆ ดังนี้ (Brady และ Weil, 1990, pp. 36 -39)

1. ปฏิกิริยาไฮโดรไลซีส (hydrolysis) เป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจากน้ำและเกลือชนิดต่างๆ ที่ละลายออกมากับน้ำ ได้แก่ ไฮโดรเจนไอออน (H^+) และไฮดรอกซิลไอออน (OH^-) รวมทั้งกรดที่เกิดขึ้น เป็นตัวการที่สำคัญในการเกิดการผุพังอยู่กับที่ของแร่ เกิดการเปลี่ยนแปลงและเกิดแร่ใหม่ขึ้น ดังตัวอย่างสมการ

$$KAlSi_3 + H_2O \rightleftharpoons HAlSi_3O_8 + K^+ + OH^-$$
(solid) water Hydrolysis (solid) (solution)

$$2HAlSi_3O_8 + 11H_2O \rightleftharpoons Al_2O_3 + 6H_4 + SiO_4$$
(solid) water (solid) (solution)
Hydrolysis

2. ปฏิกิริยาไฮเดรชัน (hydration) เป็นปฏิกิริยาที่น้ำถูกดูดซับเข้าไปในหินและแร่ทำให้เกิดการขยายตัวเนื่องจากแรงดันภายในและเกิดการอ่อนตัวตามมา

$$5Fe_2O_3 + 9H_2O \rightleftharpoons Fe_{10}O_{15}.9H_2O$$
Hematite water Ferrihydrite
Hydration

3. ปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดัคชัน (oxidation - reduction) เป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจากองค์ประกอบทางเคมีของหินและแร่เกิดการการรวมตัวกับกาซออกซิเจนแล้วทำให้โครงสร้างทางเคมีเปลี่ยนไป

$$3MgFeSiO_4 + 2H_2O \rightleftharpoons H_4Mg_3Si_2O_9 + 2SiO_2 + 3FeO$$
Olivine water Serpentine (solution) Fe(II)
Hydrolysis

$$4FeO + O_2 + 2H_2O \rightleftharpoons 4FeOOH$$
Fe(II) Oxide Goethite (Fe (III) oxide
Oxidation

4.ปฏิกิริยาคาร์โบเนชัน (carbonation) เป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจากน้ำทำปฏิกิริยากับกาซคาร์บอนไดออกไซด์ เกิดเป็นกรดคาร์บอนิค เมื่อกรดนี้ไปทำปฏิกิริยากับหินและแร่ ก็จะทำให้คุณสมบัติทางเคมีเปลี่ยนไป

$$\underset{\text{Carbonic acid (solid)}}{H_2CO_3} + \underset{\text{Calcite}}{CaCO_3} \rightleftharpoons \underset{\text{(solution)}}{Ca^{2+}} + \underset{\text{(solution)}}{2HCO_3^-}$$

Carbonation

2.4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการสร้างตัวของดิน

การเกิดดินต้องใช้ระยะเวลานานในการสร้างตัว รวมทั้งมีปัจจัยทางธรรมชาติที่เกี่ยวข้องในการเกิดหรือควบคุมคุณสมบัติการสร้างตัวของดิน ปัจจัยดังกล่าว ได้แก่

1. วัตถุต้นกำเนิดดิน จะมีการสลายตัวได้ช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับตัวการที่ทำให้เกิดการสลายตัว รวมทั้งตัววัตถุต้นกำเนิดดินเอง ซึ่งภายหลังจากการสร้างตัวเป็นดินจะให้ลักษณะของดินแต่ละอย่างต่างกันด้วย

2. สภาพภูมิอากาศ ได้แก่ สภาพของน้ำฝน สภาพของอุณหภูมิ จะกำหนดลักษณะของดินแต่ละแห่งได้ เขตภูมิอากาศที่มีความแตกต่างกัน เช่น เขตร้อนชื้น เขตแห้งแล้ง ส่งผลต่อการสร้างตัว และคุณสมบัติดินที่ต่างกัน

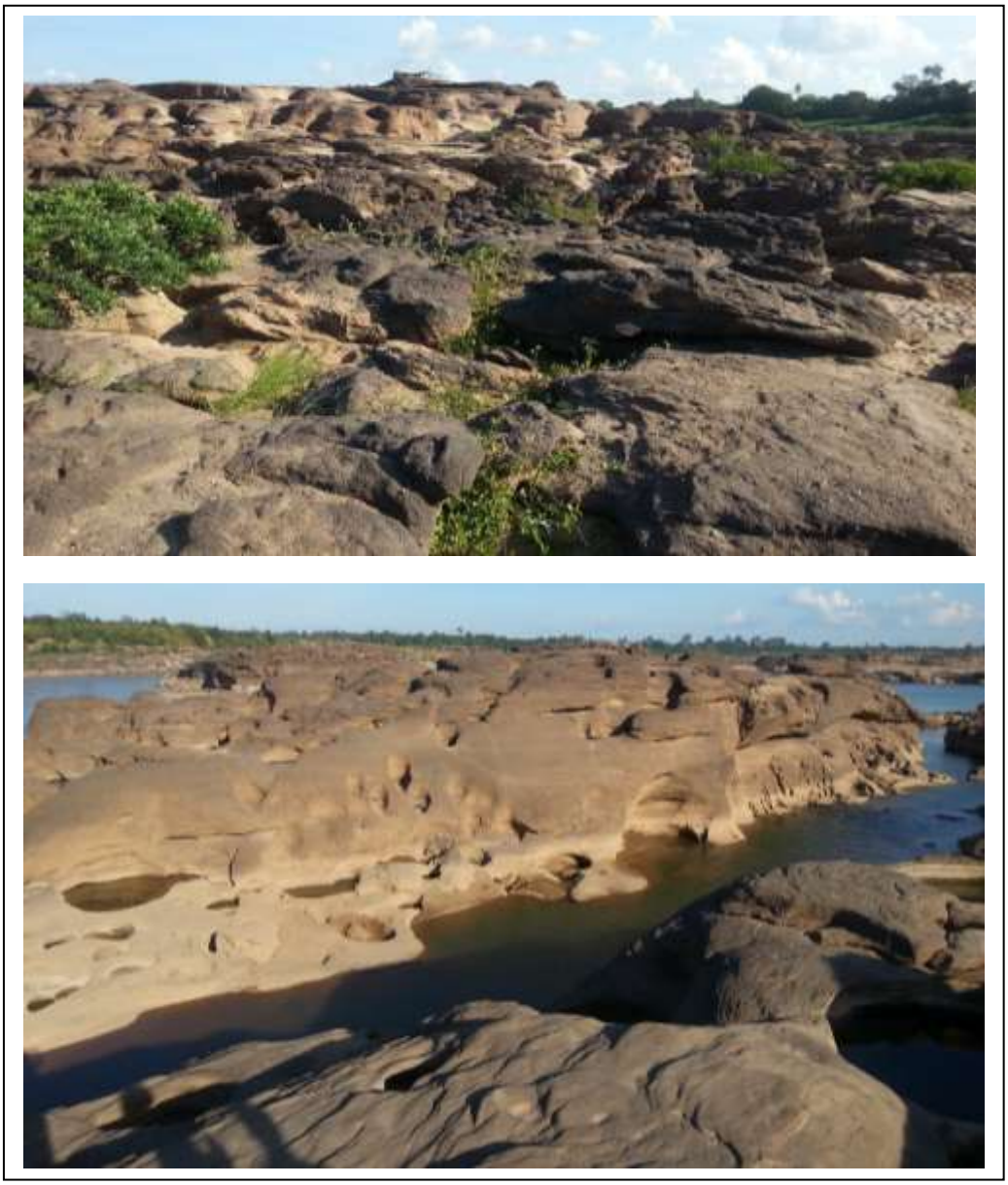
3. พืชและสิ่งมีชีวิต เป็นแหล่งของอินทรีย์วัตถุที่จะเป็นองค์ประกอบดินรวมทั้งมีผลต่อโครงสร้างของเม็ดดิน และการสร้างตัวของชั้นดิน

4. สภาพภูมิประเทศ มีความเชื่อมโยงกับความลาดเทของพื้นที่ บริเวณที่ลาดชันการสร้างชั้นดินจะมีน้อยเพราะถูกชะล้างอยู่เรื่อยๆ บริเวณที่ราบลุ่มจะเกิดการทับถมมากการสร้างชั้นดินจะเกิดขึ้นมาก

5. เวลา ระยะเวลาในการสร้างตัวของดินจะมีอิทธิพลต่อการเกิดชั้นของดิน ดินที่มีอายุน้อยย่อมมีชั้นที่สมบูรณ์น้อย ดินที่มีอายุมากชั้นของดินย่อมมีชั้นต่างๆ ครบทุกชั้น

ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างการสลายตัวของวัตถุต้นกำเนิดดินที่เกิดจากการกัดกร่อนโดยลมและฝน
ที่มา: ถ่ายจากแหล่งท่องเที่ยวเสาดินนาน้อย จังหวัดน่าน

ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างการสลายตัวของหินและแร่วัตถุต้นกำเนิดดิน
ที่มา: ถ่ายจากเชิงเขาอำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี

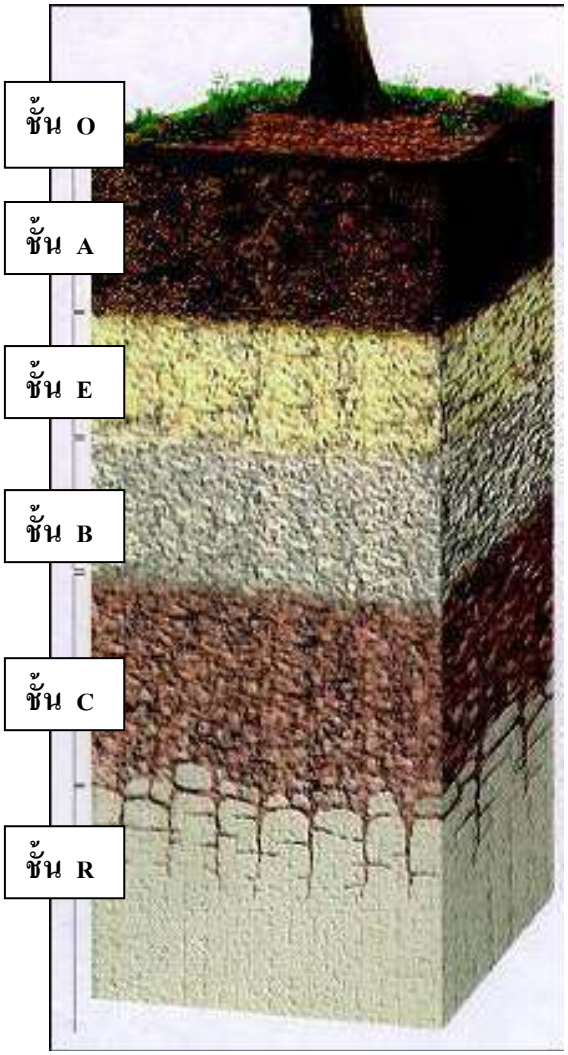


ภาพที่ 2.8 ตัวอย่างการสลายตัวของหินและแร่วัตถุต้นกำเนิดดินที่เกิดจากกระแสน้ำและลม
ที่มา: ถ่ายจากแหล่งท่องเที่ยวสามพันโบก จังหวัดอุบลราชธานี

2.5 หน้าตัดดิน

หน้าตัดดิน (soil profile) คือ ผิวด้านข้างของดินที่ตัดลงไปจากผิวหน้าของที่ดินในทางดิ่ง ปรากฏให้เห็นชั้น (horizon) ต่างๆ ภายในดิน ซึ่งมีลักษณะแตกต่างกันออกไปทางสัณฐานวิทยา กล่าวคือ ชั้นที่ปรากฏให้เห็นซ้อนทับกันอยู่นั้นอาจจะมีความหนา สี โครงสร้าง เนื้อดิน แตกต่างกันออกไป

หน้าตัดของดิน ประกอบด้วยชั้นต่างๆ หลายชั้น ชั้นเหล่านี้อาจเป็นชั้นที่เกิดจากกระบวนการทางดินหรือเป็นชั้นของวัตถุต้นกำเนิดดินทางธรณีวิทยาก็ได้ ดังภาพที่ 2.9



ชั้น O เป็นชั้นที่มีอินทรียวัตถุ ชั้นของดินหลวม
ชั้น A เป็นชั้นที่มีการสะสมระหว่างอินทรียวัตถุที่สลายตัวกับส่วนที่เป็นแร่ธาตุในดินและดินมีสีคล้ำ
ชั้น E เป็นชั้นดินที่มีสีจาง และเป็นชั้นที่มีการชะล้างด้วยน้ำ
ชั้น B เป็นชั้นที่มีการสะสมของแร่ดินเหนียวที่เคลื่อนย้ายลงมา
ชั้น C เป็นชั้นที่หินแข็ง มีการผุพังเป็นวัตถุต้นกำเนิดดิน
ชั้น R เป็นชั้นของหินแข็งชนิดต่างๆ

ภาพที่ 2.9 หน้าตัดดิน (soil profile)
ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน, 2548

ภาพที่ 2.10 โครงสร้างหน้าตัดดินจากตัวอย่างชุดดินท่ายาง
ที่มา: ถ่ายจากโครงการชั่งหัวมันตามพระราชดำริ อ.ท่ายาง จ.เพชรบุรี

ภาพที่ 2.11 ตัวอย่างหน้าตัดดินชุดดินท่ายาง (1) จากการขุดลึก 1.5 เมตร (2) แสดงการหยั่งราก
ที่มา: ถ่ายจากโครงการชั่งหัวมันตามพระราชดำริ อ.ท่ายาง จ.เพชรบุรี

2.6 ชั้นดิน

ชั้นดิน (soil horizons) คือ ชั้นๆ หนึ่งในวัสดุดินที่วางตัวขนานหรือเกือบขนานกับผิวหน้าของดิน มีลักษณะต่างๆ ที่ได้รับมาจากวัตถุต้นกำเนิดดิน ทั้งที่เป็นลักษณะตกค้าง และลักษณะที่เกิดขึ้นใหม่โดยกระบวนการทางดินหรือกระบวนการสร้างตัวของดิน ชั้นดินหนึ่งๆ มีลักษณะเด่นที่สามารถแยกออกจากชั้นที่อยู่ข้างเคียงได้

ชั้นดินแบ่งตามลักษณะและองค์ประกอบของดินได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. ดินชั้นบน อยู่ชั้นนอกสุดของเปลือกโลกมีความหนาของชั้นดินประมาณ 6 ถึง 12 นิ้ว ดินมีลักษณะสีเข้ม เม็ดดินมีขนาดใหญ่ มีฮิวมัสซึ่งเป็นอินทรียวัตถุที่เกิดจากการย่อยสลายของซากพืช ซากสัตว์ มีธาตุอาหารที่พืชต้องการเป็นองค์ประกอบอยู่มาก จึงเหมาะในการเพาะปลูกพืช

2. ดินชั้นล่าง อยู่ถัดจากดินชั้นบนลงมา ลักษณะของดินมีสีอ่อน เนื้อดินค่อนข้างแข็ง มีอินทรียวัตถุต่ำจึงมีธาตุอาหารพืชน้อยไม่เหมาะสำหรับการปลูกพืช

ภาพที่ 2.12 ชั้นดิน (1) ชั้นดินบนและชั้นดินล่าง (2) แสดงการหยั่งรากลึกถึงชั้นดินล่าง
ที่มา: ถ่ายจากโครงการชั่งหัวมันตามพระราชดำริ อ.ท่ายาง จ.เพชรบุรี

ภาพที่ 2.13 เปรียบเทียบความแตกต่างของชั้นดินในชั้นหน้าตัดดิน

(1) ชั้นดินที่มีความหนามากของชั้นดินบนและชั้นดินล่างในพื้นที่ราบลุ่มราก สามารถหยั่งลึกมาก

(2) ชั้นดินที่มีความหนาน้อยของชั้นดินบนและชั้นดินล่าง ในพื้นที่ราบเชิงเขา ราก สามารถหยั่งลึกน้อย

ที่มา: ถ่ายจากโครงการชั่งหัวมันตามพระราชดำริ อ.ท่ายาง จ.เพชรบุรี

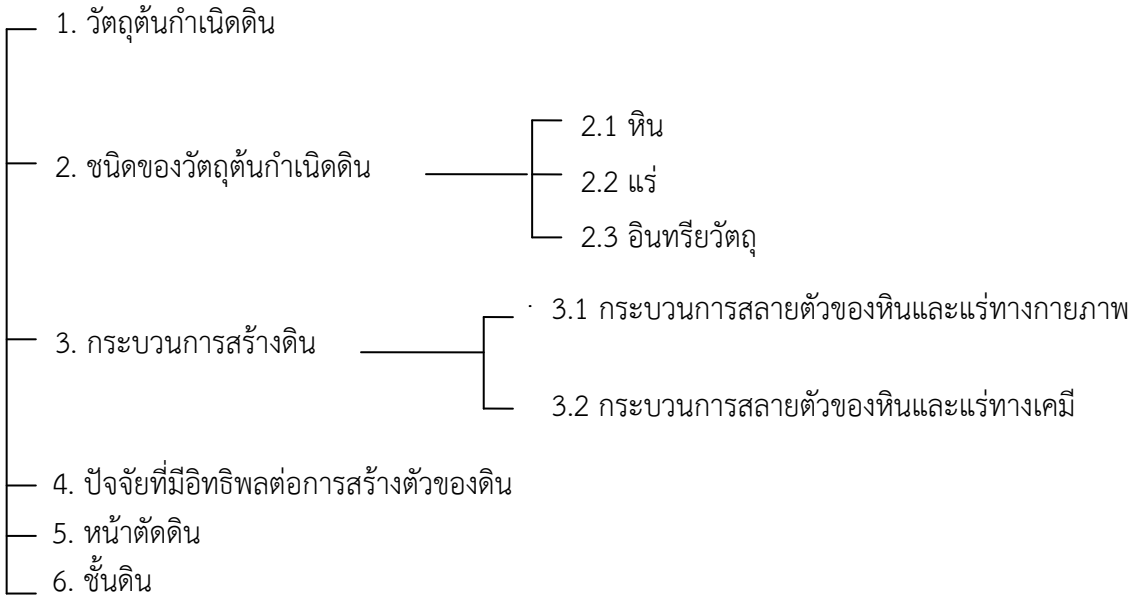
บทสรุป

วัตถุต้นกำเนิดดินประกอบด้วยหิน แร่ และอินทรียวัตถุที่ผ่านกระบวนการสลายตัว การสลายตัวของหินและแร่ประกอบด้วยกระบวนการทางกายภาพ และกระบวนการทางเคมี ทำให้หินและแร่มีการแปรสภาพผ่านกระบวนการการสร้างดินโดยมีปัจจัยต่างๆ ได้แก่ สภาพลมฟ้าอากาศ สภาพภูมิประเทศ และระยะเวลา เป็นต้น เกิดการทับถมเป็นชั้นดิน

คำถามทบทวนประจำบทที่ 2

1. ให้นักศึกษายกตัวอย่าง หินและแร่ที่เป็นวัตถุต้นกำเนิดดิน มาอย่างละ 5 ชนิด
2. ให้นักศึกษาอธิบายกระบวนการสร้างดิน เกิดขึ้นได้อย่างไร
3. ให้นักศึกษาอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบกระบวนการสลายตัวของหินและแร่
4. มีปัจจัยใดบ้างที่มีอิทธิพลต่อการสร้างตัวของดิน
5. หน้าตัดดินและชั้นดินหมายถึงอะไร มีความแตกต่างกันอย่างไร

แผนภาพบทสรุปบทที่ 2



บทปฏิบัติการที่ 2
การศึกษาวัตถุต้นกำเนิดดิน

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาวัตถุต้นกำเนิดดินได้แก่ หินและแร่ชนิดต่างๆ

วัสดุอุปกรณ์

ตัวอย่างหินและแร่ชนิดต่างๆ
แว่นขยาย

วิธีการ

1. ให้นักศึกษาศึกษาตัวอย่างหินและแร่ชนิดต่างๆ โดยการสังเกตด้วยสายตา อาจใช้แว่นขยายส่องดูพื้นที่ผิวภายนอก ทดลองสัมผัสด้วยมือ
2. บันทึกผลการศึกษาลงในตาราง

สรุปผลการศึกษา

ให้นักศึกษาสรุปผลการศึกษาที่ได้ ลงในตารางบันทึกผล

ตัวอย่างที่	สี	พื้นที่ผิวภายนอก	ผลการสัมผัสด้วยมือ	ลักษณะที่สังเกตได้อื่นๆ
1. ชื่อ (หิน/แร่)				
2. ชื่อ (หิน/แร่)				
3. ชื่อ (หิน/แร่)				
4.				

แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 3
สมบัติทางกายภาพของดิน

หัวข้อเนื้อหาประจำบท

บทที่ 3 สมบัติทางกายภาพของดิน

3.1 อนุภาคดิน
3.2 เนื้อดิน
3.3 โครงสร้างดิน
3.4 ความหนาแน่นและความพรุนของดิน
3.5 สีดิน

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อศึกษาบทที่ 3 จบแล้ว นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายความหมายของอนุภาคดิน เนื้อดิน โครงสร้างดิน ความหนาแน่นและความพรุนของดิน และสีดินได้
2. อธิบายการเกิดโครงสร้างของดิน และสามารถยกตัวอย่างประกอบได้
3. สามารถแยกอนุภาคดิน และจำแนกชนิดของเนื้อดินได้
4. อธิบายการเกิดสีดินได้
5. สามารถคำนวณหาความหนาแน่นและความพรุนของดินได้

วิธีสอนและกิจกรรมการเรียนการสอนประจำบท

1. **วิธีสอน**
   1.1 การประเมินพื้นความรู้เดิม และประสบการณ์ในทางการเกษตร
   1.2 การฟังการบรรยาย
   1.3 การสืบค้น
   1.4 ปฏิบัติการทดลองในห้องปฏิบัติการและภาคสนาม
   1.5 การทัศนศึกษานอกสถานที่
   1.6 การศึกษา และวิเคราะห์ตัวอย่างดินจากของจริง
   1.7 การฝึกปฏิบัติ
2. **กิจกรรมการเรียนการสอน**

   2.1 อาจารย์บรรยายเนื้อหาทฤษฎี
   2.2 สนทนาแลกเปลี่ยนโดยใช้กรณีศึกษา ยกตัวอย่างตั้งคำถาม และนำไปสู่การบรรยายในหัวข้อต่างๆ

2.3 นำผู้เรียนศึกษาตัวอย่างดินนอกห้องเรียน เช่น ในแปลงปลูกพืชทดลองเพื่อให้ผู้เรียนสังเกตตัวอย่างดินสภาพเนื้อดินรวมทั้งทดลองขุดดินขึ้นมาสังเกตลักษณะความแตกต่างภายนอกที่สังเกตเห็นได้ด้วยสายตา พร้อมกับการตั้งคำถาม

2.4 ให้นักศึกษาฝึกปฏิบัติวิเคราะห์เนื้อดินตัวอย่างดินที่ได้จากบทปฏิบัติการที่ 1

2.5 ให้นักศึกษาทดลองหาความชื้นในดิน หาความหนาแน่นและความพรุนของดิน

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอน
2. แผ่นภาพต่างๆ
3. ตัวอย่างดินจากแหล่งต่างๆ
4. แปลงปลูกพืชทดลอง ตัวอย่างสภาพที่ดินนอกห้องเรียน
5. สภาพดินในไร่นาของเกษตรกร
6. สื่อออนไลน์
7. อุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดิน

การวัดและการประเมินผล

1. ประเมินความรู้หลังการเรียนเทียบกับความรู้เดิมของนักศึกษา
2. ประเมินจากการตั้งคำถาม ตอบคำถามและการอภิปรายในชั้นเรียน
3. ประเมินจากคำถามทบทวนประจำบทที่ 3
4. ประเมินจากผลงานการค้นคว้าของนักศึกษา
5. ประเมินจากผลการทดลองของนักศึกษา
6. ประเมินจากการทัศนศึกษานอกสถานที่

บทที่ 3
สมบัติทางกายภาพของดิน

สมบัติทางกายภาพหรือสมบัติทางฟิสิกส์ของดิน โดยพื้นฐานประกอบด้วย เนื้อดินและโครงสร้างดินซึ่งมีผลต่อสมบัติทางกายภาพของดินในด้านอื่นๆ เช่น ความหนาแน่น ความพรุน ความร่วนเหนียว ความสามารถในการอุ้มน้ำและแทรกซึมของน้ำ สีดิน และอุณหภูมิดิน เป็นต้น ดินแต่ละแห่งที่มีการสร้างตัวและวัตถุต้นกำเนิดดินต่างกัน มีการใช้ดินเพื่อกิจกรรมการเกษตรที่ต่างกัน ย่อมส่งผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพที่ต่างกันด้วย สมบัติทางกายภาพของดินมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยตรง เช่น ควบคุมปริมาณน้ำในดินที่พืชสามารถใช้ประโยชน์ได้ ควบคุมความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช ช่วยในการแผ่กระจายของรากพืช และช่วยในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในดิน เป็นต้น การจัดการดินที่ไม่ถูกต้องเหมาะสม ส่งผลต่อสมบัติทางกายภาพของดินที่ไม่ดี ขณะเดียวกันวิธีการจัดการดินอย่างถูกต้องเหมาะสมเป็นการรักษาและปรับปรุงสมบัติทางกายภาพให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช เป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มศักยภาพของดินเพื่อการผลิตพืช

3.1 อนุภาคดิน

อนุภาคดิน (soil particles) หมายถึงชิ้นส่วนของหินและแร่ที่เกิดการสลายตัวจนถึงขั้นสุดท้ายแล้ว ปกติจะเป็นอนุภาคเดี่ยวๆ มีขนาดเล็กใหญ่แตกต่างกัน โดยทั่วไปมีขนาดไม่เกิน 2 มิลลิเมตร สัดส่วนเป็นร้อยละของอนุภาคดินขนาดเล็กใหญ่ จะเป็นตัวบ่งบอกถึงชนิดของเนื้อดิน การแบ่งขนาดของอนุภาคดิน จะมีการแบ่งออกเป็นกลุ่มตามขนาดตั้งแต่เล็กไปจนถึงใหญ่ ซึ่งแบ่งได้ 3 กลุ่ม คือ

กลุ่มอนุภาคขนาดใหญ่ (sand) ลักษณะทั่วไปมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า อยู่เป็นอนุภาคเดี่ยวๆ การเกาะยึดระหว่างอนุภาคข้างเคียงน้อย การหดตัวขยายตัวน้อย ปั้นเป็นรูปต่างๆ ไม่ได้ สัมผัสสากมือ

กลุ่มอนุภาคขนาดกลาง (silt) ลักษณะทั่วไปมองเห็นได้ด้วยกล้องธรรมดา มีการเกาะยึดกับอนุภาคข้างเคียงมากขึ้น อ่อนนุ่มเหมือนแป้ง มีความเหนียวน้อย เริ่มปั้นเป็นรูปต่างๆ ได้บ้าง

กลุ่มอนุภาคขนาดเล็ก (clay) ลักษณะทั่วไป[illegible]องเห็นได้ด้วยกล้องจุลทรรศน์ มีลักษณะลื่นมือ มีการเกาะยึดกับอนุภาคข้างเคียงดี การขยายตวหดตัวมีมาก ปั้นเป็นรูป
ต่างๆ ได้

กระทรวงเกษตรของสหรัฐอเมริกา (USDA) และ Soil Science Society of America ได้จัดทำระบบการจำแนกขนาดของอนุภาคดินและชื่อที่ใช้เรียก ซึ่งปัจจุบันได้ใช้ระบบนี้ทั่วโลก ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 การจำแนกขนาดของอนุภาคดินตามระบบ USDA

ชื่อ	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)
ทรายหยาบมาก (Very Coarse Sand)	2.00 – 1.00
ทรายหยาบ (Coarse Sand)	1.00 – 0.50
ทรายขนาดปานกลาง (Medium Sand)	0.50 – 0.25
ทรายละเอียด (Fine Sand)	0.25 – 0.10
ทรายละเอียดมาก (Very Fine Sand)	0.10 – 0.05
ทรายแป้ง (Silt)	0.05 – 0.002
ดินเหนียว (Clay)	< 0.002

ที่มา: คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541, หน้า 60

3.2 เนื้อดิน

เนื้อดิน (soil texture) หมายถึง ความหยาบ ความละเอียดของดิน อันเป็นผลมาจากสัดส่วนของอนุภาคดินหรือปริมาณของ sand, silt และ clay ที่รวมตัวกันเป็นองค์ประกอบดิน เนื้อดินจะบอกลักษณะบางอย่างได้ เช่น การระบายน้ำ การอุ้มน้ำ การถ่ายเทอากาศ และความยากง่ายต่อการไถพรวน เป็นต้น เนื้อดินมีความสำคัญต่อการจัดการดินให้มีความเหมาะสมต่อการปลูกพืช

3.2.1 ลักษณะเฉพาะของเนื้อดินแต่ละประเภท

โดยทั่วไป อาจแบ่งเนื้อดินออกได้เป็น 3 ประเภท ตามลักษณะความหยาบความละเอียดของเนื้อดิน ความแตกต่างของเนื้อดินแต่ละประเภทส่งผลต่อคุณสมบัติบางประการของดิน ลักษณะเฉพาะของเนื้อดินแต่ละประเภท เป็นดังนี้

3.2.1.1. ดินเนื้อหยาบ (coarse – textured soils)

1) ดินมีช่องว่างขนาดใหญ่ระหว่างอนุภาคเมื่อเรียงตัวเป็นหน้าตัดดิน

2) ดินมีการแทรกซึมและการกระจายของน้ำดี

3) การไถพรวนง่าย

4) พื้นที่ผิวจำเพาะน้อย เป็นอนุภาคไม่มีประจุ ช่องว่างมีขนาดใหญ่ จึงมีความสามารถดูดซับน้ำและธาตุอาหารได้น้อย

5) ปุ๋ยที่ใส่มักถูกชะละลายด้วยน้ำ และไหลเลยเขตรากพืชได้ง่าย

3.2.1.2. ดินเนื้อปานกลาง (medium – textured soils)

1) ดินมีสมบัติกึ่งกลางระหว่างดินเนื้อหยาบและดินเนื้อละเอียด

2) การระบายน้ำไม่เร็วมากจนเกิดการชะละลายสูญเสียธาตุอาหาร แต่เร็วพอที่จะระบายอากาศได้ทันต่อความต้องการของพืช

3) ดินมีความจุน้ำใช้ประโยชน์ค่อนข้างมาก

4) จัดเป็นดินที่มีความเหมาะสมต่อการเพาะปลูกพืช มากกว่าดินเนื้อหยาบและดินเนื้อละเอียด

3.2.1.3 ดินเนื้อละเอียด (fine – textured soils)

1) ดินมีช่องว่างระหว่างอนุภาคขนาดเล็ก และปริมาตรรวมของช่องมาก

2) การแทรกซึมของน้ำมีค่าต่ำ

3) การกระจายน้ำในหน้าตัดดินช้า

4) การไถพรวนลำบาก ต้องใช้กำลังมาก

5) ดินมีปัญหาน้ำท่วมขัง การระบายอากาศไม่ดี รากพืชอาจขาดอากาศได้ในบางช่วงฤดู

6) มักเกิดแผ่นแข็งปิดผิวดิน ซึ่งจะทำให้เมล็ดพืชงอกได้ยาก

7) พื้นที่ผิวจำเพาะสูง อนุภาคมีประจุ และช่องว่างระหว่างอนุภาค มีน้อย จึงดูดซับน้ำ และธาตุอาหารพืชได้มาก

3.2.2 การจำแนกประเภทเนื้อดิน

เป็นการแบ่งสัดส่วนผสมของกลุ่มอนุภาคดิน 3 ชนิด คือ sand, silt และ clay ตามหลักเกณฑ์ของกระทรวงเกษตรแห่งสหรัฐอเมริกา ซึ่งอาจจำแนกเนื้อดินออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ จำนวน 12 ประเภท คือ (นงคราญ กาญจนประเสริฐ และคณะ, 2546, หน้า 92 - 93)

3.2.2.1 กลุ่มดินเนื้อหยาบ (coarse-textured soil) ประกอบด้วย

1) ดินทราย (sands) คือ ดินที่มีสัดส่วนของอนุภาค sand 85 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ที่เหลืออีก 15 เปอร์เซ็นต์ เป็น silt และ clay

2) ดินทรายร่วน (Loamy sands) คือ ดินที่มีสัดส่วนของอนุภาค Sand อยู่ระหว่าง 60 – 70 เปอร์เซ็นต์ และมี silt และ clay ไม่เกิน 30 เปอร์เซ็นต์

3) ดินร่วนทราย (sandy loam) คือ ดินที่มีสัดส่วนของอนุภาค clay น้อยกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ มี silt น้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ และมี sand ประมาณ 43 – 52 เปอร์เซ็นต์

3.2.2.2 กลุ่มดินเนื้อปานกลาง (medium-textured soils) ประกอบด้วย

1) ดินร่วน (Loam) คือ ดินที่มีสัดส่วนของอนุภาค clay ประมาณ 27 เปอร์เซ็นต์ มีอนุภาค silt อยู่ระหว่าง 28 – 50 เปอร์เซ็นต์ และมีอนุภาค sand น้อยกว่า 52 เปอร์เซ็นต์

2) ดินร่วนปนทรายแป้ง (Silt loam) คือ ดินที่มีสัดส่วนของอนุภาค silt – 80 เปอร์เซ็นต์ มี clay น้อยกว่า 12 เปอร์เซ็นต์

3) ดินทรายแป้งหรือดินตะกอน (Silt) คือ ดินที่มีสัดส่วนของอนุภาค silt มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ และมี clay น้อยกว่า 12 เปอร์เซ็นต์

4) ดินร่วนเหนียวปนทราย (Sandy clay loam) คือ ดินที่มี

สัดส่วนของอนุภาค clay ประมาณ 20 –23 เปอร์เซ็นต์ มี silt น้อยกว่า 28 เปอร์เซ็นต์ และมี sand มากกว่า 45 เปอร์เซ็นต์

3.2.2.3 กลุ่มดินเนื้อละเอียด (fine-textured soils)

1) ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (Silty clay loam) คือ ดินที่มีสัดส่วนของอนุภาค clay 27 – 40 เปอร์เซ็นต์ และมีอนุภาค sand น้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์

2) ดินร่วนเหนียว (Clay loam) คือ ดินที่มีสัดส่วนของอนุภาค clay 27 – 40 เปอร์เซ็นต์ และมี sand 20 – 45 เปอร์เซ็นต์

3) ดินเหนียวปนทราย (Sandy clay) คือ ดินที่มีสัดส่วนของอนุภาค clay มากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ และมีอนุภาค sand มากกว่า 45 เปอร์เซ็นต์

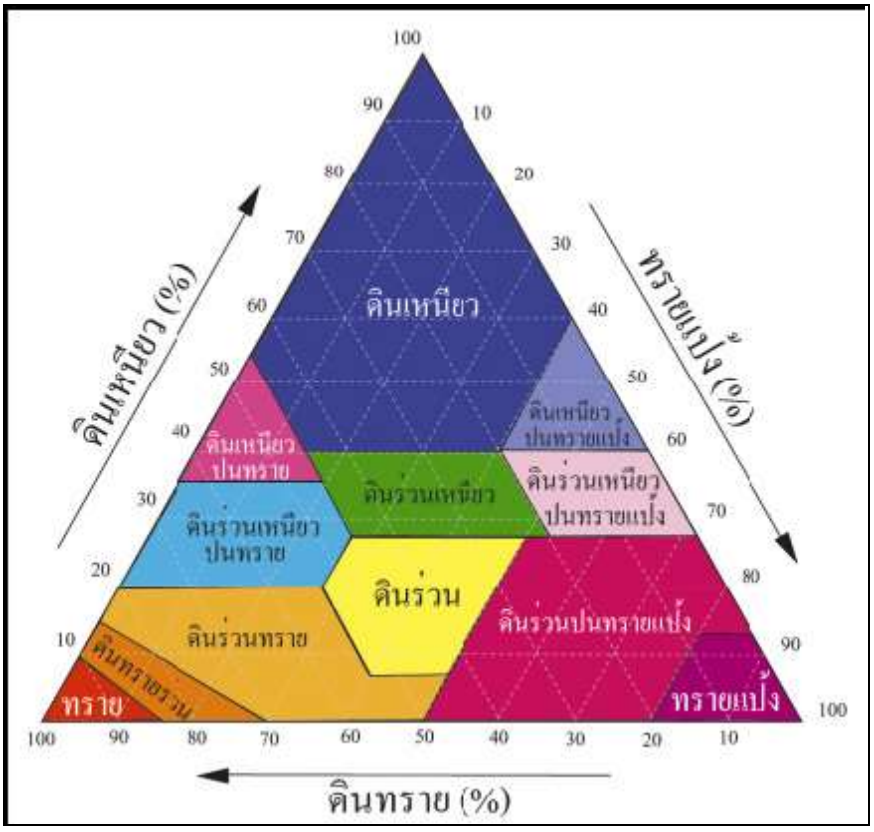
4) ดินเหนียว (Clay) คือ ดินที่มีสัดส่วนของอนุภาค clay มากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ มี sand น้อยกว่า 45 เปอร์เซ็นต์และมี silt น้อยกว่า 40 เปอร์เซ็นต์

5) ดินเหนียวปนตะกอนหรือดินเหนียวปนทรายแป้ง (Silty clay) คือ ดินที่มีสัดส่วนของอนุภาค clay มากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ และมีอนุภาค silt มากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์

การวิเคราะห์หาปริมาณของอนุภาคดินและวิเคราะห์ชนิดของเนื้อดิน สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเรียกชื่อดิน การจำแนกประเภทของเนื้อดิน ใช้ทำนายเพื่อประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินในเบื้องต้น และใช้ทำนายลักษณะของดินในด้านอื่นๆ เช่น การระบายน้ำระบายอากาศ ความสามารถในการดูดซับธาตุอาหาร เป็นต้น

การวิเคราะห์เพื่อจำแนกชนิดเนื้อดินสามารถทำได้ 2 วิธี ได้แก่ วิธีใช้ความรู้สึกสัมผัส ซึ่งเป็นวิธีที่ง่าย ไม่ต้องใช้เครื่องมือ แต่ต้องอาศัยประสบการณ์สูง เป็นวิธีการที่สะดวกสำหรับปฏิบัติในไร่นา และอีกวิธีหนึ่งคือวิธีวิเคราะห์เชิงกลหรือเชิงปริมาณ เป็นวิธีที่วิเคราะห์ได้ค่อนข้างถูกต้องแม่นยำ แต่ต้องใช้เครื่องมือเพื่อหาปริมาณของอนุภาคดิน

การจำแนกชนิดของเนื้อดินโดยวิธีวิเคราะห์เชิงกลพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของสัดส่วนอนุภาค sand, silt และ clay และนำไปเปรียบเทียบในตารางสามเหลี่ยมมาตรฐานเพื่อกำหนดชนิดของเนื้อดิน



ภาพที่ 3.1 ตารางสามเหลี่ยมมาตรฐานเพื่อใช้กำหนดชนิดเนื้อดิน
ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน, 2548, หน้า 7

ภาพที่ 3.2 ตัวอย่างลักษณะเนื้อดินที่พบทั่วไป
ที่มา: ถ่ายจากแปลงเกษตรกรจังหวัดนครปฐม จังหวัดกาญจนบุรี จังหวัดราชบุรี

3.3 โครงสร้างของดิน

โครงสร้างของดิน (soil structure) หมายถึง การจัดเรียงตัวของอนุภาคดินรวมกันเป็นกลุ่มก้อนตามธรรมชาติกลายเป็นเม็ดดินที่เรียกว่าหน่วยโครงสร้าง การรวมตัวดังกล่าวจะเกิดรูปร่างลักษณะต่างๆ และการอัดแน่นแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสัดส่วนของอนุภาค และปัจจัยอื่นๆ โครงสร้างของดินอาจถูกทำลายหรือเปลี่ยนแปลงรูปร่างจากลักษณะหนึ่งไปเป็นอีกลักษณะหนึ่งได้ ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายประการ เช่น การไถพรวน การถูกบดอัดแน่น การชอนไชของรากพืช และการใส่อินทรียวัตถุลงไปในดิน เป็นต้น

โครงสร้างดินมีความสำคัญในการเป็นที่สำหรับการระบายน้ำ และการเคลื่อนที่ของอากาศในดิน เกี่ยวข้องกับการปลดปล่อยธาตุอาหารแก่พืช การกระจายของรากพืช ซึ่งส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

3.3.1 ประเภทของโครงสร้างดิน

หน่วยโครงสร้างของดินมีรูปร่าง และขนาดแตกต่างกัน การจำแนกโครงสร้างดิน อาศัยสมบัติดังนี้

1. ประเภท คือ รูปร่างที่ปรากฏของเม็ดดินว่าเป็นประเภทใด
2. ขนาด คือ ขนาดของหน่วยโครงสร้างที่ตรวจพบในดิน
3. ระดับ คือ ความชัดเจนของหน่วยโครงสร้างเมื่อมองด้วยตา และความแข็งแรงของเม็ดดินที่ถูกกระทบ

ซึ่งสามารถจำแนกลักษณะโครงสร้างของดินได้ 2 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541, หน้า 81 - 84)

1. พวกไม่มีโครงสร้าง ดินในธรรมชาติไม่จำเป็นต้องมีโครงสร้างเสมอไป ดินหลายชนิดอาจได้ชื่อว่าไร้โครงสร้างซึ่งอาจมีลักษณะใดลักษณะหนึ่ง ดังนี้

1.1) ลักษณะเป็นอนุภาคเดี่ยว (single grain) มีลักษณะเป็นอนุภาคเดี่ยวๆ ไม่เกาะกับอนุภาคอื่นหรือไม่มีการเรียงตัวเชื่อมยึดติดกันพบมากในดินเนื้อหยาบประเภทดินทราย ซึ่งมีการจับตัวกันน้อยมาก มีสมบัติการซึมน้ำ และอากาศดี

1.2) ลักษณะเป็นก้อนทึบ (massive) มีรูปร่างไม่แน่นอน มักพบในดินเนื้อละเอียด ดินร่วนหรือดินเหนียว เช่น ดินนาที่ผ่านการทำเทือกหรือย่ำกวน (puddle) มาใหม่ๆ หรือดินเนื้อปานกลางบางประเภท ดินเหล่านี้มีปัจจัยส่งเสริมให้อนุภาคดินเชื่อมยึดติดกัน แต่ไม่มีปัจจัยก่อให้เกิดการแตกแยกเป็นเม็ดๆ ทำให้อนุภาคยึดติดกันเป็นพืด มีผลทำให้ดินในหน้าตัดมีสภาพให้ซึมได้ต่ำ ลักษณะก้อนทึบนี้มักเกิดในดินชั้น C แต่สามารถเกิดในดินชั้น A ได้ ถ้ามีการทำเทือกเพื่อปลูกข้าวดังกล่าวข้างต้น

2. โครงสร้างแบบก้อนกลม (granular หรือ crumb structure) รูปร่างคล้ายทรงกลม มักพบในดินชั้น A เม็ดดินมีขนาดเล็กประมาณ 1 – 10 มิลลิเมตร โครงสร้างแบบนี้เมื่อเรียงตัวเป็นหน้าตัดดินจะเกิดช่องว่างขนาดใหญ่ขึ้นระหว่างเม็ดดิน ช่วยทำให้หน้าตัดดินมีการระบายน้ำและอากาศรวมทั้งการกระจายของรากดี

3. โครงสร้างแบบก้อนเหลี่ยม (blocky structure) มีรูปร่างคล้ายกล่องมักพบในดินชั้นล่างหรือดินชั้น B เม็ดดินมีขนาดประมาณ 1 – 5 เซนติเมตร โครงสร้างแบบนี้เมื่อเรียงตัวเป็นหน้าตัดดินจะมีสภาพให้น้ำและอากาศซึมได้ รวมทั้งการกระจายของรากอยู่ในระดับปานกลาง

4. โครงสร้างแบบแผ่น (platy structure) มีรูปร่างเป็นแผ่นเรียงตัวในแนวระนาบและซ้อนเหลื่อมกันเป็นชั้นขัดขวางรากพืช การเรียงตัวเช่นนี้จะขัดขวางการไหลซึมของน้ำ การระบายน้ำ และอากาศ โครงสร้างแบบนี้มักพบในดินชั้น A ที่มีการถูกบีบอัดตัว (compaction) โดยเครื่องมือหนัก เช่น รถแทรกเตอร์ขนาดใหญ่

5. โครงสร้างแบบแท่งหัวเหลี่ยม (prismatic structure) ลักษณะมีผิวหน้าแบนและเรียบ เป็นแท่งหัวเหลี่ยมคล้ายปริซึม ส่วนบนของปลายแท่งมักมีรูปร่างแบน เม็ดดินมีขนาด 1 – 10 เซนติเมตร มักพบในดินชั้น B

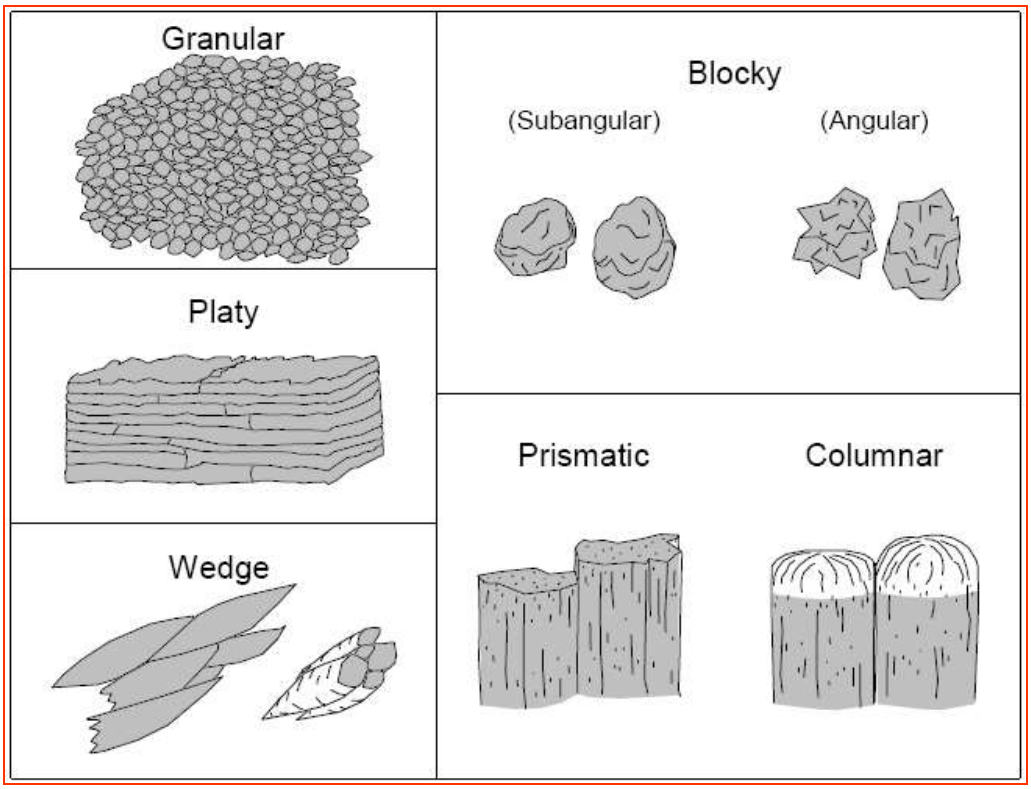
6. โครงสร้างแบบแท่งหัวมน (Columnar structure) มีลักษณะส่วนบนของปลายแท่งมีลักษณะกลมมน ปกคลุมด้วยเกลือ เม็ดดินมีขนาด 1 – 10 เซนติเมตร มักพบในดินชั้น B และเกิดในเขตแห้งแล้ง มีการสะสมของโซเดียมสูง

3.3.2 การเกิดโครงสร้างดิน

ประกอบด้วยกระบวนการ 2 ขั้นตอน คือ (นงคราญ กาญจนประเสริฐและคณะ, 2546, หน้า 104 - 105)

1. การเกาะกลุ่มของอนุภาคเดี่ยวเป็นกลุ่มก้อนอย่างหลวมๆ (Flocculation) กระบวนการภายในดินที่ทำให้เกิดการเกาะกลุ่มแบบหลวมๆ นี้ เช่น ขบวนการทางไฟฟ้าสถิตย์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ เมื่ออนุภาคปฐมภูมิมีศักย์ซีตาสูงก็จะเกิดการผลักกัน และเมื่อมีศักย์ซีตาต่ำก็จะเกิดการดูดยึดกันขึ้นทำให้ดินเกาะกลุ่มกัน นอกจากนี้ยังพบว่าการเปียกและแห้งสลับกัน ตัวอย่างเช่น เมื่อดินเหนียวแห้งจะหดตัว และเมื่อเปียกจะขยายตัว ในขณะที่ดินหดตัวจะทำให้เกิดเป็นก้อนดินขึ้นเนื่องจากแรงเชื่อมยึดของอนุภาคดิน เมื่อดินได้รับน้ำที่จะทำให้ขยายตัว น้ำจะเข้าไปในช่องว่างขนาดเล็กอย่างรวดเร็ว อากาศในดินไม่มีทางออกก็จะดันดินให้แตกเป็นก้อนได้

2. การเชื่อมยึดอนุภาคดินที่เกาะกลุ่มกันหลวมๆเป็นเม็ดดินที่ถาวร (Cementation) ซึ่งเกิดจากการทำหน้าที่ของตัวเชื่อม (Cementary agents) มีหลายชนิด ได้แก่ อินทรียวัตถุโดยเฉพาะฮิวมัสมีส่วนประกอบทั้งประจุบวกและประจุลบ ที่สามารถจะยึดกับผิวของดินเหนียวโดยตรงหรืออาศัยตัวกลางเป็นสะพานเชื่อม (Cation Bridges) หรือไฮโดรเจนบอนด์ หรือแรงวันเดอวาล (Van Der Waals Force) ทำให้เกิดเป็นก้อนโครงสร้างดินได้ นอกจากนี้อนุภาคดินเหนียวที่มีประจุลบจะยึดประจุบวกของโมเลกุลน้ำเอาไว้ ทำให้เกิดแรงดูดยึดมากขึ้นจนอนุภาคดินเหนียวรวมกันเป็นก้อนดินที่แข็งและแน่น



ภาพที่ 3.3 ประเภทของโครงสร้างดิน
ที่มา: นิวัติ อนงค์รักษ์, 2551

3.3.3 โครงสร้างดินที่ไม่พึงประสงค์

โครงสร้างที่ไม่พึงประสงค์มีหลายประเภท นับตั้งแต่การที่โครงสร้างเดิมถูกทำลายไปจนถึงการเกิดโครงสร้างชนิดใหม่ที่ไม่เหมาะสมต่อการผลิตพืช โครงสร้างเหล่านี้มักเกิดจากการปฏิบัติที่ไม่เหมาะสม (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541, หน้า 89 - 90) ดังนี้

1. โครงสร้างถูกทำลาย (destroyed structure) มักเกิดจากการเหยียบย่ำดินโดยเครื่องจักร การไถพรวนที่มากเกินไป การไถปกติมิได้ทำลายโครงสร้างดินมากนักเนื่องจากเป็นการพลิกกลับดินซึ่งดินจะแตกออกเป็นก้อนใหญ่ๆ การพรวนด้วยอุปกรณ์บางชนิด เช่น จอบหมุนแม้จะทำให้ดินร่วนซุยเหมาะแก่การหยอดเมล็ด แต่การใช้บ่อยๆ สามารถทำลายเม็ดดินที่เป็นโครงสร้างเดิมให้มีขนาดเล็กลงเรื่อยๆได้ (ภาพที่ 3.4)

2. การเกิดดินก้อนใหญ่ (clod) จากการไถพรวนดินขณะที่ดินมีความชื้นสูงมากเกินไป จะทำให้โครงสร้างถูกทำลายได้ง่าย (ภาพที่ 3.5) เพราะเม็ดดินที่มีความชื้นสูงจะมีความแข็งลดลง สภาพดินเหลวเละเป็นเทือก (puddling) อาจมีความเหมาะสมสำหรับปลูกข้าว แต่ไม่เหมาะสมสำหรับการปลูกพืชไร่หรือพืชผัก ตัวอย่างของการเก็บหัวกระชายในจังหวัดนครปฐม ที่หันมาใช้น้ำฉีดลงดินอย่างแรงแทนการใช้จอบขุด (ภาพที่ 3.6)

3. แผ่นแข็งปิดผิว (surface crust หรือ soil seal) แผ่นแข็งปิดผิวมักเกิดกับแปลงพืชที่ไถพรวนเตรียมดินเพื่อหยอดเมล็ด ผิวดินจึงไม่มีสิ่งปกคลุมเมื่อเกิดฝนตก แรงกระแทก

ของเม็ดฝนจะทำลายเม็ดดินส่วนใหญ่ให้แตกเป็นอนุภาคเดี่ยว อนุภาคขนาดเล็ก เช่นทรายแป้ง และดินเหนียวจะกระจายในน้ำบนผิวดิน และไหลซึมลงตามช่องว่างระหว่างอนุภาคทรายลงใต้ผิวหน้าตื้นๆ และอุดเต็มช่องขนาดใหญ่เหล่านั้น ในที่สุดหลังฝนตกแล้วจะเกิดชั้นดินบางๆที่แน่นทึบปิดอยู่บนผิวดิน เมื่อดินแห้งลงชั้นทึบนี้จะจับตัวเป็นแผ่นแข็งต้านทานการแทงทะลุของยอดอ่อนกล้าพืช ยับยั้งการแทรกซึมของน้ำลงสู่ดิน รวมทั้งยับยั้งการระบายอากาศของดินด้วย ถ้าเนื้อดินมีองค์ประกอบเป็นดินเหนียวมากเท่าไรแผ่นทึบนี้จะมีความแข็งเพิ่มขึ้นเท่านั้น การหลีกเลี่ยงมิให้เกิดแผ่นแข็งปิดผิวอาจทำได้หลายวิธี เช่น ส่งเสริมการเกิดเม็ดดินที่ทนทานต่อน้ำในดินชั้นผิว การคลุมดินด้วยวัสดุอินทรีย์ ซึ่งลดแรงกระแทกของเม็ดฝนต่อเม็ดดินและยังเป็นการป้องกันมิให้ดินแห้งจนจับเป็นก้อนแข็ง (ภาพที่ 3.7)

4. ชั้นดินแข็งชนิดต่างๆ ในหน้าตัดดิน (soil pans) ชั้นดินแข็งเหล่านี้เมื่อเกิดขึ้นใต้ชั้นไถพรวน จะมีผลยับยั้งการกระจายรากลงสู่ดินชั้นล่างและเนื่องจากเป็นชั้นที่มีความพรุนต่ำประกอบด้วยช่องขนาดเล็ก ชั้นดินแข็งจะยับยั้งการไหลซึมของน้ำด้วย ทำให้เกิดชั้นน้ำใต้ดินชั่วคราวขึ้น ในฤดูฝนดินจะมีสภาวะทางกายภาพไม่เหมาะสมต่อการปลูกพืช ชั้นดินแข็งทึบอาจเกิดขึ้นโดยธรรมชาติหรือโดยการกระทำของมนุษย์ เช่น

1) ชั้นดินไถพรวน (plowpans) เป็นชั้นแข็งทึบที่อยู่ใต้ชั้นไถพรวน เกิดจากการกดทับของเครื่องจักรและอุปกรณ์เตรียมดินที่ดำเนินติดต่อกันเป็นเวลานานๆ

2) ชั้นดินดานเหนียว (claypans) เกิดจากการชะละลายของน้ำผ่านหน้าตัดดินเป็นเวลานานทำให้มีการสะสมของดินเหนียวในดินชั้นล่างเป็นปริมาณมากจนกลายเป็นชั้นดินเหนียวแน่นทึบ

3) ชั้นดินเปราะ (fragipans) มีส่วนคล้ายชั้นดานดินเหนียว คือเกิดจากการสะสมของดินเหนียวในดินชั้นล่างแต่จะมีลักษณะแข็งกว่าและกรอบแตกหักได้ง่าย

4) ชั้นศิลาแลงอ่อน (plinthite) หมายถึง ชั้นศิลาแลงที่สร้างตัวขึ้นในดินชั้นล่างของดินเขตร้อนจากอิทธิพลของออกไซด์ของเหล็กและอลูมินัม ชั้นศิลาแลงอ่อนเมื่อสร้างตัวใหม่ๆ ยังไม่แห้งจะยังไม่แข็งตัวแต่ถ้าแห้งแล้วจะแข็งตัวอย่างถาวรไม่กลับคืนสภาพเดิม กลายเป็นชั้นดินดินศิลาแลงแข็งซึ่งมีความแข็งสูง

5) ชั้นคาลิเซ (caliche) เป็นชั้นดินแข็งซึ่งเกิดจากการเชื่อมยึดอนุภาคดินให้ติดกันด้วยสารเคมีบางชนิด เช่น แคลเซียมคาร์บอเนต ชั้นคาลิเซมักพบในดินเขตแห้งแล้งเป็นชั้นดินแข็งขาว

ภาพที่ 3.4 ลักษณะการไถพรวนเตรียมดินด้วยจอบหมุนจนดินละเอียดเป็นการทำลายเม็ดดิน
ที่มา: ถ่ายจากแปลงเกษตรกรปลูกผัก ตำบลหนองปากโลง อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม

ภาพที่ 3.5 การไถพรวนดินขณะที่ดินมีความชื้นสูงมากเกินไปทำให้เกิดดินก้อนใหญ่
ที่มา: ถ่ายจากแปลงเกษตรกรปลูกผัก ตำบลหนองปากโลง อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม

ภาพที่ 3.6 การเกิดสภาพเหลวเละของดิน อันเนื่องจากการเก็บหัวกระชาย โดยใช้น้ำฉีดอย่างแรง ลงดินให้หัวกระชายลอยขึ้นมา
ที่มา: ถ่ายจากแปลงเกษตรกรปลูกกระชาย ตำบลลำเหย อำเภอดอนตูม จังหวัดนครปฐม

ภาพที่ 3.7 การเกิดแผ่นแข็งปิดผิวในสภาพการปลูกพืชผักที่ปราศจากวัสดุคลุมดิน
ที่มา: ถ่ายจากแปลงเกษตรกรปลูกผัก ตำบลโพรงมะเดื่อ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม

3.4 ความหนาแน่นและความพรุนของดิน

ความหนาแน่น (soil density) และความพรุนของดิน (soil porosity) เป็นสมบัติทางกายภาพของดิน ซึ่งเป็นผลอันเกิดจากชนิดของเนื้อดิน การเกิดเม็ดดินและผลอันเกิดจากการเขตกรรมในกิจกรรมการใช้ที่ดินเพื่อการปลูกพืช เช่น การไถพรวนเกินความจำเป็น แรงกระแทกที่เกิดจากการให้น้ำกับพืชในสภาพดินปราศจากสิ่งปกคลุม เป็นต้น ความหนาแน่นและความพรุนของดินส่งผลต่อความโปร่งร่วนซุย การถ่ายของเทน้ำและอากาศ ความสามารถในการอุ้มน้ำและธาตุอาหารไว้ให้พืชนำไปใช้ได้

3.4.1 ความหนาแน่นของดิน

ความหนาแน่นของดิน มี 2 ประเภท คือ

1. ความหนาแน่นรวม (Bulk density) หมายถึง สัดส่วนของน้ำหนักต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของดินซึ่งอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส โดยทั่วไปใช้หน่วยวัดเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร การหาค่าความหนาแน่นรวมของดิน ทำได้โดยใช้อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน ซึ่งสามารถทราบปริมาตรที่แน่นอน นำตัวอย่างดินที่ได้ไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส คำนวณหาค่าความหนาแน่นรวมได้จากสมการ

$$\text{ความหนาแน่นรวม} = \frac{\text{น้ำหนักของดินที่อบแห้งแล้วที่ 105 องศาเซลเซียส}}{\text{ปริมาตรของดิน}}$$

ตัวอย่าง ดินที่เก็บมามีปริมาตร 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร เมื่ออบแห้งแล้วชั่งได้น้ำหนัก 220 กรัม เพราะฉะนั้นดินนี้จะมีค่าความหนาแน่นรวมเท่ากับ 220/200 =1.1 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

โดยทั่วไปดินในชั้นไถพรวนที่มีเนื้อดินละเอียดและจับตัวกันเป็นก้อนดี (มีโครงสร้างแบบก้อนกลม) มีค่าความหนาแน่นรวมประมาณ 1.0 – 1.3 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ดินในชั้นไถพรวนที่มีเนื้อดินหยาบมีค่าความหนาแน่นรวมประมาณ 1.3 –1.8 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ดินอินทรีย์มีค่าความหนาแน่นรวมต่ำ เนื่องจากส่วนที่เป็นของแข็งเป็นอินทรียวัตถุซึ่งมีความหนาแน่นต่ำผสมอยู่ในปริมาณที่สูง ค่าความหนาแน่นรวมของดินอินทรีย์พบได้ในช่วง 0.1 – 0.6 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร จากค่าความหนาแน่นรวมของดิน ช่วยให้สามารถทราบน้ำหนักของดินในชั้นไถพรวนได้ เช่น ถ้าดินมีความหนาแน่นรวม 1.3 หมายความว่า ดินนั้นมีน้ำหนักมากกว่าน้ำที่มีปริมาตรเท่ากันเป็น 1.3 เท่า หรือดินมีน้ำหนักเท่ากับ 1.3 x 1,000 = 1,300 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ปริมาตรของดินในชั้นไถพรวนลึก 15 เซนติเมตร เท่ากับ 0.15 x 1,600 (ตารางเมตร) = 240 ลูกบาศก์เมตร ดังนั้นน้ำหนักของดินชั้นไถพรวนลึก 15 เซนติเมตร ในพื้นที่ 1 ไร่ เท่ากับ 1,300 x 240 กิโลกรัม หรือ 312 ตันต่อไร่ น้ำหนักของดินชั้นไถพรวนต่อหน่วยพื้นที่ใช้เป็นพื้นฐานในการคำนวณหาปริมาณธาตุอาหารต่างๆ ที่มีอยู่ในดิน หรือสิ่งอื่นๆ เช่น อินทรียวัตถุ หรือปูนที่ต้องเพิ่มลงไปในดินเพื่อให้มีปริมาณอยู่ในระดับตามที่ต้องการสำหรับการปลูกหรือการเจริญเติบโตของพืช เป็นต้น

2. ความหนาแน่นของอนุภาค (Particle density) หมายถึง ความหนาแน่นของเฉพาะส่วนอนุภาคดิน หรือเป็นสัดส่วนของน้ำหนักของอนุภาคดินต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของอนุภาคดินนั้นๆโดยไม่รวมช่องว่างในดินค่าความหนาแน่นของอนุภาคดินของดินชนิดใดชนิดหนึ่งจึงไม่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณช่องว่างในดิน ตามธรรมชาติดินจะมีช่องว่างอยู่มากบ้างน้อยบ้างตามชนิดของดินนั้นๆ หน่วยที่นิยมใช้ในการบอกค่าความหนาแน่นของอนุภาคดิน คือ กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เช่นเดียวกับความหนาแน่นรวม ดินที่มีส่วนประกอบของของแข็งเป็นสารอนินทรีย์โดยทั่วไปมีค่าความหนาแน่นของอนุภาคดินประมาณ 2.6 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

การประเมินค่าความหนาแน่นของดินประเมินจากค่าปริมาตรของดินทั้งหมด ดังนั้นจะเห็นว่าดินที่มีการจับตัวกันอย่างหลวมๆ หรือมีปริมาตรของช่องว่างมาก ย่อมมีความหนาแน่นต่ำ ถ้าเป็นดินที่มีการอัดตัวกันแน่นค่าความหนาแน่นก็สูงไปด้วย สำหรับการเจริญเติบโตหรือการแพร่กระจายของรากพืช ความหนาแน่นรวมที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 1.1 – 1.4 กรัมต่อ

ลูกบาศก์เซนติเมตร ดินที่เป็นชั้นหน้าดิน ดินทรายหรือดินร่วนปนทรายจะมีค่าความหนาแน่น 1.2 – 1.8 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ถ้าเป็นดินเนื้อละเอียดจะมีค่า 1.0 – 1.6 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้ที่ดิน แต่โดยเฉลี่ยแล้วดินที่ใช้ทำการเกษตรในชั้นของการไถพรวนที่ระดับความลึก 15 เซนติเมตร จะมีความหนาแน่นรวม 1.33 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

3.4.2 ปัจจัยที่มีผลต่อความหนาแน่นของดิน

การแน่นทึบของดินเกิดขึ้นหลังจากการปลูกพืช พืชจะไม่สามารถดูดธาตุอาหารต่างๆ ในดินไปใช้ประโยชน์ได้จึงแสดงอาการขาดธาตุอาหาร การไถพรวนดินมีผลกระทบทั้งในระยะสั้นและระยะยาว ในระยะสั้นนั้นในตอนแรกดินจะแยกออกจากกันเมื่อถูกน้ำจะจับกันเป็นก้อน ถ้ามีการไถพรวนบ่อยๆ ในขณะที่ดินมีน้ำเปียกชื้น โครงสร้างดินอาจถูกทำลายอย่างสมบูรณ์ จะเกิดการขาดก๊าซออกซิเจนอย่างรุนแรงและปริมาณกาซคาร์บอนไดออกไซด์จะเพิ่มขึ้น ดินที่มีการไถพรวนจะแห้งช้ากว่าดินที่ไม่มีการไถพรวน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะน้ำซึมลงดินชั้นล่างได้มาก ประกอบกับอัตราการระเหยช้ากว่าจึงเป็นผลทำให้ดินที่มีการไถพรวนมีความชื้นอยู่มาก

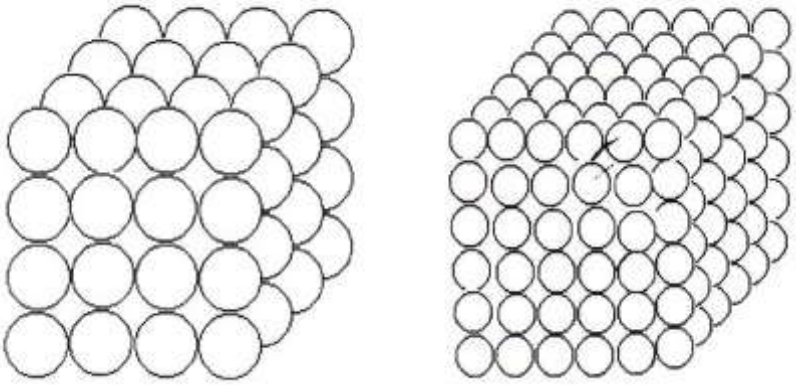
การเกิดขึ้นของชั้นดินดานขึ้นอยู่กับชนิดของเนื้อดิน สภาพลมฟ้าอากาศ ปริมาณการให้น้ำและการระบายน้ำ ความถี่ของการไถพรวน การใช้เครื่องมือในการไถพรวน การเหยียบย่ำการย้ายกล้า และการกำจัดวัชพืช การทำกิจกรรมการเกษตรอย่างต่อเนื่องดังกล่าวมีผลกระทบต่อช่องว่างในดิน แผ่นแข็งของชั้นดินดานมักมีสารเชื่อมพวกเหล็ก แมงกานีสและซิลิเกต ทำให้อนุภาคของดินจับตัวกัน ความหนาแน่นของดินย่อมสูงขึ้น การไถพรวนควบคู่กับการใส่อินทรียวัตถุลงดินมีผลในการลดการอัดแน่นของดินหรือเพิ่มการเกาะตัวกันอย่างหลวมๆ ของเม็ดดิน ทำให้เกิดช่องว่าง การใส่อินทรียวัตถุลงดินอย่างต่อเนื่องส่งผลให้ความหนาแน่นของดินจะเปลี่ยนแปลงในทางที่ต่ำลง

3.4.3 ความพรุนของดิน

ความพรุนของดิน หมายถึง สัดส่วนหรือเปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรของส่วนที่เป็นช่องว่างในดินที่มีอยู่ในดินหนึ่งหน่วยปริมาตร เช่น ตัวอย่างดิน 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร มีส่วนที่เป็นช่องว่างในดิน 48 ลูกบาศก์เซนติเมตร ดังนั้นจะมีเปอร์เซ็นต์ของช่องว่างในดินเท่ากับ 48/100 หรือมีความพรุน 48 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณของช่องว่างในดินหาได้โดยใช้ตัวอย่างดินเดียวกันกับที่ใช้หาความหนาแน่นรวม โดยนำดินที่อบแห้งแล้วไปใส่ไว้ในถาดน้ำให้ดินดูดน้ำจนอิ่มตัว ปริมาณช่องว่างในดินจะถูกแทนที่ด้วยน้ำ ความแตกต่างของน้ำหนักดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำกับน้ำหนักดินแห้งก็คือ ปริมาณช่องว่างในดินซึ่งมีปริมาตรเท่ากับปริมาตรของน้ำที่ดินดูดซึมไว้ได้ เช่น ตัวอย่างดิน 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร อบแห้งแล้วหนัก 140 กรัม เมื่อปล่อยให้ดูดน้ำจนอิ่มตัวแล้วหนัก 188 กรัม ปริมาณช่องว่างในดินนั้นจะเท่ากับ 188 –140 เท่ากับ 48 ลูกบาศก์เซนติเมตรหรือดินนั้นมีความพรุน 48 เปอร์เซ็นต์

ช่องว่างในดิน แบ่งออกเป็นสองขนาด คือ ช่องว่างขนาดใหญ่และช่องว่าง

ขนาดเล็ก ช่องว่างดังกล่าวเป็นที่อยู่ของน้ำ อากาศและจุลินทรีย์ดิน ดินแต่ละแห่งจะมีสัดส่วนแตกต่างกันไปและเกิดการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ดินเนื้อหยาบจะมีช่องว่างอยู่น้อยแต่จะเป็นช่องว่างขนาดใหญ่ซึ่งจะทำให้เก็บหรือดูดซับน้ำไม่ดีนักสำหรับการปลูกพืช น้ำจะซึมผ่านหรือระบายออกไปได้เร็วกว่าดินเหนียว ลักษณะดังกล่าวนี้แสดงว่าดินเนื้อหยาบมีค่าความหนาแน่นรวมสูงกว่า ความพรุนของดินมีความสำคัญต่อการการระบายน้ำ การถ่ายเทอากาศตลอดจนการอุ้มน้ำไว้ในดิน ช่องว่างขนาดใหญ่จะเป็นตัวสำหรับการถ่ายเทอากาศ ช่องว่างขนาดเล็กจะทำหน้าที่เป็นตัวดูดซับน้ำหรืออุ้มน้ำไว้ โดยทั่วไปดินทรายมีปริมาณช่องว่างในดินน้อย แต่ส่วนใหญ่เป็นช่องว่างขนาดใหญ่ น้ำและอากาศผ่านไปได้ดี จึงมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้น้อย ดินเหนียวมีปริมาณช่องว่างในดินมากและส่วนใหญ่เป็นช่องว่างขนาดเล็กจึงมีความสามารถในการอุ้มน้ำสูง ช่องว่างในดินแสดงไว้ในภาพที่ 3.8



1) อนุภาคขนาดใหญ่เรียงตัวได้ช่องขนาดใหญ่ แต่ปริมาตรรวมของช่องน้อย

2) อนุภาคขนาดเล็กเรียงตัวได้ช่องขนาดเล็ก แต่ปริมาตรรวมของช่องมาก

ภาพที่ 3.8 ช่องว่างในดินที่เกิดจากการเรียงตัวของอนุภาคดิน
ที่มา: นิวัติ อนงค์รักษ์, 2551

3.5 สีดิน

สีดินเป็นสมบัติทางกายภาพของดินที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าและมีความสัมพันธ์กับวัตถุต้นกำเนิดดิน ปริมาณอินทรียวัตถุและกระบวนการเกิดดิน ดินแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างของสีดิน สีดินที่พบทั่วไป ได้แก่

1. ดินสีขาวหรือสีเทาอ่อน มักเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ส่วนใหญ่เป็นดินเนื้อหยาบหรือดินทราย มีองค์ประกอบเกิดจากการสะสมของปูน ยิปซัม ดินบางชนิดมีสีจางเพราะมีการสะสมของเกลือชนิดต่างๆ

2. ดินสีน้ำตาลเข้มหรือสีดำหรือสีคล้ำ มักเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง สีคล้ำที่เกิดขึ้นเกิดจากองค์ประกอบของวัตถุต้นกำเนิดดินที่มีสีเข้ม เช่น หินภูเขาไฟ และการสะสมของปริมาณอินทรียวัตถุมาอย่างยาวนาน

3. ดินสีเหลืองหรือสีแดง มักเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำเนื่องจากมีอินทรียวัตถุน้อย สีแดงและสีเหลืองเป็นสีของเหล็กและอลูมินัมออกไซด์ เฟอร์ริคออกไซด์ มักเกิดขึ้นในบริเวณที่สูงตามเนินเขาหรือที่ราบไหล่เขาในเขตร้อน ดินเหล่านี้มีการระบายน้ำดี เพราะดินจับเป็นเม็ดโดยสารเชื่อมพวกเหล็กและอลูมินัมออกไซด์ เหมาะสำหรับการปลูกพืชไร่และไม้ผล

4. ดินสีเทาปนน้ำเงิน มักเป็นดินที่ตกอยู่ภายใต้สภาวะน้ำขัง การระบายน้ำไม่ดี จึงมีสารประกอบเหล็กภายใต้ภาวะขาดออกซิเจน

5. ดินสีประ เป็นดินที่มีหลายสีปะปนกัน และปรากฏเป็นจุดประสีเหลือง หรือสีแดงบนพื้นเทา โดยที่สีประเกิดจากการมีออกไซด์ของเหล็กภายใต้สภาวะมีออกซิเจน ส่วนสีพื้นเกิดจากมีสารประกอบเหล็กภายใต้สภาวะขาดออกซิเจน

บทสรุป

เนื้อดินและโครงสร้างดิน เป็นสมบัติทางกายภาพพื้นฐานของดิน ซึ่งมีผลต่อสมบัติทางกายภาพของดินในด้านอื่นๆ เช่น ความหนาแน่นและความพรุนของดิน ความร่วนซุย และความสามารถในการอุ้มน้ำและการแทรกซึมของน้ำ เป็นต้น เนื้อดินเกิดจากการรวมตัวกันของอนุภาคดิน อย่างมีสัดส่วนของ sand, silt และ clay ทำให้แบ่งเนื้อดินได้เป็น 12 ชนิด ในขณะที่โครงสร้างของดินเป็นการจัดเรียงตัวของอนุภาคดินรวมกันเป็นกลุ่มก้อนกลายเป็นเม็ดดิน ซึ่งมีโครงสร้างหลายรูปแบบ การเรียงตัวของอนุภาคดินทำให้เกิดช่องว่างในดิน ที่เป็นที่อยู่ของน้ำและอากาศในสัดส่วนการแทนที่ที่ผกผันกัน เนื้อดินและโครงสร้างดินที่เหมาะสมมีผลต่อความหนาแน่นและความพรุนของดินโดยที่มีผลต่อความโปร่งร่วนซุย การถ่ายเทน้ำและอากาศ รวมทั้งความสามารถในการอุ้มน้ำและธาตุอาหารไว้ให้พืชนำไปใช้ได้ กิจกรรมการเขตกรรมในการปลูกพืชบางประการ อาจมีผลต่อความหนาแน่นและความพรุนของดิน เช่น การไถพรวน วิธีการให้น้ำกับพืชหรือแม้กระทั่งการปล่อยให้ดินปราศจากอินทรียวัตถุหรือไร้สิ่งปกคลุมหน้าดิน เป็นต้น

ภาพที่ 3.9 ตัวอย่างสีดินในพื้นที่ทำการเกษตรภาคกลาง
ที่มา: ถ่ายจากอำเภอเมือง อำเภอไทรโยค อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี และอำเภอเมือง อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

คำถามทบทวนประจำบทที่ 3

1. อธิบายความหมายของ อนุภาคดิน เนื้อดิน โครงสร้างดิน ความหนาแน่นและความพรุนของดิน

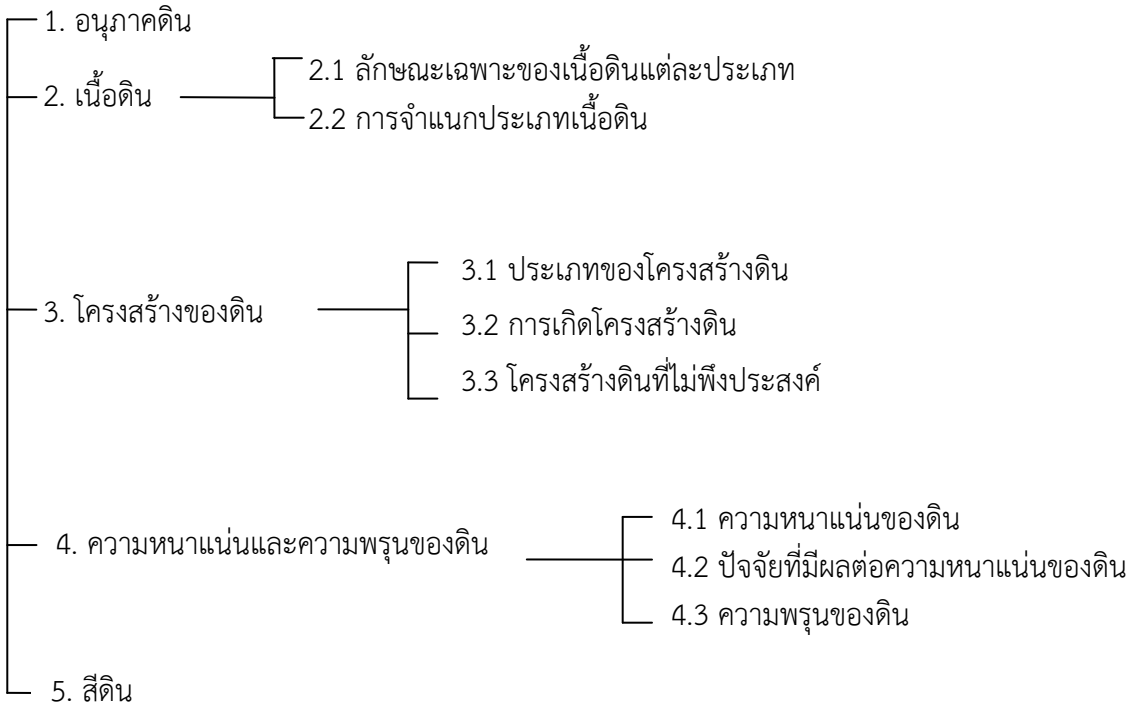
2. อธิบายการเกิดโครงสร้างของดินและโครงสร้างดินที่เหมาะสมในทางการเกษตรควรเป็นอย่างไรมีวิธีการอย่างไรบ้างในการจัดการดินเพื่อทำให้โครงสร้างดินมีความเหมาะสม

3. ดินแต่ละแห่งอาจพบว่ามีสีต่างกัน เพราะเหตุใด

4. ดินแห่งหนึ่งเมื่อเก็บตัวอย่างดินมาทำการแยกอนุภาค sand, silt และ clay พบว่ามี sand 40 เปอร์เซ็นต์ มี silt 35 เปอร์เซ็นต์ และมี clay 25 เปอร์เซ็นต์ ดินแห่งนี้จัดเป็นดินชนิดใด

5. ความหนาแน่นและความพรุนของดิน มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชอย่างไร

แผนภาพบทสรุปบทที่ 3



บทปฏิบัติการที่ 3.1
การจำแนกชนิดของเนื้อดินโดยวิธีวิเคราะห์เชิงกล

วัตถุประสงค์

เพื่อให้นักศึกษาสามารถทำการแยกอนุภาคดินและจำแนกชนิดของเนื้อดินโดยวิธีวิเคราะห์เชิงกลได้

วัสดุอุปกรณ์

1. ตัวอย่างดิน จากแหล่งต่างๆ ที่ได้จากการเก็บตัวอย่างดิน ในบทปฏิบัติการที่ 1
2. ถาดตะแกรงร่อนดินมาตรฐานขนาดต่างๆ (ภาพที่ 3.10)
3. เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิทอล

วิธีการ

1. นำตัวอย่างดินปริมาณ 1 กิโลกรัม มาร่อนผ่านตะแกรงร่อนดินมาตรฐาน (ภาพที่ 3.11) เพื่อแยกขนาดอนุภาค sand, silt และ clay เก็บดินที่ร่อนผ่านตะแกรงแต่ละขนาด นำไปชั่งน้ำหนัก
2. คำนวณหาเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของดินแต่ละขนาด
3. นำเปอร์เซ็นต์ของดินแต่ละขนาดไปเปรียบเทียบกับตารางสามเหลี่ยมมาตรฐาน เพื่อกำหนดชนิดของเนื้อดินที่ได้

การบันทึกผล

ตัวอย่างดิน	สัดส่วนของอนุภาค sand, silt และ clay (เปอร์เซ็นต์)			ชนิดเนื้อดิน
	sand	silt	clay	
1.....				
2.....				
3.....				

การสรุปผล

1. ตัวอย่างดินแต่ละแหล่งมีสัดส่วนของอนุภาคดินแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
2. ตัวอย่างดินแต่ละแหล่ง ชนิดของเนื้อดินเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร นักศึกษาคิดว่า มีปัจจัยอะไรบ้างที่ทำให้ดินแต่ละแหล่งแตกต่างกัน

ภาพที่ 3.10 ตะแกรงมาตรฐานขนาดต่างๆ สำหรับใช้ร่อนดิน

ภาพที่ 3.11 การร่อนดินเพื่อแยกอนุภาคดิน

บทปฏิบัติการที่ 3.2
การหาความหนาแน่นและความพรุนของดิน

วัตถุประสงค์

เพื่อให้นักศึกษาสามารถคำนวณหาความหนาแน่นและความพรุนของดินได้

วัสดุอุปกรณ์

1. ตัวอย่างดิน จากแหล่งต่างๆ ที่ได้จากการเก็บตัวอย่างดิน ในบทปฏิบัติการที่1
2. ตู้อบดิน (Hot air oven)
3. เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิทอล

วิธีการ

การหาความหนาแน่นของดิน

1. นำตัวอย่างดินจำนวน 1 กิโลกรัมไปอบในตู้อบดินที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จนดินแห้ง
2. นำตัวอย่างดินที่ได้ไปชั่งน้ำหนัก
3. คำนวณหาค่าความหนาแน่นรวมได้จากสมการ

$$\text{ความหนาแน่นรวม} = \frac{\text{น้ำหนักของดินที่อบแห้งแล้วที่ 105 องศาเซลเซียส}}{\text{ปริมาตรของดิน}}$$

การหาความพรุนของดิน

ปริมาณของช่องว่างในดินหาได้โดยใช้ตัวอย่างดินเดียวกันกับที่ใช้หาความหนาแน่นรวม โดยนำดินที่อบแห้งแล้วไปใส่ไว้ในถาดน้ำให้ดินดูดน้ำจนอิ่มตัว ปริมาณช่องว่างในดินจะถูกแทนที่ด้วยน้ำ ความแตกต่างของน้ำหนักดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำกับน้ำหนักดินแห้งก็คือ ปริมาณช่องว่างในดินซึ่งมีปริมาตรเท่ากับปริมาตรของน้ำที่ดินดูดซึมไว้ได้ เช่น ตัวอย่างดิน 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร อบแห้งแล้วหนัก 140 กรัม เมื่อปล่อยให้ดูดน้ำจนอิ่มตัวแล้วหนัก 188 กรัม ปริมาณช่องว่างในดินนั้นจะเท่ากับ 188 –140 = 48 ลูกบาศก์เซนติเมตร หรือดิน
นั้นมีความพรุน 48 เปอร์เซ็นต์

แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 4
น้ำ อุณหภูมิ และอากาศในดิน

หัวข้อเนื้อหาประจำบท

บทที่ 4 น้ำ อุณหภูมิ และอากาศในดิน

4.1 น้ำในดิน

4.2 อุณหภูมิ

4.3 อากาศในดิน

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อศึกษาบทที่ 4 จบแล้ว นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายบทบาทและความสำคัญของน้ำ อุณหภูมิ และอากาศในดิน ต่อการเจริญเติบโตของพืชได้
2. อธิบายสถานะน้ำ อุณหภูมิ และอากาศในดินได้
3. อธิบายความสัมพันธ์ของน้ำ อากาศและอุณหภูมิในดิน กลไกการเคลื่อนที่ของน้ำการถ่ายเทอากาศ และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในดินได้
4. ปฏิบัติการทดลองคำนวณหาความชื้นในดิน วัดอุณหภูมิดินได้

วิธีสอนและกิจกรรมการเรียนการสอนประจำบท

1.วิธีสอน

1.1 การประเมินพื้นความรู้เดิมและประสบการณ์ในทางการเกษตร

1.2 การฟังบรรยาย

1.3 การค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองจากเอกสารสื่อออนไลน์

1.4 ปฏิบัติการทดลองในห้องปฏิบัติการและแปลงปลูกพืช

1.5 การศึกษาและวิเคราะห์ตัวอย่างดินจากของจริง

1.6 การศึกษาจากกรณีศึกษาของเกษตรกร

2. กิจกรรมการเรียนการสอน

2.1 อาจารย์บรรยายเนื้อหา

2.2 นักศึกษาปฏิบัติการทดลอง

2.3 อาจารย์นำนักศึกษาศึกษากรณีศึกษาของเกษตรกรรอบ ๆ มหาวิทยาลัยในวิธีการปฏิบัติเกี่ยวกับการให้น้ำพืช การใช้วัสดุคลุมดินเพื่อรักษาระดับอุณหภูมิดิน

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอน
2. ตัวอย่างดินจากแหล่งต่าง ๆ
3. แปลงปลูกพืชทดลอง ตัวอย่างสภาพที่ดินนอกห้องเรียน
4. สภาพการให้น้ำในไร่นาของเกษตรกร

การวัดและการประเมินผล

1. ประเมินความรู้หลังการเรียนเทียบกับความรู้เดิมของนักศึกษา
2. ประเมินจากการตั้งคำถาม ตอบคำถามและการอภิปรายในชั้นเรียน
3. ประเมินจากคำถามทบทวนประจำบทที่ 4
4. ประเมินจากผลงานการค้นคว้าของนักศึกษา
5. ประเมินจากผลการทดลองของนักศึกษา
6. ประเมินจากการเรียนรู้ในไร่นาของเกษตรกรนอกสถานที่

บทที่ 4
น้ำ อุณหภูมิและอากาศในดิน

ดินทำหน้าที่เป็นตัวกลางรองรับการแผ่กระจายของระบบรากพืช ช่องว่างในดินที่เหมาะสมในสัดส่วนร้อยละ 50 นั้น จะเป็นที่อยู่ของน้ำและอากาศในดิน สภาพทางกายภาพของดินจะเป็นตัวกำหนดระดับของอุณหภูมิในดิน เนื่องจากดินเป็นตัวรองรับความร้อนที่ส่องตรงมาจากดวงอาทิตย์ ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ของพืชทั้ง 13 ธาตุที่อยู่ในดิน พืชจะนำไปใช้ประโยชน์ได้จะต้องอยู่ในรูปของไอออน ซึ่งน้ำจะเป็นตัวทำละลายที่ดีสามารถละลายธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ดินในแต่ละประเภทต่างพื้นที่กัน มีเนื้อดินต่างกัน การจัดการดินต่างกัน ส่งผลต่อระดับอุณหภูมิดินสถานะของน้ำและอากาศในดินย่อมแตกต่างกันไปด้วย สถานะของอุณหภูมิ น้ำและอากาศในดินจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ความแตกต่างของปริมาณน้ำในดินและความชื้นในอากาศเป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดระบบนิเวศและการเกษตรของแต่ละพื้นที่ เกษตรกรอาจดัดแปลงและจัดการน้ำและอากาศในดินได้ โดยการปรับปรุงโครงสร้างของดินและศักยภาพในการเก็บกักน้ำของดิน การเพิ่มความสามารถในการเคลื่อนย้ายของน้ำในดินและการลดการระเหยของน้ำ เช่น การใส่อินทรียวัตถุปรับปรุงดิน การคลุมดิน และการไถพรวน เป็นต้น

4.1 น้ำในดิน

น้ำหรือความชื้นในดิน หมายถึงน้ำที่อยู่ในช่องว่างของดิน ดินทุกชนิดจะมีน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่เสมอ จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและลักษณะทางกายภาพของดิน น้ำในดินจะมีองค์ประกอบทางเคมีต่างๆ กันไปตามสภาพแวดล้อมและองค์ประกอบทางเคมีของดิน ปริมาณน้ำในดินในขณะใดขณะหนึ่ง คือ มวลสารซึ่งหายไปเมื่อนำดินมาอบที่อุณหภูมิ 100 – 110 องศาเซลเซียส นาน 24 – 48 ชั่วโมง หรือจนน้ำหนักของดินคงที่ (ธวัชชัย ณ นคร, 2550, หน้า 186) ในด้านของการเกษตร สถานะของน้ำในดินไม่คงที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา มีความสัมพันธ์กับพืช ระยะการเจริญเติบโตของพืช สมบัติของดินรวมทั้งการจัดการระบบการให้น้ำของเกษตรกร

4.1.1 ความสำคัญของน้ำในดิน

น้ำในดินมีความสำคัญต่อพืช พืชนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง ช่วยละลายธาตุอาหารในดินเพื่อให้พืชดูดเอาไปใช้ได้ ช่วยในการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารจากดินเข้าสู่รากและระบบลำเลียงไปยังส่วนต่างๆ ของพืช ช่วยป้องกันการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างกะทันหัน ให้เปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ ทำให้ไม่เป็นอันตรายต่อพืช นอกจากนี้น้ำในดินยังช่วยลดปฏิกิริยาความเป็นกรด และความ

เค็มของดินได้อีกด้วย ในด้านความสำคัญของน้ำในดินต่อการเจริญเติบโตของพืช อาจกล่าวได้โดยสรุปดังนี้

1. น้ำช่วยให้เมล็ดพืชงอก ทำให้เปลือกหุ้มเมล็ดอ่อนตัวสามารถดูดน้ำได้

2. น้ำเป็นองค์ประกอบในโปรโตพลาสซึม ทำให้โปรโตพลาสซึมเจือจาง จึงสามารถเคลื่อนย้ายสารอาหาร ทำให้เอนไซม์ทำงานช้าลง น้ำเป็นองค์ประกอบของเซลล์ และผนังเซลล์ จึงช่วยรักษาความเต่งของพืช

3. น้ำช่วยในการลดอุณหภูมิในดินอันเนื่องมาจากแสงจากดวงอาทิตย์ ทำให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของรากพืช

4. น้ำช่วยทำให้จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดินสามารถเจริญเติบโตและสามารถทำงานได้

5. น้ำช่วยละลายธาตุอาหารในดินให้อยู่ในรูปสารละลายที่พืชสามารถจะนำไปใช้ประโยชน์ได้

6. น้ำช่วยลดความรุนแรงอันเนื่องมาจากปฏิกิริยาดิน เช่น ความเป็นกรดด่าง และความเค็มของดิน

4.1.2 ประเภทของน้ำในดิน

น้ำในดินสามารถเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งได้ด้วยแรงดึงดูดของโลก แรงระหว่างไอออนในสารละลาย และแรงระหว่างโมเลกุลของน้ำ การดำรงอยู่ของน้ำหรือสถานะของความชื้นในดินอาจปรากฏในลักษณะต่างๆ คือ

1. น้ำซับ (capillary water) เป็นน้ำที่อยู่ในช่องว่างขนาดเล็กของดิน อนุภาคดินดูดซับไว้ได้และแรงดึงดูดของโลกไม่สามารถดึงดูดให้ซึมลึกลงไปใต้ดินได้และเป็นน้ำซึ่งรากพืชสามารถนำมาใช้ได้

2. น้ำซึม (gravitational water) เป็นน้ำที่อยู่ในช่องว่างขนาดใหญ่ของดิน มีแรงดูดยึดจากอนุภาคของดินน้อยกว่าแรงดึงดูดของโลก จึงซึมลงสู่ดินเบื้องล่างได้ ดินที่มีน้ำชนิดนี้อยู่เต็มที่เรียกสภาพนั้นว่า ดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ พืชจะใช้ประโยชน์จากน้ำประเภทนี้ได้น้อย หรือในกรณีที่มีน้ำประเภทนี้อยู่ในดินนานๆ พืชอาจจะตายได้เนื่องจากขาดอากาศหายใจ

3. น้ำเยื่อ (hygroscopic water) เป็นน้ำที่อยู่รอบอนุภาคดินในสภาพเป็นเยื่อบางๆ ประมาณ 2 - 3 ชั้นของโมเลกุลของน้ำ น้ำชนิดนี้อยู่ภายใต้แรงดูดยึดโดยอนุภาคดินสูงมาก พืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ดินที่ผึ่งให้แห้งในที่ร่ม จะเหลือความชื้นเป็นน้ำในสภาพนี้ ซึ่งถ้านำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 100 -105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 ชั่วโมง จะสามารถไล่น้ำนี้ออกไปจากดินได้

4. น้ำในผลึก (chemically combined water)เป็นน้ำที่อยู่ในรูปของผลึก ซึ่งเป็นองค์ประกอบทางเคมีของของแข็งบางส่วนที่เป็นส่วนประกอบของดิน น้ำชนิดนี้ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช

4.1.3 สภาพของความชื้นในดิน

น้ำในดินอาจมีที่มาจาก น้ำฝน น้ำค้าง น้ำใต้ดินและน้ำชลประทาน เป็นต้น น้ำที่ได้มาเหล่านี้บางส่วนดินจะดูดซับไว้ในช่องว่างของดิน บางส่วนก็ไหลบ่าไปตามผิวหน้าดิน บางส่วนระเหยขึ้นไปจากดิน และบางส่วนก็ไหลซึมลึกลงไปในดินเกินกว่าที่รากพืชจะนำมาใช้ได้ น้ำส่วนที่ดินดูดซับไว้ได้เรียกว่าน้ำซับ ส่วนที่ซึมลึกลงไปในดินหรือส่วนที่ดินไม่สามารถดูดซับไว้ได้เรียกว่า น้ำซึม น้ำประเภทหลังนี้ คือ น้ำที่อยู่ในช่องว่างในดินขนาดใหญ่ ซึ่งจะไหลซึมลึกลงไปใต้ดินตามแรงดึงดูดของโลก ส่วนน้ำซับ นั้นเป็นน้ำที่อยู่ในช่องว่างในดินขนาดเล็ก ซึ่งแรงดึงดูดของโลกไม่สามารถดึงดูดให้ซึมลึกลงไปใต้ดินได้และเป็นน้ำซึ่งรากพืชสามารถนำมาใช้ได้ ในช่องว่างของดินจะมีน้ำและอากาศเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ถ้าช่องว่างของดินมีปริมาณน้ำมากหรือมีน้ำขังตลอดเวลา ย่อมแสดงว่าไม่มีอากาศอยู่ในช่องว่าง ความแตกต่างของน้ำที่มีอยู่ในดินสามารถบ่งบอกสภาพความชื้นในดิน ซึ่งแบ่งออกได้ ดังนี้

1. ความชื้นอิ่มน้ำหรือจุดความชื้นเมื่อดินอิ่มน้ำ (saturated soil) เป็นชั้นของน้ำในดินที่เกิดขึ้นเมื่อปริมาณช่องว่างระหว่างเม็ดดินทั้งหมดถูกแทนที่ด้วยน้ำอาจจะมีอากาศอยู่บ้างในช่องว่างขนาดเล็ก แต่ก็เป็นปริมาณน้อยมาก สภาพจุดความชื้นเมื่อดินอิ่มน้ำอาจพบได้ในสภาพดินมีน้ำท่วมขังหลังการให้น้ำพืชใหม่ๆ หรือหลังจากฝนตกหนักใหม่ๆ อย่างไรก็ตามหากดินมีความสามารถระบายน้ำได้ดีแล้ว ปริมาณน้ำที่อยู่ในช่องว่างขนาดใหญ่ก็จะเคลื่อนที่ลงไปชั้นล่าง ๆ ของชั้นดิน เนื่องจากแรงดึงดูดของโลกภายในเวลาไม่นานนัก

2. ความชื้นที่ความจุความชื้นสนาม (field capacity : FC) หมายถึง ระดับความชื้นของดินระดับหนึ่งที่เหลือในดินภายหลังจากที่น้ำเคลื่อนออกไปจากช่องว่างขนาดใหญ่หมดแล้วตามแรงดึงดูดของโลก หรืออีกนัยหนึ่ง คือปริมาณน้ำสูงสุดที่ดินสามารถอุ้มไว้ได้ ในสภาพเช่นนี้ช่องว่างขนาดเล็กจะมีน้ำอยู่เต็มและมีอากาศอยู่เต็มในช่องว่างขนาดใหญ่ โดยทั่วไปแล้วดินที่มีการระบายน้ำดี ปริมาณความชื้นหลังจากที่มีฝนตกหนักหรือหยุดให้น้ำแล้ว 2 - 3 วัน เป็นความชื้นที่ความจุความชื้นสนาม ซึ่งถือว่าเป็นความชื้นในดินที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืชนี้มักจะวัดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักของดินแห้ง ร้อยละโดยปริมาตรหรือเป็นความลึกของน้ำต่อความลึกของดิน เช่น ดินร่วน มีความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้ 1.5 มิลลิเมตรต่อความลึกของดิน 1 เซนติเมตร เป็นต้น ซึ่งถ้าปลูกพืชมีรากลึก 1 เมตร ดินจะสามารถอุ้มน้ำไว้ให้พืชใช้ได้ทั้งหมดเท่ากับ 150 มิลลิเมตร นั่นคือ จำนวนน้ำหรือความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืช 150 มิลลิเมตรต่อเนื้อดินที่ปลูกพืชสูง 1 เมตร (ดิเรก ทองอร่าม, 2543)

ในการปลูกพืชในเขตชลประทานจะใช้ความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดปริมาณและความถี่ในการให้น้ำ ส่วนในกรณีที่ปลูกพืชนอกเขตชลประทานหรือที่เรียกว่าการเกษตรในเขตน้ำฝน จะใช้ความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์เป็นปัจจัยสำคัญกำหนดว่าพืชจะทนภาวะฝนทิ้งช่วงได้นานเท่าใด

3. ความชื้นที่จุดเหี่ยวเฉาถาวร (permanent wilting point) เป็นความชื้นในดินที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช กล่าวคือ เมื่อพืชใช้น้ำในดินที่มีอยู่ที่ระดับความจุความชื้นสนาม และน้ำมีการสูญเสียออกไปจากดินโดยการระเหยไปในอากาศ แรงดูดยึดน้ำของอนุภาคดินจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ

จนในที่สุดมีปริมาณน้ำในช่องว่างเล็กน้อย แรงดูดยึดน้ำของอนุภาคดินสูงจนรากไม่สามารถนำไปใช้ได้ และพืชจะขาดน้ำจนแสดงอาการเหี่ยวเฉาอย่างถาวร จึงเรียกความชื้นในดินที่ระดับนี้ว่าความชื้นที่จุดเหี่ยวเฉาถาวร

4.1.4 การเก็บกักน้ำในดิน

การเก็บกักน้ำในดินหรืออีกนัยหนึ่ง คือ ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน หากจะทำความเข้าใจโดยง่ายอาจเปรียบเทียบกับโอ่งน้ำขนาดใหญ่และขนาดเล็ก ขนาดของโอ่งเปรียบได้กับความลึกของชั้นดิน ดินที่ลึกเปรียบได้กับโอ่งน้ำขนาดใหญ่ที่สามารถเก็บกักน้ำได้มาก ตรงกันข้ามกับดินที่ตื้นเปรียบได้กับโอ่งน้ำขนาดเล็กที่เก็บกักน้ำได้น้อย นอกจากนี้หากโอ่งมีรูรั่ว เปรียบได้กับความหยาบความละเอียดของเนื้อดิน โอ่งที่มีรูรั่วขนาดใหญ่เปรียบได้กับดินที่มีเนื้อหยาบ เช่น ดินทราย ซึ่งมีช่องว่างในดินมาก ในทางตรงกันข้ามโอ่งที่มีรูรั่วขนาดเล็กเปรียบได้กับดินที่มีเนื้อละเอียด เช่น ดินร่วนหรือดินเหนียว รูรั่วดังกล่าว คือ ความหนาแน่นและความพรุนของดิน อันเกี่ยวข้องกับแรงดูดยึดน้ำของดิน ภายหลังจากที่ฝนตกลงมาหรือหลังจากเกษตรกรมีการให้น้ำกับพืช น้ำส่วนหนึ่งระบายออกไปจากดินแล้ว ดินนั้นยังเป็นดินชื้นอยู่ต่อไปอีกระยะหนึ่ง การที่น้ำบางส่วนยังคงสามารถอยู่ในช่องว่างของดินโดยไม่ระบายออกไปจนหมด แสดงว่าดินมีแรงดูดยึดต่อน้ำจำนวนนั้น ในสภาพธรรมชาติ น้ำในดินจะเกาะยึดอยู่กับดินได้ด้วยแรง 2 ชนิด คือ

1. Adhesive force เป็นแรงเกาะยึดระหว่างอนุภาคดินกับโมเลกุลของน้ำ
2. Cohesive force เป็นแรงเกาะยึดระหว่างโมเลกุลของน้ำกับน้ำ

การดูดยึดน้ำของดินมีปัจจัยที่เข้ามาเกี่ยวข้อง ได้แก่

1. เนื้อดิน ดินที่มีเนื้อละเอียด จะมีความสามารถในการดูดยึดน้ำมากกว่าดินที่มีเนื้อหยาบ เพราะมีพื้นที่ผิวภายนอกมากกว่า จึงมีพื้นที่ให้น้ำเกาะยึดได้มากและดินที่มีเนื้อละเอียดมักจะมีช่องว่างขนาดเล็กจำนวนมาก

2. **โครงสร้างของดิน** การที่เม็ดดินเกาะเรียงตัวขึ้นเป็นโครงสร้างนั้น จะทำให้เกิดช่องว่างในดิน 2 ลักษณะ คือ

2.1 Micropore เป็นช่องว่างขนาดเล็ก ซึ่งตามปกติจะเป็นที่อยู่ของน้ำในดิน

2.2 Macropore เป็นช่องว่างขนาดใหญ่ มักจะเป็นที่อยู่ของอากาศในดิน เมื่อดินเรียงตัวเป็นโครงสร้างขึ้น ถ้าหากมีช่องว่างขนาดเล็กจำนวนมาก ก็จะสามารถดูดจับน้ำได้มาก

3. ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน อินทรียวัตถุสามารถดูดยึดน้ำไว้ได้ 6 เท่าของน้ำหนักตัวมันเอง ดังนั้นดินที่มีอินทรียวัตถุมากจึงสามารถดูดจับน้ำได้ดีกว่าดินที่มีอินทรียวัตถุน้อย นอกจากนั้นอินทรียวัตถุยังมีผลทางอ้อม เช่น ในดินที่มีเนื้อละเอียดจะช่วยเพิ่มปริมาณช่องว่างในดินให้มากขึ้น และในดินเนื้อหยาบ การเพิ่มอินทรียวัตถุลงไปจะทำให้ขนาดของช่องว่างเล็กลง ทำให้สามารถดูดน้ำได้เพิ่มขึ้นด้วย

4.1.5 การเคลื่อนที่ของน้ำในดิน

การเรียงตัวของอนุภาคดิน ทำให้เกิดช่องว่างที่มีขนาดและรูปร่างต่างๆ ขึ้นในดินเมื่อฝนตกน้ำจะแทรกเข้าไปอยู่ในช่องว่างเหล่านี้และการติดอยู่กับอนุภาคดินด้วยแรงเกาะยึดระหว่างอนุภาคดินกับโมเลกุลของน้ำและแรงเกาะยึดระหว่างโมเลกุลของน้ำกับน้ำ ถ้าหากนำน้ำเข้าไปแทนที่อากาศจนเต็มทุกช่องว่าง ดินนั้นอยู่ตัวด้วยน้ำและน้ำที่อยู่ในช่องว่างทั้งหมดนั้นจะเป็นปริมาตรสูงสุดที่ดินเก็บกักเอาไว้ได้ ดินแต่ละชนิดจะมีความอิ่มตัวด้วยน้ำต่างกัน เช่น ดินเหนียวจะดูดซับน้ำไว้ได้มากกว่าดินทราย เนื่องจากน้ำที่ขังอยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดดินจะถูกแรงดึงดูดของโลกกระทำอยู่ตลอดเวลา ในช่องว่างขนาดใหญ่แรงเกาะยึดระหว่างอนุภาคดินกับโมเลกุลของน้ำจะน้อยกว่าในช่องว่างขนาดเล็ก ดังนั้นเมื่อผลรวมของแรงเกาะยึดระหว่างอนุภาคดินกับโมเลกุลของน้ำและแรงเกาะยึดระหว่างโมเลกุลของน้ำกับน้ำน้อยกว่าแรงดึงดูดของโลกน้ำก็จะถูกแรงดึงดูดของโลกดึงให้ไหลลงสู่ที่ต่ำกว่า น้ำที่ไหลลงไปในดินด้วยสาเหตุนี้เรียกว่าน้ำอิสระ (free water หรือ gravitational water) ภายหลังฝนตกหนักใหม่ๆ หรือหลังจากการให้น้ำแก่พืชอย่างเต็มที่แล้ว น้ำที่อยู่ในช่องว่างขนาดใหญ่กว่าจะระบายออกภายในเวลา 2-3 วัน ในดินที่มีการระบายน้ำได้ น้ำอิสระจะถูกระบายออกก่อนที่จะเป็นอันตรายต่อพืช และจะมีอากาศเข้าไปแทนที่ในส่วนช่องว่างขนาดเล็ก น้ำที่ไม่ถูกระบายออกด้วยแรงดึงดูดของโลกอาจจะมีการเคลื่อนที่อยู่ตามช่องว่างขนาดเล็กด้วยแรงดูดซับ (capillary force) เรียกน้ำนี้ว่าน้ำดูดซับหรือน้ำดูดซึม (capillary water) ซึ่งจะมีการเคลื่อนที่ช้ามากและจะเคลื่อนที่ไปสู่จุดที่แรงดึงความชื้นมากที่สุดเสมอ

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเคลื่อนที่ของน้ำในดิน

1. ขนาดและความต่อเนื่องของช่องว่างระหว่างเม็ดดิน น้ำอิสระจะไหลในช่องว่างที่มีขนาดใหญ่ได้เร็วกว่าในช่องว่างขนาดเล็ก

2. ชั้นดินที่ไม่ยอมให้น้ำซึมผ่านได้ เช่น ดินดานจะทำให้การไหลของน้ำอิสระช้าลง หรือชะงัก หรือชั้นดินเหนียวที่อยู่ในชั้นของดินทรายจะทำให้การไหลของน้ำชะงักไม่ต่อเนื่อง

3. รอยต่อระหว่างชั้นดินจะทำให้การเคลื่อนที่ของน้ำหยุดชั่วระยะเวลาหนึ่ง ทั้งนี้เพราะช่องว่างระหว่างดินทั้งสองชนิดมีขนาดแตกต่างกัน ทำให้เกิดความไม่ต่อเนื่องในการไหล

4. ความหนาของน้ำที่เกาะอยู่รอบๆ เม็ดดิน ถ้ามีน้ำมาเกาะมากหรือมีความหนามาก น้ำก็จะเคลื่อนที่จากเม็ดดินที่มีน้ำเกาะหนาไปสู่เม็ดดินที่มีน้ำเกาะอยู่น้อยกว่า ซึ่งเป็นไปตามหลักการเคลื่อนที่จากที่มีปริมาณมากไปยังที่มีปริมาณน้อยกว่า

5. ความร้อนในดินทำให้น้ำกลายเป็นไอแพร่กระจายออกไปและเมื่อกระทบกับความเย็นมันจะกลั่นตัวเป็นน้ำกลับสู่ดินหรือไหลออกสู่บรรยากาศในรูปของไอน้ำ ขณะที่น้ำระเหยออกไป ดินชั้นบนจะแห้งและก่อให้เกิดแรงดึงความชื้นขึ้น น้ำซับที่อยู่ต่ำกว่า ซึ่งมีความชื้นมากกว่าก็จะไหลมาแทนที่

4.1.6 การสูญเสียน้ำไปจากดิน

น้ำที่ดินเก็บกักไว้จะเกิดการสูญเสียออกไปจากดินได้ ด้วยวิธีการเหล่านี้

1. การระเหยน้ำจากดิน (evaporation from soil) ปริมาณของน้ำที่ระเหยไปจาก

ดิน เป็นสัดส่วนที่ไม่น้อยกว่าปริมาณทั้งหมดของน้ำที่ผิวดินได้รับ การระเหยน้ำจากดินมีแนวโน้มที่จะมากขึ้น เมื่ออากาศแห้ง อุณหภูมิสูงหรือมีลมแรง ดินที่แห้งและแตกระแหง มีช่องว่างขนาดใหญ่ ทำให้ไอน้ำสามารถผ่านออกมาได้ง่าย ทำให้ความชื้นสามารถระเหยจากดินได้ การใช้วัสดุคลุมดินที่เป็นวัสดุทึบแสง เช่น ฟางหรือเศษพืช ช่วยทำให้ความร้อนจากแสงอาทิตย์มากระทบกับดินน้อยลง ทำให้อุณหภูมิของผิวดินไม่สูงเกินไปในเวลากลางวันและไม่ต่ำเกินไปในเวลากลางคืน ยังส่งผลให้การระเหยของน้ำจากดินน้อยลงด้วย ตรงกันข้ามถ้าเราคลุมดินด้วยวัสดุโปร่งแสง เช่น กระจกหรือพลาสติกใสย่อมเกิดสภาวะเรือนกระจกทำให้การระเหยของน้ำจากดินเร็วขึ้น

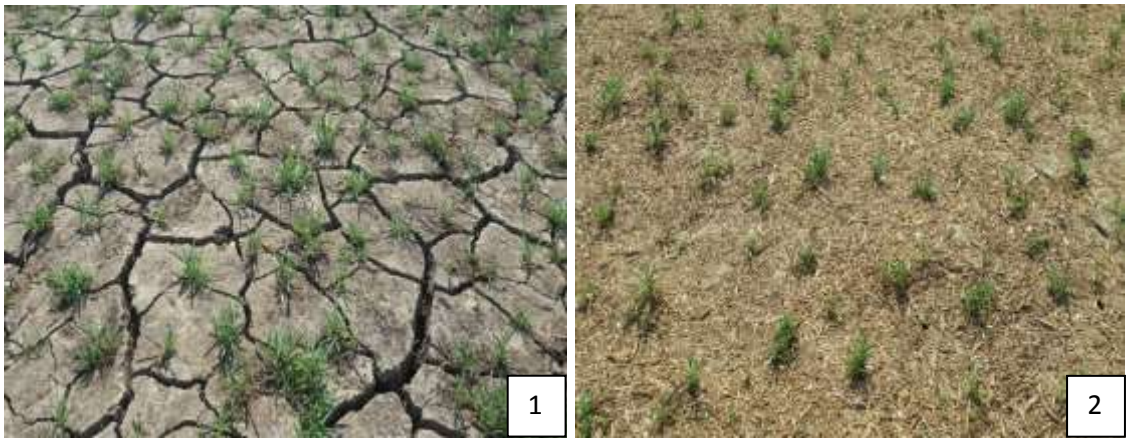
2. การระเหยน้ำจากพืช (transpiration by plants) ปกติพืชชั้นสูงทุกชนิดจะต้องมีการคายน้ำออกมาในรูปของไอน้ำเพื่อรักษาอุณหภูมิภายในลำต้นให้คงที่อยู่เสมอดังนั้นการคายน้ำของพืชเป็นการสูญเสียน้ำออกไปจากดินอีกวิธีหนึ่ง

3. การซาบซึมลงลึก (deep percolation) เมื่อน้ำในดินซาบซึมพ้นบริเวณรากพืชลงไปโอกาสที่พืชจะนำน้ำเอาไปใช้ประโยชน์มีน้อยลงและน้ำที่ซาบซึมลงไปในดินอาจนำพาเอาธาตุอาหารของพืชไปด้วย เราอาจจะใช้วิธีพ่นน้ำให้เป็นฝอยให้ตกลงบนผิวดินทุกส่วนเท่าๆ กัน หรือดัดแปลงให้ผิวดินหรือร่องส่งน้ำลาดเทมากขึ้นจะทำให้น้ำเคลื่อนที่ถึงปลายน้ำได้เร็วขึ้นหรือมีการปรับปรุงผิวดินไม่ให้มีแอ่งมาก ความลาดเทไม่ให้สูงโดยปรับผิวดินเป็นแบบขั้นบันไดแคบ

ภาพที่ 4.1 การใช้วัสดุคลุมดินด้วยฟางและหลังคาตาข่ายพรางแสงช่วยลดการระเหยน้ำออกไปจากดิน

ที่มา: ถ่ายจากแปลงเกษตรกรตำบลโพรงมะเดื่อ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม

ภาพที่ 4.2 การใช้โรงเรือนปลูกผักกางมุ้งช่วยลดการระเหยน้ำออกไปจากดิน
ที่มา: ถ่ายจากแปลงเกษตรกร อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี



ภาพที่ 4.3 การระเหยน้ำออกจากดิน (1) ดินที่แห้งและแตกระแหง มีช่องว่างขนาดใหญ่ ทำให้ความชื้นสามารถระเหยจากดินได้ (2) การใช้วัสดุคลุมดินลดการระเหยน้ำออกจากดินได้
ที่มา : ถ่ายจากแปลงเกษตรกรตำบลโพรงมะเดื่อ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม

4.1.7 การดูดใช้น้ำของพืช

น้ำที่เป็นประโยชน์กับพืช พืชสามารถดูดไปใช้เพื่อการเจริญเติบโตของพืชได้ มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการดูดและลำเลียงน้ำมีอยู่หลายประการได้แก่

1. ปริมาณน้ำในดิน เมื่อน้ำในดินมีปริมาณมากพอ อัตราการดูดน้ำของรากจะมีมากตามไปด้วยแต่ถ้ามีปริมาณน้ำในดินมากเกินไปจนเกิดการท่วมขังอยู่ที่โคนต้นพืชมากจนเกินไป อัตราการ

ดูดน้ำก็จะลดน้อยลง และช้าลงกว่าปกติ เนื่องจากสภาพน้ำท่วมขังรากทำให้ปริมาณก๊าซออกซิเจนที่เซลล์ของรากได้รับจะลดน้อยลงเพราะปริมาณก๊าซออกซิเจนในน้ำย่อมน้อยกว่าที่มีอยู่ในอากาศจึงเกิดผลกระทบทำให้กระบวนการเมแทบอลิซึมของเซลล์ที่รากเกิดขึ้นน้อยกว่าอัตราปกติมีผลทำให้รากขาดน้ำได้แม้ว่ารากแช่อยู่ในน้ำ

2. อุณหภูมิในดิน มีส่วนเกี่ยวข้องกับการลำเลียงน้ำ อุณหภูมิในดินต้องไม่สูงหรือต่ำเกินไป รากจึงจะดูดน้ำได้ดีและรวดเร็วในกรณีที่อุณหภูมิสูงเกินไปหรือต่ำมากๆ รากพืชจะไม่สามารถดูดน้ำได้ ทำให้รากขาดน้ำ

3. สารละลายในดิน ถ้ามีความเข้มข้นสูงมากไปทำให้พืชต้องสูญเสียน้ำให้กับดินน้ำจากใบและรากจึงแพร่ออกสู่ดินจนทำให้พืชสูญเสียน้ำไปมากจนอาจทำให้พืชถึงตายได้

4. อากาศในดิน และการถ่ายเทอากาศในดินมีความสำคัญต่อการดูดน้ำ เพราะรากต้องการออกซิเจนไปใช้ในกระบวนการเมแทบอลิซึม ถ้าดินอัดตัวกันแน่นเกินไปจนไม่มีช่องว่างของอากาศหรือมีน้ำขังอยู่ อากาศในดินจะน้อยลง ทำให้รากขาดก๊าซออกซิเจนส่งผลให้การดูดน้ำของพืชน้อยลงด้วย

4.1.8 ความต้องการน้ำของพืช

การที่พืชจะต้องใช้น้ำมากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ได้แก่

1. อัตราการคายน้ำของพืช ถ้าพืชมีอัตราการคายน้ำสูงก็มีความต้องการน้ำขึ้นไปทดแทนมาก อัตราการคายน้ำของพืชนั้นขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ แรงลมและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ เป็นต้น

2. พันธุ์พืช พืชแต่ละชนิดมีความต้องการใช้น้ำแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับลักษณะโครงสร้าง เช่น พืชประเภทอวบน้ำ ย่อมต้องการใช้น้ำในปริมาณที่มากกว่าพืชที่เป็นไม้เนื้อแข็ง เป็นต้น

3. ระยะการเจริญเติบโตของพืช ตามปกติแล้วพืชมีความต้องการใช้น้ำมากที่สุดในช่วงอายุที่มีการเจริญเติบโตแตกกิ่งก้านสาขามากที่สุดและจะลดลงในช่วงใกล้ระยะสุกแก่

4. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ปกติพืชชนิดเดียวกันแต่ปลูกในพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่างกัน จะมีความต้องการใช้น้ำต่างกัน เพราะพืชที่ปลูกในพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์นั้น ย่อมมีการเจริญเติบโตมากกว่า ซึ่งทำให้ความต้องการใช้น้ำมีมากกว่าด้วย

5. ความหนาแน่นของพืชต่อหน่วยพื้นที่ปลูกหากในพื้นที่แปลงปลูกมีความหนาแน่นของจำนวนต้นมากย่อมมีความต้องการใช้น้ำมากตามไปด้วย

4.2 อุณหภูมิดิน

ดินทำหน้าที่เป็นตัวกลางรองรับการแผ่กระจายของระบบรากพืช อุณหภูมิดินจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชเนื่องจากอุณหภูมิมีผลต่อปฏิกิริยาทางเคมี

กายภาพและกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตในดิน อุณหภูมิดินจึงมีความสำคัญ ดังนี้

1. มีผลต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน อุณหภูมิที่สูงหรือต่ำเกินไปมีผลกระทบต่อขบวนการต่างๆ ในดิน เช่น อัตราการสลายตัวของอินทรียวัตถุ การเปลี่ยนแปลงของไนโตรเจนจากรูปสารประกอบอินทรีย์เป็นอนินทรีย์เพิ่มขึ้นตามระดับอุณหภูมิและความสามารถของแบคทีเรียในการตรึงไนโตรเจน เป็นต้น

2. มีผลต่อการงอกของเมล็ดพืช การงอกของเมล็ดพืชทุกชนิดจะช้ากว่าปกติเมื่อปลูกในฤดูหนาว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคเหนือซึ่งมีผลให้ฤดูปลูกยาวนานขึ้น

3. มีผลต่อการเจริญและแพร่กระจายของรากพืช รวมทั้งขบวนการต่างๆ ในรากพืช เช่น การดูดน้ำ และธาตุอาหาร เป็นต้น

แหล่งความร้อนที่สำคัญที่เป็นตัวกำหนดอุณหภูมิดิน คือ แหล่งความร้อนที่มาจากดวงอาทิตย์ ดินในแต่ละพื้นที่จะมีอุณหภูมิแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความสามารถในการดูดซับ การสะท้อนและการแผ่รังสีความร้อนที่ต่างกัน ซึ่งมีปัจจัยที่เข้ามาเกี่ยวข้อง ได้แก่ สีของดิน ความลาดเทของพื้นที่และพืชที่ปกคลุมดิน เป็นต้น

ในอดีต อุณหภูมิดินอาจไม่เป็นปัญหาสำหรับการเกษตรของประเทศไทย แต่ปัจจุบันระบบการเกษตรได้เปลี่ยนแปลงไป เช่น มีการนำพืชเมืองหนาวหรือพืชกึ่งเมืองร้อนบางชนิดเข้ามาปลูก ซึ่งอาจยังไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับอุณหภูมิสูงของประเทศไทยได้ นอกจากนี้ปัจจุบันกำลังเผชิญกับปัญหาโลกร้อน การศึกษาเรื่องอุณหภูมิดินจึงควรได้รับความสนใจมากขึ้น เพื่อให้สามารถจัดการแก้ไขอุณหภูมิดินให้เหมาะสมกับความต้องการการเจริญเติบโตของพืช

4.2.1 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออุณหภูมิดิน

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออุณหภูมิดินจำแนกได้อย่างกว้างๆ 2 ประการ คือ ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมและปัจจัยที่เกี่ยวกับตัวดินเอง ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม ได้แก่ เขตภูมิอากาศ ฤดูกาล ระดับความสูงจากน้ำทะเล ทิศทางของความลาดเอียงของพื้นที่และการคลุมดินของพืช เป็นต้น ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับลักษณะภายในของดิน ได้แก่ ความร้อนจำเพาะ (specific heat) ความนำความร้อน (thermal conductivity) ของดิน การดูดกลืน (heat absorption) การสะท้อน (reflection) การแผ่รังสีความร้อน (radiation) ของดิน และการระเหยน้ำจากผิวดิน เป็นต้น

สมชาย องค์ประเสริฐ (2550) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออุณหภูมิดินไว้ ดังนี้

1. เขตภูมิอากาศ ฤดูกาลและระดับความสูง

อุณหภูมิดินโดยเฉลี่ยในบริเวณต่าง ๆ ย่อมแตกต่างกันไปตามสภาพภูมิอากาศ ฤดูกาลและระดับความสูงของพื้นที่ อุณหภูมิดินในเขตร้อนที่ระดับน้ำทะเลในช่วงฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 25 – 30 องศาเซลเซียส ยกเว้นในเขตทะเลทรายซึ่งสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส ส่วนในฤดูหนาวอุณหภูมิดินแตกต่างกันตามระยะห่างจากเส้นศูนย์สูตร ที่เส้นศูนย์สูตรมีค่าประมาณ 25 องศาเซลเซียส และลดลงเป็นระหว่าง 15 ถึง 20 องศาเซลเซียส ที่ละติจูด 20 องศาเหนือและใต้ การที่อุณหภูมิดิน

โดยทั่วไปเปลี่ยนแปลงตามเขตภูมิอากาศและฤดูกาลเช่นนี้ก็เพราะปริมาณรังสี ความร้อนที่ได้รับจากดวงอาทิตย์แตกต่างกันไปตามบริเวณต่างๆของโลกในฤดูกาลต่างกันเมื่อระดับความสูงของพื้นที่จากระดับน้ำทะเลสูงขึ้นอุณหภูมิดินโดยเฉลี่ยก็ลดลงเช่นเดียวกับอุณหภูมิอากาศด้วยอัตรา 1 องศาเซลเซียสต่อระยะความสูง 100 เมตร

2. ทิศทางของความลาดเอียงของพื้นที่

ในซีกโลกเหนือ ดินบนพื้นที่ลาดเอียงที่หันหน้าไปทางทิศใต้หรือตะวันออกเฉียงใต้มีอุณหภูมิสูงขึ้นในตอนเช้าเร็วกว่าและมีอุณหภูมิโดยเฉลี่ยตลอดวันสูงกว่าดินบนพื้นที่ราบและที่ลาดเอียงที่หันหน้าไปทางทิศเหนือ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูหนาว ทั้งนี้เพราะแนวโคจรของดวงอาทิตย์ไม่ได้ตั้งฉากกับผิวโลกหากแต่เฉียงไปทางใต้ ดังนั้นพื้นที่ที่ลาดเอียงไปทางใต้จึงทำมุมใกล้เป็นมุมฉากกับแสงแดดและได้รับรังสีความร้อนมากกว่าพื้นที่ที่ลาดเอียงไปทางเหนือ พืชผักและไม้ผลที่ปลูกบนพื้นที่ที่ลาดเอียงไปทางทิศใต้จึงมักให้ผลผลิตเร็วกว่าที่ปลูกบนพื้นที่ที่ลาดเอียงไปทางทิศเหนือ

3. พืช

พืชที่ขึ้นอยู่บนดินช่วยป้องกันไม่ให้รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์หรือท้องฟ้าตกกระทบกับผิวดินโดยตรงนอกจากนี้พืชที่ขึ้นบนผิวดินมีผลให้บรรยากาศใกล้ผิวดินเปลี่ยนแปลงจากบรรยากาศที่อยู่เหนือขึ้นไปหลายประการ เช่น ทำให้ความเร็วลมลดลง ความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้น ทั้งความเร็วลมที่ลดลงและความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงขึ้นมีผลให้การถ่ายเทความร้อนระหว่างดินกับบรรยากาศลดลง ในตอนกลางวันดินซึ่งไม่มีพืชปกคลุมจะร้อนกว่าดินที่มีพืชปกคลุมเนื่องจากได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์โดยตรง เมื่อเวลากลางคืนดินที่ไม่มีพืชปกคลุมจะสูญเสียความร้อน การแผ่รังสีของคลื่นความร้อน สู่บรรยากาศได้เร็วกว่าดินที่มีพืชปกคลุมจึงมีอุณหภูมิต่ำกว่าดังนั้นดินที่มีพืชปกคลุมจึงมีความแตกต่างของอุณหภูมิในรอบวันน้อยกว่าดินที่ไม่มีพืชปกคลุม ปรากฏการณ์คล้ายกันนี้เกิดขึ้นระหว่างฤดูร้อนและฤดูหนาวด้วย กล่าวคือ ในฤดูร้อนดินที่มีพืชปกคลุมเย็นกว่าที่ไม่มีพืชปกคลุมและในทางกลับกันในฤดูหนาวดินที่มีพืชปกคลุมจะอุ่นกว่าดินที่ไม่มีพืชปกคลุม

4.วัสดุคลุมดิน

วัสดุคลุมดินมีผลต่ออุณหภูมิดินแตกต่างกันตามลักษณะของวัสดุ วัสดุคลุมดินสีขาวสะท้อนรังสีความร้อนได้มากกว่าผิวดินธรรมดาขณะที่วัสดุคลุมดินสีคล้ำดูดกลืนรังสีความร้อนมากกว่าผิวดินธรรมดาวัสดุคลุมดินที่มีความนำความร้อนต่ำ เช่น ฟางข้าวลดการถ่ายเทความร้อนจากบรรยากาศไปสู่ดินในตอนกลางวัน และลดการถ่ายเทความร้อนจากดินสู่บรรยากาศในตอนกลางคืน วัสดุใสที่ใช้คลุมดินยอมให้รังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ผ่านเข้าได้แต่ไม่ยอมให้รังสีคลื่นยาวผ่านกลับออกมา ฟางข้าวทำให้อุณหภูมิสูงสุดของดินลดลง ขณะเดียวกันทำให้อุณหภูมิต่ำสุดของดินเพิ่มขึ้น แต่อุณหภูมิสูงสุดที่ลดลงนั้นมากกว่าอุณหภูมิต่ำสุดที่เพิ่มขึ้น จึงทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของดินลดลง พลาสติกสีดำและพลาสติกใสทำให้อุณหภูมิดินเพิ่มขึ้น

5. ความร้อนจำเพาะของดิน

ความร้อนจำเพาะของสารใดๆ คือ ปริมาณความร้อนเป็นแคลอรีที่ต้องการเพื่อให้สารหนัก 1 กรัม มีอุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศาเซลเซียส ความร้อนจำเพาะของน้ำบริสุทธิ์เท่ากับ 1 ความร้อนจำเพาะขององค์ประกอบอื่นๆ ของดินมีค่าต่ำกว่าน้ำมาก โดยขุยอินทรีย์มีความร้อนจำเพาะประมาณครึ่งหนึ่งของน้ำ ส่วนแร่ต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ของดินมีความร้อนจำเพาะใกล้เคียงกันคือประมาณ 0.2 แคลอรี/กรัม/ องศาเซลเซียส เนื่องจากขุยอินทรีย์มีอยู่น้อยในดินทั่วไป ดังนั้นปริมาณขุยอินทรีย์จึงไม่มีความสำคัญต่อความร้อนจำเพาะของดิน ความร้อนจำเพาะของดินขึ้นอยู่กับระดับความชื้นของดินเป็นอย่างมาก ดินที่มีความชื้นสูงย่อมมีความร้อนจำเพาะสูงและต้องการปริมาณความร้อนเป็นจำนวนมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับดินที่มีความชื้นต่ำเมื่อทำให้อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงเท่ากัน

6. ความนำความร้อน

ความนำความร้อน (thermal conductivity) ของดิน ขึ้นอยู่กับประเภทของเนื้อดิน ระดับความชื้น และความหนาแน่นรวมของดิน เมื่อดินแห้ง ความนำความร้อนของดินเนื้อต่าง ๆ เรียงตามลำดับจากสูงไปต่ำมีดังนี้ ดินทราย ดินร่วน ดินเนื้อละเอียด นั่นคือดินเนื้อหยาบนำความร้อนได้ดีกว่าดินเนื้อละเอียด ที่เป็นเช่นนี้เพราะอนุภาคของดินเนื้อหยาบมีขนาดใหญ่กว่า มีพื้นที่สัมผัสระหว่างอนุภาคมากกว่า และมีสัดส่วนของของแข็งมากกว่าดินเนื้อละเอียด เมื่อดินแน่นทึบขึ้น พื้นที่สัมผัสระหว่างอนุภาคดินก็ย่อมมากขึ้น การถ่ายทอดความร้อนระหว่างอนุภาคดินดีขึ้นความนำความร้อนของดินจึงสูงขึ้นเมื่อความหนาแน่นรวมของดินสูงขึ้นระดับความชื้นของดินที่สูงขึ้น ทำให้ความนำความร้อนของดินสูงขึ้นเนื่องจากน้ำมีความนำความร้อนมากกว่าอากาศ ช่องว่างระหว่างอนุภาคดินที่มีน้ำบรรจุอยู่นำความร้อนได้ดีกว่าที่มีอากาศบรรจุอยู่

4.2.2 การแก้ไขอุณหภูมิดิน

การแก้ไขอุณหภูมิดินให้เหมาะสมกับความต้องการของพืชทำได้โดยการปรับสภาพแวดล้อมเหนือผิวดินและการจัดการทางการเขตกรรมในระบบการปลูกพืชให้เหมาะสม ดังนี้

1. การปลูกพืชคลุมดินและการคลุมดิน

โดยทั่วไปแล้วทั้งพืชคลุมดินและวัสดุคลุมดินทำให้อุณหภูมิดินลดลง ยกเว้นวัสดุคลุมดินบางชนิด เช่น พลาสติกใสและวัสดุคลุมดินสีดำซึ่งทำให้อุณหภูมิดินสูงขึ้น การใช้พลาสติกใสคลุมดินมีข้อเสียอย่างมากที่ป้องกันวัชพืชไม่ได้ และการปราบวัชพืชที่ขึ้นอยู่ภายใต้พลาสติกใสทำได้ยาก วัตถุประสงค์ของการคลุมดินด้วยวัสดุต่างๆ นั้นมีอีกหลายประการ นอกจากเพื่อแก้ไขอุณหภูมิดิน ในกรณีที่อุณหภูมิดินเหมาะสมกับพืชอยู่แล้วแต่ยังต้องการคลุมดินเพื่อลดการระเหยน้ำจากผิวดินโดยไม่ต้องการให้อุณหภูมิดินลดลงอันจะทำให้ผลผลิตของพืชลดลงนั้น อาจทำได้โดยการคลุมดินเป็นบางส่วนระหว่างแถวที่ปลูกพืช (ภาพที่ 4.4) การคลุมดินมีผลให้อุณหภูมิดินลดลงมากในระยะแรกของฤดูปลูกซึ่งพืชที่ปลูกยังโตไม่พอที่จะคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่แต่เมื่อพืชที่ปลูกโตพอคลุมดินเองแล้ว อุณหภูมิของดินที่ไม่มี

วัสดุคลุมก็ลดลงจนใกล้เคียงกับดินที่มีวัสดุคลุม นอกจากนี้การใช้ระบบการปลูกพืช การปลูกพืชแซมคลุมดินระหว่างแถวพืชหลักจะช่วยลดการระเหยน้ำออกไปจากดิน และช่วยรักษาระดับอุณหภูมิดินไม่ให้สูงเกินไป (ภาพที่ 4.6) หรือหากไม่มีการปลูกพืชแซมในระหว่างแถวปลูกพืชหลัก อาจกระทำได้โดยเว้นระยะระหว่างแถวให้แคบลงเพื่อช่วยลดการระเหยน้ำออกไปจากดินและช่วยรักษาระดับอุณหภูมิดินไม่ให้สูงเกินไป (ภาพที่ 4.7) นอกจากนี้การจัดการเศษเหลือในแปลงปลูกพืชเพื่อใช้เป็นวัสดุคลุมดินในไร่นาจะสามารถช่วยลดการระเหยน้ำออกไปจากดินและรักษาระดับอุณหภูมิดินให้เหมาะสมได้ (ภาพที่ 4.8 – ภาพที่ 4.11)

2. การให้น้ำชลประทานและการระบายน้ำ

โดยทั่วไปแล้วการให้น้ำชลประทานและการระบายน้ำกระทำเพื่อควบคุมความชื้นของดินแต่ก็มีผลกระทบต่ออุณหภูมิของดินด้วย (ภาพที่ 4.12) เนื่องจากน้ำมีความร้อนจำเพาะและความนำความร้อนสูงกว่าอากาศมากและยังมีการระเหยได้ตลอดเวลาอีกด้วย ดินเปียกจึงต้องการความร้อนจำนวนมากกว่าดินแห้งเพื่อทำให้อุณหภูมิดินสูงขึ้น นอกจากนี้ดินเปียกยังเสียความร้อนไปกับการระเหยของน้ำและถ่ายเทความร้อนไปสู่ดินชั้นล่างๆ ได้เร็วกว่า การให้น้ำชลประทานจึงทำให้อุณหภูมิดินลดลง ในทางตรงกันข้ามการระบายน้ำจากบริเวณที่ดินเปียกแฉะตลอดเวลาทำให้ดินแห้งขึ้นนั้นก็ทำให้อุณหภูมิของดินสูงขึ้นด้วยโดยเฉพาะอย่างยิ่งกับดินพรุ

3. การไถพรวนและการยกแปลง

การไถพรวนทำให้ดินโปร่งขึ้นความนำความร้อนของดินจึงลดลง นั่นคือการเคลื่อนที่ถ่ายเทความร้อนระหว่างชั้นดินเป็นไปได้ช้าลง ขณะเดียวกันการไถพรวนก็มีแนวโน้มทำให้ดินแห้งง่ายขึ้นความร้อนจำเพาะของดินจึงลดลง นอกจากนี้การไถพรวนยังทำให้ผิวหน้าดินขรุขระมากขึ้น ทำให้การสะท้อนรังสีความร้อนที่ดินได้รับในตอนกลางวันมีน้อยลงแต่ในตอนกลางคืนผิวดินที่ขรุขระทำให้มีพื้นที่ผิวสำหรับการแผ่รังสีความร้อนได้มากขึ้น โดยทั่วไปแล้วอุณหภูมิผิวดินที่ไถพรวนจึงร้อนกว่าที่ไม่ไถพรวนในตอนกลางวันแต่เย็นกว่าในตอนกลางคืน การยกแปลงเป็นรูปสามเหลี่ยมสูง 30 เซนติเมตร ทำให้อุณหภูมิดินที่ระดับ 10 เซนติเมตร จากผิวดินในแปลงสูงกว่าที่ระดับความลึกเดียวกันของดินพื้นเรียบธรรมดา 1.5 องศาเซลเซียส และสูงกว่าที่ในร่อง 3 องศาเซลเซียส ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิดินในแปลงกับพื้นที่เรียบนี้มีมากเมื่อความชื้นดินสูง แต่เมื่อดินแห้งขึ้นความแตกต่างนี้จะลดลงตามลำดับ (ภาพที่ 4.13)

ภาพที่ 4.4 การคลุมดินเป็นบางส่วนระหว่างแถวที่ปลูกพืช ด้วยพลาสติกป้องกันวัชพืชรอบโคนต้นพืชและป้องกันการระเหยน้ำและรักษาระดับอุณหภูมิดิน

ที่มา: ถ่ายจากแปลงเกษตรกรตำบลหนองปากโลง อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม

ภาพที่ 4.5 การคลุมดินเป็นบางส่วนระหว่างแถวที่ยกเป็นแปลงปลูกพืชแบบขั้นบันไดด้วยพลาสติก

ที่มา: ถ่ายจากแปลงเกษตรกรตำบลหนองลู อำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี

ภาพที่ 4.6 การปลูกพืชแซมคลุมดินระหว่างแถวพืชหลักช่วยลดการระเหยน้ำออกไปจากดินและ
ช่วยรักษาระดับอุณหภูมิดินไม่ให้สูงเกินไป
ที่มา: ถ่ายจากตำบลทุ่งขวาง อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

ภาพที่ 4.7 การปลูกพืชหลักโดยเว้นระยะระหว่างแถวให้แคบลงเนื่องจากไม่มีการปลูกพืชแซม
ระหว่างแถวเป็นการดัดแปลงเพื่อช่วยลดการระเหยน้ำออกไปจากดินและ
ช่วยรักษาระดับอุณหภูมิดินไม่ให้สูงเกินไป
ที่มา: ถ่ายจากตำบลทุ่งขวาง อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

ภาพที่ 4.8 การปลูกพืชหลักโดยปราศจากวัสดุคลุมดินในระยะแรกยังไม่มีร่มเงาจากทรงพุ่มพืช จะเกิดการระเหยน้ำออกไปจากดินและอุณหภูมิดินจะสูงขึ้น

ที่มา: ถ่ายจากตำบลทุ่งขวาง อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

ภาพที่ 4.9 ไร่อ้อยที่ไม่มีการเผาปล่อยให้เศษใบอ้อยเป็นวัสดุคลุมดิน ช่วยลดการระเหยน้ำออกไปจากดินและรักษาระดับอุณหภูมิภายในดิน

ที่มา: ถ่ายจากตำบลห้วยหมอนทอง อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

ภาพที่ 4.10 ไร่อ้อยที่มีการเผา ทำให้มีการระเหยน้ำออกไปจากดินมากและอุณหภูมิภายในดินจะสูง
ที่มา: ถ่ายจากตำบลพระแท่นดงรัง อำเภอพนมทวน จังหวัดกาญจนบุรี

ภาพที่ 4.11 ไร่อ้อยที่มีการเผาทำให้อ้อยตอที่แตกออกมาใหม่ไม่มีสิ่งปกคลุมดิน มีการระเหยน้ำ
ออกไปจากดินมากจำเป็นต้องให้น้ำถี่ขึ้น
ที่มา: ถ่ายจากตำบลพระแท่นดงรัง อำเภอพนมทวน จังหวัดกาญจนบุรี

ภาพที่ 4.12 การให้น้ำแบบปล่อยไปตามร่องปลูกช่วยลดอุณหภูมิดิน แต่เกิดการสูญเสียน้ำมาก
ที่มา: ถ่ายจากตำบลพระแท่นดงรัง อำเภอพนมทวน จังหวัดกาญจนบุรี

ภาพที่ 4.13 การยกแปลงปลูกให้สูงขึ้นควบคู่กับการคลุมด้วยฟางช่วยรักษาอุณหภูมิดิน
ที่มา: ถ่ายจากตำบลช่องสาลิกา อำเภอพัฒนานิคม จังหวัดลพบุรี

4.3 อากาศในดิน

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่า ในดินมีช่องว่างที่เป็นที่อยู่ของน้ำและอากาศในดินและจะมีสัดส่วนการแทนที่ที่ผกผันกัน กล่าวคือ ถ้าช่องว่างมีน้ำอยู่เต็มจะมีที่อยู่ของอากาศน้อยลง ในขณะเดียวกันถ้าช่องว่างมีอากาศอยู่เต็มจะมีที่อยู่ของน้ำน้อยลง อากาศในดินที่สำคัญคือก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์

การถ่ายเทอากาศในดิน (soil aeration) หมายถึงการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างชั้นบรรยากาศกับภายในชั้นหน้าตัดดิน เพราะปริมาณก๊าซทั้งสองในสภาพดินปกติ จะเป็นตัวกำหนดทิศทาง และอัตราการเกิดกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตในดิน ซึ่งได้แก่ จุลินทรีย์ดินและรากพืช ซึ่งมีการหายใจโดยใช้ก๊าซออกซิเจนในชั้นหน้าตัดดิน เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ และมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ถ้าสภาพทางกายภาพของดินไม่เหมาะสม เช่น ดินมีความแน่นทึบหรือมีสภาพน้ำท่วมขังจะทำให้ดินเกิดสภาพการถ่ายเทอากาศไม่ดี การแลกเปลี่ยนก๊าซเกิดขึ้นได้น้อย ทำให้ปริมาณของออกซิเจนภายในชั้นหน้าตัดดินลดลงและปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มมากขึ้น ผลที่ตามมาคือกิจกรรมของรากพืชและจุลินทรีย์ดินหยุดชะงักหรือกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินจะเปลี่ยนแปลงเป็นการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน ผลกระทบถ้าก๊าซออกซิเจนลดลง รากพืชจะหายใจต่ำลงได้รับพลังงานน้อยลง ไม่สามารถผลักธาตุที่รากไม่ต้องการออกไปได้ เช่น ไม่สามารถผลักธาตุเหล็กและแมงกานีสที่เป็นพิษต่อพืชออกไปได้ ถ้าออกซิเจนลดลงรุนแรงยิ่งขึ้นไปอีกนอกจากพืช และจุลินทรีย์จะไม่มีกิจกกรมแล้ว ยังเกิดการรีดิวส์คาร์บอนไดออกไซด์เป็นมีเธน ทำให้เกิดสภาพเรือนกระจก (Kramer and Boyer, 1995, pp.157-158)

4.3.1 การแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างดินกับบรรยากาศ

การแลกเปลี่ยน**ก๊าซ**ระหว่างดินกับบรรยากาศเกิดได้ 2 ขบวนการ คือ การไหลของมวลอากาศและการแพร่ของ**ก๊าซ**

1. การไหลของมวลอากาศ

การไหลของมวลอากาศเข้าหรือออกระหว่างดินกับบรรยากาศเกิดขึ้นกับอากาศที่อยู่ใกล้ผิวดินซึ่งเป็นสาเหตุให้อากาศในดินใกล้ผิวดินไม่แตกต่างจากบรรยากาศมากนัก นอกจากนี้การไหลของมวลอากาศยังเกิดขึ้นระหว่างดินที่ระดับความลึกต่างๆ ด้วย สาเหตุที่ทำให้มีการไหลของมวลอากาศมีหลายประการ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของดินชั้นต่างๆ และของบรรยากาศ การเปลี่ยนแปลงของความกดอากาศ การได้รับน้ำชลประทานหรือน้ำฝนและลม การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของดินทำให้อากาศในดินมีโอกาสขยายและหดตัวจึงทำให้มีการเคลื่อนที่ของอากาศได้เล็กน้อยเมื่อความกดอากาศของบรรยากาศเปลี่ยนแปลงจะมีผลต่อเนื่องถึงความกดอากาศในดินด้วยความกดอากาศในดินที่เพิ่มขึ้นทำให้ปริมาตรของอากาศในดินลดลงอากาศจากบรรยากาศจึงมีโอกาสแทรกเข้าไปในดิน

ในทางตรงกันข้าม เมื่อความกดอากาศลดลงอากาศในดินขยายตัวสู่บรรยากาศ ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงความกดอากาศจึงทำให้เกิดการไหลของมวลอากาศระหว่างดินกับบรรยากาศ เมื่อดินได้รับน้ำ ซึ่งจะเป็นน้ำฝนหรือน้ำชลประทานก็ตาม น้ำจะเข้าไปแทนที่อากาศในช่องว่าง แต่หลังจากนั้นเมื่อดินค่อยๆ แห้ง อากาศก็กลับเข้าแทนที่น้ำจึงเกิดการไหลของมวลอากาศ

2. การแพร่ของก๊าซ

การแพร่ของก๊าซ เป็นขบวนการสำคัญที่ทำให้เกิดการถ่ายเทอากาศในดิน ผ่านช่องว่างที่ก๊าซเคลื่อนที่ผ่านได้โดยอิสระคือเป็นช่องว่างทุกขนาดที่ไม่มีน้ำขังหรือไม่ถูกขัดขวางโดยช่องว่างที่มีน้ำขัง ปริมาณช่องว่างนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะโครงสร้าง และระดับความชื้นของดิน การถ่ายเทอากาศโดยการแพร่เกิดขึ้นตลอดเวลาตราบเท่าที่ยังมีช่องว่างในดิน

การถ่ายเทอากาศไม่ดีหรือไม่เพียงพอเกิดกับดินเนื้อปานกลางหรือดินเนื้อละเอียดที่ไม่มีโครงสร้างหรือโครงสร้างถูกทำลาย ทำให้ดินเป็นดินแน่นทึบ เมื่อได้รับน้ำแล้วระบายน้ำออกจากดินได้ช้าเกินไป นอกจากนี้การถ่ายเทอากาศไม่ดียังอาจเกิดกับดินทุกชนิดที่อยู่ในพื้นที่ลุ่มต่ำ มีระดับน้ำใต้ดินสูง เนื่องจากธรรมชาติหรือจากระบบชลประทานที่ไม่ถูกต้อง เช่น เมื่อใช้พื้นที่ที่เคยเป็นนามาทำเป็นสวนผลไม้ การถ่ายเทอากาศไม่ดีก่อให้เกิดการขาดแคลนก๊าซออกซิเจนและการสะสมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในดิน ทั้งการขาดแคลนก๊าซออกซิเจนและการสะสมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่างมีผลเสียต่อการทำหน้าที่ต่างๆ ของรากพืช คือ มีผลให้การหายใจ การดูดน้ำและธาตุอาหารของรากลดลง ซึ่งมีผลต่อเนื่องให้การทำหน้าที่ต่างๆ ของพืช เช่น การคายน้ำ การสังเคราะห์แสง การเคลื่อนย้ายน้ำและสารอาหารระหว่างต้นกับรากลดลงเช่นกัน ดังนั้นการถ่ายเทอากาศที่ไม่ดี จึงมีผลให้การเติบโตของพืชลดลง ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดว่าการทำหน้าที่ต่างๆ ของรากพืช และต้นพืชลดลงหรือหยุดชะงักเนื่องจากการถ่ายเทอากาศไม่ดี คือเมื่อพืชที่ไวต่อการถ่ายเทอากาศไม่ดีถูกน้ำท่วมขัง พืชจะแสดงอาการเหี่ยวทันที ซึ่งแสดงถึงการขาดน้ำภายในต้นพืช และต่อมาอาการใบพืชค่อยๆ เหลือง และร่วงหล่นเร็วกว่าปกติ โดยเริ่มจากใบที่อยู่โคนต้นหรือใบแก่ก่อน ซึ่งเป็นอาการของการขาดธาตุไนโตรเจน ผลกระทบของการถ่ายเทอากาศในดินไม่ดี ส่งผลต่อการทำงานของรากพืช ความสามารถในการเคลื่อนย้ายน้ำและแร่ธาตุในดิน การทำงานของจุลินทรีย์ดิน การเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาทางเคมีในดิน

สภาวะแวดล้อม เช่น อุณหภูมิและแสงแดด มีผลต่อความรุนแรงของการถ่ายเทอากาศไม่ดีต่อพืชเช่นกัน ภาวะน้ำท่วมขังที่เกิดขึ้นเมื่ออากาศร้อนและมีแดดจัดมีผลให้พืชได้รับความกระทบกระเทือนมากกว่าเมื่ออากาศเย็นและท้องฟ้ามืดครึ้ม ทั้งนี้เพราะอุณหภูมิสูงและแดดจัด กระตุ้นให้ต้นพืชคายน้ำมากขึ้น การขาดแคลนน้ำภายในต้นพืชเนื่องจากภาวะน้ำท่วมจึงรุนแรงยิ่งขึ้น ดังเห็นได้จากพืชหลายชนิด เช่น กล้ายาสูบ หอม กระเทียม ผักกินใบหลายชนิด มีอาการใบเหี่ยวและปลายหรือขอบใบไหม้อย่างรุนแรงเมื่อท้องฟ้าแจ่มใสมีแดดจัดภายหลังฝนตกหนักจนเกิดภาวะน้ำท่วมขัง ดังนั้นการทำที่บังร่มเงาให้กับพืชที่มีราคาแพงในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสแดดจัดภายหลังฝนตกหนักติดต่อกันจนเกิดน้ำท่วมจะช่วยลดความเสียหายของพืชได้

นอกจากผลเสียโดยตรงต่อการทำหน้าที่ต่างๆ ของรากพืชแล้วการถ่ายเทอากาศไม่ดียังมีผลให้พืชหลายชนิดเป็นโรคง่ายขึ้น เนื่องจากต้นพืชอ่อนแอลงและจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อสาเหตุโรคพืชบางชนิดในดินเติบโตได้ดีในดินที่มีการถ่ายเทอากาศไม่ดี เช่น เชื้อ *Fusarium* sp.ซึ่งเป็นเชื้อราที่ทำให้เกิดโรคเหี่ยวกับถั่วเมล็ดกลม หน่อไม้ฝรั่งและมะเขือเทศ เป็นต้น

การถ่ายเทอากาศไม่ดียังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีในดินหลายประการที่เป็นผลเสียต่อพืช เช่น กรณีที่**ก๊าซ**ออกซิเจนไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้เร็วพอ คือ กรณีเกิดน้ำขังที่ผิวหน้าดินทำให้ออกซิเจนถูกใช้หมดหรือมีน้อยลง ก่อให้เกิดขบวนการดีไนตริฟิเคชัน (denitrification) ทำให้ธาตุไนโตรเจนในรูปสารประกอบไนเตรต (NO_3) เกิดการรีดิวซ์ให้เป็นไนโตรเจนออกไซด์ (NO_2) และเปลี่ยนรูปเป็น**ก๊าซ**ไนโตรเจน (N_2) ระเหยจากดินสู่บรรยากาศ ซึ่งเป็นการสูญเสียธาตุไนโตรเจนไปจากดิน ถ้า**ก๊าซ**ออกซิเจนลดลงไปอีกเฟอริกไอออน (Fe^{3+})จะถูกรีดิวซ์เป็นเฟอรัสไอออน (Fe^{2+}) และแมงกานีสไอออน (Mn^{4+}) จะถูกรีดิวซ์เป็น Mn^{2+} ซึ่งละลายน้ำได้ดี อยู่ในสารละลายดินมากพืชดูดเข้าไปก็จะเป็นพิษกับพืช ถ้าภาวะที่**ก๊าซ**ออกซิเจนลดลง รากพืชจะหายใจต่ำลง ได้รับพลังงานน้อยลง ไม่สามารถผลักธาตุที่รากไม่ต้องการออกไปได้ เช่น Fe^{2+} และ Mn^{2+} ที่เป็นพิษต่อพืชออกไปได้ การถ่ายเทอากาศไม่ดียังก่อให้เกิดการสังเคราะห์กรดอินทรีย์บางชนิด เช่น ก๊าซมีเทนและก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ เป็นต้น

4.3.2 การวัดการถ่ายเทอากาศของดิน

การวัดการถ่ายเทอากาศของดินทำได้หลายวิธี เช่น การวัดอัตราการแพร่ของก๊าซออกซิเจนเข้าไปในดิน การวัดอัตราการแพร่ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่ผิวดินและการวัดองค์ประกอบของอากาศในดิน เป็นต้น วิธีการเหล่านี้ต้องใช้เครื่องมือพิเศษและทำได้ยาก สมบัติของดินประการหนึ่งซึ่งสามารถแสดงถึงสถานการณ์ถ่ายเทอากาศของดินที่ใช้ในการเกษตรได้ คือ ความพรุนถ่ายเทอากาศ (aeration porosity) ความพรุนถ่ายเทอากาศให้ค่าซึ่งพอจะคาดคะเนได้ว่าภายหลังจากฝนตกใหญ่หรือให้น้ำชลประทานอย่างเต็มที่ 2 - 3 ชั่วโมง จะมีช่องว่างในดินประมาณเท่าไรที่มีอากาศบรรจุอยู่ ซึ่งช่องว่างถ่ายเทอากาศ คือ ช่องว่างที่มีขนาดใหญ่กว่า 0.05 มิลลิเมตร

4.3.3 การจัดการเกี่ยวกับการถ่ายเทอากาศ

การถ่ายเทอากาศไม่ดี เกิดได้จากสาเหตุ 2 ประการ ประการแรก เนื่องจากสมบัติของตัวดินเอง คือ ดินมีเนื้อปานกลางหรือละเอียด และมีโครงสร้างไม่ดี เกิดชั้นดานผิวหรือดานใต้ดินได้ง่าย ดินในระดับรากพืชจึงมีความพรุนถ่ายเทอากาศไม่เพียงพอ เมื่อได้รับน้ำฝนหรือน้ำชลประทาน ดินในระดับรากพืชจึงเปียกแฉะอยู่นานจนเกิดการถ่ายเทอากาศไม่ดี เป็นการชั่วคราวได้ การจัดการเพื่อให้ดินมีโครงสร้างดี เช่น การเติมอินทรียวัตถุ ปูน การจัดระบบปลูกพืชที่เหมาะสม การไถทำลายดาน จึงเป็นการแก้ปัญหาการถ่ายเทอากาศไปในตัวด้วย

สาเหตุที่ทำให้เกิดการถ่ายเทอากาศไม่ดีอีกประการหนึ่ง คือ สภาพของพื้นที่ซึ่งเป็นที่ลุ่มต่ำ มีน้ำท่วมขังหรือระดับน้ำใต้ดินสูงขึ้นจนใกล้ผิวดินได้ง่าย โดยเฉพาะเมื่อฝนตกหนักติดต่อกัน การถ่ายเทอากาศไม่ดีเนื่องจากน้ำท่วมขังหรือระดับน้ำใต้ดินสูงนี้จะต้องแก้ไขด้วยการก่อสร้างระบบระบายน้ำออกจากพื้นที่ เช่น การขุดคูระบายน้ำเป็นระยะๆ หรือการปลูกพืชโดยยกแปลงสูง

พืชแต่ละชนิดต้องการการถ่ายเทอากาศของดินไม่เท่ากันพืชบางชนิดทนต่อภาวะการถ่ายเทอากาศเลว ได้ดีกว่าพืชบางชนิด เช่น ข้าวโพดทนต่อสภาพน้ำขังได้ดีกว่าถั่วเหลือง เช่นเดียวกันพืชอาหารสัตว์ตระกูลหญ้าทนต่อภาวะน้ำท่วมขังได้ดีกว่าพืชตระกูลถั่ว ดังนั้นการเลือกปลูกพืชที่เหมาะสมก็จะช่วยลดความเสียหายจากการถ่ายเทอากาศไม่ดีได้

สรุป

ช่องว่างในดินเป็นที่อยู่ของน้ำและอากาศ ซึ่งจะมีสัดส่วนที่ผกผันกัน น้ำหรือความชื้นในดิน มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช น้ำในดินมี 4 ประเภท และสภาพความชื้นที่เป็นประโยชน์ในดินมี 3 ประเภท ความเป็นประโยชน์ของน้ำในดินต่อพืชขึ้นอยู่กับความสามารถในการเก็บกักน้ำของดิน ความสามารถในการระบายน้ำและการเคลื่อนที่ของน้ำในดิน พืชแต่ละชนิดแต่ละประเภทมีความต้องการน้ำต่างกัน

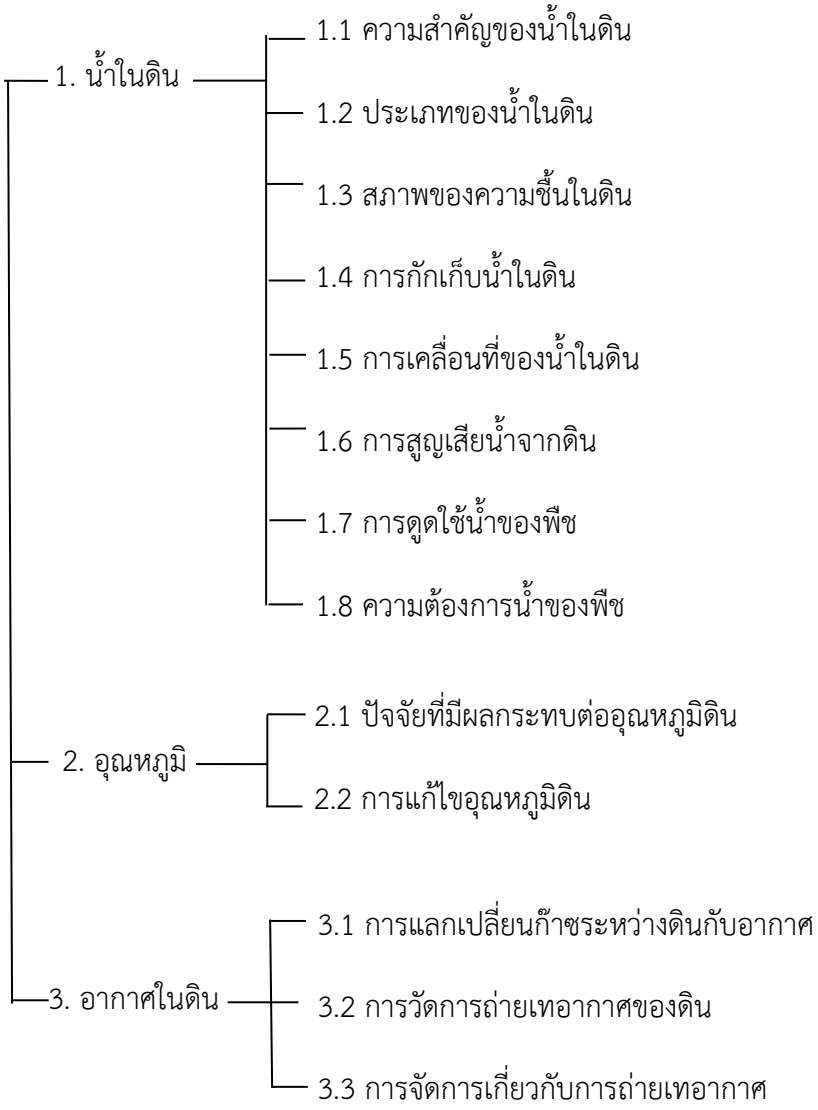
อุณหภูมิดิน มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชเนื่องจากอุณหภูมิมีผลต่อปฏิกิริยาทางเคมี สภาพกายภาพและกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตในดิน อุณหภูมิดินมีปัจจัยที่เข้ามาเกี่ยวข้องหลายประการ อาทิ สภาพลมฟ้าอากาศ ภูมิประเทศ และสิ่งปกคลุมดิน เป็นต้น

อากาศในดินมีความสำคัญ จะเป็นตัวกำหนดทิศทางและอัตราการเกิดกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตในดินซึ่งเกี่ยวข้องกับการแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างในดินกับในบรรยากาศ

คำถามทบทวนประจำบท

1. จงอธิบายบทบาทและความสำคัญของน้ำ อุณหภูมิ และอากาศในดินต่อการเจริญเติบโตของพืช
2. จงอธิบายสถานะน้ำ อุณหภูมิและอากาศในดิน
3. จงอธิบายความสัมพันธ์ของน้ำ อากาศ และอุณหภูมิในดิน
4. จงอธิบายกลไกการเคลื่อนที่ของน้ำการถ่ายเทอากาศ และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในดิน

แผนภาพสรุปบทที่ 4



บทปฏิบัติการที่ 4.1
การหาความชื้นในดิน

วัตถุประสงค์

เพื่อทดลองปฏิบัติการหาปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในดิน

วัสดุอุปกรณ์

1. ตัวอย่างดินจากแหล่งต่างๆ ที่ได้จากการเก็บตัวอย่างดิน ในบทปฏิบัติการที่ 1
2. ตู้อบดิน (Hot air oven)
3. เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิทอล
4. ถ้วยสังกะสีสำหรับใส่ดินอบ

วิธีการ

1. นำถ้วยสังกะสีไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ประมาณ 2 ชั่วโมง จากนั้นทิ้งไว้ให้เย็น
2. นำถ้วยไปชั่งน้ำหนัก
3. ชั่งตัวอย่างดินจำนวน 5 กรัม ใส่ลงในถ้วยสังกะสี
4. นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ประมาณ 24 ชั่วโมง
5. นำออกจากตู้อบ ทิ้งไว้ให้เย็น ชั่งน้ำหนักที่หายไป
6. คำนวณหาความชื้นของดินตัวอย่างจากสูตร

$$\text{ความชื้น (\%)} = \frac{\text{(น้ำหนักตัวอย่างดินก่อนอบ – น้ำหนักตัวอย่างดินหลังอบ)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างดินหลังอบ}} \times 100$$

แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 5
สมบัติทางเคมีของดิน

หัวข้อเนื้อหาประจำบท

บทที่ 5 สมบัติทางเคมีของดิน

5.1 คอลลอยด์ดิน
5.2 การแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน
5.3 ปฏิกิริยาดิน
5.4 ความเค็มของดิน

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อศึกษาบทที่ 5 จบแล้ว นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายลักษณะของคอลลอยด์ดิน การแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินได้
2. อธิบายสภาพการเกิดปฏิกิริยาต่างๆ ในดินได้
3. วัดค่าความเป็นกรดด่าง และค่าการนำไฟฟ้าในดินได้
4. มีความรู้ความเข้าใจ และสามารถอธิบายวิธีการแก้ไขปัญหาเบื้องต้นดินกรด ดินด่าง และดินเค็มได้

วิธีสอนและกิจกรรมการเรียนการสอนประจำบท

1. **วิธีสอน**
   1.1 การประเมินพื้นความรู้เดิมและประสบการณ์ในทางการเกษตร
   1.2 การฟังการบรรยาย
   1.3 การค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองจากเอกสาร สื่อออนไลน์
   1.4 ปฏิบัติการทดลองในห้องปฏิบัติการ

2. **กิจกรรมการเรียนการสอน**
   2.1 อาจารย์บรรยายเนื้อหา นำเสนอภาพตัวอย่าง เช่น ภาพแสดงลักษณะการเกิดดินกรด ดินด่าง ดินเค็ม ให้ผู้เรียนสังเกตพร้อมๆ กับการตั้งคำถาม สนทนา แลกเปลี่ยนความคิดเห็น เพื่อชี้ให้เห็นปัญหาการใช้ที่ดิน
   2.2 ให้ผู้เรียนปฏิบัติการเก็บตัวอย่างดินในแต่ละแหล่ง นำมาวัดค่าความเป็นกรดด่างของดินด้วยเครื่อง pH meter และวัดค่าการนำไฟฟ้าของดินด้วยเครื่อง Electrical conductivity meter

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอน
2. ภาพประกอบต่างๆ
3. ตัวอย่างดินจากแหล่งต่างๆ สำหรับนำมาใช้วิเคราะห์
4. วัสดุอุปกรณ์สำหรับใช้ปฏิบัติการทดลอง

การวัดและการประเมินผล

1. ประเมินความรู้หลังการเรียนเทียบกับความรู้เดิมของนักศึกษา
2. ประเมินจากการตั้งคำถาม ตอบคำถามและการอภิปรายในชั้นเรียน
3. ประเมินจากคำถามทบทวนประจำบทที่ 5
4. ประเมินจากผลการทดลองของนักศึกษา

บทที่ 5
สมบัติทางเคมีของดิน

ดังที่กล่าวมาแล้วว่า ดินมีกำเนิดมาจากอนุภาคหินและแร่ รวมตัวกับอินทรียวัตถุที่สลายตัว อนุภาคหินและแร่ซึ่งเป็นวัตถุต้นกำเนิดของวัสดุแร่ธาตุต่างๆ เป็นแหล่งที่ก่อให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีในดิน โดยมีปัจจัยทางสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น น้ำ อากาศ กิจกรรมทางการเกษตรที่ก่อให้เกิดภาวะความเป็นกรดด่างในดิน และสารเคมีต่างๆ ที่ตกค้างในดิน เป็นต้น สมบัติทางเคมีที่สำคัญและเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช เช่น ปฏิกิริยาดิน ความเค็มของดิน ปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ และความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก เป็นต้น ซึ่งจะได้กล่าวถึงในลำดับต่อไป

5.1 คอลลอยด์ดิน

ดินมีส่วนของแร่ธาตุต่างๆ และอินทรียวัตถุที่มีขนาดเล็กมาก โดยเฉพาะส่วนที่เป็นอนุภาคดินเหนียวและฮิวมัส สามารถอยู่ร่วมกันกับน้ำและอากาศในสภาพแขวนลอย เราเรียกสภาพนี้ว่า ระบบคอลลอยด์ (colloids) คอลลอยด์ดินที่สำคัญมี 2 ประเภท คือ ประเภทอนินทรีย์ และประเภทอินทรีย์

คอลลอยด์ดินประเภทอนินทรีย์ (Inorganic colloids) จัดว่าเป็นคอลลอยด์ส่วนใหญ่ ชนิดที่สำคัญ ได้แก่ แร่ดินเหนียว (clay mineral) หรืออลูมิโนซิลิเกต (alumino silicate mineral) และออกไซด์ของเหล็กและอะลูมินัม

1. แร่ดินเหนียว (clay mineral) หรืออลูมิโนซิลิเกต (alumino silicate mineral) เป็นแร่ดินเหนียวชนิดหนึ่งซึ่งเป็นประเภทที่มีธาตุอลูมินัมและซิลิกอนเป็นองค์ประกอบ จะมีลักษณะการเรียงตัวเป็นแผ่นๆ ทับหรือซ้อนกันอยู่ แร่ดินเหนียวที่พบทั่วไป คือ คาโอลิไนต์ อิลไลต์ มอนต์มอริลโลไนต์ และเวอร์มิคูไลต์ คุณสมบัติที่สำคัญของแร่ดินเหนียว ได้แก่

1) รูปร่างและขนาด มีลักษณะเป็นแผ่นบางๆ เรียงซ้อนกันอยู่เป็นจำนวนมาก และเกาะกันอยู่อย่างหลวมๆ

2) พื้นที่ผิว พื้นที่ที่อยู่รอบๆ อนุภาคดินเหนียวจะเป็นตัวที่คอยดูดซับประจุบวก จะมีพื้นที่ภายนอกส่วนหนึ่ง และพื้นที่ภายในส่วนหนึ่ง พื้นที่ภายในจะดูดซับประจุลบเอาไว้ พื้นที่ภายนอกจะดูดซับประจุบวก รูปร่างของแร่ดินเหนียวจะมีผลต่อพื้นที่ผิวด้วย ถ้ารูปร่างเป็นแผ่นบางพื้นที่ผิวจะมีมาก ทำให้มีปริมาณการเกาะยึดประจุบวกได้สูง

3) การมีประจุไฟฟ้าลบอยู่เป็นจำนวนมาก จึงทำให้สามารถดูดยึดประจุบวกได้ เช่น แคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) แมกนีเซียมไอออน (Mg^{2+}) ไฮโดรเจนไอออน (H^{+}) โพแทสเซียมไอออน (K^{+}) และโซเดียมไอออน (Na^{+}) เป็นต้น เอาไว้ที่ผิวได้ ประจุบวกเหล่านี้จะถูกดูดยึดเอาไว้หลวมๆ และอาจถูกแทนที่โดยประจุบวกอย่างอื่นได้ กระบวนการแลกเปลี่ยนแทนที่ซึ่งกันและกันนี้เรียกว่าการแลกเปลี่ยนประจุบวก

4) ความเชื่อมแน่นและสภาพพลาสติค มีผลต่อความสามารถเกาะยึดกันได้ของอนุภาคดินเหนียว

5) การขยายตัวและหดตัว จะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับโครงสร้างของแร่ดินเหนียวเป็นหลัก ถ้ามีช่องว่างมากการเกาะยึดกันไม่แน่น การขยายตัวจะมาก

2. ไฮดรัสออกไซด์ของเหล็กและอลูมินัม ส่วนใหญ่พบมากในดินลูกรัง ในสภาพที่ดินเป็นกรดจะสามารถดูดยึดไฮโดรเจนฟอสเฟต (HPO_4^{2-}) และไดไฮโดรเจนฟอสเฟต ($H_2PO_4^-$) ไว้ได้มาก เรียกกระบวนการนี้ว่าการตรึงฟอสเฟต คุณสมบัติอื่นพบว่าการขยายตัวและหดตัวเมื่อแห้งและเปียกนั้นจะต่ำมาก สมบัติเกี่ยวกับสภาพพลาสติค และความเชื่อมแน่นค่อนข้างต่ำ

คอลลอยด์ดินประเภทอินทรีย์ (organic colloids) คือ ส่วนที่ได้จากฮิวมัสต่างๆ ในดิน ซึ่งเกิดจากการสลายตัวมาจากซากพืชซากสัตว์ จนกระทั่งมีขนาดเล็กที่สุดและไม่สลายตัวต่อไปแล้ว อยู่ในสภาพไม่มีรูปร่าง มีความสามารถในการดูดซับน้ำสูง มีประจุลบมาก ประจุลบส่วนใหญ่เกิดจากกลุ่มคาร์บอกซิล

5.2 การแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน

ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (cation exchange capacity) หรือค่าซีอีซี (C.E.C.) ของดิน เป็นค่าที่แสดงถึงปริมาณไอออนประจุบวกของดินทั้งหมดที่ดินสามารถดูดยึดไว้ได้ ซึ่งดินแต่ละชนิดจะมีค่าซีอีซีสูงหรือต่ำแตกต่างกันไป โดยหลักการแล้ว ดินที่มีค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกหรือค่าซีอีซีสูง จะเป็นดินที่มีความสามารถในการดูดยึดหรือกักเก็บธาตุประจุบวกที่เป็นธาตุอาหารพืชได้มากกว่าดินที่มีค่าซีอีซีต่ำกว่า และโดยทั่วไปมีผลทำให้ธาตุอาหารพืชในรูปไอออนที่มีประจุบวกเหล่านั้น เช่น โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียมและแอมโมเนียม เป็นต้น เกิดการสูญเสียโดยการชะละลายน้อยกว่าและเป็นประโยชน์ต่อพืชได้นานกว่าและมากกว่าดินที่มีความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกต่ำกว่า

อนุภาคคอลลอยด์ดินมีความสามารถในการดูดยึดและแลกเปลี่ยนประจุบวกได้ โดยเฉพาะความสามารถและคุณสมบัติของแร่ดินเหนียวที่มีประจุลบอยู่ภายในอนุภาคและจะดูดยึดประจุบวกไว้ที่ผิวภายนอกอนุภาค ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก มีหน่วยวัดเป็นกรัมสมมูลย์ (milliequivalent) ต่อดินแห้งหนัก 100 กรัม (me./100 กรัม) ค่าซีอีซีของดินแต่ละชนิดขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของคอลลอยด์ดิน ดังแสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (C.E.C.) ของดินในคอลลอยด์ดินแต่ละชนิด

ชนิดของคอลลอยด์ดิน	ค่าซีอีซี (C.E.C.) (me./100 กรัม)
Humus	200
Montmorillonite	100
Illite	30
Kaolinite	8
Oxide ของ Fe และ Al	4

ที่มา : นงคราญ กาญจนประเสริฐ และคณะ, 2546, หน้า 204

ดินที่มีเปอร์เซ็นต์ดินเหนียวและอินทรียวัตถุมากจะมีค่าซีอีซีสูง ซึ่งสามารถประเมินค่าซีอีซีของดินได้ ดังตัวอย่าง ปริมาณของดินเหนียวที่มีอยู่ในดิน (% silicate clay) 1 เปอร์เซ็นต์ ของดิน

เหนียวจะให้ค่าซีอีซี 0.5 me/100 กรัม หรือปริมาณอินทรียวัตถุในดิน 1 เปอร์เซ็นต์ ของอินทรียวัตถุจะให้ค่าซีอีซี 2 me/100 กรัม ดังนั้นถ้าดินชนิดหนึ่งมีดินเหนียว 25 เปอร์เซ็นต์ และมีอินทรียวัตถุ 1.5 เปอร์เซ็นต์ สามารถประเมินค่าซีอีซี ได้ดังนี้

ซีอีซี ของดินเหนียว	= 25 x 0.5	= 12.5	me./100 กรัม
ซีอีซี ของอินทรียวัตถุ	= 1.5 x 2.0	= 3.0	me./100 กรัม
ดังนั้นดินมีค่าซีอีซี	= 12.5 + 3.0	= 15.5	me./100 กรัม

โดยทั่วไปดินที่มีค่าซีอีซีต่ำกว่า 10 me./100 กรัม ถือว่ามีค่าซีอีซีต่ำ ค่าซีอีซีอยู่ระหว่าง 10 - 20 me./100 กรัม ถือว่าดินมีค่าซีอีซีปานกลาง และถ้าค่าซีอีซีสูงกว่า 20 me./100 กรัม ถือว่าดินมีค่าซีอีซีสูง

5.2.1 ปัจจัยที่ควบคุมการแลกเปลี่ยนประจุบวก

การแลกเปลี่ยนประจุบวกในดินระหว่างประจุบวกที่ดูดยึดอยู่ที่ผิวอนุภาคดินเหนียว และประจุบวกที่อยู่ภายนอก เกิดขึ้นได้ยากง่ายแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ดังนี้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541, หน้า 179 – 182)

1. ชนิดของประจุบวกดูดซับและประจุบวกแทนที่ ความสามารถในการไล่ที่แทนที่และความเหนียวแน่นในการดูดยึดของประจุบวกที่ผิวอนุภาคดินเหนียว เป็นดังนี้

$$Li^{+} < Na^{+} < K^{+} < Mg^{++} < Ca^{++} < NH_4^{+} < Al^{+++} \ (H^{+})$$

จากความสามารถในการไล่ที่ดังกล่าว คือ Na^{+} สามารถไล่ที่ Li^{+} ได้ง่ายกว่า หรือ Na^{+} จะดูดยึดอยู่ที่ผิวดินเหนียวได้เหนียวแน่นกว่า Li^{+} แต่จะเหนียวแน่นน้อยกว่า K^{+} และ Ca^{++} ตามลำดับ

2. ความเข้มข้นของประจุบวกเข้าแทนที่ ถ้ามีความเข้มข้นมากจะมีความสามารถในการแทนที่ได้มาก

3. ปริมาณการอิ่มตัวของประจุบวกมีผลต่อความยากง่ายในการไล่ที่และแทนที่ เช่น Na^{+} ถ้าเหลืออยู่ที่ผิวอนุภาคดินเหนียวน้อย ยิ่งไล่ที่ง่าย Ca^{++} ถ้าเหลืออยู่ที่ผิวอนุภาคดินเหนียวน้อย ยิ่งไล่ที่ยาก ธาตุบางตัว เช่น K^{+} และ Mg^{++} ไม่มีอิทธิพลต่อการถูกไล่ที่หรือแทนที่ เป็นต้น

4. ประจุบวกอื่นที่อยู่ร่วมด้วยบนผิวของอนุภาคดินเหนียว เช่น K^{+} ถูกไล่ที่ง่ายเมื่ออยู่ร่วมกับ Al^{+++} หรือ H^{+} ถูกไล่ที่ยากเมื่ออยู่ร่วมกับ Ca^{++}

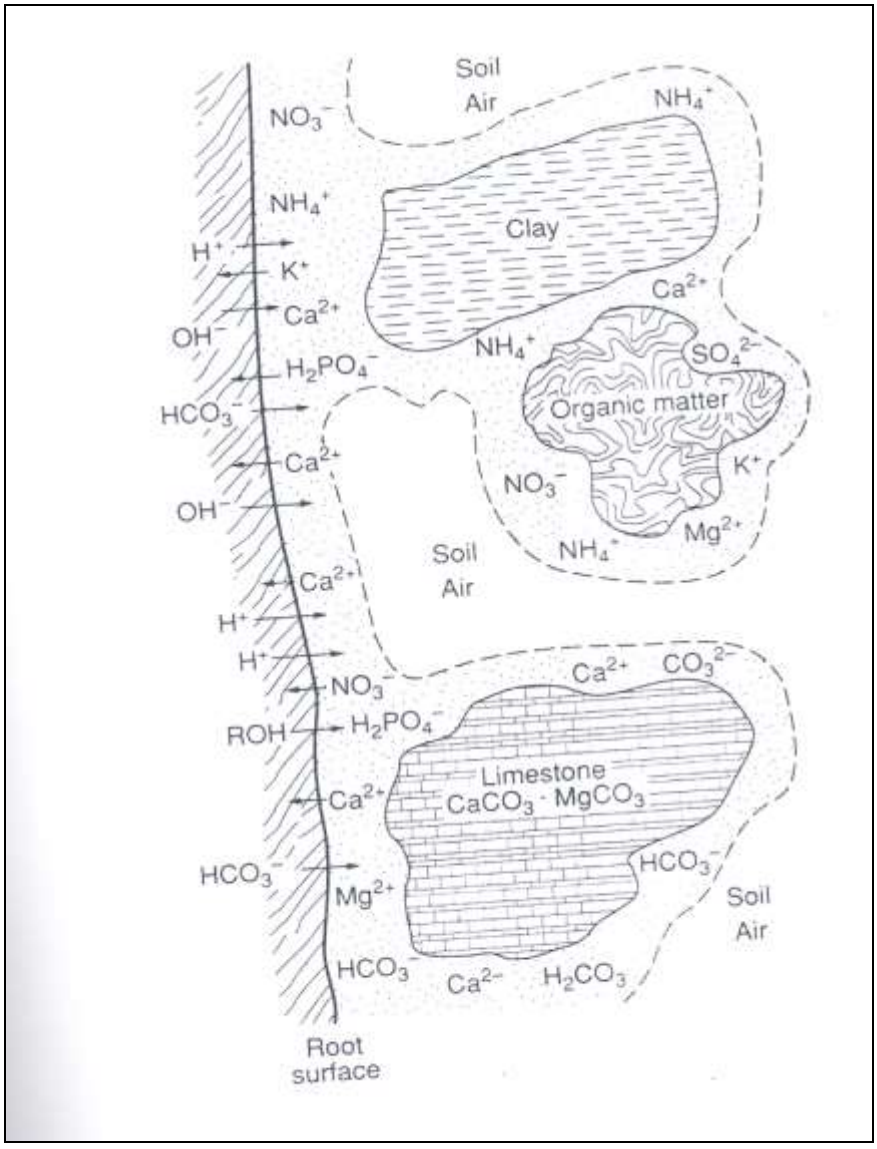
5.2.2 ประโยชน์และความสำคัญของการแลกเปลี่ยนประจุบวก

การแลกเปลี่ยนประจุบวกในสารละลายดินรอบๆ รากพืช ส่งผลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช และความสามารถที่รากพืชจะดูดสารละลายธาตุอาหารไปใช้ได้ ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกมีความสำคัญและเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากเกี่ยวข้องกับความสามารถในการดูดยึด การไล่ที่หรือการถูกแทนที่ด้วยประจุ (ภาพที่ 5.1) ส่งผลต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน จึงมีประโยชน์ในหลายๆ ด้าน ดังนี้

1. ดินที่มีค่านี้สูงเป็นดัชนีหนึ่งที่บ่งบอกถึงความสามารถในการแก้ไขปฏิกิริยาดินได้ง่ายขึ้น หากดินนั้นมีปฏิกิริยาเป็นกรดหรือด่าง

2. ดินที่มีค่านี้สูงเป็นดัชนีหนึ่ง ที่บ่งบอกถึงความสามารถในการดูดยึดธาตุอาหารประจุบวกได้มาก จึงตอบสนองต่อการได้รับปุ๋ยได้มากด้วย ลดการสูญเสียหรือการสูญหายไปจากดิน

3. ดินที่มีค่านี้สูงเป็นดัชนีหนึ่งที่บ่งบอกถึงสมบัติทางกายภาพของดิน เช่น ความสามารถในการถ่ายเทอากาศของดิน ความเหนียว ความร่วนซุย ถ้าดินมีโซเดียมมาก ดินจะเหนียวติดแน่น ถ้ามีแคลเซียมมากดินจะร่วนซุย เป็นต้น



ภาพที่ 5.1 การแลกเปลี่ยนประจุบวกในดิน
ที่มา: Havlin et al.,1999, p.15

5.3 ปฏิกิริยาดิน

ปฏิกิริยาดิน (soil reaction) หมายถึงค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินซึ่งเป็นผลมาจากอิทธิพลของไฮโดรเจนไอออน (H^+) และอนุมูลไฮดรอกซิล (OH^-) ที่มีอยู่ในสารละลายดิน ดินที่มี H^+ มากกว่า OH^- จะมีปฏิกิริยาเป็นกรด และดินที่มี H^+ น้อยกว่า OH^- จะมีปฏิกิริยาเป็นด่าง เพื่อให้การบอกค่าปริมาณ H^+ ในดินสะดวกขึ้น จึงมีการนำเอาค่า pH มาใช้ในการวัดปริมาณของ H^+ ในดิน ค่า pH จะบ่งบอกความเข้มข้นของ H^+ ในสารละลายดินซึ่งมีหน่วยเป็นโมลาร์ต่อลิตร (mol/L)

ตารางที่ 5.2 ค่ากำหนดที่ใช้บอกระดับความรุนแรงของความเป็นกรดเป็นด่าง

pH	สภาพกรดหรือสภาพด่างของดิน
< 3.5	กรดรุนแรงมากที่สุด (Ultra acid)
3.5 – 4.5	กรดรุนแรงมาก (Extremely acid)
4.6 – 5.0	กรดจัดมาก
5.1 – 5.5	กรดจัด (Strongly acid)
5.6 – 6.0	กรดปานกลาง
6.1 – 6.5	กรดเล็กน้อย (Slightly acid)
6.6 –7.3	กลาง (Neutral)
7.4 - 7.8	ด่างเล็กน้อย
7.9 – 8.4	ด่างปานกลาง
8.8 – 9.0	ด่างจัด
> 9.0	ด่างจัดมาก (Very strongly alkaline)

5.3.1 สภาพกรดในดินและการเกิดดินกรด

สภาพกรดในดิน มี 2 สภาพ คือ

1. สภาพกรดจริง (active acidity) บอกความรุนแรงของ H^+ ถูกปลดปล่อยออกมาในสารละลายดิน ค่า pH ของดินแสดงถึงความเข้มข้นส่วนนี้

2. สภาพกรดแฝง (potential acidity) บอกความยาวนาน คือ H^+ ที่แลกเปลี่ยนได้ ซึ่งถูกดูดซับอยู่ที่ผิวอนุภาคคอลลอยด์มากกว่าในสารละลายดิน

ดินกรด คือดินที่มีปริมาณธาตุประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้ส่วนใหญ่เป็น H^+ ซึ่งเมื่อธาตุประจุบวกที่เป็นกรดเหล่านี้แตกตัวออกมาจากดินที่ดูดซับไว้ ก็จะให้อนุมูลอิสระของไฮโดรเจนออกมาในสารละลาย ซึ่งหากวัดค่า pH จะมีค่าต่ำกว่า 7 การเกิดความเป็นกรดของดินมีสาเหตุจากหลายประการทั้งจากธรรมชาติโดยลักษณะของดิน กระบวนการที่เกิดขึ้นกับดิน และการกระทำจากการเขตกรรมโดยฝีมือมนุษย์ ดังนี้

1. ดินกรดหรือดินกรดธรรมดา แหล่งที่มาของ H^+ ในธรรมชาติที่ทำให้ดินเป็นกรด คือน้ำและอากาศในบรรยากาศ เกิดปฏิกิริยาการแลกเปลี่ยนประจุระหว่าง H^+ กับประจุบวกที่เป็นเบส (basic cation) ดังสมการ

$H_2O + CO_2 > H_2CO_3 > H^+$ > ไล่ที่ Basic cation

กรดคาร์บอนิค (H_2CO_3) เมื่อแตกตัวจะให้ H^+ เมื่อมีฝนตกที่มากพอจะทำให้เกิดการชะล้างดินด้วยน้ำหรือสารละลายที่มี H^+ อยู่ด้วย การแลกเปลี่ยนประจุบวกระหว่าง H^+ ในสารละลายกับกับประจุบวกที่เป็นเบสที่แลกเปลี่ยนได้ซึ่งถูกดูดยึดอยู่ที่ผิวอนุภาคดินจึงทำให้เกิดการสะสมของ H^+ ที่ผิวอนุภาคดินและสูญเสียประจุเบสที่อาจแลกเปลี่ยนได้ไปเรื่อยๆ โดยเฉพาะแคลเซียมไอออน ดินจะเป็นกรดมากขึ้นเมื่อเป็นดินเก่าที่ผ่านการชะล้างมานาน การเกิดดินกรดลักษณะเช่นนี้ มักพบในดินเก่าแก่อายุมาก ในพื้นที่เขตร้อนมีฝนตกชุก ดินที่ผ่านกระบวนการชะล้างหรือถูกใช้ประโยชน์มาเป็นเวลานาน ซึ่งจะทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำเนื่องจากดินเหนียวและอินทรียวัตถุถูกชะล้างไปด้วย

2. ดินกรดจัด ดินเปรี้ยวจัด หรือดินกรดกำมะถัน เป็นดินที่มีค่า pH ต่ำกว่า 4 ตั้งแต่ชั้นถัดจากผิวดินลงไปและในชั้นที่มีสารสีเหลืองฟางข้าวเกิดขึ้น เกิดจากการตกตะกอนของน้ำทะเลหรือตะกอนน้ำกร่อยที่มีสารประกอบของเหล็กและกำมะถันอยู่ด้วย เมื่อตะกอนดินเหล่านี้อยู่ในสภาพขาดออกซิเจน จุลินทรีย์บางชนิดทำปฏิกิริยารีดักชัน ทำให้กรดกำมะถันที่มีอยู่ในตะกอนดินและน้ำทะเลให้กลายเป็นเหล็กไพไรต์ (FeS_2) ไพไรต์ที่สะสมอยู่ในดินนี้ยังคงเป็นต่อไปตราบเท่าที่ยังคงอยู่ในภาวะขาดออกซิเจน แต่เมื่อพื้นที่ถูกยกสูงขึ้นหรือระดับน้ำในดินลดลง มีอากาศแทรกเข้าไปในดิน เหล็กไพไรต์จะถูกออกซิไดซ์กลายเป็นกรดกำมะถัน กรดกำมะถันนี้คือตัวการที่ทำให้ดินเป็นกรดกำมะถัน

ลักษณะทั่วไปของดินกรดกำมะถัน คือ ดินชั้น A เป็นดินเหนียวสีดำ ดินชั้น B เป็นดินเหนียวที่มีจุดประหรือมีรอยเป็นเส้นสีเหลืองฟางข้าวของสารประกอบพวกจาโรไซท์ ดินขาดธาตุฟอสฟอรัส และไนโตรเจนอย่างรุนแรง แต่มีธาตุบางชนิดมากเกินความจำเป็นจนเป็นอันตรายกับพืช เช่น ธาตุเหล็กและอะลูมินัม เป็นต้น ดินไม่สามารถปลูกพืชได้เนื่องจากสารพวกเหล็กและอะลูมินัมละลายออกมาเป็นพิษต่อพืช

3. ดินที่มีอินทรียสารมากๆ หรือโดยทั่วไปเรียกว่าดินพรุ เป็นดินที่เกิดในที่ลุ่มต่ำมีน้ำเค็มและน้ำกร่อยจากทะเลเข้าท่วมถึง มีชั้นเศษพืชหรือชั้นอินทรียสารที่สลายตัวดีแล้ว และกำลังสลายตัวทับถมเป็นชั้นหนาตั้งแต่ 40 เซนติเมตร ไปจนถึงมีความหนาถึง 10 เมตร กระบวนการสลายตัวทำให้กรดอินทรีย์ถูกปลดปล่อยออกมาสะสมอยู่ตลอดเวลาอย่างต่อเนื่องจึงมีสภาพเป็นกรดจัด ดินชนิดนี้จะมีปริมาณดินเหนียวต่ำ ขาดธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชอย่างรุนแรง พื้นที่ดินพรุหรือดินอินทรีย์พบมากในพื้นที่ภาคใต้โดยเฉพาะจังหวัดนราธิวาสพบมีเนื้อที่ประมาณ 4 แสนไร่ ส่วนแหล่งอื่นๆ พบประปรายเป็นพื้นที่เล็กๆ แถบจังหวัดในภาคใต้ ภาคตะวันออกกระจัดกระจายอยู่ในบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเล

4. การเกิดดินกรดในพื้นที่ดินทำการเกษตรทั่วไป มีสาเหตุจากกิจกรรมการจัดการดิน เช่น การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนพวกแอมโมเนียมไนเตรท แอมโมเนียมซัลเฟตอย่างต่อเนื่อง และการเคลื่อนย้ายชีวมวลจากการสลายตัวของอินทรียวัตถุ เป็นต้น

5.3.2 การแก้ไขดินกรด ดินกรดจัดและดินเปรี้ยวจัด

ดินกรดธรรมดามีแนวทางแก้ไขดังนี้

1. การใส่ปูน ปูนที่ใช้ประโยชน์ในทางการเกษตร คือวัสดุสารประกอบคาร์บอเนต ออกไซด์ และไฮดรอกไซด์ของแคลเซียมและแมกนีเซียม เมื่อใส่ลงดินก็จะทำปฏิกิริยาสะเทินความเป็น

กรดของดินทำให้ระดับความเป็นกรดของดินอยู่ในภาวะเหมาะสม ปูนในทางการเกษตร ได้แก่

1.1 ปูนในรูปของคาร์บอเนต

1) หินปูน (limestone) หมายถึง หินชั้นหรือหินตะกอนที่ประกอบด้วยแคลเซียมคาร์บอเนต ร้อยละ 54 และแมกนีเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 46

2) ปูนมาร์ล (marl) และดินสอพอง มีลักษณะและองค์ประกอบที่ใกล้เคียงกัน คือเป็นตะกอนของแคลเซียมคาร์บอเนต ที่ค่อนข้างจะร่วนยังไม่จับตัวเป็นหินแข็ง เกิดเป็นชั้นอยู่ใต้ดิน โดยปูนมาร์ลจะมีแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบประมาณร้อยละ 35 – 65 ที่เหลือเป็นดินเหนียว ส่วนดินสอพองจะมีแคลเซียมคาร์บอเนตประมาณร้อยละ 80 – 97

3) โดโลไมต์ (dolomite) เกิดจากกตะกอนของแคลเซียมและแมกนีเซียมทับถมกัน มีแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 54 และแมกนีเซียมประมาณร้อยละ 35 -45

1.2 ปูนในรูปออกไซด์

ได้แก่พวกแคลเซียมออกไซด์ แมกนีเซียมออกไซด์จากปูนเผาโดยทั่วไป

1.3 ปูนในรูปไฮดรอกไซด์

1) ปูนขาว องค์ประกอบที่สำคัญ คือแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ได้มาจากการเผาหินปูนจนสุกแล้วนำมาพรมน้ำ ปูนเผาจะทำปฏิกิริยากับน้ำได้ปูนขาวจะมีเนื้อยุ่ยเป็นผง

1.4 ปูนในรูปซิลิเกต

เป็นผลพลอยได้จากโรงงานถลุงเหล็ก เช่น พวกสแลคต่างๆ เบสิคสแลค (basic slag – $CaSiO_3$)

2. การขังน้ำ แล้วปล่อยน้ำออกไปเพื่อชะล้างความเป็นกรดออกไป ทำให้ความเป็นกรดเจือจางลง

3. ในดินที่เป็นกรดจัดหรือดินกรดกำมะถันการใส่แมงกานีสไดออกไซด์ (MnO_2) สามารถช่วยลดปัญหาความเป็นพิษของเหล็กได้

4. ดินกรดที่มีการตรึงธาตุฟอสฟอรัสสูงอาจใช้วิธีการใส่ปุ๋ยฟอสเฟตเพิ่มลงไปในดิน เพื่อช่วยแก้ปัญหาพืชขาดธาตุฟอสฟอรัส

ดินกรดจัดหรือดินเปรี้ยวจัด พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช ทรงพระราชทานพระราชดำริวิธีการแก้ไขที่เรียกว่า “การแกล้งดิน” โดยหลักการคือมีการขังน้ำไว้ในพื้นที่จนกระทั่งเกิดปฏิกิริยาเคมีทำให้ดินเปรี้ยวจัดจนถึงที่สุดแล้วจึงระบายน้ำออก และปรับสภาพฟื้นฟูดินด้วยปูนขาว จนกระทั่งดินมีสภาพดีพอที่จะใช้ในการเพาะปลูกได้

ดินเปรี้ยวจัด เนื่องจากดินมีลักษณะเป็นเศษอินทรียวัตถุ หรือซากพืชเน่าเปื่อยอยู่ข้างบน และมีระดับความลึก 1 - 2 เมตร เป็นดินเลนสีเทาปนน้ำเงิน ซึ่งมีสารประกอบกำมะถัน ที่เรียกว่าสารประกอบไพไรท์อยู่มาก เมื่อดินแห้งสารไพไรท์จะทำปฏิกิริยากับอากาศ ปลดปล่อยกรดกำมะถันออกมา ทำให้ดินแปรสภาพเป็นดินกรดจัดหรือเปรี้ยวจัด กระบวนการ “แกล้งดิน” เริ่มจากวิธีการ "แกล้งดินให้เปรี้ยว" คือทำให้ดินแห้งและเปียกสลับกันไป เพื่อเร่งปฏิกิริยาทางเคมีของดิน ซึ่งจะไปกระตุ้นให้สารไพไรท์ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ ปลดปล่อยกรดกำมะถันออกมา ทำให้ดินเป็นกรดจัดจนถึงขั้น "แกล้งดินให้เปรี้ยวสุดขีด" จนกระทั่งถึงจุดที่พืชไม่สามารถเจริญงอกงามได้ จากนั้นจึงหาวิธีการปรับปรุงดินดังกล่าวให้สามารถปลูกพืชได้ วิธีการแก้ไขปัญหาดินเปรี้ยวจัด ตามแนว

พระราชดำริ คือควบคุมระดับน้ำใต้ดิน เพื่อป้องกันการเกิดกรดกำมะถัน จึงต้องควบคุมน้ำใต้ดินให้อยู่เหนือชั้นดินเลนที่มีสารไพไรท์อยู่ เพื่อมิให้สารไพไรท์ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนหรือถูกออกซิไดซ์ จากการทดลองทำให้พบว่าวิธีการปรับปรุงดินตามสภาพของดินและความเหมาะสมมีอยู่ 3 วิธีการด้วยกัน คือ ใช้น้ำชะล้างความเป็นกรด เพราะเมื่อดินหายเปรี้ยว จะมีค่า pH เพิ่มขึ้น หากใช้ปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสเฟตก็จะทำให้พืชให้ผลผลิตได้หรือใช้ปูนมาร์ลผสมคลุกเคล้ากับหน้าดิน

สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (2559) รายงานว่าศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทองอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ได้ทำการศึกษาวิจัยและปรับปรุงดิน โดยวิธีการ "แกล้งดิน" คือ ทำให้ดินเปรี้ยวเป็นกรดจัดรุนแรงที่สุด กล่าวคือ การทำให้ดินแห้ง และเปียกโดยนำน้ำเข้าแปลงทดลองระยะหนึ่ง และระบายน้ำออกให้ดินแห้งระยะหนึ่งสลับกัน จะเป็นการกระตุ้นให้เกิดกรดมากยิ่งขึ้น ด้วยหลักการนี้ พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว จึงทรงให้เลียนแบบสภาพธรรมชาติ ซึ่งมีฤดูแล้งและฤดูฝนเป็นปกติในแต่ละปี แต่ให้ใช้วิธีการร่นระยะเวลาช่วงแล้ง และช่วงฝนในรอบปีให้สั้นลง โดยปล่อยให้ดินแห้ง 1 เดือน และขังน้ำให้ดินเปียกนาน 2 เดือนสลับกันไป เกิดภาวะดินแห้ง และดินเปียก 4 รอบต่อ 1 ปี เสมือนกับมีฤดูแล้งและฤดูฝน 4 ครั้ง ใน 1 ปี หลังจากนั้นจึงให้หาวิธีการปรับปรุงดิน ดังกล่าวให้สามารถปลูกพืชเศรษฐกิจได้

เมื่อดำเนินการตามกรรมวิธี "แกล้งดิน" แล้วก็ใช้วิธีการปรับปรุงดินซึ่งเปรี้ยวจัดให้สามารถใช้เพาะปลูกได้ โดยมีหลายวิธีการด้วยกัน ดังนี้

1. ใช้ปูน เช่น ปูนขาว หินปูนฝุ่น ใส่ลงไปในดินแล้วคลุกเคล้าให้เข้ากัน ปูนจะทำปฏิกริยากับกรดกำมะถันในดิน เกิดการสะเทิน ปริมาณกรดในดินจะลดลง ซึ่งหากใส่ในปริมาณที่มากพอจะช่วยให้ดินมีสภาพเป็นกลาง

2. ใช้น้ำจืดล้างกรดและสารพิษออกจากดินโดยตรง วิธีการนี้ใช้เวลานานกว่าวิธีใช้ปูน เนื่องจากกรดจะชะล้างออกไปอย่างช้าๆ แต่ได้ผลเช่นกัน

3. ยกร่อง เพื่อปลูกไม้ผลหรือไม้ยืนต้น โดยมีคูน้ำอยู่ด้านข้าง ให้นำหน้าดินจากดินในบริเวณที่เป็นคูมา เสริมหน้าดินเดิมที่เป็นคันร่อง ก็จะได้หน้าดินที่หนาขึ้น ส่วนดินที่มีสารไพไรท์จะใช้เสริมด้านข้าง เมื่อใช้น้ำชะล้างกรดบนสันร่อง กรดจะถูกน้ำชะล้างไปยังคูด้านข้าง แล้วระบายออกไป

4. ควบคุมระดับน้ำใต้ดิน ให้อยู่เหนือชั้นดินเลนตะกอนทะเล ป้องกันไม่ให้สารไพไรท์ทำปฏิกริยากับออกซิเจน กรดกำมะถันจึงไม่ถูกปลดปล่อยเพิ่มขึ้น

5. ใช้พืชพันธุ์ทนทานต่อความเป็นกรดมาปลูกในดินเปรี้ยว ร่วมกับใช้วิธีการต่างๆ ข้างต้นร่วมกัน โดยมีตัวอย่างของการปลูกพืชที่ทนความเป็นกรด ดังนี้

5.1 การปรับปรุงดินเปรี้ยวจัดเพื่อปลูกข้าว

1) การใช้น้ำล้างความเป็นกรด ในปีแรกข้าวเจริญเติบโต แต่ให้ผลผลิตต่ำ และผลผลิตเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในปีต่อมา ช่วงเวลาของการขังน้ำ และระบายน้ำทิ้งที่เหมาะสมคือ 4 สัปดาห์

2) การใส่หินปูนฝุ่นข้าวเจริญเติบโตและให้ผลผลิตดีกว่าการใส่หินปูนอัตราครึ่งหนึ่งของความต้องการปูน (1.5 ตัน/ไร่) ข้าวให้ผลผลิตเทียบเท่ากับการใส่ปูนเต็มอัตราแนะนำ

3) การใส่ปูนอัตราต่ำ (ครึ่งหนึ่งของความต้องการปูน) เพื่อสะเทินกรด ควบคู่กับการขังน้ำ แล้วเปลี่ยนน้ำทุกๆ 4 สัปดาห์ ข้าวจะให้ผลผลิตดีที่สุด

5.2 การปรับปรุงดินเปรี้ยวจัดเพื่อปลูกพืชไร่ พืชผัก

โดยใส่หินปูนฝุ่นอัตรา 2 ตัน/ไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยเคมี

5.3 การปรับปรุงดินเปรี้ยวจัดเพื่อปลูกไม้ผล

ควรขุดยกร่องเพื่อป้องกันน้ำท่วมและช่วยล้างกรดบนคันดินลงสู่คูด้านล่างควรปรับปรุงดินบริเวณสันร่องก่อน โดยหว่านหินปูนฝุ่นอัตรา 2 ตัน/ไร่ เพื่อสะเทินกรด ก่อนปลูกพืชรองก้นหลุมด้วยปูนขาวหรือหินปูนฝุ่นร่วมกับปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก ไม้ผลที่ทดลองปลูกได้ผลดี คือ มะพร้าวน้ำหอม ละมุด กระท้อน ชมพู่

5.3.3 ดินด่าง

สาเหตุสำคัญของการเกิดดินด่าง คือประจุบวกที่ดูดซับอยู่ที่ผิวของคอลลอยด์ดิน ประเภทที่มีสมบัติเป็นด่าง ได้แก่ Ca, Mg, K และ Na เมื่อมีการดูดซับอยู่ในดินมากจะมีผลทำให้ดินมีสภาพความเป็นกรดลดลง เพราะประจุบวกเหล่านี้เมื่อแตกตัวในน้ำจะให้อนุมูลไฮดรอกซิลเกิดขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่ออยู่ในสภาวะแห้งแล้ง แคลเซียมและแมกนีเซียมในรูปของเกลือคาร์บอเนตจะเกิดการสะสมอยู่ในดินมากเนื่องจากไม่มีน้ำที่จะชะละลายเกลือเหล่านี้ สาเหตุอีกประการหนึ่ง คือ ดินที่มีวัตถุต้นกำเนิดดินซึ่งประกอบด้วยประจุบวกพวกแคลเซียมไบคาร์บอเนต หากดินแหล่งนั้นมีระดับน้ำใต้ดินสูงจะเกิดการเคลื่อนย้ายประจุบวกดังกล่าวมากับน้ำที่ระเหยออกไปจากดิน ประจุบวกเหล่านี้จะเกิดการสะสมอยู่บนดินซึ่งบางครั้งอาจพบคราบเกลือสีขาวบนผิวหน้าดิน

5.3.4 การแก้ไขปัญหาจากดินด่าง

หลักการทั่วไปของการแก้ปัญหาดินด่างคือการลดปริมาณของอนุมูลไฮดรอกซิลโดยการแทนที่ด้วยปริมาณไฮโดรเจนไอออนให้กับดิน แต่ปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีวัสดุที่จะใส่ลงดินแล้วให้ปริมาณไฮโดรเจนไอออนที่มากพอที่จะลดความเป็นด่างได้ การแก้ไขปัญหาที่เกิดจากดินด่างจึงแก้ไขที่ปลายเหตุ กล่าวคือ พืชที่ปลูกในดินด่างมักจะเกิดปัญหาการขาดธาตุอาหารบางธาตุ เช่น ฟอสฟอรัส เหล็กและแมงกานีส การแก้ไขจึงกระทำโดยการเพิ่มเติมธาตุอาหารให้กับพืช หากพบว่าพืชแสดงอาการขาดธาตุดังกล่าว

5.3.5 ผลกระทบจากดินที่มีสภาพกรดด่างต่อพืช

สภาพความเป็นกรดด่างในดินมีบทบาทในการกำหนดรูป และความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชในดิน ดังตัวอย่างธาตุบางชนิด ดังนี้

1. ธาตุแคลเซียม แมกนีเซียมและโพแทสเซียม ในดินกรดพืชมักขาด ในดินที่มี pH มากกว่า 8.5 พืชมักแสดงอาการขาดธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียม

2. ธาตุฟอสฟอรัส ในดินกรดจัดจะถูกตรึงให้กลายเป็นเหล็กและอลูมินัมฟอสเฟต และในดินด่างจัด ธาตุฟอสฟอรัสถูกตรึงให้ทำปฏิกิริยาตกตะกอนกับธาตุแคลเซียม แมกนีเซียม และอนุมูลคาร์บอเนต

3. ธาตุเหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี โบรอน โมลิบดินัม และอะลูมินัม ในดินที่มี pH สูง ธาตุเหล็กและแมงกานีสจะละลายน้ำยาก ในดินที่มี pH มากกว่า 7 ธาตุสังกะสีจะกลายเป็น

สารประกอบเชิงซ้อนในรูป Zincate ion ซึ่งอยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช ธาตุโบรอนจะละลายน้ำยากเมื่อดินอยู่ในสภาพเป็นด่าง ธาตุโมลิบดินัมในดินกรดมักแสดงอาการขาดธาตุในพืชตระกูลถั่ว ธาตุอะลูมินัม ในดินที่มี pH น้อยกว่า 5.5 จะละลายออกมามากจนเป็นอันตรายต่อพืช

สภาพความเป็นกรดด่างในดิน ยังมีผลต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินอีกด้วย โดยทั่วไปจุลินทรีย์ดินที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายจะทำงานได้ดีที่ pH ประมาณ 6 – 7

5.4 ความเค็มของดิน

ความเค็มของดิน คือ ดินที่มีปริมาณความเข้มข้นของเกลือที่ละลายได้ในดิน ซึ่งได้แก่ เกลือที่ละลายง่ายรวมทั้งโซเดียมแลกเปลี่ยนได้ในปริมาณมาก ดินเหล่านี้จำแนกได้เป็น 3 ชนิด คือ ดินเค็ม ดินโซดิก และดินเค็มโซดิก การวัดค่าความเค็มจึงวัดเป็นค่าการนำไฟฟ้าของเกลือที่ละลายอยู่ในสารละลายดิน วัดได้จากเครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้าของดิน (electrical conductivity meter) มีหน่วยเป็นไมโครโมล์ต่อเซนติเมตร (μmho/cm) มิลลิโมล์ต่อเซนติเมตร (mmho/cm) มิลลิซีเมน/เซนติเมตร หรือเดซิซีเมนต่อเมตร(dS/m)

5.4.1 ดินเค็ม

ดินเค็ม (saline soil) คือดินที่มีเกลือละลายง่ายอยู่มากจนเป็นพิษต่อการเจริญเติบโตของพืชทั่วไป สาเหตุที่สำคัญของการเกิดดินเค็ม คือการที่ดินได้รับเกลือที่ละลายง่ายเข้ามามากกว่าอัตราการชะละลายออกไป จึงมีการสะสมของเกลือเหล่านั้นมากขึ้นเรื่อยๆ จนเป็นอันตรายต่อพืช เกลือที่พบทั่วไปในพื้นที่ดินเค็ม ได้แก่ เกลือคลอไรด์และซัลเฟตของโซเดียม แคลเซียมและแมกนีเซียม ดินจะจัดว่าเป็นดินเค็มเมื่อมีค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำมีค่ามากกว่า 2 เดซิซีเมน/เมตร ขึ้นไปที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียม (SAR) ต่ำกว่า 13 (อรุณี ยูวะนิยม, 2551, หน้า 3 - 4) ระดับความเค็มที่มีผลกระทบต่อพืช แสดงไว้ในตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 การจำแนกระดับความเค็มที่มีผลกระทบต่อพืช

ค่าการนำไฟฟ้า (dS/m)	ระดับความเค็มที่มีผลกระทบต่อพืช	อาการของพืช
น้อยกว่า 2	ไม่เค็ม	ไม่มีผลกระทบต่อพืช
2 – 4	เค็มน้อย	มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชไม่ทนเค็ม
4 – 8	เค็มปานกลาง	มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิด
8 – 15	เค็มมาก	เฉพาะพืชทนเค็มเท่านั้นจึงเจริญเติบโตให้ผลผลิต ได้
มากกว่า 15	เค็มจัด	เฉพาะพืชทนเค็มจัดจึงเจริญเติบโตให้ผลผลิตได้

ที่มา: อรุณี ยูวะนิยม, 2551, หน้า 3

ดินเค็มที่พบแพร่กระจายในประเทศไทย มีหลายชนิด (กรมพัฒนาที่ดิน, 2549)

1. ดินเค็มชายทะเล หมายถึงดินที่มีปริมาณเกลือสูงมากพอที่จะทำอันตรายต่อพืช พบตามชายฝั่งทะเลที่ส่วนใหญ่ยังมีน้ำทะเลท่วมถึงอยู่ หรือเป็นดินที่เกิดจากตะกอนที่แม่น้ำพัดพามาทับถมในทะเลบริเวณปากแม่น้ำลำคลองแถบชายฝั่งทะเลจากอิทธิพลการขึ้นลงของน้ำทะเล ทำให้ดินในบริเวณนี้เค็มจนพืชธรรมดาไม่สามารถขึ้นได้ นอกจากพืชประเภททนเค็ม เช่น โกงกาง แสม ลำพู ประสัก ตะบูน และอื่นๆ รวมเรียกว่าป่าโกงกางหรือป่าชายเลน บนผิวดินมักพบคราบเกลือสีขาวปรากฏอยู่บนผิวดินเป็นหย่อมๆ หรืออาจพบเนื้อดินฟุ้งกระจาย เม็ดดินแตกสลาย เมื่อเปียกน้ำจะพองตัว เนื่องจากเนื้อดินมีเกลือโซเดียมคาร์บอเนตสูง องค์ประกอบของเกลือในดินเค็มเกิดจากการรวมตัวของธาตุที่มีประจุบวกพวกโซเดียม แมกนีเซียม แคลเซียม รวมกับธาตุที่ประจุลบ เช่น คลอไรด์ ซัลเฟต ไบคาร์บอเนต และคาร์บอเนต บางแห่งเป็นดินแน่นทึบไม่มีพืชขึ้นอยู่เลย

ดินเค็มชายทะเลพบอยู่ตามชายฝั่งทะเลของภาคใต้และภาคตะวันออกมีเนื้อที่ประมาณ 3.7 ล้านไร่

ภาพที่ 5.2 ดินเค็มชายทะเล
ที่มา: ถ่ายจาก ตำบลหาดเจ้าสำราญ อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี

2. ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ หมายถึงดินที่เกิดจากน้ำละลายเอาหินเกลือใต้ดินซึ่งเป็นแหล่งเกลือที่มีอยู่ตามธรรมชาติในดินขึ้นมาสะสมในบริเวณที่ลุ่มต่ำ ทำให้ดินในบริเวณนั้นและบริเวณใกล้เคียงเปลี่ยนสภาพเป็นดินเค็มซึ่งกระจายเป็นหย่อมๆ แหล่งเกลือมาจากหินเกลือใต้ดิน น้ำใต้ดินเค็มหรือหินทราย หินดินดานที่อมเกลืออยู่ ลักษณะอีกประการหนึ่งคือ ความเค็มจะไม่มีความสม่ำเสมอในพื้นที่เดียวกันและความเค็มจะแตกต่างกันระหว่างชั้นความลึกของดินซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล ดินเค็มที่เกิดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมักพบอยู่ในรูปของเกลือโซเดียมคลอไรด์คล้ายคลึงกับดินเค็มชายทะเล ลักษณะของดินเค็มที่สังเกตได้ คือจะเห็นขุยเกลือขึ้นตามผิวดิน และมักเป็นที่ว่างเปล่าไม่ได้ทำการเกษตรหรือมีวัชพืชทนเค็ม เช่น หนามแดง หนามปี เป็นต้นความเค็มมากน้อยขึ้นอยู่กับอิทธิพลของหินเกลือที่มีอยู่ สำหรับดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือแบ่งออกได้ ดังนี้

1) บริเวณที่มีคราบเกลือมากกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่มีเนื้อที่ประมาณ 2 แสนไร่เศษ ไม่สามารถเพาะปลูกพืชได้ในบริเวณนี้

2) ดินเค็มมาก เป็นบริเวณที่มีคราบเกลืออยู่ระหว่างร้อยละ 10 – 50 ของพื้นที่มีเนื้อที่ประมาณ 1.3 ล้านไร่ บริเวณนี้จะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชทำให้ผลผลิตต่ำมาก มักปล่อยทิ้งร้างเพราะการปรับปรุงแก้ไขต้องลงทุนสูง

3) ดินเค็มปานกลาง เป็นบริเวณที่มีคราบเกลืออยู่ระหว่างร้อยละ 1 – 10 ของพื้นที่มีเนื้อที่ประมาณ 4 ล้านไร่ บริเวณนี้พอจะปลูกพืชได้บ้างแต่ผลผลิตจะต่ำ

4) พื้นที่ที่มีศักยภาพในการแพร่กระจายดินเค็ม เป็นบริเวณที่ปัจจุบันยังไม่เป็นดินเค็ม ไม่พบคราบเกลือตามผิวดิน แต่ใต้ดินมีหินเกลืออยู่ เมื่อมีฝนตกน้ำจากผิวดินจะซึมผ่านชั้นหินเกลือจะได้น้ำเค็มซึ่งจะไหลผ่านชั้นใต้ดินออกสู่ที่ราบลุ่ม พื้นที่เหล่านี้พบในบริเวณพื้นที่ราบลุ่ม มีเนื้อที่ประมาณ 16 ล้านไร่ ซึ่งมีการตัดไม้ทำลายป่าทำไร่เลื่อนลอยเพิ่มมากขึ้น ดินเค็มประเภทนี้ก็ยิ่งมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้น

ดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเกิดขึ้นมาจากสาเหตุหลายประการ เช่น การตัดไม้ทำลายป่าหรือการเปิดป่าขยายพื้นที่เพาะปลูก เช่น อ้อย และมันสำปะหลัง เป็นต้น ทำให้พื้นดินไม่มีสิ่งปกคลุม น้ำจะละลายเกลือซึ่งอยู่ใต้ดินระเหยขึ้นสู่บรรยากาศทำให้ส่วนที่เป็นเกลือตกค้างสะสมอยู่ในดินและที่บริเวณผิวดิน หรือเกิดจากการทำนาเกลือแล้วปล่อยน้ำทิ้งให้ไหลไปสู่บริเวณข้างเคียง ทำให้มีการแพร่กระจายของดินเค็มได้ การทำเหมืองเกลือโดยกรรมวิธีที่ใช้น้ำลงไปละลายเกลือหินใต้ดิน และสูบสารละลายเกลือขึ้นมา วิธีการต่างๆ ดังกล่าวล้วนเป็นสาเหตุที่จะทำให้ดินเค็มมีการแพร่กระจายได้ทั้งสิ้น

3. ดินเค็มภาคกลาง แหล่งเกลือเกิดจากตะกอนน้ำกร่อย หรือน้ำเค็มที่ทับถมมานาน หรือเกิดจากน้ำใต้ดินเค็มทั้งที่อยู่ลึกและอยู่ตื้น เมื่อน้ำใต้ดินไหลผ่านแหล่งเกลือแล้วไปโผล่ที่ดินไม่เค็มที่อยู่ต่ำกว่าทำให้ดินบริเวณที่ต่ำกว่านั้นกลายเป็นดินเค็มทั้งนี้ขึ้นกับภูมิประเทศแต่ละแห่งพบคราบเกลือแพร่กระจายเป็นหย่อม ๆ และขาดแคลนแหล่งน้ำจืด สาเหตุการแพร่กระจายออกมามาก ส่วนใหญ่เกิดจากมนุษย์โดยการสูบน้ำไปใช้มากเกินไป เกิดการทะลักของน้ำเค็มเข้าไปแทนที่ การชลประทาน การทำคลองชลประทานรวมทั้งการสร้างอ่างเก็บน้ำเพื่อใช้ในไร่นาบนพื้นที่ที่มีการทับถมของตะกอนน้ำเค็มหรือจากการขุดหน้าดินไปขายทำให้ตะกอนน้ำเค็มถึงจะอยู่ลึกนั้น กลายเป็นแหล่งแพร่กระจายเกลือได้

ภาคกลางพบพื้นที่ดินเค็ม 1.13 ล้านไร่ กระจายอยู่ในจังหวัดสิงห์บุรี ชัยนาท อ่างทอง สุพรรณบุรี กาญจนบุรีและนครปฐม ตัวอย่างพื้นที่ที่พบในจังหวัดนครปฐม ได้แก่ บ้านสระน้ำส้ม อำเภอดอนตูม พบชั้นทรายหนามาก 3 – 4 เมตร และมีชั้นกรวดทรายอีก 4 เมตร ใต้จากชั้นนี้เป็นตะกอนดินเหนียว น้ำกร่อยมียิบซัมและจาโรไซท์ปะปนและมีน้ำใต้ดินเค็ม อำเภอกำแพงแสน พบมีชั้นดินเหนียวที่มีแคลเซียมสูง น้ำใต้ดินเค็มประกอบด้วยไบคาร์บอเนตและคลอไรด์ของโซเดียมและแคลเซียม บางแห่งพบชั้นดินเหนียวสีน้ำตาลเทาประมาณ 1 เมตร เหนือชั้นทรายซึ่งหนา 1 – 3 เมตร และลึกกว่านั้นจะเป็นชั้นดินเหนียวสีเทาอมน้ำเงินมีน้ำใต้ดินทะลักออกมาเค็มมากถึง 20 เดซิซีเมนต่อเมตร ในพื้นที่ไร่อ้อยพบมีคราบเกลือทำให้ต้นอ้อยตายเป็นหย่อมๆ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2559, หน้า 51 – 54)

ภาพที่ 5.3 ลักษณะดินเค็มภาคกลาง
ที่มา: ถ่ายจากอำเภอห้วยกระเจา จังหวัดกาญจนบุรี

ภาพที่ 5.4 ลักษณะพื้นที่ที่พบการเกิดดินเค็ม พบกระจายเป็นหย่อมๆ
ที่มา: ถ่ายจากอำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

5.4.2 ดินโซดิก

ดินโซดิก (sodic soil) เป็นดินที่ไม่เค็ม แต่มีค่าโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้มากเกินไป มีผลทำให้ดินมีสมบัติทางกายภาพเลว โครงสร้างของดินเสีย ดินฟุ้งกระจายแทรกตามรอยแตกและช่องว่างในดิน ดินแน่นทึบน้ำซึมผ่านชั้นดินได้ยาก ไถพรวนยาก ค่าการซาบซึมน้ำของดินต่ำ

ดินโซดิกมีค่าการนำไฟฟ้าของดินที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำต่ำกว่า 2 เดซิซีเมน/เมตร ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส pH 8.5 – 10 ค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียม มากกว่า 13 ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้มากกว่าร้อยละ 15 ดินโซดิกมักจะมี pH สูง บางแห่งพบมากกว่า 8.5 เนื่องจากดินมีโซดาหรือโซเดียมไบคาร์บอเนต และคาร์บอเนตกับน้ำเกิดประจุไฮดรอกซิล ทำให้ pH สูง ปัญหาทั่วไปที่พบในดินโซดิกที่มีการเพาะปลูกคือ ผิวดินแน่นแข็งเนื่องจากการไถพรวน ทำให้อนุภาคดินเหนียวที่มีโซเดียมจากชั้นดานคลุกผสมกับดินบน เกิดคุณสมบัติที่ถูกกัดกร่อนง่าย มีเสถียรภาพในการเกาะตัว

ต่ำ ฟุ้งกระจายง่ายและแยกตัวออกได้ง่ายเมื่อถูกกระแทกโดยเม็ดฝน เมื่ออยู่ในสภาพแห้งผิวดินแน่นแข็ง เป็นอุปสรรคต่อการงอกของกล้าพืช

5.4.3 ดินเค็มโซดิก

ดินเค็มโซดิก (saline sodic soil) หมายถึง ดินที่มีทั้งเกลือที่ละลายได้และโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ปริมาณมากจนเป็นอันตรายต่อพืช

ดินเค็มโซดิกมีค่าการนำไฟฟ้าของดินที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำมากกว่า 2 เดซิซีเมน/เมตร ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมมากกว่า 13 ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้มากกว่าร้อยละ 15

ดินโซดิกและดินเค็มโซดิกมักจะเกิดจากอิทธิพลของน้ำใต้ดินที่ทำให้มีโซเดียมสะสมในดินมากขึ้น เมื่อน้ำระเหยออกไปจากผิวดิน โซเดียมที่มีความสามารถในการละลายน้ำได้ง่ายกว่าแคลเซียมจะขึ้นมาสะสมมากขึ้น ทำให้มีโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงขึ้นในสารละลายดิน เกิดการฟุ้งกระจายของอนุภาคดินเหนียวและอินทรียวัตถุ

5.4.4 การปรับปรุงดินเค็มและดินโซดิก

การลดระดับความเค็มของดินจะต้องพิจารณาว่าดินนั้นเป็นดินเค็ม ดินโซดิก หรือดินเค็มโซดิก ขึ้นอยู่กับปริมาณเกลือที่ละลายอยู่ในสารละลายดินและเปอร์เซ็นต์โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน ธาตุที่เกี่ยวข้องกับปัญหาดินเค็มนั้นมีทั้งธาตุประจุลบ เช่น คลอไรด์ซัลเฟต ไบคาร์บอเนต ไนเตรท และธาตุประจุบวก เช่น โซเดียม แคลเซียม แมกนีเซียมและโพแทสเซียม เป็นต้น

กรณีดินเค็ม เป็นดินที่มีเกลือที่ละลายน้ำได้ปริมาณมาก มีโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ปริมาณน้อย การแก้ไขปรับปรุงเพื่อลดปริมาณเกลือที่มีอยู่ในดินประเภทนี้ทำได้ง่ายโดยการใช้น้ำจืดชะล้างเกลือและระบายน้ำที่มีเกลือละลายอยู่หลังจากการชะล้างออกไปจากดิน ดินเค็มที่มีความเค็มไม่สูงนัก สามารถใช้ประโยชน์เพื่อการปลูกพืชได้ ซึ่งจะยกตัวอย่างการปรับปรุงดินเค็มแต่ละชนิด ดังนี้

1. การปรับปรุงดินเค็มชายทะเล

การปรับปรุงดินเค็มชายทะเลเพื่อเพาะปลูกพืชจะลงทุนสูง แนวทางที่เป็นไปได้คือการเลือกปลูกพืชทนเค็ม โดยการยกร่องปลูก พืชที่สามารถทนเค็มได้คือ มะพร้าว ละมุด พุทรา ฝรั่ง มะขามเทศ มะขาม สะเดา แค กระถินณรงค์ สน และยูคาลิปตัส เป็นต้น

นอกจากนี้อาจใช้ประโยชน์จากที่ดินในกิจกรรมการเกษตรอื่นๆ เช่น ทำบ่อเลี้ยงปลาหรือกุ้ง เป็นต้น

2. การปรับปรุงดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

แนวทางที่สามารถปฏิบัติได้ ทำได้โดยการใช้น้ำชะล้างเกลือที่มีอยู่ในดินให้ละลายออกไปเพื่อทำให้ความเค็มในดินเจือจางลงพอที่จะใช้พื้นที่นั้นทำการเพาะปลูกพืชทนเค็มบางชนิดได้ ส่วนการปรับปรุงบำรุงดินอาจทำได้โดยการปลูกพืชตระกูลถั่วเพื่อไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสด การใช้แกลบหว่านแล้วไถคลุกเคล้าให้เข้ากับดิน เป็นต้น

กรมพัฒนาที่ดิน (2549) ได้ทำการศึกษาและได้มีคำแนะนำการทำนาข้าวในพื้นที่ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1) การขังน้ำในแปลงนาเพื่อชะล้างเกลือจากดิน โดยใช้น้ำฝนหรือน้ำชลประทานชะล้างคราบเกลือแล้วระบายออกไป น้ำที่ขังไว้ในนายังช่วยชะเกลือที่อยู่ในดินให้ซึมลงไปในดินชั้นล่างที่อยู่ลึกเลยบริเวณรากข้าว ทั้งนี้สังเกตได้จากการเปลี่ยนสีของน้ำที่ขังเป็นสีน้ำตาลอ่อนแล้วจึงระบายออกจากนา ความเค็มของดินในนาจะเจือจางลง การล้างดินนี้ควรทำ 2 – 3 ครั้ง แล้วจึงไถพรวน

2) ใส่อินทรียวัตถุ ดินเค็มมักขาดความอุดมสมบูรณ์ จึงควรใส่อินทรียวัตถุ เช่น แกลบ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก อัตรา 2 ตัน/ไร่ ขณะที่เตรียมดินเพื่อให้ต้นข้าวตั้งตัวได้เร็ว หรืออาจใช้ปุ๋ยพืชสด เช่น โสนอัฟริกัน หว่านในอัตรา 7 กิโลกรัม/ไร่ แล้วไถกลบตอนออกดอกเมื่ออายุ 60 วัน อาจใช้โสนคางคก โสนอินเดีย หรือแหนแดงก็ได้ นอกจากนี้อาจใช้วัสดุปรับปรุงดิน ได้แก่ ปูนขาว ปูนมาร์ล หรือหินปูนบด เพื่อลดความเป็นกรดในดินอัตราที่ใส่ขึ้นอยู่กับค่าวิเคราะห์ดินหรือใส่ยิปซัมในกรณีที่เป็นดินเค็มด่าง เช่น ชุดดินกุลาร้องไห้ ซึ่งดินมักแน่นตัวเร็ว ให้การระบายน้ำในดินดีขึ้น ทั้งยังช่วยล้างเกลือทำให้ความเค็มในดินลดลงได้

3) การปรับระดับพื้นที่แปลงนา ให้อยู่ในระดับเดียวกัน เพื่อให้น้ำขังในแปลงนาอย่างสม่ำเสมอกันทั่วแปลง เป็นการป้องกันไม่ให้คราบเกลือมาสะสมที่ผิวดินตามส่วนใดส่วนหนึ่งของพื้นที่ ควรไถลึกประมาณ 30 เซนติเมตร

4) เลือกใช้พันธุ์ข้าวทนเค็ม ได้แก่ หมออ้ม ขาวตาอู่ กอเดียวเบา แดงน้อย กข 1 กข 6 กข 7 กข 8 กข 15 ขาวดอกมะลิ 105 สันป่าตอง ขาวตาแห้ง คำผาย 41 เก้ารวง 88 และขาวปากหม้อ 148

5) การตกกล้าในช่วงที่เป็นกล้าอ่อน ข้าวจะอ่อนแอต่อความเค็มมาก ดังนั้นในการเลือกแปลงตกกล้า ควรเลือกพื้นที่ที่ไม่เค็มมาก ในการตกกล้าใช้เมล็ดพันธุ์ข้าว อัตรา 5 กิโลกรัมต่อพื้นที่ปักดำ 1 ไร่

6) การปักดำ ต้นกล้าที่ใช้ปักดำในพื้นที่ดินเค็มจึงควรจะมีอายุมากกว่าปกติ คือ ประมาณ 30 – 35 วัน เพราะเมื่ออายุกล้ามากขึ้นจะมีความสามารถในการทนความเค็มมากขึ้น

7) การใส่ปุ๋ยเคมี ดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่ค่อนข้างเป็นดินทราย ดังนั้นในการใส่ปุ๋ยควรที่จะให้มีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมครบทั้ง 3 ธาตุ สูตรปุ๋ยที่แนะนำ คือ 16 –16 –8 อัตรา 30 กิโลกรัม/ไร่ แบ่งใส่ 3 ครั้ง คือ

ครั้งแรก ใส่หลังปักดำ 7 – 10 วัน
ครั้งที่สอง ใส่ระยะที่ข้าวแตกกอสูงสุด
ครั้งที่สาม ใส่ระยะที่ข้าวกำลังตั้งท้อง

8) การดูแลรักษา ลักษณะอาการผลกระทบของความเค็มต่อต้นกล้า ที่ปักดำในดินเค็ม สังเกตได้จากหลังจากปักดำไปแล้วต้นข้าวจะแสดงอาการใบช่วงล่างเหี่ยวเป็นสีน้ำเงินหรือหรือใบม้วนเข้าตามความยาวของใบ เมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่ง ใบล่างแห้งเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเหลือแต่ใบบนหรือเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลทั้งต้น ถ้าในหนึ่งสัปดาห์หลังปักดำ ต้นกล้าไม่แตกใบใหม่แสดงว่าต้นกล้าตาย ควรรีบดำเนินการปักดำซ่อมกอที่ตายแล้วเปลี่ยนน้ำใหม่ เพราะน้ำเค็มขึ้นแล้วโดยสังเกตจากสีของน้ำเป็นสีน้ำตาลอ่อน ลักษณะอาการปลายใบข้าวเริ่มไหม้

9) การคลุมดิน เมื่อเก็บเกี่ยวข้าวแล้วไม่ควรปล่อยให้หน้าดินว่าง เพราะการระเหยน้ำจากดิน จะเป็นการเร่งให้เกลือขึ้นมาสะสมที่หน้าดินอีก ควรคลุมดินด้วยวัสดุคลุมดิน เช่น ฟางข้าว เศษ

พืช และแกลบ เป็นต้น จะช่วยป้องกันไม่ให้แสงแดดส่องกระทบถึงพื้นดินโดยตรง จึงช่วยลดอัตราการระเหยน้ำออกไปจากดินได้

กรณีการปรับปรุงดินโซดิกจำเป็นต้องใส่สารปรับปรุงดินเพื่อให้เข้าไปแทนที่โซเดียมที่ดินดูดยึดไว้และเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายน้ำของดินด้วยการใส่ปุ๋ยคอกหรืออินทรียวัตถุ

กรณีการปรับปรุงดินเค็มโซดิก ซึ่งมีทั้งเกลือที่ละลายได้และโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในปริมาณมากด้วยการจัดการดินประเภทนี้ต้องประกอบด้วยการใช้น้ำจืดชะล้างเกลือที่มีอยู่มากในดินและลดปริมาณโซเดียมที่ถูกดูดซับอยู่ที่ผิวของอนุภาคดินด้วยการแทนที่โซเดียมด้วยสารปรับปรุงดินบางชนิด ซึ่งสารปรับปรุงดินที่นำมาใช้แก้ไขปัญหาดินเค็มและดินเค็มโซดิก ได้แก่ ยิปซัม แคลเซียมคลอไรด์ กำมะถันผง กรดกำมะถัน เหล็กซัลเฟต อลูมินัมซัลเฟตและสารละลายปูนกำมะถัน เป็นต้น

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ถือเป็นภูมิภาคที่ประสบปัญหาในเรื่องของดินเค็มมากที่สุด เนื่องจากพื้นที่ในภูมิภาคนี้เกิดการสะสมของหินเกลือในชั้นใต้ดิน อีกทั้งเกลือที่เกิดขึ้นเป็นเกลือที่ละลายน้ำได้ดี เมื่อถึงฤดูฝน น้ำจึงละลายเกลือและไหลไปสะสมในที่ต่าง ๆ ตามทางที่น้ำไหลผ่าน เกิดการแพร่กระจายของเกลือ และเกิดดินเค็มในวงกว้าง ส่งผลให้ไม่สามารถทำการเพาะปลูกได้ ดังนั้นเมื่อราษฎรจำนวน 7 ราย บ้านหัวแหลม ตำบลตาจั่น อำเภอคง จังหวัดนครราชสีมา มีความประสงค์น้อมเกล้าฯ ถวายที่ดิน รวมเนื้อที่ทั้งสิ้น 24 ไร่ 1 งาน 13 ตารางวา แด่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ทรงรับและได้พระราชทานให้มูลนิธิชัยพัฒนา พร้อมพระราชทานพระราชดำริให้ดำเนินการจัดทำเป็น โครงการศึกษาทดลองการแก้ไขปัญหาดินเค็ม เพื่อทำการศึกษาทดลองการแก้ไขปัญหาเรื่องของดินเค็มรวมถึงการทดสอบการปลูกพืชทนเค็ม ในลักษณะของการทำเกษตรผสมผสาน โดยได้เริ่มดำเนินการในปี พ.ศ.2543 ปัจจุบันโครงการแห่งนี้เป็นตัวอย่างและเป็นแหล่งเรียนรู้ที่สำคัญให้แก่เกษตรกรที่ประสบปัญหาดินเค็มและไม่สามารถทำการเกษตรได้ ให้สามารถเข้ามาศึกษาดูงาน และนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในที่ดินของตนได้อย่างมีประสิทธิภาพการดำเนินงานภายในโครงการแห่งนี้ประกอบด้วยการศึกษาวิจัย และพัฒนาการปรับปรุงดินเค็มกิจกรรมปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งทนต่อดินเค็มและทนแล้ง กิจกรรมการปลูกไม้ผล ทนเค็ม ได้แก่ มะพร้าว กิจกรรมปลูกพืชไร่ทนเค็ม ได้แก่ อ้อยคั้นน้ำพันธุ์สุพรรณบุรี กิจกรรมปลูกผักทนเค็มตามฤดูกาล เช่น ผักบุ้ง คะน้า มะเขือเทศ บวบ ตะไคร้ กะเพรา โหระพา และกวางตุ้ง เป็นต้น กิจกรรมประมง เลี้ยงปลานิลและปลาทับทิมในบ่อดิน เลี้ยงปลาดุกในบ่อซีเมนต์ และกิจกรรมปศุสัตว์ ดำเนินการเลี้ยงวัว ไก่พันธุ์พื้นบ้าน เป็ดเทศและสุกร เป็นต้น อันเป็นการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ดินเค็มแบบเกษตรผสมผสานที่มีประสิทธิภาพ (สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, 2559)

3. การปรับปรุงดินเค็มภาคกลาง

ควรระมัดระวังการใช้น้ำใต้ดิน และใช้หลักการปรับปรุงบำรุงดิน ดังนี้

1) เลือกปลูกพืชทนเค็ม เช่น หน่อไม้ฝรั่ง แตงแคนตาลูบ และบรอคโคลี

2) ปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ เช่น การไถกลบพืชปุ๋ยสด การใส่แกลบ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และกากอ้อย เป็นต้น

3) การปลูกพืชควรมีการคลุมดินด้วยวัสดุ เพื่อลดอัตราการระเหยของน้ำที่จะพาเกลือขึ้นมาสะสมที่ผิวดิน

4) ใช้ระบบการให้น้ำแบบประหยัด เช่น ระบบน้ำหยด ระบบพ่นฝอยขนาดเล็ก (mini sprinkler)

5) การปลูกพืชแบบยกร่อง ต้องปลูกพืชในตำแหน่งที่หลีกเลี่ยงบริเวณที่เกลือสะสม ไม่ควรปลูกกลางร่อง แต่ควรปลูกบนร่องเป็นสองแถว

6) หากใช้พื้นที่ทำนาปลูกข้าว มีข้อแนะนำปฏิบัติ เช่นเดียวกับการทำนาในพื้นที่ดินเค็มภาคตะวันออกฉียงเหนือดังกล่าวมาข้างต้น

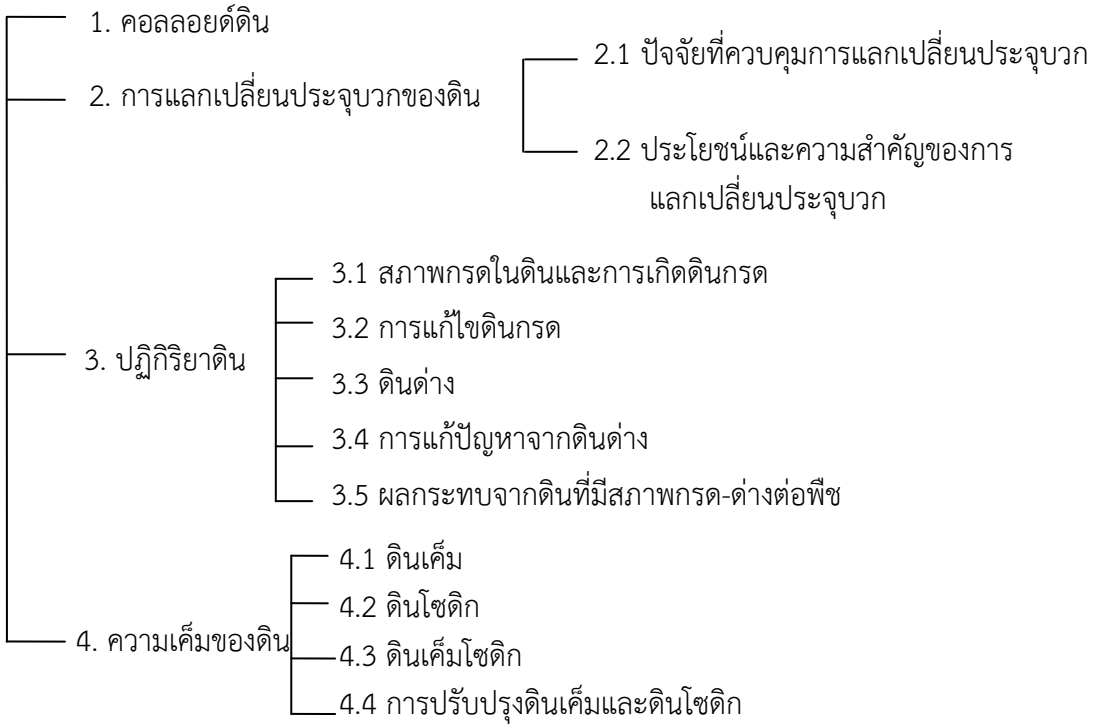
บทสรุป

สมบัติทางเคมีของดินที่สำคัญ คือ การแลกเปลี่ยนประจุบวกในดิน ปฏิกิริยาดิน ความเป็นกรดด่างในดิน ความเค็มของดิน ซึ่งล้วนมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากเกี่ยวข้องกับความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชที่อยู่ในดิน ความแน่นทึบของดิน และเป็นข้อจำกัดต่อชนิดของพืชที่จะสามารถปลูกได้ ปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดขึ้นในดินเป็นผลมาจากปัจจัยที่มาจากวัตถุต้นกำเนิดดิน ปัจจัยทางธรรมชาติที่เกิดจากน้ำฝน และกิจกรรมการเกษตรที่เกิดจากฝีมือมนุษย์ การปรับปรุงสภาพทางเคมีของดินให้เหมาะสมทำได้หลายวิธีการ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพของสาเหตุ เพื่อให้ดินมีความเหมาะสมต่อการปลูกพืช

คำถามทบทวนประจำบทที่ 5

1. อธิบายความหมาย ลักษณะและประเภทของของคอลลอยด์ดิน
2. อธิบายการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน และปัจจัยที่มีผลต่อการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน
3. อธิบายสาเหตุการเกิดดินกรดและดินด่าง
4. มีหลักการและวิธีการในการแก้ไขปัญหาดินกรดดินด่างอย่างไรบ้าง
5. ดินเค็ม ดินโซดิก และดินเค็มโซดิกแตกต่างกันอย่างไร
6. อธิบายสาเหตุการเกิดดินเค็ม ดินโซดิก และดินเค็มโซดิก
7. การแลกเปลี่ยนประจุบวกในดินมีความสำคัญอย่างไร
8. มีหลักการและวิธีการแก้ไขปัญหาดินเค็ม ดินโซดิก และดินเค็มโซดิกอย่างไร

แผนภาพสรุปบทที่ 5



บทปฏิบัติการที่ 5.1
การวัดความเป็นกรดด่างของดิน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาวิธีการวัด pH ของดินด้วย pH meter
2. เพื่อประเมินค่าความเป็นกรดด่างของดินจากตัวอย่างดินในแหล่งต่างๆ

ภาพที่ 5.5 เครื่อง pH meter

วิธีการทดลอง

1. นำแก้วบรรจุสารมา 2 ใบ ใบที่ 1 ขนาด 100 มิลลิลิตร ใบที่ 2 ขนาด 200 มิลลิลิตร
2. นำตัวอย่างดินที่กำหนดให้ (ดินที่ผึ่งแห้งในที่ร่มนำมาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร) ตักใส่แก้วบรรจุสารใบละ 20 กรัม
3. เติมน้ำกลั่นลงในแก้วบรรจุสาร ใบที่ 1 จำนวน 20 มิลลิลิตรและใบที่ 2 จำนวน 100 มิลลิลิตร ซึ่งจะทำให้ได้สัดส่วนของดิน : น้ำ ในแก้วบรรจุสารใบที่ 1 เป็น 1 : 1 และในใบที่ 2 เป็น 1 : 5
4. คนตัวอย่างดินในแก้วบรรจุสารทั้งสองด้วยแท่งแก้ว 5 – 10 นาที และตั้งทิ้งไว้ให้ดินตกตะกอนอีก 30 นาที
5. นำไปวัด pH ด้วย pH meter

การบันทึกผล

ตัวอย่างดิน	pH เมื่อน้ำหนักดิน : น้ำ = 1 : 1	pH เมื่อน้ำหนักดิน : น้ำ = 1 : 5

ข้อมูลเกี่ยวกับตัวอย่างดินที่นำมาทดสอบ

-ประวัติการใช้ที่ดินในการปลูกพืช

.....

.....

-ประวัติการใช้ปุ๋ยและสารเคมี

.....

.....

สรุปและวิจารณ์การทดลอง

บทปฏิบัติการที่ 5.2
การวัดค่าการนำไฟฟ้าของดิน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาวิธีการวัดค่าการนำไฟฟ้าของดินด้วยเครื่อง Electrical Conductivity meter
2. เพื่อประเมินค่าการนำไฟฟ้าของดินจากตัวอย่างดินในแหล่งต่าง ๆ

ภาพที่ 5.6 เครื่อง Electrical Conductivity meter

วิธีการ

ขั้นตอนการวิเคราะห์ Conductivity ในดิน อัตราส่วน ดิน : น้ำ เท่ากับ 1 : 5

1. ชั่งตัวอย่างดินหนัก 10 กรัม
2. เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร
3. คนให้เข้ากันนาน 30 นาที
4. ทิ้งไว้ให้ตกตะกอน
5. กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 5
6. นำส่วนใสไปวัดค่าการนำไฟฟ้าด้วยเครื่อง Electrical Conductivity meter

การบันทึกผล

ตัวอย่างดิน	**ค่าการนำไฟฟ้าที่วัดได้** (ซีเม็น/เมตร)

ข้อมูลเกี่ยวกับตัวอย่างดินที่นำมาทดสอบ

- ประวัติการใช้ที่ดินในการปลูกพืช

.....**.....**

.....

- ประวัติการใช้ปุ๋ยและสารเคมี

.....

.....**.....**

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 6
สมบัติทางชีวภาพของดิน

หัวข้อเนื้อหาประจำบท
สมบัติทางชีวภาพของดิน

6.1 ประเภทของสิ่งมีชีวิตในดิน
6.2 บทบาทและความสำคัญของจุลินทรีย์ในดิน
6.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ดิน

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อศึกษาบทที่ 6 จบแล้วนักศึกษาสามารถ
1. อธิบายประเภทของสิ่งมีชีวิตในดินได้
2. อธิบายบทบาทและการดำรงชีวิตของจุลินทรีย์ดินได้

วิธีสอนและกิจกรรมการเรียนการสอนประจำบท

1. **วิธีสอน**
   1.1 การสรุปประเด็นสำคัญหรือการนำเสนอผลของการสืบค้นที่ได้รับมอบหมาย
   1.2 การฟังการบรรยาย
   1.3 การเรียนรู้จากปราชญ์ท้องถิ่น
   1.4 การปฏิบัติการทดลองในห้องปฏิบัติการและแปลงทดลอง
   1.5 การศึกษาจากกรณีศึกษาในภาคสนาม

2. **กิจกรรมการเรียนการสอน**

2.1 อาจารย์บรรยายเนื้อหาพร้อมทั้งนำเสนอภาพตัวอย่าง เช่น ภาพแสดงตัวอย่างสิ่งมีชีวิตในดิน การย่อยสลายของอินทรียวัตถุโดยจุลินทรีย์ดินให้ผู้เรียนสังเกตพร้อมกับการตั้งคำถามสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อชี้ให้เห็นบทบาทของสิ่งมีชีวิตในดิน
2.2 มอบหมายนักศึกษาค้นคว้าเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2.3 ให้นักศึกษาปฏิบัติการทดลองศึกษาสิ่งมีชีวิตในดินจากดินตัวอย่าง
2.4 เรียนรู้กับปราชญ์ท้องถิ่น

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอน
2. ภาพประกอบต่างๆ
3. ตัวอย่างดินจากแหล่งต่างๆ
4. เครื่องมือปฏิบัติการต่างๆ
5. แหล่งเรียนรู้แปลงเกษตรกรในชุมชน

การวัดและการประเมินผล

1. ประเมินความรู้หลังการเรียนเทียบกับความรู้เดิมของนักศึกษา
2. ประเมินจากการตั้งคำถาม ตอบคำถามและการอภิปรายในชั้นเรียน
3. ประเมินจากคำถามทบทวนประจำบทที่ 6
4. ประเมินจากผลงานการค้นคว้าของนักศึกษา
5. ประเมินจากการปฏิบัติการและผลการทดลองของนักศึกษา

บทที่ 6
สมบัติทางชีวภาพของดิน

ภายในดินเป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ได้แก่ ส่วนของพืชที่อยู่ใต้ดิน สัตว์และจุลินทรีย์ เป็นต้น การศึกษาสมบัติทางชีวภาพของดิน จึงมักกล่าวถึงสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในดินโดยเฉพาะอย่างยิ่ง จุลินทรีย์ดิน บทบาทกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินและความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการเปลี่ยนแปลงในดิน และปฏิสัมพันธ์ระหว่างดินกับพืช เช่น การก่อตัวพัฒนาการของดิน การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของดิน การปลดปล่อยธาตุอาหารให้กับพืช การเพิ่มฮิวมัส การตรึงไนโตรเจนจากอากาศ การเปลี่ยนสารฟอสเฟตให้มาอยู่ในรูปของสารละลายที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ และการดูดธาตุอาหารจากดินโดยรากพืช เป็นต้น พืชและสิ่งมีชีวิตในดินจะต้องพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน โดยพืชอาจจะปลดปล่อยสารบางอย่างที่ช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตในดินและสิ่งมีชีวิตในดินก็จะปลดปล่อยธาตุอาหารมาให้กับรากพืช เป็นการเกื้อกูลกันอีกทางหนึ่ง

6.1 ประเภทของสิ่งมีชีวิตในดิน

สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในดินที่สำคัญ อาจแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มจุลินทรีย์ ได้แก่ รา แบคทีเรีย แอคติโนมัยซิส และสาหร่าย เป็นต้น กลุ่มสัตว์ ได้แก่ ไส้เดือน สัตว์ฟันแทะ โปรโตรซัว ไส้เดือนฝอย และอาร์โทรปอดต่างๆ เป็นต้น และกลุ่มพืช ซึ่งจะได้กล่าวถึงสิ่งมีชีวิตแต่ละกลุ่มในลำดับต่อไป

6.1.1 จุลินทรีย์ดิน

ความหลากชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ในดินแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ชนิดและปริมาณของสารอาหาร ความชื้นในดิน การระบายอากาศ อุณหภูมิ ความเป็นกรดด่างในดิน ตลอดจนสภาวะบางประการที่เกิดกับดิน เช่น กิจกรรมการเขตกรรมในการเกษตร การเกิดน้ำท่วม และสารพิษปนเปื้อนต่างๆ ที่ตกค้างในดิน เป็นต้น จุลินทรีย์ดินที่มีบทบาทสำคัญต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน มี 4 ประเภท คือแบคทีเรีย รา แอคติโนมัยซิส และสาหร่าย

6.1.1.1 แบคทีเรีย

แบคทีเรียเป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและมีขนาดเล็กกว่าเชื้อรามาก มีรูปร่างแบบง่ายๆ 3 แบบ คือ กลม ท่อนและเกลียว ไม่มีรงควัตถุภายในเซลล์ เป็นจุลินทรีย์ที่มีมากที่สุดทั้งชนิดและปริมาณ จากการนับโดยตรงด้วยกล้องจุลทรรศน์อาจพบแบคทีเรียมากเป็นพันล้านเซลล์ต่อดินหนึ่งกรัม มีความหลากหลายในรูปแบบของการดำรงชีวิต แต่ส่วนใหญ่แล้ว แบคทีเรียในดินเป็นประเภทที่ไม่สามารถสร้างสารอาหารเองได้ มีการดำรงชีพโดยกินเศษซากพืชซากสัตว์เป็นอาหารด้วยการหลั่งเอนไซม์ออกนอกเซลล์เพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่และซับซ้อนให้ได้เป็นโมเลกุลที่เล็กที่สุดแล้วจึงดูดซับเข้าไปภายในเซลล์ (saprophyte) จึงมีบทบาทสำคัญมากในการย่อย

สลายอินทรียวัตถุในดิน สามารถแบ่งชนิดของแบคทีเรีย ได้เป็นหลายประเภท ดังนี้ (อานัฐ ตันโช, 2549, หน้า 47)

1. แบ่งประเภทของแบคทีเรียตามความต้องการออกซิเจน

1) แบคทีเรียพวกที่ต้องการออกซิเจน (Aerobic Bacteria) เป็นแบคทีเรียพวกที่เจริญได้ดีในสภาพที่มีออกซิเจน

2) แบคทีเรียพวกที่ไม่ต้องการออกซิเจน (Anaerobic Bacteria) เป็นแบคทีเรียพวกที่เจริญได้ดีในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน

2. แบ่งประเภทของแบคทีเรียตามลักษณะทางนิเวศวิทยา

1) Autochthonous เป็นแบคทีเรียที่มีอยู่ดั้งเดิมในธรรมชาติ ได้รับสารอาหารจากธรรมชาติ อยู่ได้โดยไม่ต้องมีการเพิ่มสารอาหารและแหล่งพลังงานจากภายนอก แบคทีเรียกลุ่มนี้จะมีปริมาณคงที่ทุกฤดูกาลอาจเรียกว่าแบคทีเรียท้องถิ่น

2) Zymogenous เป็นกลุ่มแบคทีเรียที่สามารถแปรรูปสารเคมีต่างๆ ได้โดยขบวนการหมัก ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์หลายอย่าง แต่กลุ่มนี้มีอยู่ตามธรรมชาติน้อยมาก จะเพิ่มจำนวนเมื่อมีการเพิ่มสารอาหารและแหล่งพลังงานจากภายนอก

3. แบ่งประเภทของแบคทีเรียตามการสร้างสารอาหาร

1) Autotrophic คือแบคทีเรียพวกที่ได้คาร์บอนจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และสารประกอบอนินทรีย์อื่นๆ

2) Heterotrophic คือแบคทีเรียพวกที่ได้คาร์บอนจากอินทรีย์คาร์บอนหรือสารประกอบอินทรีย์ทั่วไป

3) Chemotrophic คือแบคทีเรียพวกที่เจริญได้ดีในสภาพขาดแสงสว่างและได้พลังงานจากปฏิกิริยาเคมีและขบวนการออกซิเดชันของสิ่งมีชีวิต

4) Chemoherotrophic คือแบคทีเรียพวกที่เจริญได้ดีในสภาพขาดแสงสว่าง และได้พลังงานจากอินทรียสาร

5) Phototrophic คือแบคทีเรียพวกที่ได้พลังงานจากการสังเคราะห์แสง

4. แบ่งประเภทของแบคทีเรียตามการสร้างสารอาหาร

1) Psychophilic Bacteria คือแบคทีเรียพวกที่เจริญได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ

2) Mesophilic Bacteria คือแบคทีเรียพวกที่เจริญได้ดีที่อุณหภูมิปานกลาง

3) Thermophilic Bacteria คือแบคทีเรียพวกที่เจริญได้ดีที่อุณหภูมิสูง

แบคทีเรียที่สร้างสารอาหารเองไม่ได้ บางชนิดสามารถตรึงก๊าซไนโตรเจนจากอากาศให้เป็นสารประกอบไนโตรเจนในดิน ซึ่งพืชและจุลินทรีย์อื่นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ นอกจากนี้แบคทีเรียพวกที่ไม่ต้องการก๊าซออกซิเจนในการเจริญเติบโตบางชนิดยังทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของไนโตรเจนในรูปไนเตรต (NO_3^-) ไปเป็นก๊าซไนโตรเจนโดยขบวนการ denitrification กำมะถันในรูปของซัลเฟต (SO_4^-) ไปเป็นก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ทำให้เกิดการสูญเสียธาตุอาหารไปจากดินและเกิดสารพิษต่อรากพืช

แบคทีเรียที่สร้างสารอาหารเองได้บางชนิดมีบทบาทในการเปลี่ยนแปลงสารอินทรีย์ที่ไม่เป็นประโยชน์ และอาจเป็นพิษต่อพืชให้เป็นประโยชน์หรือไม่เป็นพิษต่อพืช เช่น การออกซิไดซ์ก๊าซแอมโมเนีย (NH^3) ให้เป็นไนไตรท์ (NO_2^-) และไนเตรต (NO_3^-) ตามลำดับ การออกซิไดซ์ซัลไฟด์ (SO_3^{2-}) ให้เป็นซัลเฟต (SO_4^{2-}) และเปลี่ยนคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ให้เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือมีเทน (CH_4) เป็นต้น เมื่อพิจารณาแล้วในด้านการเกษตรพวกที่เปลี่ยนแอมโมเนียเป็นไนไตรท์และไนเตรตน่าจะมีความสำคัญที่สุด (สมชาย องค์ประเสริฐ, 2550) แบคทีเรียที่พบในดินและมีบทบาทในการย่อยสลายสารบางชนิดที่เป็นองค์ประกอบของพืชแสดงไว้ในตารางที่ 6.1

6.1.1.2 รา (Fungi)

ราทุกชนิดไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ จึงต้องอาศัยสารอินทรีย์จากพืชและสัตว์อื่นทั้งที่ตายแล้วและมีชีวิต ราที่พบในดินมีเป็นจำนวนมาก พบมากที่ผิวดิน มีตั้งแต่พวกเซลล์เดียว คือยีสต์ พวกหลายเซลล์ที่มีรูปร่างเป็นเส้นใยที่มีทั้งสภาพที่มีไมซีเลียมและสปอร์ ราทุกชนิดยกเว้นยีสต์ต้องการก๊าซออกซิเจนในการหายใจ ดังนั้นจึงไม่พบราในสภาพน้ำขัง รามีความสามารถในการย่อยสลายสารอินทรีย์ เช่น เซลลูโลส ลิกนินและเพกทิน ได้ดี และยังสามารถเปลี่ยนคาร์บอนจากสารอินทรีย์ในดินให้เป็นองค์ประกอบของเซลล์ได้ นอกจากนี้รายังเจริญได้ดีในดินที่เป็นกรด จึงช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดินโดยการที่เส้นใยไมซีเลียมจะสานเป็นตาข่ายยึดอนุภาคดินไว้เป็นกลุ่มก้อน ราที่พบในดินและมีบทบาทในการย่อยสลายสารบางชนิดที่เป็นองค์ประกอบของพืชแสดงไว้ในตารางที่ 6.2

ตารางที่ 6.1 ชนิดของแบคทีเรีย ที่มีความสามารถในการย่อยสลายสารประกอบในพืช

เซลลูโลส	เฮมิเซลลูโลส	ลิกนิน	แป้งและน้ำตาล	เพคติน
Bacillus	*Bacillus*	*Arthrobacter*	*Bacillus*	*Arthrobacter*
Cellulomonas	*Ctyophaga*	*Flavobacterium*	*Chromobacterium*	*Bacillus*
Clostridium	*Erwinia*	*Micrococcus*	*Clostridium*	*Clostridium*
Corynebacterium	*Pseudomonas*	*Pseudomonas*	*Cytophaga*	*Corynebacterium*
Cytophaga		*Xanthomonas*	*Flavobacterium*	*Erwinia*
Polyangium			*Micrococcus*	*Flavobacterium*
Pseudomonas			*Pseudomonas*	*Micrococcus*
Sporocytophaga				*Pseudomonas*
Vibrio				*Xanthomonas*

ที่มา: พิทยากร ลิ่มทอง, 2543, หน้า 6

ตารางที่ 6.2 ชนิดของเชื้อรา ที่มีความสามารถในการย่อยสลายสารองค์ประกอบในพืช

เซลลูโลส	เฮมิเซลลูโลส	ลิกนิน	แป้งและน้ำตาล	เพคติน
Alternaria	*Alternaria*	*Agaricus*	*Aspergillus*	*Alternaria*
Aspergillus	*Aspergillus*	*Clavaria*	*Fomes*	*Aspergillus*
Chaetomium	*Chaetomium*	*Clitocybe*	*Fusarium*	*Botrytis*
Penicillium	*Fusarium*	*Fomes*	*Polyporus*	*Fusarium*
Trichoderma	*Penicillium*	*Ganoderma*	*Rhizopus*	*Rhizoctonia*
Geotrichum	*Trichoderma*	*Pholiota*		*Rhizopus*
Rhizopus				*Penicillium*
Cladosporium				
Rhizoctonia				
Fusarium				
Verticillium				
Fomes				

ที่มา: พิทยากร ลิ่มทอง, 2543, หน้า 10

6.1.1.3 แอคติโนมัยซิท (Actinomycetes)

แอคติโนมัยซิทเป็นจุลินทรีย์ที่มีขนาดเล็กเช่นเดียวกับแบคทีเรีย แต่มีการเจริญเป็นเส้นใย (Hyphae) สร้างโคนิเดีย (Conidia) และสปอร์แรงเจีย (Sporangia) คล้ายคลึงกับเชื้อรา แต่มีความต่างที่ส่วนประกอบของผนังเซลล์ของแอกติโนมัยซิทไม่มีไคทินและเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบเหมือนผนังเซลล์ของเชื้อรา จึงจัดอยู่ในกลุ่มของแบคทีเรีย (สุบัณฑิต นิ่มรัตน์, 2552, หน้า 16) และเมื่อใยนี้แตกหักก็จะมีรูปร่างคล้ายแบคทีเรีย ดังนั้นทั้งรูปร่างและการจำแนกแอคติโนมัยซิทจึงก้ำกึ่งกันระหว่างเชื้อราและแบคทีเรีย แอกติโนมัยซิทสามารถพบได้บริเวณผิวดิน เนื่องจากต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโต พบได้ในแหล่งที่มีการเน่าเปื่อยของอินทรียวัตถุ ต้องการความชื้นน้อยในการเจริญ ถ้าหากมีความชื้นประมาณร้อยละ 85 –100 จะพบแอคติโนมัยซิทได้ยากมากและชอบเจริญในสภาวะที่ค่อนข้างเป็นด่าง ถ้าค่าความเป็นกรดด่างลดต่ำลงน้อยกว่า 5.0 ดินอยู่ในสภาพที่มีน้ำขังและขาดออกซิเจน จะทำให้เชื้อแอคติโนมัยซิทลดปริมาณลงอย่างรวดเร็ว ในสภาพธรรมชาติกลุ่มที่พบบ่อยในดินคือ *Streptomyces* sp. และ *Nocardia* sp. แอคติโนมัยซิทที่พบในดินและมีบทบาทในการย่อยสลายสารบางชนิดที่เป็นองค์ประกอบของพืช แสดงไว้ในตารางที่ 6.3

ตารางที่ 6.3 ชนิดของเชื้อแอคติโนมัยซิทที่มีความสามารถในการย่อยสลายสารประกอบในพืช

เซลลูโลส	เฮมิเซลลูโลส	ลิกนิน	แป้งและน้ำตาล	เพคติน
Micromonospora	*Streptomyces*	*Micromonospora*	*Actinoplanes*	*Thermonospora*
Nocardia		*Nocardia*	*Microbiospora*	
Streptomyces		*Streptomyces*	*Micromonospora*	
Streptosporangium			*Streptosporangium*	
Thermonospora				

ที่มา: พิทยากร ลิ่มทอง, 2543, หน้า 8

6.1.1.4 สาหร่าย (Algae)

สาหร่ายเป็นจุลินทรีย์กลุ่มโฟโตออโตโทรป สร้างสารอาหารได้เอง แตกต่างจากจุลินทรีย์ชนิดอื่นตรงที่มีคลอโรฟิลล์มักเห็นเซลล์เป็นสีเขียว เซลล์เป็น Procaryote และมีสารมิวโคเป็บไทด์ (Mucopeptide) เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์เช่นเดียวกับแบคทีเรีย จึงสามารถสังเคราะห์แสงโดยใช้แสงแดดเป็นแหล่งพลังงานและใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นแหล่งของคาร์บอน

ส่วนใหญ่ธรรมชาติของสาหร่ายอาศัยอยู่ในน้ำ ในแหล่งน้ำขนาดเล็กหากมีสาหร่ายอาศัยอยู่จะพบว่ามีฟิล์มสีเขียวลอยอยู่เหนือผิวน้ำแต่ก็สามารถพบได้ในดินหรือตามต้นไม้ที่มีความชื้น สาหร่ายที่พบในดินจะพบมากบริเวณผิวดินเนื่องจากต้องการแสงแดดในการเจริญเติบโต สาหร่ายในดินมีจำนวนน้อยกว่าแบคทีเรียและรา สาหร่ายที่พบส่วนใหญ่เป็นสาหร่ายสีเขียว เช่น แหนแดง (สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่อาศัยอยู่กับพืชตระกูลเฟิร์น) พวก *Chlamydomonas* และ *Chlorococcum* เป็นต้น ในดินที่อุดมสมบูรณ์กิจกรรมทางชีวเคมีของสาหร่ายจะลดลง เพราะถูกแย่งอาหารโดยแบคทีเรียและรา

สาหร่ายเป็นจุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญต่อการเกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของชั้นดิน โดยมักจะพบเป็นจุลินทรีย์กลุ่มแรกที่มีการเจริญบนผิวดินที่ยังไม่เกิดกระบวนการการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างดิน เช่น ดินภูเขาไฟที่แห้งแล้ง ดินที่ขาดความอุดมสมบูรณ์ และพื้นผิวของหิน โดยบทบาทสำคัญของสาหร่ายต่อกระบวนการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของดินเกิดจากกิจกรรมของสาหร่าย ผลจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายทำให้เกิดก๊าซออกซิเจนเพิ่มสารอินทรีย์และให้ธาตุคาร์บอนแก่ดิน ซึ่งเป็นธาตุสำคัญต่อการเจริญของสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในดิน กระบวนการเมแทบอลิซึมภายในเซลล์ของสาหร่ายจะผลิตและปลดปล่อยกรดคาร์บอนิกออกมา ซึ่งจะทำให้อนุภาคของหินและแร่ต่างๆ ในดินเกิดการผุกร่อนสลายตัว อีกทั้งสาหร่ายผลิตสารพอลีแซ็กคาไรด์ (Polysaccharide) ปล่อยออกสู่ดินจึงทำให้เกิดการรวมตัวกันของอนุภาคดิน (สุบัณฑิต นิ่มรัตน์, 2552, หน้า 22)

6.1.1.5 ไซยาโนแบคทีเรีย (Cyanobacteria)

เป็นจุลินทรีย์ที่จัดอยู่ในกลุ่มแบคทีเรีย แต่มีคุณสมบัติพิเศษที่แตกต่างไปจากแบคทีเรียส่วนใหญ่ คือ มีความสามารถในการสังเคราะห์แสงเนื่องจากมีคลอโรฟิลล์ ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับสาหร่าย พบได้ในดินทั่วไปที่มีแสงสว่างส่องถึง ไซยาโนแบคทีเรียมีความสามารถในการ

ตรึงก๊าซไนโตรเจนในอากาศซึ่งเป็นกระบวนการที่ช่วยเพิ่มธาตุไนโตรเจนให้แก่ดิน ไซยาโนแบคทีเรียที่พบในดิน ได้แก่ *Nostoc* sp. และ *Anabaena* sp. เรียกว่าพวกสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Blue Green Algae)

6.1.5.6 โปรโตซัว (Protozoa)

โปรโตซัวจัดเป็นจุลินทรีย์เซลเดียวที่จัดอยู่ในกลุ่มยูแคริโอต (Eucaryote) ส่วนใหญ่มีขนาดประมาณ 5.5 มิลลิเมตร จนถึงขนาดเล็กมากจนมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น พบมากในดินที่มีอินทรียวัตถุสูงและชุ่มชื้น บทบาทโดยทั่วไปช่วยกินแบคทีเรียบางชนิดเป็นอาหาร จึงเป็นการช่วยควบคุมปริมาณแบคทีเรียในดินให้อยู่ในภาวะสมดุล และย่อยสลายสารอินทรียวัตถุในดิน โปรโตซัวที่พบมากในดิน คือ อะมีบา (Amoeba)

6.1.2 สัตว์

ดินเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์หลายชนิด เช่น ไส้เดือนฝอย ไส้เดือนดิน แมลง สัตว์ที่มีขนาดเล็กหน้าดิน เป็นต้น รวมทั้งสัตว์ที่มีขนาดเล็กมาก เช่น โรติเฟอร์ โปรโตรซัว สัตว์เหล่านี้มีบทบาทเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินซึ่งเป็นผลมาจากกิจกรรมต่างๆ

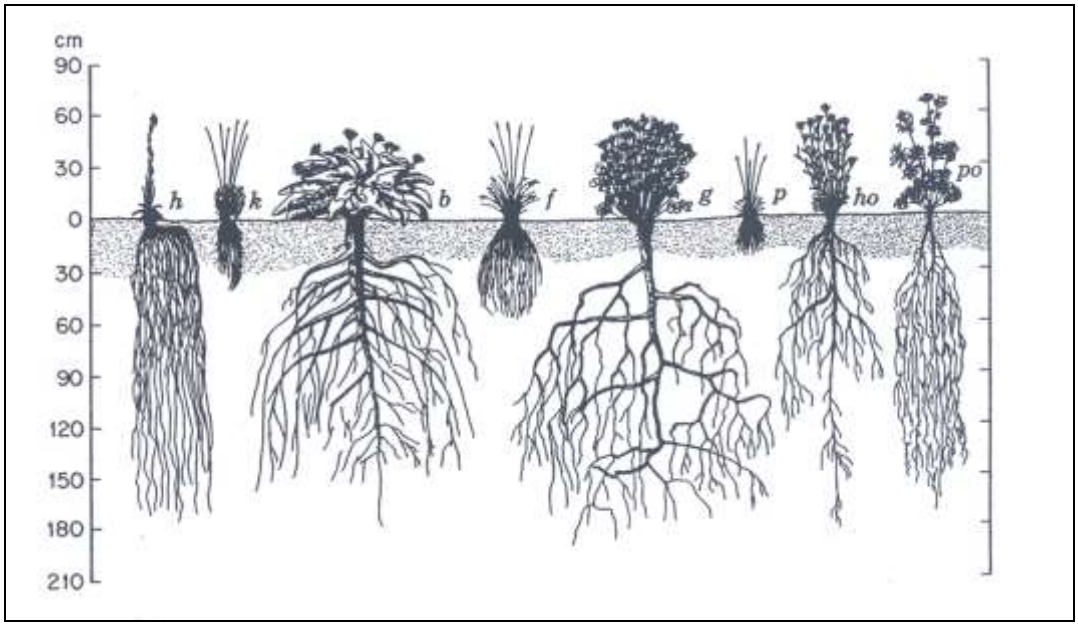
มดที่อาศัยอยู่ในดิน มีส่วนช่วยส่งเสริมความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยการขับถ่ายมูลและช่วยผสมผสานเศษซากพืชและสัตว์ ซึ่งขบวนการเหล่านี้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในระยะยาวจึงช่วยเสริมสร้างพัฒนาการของชั้นหน้าดินที่อุดมสมบูรณ์ การสร้างรังใต้ดินของมดและปลวก จะมีการสร้างทางเดินเป็นอุโมงค์ มดบางชนิดมีการสร้างรังใต้ดินและสร้างทางเดินคดเคี้ยวเป็นอุโมงค์ใต้ดิน และไปโผล่ออกที่ปากรังที่ทำเป็นทางเดินเข้าออกได้หลายทาง กิจกรรมต่างๆ เหล่านี้ทำให้เกิดช่องว่างจำนวนมากในดิน มีการถ่ายเทอากาศดี การขุดคุ้ย การกัดกินเศษซากพืชซากสัตว์ ของแมลงหลายชนิด เช่น ปลวก ด้วงมูลสัตว์ และแมลงนูน เป็นต้น แมลงเหล่านี้กัดกินเศษพืชและมูลสัตว์เป็นอาหาร ทำให้ชิ้นส่วนของอินทรียวัตถุเหล่านี้มีขนาดเล็กลง ทำให้มีพื้นที่สัมผัสให้จุลินทรีย์เข้าย่อยสลายได้ง่ายขึ้น จึงเป็นการเสริมให้การย่อยสลายสารอินทรีย์เกิดได้รวดเร็วยิ่งขึ้น (พิทักษ์พงศ์ ป้อมปราณี, 2552, หน้า 54)

ไส้เดือนดินมีบทบาทและหน้าที่สำคัญในโครงสร้างระบบนิเวศเกษตรในการถ่ายทอดพลังงานและหมุนเวียนธาตุอาหารในดิน ยุพิน ประทัด, ชุลีมาศ บุญไทยและ สุรศักดิ์ เสรีพงศ์ (2552, หน้า 33) รายงานว่าพื้นที่ที่มีจำนวนไส้เดือนดินในปริมาณมาก ทำให้ดินชั้นบนมีความชื้นสูง ความหนาแน่นรวมต่ำและเพิ่มความพรุนของดิน ไส้เดือนดินจะสร้างขุย ขุยไส้เดือนดินมีปริมาณอินทรียวัตถุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมและแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงในดินชั้นบน การจัดการพื้นที่ เช่น การไม่ใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชในแปลงเพาะปลูก เป็นการส่งเสริมให้มีจำนวนขุยไส้เดือนดินมากขึ้น จึงเป็นการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน

โรติเฟอร์ เป็นสัตว์ในไฟลัมโรติเฟอรา (Rotifera) ซึ่งเป็นกลุ่มของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่มีชื่อสามัญว่าโรติเฟอร์ จัดเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ พบได้ทั้งน้ำจืด น้ำกร่อยและน้ำเค็ม กินสารอินทรีย์และสิ่งมีชีวิตเล็กๆ ในน้ำ

6.1.3 พืช

พืชหลายชนิดมีรากและลำต้นใต้ดินสะสมอาหาร พืชเครื่องเทศและสมุนไพรหลายชนิดมีส่วนของลำต้นและรากใต้ดินที่มีการสะสมสารออกฤทธิ์สำคัญ นอกจากนี้พืชหลายชนิดมีการปลดปล่อยสารเคมี (Allelopathic Compounds) บางชนิดออกมาทางราก รากพืชตระกูลถั่วมีปมเป็นที่อยู่อาศัยของแบคทีเรียในสกุล ไรโซเบียม ระบบรากที่มีความแตกต่างกันในพืชแต่ละชนิด การหยั่งรากของพืชลึกลงไปในดินจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงและกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิตในดินมากมาย ระบบการแผ่กระจายของรากพืชแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันทั้งในด้านความลึกและรัศมีการแผ่กระจาย จึงทำให้มีส่วนช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในเนื้อดิน ดังแสดงในภาพที่ 6.1



ภาพที่ 6.1 ระบบการแผ่กระจายของรากพืช
ที่มา: Kramer and Boyer, 1995, หน้า 135

6.2 บทบาทและความสำคัญของจุลินทรีย์ในดิน

จุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในดินมีการดำรงชีวิตที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตอื่น หรือจุลินทรีย์ด้วยกันเองในหลายสภาวะ ได้แก่ ภาวะพึ่งพากัน ภาวะอิงอาศัย ภาวะปฏิปักษ์ ภาวะแก่งแย่งและภาวะปรสิต ซึ่งส่งผลต่อกิจกรรมในดินหลายประการ จุลินทรีย์ดินบางชนิดสร้างสารปฏิชีวนะไปยับยั้งการเติบโตของสิ่งมีชีวิตอื่นหรือจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุโรคพืชในดิน ซึ่งรวมทั้งจุลินทรีย์ที่ควบคุมจุลินทรีย์ด้วยกันเอง จุลินทรีย์ดินหลายชนิดทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่างๆ เช่น การย่อยสลายสารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ให้มีขนาดเล็กลง จุลินทรีย์ดินหลายชนิดมีบทบาทในการหมุนเวียนธาตุอาหารในดินก่อให้เกิดวงจรการหมุนเวียนไนโตรเจน เช่น *Rhizobium, Clostridium, Azotobacter* และ *Nitrosomonas* เป็นต้น เกี่ยวข้องกับขบวนการในวัฏจักรไนโตรเจนในดินโดย

ขบวนการ nitrification ซึ่งมีการเปลี่ยนแอมโมเนียให้เป็นไนเตรทซึ่งเป็นประโยชน์ต่อพืช บทบาทของจุลินทรีย์ดินที่เกี่ยวข้องกับการเสริมสร้างความอุดมสมบูรณ์ของดิน มีดังนี้

6.2.1 การย่อยสลายอินทรียวัตถุ

จุลินทรีย์ดินมีบทบาทในการหมุนเวียนธาตุอาหาร เนื่องจากจุลินทรีย์ต้องการสารประกอบอนินทรีย์มาเป็นแหล่งพลังงาน และใช้สังเคราะห์เป็นสารประกอบอินทรีย์ภายในเซลล์ จุลินทรีย์จึงมีบทบาทในกระบวนการการแปรรูปสารประกอบเหล่านั้นต่างๆ กันไป ได้แก่ กระบวนการที่จุลินทรีย์ย่อยสลายสารประกอบในอินทรียวัตถุ (decomposition) ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีเป็นสารประกอบอนินทรีย์ (mineralization) และกระบวนการที่จุลินทรีย์นำสารอนินทรีย์เข้าสู่เซลล์เพื่อสังเคราะห์เป็นสารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจนภายในเซลล์ (immobilization) บทบาทของจุลินทรีย์ดินในกระบวนการย่อยสลายอินทรียวัตถุ จะได้กล่าวถึงโดยละเอียดในบทที่ 7 เรื่องอินทรียวัตถุในดิน

6.2.2 การตรึงไนโตรเจน

จุลินทรีย์ดินบางชนิดสามารถใช้ก๊าซไนโตรเจนจากอากาศ และเปลี่ยนให้อยู่ในรูปที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้จากกระบวนการตรึงก๊าซไนโตรเจนโดยจุลินทรีย์สองกลุ่ม คือกลุ่มจุลินทรีย์ที่อยู่อย่างอิสระในดิน และกลุ่มจุลินทรีย์ที่อยู่ร่วมกันแบบภาวะพึ่งพากันกับรากพืชตระกูลถั่ว ดังนั้นกระบวนการตรึงก๊าซไนโตรเจนจากอากาศจึงเกิดขึ้นใน 2 ระบบ คือ

6.2.2.1 การตรึงไนโตรเจนแบบไม่พึ่งพาอาศัยหรือแบบอิสระ (nonsymbiotic nitrogen fixation) เกิดจากการทำงานของจุลินทรีย์ที่อยู่อย่างอิสระในดิน ซึ่งปัจจุบันพวกที่กำลังได้รับการศึกษากันอย่างกว้างขวางเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการเกษตรมีสองพวก คือ แบคทีเรียและสาหร่าย ได้แก่ *Azotobacter* sp., *Beijerinckia* sp.และ *Azospirillum* sp. ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่ชอบสภาพดินที่มีการถ่ายเทอากาศดีมีออกซิเจนเพียงพอ พบมากในดินดอนที่มีการระบายน้ำดีกับรากพืชตระกูลหญ้า หญ้าอาหารสัตว์ อ้อย ข้าวโพด ข้าวฟ่าง จะตรึงไนโตรเจนมาใช้ประโยชน์ได้โดยตรง *Clostridium* sp., *Achromobacter* sp. และ *Pseudomonas* sp. เป็นแบคทีเรียที่ชอบสภาพของดินที่มีการถ่ายเทอากาศไม่ดีและขาดออกซิเจน พบมากในดินที่ระบายน้ำไม่ดี ในนาน้ำขัง แบคทีเรียดังกล่าวพบทั่วไปในดิน อาศัยสารอินทรีย์ในดินเป็นแหล่งคาร์บอนและพลังงาน เมื่อเซลล์แบคทีเรียเหล่านี้ตายลง แบคทีเรียที่มีระบบย่อยสลายสารอินทรียวัตถุก็เข้าย่อยสลายเซลล์ที่ตายแล้วทำให้ไนโตรเจนที่ถูกตรึงไว้ในเซลล์ เกิดขบวนการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีเป็นสารประกอบอนินทรีย์ ซึ่งส่วนหนึ่งของแอมโมเนียมและไนไตรท์ที่เกิดขึ้นในดินรอบๆรากก็จะเป็นประโยชน์ต่อพืช

Anabaena spp., *Nostoc* spp. และ *Cylindrospermum* sp. เป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินหรือไซยาโนแบคทีเรีย สร้างอาหารได้เองจากคาร์บอนไดออกไซด์ ได้รับพลังงานจากจากแสงแดด และต้องการความชื้นสูง จึงพบสาหร่ายเหล่านี้ตามผิวดิน และสภาพน้ำขัง โดยเฉพาะพบว่ามีบทบาทสำคัญในการตรึงไนโตรเจนในนาข้าว

6.2.2.2 การตรึงก๊าซไนโตรเจนแบบชีวสัมพันธ์ (Symbiotic nitrogen fixation) เกิดจากการทำงานของแบคทีเรียในสกุลไรโซเบียม (*Rhizobium* spp.) ที่อยู่ร่วมกับราก

พืชตระกูลถั่ว ตัวอย่าง เช่น *Rhizobium leguminosarum* อยู่ร่วมกับถั่วลันเตา ถั่วปากอ้า *Rhizobium phaseoli* อยู่ร่วมกับถั่วแขก ถั่วแดงหลวง ถั่วผี และ *Rhizobium japonicam* อยู่ร่วมกับถั่วเหลือง เป็นต้น

นอกจากไรโซเบียมกับพืชตระกูลถั่วแล้ว ยังมีพืช และจุลินทรีย์อีกหลายชนิดที่สามารถตรึงไนโตรเจนและอยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัย เช่น การตรึงไนโตรเจนของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินชนิด *Anabaena azollae* ร่วมกับแหนแดง ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการตรึงไนโตรเจนในนาข้าว

6.2.3 การหมุนเวียนไนโตรเจนโดยจุลินทรีย์ดิน

จุลินทรีย์ดินทำให้เกิดกระบวนการที่ทำให้เกิดวงจรการหมุนเวียนไนโตรเจน ได้แก่

6.2.3.1 แอมโมนิฟิเคชั่น (Ammonification) เป็นกระบวนการที่จุลินทรีย์ย่อยสลายกรดอะมิโนแล้วได้แอมโมเนีย โดยบทบาทของแบคทีเรียกลุ่ม Heterotrophic ราและแอคติโนมัยซิท

6.2.3.2 ไนตริฟิเคชัน (Nitrification) เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนจากรูปของแอมโมเนียเป็นรูปไนเตรตซึ่งเกิดขึ้นโดยแบคทีเรียที่ต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโต จุลินทรีย์เหล่านี้ใช้คาร์บอนไดออกไซด์เป็นแหล่งคาร์บอนและได้พลังงานจากกระบวนการออกซิเดชันแอมโมเนียหรือไนไตรท์ กระบวนการนี้จะเกิดได้ดีในที่มีออกซิเจนหรือดินมีการถ่ายเทอากาศดี ทำให้ได้ไนเตรตซึ่งเป็นประโยชน์ต่อพืช ปฏิกิริยาเกิดได้ 2 ขั้นตอน คือ

1) การออกซิเดชันแอมโมเนียเป็นไนไตรท์ เกิดดังนี้

$$2NH_3 + 3O_2 \longrightarrow 2HNO_2 + 2H_2O$$

ซึ่งเกิดจากการทำงานของแบคทีเรียจำพวกออกซิไดซ์แอมโมเนีย หรือใช้แอมโมเนียเป็นแหล่งพลังงาน เช่น *Nitrosomonas* sp. และ *Nitrococcus* sp. เป็นต้น

2) การออกซิเดชันไนไตรท์เป็นไนเตรท เกิดดังนี้

$$HNO_2 + 1/2\ O_2 \longrightarrow HNO_3$$

ซึ่งเกิดจากการทำงานของแบคทีเรียจำพวกออกซิไดซ์ไนไตรท์หรือใช้ไนไตรท์เป็นแหล่งพลังงาน เช่น *Nitrobacter* sp. เป็นต้น

6.2.3.3 ดีไนตริฟิเคชัน (Denitrification) เป็นกระบวนการที่ก่อให้เกิดการสูญเสียไนโตรเจนออกไปจากดินในรูปของก๊าซไนโตรเจน โดยไนเตรตจะถูกเปลี่ยนเป็นก๊าซไนโตรเจนหรือไนตรัสออกไซด์โดยแบคทีเรีย เช่น *Achromobacter*, *Agrobacterium*, *Bacillus*, *Pseudomonas* และ *Vibrio* เป็นต้น กระบวนการนี้เกิดได้ดีในสภาพที่ดินขาดออกซิเจน การเปลี่ยนแปลงในกระบวนการดีไนตริฟิเคชัน เกิดดังนี้

$$2NO_3 \longrightarrow 2NO_2 \longrightarrow 2NO \longrightarrow N_2O \longrightarrow N_2$$

6.2.4 การแปรสภาพของอนินทรียสาร

การดำรงชีวิตของจุลินทรีย์ดินมีกิจกรรมการแปรสภาพของอนินทรียสาร เนื่องจากจุลินทรีย์ต้องการสารประกอบอนินทรีย์มาเป็นแหล่งพลังงาน และใช้สังเคราะห์เป็นสารประกอบอินทรีย์ภายในเซลล์ จึงก่อให้เกิดการหมุนเวียนธาตุอาหาร มีกระบวนการที่สำคัญ 2 กระบวนการ คือ (นงลักษณ์ สุวรรณพินิจและปรีชา สุวรรณพินิจ, 2541, หน้า 75 -76)

6.2.4.1 มิเนอรัลไลเซชั่นหรือดีคอมโพซิชั่น (Mineralization หรือ Decomposition) เป็นกระบวนการที่จุลินทรีย์ย่อยสลายสารประกอบอินทรีย์ให้เป็นสารประกอบอนินทรีย์

6.2.4.2 อิมโมบิไลเซชั่น (Immobilization) เป็นกระบวนการที่จุลินทรีย์นำสารอนินทรีย์เข้าสู่เซลล์เพื่อสังเคราะห์เป็นสารประกอบอนินทรีย์ไนโตรเจนภายในเซลล์

6.2.5 บทบาทอื่นๆ ของจุลินทรีย์ดิน

นอกจากจุลินทรีย์จะมีบทบาทหลักดังกล่าวข้างต้นแล้ว ด้วยความหลากหลายของจุลินทรีย์ดินในธรรมชาติ ทำให้ยังพบบทบาทอื่นๆ ของจุลินทรีย์ ได้แก่

6.2.5.1 มัยคอร์ไรซา (mycorrhiza) คือ เชื้อราที่เจริญร่วมกับรากแขนงของพืชชั้นสูงทั่วไป ในลักษณะภาวะพึ่งพากัน คือ มีความสัมพันธ์กันแบบชีวสัมพันธ์ (symbiosis) ใยรา (hypha) ของเชื้อราเจริญเติบโตอยู่กับเนื้อเยื่อชั้นนอกของรากโดยบางส่วนห่อหุ้มราก บางส่วนเป็นเหมือนเส้นขนแพร่กระจายออกไปรอบๆ ราก จะช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวในการดูดซึมธาตุอาหารให้แก่พืช จึงทำให้พืชที่มีมัยคอร์ไรซาอาศัยอยู่ที่ราก มีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าพืชที่ไม่มีมัยคอร์ไรซา นอกจากนี้มัยคอร์ไรซายังช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของราที่เป็นสาเหตุของโรคพืช

มัยคอร์ไรซาแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ เอคโตมัยคอร์ไรซา (ectomycorrhiza) และเอนโดมัยคอร์ไรซา (endomycorrhiza) สำหรับเอคโตมัยคอร์ไรซาเป็นมัยคอร์ไรซาที่มีเชื้อราอาศัยอยู่บริเวณเซลล์ผิวของรากภายนอก เส้นใยของเชื้อราจะประสานตัวจับกันแน่นคล้ายรากฝอยช่วยหาน้ำและแร่ธาตุให้แก่รากพืชบริเวณผิวดิน ลักษณะรากจะบวมโต รากมีลักษณะแตกกิ่งแขนงเพิ่มมากขึ้น ส่วนใหญ่ราชนิดนี้เป็นราชั้นสูงที่อยู่ในชั้น Basidiomycetes, Ascomycetes และ Zygomycetes ซึ่งสามารถสร้างดอกเห็ดได้ สำหรับเอนโดมัยคอร์ไรซาเป็นมัยคอร์ไรซาที่อาศัยอยู่ร่วมกับรากพืช เส้นใยของราจะอาศัยอยู่ภายในเซลล์รากและสามารถสร้างเส้นใยออกมานอกรากและไชชอนไปในดิน สร้างสปอร์ภายนอกราก เชื้อราชนิดนี้ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (Kramer and Boyer, 1995, pp. 130 -133)

บทบาทในด้านความเป็นประโยชน์ของมัยคอร์ไรซาที่อยู่ในดิน ได้แก่ ช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวและปริมาณของรากพืช เส้นใยทำหน้าที่เสมือนกับรากพืชที่ช่วยดูดน้ำ และแร่ธาตุอาหารพืชจากบริเวณที่รากพืชแผ่กระจายไปไม่ถึง เพิ่มความสามารถในการดูดซับน้ำ และแร่ธาตุอาหารให้แก่พืช ช่วยย่อยสลายและดูดซับธาตุอาหารจากหินแร่ในดินที่สลายตัวยากหรืออินทรียสารต่างๆ ที่ยังสลายตัวไม่หมดให้พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยเฉพาะธาตุฟอสฟอรัส เป็นต้น (อานัฐ ตันโช, 2549, หน้า 105)

ภาพที่ 6.2 รากพืชยืนต้นที่มีราเอคโตมัยคอร์ไรซาอาศัยอยู่
ที่มา: สุนัดดา โยมญาติ, 2559

6.2.5.2 จุลินทรีย์ที่ละลายฟอสเฟตและธาตุอาหารพืชอื่นๆ บทบาทของจุลินทรีย์เหล่านี้สามารถทำให้ธาตุอาหารพืชหลายชนิด เช่น ฟอสฟอรัส เหล็ก สังกะสี ทองแดงและแมงกานีส ที่มักอยู่ในรูปที่พืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (ไม่ละลาย) ให้ละลายออกมาอยู่ในรูปที่พืชสามารถใช้ประโยชน์ได้

จุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการแปรสภาพฟอสฟอรัสในดิน จะมีทั้งกลุ่มที่ทำหน้าที่เปลี่ยนอินทรีย์ฟอสฟอรัส และอนินทรีย์ฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปไม่เป็นประโยชน์ต่อพืชให้อยู่ในรูปที่สามารถเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ ในกรณีของสารอินทรีย์ฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปไม่เป็นประโยชน์ต่อพืชจะอยู่ในรูปของไฟทิน (phytin) และกรดฟอสฟอริก จุลินทรีย์จะสร้างเอนไซม์ไฟเทส (Phytase) ฟอสฟาเทส (Phosphatase) นิวคลีโอทิเดส (Nucleotidase) และกลีซีโรฟอสฟาเทส (Glecerophosphatase) เพื่อแปรสภาพอินทรีย์ฟอสฟอรัสให้อยู่ในรูปของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสที่เรียกว่าออโธฟอสเฟต (Orthophosphate) และไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (Dihydrogen Phosphate) จุลินทรีย์ดังกล่าว ได้แก่ แบคทีเรียในสกุล *Bacillus* sp. และราในสกุล *Aspergillus* sp., *Thiobacillus* sp., *Penicillium* sp. และ *Rhizopus* sp. เป็นต้น สารประกอบอนินทรีย์ฟอสฟอรัสบางชนิดในรูปของหินฟอสเฟต ซึ่งพืชยังไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ พบว่าจุลินทรีย์บางชนิดในสกุล *Bacillus* sp. และ *Aspergillus* sp. จะสร้างกรดอินทรีย์ละลายฟอสฟอรัสออกมาให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ (อานัฐ ตันโช, 2549, หน้า 52) นอกจากนี้จุลินทรีย์บางชนิด ได้แก่ *Pseudomonas* sp. และ *Arthrobactor* sp. สามารถผลิตกรดแลคติกและกรดซิตริก ซึ่งสามารถละลายหินฟอสเฟตให้อยู่ในรูปของฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เป็นการเพิ่มปริมาณธาตุอาหารในดินให้สูงขึ้น เป็นต้น (ฉวีวรรณ เหลืองวุฒิวิโรจน์, เสียงแจ่ว พิริยพฤนต์ และพิทยากร ลิ่มทอง, 2552, หน้า 24 - 35)

โดยปกติในดินจะมีปริมาณฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อดินน้อย ส่วนใหญ่ฟอสฟอรัสจะถูกตรึงโดยแร่ดินเหนียว และตกตะกอนกับเหล็ก อะลูมินั่ม แคลเซียมหรือแมกนีเซียมซึ่งละลายได้น้อยมาก จุลินทรีย์หลายชนิดมีบทบาทในการทำหน้าที่ละลายฟอสเฟตในดิน

ดังตัวอย่างของ ธงชัย มาลา, สุภาพ บูรณากาญจน์ และวันทนีย์ พึ่งแสง (2535) ได้ศึกษาปริมาณและการกระจายของเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถละลายฟอสเฟตได้ในตัวอย่างชุดดินร้อยเอ็ด บางเลน กำแพงแสนและเสนา พบว่าในชุดดินร้อยเอ็ดที่ระดับความลึก 0 - 15 และ 15 - 30 เซนติเมตร มีปริมาณแบคทีเรียที่ละลายฟอสเฟตได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ในชุดดินร้อยเอ็ดพบแบคทีเรียกลุ่มนี้โดยเฉลี่ยร้อยละ 15.25 ของปริมาณแบคทีเรียที่พบทั้งหมดและพบราที่สามารถละลายฟอสเฟตได้ร้อยละ 51.49 ของปริมาณราทั้งหมดในชุดดินบางเลน กำแพงแสน และเสนา พบแบคทีเรียที่ละลายฟอสเฟตได้ร้อยละ 13.36, 6.16 และ 33.33 ของแบคทีเรียทั้งหมดของแต่ละชุดดิน ตามลำดับ และพบราที่ละลายฟอสเฟตได้ร้อยละ 5.34, 29.73 และ 33.37 ของราทั้งหมดของแต่ละชุดดิน ตามลำดับ จุลินทรีย์ที่พบเหล่านี้มีความสามารถทำให้ฟอสเฟตละลายออกมาได้ และพบว่าเชื้อราสามารถละลายฟอสเฟตได้ดีกว่าแบคทีเรีย โดยเฉลี่ย 2 – 4 เท่า

6.2.5.3 จุลินทรีย์บางชนิดสามารถผลิตสารเร่งการเจริญเติบโตและวิตามินออกมากระตุ้นให้พืชเจริญเติบโต เร่งการงอกของเมล็ด เพิ่มความต้านทานต่อสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช จุลินทรีย์ *Azotobacter* sp. สามารถสังเคราะห์ฮอร์โมน indole acetic acid และ gibberellic acid ได้

6.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ดิน

1. ความชื้นในดิน

ปริมาณความชื้นในดินมีผลต่อชนิด ปริมาณและกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน ซึ่งจุลินทรีย์แต่ละชนิดต้องการความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตแตกต่างกัน

2. การถ่ายเทอากาศ

จุลินทรีย์ดินส่วนใหญ่เป็นพวกที่ต้องการออกซิเจน การถ่ายเทอากาศในดินจึงเป็นสิ่งจำเป็นต่อการเจริญเติบโตและเพิ่มกิจกรรมต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ในดิน เช่น ราเกือบทุกชนิดต้องการออกซิเจนจึงพบรามากที่บริเวณผิวดินชั้นบน

3. อุณหภูมิดิน

จุลินทรีย์ดินแต่ละชนิดต้องการอุณหภูมิที่พอเหมาะในการเจริญเติบโตแตกต่างกัน จุลินทรีย์พวกที่ต้องการอุณหภูมิปานกลาง อุณหภูมิที่พอเหมาะอยู่ในช่วง 25 - 45 องศาเซลเซียส อุณหภูมิมีส่วนสำคัญต่อกระบวนการทางชีวเคมี ถ้าอุณหภูมิอยู่ในช่วงที่เหมาะสม สามารถจะเพิ่มอัตราปฏิกิริยาทางชีวเคมีและส่งผลให้กิจกรรมต่างๆ ของจุลินทรีย์ดินเพิ่มสูงขึ้น

4. อินทรียวัตถุในดิน

จุลินทรีย์ในกลุ่ม heterotroph ได้แก่ แบคทีเรีย รา และแอคติโนมัยซีท เป็นกลุ่มที่ต้องการใช้สารประกอบอินทรีย์เป็นแหล่งอาหารคาร์บอน ดังนั้นปริมาณอินทรียวัตถุในดินจึงมีความสำคัญต่อจุลินทรีย์ในกลุ่มนี้มาก เพื่อช่วยเพิ่มปริมาณและกิจกรรมต่างๆ ของจุลินทรีย์ดินในช่วงแรกที่มีการสลายตัวของอินทรียวัตถุ

5. ความเป็นกรดด่าง

ความเป็นกรดด่างในดิน มีผลต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน ซึ่งส่วนใหญ่กิจกรรมของจุลินทรีย์ดินจะเกิดขึ้นในช่วงเป็นกรดอ่อนๆ จนถึงกลางหรือช่วงค่าความเป็นกรดด่าง 6.5 – 8.0 ค่าความเป็นกรดด่างที่สูงหรือต่ำเกินไปมีผลต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์บางชนิด เช่น แบคทีเรีย ถ้า ดินมีความเป็นกรดจัดจะหยุดการเจริญเติบโต ในขณะที่ราในสภาพที่เป็นกรดจัดจะสามารถเจริญได้ดีกว่าจุลินทรีย์ชนิดอื่น

6. อนินทรียสาร

สารประกอบอนินทรีย์บางชนิดจำเป็นต่อการเจริญเติบโต และการดำรงชีวิตของจุลินทรีย์ดิน ตัวอย่างธาตุโมลิบดีนั่ม เป็นองค์ประกอบของเอนไซม์ไนโตรจีเนส ถ้าขาดโมลิบดินัมจะมีผลต่อการสร้างเอนไซม์ ซึ่งส่งผลกระทบต่อกระบวนการตรึงไนโตรเจน

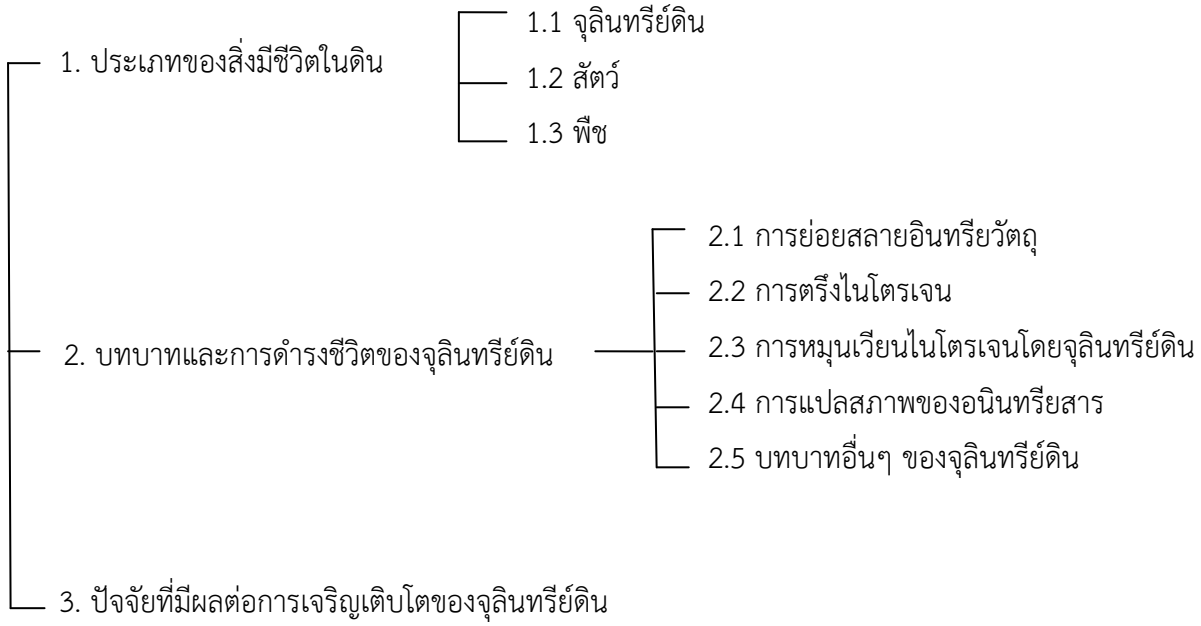
บทสรุป

สิ่งมีชีวิตที่อาศัยในดินมีบทบาทต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติในด้านต่างๆ ของดิน อันเป็นผลทำให้ดินมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตของพืช สิ่งมีชีวิตที่อาศัยในดินที่สำคัญประกอบด้วยจุลินทรีย์ดิน ได้แก่ แบคทีเรีย รา แอคติโนมัยซีส และสาหร่าย เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีพืช และสัตว์ต่างๆ เช่น ไส้เดือน และแมลงบางชนิด เป็นต้น ซึ่งมีบทบาทเกี่ยวข้องกับการปรับปรุงโครงสร้างของดิน จุลินทรีย์ดินหลายชนิดมีบทบาทสำคัญ ได้แก่ การทำหน้าที่ย่อยสลายอินทรียวัตถุในดิน การตรึงไนโตรเจนจากอากาศ และการแปรสภาพอนินทรียสารให้เป็นประโยชน์ต่อพืช นอกจากนี้ยังพบว่าจุลินทรีย์บางชนิด สามารถผลิตสารเร่งการเจริญเติบโตออกมากระตุ้นให้พืชเจริญเติบโต การดำรงชีวิตของจุลินทรีย์ดินต้องการปัจจัยหลายประการ เช่น ความชื้นในดิน การถ่ายเทอากาศ อุณหภูมิที่เหมาะสม อินทรียวัตถุสำหรับใช้เป็นแหล่งอาหาร ความเป็นกรดด่างที่เหมาะสมและแร่ธาตุอาหารบางชนิด เป็นต้น

คำถามทบทวนประจำบทที่ 6

1. ยกตัวอย่างจุลินทรีย์ดินที่มีบทบาทในการย่อยสลายสารอินทรียวัตถุในดิน
2. อธิบายบทบาท และความสำคัญของจุลินทรีย์ดิน
3. ยกตัวอย่างการแปรสภาพของอนินทรียสารโดยจุลินทรีย์ดิน
4. การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ดินมีปัจจัยใด เข้ามาเกี่ยวข้องบ้าง
5. การแผ่กระจายและการหยั่งรากของพืชลงไปในดิน มีผลต่อดินอย่างไรบ้าง

แผนภาพสรุปบทที่ 6



บทปฏิบัติการที่ 6
การศึกษาสิ่งมีชีวิตในดิน

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาสิ่งมีชีวิตในดิน ได้แก่ เชื้อรา ไส้เดือน และแมลงที่อาศัยในดิน

วิธีการ

1. การศึกษาชนิดของเชื้อราที่พบในดิน

1.1 ทำการเก็บตัวอย่างดินในแหล่งปลูกพืชต่างๆ ได้แก่ แปลงปลูกผักล้มลุก แปลงปลูกไม้ผล แปลงปลูกอ้อยหรือข้าวโพด ตัวอย่างดินที่เก็บมาได้ทำการ spread ลงบนอาหาร carboxymethyl cellulose agar นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 - 32 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1-2 สัปดาห์ ทำให้บริสุทธิ์ต่อโดยวิธีการ point inoculation จนกระทั่งได้เชื้อบริสุทธิ์ เก็บเชื้อราที่แยกได้บนอาหารแข็งชนิดเดิมแบบผิวเอียง (slant agar) ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

1.2 นำเชื้อราที่ได้ไปจำแนกความแตกต่างเพื่อแยกชนิดที่พบ

2. การศึกษาชนิดและปริมาณของแมลง ไส้เดือนดินที่พบในดิน

2.1 ทำการเก็บตัวอย่างดินในแหล่งปลูกพืชต่างๆ ได้แก่ แปลงปลูกผักล้มลุก แปลงปลูกไม้ผล แปลงปลูกอ้อยหรือข้าวโพด ในแต่ละแปลงกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง แปลงละ 3 จุด แต่ละจุด มีพื้นที่ 4 ตารางเมตร ทำการขุดเก็บตัวอย่างดินเพื่อศึกษาชนิดและปริมาณของแมลงที่พบและจำนวนไส้เดือนดิน

2.2 เปรียบเทียบดินในแต่ละแหล่งปลูกพืช มีความแตกต่างของชนิด ปริมาณของแมลงและไส้เดือนดินที่พบอย่างไร

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 7
อินทรียวัตถุในดิน

หัวข้อเนื้อหาประจำบท

บทที่ 7 อินทรียวัตถุในดิน

7.1 ความสำคัญของอินทรียวัตถุในดิน
7.2 การสลายตัวของอินทรียวัตถุ
7.3 การจัดการอินทรียวัตถุในดิน

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อศึกษาบทที่ 7 จบแล้ว นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายความสำคัญ และบทบาทของอินทรียวัตถุในดินได้
2. อธิบายขบวนการสลายตัว และปัจจัยที่มีผลต่อการสลายตัวของอินทรียวัตถุในดินได้
3. อธิบายการจัดการอินทรียวัตถุในดินได้
4. ปฏิบัติการวิเคราะห์หาปริมาณอินทรียวัตถุในดินได้

วิธีสอนและกิจกรรมการเรียนการสอนประจำบท

1. วิธีสอน

1.1 การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
1.2 การฟังบรรยาย
1.3 การสรุปประเด็นสำคัญหรือการนำเสนอผลของการสืบค้นที่ได้รับมอบหมาย
1.4 ปฏิบัติการทดลองในห้องปฏิบัติการและภาคสนาม
1.5 การศึกษาจากกรณีศึกษา
1.6 การสะท้อนความคิด

2. กิจกรรมการเรียนการสอน

2.1 อาจารย์บรรยายเนื้อหา นำเสนอภาพตัวอย่าง เช่น ภาพแสดงลักษณะดินที่ขาดอินทรียวัตถุให้ผู้เรียนสังเกตพร้อมกับการตั้งคำถาม สนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เพื่อชี้ให้เห็นความสำคัญ และบทบาทของอินทรียวัตถุในดิน

2.2 ให้ผู้เรียนปฏิบัติการ

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอน

2. ภาพประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวกับการจัดการอินทรียวัตถุ
3. ตัวอย่างอินทรียวัตถุชนิดต่างๆ
4. ตัวอย่างการจัดการอินทรียวัตถุในแปลงปลูกพืชของเกษตรกร
5. แหล่งเรียนรู้ในชุมชนของเกษตรกรปราชญ์ท้องถิ่น

การวัดและการประเมินผล

1. ประเมินความรู้หลังการเรียนเทียบกับความรู้เดิมของนักศึกษา
2. ประเมินจากการตั้งคำถาม ตอบคำถาม และการสะท้อนความคิดของนักศึกษาในชั้นเรียนและในแหล่งเรียนรู้ชุมชนจากการศึกษาภาคสนาม
3. ประเมินจากคำถามทบทวนประจำบทที่ 7
4. ประเมินจากผลงานการค้นคว้าของนักศึกษา
5. ประเมินจากการปฏิบัติการทดลองของนักศึกษา

บทที่ 7
อินทรียวัตถุในดิน

ดังที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 1 องค์ประกอบของดินที่เหมาะสมจะประกอบด้วยอินทรียวัตถุในสัดส่วนร้อยละ 5 อินทรียวัตถุในดินมาจากเศษพืชหรือสัตว์ที่ยังไม่สลายตัวกำลังสลายตัวหรือสลายตัวอย่างสมบูรณ์แล้ว จนกลายเป็นขุยอินทรีย์ซึ่งมีผลต่อสภาพทางกายภาพ เคมีและชีวภาพของดิน อินทรียวัตถุที่สลายตัวอย่างสมบูรณ์มีบทบาทในการปรับปรุงสมบัติต่างๆ ของดินมากกว่าอินทรียวัตถุที่ยังสลายตัวไม่สมบูรณ์ จุลินทรีย์ดินนับว่ามีบทบาทที่สำคัญต่อการสลายตัวของอินทรียวัตถุ พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช มหิตลาธิเบศรรามาธิบดีจักรีนฤบดินทร สยามินทราธิราช บรมนาถบพิตร ได้พระราชทานแนวคิด “การห่มดิน” ด้วยอินทรียวัตถุเพื่อรักษาสภาพดินให้เหมาะสมต่อการปลูกพืชและให้เหมาะสมต่อการดำรงชีพของจุลินทรีย์ดิน

7.1 ความสำคัญของอินทรียวัตถุในดิน

อินทรียวัตถุในดินมีความสำคัญต่อสมบัติของดิน ซึ่งพอจะกล่าวได้ดังนี้ คือ

1. อินทรียวัตถุในดิน ช่วยทำให้ดินเกิดเป็นก้อน เศษเหลือของพืชหรือสัตว์ที่ใส่ลงไปในดินจะถูกจุลินทรีย์ย่อยสลาย และสังเคราะห์สารบางชนิดขึ้นมาใหม่ สารที่สังเคราะห์ขึ้นมาใหม่นี้จะเป็นตัวเชื่อมอนุภาคของดินให้เกาะกันเกิดเป็นก้อนเล็กก้อนน้อย ทำให้ดินมีช่องว่างสามารถดูดซับน้ำได้มากขึ้น

2. อินทรียวัตถุในดิน ช่วยทำให้ดินอุ้มน้ำได้มากขึ้น อินทรียวัตถุสามารถอุ้มน้ำได้ 7 เท่าของน้ำหนักของอินทรียวัตถุและเมื่ออินทรียวัตถุในดินทำให้ดินร่วนซุยเกิดเป็นก้อนเล็กก้อนน้อยจะทำให้ดินนั้นสามารถอุ้มน้ำได้มากขึ้นอีก

3. อินทรียวัตถุในดิน ช่วยลดการทำให้ดินแน่นโดยเม็ดฝน อินทรียวัตถุที่ปกคลุมผิวดินช่วยลดการกระแทกของเม็ดฝนที่ตกลงมากระทบกับดิน ซึ่งถ้าดินไม่มีอะไรปกคลุมแล้ว เม็ดฝนจะกระแทกกระทบกับดินโดยตรง แรงกระแทกของเม็ดฝนทำให้ดินอัดแน่น นอกจากนี้ปัจจุบันนิยมการให้น้ำกับพืชแบบพ่นฝอยซึ่งมีแรงกระแทกต่อดินเช่นกัน ถ้าดินมีสิ่งปกคลุมจะช่วยลดแรงกระแทกที่จะทำให้ดินอัดแน่นได้

4. อินทรียวัตถุในดิน มีผลทำให้ดินมีช่องว่างในดินมากขึ้น รากของพืชในดินหรืออินทรียวัตถุในดินเมื่อเกิดเน่าเปื่อยผุพังจะทำให้มีช่องว่างในดินจึงทำให้การหมุนเวียนของอากาศในดินและการแทรกซึมของน้ำในดินเป็นไปได้ดีขึ้น

5. อินทรียวัตถุในดินกลายเป็นธาตุอาหารของพืช อินทรียวัตถุประกอบด้วยแร่ธาตุ อาหารพืช เมื่อสลายตัวจะปลดปล่อยธาตุอาหารเป็นประโยชน์กับพืช

6. อินทรียวัตถุในดินช่วยทำให้ธาตุอาหารของพืชในดินละลายออกมา การสลายตัวของอินทรียวัตถุในดินทำให้เกิดกรดอินทรีย์ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เมื่อคาร์บอนไดออกไซด์ละลาย

น้ำได้กรดคาร์บอนิกซึ่งเป็นกรดอ่อน กรดนี้จะช่วยให้ธาตุโพแทสเซียมและฟอสฟอรัสในดินละลายออกมาเป็นประโยชน์กับพืช

7. อินทรียวัตถุในดินช่วยต้านทานการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาของดินอย่างรวดเร็ว การเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาของดินอย่างรวดเร็วทำให้พืชชะงักการเจริญเติบโตหรือถ้ามากกว่านั้นต้นพืชอาจจะตายได้ อินทรียวัตถุในดินจะช่วยดูดซับปูนไว้ เป็นการตรึงการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ลดการกระทบกระเทือนต่อการเจริญเติบโตของพืชลงทำให้ความเป็นกรดด่างของดินเปลี่ยนแปลงไปช้าๆ

8. อินทรียวัตถุในดิน ช่วยดูดซับธาตุอาหารของพืชได้มากขึ้น ดินที่มีอินทรียวัตถุสูงจะช่วยดูดซับธาตุอาหารพืชไว้ได้มากและค่อยๆ ปลดปล่อยออกมาให้กับต้นพืช จึงสามารถใส่ปุ๋ยให้กับต้นพืชได้เป็นปริมาณมาก

9. อินทรียวัตถุในดินเป็นอาหารของจุลินทรีย์ดิน กระบวนการเปลี่ยนแปลงรูปของธาตุอาหารพืชในดิน ส่วนใหญ่เป็นการกระทำของจุลินทรีย์จุลินทรีย์ส่วนมากเป็นพวกที่ต้องใช้อินทรียวัตถุเป็นอาหาร ดังนั้นดินที่มีอินทรียวัตถุมากจึงมักเป็นดินที่มีจุลินทรีย์มาก

10. อินทรียวัตถุในดินเป็นอาหารของสิ่งมีชีวิตในดิน สัตว์ที่อาศัยอยู่ในดิน เช่น ไส้เดือนและแมลงบางชนิด เป็นต้น ช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดิน ช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดิน

11. อินทรียวัตถุช่วยลดการระเหยของน้ำในดิน อินทรียวัตถุในดินหรือสิ่งที่ปกคลุมอยู่บนผิวดินทำให้ดินไม่ถูกแสงแดดโดยตรง ซึ่งลดการระเหยของน้ำจากดินและอีกประการหนึ่ง อินทรียวัตถุในดินทำให้ดินจับตัวกันเป็นก้อนเล็กก้อนน้อย มีช่องว่างของอากาศของดินชั้นบนมากขึ้น น้ำใต้ดินที่จะซึมผ่านช่องมาข้างบนเพื่อดินถูกกับแสงแดดโดยตรงได้ยาก จึงเป็นการลดการระเหยของน้ำจากดินอีกทางหนึ่งด้วย

12. อินทรียวัตถุในดินช่วยลดการพังทลายของดินโดยลม อินทรียวัตถุในดินช่วยทำให้อนุภาคดินเกาะกันเกิดเป็นก้อน เมื่อมีลมพัดกระแทกแรงๆ ที่ผิวดิน อนุภาคของดินที่เกาะกันแน่นจะไม่หลุดออกไป ลดการพังทลายของดินโดยลมลง

13. อินทรียวัตถุที่ปกคลุมผิวดินช่วยลดอุณหภูมิของดินในฤดูร้อน อินทรียวัตถุที่ปกคลุมผิวดิน เมื่อได้รับแสงแดดโดยตรงจะแผ่รังสีความร้อนจากอินทรียวัตถุผ่านอากาศลงมายังดินได้น้อย ทำให้อุณหภูมิของดินไม่เพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นความร้อนจากแสงแดดจะไม่สามารถทำอันตรายต่อรากพืชในดินที่มีอินทรียวัตถุมากได้

14. อินทรียวัตถุในดินช่วยลดความเป็นด่างของดินได้ อินทรียวัตถุในดินเมื่อสลายตัวจะเกิดกรดอินทรีย์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เมื่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์รวมกับน้ำในดินเกิดเป็นกรดคาร์บอนิกซึ่งเป็นกรดอ่อน ๆ ทั้งกรดอินทรีย์ และกรดคาร์บอนิกในดินนี้จะช่วยลดความเป็นด่างของดินได้

15. อินทรียวัตถุในดินช่วยลดความเค็มของดิน ดินที่เป็นดินเค็มเมื่อได้รับอินทรียวัตถุจะเพิ่มความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกทำให้ความเข้มข้นของเกลือที่ถูกดูดซับโดยดินลดลง

16. อินทรียวัตถุในดินช่วยรักษาสภาพความเป็นกรดเป็นด่างในดินไม่ให้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างกะทันหัน

17. อินทรียวัตถุในดินช่วยลดการตรึงธาตุอาหารบางชนิดโดยอนุภาคดินเหนียว โดยเฉพาะอย่างยิ่งฟอสเฟต

7.2 การสลายตัวของอินทรียวัตถุ

อินทรียวัตถุในดินมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอเมื่อสภาพเหมาะสม การเปลี่ยนแปลงของอินทรียวัตถุในดินที่เกิดขึ้น มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพทางกายภาพ เคมีและชีวภาพของดิน ตลอดถึงการเจริญเติบโตของพืช จุลินทรีย์นับเป็นปัจจัยสำคัญที่ควบคุมอัตราการย่อยสลายอินทรียวัตถุ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยสภาพแวดล้อมต่างๆ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ความเป็นกรดด่าง รวมทั้งสมบัติทางเคมีและกายภาพของวัสดุแต่ละชนิด ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะมีบทบาทสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงชนิด กิจกรรม รวมถึงปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการย่อยสลาย

อินทรียวัตถุมีองค์ประกอบที่สำคัญ คือสารประกอบลิกโนเซลลูโลส ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของเศษวัสดุพืช กระบวนการย่อยสลายแบ่งได้เป็น 2 ขั้นตอน คือ ในช่วงแรกเอนไซม์ที่ผลิตจากเชื้อจุลินทรีย์จะยึดเกาะผิวของสารประกอบเซลลูโลส และในช่วงที่สองเกิดการย่อยสลายโดยการทำงานของเอนไซม์ ทำให้เซลลูโลสมีขนาดเล็กลง ดังนั้นเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการสร้างเอนไซม์เซลลูเลสสูง จะมีบทบาทอย่างมากต่อการย่อยสลายเศษซากพืช สำหรับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการย่อยสลายจะได้กล่าวถึง ดังนี้

7.2.1 องค์ประกอบทางเคมีที่มีในอินทรียวัตถุ

วัสดุเศษเหลือจากพืช ผลพลอยได้จากโรงงานหรือเศษเหลือจากบ้านเรือน นับเป็นแหล่งอินทรียวัตถุที่สำคัญมักจะประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ส่วน คือส่วนแรกเป็นพวกคาร์โบไฮเดรท ทั้งในรูปที่ย่อยสลายง่ายและย่อยสลายยาก เช่น น้ำตาล แป้ง เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และเพคติน เป็นต้น ส่วนที่สองเป็นพวกลิกนินและส่วนที่สามเป็นพวกสารประกอบไนโตรเจน เช่น กรดอะมิโน โปรตีนและสารอนินทรีย์ไนโตรเจน โดยพวกน้ำตาล แป้ง เพคติน กรดอะมิโน โปรตีน และสารอนินทรีย์ไนโตรเจน เป็นองค์ประกอบที่ถูกย่อยสลายได้ง่าย กล่าวคือน้ำตาล กรดอะมิโน และกรดอินทรีย์ต่างๆ ที่ละลายน้ำได้ มักเป็นส่วนที่จุลินทรีย์นำไปใช้ได้ทันที สำหรับแป้งและโปรตีนต้องถูกย่อยสลายให้กลายเป็นน้ำตาลหรือกรดอะมิโนก่อนจะถูกนำไปใช้ แต่ก็ยังจัดเป็นสารประกอบประเภทที่ย่อยสลายได้ง่ายเช่นกัน การย่อยสลายสารประกอบเหล่านี้จึงเกิดขึ้นก่อน และเป็นแหล่งอาหารสำคัญทำให้ประชากรของจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงแรก ของการย่อยสลายของสารอินทรีย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกแบคทีเรียและเชื้อรา

ตารางที่ 7.1 องค์ประกอบในพืชที่สำคัญ

สารประกอบ		ปริมาณที่พบในพืช (%)
1 คาร์โบไฮเดรท	น้ำตาลและแป้ง	1 – 5
	เฮมิเซลลูโลส	10 – 28
	เซลลูโลส	20 – 50
2.ไขมัน ขี้ผึ้ง แทนนิน		1 - 8
3. ลิกนิน		10 – 30
4. โปรตีน	โปรตีนที่ละลายน้ำได้และ crude proteins	1 – 15

ที่มา: คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541, หน้า 246

เฮมิเซลลูโลสเป็นสารประกอบโพลิเมอร์ของน้ำตาลเฮกโซส เพ็นโตส และกรดยูโรนิค ตามโครงสร้างแล้ว เฮมิเซลลูโลสย่อยสลายได้ง่าย แต่ในธรรมชาติสารนี้มักเกาะเป็นโครงสร้างซับซ้อนกับสารอื่น เช่น เซลลูโลส หรือลิกนิน ทำให้ย่อยสลายได้ยากขึ้น เซลลูโลสเป็นสารที่พบมากที่สุดในพืช ประกอบด้วยโมเลกุลของน้ำตาลกลูโคส เช่นเดียวกับแป้ง แต่มีโครงสร้างแข็งแรงย่อยสลายได้ยาก สำหรับลิกนินเป็นสารประกอบที่มีโมเลกุลซับซ้อนมาก ทำให้สลายตัวได้ยากและการที่มีอยู่ในปริมาณมากในพืช ปริมาณลิกนินที่มีอยู่ในพืชจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งที่จะกำหนดว่าเศษพืชจะย่อยสลายได้ยากหรือง่าย โดยทั่วไปแล้วเมื่อพืชมีอายุมากขึ้นการสะสมของลิกนิน ภายในต้นพืชก็มากขึ้นด้วยทำให้สลายตัวยากขึ้นไปอีก พืชบางชนิด เช่น ต้นข้าวโพดที่แก่แล้ว ฟางข้าวแห้งและเศษตกค้างของใบอ้อยในแปลง เป็นต้น มีปริมาณลิกนินอยู่ค่อนข้างมาก การย่อยสลายจึงมักช้ากว่าเศษพืชชนิดอื่น ๆ

7.2.2 อัตราส่วนของสารประกอบคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C : N ratio) ของเศษพืช

สารประกอบคาร์บอนและไนโตรเจน เป็นสารที่จำเป็นต่อการเจริญของจุลินทรีย์ โดยเชื้อจุลินทรีย์จะย่อยสลายสารอินทรีย์คาร์บอน จนกระทั่งได้โมเลกุลเล็กและนำเข้าในเซลล์เพื่อใช้เป็นแหล่งของพลังงานและสร้างส่วนประกอบของเซลล์ สำหรับสารประกอบไนโตรเจนจะถูกย่อยสลายเช่นกัน และเซลล์จุลินทรีย์จะนำไปใช้เป็นแหล่งไนโตรเจนเพื่อสร้างส่วนประกอบของเซลล์ เช่น สารโปรตีน และกรดนิวคลีอิค เป็นต้น โดยปกติเซลล์ของจุลินทรีย์มีค่าอัตราส่วนของสารประกอบคาร์บอนต่อไนโตรเจนประมาณ 10 – 15 ซึ่งหมายความว่า การที่จุลินทรีย์ดูดสารอินทรีย์คาร์บอนเข้าไปใช้ในเซลล์ 10 –15 หน่วย จำเป็นต้องดูดสารประกอบไนโตรเจนเข้าไปด้วย 1 หน่วย จึงจะทำให้เกิดความสมดุลของสารประกอบทั้งสองในเซลล์ และจุลินทรีย์สามารถเจริญได้ดี ดังนั้นอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจนที่อยู่ในสารอินทรีย์ หรือที่เรียกว่า C : N ratio จึงมักเป็นปัจจัยที่บ่งชี้ว่า ในการย่อยสลายสารอินทรีย์เหล่านั้นจะมีไนโตรเจนเพียงพอกับความต้องการของจุลินทรีย์ และทำให้การย่อยสลายสารอินทรีย์ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่

อัตราส่วนของสารประกอบคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่เพียงพอกับความต้องการในการสร้างพลังงานเพื่อการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ควรอยู่ระหว่าง 20/1 ถึง 30/1 ตัวอย่างวัสดุ

อินทรีย์บางชนิด ดังตารางที่ 7.2 ถ้าเศษพืชมี C: N ratio อยู่สูงหรือกว้างกว่า 30 /1 ขึ้นไป เช่น เศษต้นข้าวโพดแห้ง มีคาร์บอนประมาณร้อยละ 40 และมีไนโตรเจนประมาณร้อยละ 1 หรือมี C: N ratio เท่ากับ 40/1 แม้ว่าจะมีคาร์บอนให้ใช้ในการเจริญเติบโตมาก แต่ก็มีไนโตรเจนอย่างจำกัด ทำให้ไม่สามารถย่อยสลายเศษพืชได้รวดเร็วเท่าที่ควร เมื่อคลุกเคล้าเศษพืชเหล่านี้ลงไปในดิน จุลินทรีย์มักไปดึงเอาไนโตรเจนในดิน เช่น แอมโมเนียมไอออนหรือไนเตรทไอออน ไปใช้ ซึ่งเป็นกระบวนการที่จุลินทรีย์ดินใช้สารอนินทรีย์เป็นอาหาร ทำให้ไนโตรเจนที่จะเป็นประโยชน์ต่อพืชในดินลดปริมาณลง พืชไม่สามารถนำธาตุไนโตรเจนไปใช้ได้ (IMMOBILIZATION) จนอาจทำให้พืชเกิดการขาดธาตุไนโตรเจนได้ ในทางตรงกันข้าม หากเศษพืชมีธาตุไนโตรเจนอยู่มาก เช่น พวกพืชตระกูลถั่วซึ่งมักมีค่า C: N ratio 20/1 ก็จะมีไนโตรเจนเหลือปลดปล่อยออกมาสู่สภาพแวดล้อมในรูปของแอมโมเนียมไอออน โดยกระบวนการที่ก่อให้เกิดความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร(mineralization) (Brady and Ray, 2002, pp. 507 - 509)

โดยทั่วไปแล้วประมาณสองในสามส่วนของสารอินทรีย์คาร์บอน จะถูกออกซิไดซ์ให้เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการสร้างพลังงานของจุลินทรีย์ ที่เหลืออีกประมาณหนึ่งในสามส่วน เป็นส่วนที่นำไปใช้สร้างเซลล์ของจุลินทรีย์ ดังนั้นกระบวนการย่อยสลายของสารอินทรีย์ ค่า C : N ratio ของเศษพืชจึงลดลงไปเรื่อยๆ ความสัมพันธ์ระหว่าง C : N ratio กับความเป็นประโยชน์หรือไม่เป็นประโยชน์ของไนโตรเจนในดิน เป็นดังนี้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541, หน้า 246 - 248)

1. ในช่วงที่ค่า C : N ratio ยังสูงกว่า 30 : 1 อัตราการ immobilization ของไนโตรเจนจะสูงกว่า mineralization เนื่องจากไนโตรเจนที่ได้จากการย่อยสลายสารอินทรีย์มีไม่เพียงพอกับความต้องการของจุลินทรีย์

2. ในช่วงระหว่าง 30 : 1 ถึง 20 : 1 กระบวนการทั้งสองจะเกิดขึ้นได้ใกล้เคียงกัน

3. เมื่อค่า C : N ratio ลดต่ำลงไปอีก immobilization จะลดต่ำกว่า Mineralization ทำให้มีสารประกอบไนโตรเจนเหลือปลดปล่อยออกมาสู่ดินต่อจากนั้นค่า C : N ratio จะยังลดลงไปเรื่อยๆ ตามอัตราสลายตัวของเศษพืชแล้วค่อนข้างคงที่อยู่ที่ค่า C : N ratio ประมาณ 12 : 1 ถึง 10 : 1 ซึ่งเป็นค่า C: N ratio ของเซลล์จุลินทรีย์ และอินทรียวัตถุในดิน

ตารางที่ 7.2 ค่า C : N ratio ของวัสดุอินทรีย์บางชนิด

วัสดุอินทรีย์	ค่าเฉลี่ย C : N ratio
ถั่วอัลฟัลฟา	12 : 1
กากตะกอนน้ำเสีย	12 : 1
มูลปศุสัตว์	15 : 1
ของเสียและน้ำทิ้งจากบ่อฟาร์มสุกร	17 : 1
พืชตระกูลถั่ว	20 : 1
ต้นข้าวโพด	40 : 1
ฟางข้าวสาลี	80 : 1
ขี้เลื่อย	400 : 1

ที่มา: พิทยากร ลิ่มทอง, 2543, หน้า 10

7.2.3 ปริมาณออกซิเจน

กระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์คาร์บอน โดยกิจกรรมของเชื้อจุลินทรีย์ จัดเป็นปฏิกิริยาประเภท biological oxidation เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้จะใช้ออกซิเจนเป็นตัวรับอิเล็กตรอนในระบบการหายใจในเซลล์ของเชื้อจุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจน ดังนั้นก๊าซออกซิเจน จึงเป็นปัจจัยสำคัญในระหว่างกระบวนการย่อยสลาย แต่ถ้าหากออกซิเจนไม่เพียงพอกระบวนการย่อยสลายจะเป็นไปอย่างไม่ค่อยสมบูรณ์ ซึ่งนอกจากสารอินทรีย์คาร์บอนจะถูกเปลี่ยนเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แล้ว ยังมีสารประกอบพวกกรดอินทรีย์เกิดขึ้นอีกด้วย ดังนั้นการระบายอากาศในกองปุ๋ยหมักจึงเป็นสิ่งสำคัญเพราะนอกจากจะเป็นการเพิ่มออกซิเจนให้กับจุลินทรีย์แล้วยังเป็นการช่วยระบายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และความร้อนจากกองปุ๋ยหมักอีกด้วย ปริมาณออกซิเจนที่เพียงพอต่อการดำเนินกิจกรรมการย่อยสลายจะต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 18

ในกรณีการทำปุ๋ยหมักการระบายอากาศหรือการเพิ่มออกซิเจนให้แก่กองปุ๋ย อาจจะทำได้โดยการกลับกองปุ๋ย ซึ่งนอกจากจะมีผลดีในการระบายอากาศแล้ว ยังช่วยคลุกเคล้าเศษวัสดุต่างๆ ให้เข้ากันอย่างสม่ำเสมอ การกลับกองปุ๋ยหมักในช่วงเวลาที่เหมาะสมจะทำให้กิจกรรมของเชื้อจุลินทรีย์ดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง จากการศึกษาวิธีการระบายอากาศต่อกิจกรรมของเชื้อจุลินทรีย์ ในกองปุ๋ยหมักจากฟางข้าวของพิทยากร ลิ่มทอง (2543) โดยเติมมูลสัตว์ร้อยละ 20 และยูเรียร้อยละ 0.2 พบว่าการกลับกองปุ๋ยหมักทุกๆ 10 วัน ทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 30 วันแรกของการกองปุ๋ยหมัก หรือจะทำการกลับกองปุ๋ยหมักทุกๆ 20 วัน หรือทำการกลับกองปุ๋ยเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นในกองปุ๋ยหมัก 50 องศาเซลเซียสได้ ซึ่งจะช่วยทำให้ปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นได้เช่นกัน และหลังจากหมักฟางข้าวประมาณ 3 เดือน จะมีผลทำให้อัตราการลดลงของค่า C:N ratio ลดลงใกล้เคียงกันระหว่าง 20 ถึง 30

7.2.4 ระดับอุณหภูมิ

อุณหภูมิที่เหมาะสมเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งในกระบวนการย่อยสลาย อุณหภูมิที่สูงเกินไปจะมีผลชะงักการเจริญของจุลินทรีย์ ทำให้การย่อยสลายสารประกอบอินทรีย์ลดลง ดังนั้นอุณหภูมิสูงสุดไม่ควรเกิน 70 องศาเซลเซียส และไม่ควรสูงติดต่อกันเป็นเวลานานเกินไป เนื่องจากจะมีผลทำให้เชื้อจุลินทรีย์ถูกทำลาย โดยจะมีเพียงจุลินทรีย์บางสายพันธุ์ พวกแบคทีเรียที่สร้างสปอร์และชอบอุณหภูมิสูงเท่านั้นที่มีกิจกรรมที่อุณหภูมิสูงกว่า 70 องศาเซลเซียส เช่น *Bacillus stearothermophilus*, *B. subtilis*, *Clostridium* sp. และแบคทีเรียในสกุล *Thermus* sp. เป็นต้น เชื้อราส่วนใหญ่จะหยุดการเจริญและกิจกรรมถ้าอุณหภูมิสูงถึง 60 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามผลการศึกษาโดยทั่วไปพบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อกระบวนการย่อยสลายจะมีค่าระหว่าง 45 – 55 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิในช่วงระหว่าง 55 – 60 องศาเซลเซียสนี้ถ้าสูงติดต่อกันอย่างน้อย 3 วัน จะมีผลต่อการทำลายวัชพืชและเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดเชื้อโรคได้

การย่อยสลายอินทรียวัตถุในสภาพกองปุ๋ยหมัก พบว่าหลังการกองปุ๋ยหมัก 2– 4 วัน อุณหภูมิในกองปุ๋ยจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึง 50 – 60 องศาเซลเซียส เนื่องจากพลังงานที่ปลดปล่อยจากปฏิกิริยาทางชีวเคมีของเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการย่อยสลาย และประกอบกับสมบัติการเก็บความร้อนของวัสดุที่เป็นสารอินทรีย์ ทำให้ความร้อนที่เกิดขึ้นไม่ค่อยแพร่กระจายออกจาก

กองปุ๋ยหมัก และอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักสะสมเพิ่มมากขึ้น การที่อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นดังกล่าว ทำให้สภาพแวดล้อมในกองปุ๋ยเปลี่ยนแปลงไป ชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ก็เปลี่ยนไปเช่นกัน ในขณะที่อุณหภูมิสูงขึ้นเรื่อยๆ พบว่าจุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญ ได้แก่พวกที่ทนต่ออุณหภูมิสูง (thermoduric) และพวกที่ชอบอุณหภูมิสูง (thermophilic) หลังจากที่อุณหภูมิสูงสุดแล้วจะค่อยๆ ลดลงจนถึงระดับที่จุลินทรีย์ที่ชอบอุณหภูมิปานกลาง (mesophilic) สามารถเจริญ และเพิ่มจำนวนมากขึ้น ในกรณีที่อุณหภูมิสูงมากเกินไปถึง 70 องศาเซลเซียส จะมีผลยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยทำให้การย่อยสลายสารประกอบอินทรีย์ลดลง และกิจกรรมของจุลินทรีย์จะลดลงตามไปด้วย ด้วยเหตุนี้อุณหภูมิจะค่อยๆ ลดลงจนถึงระดับที่เหมาะสม เชื้อจุลินทรีย์ที่เหลือรอดอยู่จะเริ่มกิจกรรมในการย่อยสลายอีกครั้งหนึ่ง

7.2.5 ระดับความชื้น

น้ำหรือความชื้นจะเป็นตัวกลางในการส่งผ่านอาหารและก๊าซออกซิเจนจากวัสดุและอากาศไปยังเซลของจุลินทรีย์และยังเป็นตัวกลางในการส่งผ่านเอนไซม์เข้าย่อยสลายวัสดุด้วย นอกจากนี้ความชื้นยังเป็นตัวกำหนดปริมาณก๊าซในวัสดุหมักถ้าความชื้นมากขึ้นปริมาณก๊าซจะลดลง การส่งผ่านออกซิเจนลดลงทำให้เกิดสภาพไม่มีอากาศ ความชื้นที่เหมาะสมต่อกระบวนการย่อยสลายควรอยู่ระหว่างร้อยละ 50 – 60 ถ้าความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 30 กิจกรรมทางชีวเคมีที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายจะเกิดช้าลง ความชื้นยังมีผลทางอ้อมต่อการระบายอากาศ กล่าวคือ ถ้าความชื้นมีมากเกินไปการแพร่กระจายออกซิเจนในกองปุ๋ยหมักจะเกิดได้ยากจนทำให้เกิดสภาพขาดออกซิเจน และมีผลต่ออัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ดังกล่าวแล้ว ทำให้เกิดการหมักแบบสภาพที่ไม่มีอากาศจะเกิดกลิ่นเหม็นภายในกองปุ๋ยหมักซึ่งเกิดจากสารอินทรีย์ระเหย เช่น มีเทน ฟอสฟิน และไฮโดรเจนซัลไฟด์ เป็นต้น โดยกลุ่มจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอากาศ และมีผลทำให้เกิดการสูญเสียธาตุอาหารจากวัสดุเศษพืชในระหว่างการทำปุ๋ยหมักด้วย เช่น ไนโตรเจนจะเปลี่ยนรูปไปเป็นแอมโมเนีย เป็นต้น

7.2.6 ความเป็นกรดเป็นด่าง

โดยทั่วไปความเป็นกรดด่างของวัสดุจะไม่มีผลกระทบมากนักต่อกระบวนการย่อยสลาย ค่าความเป็นกรดด่างที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วง 5.5 – 8.0 เนื่องจากแบคทีเรียชอบค่าความเป็นกรดด่าง ในช่วงที่เป็นกลาง ส่วนเชื้อราสามารถปรับตัวให้อยู่ในสภาพที่ค่อนข้างเป็นกรดได้

7.2.7 ขนาดของวัสดุ

ขนาดของเศษวัสดุ ถ้าเป็นวัสดุที่มีขนาดเล็ก การผสมคลุกเคล้าทำได้ทั่วถึง พื้นที่ผิวสัมผัสมีมาก ดังนั้นโอกาสที่จะถูกย่อยสลายจึงมีมากกว่า สำหรับวัสดุที่มีขนาดใหญ่ ได้แก่ ฟางข้าว การผสมคลุกเคล้าจะทำได้ไม่ทั่วถึงมากนัก ในวิธีการปฏิบัติกรณีการทำปุ๋ยหมักจากเศษวัสดุขนาดใหญ่จึงควรกองเป็นชั้นๆ และเมื่อถึงเวลากลับกองปุ๋ยหมักจะเป็นการช่วยผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันดียิ่งขึ้น แต่โดยทั่วไปวัสดุพืชที่มีขนาดใหญ่ซึ่งเป็นเส้นหรือเป็นท่อนนั้นจะทำให้ภายในกองปุ๋ยหมักมีการแพร่กระจายหรือการระบายอากาศดีกว่าวัสดุที่มีขนาดเล็ก เนื่องจากวัสดุขนาดใหญ่จะมีลักษณะโปร่งมากกว่า

7.3 การจัดการอินทรียวัตถุในดิน

ดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น อินทรียวัตถุมีความสำคัญในการปรับปรุงสมบัติต่างๆ ของดิน การรักษาระดับของอินทรียวัตถุในดินให้มีความเหมาะสม คือการจัดการเพื่อลดการสูญเสียอินทรียวัตถุในดินและการจัดการเพื่อยกระดับของปริมาณอินทรียวัตถุในดินให้สูงขึ้น ซึ่งมีแนวทางดังนี้

7.3.1 การจัดการเพื่อลดการสูญเสียอินทรียวัตถุในดิน

ปัญหาสำคัญประการหนึ่งที่พบในดินที่ใช้ในการปลูกพืชในไร่นาของเกษตรกร คือ อินทรียวัตถุในดินมีปริมาณลดน้อยลง ซึ่งมีสาเหตุหลายประการ

1. การทำการเกษตรอย่างต่อเนื่อง มีกิจกรรมการเขตกรรมที่มีการไถพรวนอย่างต่อเนื่อง การไถพรวนบ่อยครั้งทำให้ดินมีการระบายน้ำและอากาศดีขึ้น แต่ขณะเดียวกันก็เป็นการเร่งอัตราการย่อยสลายของอินทรียวัตถุโดยจุลินทรีย์ดินให้เกิดขึ้นได้มาก ทำให้จุลินทรีย์ใช้อินทรียวัตถุในดินได้มากขึ้น อินทรียวัตถุในดินจึงมีปริมาณลดน้อยลงอย่างรวดเร็ว การปลูกพืชแบบลดการไถพรวนและการทิ้งเศษเหลือของพืชหรือวัชพืชปกคลุมดินไว้ สามารถช่วยลดการสูญเสียอินทรียวัตถุในดินได้

2. การใส่ปุ๋ยเคมี การใส่ปุ๋ยเคมีลงดินติดต่อกันเป็นระยะเวลายาวนานจะทำให้ดินแข็ง ทั้งนี้เพราะปุ๋ยเคมีนอกจากจะเป็นธาตุอาหารพืชแล้ว ยังเป็นธาตุอาหารของจุลินทรีย์ด้วย เมื่อจุลินทรีย์ได้รับธาตุอาหารดีก็จะมีกิจกรรมการย่อยสลายอินทรียวัตถุได้ดีด้วย ทำให้มีความสามารถในการใช้อินทรียวัตถุในดินให้หมดไปได้อย่างรวดเร็ว จนถึงระยะหนึ่งที่อนุภาคดินยึดเกาะกันโดยตรงจึงทำให้ดินแข็งไม่นุ่มเหมือนอนุภาคดินยึดเกาะกันโดยมีอินทรียวัตถุเป็นตัวเชื่อม การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ในปริมาณที่เหมาะสมจะช่วยลดการสูญเสียอินทรียวัตถุออกไปจากดินได้ และเป็นการรักษาสารเชื่อมอนุภาคดินไว้ให้เหมาะสมด้วย

3. เนื้อดิน อินทรียวัตถุในดินเนื้อหยาบ จะสลายตัวได้เร็วกว่าอินทรียวัตถุในดินเนื้อละเอียด ทั้งนี้เพราะดินเนื้อหยาบเมื่อทำการไถพรวนแล้วจะทำให้การถ่ายเทอากาศในดินได้ดีกว่าดินเนื้อละเอียด ดังนั้นกระบวนการย่อยสลายของอินทรียวัตถุโดยจุลินทรีย์ในดินเนื้อหยาบจึงเป็นไปได้ดีกว่าในดินเนื้อละเอียด อินทรียวัตถุในดินเนื้อหยาบจึงมีน้อยกว่าในดินเนื้อละเอียด การปรับปรุงดินเนื้อหยาบด้วยการหมุนเวียนชนิดพืชที่มีระบบรากแผ่กระจายในดินชั้นบนมาก การปลูกพืชตระกูลถั่วแล้วทำการไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสดอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง จะช่วยลดการสูญเสียอินทรียวัตถุออกไปจากดินได้

7.3.2 การจัดการเพื่อยกระดับของปริมาณอินทรียวัตถุในดินให้สูงขึ้น

การรักษาระดับของปริมาณอินทรียวัตถุในดินด้วยการจัดการเพื่อลดการสูญเสียอินทรียวัตถุออกไปจากดินอาจยังไม่เพียงพอ จำเป็นต้องมีมาตรการเพื่อยกระดับของปริมาณอินทรียวัตถุในดินให้สูงขึ้นควบคู่กันไปด้วย

1. การจัดการสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการสลายตัวของอินทรียวัตถุ การจัดการเพื่อให้การสลายตัวของอินทรียวัตถุในดินเกิดขึ้นอย่างเหมาะสม เป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มปริมาณของอินทรียวัตถุในดินให้สูงขึ้น

2. การใช้เทคโนโลยีเพื่อเร่งปฏิกิริยาและเร่งการทำงานของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายอินทรียวัตถุ ปัจจุบันมีองค์ความรู้จากงานวิจัย เช่น เทคโนโลยีการเติมอากาศในกองปุ๋ยหมัก การคัดเลือกชนิดของจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ

3. ชนิดของพืช และการเลือกพืชบางชนิด ตัวอย่างการไถกลบปุ๋ยพืชสดลงไปในดินเนื้อหยาบจำเป็นต้องปล่อยให้พืชมีอายุมากกว่าการไถกลบลงในดินเนื้อละเอียด ทั้งนี้เพราะการไถกลบช้า ก็เพื่อจะทำให้พืชนั้นมีปริมาณชีวมวลหรือมีเซลลูโลสและลิกนินมากขึ้น จะทำให้อินทรียวัตถุเหลืออยู่ในดินได้ยาวนานขึ้น

4. ผลกระทบของปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นประการหนึ่งคือปัญหาการเป็นพิษของอินทรียวัตถุในดิน ซึ่งมีสาเหตุคือ ในกรณีดินน้ำขังหากมีการไถกลบปุ๋ยพืชสดลงไปในดินน้ำขัง ทำให้กระบวนการสลายตัวโดยจุลินทรีย์ดินเป็นไปอย่างไม่สมบูรณ์ เกิดสารที่เป็นพิษ อาจแก้ไขได้โดยปล่อยให้ดินแห้งเพื่อให้อินทรียวัตถุในดินสลายตัวอย่างสมบูรณ์เสียก่อนจึงปล่อยให้น้ำท่วม อีกกรณีหนึ่งคือการเกิดความร้อน การใส่อินทรียวัตถุทับถมเป็นกองบนดิน เมื่ออินทรียวัตถุเน่าเปื่อยผุพังจะมีความร้อนเกิดขึ้น ความร้อนที่เกิดขึ้นนี้จะสะสมจนถึงขั้นที่สามารถทำอันตรายต่อรากพืชได้ ดังนั้นจึงควรผสมคลุกเคล้าให้อินทรียวัตถุเข้ากับดินให้ดี เมื่อเกิดเน่าเปื่อยผุพังความร้อนที่เกิดขึ้นก็จะไม่สะสมจนทำอันตรายต่อรากพืชได้

บทสรุป

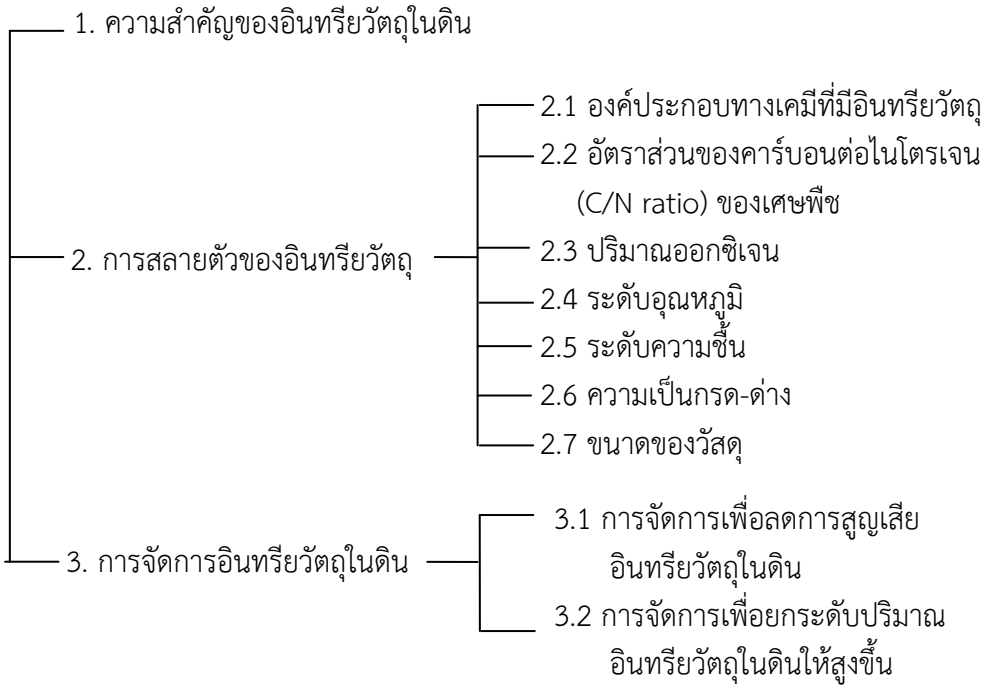
อินทรียวัตถุในดินมีความสำคัญต่อสมบัติทางเคมี กายภาพและชีวภาพของดิน ในหลายๆ ประการ อินทรียวัตถุมีส่วนสำคัญในการปรับปรุงบำรุงดิน ช่วยปรับสภาพดิน ยกระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินให้มีความเหมาะสมต่อการปลูกและให้ผลผลิตของพืช ปัญหาที่พบในดินที่ใช้ทำการเกษตร คือ ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ จึงควรมีมาตรการต่างๆ ในการจัดการดินเพื่อลดการสูญเสียอินทรียวัตถุในดิน ขณะเดียวกันก็ต้องมีมาตรการเพื่อยกระดับอินทรียวัตถุในดินให้มีปริมาณสูงขึ้น การเปลี่ยนแปลงของอินทรียวัตถุในดินที่สำคัญ คือการย่อยสลายของอินทรียวัตถุ ซึ่งมีปัจจัยที่มีผลต่อการย่อยสลายหลายประการ ได้แก่ องค์ประกอบทางเคมีที่มีในอินทรียวัตถุ อัตราส่วนของ C/N ratio ในวัสดุเศษพืช ปริมาณออกซิเจน ระดับอุณหภูมิ ระดับความชื้น และความเป็นกรดด่างที่เหมาะสม เป็นต้น ปัจจัยดังกล่าวมีผลสำคัญต่ออัตราการย่อยสลาย

คำถามทบทวนประจำบทที่ 7

1. อธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบความสำคัญของอินทรียวัตถุในดิน
2. ปัจจัยที่มีผลต่อการย่อยสลายของอินทรียวัตถุ มีอะไรบ้าง ปัจจัยเหล่านั้นมีผลอย่างไร
3. มีแนวทางอย่างไรบ้าง ในการจัดการอินทรียวัตถุในดินให้เหมาะสมตามสภาพพื้นที่

4. ในภูมิลำเนาของนักศึกษา มีแหล่งอินทรียวัตถุอะไรบ้างที่สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงบำรุงดิน และมีแนวทางในการจัดการอินทรียวัตถุเหล่านั้นอย่างไร

แผนภาพบทสรุปบทที่ 7



บทปฏิบัติการที่ 7
การวัดปริมาณอินทรียวัตถุในดิน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาวิธีการวัดปริมาณอินทรียวัตถุในดิน
2. เพื่อประเมินปริมาณอินทรียวัตถุในดิน จากตัวอย่างดินในแหล่งต่างๆ

วิธีการ

นำตัวอย่างดินมาผึ่งให้แห้งในที่ร่ม บดและร่อนผ่านตะแกรงที่มีรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร นำตัวอย่างดินไปทำการวิเคราะห์หาปริมาณอินทรียวัตถุโดยมีวิธีการ ดังนี้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2540)

1. ใส่ตัวอย่างดินจำนวน 1 กรัม ลงใน Erlenmeyer flask ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมสารละลาย1 N $K_2Cr_2O_7$ จำนวน 10 มิลลิลิตรโดยใช้ไปเปตเขย่า flask เบาๆให้ดินและ $K_2Cr_2O_7$ ผสมกันดี เติมกรดจำนวน 10 มิลลิลิตร อย่างรวดเร็ว เขย่าเบาๆ ให้สิ่งที่อยู่ใน flask ผสมกันอย่างทั่วถึง เขย่าแรงๆ อีก 1 นาที ตั้งทิ้งไว้บนแผ่นกระเบื้องเคลือบเป็นเวลา 30 นาที

2.เติมน้ำกลั่นลงไป 10 มิลลิลิตร และ ferroin indicator (O – phenanthrolineferrous complex) 10 หยด แล้วไตเตรตด้วยสารละลาย 0.5 N $FeSO_4$ เมื่อสารละลายใน flask เปลี่ยนเป็นสีเขียว และน้ำเงินแล้ว ค่อยๆ หยด $FeSO_4$ ทีละหยด จนสีเปลี่ยนจากน้ำเงินเป็นสีแดงอย่างกะทันหัน แสดงว่าการไตเตรตถึงจุดสุดท้ายแล้ว บันทึกปริมาตรของ $FeSO_4$ ที่ใช้

3. เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของ organic carbon (% C) และเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของอินทรียวัตถุ (% O.M.) ในดิน อาจคำนวณหาได้โดยใช้สมการ ดังนี้

$\%\ C = (V_1N_1 - V_2N_2)f \times 0.003 \times 100/m$

$\%\ O.M. = 100\ (\%C)/c$

ซึ่ง V_1 = ปริมาตรเป็นมิลลิลิตร ของสารละลาย $K_2Cr_2O_7$ ที่เติมลงไปใน flask

N_1 = ความเข้มข้นเป็น normal ของ $K_2Cr_2O_7$

V_2 = ปริมาตรเป็น มิลลิลิตร ของสารละลาย $FeSO_4$ ที่ใช้ในการไตเตรต

N_2 = ความเข้มข้นเป็น normal ของ $FeSO_4$

m = มวลของดินเป็นกรัม เมื่อแห้งสนิท

f = correction factor (ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของ $K_2Cr_2O_7$ ที่จะเปลี่ยน organic carbon ให้เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์)

C = เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของคาร์บอนในอินทรียวัตถุในดิน (โดยปกติค่าเฉลี่ย ของ c คือ 52 สำหรับดินบนและ 40 สำหรับดินล่าง)

แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 8
ธาตุอาหารพืช

หัวข้อเนื้อหาประจำบท

บทที่ 8 ธาตุอาหารพืช

8.1 ธาตุอาหารที่จำเป็นของพืช
8.2 บทบาทและหน้าที่สำคัญของธาตุอาหารพืช
8.3 กลไกการดูดใช้ธาตุอาหารของพืช
8.4 ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช
8.5 อาการขาดธาตุอาหารพืช
8.6 รูปของธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์
8.7 วัฏจักรของธาตุอาหารหลักในดิน

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อศึกษาบทที่ 8 จบแล้ว นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจ และสามารถอธิบาย

1. ความสำคัญ บทบาท และหน้าที่ของธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืชได้
2. กลไกการดูดใช้ธาตุอาหารของพืชได้
3. ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชได้
4. รูปของธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ได้
5. วัฏจักรของของธาตุอาหารในดินได้
6. ลักษณะอาการขาดธาตุอาหาร และสามารถปฏิบัติการวินิจฉัยลักษณะอาการขาดธาตุอาหารพืชในเบื้องต้นได้

วิธีสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน

1.วิธีสอน

1.1 การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
1.2 การฟังการบรรยาย
1.3 การเรียนรู้ด้วยการสืบค้นประเด็นสำคัญ
1.4 การปฏิบัติการทดลองในเรือนปลูกพืชทดลอง
1.5 การฝึกปฏิบัติ

2. กิจกรรมการเรียนการสอน

2.1 ฟังการบรรยายเนื้อหา
2.2 อาจารย์สาธิตวิธีการปฏิบัติให้นักศึกษาดู

2.3 นักศึกษาฝึกปฏิบัติวินิจฉัยอาการผิดปกติของพืชอันเนื่องมาจากการขาดธาตุอาหารจากตัวอย่างพืช

2.4 นักศึกษาลงมือปฏิบัติการทดลอง

2.5 อภิปรายผลการทดลองร่วมกัน สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษาร่วมกัน

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอน
2. แผ่นภาพต่างๆ
3. แปลงปลูกพืชของเกษตรกรสำหรับใช้วินิจฉัยอาการผิดปกติของพืช
4. วัสดุอุปกรณ์ปฏิบัติการทดลอง
5. ตัวอย่าง พืชที่แสดงอาการขาดธาตุอาหาร
6. สื่อออนไลน์

การวัดและการประเมินผล

1. ประเมินความรู้หลังการเรียนเทียบกับความรู้เดิมของนักศึกษา
2. ประเมินจากการตั้งคำถาม ตอบคำถาม และการอภิปรายในชั้นเรียน
3. ประเมินจากคำถามทบทวนประจำบทที่ 8
4. ประเมินจากผลงานการค้นคว้าของนักศึกษา
5. ประเมินจากผลการปฏิบัติการของนักศึกษา
6. ประเมินจากการเรียนรู้ภาคสนาม

บทที่ 8
ธาตุอาหารพืช

ธาตุอาหารพืชมีบทบาทต่อการเจริญเติบโต และการพัฒนาการของพืช พืชจะได้รับธาตุอาหารซึ่งอยู่ในรูปของสารอนินทรีย์เข้าทางรากและใบ และใช้ธาตุอาหารเหล่านี้เป็นวัตถุดิบในการสร้างสารอินทรีย์ เช่น แป้ง โปรตีน ไขมัน วิตามิน และสารอื่นๆ เช่น ฮอร์โมนพืช โดยอาศัยขบวนการสังเคราะห์แสง (photosynthesis) และขบวนการแมทาโบลิซึมอื่นๆ เช่น ขบวนการชีวสังเคราะห์ (biosynthesis) ธาตุอาหารบางส่วนเข้าทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของพืช และบางส่วนไม่ได้เป็นส่วนประกอบของพืชโดยตรงแต่ทำหน้าที่กระตุ้นปฏิกิริยาชีวเคมีต่างๆ ในระดับเซลล์ ก่อเกิดขบวนการที่พืชเปลี่ยนสารอนินทรีย์ไปเป็นอาหาร สารประกอบต่างๆ และโครงสร้างของพืช (assimilation)

พืชต้องการธาตุอาหารในปริมาณที่เหมาะสม ครบถ้วน และสัดส่วนของธาตุอาหารแต่ละชนิดต้องสมดุล พืชแต่ละชนิดมีความต้องการธาตุอาหารแตกต่างกัน ข้าวโพดหวาน และไม้ดอกกระถางหลายชนิดต้องการธาตุอาหารในปริมาณมาก พืชผักที่รับประทานใบต้องการไนโตรเจนสูง พืชหัวหลายชนิดที่รากสะสมอาหาร เช่น มันเทศ มันฝรั่ง หรือพืชที่ใช้ส่วนลำต้นใต้ดิน พืชเหล่านี้ต้องการธาตุโพแทสเซียมเพื่อส่งเสริมคุณภาพของผลผลิต ในบางกรณีการควบคุมปริมาณธาตุอาหารบางชนิดให้พืชได้รับน้อยกว่าปกติ มีผลให้พืชมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะการเจริญเติบโต เช่น การลดปริมาณไนโตรเจน ทำให้พืชมีการแตกตาข้างมากขึ้น ซึ่งเป็นวิธีการปฏิบัติอย่างหนึ่งเพื่อควบคุมขนาดทรงพุ่มของไม้ประดับให้กะทัดรัด การลดปริมาณไนโตรเจนในไม้ผลยืนต้นเขตร้อนหลายชนิดเมื่อต้นมีการเติบโตทางกิ่งใบในฤดูอย่างเต็มที่แล้ว ช่วยให้ต้นพืชมีการสะสมอาหารและออกดอกได้มากสม่ำเสมอกัน พืชที่ได้รับไนโตรเจนปริมาณมากจะมีลักษณะอวบน้ำ ทำให้อ่อนแอ และถูกโรคแมลงศัตรูพืชทำลายได้ง่าย แต่พืชที่ขาดไนโตรเจนก็จะอ่อนแอต่อโรคทางดินที่ทำให้ต้นเน่า รากเน่า โดยเชื้อราในสกุล *Fusarium*, *Sclerotium* และ *Pythium* การเพิ่มปริมาณแคลเซียมทำให้พืชแข็งแรง และทนทานต่อการเข้าทำลายของเชื้อโรคทางดินที่เป็นปัญหาของการปลูกมะเขือเทศ และถั่วลันเตา เช่น เชื้อในสกุล *Fusarium* และ *Rhizoctonia* เป็นต้น

8.1 ธาตุอาหารที่จำเป็นของพืช

การกำหนดให้ธาตุใดเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชมีข้อพิจารณาอยู่ 3 ประการคือ

1. เป็นส่วนประกอบสำคัญของเนื้อเยื่อพืชหรือสารต่างๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรท ไขมัน สารพันธุกรรม (deoxyribonucleic acid : DNA) สารชีวโมเลกุลที่ทำหน้าที่ให้พลังงานของสิ่งมีชีวิต (adenosine triphosphate : ATP) และสารกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์หรือปฏิกิริยาต่างๆ เป็นต้น

2. ไม่สามารถนำธาตุอื่นมาทำหน้าที่ทดแทนได้

3. หากพืชขาดธาตุอาหารที่จำเป็นธาตุใดธาตุหนึ่งไปจะทำให้การเจริญเติบโตผิดปกติ ไม่สามารถดำเนินชีวิตจนครบวงจรและพืชตายในที่สุด

จากข้อพิจารณาดังกล่าวนักวิทยาศาสตร์ทางด้านธาตุอาหารพืชจึงได้กำหนดให้ธาตุอาหารที่จำเป็นของพืชมี 17 ธาตุ ซึ่งในจำนวนนี้มีธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจนรวมอยู่ด้วย ซึ่งพืชได้รับในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ส่วนธาตุอื่นๆ อีก 14 ธาตุนั้น พืชได้มาจากดินและอินทรียวัตถุ จากวัสดุปลูก และจากปุ๋ยที่ใส่ให้กับพืช โดยรากพืชจะดูดซึมธาตุอาหารเหล่านี้เข้าไปในรูปของไอออนหรือโมเลกุลขนาดเล็กที่ละลายน้ำ ธาตุทั้ง 14 ธาตุจำแนกออกเป็น 2 กลุ่ม ตามปริมาณที่พืชต้องการ และปริมาณที่ตรวจสอบพบในเนื้อเยื่อพืช ได้แก่

1. ธาตุที่พืชต้องการปริมาณมากหรือธาตุอาหารมหัพภาค (macronutrient elements) ได้แก่ ธาตุไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S) เป็นธาตุที่พืชต้องการในปริมาณมากและสะสมในเนื้อเยื่อพืชในความเข้มข้นสูงกว่า 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (โดยน้ำหนักแห้ง) ธาตุในกลุ่มนี้อาจแบ่งย่อยได้อีกดังนี้

1.1 ธาตุหลัก (primary nutrient elements) หรือธาตุปุ๋ย (fertilizer elements) ได้แก่ ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม

1.2 ธาตุรอง (secondary nutrient elements) ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียมและกำมะถัน

2. ธาตุที่พืชต้องการปริมาณน้อยหรือธาตุอาหารจุลภาค (micronutrient elements) ได้แก่ ธาตุเหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) ทองแดง (Cu) สังกะสี (Zn) โบรอน (Bo) โมลิบดินัม (Mo) คลอรีน (Cl) และ นิกเกิล (Ni) เป็นธาตุที่พืชต้องการในปริมาณน้อยและสะสมในเนื้อเยื่อพืชในความเข้มข้นต่ำกว่า 100 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (โดยน้ำหนักแห้ง)

8.2 บทบาทและหน้าที่สำคัญของธาตุอาหารพืช

ธาตุอาหารพืชแต่ละชนิดมีบทบาทและการทำหน้าที่ในองค์ประกอบของเนื้อเยื่อพืชแตกต่างกันไป ธาตุแต่ละชนิดมีคุณสมบัติในการดำรงอยู่หรือความสามารถในการเคลื่อนย้ายในเนื้อเยื่อพืชไม่เท่ากัน ดังนั้นลักษณะอาการที่พืชแสดงออกเมื่อขาดธาตุอาหารย่อมมีความแตกต่างกันไปด้วย พืชแต่ละประเภทหรือต่างชนิดกัน มีความต้องการธาตุแต่ละชนิดในปริมาณที่แตกต่างกันไป ดังจะได้กล่าวถึงธาตุอาหารพืชแต่ละชนิด

8.2.1 ธาตุอาหารหลัก

ธาตุอาหารหลักเป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณมาก และดินที่ใช้ในการเพาะปลูกส่วนใหญ่มักประสบปัญหาการขาดธาตุเหล่านี้ มี 3 ธาตุ คือ ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ปุ๋ยเคมีที่ผลิตขายในท้องตลาดส่วนมากจึงมีธาตุ 3 ธาตุนี้เป็นองค์ประกอบเสมอ

1. ธาตุไนโตรเจน (N)

เป็นองค์ประกอบของโปรตีน มีหน้าที่เสริมสร้างส่วนที่เจริญเติบโต ระบบการสืบพันธุ์ และระบบการหายใจของพืช มักพบตามใบอ่อน ปลายกิ่ง ช่อดอกและปลายราก มีคุณสมบัติ

พิเศษ คือ สามารถเคลื่อนตัวจากส่วนที่แก่กว่าไปในส่วนที่อ่อนกว่าภายในพืชได้ เรียกว่า “mobile nutrient” เป็นธาตุที่พบว่าขาดอยู่บ่อยครั้งในดินที่ใช้ในการเพาะปลูก ธาตุไนโตรเจนช่วยส่งเสริมการดูดใช้ธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม กำมะถันและแมกนีเซียม

ถ้าขาดธาตุไนโตรเจน พืชจะแสดงลักษณะลำต้นแคระแกรน ไม่เจริญเติบโต ใบอ่อนและยอดจะมีสีเขียวจาง ใบแก่จะมีสีเหลืองหรือสีน้ำตาลไหม้

ถ้าพืชได้รับธาตุไนโตรเจนมากเกินไปจะแสดงลักษณะลำต้น ใบสีเขียวเข้มและใบมีขนาดใหญ่ พืชจะเก็บเกี่ยวได้ช้ากว่าปกติ ผลผลิตเมล็ดและเส้นใยต่ำ มักหักล้มง่ายจากส่วนโคนต้น มีการเฝือใบ ต้นและใบมักมีความอวบน้ำ ไม่ทนทานต่อโรคและแมลง

2. ธาตุฟอสฟอรัส (P)

ช่วยในการสังเคราะห์แสง สร้างแป้งและน้ำตาล เป็นส่วนประกอบของเอนไซม์ที่สำคัญหลายชนิด ช่วยเสริมสร้างส่วนที่เป็นดอก การผสมเกสร ตลอดจนการติดเมล็ด สร้างระบบรากให้แข็งแรง ช่วยในการแตกกอและช่วยให้ลำต้นแข็งแรงไม่ล้มง่าย ช่วยให้พืชดูดใช้ธาตุไนโตรเจนและโมลิบดีนัมได้ดีขึ้น

ธาตุนี้มักพบในรูปที่พืชไม่สามารถดูดไปใช้ได้ เนื่องจากจะถูกตรึงอยู่ในดิน ส่วนใหญ่พืชจะแสดงอาการขาดธาตุนี้บ่อยครั้ง แม้ว่าในดินที่มีธาตุฟอสฟอรัสอยู่เป็นจำนวนมากก็ตาม

ถ้าขาดธาตุฟอสฟอรัส รากพืชจะไม่เจริญ มีรากฝอยน้อย ต้นเตี้ย ใบและต้นมีสีเข้มและบางครั้งมีสีม่วงหรือแดงเกิดขึ้น พืชแก่ช้ากว่าปกติ เช่น การผลิดอก ออกผลช้า มีการแตกกอน้อย การติดเมล็ดน้อยหรือบางครั้งไม่ติดเมล็ด

3. ธาตุโพแทสเซียม (K)

พบในเซลล์ของพืช เป็นองค์ประกอบในโครงสร้างที่สำคัญของเอนไซม์กว่า 30 ชนิด ทำให้เปลือกลำต้นแข็งแรง ไม่หักโค่นง่าย ช่วยในขบวนการสร้างแป้งและน้ำตาล ตลอดจนการเคลื่อนย้ายแป้งและน้ำตาลไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช ช่วยในการสังเคราะห์โปรตีน การแบ่งเซลล์ นอกจากนี้ยังช่วยให้พืชมีความต้านทานต่อโรคดีขึ้น

เป็นธาตุที่สามารถเคลื่อนย้ายจากส่วนหนึ่งไปยังอีกส่วนหนึ่งของพืชได้รวดเร็ว โดยเฉพาะในขณะที่พืชเริ่มสร้างดอกและเมล็ดโพแทสเซียมจะถูกดึงไปใช้ทันที ในรากพืชพวกธัญพืช ธาตุนี้อาจไหลกลับไปสู่ดินได้โดยง่ายในขณะที่พืชแก่ และเซลล์รากเริ่มเสื่อมการปฏิบัติงาน ธาตุนี้อาจถูกฝนชะล้างไปจากใบได้ในขณะฝนตก ธาตุโพแทสเซียมในสารละลายของดินมักอยู่ในสมดุลกับส่วนที่ถูกดินยึดไว้ และส่วนที่อยู่ในแร่ที่มีอยู่ในดิน พืชอาจดูดกินได้ในปริมาณมากเกินต้องการโดยพืชไม่เป็นอันตราย และไม่ได้ใช้ประโยชน์เพิ่มขึ้น

ถ้าขาดธาตุโพแทสเซียมพืชจะเจริญเติบโตช้าปลายใบไหม้ มีสีน้ำตาลและจะลามเข้าหาโคนใบตามขอบใบ ช่วงระหว่างปล้องจะสั้น พืชหักล้มได้ง่าย พืชที่ให้แป้งและน้ำตาลจะให้ผลผลิตลดลง พวกธัญพืชจะมีเมล็ดลีบ

8.2.2 ธาตุอาหารรอง

ธาตุอาหารรอง คือธาตุอาหารที่พืชต้องการปริมาณมาก แต่ในดินเพาะปลูกทั่วไปมักมีเพียงพอแก่ความต้องการของพืช จะพบว่าขาดสำหรับพืชในดินบางแห่ง แต่ไม่บ่อยครั้งเหมือน

พวกแรก มี 3 ธาตุได้แก่ ธาตุแคลเซียม แมกนีเซียมและกำมะถัน

1. ธาตุแคลเซียม (Ca)

เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ และโครงสร้างที่สำคัญในลำต้น กิ่ง ใบ ควบคุมการละลายของเกลือและความสมดุลของกรดอินทรีย์ต่าง ๆ ในเซลล์ ช่วยการงอกของเมล็ด การเจริญเติบโตของส่วนยอด ส่วนที่ยังอ่อนของพืชรวมทั้งปลายรากควบคุมการดูดใช้ธาตุโพแทสเซียมและแมกนีเซียม ถ้าพืชดูดกินธาตุนี้มากเกินไปจะแสดงอาการขาดธาตุเหล็ก กำมะถัน และฟอสฟอรัสได้

ธาตุแคลเซียมเป็นธาตุที่พบในดินเป็นจำนวนมาก แม้พืชจะต้องการใช้ในปริมาณค่อนข้างสูง แต่ส่วนใหญ่พืชไม่แสดงอาการขาดธาตุนี้ ยกเว้นในสภาพของดินบางชนิด เช่น ในดินกรด แต่ก็แก้ได้โดยใช้หินปูนบด ปูนขาว ปูนมาร์ลรวมทั้งปูนพวกโดโลไมต์ใส่ลงไปในดิน

พืชตระกูลถั่วต้องการธาตุแคลเซียมค่อนข้างสูงโดยเฉพาะถั่วลิสง การขาดแคลเซียมจะทำให้เกิดการติดเมล็ดไม่ดีและไม่เจริญเท่าที่ควร ถ้าขาดธาตุแคลเซียมพืชจะแสดงอาการที่รากอ่อน ยอดและใบ ซึ่งจะมีเมือกเหนียว ทำให้ใบติดซ้อนกันไม่คลี่ออก สีของใบอ่อนจะซีดและไม่เจริญเติบโต ลำต้นอ่อนแอหักล้มง่าย ลำต้นจะแคระแกรนและเตี้ยผิดปกติ พืชจะดูดธาตุแมกนีเซียมเข้าไปมากผิดปกติ

2. ธาตุแมกนีเซียม (Mg)

เป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ ส่วนที่เป็นสีเขียวของพืช ช่วยระบบการทำงานของเอนไซม์ สร้างและเปลี่ยนไขมัน การเคลื่อนย้ายอาหารในต้นพืช เป็นตัวนำธาตุอาหารฟอสฟอรัสจากส่วนรากไปยังส่วนต่างๆ ของพืชและควบคุมปริมาณแคลเซียมในพืช

ถ้าขาดธาตุแมกนีเซียมใบจะมีสีเหลืองซีด ในพืชหลายชนิดใบจะมีสีเขียวสลับกับเหลืองเป็นลวดลาย หรือเป็นแถบยาวตลอดใบ เช่น ข้าวโพดจะเป็นเป็นลายเขียวสลับเหลืองขนานกับขอบและแกนกลางของใบ พืชมักมีลำต้นสีเหลืองซีด การเจริญเติบโตไม่เต็มที่ ใบจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองในช่วงที่พืชกำลังเจริญเต็มที่

3. ธาตุกำมะถัน (S)

เป็นองค์ประกอบของโปรตีน ช่วยยึดเอนไซม์หรือโปรตีนเข้าไว้ด้วยกัน ทำให้เกิดเป็นโมเลกุลใหญ่ขึ้นและเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสารหลายชนิดที่จำเป็นสำหรับ Metabolism ของเซลล์ เป็นธาตุที่พบในอินทรียสารเป็นส่วนใหญ่ หลังการสลายตัวแล้วพืชจึงจะนำไปใช้ได้

ถ้าขาดธาตุกำมะถันพืชจะแสดงอาการในส่วนที่ยังอ่อนอยู่ ใบอ่อนจะมีสีเขียวซีด ลำต้นแคระแกรน บางครั้งต้นอาจจะมีสีแดง หรือสีม่วงคล้ายอาการขาดธาตุฟอสฟอรัส สำหรับในพวกธัญพืชอาการคล้ายคลึงกับการขาดธาตุแมกนีเซียม คือมีทางสีขาวหรือสีเหลืองเกิดขึ้นเป็นลายขนานไปกับแกนใบ แตกกอน้อย พืชที่ขาดธาตุกำมะถันจะมีธาตุไนโตรเจนสะสมอยู่ค่อนข้างสูง และการสุกจะช้ากว่าปกติ ในพวกธัญพืชเมล็ดจะแก่ช้า เมล็ดติดไม่สมบูรณ์ และมักมีเมล็ดลีบ

8.2.3 ธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณน้อย

เป็นธาตุที่มีความสำคัญทัดเทียมกับ 2 พวกแรก ซึ่งพืชจะขาดเสียมิได้ แต่พืชต้องการในปริมาณเพียงเล็กน้อยจึงไม่ค่อยปรากฏว่าขาดธาตุเหล่านี้ในดินที่ทำการเพาะปลูกทั่ว ไป มี 7 ธาตุ คือ ธาตุเหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดง โบรอน โมลิบดีนัมและคลอรีน

1. ธาตุเหล็ก (Fe)

มีหน้าที่ช่วยเสริมสร้างคลอโรฟิลล์ ช่วยในขบวนการหายใจ เป็นองค์ประกอบของสาร Ferrodoxin ใช้ในการลดและเติมออกซิเจนในปฏิกิริยาชีวเคมี เป็นสารประกอบของ Hemoglobin ซึ่งมีส่วนสำคัญในการตรึงไนโตรเจนจากอากาศโดยพวกบักเตรี ไรโซเบียม เหล็กจึงมีความสำคัญต่อพืชตระกูลถั่วเป็นอย่างมาก

ในดินนาน้ำขังที่ใช้ในการปลูกข้าวมานาน และดินขาดธาตุเหล็ก ถ้าใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต อาจจะเป็นสาเหตุทำให้ต้นข้าวแสดงอาการคล้ายเป็นโรค พืชจะแสดงอาการขาดเหล็กในดินที่มีหินปูนและในดินด่าง รวมทั้งดินที่อยู่ในสภาพน้ำขังเป็นเวลานาน ถ้าขาดธาตุเหล็กพืชจะแสดงอาการใบเหลืองซีด ลักษณะต้นและทรงพุ่มแคระแกรน มีขนาดเล็ก มักแสดงอาการขาดที่ยอดและใบอ่อนมากกว่าที่ใบแก่ แกนใบจะเขียวในขณะที่พื้นที่ระหว่างเส้นใบจะมีสีเหลือง ทำให้เส้นแกนใบเป็นลวดลายชัดเจน ลักษณะใบจะหนาเล็กและหยาบกระด้าง พืชอาจไม่ให้ผลผลิตเลย

2. ธาตุแมงกานีส (Mn)

มีความสำคัญต่อระบบการหายใจของพืช เป็นตัวการทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันและรีดักชัน ของเหล็กและไนโตรเจนในขบวนการเมตาโบลิซึม ช่วยการสร้างคลอโรฟิลล์ การเปลี่ยนแป้งเป็นพลังงานในพืช

ถ้าขาดธาตุแมงกานีสพืชจะแสดงลักษณะการขาดคลอโรฟิลล์ ทำให้ใบเป็นสีเหลืองหรือขาวในบริเวณพื้นที่ในระหว่างเส้นใบ หรือเป็นแถบสีเขียวแก่อ่อนขนานไปกับเส้นใบ และเส้นกลางใบ คล้ายอาการขาดธาตุสังกะสีและเหล็ก ถ้าขาดมากใบจะเป็นสีขาวหรือไหม้แห้งตายในที่สุด ถ้าหากแมงกานีสมากเกินไปในดินจะเกิดเป็นพิษกับพืชและขาดความสมดุลกับธาตุอื่น

3. ธาตุสังกะสี (Zn)

มีความสำคัญต่อการสร้างฮอร์โมนและเอนไซม์ต่าง ๆ ในพืช ช่วยการดูดใช้ธาตุอาหารอื่น เช่น ธาตุฟอสฟอรัสมีความสัมพันธ์กับธาตุสังกะสีในการดูดซึมธาตุอาหารในพืช เป็นต้น

ถ้าขาดธาตุแมงกานีสพืชจะแสดงอาการในใบอ่อนที่เริ่มเจริญเติบโต เช่น ยอดข้าวโพดจะมีสีขาว ปล้องสั้น ที่ยอดใบจะรวมกันเป็นพุ่ม อาการนี้เรียกว่า “Rosetting” หรือมีลักษณะใบส่วนล่างเป็นทางขาว เรียกว่า “White bud” อาการคล้ายโรคราน้ำค้างมาก บางครั้งแยกกันไม่ออก ถ้าขาดมากใบอาจร่วง หรือไม่ออกดอกในพืชบางชนิด ระดับปกติของธาตุนี้ที่พบในช่วง 25-150 ส่วนในล้านส่วน ข้าวโพดและถั่วจะมีความไวต่อการขาดธาตุนี้

4. ธาตุทองแดง (Cu)

เป็นตัวกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ต่าง ๆ เช่น ไทโรซิลเลส แลคเตส ฯลฯ ช่วยในขบวนการสังเคราะห์แสงในพืช ใบพืชบางชนิด เช่น ข้าวโพด ทองแดงมีความสำคัญในการสะสมธาตุเหล็กและมีส่วนเกี่ยวข้องกับขบวนการเมตาโบลิซึมของพวกไขมันในขบวนการและปฏิกิริยาของระบบหายใจ

ถ้าขาดธาตุทองแดงพืชจะแสดงอาการที่ใบอ่อน คือจะมีสีเหลืองซีดและจะเริ่มไหม้ จนในที่สุดพืชจะแกรนและตายได้ ถ้าขาดมากยอดใบและขอบใบจะตายคล้ายอาการขาดธาตุโพแทสเซียม เช่น ใบข้าวโพดจะมีสีซีดในใบอ่อนและแห้งตาย ในพืชผักใบจะแห้งและไม่อวบน้ำ ใบอาจม้วนและไม่ออกดอก

5. ธาตุโบรอน (B)

เกี่ยวข้องกับการทำงานของเอนไซม์ แต่หน้าที่และความสำคัญยังไม่มีการอธิบายที่แน่ชัด ช่วยการดูดและการใช้ธาตุแคลเซียม ควบคุมการดูดธาตุฟอสฟอรัส ควบคุมอัตราส่วนระหว่างธาตุโพแทสเซียมต่อแคลเซียม ควบคุมการแบ่งเซลล์และสร้างโปรตีน แป้งและน้ำตาล พืชใบเลี้ยงคู่จะมีความต้องการธาตุนี้มากกว่าพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

อาการขาดธาตุโบรอนส่วนใหญ่จะพบในพืชยืนต้นมากกว่าพืชล้มลุก กะหล่ำดอกมีความต้องการโบรอนสูงและสามารถทนทานต่อความเข้มข้นได้สูง ไม้ผลและพืชผักต้องการธาตุนี้อยู่เสมอ ถ้าขาดจะแห้งตาย ลักษณะใบหนา หงิกงอและแตกหรือซีดเหลือง ในพืชหัวจะแสดงอาการเน่าใบและเนื้อเยื่อตายบางส่วน เช่น ในพืชหัวพวกผักกาดหวาน ในผลไม้ เช่น ส้ม ความหนาของเปลือกจะไม่เท่ากัน และลูกจะบิดเบี้ยวมีเมือกปรากฏอยู่ แต่ลักษณะเริ่มแรกทั่วๆ ไปจะเกิดกับยอดอ่อนและใบอ่อน ขอบและใบแห้ง หงิกงอคล้ายกับอาการของโรคเกิดจากไวรัส

6. ธาตุโมลิบดีนัม (Mo)

มีความสำคัญในระบบแมตาโบลิซึมของพืช เช่น ช่วยในการสร้างเอมีนที่ใช้ในการสร้างสารประกอบพวกกรดอะมิโน ช่วยจุลินทรีย์ในการตรึงไนโตรเจนจากอากาศ เช่น จุลินทรีย์ในปมพืชตระกูลถั่ว เป็นตัวเร่งการทำปฏิกิริยาของเอนไซม์ไนเตรทรีดักเตสในการเปลี่ยนรูปไนเตรทในพืช จุลินทรีย์ดินที่อาศัยในปมรากพืชตระกูลถั่วมีความต้องการธาตุนี้ในการตรึงไนโตรเจนจากอากาศ ซึ่งพืชจะใช้ประโยชน์ได้ต่อไป

ถ้าขาดธาตุโมลิบดีนัม พืชจะแสดงอาการสีซีดขาวตรงบริเวณระหว่างเส้นใบ และต้นเตี้ย ซึ่งอาจพบในพืชประเภททุ่งหญ้า พืชตระกูลถั่ว มะเขือเทศ มันเทศ ถั่วเหลืองและผักต่างๆ ถ้าขาดมากขอบใบจะไหม้ ม้วนลงเล็กน้อยคล้ายหลอด พืชที่ขาดธาตุนี้จะมีไนเตรทสะสมอยู่ในส่วนต่าง ๆ ของต้นในปริมาณสูงผิดปกติ

7. ธาตุคลอรีน (Cl)

มีความสำคัญในขบวนการสังเคราะห์แสงของพืช พบเล็กน้อยในโมเลกุลอินทรีย์ของพืช ช่วยรักษาความเต่งตึงของเซลล์ ถ้าขาดธาตุคลอรีนจะแสดงอาการที่ใบอ่อน ต้นพืชจะแสดงอาการเหี่ยวเฉา ใบจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง และอาจแห้งตาย ส่วนรากจะเกิดรากแขนงมากเกินไป แต่เนื่องจากพืชสามารถใช้ธาตุนี้ทั้งจากในดิน ในน้ำฝน รวมทั้งในอากาศจึงไม่พบอาการขาดธาตุนี้

ธาตุคลอรีนพบมากในดินที่มีน้ำทะเลท่วมถึง ในดินที่มีการใช้น้ำชลประทานที่มีธาตุนี้ผสมอยู่มาก ดินในที่ลุ่มที่ได้รับน้ำจากบริเวณใกล้เคียงและมีการระบายน้ำเลว รวมทั้งดินที่มีการถูกชะล้างน้อย ปัญหาที่พบเกิดกับธาตุนี้คือ พืชจะดูดใช้ธาตุนี้มากเกินไปทำให้เกิดเป็นพิษต่อพืช โดยเฉพาะพืชที่ขึ้นในดินเค็ม ซึ่งจะแสดงอาการใบไหม้ที่ยอดใบและตามขอบใบ

พืชแต่ละชนิดจะมีความทนทานต่อคลอรีนต่างกัน ข้าวโพด มะเขือเทศ ข้าวบาร์เลย์ ชูกาบีท จะมีความทนทาน ส่วนพวกยาสูบ ส้มต่าง ๆ มันเทศ ถั่วกินฝักต่างๆ รวมทั้งพืชตระกูลถั่วบาง

ชนิด จะไม่ทนทานต่อธาตุนี้ พืชบางชนิดอาจต้องการธาตุคลอรีนในปริมาณมาก เช่น มะพร้าวและปาล์มน้ำมัน เป็นต้น

หน้าที่สำคัญของธาตุอาหารพืชและอาการขาดธาตุของพืชโดยสรุปแสดงไว้ในตารางที่ 8.1

8.3 กลไกการดูดใช้ธาตุอาหารของพืช

พืชดูดธาตุอาหารส่วนใหญ่เข้าทางรากในรูปของไอออนหรือโมเลกุลที่ละลายน้ำ รากพืชสามารถเลือกที่จะไม่ดูดไอออนบางชนิดที่เป็นพิษต่อเนื้อเยื่อหรือเลือกดูดไอออนต่างๆ ในปริมาณไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับความต้องการของพืชขณะนั้น ความสามารถดังกล่าวนี้เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์ (plasmamembrane) ที่ยอมให้สารต่างๆ ผ่านได้ไม่เท่ากันและเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของไอออนผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยอาศัยพลังงาน (active transport) จากบริเวณที่มีความเข้มข้นต่ำไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นสูงกว่า

การเคลื่อนที่ของธาตุอาหารจากภายนอกเข้าสู่เซลล์ชั้นนอกของรากนั้น โดยทั่วไปเป็นการเคลื่อนที่แบบไม่ใช้พลังงาน (passive transport) โดยอาศัยกระบวนการแพร่ (diffusion) ของไอออนจากภายนอก ซึ่งมีความเข้มข้นสูงกว่าเข้าสู่ผิวรากซึ่งมีความเข้มข้นต่ำกว่าหรืออาศัยการเคลื่อนที่เชิงมวล (mass flow) คือ ไอออนของธาตุอาหารเคลื่อนที่เป็นกลุ่มไปพร้อมๆ กับน้ำที่เข้าสู่รากพืชตามแรงดึงที่เกิดจากการคายน้ำ เมื่อไอออนของธาตุอาหารเคลื่อนที่สู่ชั้น cortex ของราก การเคลื่อนที่ของไอออนผ่านเยื่อหุ้มเซลล์เข้าสู่ไซโตพลาสซึมภายในเซลล์และภายในออร์การ์เนลล์ต่างๆ โดยทั่วไปต้องอาศัยพลังงานในรูป ATP (adenosine triphosphate) ซึ่งได้จากกระบวนการหายใจ เมื่อธาตุอาหารเข้าสู่ภายในเซลล์รากพืชแล้วจะสามารถเคลื่อนที่ต่อไปยังเซลล์ข้างเคียงซึ่งอยู่ในชั้นในของรากและระบบท่อลำเลียงน้ำตรงส่วนกลางของรากได้ โดยเคลื่อนที่ผ่านทางช่องเปิดระหว่างเซลล์ เมื่อเข้าสู่ระบบท่อลำเลียงน้ำได้แล้ว ไอออนธาตุอาหารจะกระจายไปสู่ส่วนต่างๆ ของพืชตามกระแสการคายน้ำ การดูดซึมธาตุอาหาร (assimilation) สามารถเกิดขึ้นได้ในส่วนต่างๆ ของพืชทั้งที่รากและส่วนเหนือดิน อัตราการดูดซึมของธาตุอาหารขึ้นอยู่กับความต้องการธาตุอาหารและการเติบโตของเนื้อเยื่อ ปริมาณธาตุอาหารที่ต้องการ และอัตราการเคลื่อนย้ายของธาตุอาหารจากรากสู่เนื่อเยื่อนั้น

8.4 ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช

ธาตุอาหารพืชที่อยู่ในดินอาจมีอยู่ในปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของพืช แต่บางครั้งอาจพบว่า พืชแสดงอาการขาดธาตุอาหาร ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสาเหตุ ธาตุอาหารอยู่ในรูปที่พืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชในดินขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ คือ

1. ความเป็นกรดด่างของดิน

ความเป็นกรดด่างของดินหรือวัสดุปลูกมีผลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารที่พืชจะได้รับ การปลดปล่อยไอออนที่เป็นพิษต่อพืชและกิจกรรมของจุลินทรีย์ต่างๆ ในดิน ธาตุอาหารจะ

เป็นประโยชน์ต่อพืชเมื่ออยู่ในรูปไอออนที่ละลายน้ำ การละลายของธาตุอาหารนั้นเกี่ยวข้องโดยตรงกับสภาพความเป็นกรดด่างในดิน ธาตุอาหารบางชนิดละลายได้ดีเฉพาะในช่วง ค่าความเป็นกรดด่างที่จำกัด เช่น เหล็ก สังกะสี แมงกานีสและทองแดงละลายได้ดีในสภาพที่เป็นกรดและลดความเป็นประโยชน์ลงเมื่อมีสภาพเป็นกลาง ในขณะที่โมลิบดินัม และธาตุอาหารหลักหลายชนิด เช่น ไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียมและกำมะถัน มีความเป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อค่าความเป็นกรดด่างเพิ่มขึ้นจากสภาพที่เป็นกรดจนถึงสภาพที่เป็นกรดอ่อน ๆ ธาตุฟอสฟอรัสเป็นธาตุเดียวที่ช่วงค่าความเป็นกรดด่างของการละลายแคบ คืออยู่ระหว่าง 6.2 - 6.8 เมื่อค่าความเป็นกรดด่างต่ำกว่า 6 ฟอสฟอรัสจะทำปฏิกิริยากับไอออนของโลหะ เช่น เหล็ก อะลูมินัมและแมงกานีส จากนั้นจึงตกตะกอน นอกจากนี้อะลูมินัมซึ่งละลายออกมามากในสภาพเป็นกรดยังเป็นพิษต่อเซลล์พืชอีกด้วย ส่วนในสภาพเป็นด่างฟอสฟอรัสจะทำปฏิกิริยากับแคลเซียมได้เป็นสารประกอบที่ไม่ละลายน้ำ ความเป็นกรดด่างที่เหมาะสมกับการเติบโตของพืชโดยทั่วไปจึงอยู่ระหว่าง 5.5 - 6.5 ซึ่งธาตุอาหารที่จำเป็นส่วนใหญ่ละลายน้ำได้ดี และเป็นช่วงค่าความเป็นกรดด่างที่เหมาะสมต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินที่เป็นประโยชน์ต่อการใช้ธาตุอาหารของพืชอีกด้วย

2. เนื้อดินและโครงสร้างของดิน

เนื้อดินและโครงสร้างของดินมีความสำคัญต่อการเก็บและการปลดปล่อยธาตุอาหารพืช อนุภาคของดินเหนียวซึ่งมีขนาดเล็กมากนั้นประกอบด้วยอนุภาคย่อยๆ ที่มีลักษณะเป็นแผ่นบางซ้อนกัน ทำให้มีพื้นที่ผิวมากทั้งภายนอกและภายใน พื้นที่ผิวของอนุภาคดินเหนียว 1 กรัม มีค่ามากกว่าพื้นที่ผิวของทรายหยาบ 1 กรัม ประมาณ 1,000 เท่า พื้นที่ผิวของอนุภาคดินเหนียวถือประจุไฟฟ้าเป็นลบ จึงสามารถดูดยึดธาตุอาหารพืชที่มีประจุบวก เช่น H^+ , NH_4^+, K^+, Mg^{++} และ Ca^{++} และปลดปล่อยออกมาสู่สารละลายดินเพื่อให้รากพืชสามารถดูดไปใช้

3. การแลกเปลี่ยนประจุบวก

ความสามารถในการแลกเปลี่ยน**ประจุ**บวกระหว่างพื้นที่ผิวของดินกับสารละลายดินมีผลต่อการปลดปล่อยประจุของธาตุอาหารพืชออกสู่สารละลายดิน ค่าความจุการแลกเปลี่ยนประจุบวกในดินทั่วไปแปรผันไปตามปริมาณอนุภาคดินเหนียว และปริมาณอินทรียวัตถุ ในดินทรายมีค่าความจุในการแลกเปลี่ยน**ประจุ**บวกต่ำมาก นั่นคือสามารถดูดยึดธาตุอาหารได้น้อย และธาตุอาหารที่เป็นประจุบวกจะถูกชะล้างออกไปได้ง่าย ส่วนธาตุอาหารที่อยู่ในรูปประจุลบ เช่น NO_3^- นั้นสูญเสียเนื่องจากการชะล้างได้ง่ายกว่าประจุบวก เนื่องจากมีประจุเหมือนกับประจุไฟฟ้าที่ผิวของอนุภาคดินเหนียวหรืออินทรียวัตถุ อินทรียวัตถุที่นิยมนำมาผสมเป็นวัสดุปลูกสำหรับไม้กระถางต่างๆ มักมีค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูง แต่อินทรียวัตถุบางชนิด เช่น แกลบดิบมีค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกต่ำ แต่แกลบเผาหรือถ่านแกลบมีค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูง เป็นต้น

4. อินทรียวัตถุในดิน

อินทรียวัตถุในดินนอกจากจะช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดินทำให้เกิดเม็ดดินและทำให้ดินอุ้มน้ำได้ดีแล้ว ยังสามารถดูดยึดประจุบวกของธาตุอาหารเช่นเดียวกับอนุภาคดินเหนียว และสามารถดูดยึดไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและกำมะถันในรูปของสารอินทรีย์ได้ การสลายตัวของ

อินทรียวัตถุโดยจุลินทรีย์ดิน จะปลดปล่อยประจุของธาตุอาหารต่างๆ เช่น NH_4^+, NO_3^-, SO_3^{2-}, SO_4^{2-}, $H_2PO_4^{2-}$ และ HPO_4^{2-} เป็นต้น

8.5 อาการขาดธาตุอาหารพืช

พืชต้องการธาตุอาหารในปริมาณที่เหมาะสม ครบถ้วนและสัดส่วนของธาตุอาหารแต่ละชนิดจะต้องมีความสมดุล พืชอาจแสดงอาการผิดปกติอันเนื่องมาจากการขาดธาตุอาหาร ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

1. มีปริมาณของธาตุอาหารนั้นๆ ในดินน้อย เนื่องจากดินหรือวัสดุปลูกนั้นมีธาตุอาหารอยู่น้อยตามธรรมชาติหรือธาตุอาหารถูกชะล้างออกไปเมื่อมีฝนตกชุก

2. มีธาตุอาหารเพียงพอแต่อยู่ในรูปที่พืชไม่สามารถดูดไปใช้ได้ ธาตุอาหารจะเป็นประโยชน์ต่อพืชก็ต่อเมื่ออยู่ในรูปประจุหรือโมเลกุลขนาดเล็กที่ละลายน้ำ ระดับความเป็นกรดด่างของดินมีผลอย่างมากต่อการละลายของธาตุอาหาร นอกจากนี้ธาตุอาหารบางชนิดอาจทำปฏิกิริยากับอินทรียวัตถุในดินเปลี่ยนไปอยู่ในรูปที่ละลายน้ำยาก

3. มีสัดส่วนของธาตุอาหารพืชไม่สมดุลกัน การมีปริมาณธาตุอาหารบางชนิดมากเกินไปอาจชะลอการดูดธาตุอื่นๆ ได้ โดยเฉพาะธาตุรอง ได้แก่ เหล็ก สังกะสี แมงกานีสและทองแดง เป็นต้น

4. สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการดูดธาตุอาหาร เช่น สภาพแห้งแล้ง น้ำท่วมขัง อุณหภูมิไม่เหมาะสม และสภาพดินเค็มที่มีเกลือแร่ละลายอยู่มากเกินไป ทำให้รากพืชดูดธาตุอาหารได้น้อยลง

ธาตุที่สามารถเคลื่อนที่ได้ดีในพืช เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแมกนีเซียม เป็นต้น อาการขาดธาตุมักแสดงออกบริเวณใบแก่หรือใบล่างๆ ก่อน ทั้งนี้เมื่อรากพืชได้รับธาตุเหล่านี้ไม่เพียงพอ พืชจะดึงธาตุเหล่านี้จากใบแก่มาใช้เพื่อการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อเจริญต่างๆ และใบอ่อน ส่วนธาตุอาหารที่เคลื่อนที่ในพืชได้ช้า เช่น เหล็ก ทองแดง แมงกานีส และสังกะสี เป็นต้น อาการขาดธาตุจะแสดงที่ใบอ่อนหรือส่วนที่กำลังเจริญเติบโตก่อน

อาการขาดธาตุอาหารพืชที่พบโดยทั่วไป อาจแบ่งออกได้เป็น 5 ลักษณะสำคัญ ดังนี้

1. พืชทั้งต้นมีการเจริญเติบโตไม่ปกติ แสดงอาการแคระแกรน (stunt) แตกกิ่งก้านน้อย ลำต้นลีบเล็ก

2. บางส่วนของพืชมีสีผิดไปจากสีเขียวปกติ เช่น เขียวอ่อน เขียวเหลือง เหลือง หรือขาวซีด โดยที่เนื้อเยื่อพืชส่วนนั้นยังไม่ตาย อาการที่พืชสูญเสียสีเขียวโดยที่เนื้อเยื่อพืชยังไม่ตายเรียกว่า คลอโรซีส (chlorosis) อาการนี้เกิดจากการที่พืชสร้างคลอโรฟิลล์ได้น้อยกว่าปกติ หรือคลอโรฟิลล์ที่มีอยู่แล้วถูกทำลาย อาการนี้อาจเกิดกับส่วนใดส่วนหนึ่งของพืชได้ เช่น ใบ กาบ และลำต้น เป็นต้น

3. เนื้อเยื่อบางส่วนของพืชแห้งหรือไหม้ตายเป็นสีน้ำตาล มีลักษณะเป็นจุด เป็นวง หรือเป็นแถบ อาจเกิดที่ปลายใบหรือขอบใบก็ได้ อาการลักษณะนี้เรียกว่านีโครซีส (necrosis) เช่น อาการขอบใบแห้งเนื่องจากขาดธาตุโพแทสเซียม

4. บางส่วนของพืชที่เจริญขึ้นมาใหม่มีรูปร่างผิดปกติ เช่น ยอดกุด ยอดหรือปลายใบม้วนงอเป็นคลื่นหรือฉีกขาด ตัวอย่างเช่น อาการขาดธาตุแคลเซียม

5. ยอดตาย (die back) คือปลายกิ่งหรือตายอดตายแล้วค่อยๆ ตายลามลงไปเรื่อยๆ

นอกจากลักษณะอาการหลักๆ ดังกล่าวข้างต้นแล้ว พืชอาจแสดงอาการลักษณะเฉพาะของการขาดธาตุอาหารบางชนิดที่ต่างกันออกไปอีก อย่างไรก็ตามการวินิจฉัยจากการแสดงลักษณะอาการขาดธาตุอาหารที่พืชแสดงออก จำเป็นต้องใช้ความชำนาญและประสพการณ์ เพราะบางครั้งอาจพบว่าลักษณะอาการบางลักษณะคล้ายคลึงกับอาการเนื่องจากสาเหตุโรคและแมลงเข้าทำลาย ลักษณะอาการขาดธาตุแสดงไว้ในตารางที่ 8.1

ตารางที่ 8.1 หน้าที่สำคัญของธาตุอาหารพืชและอาการขาดธาตุของพืช

ธาตุ	หน้าที่	อาการขาดธาตุ
ไนโตรเจน (N)	เป็นองค์ประกอบของกรดอะมิโน โปรตีน เอนไซม์ คลอโรฟิลล์ โปรโตพลาสซึม ส่งเสริมการเจริญเติบโตของยอด ใบ และความแข็งแรงของตา เพิ่มการติดผล ขนาดและคุณภาพของพืชผักกินใบ	เติบโตช้า แคระแกรน ใบเหลืองซีด (chlorosis) มักแสดงอาการใบเหลืองที่ใบแก่ก่อน ใบจะแห้งและร่วงในที่สุด ผลผลิตต่ำ มีขนาดเล็ก การพัฒนาการของสีผลช้า ผลอ่อนนิ่ม อายุการเก็บรักษาสั้น มีน้ำในผลน้อย
ฟอสฟอรัส (P)	มีความสำคัญในแง่ของการปลดปล่อยพลังงาน เป็นองค์ประกอบของ ATP กรดนิวคลีอิค DNA RNA จำเป็นต่อการพัฒนาการของดอก ผล รากและเมล็ด	ใบล่างไม่แวววาวหรือเป็นสีเขียวเข้มกว่าปกติ ใบล่าง ลำต้นและเส้นใบมีสีม่วง ดอกร่วงง่าย ผลและเมล็ดพัฒนาไม่สมบูรณ์ คุณภาพของผลต่ำและออกดอกติดผลช้า
โพแทสเซียม (K)	มีความสำคัญต่อการเคลื่อนย้ายต่างๆในพืช เช่น การเคลื่อนย้ายของน้ำตาล การสร้างน้ำตาล การแบ่งเซลล์ การสร้างน้ำมัน ควบคุมสมดุลของปริมาณกรดในผล และความเข้มของดอก	ใบไหม้(scorch) หรือ จุดแห้งตาย (necrosis) เกิดอาการที่ใบล่างตามขอบใบ น้ำหนักแห้งของพืชลดลงพืชแคระแกรน อาจแสดงอาการใบเหลืองซีดในช่วงแรก ใบอ่อนร่วงก่อนเวลาอันสมควร ใบปิดม้วน และมีการพัฒนาการของรากน้อย
แคลเซียม (Ca)	เป็นโครงสร้างของผนังเซลล์และเยื่อหุ้มต่างๆมีผลต่อความแน่นของเนื้อผลไม้ ควบคุมการดูดธาตุอาหารต่างๆทางรากและการลำเลียงธาตุอาหารในพืช	ใบโค้งงอ หรือห่อเป็นรูปถ้วยเนื่องจากการขยายตัวของเซลล์ผิดปกติ แสดงอาการเหี่ยว อาการเน่าที่เนื้อเยื่อเจริญบริเวณปลายยอดหรือที่ปลายผล เช่น อาการก้นผลเน่าในมะเขือเทศ รากเจริญไม่ดี ดอกร่วงก่อนกำหนด โครโมโซมมีลักษณะผิดปกติ

ตารางที่ 8.1 หน้าที่สำคัญของธาตุอาหารพืชและอาการขาดธาตุของพืช (ต่อ)

ธาตุ	หน้าที่	อาการขาดธาตุ
กำมะถัน (S)	องค์ประกอบของกรดอะมิโน methionine, cysteine และเป็นองค์ประกอบของโปรตีนหลายชนิด มีผลต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง จำเป็นต่อการสร้างโปรตีน ช่วยเพิ่มรสชาดของผลผลิต	อาการคล้ายขาดธาตุไนโตรเจน แต่อาการเกิดขึ้นเฉพาะที่ใบอ่อน การสร้างปมรากถั่วอาจ ลดลง พืชแคระแกรน ออกดอกและติดผลช้า
แมกนีเซียม (Mg)	เป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ และสารกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์กระตุ้นไนโตรเจนเมตาโบลิซึม ช่วยในการสร้างกรด อะมิโน วิตามิน น้ำตาล น้ำมันและไขมัน ช่วยการดูดฟอสฟอรัส การพัฒนาเมล็ด	ใบแก่แสดงอาการเหลืองซีดบริเวณระหว่างเส้นกลางใบ อาการเริ่มจากปลายใบเข้ามา มีอาการ chlorosis แต่ใบยังมีสีสด มีจุดแห้งบนใบ ผลร่วงก่อนกำหนด ใบมีลักษณะลู่ลง
เหล็ก (Fe)	มีผลต่อการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ มีผลต่อกระบวนการหายใจและการสังเคราะห์แสง จำเป็นต่อการตรึงไนโตรเจนของพืชพวกถั่ว	พืชชะงักการเจริญเติบโต มีอาการเหลืองซีดบริเวณระหว่างเส้นใบ เกิดกับใบอ่อน ในพืชตระกูลหญ้าจะพบใบเป็นแถบสีขาวสลับเขียว
แมงกานีส (Mn)	เป็นส่วนประกอบของเอนไซม์และ co – enzyme ในปฏิกิริยาในกระบวนการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ เกี่ยวข้องกับการแยกโมเลกุลของน้ำ	อาการใบเหลืองซีดที่ใบแก่ก่อน และต่อมาแสดงอาการที่ใบอ่อน มีจุดแห้งกระจายในบริเวณที่ใบมีสีเหลืองซีด
โบรอน (B)	จำเป็นต่อการแบ่งเซล การเคลื่อนย้ายน้ำตาลแคลเซียมและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชชนิดต่างๆเกี่ยวข้องกับการงอกของละอองเกสรตัวผู้ การออกดอกและการติดผลช่วยรักษาสมดุลของแป้งและน้ำตาลและควบคุมการทำงานของออกซิน	เนื้อเยื่อตายและมีลักษณะคล้ายเปลือกไม้ พบในส่วนราก ภายในลำต้นกลวง และมีสีดำในพืชตระกูลกะหล่ำ เน้อเยื่อเจริญบริเวณปลายยอดและดอกตาย การออกดอก การติดผลและการติดเมล็ดลดลง ผลมีขนาดเล็กและมีรูปร่างผิดปกติ ใบหนา บิดเบี้ยวและเปราะ เช่น โรคไส้เน่าของผักกาดหัว
ทองแดง (Cu)	กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ช่วยในการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์	อาการปลายยอดตาย (dieback) มีอาการใบเหลืองใบเหี่ยวย่นแห้ง ในไม้ผลอาการปลายกิ่งจะแห้งตายลงมา ยอดอ่อนมีอาการไหม้สีน้ำตาล ใบสั้นสีเขียวซีด ยอดอ่อนมีขนาดเล็กเป็นฝอยมากมาย

ตารางที่ 8.1 หน้าที่สำคัญของธาตุอาหารพืชและอาการขาดธาตุของพืช (ต่อ)

ธาตุ	หน้าที่	อาการขาดธาตุ
โมลิบดินัม (Mo)	จำเป็นต่อกระบวนการตรึงไนโตรเจนและเกี่ยวข้องกับเมตาโบลิซึมของฟอสฟอรัส	พืชที่ปลูกในดินที่ขาดโมลิบดินั่มจะมีผลทำให้พืชขาดไนโตรเจนด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชตระกูลถั่ว เพราะธาตุโมลิบดินัมเป็นตัวช่วยให้ไนโตรเจนที่จุลินทรีย์ดินที่จับมาไว้ในรากพืชตระกูลถั่วเข้ากระบวนการเมตาโบลิซึม ถ้าขาดโมลิบดินัมทำให้พืชตระกูลถั่วเกิดปมน้อย ผลผลิตลดลงอย่างเห็นได้ชัด ในพืชตระกูลกะหล่ำจะเกิดอาการแซ่หางม้า
คลอรีน (Cl)	จำเป็นต่อ กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนในขณะที่มีการสังเคราะห์แสง เกี่ยวข้องกับการออกรากของพืช	ใบเหี่ยวและมีการสะสมคาร์โบไฮเดรท ระบบรากไม่เจริญ ทำให้การดูดน้ำไปหล่อเลี้ยงลำต้นไม่สมดุลกับการคายน้ำทางใบของพืช ใบพืชมีลักษณะสีเขียวซีด ขาว ใส ลักษณะดังกล่าวจะสังเกตเห็นได้ง่ายในพืชที่ยังมีอายุน้อยหรือยังเป็นต้นอ่อนอยู่
นิเกิล (Ni)	เกี่ยวข้องกับไนโตรเจน เมตาโบลิซึม การสังเคราะห์ เอนไซม์ ยูรีเอส	ยังไม่มีข้อมูลชัด

8.6 รูปของธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์

ธาตุอาหารที่อยู่ในดินอาจอยู่ในรูปที่พืชสามารถดูดไปใช้ได้หรือในรูปที่พืชไม่สามารถดูดไปใช้ได้ ธาตุหนึ่งๆ อาจอยู่ในรูปที่พืชสามารถดูดไปใช้ได้หลายรูป เช่น ธาตุไนโตรเจน รูปที่พืชดูดไปใช้อาจอยู่ในรูป NO^{-}_{3} หรือ NH^{+}_{4} รูปของธาตุอาหารที่พืชสามารถดูดไปใช้ได้แสดงไว้ในตารางที่ 8.2

ตารางที่ 8.2 รูปของธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชและรูปที่เสริมให้พืช

ธาตุ	รูปที่พืชดูดไปใช้	กรณีพืชแสดงอาการขาดธาตุให้ใส่ปุ๋ยเคมีที่มีสารเคมีต่อไปนี้ร่วมอยู่ด้วยหรือรูปของธาตุที่มีองค์ประกอบของธาตุเหล่านี้
N	NO^-_3 และ NH^+_4	ปุ๋ยยูเรีย ($CO(NH_2)_2$) แอมโมเนียมไนเตรท (NH_4NO_3) แอมโมเนียมซัลเฟต ($(NH_4)_2SO_4$) แอมโมเนียมคลอไรด์ (NH_4CL) โซเดียมไนเตรท ($NaNO_3$) แคลเซียมไนเตรท ($Ca(NO_3)_2$)
P	$H_2PO^-_4$ ในดินกรด HPO_4 และPO_4 (ในดินด่าง)	ปุ๋ยหินฟอสเฟต,ซูเปอร์ฟอสเฟต,แอมโมเนียมฟอสเฟต,ไนตริกฟอสเฟต
K	K^+	โพแทสเซียมคลอไรด์ (KCL) โพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) โพแทสเซียมไนเตรท (KNO_3) โพแทสเซียมแมกนีเซียมซัลเฟต ($K_2SO_4.MgSO_4$)
Ca	Ca^+	ปุ๋ยแคลเซียมไนเตรท ยิปซัม ปูนขาว ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต
Mg	Mg^+_2	ปุ๋ยแมกนีเซียมซัลเฟต แมกนีเซียมออกไซด์ โพแทสเซียม แมกนีเซียมซัลเฟต
S	SO^{2-}_4	กำมะถันผง แอมโมเนียมซัลเฟต แมกนีเซียมซัลเฟต
Fe	Fe^+_3	เฟอรัสซัลเฟต ($FeSO_4.H_2O$) เฟอริคซัลเฟต ($(Fe_2(SO_4)).H_2O$ เฟอรัสออกไซด์ (FeO) เฟอริคออกไซด์ (Fe_2O_3) เฟอรัสแอมโมเนียมฟอสเฟต ($Fe(NH_4)PO_4.H_2O$ เฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต ($(Fe(NH_4)PO_4.H_2O$ ไอรอนคีเลต (NaFeEDTA) ไอรอนเมตอกซีเฟนนิลโปรเปน (FeMPP)
B	H_3BO_3	โซเดียมเพนตาบอเรต ($Na_2B_{10}O_{16}.H_2O$) โซเดียมเตตราบอเรต($Na_2B_4O_7.H_2O$,$Na_2B_4O_7$) โคลีแมไนท์ ($Ca_2B_6O_{11}$) บอแรกซ์ ($Na_2B_4O_7.10H_2O$) กรดบอริค(H_3BO_3)
Mn	Mn^+_2	แมงกานีส ซัลเฟต ($MnSO_4$) แมงกานีส คาร์บอเนต ($MnCO_3$) แมงกานีสออกไซด์ (MnO_2) แมงกานัสออกไซด์ (MnO) แมงกานีสคีเลต (MnEDTA) แมงกานีสคลอไรด์ ($MnCl_2$) แมงกานีสฟริสต์

ตารางที่ 8.2 รูปของธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชและรูปที่เสริมให้พืช (ต่อ)

ธาตุ	รูปที่พืชดูดไปใช้	กรณีพืชแสดงอาการขาดธาตุให้ใส่ปุ๋ยเคมีที่มีสารเคมีต่อไปนี้ร่วมอยู่ด้วยหรือรูปของธาตุที่มีองค์ประกอบของธาตุเหล่านี้
Cu	Cu^{+},Cu^{++}	คิวปริกซัลเฟตเพนตาไฮเดรท
		เบซิคคิวปริกซัลเฟต
		อะซูไรท์
		คิวปริกออกไซด์
		ชาลโคไซดท์
		คอปเปอร์คีเลต
		คิวปริกแอมโมเนียม ฟอสเฟต
		คิวปริกอะซีเตท
Zn	Zn^{+}	ซิงค์ซัลเฟต โมโนไฮเดรท
		เบซิคซิงค์ซัลเฟต
		ซิงค์ออกไซด์
		ซิงค์คาร์บอเนต
		ซิงค์ซัลไฟด์
		ซิงค์ฟอสเฟต
		ซิงค์คีเลต
		ซิงค์ฟริสต์
Mo	MoO_4^{-}	โซเดียมโมลิบเดท
		แอมโมเนียมโมลิบเดท
		โมลิบดินัมไตรออกไซด์
		โมลิบดินัมซัลไฟด์
Cl	Cl^{-}	ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์

8.7 วัฏจักรของธาตุอาหารหลัก

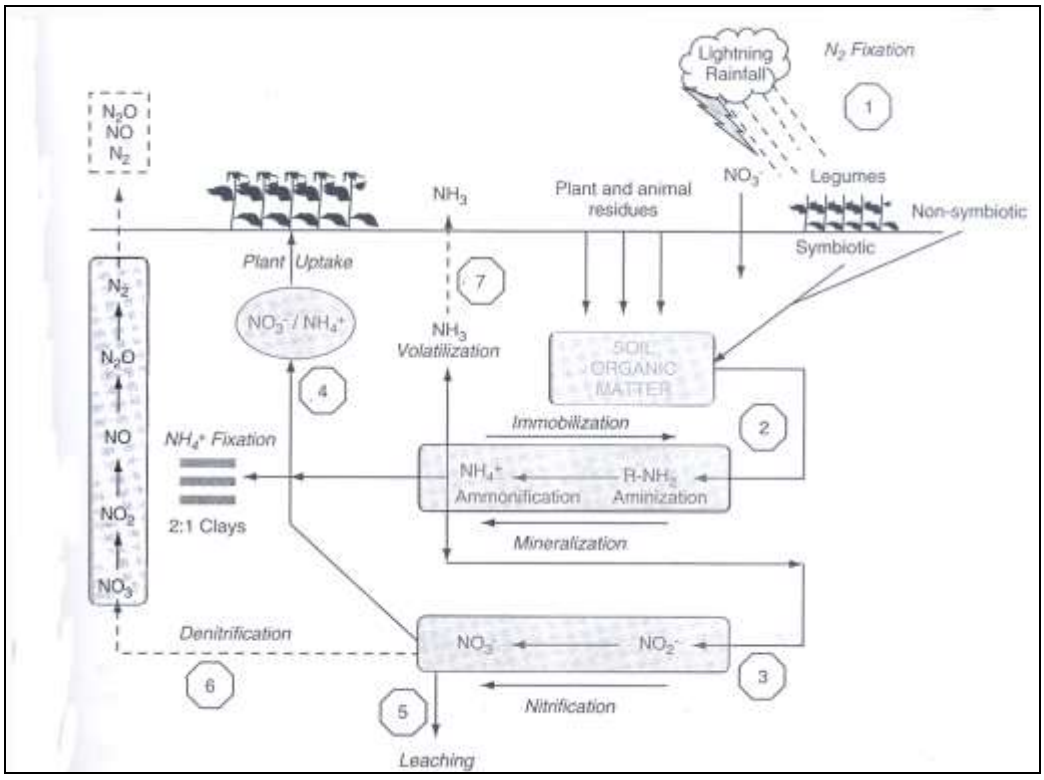
8.7.1 ไนโตรเจน

แหล่งที่มาของไนโตรเจนในดินมาจากหลายแหล่ง ได้แก่ มาจากซากพืชซากสัตว์ที่ทับถมผ่านการสลายตัวแล้วปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนลงสู่ดิน มาจากก๊าซไนโตรเจนในบรรยากาศที่เกิดปฏิกิริยาถูกออกซิไดซ์ให้เปลี่ยนรูปเป็นไนตรัสออกไซด์ และไนตริกออกไซด์ แล้วละลายในน้ำฝนที่ตกลงมาสู่พื้นดิน และจากกระบวนการตรึงธาตุไนโตรเจนจากอากาศโดยจุลินทรีย์ดินที่อาศัยร่วมกับรากพืชตระกูลถั่ว กลายเป็นแหล่งอินทรีย์ไนโตรเจนที่อยู่ในดิน อินทรียไนโตรเจนเหล่านี้จะถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปอนินทรียไนโตรเจนโดยจุลินทรีย์ดิน โดยถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปประจุแอมโมเนียมโดยขบวนการ mineralization ประจุแอมโมเนียมเหล่านี้ พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ หรืออาจเปลี่ยนรูปกลับไปกลับมาไปอยู่ในรูปของก๊าซแอมโมเนียระเหยขึ้นสู่บรรยากาศ ถูกตรึงโดยอนุภาคดิน

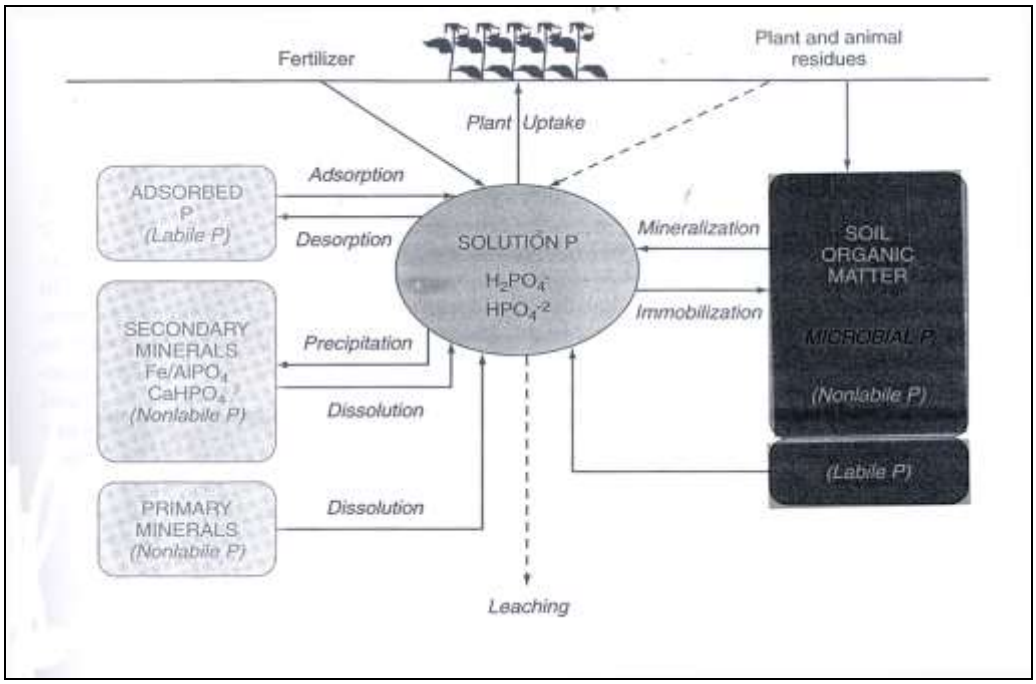
เหนียว หรือเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของอนุมูลไนเตรตจากขบวนการ nitrification โดยแบคทีเรียที่ต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโต ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ หรืออาจถูกชะล้างลงสู่ดิน ประจุแอมโมเนียมอาจเกิดปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงให้อยู่ในรูปที่พืชไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ โดยขบวนการ denitrification กลายเป็นไนตรัสออกไซด์ และก๊าซไนโตรเจนระเหยกลับสู่ชั้นบรรยากาศ (ภาพที่ 8.1)

8.7.2 ฟอสฟอรัส

ฟอสฟอรัสที่อยู่ในดินแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ อินทรีย์ฟอสเฟตและอนินทรีย์ฟอสเฟต ซึ่งทั้งหมดปรากฏอยู่ในรูปของพวกออร์โทฟอสเฟต หรือพวกที่แปลงมาจากกรดออร์โทฟอสฟอริค (H_3PO_4) เกือบทั้งสิ้น แหล่งที่มาของฟอสฟอรัสในดินส่วนใหญ่มาจากการใส่ในรูปของปุ๋ยฟอสฟอรัสลงสู่ดิน ซึ่งพืชสามารถนำฟอสฟอรัสไปใช้ได้ในรูปของ $H_2PO^-_4$ และ HPO_4^{-2} ฟอสฟอรัสที่อยู่ในดินในรูปดังกล่าว อาจมีการถูกตรึงหรือถูกทำปฏิกิริยาให้ตกตะกอนกับธาตุเหล็ก อะลูมินัมหรือแคลเซียมกลายเป็น $Fe/AlPO_4$ หรือ $CaHPO_4$ ซึ่งอยู่ในรูปที่ไม่สามารถละลายน้ำหรือละลายน้ำได้ยากขึ้น ทำให้พืชไม่สามารถดูดนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยเฉพาะในดินที่มีแร่ดินเหนียวสูง (ภาพที่ 8.2)



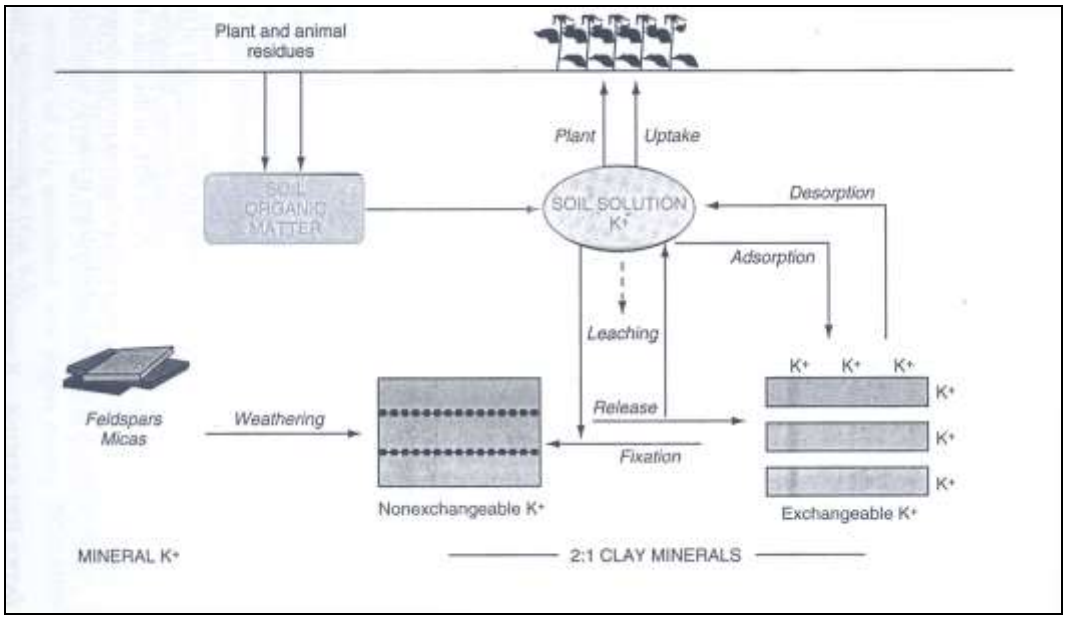
ภาพที่ 8.1 การหมุนเวียนธาตุไนโตรเจนในดิน
ที่มา: Havlin et al., 1999, หน้า 87



ภาพที่ 8.2 การหมุนเวียนธาตุฟอสฟอรัสในดิน
ที่มา : Havlin et al., 1999, หน้า 155

8.7.3 โพแทสเซียม

โพแทสเซียมที่มีอยู่ในดินแบ่งออกเป็น 3 รูป ที่สำคัญ คือ รูปที่ละลายน้ำได้ อยู่ในสารละลายดินคือในรูปของ K^+ พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที รูปไอออนที่แลกเปลี่ยนได้ รูปนี้จะดูดยึดอยู่กับผิวของคอลลอยด์ดินโดยเฉพาะแร่ดินเหนียวและบางส่วนจะถูกปลดปล่อยออกมาอยู่ในสภาพไอออนในสารละลายดินและเป็นประโยชน์ต่อพืชและรูปที่ไม่สามารถแลกเปลี่ยนได้ โพแทสเซียมรูปนี้เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ยากมาก ซึ่งเป็นองค์ประกอบของแร่ชนิดต่างๆ ในดิน และถูกตรึงโดยอนุภาคดินเหนียว



ภาพที่ 8.3 การหมุนเวียนธาตุโพแทสเซียมในดิน
ที่มา: Havlin et al., 1999, หน้า 197

บทสรุป

ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชมี 2 กลุ่มหลัก คือธาตุที่พืชต้องการในปริมาณมากหรือมหัพภาคกับธาตุที่พืชต้องการในปริมาณน้อยหรือจุลภาค ธาตุอาหารพืชแต่ละชนิดมีบทบาท และการทำหน้าที่ในองค์ประกอบของเนื้อเยื่อพืชแตกต่างกันไป ในดินอาจพบว่ามีธาตุอาหารเพียงพอแต่อยู่ในรูปที่พืชไม่สามารถดูดไปใช้ประโยชน์ได้ ธาตุอาหารพืชที่อยู่ในดินจะเป็นประโยชน์กับพืชมากน้อยแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ ความเป็นกรดด่างของดิน เนื้อดิน โครงสร้างดิน อินทรียวัตถุในดิน การแลกเปลี่ยนประจุบวกในดินและสภาพแวดล้อมอื่นๆ ที่เหมาะสมต่อการดูดธาตุอาหาร เป็นต้น พืชต้องการธาตุอาหารในปริมาณที่เหมาะสม ครบถ้วน และสัดส่วนของธาตุอาหารแต่ละชนิดจะต้องมีความสมดุล พืชจึงสามารถใช้ประโยชน์จากธาตุอาหารที่มีอยู่ในดินได้ มิเช่นนั้นพืชอาจแสดงอาการผิดปกติเนื่องมาจากการขาดธาตุอาหาร

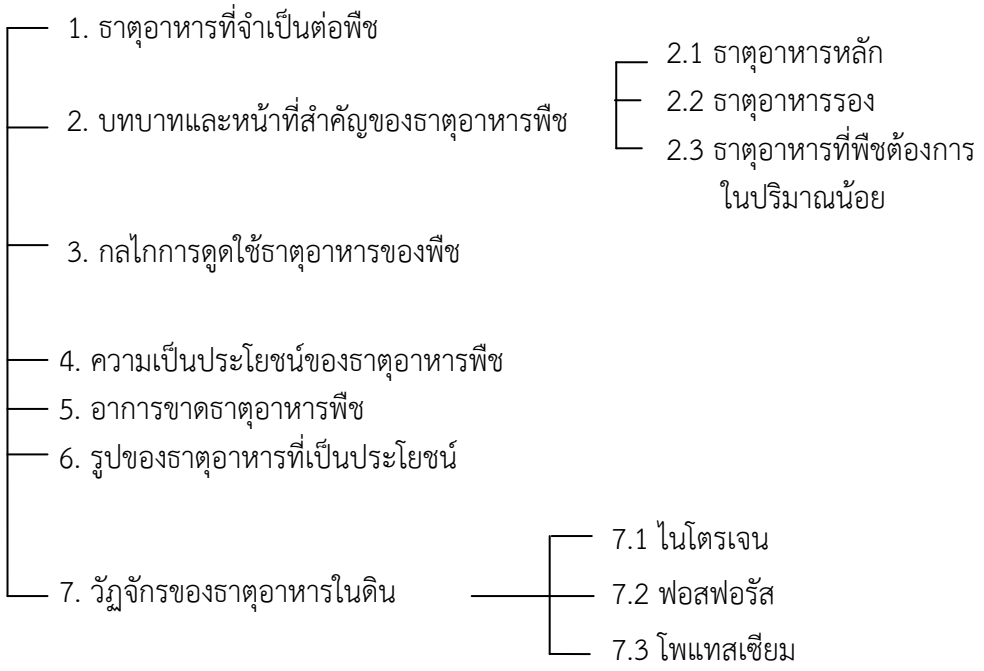
คำถามทบทวนประจำบทที่ 8

1. หลักการสำคัญที่นำมาใช้พิจารณาว่าเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นของพืช มีอะไรบ้าง
2. อธิบายกลไกการดูดใช้ธาตุอาหารของพืช มาพอเข้าใจ
3. อธิบายความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช มาพอเข้าใจ
4. อธิบายบทบาทหน้าที่ของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแคลเซียมที่มีต่อพืชมาพอเข้าใจ
5. อธิบายวัฏจักรของธาตุไนโตรเจนในดินมาพอเข้าใจ

6. จงบอกลักษณะอาการขาดธาตุ สังกะสี แคลเซียม กำมะถันและแมกนีเซียมในพืชมาพอเข้าใจ

7. แหล่งของไนโตรเจนในดินมาจากแหล่งใดบ้าง

แผนภาพสรุปบทที่ 8



บทปฏิบัติการที่ 8
เรื่อง การประเมินธาตุอาหารหลักในดิน

วัตถุประสงค์

เพื่อทดลองประเมินธาตุอาหารหลักที่มีอยู่ในดิน ด้วยการปลูกพืชทดสอบในดินโดยวิธี nutrient additional technique โดยหลักการของวิธีนี้เป็นการตรวจสอบว่าธาตุใดเป็นตัวกำหนดผลผลิตของพืช โดยการปลูกพืชทดสอบลงในกระถางและใส่ธาตุอาหารที่คาดว่าน่าจะขาดลงไปเพียงธาตุเดียว

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ทำการปลูกพืชทดสอบลงในดินที่จะทำการประเมินโดยใช้วิธีการ nutrient additional technique

2. ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มในบลอคสมบูรณ์มี 4 ซ้ำ กำหนดสิ่งทดลอง (treatment) ดังนี้

ทรีตเมนต์ที่ 1 ใส่ปุ๋ยเดี่ยวไนโตรเจน เช่น ยูเรียหรือแอมโมเนียมซัลเฟต
ทรีตเมนต์ที่ 2 ใส่ปุ๋ยเดี่ยวฟอสฟอรัส เช่น ซูเปอร์ฟอสเฟต
ทรีตเมนต์ที่ 3 ใส่ปุ๋ยเดี่ยวโพแทสเซียม เช่น โพแทสเซียมคลอไรด์
ทรีตเมนต์ที่ 4 ใส่ปุ๋ยผสมที่มีครบทั้ง 3 ธาตุ เช่น ปุ๋ยสูตร 15 -15 -15
ทรีตเมนต์ที่ 5 ไม่ใส่ปุ๋ย (ทรีตเมนต์เปรียบเทียบ)

3. สังเกตการเจริญเติบโตหรือวัดผลผลิต เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้ใส่ธาตุอาหารพืชลงไป ซึ่งใช้เป็นทรีตเมนต์เปรียบเทียบ

4. การแปรผลการทดลอง หากดินที่นำมาทดสอบนั้นขาดธาตุตัวใด เมื่อใส่ธาตุนั้นลงไป พืชก็จะตอบสนองโดยพบการเจริญเติบโตที่แตกต่างจากทรีตเมนต์อื่น เช่น หากดินขาดธาตุไนโตรเจน พืชในทรีตเมนต์ที่ 1 จะเจริญเติบโตหรือให้ผลผลิตดีกว่าทรีตเมนต์อื่นๆ ในทำนองเดียวกันถ้าการเจริญเติบโตหรือผลผลิตในทรีตเมนต์ที่ 5 ไม่แตกต่างกับทรีตเมนต์ที่ 4 แสดงว่าดินนั้นมีปริมาณธาตุอาหารหลักที่เพียงพอและอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์กับพืช

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 9
ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ย

หัวข้อเนื้อหาประจำบท

บทที่ 9 ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ย

9.1 ความสำคัญของปุ๋ย
9.2 ความหมายของศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับปุ๋ย
9.3 ปุ๋ยเคมี
9.4 สูตรปุ๋ยและเรโชปุ๋ย
9.5 หลักการใช้ปุ๋ยเคมี
9.6 ปุ๋ยอินทรีย์
9.7 ปุ๋ยชีวภาพ
9.8 วิธีการใส่ปุ๋ย

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อศึกษาบทที่ 9 จบแล้ว นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายความสำคัญและบทบาทของปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ ชนิดต่างๆ ได้
2. อธิบายความหมายของศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับปุ๋ยตามพระราชบัญญัติปุ๋ยปี พ.ศ. 2550 ได้
3. อธิบายหลักการและวิธีการใช้ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ ได้
4. มีความรู้ความเข้าใจ และสามารถปฏิบัติการทำปุ๋ยหมักได้
5. มีความรู้ความเข้าใจ และสามารถปฏิบัติการคำนวณสูตรปุ๋ยได้

วิธีสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน

1.วิธีสอน

1.1 การฟังการบรรยาย
1.2 การสืบค้นหาความรู้ด้วยตนเองจากเอกสาร สื่อออนไลน์
1.3 การฝึกปฏิบัติการคำนวณและทดลองในภาคสนาม
1.4 การศึกษาจากกรณีศึกษาในภาคสนาม
1.5 การเรียนรู้จากปราชญ์ท้องถิ่น

2. กิจกรรมการเรียนการสอน

2.1 ฟังการบรรยายเนื้อหา
2.2 อาจารย์สาธิตวิธีการปฏิบัติให้นักศึกษาดู

2.3 นักศึกษาศึกษาในภาคสนาม แหล่งเรียนรู้ทางการเกษตรในชุมชน

2.4 นักศึกษาลงมือปฏิบัติการทดลอง

2.5 อภิปรายผลการทดลองร่วมกัน สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษาร่วมกัน

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอน
2. แผ่นภาพต่างๆ
3. ตัวอย่างปุ๋ยชนิดต่าง ๆ
4. แปลงปลูกพืชทดลอง
5. ตัวอย่างการใช้ปุ๋ยไร่นาของเกษตรกร แหล่งผลิตปุ๋ยในชุมชน
6. วัสดุอุปกรณ์ปฏิบัติการทดลอง

การวัดและการประเมินผล

1. ประเมินความรู้หลังการเรียนเทียบกับความรู้เดิมของนักศึกษา
2. ประเมินจากการตั้งคำถาม ตอบคำถามและการอภิปรายในชั้นเรียน
3. ประเมินจากคำถามทบทวนประจำบทที่ 9
4. ประเมินจากผลงานการค้นคว้าของนักศึกษา
5. ประเมินจากผลการทดลองของนักศึกษา
6. ประเมินจากกระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ภาคสนามในชุมชน

บทที่ 9
ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ย

ปุ๋ย (Fertilizer) หมายถึงวัสดุหรือสารที่มีธาตุอาหารพืชเป็นองค์ประกอบ หรือสิ่งมีชีวิตที่ก่อให้เกิดธาตุอาหารพืชเมื่อใส่ลงไปในดินแล้วจะปลดปล่อยหรือสังเคราะห์ธาตุอาหารที่จำเป็นให้แก่พืชในพื้นที่การเพาะปลูก ธาตุอาหารพืชในดินสูญเสียไปกับผลผลิตที่เก็บเกี่ยวออกไปจากพื้นที่มากที่สุด การปลูกพืชติดต่อกันยาวนานโดยไม่มีการเพิ่มเติมธาตุอาหารลงไปในดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดินจะลดลง และในระยะยาวดินจะไม่สามารถให้ผลผลิตพืชสูงได้ ดังนั้นจึงควรมีการเพิ่มเติมธาตุอาหารพืชลงไปในดินให้เพียงพอ การใส่ปุ๋ยเป็นวิธีการหนึ่งที่เป็นการรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินให้ดีอยู่เสมอ ปุ๋ยที่ใช้ในการปลูกพืช ได้แก่ ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ เป็นต้น ซึ่งปัจจุบันมีจำหน่ายมากมาย รวมทั้งเกษตรกรสามารถผลิตสำหรับไว้ใช้ได้เอง เช่น ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยแต่ละประเภทมีคุณสมบัติ ข้อดี ข้อจำกัด รวมทั้งประโยชน์ในการปรับปรุงบำรุงดินที่ต่างกัน ความรู้ความเข้าใจในเรื่องปุ๋ยและการใช้ปุ๋ยอย่างถูกต้อง จึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อที่จะได้เกิดการใช้ปุ๋ยได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถดำรงรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินเพื่อการผลิตพืชไว้ได้อย่างยั่งยืน

9.1 ความสำคัญของปุ๋ย

ประเทศไทยมีพื้นที่เพื่อการเกษตรประมาณ 171.58 ล้านไร่ หรือประมาณร้อยละ 53.51 ของพื้นที่ทั้งหมด (กรมพัฒนาที่ดิน, 2559) และมีแนวโน้มลดลงเนื่องจากการขยายตัวของพื้นที่ที่ใช้เป็นที่อยู่อาศัยและการอุตสาหกรรม ประกอบกับเนื้อที่ถือครองเพื่อการเกษตรในปัจจุบันประมาณร้อยละ 53 มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำมาก มีอินทรียวัตถุน้อยกว่าร้อยละ 1.5 นอกจากนี้พื้นที่การเกษตรโดยทั่วไปยังขาดธาตุอาหารหลัก คือ ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสค่อนข้างรุนแรง ส่วนธาตุโพแทสเซียมขาดในระดับปานกลางแต่จะรุนแรงในภาคอีสาน ทำให้พื้นที่ทางการเกษตรมีศักยภาพในการผลิตต่ำ ส่งผลกระทบต่อการผลิตพืชเศรษฐกิจหลักที่สำคัญของประเทศ มีต้นทุนการผลิตอยู่ในเกณฑ์สูง คุณภาพของผลผลิตต่ำและไม่ตรงกับความต้องการของตลาด มีปัญหาการส่งออกเรื่อยมาตั้งแต่ช่วงปลายของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 5 (2525 - 2529) และปัญหาดังกล่าวทวีความรุนแรงขึ้นตามลำดับ เนื่องจากสภาวะการณ์ตลาดสินค้าเกษตรมีการแข่งขันและกีดกันทางการค้ามากขึ้น เพื่อให้ผลผลิตพืชเศรษฐกิจของไทยสามารถแข่งขันในตลาดโลกได้มากขึ้น จึงมีการส่งเสริมการใช้พันธุ์พืชที่ให้ผลผลิตสูง มีคุณภาพดีร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีและวิธีการเกษตรกรรมอื่น ๆ อย่างเหมาะสมแต่ผลที่เกิดขึ้นตามมาคือการใช้ปุ๋ยเคมีเพิ่มในอัตราที่สูงขึ้นกับส่งผลกระทบต่อรายได้ของเกษตรกรต่ำลงเกิดปัญหาด้านอื่นตามมา เช่น ดินแข็งตัว ไถพรวนยาก ปัญหาการระบาดของโรคและแมลง การใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวส่งผลให้คุณสมบัติทางกายภาพและชีวภาพของดินเสื่อมลงเป็นสาเหตุให้ผลผลิตพืชลดลง

การแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้น นักวิชาการจึงให้ความสำคัญกับความอุดมสมบูรณ์ของดินเป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของผลผลิตทางการเกษตรดังนั้นถ้าต้องการเพิ่มผลผลิต

ต่อไร่ให้สูงขึ้น จำเป็นต้องให้ความสำคัญต่อการปรับปรุงดินด้วยอินทรียวัตถุจึงจะทำให้การใช้ปุ๋ยเคมีมีประสิทธิภาพดีขึ้น ปุ๋ยอินทรีย์มีข้อดีเด่นหลายประการต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน และคุณสมบัติทางด้านเคมี กายภาพและชีวภาพ คือ

1. ให้ธาตุอาหารพืชเกือบครบถ้วนและค่อยๆ ถูกปลดปล่อยออกมาสะสมอยู่ในดินเป็นประโยชน์ให้กับพืชอย่างช้าๆ

2. มีการสูญเสียธาตุอาหารโดยการชะล้าง (leaching) น้อย ลดปัญหามลภาวะในแหล่งน้ำและระบบนิเวศน์

3. ช่วยปรับปรุงโครงสร้างทางกายภาพของดินให้ดีขึ้น อินทรียวัตถุช่วยส่งเสริมให้อนุภาคของดินจับตัวเป็นก้อนทำให้ดินมีโครงสร้างที่ดี มีการถ่ายเทอากาศได้ดี

4. ช่วยให้ดินมีความสามารถดูดซับธาตุอาหารพืชได้สูง เนื่องจากอินทรียวัตถุมีพื้นที่สัมผัสมากและมีประจุไฟฟ้าลบเป็นส่วนใหญ่ จึงมีความสามารถในการดูดซับประจุบวกได้มาก

5. ช่วยให้จุลินทรีย์ดินทำงานได้ดียิ่งขึ้นและมีปริมาณเพิ่มขึ้น

6. ช่วยแก้ปัญหาโรคพืชที่มาจากจุลินทรีย์เชื้อสาเหตุที่อยู่ในดิน ซึ่งเป็นพวกที่ไม่ต้องการอากาศ ชอบอยู่ในที่อับอากาศและที่ชื้นแฉะ

แนวโน้มที่จะใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพียงอย่างเดียวในปัจจุบันมีน้อยลง และเน้นการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์มากขึ้น เนื่องจากปุ๋ยเคมีให้ปริมาณธาตุอาหารมากกว่า และพืชสามารถใช้ธาตุอาหารได้อย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตามในหลักของการใช้ปุ๋ยในปัจจุบัน ควรคำนึงถึงการใช้ปุ๋ยเพื่อชดเชย หรือคืนความอุดมสมบูรณ์ให้กับดิน นอกเหนือจากการใช้ปุ๋ยเพื่อเพิ่มปริมาณธาตุอาหารให้กับพืชเพื่อมุ่งเน้นผลผลิตที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นการพิจารณาถึงการใช้ปุ๋ยจึงเป็นเรื่องที่ควรให้ความสนใจมากขึ้น เพื่อให้ที่ดินที่มีอยู่อย่างจำกัดสามารถใช้เพื่อการเกษตรได้อย่างยั่งยืน กล่าวโดยสรุป ความสำคัญของปุ๋ย มี 3 ประเด็นหลัก คือ

1. ความสำคัญต่อการเพิ่มปริมาณผลผลิตพืช
2. ความสำคัญต่อสุขภาพหรือความแข็งแรงของพืช
3. ความสำคัญต่อคุณภาพของผลผลิต

9.2 ความหมายของศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับปุ๋ย

ตามพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๕๐ (คัดลอกจากเล่ม ๑๒๕ ตอนที่ ๗ ก ราชกิจจานุเบกษา ๑๑ มกราคม ๒๕๕๑)

“ปุ๋ย” หมายความว่า สารอินทรีย์ อินทรียสังเคราะห์ อนินทรีย์ หรือจุลินทรีย์ ไม่ว่าจะเกิดขึ้นโดยธรรมชาติหรือทำขึ้นก็ตาม สำหรับใช้เป็นธาตุอาหารพืชได้ไม่ว่าโดยวิธีใด หรือทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี กายภาพหรือชีวภาพในดินเพื่อบำรุงความเติบโตแก่พืช

“ปุ๋ยเคมี” หมายความว่า ปุ๋ยที่ได้จากสารอนินทรีย์หรืออินทรียสังเคราะห์ รวมถึงปุ๋ยเชิงเดี่ยว ปุ๋ยเชิงผสม ปุ๋ยเชิงประกอบและปุ๋ยอินทรีย์เคมี แต่ไม่รวมถึง

(๑) ปูนขาว ดินมาร์ล ปูนปลาสเตอร์ ยิปซัม โดโลไมต์ หรือสารอื่นที่รัฐมนตรีกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

(๒) สารอนินทรีย์หรืออินทรีย์ไม่ว่าจะเกิดขึ้นโดยธรรมชาติหรือทำขึ้นก็ตามที่มุ่งหมายสำหรับใช้ในการอุตสาหกรรมหรือกิจการอื่นตามที่รัฐมนตรีประกาศในราชกิจจานุเบกษา

“ปุ๋ยชีวภาพ” หมายความว่า ปุ๋ยที่ได้จากการนำจุลินทรีย์ที่มีชีวิตที่สามารถสร้างธาตุอาหารหรือช่วยให้ธาตุอาหารเป็นประโยชน์กับพืช มาใช้ในการปรับปรุงบำรุงดินทางชีวภาพ ทางกายภาพหรือทางชีวเคมี และให้หมายความรวมถึงหัวเชื้อจุลินทรีย์

“ปุ๋ยอินทรีย์” หมายความว่า ปุ๋ยที่ได้หรือทำมาจากวัสดุอินทรีย์ ซึ่งผลิตด้วยกรรมวิธีทำให้ชื้น สับ หมัก บด ร่อน สกัด หรือด้วยวิธีการอื่น และวัสดุอินทรีย์ถูกย่อยสลายสมบูรณ์ด้วยจุลินทรีย์แต่ไม่ใช่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยชีวภาพ

“ปุ๋ยอินทรีย์เคมี” หมายความว่า ปุ๋ยที่มีปริมาณธาตุอาหารรับรองแน่นอนโดยมีปริมาณอินทรียวัตถุตามที่รัฐมนตรีกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

“ปุ๋ยเชิงเดี่ยว” หมายความว่า ปุ๋ยเคมีที่มีธาตุอาหารหลักธาตุเดียว ได้แก่ ปุ๋ยไนโตรเจน ปุ๋ยฟอสเฟตหรือปุ๋ยโพแทช

“ปุ๋ยเชิงผสม” หมายความว่า ปุ๋ยเคมีที่ได้จากการผสมปุ๋ยเคมี ชนิดหรือประเภทต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เพื่อให้ได้ธาตุอาหารตามต้องการ

“ปุ๋ยเชิงประกอบ” หมายความว่า ปุ๋ยเคมีที่ทำขึ้นด้วยกรรมวิธีทางเคมีและมีธาตุอาหารหลักอย่างน้อยสองธาตุขึ้นไป

“ธาตุอาหาร” หมายความว่าธาตุที่มีอยู่ในปุ๋ยและสามารถเป็นอาหารแก่พืชได้

“ธาตุอาหารหลัก”หมายความว่า ธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัสหรือโพแทสเซียม

“ธาตุอาหารรอง” หมายความว่า ธาตุอาหารแมกนีเซียม แคลเซียมหรือกำมะถัน

“ธาตุอาหารเสริม” หมายความว่า ธาตุอาหารเหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี โบรอน โมลิบดีนัม คลอรีน หรือธาตุอาหารอื่นที่รัฐมนตรีกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

“ปริมาณธาตุอาหารรับรอง” หมายความว่า ปริมาณขั้นต่ำของธาตุอาหารหลักที่ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าปุ๋ยเคมีรับรองในฉลากว่ามีอยู่ในปุ๋ยเคมีที่ตนผลิตหรือนำเข้าแล้วแต่กรณี โดยคิดเป็นจำนวนร้อยละของน้ำหนักสุทธิของปุ๋ยเคมี

“ชนิดของจุลินทรีย์” หมายความว่ากลุ่มหรือสกุลของจุลินทรีย์เป็นภาษาทางวิทยาศาสตร์ของจุลินทรีย์

“หัวเชื้อจุลินทรีย์” หมายความว่าจุลินทรีย์ชีวภาพที่มีจำนวนเซลล์ต่อหน่วยสูงซึ่งถูกเพาะเลี้ยงโดยกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์

“วัสดุรองรับ” หมายความว่าสิ่งที่นำมาใช้ในการผสมกับหัวเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการผลิตปุ๋ยชีวภาพ

“ปริมาณจุลินทรีย์รับรอง” หมายความว่า ปริมาณขั้นต่ำที่ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้ารับรองถึงจำนวนเซลล์รวม หรือจำนวนสปอร์รวม หรือจำนวนตามหน่วยวัดอื่นที่รัฐมนตรีกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษาของจุลินทรีย์ที่มีชีวิตที่มีอยู่ในปุ๋ยชีวภาพหรือหัวเชื้อจุลินทรีย์ที่ตนผลิตหรือนำเข้าแล้วแต่กรณี

“จุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อโรค” หมายความว่าจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคต่อมนุษย์ สัตว์หรือพืช และให้หมายความรวมถึงจุลินทรีย์ที่ทำลายจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ไม่ว่าด้วยประการใดๆ

“ปริมาณอินทรียวัตถุรับรอง” หมายความว่า ปริมาณขั้นต่ำของอินทรียวัตถุที่ผู้ผลิต หรือผู้นำเข้าปุ๋ยอินทรีย์รับรองในฉลากว่ามีอยู่ในปุ๋ยอินทรีย์ที่ตนผลิตหรือนำเข้า แล้วแต่กรณี โดยคิดเป็นจำนวนร้อยละของน้ำหนักสุทธิของปุ๋ยอินทรีย์

“สารเป็นพิษ” หมายความว่า สารเคมีหรือสิ่งอื่นที่อาจทำให้เกิดอันตรายแก่มนุษย์ สัตว์ พืชจุลินทรีย์ สิ่งแวดล้อม หรือทรัพย์อื่นได้

“ปุ๋ยเคมีมาตรฐาน” หมายความว่า ปุ๋ยเคมีที่รัฐมนตรีประกาศกำหนดสูตรและปริมาณขั้นต่ำหรือขั้นสูงของธาตุอาหารหรือสารเป็นพิษ และลักษณะจำเป็นอย่างอื่นของปุ๋ยเคมีดังกล่าวแต่ละชนิด

ศัพท์ในพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. ๒๕๑๘

สูตรหรือเกรดปุ๋ย (fertilizer grade) หมายถึง การบอกการรับประกันปริมาณธาตุปุ๋ยขั้นต่ำที่สุดที่มีอยู่ในปุ๋ยชนิดนั้นๆ จะบอกเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณฟอสฟอริคแอซิด (P_2O_5) ที่เป็นประโยชน์ (available P_2O_5) และปริมาณโพแทส (K_2O) ที่ละลายน้ำได้

เรโชปุ๋ย (fertilizer ratio) หมายถึง สัดส่วนอย่างต่ำซึ่งเป็นตัวเลขลงตัวอย่างน้อยๆ ระหว่างปริมาณของไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอริคแอซิดที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ ซึ่งมีอยู่ในปุ๋ย เช่น ปุ๋ยสูตร 15 - 10 - 5 จะมีเรโชระหว่าง N : P_2O_5 : K_2O เท่ากับ 3 : 2 :1 หรือปุ๋ยสูตร 15-15-15 จะมีเรโชของ N : P_2O_5 : K_2O เท่ากับ 1 : 1 : 1 เป็นต้น

ปุ๋ยธาตุอาหารไม่ครบ (incomplete fertilizer) ได้แก่ ปุ๋ยที่มีธาตุปุ๋ยไม่ครบทั้งสามธาตุ อาจมีธาตุไนโตรเจนกับฟอสฟอรัสหรือฟอสฟอรัสกับโพแทสเซียม เช่น ปุ๋ยสูตร 16 - 20 - 0 หรือ 0 - 26 - 16 เป็นต้น

ปุ๋ยธาตุอาหารครบ (complete fertilizer) ได้แก่ ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารครบทั้งสามธาตุ เช่น ปุ๋ยสูตร 15 -15 - 15, 20 - 24 - 16 เป็นต้น

ปุ๋ยเป็นกรด (acid forming fertilizer) ได้แก่ ปุ๋ยที่ใส่ลงดินติดต่อกันเป็นระยะเวลานานๆ จะให้ผลตกค้างของความเป็นกรดเกิดขึ้นกับดิน ปุ๋ยพวกนี้ได้แก่ปุ๋ยที่มีเกลือของแอมโมเนียมในรูปต่างๆ เป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย

ปุ๋ยเป็นด่าง (basic forming fertilizer) ได้แก่ ปุ๋ยที่ใส่ลงดินติดต่อกันเป็นระยะเวลาหนึ่งแล้วมีผลทำให้ดินมีปฏิกิริยาเป็นด่างมากขึ้น เช่น ปุ๋ยโซเดียมไนเตรทและแคลเซียมไนเตรท เป็นต้น

สารเติมน้ำหนัก (filler) ได้แก่ สารที่ใส่ลงไปในปุ๋ยผสมเพื่อปรับน้ำหนักของปุ๋ยผสมให้ครบเรียบร้อย หน่วยน้ำหนัก และทำให้ปุ๋ยนั้นมีสูตรตามต้องการวัตถุที่ใช้เป็นสารตัวเติม ได้แก่ ทราย ขี้เลื่อย ดินเบา และดินขาว เป็นต้น

9.3 ปุ๋ยเคมี

ปุ๋ยเคมี หากพิจารณาถึงชนิดธาตุปุ๋ยที่เป็นองค์ประกอบหลัก สามารถจำแนกประเภทได้ดังนี้

1. ปุ๋ยไนโตรเจน ได้แก่ ปุ๋ยที่ให้ธาตุไนโตรเจนเป็นสำคัญ เช่น ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรท แอมโมเนียมซัลเฟต และปุ๋ยยูเรีย เป็นต้น

2. ปุ๋ยฟอสฟอรัส ได้แก่ ปุ๋ยที่ให้ธาตุฟอสฟอรัสเป็นสำคัญ เช่น ปุ๋ยหินฟอสเฟต และปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต เป็นต้น

3. ปุ๋ยโพแทสเซียม ได้แก่ ปุ๋ยที่ให้ธาตุโพแทสเซียมเป็นสำคัญ เช่น ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ และโพแทสเซียมซัลเฟต เป็นต้น

แม่ปุ๋ยที่ผลิตออกมาและมีจำหน่ายอย่างแพร่หลายเพื่อให้เกษตรกรได้นำไปใช้เป็นปุ๋ยโดยตรง หรือนำไปผลิตเป็นปุ๋ยผสม สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ ปุ๋ยไนโตรเจน ปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโพแทสเซียม

9.3.1 ปุ๋ยไนโตรเจน

ปุ๋ยให้ธาตุไนโตรเจนส่วนมากอยู่ในรูปของสารประกอบแอมโมเนีย แหล่งที่มาของปุ๋ยไนโตรเจนเกือบทั้งหมดจึงต้องมีการสังเคราะห์โดยตรงจากก๊าซไนโตรเจนจากอากาศกับก๊าซไฮโดรเจนเป็นก๊าซแอมโมเนีย ส่วนก๊าซไฮโดรเจนนั้นสามารถเตรียมได้จากวัตถุดิบต่างๆ เช่น ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ หรือได้มาจากก๊าซไฮโดรเจนที่เป็นผลพลอยได้ของอุตสาหกรรมบางชนิด ปัจจุบันนิยมใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นวัตถุดิบมากที่สุดเพื่อให้ธาตุไฮโดรเจนเนื่องจากมีต้นทุนการผลิตต่ำ

อุตสาหกรรมผลิตก๊าซแอมโมเนียเป็นจุดเกิดที่สำคัญของการพัฒนาอุตสาหกรรมผลิตปุ๋ยเคมี ก๊าซแอมโมเนียที่ได้จะนำไปผลิตเป็นปุ๋ยไนโตรเจนชนิดต่างๆ ซึ่งในปัจจุบันปุ๋ยไนโตรเจนมีหลายชนิด ดังตัวอย่างตารางที่ 9.1

ตารางที่ 9.1 ตัวอย่างปุ๋ยไนโตรเจนที่ผลิตจำหน่ายในท้องตลาด

ปุ๋ย	สูตรเคมี	ร้อยละของไนโตรเจน (% N)
โซเดียมไนเตรท	($NaNO_3$)	16
แคลเซียมไนเตรท	[$Ca(NO_3)_2$]	26 และมี CaO 27
แคลเซียมไซยานาไมด์	($CaCN_2$)	22
แอมโมเนียมซัลเฟต	[$(NH_4)_2SO_4$]	21 และมีกำมะถัน 24
แอมโมเนียมไนเตรท	(NH_4NO_3)	35
แอมโมเนียมคลอไรด์	(NH_4Cl)	26
ยูเรีย	(NH_2CONH_2)	46

9.3.2 ปุ๋ยฟอสฟอรัส

คือปุ๋ย ที่ให้ธาตุฟอสฟอรัสเป็นหลัก ผลิตได้จากแร่หินฟอสเฟต และ แร่อะพาไทต์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ซึ่งแร่หินฟอสเฟตเป็นสารประกอบพวกแคลเซียมฟอสเฟต เนื่องจากปุ๋ยหินฟอสเฟตละลายน้ำได้ยาก และปลดปล่อยฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้น้อยและช้า จะต้องใส่แต่ละครั้งเป็นจำนวนมากจึงจะเพียงพอ และอีกทั้งปุ๋ยหินฟอสเฟตยังใช้ไม่ได้ผลในดินที่มีสภาพเป็นกลางหรือด่าง ดังนั้นเพื่อผลิตปุ๋ยฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้ง่าย และใช้ได้ดีกับดินทุกสภาพความเป็นกรดด่าง จึงได้มีการนำเอากรดกำมะถันมาทำปฏิกิริยากับหินฟอสเฟตที่บดละเอียด ผลที่ได้ คือโมโนแคลเซียมฟอสเฟต ซึ่งละลายน้ำได้ดี จะมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์หรือละลายน้ำได้ร้อยละ 16 – 20 เรียกว่าปุ๋ย

ซูเปอร์ฟอสเฟตแบบธรรมดา อีกวิธีหนึ่งในการผลิตปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต คือ ทำการผลิตกรดฟอสฟอริคจากปฏิกิริยาระหว่างกรดกำมะถันกับหินฟอสเฟตในขั้นหนึ่งก่อนแล้ว ในขั้นต่อมาก็นำกรดฟอสฟอริคมาทำปฏิกิริยากับหินฟอสเฟตอีกครั้งหนึ่ง ก็จะได้ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟตแบบเข้มข้นมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงถึงร้อยละ 40 – 48 เรียกว่าปุ๋ยทริบเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต ปุ๋ยฟอสเฟตที่สำคัญ ดังตัวอย่างตารางที่ 9.2

ตารางที่ 9.2 ตัวอย่างปุ๋ยฟอสเฟตที่ผลิตจำหน่ายในท้องตลาด

ปุ๋ย	สูตรเคมี	ร้อยละของฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (% P_2O_5)
ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต	$Ca(H_2PO_4)H_2SO_4$	20
ปุ๋ยทริบเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต	$Ca(H_3PO_4)H_2SO_4$	40 - 46
แคลเซียมฟอสเฟต	$[Ca(H_2PO_4)2.H_2O]$	10 - 13
โมโนแอมโมเนียมฟอสเฟต	$(NH_4H_2PO_4)$	52
ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต	$(NH_4)2HPO_4$	46

9.3.3 ปุ๋ยโพแทสเซียม

คือ ปุ๋ยที่ให้ธาตุโพแทสเซียมเป็นหลัก แหล่งที่มาของปุ๋ยโพแทสเซียมผลิตมาจากแร่โพแทส ซึ่งมีอยู่หลายชนิด แต่ที่สำคัญ คือ แร่ซิลไวท์ (Sylvite) ซึ่งได้แก่ โพแทสเซียมคลอไรด์ และแร่คาร์เนลไลท์ (Carnellite) ซึ่งได้แก่ โพแทสเซียมคลอไรด์ร่วมกับแมกนีเซียมคลอไรด์ ปุ๋ยโพแทสเซียมที่สำคัญ ดังตัวอย่างตารางที่ 9.3

ตารางที่ 9.3 ตัวอย่างปุ๋ยโพแทสเซียมที่ผลิตจำหน่ายในท้องตลาด

ปุ๋ย	สูตรเคมี	ร้อยละของโพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ (% K_2O)
โพแทสเซียมคลอไรด์	(KCL)	60 และมีคลอไรด์ 45
โพแทสเซียมซัลเฟต	(K_2SO_4)	50 และ มีธาตุกำมะถัน 17
โพแทสเซียม แมกนีเซียมซัลเฟต	$(K_2SO_4.2MgSO_4)$	22 และมีแมกนีเซียม 11
โพแทสเซียมไนเตรท	(KNO)	46 และมีไนโตรเจน 13

9.4 สูตรปุ๋ยและเรโชปุ๋ย

9.4.1 สูตรปุ๋ย

สูตรปุ๋ย คือตัวเลขที่เขียนไว้ที่กระสอบปุ๋ยเพื่อบอกปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในปุ๋ยเคมีนั้นๆ โดยบอกเป็นค่าของเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (N) ปริมาณฟอสฟอรัส (P_2O_5) ที่เป็นประโยชน์และปริมาณโพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ (K_2O) สูตรปุ๋ยจะเขียนเป็นตัวเลข เช่น 20 – 10 – 10 หมายถึง ตัวเลขแรกบอกปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดว่าปุ๋ยนี้มีอยู่หนัก 20 กิโลกรัม ใน

ปุ๋ย 100 กิโลกรัม ตัวที่สองบอกปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีอยู่ 10 กิโลกรัม ตัวที่สามบอกปริมาณโพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้ มีอยู่ 10 กิโลกรัม รวมเป็นปริมาณธาตุอาหารทั้งหมดจำนวน 40 กิโลกรัมในปุ๋ยหนักหนึ่งร้อยกิโลกรัม นั่นคือเกษตรกรซื้อปุ๋ยสูตร 20 – 10 – 10 จำนวน 2 กระสอบ รวมน้ำหนัก 100 กิโลกรัม จะเท่ากับซื้อธาตุอาหารปุ๋ยเพียงจำนวน 40 กิโลกรัม

9.4.2 เรโชปุ๋ย

เรโชปุ๋ย หมายถึง สัดส่วนเปรียบเทียบกันระหว่างธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในปุ๋ย เช่น

ปุ๋ยสูตร 15 – 15 – 15 มีเรโชเท่ากับ 1 : 1 : 1
ปุ๋ยสูตร 16 – 16 – 8 มีเรโชเท่ากับ 2 : 2 : 1
ปุ๋ยสูตร 10 – 20 – 10 มีเรโชเท่ากับ 1 : 2 : 1
ปุ๋ยสูตร 20 – 20 – 20 มีเรโชเท่ากับ 1 : 1 : 1

ประโยชน์ของเรโชปุ๋ยบอกให้ทราบว่าปุ๋ยที่มีสูตรแตกต่างกันมากมายที่มีขายอยู่ในท้องตลาด ถ้าต่างก็มีเรโชเดียวกันจะเป็นปุ๋ยชนิดเดียวกัน จะต่างกันก็เพียงปริมาณธาตุอาหารรวมทั้งหมดที่มีอยู่ในปุ๋ยแต่ละสูตร ดังนั้นจึงสามารถนำมาใช้ทดแทนกันได้ เช่น ปุ๋ยสูตร 15 –15 -15 และปุ๋ยสูตร 20 -20 -20 เพียงแต่อัตราการใช้จะแตกต่างกัน เช่น ปุ๋ยสูตร 15 -15 -15 มีอัตราการใช้ 30 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยสูตร 20 – 20 - 20 มีอัตราการใช้ 20 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นต้น

ปุ๋ยที่มีวางจำหน่ายในท้องตลาดมีสูตรให้เลือกใช้มากมาย การเลือกซื้อปุ๋ยสูตรต่างๆ ให้คุ้มค่า จึงควรพิจารณาจากเรโชและธาตุอาหารรับรองในสูตรปุ๋ยรวมทั้งราคาขาย ดังกรณีตัวอย่างปุ๋ยที่มีเรโชเหมือนกันแต่สูตรต่างกัน เช่น สูตร 15 -15 -15 กับ 19 -19 -19 จะเลือกอย่างไรกรณีนี้มีข้อพิจารณาดังนี้

1. ถ้าราคาเท่ากัน ให้เลือกซื้อปุ๋ยที่มีผลรวมของธาตุอาหารรับรองในสูตรปุ๋ยสูงกว่า ในตัวอย่างนี้ให้เลือกซื้อปุ๋ยสูตร 19 -19 -19

2. ถ้าราคาไม่เท่ากัน เช่น สูตร 15 -15 -15 ราคากระสอบละ 300 บาท สูตร 19 -19 -19 ราคากระสอบละ 350 บาท จะเลือกซื้อสูตรอะไรถึงจะได้ราคาถูกกว่า

วิธีพิจารณาเรื่องราคาให้รวมธาตุอาหารรับรองในแต่ละสูตรแล้วเอาไปหารราคาแต่ละกระสอบจะได้ราคาเปรียบเทียบต่อ ½ หน่วยของน้ำหนักของสูตรอาหารรับรองของแต่ละสูตร ราคาสูตรใดถูกกว่าให้เลือกสูตรนั้น วิธีคิดตามตัวอย่าง

ผลรวมของธาตุอาหารรับรองในสูตร 15 -15 -15 เท่ากับ 45 ขายกระสอบละ 300 บาท เพราะฉะนั้น ราคาต่อ ½ หน่วยของธาตุอาหารรับรองของสูตร 15 -15 -15 = 300 /45 = 6.66 บาท

ผลรวมของธาตุอาหารรับรองในสูตร 19 -19 -19 เท่ากับ 57 ขายกระสอบละ 350 บาท เพราะฉะนั้น ราคาต่อ ½ หน่วยของธาตุอาหารรับรองของสูตร 19 -19 -19 = 350 /57 = 6.14 บาท

จะเห็นได้ว่า ราคาต่อ ½ หน่วยของธาตุอาหารรับรองของสูตร 19 -19 -19 ถูกกว่าของสูตร 15 -15 -15 จึงเลือกซื้อปุ๋ยสูตร 19 -19 -19

9.5 หลักการใช้ปุ๋ยเคมี

การใช้ปุ๋ยเคมีโดยทั่วไปอาจจำแนกวัตถุประสงค์ในการใช้ได้ ดังนี้ คือใส่เมื่อพืชแสดงอาการขาดธาตุอาหาร ใส่เพื่อเร่งการเจริญเติบโต ใส่เพื่อเพิ่มผลผลิต และใส่เพื่อชดเชยธาตุอาหารคืนกลับสู่ดิน การใช้ปุ๋ยให้มีประสิทธิภาพมีหลักการและข้อพิจารณาการใช้ ดังนี้

1. ใช้ชนิดปุ๋ยให้ถูกต้อง โดยพิจารณาจากสูตร เรโช และรูปของธาตุอาหารในปุ๋ย

2. ใช้ในปริมาณที่เหมาะสมในปริมาณที่พืชควรจะได้รับเพื่อให้ได้ผลผลิตสูงสุด และพอเหมาะในแง่ของหลักผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ คือราคาของผลผลิตที่จะได้รับจากการขายคุ้มค่ากับการลงทุนใส่ปุ๋ย

3. ใส่ให้กับพืชในระยะเหมาะสม โดยทั่วไปช่วงระยะเวลาการใส่ปุ๋ยต้องสอดคล้องกับช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโตของพืช โดยทั่วไปช่วงระยะเวลาความต้องการธาตุอาหารมากที่สุดของพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกันอย่างเด่นชัดอย่างน้อย 3 ช่วงด้วยกัน คือ

3.1 ช่วงแรกที่พืชเริ่มงอก และเจริญเติบโตในระยะ 30 – 45 วัน พืชมักจะต้องการธาตุอาหารพืชน้อยและช้าเพราะระยะนี้ระบบรากยังมีน้อยและต้นยังเล็กอยู่

3.2 ช่วงที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นระยะที่กำลังเจริญเติบโต แตกกอและระยะที่กำลังสร้างตาดอก เช่น ข้าวโพดก็จะเป็นช่วงที่มีระยะอายุระหว่าง 45 – 60 วัน หลังปลูก

3.3 ช่วงที่พืชมีการเจริญเติบโตเต็มที่แล้วและเป็นระยะกำลังสร้างเมล็ดหรือสร้างผลความต้องการธาตุอาหารในระยะนี้จะลดลงเรื่อย ๆ จนกระทั่งผล ฝักหรือเมล็ดแก่

4. ใส่ให้กับพืชโดยวิธีการที่ถูกต้องในจุดที่พืชสามารถดูดไปใช้ประโยชน์ได้ง่ายและรวดเร็วที่สุด

5. อัตราการใส่ปุ๋ย ควรพิจารณาจาก

5.1 ชนิดพืช พืชแต่ละชนิดมีการตอบสนองต่อการได้รับธาตุอาหารจากปุ๋ยเคมีแตกต่างกัน พืชชนิดเดียวกันพันธุ์พื้นเมืองมักจะตอบสนองต่อการได้รับธาตุอาหารจากปุ๋ยเคมีต่ำกว่าพันธุ์ลูกผสม

5.2 สภาพลมฟ้าอากาศ สภาพอากาศร้อนมีแสงแดดจัดการสูญเสียปุ๋ยไนโตรเจนจะเกิดขึ้นมาก สภาพท้องฟ้ามืดครึ้มหรือมีฝนตกติดต่อกัน อัตราการดูดใช้ปุ๋ยของพืชเกิดขึ้นน้อยลง จึงควรหลีกเลี่ยงการใส่ปุ๋ยในช่วงเวลาที่มีสภาพลมฟ้าอากาศดังกล่าวหรืออัตราการใส่อาจต้องลดลง

5.3 สภาพความอุดมสมบูรณ์ของดิน ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงอาจใช้อัตราปุ๋ยที่น้อยลงได้

5.4 ระบบการปลูกพืช พืชที่ปลูกแบบหว่าน พืชที่ปลูกแบบเป็นแถว ความหนาแน่นของพืชต่อไร่ อัตราการใส่ปุ๋ยย่อมมีความแตกต่างกัน โดยทั่วไปแปลงที่มีความหนาแน่นของพืชมากอาจต้องเพิ่มอัตราการใส่ปุ๋ย

5.5 ราคาผลผลิต ควรใส่ในปริมาณที่พอเหมาะในแง่ของผลตอบแทนทางเศรษฐกิจให้มีความคุ้มค่ากับราคาผลผลิตที่จะขายได้กำไรสูงสุด

9.6 ปุ๋ยอินทรีย์

ปุ๋ยอินทรีย์ หมายถึงปุ๋ยที่ได้หรือทำมาจากวัสดุอินทรีย์ซึ่งผลิตด้วยกรรมวิธีทำให้ชื้น สับ หมัก บด ร่อน สกัด หรือด้วยวิธีการอื่น และวัสดุอินทรีย์ถูกย่อยสลายสมบูรณ์ด้วยจุลินทรีย์แต่ไม่ใช่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยอินทรีย์ที่สำคัญ ได้แก่ ปุ๋ยคอกจากมูลสัตว์ต่างๆ ปุ๋ยหมักที่ได้จากการหมักเศษวัสดุทางการเกษตร และปุ๋ยพืชสดที่ได้จากการปลูกพืชสดแล้วไถกลบลงดิน

9.6.1 ประโยชน์ของปุ๋ยอินทรีย์

ปุ๋ยอินทรีย์ นอกจากจะให้ธาตุอาหารต่างๆ แล้ว ยังช่วยปรับปรุงสมบัติทางเคมี กายภาพและชีวภาพของดิน ดังนี้ (ยงยุทธ โอสถสภา, อรรถสิศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์และชวลิต ฮงประยูร, 2554, หน้า 210 – 215)

9.6.1.1 ปรับปรุงสมบัติทางเคมีของดิน เมื่อปุ๋ยคอกถูกจุลินทรีย์ดินย่อยสลาย ก็ปลดปล่อยธาตุต่างๆ ในรูปของอนินทรีย์ แล้วเหลือสารอินทรีย์ที่มีโครงสร้างซับซ้อนและลักษณะคงทน เรียกว่าฮิวมัส การใส่ปุ๋ยคอกลงดินจึงช่วยเพิ่มค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินและส่งผลต่อการเพิ่มความจุบัฟเฟอร์ (buffering capacity) ดินจึงต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดด่างได้มากกว่าเดิม การใส่ปุ๋ยคอกช่วยเพิ่มความเป็นประโยชน์ของฟอสเฟตในดิน โดยทั่วไปพืชใช้ประโยชน์จากปุ๋ยฟอสเฟตที่ใส่ลงดินได้ระหว่างร้อยละ 15 – 30 นอกนั้นถูกตรึงอยู่ในดิน

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์จะช่วยเพิ่มความเป็นประโยชน์ของฟอสเฟตในดินและหินฟอสเฟต กล่าวคือ

1. สารประกอบอินทรีย์ฟอสเฟตในปุ๋ยคอก เช่น สารไฟเทตมีการสลายตัวในดินและเป็นประโยชน์ต่อพืช

2. ในดินกรด มีสารประกอบเหล็ก อะลูมิเนียมและแมงกานีส เป็นตัวการสำคัญในการตรึงฟอสฟอรัส โดยทำปฏิกิริยากับฟอสเฟตไอออนในสารละลายดินแล้วตกตะกอน กรดฮิวมิกที่ได้จากการสลายตัวของปุ๋ยอินทรีย์ จะทำปฏิกิริยากับสารประกอบฟอสเฟตที่ตกตะกอน แล้วปลดปล่อยฟอสเฟตไอออนออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืช

3. ดินเหนียวทั้งชนิด 1:1 (1:1 clay) และ 2:1 (2:1 clay) อ็อกไซด์ของอะลูมิเนียม เหล็กและแมงกานีส เป็นองค์ประกอบของดินที่มีอำนาจในการตรึงฟอสฟอรัสสูง แต่โมเลกุลของอินทรียสารในดิน สามารถเกาะกับผิวของดินเหนียวและอ็อกไซด์ดังกล่าว แล้วทำหน้าที่กำบังไม่ให้อนุมูลฟอสเฟตเข้าถึงและถูกตรึง จึงลดการตรึงฟอสฟอรัสลงได้ระดับหนึ่ง

9.6.1.2 ปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดิน การใช้ปุ๋ยอินทรีย์อย่างต่อเนื่องจะช่วยให้เกิดเม็ดดินและเม็ดดินมีเสถียรภาพมากขึ้น ดินมีความชื้นที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น ดังนี้

1. ฮิวมัสทำหน้าที่เชื่อมยึดอนุภาคดินเข้าด้วยกัน

2. การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ลงดิน ช่วยให้สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในดิน เช่น รากพืช รา แบคทีเรีย และจุลินทรีย์อื่นๆ ในดิน เจริญเติบโตได้ดี เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์เป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ สิ่งมีชีวิตเหล่านี้มีบทบาทในการเชื่อมประสานให้อนุภาคดินรวมตัวกัน ใยราช่วยเกี่ยวพันให้อนุภาคดินรวมกลุ่มเป็นเม็ดดิน สารที่เกิดจากการสลายตัวของปุ๋ยอินทรีย์โดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน

เช่น พอลิแซกคาไรด์ รวมทั้งสารที่ขับออกมาจากรากพืชหรือเซลล์ของจุลินทรีย์ที่ตายแล้วเหล่านี้นับเป็นสารเชื่อมให้เกิดเม็ดดินทั้งสิ้น

3. การใส่ปุ๋ยคอกอย่างต่อเนื่องจะทำให้ความหนาแน่นรวมและความแข็งของดินลดลงแต่เพิ่มการเกิดเม็ดดิน ความพรุนและการถ่ายเทอากาศ ทำให้ความชื้นที่เป็นประโยชน์ในดินเพิ่มขึ้น กล่าวคือ โดยสมบัติของอินทรียวัตถุที่มีความจุความชื้นสูง จึงให้ความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อดินสูงด้วยและอินทรียวัตถุทำให้โครงสร้างดินมีเสถียรภาพ เพิ่มปริมาณช่องว่างรวมและขนาดของช่องจึงเพิ่มการแทรกซึมน้ำและความจุในการอุ้มน้ำของดิน

9.6.1.3 ปรับปรุงสมบัติทางชีวภาพของดิน ปุ๋ยคอกเป็นแหล่งพลังงานและสารอาหารของจุลินทรีย์ การใส่ปุ๋ยคอกจึงเพิ่มจำนวน ชนิดและกิจกรรมของจุลินทรีย์ อินทรียวัตถุในดินมีสารที่เป็นองค์ประกอบสำคัญ คือสารฮิวมิก ในสารนี้ยังแยกออกได้เป็นฮิวมิน (humin) กรดฮิวมิก (humic acid) และกรดฟุลวิก (fulvic acid) ซึ่งมีบทบาทต่อกระบวนการพัฒนาการและการเจริญเติบโตของพืช

9.6.2 ปุ๋ยคอก (Farm Manure)

ปุ๋ยคอก ได้แก่ มูลสัตว์ต่างๆ มูลเหล่านี้จะประกอบด้วยอุจจาระและปัสสาวะของสัตว์ ซึ่งเป็นส่วนของวัตถุดิบจากพืชและสัตว์ที่ผ่านกระบวนการย่อยสลายจากระบบการย่อยอาหารของสัตว์ ปัสสาวะก็จะเป็นส่วนประกอบของเกลือและสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ ซึ่งเป็นแหล่งธาตุอาหารพืช รวมทั้งเศษวัสดุรองพื้นคอกสัตว์ เช่น เศษฟางข้าว เศษอาหาร และแกลบ เป็นต้น ที่ผสมคลุกเคล้ารวมกันกับอุจจาระและปัสสาวะ ในปุ๋ยคอกจึงมีทั้งจุลินทรีย์และสารอินทรีย์ต่าง ๆ มากมาย มีทั้งที่เป็นฮิวมัสแล้ว และส่วนที่ยังสลายตัวไม่หมด มีทั้งส่วนที่เป็นเซลลูโลส ลิกนิน วิตามินและฮอร์โมนพืช เช่น กรดอะมิโน ไทอามีน ไบโอติน และไพริด็อกซิน เป็นต้น (อานัฐ ตันโช, 2549, หน้า 84) ประเทศไทยมีการเลี้ยงสัตว์ควบคู่กับการปลูกพืชทั้งฟาร์มขนาดเล็ก ขนาดใหญ่ กระจายอยู่ทั่วทุกพื้นที่ทุกภาคของประเทศไทย ปุ๋ยคอกจึงเป็นแหล่งปุ๋ยอินทรีย์ที่สำคัญที่จะสามารถนำมาใช้ปรับปรุงบำรุงดินได้เป็นอย่างดี

ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยคอกจะมีปริมาณน้อยและอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น อาหารที่สัตว์กิน สัตว์ที่กินอาหารที่มีโปรตีนสูงเป็นหลัก ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยคอกที่ได้จะสูงกว่าสัตว์ที่กินพืชหรือหญ้าเป็นอาหารหลัก จึงมักพบว่าปุ๋ยคอกที่ได้จากมูลไก่ มีปริมาณธาตุอาหารสูงกว่าปุ๋ยคอกที่ได้จากมูลโค นอกจากนี้ยังพบว่าปุ๋ยคอกใหม่ๆ มีปริมาณธาตุอาหารสูงกว่าปุ๋ยคอกเก่าที่เก็บไว้เป็นระยะเวลานาน ทั้งนี้เนื่องจากธาตุอาหารที่ละลายง่ายถูกชะล้างออกไปจากการกองปุ๋ยไว้ในที่กลางแจ้ง หรือระเหิดกลายเป็นก๊าซระเหยขึ้นไปในอากาศ ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยคอก แสดงไว้ในตารางที่ 9.4

ตารางที่ 9.4 ปริมาณธาตุอาหารในมูลสัตว์ชนิดต่าง ๆ

ชนิดมูลสัตว์	pH	ธาตุอาหารหลัก (%)			ธาตุอาหารรอง (%)		
		N	P	K	Ca	Mg	S
มูลวัว (ใหม่)	10.4	1.95	1.76	0.48	1.81	0.55	0.07
มูลวัว (เก่า)	8.7	1.73	0.49	0.30	0.55	0.22	0.05
มูลกระบือ (เก่า)	8.7	1.82	1.92	0.12	2.06	0.74	0.51
มูลสุกร (เก่า)	6.9	2.83	16.25	0.11	8.11	2.42	0.14
มูลไก่ไข่	7.5	2.28	5.91	3.02	12.10	1.07	0.64
มูลไก่เนื้อ (ใหม่)	8.0	2.65	2.69	1.85	2.18	0.51	0.17
มูลไก่เนื้อ (เก่า)	8.2	2.09	6.07	0.42	11.30	0.86	0.68
มูลค้างคาว	7.5	3.32	13.95	0.29	18.01	0.48	0.28

ที่มา: กองเกษตรเคมี, 2542

9.6.3 ปุ๋ยหมัก (Compost)

ปุ๋ยหมัก เป็นปุ๋ยธรรมชาติชนิดหนึ่งที่ได้จากการนำเอาเศษพืชที่เหลือทิ้งไว้ในไร่นา หรือเศษเหลือทางการเกษตรจากโรงงานอุตสาหกรรมหรือวัชพืชที่ไม่เป็นประโยชน์ เช่น ผักตบชวา และวัชพืชบกในแปลงปลูกพืช หรือแม้แต่ขยะมูลฝอยที่มีอยู่ในครัวเรือน นำมาหมักรวมกัน แล้วปรับสภาพให้เกิดกระบวนการย่อยสลายโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ จนกระทั่งได้วัสดุที่มีความคงตัวและคงทนต่อการย่อยสลายเป็นผงขุยเนื้อเดียวกัน สีน้ำตาลดำ และไม่มีกลิ่น ปัจจุบันมีผลการวิจัยมากมายที่นำมาสู่เทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับการผลิตปุ๋ยหมัก เช่น การหมักโดยผสมสารตัวเร่งต่าง ๆ เพื่อให้มีการย่อยสลายที่เร็วขึ้น กรมพัฒนาที่ดินได้มีการผลิตจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ เพื่อใช้เป็นสารตัวเร่งในกองปุ๋ยหมัก การหมักด้วยเทคโนโลยีไม่ต้องกลับกอง เทคโนโลยีเติมอากาศ รวมทั้งมีการศึกษาชนิดและคุณภาพของวัสดุเศษพืชและมูลสัตว์ที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการหมัก เป็นต้น

9.6.3.1 ประเภทของวัสดุที่ใช้ทำปุ๋ยหมัก

ในพื้นที่ภาคกลาง ตัวอย่างจังหวัดนครปฐม สุพรรณบุรี กาญจนบุรีและราชบุรี มีแหล่งวัตถุดิบที่สามารถนำมาเป็นวัสดุใช้ทำปุ๋ยหมักได้หลากหลายชนิด วัตถุดิบหลายชนิดอาจถูกมองข้าม จึงควรเลือกพิจารณาเพื่อใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้งเหล่านี้ ดังตัวอย่าง

1. ประเภทเศษพืช ได้แก่ เศษพืชชนิดต่างๆ ที่เหลือทิ้งทางการเกษตร เช่น ฟางข้าว เปลือกถั่ว ต้นถั่ว ต้นข้าวโพด เศษหญ้าชนิดต่าง ๆ ซังข้าวโพด หญ้าสดหรือหญ้าแห้ง ใบอ้อย ไส้ปอ เศษพืชที่ตกค้างในไร่นาหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตไปแล้วและใบไม้ที่ร่วงหล่นทุกชนิด เป็นต้น

2. วัสดุทางการเกษตรที่เหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น กากอ้อยจากโรงงานน้ำตาล กากสับปะรดจากโรงงานสับปะรดกระป๋อง ขี้เลื่อยจากโรงเลื่อย แกลบจากโรงสีข้าว ขุยมะพร้าวจากโรงงานกะเทาะมะพร้าว กากเส้นใยปอจากโรงงานทำกระสอบ กากมันสำปะหลัง

จากโรงงานแป้งมันสำปะหลัง เปลือกผลไม้จากโรงงานอาหารกระป๋อง และกากปลาจากโรงงานทำน้ำปลา เป็นต้น

3. เศษขยะอาหารที่มีอยู่ทุกครัวเรือน

4. วัชพืชน้ำ เช่น ผักตบชวา จอก แหน ในแม่น้ำลำคลอง หนองบึง นอกจากนี้สาหร่ายที่เจริญอยู่ในคลองชลประทาน และคลองส่งน้ำ ซึ่งสร้างปัญหาในปัจจุบันและวัชพืชบกทุกชนิดที่มีอยู่ในสวนไร่นาทั่วไป สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบทำปุ๋ยหมักได้

5. มูลสัตว์ชนิดต่างๆ อุจจาระและปัสสาวะเก่าๆ รวมทั้งดินเก่าจากไม้กระถางเมื่อมีการเปลี่ยนกระถางและดินใหม่ ก็นำมาใช้ผสมกับเศษพืชทำเป็นปุ๋ยหมักได้

6. วัสดุเศษเหลือจากก้อนเห็ดเก่า

7. วัสดุตัวเร่งการย่อยสลายเศษวัสดุให้เร็วขึ้น ได้แก่ จุลินทรีย์ ปุ๋ยเคมี โดยเฉพาะปุ๋ยไนโตรเจน เพื่อช่วยเร่งให้เกิดการสลายตัวได้รวดเร็วขึ้น

9.6.3.2 ประโยชน์ของปุ๋ยหมัก

1. ช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้กับดินโดยจะเป็นแหล่งแร่ธาตุอาหารที่จะปลดปล่อยออกมาให้แก่ต้นพืชอย่างช้าๆ และสม่ำเสมอ

2. ให้ธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

3. ทำให้คุณสมบัติของดินดีขึ้น โดยทำให้ดินอุ้มน้ำหรือดูดความชื้นไว้ให้พืชได้มากขึ้น

4. ทำให้ดินมีการระบายน้ำและการถ่ายเทอากาศดีขึ้น

5. ช่วยลดการจับตัวเป็นแผ่นแข็งของหน้าดินทำให้การงอกของเมล็ดหรือการซึมของน้ำลงไปในดินสะดวกขึ้น ตลอดจนช่วยลดการไหลบ่าของน้ำเวลาฝนตก

6. ช่วยรักษาสภาพแวดล้อม โดยเป็นการนำเศษวัสดุทางการเกษตร วัชพืชน้ำ วัสดุจากโรงงานหรือครัวเรือนที่เหลือทิ้งแล้วกลับมาใช้เป็นประโยชน์ได้อีก

9.6.3.3 รูปแบบการกองปุ๋ยหมัก

รูปแบบการกองและขนาดของกองปุ๋ยหมักมีหลายรูปแบบ ทั้งนี้การเลือกใช้ ควรดูตามสภาพความเหมาะสมกับพื้นที่ ความสะดวกในการปฏิบัติและดูแลรักษา โดยถ้าหากมีเศษพืชมากก็กองขนาดใหญ่ได้ แต่ถ้ามีเศษพืชน้อยก็กองขนาดให้เล็กลงมาเท่าที่มีเศษพืชอยู่ รูปแบบการกองปุ๋ยหมักโดยทั่วไปมี 3 รูปแบบคือ

1. กองบนพื้นดินธรรมดา วิธีนี้เป็นวิธีที่สะดวกและง่ายที่สุด เหมาะสำหรับสภาพพื้นที่ที่ราบเรียบไม่มีน้ำขังหรือน้ำท่วมถึง พื้นอาจเป็นพื้นดินธรรมดาหรือพื้นคอนกรีตก็ได้ ขนาดของกองควรกว้าง 2 - 3 เมตร ความยาวไม่จำกัด โดยทั่วไปใช้ 4 - 6 เมตร ความสูงประมาณ 1 - 1.5 เมตร

2. กองในคอก วิธีนี้เหมาะสำหรับการกองไว้ในบริเวณบ้านเพื่อความเรียบร้อยเป็นสัดส่วน และป้องกันสัตว์มาคุ้ยเขี่ย เหมาะสำหรับเกษตรกรที่ต้องการทำปุ๋ยหมักเป็นการถาวร คือกองปุ๋ยหมักได้ตลอดทั้งปีในคอกนี้โดยลงทุนเพียงครั้งเดียวใช้ได้นานหลายปี โดยคอกที่สร้างอาจจะสร้างคอกด้วยไม้ อิฐบล็อกหรือคอนกรีต โดยสร้างคอกให้มีขนาด 2 x 4 x 1 เมตร หรือ 3 x 6 x 1 เมตร และกองปุ๋ยหมักเพียง ¾ ของคอก ส่วนพื้นที่ที่เหลือ ¼ ของคอก ใช้สำหรับเป็นพื้นที่ในการ

กลับกองปุ๋ยหมัก

3. กองในหลุม วิธีนี้เหมาะสำหรับในพื้นที่ดอนหรือลาดเทเล็กน้อยและขาดแคลนน้ำ การกองปุ๋ยหมักในหลุมจะทำให้การระเหยของน้ำลดน้อยลง ทำให้ลดการให้น้ำในระยะหลังจากที่กองเสร็จแล้ว หลุมอาจเป็นหลุมดินหรือหลุมซีเมนต์ โดยขุดหลุมให้มีขนาด 2 x 4 x 0.5 – 1.0 เมตร หรือ 3 x 6 x 1 เมตร กองปุ๋ยหมักเพียงครึ่งเดียว พื้นที่ส่วนที่เหลือสำหรับใช้ในการกลับกองปุ๋ยหมักกรณีกองหลุมเดียว ถ้ากองสองหลุมก็สามารถกองปุ๋ยหมักให้เต็มหลุมได้ ส่วนอีกหลุมหนึ่งใช้สำหรับในการกลับกองปุ๋ย

3.6.3.4 วิธีการกองปุ๋ยหมักสามารถทำได้ 4 วิธี คือ (สุพจน์ ชัยวิมล, 2544, หน้า 6 - 8)

1. กองปุ๋ยหมักแบบใช้เศษพืชเพียงอย่างเดียว วิธีนี้เหมาะสำหรับกรณีที่หาซื้อมูลสัตว์ ปุ๋ยเคมีหรือสารเร่งประเภทจุลินทรีย์ (สารตัวเร่งสำหรับผลิตปุ๋ยหมัก) ในท้องถิ่นไม่ได้ วิธีนี้ให้นำเศษพืชที่มีอยู่ มากองรวมกัน ขึ้นย่ำให้แน่น ขณะเดียวกันก็รดน้ำให้ชุ่มให้น้ำแทรกซึมเข้าไปทั่วทุกส่วนของเศษพืช (การให้น้ำในระยะแรกนี้สำคัญมากกว่าการให้น้ำในระยะหลัง ๆ เพราะถ้ารดน้ำให้พอดีก็จะทำให้การสลายตัวของเศษพืชเป็นไปด้วยดีโดยอาจจะมีการให้น้ำครั้งหลังๆ เพิ่มเติมเล็กน้อยเท่านั้น) โดยกองให้มีขนาดกว้าง 2 - 3 เมตร สูง 1 - 1.5 เมตร ความยาวไม่จำกัดแล้วแต่ปริมาณเศษพืชที่มีอยู่แล้วใช้หน้าดินทับให้หนาประมาณ 1 นิ้ว เพื่อกันความชื้นระเหยและป้องกันเศษพืชปลิวไปกับลม หลังจากนั้นให้ใช้ทางมะพร้าวหรือถุงปุ๋ยเก่าๆ คลุมทับไว้เพื่อกันสัตว์มาคุ้ยเขี่ยและรักษาความชื้น

2. กองปุ๋ยหมักแบบใช้เศษพืชผสมมูลสัตว์ต่างๆ โดยใช้เศษพืชต่อมูลสัตว์ในสัดส่วน 10 ต่อ 1 โดยน้ำหนัก โดยกองเศษพืชให้มีความกว้าง 2 - 3 เมตร สูง 1 - 1.5 เมตร ความยาวไม่จำกัด ทำประมาณ 3 - 4 ชั้น แต่ละชั้นสูงประมาณ 25 - 30 เซนติเมตร ชั้นบนสุดใช้หน้าดินทับให้สูงประมาณ 1 นิ้วเพื่อป้องกันน้ำระเหยและป้องกันเศษพืชปลิวไปกับลม หลังจากนั้นใช้ทางมะพร้าวหรือถุงปุ๋ยเก่าๆ คลุมทับไว้เพื่อป้องกันสัตว์มาคุ้ยเขี่ยและรักษาความชื้น

3. กองปุ๋ยหมักแบบใช้เศษพืชผสมมูลสัตว์และปุ๋ยเคมีที่ให้ธาตุไนโตรเจน โดยใช้สัดส่วน เศษพืช : มูลสัตว์ : ปุ๋ยเคมีที่ให้ธาตุไนโตรเจนในสัดส่วน 100 : 20 : 1 โดยน้ำหนัก วิธีการทำเหมือนวิธีการทำปุ๋ยหมักวิธีที่ 2 เพียงแต่หว่านปุ๋ยเคมีแทรกเข้าไปในระหว่างแต่ละชั้นของกองปุ๋ยหมักเท่านั้นเพื่อช่วยเร่งการย่อยสลายตัวของเศษพืชให้เป็นปุ๋ยหมักได้เร็วขึ้น

4. กองปุ๋ยหมักแบบใช้สารเร่งประเภทจุลินทรีย์ สารเร่งประเภทจุลินทรีย์ (สารตัวเร่งสำหรับผลิตปุ๋ยหมัก) ที่สามารถใช้ในการผลิตปุ๋ยหมักมีหลายชนิด ปัจจุบันกรมพัฒนาที่ดินมีการผลิตสารเร่งสำหรับแจกให้เกษตรกร คือ พด.1 การกองปุ๋ยหมักแบบนี้มีข้อแม้ว่าจะต้องกลับกองปุ๋ยหมักบ่อยครั้ง คือทุก 7 - 10 วัน ประมาณ 4 - 5 ครั้ง ใช้เวลาประมาณ 30 – 45 วัน ก็จะได้ปุ๋ยหมักนำไปใช้ได้ ทั้งนี้ระยะเวลาในการสลายตัวเป็นปุ๋ยหมักจะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับชนิดของเศษพืชและการดูแลรักษากองปุ๋ยหมักด้วย

3.6.3.5 วิธีการทำปุ๋ยหมักโดยใช้สารเร่งประเภทจุลินทรีย์

1. เตรียมสารเร่งประเภทจุลินทรีย์ นำสารเร่ง พด.1 ละลายในน้ำธรรมดาจำนวน 40 ลิตร ในภาชนะที่เหมาะสมแล้วทำการกวนนานประมาณ 15 - 30 นาที เพื่อให้เชื้อ

จุลินทรีย์กระจายอย่างทั่วถึง ก่อนนำไปราดบนกองปุ๋ยหมัก และขณะราดต้องคอยกวนตลอดเวลาเพื่อป้องกันการตกตะกอน

2. ถ้าเป็นเศษพืชชิ้นเล็กๆ เช่น กากอ้อย ขุยมะพร้าว ขี้เลื่อย แกลบ เปลือกถั่วและซังข้าวโพดป่น เป็นต้น ให้นำเศษพืช มูลสัตว์และปุ๋ยยูเรียตามอัตราส่วนที่กำหนด คลุกเคล้าให้เข้ากันพร้อมรดน้ำให้ชุ่มแต่อย่าให้โชก เสร็จแล้วกองเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาดกว้าง 2 – 3 เมตร ยาวเท่าใดไม่จำกัด แล้วแต่เศษพืชมากหรือน้อย สูงประมาณ 1 - 1.50 เมตร หรือกองเป็นรูปโดมก็ได้ แล้วใช้ไม้ไผ่เสี้ยมปลายให้แหลมเจาะเป็นรูบนผิวของกองปุ๋ยหมักขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5 เซนติเมตร แต่ละรูให้ห่างกันประมาณ 30 เซนติเมตร ความลึกของรูแล้วแต่ความเหมาะสม แล้วจึงเทสารละลายของสารเร่งประเภทจุลินทรีย์ลงไปในแต่ละรูที่เตรียมไว้แล้วปิดรูด้วยเศษพืช

3. ถ้าเป็นเศษพืชชิ้นใหญ่ ๆ เช่น ฟางข้าว เศษวัชพืช ต้นข้าวโพด ต้นอ้อย ต้นถั่ว ต้นยาสูบไส้ปอ และผักตบชวา เป็นต้น ให้กองเป็นชั้นๆ ตามปกติ คือ ชั้นแรกกองเศษพืชให้สูงประมาณ 30 เซนติเมตร เหยียบให้แน่น รดน้ำให้ชุ่มแต่อย่าให้โชก โรยมูลสัตว์แล้วตามด้วยปุ๋ยยูเรียและสารเร่งประเภทจุลินทรีย์ที่ผสมเตรียมไว้แล้วตามข้างต้นราดไปบนชั้นของปุ๋ยหมัก แล้วกองชั้นที่ 2–4 ต่อไป โดยทำแบบเดียวกันกับชั้นแรก ชั้นบนสุดโรยหน้าดินทับไว้ให้หนาประมาณ 1 นิ้ว ถ้ากองกลางแจ้งให้ใช้ผ้าพลาสติกหรือถุงปุ๋ยเก่าๆ ปิดทับไว้ ต่อจากนั้นประมาณ 7 - 10 วัน กลับกองปุ๋ยหมัก กลับทุก 7 - 10 วัน อีก 3 - 4 ครั้ง ใช้เวลาประมาณ 30 –40 วัน ก็เป็นปุ๋ยหมัก ในบางแห่งเกษตรกรไม่มีมูลสัตว์ อาจจะใช้ดินร่วนหรือเศษฟางข้าวที่เกือบจะสลายตัวแล้วผสมกับต้นถั่วใช้แทนมูลสัตว์ได้ รูปแบบการกองปุ๋ยหมักโดยใช้สารเร่งประเภทจุลินทรีย์ที่กรมส่งเสริมการเกษตรแนะนำ คือ ขนาดกองปุ๋ยหมัก 2 x 4 x 1.2 เมตร กอง 4 ชั้น แต่ละชั้นสูงประมาณ 30 เซนติเมตร การกองแบบนี้จะผลิตปุ๋ยหมักได้ประมาณ 1 ตัน (สุพจน์ ชัยวิมล และมงคล จันทร์เพ็ญ, 2531, หน้า 7 - 9)

3.6.3.6 การดูแลรักษากองปุ๋ยหมัก

หลังจากกองปุ๋ยหมักเสร็จแล้วจะต้องหมั่นตรวจตราดูแลกองปุ๋ยหมักอย่างสม่ำเสมอ โดยปฏิบัติดังนี้

1. จะต้องป้องกันไม่ให้สัตว์เข้าไปทำลายหรือคุ้ยเขี่ยกองปุ๋ยหมัก ถ้ากองแบบในคอกก็ไม่มีปัญหา แต่ถ้าเป็นการกองบนพื้นดินหรือในหลุมควรหาทางมะพร้าวหรือกิ่งไม้มาวางทับกองปุ๋ยหมักไว้เพื่อกันสัตว์มาคุ้ยเขี่ย

2. ทำการให้น้ำกองปุ๋ยหมักให้มีความชื้นพอเหมาะอยู่เสมอ คือไม่ให้แห้งหรือแฉะเกินไป มีวิธีตรวจอย่างง่ายๆ คือให้เอามือสอดเข้าไปในกองปุ๋ยหมักให้ลึกๆ แล้วหยิบเอาชิ้นส่วนภายในกองปุ๋ยหมักมาบีบดู ถ้าปรากฏว่ามีน้ำติดอยู่ที่ฝ่ามือแสดงว่ากองปุ๋ยหมักมีความชื้นพอเหมาะไม่ต้องให้น้ำ ถ้าไม่มีน้ำติดฝ่ามือแสดงว่ากองปุ๋ยหมักแห้งเกินไปต้องให้น้ำในระยะนี้ แต่ถ้าบีบดูแล้วมีน้ำทะลักออกมาตามง่ามนิ้วมือแสดงว่ากองปุ๋ยหมักแฉะเกินไปไม่ต้องให้น้ำแต่ให้กลับกองปุ๋ยหมักเพื่อระบายความชื้นส่วนเกินออกไปจากกองปุ๋ยหมัก

3. การกลับกองปุ๋ยหมัก นับเป็นสิ่งสำคัญในการทำปุ๋ยหมัก จุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในกองปุ๋ยหมักย่อมต้องการอากาศหายใจ ดังนั้นการกลับกองปุ๋ยหมักนอกจากจะช่วยให้ออกซิเจนแก่จุลินทรีย์แล้ว ยังเป็นการระบายความร้อนออกจากกองปุ๋ยหมักอีกด้วย การกลับกองปุ๋ยหมักบ่อยครั้งขึ้น โอกาสที่จะได้ปุ๋ยหมักไว้ใช้เร็วก็มากขึ้นด้วย เพราะการกลับกองปุ๋ยหมักจะทำให้เศษ

พืชสลายตัวทั่วกันทั้งกองและได้ปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพดีอีกด้วย ตามปกติควรกลับกองปุ๋ยหมักอย่างน้อยทุกๆ 10 – 14 วัน

3.6.3.7 หลักในการพิจารณาว่ากองปุ๋ยหมักนั้นสามารถนำไปใช้ได้

เมื่อกองปุ๋ยหมักเสร็จเรียบร้อยแล้วจะเกิดปฏิกิริยาทางเคมีขึ้นในกองปุ๋ยหมักทั้งที่มองเห็นได้และมองเห็นไม่ได้ ที่มองเห็นได้ คือชิ้นส่วนของเศษพืชจะมีขนาดเล็กลงและยุบตัวลงกว่าเมื่อเริ่มกอง สีของเศษพืชก็จะเปลี่ยนไป เกิดความร้อนและควันขึ้นบนกองปุ๋ยหมัก ส่วนที่มองเห็นไม่ได้ คือ กิจกรรมของจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักที่จะย่อยสลายเศษพืชให้มีขนาดเล็กลงจนกลายเป็นปุ๋ยหมัก การสังเกตว่าปุ๋ยหมักสามารถนำไปใช้ได้แล้วหรือยังนั้นมีข้อสังเกตง่ายๆ ดังนี้

1. สีของกองปุ๋ยหมักจะเข้มขึ้นกว่าเมื่อเริ่มกอง โดยอาจมีสีน้ำตาลเข้มถึงดำ
2. อุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักและอุณหภูมิภายนอกกองปุ๋ยหมักใกล้เคียงกันหรือแตกต่างกันน้อยมาก
3. ถ้าใช้นิ้วมือบี้ตัวอย่างปุ๋ยหมักดูจะพบว่าเศษพืชจะยุ่ยและขาดออกจากกันได้ง่ายไม่แข็งกระด้าง
4. พบต้นพืชที่มีระบบรากลึกขึ้นบนกองปุ๋ยหมักแสดงว่าปุ๋ยหมักสลายตัวดีแล้ว
5. สังเกตกลิ่นของปุ๋ยหมัก ถ้าเป็นปุ๋ยหมักที่ใช้ได้จะมีกลิ่นคล้ายกลิ่นของดินธรรมชาติ แต่ถ้ามีกลิ่นฉุนหรือกลิ่นฟางแสดงว่าปุ๋ยหมักยังใช้ไม่ได้เนื่องจากขบวนการย่อยสลายยังดำเนินการไม่แล้วเสร็จ
6. วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการดูอัตราส่วนระหว่างธาตุคาร์บอนและไนโตรเจน ถ้ามีอัตราส่วนเท่ากันหรือต่ำกว่า 20 : 1 ก็พิจารณาเป็นปุ๋ยหมักใช้ได้แล้ว

3.6.3.8 ข้อควรคำนึงในการกองปุ๋ยหมัก

1. อย่ากองปุ๋ยหมักให้มีขนาดกองใหญ่จนเกินไปเพราะจะทำให้เกิดความร้อนระอุเกิน 70 องศาเซลเซียส ซึ่งจะเป็นผลทำให้เชื้อจุลินทรีย์ตายได้ ขนาดกองปุ๋ยหมักที่เหมาะสม คือ ความกว้างไม่เกิน 2 - 3 เมตร ความยาวไม่จำกัด สูงประมาณ 1 - 1.50 เมตร
2. ถ้ากองปุ๋ยหมักมีขนาดกองเล็กเกินไปจะทำให้เก็บรักษาความร้อนและความชื้นไว้ได้น้อยทำให้เศษพืชสลายตัวเป็นปุ๋ยหมักได้ช้า
3. อย่ารดน้ำกองปุ๋ยหมักโชกจนเกินไปเพราะจะทำให้การระบายอากาศในกองปุ๋ยหมักไม่ดีอาจทำให้เกิดกรดอินทรีย์บางอย่างเป็นเหตุให้มีกลิ่นเหม็นอับได้ง่าย
4. ถ้าเกิดความร้อนในกองปุ๋ยหมักมากต้องเพิ่มน้ำให้กองปุ๋ยหมักมิฉะนั้นจุลินทรีย์ที่ย่อยซากพืชจะตายได้หรือกลับกองปุ๋ยหมักเพื่อช่วยให้ความร้อนลดลง
5. ถ้าจะมีการใช้ปูนขาว อย่าใช้ปุ๋ยเคมีพร้อมกับการใส่ปูนขาวเพราะจะทำให้ธาตุไนโตรเจนสลายตัวไป กรณีใช้ฟางข้าวในการกองปุ๋ยหมักไม่จำเป็นต้องใช้ปูนขาว
6. เศษวัสดุที่ใช้ในการกองปุ๋ยหมักมีทั้งประเภทที่สลายตัวเร็ว เช่น ฟางข้าว ผักตบชวา เปลือกถั่วและเศษวัชพืชสดต่างๆ เป็นต้น และประเภทที่สลายตัวยาก เช่น แกลบ ขี้เลื่อย ขี้ลีบข้าว กากอ้อย ขุยมะพร้าวและซังข้าวโพด เป็นต้น ดังนั้นในการกองปุ๋ยหมักไม่ควรนำเอาเศษวัสดุ

ที่สลายตัวเร็วและสลายตัวยากกองปนกัน เพราะจะทำให้ได้ปุ๋ยหมักที่ไม่สม่ำเสมอกัน เนื่องจากเศษพืชบางส่วนยังสลายตัวไม่หมด

3.6.3.9 คุณลักษณะเฉพาะของปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมัก)

1. ปริมาณอินทรียวัตถุประมาณร้อยละ 25 – 50 โดยน้ำหนัก
2. อัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนไม่มากกว่า 20 : 1
3. ระดับค่าการนำไฟฟ้า ต้องไม่เกิน 3.5 เดซิซีเมนต่อเมตร
4. ระดับความเป็นกรดด่าง ต้องอยู่ในช่วง 5.5 - 8.5
5. ปริมาณธาตุอาหารหลักของพืช ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมไม่ควรน้อยกว่าร้อยละ 1.0, 1.0 และ 0.5 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ
6. ความชื้นและสิ่งที่ระเหยได้ ไม่ควรเกินร้อยละ 35 โดยน้ำหนัก
7. ต้องมีขนาดเล็กร่อนผ่านตะแกรงขนาด 10 มิลลิเมตรได้หมด
8. เศษวัสดุอื่นๆ ที่ไม่ต้องการ ได้แก่ หิน กรวด ทราย และเศษพลาสติก เป็นต้น ต้องไม่เกินร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก
9. ต้องไม่มีวัสดุอันตราย เช่น เศษแก้ว วัสดุแหลมคม และโลหะอื่นที่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้เจือปน

ภาพที่ 9.1 ลักษณะปุ๋ยหมักที่ย่อยสลายสมบูรณ์
ที่มา: ถ่ายจากกลุ่มผลิตปุ๋ยหมักชีวภาพ ตำบลบางช้าง อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม

ภาพที่ 9.2 ลักษณะปุ๋ยหมักที่ย่อยสลายสมบูรณ์พร้อมบรรจุถุง
ที่มา: ถ่ายจากกลุ่มชุมชนผลิตปุ๋ยหมักชีวภาพ ตำบลบางช้าง อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม

9.6.4 ปุ๋ยพืชสด (Green Manure)

ปุ๋ยพืชสด คือปุ๋ยที่ได้จากการไถกลบพืชที่ปลูกอยู่ในแปลง และเกิดการสลายตัวของพืชที่ยังสดอยู่ ในทางปฏิบัติโดยทั่วไปเป็นการปลูกพืชตระกูลถั่วที่มีความสามารถในการตรึงธาตุไนโตรเจนจากอากาศมาใช้ได้จนเจริญเติบโตพอแล้วจึงทำการไถกลบในระยะที่พืชกำลังออกดอก เพื่อให้สลายตัวในดินโดยจุลินทรีย์ และเป็นประโยชน์กับพืชหลักที่ปลูกต่อมา

9.6.4.1 หลักในการพิจารณาเลือกพืชเพื่อใช้เป็นปุ๋ยพืชสด

1. เลือกพืชที่เจริญเติบโตได้ดีในดินและฤดูกาลที่ต้องการปลูกโดยเฉพาะอย่างยิ่งควรเจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ทนต่อสภาพแห้งแล้งได้ดี และต้องการการดูแลรักษาเพียงเล็กน้อย

2. เมล็ดพันธุ์หาได้ง่ายราคาไม่แพง และสามารถเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ใช้ปลูกในฤดูกาลต่อไปได้ ได้แก่ ถั่วพุ่ม ถั่วเขียว อัญชัน ถั่วลาย ปอเทือง โสนอัฟริกัน โสนอินเดีย และโสนคางคก เป็นต้น

3. ให้น้ำหนักสดต่อพื้นที่ปลูกได้มากซึ่งส่งผลต่อการให้ปริมาณมวลชีวภาพและธาตุอาหารจากการสลายตัวเมื่อไถกลบมากตามไปด้วย

4. เป็นพืชที่เจริญเติบโตเร็ว สามารถแข่งขันกับวัชพืชอื่นได้ ออกดอกได้ในระยะเวลาสั้น เพื่อที่จะไถกลบได้เร็วขึ้น

5. มีระบบรากลึก กว้าง อันจะส่งผลให้พืชทนต่อความแห้งแล้ง

9.6.4.2 ประโยชน์ของปุ๋ยพืชสด

1. เป็นการเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดิน การไถกลบพืชสดลงดินจะช่วยรักษาโครงสร้างทางกายภาพของดินให้ดีขึ้นเพื่อให้เหมาะสมแก่การปลูกพืช เพิ่มขีดความสามารถของดินในการแทรกซึมของน้ำ

2. ช่วยเพิ่มธาตุอาหารไนโตรเจนแก่ดิน โดยเฉพาะพืชตระกูลถั่วซึ่งมีจุลินทรีย์ดินพวกแบคทีเรียในสกุล *Rhizobium* spp. อาศัยอยู่ในปมรากที่สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศให้กลายเป็นธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้

3. ช่วยในการอนุรักษ์ธาตุอาหารในดิน พืชที่ปลูกเป็นปุ๋ยพืชสดจะใช้ประโยชน์จากปุ๋ยซึ่งตกค้างจากการใส่ให้พืชเศรษฐกิจอันเป็นพืชหลักเป็นการป้องกันการสูญเสียธาตุอาหารไม่ให้ถูกชะล้างไป นอกจากนั้นในพืชตระกูลถั่วที่มีระบบรากลึกก็สามารถดูดธาตุอาหารที่อยู่ในดินชั้นล่างขึ้นมาในลำต้น กิ่งก้านและใบได้ เมื่อทำการไถกลบพืชที่ปลูกเป็นปุ๋ยพืชสดและสลายตัวแล้วธาตุอาหารเหล่านั้นก็จะตกอยู่ในดินชั้นบนเป็นประโยชน์กับพืชเศรษฐกิจที่เป็นพืชหลักต่อไป

4. ช่วยในการอนุรักษ์ดินและน้ำ ป้องกันการชะล้างพังทลาย การไหลบ่าของหน้าดินอันเนื่องมาจากน้ำฝนที่ตกลงมาซึ่งจะทำให้หน้าดินที่โดยทั่วไปแล้วมักมีความอุดมสมบูรณ์สูงกว่าดินชั้นล่างสูญเสียไป พืชคลุมดินที่ปลูกเป็นปุ๋ยพืชสดจะสามารถช่วยป้องกันได้

การปลูกพืชเป็นปุ๋ยพืชสดยังสามารถให้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ เช่น ช่วยป้องกันไม่ให้วัชพืชขึ้นมาแซมพืชหลัก ช่วยให้คุณภาพของพืชหลักหรือพืชเศรษฐกิจอื่นๆ ดีขึ้น ช่วยลดปัญหาดินเค็มได้ หากได้มีการปลูกพืชบำรุงดินบางชนิดอย่างต่อเนื่อง

9.6.4.3 การใช้ประโยชน์จากปุ๋ยพืชสด

พืชที่นิยมปลูกเป็นปุ๋ยพืชสดได้แก่พืชตระกูลถั่วเนื่องจากเป็นพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินทั่วๆ ไปใช้ธาตุอาหารในดินน้อยและทนแล้งได้ดี ที่สำคัญคือพืชตระกูลถั่วสามารถจัดเข้าในระบบการปลูกพืชได้ดี สำหรับในประเทศไทยมีการใช้ประโยชน์จากปุ๋ยพืชสดได้ในหลายลักษณะ ดังนี้

1. ใช้ในระบบการปลูกพืชหมุนเวียน (crop rotation) กับพืชเศรษฐกิจอื่นๆ เช่น ในช่วงเวลาหนึ่งปี ปลูกพืชเศรษฐกิจเป็นพืชหลักชนิดหนึ่งสลับกับการปลูกพืชเป็นปุ๋ยพืชสดบำรุงดินชนิดหนึ่งโดยอาจปลูกพืชหลัก เช่น กระเจี๊ยบเขียว ในต้นฤดูฝนสลับกับการปลูกพืชเป็นปุ๋ยพืชสด เช่น ถั่วเขียวในปลายฤดูฝน เป็นต้น

2. ใช้ในระบบการปลูกพืชแซม (intercropping) เป็นการปลูกพืชเป็นปุ๋ยพืชสดแซมในแถวพืชหลักโดยปลูกในเวลาเดียวกันหรือเหลื่อมเวลากันในพื้นที่เดียวกันในหนึ่งปี โดยมีหลักเกณฑ์ว่าพืชหลักและพืชที่ปลูกเป็นปุ๋ยพืชสดต้องสามารถอยู่ร่วมกันได้ไม่เป็นปฏิปักษ์ต่อกัน เช่น ปลูกถั่วเขียวแซมในแถวปลูกขมิ้นซึ่งเป็นพืชหลัก เป็นต้น

3. ใช้ในระบบการปลูกพืชแบบเป็นแถบ (strip cropping) เป็นการปลูกพืชหลาย ๆ ชนิดในเวลาเดียวกัน ในแปลงเดียวกัน โดยปลูกพืชหลักเป็นแถบประมาณ 5 แถวสลับกับการปลูกพืชเป็นปุ๋ยพืชสดประมาณ 2 แถว สลับกันเช่นนี้จนเต็มพื้นที่ การปลูกลักษณะเช่นนี้มักกระทำในพื้นที่ที่มีความลาดเท เช่น ในภาคเหนือของประเทศไทย โดยปลูกขวางความลาดเท ซึ่งนอกจากจะ

ช่วยปรับปรุงบำรุงดินแล้ว ยังเป็นการช่วยป้องกันการกัดเซาะของดินอันเกิดจากการไหลบ่าของน้ำฝนที่ตกลงมาด้วย

4. ใช้ในระบบการปลูกพืชแบบคลุมดิน (cover crops) เป็นการปลูกพืชเป็นปุ๋ยพืชสด ประเภทคลุมดินเพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายสูญเสียหน้าดิน มักนิยมใช้ในสวนผลไม้ ซึ่งเป็นพืชหลักและปลูกพืชตระกูลถั่ว เช่น ถั่วลาย และถั่วคาร์โลโปโกเนียม เป็นต้น

ภาพที่ 9.3 การปลูกปอเทืองเป็นปุ๋ยพืชสด
ที่มา: ถ่ายจากแปลงเกษตรกรในอำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม

ภาพที่ 9.4 ปอเทืองในระยะออกดอกที่พร้อมไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสด
ที่มา: ถ่ายจากแปลงเกษตรกรในอำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม

ภาพที่ 9.5 การปลูกถั่วลิสงเป็นปุ๋ยพืชสด
ที่มา: ถ่ายจากแปลงเกษตรกรในอำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี

ตารางที่ 9.5 ระยะเวลา น้ำหนักสดของปุ๋ยพืชสดบางชนิดในการไถกลบและปริมาณธาตุอาหาร

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

ที่มา : กลุ่มอินทรียวัตถุและวัสดุเหลือใช้ กองอนุรักษ์ดินและน้ำ (2543)

9.7 ปุ๋ยชีวภาพ

ปุ๋ยชีวภาพ คือปุ๋ยที่ได้จากการนำจุลินทรีย์ที่มีชีวิตที่สามารถสร้างธาตุอาหารหรือช่วยให้ธาตุอาหารเป็นประโยชน์กับพืชรวมถึงหัวเชื้อจุลินทรีย์มาใช้ในการปรับปรุงบำรุงดินทางชีวภาพ กายภาพหรือชีวภาพ ปุ๋ยชีวภาพสามารถแบ่งตามลักษณะการให้ธาตุอาหารแก่พืชได้ 2 ประเภท คือ ปุ๋ยชีวภาพที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์สร้างธาตุอาหารพืช และปุ๋ยชีวภาพที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์ที่ช่วยให้ธาตุอาหารเป็นประโยชน์กับพืช

9.7.1 ปุ๋ยชีวภาพที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์สร้างธาตุอาหารพืช

จุลินทรีย์ที่สามารถสร้างธาตุอาหารพืชได้ในปัจจุบันพบเพียงกลุ่มเดียว คือกลุ่มจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจน ประกอบด้วยแบคทีเรียและแอคทิโนมัยซีท จุลินทรีย์ในกลุ่มนี้มีชุดยีนไนโตรจีเนส (Nitrogenase genses) เป็นองค์ประกอบในจีโนม มีหน้าที่สำคัญในการควบคุมการสร้างเอนไซม์ไนโตรจีเนส และควบคุมกลไกการตรึงไนโตรเจนให้กับจุลินทรีย์กลุ่มนี้ให้มีขบวนการตรึงไนโตรเจนจากอากาศที่มีประสิทธิภาพ ปุ๋ยชีวภาพประเภทนี้สามารถแบ่งตามลักษณะความสัมพันธ์กับพืชอาศัยได้ 2 แบบ คือ

1. ปุ๋ยชีวภาพที่ประกอบด้วยแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่อาศัยอยู่ร่วมกับพืชแบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน (symbiosis) ปุ๋ยชีวภาพกลุ่มนี้มีแบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนสูงมาเป็นส่วนประกอบ สามารถทดแทนไนโตรเจนจากปุ๋ยเคมีให้กับพืชอาศัยได้มากกว่าร้อยละ 50 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและสายพันธุ์ของจุลินทรีย์ ชนิดของพืชอาศัย รวมทั้งระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน ส่วนใหญ่มีการสร้างโครงสร้างพิเศษอยู่กับพืชอาศัยและตรึงไนโตรเจนทางชีวภาพจากอากาศ ได้แก่ การสร้างปมของแบคทีเรียสกุลไรโซเบียมกับพืชตระกูลถั่วชนิดต่างๆ การสร้างปมที่รากสนกับแฟรงเคีย การสร้างปมที่รากปรงกับสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในสกุล *Nostoc* และการอาศัยอยู่ในโพรงใบแหนแดงของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Anabeana* ในกลุ่มนี้พืชอาศัยจะได้รับไนโตรเจนที่ตรึงได้ทางชีวภาพจากจุลินทรีย์ไปใช้โดยตรง สามารถนำไปใช้ในการสร้างการเจริญเติบโตเพิ่มผลผลิตและคุณภาพพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ปุ๋ยชีวภาพที่ประกอบด้วยแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนที่อาศัยอยู่ร่วมกับพืชแบบอิสระ (non-symbiotic N_2- fixing bacteria) แบคทีเรียกลุ่มนี้มีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนต่ำ จึงสามารถทดแทนปุ๋ยไนโตรเจนให้กับพืชที่อาศัยอยู่เพียงร้อยละ 5 - 30 ขึ้นอยู่กับสกุลของจุลินทรีย์และชนิดพืชที่จุลินทรีย์อาศัยอยู่ และพื้นฐานระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินชอบอาศัยอยู่บริเวณรากพืชตระกูลหญ้าสามารถแบ่งได้ 3 กลุ่ม

2.1) แบคทีเรียที่อาศัยอยู่อย่างอิสระในดินและบริเวณรากพืช ได้แก่ *Azotobacter* sp. และ *Beijerinckia* sp. เป็นต้น

2.2) แบคทีเรียที่พบอาศัยอยู่ได้ทั้งในดินบริเวณรากพืช และภายในรากพืชชั้นนอก ได้แก่ *Azospirillum* sp.

2.3) แบคทีเรียที่พบอาศัยอยู่ภายในต้นและใบพืช เป็นแบคทีเรียบางชนิดที่ค้นพบใหม่ๆ เมื่อประมาณ 10 ปีที่ผ่านมา ได้แก่ *Acetobacter diazotrophicus* ที่พบในอ้อยและ

กาแฟ *Herbaspirillum spp.* ที่พบในข้าว อ้อย และพืชเส้นใยบางชนิด และ *Azoarcus spp.* ที่พบในข้าว และหญ้าอาหารสัตว์บางชนิด

9.7.2 ปุ๋ยชีวภาพที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์ที่ช่วยให้ธาตุอาหารเป็นประโยชน์กับพืช

ปุ๋ยชีวภาพที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์ที่ช่วยให้ธาตุอาหารเป็นประโยชน์กับพืช แบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ

1. ปุ๋ยชีวภาพแบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช (Plant Growth Promoting Rhizocacteria or PGPR) หรือพีจีพีอาร์ เป็นปุ๋ยชีวภาพชนิดหนึ่งที่ประกอบด้วย แบคทีเรียกลุ่มเดียวกันหรือต่างกลุ่มกัน เช่น ประกอบด้วยแบคทีเรียกลุ่มที่สามารถตรึงไนโตรเจน ช่วยละลายฟอสเฟต ผลิตฮอร์โมนส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชและช่วยให้ธาตุอาหารเสริมบางชนิดเป็นประโยชน์ซึ่งในแบคทีเรียบางสกุลมีความสามารถร่วมกันหลายอย่าง

2. ปุ๋ยชีวภาพที่ช่วยเพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช ปุ๋ยชีวภาพในกลุ่มนี้ช่วยเพิ่มประโยชน์ธาตุอาหารพืชบางชนิดที่ละลายน้ำยากให้เป็นประโยชน์กับพืชได้มากขึ้นโดยการเพิ่มพื้นที่ผิวรากสำหรับการดูดซึมให้กับพืชด้วยการเพิ่มปริมาณบริเวณรากพืชด้วยเส้นใยของจุลินทรีย์ ช่วยให้ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ได้ยาก เช่น ฟอสฟอรัสและแคลเซียม มีโอกาสได้สัมผัสรากและดูดมาใช้ให้มากขึ้น จึงช่วยเพิ่มความเป็นประโยชน์ให้กับพืช รวมทั้งจุลินทรีย์บางกลุ่มที่สามารถสร้างกรดอินทรีย์หรือเอนไซม์บางชนิดที่สามารถช่วยละลายหรือย่อยฟอสเฟตให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถดูดไปใช้ได้ง่ายขึ้น จึงทำให้ธาตุอาหารดังกล่าวเป็นประโยชน์ต่อพืชเพิ่มขึ้น สามารถแบ่งได้ 3 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 ปุ๋ยชีวภาพที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์ช่วยเพิ่มศักยภาพในการดูดซึมธาตุอาหารพืช ซึ่งเป็นเชื้อรากลุ่มไมโคไรซ่าที่อาศัยอยู่กับพืชแบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน จะสร้างส่วนของเส้นใยพันกับรากพืช และบางส่วนชอนไชไปในดินช่วยดูดธาตุอาหารโดยเฉพาะอย่างยิ่งฟอสฟอรัส ทำให้พืชได้รับฟอสฟอรัสที่ผ่านการดูดของเส้นใยไมโคไรซ่า ช่วยให้พืชมีปริมาณฟอสฟอรัสสำหรับใช้ในการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิตอย่างเพียงพอ นอกจากนี้ไมโคไรซ่ายังช่วยป้องกันไม่ให้ฟอสฟอรัสที่ละลายอยู่ในดินถูกตรึง โดยปฏิกิริยาทางเคมีของดิน โดยไมโคไรซ่าจะช่วยดูดซับฟอสเฟตเก็บไว้ในโครงสร้างพิเศษที่เรียกว่าอาบัสกูลและเวสวิเคิลที่อยู่ระหว่างเซลล์พืช ไมโคไรซ่าแบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ คือวีเอไมโคไรซ่าจะพบอยู่ในพืชสวน พืชไร่ พืชผัก และไม้ผลกับเอ็คโตไมโคไรซ่าพบในไม้ยืนต้นและไม้ป่าสกุลสน การใช้ปุ๋ยชีวภาพไมโคไรซ่าจะสามารถช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมีลงได้

กลุ่มที่ 2 ปุ๋ยชีวภาพที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์ช่วยละลายฟอสเฟต เป็นปุ๋ยชีวภาพที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์ช่วยละลายหินฟอสเฟต หินฟอสเฟตพบทั่วไปในประเทศไทยแต่มีปริมาณฟอสเฟตที่ละลายออกมาให้พืชใช้ได้น้อย ปัจจุบันพบว่ามีจุลินทรีย์พวกแบคทีเรียและราหลายชนิดที่สามารถช่วยเพิ่มความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสจากหินฟอสเฟตให้เป็นประโยชน์ได้ โดยจุลินทรีย์เหล่านี้จะสร้างกรดอินทรีย์ออกมาละลายฟอสเฟตออกจากหิน การละลายฟอสเฟตจะมีประสิทธิภาพมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของจุลินทรีย์และปริมาณอินทรียวัตถุที่ต้องใช้เป็นแหล่ง

น้ำตาลในการผลิตกรดอินทรีย์ หากสามารถคัดเลือกสายพันธุ์จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพสูงได้ จะช่วยให้เกษตรกรได้ใช้ฟอสฟอรัสราคาถูกจากหินฟอสเฟตทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีฟอสเฟตมากขึ้น

กลุ่มที่ 3 ปุ๋ยชีวภาพที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์ช่วยเพิ่มประโยชน์ของโพแทสเซียมในทางชีวภาพจุลินทรีย์บางชนิดโดยเฉพาะอย่างยิ่งแบคทีเรียสกุลบาซิลลัส สามารถสร้างกรดอินทรีย์ออกมาละลายโพแทสเซียมออกจากแร่ดินเหนียวบางชนิด จึงสามารถใช้เป็นจุลินทรีย์สำหรับผลิตปุ๋ยชีวภาพได้

9.7.3 หลักพิจารณาในการใช้ปุ๋ยชีวภาพ

การใช้ปุ๋ยชีวภาพ มีประโยชน์ในการให้ธาตุอาหารเพื่อบำรุงการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตพืช แต่ถ้าหากใช้ไม่ถูกต้องก็จะไม่เกิดประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ ดังนั้นการใช้ปุ๋ยชีวภาพจะต้องคำนึงถึงปัจจัยโดยรวม ดังนี้

1. ชนิดของปุ๋ยชีวภาพ การใช้ปุ๋ยชีวภาพต้องเลือกชนิดของปุ๋ยชีวภาพให้เหมาะสมกับชนิดของพืชที่ปลูก ปุ๋ยชีวภาพแต่ละชนิดจะมีประสิทธิภาพในการให้ธาตุอาหารแก่พืชแตกต่างกัน เช่น ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมจะใช้เฉพาะกับพืชตระกูลถั่วเท่านั้น และพืชตระกูลถั่วแต่ละชนิดก็จะต้องใช้สายพันธุ์แบคมีเรียสกุลไรโซเบียมที่มีความสามารถจำเพาะที่แตกต่างกัน เช่น ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมสำหรับถั่วเขียว จะต้องใช้แบคทีเรียไรโซเบียมชนิดสำหรับถั่วเขียว หรือปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมสำหรับถั่วเหลืองก็จะต้องใชแบคทีเรียสกุลไรโซเบียมชนิดสำหรับถั่วเหลืองจึงจะเกิดประสิทธิผลในการใช้

2. ชนิดของธาตุอาหารที่ต้องการให้แก่พืช ปุ๋ยชีวภาพแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติในการให้ธาตุอาหารแก่พืชที่แตกต่างกัน ดังนั้นผู้ใช้จะต้องทราบว่าต้องการให้ธาตุอาหารอะไรกับพืช ปุ๋ยชีวภาพที่ผลิตออกมาจำหน่ายในท้องตลาดในปัจจุบันประกอบด้วยจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติแตกต่างกัน เช่น ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม มีคุณสมบัติช่วยตรึงไนโตรเจนจากอากาศให้พืชนำไปใช้ทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจน สามารถใช้ได้เฉพาะกับพืชตระกูลถั่วเท่านั้น ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ประกอบด้วยแบคทีเรียสกุลอะโซโตแบคเตอร์ สกุลไบเจอริงเคีย และสกุลอะโซสไปริลลัม มีคุณสมบัติในการตรึงไนโตรเจนจากอากาศให้พืชนำไปใช้ทดแทนปุ๋ยเคมีไนโตรเจนได้ นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชบางชนิดได้ด้วย ปุ๋ยชีวภาพไมโคไรซ่าช่วยดูดซับธาตุอาหารในดินให้พืชนำไปใช้โดยเฉพาะอย่างยิ่งธาตุฟอสฟอรัส และปุ๋ยชีวภาพจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต เช่น แบคทีเรียสกุลบาซิลลัส (*Bacillus*) สกุลซูโดโมแนส (*Pseudomonas*) และราสกุลแอสเพอจิลลัส (*Aspergillus*) สามารถช่วยละลายฟอสฟอรัสจากหินฟอสเฟต ซึ่งมีราคาถูกและหาได้ง่ายภายในประเทศมาใช้ทดแทนปุ๋ยฟอสเฟตราคาแพงบางชนิดที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ

3. สมบัติของดินก่อนใช้ปุ๋ยชีวภาพ เกษตรกรควรทราบคุณสมบัติของดินที่ใช้ปลูกพืช เช่น ความเป็นกรดด่างและความชื้นของดิน เป็นต้น จุลินทรีย์บางชนิดมีความทนทานต่อสภาพความเป็นกรดด่างของดินต่างกัน เช่น ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมบางสายพันธุ์เจริญได้ดีในสภาพเป็นกรด หากนำไปใช้ในดินที่เป็นด่างจะทำให้ประสิทธิภาพในการทดแทนปุ๋ยเคมีไนโตรเจนลดลง สมบัติของดินทั้งทางเคมีกายภาพและชีวภาพ ต่างมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบในปุ๋ยชีวภาพ ในดินที่ร่วนซุยจุลินทรีย์มักจะมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าในดินเหนียวแน่นทึบ

4. ปริมาณจุลินทรีย์ในดิน ถ้าในดินมีปริมาณของจุลินทรีย์ชนิดเดียวกับที่ใช้ผลิตปุ๋ยชีวภาพมากเพียงพอแล้วไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยชีวภาพชนิดนั้นให้กับพืชอีกหรือบางครั้งถ้าดินมีจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อจุลินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบในปุ๋ยชีวภาพแต่ละชนิดที่จะใส่เข้าไป ควรจะมีการทำลายจุลินทรีย์ให้โทษเหล่านั้นก่อน

5. ปริมาณความชื้นที่เหมาะสมในดิน ปริมาณน้ำในดินก็มีความสำคัญในการใช้ปุ๋ยชีวภาพ จุลินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในปุ๋ยชีวภาพบางชนิดสามารถอยู่ได้ในสภาพน้ำขัง เช่น ปุ๋ยชีวภาพสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน จะเจริญได้ดีในน้ำหรือที่ชื้นแฉะมีน้ำขัง ไม่สามารถเจริญเติบโตและเกิดประโยชน์ได้ในที่แห้งแล้ง แต่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมและปุ๋ยชีวภาพไมโคไรซ่าเจริญเติบโตได้ไม่ดีและไม่สามารถตรึงไนโตรเจนได้ในสภาพที่มีน้ำขัง แต่ต้องการความชื้นที่เหมาะสมสำหรับให้พืชอาศัยเจริญเติบโต เพื่อเป็นที่อาศัยของแบคทีเรียสกุลไรโซเบียมหรือรากลุ่มไมโคไรซ่า

6. สารเคมีทางการเกษตร การใช้ปุ๋ยชีวภาพในการผลิตพืช ควรมีข้อควรระวังเกี่ยวกับการใช้สารเคมีทางการเกษตรบางชนิด เช่น สารป้องกันกำจัดวัชพืช สารกำจัดโรคพืช เพราะสารบางชนิดจะมีผลยับยั้งหรือทำลายจุลินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบในปุ๋ยชีวภาพ เช่น สารกำจัดโรครากเน่าโคนเน่าบางชนิด อาจมีแบคทีเรียหรือราเป็นเชื้อสาเหตุ ซึ่งสารป้องกันและกำจัดแบคทีเรียบางชนิดอาจจะมีผลยับยั้งและทำลายแบคทีเรียสกุลไรโซเบียมที่เป็นองค์ประกอบในปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม หรือสารกำจัดเชื้อราที่เป็นสาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าบางชนิด อาจจะมีผลยับยั้งหรือทำลายเชื้อรากลุ่มไมโคไรซ่าที่เป็นองค์ประกอบในปุ๋ยชีวภาพไมโคไรซ่า

7. ปริมาณธาตุอาหารพืชบางชนิดในดิน ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง หรือมีอินทรียวัตถุสูงมักจะมีความอุดมสมบูรณ์ หรือมีปริมาณธาตุอาหารบางชนิดสูงอยู่แล้วด้วย เช่น ไนโตรเจน ดังนั้นการใช้ปุ๋ยชีวภาพบางชนิดจะไม่เห็นผลการใช้ที่เด่นชัด เช่นการใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม ในการปลูกถั่วในดินที่เปิดใหม่ซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์สูง และมีระดับอินทรียวัตถุในดินสูง รากถั่วจะเกิดปมน้อย และมีศักยภาพในการตรึงไนโตรเจนทางชีวภาพจากอากาศมาให้ถั่วใช้ได้ต่ำ ดังนั้นเมื่อใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมก็ไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำมากๆ เช่น ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ การใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมในการปลูกถั่วก็จะช่วยให้ถั่วมีการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตได้สูงมาก

9.8 วิธีการใส่ปุ๋ย

การใส่ปุ๋ยให้กับพืชมีวิธีการใส่หลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช รูปแบบระบบการปลูกพืช ระยะการเจริญเติบโต วัตถุประสงค์การใส่ สถานการณ์ในระบบเขตกรรมในการปลูกพืช และภาวะการตลาดของราคาผลผลิตและราคาปุ๋ย เป็นต้น

9.8.1 การใส่แบบหว่าน

การใส่ปุ๋ยแบบหว่านใช้กับสถานการณ์ดังต่อไปนี้

1. ใช้กับพืชที่ปลูกมีระบบรากฝอยแผ่กระจายอยู่ทั่วไปบนดินชั้นบนหรือกับพืชที่ปลูกแบบหว่าน เช่น สนามหญ้าและนาข้าว เป็นต้น

2. ใช้กับดินที่มีระดับธาตุอาหารเพียงพออยู่แล้ว เป็นการใส่ลงดินเพื่อชดเชยธาตุอาหารที่ถูกใช้ไปจากพืชที่ปลูก

3. ปุ๋ยมีราคาถูก ต้องการใส่ให้กับพืชในอัตราที่สูง

4. ใช้กับปุ๋ยที่ละลายน้ำได้ดี เช่นปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียม และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำง่ายทั้งนี้เพื่อให้ดินได้มีโอกาสดูดยึดธาตุประจุบวกในรูป NH_4^+ และ K^+ ไว้ให้มากที่สุด ซึ่งจะช่วยลดการสูญเสียธาตุอาหารพืชโดยขบวนการต่างๆ ในดินโดยเฉพาะอย่างยิ่งขบวนการชะล้าง

5. ใช้กับปุ๋ยฟอสเฟตบางชนิดที่มีคุณสมบัติละลายน้ำได้น้อย แต่จะละลายได้ดีในดินขึ้นถ้าใส่ลงไปในดินที่มีปฏิกิริยาเป็นกรด เช่น ปุ๋ยหินฟอสเฟต ซึ่งการใส่แบบหว่านจะทำให้เนื้อปุ๋ยมีโอกาสสัมผัสกับเม็ดดินได้อย่างทั่วถึงและละลายออกมาให้พืชได้ใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น

6. ใช้ในดินเนื้อหยาบที่มีการระบายน้ำได้ดี

7. ใช้กับปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก โดยมีวัตถุประสงค์ใส่เป็นปุ๋ยรองพื้นเพื่อปรับปรุงโครงสร้างดิน ก่อนทำการไถเตรียมดิน

9.8.2 การใส่ปุ๋ยเฉพาะจุดหรือใส่เป็นแถบ

การใส่ปุ๋ยเฉพาะจุดหรือใส่เป็นแถบใช้กับสถานการณ์ดังต่อไปนี้

1. ใช้กับปุ๋ยฟอสเฟตที่มีสมบัติเคลื่อนย้ายได้ยากในดิน การใส่เฉพาะที่จะมีผลทำให้พืชสามารถดูดใช้ฟอสฟอรัสได้ดีกว่า

2. ใช้กับพืชที่ปลูกเป็นแถวและมีระยะการปลูกระหว่างต้นและระหว่างแถวกว้าง เช่น ไม้ผลหรือพืชไร่ที่ปลูกเป็นแถว

3. ใช้กับพืชปลูกที่มีระบบรากแผ่กระจายในวงแคบ การใส่เป็นจุดใกล้บริเวณรากพืชจะช่วยให้พืชสามารถดูดใช้ธาตุอาหารจากปุ๋ยได้ง่ายขึ้น

4. ใช้กับดินที่มีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำมากซึ่งการใส่เป็นจุดจะสามารถกำหนดและทราบปริมาณปุ๋ยที่แน่ชัดที่พืชในแต่ละต้นจะได้รับเพียงพอกับความต้องการของพืชในสภาพที่ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

9.8.3 การใส่ปุ๋ยทางใบ

การใส่ปุ๋ยโดยวิธีการฉีดพ่นทางใบให้กับพืช มักใช้ในกรณีสถานการณ์ดังต่อไปนี้

1. ดินที่มีสมบัติตรึงธาตุอาหารพืชบางชนิดสูง ทำให้ธาตุอาหารเป็นประโยชน์กับพืชได้น้อยลง

2. ดินที่มีสมบัติสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ไม่เหมาะสมต่อกิจกรรมของรากหรือทำให้รากเกิดความเสียหาย เช่น ดินไร่ที่มีการระบายน้ำและอากาศไม่ดีเพราะอยู่ในสภาพน้ำขังหรือมีความชื้นมากเกินไป และระบบรากได้รับความเสียหายอันเนื่องมาจากโรคและแมลง เป็นต้น

3. ใช้กับพืชที่แสดงอาการขาดธาตุอาหารอย่างรุนแรง การให้ปุ๋ยทางใบจะช่วยแก้ปัญหาอาการขาดธาตุได้ในระยะเวลาที่เร็วกว่าการให้ทางดิน

4. ใช้กับพืชที่ผลผลิตมีราคาต่อหน่วยสูง เช่น พืชผักบางชนิด ไม้ดอกไม้ประดับ และไม้ผลบางชนิด ซึ่งพืชเหล่านี้จะให้ผลตอบแทนคุ้มค่าปุ๋ยและค่าใช้จ่ายด้านแรงงานในการใส่ปุ๋ย

5. ใช้กับพืชที่ปลูกในดินทรายที่มีการชะล้างสูงและมีความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำมาก หรือในกรณีที่ดินมีปฏิกิริยาความเป็นกรดจัดหรือด่างจัดมาก ซึ่งอาจมีผลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารที่ให้ทางดิน กรณีเช่นนี้การให้ปุ๋ยทางใบจะช่วยแก้ปัญหาได้

6. ใช้กับพืชที่มีการปลูกและมีการควบคุมวัชพืชได้ไม่ดีพอ การให้ปุ๋ยทางดินอาจเกิดผลเสียเนื่องจากวัชพืชมีการแย่งดูดใช้ธาตุอาหาร

ภาพที่ 9.6 การเตรียมใส่ปุ๋ยคอกรองพื้น โดยใส่กระจายทั่วทั้งแปลง
ที่มา: ถ่ายจากแปลงเกษตรกรตำบลลำเหย อำเภอดอนตูม จังหวัดนครปฐม

ภาพที่ 9.7 การใส่ปุ๋ยคอกรอบทรงพุ่ม
ที่มา: ถ่ายจากแปลงเกษตรกรในจังหวัดนครปฐม

บทสรุป

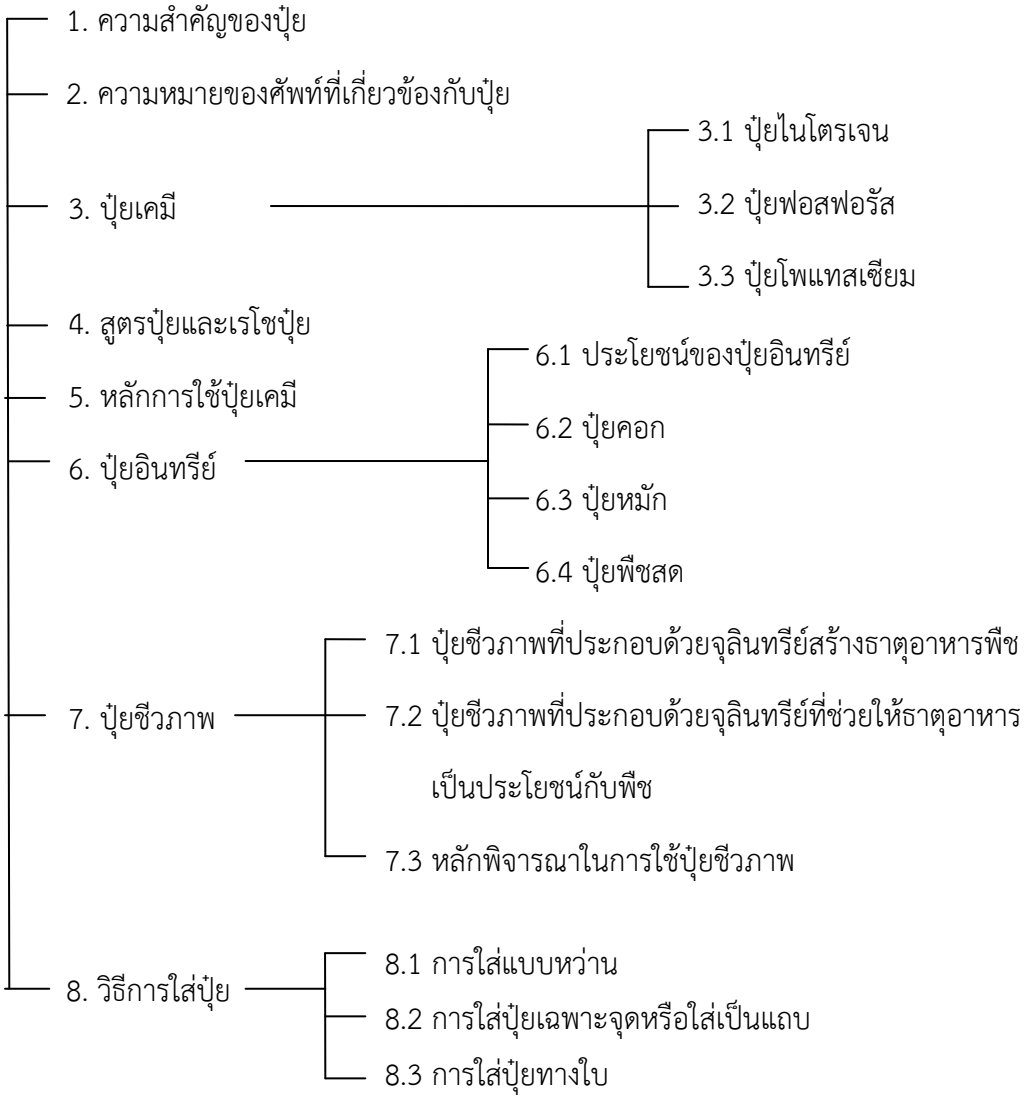
ปุ๋ยที่ใช้ในการปลูกพืช ได้แก่ ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยแต่ละประเภทมีคุณสมบัติ ข้อดี ข้อจำกัด รวมทั้งประโยชน์ในการปรับปรุงบำรุงดินต่างกัน ปุ๋ยมีความสำคัญในการผลิตพืชเพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิต เพิ่มความแข็งแรงให้กับพืชและเพิ่มคุณภาพของผลผลิต ปัจจุบันมีกฎหมายที่นำมาใช้ควบคุมการผลิตและจำหน่ายปุ๋ย คือ พระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 ข้อพิจารณาการใช้ปุ๋ยเคมี ควรพิจารณาถึงสูตรปุ๋ย เรโชปุ๋ย ราคาและช่วงเวลาที่ใส่ให้เหมาะสมกับระยะการเจริญเติบโตของพืช ปุ๋ยอินทรีย์ที่สำคัญ คือ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมักและปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยอินทรีย์มีบทบาทในการปรับปรุงบำรุงดิน ทำให้สมบัติทางกายภาพของดินดีขึ้น สำหรับปุ๋ยชีวภาพสามารถแบ่งตามลักษณะการให้ธาตุอาหารแก่พืชได้ 2 ประเภท คือปุ๋ยชีวภาพที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์สร้างธาตุอาหารพืช และปุ๋ยชีวภาพที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์ที่ช่วยให้ธาตุอาหารเป็นประโยชน์กับพืช ปุ๋ยทุกชนิดถือได้ว่ามีความสำคัญ การใช้ปุ๋ยให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดจึงควรพิจารณาถึงคุณสมบัติของปุ๋ยแต่ละชนิด และวิธีการใช้ปุ๋ยที่ถูกต้อง

คำถามทบทวนประจำบทที่ 9

1. อธิบายความสำคัญและบทบาทของปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยชีวภาพ
2. ยกตัวอย่างศัพท์ และอธิบายความหมายของศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับปุ๋ย ตาม พ.ร.บ. ปุ๋ย ปี พ.ศ. 2550 มา 5 ตัวอย่าง
3. อธิบายหลักการและวิธีการใช้ปุ๋ยเคมี

4. ปุ๋ยชีวภาพ ถ้าแบ่งตามลักษณะการให้ธาตุอาหารพืชแบ่งออกได้กี่ประเภท อะไรบ้าง

แผนภาพบทสรุปบทที่ 9



บทปฏิบัติการที่ 9.1
เรื่อง การทำปุ๋ยหมักแบบที่ไม่ต้องทำการกลับกอง

วัตถุประสงค์

เพื่อให้นักศึกษาได้ฝึกปฏิบัติการทำปุ๋ยหมักจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เศษเหลือจากครัวเรือนและคอกสัตว์

วัสดุอุปกรณ์

ในการทำปุ๋ยหมักนั้น เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้มีดังนี้

1. คราดหรือซ่อมเหล็ก จำเป็นต้องใช้เพื่อคราดเก็บเศษพืชมากองรวมไว้ในที่เดียวกัน
2. เข่งไม้ ปุ้งกี๋ สำหรับขนเศษพืชและใส่มูลสัตว์และใส่ปุ๋ยหมักที่สำเร็จรูปแล้ว
3. จอบ เสียม พลั่ว สำหรับขุดหลุมปุ๋ยหมักและใช้กลับกองปุ๋ยหมัก
4. ถังน้ำและสายยางสำหรับให้น้ำกองปุ๋ยหมัก
5. รถเข็นสำหรับขนเศษพืชปุ๋ยหมัก และวัสดุการผลิตปุ๋ยหมัก
6. ตาชั่ง สำหรับชั่งสารเคมี และปุ๋ยหมัก
7. ถังมีฝาปิด สำหรับตวงอุจจาระ ปัสสาวะที่ใช้เป็นตัวเร่งผสมเศษพืช
8. ตะแกรงเหล็กมีขาตั้ง สำหรับร่อนปุ๋ยหมักที่มีชิ้นส่วนที่ไม่ต้องการผสมอยู่ เช่น ก้อนกรวด ก้อนหิน พลาสติก หรือเศษเหล็กที่ปะปนอยู่นั้นเอาออกทิ้งต่างหาก

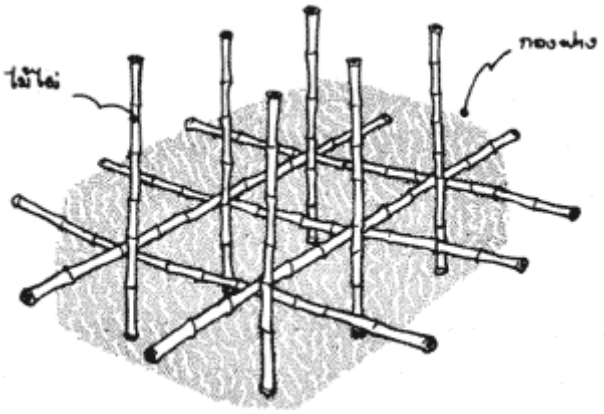
วิธีการ

1. ให้นักศึกษารวบรวมเศษพืชหรือเศษวัสดุตามที่ต้องการทำปุ๋ยหมักไว้เรียบร้อยแล้ว จึงนำเศษพืชเหล่านี้ไปกองรวมกันโดยวิธีการการกองปุ๋ยหมักแบบที่ไม่ต้องทำการกลับกองปุ๋ย

2. อัตราส่วนของแต่ละกองปุ๋ยให้ใช้ฟางหรือเศษพืชหนัก 200 กิโลกรัม ต่อมูลสัตว์ 20 กิโลกรัม ขนาดของกองให้ใช้ขนาด กว้าง 1 เมตร ยาว 2 เมตร สูง 1 เมตร ย่ำบนกองฟาง พร้อมกับรดน้ำให้เปียกชื้นพอสมควร โรยมูลวัว มูลไก่ ลงทับบนฟางให้หนาประมาณ 1 นิ้ว

3. ใช้ไม้ไผ่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 - 10 เซนติเมตร ยาว 5 เมตร จำนวน 20 ท่อน และไม้ไผ่ยาว 1.50 เมตร อีก 9 ท่อน หรือจะใช้ไม้อื่นแทนก็ได้ นำไม้ไผ่วางพาดบนฟางที่โรยมูลสัตว์แล้ว โดยวางตามแนวขวาง 3 ท่อน วางตามแนวยาว 2 ท่อน แล้ววางตามแนวตั้งฉากขึ้นมาตรงจุดที่ไม้ไผ่ท่อนแนวขวางและแนวยาวตัดกันอีก 6 ท่อน

4. เมื่อวางไม้ไผ่แล้ว จึงนำฟางมาปูทับทำชั้นต่อไปโดยโรยมูลสัตว์วาง ไม้ไผ่ทับกองฟาง ทำเช่นนี้ต่อไปทีละชั้นๆ จนกองปุ๋ยสูงประมาณ 1 เมตร หลังจากรดน้ำให้ชุ่มพอสมควรอีกครั้งหนึ่งแล้ว ใช้ดินเหนียวหรือดินร่วนคลุมกองปุ๋ยหนาประมาณ 15 เซนติเมตร แล้ววางทางมะพร้าวหรือผ้าพลาสติกทับอีกชั้นหนึ่ง ควรทำหลังคาคลุมกองปุ๋ยนี้ด้วย



ภาพที่ 9.8 แสดงการวางไม้ไผ่ ในกองปุ๋ยหมักเพื่อช่วยการระบายอากาศ
ที่มา: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2550)

บทปฏิบัติการที่ 9.2
เรื่อง การคำนวณสูตรปุ๋ย

วัตถุประสงค์

เพื่อให้นักศึกษาฝึกปฏิบัติการคำนวณสูตรปุ๋ยเคมี

วัสดุอุปกรณ์

1. ปุ๋ยไนโตรเจน ได้แก่ปุ๋ยที่ให้ธาตุอาหารไนโตรเจนเป็นสำคัญ
   แม่ปุ๋ยที่ใช้
   1.1 แอมโมเนียมซัลเฟต [$(NH_4)_2SO_4$] มี N = 21 % S = 24 % หรือ 21 - 0 - 0
   1.2 ยูเรีย [$(NH_2)_2CO$] มี N = 46 % หรือ 46 - 0 - 0
   1.3 แอมโมเนียมคลอไรด์ (NH_4Cl) มี N = 25 % หรือ 25 - 0 - 0
2. ปุ๋ยฟอสฟอรัส ได้แก่ ปุ๋ยที่ให้ธาตุฟอสฟอรัสเป็นสำคัญ
   2.1 ซุปเปอร์ฟอสเฟต มี P_2O_5 = 20 % หรือ 0 - 20 - 0
   2.2 ทริปเปิ้ลซุปเปอร์ฟอสเฟต [$(NH_4)_2 HPO_4$] มี P_2O_5 = 46 % หรือ 0 - 46 - 0
   2.3 โมโนแอมโมเนียมฟอสเฟต มี P_2O_5 = 52 % หรือ 11 - 52 - 0
   2.4 ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต มี P_2O_5 = 46 % หรือ 18 - 46 - 0
3. ปุ๋ยโพแทสเซียม ได้แก่ ปุ๋ยที่ให้ธาตุโพแทสเซียมเป็นสำคัญ
   3.1 โพแทสเซียมคลอไรด์ มี K_2O = 60 % หรือ 0 - 0 - 60
   3.2 โพแทสเซียมซัลเฟต มี K_2O = 50 % หรือ 0 - 0 - 50
   3.3 โพแทสเซียมไนเตรท มี K_2O = 46 % หรือ 13 - 0 - 46
4. วัสดุและภาชนะ ต่างๆ เช่น เครื่องชั่งน้ำหนัก กระป๋อง พลั่วมือ และถุงพลาสติก เป็นต้น

วิธีการ

1. อาจารย์แสดงตัวอย่างวิธีการคำนวณให้นักศึกษาดู**ตัวอย่างการคำนวณ**

โจทย์ตัวอย่าง ต้องการผสมปุ๋ยสูตร 16 - 20 – 0 ไว้ใช้ จำนวน 100 กิโลกรัม โดยใช้แม่ปุ๋ย 18 - 46 - 0 ,46 - 0 – 0 และ 0 - 0 - 60 จะต้องใช้แม่ปุ๋ยดังกล่าวอย่างละกี่กิโลกรัม

(ใน 100 กิโลกรัม มี N = 16 กิโลกรัม P_2O_5 = 20 กิโลกรัม K_2O = 0 กิโลกรัม)

วิธีทำ

1. หา P ก่อน เพราะแม่ปุ๋ยที่ใช้ม N ติดมาด้วย

แม่ปุ๋ย 18 - 46 - 0 หนัก 100 กก. มี P_2O_5 = 46 กก.

ดังนั้น P_2O_5 46 กก. มาจากแม่ปุ๋ย 18 -46 - 0 = 100 กก.

ต้องการ P_2O_5 20 กก. ,, ,, = $\frac{100 \times 20}{46}$

ดังนั้นต้องใช้แม่ปุ๋ย 18 -46 -0 = 44 กิโลกรัม

2. หา N

แม่ปุ๋ย 18 -46 -0 หนัก 100 กก. มี N ติดมา = 18 กิโลกรัม

,, ,, 44 ,, ,, = $\frac{18 \times 44}{100}$ กิโลกรัม

= 7.92 กิโลกรัม

ในที่นี้ต้องการ N = 16 กก. ดังนั้น ขาด N = 16 - 7.92 = 8.08 กิโลกรัม

แม่ปุ๋ย 46 -0 -0 จำนวน 100 กก. มี N = 46 กิโลกรัม

N 46 กก. , มาจากแม่ปุ๋ย 46 -0 - 0 = 100 กิโลกรัม

N 8.08 “ “ = $\frac{100 \times 8.08}{46}$ = 17.56 กิโลกรัม

ต้องใช้ แม่ปุ๋ย 46 - 0 - 0 = 18 กิโลกรัม

3. ในการหา K = 0 ดังนั้นจึงไม่ต้องคำนวณ

สรุปคำตอบ

ต้องใช้ ปุ๋ย	18 - 46 - 0	จำนวน	44 กิโลกรัม
	46 - 0 - 0	จำนวน	18 กิโลกรัม
		รวม	62 กิโลกรัม

ต้องการปุ๋ยจำนวน 100 กิโลกรัม ดังนั้นยังขาดอยู่ = 100 - 62

เพราะฉะนั้น ต้องใส่สารตัวเติม 38 กิโลกรัม

2. ทำการผสมปุ๋ย สูตร 16 - 20 - 0 จำนวน 100 กิโลกรัม โดยชั่งน้ำหนักแม่ปุ๋ยสูตรต่างๆ ตามที่ได้จากการคำนวณ

3. ให้นักศึกษาทดลองทำแบบฝึกหัดตามโจทย์นี้

ให้นักศึกษาคำนวณปุ๋ยสูตรต่างๆ ที่กำหนดให้ข้างล่างนี้ จำนวน 100 กิโลกรัม โดยใช้แม่ปุ๋ย 18 - 46 - 0 , 46 - 0 - 0 และ 0 - 0 - 46 จะต้องใช้ปุ๋ยดังกล่าวอย่างละกี่กิโลกรัม

1. สูตร 13-13-21
2. สูตร 15-15-15
3. สูตร 20-20-20
4. สูตร 10-30-0
5. สูตร 20-30-10
6. สูตร 20-20-0
7. สูตร 16-20-0
8. สูตร 13-13- 40

แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 10
หลักการปฏิบัติและบำรุงรักษาดินและน้ำสำหรับการปลูกพืช

หัวข้อเนื้อหาประจำบท

บทที่ 10 หลักการปฏิบัติและบำรุงรักษาดินและน้ำสำหรับการปลูกพืช

10.1 กษัยการของดิน
10.2 หลักการอนุรักษ์ดินและน้ำ
10.3 วิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อศึกษาบทที่ 10 จบแล้วนักศึกษาสามารถ
1. อธิบายความสำคัญของการอนุรักษ์ดินและน้ำได้
2. อธิบายความหมายของกษัยการของดินได้
3. อธิบายหลักการและวิธีการที่นำมาใช้ในการอนุรักษ์ดินและน้ำได้
4. มีความรู้ความเข้าใจและสามารถปฏิบัติการอนุรักษ์ดินและน้ำในสภาพไร่นาได้

วิธีสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน

1.วิธีสอน

1.1 การใช้กรณีศึกษา
1.2 การฟังการบรรยาย
1.3 มอบหมายงานการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองจากเอกสาร สื่อออนไลน์
1.4 การปฏิบัติการในแปลงทดลอง
1.5 การทัศนศึกษานอกสถานที่

2. กิจกรรมการเรียนการสอน

2.1 ฟังการบรรยายเนื้อหา
2.2 อาจารย์สาธิตวิธีการปฏิบัติให้นักศึกษาดู
2.3 นักศึกษาลงมือปฏิบัติการทดลอง น้อมนำศาสตร์พระราชาในการปรับปรุงดิน
2.4 ทัศนศึกษานอกสถานที่ โครงตามพระราชดำริในพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช
2.5 อภิปรายผลการทดลองร่วมกัน
2.6 การสรุปประเด็นสำคัญหรือนำเสนอผลของการสืบค้นที่ได้รับมอบหมาย

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอน
2. แผ่นภาพต่างๆ
3. แปลงปลูกพืชทดลอง
4. ตัวอย่างการปฏิบัติในไร่นาของเกษตรกร
5. วัสดุอุปกรณ์ปฏิบัติการทดลอง
6. ตัวอย่างการอนุรักษ์ดินและน้ำในโครงการตามพระราชดำริ

การวัดและการประเมินผล

1. ประเมินความรู้หลังการเรียนเทียบกับความรู้เดิมของนักศึกษา
2. ประเมินจากการตั้งคำถาม ตอบคำถามและการอภิปรายในชั้นเรียน
3. ประเมินจากคำถามทบทวนประจำบทที่ 10
4. ประเมินจากผลงานการค้นคว้าของนักศึกษา
5. ประเมินจากผลการปฏิบัติการของนักศึกษา

บทที่ 10
หลักการปฏิบัติและบำรุงรักษาดินและน้ำสำหรับการปลูกพืช

ดินจะมีการเสื่อมโทรมซึ่งอาจเกิดจากสาเหตุหลายประการ ได้แก่ สาเหตุจากการพังทลายของดินตามธรรมชาติที่อาจเกิดจากลมและฝน การใช้ที่ดินเพื่อการปลูกพืชติดต่อกันเป็นเวลานานโดยไม่มีการบำรุงดิน จะทำให้ธาตุอาหารพืชตามระดับความลึกของรากพืชถูกนำไปใช้มากจนดินเสื่อมความสมบูรณ์ ตลอดจนกิจกรรมการเขตกรรมต่างๆ ที่ไม่เหมาะสม เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ดินเกิดภาวะความเสื่อมโทรม ดังนั้นการที่จะทำให้ดินมีความสามารถที่จะใช้ปลูกพืชเพื่อให้ได้ผลผลิตตามที่ต้องการ หรือเพื่อใช้ทำการเกษตรได้อย่างยั่งยืนจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการปฏิบัติบำรุงรักษาดิน การอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างถูกวิธี พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช มีพระราชดำริในการแก้ไขปัญหาที่ดิน การแก้ไขปรับปรุงและฟื้นฟูดินที่เสื่อมโทรมพังทลายจากการชะล้างหน้าดิน ตลอดจนการทำแปลงสาธิตการพัฒนาที่ดินเพื่อการเกษตรในพื้นที่ที่มีปัญหาดินเสื่อมโทรม เพื่อให้พื้นที่ที่มีปัญหาเรื่องดิน กลับมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรได้อีก และที่ปรากฏให้เห็นได้อย่างชัดเจนก็คือ แนวคิดและตัวอย่างการจัดการทรัพยากรดินในศูนย์ศึกษาการพัฒนาอันเนื่องมาจากพระราชดำริ 6 แห่ง ที่ทรงมีพระราชดำริให้จัดตั้งขึ้นเพื่อทำการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการอนุรักษ์ดินและน้ำ เป็นตัวอย่างในการป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน การขยายพันธุ์พืชเพื่ออนุรักษ์ดินและบำรุงดิน และสนับสนุนให้เกษตรกรเรียนรู้เข้าใจวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำ การปรับปรุงบำรุงดินสามารถนำไปปฏิบัติได้เอง ทรงมีพระราชดำริว่า “การปรับปรุงที่ดินนั้นต้องอนุรักษ์ผิวดิน ซึ่งมีความสมบูรณ์ไว้ไม่ให้ไถหรือลอกหน้าดินทิ้งไป สงวนไม้ยืนต้น ที่ยังเหลืออยู่ เพื่อที่จะรักษาความชุ่มชื่นของผืนดิน” ซึ่งเป็นพระอัจฉริยภาพโดยแท้ของพระองค์ท่าน

10.1 กษัยการของดิน

กษัยการของดิน (soil erosion) หรือการพังทลายของดิน คือกระบวนการที่เกิดการแตกกระจายของอนุภาคดินแล้วถูกพัดพาให้เคลื่อนที่ไปโดยมีตัวการต่างๆ ที่ก่อให้เกิดการพังทลายและการพัดพา กษัยการของดินแบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ

10.1.1 กษัยการโดยธรรมชาติ

โดยทั่วไปกษัยการแบบนี้เกิดไม่รุนแรงนัก คือ การชะล้างผิวหน้าดิน ตัวการที่สำคัญมี 4 ลักษณะ ได้แก่

1. เม็ดฝนที่ตกลงมาก่อให้เกิดแรงกระแทก เกิดน้ำไหลบ่าทางผิวดินก่อให้เกิดการชะล้างหน้าดินออกไปตามการไหลของน้ำ โดยเฉพาะดินที่ไร้สิ่งปกคลุม (ภาพที่ 10.1)
2. การสูญเสียผิวหน้าดิน ตัวอย่างที่มักพบเกิดจากการถางป่าปลูกพืชบริเวณที่ราบเชิงเขาซึ่งพื้นที่มีความลาดเอียง แต่ใช้วิธีการปลูกที่ไม่เหมาะสม เมื่อเวลามีฝนตกจึงเกิดการชะล้างผิวหน้าดินออกไป นอกจากนี้สภาพการเปียกชื้นสลับแห้งของดินก็เป็นอีกตัวการหนึ่งที่ทำให้เกิดการ

สูญเสียผิวหน้าดินได้ (ภาพที่ 10.2 และภาพที่ 10.3)

3. การลื่นไถลของดิน มักเกิดขึ้นบริเวณไหล่เขาที่มีความลาดชัน เมื่อมีฝนตกหนัก ดินอุ้มน้ำไว้ไม่ไหวจึงเกิดการลื่นไถลของดิน (ภาพที่ 10.4)

4. การถูกพัดพาโดยลม มักเกิดในสภาพที่มีลมแรง ดินแห้ง ผิวดินไม่มีสิ่งปกคลุมและอนุภาคดินมีขนาดเล็ก (ภาพที่ 10.5 และภาพที่ 10.6)

ภาพที่ 10.1 การชะล้างหน้าดินที่เกิดจากการไหลบ่าของน้ำ
ที่มา: ถ่ายจากจังหวัดเพชรบุรี

ภาพที่ 10.2 การสูญเสียผิวหน้าดินบริเวณที่ราบเชิงเขาในช่วงดินไร้สิ่งปกคลุม
ที่มา: ถ่ายจากจังหวัดกาญจนบุรี

ภาพที่ 10.3 การถางป่าเพื่อปลูกพืชบริเวณไหล่เขา เป็นสาเหตุหนึ่งของการสูญเสียหน้าดิน
ที่มา: ถ่ายจากจังหวัดเชียงใหม่

ภาพที่ 10.4 การลื่นไถลของดิน
ที่มา: ถ่ายจากจังหวัดเชียงใหม่

ภาพที่ 10.5 สภาพดินที่ไร้พืชคลุมดินซึ่งมักถูกพัดพาโดยลมได้ง่าย
ที่มา: ถ่ายจากจังหวัดเชียงใหม่

ภาพที่ 10.6 สภาพดินนาในฤดูแล้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
ที่มา: ถ่ายจากจังหวัดบุรีรัมย์

10.1.2 กษัยการโดยมีตัวเร่ง

คือ กิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ที่เกิดจากกิจกรรมการเขตกรรมทางการเกษตร อาจเกิดจากการรู้เท่าไม่ถึงการณ์ ไม่ได้ตั้งใจหรือตั้งใจเพื่อเร่งรีบการผลิต ไม่มีการพักดิน หรือเพื่อความสะดวกในการปฏิบัติมีส่วนทำให้เม็ดดินเกิดการแตกกระจาย และการเคลื่อนย้ายดินออกจากแหล่งเดิม ทำให้เกิดการสูญเสียหน้าดิน ซึ่งกำลังเป็นปัญหาปัจจุบันที่เกิดกับดินในประเทศไทย มีหลายลักษณะ คือ

1. การสูญเสียดินจากไร่นา การว่างเว้นจากการปลูกพืชหลัก ในเขตปลูกพืชที่อาศัยน้ำฝน เมื่อมีการเก็บเกี่ยวผลผลิตไปแล้ว มีการปล่อยให้ดินไร้สิ่งปกคลุมข้ามฤดูกาล หรือการปล่อยที่ดินที่รกร้างอาจเกิดการสูญเสียหน้าดินได้จากแรงลม (ภาพที่ 10.7)

2. การสูญเสียธาตุอาหารพืชไปจากดิน การเผาทำลาย การเก็บเศษพืชออกไปจากไร่นา การไม่มีการพักดินเป็นตัวเร่งที่สำคัญทำให้เกิดการสูญเสียหน้าดิน (ภาพที่ 10.8)

3. การสูญเสียอินทรียวัตถุในดิน เกิดจากการเผาเศษตกค้างของพืชในไร่นาหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตไปแล้ว และการใช้สารกำจัดวัชพืช (ภาพที่ 10.10)

4. โครงสร้างดินถูกทำลาย เกิดจากการไถพรวนที่ผิดวิธี ไถพรวนเกินความจำเป็น หรือการใช้เครื่องจักรกลหนัก (ภาพที่ 10.11 และภาพที่ 10.15) หรือแม้กระทั่งวิธีการปฏิบัติของเกษตรกรในการให้น้ำกับพืชก็เป็นวิธีการที่เป็นตัวเร่งทำให้เม็ดดินเกิดการแตกกระจาย

ภาพที่ 10.7 การปล่อยดินไร้สิ่งปกคลุม
ที่มา: ถ่ายจากจังหวัดกาญจนบุรี

ภาพที่ 10.8 การเผากาบใบแห้งในไร่อ้อยภายหลังเก็บเกี่ยวแล้ว
ที่มา: ถ่ายจากจังหวัดราชบุรี

ภาพที่ 10.9 การเผากาบตอซังข้าวภายหลังเก็บเกี่ยวแล้ว
ที่มา: ถ่ายจากจังหวัดเพชรบุรี

ภาพที่ 10.10 การใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชฉีดพ่นเศษพืชตกค้างหลังการเก็บเกี่ยว
ที่มา: ถ่ายจากจังหวัดนครปฐม

ภาพที่ 10.11 การใช้เครื่องจักรกลหนักในนาข้าว
ที่มา: ถ่ายจากจังหวัดเพชรบุรี

ภาพที่ 10.12 การไถพรวนที่ผิดวิธี ไถพรวนในขณะที่ดินมีความชื้น
ที่มา: ถ่ายจากจังหวัดกาญจนบุรี

ภาพที่ 10.13 การให้น้ำแบบปล่อยตามร่องก่อให้เกิดการกัดเซาะพังทลายของดิน
ที่มา: ถ่ายจากจังหวัดกาญจนบุรี

ภาพที่ 10.14 การให้น้ำแบบปล่อยตามร่องเมื่อดินแห้งก่อให้เกิดแผ่นแข็งปิดผิว
ที่มา: ถ่ายจากจังหวัดกาญจนบุรี

ภาพที่ 10.15 การขุดกระชายโดยวิธีการฉีดน้ำอย่างแรงลงไปในดินแทนการใช้จอบขุด ก่อให้เกิดการสูญเสียหน้าดิน
ที่มา: ถ่ายจากจังหวัดนครปฐม

10.2 หลักการอนุรักษ์ดินและน้ำ

การอนุรักษ์ดิน คือการใช้ประโยชน์หรือการจัดการทรัพยากรดินอย่างมีประสิทธิภาพ อย่างชาญฉลาด คุ้มค่า และถูกต้องตามหลักวิชาการเกษตรกรรมสมัยใหม่ โดยมุ่งเน้นป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน การรักษาคุณภาพของดิน การใช้พื้นที่ถูกต้องตามศักยภาพของดินในแต่ละพื้นที่ และการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อให้ได้ผลผลิตสูงสุด สามารถทำการเกษตรได้อย่างยั่งยืน ซึ่งมีเป้าหมาย ดังนี้

1. เพื่อลดการกร่อนของดินอันเกิดจากปัจจัยที่เป็นตัวเร่งลงให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้จนอัตราการสูญเสียดินเท่ากับอัตราการเกิดดิน

2. เพื่อรักษาปริมาณธาตุอาหารพืชในดิน ให้มีความอุดมสมบูรณ์ โดยลดการสูญเสียธาตุอาหารออกไปจากดินและมีการเพิ่มเติมในส่วนที่ขาด

3. เพื่อรักษาระดับอินทรียวัตถุในดิน โดยการควบคุมอัตราการสลายตัวหรือการเพิ่มเติมเศษซากพืช

4. เพื่อรักษาสมบัติทางกายภาพของดินที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช

5. เพื่อรักษาสมบัติทางเคมีของดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช

6. เพื่อส่งเสริมความเป็นประโยชน์ของน้ำในดิน ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด

เพื่อให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าวข้างต้นจึงมีหลักการอนุรักษ์ดินและน้ำ ดังนี้

1. การปรุงแต่งดิน (conditioning the soil) เป็นการปรับปรุงดินให้ทนทาน ต่อการแตกกระจายและพัฒนาให้น้ำซึมผ่านได้ดีขึ้น มีจุดมุ่งหมาย เพื่อ

1) ทำให้โครงสร้างของดินทนทาน ต่อความเสื่อมโทรม (deterioration)

2) รักษาความชื้นให้อยู่ในระดับเหมาะสม ทำให้น้ำฝนซาบซึม (infiltrate) ได้ทันที

4) รักษาน้ำและอากาศบริเวณรากพืชให้มีอัตราส่วนที่เหมาะสม

5) รักษาธาตุอาหารของพืชให้อยู่ในรูปที่พืชใช้ประโยชน์ได้ และมีปริมาณที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช

2. การทำให้ดินมีสิ่งปกคลุม (cover the soil) มีจุดมุ่งหมาย เพื่อ

1) ป้องกันการตกกระทบของเม็ดฝนและแรงลม เช่น การคลุมดินด้วยพืชหรือเศษเหลือของพืชในไร่นา พื้นที่รกร้างทั่วไป

2) ปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช

3) นำเอาธาตุอาหารพืชที่ถูกชะล้างลงไปอยู่ในดินชั้นลึกๆ กลับขึ้นมาสู่ผิวดินเพื่อให้พืชที่ปลูกเป็นพืชหลักสามารถใช้ธาตุอาหารเหล่านั้นได้

4) เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน หากใช้พืชตระกูลถั่วเป็นพืชคลุมดิน จะทำให้ดินมีธาตุไนโตรเจนเพิ่มขึ้น

3. การทำให้ความเร็วของน้ำไหลบ่าและของลมลดลง (decrease runoff and wind velocity) มีจุดมุ่งหมาย เพื่อ

1) ลดการแตกกระจายและการพัดพาของอนุภาคของดิน

2) เพิ่มความสามารถในการแทรกซึมน้ำผ่านดิน

3) เพิ่มความสามารถในการกักเก็บน้ำบนพื้นผิวดิน เช่น การสร้างสิ่งกีดขวางชะลอการไหลของน้ำ หรือการอุ้มน้ำในดินโดยการปลูกหรือใช้เศษเหลือของพืช

4. การทำทางระบายน้ำจากน้ำไหลบ่า (drainage of runoff water) มีจุดมุ่งหมายเพื่อระบายน้ำส่วนเกินอย่างถูกวิธี เช่น ทำทางระบายน้ำซึ่งมีหญ้าขึ้นหนาแน่น (sod waterway)

10.3 วิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำ

การอนุรักษ์ดินและน้ำ คือวิธีการที่นำมาใช้ในพื้นที่หนึ่ง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อยับยั้งหรือชะลออัตราการชะล้างพังทลายของดิน โดยอาศัยหลักการที่สำคัญ คือเมื่อฝนตกลงมาในที่ใดที่หนึ่งจะพยายามให้มีการเก็บกักน้ำไว้ในบริเวณนั้น เพื่อให้น้ำไหลซึมลงไปในดินเป็นประโยชน์กับพืชที่ปลูก ซึ่งจำแนกได้ 2 วิธีการ

10.3.1 วิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำโดยใช้ระบบพืช

เป็นวิธีการจัดระบบพืชโดยการผสมผสานกันระหว่างมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำและการจัดการระบบพืชปลูก

10.3.1.1 แนวทางปฏิบัติวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำโดยใช้ระบบพืช

1. ไม่เผาทำลายเศษซากพืช
2. ไม่ทำไร่เลื่อนลอย
3. ไถพรวนให้ถูกวิธี ไม่ไถพรวนขึ้นลงตามความลาดเทของพื้นที่ แต่ไถพรวนขวางความลาดเทของพื้นที่ และไม่ไถพรวนบ่อยครั้ง
4. ปลูกพืชให้ถูกวิธี ปลูกพืชตระกูลถั่วบำรุงดินคลุมดิน และปลูกตามแนวระดับ
5. ปรับปรุงบำรุงดิน ใช้ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมักและปุ๋ยพืชสด
6. บนพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงเกินร้อยละ 35 ไม่ควรทำการเกษตร แต่ถ้ามีความจำเป็นจะต้องทำคันดินเป็นขั้นบันไดขวางความลาดเทของพื้นที่ จัดทำร่องน้ำและแหล่งเก็บกักน้ำให้ไหลลงเฉพาะแห่ง และยกร่องปลูกพืชบนแนวคันดินระดับเดียวกัน

10.3.1.2 มาตรการการจัดการระบบการปลูกพืชที่นิยมนำมาใช้ มีดังนี้

1. การปลูกพืชคลุมดิน (cover cropping) คือ การปลูกพืชที่มีใบหนาหรือมีระบบรากแน่นสำหรับคลุมและยึดดิน พืชที่นิยมนำมาใช้ปลูกมักเป็นพืชตระกูลถั่วหรือตระกูลหญ้า วัตถุประสงค์ของการปลูกพืชคลุมดิน คือ

1) ทำให้ดินมีสิ่งรองรับแรงปะทะจากเม็ดฝน ช่วยรักษาความชุ่มชื้นของดิน

2) ลดปริมาณการสูญเสียธาตุอาหาร ซึ่งอาจสูญเสียไปโดยการชะละลายโดยน้ำในดิน

3) สามารถใช้เป็นปุ๋ยพืชสด เพิ่มอินทรียวัตถุและธาตุอาหารพืชให้แก่ดิน

4) ทำให้สมบัติทางกายภาพของดินดีขึ้นคือดินจะอุ้มน้ำและระบายน้ำได้ดี

หลักการคัดเลือกชนิดของพืชคลุมดินเพื่ออนุรักษ์ดินและน้ำ

1) ควรเป็นพืชแรมปี (perennial) เพราะถ้ามีอายุเพียง 1 หรือ 2 ปี แล้วจะเป็นการลำบากที่จะต้องปลูกกันบ่อยครั้ง

2) ควรเป็นพืชที่เป็นเถาเลื้อย (creeping) เพื่อว่าจะได้เลื้อยคลุมที่ว่างเปล่า และควรเป็นพืชตระกูลถั่ว เพื่อจะได้ตรึงแก๊สไนโตรเจนในอากาศให้แก่ดิน นอกจากนี้ควรเป็นพืชอาหารสัตว์ได้ด้วย

3) ควรเป็นพืชที่เลื้อยพันและเจริญเติบโตเร็ว เพื่อว่าจะได้พันวัชพืชมิให้ตั้งตัวและเจริญได้

4) ควรเป็นพืชที่มีรากแผ่สาขาออกไปได้มาก เพราะจะช่วยยึดเหนี่ยวเม็ดดินให้ติดกันไม่พังทลายได้ง่าย

5) ควรเป็นพืชที่ทนทานต่อสภาพแวดล้อม คือ เจริญได้ดีทั้งในร่ม เช่น สวนผลไม้ และกลางแจ้ง

6) ควรเป็นพืชที่ทนทานต่อโรคและแมลง

ภาพที่ 10.16 การจัดระบบการปลูกพืชที่ใช้ที่ว่างระหว่างแถวพืชหลัก (ข้าวโพด) ปลูกกระชายและคลุมฟางช่วยลดแรงกระแทกจากน้ำ

ที่มา: ถ่ายจากแปลงเกษตรกร จังหวัดนครปฐม

ภาพที่ 10.17 การจัดระบบการปลูกพืชแซมระหว่างแถวพืชหลัก (มะพร้าว) ปลูกสับปะรดช่วยคลุมดิน
ที่มา: ถ่ายจากแปลงเกษตรกร จังหวัดเพชรบุรี

ภาพที่ 10.18 การปลูกถั่วคาลาโปโกเนียมคลุมดิน
ที่มา: ถ่ายจากแปลงเกษตรกร จังหวัดเพชรบุรี

ภาพที่ 10.19 การจัดระบบการปลูกพืชที่ใช้ที่ว่างระหว่างแถวพืชหลัก (ตะไคร้) ปลูกผักล้มลุกช่วยคลุมดินและลดแรงกระแทกจากเม็ดฝน ในช่วงที่ตะไคร้เริ่มปลูก
ที่มา: ถ่ายจากแปลงเกษตรกร จังหวัดนครปฐม

2. การปลูกพืชหมุนเวียน (crop rotation) คือการปลูกพืชต่างชนิดกันบนพื้นที่เดียวกันหมุนเวียนกันไป หลักเกณฑ์ที่นำมาใช้พิจารณาการเลือกพืชปลูกหมุนเวียน มีดังนี้

1) ความแตกต่างกันในด้านความต้องการธาตุอาหารพืช พืชต่างชนิดต้องการธาตุอาหารบางชนิดมากน้อยต่างกัน เช่น ข้าวโพดต้องการไนโตรเจนจากดินมาก ส่วนถั่วไม่จำเป็นต้องได้จากดินดังนั้นจึงควรปลูกข้าวโพดหลังถั่ว

2) ความแตกต่างกันในด้านอุปนิสัยของการดูดธาตุอาหาร พืชแต่ละชนิดมีระบบรากแตกต่างกันพืชที่มีรากลึกสามารถจะหาน้ำและอาหารได้ดีกว่าพืชรากตื้น ไม่ควรปลูกพืชที่มีระบบรากคล้ายคลึงกันต่อเนื่องกัน

3) ความแตกต่างกันในส่วนประกอบทางเคมี พืชต่างชนิดกันจะมีองค์ประกอบต่างกัน เช่น พืชตระกูลหญ้าจะมีคาร์บอนมากแต่มีไนโตรเจนน้อย ส่วนพืชตระกูลถั่วจะมีไนโตรเจนมากกว่าพืชตระกูลหญ้า ดังนั้นอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C : N ratio) ของหญ้าจึงสูงแต่ของถั่วจะต่ำกว่า เศษเหลือของพืชที่มี C: N ratio ต่ำจะสลายตัวเร็ว เป็นประโยชน์ต่อพืชถัดไป ดังนั้นควรปลูกพืชหลักตามหลังพืชตระกูลถั่ว

4) ความแตกต่างในการต้านทานโรคและแมลง พืชหลายชนิดที่อยู่ในตระกูลใกล้เคียงกันมักจะเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของศัตรูชนิดเดียวกัน เช่น หนอนกอ สามารถทำลายได้ทั้งข้าวและข้าวโพดจึงไม่ควรปลูกทั้งสองอย่างต่อเนื่องกัน เป็นต้น

5) พืชบางชนิดสามารถขับถ่ายสารบางอย่างซึ่งเป็นพิษกับพืชบางชนิด ดังนั้นไม่ควรปลูกพืชทั้งสองพวกนั้นต่อเนื่องกัน

3. การปลูกพืชตามแนวระดับ (contour cultivation or contouring) หมายถึงการปลูกพืชขนานไปตามแนวระดับขวางความลาดชันของพื้นที่ (ภาพที่ 10.20) ทั้งนี้เพื่อลดอัตราการแตกกระจายและพัดพาดินไป ประสิทธิภาพของการปลูกพืชตามแนวระดับนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของดิน ความลาดเท ลมฟ้าอากาศและลักษณะการใช้ที่ดิน โดยทั่วไปแล้วการปลูกพืชตามแนวระดับที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดนั้น ควรปฏิบัติบนพื้นที่ที่มีความลาดเทอยู่ระหว่าง 2 - 7 เปอร์เซ็นต์ และระยะของความลาดเทไม่ควรเกิน 100 เมตร (ภาพที่ 10.21)

ภาพที่ 10.20 การปลูกพืชตามแนวระดับแบบขั้นบันไดในที่ที่มีความลาดชันมาก
ที่มา: ถ่ายจากเมืองกุ้ยหยาง สาธารณรัฐประชาชนจีน

ภาพที่ 10.21 การปลูกพืชตามแนวระดับแบบขั้นบันไดในที่ที่มีความลาดชันน้อย
ที่มา: ถ่ายจากเมืองกุ้ยหยาง สาธารณรัฐประชาชนจีน

4. การปลูกพืชสลับเป็นแถว (strip cropping) หมายถึงการปลูกพืชต่างชนิดบนพื้นที่เดียวกันขวางความชันของพื้นที่หรือตามแนวระดับ (contour) เป็นแถบ ๆ (band หรือ strip) มักจะปฏิบัติเมื่อพื้นที่นั้นมีความลาดเทต่ำกว่า 12 เปอร์เซ็นต์ และความยาวของความลาดเทเกินกว่า 15 เมตร เมื่อทำถูกต้องสามารถลดการกัดกร่อนได้ถึง 75 เปอร์เซ็นต์ การปลูกพืชสลับเป็นแถว มีหลายรูปแบบ ดังนี้

1) การปลูกพืชสลับเป็บแถบตามแนวระดับ (contour strip cropping) หมายถึง การปลูกพืชแต่ละชนิดไปตามแนวระดับเป็นแถบๆ ไป เช่น ข้าวโพด ปอเทือง ข้าวฟ่าง และหญ้าเลี้ยงสัตว์ ส่วนมากจะสลับกันในระบบการปลูกพืชหมุนเวียน

2) การปลูกพืชสลับเป็นแถบอย่างมีระเบียบ (field strip cropping) หมายถึงการปลูกพืชแต่ละชนิดเป็นระเบียบขนานกันไปตัดขวางความลาดเทโดยไม่คดเคี้ยวไปตามเส้นระดับ (contour line) เหมือนชนิดแรก แต่หลักการคงเช่นเดียวกัน การปลูกพืชแบบนี้มักจะทำในพื้นที่ที่มีความลาดเทไม่สม่ำเสมอจนไม่สามารถทำการปลูกพืชแบบแรกได้

3) การปลูกพืชแบบสลับเป็นแถบเพื่อป้องกันลม (wind strip cropping) มีหลักการคล้ายการปลูกพืชสลับเป็นแถบอย่างมีระเบียบ คือ มีความกว้างของแถบแน่นอนแต่ขวางทิศทางลม ส่วนมากนิยมใช้ในพื้นที่ที่มีความลาดเทน้อย ซึ่งมีการกร่อนดินโดยลมเกิดขึ้นมากกว่ามีการกร่อนดินโดยน้ำ

4) การปลูกพืชสลับเป็นแถบซึ่งต้องการฉนวน (buffer strip cropping) มีหมายถึง การปลูกพืชสลับเป็นแถบที่จะต้องแก้แถบของการปลูกพืชให้ขนานกัน ในกรณีที่พื้นที่มีความลาดเทไม่สม่ำเสมอโดยแก้จากเส้นระดับเส้นบนลงมา ทั้งนี้เพื่อให้สะดวกในการใช้เครื่องมือไถพรวนในบริเวณขนาน (buffer) นั้นมักจะปลูกหญ้าหรือพืชตระกูลถั่วลงไปอย่างถาวร

ขนาดความกว้างของแถบขึ้นอยู่กับระยะของความลาดเท เปอร์เซ็นต์ของความลาดเท การซาบซึมน้ำ ความสามารถในการทนทานต่อการเกิดการกร่อนดิน ปริมาณน้ำฝน ชนิดของพืชที่จะนำมาใช้ หมุนเวียน ชนิดและขนาดของเครื่องมือ เป็นต้น

5. การปลูกหญ้าแฝกเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ หญ้าแฝกมีคุณสมบัติพิเศษที่มีระบบรากยาวหยั่งลึก และแผ่กระจายเป็นลักษณะตาข่ายลงไปในดินเป็นแนวดิ่ง เมื่อนำมาปลูกเป็นแถวชิดกัน จะเสมือนเป็นกำแพงที่มีชีวิต สามารถขยายพันธุ์โดยการแตกหน่อที่ข้อของลำต้นหรือ เหง้าเหนือดินได้ตลอดเวลา เมล็ดจะมีเปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำ จึงไม่สามารถแพร่พันธุ์ได้รวดเร็วเหมือนวัชพืช สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการอนุรักษ์ดินและน้ำได้ง่าย หญ้าแฝกมีคุณสมบัติบางประการที่เหมาะสมต่อการนำมาใช้ในระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ คือ

1) หญ้าแฝกมีการแตกกอจำนวนมาก และเบียดเสียดกันอย่างหนาแน่น และแข็งแรง กอตั้งตรง สามารถปลูกติดต่อกันให้เป็นแถวหน้ากระดานเรียงหนึ่งได้ง่าย เปรียบเสมือนกำแพงต้านทานตะกอนดินที่ถูกน้ำกัดเซาะและพัดพามาให้ตกทับถมด้านหน้าแถวหญ้าแฝกและชะลอความเร็วของน้ำทำให้น้ำเอ่อและไหลซึมลงไปใต้ดิน

2) ลำต้นเหนือดินซึ่งมีข้อถี่ และข้อที่เกิดจากการย่างปล้อง เมื่อหญ้าแฝกมีอายุใกล้ออกดอก และแตกหน่อมีรากใหม่ออกมาเสมอ เมื่อตะกอนดินทับถมจึงสามารถตั้งกอใหม่ได้

3) กอหญ้าแฝกสามารถตัดต้นและใบให้แตกหน่อใหม่เขียวสดอยู่เสมอ ต้นและใบใช้เป็นวัสดุคลุมดินรักษาความชุ่มชื้นและเพิ่มแร่ธาตุอาหารพืชให้แก่ดินเมื่อย่อยสลายแล้ว เช่นเดียวกับปุ๋ยหมัก หากหญ้าแฝกแก่ ต้นและใบจะแห้ง เมื่อถูกไฟเผาจะแตกหน่อใหม่เขียวสดขึ้นมาทันทีไม่จำเป็นต้องมาปลูกใหม่ ผลพลอยได้จากหญ้าแฝกดอนสามารถตัดใบไปกรองเป็นตับแฝกซื้อขายทำหลังคาได้ หญ้าแฝกหอม ใบอ่อนใช้เป็นอาหารสัตว์เลี้ยงโคกระบือได้ นอกจากนี้พันธุ์หญ้าแฝกหอมจากอินเดียใช้เลี้ยงปลาจีนได้ ใบหญ้าแฝกหอมเมื่อตากแห้งดีแล้วนำไปทำพวงหรีดหรือดอกไม้ประดิษฐ์ เครื่องจักรสาน เช่น หมวก ตะกร้า เป็นต้น

4) หญ้าแฝกมีรากที่เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เส้นโตหยั่งลึกลงไปในดินและแตกแขนงเป็นรากฝอยประสานกันแน่นเหมือนตาข่ายหรือร่างแหเกาะยึดดินให้มีความแข็งแรงมั่นคง การปลูกหญ้าแฝกติดต่อกัน ระบบรากจะเป็นเสมือนม่านใต้ดินชะลอการไหลซึมของน้ำใต้ดิน ทำให้ความชื้นในดินเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถป้องกันการกัดเซาะของน้ำที่ทำให้เกิดร่องขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ซึ่งเกิดขึ้นจากด้านล่างของแนวลาดชันย้อนขึ้นมาด้านบนเมื่อถึงแนวหญ้าแฝกก็จะหยุดเพียงแค่นั้น ซึ่งกรณีดังกล่าวคันดินไม่สามารถจะหยุดยั้งได้ รากหญ้าแฝกยังสามารถดูดซึมสารเคมีแร่ธาตุอาหารพืชที่ถูกชะละลายลงไปในดิน เช่น ปุ๋ยเคมี สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืช เก็บไว้ในต้นหญ้า เป็นการป้องกันไม่ให้สารเคมีเหล่านั้นไหลลงไปยังแหล่งน้ำและปลอดภัยจากการเกิดมลภาวะของน้ำ ทำให้น้ำมีคุณภาพ

5) การกระจายพันธุ์ของหญ้าแฝก สายพันธุ์หญ้าแฝกที่ได้รับการคัดเลือกแล้วจะมีการกระจายพันธุ์ด้วยเมล็ดน้อยหรือแทบไม่มีเลย จึงไม่อยู่ในลักษณะของวัชพืชร้ายแรง เช่น สายพันธุ์จากอินเดีย ศรีลังกา สามารถปลูกได้ในสวนผลไม้และพื้นที่เกษตรทั่วไป

โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีการเขตกรรมและดูแลรักษาเสมอจะไม่ปรากฏว่ามีหญ้าแฝกต้นเล็กๆ ที่งอกเมล็ดขึ้นในบริเวณกอหญ้าแฝกเลย

6) แถวหญ้าแฝกหรือแนวรั้ว หญ้าแฝกกินเนื้อที่ไม่กว้าง เช่น ความกว้างประมาณ 1 ถึง 1.5 เมตร สามารถปลูกพืชเศรษฐกิจได้ชิดแนวหญ้าแฝก จึงทำให้เสียพื้นที่น้อย การปลูกหญ้าแฝกทำได้ง่าย บุคคลทุกอาชีพสามารถช่วยกันปลูกแฝกเพื่อป้องกันการกัดเซาะของดินได้ การขยายพันธุ์สามารถทำได้จากการแยกหน่อ ซึ่งหญ้าแฝกมีการเจริญเติบโตแตกกออย่างรวดเร็ว จึงสามารถขยายพันธุ์ได้ตลอดเวลา

สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน (2546, หน้า 2 – 3) ได้จำแนกสายพันธุ์หญ้าแฝก เป็น 2 ชนิด คือ

1) หญ้าแฝกลุ่ม พบในธรรมชาติในพื้นที่ลุ่มมีความชื้นสูงหรือมีน้ำขัง สายพันธุ์ที่กรมพัฒนาที่ดิน ส่งเสริมให้ปลูก ได้แก่ สุราษฎร์ธานี สงขลา 3 กำแพงเพชร 2 และศรีลังกา เป็นต้น

2) หญ้าแฝกดอน พบในสภาพค่อนข้างแล้ง มีแสงแดดจัด สายพันธุ์ที่กรมพัฒนาที่ดิน ส่งเสริมให้ปลูก ได้แก่ ราชบุรี ประจวบคีรีขันธ์ เลย นครสวรรค์ ร้อยเอ็ด และกำแพงเพชร 1 เป็นต้น

ภาพที่ 10.22 การปลูกหญ้าแฝกริมขอบบ่อช่วยป้องกันตลิ่งพัง
ที่มา: ถ่ายจากจังหวัดเพชรบุรี

10.3.2 วิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำโดยใช้วิธีกล

โดยมุ่งเน้นไปในการก่อสร้างสิ่งกีดขวางความลาดชันของพื้นที่ เพื่อสกัดกั้นน้ำไหลบ่าและการพังทลายของดินการอนุรักษ์โดยวิธีกลแบบนี้เป็นการป้องกันการชะล้างพังทลายได้ทันที แต่เสียค่าใช้จ่ายสูง ตัวอย่างของการสร้างสิ่งกีดขวาง สามารถทำได้หลายวิธี คือ

10.3.2.1 การสร้างฝายต้นน้ำ ฝายภูมิปัญญา ฝายดักตะกอน ฝายชะลอน้ำ หรือฝายแม้ว (check dam) (ภาพที่ 10.23) มีประโยชน์ในด้านการอนุรักษ์ดินและน้ำ ดังนี้

1) ช่วยกักน้ำไว้ในลำห้วย เป็นการยืดระยะเวลาไม่ให้น้ำในลำห้วยแห้งเร็วเกินไป ซึ่งธรรมชาติของน้ำจะไหลลงสู่ที่ต่ำ แต่เมื่อมีสิ่งมากักไว้ ก็จะค่อยๆ ไหลลงอย่างช้าๆ น้ำจึงยังมีอยู่ในลำห้วยได้อีกระยะหนึ่ง

2) ช่วยสร้างความชื้นในดิน และยืดระยะเวลาไม่ให้ดินแห้งเร็วเกินไป ทำให้สิ่งมีชีวิตในดิน และพืชต่างๆ สามารถเจริญเติบโต ทำให้สามารถอยู่ในสภาพที่แห้งแล้งได้ระยะหนึ่ง และยังเป็นแนวกันไฟได้เป็นอย่างดีอีกด้วย

3) ช่วยชะลอความเร็วของกระแสน้ำไม่ให้พัดพาหน้าดิน หรือสร้างความเสียหายให้แก่ตอนล่าง เป็นการลดความรุนแรงของการปะทะของกระแสน้ำที่ไหลลงสู่เบื้องล่าง

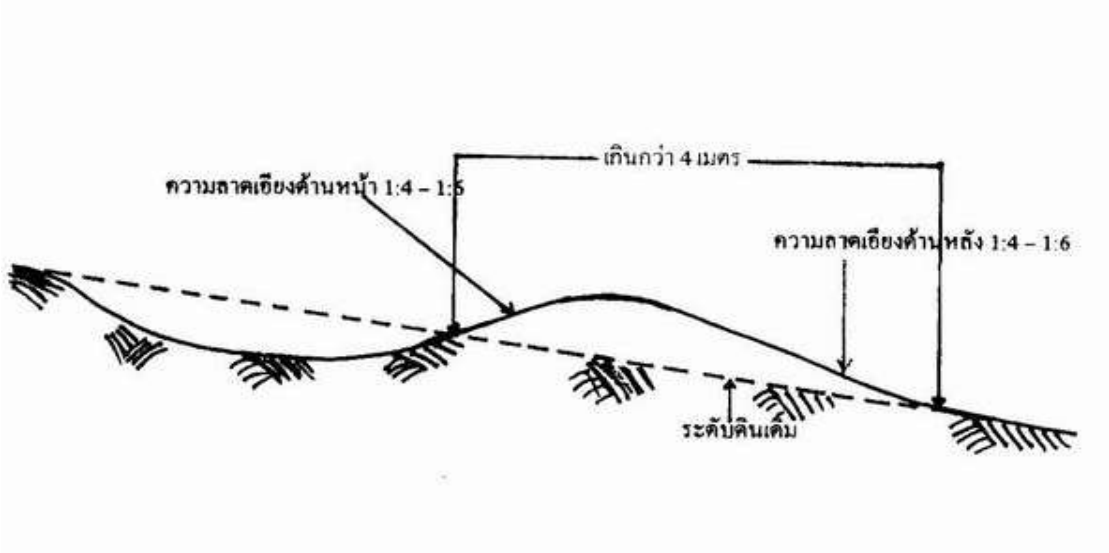
4) ช่วยดักตะกอนหรือสิ่งที่ไหลมากับกระแสน้ำ ไม่ทำให้แหล่งน้ำตอนล่างตื้นเขินเร็วกว่าที่ควรจะเป็น

5) ช่วยเพิ่มระดับน้ำในดินให้สูงขึ้น จนบางแห่งสามารถทำให้น้ำในดินขึ้นมาอยู่บนดินได้ (ประเสริฐ สุริยวงษา, 2552)

10.3.2.2 การสร้างคันดินกั้นน้ำ (terracing) เป็นการสร้างคันดินและร่องน้ำขวางความลาดเทของพื้นที่ โดยพื้นที่ถูกแบ่งออกเป็นช่วงๆ เพื่อเก็บกักน้ำไหลบ่าในแต่ละช่วง หรือเบนน้ำไหลบ่าออกไปจากพื้นที่ เป็นการป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน มักใช้สำหรับพื้นที่เพาะปลูกที่มีความลาดเท 2 – 12 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 10.24 และภาพที่ 10.25)

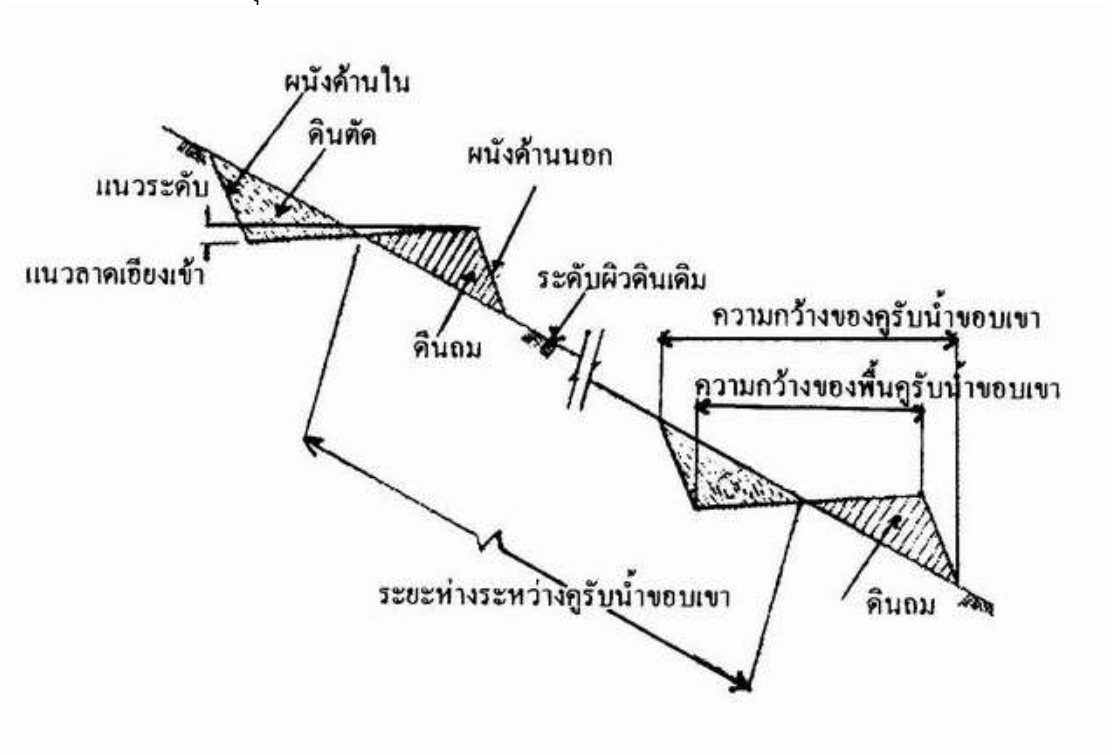
10.3.2.3 คูรับน้ำขอบเขา (hillside ditches) เป็นคูรับน้ำที่สร้างบริเวณขอบเขาตามแนวระดับ หรือลดระดับเป็นรูปสามเหลี่ยมหรือรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ระยะห่างของคูขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศและสิ่งแวดล้อม วัตถุประสงค์ของการสร้างคูรับน้ำขอบเขา เพื่อลดความยาวของความลาดเทของพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงออกเป็นช่วงๆ เพื่อเก็บกักน้ำหรือระบายน้ำออกไปในทิศทางที่ต้องการ ทำให้น้ำไหลบ่าแต่ละช่วงมีปริมาณน้อย ลดการกัดเซาะและการพังทลายของดิน (ภาพที่ 10.26 และภาพที่ 10.27)

ภาพที่ 10.23 การทำฝายแม้วกักเก็บน้ำในลำห้วย
ที่มา: ประเสริฐ สุริยวงษา (2552)



ภาพที่ 10.24 แบบจำลองการสร้างคันดินกั้นน้ำ
ที่มา: กองอนุรักษ์ดินและน้ำ (2544, หน้า 19)

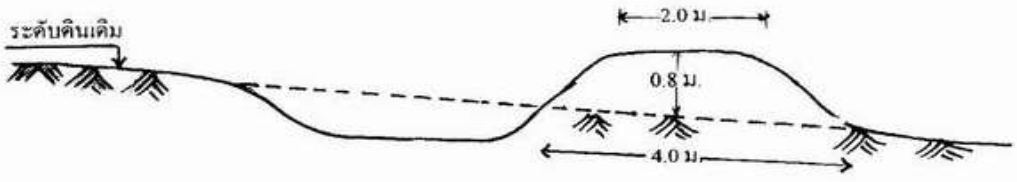
ภาพที่ 10.25 การสร้างคันดินกั้นน้ำ
ที่มา: กองอนุรักษ์ดินและน้ำ (2544, หน้า 20)



ภาพที่ 10.26 แบบจำลองการสร้างคูรับน้ำขอบเขา
ที่มา: กองอนุรักษ์ดินและน้ำ (2544, หน้า 20)

ภาพที่ 10.27 การสร้างคูรับน้ำขอบเขา
ที่มา: กองอนุรักษ์ดินและน้ำ (2544, หน้า 21)

10.2.3.4 คันดินเบนน้ำ (diversion terrace) เป็นคันดินขนาดใหญ่ที่สร้างขึ้นขวางความลาดเทของพื้นที่ โดยมีการลดระดับเพื่อเบนน้ำที่ไหลบ่าลงมาจากพื้นที่ด้านบนไปยังทางระบายน้ำ มีวัตถุประสงค์เพื่อเบนน้ำส่วนใหญ่ ซึ่งคันดินธรรมดาไม่สามารถควบคุมได้ ออกจากพื้นที่ไปยังร่องน้ำหรือทางน้ำธรรมชาติ และเพื่อป้องกันพื้นที่เพาะปลูกที่อยู่ต่ำลงมาจากการไหลบ่าของน้ำจากพื้นที่ด้านบนและป้องกันการกัดเซาะของดิน (ภาพที่ 10.28)



ภาพที่ 10.28 แบบจำลองการสร้างคันดินเบนน้ำ
ที่มา: กองอนุรักษ์ดินและน้ำ (2544, หน้า 23)

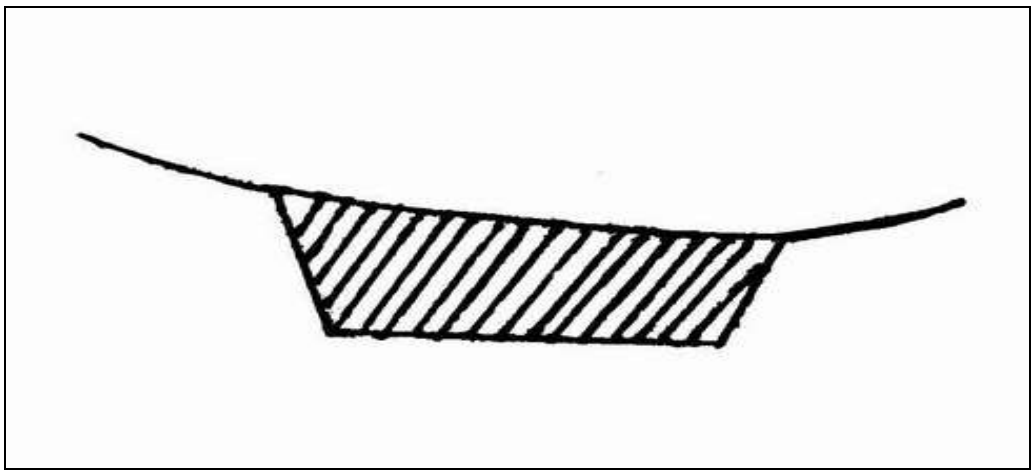
6. ทางระบายน้ำ (waterway) เป็นสิ่งก่อสร้างที่สร้างขึ้นเพื่อรับน้ำจากพื้นที่ต่างๆ ซึ่งถูกเบนมาเพื่อให้ไหลไปยังแหล่งที่ต้องการ

7. บ่อน้ำในไร่นา (farm pond) เป็นพื้นที่ที่ขุดดินตรงจุดที่ต่ำสุด ในพื้นที่ลุ่มมีน้ำขัง โดยการขุดหรือทำคันดินล้อมรอบสำหรับเก็บกักน้ำไว้ใช้ในพื้นที่การเกษตร หรือถมดินขวางกั้นทางเดินน้ำหรือร่องน้ำ มีวัตถุประสงค์เพื่อรับน้ำจากคันดินเบนน้ำลงมาเก็บกักและนำน้ำไปใช้ในพื้นที่การเกษตรในช่วงที่มีฝนทิ้งช่วงหรือในฤดูแล้ง และบรรเทาปัญหาน้ำท่วมในไร่นา (ภาพที่ 10.29 – ภาพที่ 10.32)

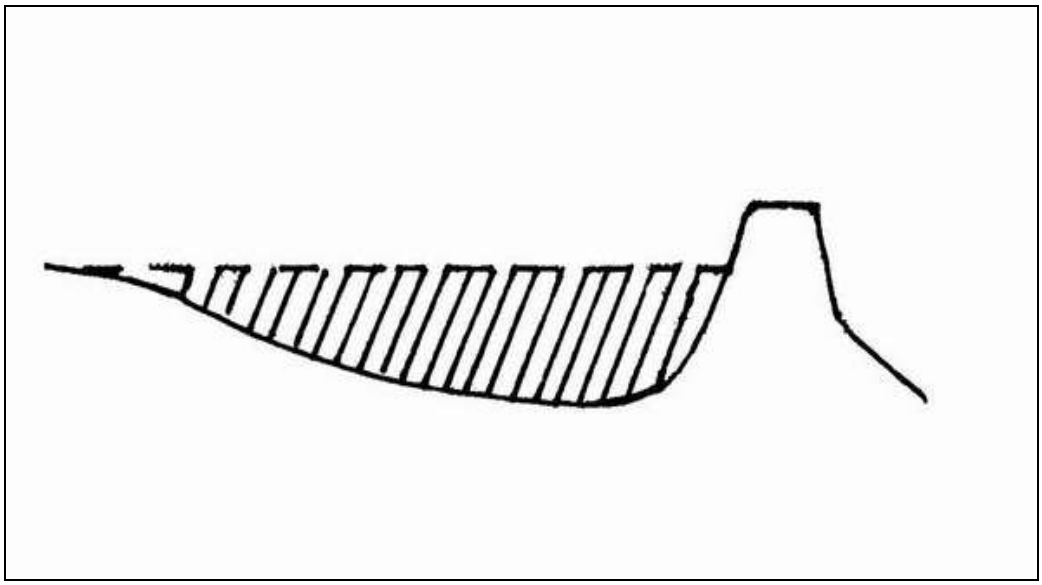
8. การยกร่องตามแนวระดับ (ridging) เป็นการยกร่องปลูกพืชโดยใช้ร่องน้ำเป็นตัวแบ่งสันดิน มีวัตถุประสงค์เพื่อลดการชะล้างพังทลายของดิน และเพิ่มการกักเก็บน้ำไว้สำหรับการปลูกพืช ใช้ได้ดีในพื้นที่ที่มีความลาดเทไม่เกินร้อยละ 12 และพื้นที่ที่ค่อนข้างแห้งแล้งมีปริมาณน้ำฝนน้อย

9. การทำร่องน้ำไปตามแนวระดับ (contour furrowing) เป็นการทำร่องน้ำเดี่ยวๆ ที่ขุดขึ้นขวางความลาดเทของพื้นที่ โดยมีการลดระดับร่องน้ำหรือไม่ลดระดับก็ได้ ความลึกของร่องน้ำอยู่ระหว่างร้อยละ 25 – 40 ขึ้นกับความลึกของดิน ส่วนระยะห่างของร่องน้ำขึ้นกับความลาดเทของพื้นที่และปริมาณน้ำไหลบ่า

10. การยกแปลงและขุดร่องน้ำไปตามแนวระดับ (broad – ridging หรือ bedding) การยกแปลงและขุดร่องไปตามแนวระดับ เป็นการยกแปลงฐานกว้าง และขุดร่องแบ่งแยกพื้นที่ระหว่างแปลงปลูกพืชไปตามแนวระดับ เหมาะสำหรับพื้นที่ค่อนข้างราบ ความลาดเทไม่ควรเกินร้อยละ 8 พื้นที่ปลูกผักที่ค่อนข้างลุ่ม มีน้ำแช่ขัง ดินมีการซาบซึมน้ำช้า (ภาพที่ 10.33)



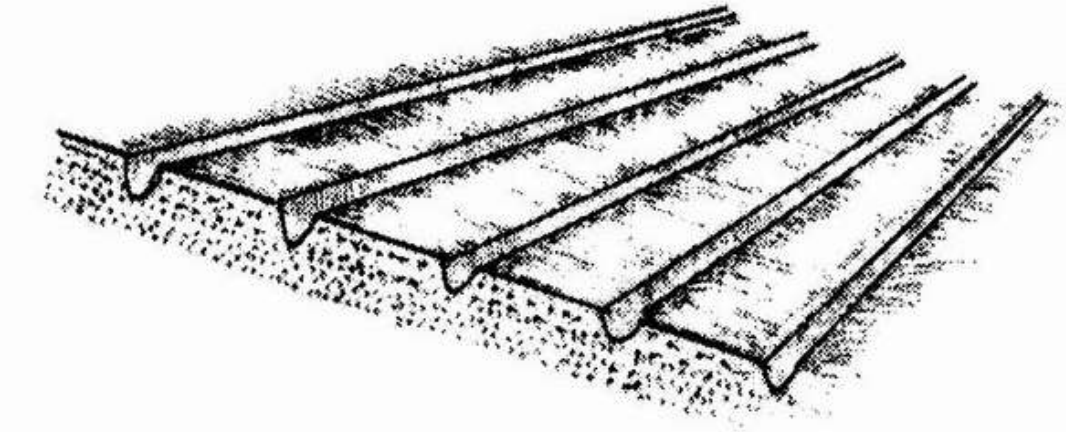
ภาพที่ 10.29 แบบจำลองการสร้างบ่อน้ำในไร่นา
ที่มา: กองอนุรักษ์ดินและน้ำ (2544, หน้า 20)



ภาพที่ 10.30 แบบจำลองการสร้างบ่อน้ำในไร่นา
ที่มา: กองอนุรักษ์ดินและน้ำ (2544, หน้า 19)

ภาพที่ 10.31 ตัวอย่างการสร้างบ่อน้ำในไร่นา
ที่มา: ถ่ายจากเมืองกุ้ยหยาง สาธารณรัฐประชาชนจีน

ภาพที่ 10.32 ตัวอย่างการสร้างบ่อน้ำในไร่นา
ที่มา : ถ่ายจากเมืองกุ้ยหยาง สาธารณรัฐประชาชนจีน



ภาพที่ 10.33 แบบจำลองการยกแปลงและขุดร่องน้ำไปตามแนวระดับ
ที่มา: กองอนุรักษ์ดินและน้ำ (2544, หน้า 19)

10.3.3 วิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำโดยวิธีการอื่นๆ

การปฏิบัติจัดการในไร่นาของเกษตรกรเพื่อเป็นการบำรุงรักษาดินที่ใช้ปลูกพืช โดยวิธีการที่สามารถกระทำได้โดยง่ายหลายวิธีการ ดังตัวอย่าง

1. การใช้วัสดุคลุมดินในแปลงปลูกพืช เพื่อช่วยลดแรงกระแทกจากเม็ดฝน หรือหยดน้ำจากระบบการให้น้ำแบบพ่นฝอยนอกจากนี้การใช้วัสดุคลุมดินยังสามารถช่วยรักษาษาความชื้นในดิน ช่วยควบคุมวัชพืชได้ วัสดุคลุมดินมีหลายชนิดและสามารถหาได้ในท้องถิ่นสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ (ภาพที่ 10.34 – ภาพที่ 10.37)

2. การใช้วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดิน ในระหว่างที่รอการปลูกพืช ไม่ควรปล่อยให้ดินไร้สิ่งปกคลุม อาจใช้แกลบรองพื้นที่ได้จากคอกเลี้ยงสัตว์ปีกมาคลุมดิน วัสดุเหล่านี้จะช่วยป้องกันไม่ให้เกิดการสูญเสียธาตุอาหารไปจากดิน ช่วยรักษาผิวหน้าดิน เมื่อวัสดุเหล่านี้เปื่อยผุพังก็สามารถใช้จอบคลุกเคล้าผสมกับดินในแปลงปลูกทำให้ดินมีความร่วนซุยดีขึ้น (ภาพที่ 10.38 -10.41)

3. การให้น้ำกับพืชด้วยวิธีการที่เหมาะสม ตัวอย่าง ได้แก่ การใช้วิธีการให้น้ำแบบตามร่องขนาดเล็กให้น้ำไหลไม่แรงมาก แทนวิธีการให้น้ำแบบปล่อยให้ท่วมทั้งพื้นที่ การให้น้ำแบบพ่นฝอยที่ใช้หัวพ่นฝอยขนาดเล็ก เป็นต้น

4. การเตรียมดินในการปลูกพืชอย่างถูกวิธี

ภาพที่ 10.34 การใช้พลาสติกสีเทาคลุมดิน
ที่มา: ถ่ายจากโครงการหลวง จังหวัดเชียงใหม่

ภาพที่ 10.35 การใช้ใบจากต้นพลวง คลุมดินที่ดอยอ่างขาง
ที่มา: ถ่ายจากโครงการหลวง จังหวัดเชียงใหม่

ภาพที่ 10.36 การใช้ฟางคลุมดินระหว่างแถวปลูกพืช
ที่มา: ถ่ายจากไร่ชนม์เจริญ บริษัทเจียไต๋ จังหวัดกาญจนบุรี

ภาพที่ 10.37 การใช้พลาสติกดำคลุมดิน และการทำโครงหลังคาป้องกันแรงกระแทกจากเม็ดฝน
ที่มา: ถ่ายจากโครงการหลวง จังหวัดเชียงใหม่

ภาพที่ 10.38 การใช้แกลบคลุมดินบนแปลงปลูกและปล่อยให้มีหญ้าขึ้นคลุมดินในระหว่างแถวปลูก
ที่มา: ถ่ายจากโครงการหลวง จังหวัดเชียงใหม่

ภาพที่ 10.39 การใช้ใบอ้อยคลุมดินในแปลงปลูกกระชาย
ที่มา: ถ่ายจากแปลงเกษตรกร ตำบลลำเหย อำเภอดอนตูม จังหวัดนครปฐม

ภาพที่ 10.40 การปล่อยเศษเหลือจากการปลูกผักทิ้งไว้คลุมดินหลังเก็บเกี่ยวผักไปแล้ว
ที่มา: ถ่ายจากแปลงเกษตรกร ตำบลแหลมบัว อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม

ภาพที่ 10.41 การใช้ใบอ้อยคลุมดินในแปลงปลูกผัก
ที่มา: ถ่ายจากแปลงเกษตรกร ตำบลลำเหย อำเภอดอนตูม จังหวัดนครปฐม

10.3.4 ศาสตร์พระราชาในการอนุรักษ์ดินและน้ำ

พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช ทรงพระราชทานแนวพระราชดำริในการดูแลและรักษาดินที่เรียกว่า “การห่มดิน” ทรงรับสั่งให้ “ห่มดิน อย่าเปลือยดิน” เพื่อให้ดินมีความชุ่มชื้นจุลินทรีย์ทำงานได้ดี อันจะส่งผลให้ดินบริเวณนั้นทำการเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ ป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน ป้องกันแรงกระแทกจากฝนที่ตกลงมา เก็บกักน้ำในดินไว้ได้ และพัฒนาทรัพยากรดินให้เกิดแร่ธาตุ ทั้งนี้การห่มดินมีอยู่ด้วยกันหลายวิธีการ เช่น ใช้ฟางและเศษใบไม้มาห่มดินหรือวัสดุอื่นตามที่หาได้ตามสภาพทั่วไปของพื้นที่ การใช้พรมใยปาล์ม (wee drop) ซึ่งทำมาจากปาล์มที่ผ่านการรีดน้ำมันแล้ว เริ่มจากการนำทะลายปาล์มมาตะกุยให้เป็นเส้นๆ ก่อนจะเอาไปอัดให้เป็นแผ่นเป็นผ้าห่มดิน นอกจากประโยชน์ที่กล่าวไปแล้ว การห่มดินยังจะช่วยคลุมหน้าดินไม่ให้วัชพืชขึ้นรบกวนต้นไม้พืชหลักอีกด้วย

การห่มดิน คือการป้องกันการระเหยของความชื้นที่อยู่ในดิน และเป็นที่อาศัยของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ จุลินทรีย์ชอบอยู่ในที่มืดที่มีความชุ่มชื้น ซึ่งจะทำให้จุลินทรีย์ทำงานและขยายตัวได้อย่างมีประสิทธิภาพ และจะทำให้ดินมีความสมบูรณ์

การห่มดิน เป็นวิธีการเพิ่มอินทรียวัตถุให้กับดิน หรือเป็นการปรับปรุงดินก่อนการเพาะปลูก ดินที่ดีสังเกตจะมีเชื้อราเกิดขึ้นและต้องใช้ร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ จะทำให้ดินมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น หากมีการปลูกหญ้าแฝก ใบแฝกก็ตัดมาห่มดินได้ การห่มดินเพื่อให้จุลินทรีย์ในดินมีความอุดมสมบูรณ์ ถ้าเปลือยดินไว้จะทำให้จุลินทรีย์ตาย ต้นไม้จะไม่สามารถเจริญเติบได้ วิวัฒน์ ศัลยกำธร (2559) กล่าวว่า “เรื่องการห่มดินสรุปว่าเป็น “ปัญญาธรรมชาติ” พืชพันธุ์หรือต้นไม้ไม่ว่าพืชชั้นสูงพืชชั้นต่ำ ไม้ใหญ่ไม้เล็กก็ต้องการความสมดุลทางธรรมชาติเช่นเดียวกันทั้งสิ้น บางครั้งสิ่งที่เขา

ขาดไปเราก็สามารถแต่งเติมธรรมชาติให้เขาได้เช่นกันโดยไม่ทิ้งความจริงของธรรมชาติ เช่น การห่มดิน” ปัจจุบันมีการศึกษาเรียนรู้ต่อยอดจากประสบการณ์นำแนวคิดการทำเกษตรผสมผสานตามแนวปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมาปรับใช้ โดยการปรับคุณภาพดินด้วยการ “ห่มดิน” ด้วยฟางข้าว เศษใบไม้ เพื่อทำให้ดินมีชีวิต การรักษาไม้ยืนต้นเดิมที่มีอยู่ในพื้นที่สวนและเสริมพันธุ์ไม้ใหม่ที่เหมาะสมกับพืชเดิมที่มีอยู่ด้วยแนวคิดการปลูกพืช 5 ระดับ คือ พืชใต้ดิน พืชเลื้อย พืชพ้นดิน พืชยืนต้นระดับกลางและไม้ยืนต้นระยะยาว ในพื้นที่เดียวกัน
(ศูนย์ภูมิรักษ์ธรรมชาติ, 2559)

บทสรุป

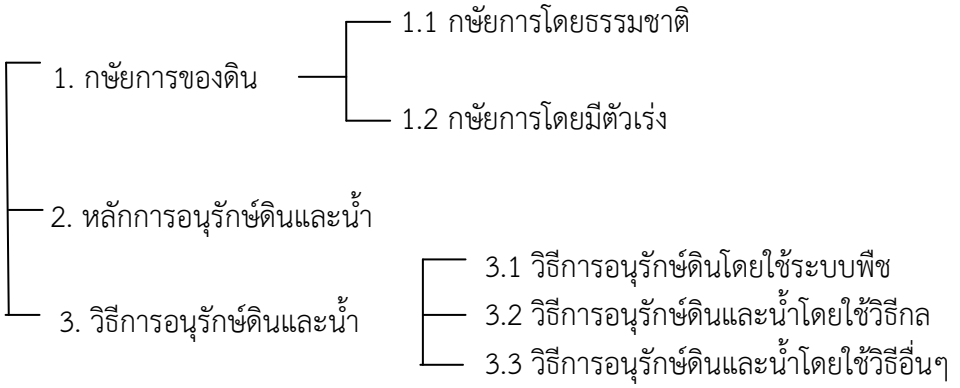
กษัยการของดินหรือการพังทลายของดินคือกระบวนการที่เกิดการแตกกระจายของอนุภาคดินแล้วถูกพัดพาให้เคลื่อนที่ไป โดยมีตัวการทางธรรมชาติและตัวการที่เป็นตัวเร่งโดยฝีมือมนุษย์ที่ก่อให้เกิดการพังทลาย และการพัดพาของดิน เช่น การไหลบ่าของน้ำทำให้เกิดการสูญเสียหน้าดิน การลื่นไถลของดิน และการกัดเซาะทำให้เกิดร่องน้ำผิวหน้าดิน เป็นต้น

การอนุรักษ์ดินสามารถทำได้ด้วยวิธีการโดยใช้ระบบพืช เช่น การปลูกพืชคลุมดิน การปลูกพืชเป็นแนวระดับ การปลูกพืชหมุนเวียน และการปลูกหญ้าแฝก เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถใช้วิธีกล โดยอาศัยหลักการการสร้างสิ่งกีดขวางทางน้ำ เช่น ฝายแม้ว คันดินและทางระบายน้ำ เป็นต้น การปฏิบัติการในสภาพไร่นาหรือแปลงปลูกพืชของเกษตรกรด้วยวิธีการง่ายๆ ก็สามารถจะช่วยอนุรักษ์ดินและน้ำในแปลงปลูกพืชได้ เช่น การใช้วิธีการให้น้ำที่เหมาะสม การใช้วัสดุคลุมดิน เป็นต้น

คำถามทบทวนประจำบทที่ 10

1. อธิบายความสำคัญของการอนุรักษ์ดินและน้ำ
2. อธิบายความหมาย ของกษัยการของดิน และปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดกษัยการของดิน
3. วิธีการที่นำมาใช้ในการอนุรักษ์ดินและน้ำโดยใช้ระบบพืช กระทำได้อย่างไรบ้าง
4. การปฏิบัติการการอนุรักษ์ดินและน้ำ ในสภาพไร่นาหรือแปลงปลูกพืช สามารถกระทำได้อย่างไรบ้าง

แผนภาพสรุปบทที่ 10



บทปฏิบัติการที่ 10
หลักการปฏิบัติและบำรุงรักษาดินและน้ำสำหรับการปลูกพืช

วัตถุประสงค์

เพื่อให้นักศึกษาทดลองปฏิบัติการบำรุงรักษาดินและน้ำ สำหรับการปลูกพืช

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ให้นักศึกษาทำแปลงปลูกพืชผักทดลองเพื่อทดลองปฏิบัติการบำรุงรักษาดินและน้ำสำหรับการปลูกพืช โดยมีการเปรียบเทียบการคลุมดินในแปลงปลูกด้วยวัสดุชนิดต่างๆ ที่สามารถหาได้ในท้องถิ่น เช่น ผักตบชวา แกลบ ใบไผ่ ต้นธูปฤาษี และเศษใบไม้แห้งต่างๆ เป็นต้น

2. เปรียบเทียบผลของวิธีการให้น้ำพืชในแต่ละวิธีการ ได้แก่ การให้น้ำแบบปล่อยไปตามร่อง การให้น้ำแบบพ่นฝอย และการให้น้ำแบบท่วมแปลง

การสรุปผล

1. ทำการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสภาพของดินในแต่ละแปลงที่มีความแตกต่างของการคลุมดินด้วยวัสดุต่างชนิดกัน

2. ทำการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของสภาพดินที่ใช้ในการปลูกพืชในแต่ละแปลง ที่มีความแตกต่างของวิธีการให้น้ำแบบต่างๆ

แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 11
การจำแนกชุดดินในประเทศไทย

หัวข้อเนื้อหาประจำบท

11.1 ความหมายของชุดดิน
11.2 กลุ่มของชุดดิน
บทสรุป

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อศึกษาบทที่ 11 จบแล้ว นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายลักษณะของชุดดินในแต่ละชุดดินได้
2. อธิบายการใช้ประโยชน์จากดินสำหรับการปลูกพืชชนิดต่างๆ ในแต่ละชุดดินได้

วิธีสอนและกิจกรรมการเรียนการสอนประจำบท

1. วิธีสอน

1.1 การฟังการอภิปรายและบรรยาย
1.2 การค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองจากเอกสาร สื่อออนไลน์
1.3 การทัศนศึกษานอกสถานที่
1.4 การศึกษาและวิเคราะห์ตัวอย่างจากของจริง

2. กิจกรรมการเรียนการสอน

2.1 นำเสนอภาพตัวอย่างชุดดินต่างๆ ของประเทศไทยให้ผู้เรียนสังเกตพร้อมกับการตั้งคำถาม สนทนา แลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อชี้ให้เห็นปัญหาการใช้ที่ดิน
2.2 การบรรยายเนื้อหาในหัวข้อต่างๆ
2.3 ให้ผู้เรียนปฏิบัติการเก็บตัวอย่างดินในจังหวัดนครปฐม นำมาตรวจดูลักษณะเปรียบเทียบความแตกต่างของชุดดิน

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอน
2. ภาพประกอบต่างๆ
3. ตัวอย่างดินจากแหล่งต่างๆ
4. แปลงปลูกพืชทดลอง ตัวอย่างสภาพที่ดินนอกห้องเรียน

5. แปลงปลูกพืชของเกษตรกร

การวัดและการประเมินผล

1. ประเมินความรู้หลังการเรียนเทียบกับความรู้เดิมของนักศึกษา
2. ประเมินจากการตั้งคำถาม ตอบคำถาม และการอภิปรายในชั้นเรียน
3. ประเมินจากผลงานการค้นคว้าของนักศึกษา
4. ประเมินจากผลการทดลองของนักศึกษา
5. ประเมินจากการทัศนศึกษานอกสถานที่

บทที่ 11
การจำแนกชุดดินในประเทศไทย

ปัจจุบันประเทศไทยทำการสำรวจจำแนกดินตามระบบอนุกรมวิธานดินที่พัฒนาโดยกระทรวงเกษตรของประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีการแบ่งขั้นการจำแนกออกเป็น อันดับ อันดับย่อย กลุ่มดินใหญ่ กลุ่มดินย่อย วงศ์ดิน และชุดดินตามลำดับ ดินที่ใช้ทำการเกษตรในประเทศไทยมีมากกว่า 240 ชุดดิน แต่ละชุดดินมีสมบัติดินที่แตกต่างกันส่งผลถึงศักยภาพ และความสามารถในการให้ผลผลิตดินที่แตกต่างกันด้วย การจำแนกชุดดินใช้สมบัติของดินที่เปลี่ยนแปลงได้ยาก เช่น เนื้อดิน สีดิน ความลึก และความเป็นกรดด่าง เป็นต้น ข้อมูลชุดดินจึงไม่ค่อยเปลี่ยนแปลง ซึ่งแตกต่างจากความอุดมสมบูรณ์ของดินที่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน และวิธีการจัดการทางการเขตกรรมของเกษตรกรในไร่นา ปัจจุบันข้อมูลชุดดินนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดการธาตุอาหารพืชเฉพาะพื้นที่ที่เรียกว่าการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน และการจัดการกำหนดโซนพื้นที่ปลูกพืชตามความเหมาะสมของชุดดิน

11.1 ความหมายของชุดดิน

ชุดดินเป็นหน่วยจำแนกขั้นต่ำสุดตามระบบอนุกรมวิธานดินซึ่งรวบรวมดินที่มีลักษณะเหมือนกันเข้าไว้ด้วยกัน โดยชื่อที่ใช้มักเป็นชื่อสถานที่ที่เก็บตัวอย่างดินเป็นครั้งแรก หรือเป็นบริเวณที่พบดินชนิดนั้นเป็นพื้นที่กว้างขวาง อาจเป็นชื่อจังหวัด อำเภอ ตำบล หรือชื่อของบริเวณที่มีลักษณะเด่นเป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย เช่น ชุดดินเชียงใหม่ ชุดดินสตึก ชุดดินรังสิต และชุดดินกุลาร้องไห้ เป็นต้น เพื่อความสะดวกในการแนะนำการใช้ประโยชน์ที่ดิน

กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้จำแนกชุดดินจัดตั้งในประเทศไทยตามภาค คือ

1. ภาคกลาง จำนวน 45 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินอยุธยาชุดดินบางแพ ชุดดินดอนเมือง ชุดดินเขาย้อย ชุดดินนครปฐม ชุดดินสระบุรี ชุดดินท่าขวาง ชุดดินบางกอก ชุดดินชะอำ ชุดดินดอนไร่ ชุดดินลพบุรี ชุดดินองครักษ์ ชุดดินเสนา ชุดดินท่าเรือ ชุดดินบางเลน ชุดดินฉะเชิงเทรา ชุดดินดงตะเคียน ชุดดินลาดหญ้า ชุดดินเพชรบุรี ชุดดินสิงห์บุรี ชุดดินท่ายาง ชุดดินบ้านหมี่ ชุดดินช่องแค ชุดดินหุบกระพง ชุดดินมหาโพธิ ชุดดินปากท่อ ชุดดินสมุทรปราการ ชุดดินบางเขน ชุดดินชุมแสง ชุดดินหินกอง ชุดดินมวกเหล็ก ชุดดินราชบุรี ชุดดินธัญบุรี ชุดดินบางน้ำเปรี้ยว ชุดดินเดิมบาง ชุดดินโคกกระเทียม ชุดดินมโนรมย์ ชุดดินรังสิต ชุดดินท่าจีน ชุดดินบางปะกง ชุดดินดอนเจดีย์ ชุดดินกำแพงแสน ชุดดินหนองแก ชุดดินสรรพยา และชุดดินท่าม่วง

2. ภาคเหนือ จำนวน 55 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินบางมูลนากชุดดินเชียงคานชุดดินห้างฉัตร ชุดดินลำปาง ชุดดินน้ำเลน ชุดดินพาน ชุดดินสบปราบ ชุดดินอุตรดิตถ์ ชุดดินบ้านจ้อง ชุดดินเชียงใหม่ ชุดดินหางดง ชุดดินลำสนธิ ชุดดินน้ำชุน ชุดดินโพนงาม ชุดดินสันป่าตอง ชุดดินวัฒนา ชุดดินบ่อไทย ชุดดินเชียงราย ชุดดินกำแพงเพชร ชุดดินแม่ริม ชุดดินน้ำดุก ชุดดินโป่งตอง ชุดดินศรีเทพ ชุดดินวิเชียรบุรี ชุดดินบ้านโภชน์ ชุดดินดงลาน ชุดดินหล่มสัก ชุดดินแม่สาย ชุดดินหนองมด ชุดดินภู

สะนา ชุดดินตาคลี ชุดดินวังชมภู ชุดดินชัยบาดาล ชุดดินดงยางเอน ชุดดินลี้ ชุดดินแม่แตง ชุดดินนครสวรรค์ ชุดดินสันทราย ชุดดินท่าลี่ ชุดดินวังไห ชุดดินเชียงแสน ชุดดินดอยปุย ชุดดินหล่มเก่า ชุดดินแม่ทะ ชุดดินพะเยา ชุดดินสมอทอด ชุดดินท่าพล ชุดดินวังสะพุง ชุดดินเชียงของ ชุดดินด่านซ้าย ชุดดินลำนารายณ์ ชุดดินน่าน ชุดดินเพชรบูรณ์ ชุดดินไทรงามและชุดดินตะพานหิน

3. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 44 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินบรบือ ชุดดินชุมพลบุรี ชุดดินเขมราฐ ชุดดินปากช่อง ชุดดินสกล ชุดดินธาตุพนม ชุดดินยางตลาด ชุดดินบ้านไผ่ ชุดดินจัตุรัส ชุดดินโคราช ชุดดินพิมาย ชุดดินสระแก้ว ชุดดินทุ่งสัมฤทธิ์ ชุดดินยโสธร ชุดดินบุรีรัมย์ ชุดดินจันทึก ชุดดินเลยชุดดินเพ็ญ ชุดดินสูงเนิน ชุดดินท่าตูมชุดดินบุณฑริกชุดดินด่านขุนทด ชุดดินมหาสารคาม ชุดดินโพนพิสัย ชุดดินศรีสงคราม ชุดดินท่าอุเทน ชุดดินโชคชัย ชุดดินห้วยแถลง ชุดดินน้ำพอง ชุดดินร้อยเอ็ด ชุดดินสีทน ชุดดินอุบล ชุดดินจักราช ชุดดินคำบง ชุดดินนครพนม ชุดดินเรณู ชุดดินสุรินทร์ ชุดดินอุดร ชุดดินชุมพวง ชุดดินกุลาร้องไห้ ชุดดินอ้น ชุดดินสีคิ้ว ชุดดินสตึก และชุดดินวาริน

4. ภาคใต้และชายฝั่งทะเลตะวันออก จำนวน 96 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินอ่าวลึก ชุดดินชลบุรี ชุดดินหัวหิน ชุดดินกาบแดง ชุดดินคลองนกกระทุง ชุดดินละงู ชุดดินหนองบอน ชุดดินปากจั่น ชุดดินปากคม ชุดดินพัทยา ชุดดินทรายขาว ชุดดินตากใบ ชุดดินตาขุน ชุดดินวังตง ชุดดินบางนารา ชุดดินฉลอง ชุดดินห้วยยอด ชุดดินคอหงษ์ ชุดดินโคกเคียน ชุดดินละหาน ชุดดินน้ำกระจาย ชุดดินปะดังเบซาร์ ชุดดินโป่งน้ำร้อน ชุดดินพะยอมงาม ชุดดินสะเดา ชุดดินท่าฉาง ชุดดินตะกั่วทุ่ง ชุดดินวัลเปรียง ชุดดินบ้านบึง ชุดดินชุมพร ชุดดินห้วยโป่ง ชุดดินควนกาหลง ชุดดินโคกกลอย ชุดดินลำภูรา ชุดดินหนองคล้า ชุดดินผักกาด ชุดดินพานทอง ชุดดินระแงะ ชุดดินสัตหีบ ชุดดินตราด ชุดดินตรัง ชุดดินยะลา ชุดดินบาเจาะ ชุดดินไชยา ชุดดินหาดใหญ่ ชุดดินเขาขาด ชุดดินเกาะใหญ่ ชุดดินมะขาม ชุดดินนาท่าม ชุดดินพะวง ชุดดินปัตตานี ชุดดินระโนด ชุดดินสงขลา ชุดดินท่าแซะ ชุดดินต้นไทร ชุดดินยี่งอ ชุดดินบ้านทอน ชุดดินเชียรใหญ่ ชุดดินกันตัง ชุดดินแกลง ชุดดินคลองขุด ชุดดินไม้ขาว ชุดดินนาทอน ชุดดินพังงา ชุดดินพัทลุง ชุดดินระนอง ชุดดินสะท้อน ชุดดินทุ่งหว้า ชุดดินท่าศาลา ชุดดินย่านตาขาว ชุดดินบึงชะนัง ชุดดินฝั่งแดง ชุดดินกระบี่ ชุดดินคลองเต็ง ชุดดินลำแก่น ชุดดินมูโนะ ชุดดินนราธิวาส ชุดดินสุไหงปาดี ชุดดินพะโต๊ะ ชุดดินรือเสาะ ชุดดินสตูล ชุดดินท่าใหม่ ชุดดินทุ่งค่าย ชุดดินสายบุรี ชุดดินสุไหงโก-ลก ชุดดินคลองชาก ชุดดินคลองท่อม ชุดดินหลังสวน ชุดดินนาทวี ชุดดินโอลำเจียก ชุดดินภูเก็ต ชุดดินปะทิว ชุดดินระยอง ชุดดินสวี ชุดดินท้ายเหมืองและชุดดินวิสัย

11.2 กลุ่มของชุดดิน

ปัจจุบันกรมพัฒนาที่ดินได้จัดรวมชุดดินที่พบในประเทศไทยที่มีมากกว่า 240 ชุดดิน ออกเป็น 62 กลุ่มชุดดิน โดยพิจารณาจากลักษณะทางสัณฐานวิทยาของดิน ลักษณะทางกายภาพทางเคมี ชั้นหน้าตัดดิน และข้อจำกัดในเชิงการใช้เพื่อการเกษตรที่คล้ายคลึงกันเข้าไว้ด้วยกัน ดังนี้ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553)

กลุ่มชุดดินที่ 1

ประกอบด้วยชุดดิน 6 ชุดดิน คือ บ้านโพด วัฒนา ลพบุรีที่ต่ำ ช่องแค บ้านหมี่ โคกกระเทียม ท่าเรือและบุรีรัมย์ทำนา

ลักษณะสำคัญ คือ ดินลึก เหนียวจัด สีดำหรือเทาแก่ตลอด การระบายน้ำเลว ปฏิกิริยาดินเป็นกลางถึงด่างปานกลาง มักมีน้ำแช่ขังในฤดูฝน พืชหลักที่ปลูก ได้แก่ ข้าว

กลุ่มชุดดินที่ 2

ประกอบด้วยชุดดิน 8 ชุดดิน ได้แก่ อยุธยา บางน้ำเปรี้ยว ชุมแสง บางปะอิน บางเขน ท่าขวาง ศรีสงคราม และมหาโพธิ์

ลักษณะสำคัญ คือ ดินเหนียวสีเทา ดินลึกมีการระบายน้ำเลว ปฏิกิริยาดินเป็นกรดถึงกรดจัด (pH 4.5 - 5.0) ถ้าเกิดบริเวณชายฝั่งทะเลหรือที่ราบลุ่มภาคกลางจะมีจุดสีเหลืองฟางข้าวของสารจาโรไซต์ในระดับความลึกประมาณ 150 เซนติเมตร ทับอยู่บนดินเลน ซึ่งเป็นตะกอนน้ำทะเลสีเทาปนเขียว พืชหลักที่ปลูกได้แก่ ข้าว

กลุ่มชุดดินที่ 3

ประกอบด้วยชุดดิน 7 ชุดดิน ได้แก่ สิงห์บุรี พิมาย บางกอก บางแพ ฉะเชิงเทรา สมุทรปราการและบางเขน

ลักษณะสำคัญ คือ ดินลึก เหนียวจัด การระบายน้ำเลว ปฏิกิริยาดินเป็นกลางถึงด่างปานกลาง มักมีน้ำแช่ขังในฤดูฝน พืชหลักที่ปลูก ได้แก่ ข้าว

กลุ่มชุดดินที่ 4

ประกอบด้วยชุดดิน 5 ชุดดิน ได้แก่ ชัยนาท ท่าพล บางมูลนาค ราชบุรีและสระบุรี

ลักษณะสำคัญ คือ ดินเหนียวสีเทา สีน้ำตาลปนเทา หรือสีเทาปนเขียวมะกอก การระบายน้ำเลวถึงค่อนข้างเลว ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นด่าง (pH 5.5 –8.0) ดินล่างในบางชุดดินอาจพบก้อนปูนทุติยภูมิ พืชหลักที่ปลูก ได้แก่ ข้าวและพืชผักก่อนและหลังปลูกข้าว

กลุ่มชุดดินที่ 5

ประกอบด้วยชุดดิน หางดง ละงู และพาน

ลักษณะสำคัญ ดินลึก เหนียว การระบายน้ำเลวถึงค่อนข้างเลว ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นด่างอ่อน พืชหลักที่ปลูก ได้แก่ ข้าว ถั่วเหลือง (ก่อนและหลังปลูกข้าว)

กลุ่มชุดดินที่ 6

ประกอบด้วยชุดดิน บางนรา นครพนม สุไหงโกลก แกลง มโนรมย์ ปากท่อ ท่าศาลา คลองชุด เชียงราย พะวง สตูลและวังตง

ลักษณะสำคัญ ดินลึกเหนียว การระบายน้ำเลวถึงค่อนข้างเลว ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดแก่ พืชหลักที่ปลูก ได้แก่ ข้าว

กลุ่มชุดดินที่ 7

ประกอบด้วยชุดดิน นครปฐม อุตรดิษฐ์ ผักกาด พิจิตร ท่าตูม เดิมบางและสุโขทัย

ลักษณะสำคัญ ดินลึกเหนียว การระบายน้ำเลวถึงค่อนข้างเลว ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นด่างอ่อน พืชหลักที่ปลูก ได้แก่ ข้าว

กลุ่มชุดดินที่ 8

ประกอบด้วยชุดดิน ธนบุรี สมุทรสงครามและดำเนินสะดวก

ลักษณะสำคัญ ดินเหนียวสีเทาแต่ดินบนมีการทับถมเป็นชั้นของดินและอินทรียวัตถุเนื่องมาจากการขุดลอกร่องน้ำ ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกลาง (pH 6.0 – 7.0) พืชหลักที่ปลูก ได้แก่ ไม้ผล (มะพร้าว ละมุด มะม่วง) พืชผัก (ผักกาดต่างๆ ถั่วฝักยาว)

กลุ่มชุดดินที่ 9

ประกอบด้วยชุดดิน ชะอำ

ลักษณะสำคัญ ดินเหนียวสีเทา มีจุดประสีเหลืองฟางข้าวของจาโรไซต์ ในระดับตื้นดินบนมี pH 4.0 หรือน้อยกว่า ดินล่างเป็นดินเค็ม pH 7.0 – 8.5 ดินมีการระบายน้ำเลว พืชหลักที่ปลูก คือ ข้าว

กลุ่มชุดดินที่ 10

ประกอบด้วยชุดดิน องครักษ์ มูโน๊ะ รังสิตกรดจัด และเชียรใหญ่

ลักษณะสำคัญ ดินเหนียวสีดำหรือสีเทา มีจุดประสีเหลืองฟางข้าวจาโรไซด์ในระดับตื้น หรือดินมีค่าความเป็นกรดด่างต่ำกว่า 4.5 ภายในมีความลึก 50 เซนติเมตร การระบายน้ำเลว พืชหลักที่ปลูก คือ ข้าว

กลุ่มชุดดินที่ 11

ประกอบด้วยชุดดินรังสิต ธัญบุรี เสนาและดอนเมือง

ลักษณะสำคัญ ดินเปรี้ยวจัดหรือดินกรดกำมะถัน ดินลึกเหนียว การระบายน้ำเลว ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกรดจัด (pH 4.5 – 5.0) พบชั้นจาโรไซท์ในระดับความลึก 50 – 100 เซนติเมตร พืชหลักที่ปลูก คือ ข้าว

กลุ่มชุดดินที่ 12

ประกอบด้วยชุดดินท่าจีน

ลักษณะสำคัญ ดินเลนเหนียวสีดำปนเทาหรือสีเทาปนเขียว ดินมีการระบายน้ำเลว เป็นดินเค็มจัด ปฏิกิริยาดินเป็นกลางถึงด่างปานกลาง (pH 7.0 – 8.0) พืชหลักที่ปลูกคือ ข้าว

กลุ่มชุดดินที่ 13

ประกอบด้วยชุดดินบางปะกงและตะกั่วทุ่ง

ลักษณะสำคัญ ดินเลนที่เป็นดินเค็มและมีกรดกำมะถันแฝงอยู่ ดินจะเป็นกรดจัดเมื่อระบายน้ำออก ดินลึก การระบายน้ำเลว พืชหลักที่ปลูกคือ ข้าว

กลุ่มชุดดินที่ 14

ประกอบด้วยชุดดินระแงะและต้นไทร

ลักษณะสำคัญ ดินเหนียวสีเทา เป็นกรดจัด การระบายน้ำเลว ดินล่างเป็นดินเลน สีเทาปนเขียวมีสารประกอบกำมะถันมาก พืชหลักที่ปลูก คือข้าว

กลุ่มชุดดินที่ 15

ประกอบด้วยชุดดิน แม่สาย น่าน แม่ทะ หล่มสัก เฉลียงลับ และลับแล

ลักษณะสำคัญ ดินลึก ร่วนเหนียว หรือร่วนเหนียวปนทรายแป้ง การระบายน้ำค่อนข้างเลว ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกลาง พืชหลักที่ปลูก คือ ข้าว

กลุ่มชุดดินที่ 16

ประกอบด้วยชุดดินหินกอง ลำปาง เกาะใหญ่ ศรีเทพและพานทอง

ลักษณะสำคัญ ดินลึก เป็นดินร่วนปนทรายแป้งถึงร่วนเหนียวปนทรายแป้ง สีเทาถึงสีน้ำตาลปนเทา ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดปานกลาง (pH 5.0 – 6.0)

กลุ่มชุดดินที่ 17

ประกอบด้วยชุดดิน หล่มเก่า สายบุรี สงขลา ร้อยเอ็ด โคกเทียน บุณฑริก เรณู วิสัย และสุไหงปาดี

ลักษณะสำคัญ ดินลึกมีการระบายน้ำค่อนข้างเลว ดินบนเป็นดินร่วนหรือร่วนปนทราย ดินล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดแก่ (pH 4.5 – 5.5) พืชหลักที่ปลูก คือ ข้าว

กลุ่มชุดดินที่ 18

ประกอบด้วยชุดดิน ชลบุรี เขาย้อยและโคกสำโรง

ลักษณะสำคัญ ดินลึก ร่วนปนทรายถึงดินร่วนเหนียวปนทราย การระบายน้ำเลว ปฏิกิริยาดินเป็นกรดแก่ถึงเป็นกรดปานกลาง พืชหลักที่ปลูก คือ ข้าว

กลุ่มชุดดินที่ 19

ประกอบด้วยชุดดินวิเชียรบุรีและมะขาม

ลักษณะสำคัญ ดินลึกการระบายน้ำค่อนข้างเลว ดินบนเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินทราย ดินล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายหรือดินเหนียวปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดแก่พืชหลักที่ปลูก คือ ข้าว

กลุ่มชุดดินที่ 20

ประกอบด้วยชุดดิน กุลาร้องไห้ อุดร ร้อยเอ็ดที่มีคราบเกลือและหนองแก

ลักษณะสำคัญ คือ ดินเค็ม ดินทรายปนดินร่วนถึงดินร่วนปนทราย การระบายน้ำเลวถึงค่อนข้างเลว มีเกลือสูง พืชหลักที่ปลูก คือ ข้าว

กลุ่มชุดดินที่ 21

ประกอบด้วยชุดดินสรรพยา เพชรบุรี

ลักษณะสำคัญ คือ ดินลึก การระบายน้ำดีปานกลาง ถึงค่อนข้างเลว ดินร่วนหรือดินร่วนปนทราย หรือร่วนปนทรายแป้งสลับชั้นกันไม่แน่นอน ปฏิกิริยาดินเป็นกรดแก่ถึงเป็นกลาง (pH 5.5 – 7.0) พืชหลักที่ปลูก คือ ข้าว

กลุ่มชุดดินที่ 22

ประกอบด้วยชุดดินน้ำกระจาย สันทราย สีทนและชัยภูมิ

ลักษณะสำคัญ คือ ดินลึก การระบายน้ำค่อนข้างเลว ดินร่วนปนทราย ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดแก่ (pH 4.5 – 5.5) พืชหลักที่ปลูก คือ ข้าว

กลุ่มชุดดินที่ 23

ประกอบด้วยชุดดินทรายขาว บางละมุงและวังเปรียง

ลักษณะสำคัญ คือ ดินทรายลึก สีเทา การระบายน้ำเลวถึงเลวมาก ปฏิกิริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นด่างปานกลาง (pH 6.0 – 8.5) พืชหลักที่ปลูก คือ ข้าว

กลุ่มชุดดินที่ 24

ประกอบด้วยชุดดิน อุบล ท่าอุเทนและบ้านบึง

ลักษณะสำคัญ ดินลึก เป็นทราย การระบายน้ำค่อนข้างเลวถึงดีปานกลาง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นด่างเล็กน้อย พืชหลักที่ปลูก คือ ข้าว มันสำปะหลัง

กลุ่มชุดดินที่ 25

ประกอบด้วยชุดดิน เพ็ญ กันตัง พยอมงาม สะท้อน อ้น ม่วงค่อมและทุ่งค่าย ย่านตาขาว

ลักษณะสำคัญ ดินดอนถึงชั้นลูกรัง ดินบนค่อนข้างเป็นทราย การระบายน้ำค่อนข้างเลว พืชหลักที่ปลูก คือ ข้าว

กลุ่มชุดดินที่ 26

ประกอบด้วยชุดดิน พังงา อ่าวลึก ท้ายเหมือง ลำภูรา ปะทิว ภูเก็ต โคกกลอย กระบี่ ปากจั่นและห้วยโป่ง

ลักษณะสำคัญ ดินลึก สีน้ำตาล แดง เหลือง ดินร่วนถึงดินเหนียว การระบายน้ำดี ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดแก่ พืชหลักที่ปลูก คือ ยางพารา ปาล์มน้ำมัน

กลุ่มชุดดินที่ 27

ประกอบด้วยชุดดิน หนองบอน ท่าใหม่

ลักษณะสำคัญ ดินเหนียวค่อนข้างร่วนซุยสีแดง ดินลึก มีการระบายน้ำดี ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดแก่ (pH 5.0 – 5.5) พบบริเวณพื้นที่ที่มีฝนตกชุก พืชหลักที่ปลูก คือ ทุเรียน เงาะ ยางพารา

กลุ่มชุดดินที่ 28

ประกอบด้วยชุดดิน ชัยบาดาล ดงลาน วังชมพู สมอทอด ลพบุรี บุรีรัมย์ และน้ำเลน

ลักษณะสำคัญ ดินลึกเหนียวจัด สีดำ หรือสีน้ำตาล อาจพบชั้นปูนมาร์ลในดินล่าง การะบายน้ำดี ปฏิกิริยาดินเป็นกลางถึงเป็นด่างปานกลาง (pH 7.0 – 8.0) พืชหลักที่ปลูก คือ ข้าวโพด ข้าวฟ่าง มะม่วง มะขามหวาน

กลุ่มชุดดินที่ 29

ประกอบด้วยชุดดิน บ้านจ้อง โชคชัย ปากช่อง เชียงของ หนองมด เขาใหญ่ สูงเนิน แม่แตงและห้างฉัตร

ลักษณะสำคัญ ดินลึกเหนียว (สีแดง น้ำตาล เหลือง) การะบายน้ำดี ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดแก่ (pH 4.5 – 5.5) พืชหลักที่ปลูก คือ ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ถั่วเหลือง ฝ้าย และมะขามหวาน

กลุ่มชุดดินที่ 30

ประกอบด้วยชุดดิน ดอยปุย และเชียงแสน

ลักษณะสำคัญ ดินลึกเหนียว สีแดง การระบายน้ำดี ปฏิกิริยาดินเป็นกรดถึงกรดเล็กน้อย (pH 5.5 – 6.5) อยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเล 500 เมตร ขึ้นไป

กลุ่มชุดดินที่ 31

ประกอบด้วยชุดดิน เลยและวังไฮ

ลักษณะสำคัญ ดินเหนียวลึก สีน้ำตาล สีเหลืองหรือสีแดง การระบายน้ำดีปานกลางถึงดี ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกรดเล็กน้อย (pH 5.5 –6.5) พืชหลักที่ปลูก คือ ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ถั่วเหลือง มะขามหวาน และฝ้าย

กลุ่มชุดดินที่ 32

ประกอบด้วยชุดดิน รือเสาะ ลำแก่น ตาขุน

ลักษณะสำคัญ คือดินลึก ร่วนหรือร่วนเหนียวปนทรายแป้ง การระบายน้ำดี ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดแก่ (pH 4.5 –5.5) พบบริเวณพื้นที่ที่มีฝนตกชุก พืชหลักที่ปลูก คือ ทุเรียน เงาะ มังคุด

กลุ่มชุดดินที่ 33

ประกอบด้วยชุดดิน ดงยางเอน กำแพงเพชร ตะพานหิน กำแพงแสน ธาตุพนม น้ำดุก

ลักษณะสำคัญ คือ ดินลึก เป็นดินร่วนปนทรายแป้ง ดินมีการระบายดีถึงดีปานกลาง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลาง ถึงเป็นกรดเล็กน้อยในดินบนและเป็นกลางถึงเป็นด่างปานกลางในดินล่าง พืชหลักที่ปลูก คือ ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ถั่วเหลือง และมะม่วง เป็นต้น

กลุ่มชุดดินที่ 34

ประกอบด้วยชุดดิน ฉลอง คลองนกกระทุง ท่าแซะ ควนกาหลง คลองท่อม ละหาน ฝั่งแดง นาท่าม

ลักษณะสำคัญ ดินลึก สีน้ำตาลแดง เหลือง ดินร่วนถึงดินเหนียว การระบายน้ำดี ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดแก่ พบบริเวณพื้นที่ที่มีฝนตกชุก พืชหลักที่ปลูก คือ ยางพารา ปาล์มน้ำมัน กาแฟ เงาะ และทุเรียน เป็นต้น

กลุ่มชุดดินที่ 35

ประกอบด้วยชุดดิน โคราช วาริน ด่านซ้าย มาบบอน สตึก ยโสธร ดอนไร่

ลักษณะสำคัญ คือ ดินลึก ดินบนร่วนปนทราย ถึงดินทรายปนดินร่วน ดินล่างร่วนเหนียวปนทราย การะบายน้ำดีถึงดีปานกลาง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงกรดแก่ (pH 4.5 – 5.5) พืชหลักที่ปลูก คือ มันสำปะหลัง ข้าวโพด เป็นต้น

กลุ่มชุดดินที่ 36

ประกอบด้วยชุดดิน ศรีราชา เพชรบูรณี สีคิ้ว ปราณบุรี

ลักษณะสำคัญ ดินลึก ร่วนปนดินเหนียวหรือดินร่วนเหนียวปนทราย การระบายน้ำดี ปฏิกิริยาดินของดินบนเป็นกรดแก่ ถึงเป็นกรดปานกลาง (pH 5.0 –6.0) ดินล่างเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นด่างอ่อน (pH 6.5 – 7.5) พืชหลักที่ปลูก คือ ข้าวโพด ข้าวฟ่าง มันสำปะหลัง เป็นต้น

กลุ่มชุดดินที่ 37

ประกอบด้วยชุดดิน นาคู ทับเสลา บ่อไทย

ลักษณะสำคัญ ดินลึก สีน้ำตาลถึงสีน้ำตาลปนเทา ดินล่างอาจมีจุดประสีแดงและศิลาแลงอ่อนปะปน ดินบนเป็นดินทรายปนดินร่วน ดินล่างเป็นดินเหนียวหรือดินเหนียวปนเศษหิน การระบายน้ำดีปานกลาง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงกรดแก่ (pH 4.5 – 5.5) พืชหลักที่ปลูก คือ ข้าวโพด มันสำปะหลัง เป็นต้น

กลุ่มชุดดินที่ 38

ประกอบด้วยชุดดิน เชียงใหม่ ชุมพลบุรี ไทรงาม ท่าม่วง ป่าสัก ดอนเจดีย์

ลักษณะสำคัญ ดินลึก มีชั้นดินสลับไม่แน่นอนของดินร่วน ดินร่วนปนทรายแป้ง หรือ ดินร่วนปนทรายละเอียด สีน้ำตาล การระบายน้ำดี ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกลาง (pH 5.0 – 7.0) พืชหลักที่ปลูก คือ กะหล่ำปลี มะม่วง เป็นต้น

กลุ่มชุดดินที่ 39

ประกอบด้วยชุดดิน คอหงส์ สะเดา นาทวี ทุ่งหว้า

ลักษณะสำคัญ ดินลึก ร่วนปนทรายสีน้ำตาลเหลืองแดง การระบายน้ำดี ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงกรดแก่ (pH 4.5 –5.5) พบบริเวณที่มีฝนตกชุก พืชหลักที่ปลูก ยางพารา ปาล์มน้ำมัน กาแฟ เงาะ ทุเรียน เป็นต้น

กลุ่มชุดดินที่ 40

ประกอบด้วยชุดดิน สันป่าตอง เขาพลอง ยางตลาด ชุมพวง หุบกระพง

ลักษณะสำคัญ ดินลึก ร่วนปนทรายสีน้ำตาลอ่อน สีเหลืองหรือสีแดง การระบายน้ำดี ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดแก่ (pH 4.5 – 5.5) พืชหลักที่ปลูก ข้าวโพด มันสำปะหลัง เป็นต้น

กลุ่มชุดดินที่ 41

ประกอบด้วยชุดดิน กำบง มหาสารคาม บ้านไผ่

ลักษณะสำคัญ ดินลึก ตอนบนเป็นดินทรายหรือดินทรายปนดินร่วนหนา 50 – 100 เซนติเมตร ดินล่างเป็นดินร่วนปนทรายถึงดินร่วนเหนียวปนทราย การระบายน้ำดีถึงดีปานกลาง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดแก่ (pH 4.5 –5.5) พืชหลักที่พบ คือ มันสำปะหลัง ปอแก้ว เป็นต้น

กลุ่มชุดดินที่ 42

ประกอบด้วย ชุดดินบ้านทอน

ลักษณะสำคัญ ดินทรายจัดสีเทาที่มีชั้นดานอินทรีย์ สีน้ำตาลหรือแดงในดินล่าง การระบายน้ำค่อนข้างเลวถึงดีปานกลาง พบบริเวณหาดทรายเก่าหรือสันทรายชายทะเล พืชหลักที่พบ คือ มะพร้าว มะม่วงหิมพานต์ เป็นต้น

กลุ่มชุดดินที่ 43

ประกอบด้วยชุดดิน บาเจาะ หลังสวน พัทยา สัตหีบ หัวหิน ไม้ขาว ระยอง ดงตะเคียน เป็นต้น

ลักษณะสำคัญ ดินทรายลึกบริเวณหาดทรายหรือสันทรายชายทะเล อาจพบเปลือกหอยปะปน สีเทา น้ำตาลอ่อนหรือเหลือง การระบายน้ำค่อนข้างมากเกินไป ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นด่างปานกลาง (pH 5.5 – 8.0) พบในเขตฝนตกชุก พืชหลักที่ปลูก คือ มะพร้าว

กลุ่มชุดดินที่ 44

ประกอบด้วยชุดดิน น้ำพอง จันทึก เป็นต้น

ลักษณะสำคัญ ดินลึก เป็นทราย การระบายน้ำดีมากเกินไป พืชหลักที่ปลูก คือมันสำปะหลัง

กลุ่มชุดดินที่ 45

ประกอบด้วยชุดดิน ชุมพร คลองชาก หนองคล้า หาดใหญ่ เขาขาด ยะลา

ลักษณะสำคัญ ดินตื้นถึงชั้นลูกรังหรือกรวด การระบายน้ำดี ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงกรดแก่ พบบริเวณพื้นที่ที่มีฝนตกชุก พืชหลักที่ปลูก คือยางพารา และกาแฟ เป็นต้น

กลุ่มชุดดินที่ 46

ประกอบด้วยชุดดิน เชียงคาน สุรินทร์ ภูสะนา กบินทร์บุรี โป่งตอง

ลักษณะสำคัญ ดินตื้น เป็นดินเหนียวปนกรวดหรือลูกรัง การะบายน้ำดี ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดเล็กน้อย (pH 5.0 – 6.5) พืชหลักที่ปลูก คือ ข้าวโพดและมะม่วง เป็นต้น

กลุ่มชุดดินที่ 47

ประกอบด้วยชุดดิน ลี้ โคกปรือ หินซ้อน สบปราบ ไพสาลี มวกเหล็ก นครสวรรค์ ท่าลี่ โป่งน้ำร้อน และงาว เป็นต้น

ลักษณะสำคัญ ดินตื้นถึงชั้นเศษหินหนาแน่น เป็นพวกดินเหนียวสีน้ำตาล เหลือง หรือแดง การระบายน้ำดี ปฏิกิริยาดินเป็นกรดแก่ถึงเป็นกลาง (pH 5.5 – 7.0) พืชหลักที่ปลูก คือ ข้าวโพด อ้อย เป็นต้น

กลุ่มชุดดินที่ 48

ประกอบด้วยชุดดิน ท่ายาง พะเยา นาเฉลียง แม่ริม น้ำขุน

ลักษณะสำคัญ ดินตื้น ที่เป็นดินร่วนปนทรายถึงดินร่วนเหนียวปนทราย มีเศษหินหรือกรวดมนหรือพบชั้นหินพื้น การระบายน้ำดี ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดปานกลาง (pH 5.0 – 6.0) พืชหลักที่ปลูก คือ ข้าวไร่ ข้าวโพด และถั่วลิสง เป็นต้น

กลุ่มชุดดินที่ 49

ประกอบด้วยชุดดิน โพนพิสัย สกลนคร บรบือ

ลักษณะสำคัญ ดินตื้นถึงชั้นลูกรังหรือเศษหินทราย เนื้อดินค่อนข้างเป็นทราย การระบายน้ำดีปานกลาง พืชหลักที่ปลูก คือ ข้าวโพด มะม่วง และมะม่วงหิมพานต์ เป็นต้น

กลุ่มชุดดินที่ 50

ประกอบด้วยชุดดิน สวี และพะโต๊ะ

ลักษณะสำคัญ ดินลึกปานกลางถึงชั้นเศษหินหรือลูกรัง ดินบนเป็นดินร่วนปนทรายถึงดินร่วนเหนียวปนทราย การระบายน้ำดี ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดแก่ (pH 5.0 –5.5) พบบริเวณที่มีฝนตกชุก พืชหลักที่ปลูก คือ ยางพารา

กลุ่มชุดดินที่ 51

ประกอบด้วยชุดดิน ห้วยยอด ยี่งอ ระนอง

ลักษณะสำคัญ คือ ดินตื้นถึงชั้นเศษหินหนาแน่นของหินทรายควอทซ์ หรือหินดินดาน เนื้อดินเป็นดินร่วนปนเศษหิน การระบายน้ำดี ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดแก่ พบบริเวณที่มีฝนตกชุก พืชหลักที่ปลูก คือ ยางพารา

กลุ่มชุดดินที่ 52

ประกอบด้วยชุดดิน ตาคลี บึงชะนัง

ลักษณะสำคัญ ดินตื้นถึงชั้นปูนมาร์ล หรือก้อนปูน ดินเหนียวหรือร่วนเหนียว พืชหลักที่ปลูก คือ ข้าวโพดและข้าวฟ่าง เป็นต้น

กลุ่มชุดดินที่ 53

ประกอบด้วยชุดดิน ตราด ปาดังเบซาร์ โอลำเจียก ตรัง นาทอน คลองเต็ง

ลักษณะสำคัญ ดินร่วนหรือดินร่วนปนดินเหนียว ดินลึกปานกลางถึงชั้นลูกรังหรือเศษหิน เนื้อดินเป็นดินร่วนปนเศษหิน การระบายน้ำดี ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดแก่ (pH 5.0 –5.5) พบบริเวณที่มีฝนตกชุก พืชหลักที่ปลูก คือ ยางพารา มังคุด เงาะ ทุเรียน และปาล์มน้ำมัน เป็นต้น

กลุ่มชุดดินที่ 54

ประกอบด้วยชุดดิน ลำนารายณ์ ลำพญากลาง

ลักษณะสำคัญ ดินลึกปานกลางถึงชั้นก้อนปูนสะสม หรือเศษหินดินเหนียวสีน้ำตาลถึงสีแดง การระบายน้ำดีถึงดีปานกลาง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นด่างปานกลาง พืชหลักที่ปลูก คือ ข้าวโพด ข้าวฟ่าง มะม่วงและมะขามหวาน เป็นต้น

กลุ่มชุดดินที่ 55

ประกอบด้วยชุดดิน วังสะพุง จัตุรัส

ลักษณะสำคัญ ดินลึกปานกลาง ถึงชั้นหินผุของหินตะกอนเนื้อละเอียด บางแห่ง มีก้อนปูนปะปน ดินเหนียวสีน้ำตาลแดง การระบายน้ำดีถึงปานกลาง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงด่างอ่อน (pH 6.0 – 7.5) พืชหลักที่ปลูก คือ ถั่วเหลือง ข้าวโพดและฝ้าย เป็นต้น

กลุ่มชุดดินที่ 56

ประกอบด้วยชุดดิน ลาดหญ้า โพนงาม

ลักษณะสำคัญ ดินลึกปานกลางถึงชั้นเศษหินหนาแน่น เป็นดินร่วนหรือดินร่วนเหนียวปนทราย สีน้ำตาลเหลือง หรือแดง การระบายน้ำดี ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดปานกลาง (pH 5.0 –6.0) พืชหลักที่ปลูก คือ ข้าวไร่ มันสำปะหลัง และข้าวโพด เป็นต้น

กลุ่มชุดดินที่ 57

ประกอบด้วยชุดดิน กาบแดง

ลักษณะสำคัญ ดินอินทรีย์หนา 40 – 100 เซนติเมตร ใต้ชั้นอินทรีย์เป็นดินเลนตะกอนน้ำทะเล สีเทาหรือเทาปนเขียว มีสารไพไรท์มาก การระบายน้ำเลวมาก ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมาก (pH น้อยกว่า 4.5) พืชหลักที่ปลูก คือ ข้าวและปาล์มน้ำมัน เป็นต้น

กลุ่มชุดดินที่ 58

ประกอบด้วยชุดดินนราธิวาส

ลักษณะสำคัญ ดินอินทรีย์หนากว่า 100 เซนติเมตร และยังมีการย่อยสลายไม่ดีนัก พบบริเวณป่าพรุ พืชหลักที่ปลูก คือข้าวและปาล์มน้ำมัน เป็นต้น

กลุ่มชุดดินที่ 59

ประกอบด้วยชุดดิน ดินตะกอนลำน้ำที่มีการระบายน้ำเลว

ลักษณะสำคัญ มีลักษณะชั้นดินสลับหรือไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับชนิดหรือขนาดของตะกอนที่มาทับถม การระบายน้ำเลว เน้นดินที่พบบริเวณหุบเขา พืชหลักที่ปลูก คือ ข้าว และถั่วเหลือง เป็นต้น

กลุ่มชุดดินที่ 60

ประกอบด้วยชุดดิน ดินตะกอนลำน้ำที่มีการะบายน้ำดี

ลักษณะสำคัญ มีลักษณะชั้นดินสลับไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับชนิดและขนาดของตะกอนที่มาทับถม การระบายน้ำดีถึงดีปานกลาง เน้นดินที่พบบริเวณหุบเขา พืชหลักที่ปลูก คือ ข้าวโพด ถั่วเหลือง

กลุ่มชุดดินที่ 61

ประกอบด้วยชุดดิน ดินที่ลาดชันเชิงเขา

ลักษณะสำคัญ ลักษณะและคุณสมบัติของดินจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับ อิทธิพลของปัจจัยการกำเนิดดิน พบบริเวณเชิงเขา พืชหลักที่ปลูกไม่มี

กลุ่มชุดดินที่ 62

ประกอบด้วยทุกชุดดินที่พบบนสภาพพื้นที่ที่มีความลาดชันมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์

ลักษณะสำคัญ ดินมีลักษณะแตกต่างกันไปไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับชนิดของหินต้นกำเนิด สภาพภูมิอากาศ พืชพรรณ สภาพพื้นที่ และระยะเวลาในการพัฒนาของดิน พืชหลักที่ปลูก คือ ข้าวไร่ ข้าวโพด กาแฟอราบิก้า เป็นต้น

บทสรุป

ชุดดินในประเทศไทย สามารถจำแนกออกเป็น 62 กลุ่มชุดดิน โดยพิจารณาจากลักษณะทางสัณฐานวิทยาของดิน ลักษณะทางกายภาพ ทางเคมี และชั้นหน้าตัดดินในแต่ละกลุ่มชุดดินประกอบไปด้วยชุดดินต่างๆ ตั้งแต่หนึ่งถึงหลายๆ ชุดดิน กลุ่มชุดดินแต่ละกลุ่มมีความเหมาะสมในการปลูกพืชหลักบางชนิด รวมทั้งนำไปสู่การจัดการดินเพื่อการปลูกพืชที่แตกต่างกัน

คำถามทบทวนประจำบทที่ 11

1. การจำแนกกลุ่มชุดดิน ใช้หลักเกณฑ์ใดบ้างในการพิจารณา
2. การจำแนกดินออกเป็นกลุ่มชุดดิน มีประโยชน์อย่างไรบ้าง
3. ให้ยกตัวอย่าง กลุ่มชุดดินที่ใช้ในการปลูกข้าวเป็นพืชหลัก

บทปฏิบัติการที่ 11
การศึกษาตัวอย่างชุดดินในประเทศไทย

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาตัวอย่างลักษณะของชุดดินต่างๆ ในประเทศไทย

อุปกรณ์และวิธีการ

ให้นักศึกษาศึกษาลักษณะของดินในชุดดินต่างๆ จากตัวอย่างชุดดิน และแผ่นภาพชุดดิน

การสรุปผล

1. จากการสังเกตชุดดินในแต่ละชุดดิน พบมีความแตกต่างกันในลักษณะใดบ้าง

บรรณานุกรม

กรมทรัพยากรธรณี. (2552). **ข้อมูลวิชาการด้านธรณีวิทยา**. ค้นเมื่อ 10 มกราคม, 2552 จาก http://www.dmr.go.th/main.php?filename=index

กรมพัฒนาที่ดิน. (2548). **ความรู้เรื่องดิน.** ค้นเมื่อ 15 ธันวาคม, 2548 จาก http://www.ldd.go.th

_____. (2549). **พิพิธภัณฑ์ดิน.** ค้นเมื่อ 20 เมษายน, 2550 จาก http://www.ldd.go.th/thaisoil_index0.html

_____. (2551). **ดินเพื่อประชาชน.** ค้นเมื่อ 15 ธันวาคม, 2551 จาก http://www.ldd.go.th

_____. (2551). **ความรู้เรื่องดิน.** ค้นเมื่อ 15 ธันวาคม, 2551 จาก http://www.ldd.go.th

กรมพัฒนาที่ดิน กองอนุรักษ์ดินและน้ำ. (2551). **มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ.** ค้นเมื่อ 15 ธันวาคม, 2551 จาก http://www.ldd.go.th/flddwebsite/web_ord/Old%20Data/Web_ord/Technical/HTML/Technical06043.html

กรมพัฒนาที่ดิน. (2552). **ความรู้เรื่องดิน.** ค้นเมื่อ 15 มีนาคม, 2552 จาก http://www.ldd.go.th

_____. (2559). **ความรู้เรื่องดิน.** ค้นเมื่อ 20 พฤษภาคม, 2559 จาก http://www.ldd.go.th

กรมวิชาการเกษตร กองปฐพีวิทยา. (2541). **คู่มือการผสมปุ๋ยใช้เอง**. เอกสารวิชาการเผยแพร่. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (อัดสำเนา).

_____. (2548). **การเก็บตัวอย่างดิน.** ค้นเมื่อ 20 มกราคม, 2548 จาก http://www.doa.go.th

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. (2541). **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น.** พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. (2541). **การวิเคราะห์ดินและพืชทางเคมี.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ฉวีวรรณ เหลืองวุฒิวิโรจน์, เสียงแจ๋ว พิริยพฤนต์ และพิทยากร ลิ่มทอง. (2552). **ผลของปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อสมบัติทางชีวภาพของดินที่มีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่างกัน.** ค้นเมื่อ 20 เมษายน, 2552 จาก http://e-library.ldd.go.th/library/Abstract/ord/Aful/F164.pdf

ไชยสิทธิ์ อเนกสัมพันธ์. (2544). “การเสื่อมโทรมของทรัพยากรที่ดินและกลยุทธ์ในการแก้ไข”. *ใน* **เอกสารการประชุมวิชาการเรื่องทิศทางการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและการอนุรักษ์ดินและน้ำของประเทศไทยในอนาคต**. วันที่ 20–23 พฤศจิกายน 2544 ณ จังหวัด

เชียงใหม่. (หน้า 35 – 42). กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาที่ดินและสมาคมอนุรักษ์ดินและน้ำแห่งประเทศไทย.

ณรงค์ ชินบุตร. (2552). **ดินของประเทศไทยมีปัญหาจริงหรือ.** ค้นเมื่อ 10 มีนาคม, 2552 จาก http://blog.farmkaset.net/?cat=3

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์ และประทีป วีระพัฒนนิรันดร์. (2552). **คู่มือสำหรับการเกษตรยุคใหม่ ธรรมชาติของดินและปุ๋ย.** (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ : กรครีเอชั่น.

ธงชัย มาลา, สุภาพ บูรณากาญจน์ และวันทนีย์ พึ่งแสง. (2535). ปริมาณและการกระจายของเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถละลายฟอสเฟตได้ในดินต่างๆ. *ใน* **รายงานการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.** ครั้งที่ 30 สาขาพืช. (หน้า 587 – 596). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิวัติ อนงค์รักษ์. (2551). **ปฐพีศาสตร์.** ค้นเมื่อ 10 มีนาคม, 2552 จาก http://agronomy.agri.cmu.ac.th

นงคราญ กาญจนประเสริฐ,พิชัย สราญรมย์, บุญแสน เตียวนุกูลธรรมและสัมฤทธิ์ ภู่รุ่งเรือง. (2546). **รายงานการวิจัยเอกสารประมวลสาระวิชาปฐพีวิทยา.** กรุงเทพฯ : สำนักงานสภาสถาบันราชภัฏ.

นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และปรีชา สุวรรณพินิจ. (2541). **จุลชีววิทยาทั่วไป.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นันทรัตน์ ศุภกำเนิด. (2551). **การจัดการดินและปุ๋ย.** สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. ค้นเมื่อ 20 กุมภาพันธ์, 2551 จาก http://210.246.186.28/hort/new/soil%20management..pdf

ปฏิภาณ สุทธิกุลบุตร. (2551). **สมบัติทางฟิสิกส์ของดิน.** มหาวิทยาลัยแม่โจ้ : เชียงใหม่ ค้นเมื่อ 15 มีนาคม, 2551 จาก http://www.sluse.mju.ac.th/lecturenote.pdf

ปิยะ ดวงพัตรา. (2538). **หลักการและวิธีการใช้ปุ๋ยเคมี.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปิยะ ดวงพัตรา. (2553). **สารปรับปรุงดิน.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พิทยากร ลิ่มทอง. (2543). เทคโนโลยีชีวภาพกับปุ๋ยอินทรีย์ในการเพิ่มผลผลิตพืช. *ใน* **การประชุมวิชาการงานมหกรรมการเกษตร 2000.** วันที่ 12 – 14 พฤษภาคม 2543 ณ ศูนย์การประชุมอิมแพค เมืองทองธานี. (อัดสำเนา).

พิทักษ์พงศ์ ป้อมปราณี. (2552). “การศึกษาจุลินทรีย์ในดินไร่อ้อยที่มีบทบาทในการย่อยสลายเศษใบอ้อย.” **วิทยาศาสตร์ลาดกระบัง**, 18, 1 (มกราคม – มิถุนายน), 42 - 51.

พิทักษ์พงศ์ ป้อมปราณี. (2552). การศึกษาสมบัติทางฟิสิกส์ของดินในไร่อ้อยที่มีมดอาศัย. *ใน* **บทคัดย่อการประชุมทางวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติ ครั้งที่ 1 เรื่องดินและปุ๋ยในภาวะวิกฤตอาหารและพลังงาน.** (หน้า 54) นครปฐม : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พิทักษ์พงศ์ ป้อมปราณี. (2550). “การประเมินปริมาณอินทรียวัตถุในดินและความสัมพันธ์กับการแพร่ระบาดของโรคพืชซึ่งมีเชื้อสาเหตุมาจากในดินจากแหล่งดินการเกษตรจังหวัดนครปฐม.”

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม, 1, 1 (มกราคม – ธันวาคม), 39 - 41.

มุกดา สุขสวัสดิ์. (2544). **ความอุดมสมบูรณ์ของดิน.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

ยุพิน ประทัด, ชุลีมาศ บุญไทย และสุรศักดิ์ เสรีพงศ์ .(2552). ผลกระทบของการจัดการดินต่อไส้เดือนดินและสมบัติดินบางประการ. *ใน* **บทคัดย่อการประชุมทางวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติ ครั้งที่1 เรื่องดินและปุ๋ยในภาวะวิกฤตอาหารและพลังงาน.** (หน้า33) นครปฐม : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

ยงยุทธ โอสถสภา. (2543). **ธาตุอาหารพืช.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ยงยุทธ โอสถสภา, อรรถสิทธิ์ วงศ์มณีโรจน์ และชวลิต ฮงประยูร. (2554). **ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศูนย์ภูมิรักษ์ธรรมชาติ. (2559). **โครงการพระราชดำริ.** มูลนิธิชัยพัฒนา. ค้นเมื่อ 30 พฤศจิกายน, 2559 จาก https://bhumirak.com/

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. (2550). **เทคโนโลยีปุ๋ยหมัก.** ค้นเมื่อ 15 ธันวาคม, 2550 จาก http://www.tistr.or.th/tistr/newsboard/shownews.php?Category=newsboard&No=546

สิมา โมรากุล. (2544). “สถานการณ์และแนวทางการพัฒนาทรัพยากรดินของประเทศไทยในอนาคต”. *ใน* **เอกสารการประชุมวิชาการเรื่องทิศทางการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและการอนุรักษ์ดินและน้ำของประเทศไทยในอนาคต**. วันที่ 20-23 พฤศจิกายน 2544 ณ จังหวัดเชียงใหม่. (หน้า 27 – 34). กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาที่ดินและสมาคมอนุรักษ์ดินและน้ำแห่งประเทศไทย.

สุวรรณา สาสนรักกิจ. (2552). **บทเรียนเว็บช่วยสอน (WBI) วิชา ความอุดมสมบูรณ์ของดิน : การวิเคราะห์ดิน และการแปลความหมายในระดับห้องปฏิบัติการ.** ศูนย์ฝึกอบรมวิศวกรรมการเกษตร ปทุมธานี. ค้นเมื่อ 20 มกราคม, 2552 จาก http://118.175.21.24/wbi1/8/8.htm50.jpg

สมชาย องค์ประเสริฐ. (2550). **ปฐพีศาสตร์ประยุกต์.** มหาวิทยาลัยแม่โจ้ : เชียงใหม่ ค้นเมื่อ 10 มกราคม, 2551 จาก http://coursewares.mju.ac.th

สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน. (2546). **การขยายพันธุ์และการปลูกหญ้าแฝก.** กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (แผ่นพับ)

สุพจน์ ชัยวิมล. (2544). **เอกสารวิชาการเรื่องปุ๋ยอินทรีย์.** กรุงเทพฯ : กองส่งเสริมพืชสวน กรมส่งเสริมการเกษตร. (แผ่นพับ)

สุพจน์ ชัยวิมล และมงคล จันทร์เพ็ญ. (2531). **ปุ๋ยหมัก.** เอกสารคำแนะนำที่ 78. กรุงเทพฯ : กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (แผ่นพับ)

สุบัณฑิต นิ่มรัตน์. (2552). **จุลชีววิทยาและการจัดการมลภาวะทางน้ำและดิน.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุนัดดา โยมญาติ. (2559). **ไมคอร์ไรซา.** สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ค้นเมื่อ 1 พฤศจิกายน, 2559 จาก http://biology.ipst.ac.th/?p=903

สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. (2559). **โครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ.** ค้นเมื่อ 30 พฤศจิกายน, 2559 จาก http://www.rdpb.go.th/

อรุณี ยูวะนิยม. (2551). **การจัดการแก้ไขปัญหาดินเค็ม** . สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน. ค้นเมื่อ 10 พฤศจิกายน, 2551 จาก www.ldd.go.th/flddwebsite/web_ord/.../Web.../P_Technical03001_5.pdf

อานัฐ ตันโช. (2549). **เกษตรธรรมชาติประยุกต์.** กรุงเทพฯ : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

อาภารัตน์ มหาขันธ์. (2548). **เทคโนโลยีสาหร่ายกับอนาคตการเกษตรของประเทศไทย.** กรุงเทพฯ : เซเว่นพริ้นติ้งกรุ๊ป.

Brady, N.C. and Ray R.W. (2002). **The Nature and Properties of Soils**. (13rd ed.) New Jersey: Prentice hall.

Gardiner, D.T. and W.M. Raymond. (2004). **Soil in Our Environment**. (10th ed.) New Jersey: Pearson Prentice Hall.

Havlin, J.L., Beaton, J.D., Tisdale, S.L. and Nelson W.L. (1999). **Soil Fertility and Fertilizer**. (6 th ed.) New Jersey: Prentice Hall.

Kramer, P.J. and Boyer, J.S. (1995). **Water Relations of Plants and Soils**. U.S.A.: Academic Press.