บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

การศึกษาวิจัยฉบับนี้เป็นการศึกษารูปแบบการใช้ที่ดินและความเสื่อมโทรมของที่ดินที่สัมพันธ์กัน และการปรับปรุงดินเพื่อความยั่งยืนของการใช้ที่ดินการเกษตร ในพื้นที่ประสบอุทกภัย จังหวัดอุตรดิตถ์ การดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ผลการวิเคราะห์ความเสื่อมโทรมของดินด้วยตัวชี้วัดทางกายภาพ ทางเคมี และทางชีวภาพ ของดินพื้นที่การเกษตรหลังน้ำท่วม ในเขตอำเภอลับแล อำเภอเมือง และ อำเภอท่าปลา จังหวัดอุตรดิตถ์ และผลการศึกษาอิทธิพลของวัสดุดินเหนียว วัสดุปรับปรุงดิน และปุ๋ยหมัก ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพและทางเคมีบางประการของดินเสื่อมโทรม

4.1 ผลการวิเคราะห์ความเสื่อมโทรมของดินพื้นที่การเกษตรหลังน้ำท่วม ในเขตอำเภอลับแล อำเภอเมือง และอำเภอท่าปลา จังหวัดอุตรดิตถ์

ผลการวิเคราะห์ความเสื่อมโทรมของดิน ด้วยตัวชี้วัดทางกายภาพ ทางเคมี และทางชีวภาพของดิน ของตัวอย่างดินตัวแทนจากพื้นที่การเกษตรหลังน้ำท่วม ในเขตอำเภอลับแล อำเภอเมือง และอำเภอท่าปลา จังหวัดอุตรดิตถ์ จำนวน 24 แปลง ซึ่งเปรียบเทียบกันระหว่างพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่มน้ำท่วมฉับพลันและไม่ได้รับผลกระทบดังกล่าว ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสมบัติทางกายภาพของดินบางประการ ในพื้นที่การเกษตรต่างกัน ได้แก่ (1) สวนป่าสักบนพื้นที่ลาดชันที่ไม่ได้รับผลกระทบ (2) สวนผลไม้แบบวนเกษตรบนพื้นที่ลาดชันและบนพื้นราบ (3) พืชไร่ (ข้าวโพด หอมแดง) และนาข้าวบนพื้นที่ราบ ภายหลังได้รับผลกระทบจากการเกิดดินโคลนถล่มและน้ำท่วมฉับพลันได้ 3 ปี เปรียบเทียบกับพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทเดียวกันและมีสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกันแต่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่มและน้ำท่วมฉับพลัน ดังแสดงผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 4.1, 4.2 และ 4.3

4.1.1 สมบัติทางกายภาพของดินพื้นที่การเกษตรหลังน้ำท่วม ในเขตอำเภอลับแล อำเภอเมือง และอำเภอท่าปลา จังหวัดอุตรดิตถ์

ผลจากการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดิน ดังตารางที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าลักษณะเนื้อดินของตัวอย่างดินตัวแทนของพื้นที่สวนผลไม้แบบวนเกษตรบนพื้นที่ลาดชันที่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่มและน้ำท่วมฉับพลันมีลักษณะเป็นดินร่วนเหนียว (clay loam) และดินเหนียว (clay) แต่ผลจากวิเคราะห์ตัวอย่างดินของพื้นที่ได้รับผลกระทบมีลักษณะเนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง (silty clay) และเป็นดินร่วน (loam) คาดว่าจากดินโคลนถล่มและน้ำท่วมฉับพลันส่งผลอนุภาคดินเหนียว อินทรียวัตถุ และสารแขวนลอย ได้ถูกชะล้างไปจากหน้าดินเป็นจำนวนมาก ในขณะที่ค่าของความชื้นที่ความจุสนาม (field capacity, FC) และความชื้นที่จุดเหี่ยวถาวร (permanent wilting point, PWP) ของตัวอย่างดินตัวแทนของพื้นที่สวนผลไม้แบบวนเกษตรบน

พื้นที่ลาดชันที่ไม่ได้รับผลกระทบมีค่าใกล้เคียงกับตัวอย่างดินของพื้นที่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่มและน้ำท่วมฉับพลัน โดยมีค่าของความชื้นที่ความจุสนาม (field capacity, FC) อยู่ในช่วง 45.23 – 50.43% ความชื้นที่จุดเหี่ยวถาวร (permanent wilting point, PWP) มีค่าอยู่ในช่วง 14.87 – 26.45% ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ในขณะที่ตัวอย่างดินตัวแทนของพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินในการปลูกข้าวโพด หอมแดง และนาข้าว ของพื้นที่ราบที่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่มและน้ำท่วมฉับพลัน จำนวน 10 แปลง และพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทเดียวกันและมีสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกันแต่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่มและน้ำท่วมฉับพลันและไม่ได้รับผลกระทบ จำนวน 5 แปลง จากผลการวิเคราะห์เนื้อดิน พบว่าพื้นที่ดังกล่าว ของคู่เปรียบเทียบที่เก็บตัวอย่างในหมู่บ้านเดียวกันนั้น มีลักษณะเนื้อดินใกล้เคียงกันหรืออาจกล่าวได้ว่าได้รับผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงเนื้อดินค่อนข้างน้อย เมื่อพิจารณาจากลักษณะของเนื้อดินในแต่ละพื้นที่ พบว่าลักษณะของเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียว (clay loam), ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (silty clay loam), ดินร่วนปนทราย (sandy loam) และ ดินร่วนปนทรายแป้ง (silty loam) (ตารางที่ 4.1) แต่ถ้าพิจารณาจากปริมาณอนุภาคดินเหนียวจะมีบางพื้นที่ที่มีปริมาณอนุภาคดินเหนียวลดลงเล็กน้อย แต่เนื้อเปรียบเทียบกับพื้นที่ลาดชันจะเห็นได้ว่าพื้นที่ลาดชันมีเปอร์เซ็นต์ของการสูญเสียอนุภาคดินเหนียวและสารแขวนลอยหน้าดินไปกับการชะล้างมากกว่า ในขณะที่ค่าของความชื้นที่ความจุสนาม (field capacity, FC) และความชื้นที่จุดเหี่ยวถาวร (permanent wilting point, PWP) ของตัวอย่างดินตัวแทนของแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกับพื้นที่คู่เปรียบเทียบที่เก็บตัวอย่างดินในหมู่บ้านเดียวกัน และผลจากการวิเคราะห์ค่อนข้างมีความผันแปร ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะของตัวอย่างดินที่สุ่มเก็บในแต่ละพื้นที่มีความต่างกัน ทั้งนี้จากการสอบถามเกษตรกร พบว่าตะกอนดินของดินเหนียว หิน กรวด และทราย มาทับถมในพื้นที่ค่อนข้างมาก บางพื้นที่ที่ใกล้ภูเขาและทางน้ำ จะมีก้อนหิน กรวด ทับถมมาก และบางพื้นที่มีลักษณะของดินทรายมูลมาทับถม อาจเป็นสาเหตุให้สมบัติทางกายภาพของดินในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบเกิดการเปลี่ยนแปลงไป และข้อมูลจากการสัมภาษณ์เกษตรกร พบว่าผลผลิตข้าว ข้าวโพด และหอมแดงที่ได้ในช่วง 2-3 ปี ลดลง แม้จะพยายามมีการปรับปรุงดินโดยการเอาหน้าดินออก และปรับปรุงดินด้วยปูนขาว มูลไก่ มูลวัว และปุ๋ยเคมี แล้วก็ตาม โดยเฉพาะดินของพื้นที่นาข้าวมีความสามารถในการกักเก็บน้ำลดลง คือ ความสามารถในการเก็บกักความชื้นในดินได้น้อยลง

อาจกล่าวได้ว่าผลกระทบจากดินโคลนถล่มและน้ำท่วมฉับพลัน ส่งผลกระทบต่อสมบัติทางกายภาพของดินทำให้เกิดการสูญเสียโครงสร้างของหน้าดินและอินทรียวัตถุไปจากพื้นที่เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ที่ไม่ได้รับผลกระทบ ที่มีผลทำให้ศักยภาพในการผลิตของดินลดลง ควรนำหลักการจัดการดินที่เหมาะสมเพื่อไปฟื้นฟูดินให้กลับมาใช้ประโยชน์เหมือนเดิมอีกครั้ง แต่วิธีการจัดการนั้นต้องมีความเหมาะสมกับสภาพปัญหาและบริบทของชุมชนที่สามารถช่วยเหลือตนเองในปรับปรุงบำรุงดิน ผนวกกับนำหลักการอนุรักษ์ดินและน้ำไปจัดการความรู้ให้กับเกษตรกร และชุมชนต่อไป

ตารางที่ 4.1 สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินที่ใช้ในการทดลอง

รหัสแปลงตัวอย่างดิน	สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดิน															
	pHw (1:2.5)	EC (1:5) ($mS\ cm^{-1}$)	OM (%)	Total N (%)	Avail. P ($mg\ kg^{-1}$)	Exchangeable cation (%)				CEC ($me\ 100g^{-1}$)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Soil Texture	FC (%)	PWP (%)
						K	Na	Ca	Mg							
NSL1	5.58	0.13	1.20	0.07	5.68	2.44	0.99	49.92	12.51	10.25	32.84	36.64	30.53	clay loam	45.23	14.87
SSL1	5.37	0.12	0.45	0.03	2.43	1.39	0.68	10.23	5.09	9.45	49.98	32.63	17.39	loam	46.32	23.02
NSL2	5.52	0.12	1.28	0.09	1.92	2.39	0.69	50.82	13.97	14.70	21.77	39.35	38.88	clay loam	46.72	20.23
SSL2	5.12	0.11	0.85	0.05	1.83	1.58	0.74	16.18	6.35	9.80	34.17	36.20	29.63	clay loam	47.28	21.03
NSL3	5.23	0.08	0.86	0.09	1.56	1.91	1.10	16.84	10.39	24.40	19.70	31.60	48.70	clay	50.43	26.45
SSL3	4.79	0.09	0.47	0.06	0.79	1.02	0.99	12.44	4.74	12.30	11.16	40.70	48.14	silty clay	48.05	24.78
PSL1	6.06	0.15	2.92	0.12	4.18	2.13	2.03	52.14	14.45	17.20	2.36	69.16	28.48	silty clay loam	41.32	24.87
PSL2	6.10	0.14	2.96	0.14	4.71	0.90	1.91	49.62	14.23	16.90	2.81	68.54	28.65	silty clay loam	40.87	22.67
NFL1	6.12	0.09	2.63	0.21	3.65	2.72	1.33	32.96	12.88	12.45	32.79	36.38	30.83	clay loam	46.32	17.34
CFL1	6.24	0.10	2.32	0.13	2.33	1.02	0.30	22.48	6.43	11.35	29.11	36.26	34.63	clay loam	45.21	16.34
NFL2	6.40	0.12	2.11	0.23	9.56	1.90	1.03	23.17	12.09	19.21	5.33	70.64	24.03	silty clay loam	42.31	24.82
CFL 2	6.90	0.12	1.19	0.13	8.00	0.32	0.87	16.01	9.71	14.20	54.68	31.97	13.35	sandy loam	12.45	6.12
CFL3	6.78	0.15	1.68	0.17	7.00	0.78	0.78	16.36	8.22	13.14	43.01	48.13	8.86	loam	25.62	8.92
NFL3	6.00	0.09	1.24	0.09	2.00	2.00	1.23	14.03	9.22	6.60	38.85	42.57	18.58	loam	20.41	8.21
CFL4	6.12	0.11	1.03	0.06	1.49	1.05	**0**.21	12.22	6.11	5.90	39.39	41.77	18.84	loam	20.79	8.30
NFL4	6.50	0.03	1.31	0.10	6.00	1.30	1.32	29.17	7.54	9.63	39.74	41.59	18.67	loam	25.40	๙๑๑
CFL5	6.30	0.03	0.81	0.05	3.87	1.09	0.55	22.06	3.21	7.21	75.01	17.14	7.85	sandy loam	11.62	
CFL6	6.50	0.04	1.13	0.07	2.64	1.12	0.19	25.21	5.12	6.10	58.99	29.30	11.71	sandy loam	17.18	6.64

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินที่ใช้ในการทดลอง

รหัสแปลงตัวอย่าง	สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดิน										
	pHw	EC (1:5)	OM	Total N	Avail. P	Exchangeable cation ($mg\ kg^{-1}$)	CEC	Sand	Silt	Clay	Texture	FC	PWP

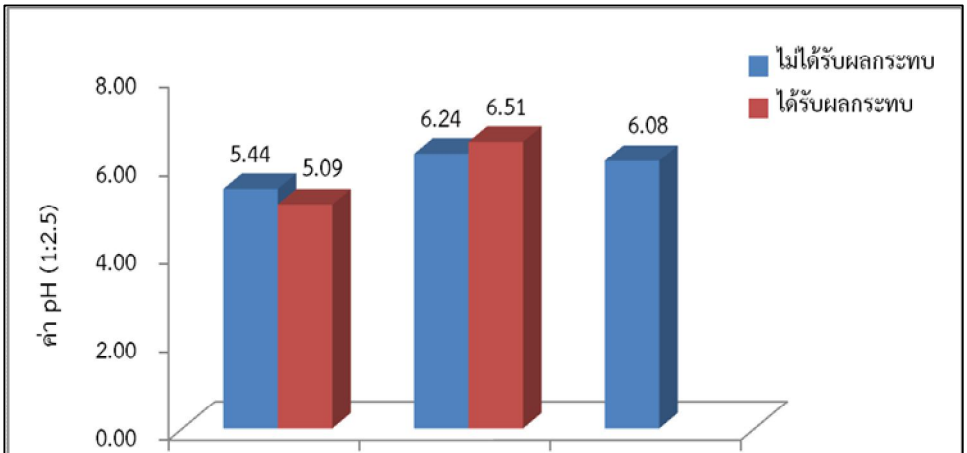
ดิน	(1:2.5)	(mS cm^{-1})	(%)	(%)	(mg kg^{-1})	K	Na	Ca	Mg	(me $100g^{-1}$)	(%)	(%)	(%)		(%)	(%)
NFL5	6.40	0.12	2.11	0.14	12.56	1.27	1.03	22.33	8.93	14.20	5.33	70.64	24.03	silty loam	40.43	11.99
CFL7	7.10	0.13	1.68	0.12	9.14	0.94	0.87	19.65	2.54	12.40	7.83	69.09	23.11	silty loam	40.08	12.68
CFL8	6.60	0.19	1.73	0.12	8.83	1.09	0.93	20.09	3.04	13.00	18.48	60.99	20.53	silty loam	34.82	14.23
NFL6	6.00	0.11	2.14	0.18	13.12	1.75	0.90	23.18	6.13	10.90	38.85	42.57	18.58	loam	20.41	8.32
CFL9	6.23	0.15	1.79	0.14	6.45	0.87	0.57	22.45	3.33	6.60	39.39	41.77	18.84	loam	20.79	8.31
CFL10	6.31	0.11	1.69	0.13	5.32	0.89	0.67	23.87	2.68	5.90	4.54	69.13	26.33	silty loam	35.00	18.76

4.1.2 สมบัติทางเคมีของดินพื้นที่การเกษตรหลังน้ำท่วม ในเขตอำเภอลับแล อำเภอเมือง และอำเภอท่าปลา จังหวัดอุตรดิตถ์

(1) ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH)

จากภาพที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ค่า pH ของตัวอย่างดินของสวนผลไม้วนเกษตร เขตอำเภอลับแล พื้นที่ลาดชันที่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (NSL) จำนวน 3 แปลง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 5.44 ซึ่งมีสภาพเป็นกรดแก่ แต่พื้นที่ลาดชันที่ได้รับผลกระทบจากจากดินโคลนถล่ม (SSL) จำนวน 3 แปลง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 5.09 ซึ่งมีสภาพเป็นกรดจัด ในขณะที่สวนป่าสัก พื้นที่ลาดชันที ไม่เกิดดินโคลนถล่ม (PSL) จำนวน 2 แปลง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 6.08 มีสภาพเป็นกรดปานกลาง ซึ่งกล่าวได้ว่าสภาพของค่า pH ของดินในพื้นที่สวนผลไม้ทั้งที่ได้รับผลกระทบและไม่ได้รับผลกระทบดังกล่าว ได้รับอิทธิผลเกิดจากการสลายตัวของวัตถุต้นกำเนิดที่อยู่กับที่หรือเกิดจากการสลาตัวของหินดินดาน เชิงเขา (residuum and colluvial materials) มีค่า pH ของดินเป็นกรด (อเนก ดีพรมกุล, 2550) จากอิทธิพลของวัตถุต้นกำเนิดดินจึงทำให้ดินมีค่า pH ทั้งสองพื้นที่มีสภาพดินเป็นกรด อีกทั้งรูปแบบการทำสวนผลไม้ที่เป็นเคมีเกษตรโดยส่วนใหญ่ ขาดการปรับปรุงดิน ยิ่งส่งผลให้ดินมีความเป็นกรดมากขึ้น และจากเหตุการณ์ดินโคลนถล่ม เป็นสาเหตุหนึ่งที่ส่งผลให้ดินในพื้นที่สวนผลไม้มีสภาพดินเป็นกรดมากขึ้นเช่นกัน ผลการศึกษาสอดคล้องกับการศึกษาของจรัณธร บุญญานุภาพ และ ประสิทธิ์ ทองเล่ม (2552) และพจนีย์ แสงมณี (2553) พบว่าดินในพื้นที่สวนผลไม้ในเขตอำเภอลับแล มีสภาพเป็นกรดปานกลางถึงกรดแก่ (5.00 - 5.50) เป็นที่ทราบกันดีว่าความเป็นกรดของดินมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากความไม่สมดุลของธาตุอาหารพืช ทำให้ธาตุอาหารของพืชที่มีอยู่ในดินถูกจำกัด และเปลี่ยนแปลงไปในรูปที่ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ หรือใช้ประโยชน์ได้น้อย แต่อย่างไรก็ตามการลดความเป็นกรดของดิน สามารถจัดการได้โดยการใช้ปูนขาว หรือดินมาร์ล ซึ่งเป็นวิธีการที่ดีและสะดวก (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) และลดการใช้สารเคมี ปุ๋ยเคมี โดยการนำซากใบไม้ที่ร่วงหล่นในพื้นที่สวนผลไม้ มาผลิตเป็นปุ๋ยหมัก เพื่อปรับปรุงบำรุงดินให้มีอุดมสมบูรณ์ น่าจะเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถลดความเป็นกรดของดินในพื้นที่สวนผลไม้ได้

จากภาพที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ค่า pH ของตัวอย่างดินของสวนผลไม้ และพืชไร่ (ข้าวโพด หอมแดง) และนาข้าว ในเขตอำเภอลับแล อำเภอเมือง และอำเภอท่าปลา ซึ่งเป็นตัวอย่างดินตัวแทนของ พื้นที่ราบที่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (NFL) จำนวน 5 แปลง มีค่า pH เฉลี่ยอยู่ที่ 6.24 และจากพื้นที่ราบที่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (CFL) จำนวน 10 แปลง ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 6.51 ซึ่งทั้งสองพื้นที่มีค่า pH ไม่แตกต่างกัน อยู่ในสภาพเป็นกรดเล็กน้อย



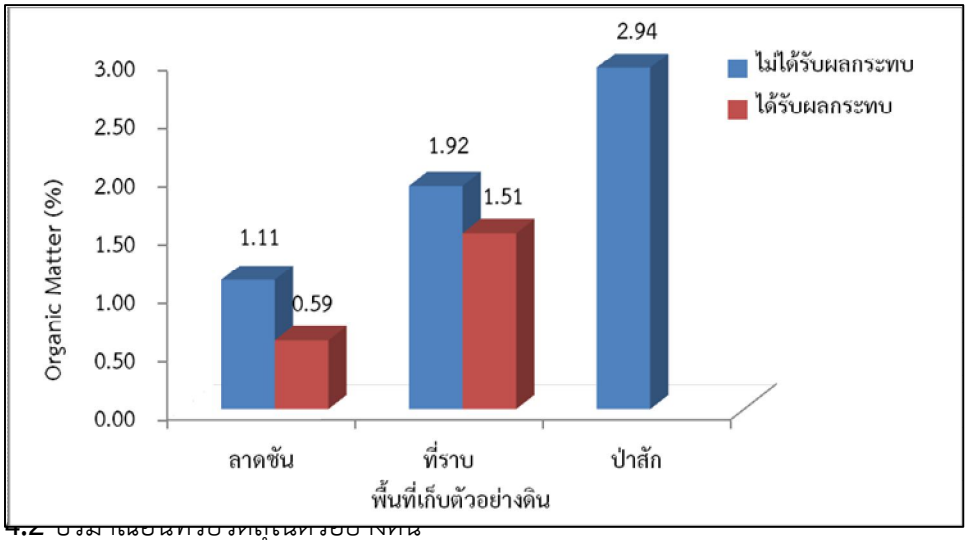
ภาพที่ 4.1 ค่าความเป็นกรด-ด่างของตัวอย่างดิน

(2) อินทรียวัตถุ (organic matter; OM)

จากภาพที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (OM) ของตัวอย่างดินของสวนผลไม้วนเกษตร เขตอำเภอลับแล พื้นที่ลาดชันที่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (NSL) จำนวน 3 แปลง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.11% ซึ่งเป็นระดับอินทรียวัตถุในดินที่ค่อนข้างต่ำ และในพื้นที่ลาดชันที่ได้รับผลกระทบจากจากดินโคลนถล่ม (SSL) จำนวน 3 แปลง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.59% ซึ่งเป็นระดับอินทรียวัตถุในดินที่ต่ำ ในขณะที่สวนป่าสัก พื้นที่ลาดชันทีไม่เกิดดินโคลนถล่ม (PSL) จำนวน 2 แปลง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.94% ซึ่งเป็นระดับอินทรียวัตถุในดินที่ค่อนข้างสูง เมื่อเปรียบเทียบระดับอินทรียวัตถุในดินจากพื้นที่ 3 ลักษณะของตัวแทนที่ลาดชัน สามารถกล่าวได้ว่าจากเหตุการณ์ดินโคลนถล่มส่งผลให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบมีระดับอินทรียวัตถุลดลง ผลการศึกษาสอดคล้องกับการศึกษาของจรัณธร บุญญานุภาพ และ ประสิทธิ์ ทองเล่ม (2552) ที่พบว่าตัวอย่างดินของพื้นที่เขาสูงชันของสวนผลไม้ในเขตอำเภอลับแล ที่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่มมีค่าอินทรียวัตถุในดินต่ำ เฉลี่ยอยู่ 0.65% และเมื่อเปรียบเทียบระดับอินทรียวัตถุจากพื้นที่สวนผลไม้ที่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่มกับพื้นที่สวนป่าสักที่ไม่เกิดดินโคลนถล่มเช่นกัน จะเห็นได้ว่ามีความแตกต่างของระดับอินทรียวัตถุในดินสูง ทั้งนี้คาดว่าเป็นผลมาจากระบบการทำสวนผลไม้ที่มีแนวโน้มเป็นสวนไม้ผลเชิงเดี่ยวแบบเคมีเกษตร ทำให้เศษซากใบไม้ที่ร่วงหล่นมีปริมาณลดลง ผนวกกับเกษตรกรไม่นิยมนำเศษซากใบไม้ในสวนมาผลิตเป็นปุ๋ยหมัก เพราะมีความคิดว่าจะทำให้สวนผลไม้รกและเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์เลื่อยคลาน และมีขั้นตอนที่ยุ่งยาก (จากการสัมภาษณ์ นายดำเนิน เชียงพันธ์ และตัวแทนกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเกษตรกรอินทรีย์ผามูล: ภาคผนวก ก) ในขณะที่ผลจากการสัมภาษณ์ที่เกษตรกรที่ทำสวนผลไม้แบบวนเกษตรที่เป็นเกษตรอินทรีย์ พบว่ามีปริมาณของเศษซากใบไม้ร่วงหล่นในพื้นที่มากและให้มีการย่อยสลายไปเองตามธรรมชาติ ซึ่งถือได้ว่าเป็นวิธีการเติมสารอินทรีย์จากไม้ยืนต้นซึ่งเป็นวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาดินและสภาพแวดล้อมเสื่อมโทรมจากการใช้ที่ดินการเกษตร อย่างไรก็ตามสารอินทรีย์หลายประเภทเหล่านี้มีคุณภาพต่างกัน ทำให้มีประสิทธิภาพไม่เท่ากันในการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน

จากภาพที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ของตัวอย่างดินของสวนผลไม้ และพืชไร่ (ข้าวโพด หอมแดง) และนาข้าว ในเขตอำเภอลับแล อำเภอเมือง และอำเภอท่าปลา ซึ่งเป็นตัวอย่างดินตัวแทนของพื้นที่ราบที่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (NFL) จำนวน 5 แปลง มีปริมาณอินทรียวัตถุ เฉลี่ยอยู่ที่ 1.92% และจากพื้นที่ราบที่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (CFL) จำนวน 10 แปลง ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.51% ซึ่งทั้งสองพื้นที่มีระดับอินทรียวัตถุในดินปาน

กลาง ซึ่งปัทมา และวิทยา (2547); เล็ก มอญเจริญ (2534) ได้กล่าวไว้ว่าการกร่อนดิน (soil erosion) ในสภาพภูมิประเทศที่มีความลาดเอียด (ประมาณ 2-5%) หรือถึงแม้จะไม่ถึงกัน น้ำเป็นตัวกลางสำคัญโดยเฉพาะในฤดูฝน น้ำไหลบ่าและตะกอนจะไหลลงสู่ที่ลุ่ม การกร่อนดินเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้อินทรียวัตถุในดินและความอุดมสมบูรณ์ของดินในที่ดอนลดลง ในขณะที่ในที่ลุ่มที่ตั้งอยู่ต่อเนื่องลงมาในลุ่มน้ำขนาดเล็ก ได้รับสารจากการกร่อนดินมาสะสมไว้ เป็นการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ได้ ปรากฏการณ์นี้แสดงให้เห็นถึงปฏิสัมพันธ์ของพื้นที่ดอนและที่ลุ่มที่อยู่ต่อเนื่องกัน จึงอาจเป็นไปได้ว่าสาเหตุที่ตัวอย่างดินในพื้นที่ราบที่มีระบบการเกษตรเป็นพืชไร่ นาข้าว และสวนทุเรียน มีปริมาณอินทรียวัตถุมากกว่าบนพื้นที่ลาดชันมาจากอิทธิพลดังกล่าว



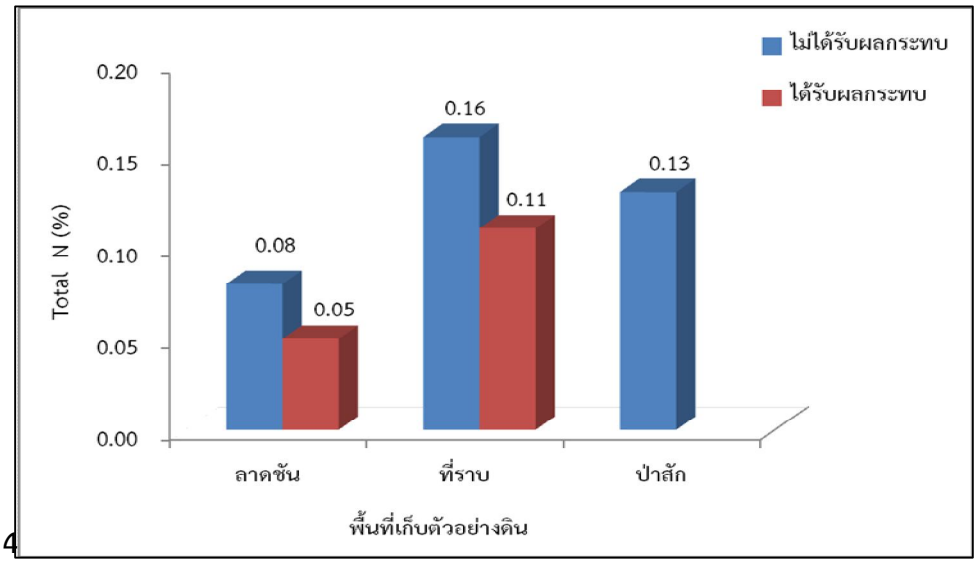
ภาพที่ 4.2 ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน

การปรับปรุงดินของพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่มและน้ำท่วมฉับพลันด้วยระบบอินทรีย์น่าจะเป็นทางเลือกที่มีความเป็นไปได้สูง เพราะเป็นวิธีการที่มีผลการศึกษายอมรับว่าจะปรับปรุงดินที่เสื่อมโทรมให้กลับมีผลิตภาพและถาวรภาพ (ความยั่งยืน) ได้ นอกจากนี้การใช้วิธีการอินทรีย์ยังช่วยลดการใช้สารเคมีทางการเกษตร ได้แก่ ปุ๋ยเคมีและสารเคมีกำจัดศัตรูพืช เพราะดินที่อุดมสมบูรณ์ช่วยให้พืชต้านทานการเข้าทำลายของศัตรูพืชได้ดีขึ้น การลดการใช้สารเคมีทำให้ปัญหาการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม การใช้วิธีการอินทรีย์ ซึ่งในที่นี้หมายถึงการใช้สารอินทรีย์ชนิดต่างๆ ที่หาได้ในท้องถิ่น ได้แก่ส่วนของพืชเกษตรที่ไม่ได้เก็บเกี่ยวไป พืชปุ๋ยสดต่างๆ และสารอินทรีย์จากไม้ยืนต้น จึงนับว่าเป็นวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาดินและสภาพแวดล้อมเสื่อมโทรมเนื่องจากการใช้ที่ดินการเกษตร

(3) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen)

จากภาพที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์พบว่าตัวอย่างดินของพื้นที่ลาดชันที่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (NSL) จำนวน 3 แปลง มีค่าไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยอยู่ที่ 0.08% และพื้นที่ลาดชันที่ได้รับผลกระทบจากจากดินโคลนถล่ม (SSL) จำนวน 3 แปลง มีค่าไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยอยู่ที่ 0.05% ในขณะที่สวนป่าสัก พื้นที่ลาดชันที่ไม่เกิดดินโคลนถล่ม (PSL) จำนวน 2 แปลง มีค่าไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยอยู่ที่ 0.18% และพื้นที่ราบที่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (NFL)

จำนวน 5 แปลง มีค่าไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยอยู่ที่ 0.16% และจากพื้นที่ราบที่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (CFL) จำนวน 10 แปลง ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.11% (ตาราง 4.1)



ภาพที่ 4

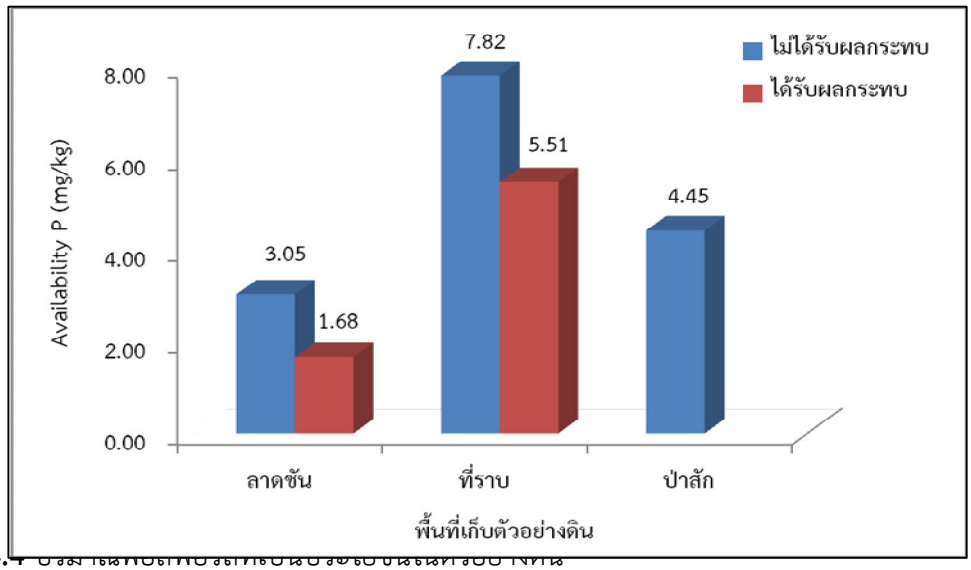
จะเห็นว่าพื้นที่ที่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่มทั้งบนพื้นที่ลาดชันและพื้นที่ราบมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมากกว่าพื้นที่ได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์ดังกล่าว และพื้นที่ราบที่ไม่ได้รับผลกระทบจะมีปริมาณไนโตรเจนสูงกว่าพื้นที่ลาดชันที่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากระบบการเกษตรของพืชไร่ที่มีการเติมปุ๋ยไนโตรเจนให้กับพืชไร่ เช่นข้าวโพด หอมแดงและนาข้าว และค่าไนโตรเจนทั้งหมดแสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของตัวแปรสมบัติดินระหว่างพื้นที่ที่รับผลกระทบจากดินโคลนถล่มกับพื้นที่ที่ไม่เกิดดินโคลนถล่มหรือไม่ได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์ดังกล่าวทั้งพื้นที่ลาดชันและพื้นที่ราบ

(4) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P)

จากภาพที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์พบว่าตัวอย่างดินของพื้นที่ลาดชันที่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (NSL) จำนวน 3 แปลง มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ยอยู่ที่ 3.03 mg kg^{-1} และพื้นที่ลาดชันที่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (SSL) จำนวน 3 แปลง มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ เฉลี่ยอยู่ที่ 1.68 mg kg^{-1} ในขณะที่สวนป่าสัก พื้นที่ลาดชันทีไม่เกิดดินโคลนถล่ม (PSL) จำนวน 2 แปลง มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ย 4.45 mg kg^{-1} และพื้นที่ราบที่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (NFL) จำนวน 5 แปลง มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ยอยู่ที่ 7.82 mg kg^{-1} และจากพื้นที่ราบที่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (CFL) จำนวน 10 แปลง มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ยอยู่ที่ 5.51 mg kg^{-1}

จะเห็นได้ว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ในสวนผลไม้ของพื้นที่ลาดชันทั้งที่ไม่ได้รับผลกระทบและได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม และในพื้นที่สวนป่าสักที่ได้เกิดดินโคลนถล่มเป็นปริมาณฟอสฟอรัสที่อยู่ในระดับต่ำ อาจเกิดจากฟอสฟอรัสถูกตรึงเนื่องจากค่า pH ของดินเป็นกรดแก่จัดและในกรณีที่ดินมีปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมไอออนอยู่สูง ฟอสเฟตในดินอาจทำปฏิกิริยากับไอออนดังกล่าว ทำให้พบฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในปริมาณที่ต่ำ (คณาจารย์ภาควิชา

ปฐพีวิทยา, 2541) นอกจากนี้สุมิตรา ภู่วโรดม และคณะ (2544) พบว่าการเคลื่อนที่ของฟอสฟอรัสจากดินชั้นบนสู่ดินชั้นล่างเกิดขึ้นน้อยมาก แม้ว่าดินในสวนทุเรียนจะมีฟอสฟอรัสตกค้างอยู่ที่ดินชั้นบนในปริมาณมากก็ตาม จึงเป็นไปได้ว่าการพบฟอสฟอรัสในปริมาณต่ำของตัวอย่างดินในพื้นที่ลาดชันที่ศึกษาทั้งสามลักษณะ เกิดจากฟอสฟอรัสที่ตกค้างในดินชั้นบนสูญเสียไปด้วยการชะล้างพังทลาย และการกร่อนดินของกระแสน้ำ เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่ลาดชัน อย่างไรก็ตาม การที่ดินมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในปริมาณต่ำกว่าช่วงที่เหมาะสมไม่ได้หมายความว่าพืชขาดฟอสฟอรัสหรือเป็นสาเหตุให้มีการเจริญเติบโตผิดปกติ เพราะเกษตรกรจะมีการเติมปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ตลอดฤดูการผลิต (จากการสัมภาษณ์ นายดำเนิน เชียงพันธ์ และตัวแทนกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเกษตรกรอินทรีย์ผามูล: ภาคผนวก ก) แต่ในขณะที่ปริมาณฟอสฟอรัสของพื้นราบทั้งพื้นที่ได้รับผลกระทบและไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม มีปริมาณฟอสฟอรัสที่สูงมากกว่าก็ตาม อาจเป็นไปว่าการชะล้างพังทลายและการกร่อนดินของกระแสน้ำเป็นการพัดพาตะกอนดิน อินทรียวัตถุ และธาตุอาหาร มาทับถมในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ และอาจเกิดจากธาตุฟอสฟอรัสที่เกษตรกรให้แก่ดินในรูปของปุ๋ยอาจตกค้างอยู่ในพื้นที่เพาะปลูก เนื่องจากช่วงที่เก็บตัวอย่างดินเป็นช่วงเพาะปลูกข้าวโพด หอมแดง และนาข้าว

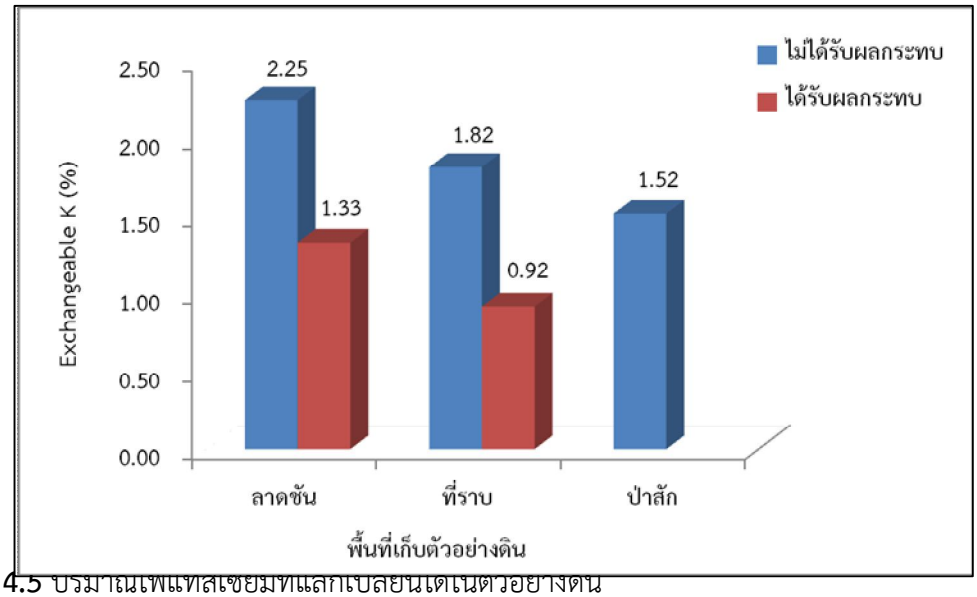


ภาพที่ 4.4 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน

(5) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (Exchangeable K)

จากภาพที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์พบว่าตัวอย่างดินของพื้นที่ลาดชันที่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (NSL) จำนวน 3 แปลง มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยอยู่ที่ 2.25% และพื้นที่ลาดชันที่ได้รับผลกระทบจากจากดินโคลนถล่ม (SSL) จำนวน 3 แปลง มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยอยู่ที่ 1.33% ในขณะที่สวนป่าสัก พื้นที่ลาดชันที่ไม่เกิดดินโคลนถล่ม (PSL) จำนวน 2 แปลง มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยอยู่ที่ 1.52% และพื้นที่ราบที่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (NFL) จำนวน 5 แปลง มีปริมาณปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยอยู่ที่ 1.82% และจากพื้นที่ราบที่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (CFL) จำนวน 10 แปลง มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยอยู่ที่ 0.92%

จะเห็นได้ว่าปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ในสวนผลไม้ของพื้นที่ลาดชันที่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่มมีปริมาณโพแทสเซียมอยู่ในระดับที่เหมาะสม และมีปริมาณที่มากกว่าพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม เกือบเท่าตัวน่าจะเกิดการสูญเสียโพแทสเซียมจากชะล้างพังทลายของหน้าดิน และการกร่อนของดินโดยน้ำกัดเซาะ ดังเช่น ปัทมา วิตยากร (2547) กล่าวไว้ว่าการกร่อนของดินโดยน้ำกัดเซาะ ทำให้สูญเสียโพแทสเซียมมากถึง 150 กก.ต่อเฮ็กตาร์ต่อปี ในพื้นที่เพาะปลูกในสหรัฐ (เขตร้อนชื้น) และ 233 กก.ต่อเฮ็กตาร์ ในดินป่าไม้บนที่สูงชันที่ป่าถูกแผ้วถางไปเพื่อทำการเกษตร ในเขตน้ำพรม จังหวัดชัยภูมิ และผลการศึกษาการกร่อนดิน และการสูญเสียธาตุอาหารในพื้นที่ลาดเอียง (10%) ในดินทราย อำเภอภูเวียง จังหวัดขอนแก่น แสดงให้เห็นว่า โพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารที่สูญเสียมากที่สุด (34 กก.ต่อเฮ็กตาร์) (ปัทมา วิตยากร, 2547) ในส่วนที่เป็นตะกอนดิน (sediments) ในทางตรงกันข้าม การศึกษาในพื้นที่ลูกคลื่นที่มีการปลูกอ้อยในเขตอำเภอเขาสวนกวาง ปรากฏว่ามีการสูญเสียโพแทสเซียมในน้ำไหลบ่า (18 กก.ต่อเฮ็กตาร์) มากกว่าในตะกอนดิน (2.2 กก.ต่อเฮ็กตาร์) (ปัทมา วิตยากร, 2547) ในขณะที่ปริมาณโพแทสเซียมในพื้นที่สวนป่าสักที่ได้เกิดดินโคลนถล่มน่าจะสัมพันธ์กับวัตถุต้นกำเนิดของดิน และจากการสัมภาษณ์เกษตรกรเจ้าของพื้นที่ที่ดำเนินการเก็บตัวอย่างดินบางรายมีการใช้โดโลไมท์ในการปรับปรุงดินภายหลังเมื่อเกิดดินโคลนถล่มและน้ำท่วมฉับพลัน แต่อย่างไรก็ตามการมีโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินสูง อาจเป็นสาเหตุให้พืชใช้แคลเซียมและแมกนีเซียมได้ต่ำลง ซึ่งข้อควรระวังในทางกลับกัน การที่เกษตรกรใส่ปูนขาวและโดโลไมท์มากเกินความจำเป็น อาจส่งผลให้ดินมีปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มาก ส่งผลทำให้พืชดูดใช้โพแทสเซียมได้ต่ำลง หรือเกิดภาวะปฏิปักษ์ของธาตุดังกล่าวได้



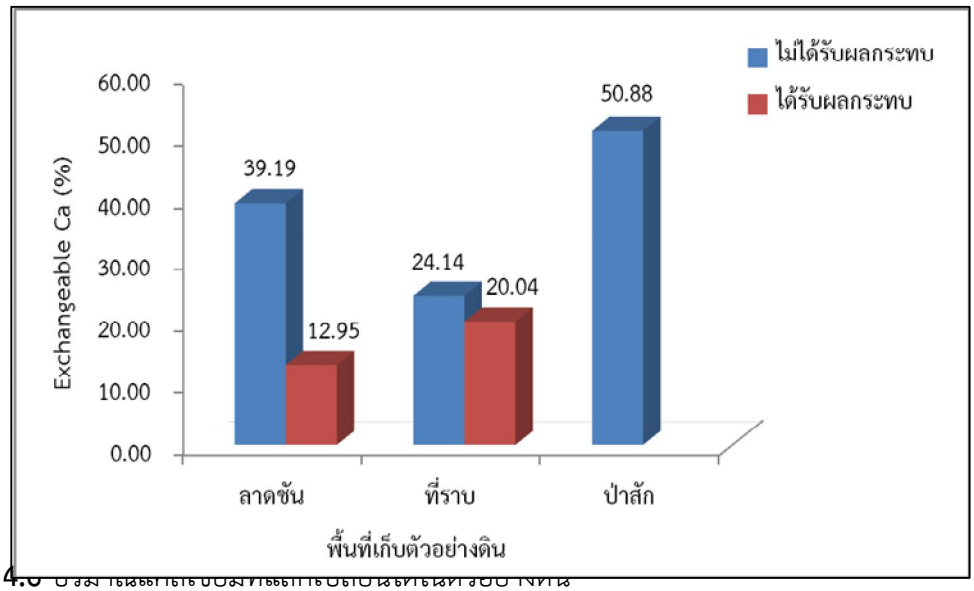
ภาพที่ 4.5 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในตัวอย่างดิน

(6) ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (Exchangeable Ca)

จากภาพที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์พบว่าตัวอย่างดินของพื้นที่ลาดชันที่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (NSL) จำนวน 3 แปลง มีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยอยู่ที่

39.19% และพื้นที่ลาดชันที่ได้รับผลกระทบจากจากดินโคลนถล่ม (SSL) จำนวน 3 แปลง มีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยอยู่ที่ 12.95% ในขณะที่สวนป่าสัก พื้นที่ลาดชันที่ไม่เกิดดินโคลนถล่ม (PSL) จำนวน 2 แปลง มีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยอยู่ที่ 50.88% และพื้นที่ราบที่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (NFL) จำนวน 5 แปลง มีปริมาณปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยอยู่ที่ 24.14% และจากพื้นที่ราบที่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (CFL) จำนวน 10 แปลง มีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยอยู่ที่ 20.04%

แสดงให้เห็นว่าสวนป่าสัก ของพื้นที่ลาดชันที่ไม่เกิดดินโคลนถล่ม (PSL) มีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มากที่สุดและเป็นปริมาณที่เหมาะสมต่อพื้นที่การเกษตร และพื้นที่ลาดชันที่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (NSL) มีค่าแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยมากกว่าพื้นที่ลาดชันที่ได้รับผลกระทบจากจากดินโคลนถล่ม (SSL) ในขณะที่พื้นที่ราบที่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (NFL) มีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ใกล้เคียงกับพื้นที่ราบที่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (CFL) จึงกล่าวได้ว่าปริมาณแคลเซียมในพื้นที่สวนผลไม้ นาข้าว ไร่ข้าวโพด และหอมแดง มีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในปริมาณที่ต่ำกว่าปริมาณที่เหมาะสมต่อพื้นที่การเกษตร (50-75%) ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากรูปแบบการทำการเกษตรที่เน้นการปลูกพืชเชิงเดี่ยว และมีรูปแบบการเพาะปลูกแบบเคมีเกษตร แต่อย่างไรก็ตามผลจากการศึกษาจะเห็นได้ว่าการชะล้างพังทลายของหน้าดิน และการกร่อนของดินโดยน้ำกัดเซาะ เป็นสาเหตุสำคัญทำให้เกิดการสูญเสียแคลเซียมในพื้นที่ลาดชันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



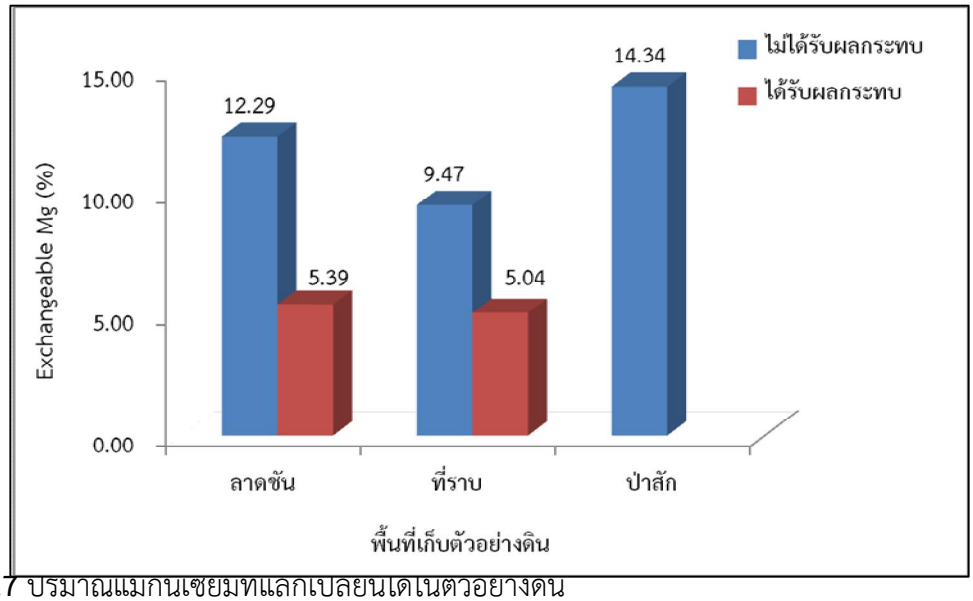
ภาพที่ 4.6 ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินบริเวณ

(7) ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (Exchangeable Mg)

จากภาพที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์พบว่าตัวอย่างดินของพื้นที่ลาดชันที่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (NSL) จำนวน 3 แปลง มีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยอยู่ที่ 12.29% และพื้นที่ลาดชันที่ได้รับผลกระทบจากจากดินโคลนถล่ม (SSL) จำนวน 3 แปลง มีปริมาณ

แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยอยู่ที่ 5.39% ในขณะที่สวนป่าสัก พื้นที่ลาดชันทีไม่เกิดดินโคลนถล่ม (PSL) จำนวน 2 แปลง มีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยอยู่ที่ 14.34% และพื้นที่ราบที่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (NFL) จำนวน 5 แปลง มีปริมาณปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยอยู่ที่ 9.47% และจากพื้นที่ราบที่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (CFL) จำนวน 10 แปลง มีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยอยู่ที่ 5.04%

แสดงให้เห็นว่าสวนป่าสักของพื้นที่ลาดชันทีไม่เกิดดินโคลนถล่ม (PSL) มีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มากที่สุดและเป็นปริมาณที่เหมาะสมต่อพื้นที่การเกษตร (5-15%) และพื้นที่ลาดชันที่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (NSL) มีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยมากกว่าพื้นที่ลาดชันที่ได้รับผลกระทบจากจากดินโคลนถล่ม (SSL) เช่นเดียวกันในพื้นที่ราบที่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (NFL) มีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มากกว่าพื้นที่ราบที่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (CFL) จึงกล่าวได้ว่าการชะล้างพังทลายของหน้าดิน และการกร่อนของดินโดยน้ำกัดเซาะ เป็นสาเหตุสำคัญทำให้เกิดการสูญเสียแมกนีเซียมในพื้นที่การเกษตรอย่างเห็นได้ชัดเจน

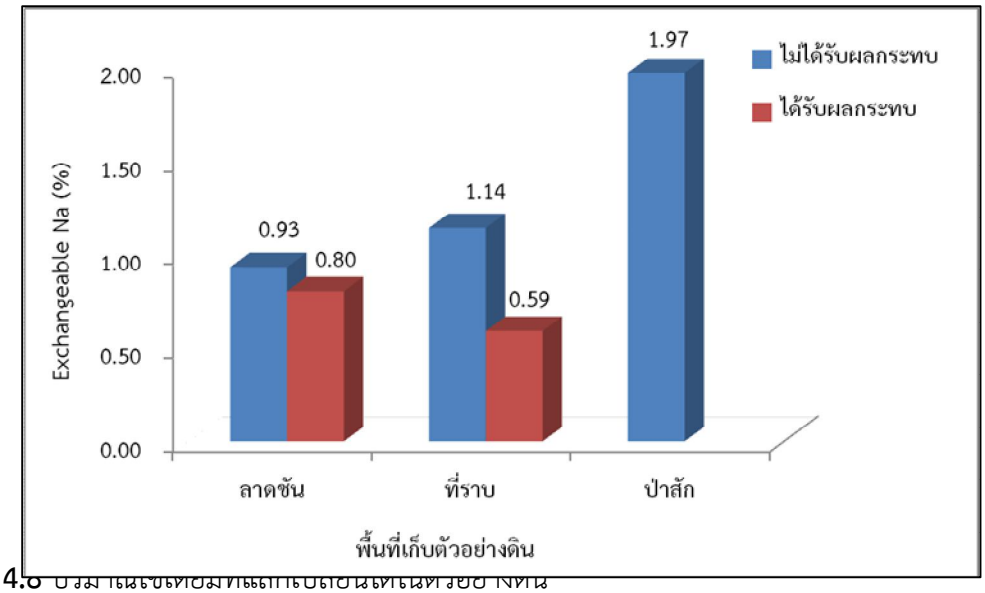


ภาพที่ 4.7 ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในตัวอย่างดิน

(8) ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (Exchangeable Na)

จากภาพที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์พบว่าตัวอย่างดินของพื้นที่ลาดชันที่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (NSL) จำนวน 3 แปลง มีปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยอยู่ที่ 0.93% และพื้นที่ลาดชันที่ได้รับผลกระทบจากจากดินโคลนถล่ม (SSL) จำนวน 3 แปลง มีปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยอยู่ที่ 0.80% ในขณะที่สวนป่าสักพื้นที่ลาดชันทีไม่เกิดดินโคลนถล่ม (PSL) จำนวน 2 แปลง มีปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยอยู่ที่ 1.97% และพื้นที่ราบที่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (NFL) จำนวน 5 แปลง มีปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยอยู่ที่ 1.14% และจากพื้นที่ราบที่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (CFL) จำนวน 10 แปลง มีปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยอยู่ที่ 0.59%

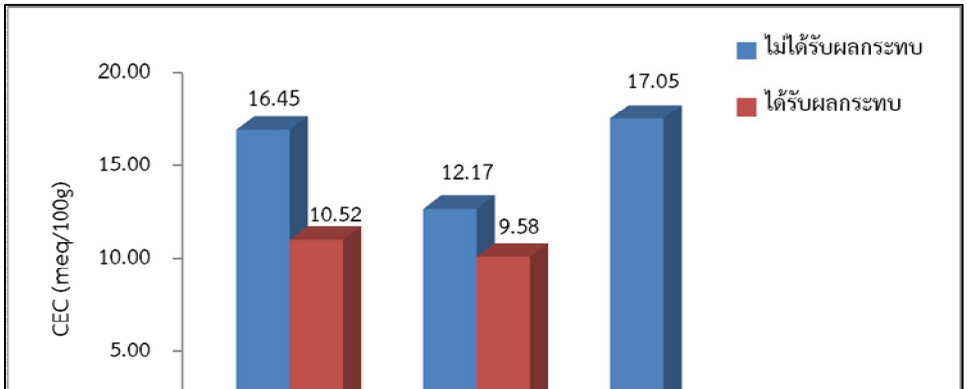
แสดงให้เห็นว่าสวนป่าสักของพื้นที่ลาดชันทีไม่เกิดดินโคลนถล่ม (PSL) มีปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้มากที่สุดและเป็นปริมาณที่เหมาะสมต่อพื้นที่การเกษตร (1-2%) และพื้นที่ลาดชันที่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (NSL) มีปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยใกล้เคียงกับพื้นที่ลาดชันที่ได้รับผลกระทบจากจากดินโคลนถล่ม (SSL) แต่ในขณะที่พื้นที่ราบที่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (NFL) มีปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้มากกว่าพื้นที่ราบที่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (CFL)



ภาพที่ 4.8 ปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยด้วย ANOVA

(9) ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคทไอออน (CEC)

จากภาพที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์พบว่าตัวอย่างดินของพื้นที่ลาดชันที่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (NSL) จำนวน 3 แปลง มีค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคทไอออนเฉลี่ยอยู่ที่ 16.45 meq $100g^{-1}$ และพื้นที่ลาดชันที่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (SSL) จำนวน 3 แปลง มีค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคทไอออนเฉลี่ยอยู่ที่ 10.52 meq $100g^{-1}$ ในขณะที่สวนป่าสัก พื้นที่ลาดชันทีไม่เกิดดินโคลนถล่ม (PSL) จำนวน 2 แปลง มีค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคทไอออนเฉลี่ยอยู่ที่ 17.05 meq $100g^{-1}$ และพื้นที่ราบที่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (NFL) จำนวน 5 แปลง ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคทไอออนเฉลี่ยอยู่ที่ 12.17 meq $100g^{-1}$ และพื้นที่ราบที่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (CFL) จำนวน 10 แปลง มีค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคทไอออนเฉลี่ยอยู่ที่ 9.58 meq $100g^{-1}$



ภาพที่ 4.9 ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคทไอออน (CEC) ในตัวอย่างดิน

แสดงให้เห็นว่าสวนป่าสักของพื้นที่ลาดชันที่ไม่เกิดดินโคลนถล่ม (PSL) มีค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคทไอออนมากที่สุดและเป็นระดับของความจุในการแลกเปลี่ยนแคทไอออนค่อนข้างสูง (15-20 cmol kg^{-1}) (เอิบ เขียวรื่นรมณ์, 2533) และพื้นที่ลาดชันที่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (NSL) มีระดับของความจุในการแลกเปลี่ยนแคทไอออนค่อนข้างสูงเช่นกัน และเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ลาดชันที่ได้รับผลกระทบจากจากดินโคลนถล่ม (SSL) ซึ่งมีค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคทไอออนอยู่ในระดับปานกลาง (10-15 cmol kg^{-1}) (เอิบ เขียวรื่นรมณ์, 2533) จะเห็นได้ว่าจากปัญหาดินโคลนถล่มส่งผลให้ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคทไอออนลดลงโดยเฉพาะในพื้นที่ลาดชันของสวนผลไม้ ทั้งนี้เพราะการชะล้างพังทะลายของของหน้าดินโดยน้ำ เป็นสาเหตุทำให้อินทรียวัตถุและสารแขวนลอยได้ถูกชะล้างไปจากหน้าดิน นอกจากนี้อาจส่งผลต่อสมบัติทางเคมี ทำให้ธาตุอาหารในดินลดลง เกิดการสูญเสียประจุบวกในดินโดยเฉพาะดินที่มีดินเหนียวน้อยทำให้ปฏิกิริยาของดินและการอิ่มตัวของเบสลดลง (Lal and Stewart, 1990)

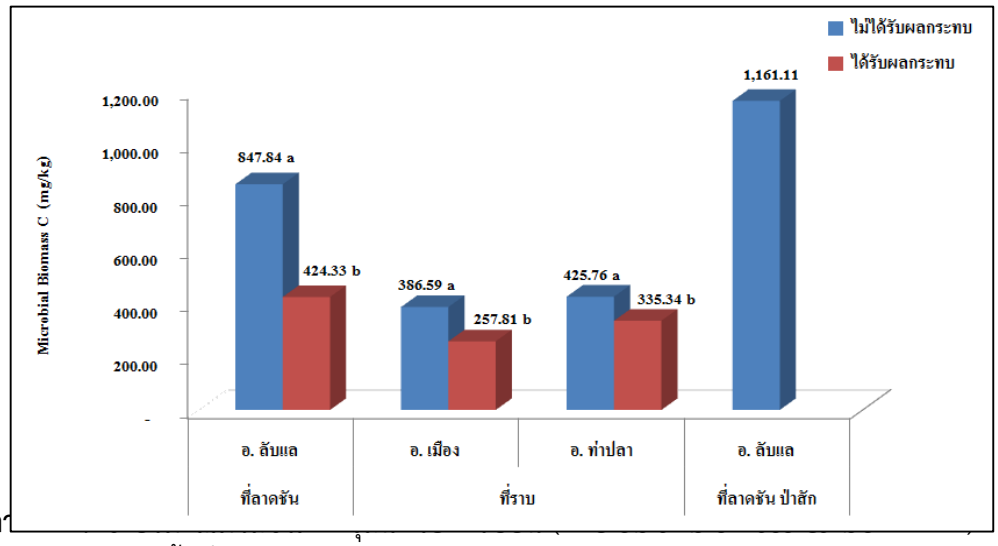
4.1.3 มวลชีวภาพจุลินทรีย์ดิน และกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินในพื้นที่การเกษตรหลังน้ำท่วม ในเขตอำเภอลับแล อำเภอเมือง และอำเภอท่าปลา จังหวัดอุตรดิตถ์

จากการศึกษาผลกระทบทางนิเวศวิทยาถึงผลกระทบของดินโคลนถล่มและน้ำท่วมฉับพลันที่มีผลต่อมวลชีวภาพจุลินทรีย์คาร์บอน (microbial biomass carbon; MBC) และมวลชีวภาพจุลินทรีย์ไนโตรเจน (microbial biomass nitrogen; MBN) และการหายใจของจุลินทรีย์ดิน (soil respiration) ตัวอย่างดินตัวแทนของพื้นที่ลาดชันและพื้นที่ราบ ภายหลังที่ได้รับผลกระทบจากการเกิดดินโคลนถล่มและน้ำท่วมฉับพลันได้ 3 ปี เปรียบเทียบกับพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทเดียวกันและมีสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกันแต่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่มและน้ำท่วมฉับพลัน ดังผลวิเคราะห์ในตารางที่ 4.2

(1) มวลชีวภาพจุลินทรีย์คาร์บอน (microbial biomass carbon: MBC)

ปริมาณมวลชีวภาพจุลินทรีย์คาร์บอนเกิดจากกระบวนการชีวสังเคราะห์ที่เกิดขึ้นควบคู่กับการเกิดกิจกรรมจุลินทรีย์ ซึ่งส่วนใหญ่สารอาหาร (substrate) ที่ทำให้ MBC เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วได้แก่ คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยสลายง่าย จากตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณ MBC พบว่าในพื้นที่สวนป่าสัก พื้นที่ลาดชันที่ไม่เกิดดินโคลนถล่ม (PSL) จำนวน 2 แปลง มีปริมาณ MBC มากที่สุด

โดยเฉลี่ยเท่ากับ 1,161.11 mg kg^{-1} รองลงมาได้แก่ สวนผลไม้ของพื้นที่ลาดชันที่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (NSL) จำนวน 3 แปลง มีปริมาณ MBC เฉลี่ยเท่ากับ 847.84 mg kg^{-1} ในขณะที่พื้นที่ลาดชันที่ได้รับผลกระทบจากจากดินโคลนถล่ม (SSL) ของสวนผลไม้จำนวน 3 แปลง มีปริมาณ MBC เฉลี่ยเท่ากับ 424.33 mg kg^{-1} เช่นเดียวกันในพื้นที่ราบที่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (NFL) จำนวน 5 แปลง ที่ใช้ประโยชน์ที่ดินในการปลูกข้าว ข้าวโพดและหอมแดง ของบ้านน้ำริด อำเภอเมืองและบ้านน้ำต๊ะ อำเภอท่าปลา มีปริมาณ MBC เท่ากับ 386.59 mg kg^{-1} และ 425.76 mg kg^{-1} ตามลำดับ ในขณะที่พื้นที่ราบที่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (CFL) จำนวน 10 แปลง ปริมาณ MBC เท่ากับ 257.81 mg kg^{-1} และ 335.34 mg kg^{-1} ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณ MBC ระหว่างพื้นที่ลาดชั้นที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินของป่าสักและสวนผลไม้ จะมีมากกว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินในรูปแบบของพืชไร่ของพื้นที่ราบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และจะเห็นได้ว่าสวนผลไม้ของพื้นที่ลาดชันที่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่มจะมีปริมาณ MBC มากกว่าพื้นที่ลาดชันที่ได้รับผลกระทบจากจากดินโคลนถล่ม ถึง 2 เท่า (ภาพที่ 4.10) ทั้งนี้ชนิด ปริมาณ และการกระจายของจุลินทรีย์ในดิน จะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมเป็นสำคัญ ซึ่งสภาพแวดล้อมที่มีมีอิทธิพลต่อจุลินทรีย์ในดิน ได้แก่ธาตุอาหารในดิน, ความชื้นของดิน, อุณหภูมิของดิน และสภาพ pH ขอ งดิน (สมศักดิ์ วังใน, 2528)



ภ

ในพื้นที่ศึกษา

จะเห็นได้ว่าผลการวิเคราะห์มวลชีวภาพจุลินทรีย์คาร์บอนในพื้นที่ตัวแทนของพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่มทั้งพื้นที่ลาดชันและพื้นที่ราบ มีปริมาณที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับพื้นที่เปรียบเทียบที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทเดียวกันและมีสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกันแต่ไม่ได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์ดังกล่าว (ภาพที่ 4.10) จะเห็นได้ว่าอัตราส่วนระหว่าง MBC/MBN และอัตราส่วนระหว่าง MBC/C_{org} มีค่าที่ต่ำในดินที่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (ตารางที่ 4.2) สามารถที่จะอธิบายได้ว่าประสิทธิภาพในการใช้ประโยชน์จากแหล่งอาหาร (substrate) โดยเฉพาะแหล่งของอินทรีย์คาร์บอนและไนโตรเจนของจุลินทรีย์ดิน มีปริมาณ

ลดลงจึงมีผลทำให้เกิดการสูญเสียขบวนการทางชีวเคมีของจุลินทรีย์ดินที่ทำการย่อยสลายอินทรียวัตถุในดิน ซึ่งเป็นสาเหตุให้มวลชีวภาพจุลินทรีย์ดินมีปริมาณลดลงได้ในระยะยาว (Sparling, 1997)

ตารางที่ 4.2 มวลชีวภาพจุลินทรีย์และกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินในพื้นที่สวนทุเรียน

	พื้นที่ศึกษา					
	พื้นที่ลาดชัน			พื้นที่ราบ (นาข้าวและพืชไร่)		
	ไม่ได้รับผลกระทบ		รับผลกระทบ	ไม่ได้รับผลกระทบ	รับผลกระทบ	CV (%)[2/]
	ป่าสัก	สวนผลไม้	สวนผลไม้			
MBC (mg kg^{-1})	1,161.11A[1/]	847.84 B	424.33 C	406.18 D	296.58 E	21.34
MBN (mg kg^{-1})	295.47 A	245.33 B	176.54 D	233.81 C	104.01 E	35.66
MBC/MBN ratio(%)	3.93 A	3.46 B	2.40 D	1.74 E	2.85 C	14.27
MBC/C_{org} ratio (%)	229.47 C	443.90 A	420.13 B	123.08 D	114.07 D	15.11
CO_2-C (mg kg^{-1})	456.20 A	334.53 A	96.71 B	120.11 C	76.21 D	8.72
qCO_2 (mg kg^{-1})	2.55 D	2.53 D	4.39 A	3.38 C	3.89 B	23.22

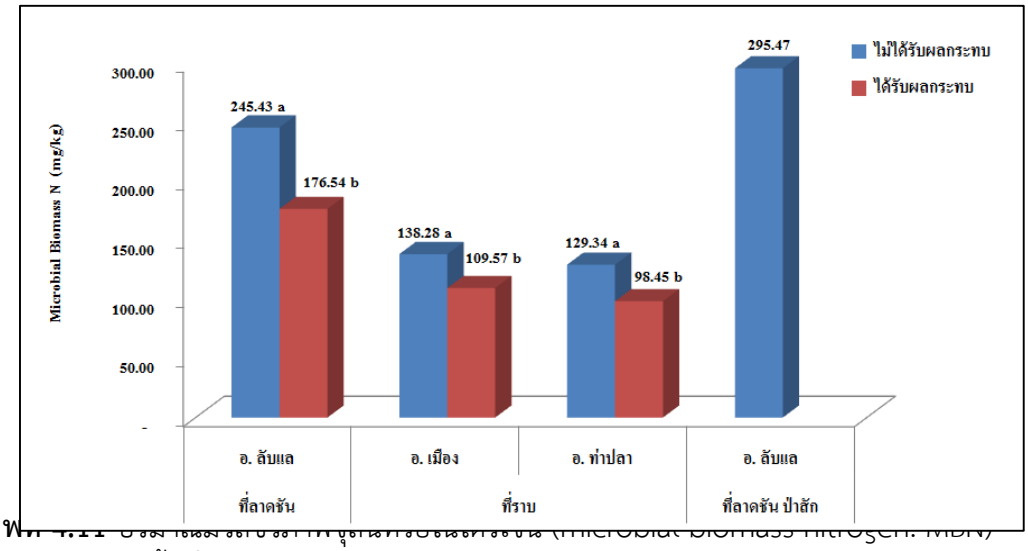
[1/]ตัวเลขในช่องแถวเดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (least - significant difference; LSD) N=60

[2/] CV (%) คือ ค่าสัมประสิทธ์ความแปรปรวน (coefficient of variation)

(2) มวลชีวภาพจุลินทรีย์ไนโตรเจน (microbial biomass nitrogen: MBN)

จากตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณ MBN พบว่าในพื้นที่สวนป่าสัก พื้นที่ลาดชันที่ไม่เกิดดินโคลนถล่ม (PSL) จำนวน 2 แปลง มีปริมาณ MBN มากที่สุด โดยเฉลี่ยเท่ากับ 295.47 mg kg^{-1} รองลงมาได้แก่ สวนผลไม้ของพื้นที่ลาดชันที่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (NSL) จำนวน 3 แปลง มีปริมาณ MBN เฉลี่ยเท่ากับ 245.33 mg kg^{-1} ในขณะที่พื้นที่ลาดชันที่ได้รับผลกระทบจากจากดินโคลนถล่ม (SSL) ของสวนผลไม้จำนวน 3 แปลง มีปริมาณ MBN เฉลี่ยเท่ากับ 176.54 mg kg^{-1} เช่นเดียวกันในพื้นที่ราบที่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (NFL) จำนวน 5 แปลง ที่ใช้ประโยชน์ที่ดินในการปลูกข้าว ข้าวโพดและหอมแดง บ้านน้ำริด อำเภอเมือง และบ้านน้ำต๊ะ อำเภอท่าปลา มีปริมาณ MBN เท่ากับ 138.28 mg kg^{-1} และ 129.34 mg kg^{-1} ตามลำดับ ในขณะที่พื้นที่ราบที่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (CFL) จำนวน 10 แปลง มีปริมาณของ MBN เท่ากับ 109.57 mg kg^{-1} และ 98.45 mg kg^{-1} ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณ MBN ระหว่างพื้นที่ลาดชั้นที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินของป่าสักและสวนผลไม้ จะมีมากกว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินในรูปแบบของพืชไร่ของพื้นที่ราบ มีปริมาณ MBN แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณ MBN ระหว่างพื้นที่ลาดชั้นที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินของป่าสักและสวนผลไม้ จะมีมากกว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินในรูปแบบของพืชไร่ของพื้นที่ราบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และจะเห็นได้ว่าสวนผลไม้ของพื้นที่ลาดชันที่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่มจะมีปริมาณ MBN มากกว่าพื้นที่ลาดชันที่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่มเกือบ 2 เท่า (ภาพที่ 4.11) ทั้งนี้มวลชีวภาพจุลินทรีย์ไนโตรเจน เกิดจากกระบวนการชีวสังเคราะห์ ซึ่งเป็นการนำเอาอนินทรีย์ไนโตรเจนเข้าไปสังเคราะห์เป็นกรดอะมิโนหรือโปรตีนของเซลล์จุลินทรีย์ (Coyne, 1999) ดังนั้นถ้าดินมีอินทรีย์ไนโตรเจนมาก จุลินทรีย์ก็สามารถเข้าทำการย่อยสลายแล้วเปลี่ยนรูปให้เป็นอนินทรีย์ไนโตรเจนและ/หรือเกิดอินทรีย์ไนโตรเจนในรูปของ MBN ได้



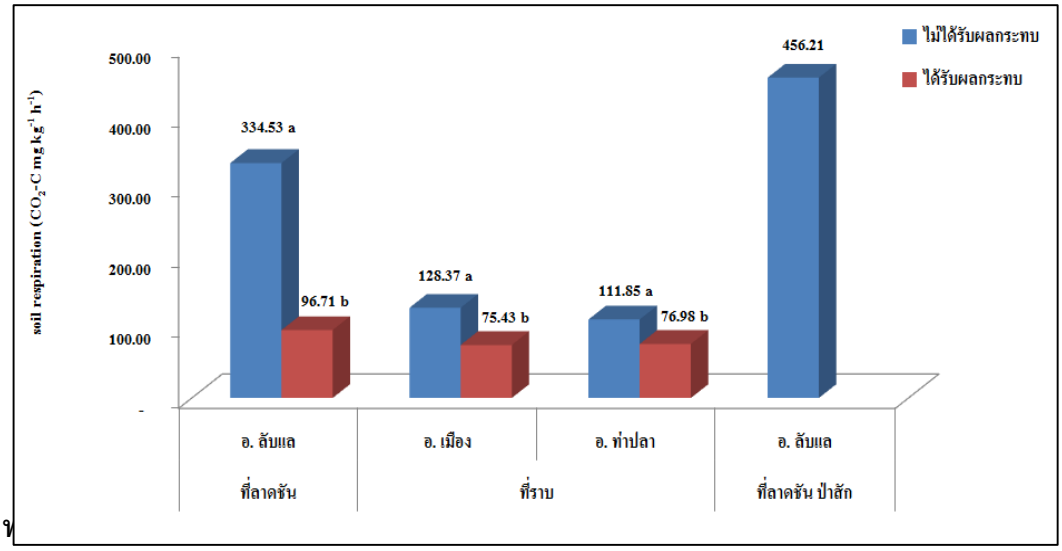
ภาพที่ 4.11 ปริมาณมวลชีวภาพจุลินทรีย์ไนโตรเจน (Microbial Biomass Nitrogen: MBN) ในพื้นที่ศึกษา

จะเห็นได้ว่าผลการวิเคราะห์มวลชีวภาพจุลินทรีย์ไนโตรเจนในพื้นที่ตัวแทนของพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่มทั้งพื้นที่ลาดชันและพื้นที่ราบ มีปริมาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับพื้นที่เปรียบเทียบที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทเดียวกันและมีสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกันแต่ไม่ได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์ดังกล่าว (ภาพที่ 4.10) ซึ่ง Kalbitz et al., (2000) และ Quall (2000) อ้างตาม Xu et al., (2006) กล่าวว่าอินทรีย์คาร์บอนและอินทรีย์ไนโตรเจนที่ละลายน้ำได้เป็นแหล่งคาร์บอนและไนโตรเจนในการสร้างมวลชีวภาพจุลินทรีย์ และจากการศึกษาของนิตยา ดังไธสง (2545) ที่พบว่าในระบบดินนา MBN มีแนวโน้มที่จะมีความสัมพันธ์ทางบวกกับไนโตรเจนในสารอินทรีย์ และอนินทรีย์ไนโตรเจนที่ปลดปล่อยออกมา

(3) การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)

จากตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์การปลดปล่อยแก๊ส CO_2 พบว่าในพื้นที่สวนป่าสัก พื้นที่ลาดชันที่ไม่เกิดดินโคลนถล่ม (PSL) จำนวน 2 แปลง มีปริมาณการปลดปล่อยแก๊ส CO_2 มากที่สุด โดยเฉลี่ยเท่ากับ 456.21 mg $kg^{-1}h^{-1}$ รองลงมาได้แก่สวนผลไม้ของพื้นที่ลาดชันที่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (NSL) จำนวน 3 แปลง มีปริมาณการปลดปล่อยแก๊ส CO_2 เฉลี่ยเท่ากับ 334.53 mg $kg^{-1}h^{-1}$ ในขณะที่พื้นที่ลาดชันที่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (SSL) ของสวนผลไม้

จำนวน 3 มีปริมาณการปลดปล่อยแก๊ส CO_2 เฉลี่ยเท่ากับ 128.37 mg $kg^{-1}h^{-1}$ เช่นเดียวกันในพื้นที่ราบที่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (NFL) จำนวน 5 แปลง ที่ใช้ประโยชน์ที่ดินในการปลูกข้าว ข้าวโพด และหอมแดง ของอำเภอเมือง และอำเภอท่าปลา มีปริมาณการปลดปล่อยแก๊ส CO_2 เท่ากับ 128.37 mg $kg^{-1}h^{-1}$ และ 111.85 mg $kg^{-1}h^{-1}$ ตามลำดับ ในขณะที่พื้นที่ราบที่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (CFL) จำนวน 10 แปลง มีปริมาณการปลดปล่อยแก๊ส CO_2 เท่ากับ 75.43 mg $kg^{-1}h^{-1}$ และ 76.98 mg $kg^{-1}h^{-1}$ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการปลดปล่อยแก๊ส CO_2 ระหว่างพื้นที่ลาดชั้นที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินของป่าสักและสวนผลไม้ จะมีมากกว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินในรูปแบบของพืชไร่ของพื้นที่ราบ และในปริมาณที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)



ภาพ

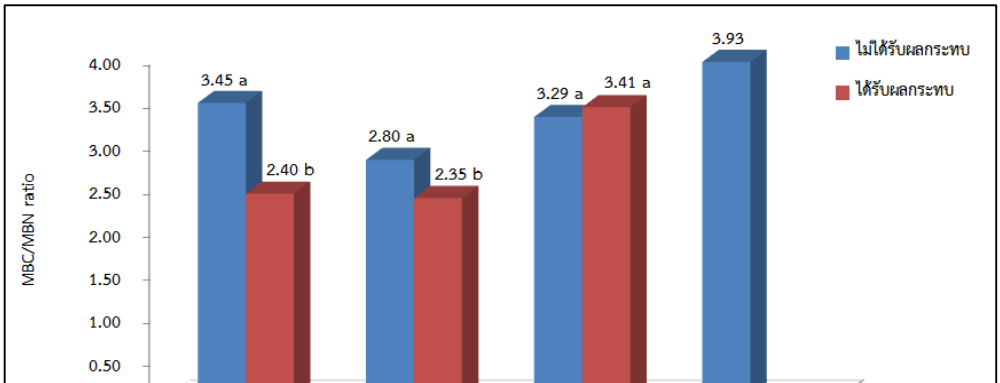
และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณการปลดปล่อยแก๊ส CO_2 ระหว่างพื้นที่ลาดชั้นที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินของป่าสักและสวนผลไม้ จะมีมากกว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินในรูปแบบของพืชไร่ของพื้นที่ราบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และจะเห็นได้ว่าสวนผลไม้ของพื้นที่ลาดชันที่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่มจะมีปริมาณการปลดปล่อยแก๊ส CO_2 มากกว่าพื้นที่ลาดชันที่ได้รับผลกระทบจากจากดินโคลนถล่มเกือบ 3 เท่า (ภาพที่ 4.12) ซึ่งกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินเป็นตัวบ่งชี้ถึงการเกิดเมทาบอลิซึมของจุลินทรีย์ดินในการย่อยสลายสารอินทรีย์ เพื่อได้มาซึ่งพลังงาน และธาตุอาหารในการสร้างมวลชีวภาพจุลินทรีย์ดินและกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน เป็นการใช้ออกซิเจนในกระบวนการย่อยสลายอินทรียวัตถุ หรือกระบวนการ oxidation สารประกอบคาร์บอนได้ผลลัพธ์เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และพลังงาน (Anderson, 1982) จึงนิยมวัดอัตราการหายใจของจุลินทรีย์ดิน (Vig et al., 2003) เป็นดัชนีบงชี้ผลกระทบทางนิเวศวิทยาที่มีต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน ซึ่งผลกระทบจากสารเคมี ปุ๋ยเคมี หรือ ความเสื่อมโทรมของดิน อาจส่งผลทำให้จุลินทรีย์ดินไม่สามารถที่จะนำทั้งคาร์บอนและไนโตรเจนไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ หรืออาจทำให้อินทรีย์คาร์บอนมีโครงสร้างที่ซับซ้อนมากขึ้น หรืออาจจะส่งผลให้จุลินทรีย์ดินตาย (Landi et al., 2000) จึงทำให้อัตราการหายใจของจุลินทรีย์ดินลดลง

(4) อัตราส่วนระหว่างมวลชีวภาพจุลินทรีย์คาร์บอนต่อมวลชีวภาพจุลินทรีย์ไนโตรเจน (MBC/MBN ratio)

จากตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์อัตราส่วนระหว่าง MBC/MBN พบว่าในพื้นที่สวนป่าสัก พื้นที่ลาดชันที่ไม่เกิดดินโคลนถล่ม (PSL) อัตราส่วนระหว่าง MBC/MBN มากที่สุด โดยเฉลี่ยเท่ากับ 3.93 รองลงมาได้แก่สวนผลไม้ของพื้นที่ลาดชันที่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (NSL) มีอัตราส่วนระหว่าง MBC/MBN โดยเฉลี่ยเท่ากับ 3.46 ในขณะที่พื้นที่ลาดชันที่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (SSL) ของสวนผลไม้ มีอัตราส่วนระหว่าง MBC/MBN โดยเฉลี่ยเท่ากับ 2.40 ซึ่งจะเห็นได้ว่าพื้นที่ที่ได้ผลกระทบจากดินโคลนถล่มของพื้นที่ลาดชัน มีปริมาณของอัตราส่วนระหว่าง MBC/MBN แตกต่างกับพื้นที่ลาดชันที่ไม่ได้รับผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เช่นเดียวกันในพื้นที่ราบที่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม ที่ใช้ประโยชน์ที่ดินในการปลูกข้าว ข้าวโพด และหอมแดง มีปริมาณของอัตราส่วนระหว่าง MBC/MBN แตกต่างกับพื้นที่ราบที่ไม่ได้รับผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

และเมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนระหว่าง MBC/MBN ระหว่างพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่มน้ำท่วมฉับพลันและไม่ได้รับผลกระทบดังกล่าว ซึ่งพื้นที่ที่ใช้ในการเปรียบเทียบนั้นเป็นพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทเดียวกันและมีสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกัน แต่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่มและน้ำท่วมฉับพลัน จะเห็นได้ว่าอัตราส่วนระหว่าง MBC/MBN ของพื้นที่ลาดชัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่พื้นที่ราบที่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่มน้ำท่วมฉับพลันและไม่ได้รับผลกระทบดังกล่าว ในเขตอำเภอเมือง มีอัตราส่วนระหว่าง MBC/MBN แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน แต่ในขณะที่พื้นที่ราบเขตอำเภอท่าปลากับไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 4.13)

ทั้งนี้อัตราส่วนระหว่าง MBC/MBN เป็นค่าที่บ่งบอกถึงปริมาณไนโตรเจนที่ผ่านกระบวนการชีวสังเคราะห์เข้าสู่เซลล์เมื่อเทียบกับหนึ่งหน่วยของคาร์บอนที่เข้าสู่เซลล์จุลินทรีย์ เนื่องจากผนังเซลล์ของแบคทีเรียและเชื้อรามีคาร์บอนและไนโตรเจนที่แตกต่างกัน โดยแบคทีเรียมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบประมาณ 45% และไนโตรเจนประมาณ 6-9% จึงส่งผลให้ MBC/MBN ของแบคทีเรียมีค่า 5-8 ส่วนเชื้อรามี MBC/MBN ที่กว้างกว่า ดังนั้นค่า MBC/MBN จึงเป็นค่าที่แสดงถึง แนวโน้มชนิดของจุลินทรีย์ซึ่งเป็นประชากรเด่นภายในดิน ได้รับอิทธิพลจากทั้งคุณภาพสารอินทรีย์และสภาพแวดล้อม เช่นการศึกษาของ Kaewpradit et al. (2007) ที่พบว่าความสัมพันธ์ทางบวกระหว่าง MBC/MBN และอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ของสารอินทรีย์ เนื่องจากจุลินทรีย์สามารถปรับตัวด้วยกระบวนการชีวสังเคราะห์เพื่อสร้างมวลชีวภาพได้ตามสถานะของธาตุอาหารในดิน กล่าวคือในกรณีที่สารอินทรีย์มีปริมาณไนโตรเจนต่ำหรือมีอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนกว้าง ค่า MBC/MBN จะมีค่าสูงด้วย กรณีที่สารอินทรีย์มีไนโตรเจนสูงจุลินทรีย์สามารถใช้ไนโตรเจนได้อย่างไม่มีขีดจำกัด ดังนั้น MBC/MBN จึงมีค่าต่ำ



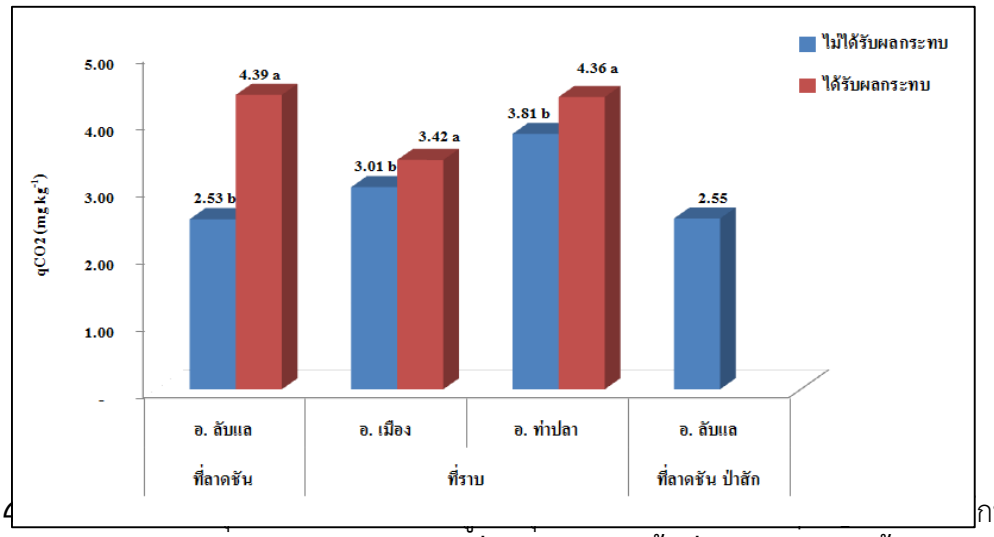
ภาพที่ 4.13 อัตราส่วนระหว่างมวลชีวภาพจุลินทรีย์คาร์บอนต่อมวลชีวภาพจุลินทรีย์ไนโตรเจน (MBC/MBN ratio) ในพื้นที่ศึกษา

(5) ประสิทธิภาพจุลินทรีย์ในการเปลี่ยนรูปธาตุอาหารในสารอินทรีย์ (qCO_2)

ประสิทธิภาพจุลินทรีย์ในการเปลี่ยนรูปธาตุอาหารในสารอินทรีย์ (microbial efficiency หรือ microbial metabolic quotient: qCO_2) หาได้จากอัตราส่วนระหว่างแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปลดปล่อยจากดิน ที่เกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินต่อหน่วยมวลชีวภาพจุลินทรีย์คาร์บอน (MBC) เป็นดัชนีที่มีความไวต่อการตอบสนอง (sensitive) ของจุลินทรีย์ดินที่เกิดจากการถูกรบกวนจากปัจจัยนอกระบบดิน (Anderson and Domsch, 1990) การแปลความหมายของค่า qCO_2 ที่มีค่าสูงหมายถึงจุลินทรีย์ดินได้รับผลกระทบสูง หรือการมีประสิทธิภาพในการนำอินทรีย์คาร์บอนมาสร้างเป็น MBC หรือความสามารถในการอนุรักษ์คาร์บอนไว้ในดินมีต่ำ จากตารางที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม (NSL) มี ค่า qCO_2 สูงกว่าพื้นที่ที่ไม่ได้รับผลกระทบ (พื้นที่เปรียบเทียบ) ทั้ง 2 พื้นที่ของพื้นที่ลาดชันและพื้นที่ราบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบว่าค่า qCO_2 ของพื้นที่ลาดชันที่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่มของสวนผลไม้ มีค่า qCO_2 โดยเฉลี่ยเท่ากับ 4.39 mg kg^{-1} รองลงมาได้แก่พื้นที่ราบที่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่มมีค่า qCO_2 โดยเฉลี่ยเท่ากับ 3.89 mg kg^{-1}

จากภาพที่ 4.14 เมื่อเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพจุลินทรีย์ในการเปลี่ยนรูปธาตุอาหารในสารอินทรีย์ (qCO_2) ระหว่างพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่มน้ำท่วมฉับพลันและไม่ได้รับผลกระทบดังกล่าว ซึ่งพื้นที่ที่ใช้ในการเปรียบเทียบนั้นเป็นพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทเดียวกันและมีสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกันแต่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่มและน้ำท่วมฉับพลัน จะเห็นได้ค่า qCO_2 ในพื้นที่ลาดชันและพื้นที่ราบ ต่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่ในพื้นที่สวนป่าสัก พื้นที่ลาดชันที่ไม่เกิดดินโคลนถล่ม และสวนผลไม้ของพื้นที่ลาดชันที่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม มีค่า qCO_2 ต่ำสุด สามารถประเมินได้ว่าจุลินทรีย์ดินในพื้นที่ดังกล่าวมีประสิทธิภาพในการนำอินทรีย์คาร์บอนมาสร้างเป็น MBC ได้สูง หรือสรุปได้ว่าจุลินทรีย์ดินมีประสิทธิภาพในการใช้สารอาหารสูง (Insam, 1990; Behera et al., 2003) บ่งชี้ได้ว่าพื้นที่ดังกล่าวมีความสามารถในการอนุรักษ์คาร์บอนไว้ในดินได้สูง แต่ในพื้นที่ที่ศึกษาโดยเฉพาะพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่มของพื้นที่ลาดชันมีค่า pH ของดินเป็นกรดแก่ จะส่งผลกระทบต่ออัตราส่วนระหว่างเชื้อราต่อแบคทีเรียมีค่าสูงขึ้น ค่า qCO_2 จะต่ำลง เนื่องจากลักษณะทางสัณฐานวิทยาระหว่างจุลินทรีย์ดังกล่าวต่างกัน กล่าวคือ เชื้อรามีการปลดปล่อย CO_2 ต่อหน่วยมวลต่ำกว่า

แบคทีเรีย ซึ่งเกิดจากการที่เชื้อรามีอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ผิวต่อปริมาตรเซลล์ต่ำกว่าแบคทีเรีย (Blagodatzkaya and Anderson, 1998) ย่อมส่งผลต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินในการย่อยสลายอินทรียวัตถุและการหมุนเวียนธาตุอาหารในระบบนิเวศดิน



ภาพที่ 4 กษา

4.1.4 ความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตในดิน พื้นที่การเกษตรหลังน้ำท่วม ในเขตอำเภอลับแล อำเภอเมือง และอำเภอท่าปลา จังหวัดอุตรดิตถ์

จากการตรวจนับจำนวนและชนิดของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน (ตารางที่ 4.3) ในพื้นที่ลาดชันและพื้นที่ราบ ภายหลังที่ได้รับผลกระทบจากการเกิดดินโคลนถล่มและน้ำท่วมฉับพลันได้ 3 ปี เปรียบเทียบกับพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทเดียวกันและมีสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกันแต่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่มและน้ำท่วมฉับพลัน

พบว่าในพื้นที่สวนป่าสักและสวนผลไม้ของพื้นที่ลาดชันที่ไม่เกิดดินโคลนถล่ม มีความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินไม่แตกต่างกัน เท่ากับ 0.98 และ 0.90 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.3) แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพื้นที่สวนทุเรียนที่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม โดยพบว่าความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน เท่ากับ 0.82 ซึ่งจะเห็นได้ว่าพื้นที่ที่ได้ผลกระทบจากดินโคลนถล่มของพื้นที่ลาดชัน ส่งผลให้ความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินมีปริมาณที่แตกต่างกับพื้นที่ลาดชันที่ไม่ได้รับผลกระทบเช่นเดียวกันในพื้นที่ราบที่ไม่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม ที่ใช้ประโยชน์ที่ดินในการปลูกข้าว ข้าวโพด และหอมแดง มีความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน เท่ากับ 0.68 ในขณะที่พื้นที่ราบที่ได้รับผลกระทบ มีความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน เท่ากับ 0.56 ซึ่งมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แม้ว่าพื้นที่ราบที่มีการปลูกข้าว ข้าวโพด และหอมแดง ในช่วงที่สำรวจจะเป็นช่วงหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต จะมีหญ้าขึ้นเต็มพื้นที่ก็ตาม ไม่ได้ส่งผลให้เป็นแหล่งอาหารและที่อยู่อาศัยของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดิน ดังจะเห็นได้จากข้อมูลในตารางที่ 4.3 ได้อย่างชัดเจนว่าผลกระทบจากดินโคลนถล่มและน้ำท่วมฉับพลัน อาจมีส่วนเกี่ยวข้องที่ทำให้ความหลากหลายต่อสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินลดลง เพราะข้อมูลที่ได้จากการสำรวจสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินที่พบส่วนใหญ่ในพื้นที่ราบของพื้นที่เพาะปลูกข้าว ข้าวโพดและหอมแดง เป็นพวกแมลงตั๊กแตน มด และหนอน เป็นจำนวนมากและตัวอ่อนของหนอนมีความทนต่อ

สารเคมีกำจัดศัตรูพืชสูง (ข้อมูลจากการสอบถามเกษตรกร) ในขณะที่พื้นที่ลาดชันของป่าสักที่ไม่ได้รับผลกระทบ พบว่ามีปริมาณไส้เดือนดินและขุยไส้เดือนดิน และตัวด้วงเป็นจำนวนมาก อาจกล่าวได้ว่ากิจกรรมของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินเหล่านี้ช่วยทำให้ดินในพื้นที่แปลงป่าสักมีความอุดมสมบูรณ์และเป็นกลไกที่สำคัญในการหมุนเวียนธาตุอาหาร ดังจะเห็นได้จากค่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (0.13 %) และปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (2.94%) ในพื้นที่แปลงป่าสัก มีค่าสูงกว่าตัวอย่างดินในพื้นที่อื่นๆ และจะเห็นได้ว่าปริมาณมวลชีวภาพจุลินทรีย์คาร์บอนและมวลชีวภาพจุลินทรีย์ไนโตรเจน และอัตราการหายใจของจุลินทรีย์ดิน ในพื้นที่แปลงป่าสักมีสูงกว่าตัวอย่างดินในพื้นที่อื่น สามารถประเมินได้ว่าอย่างดินในพื้นที่แปลงป่าสักมีความอุดมสมบูรณ์ของดินมากกว่าพื้นที่อื่นๆ

ตารางที่ 4.3 ความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินในพื้นที่ศึกษา

Site	Biodiversity Index
พื้นที่ลาดชัน	
- ไม่ได้รับผลกระทบ (ป่าสัก)	0.98 A[1/]
- ไม่ได้รับผลกระทบ (สวนผลไม้)	0.90 A
- ได้รับผลกระทบ (สวนผลไม้)	0.82 B
พื้นที่ราบ	
- ไม่ได้รับผลกระทบ (นาข้าวและพืชไร่)	0.68 C
- ได้รับผลกระทบ (นาข้าวและพืชไร่)	0.56 D

[1/] ตัวเลขในช่องแถวเดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (least significant difference; LSD) (N = 40)

4.2 ผลการศึกษาอิทธิพลของวัสดุดินเหนียว วัสดุปรับปรุงดิน และปุ๋ยหมัก ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพและทางเคมีบางประการของดินเสื่อมโทรม

4.2.1 ผลการวิเคราะห์สมบัติของวัสดุที่ใช้ในการทดลอง

(1) ผลการวิเคราะห์สมบัติของวัสดุดินเหนียว และวัสดุปรับปรุงดิน

จากการคัดเลือกวัสดุดินเหนียวและวัสดุปรับปรุงดินที่มีคุณภาพโดยพิจารณาจากค่าความจุในการแลกเปลี่ยนไอออนบวก (CEC) ในดิน เลือกจากค่า CEC ที่มากกว่า 10 cmol kg^{-1} ซึ่งผลจากการคัดเลือกตัวอย่างวัสดุดินเหนียวและวัสดุปรับปรุงดินดังกล่าวได้แก่ ดินตะกอน เบนโทไนท์ โดโลไมท์ และดินมารล์ แล้วนำตัวอย่างดังกล่าวมาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของดิน ซึ่งให้ผลปรากฏดังต่อไปนี้

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของวัสดุดินเหนียวและวัสดุปรับปรุงดินพบว่าดินตะกอน และดินเบนโทไนท์มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว (clay) ส่วนโดโลไมท์ และดินมารล์ มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam) และดินทรายร่วน (loamy sand) ตามลำดับ สำหรับปริมาณอนุภาคขนาดเม็ดดินเหนียวของวัสดุดินเหนียว 34..9 - 52.57% ในขณะที่วัสดุปรับปรุงดินมีอนุภาค

ขนาดเม็ดดินเหนียว 5.75-9.23% ส่วนค่าของความชื้นที่ความจุสนาม (field capacity, FC) ในวัสดุดินเหนียว 61.56 -64.49% และในวัสดุปรับปรุงดิน 27.41-37.67% ความชื้นที่จุดเหี่ยวถาวร (permanent wilting point, PWP) วัสดุดินเหนียวและวัสดุปรับปรุงดินอยู่ในช่วง 13.83 - 33.33% และความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ (available water capacity, AWC) มีค่าอยู่ในช่วง 13.58 - 18.23% (ตารางที่ 4.4)

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของวัสดุดินเหนียวและวัสดุปรับปรุงดินพบว่าดินวัสดุเหนียว นั้นมีค่า pH อยู่ในช่วง 4.71-7.60 ค่า EC อยู่ในช่วง 0.29-0.53 dS cm^{-1} และปริมาณอินทรียวัตถุในดินยังอยู่ในระดับที่ต่ำกว่า 1% โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.39-0.77% เช่นเดียวกับปริมาณของไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (total N) ซึ่งมีอยู่น้อย ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) นั้นพบว่ามีค่าสูงโดยอยู่ในช่วง 13.57-14.07 mg kg^{-1} ส่วนปริมาณแคทไอออนจำพวกเบาที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable base) ซึ่งได้แก่ Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+} และ K^{+} นั้นพบว่ามีอยู่สูงเช่นกันโดยเฉพาะแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Ca) นอกจากนี้ยังพบว่าวัสดุดินเหนียวมีค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคทไอออน (CEC) สูงโดยมีค่ามากกว่า 10 cmol kg^{-1} โดยมีค่าอยู่ในช่วง 21.51-25.25 cmol kg^{-1} (ตารางที่ 4.3) ในขณะที่วัสดุดินเหนียวนั้นมีค่า pH อยู่ในสภาพเป็นด่าง ค่าในช่วง 8.32-8.70 ค่า EC อยู่ในช่วง 0.34-0.43 dS cm^{-1} และปริมาณอินทรียวัตถุในดินยังอยู่ในระดับที่ต่ำกว่า 1% โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.16-0.21% เช่นเดียวกับปริมาณของไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (total N) ซึ่งมีอยู่น้อย ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) นั้นพบว่ามีค่าสูงโดยอยู่ในช่วง 51.19- 62.81 mg kg^{-1} ส่วนปริมาณแคทไอออนจำพวกเบาที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable base) ซึ่งได้แก่ Ca, Mg, K และ Na นั้นพบว่ามีอยู่สูงเช่นกันโดยเฉพาะแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Ca) นอกจากนี้ยังพบว่าวัสดุปรับปรุงดินมีค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคทไอออนสูงโดยมีค่ามากกว่า 10 cmol kg^{-1} โดยมีค่าอยู่ในช่วง 21.51- 46.50 cmol kg^{-1} (ตารางที่ 4.3)

ความเสื่อมโทรมของดินนั้นเกิดจากสาเหตุหลายประการเช่น การตัดไม้ทำลายป่าซึ่งอาจเกิดจากสาเหตุที่เกษตรกรต้องการเพิ่มพื้นที่การเกษตร ทำให้ป่าไม้ซึ่งเป็นระบบที่สำคัญในการเป็นแหล่งสำรองและหมุนเวียนธาตุอาหารภายในดินหมดไป ผิวหน้าดินขาดสิ่งปกคลุมส่งผลทำให้เอื้อต่อการได้รับผลกระทบจากน้ำฝนโดยตรงส่งผลทำให้เกิดการชะล้างและการกัดกร่อนดินเพิ่มขึ้นทั้งผิวและหน้าตัดดิน ซึ่งส่งผลทำให้ปริมาณธาตุอาหารปริมาณดินเหนียวถูกชะล้างสู่ชั้นดินที่ลึกลงไป (Uehara and Gillman, 1981) ประกอบกับผิวหน้าดินถูกปล่อยทิ้งว่างเปล่าและสภาพดินเขตร้อนทำให้ดินมีอุณหภูมิสูงส่งเสริมต่อการเร่งการสลายตัวของอินทรียวัตถุ และการสูญเสียอินทรียวัตถุเป็นไปอย่างรวดเร็ว (ผการัตน์ รัฐเขตต์, 2542) และเมื่อมีการทำการเกษตรอย่างต่อเนื่องโดยปราศจากการจัดการและปรับปรุงดินที่ดีส่งผลทำให้ดินเสื่อมโทรมเพิ่มขึ้นซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญต่อการนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตทางการเกษตร ซึ่งการฟื้นฟูดินที่เสื่อมโทรมเพื่อเพิ่มความสามารถในการลิตทางการเกษตรจึงต้องมีการปรับปรุงดินที่ดีส่งผลทำให้ดินเสื่อมโทรมเพื่อเพิ่มความสามารถในการผลิตทางการเกษตรจึงต้องมีการปรับปรุงงสมบัติของดินให้ดีขึ้นโดยเฉพาะความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคทอไอออนในดินเป็นตัวที่บ่งบอกถึงความสามารถในการดูดซับประจุต่างๆ ในดิน และเป็นการป้องกันการสูญเสียของธาตุอาหารโดยกระบวนการชะล้าง (อภิพรรณ พุกภักดี, 2544)

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของวัสดุดินเหนียว และวัสดุปรับปรุงดิน

สมบัติของดิน	ดินตะกอนท้องน้ำ	ดินเบนโทไนท์	โดโลไมท์	ดินมารล์
สมบัติทางกายภาพ				
Sand (%)	12.59	27.09	65.49	34.95
Silt (%)	53.21	20.35	28.76	55.82
Clay (%)	34.19	52.57	5.75	9.23
Soil Texture	Clay	Clay	Sandy loam	Loamy sand
FC (%)	64.49	61.56	37.67	27.41
PWP (%)	24.21	33.33	22.18	13.83
AWC (%)	17.40	18.23	15.49	13.58
สมบัติทางเคมี				
pH (1:5, ดิน:น้ำ)	4.71	7.60	8.32	8.70
EC (dS cm^{-1})	0.53	0.29	0.43	0.34
Organic Matter (%)	0.77	0.09	0.16	0.21
Total Nitrogen (%)	0.03	0.01	0.04	0.06
Available P (mg kg^{-1})	13.57	14.07	51.19	62.81
Exchangeable K (%)	3.58	0.82	30.58	29.11
Exchangeable ca (%)	15.78	50.86	81.49	86.26
Exchangeable Mg (%)	4.93	11.19	11.87	13.81
Exchangeable Na (%)	17.17	6.98	35.64	37.56
CEC (cmol kg^{-1})	21.51	26.25	46.50	43.83

ซึ่งการเพิ่มปัจจัยเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวให้คุณสมบัติเปลี่ยนแปลงไปในทางดีขึ้นได้แก่ การใช้อินทรีย์ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมและกำหนดคุณสมบัติทางกายภาพทางเคมี และชีวภาพของดินเป็นส่วนที่ช่วยในการปลดปล่อยธาตุอาหารสู่ดินรวมถึงสร้างความสมดุลของค่า pH ในดิน แต่ก็อาจมีปัญหาของการสลายตัวได้ง่ายและรวดเร็วจึงต้องมีการใช้ในปริมาณมาก และอีกแนวทางเพื่อเพิ่มการดูดซับธาตุอาหารในดินคือ การใช้วัสดุดินเหนียว และวัสดุปรับปรุงดินที่มีความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารสูงมาใช้ในการป้องกันหรือปรับปรุงดินที่เสื่อมโทรมได้โดยเฉพาะเพื่อลดปัญหาการชะล้างได้ ทั้งนี้จากการเลือกใช้วัสดุดินเหนียวและวัสดุปรับปรุงดินจะต้องมีการวัดสมบัติของวัสดุดังกล่าว เพื่อพิจารณาถึงความเหมาะสมของการนำไปใช้ จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าวัสดุดินเหนียวได้แก่ ดินตะกอนใต้ท้องน้ำและดินเหนียวเบนโทไนท์ มีปริมาณขนาดอนุภาคดินเหนียวสูง ยกเว้นในกรณีของวัสดุปรับปรุงดินได้แก่ โดโลไมท์ และดินมารล์ ที่มีอยู่ในปริมาณที่ต่ำ ซึ่งปริมาณขนาดอนุภาคดินเหนียวนั้นเป็นปัจจัยที่มีผลต่อคุณสมบัติของดินอื่นๆ เช่น ความหนาแน่นรวมของดิน ความชื้นในดิน และที่สำคัญวัสดุดินเหนียว และวัสดุปรับปรุงดินนั้นมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคทไอออน (CEC) ในดินสูงอยู่ในช่วง 21.51- 46.50 cmol kg^{-1} ซึ่งเป็นตัวที่บ่งบอกถึงการเพิ่มพื้นที่ผิวในการรองรับและการเกาะยึดประจุต่างๆ ในดินได้และเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันและลดปริมาณการสูญเสียธาตุอาหารที่เกิดขึ้นโดย

กระบวนการชะล้าง นอกจากนี้ยังมีปริมาณเบสที่แลกเปลี่ยนได้ทั้งหมดอยู่สูงซึ่งมีความสัมพันธ์กับการระดับของค่า pH ของดิน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

(2) ผลการวิเคราะห์สมบัติของดิน (ชุดดินลับแล)

จากการนำตัวอย่างดินของพื้นที่ราบที่มีการปลูกข้าวสลับปลูกหอมแดง ในเขตตำบลศรีพนมมาศ อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ เมื่อเทียบกับแผนที่กลุ่มชุดดินในจังหวัดอุตรดิตถ์ ตัวอย่างดินที่นำมาทดลองครั้งนี้เป็นกลุ่มชุดดินที่ 7 ชุดดินลับแล มาทำการวิเคราะห์หาสมบัติทางกายภาพ พบว่ามีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam) โดยเปอร์เซ็นต์ของ sand, silt และ clay เท่ากับ 53.55, 35.42 และ 11.03 ตามลำดับ และความชื้นที่ความจุสนาม ความชื้นที่จุดเหี่ยวถาวร และความชื้นที่เป็นประโยชน์ในดินเท่ากับ 16.35, 3.67 และ 11.68 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ส่วนผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมี พบว่ามีค่า pH ของดิน เท่ากับ 5.25 ซึ่งอยู่ในระดับกรดแก่ ปริมาณอินทรียวัตถุในดินอยู่ในระดับที่ต่ำมาก (0.56%) และมีค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคทไอออน (CEC) ในดินอยู่ในระดับต่ำ เท่ากับ 4.67 cmol kg^{-1} ดังแสดงในตารางที่ 4.4 ในขณะที่ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินอยู่ในระดับต่ำ (0.16%) และปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินอยู่ในระดับต่ำ (8.61 mg kg^{-1}) ซึ่งปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัส อยู่ในระดับที่จำเป็นที่จะต้องใส่ปุ๋ยให้กับพืช (ตารางที่ 4.5)

สำหรับตัวอย่างดินที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นดินที่ได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม ซึ่งเก็บมาจากตำบลศรีพนมมาศ อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายทรายร่วน (loamy sand) เมื่อเทียบกับแผนที่กลุ่มชุดดินในจังหวัดอุตรดิตถ์ เป็นชุดดินลับแล ซึ่งเป็นที่เก็บจากพื้นที่ที่เกษตรกรมีการใช้ประโยชน์ในการทำการเกษตรมานานทั้งการปลูกข้าว และปลูกหอมแดง และดินดังกล่าวเป็นดินที่มีปริมาณขนาดดินเหนียวต่ำเท่ากับ 11.03% และมีปริมาณขนาดอนุภาคดินทรายสูงถึง 53.55% ซึ่งสัมพันธ์กับความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคทไอออนซึ่งมีอยู่ในระดับที่ต่ำมาก และจากที่มีเนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินทรายประกอบกับค่า CEC ต่ำจึงอาจส่งผลทำให้ดินนั้นมีปริมาณการชะล้างธาตุแคทไอออนสูงจึงทำให้ปริมาณแคทไอออนทั้งหมดในดินอยู่ในปริมาณที่ต่ำ ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะเป็นส่วนของปริมาณแคทไอออนจำพวกเบสที่แลกเปลี่ยนได้ (Ca, Mg, K และ Na) และที่เหลือเป็นส่วนของปริมาณแคทไอออนที่เป็นกรด (Al^{3+}, H^{+}) จากที่มีค่า CEC และปริมาณเบสที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำส่งผลทำให้ระดับของค่า pH ของดินที่มีอยู่ในระดับที่ต่ำเท่ากับ 5.25 จากสมบัติทางกายภาพและเคมีดังกล่าวนับได้ว่าน่าจะเป็นตัวที่ชี้วัดถึงศักยภาพของความเสื่อมโทรมของดินได้ซึ่งดินที่มีการทำการเกษตรมานานและการได้รับผลกระทบจากดินโคลนถล่ม ส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินซึ่งส่งผลทำให้การเจริญเติบโต และผลผลิตพืชลดลงด้วย

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์สมบัติของดิน ชุดดินลับแล

สมบัติ	ชุดดินลับแล	ปุ๋ยหมัก
สมบัติทางกายภาพ		
Sand (%)	53.55	-
Silt (%)	35.42	-

Clay (%)	11.03	-
Soil Texture	sandy loam	-
Field Capacity; FC (%)	16.35	-
Permanent Wilting Point; PWP (%)	3.67	-
Available Water Capacity; AWC (%)	11.68	-
สมบัติทางเคมี		
pH (1:5, ดิน:น้ำ)	5.25	7.53
EC (dS cm^{-1})	0.03	1.75
Organic Matter (%)	0.56	10.78
Total Nitrogen (%)	0.16	1.06
Available P (mg kg^{-1})	8.61	14.40
Exchangeable K (%)	9.11	7.05
Exchangeable Ca (%)	10.54	74.26
Exchangeable Mg (%)	7.86	12.89
C/N Ratio	-	10.16
CEC (cmol kg^{-1})	4.46	-

(3) ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีบางประการของปุ๋ยหมัก

จากการสุ่มเก็บตัวอย่างปุ๋ยหมักซึ่งได้จากการร่วงหล่นของใบไม้ยืนต้นแล้วนำมาผลิตเป็นปุ๋ยหมักที่มีการผสมมูลไก่ ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีเบื้องต้นพบว่า ค่า pH ของปุ๋ยหมักเท่ากับ 7.53 ค่าการนำกระแสไฟฟ้า (EC) เท่ากับ 1.75 dS cm^{-1} ส่วนปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 1.06% ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดเท่ากับ 12.40% และมีปริมาณ K, Ca และ Mg มีค่า ค่าเท่ากับ 7.05%, 74.26% และ 7.86% ตามลำดับ ปุ๋ยหมักมีปริมาณของอินทรีย์คาร์บอนเท่ากับ 10.78% และอัตราส่วน C/N ratio เท่ากับ 10.23 ซึ่งเป็นค่าอัตราส่วนที่มีความเหมาะสมต่อการย่อยสลายได้ง่าย (ตารางที่ 4.4)

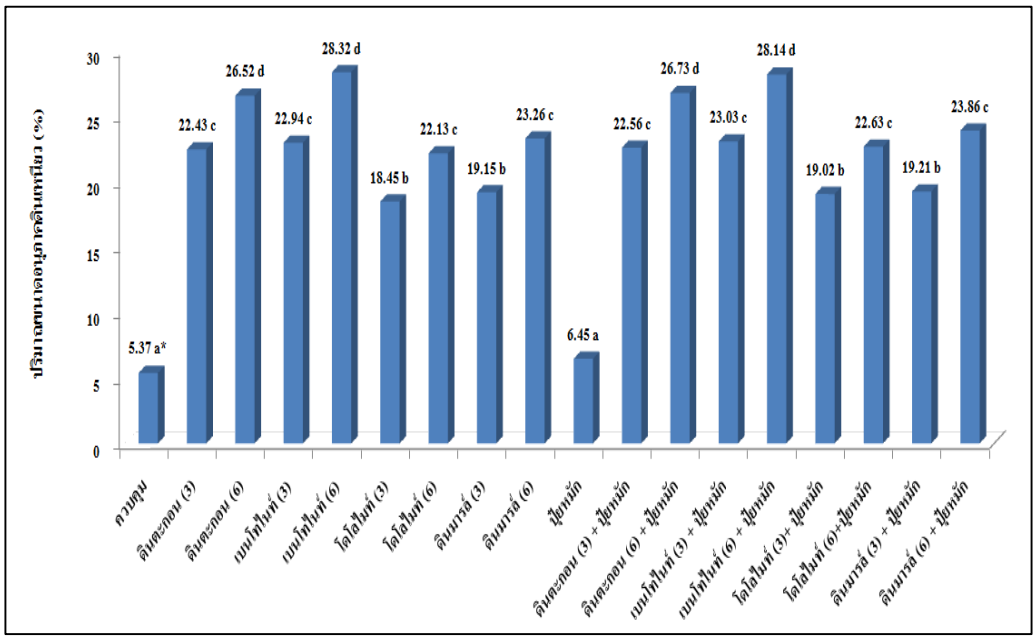
4.2.2 ผลการวิเคราะห์สมบัติของดินก่อนและหลังทดลองปลูกข้าวโพด

(1) ผลการวิเคราะห์ปริมาณขนาดอนุภาคดินเหนียว

จากการสุ่มเก็บตัวอย่างดินก่อนทดลองปลูกข้าวโพดจากทุกตำรับทดลอง มาวิเคราะห์หาปริมาณขนาดอนุภาคดินเหนียว (clay) ผลปรากฏว่าจากทุกตำรับทดลองนั้นมีค่าความแตกต่างของปริมาณขนาดอนุภาคดินเหนียวอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.05$) กับตำรับควบคุม โดยพบว่าการเพิ่มวัสดุดินเหนียวและวัสดุปรับปรุงดินทุกชนิด รวมถึงการใส่ปุ๋ยหมักร่วมด้วยมีผลทำให้ปริมาณขนาดอนุภาคดินเหนียวนั้นมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งปริมาณขนาดอนุภาคดินเหนียวมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งปริมาณขนาดอนุภาคดินเหนียวในตำรับควบคุมมีค่าต่ำที่สุดคือเท่ากับ 5.37% ทั้งนี้ปริมาณขนาด

อนุภาคดินเหนียวมีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับของวัสดุดินเหนียวและวัสดุปรับปรุงดินทุกชนิด (ภาพที่ 4.15) โดยมีค่าเพิ่มขึ้นสูงที่สุดเท่ากับ 28.32% ในตำรับการทดลองที่ใส่ดินเหนียวเบนโทไนท์ (6) ส่วนการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับทุกระดับของวัสดุดินเหนียวและวัสดุปรับปรุงดินนั้น พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมัก ส่วนในตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ยหมักเพียงอย่างเดี่ยวส่งผลให้ปริมาณขนาดอนุภาคดินเหนียวไม่แตกต่างจากตำรับควบคุม (ภาพที่ 4.15)

จากสภาพปัญหาดังกล่าวนั้นจะมีปัญหาเกี่ยวกับสมบัติของดินซึ่งการปรับปรุงเพื่อเพิ่มศักยภาพในการผลิตนั้นจะต้องพิจารณาถึงสมบัติของดินเป็นหลักซึ่งมีความสัมพันธ์ต่อการเจริญเติบโตของพืช จากการศึกษาการใช้วัสดุที่มีความสามารถในการดูดซับสูงซึ่งได้แก่ วัสดุดินเหนียว วัสดุปรับปรุงดิน และปุ๋ยหมัก เพื่อศึกษาอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทั้งทางกายภาพ ของดินที่เสื่อมโทรมซึ่งพบว่าทำให้ดินนั้นมีปริมาณอนุภาคดินเหนียวเพิ่มขึ้นตามปริมาณของวัสดุดินเหนียวและวัสดุปรับปรุงดินที่เพิ่มขึ้น แต่จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าในดินที่มีการเพิ่มปริมาณเบนโทไนท์ นั้นมีปริมาณขนาดอนุภาคดินเหนียวสูงมาก ปริมาณขนาดอนุภาคดินเหนียวที่เพิ่มขึ้นก็เท่ากับเป็นการเพิ่มปริมาณของช่องว่างขนาดเล็กที่เป็นที่อยู่ของน้ำในดินทำให้ดินมีความสามารถกักเก็บความชื้นไว้ได้สูงขึ้น (อดิศักดิ์ ปิยมาตย์ และอินทิชา เศวตประวิชกุล, 2535) ซึ่งเป็นแหล่งสำรองของปริมาณน้ำในดินในสภาพที่แห้งแล้งและแล้งจัด และเป็นการเพิ่มขึ้นช่วงของความชื้นในดินเป็นประโยชน์ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่นข้าวฟ่างได้ ทั้งนี้ข้าวฟ่างจะมีอัตราการเจริญเติบโตได้ในสภาพความชื้นที่ระดับความจุสนาม (Sestak et al., 1971) และอัตราการเจริญเติบโตลดลงเมื่อพืชขาดน้ำ แต่จากการทดลองปลูกข้าวฟ่างไม่พบว่าข้าวฟ่างแสดงอาการเหี่ยวแต่อย่างใด และนอกจากนี้การเพิ่มขึ้นของปริมาณขนาดอนุภาคดินเหนียวจะส่งผลทำให้อัตราส่วนระหว่างมวลต่อปริมาตรของช่องว่างในดิน (ความหนาแน่นรวมของดิน) ลดลง ทำให้ดินมีความร่วนซุยไม่อยู่ในสภาพแน่นทึบ แต่ทั้งนี้ช่องว่างในดินที่เพิ่มขึ้นดังกล่าวนั้นอาจเกิดจากการชอนไนปลายรากพืชได้ เนื่องจากรากพืชเป็นตัวกระทำที่สำคัญที่สุดที่ทำให้เกิดช่องว่างในดินทำให้ดินมีช่องว่างในดินทำให้ดินมีช่องว่างที่ขยายกว้างขึ้น



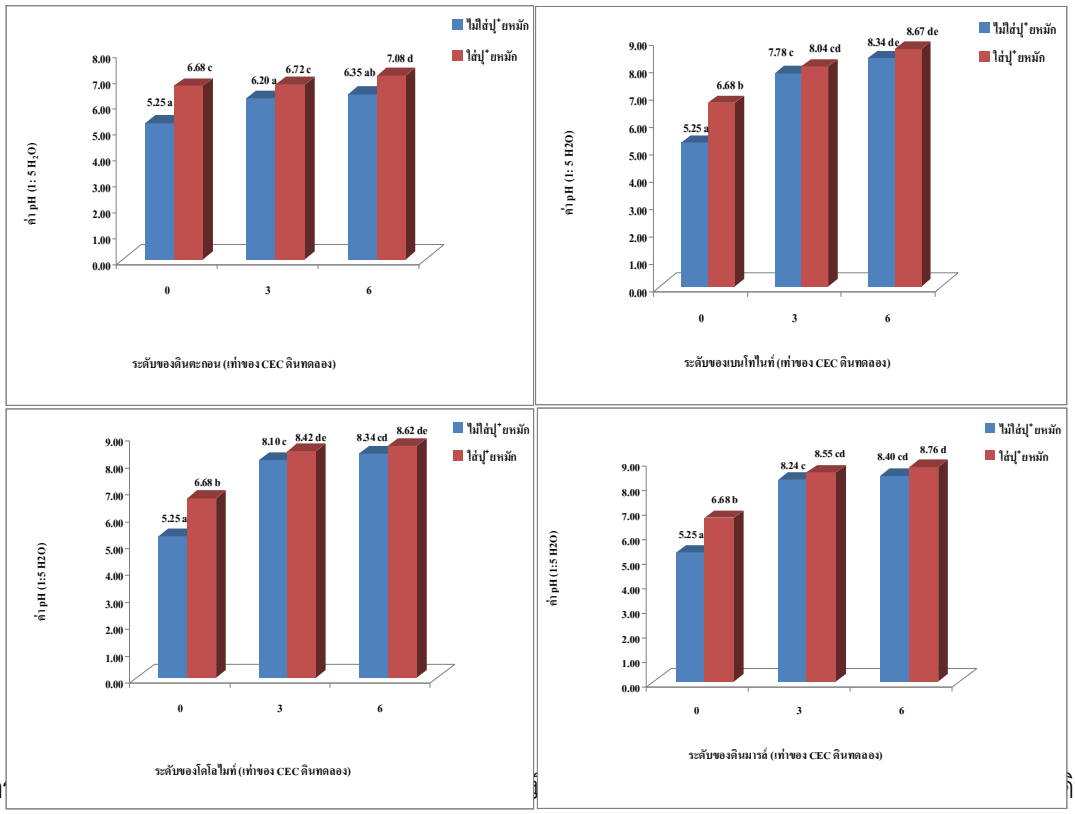
ภาพที่ 4.15 ปริมาณของขนาดอนุภาคดินเหนียวจากการเพิ่มระดับวัสดุดินเหนียว และวัสดุปรับปรุงดิน การใส่ปุ๋ยหมักร่วมด้วย

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยบนกราฟที่มีตัวอักษรที่กำกับเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% โดยวิธี DMRT)

นอกจากนี้ยังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีโดยทำให้ดินนั้นมีความสามารถในการดูดซับแคทไอออนที่เป็นด่างได้สูงเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับดินทรายที่ไม่ได้เพิ่มวัสดุอะไรเลย โดยทั่วไปสมบัติทางเคมีของดินที่มีการทำการเกษตรติดต่อกันเป็นเวลานานนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาโดยเฉพาะอย่างยิ่งค่า CEC ของดินซึ่งจะเป็นตัวที่บ่งบอกอย่างเห็นได้ชัดทั้งในส่วนของแหล่งสำรองและที่เกาะยึดของธาตุอาหารในดิน (คณาจารย์ภาคปฐพีวิทยา, 2541) ทำให้สามารถประเมินความสามารถของดินในการป้องกันการสูญเสียของธาตุอาหารในดินโดยกระบวนการชะล้าง ได้รวมถึงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเบสที่แลกเปลี่ยนได้ในดินซึ่งสัมพันธ์กับระดับของค่า pH ของดินโดยตรงจากการศึกษาเห็นได้ว่าเมื่อมีการเพิ่มวัสดุดินเหนียว วัสดุปรับปรุงดินทั้ง 3 ระดับ และปุ๋ยหมักทำให้ดินที่เสื่อมโทรมนั้นมีค่า CEC เพิ่มขึ้นถึง 3-14 เท่าของดินทดลอง โดยการเพิ่มวัสดุดินเหนียวทำให้ค่า CEC เพิ่มขึ้น เป็นอยู่ในช่วง 3-5 เท่า (ดินตะกอน), 3-7 เท่า (ชุดดินลับแล) และ 7-12 เท่า (เบนโทไนท์) ส่วนการเพิ่มวัสดุปรับปรุงดินซึ่งได้แก่ โดโลไมท์ และดินมาร์ล ทำให้ค่า CEC เพิ่มขึ้นเป็นอยู่ในช่วง 4-6 เท่า และ 8-12 เท่า ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ นงลักษณ์ วิบูลสุข และ พวงเล็ก โมรากุล. (2538) พบว่าเมื่อทำการผสมดินทรายชุดดินสตึกกับวัสดุปรับปรุงดินทำให้ค่า CEC เพิ่มสูงมาก ทั้งนี้การเพิ่มขึ้นของค่า CEC นั้นเนื่องจากส่วนของปริมาณขนาดอนุภาคดินเหนียว ซึ่งเป็นส่วนของอนุภาค คอลลอยด์ที่มีพื้นที่ผิวสัมผัสสูง (Parker et al., 1979) จึงทำให้ดินมีพื้นที่ผิวในการเกาะยึดสูง และในส่วนของอินทรียวัตถุในดินนั้นยังมีส่วนช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวในการเกาะยึดเพิ่มขึ้นและลดลงของปริมาณเบสที่แลกเปลี่ยนได้และแคทไอออนที่เป็นกรด โดยทำให้มีปริมาณเบสที่เปลี่ยนได้เพิ่มขึ้น ซึ่งเนื่องจากว่าวัสดุที่ใช้นั้นมีองค์ประกอบของเบสที่แลกเปลี่ยนได้ทั้งหมด (Ca, Mg, K และ Na) สูง และในทางกลับกันจะเห็นได้ว่าปริมาณแคทไอออนที่เป็นกรด (Al, H) นั้นมีค่าลดลงจนไม่พบว่ามีปริมาณแคทไอออนที่เป็นกรดอยู่เลย ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาระหว่างส่วนของอินทรียวัตถุกับ Al ทำให้ปริมาณของ Al และ H ในดินลดลงซึ่งส่งผลทำให้ยกระดับค่า pH ของดินเพิ่มสูงขึ้นด้วย (Parfitt et al., 1977) จากสภาพของค่า pH ที่เพิ่มสูงขึ้นนั้นมีผลทำให้ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดินเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน ทั้งนี้การเพิ่มขึ้นของปริมาณวัสดุดินเหนียวและวัสดุปรับปรุงดินยังมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของแคทไอออนทั้งหมดในดินโดยเฉพาะการเพิ่มปริมาณเบนโทไนท์ และบีเอฟ และประจุบวกทั้งหมดในดินที่เพิ่มขึ้นส่วนใหญ่จะเป็นไอออนบวกจำพวกเบสซึ่งเห็นได้ชัดเจนและสอดคล้องกับค่า pH ของดินซึ่งมีระดับที่เพิ่มขึ้น

(2) ค่า pH ของดิน (pH, 1:5 น้ำ)

ผลการวิเคราะห์ค่า pH ของดินที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างดินก่อนและหลังการทดลองปลูกข้าวโพดพบว่า มีความแตกต่างของค่า pH ของดินก่อนและหลังทดลองอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.05$) โดยค่า pH ของดินหลังทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นจากดินก่อนทดลองและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มระดับของวัสดุดินเหนียว และวัสดุปรับปรุงดินทุกชนิด รวมถึงการใส่ปุ๋ยหมักร่วมด้วย ซึ่งการใส่ปุ๋ยหมักรวมกับทุกระดับวัสดุดินเหนียว นั้นพบว่าค่า pH สูงกว่าที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมัก ทั้งนี้ค่า pH ของดินที่ใส่ดินมาร์ล (6) ร่วมกับปุ๋ยหมักมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 8.76 ซึ่งการเพิ่มขึ้นของค่า pH นั้นมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกันหรือต่างกันเพียงเล็กน้อยทั้งในดินที่มีการเพิ่มระดับวัสดุดินเหนียว วัสดุปรับปรุงดิน และการใส่ปุ๋ยหมักร่วมด้วย (ภาพที่ 4.16)



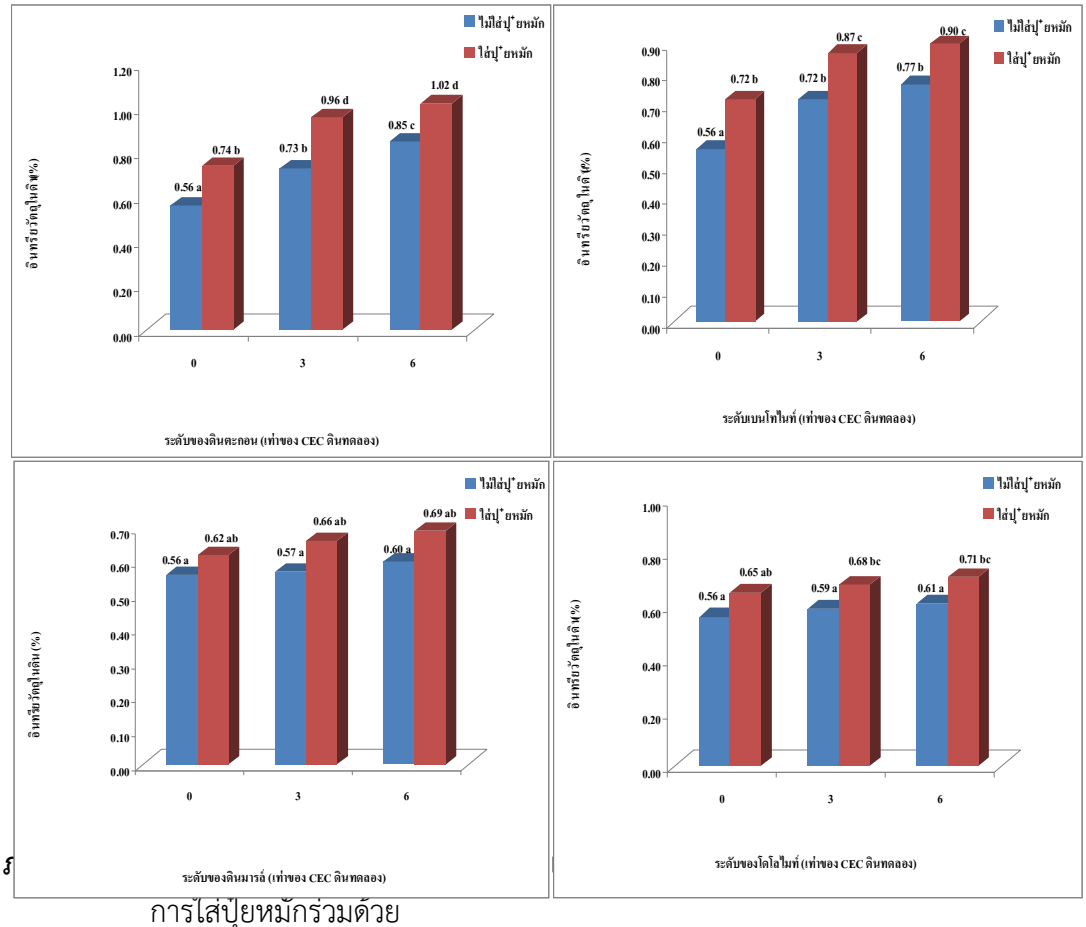
ภ ดิน
การใส่ปุ๋ยหมักร่วมด้วย

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยบนกราฟที่มีตัวอักษรที่กำกับเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% โดยวิธี DMRT)

(3) ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (organic matter, OM)

ผลของการปลูกข้าวโพดในดินที่เพิ่มระดับของวัสดุดินเหนียว วัสดุปรับปรุงดิน การใส่ปุ๋ยหมักต่อปริมาณอินทรียวัตถุในดิน พบว่าปริมาณอินทรียวัตถุทั้งในดินก่อนและหลังทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นตามตำรับการทดลอง โดยในดินหลังทดลองมีแนวโน้มลดลงจากดินก่อนทดลอง และมีค่าเพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.05$) กับตำรับควบคุมซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.56% ทั้งนี้จากทุกตำรับที่มีการเพิ่มระดับของวัสดุดินเหนียว วัสดุปรับปรุงดิน และการใส่ปุ๋ยหมักร่วมด้วย

นั้นมีผลทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยการใส่ปุ๋ยหมักร่วมด้วยกับทุกระดับของวัสดุดินเหนียว วัสดุปรับปรุงดินทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินเพิ่มสูงกว่าที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมัก โดยชัดเจนในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับดินตะกอน และเบนโทไนท์ ที่มีปริมาณอินทรียวัตถุสูง เท่ากับ 0.90-1.02% แต่อย่างไรก็ตามปริมาณอินทรียวัตถุที่เพิ่มขึ้นยังถือว่าอยู่ในระดับต่ำ (ภาพที่ 4.17)

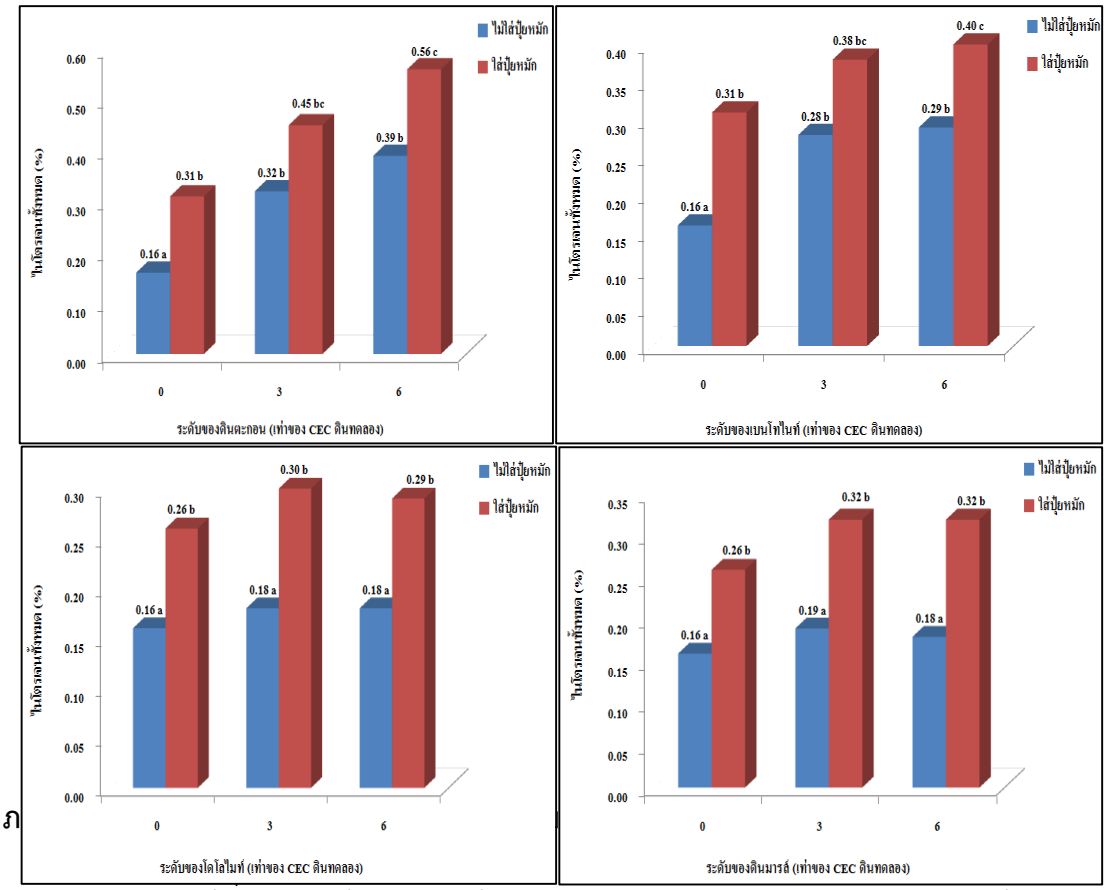


การใส่ปุ๋ยหมักร่วมด้วย

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยบนกราฟที่มีตัวอักษรที่กำกับเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% โดยวิธี DMRT)

(4) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen) ในดิน

ผลของการปลูกข้าวโพดในดินจากตำรับทดลองที่มีการเพิ่มระดับของวัสดุดินเหนียว วัสดุปรับปรุงดิน และปุ๋ยหมักต่อปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินนั้น พบความแตกต่างทางสถิติของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินก่อนและหลังทดลอง และปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินหลังทดลองนั้นมีแนวโน้มลดลงจากดินก่อนการทดลอง แต่พบว่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับของวัสดุดินเหนียว วัสดุปรับปรุงดินที่เพิ่มขึ้นนั้นมีค่าที่ใกล้เคียงกันเมื่อเปรียบเทียบระหว่างระดับของวัสดุดินเหนียว วัสดุปรับปรุงดิน และเมื่อมีการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับทุกระดับวัสดุดินเหนียวนั้นมีผลทำให้สูงกว่าที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักอย่างชัดเจน โดยชัดเจนในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับดินตะกอนมีปริมาณอินทรียวัตถุสูง เท่ากับ 0.56% (ภาพที่ 4.18)

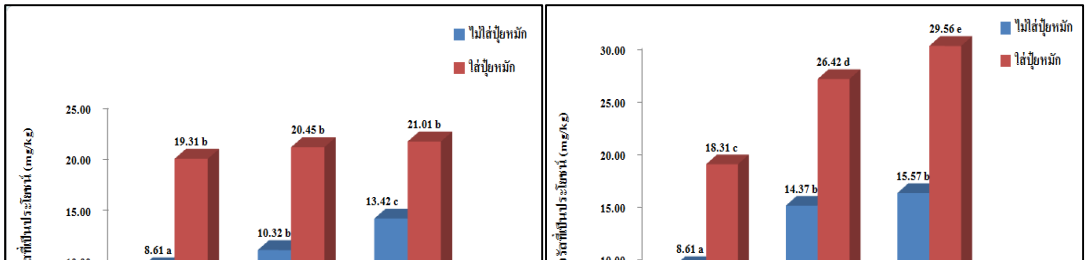


ภ

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยบนกราฟที่มีตัวอักษรที่กำกับเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% โดยวิธี DMRT)

(5) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P)

จากผลการทดลองการปลูกข้าวโพดแล้วทำการสุ่มตัวอย่างดินหลังทดลองมาทำการวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินพบว่า จากทุกตำรับการทดลองมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเพิ่มขึ้นโดยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.05$) กับตำรับควบคุมซึ่งมีค่าเท่ากับ 8.61 mg kg^{-1} และปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์นั้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากอิทธิพลของทุกตำรับการทดลองต่อมีแนวโน้มลดลงจากดินก่อนทดลอง ทั้งนี้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ที่เพิ่มขึ้นนั้นมีความสอดคล้องกับระดับวัสดุดินเหนียวและวัสดุปรับปรุงดินที่เพิ่มขึ้น ซึ่งการเพิ่มระดับดินมาร์ลนั้นมีผลทำให้ค่าที่วิเคราะห์ได้อยู่ในช่วงที่สูงกว่าตำรับอื่นโดยมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 30.24 mg kg^{-1} ในตำรับที่มีการเพิ่มดินมาร์ล (6) สำหรับการใส่ปุ๋ยหมักร่วมด้วยนั้นมีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มสูงกว่าทุกระดับวัสดุดินเหนียว วัสดุปรับปรุงดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักอย่างชัดเจน ซึ่งการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับระดับดินมาร์ลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วงที่สูดกว่าตำรับทดลองอื่น โดยเฉพาะการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับดินโพน (6) มีปริมาณฟอสฟอรัส ที่เป็นประโยชน์ในดินสูงที่สุดเท่ากับ 32.45 mg kg^{-1} (ภาพที่ 4.19)

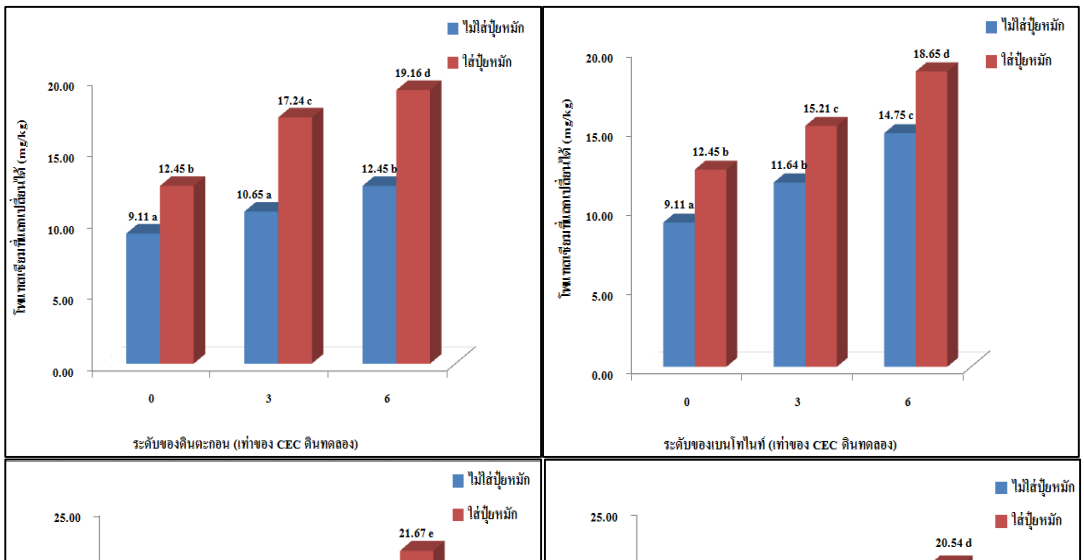


ภาพที่ 4.19 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเมื่อมีการเพิ่มระดับของวัสดุดินเหนียว วัสดุปรับปรุงดิน การใส่ปุ๋ยหมักร่วมด้วย

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยบนกราฟที่มีตัวอักษรที่กำกับเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% โดยวิธี DMRT)

(6) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K) ในดิน

ผลของการเพิ่มระดับวัสดุดินเหนียว วัสดุปรับปรุงดิน และปุ๋ยหมัก มีผลต่อความแตกต่างของปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ไม่พบว่าแตกต่างทางสถิติในดินหลังทดลอง และในดินหลังทดลองนั้นมีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินลดลงจากดินก่อนการทดลอง และพบว่าปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินหลังทดลองนั้นมีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับของวัสดุดินเหนียวทุกชนิด และเมื่อมีการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับดินเหนียว และวัสดุปรับปรุงดินทุกระดับนั้นมีค่าสูงกว่าที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมัก และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับการเพิ่มระดับวัสดุดินเหนียว และวัสดุปรับปรุงดินทุกระดับ (ภาพที่ 4.20)

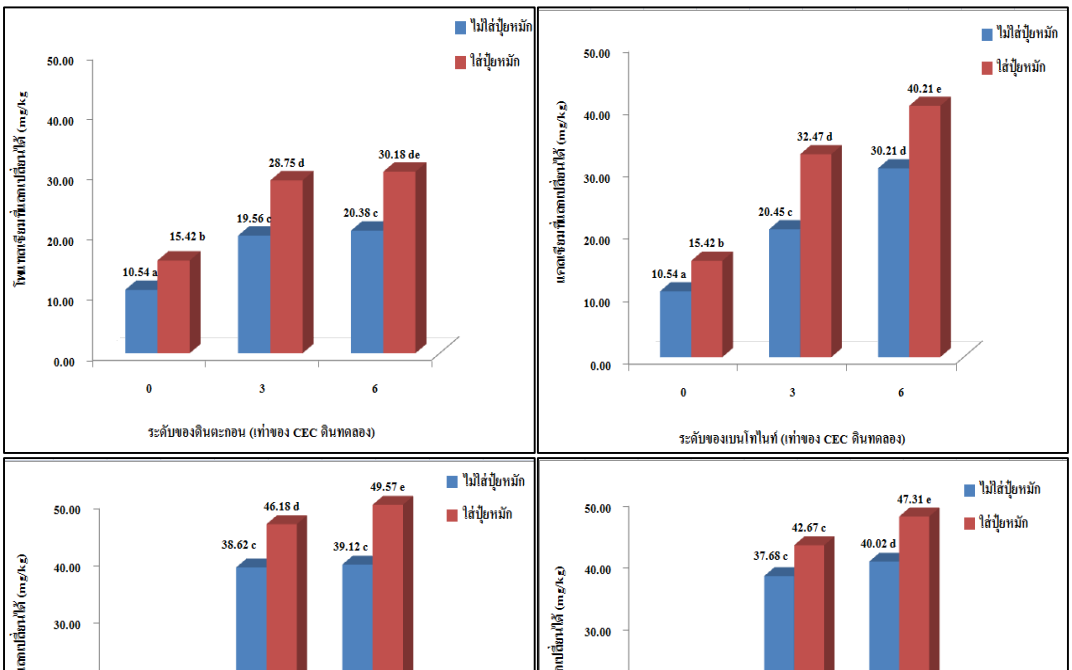


ภาพที่ 4.20 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเมื่อมีการเพิ่มระดับของวัสดุดินเหนียว วัสดุปรับปรุงดิน การใส่ปุ๋ยหมักร่วมด้วย

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยบนกราฟที่มีตัวอักษรที่กำกับเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% โดยวิธี DMRT)

(7) ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Ca) ในดิน

จากการสุ่มตัวอย่างดินก่อนทดลองแล้วทำการปลูกข้าวโพดหลังจากนั้นทำการเก็บตัวอย่างดินหลังทดลองจากทุกตัวอย่างจากทุกตำรับการทดลองที่เพิ่มระดับของวัสดุดินเหนียว วัสดุปรับปรุงดิน และการใส่ปุ๋ยหมัก มาวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ทั้งในดินก่อนและหลังทดลองอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.05$) โดยแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินหลังทดลองจากทุกตำรับการทดลองต่างมีค่าเพิ่มขึ้นและมีค่าลดลงจากค่าวิเคราะห์ในดินก่อนทดลองและยังพบว่าปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ดินหลังทดลองนั้นมีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับของวัสดุดินเหนียว ส่วนการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับทุกระดับของวัสดุดินเหนียว วัสดุปรับปรุงดินทำให้มีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกันแต่มีค่าที่สูงกว่าที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมัก ทั้งนี้ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินมีค่าสูงสุดเท่ากับ 49.57 mg kg^{-1} จากตำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับโดโลไมท์ (6) (ภาพที่ 4.21)

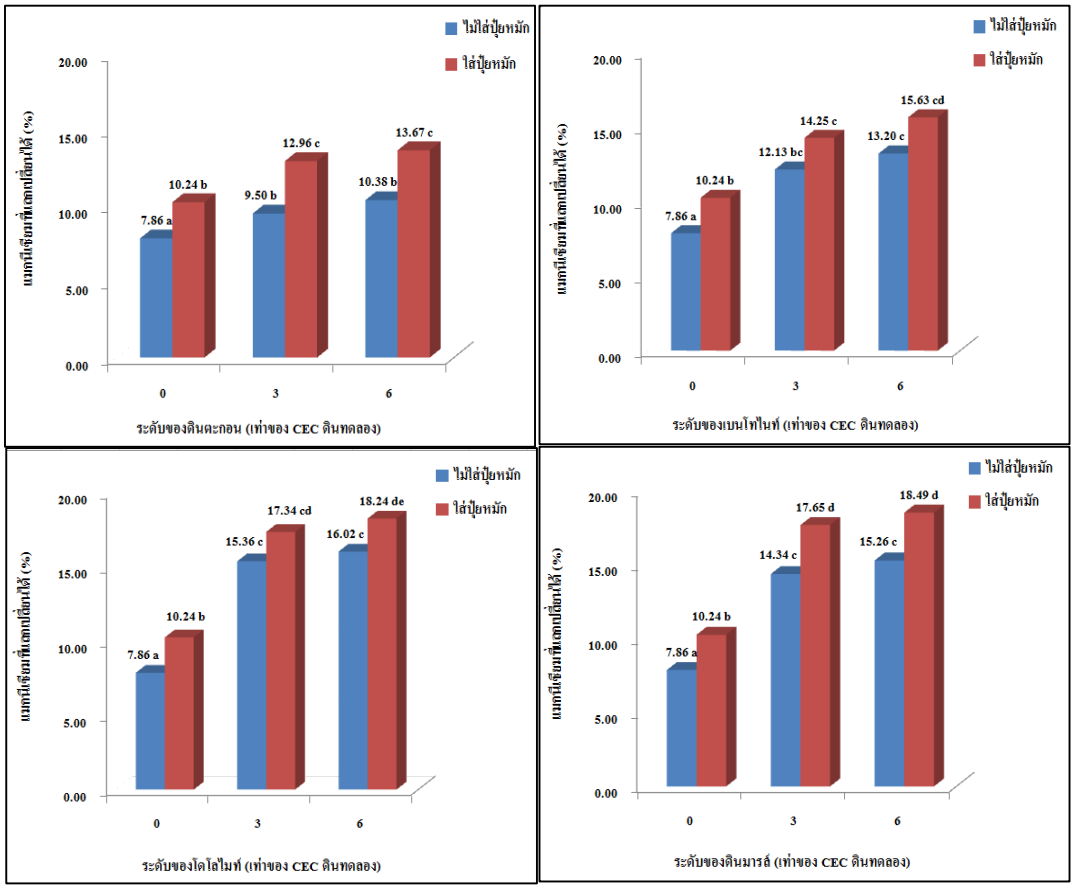


ภาพที่ 4.21 ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเมื่อมีการเพิ่มระดับของวัสดุดินเหนียว วัสดุปรับปรุงดิน การใส่ปุ๋ยหมักร่วมด้วย

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยบนกราฟที่มีตัวอักษรที่กำกับเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% โดยวิธี DMRT)

(8) ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Mg) ในดิน

จากผลการทดลองการปลูกโพดแล้วทำการสุ่มตัวอย่างดินที่มีการเพิ่มระดับของวัสดุดินเหนียว วัสดุปรับปรุงดินและปุ๋ยหมัก ต่อปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ สำหรับดินก่อนทดลอง แต่พบว่าปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินหลังทดลองนั้นมีค่าเพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางทางสถิติ ($P<0.05$) กับตำรับควบคุม (ภาพที่ 4.22) ซึ่งมีค่าที่วิเคราะห์ได้นั้นมีแนวโน้มลดลงจากดินก่อนทดลอง และพบปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินหลังทดลองเพิ่มขึ้นตามระดับของวัสดุดินเหนียว วัสดุปรับปรุงดิน เมื่อมีการใส่ปุ๋ยหมักร่วมทำให้ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเพิ่มขึ้นสูงกว่าไม่ใส่ปุ๋ยหมัก และปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่สูงที่สุด 18.49 mg kg^{-1} ในตำรับการทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับดินมาร์ล (6)

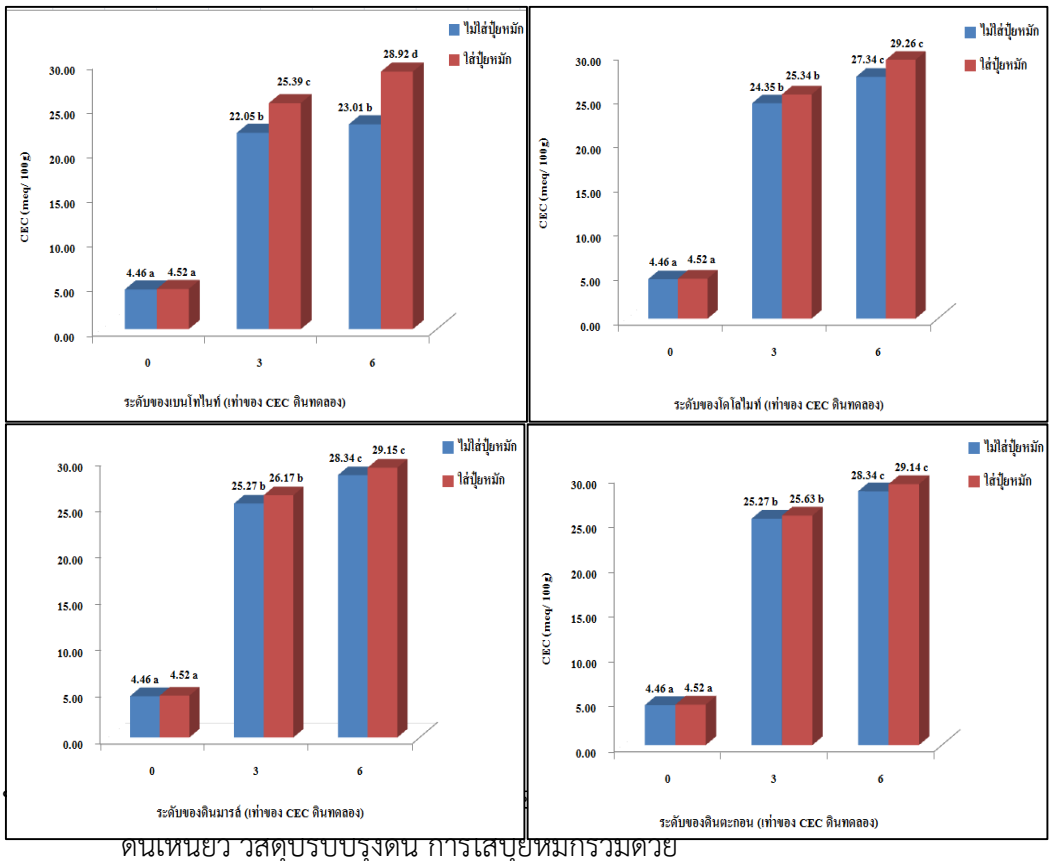


ภาพที่ 4.22 ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินเมื่อมีการเพิ่มระดับของวัสดุดินเหนียว วัสดุปรับปรุงดิน การใส่ปุ๋ยหมักร่วมด้วย

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยบนกราฟที่มีตัวอักษรที่กำกับเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% โดยวิธี DMRT)

(9) ความจุในการแลกเปลี่ยนแคทไอออน (cation exchangeable capacity; CEC) ในดิน

จากผลการวิเคราะห์หาค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคทไอออน (CEC) ในดินก่อนทดลองพบว่าค่า CEC ของดินก่อนทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) ตามระดับของวัสดุดินเหนียว วัสดุปรับปรุงดินที่เพิ่มขึ้น และการใส่ปุ๋ยหมัก ซึ่งพบว่าการเพิ่มระดับของวัสดุดินเหนียว วัสดุปรับปรุงดินนั้นมีผลทำให้ค่า CEC เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยมีค่าสูงมากกว่า 20 meq $100g^{-1}$ ในขณะที่ค่า CEC ของดินในตำรับควบคุมเท่ากับ 4.46 meq $100g^{-1}$ เมื่อมีการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับการเพิ่มระดับของวัสดุดินเหนียวทุกชนิดทำให้มีค่าเพิ่มสูงกว่าที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมัก (ภาพที่ 4.23) จากผลการวิเคราะห์ค่า CEC ของดินหลังทดลองนั้นจะเห็นได้ว่ามีแนวโน้มของค่า CEC เพิ่มขึ้นแต่มีค่าลดลงจากดินก่อนทดลอง และค่า CEC ที่สูงที่สุด 29.26 meq $100g^{-1}$ ในตำรับการทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับโดโลไมท์ (6)



ภา ดินเหนียว วัสดุปรับปรุงดิน การใส่ปุ๋ยหมักร่วมด้วย

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยบนกราฟที่มีตัวอักษรที่กำกับเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ

ความเชื่อมั่นที่ 95% โดยวิธี DMRT)

4.2.3 ผลผลิตน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของส่วนต้นข้าวโพด

จากผลของการปลูกข้าวโพดในดินที่มีการเพิ่มของวัสดุดินเหนียว วัสดุปรับปรุงดิน และใส่ปุ๋ยหมักต่อผลผลิตน้ำหนักสดส่วนของข้าวโพด โดยเก็บตัวอย่างส่วนต้นข้าวโพดของอายุเก็บเกี่ยว โดยเก็บเอาส่วนต้นข้าวโพด 3 ต้น/กระถาง (พื้นที่ 0.0592 ตารางเมตร) ชั่งน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง พบว่าการเพิ่มวัสดุดินเหนียว วัสดุปรับปรุงดิน และปุ๋ยหมักมีผลทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งส่วนต้นของข้าวโพดมีค่าเพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) กับตำรับควบคุม ดังนี้

(1) น้ำหนักส่วนต้นข้าวโพดจากการเพิ่มระดับของดินตะกอนและปุ๋ยหมัก

น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งส่วนต้นข้าวโพดจากการได้รับอิทธิพลการเพิ่มระดับของดินตะกอนและปุ๋ยหมัก ได้ส่งผลทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งส่วนต้นของข้าวโพดจากการเก็บเกี่ยวมีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามระดับดินตะกอน และเมื่อใส่ปุ๋ยหมักส่งผลให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดมีความแตกต่างกันตำรับควบคุม และเมื่อใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับทุกระดับดินตะกอนทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดเพิ่มสูงกว่าที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมัก และการเพิ่มระดับดินตะกอนและปุ๋ยหมักร่วมด้วยนั้นยิ่งส่งผลทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดมีความแตกต่างอย่างเห็นได้ชัดกับตำรับความคุม น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดเพิ่มขึ้นสูงสุดในตำรับที่ใสดินตะกอน (6) ร่วมกับปุ๋ยหมัก โดยมีน้ำหนักสดเท่ากับ 119.86 กรัม/กระถาง และน้ำหนักแห้งเท่ากับ 16.89 กรัม/กระถาง ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.6

(2) น้ำหนักส่วนต้นข้าวโพดจากการเพิ่มระดับของเบนโทไนท์และปุ๋ยหมัก

น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งส่วนต้นข้าวโพดจากการได้รับอิทธิพลการเพิ่มระดับของเบนโทไนท์ได้ส่งผลทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งส่วนต้นของข้าวโพดมีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามระดับเบนโทไนท์และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับควบคุม เช่นเดียวกับการใส่ปุ๋ยหมักลงในดินส่งผลทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดมีความแตกต่างกับตำรับควบคุม และเมื่อใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับทุกระดับเบนโทไนท์ทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดเพิ่มสูงกว่าที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมัก น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้นสูงสุดในตำรับที่ใสดินเบนโทไนท์ (6) ร่วมกับปุ๋ยหมัก โดยมีน้ำหนักสดเท่ากับ 148.82 กรัม/กระถาง และน้ำหนักแห้งเท่ากับ 26.98 กรัม/กระถาง ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยของผลผลิตน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของข้าวโพด (กรัม/กระถาง) จากการเก็บเกี่ยวส่วนต้นข้าวโพด ในดินที่ใส่ดินตะกอนและปุ๋ยหมัก

ตำรับทดลอง	ผลผลิตข้าวโพด (กรัม/กระถาง)

	น.น. สด	น.น. แห้ง
ควบคุม	89.23a	12.22a
ปุ๋ยหมัก	96.37b	14.02ab
ดินตะกอน (3)	97.86b	15.93ab
ดินตะกอน (6)	104.54bc	16.13b
ดินตะกอน (3) + ปุ๋ยหมัก	109.09c	16.58b
ดินตะกอน (6) + ปุ๋ยหมัก	119.86d	16.89b
C.V. (%)	10.31	8.41
F-test	**	**

หมายเหตุ: ** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%
ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรกำกับเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกัน
ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p<0.01$) โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 4.7 ค่าเฉลี่ยของผลผลิตน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของข้าวโพด (กรัม/กระถาง) จากการเก็บเกี่ยวส่วนต้นข้าวโพด ในดินที่ใส่เบนโทไนท์และปุ๋ยหมัก

ตำรับทดลอง	ผลผลิตข้าวโพด (กรัม/กระถาง)	
	น.น. สด	น.น. แห้ง
ควบคุม	89.89a	12.29a
ปุ๋ยหมัก	97.78b	14.23ab
เบนโทไนท์ (3)	107.21b	17.18b
เบนโทไนท์ (6)	118.45c	26.43c
เบนโทไนท์ (3) + ปุ๋ยหมัก	135.52d	17.51b
เบนโทไนท์ (6) + ปุ๋ยหมัก	148.82d	26.98c
C.V. (%)	10.31	7.68
F-test	**	**

หมายเหตุ: ** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%
ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรกำกับเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกัน
ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p<0.01$) โดยวิธี DMRT

(3) น้ำหนักส่วนต้นข้าวโพดจากการเพิ่มระดับของโดโลไมท์และปุ๋ยหมัก

จากการเก็บเกี่ยวตัวอย่างส่วนต้นของข้าวโพดที่ปลูกในดินที่มีการเพิ่มระดับโดโลไมท์และการใส่ปุ๋ยหมักเพื่อหาน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งข้าวโพดของการเก็บเกี่ยว มีความแตกต่างของน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งส่วนต้นข้าวโพดจากทุกตำรับการทดลอง โดยน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งที่ทำการเก็บเกี่ยวต้นข้าวโพดจากทุกตำรับการทดลอง โดยน้ำหนักของต้นข้าวโพดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากอิทธิพลของตำรับการทดลองที่มีการเพิ่มระดับโดโลไมท์ และเมื่อมีการใส่ปุ๋ยหมักร่วมด้วยทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของข้าวโพดเพิ่มสูงกว่าที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักและมีความแตกต่างอย่างเห็นได้ชัดกับตำรับความคุม แต่จะเห็นได้ว่าการเพิ่มระดับการใส่โดโลไมท์ (3) ร่วมกับปุ๋ยหมัก

เป็นโดโลไมท์ (6) ร่วมกับปุ๋ยหมัก ไม่ส่งผลทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดมีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ค่าเฉลี่ยของผลผลิตน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของข้าวโพด (กรัม/กระถาง) จากการเก็บเกี่ยวส่วนต้นข้าวโพด ในดินที่ใส่โดโลไมท์และปุ๋ยหมัก

ตำรับทดลอง	ผลผลิตข้าวโพด (กรัม/กระถาง)	
	น.น. สด	น.น. แห้ง
ควบคุม	89.68a	12.27a
ปุ๋ยหมัก	97.66b	14.87b
โดโลไมท์ (3)	103.83bc	14.31b
โดโลไมท์ (6)	106.63c	14.83b
โดโลไมท์ (3) + ปุ๋ยหมัก	135.92d	16.47c
โดโลไมท์ (6) + ปุ๋ยหมัก	138.45d	16.84c
C.V. (%)	10.22	6.45
F-test	**	**

หมายเหตุ: ** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%
ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรกำกับเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p<0.01$) โดยวิธี DMRT

(4) น้ำหนักส่วนต้นข้าวโพดจากการเพิ่มระดับของดินมาร์ลและปุ๋ยหมัก

จากการเก็บเกี่ยวตัวอย่างส่วนต้นของข้าวโพดที่ปลูกในดินที่มีการเพิ่มระดับดินมาร์ลและการใส่ปุ๋ยหมักเพื่อหาน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งข้าวโพดของการเก็บเกี่ยว มีความแตกต่างของน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งส่วนต้นข้าวโพดจากทุกตำรับการทดลอง โดยน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งที่ทำการเก็บเกี่ยวต้นข้าวโพดจากทุกตำรับการทดลอง โดยน้ำหนักของต้นข้าวโพดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากอิทธิพลของตำรับการทดลองที่มีการเพิ่มระดับดินมาร์ล และเมื่อมีการใส่ปุ๋ยหมักร่วมด้วยทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของข้าวโพดเพิ่มสูงกว่าที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักและมีความแตกต่างอย่างเห็นได้ชัดกับตำรับความคุม แต่จะเห็นได้ว่าการเพิ่มระดับการใส่ดินมาร์ล (3) ร่วมกับปุ๋ยหมัก เป็นดินมาร์ล (6) ร่วมกับปุ๋ยหมัก ไม่ส่งผลทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพด มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ค่าเฉลี่ยของผลผลิตน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของข้าวโพด (กรัม/กระถาง) จากการเก็บเกี่ยวส่วนต้นข้าวโพด ในดินที่ใส่ดินมาร์ลและปุ๋ยหมัก

ตำรับทดลอง	ผลผลิตข้าวโพด (กรัม/กระถาง)	
	น.น. สด	น.น. แห้ง
ควบคุม	86.48a	12.22a
ปุ๋ยหมัก	94.72b	14.57b
ดินมารล์ (3)	105.28bc	13.38b
ดินมารล์ (6)	107.46c	14.28b
ดินมารล์ (3) + ปุ๋ยหมัก	133.72d	16.17c
ดินมารล์ (6) + ปุ๋ยหมัก	139.15d	15.85c
C.V. (%)	9.44	7.32
F-test	**	**

หมายเหตุ: ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%
ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรกำกับเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกัน
ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($p<0.01$) โดยวิธี DMRT