

การทำให้เกิดเม็ดดินในชุดดินกำแพงแสน Soil Aggregation of the Kamphaeng Saen Soil Series

จรรยา อิมเอมกมล และ ถวิล กรตุกุล

Jaruay Im-emkamol and Tawin Krutkun

สำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท ขอนแก่น และภาควิชาปฐพีวิทยา
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตามลำดับ

ABSTRACT

It was observed that germination of soy bean, mungbean and corn planted in the field at Kamphaeng Saen Student Training Station at early rainy season was very poor and had to replant. The obvious causal was formation of crust due to less stable soil aggregate.

A pot experiment was designed to improve the structure of the Kamphaeng Saen soil series through addition of various organic substances such as muck soil, compose, manure, and green manure to the soil for 3 months and 6 months and some soil conditioners such as Separan N-10, Polyacrylamide (PAM), and Bituminous emulsion. Some physical properties of the soils for instance, aggregate size distribution, total aggregate, stability index, bulk density, total porosity, volume of quick drainage pore ($>28.8\mu$) volume of slow drainage pore ($28.8-8.6\mu$) volume of water pore ($8.6-0.2\mu$), the percentage of soil moisture at 100 cm, $1/3$ atmosphere, and 15 atmosphere of soil water tension, were measured there after.

The result of this experiment showed that both organic substances and soil conditioners can improve the structure of Kamphaeng Saen soil series from a crusted soil to some degree of granular structure with increasing in water stable aggregate, total porosity, volume of quick drainage pores, and decreasing bulk density of soil. Between soil conditioners and organic substance, soil conditioner has the more effective improvement of soil structure than organic substances. Addition of organic substance for 6 months can improve soil structure more than that of 3 months.

จากสังเกตการเพาะปลูกพืชไร่ในต้นฤดูฝนที่สถานีฝึกนิสิตกำแพงแสน พบว่า ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ข้าวโพด ที่ปลูกภายหลังไถพรวนดินด้วยแทรกเตอร์และภายหลังจากหยอดเมล็ดแล้ว ฝนตก และทั้งช่วงออกไปจนผิวดินแห้ง เมล็ดพืชงอกไม่สม่ำเสมอและงอกได้เป็นจำนวนน้อย ต้องปลูกซ้ำหรือปลูกซ่อม ประกอบกับพื้นที่บริเวณนั้นเคยมีจอมปลวกอยู่ จึงสงสัยว่า เนื่องจากเป็นดินฐานจอมปลวกที่อัดแน่นกว่าดินธรรมดา จึงลองขุดดินโดยไม่ให้มีแรงกดหรือแยกเลย โดยล้อมดินเป็นแท่งพอดีใส่กระถาง นำมาทดลอง

เปรียบเทียบกับดินจากบริเวณที่ไม่มีจอมปลวก ภายหลังจากการให้น้ำแก่ดินจนถึง 50 เปอร์เซ็นต์ของความจุในการอุ้มน้ำด้วยน้ำส่วนหนึ่ง พรวนหน้าดิน หยอดเมล็ดถั่วเขียวลึกลงไปดิน 1 นิ้ว อีกส่วนหนึ่งตัดหน้าดินเป็นแวนหนาประมาณ 1 นิ้ว วางเมล็ดถั่วเขียวลงแล้ววางแผ่นดินปิดทับหลัง จากนั้นไม่ได้ให้น้ำอีก พบว่าถั่วเขียวงอกได้ 96 เปอร์เซ็นต์เท่ากัน และมีลักษณะการงอกและความยาวของรากไม่แตกต่างกัน ดังนั้น จึงแน่ใจว่าไม่ใช่ปัญหาของความอัดแน่นของดินของฐานจอมปลวก จากการสังเกตพบว่า ผิวดิน

ดินมักแข็งเป็นแผ่นภายหลังฝนตกประมาณ 1 อาทิตย์ แต่เมื่อชุดผ่านชั้นนี้ลงไป ดินยังร่วน (ถ้าไถพรวนไว้) จึงทดลองเก็บดินบนมาร้อนผ่านตะแกรง 2 มม. ใส่กะบะลาดเท แล้วปล่อยน้ำไหลบ่าผิวดิน โดยใช้ประมาณ 2 นิ้วต่อครั้ง ภายหลังดินแห้งก็ให้น้ำอีก ทำติดต่อกัน 10 ครั้ง เดิมดินมีความหนาแน่นรวม 1.33 กรัมต่อ มล. ที่ดินผิวหนา 1 ซม. ภายหลังการปฏิบัติเช่นนี้มีลักษณะเป็นแผ่นมองเห็นอนุภาคดินจัดเรียงเป็นชั้นๆ ช้อนกันชัดเจน และมีความหนาแน่นรวมมากถึง 1.67 กรัมต่อ มล. นอกจากนี้ได้ทดลองหยดน้ำจากที่สูงลงมาบนดินที่ผ่านตะแกรง 2 มม. พบว่าความหนาแน่นรวมของดินเพิ่มจาก 1.33 เป็น 1.60 กรัมต่อ มล. ดังนั้นจึงแน่ใจว่า ปัญหาของความไม่ออกของเมล็ดพืชเนื่องมาจากการเกิดแผ่นผิวดินอัดแน่น (crust) ที่ผิวดิน ขัดขวางการงอกขึ้นมาของต้นกล้า และขณะเดียวกันก็ไม่ยอมให้น้ำฝนแทรกซึมลงไปดิน ทำให้ต้นกล้าในขณะนั้นไม่ได้รับน้ำอย่างเพียงพอ การป้องกันไม่ให้เกิดแผ่นผิวดินอัดแน่นที่ได้ผลที่สุด คือ การทำให้เกิดเม็ดดินที่เสถียร

แรงที่ทำให้อนุภาคดินจัดเรียงกันเกิดเป็นเม็ดดินที่เสถียรได้ ได้แก่ แรงที่เกิดจากแรงเชื่อมยึดของสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในดินหรือที่สังเคราะห์ขึ้นมา (3)

สารอินทรีย์ในธรรมชาติที่ทำให้เกิดเม็ดดินได้มี 3 พวก คือ พวกจุลินทรีย์ในดิน เช่น เส้นใยของรา (13, 16, 19, 20) แต่ความคงทนของเม็ดดินไม่ยืนนาน เพราะมาภายหลังแบคทีเรียเข้าสลายเส้นใยของรา (23) พวกที่สอง สารที่เกิดจากการสังเคราะห์ของจุลินทรีย์ เพราะสารเหล่านี้มีองค์ประกอบของ polyuronide พวก pectic acid และ alginic acid (1) นอกจากนี้อาจมี polysaccharide อื่นๆ ที่ทำหน้าที่เชื่อมยึดอนุภาคดินได้ เช่น levans, dextrans (11, 15, 16) และสารที่เกิดจากการย่อยสลายของจุลินทรีย์ เช่น humic acid (22)

พวกสารเคมีที่สังเคราะห์ขึ้นมาใช้เป็น soil conditioner เป็นอีกพวกหนึ่งที่ทำให้เกิดเม็ดดินได้ ส่วนมากเป็นพวก organic polymer (6) ซึ่งได้แก่ สารพวกที่

ชอบน้ำ ละลายได้ในน้ำมีสารพวก non-ionized polymer เช่น polyvinyl alcohol สารพวก polyanion เช่น polyvinyl acetate, polyacrylonitrile, hydrolyzed polyacrylonitrile, polyacrylic acid vinyl acetate, maleic acid copolymer สารพวก poly cation เช่น amine ethyl metaacrylate และสารพวก strongdipole polymer ที่ให้ขั้วประจุบวกและประจุลบ เช่น poly acrylamide และสารพวกไม่ชอบน้ำ ได้แก่ bituminous emulsion หรือยางมะตอยที่อยู่ในสภาพอิมัลชัน

อุปกรณ์และวิธีการ

ตัวอย่างดินบนของชุดดินกำแพงแสน เก็บมาจากแปลงในบริเวณไร่ฝักกนิสติกกำแพงแสนมี PH 7.9, CEC 12.46 mc/100 กรัมดิน อินทรีย์วัตถุ 0.87 เปอร์เซ็นต์, available P (Bray II) 58 ppm., exchangeable K 151 ppm. เนื้อดินประเภท loam ประกอบด้วย sand silt clay 41.22, 34.06, 24.72 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่ระดับความชื้น $P^F = 0$ ดินมีความชื้น 32.93 เปอร์เซ็นต์ ที่ $P^F = 1$ ดินมีความชื้น 31.79 เปอร์เซ็นต์ ที่ $P^F = 2.54$ ($\frac{1}{3}$ บรรยากาศ) ดินมีความชื้น 15.73 เปอร์เซ็นต์ และที่ $P^F = 4.19$ (15 บรรยากาศ) ดินมีความชื้น 6.86 เปอร์เซ็นต์ ดินที่ใช้ในการทดลองเป็นดินที่ผึ่งให้แห้งในร่มและร่อนผ่านตะแกรง 2 มม. กระถางละ 15 กก.

วิธีทดลองทำให้ดินเกิดเม็ดดินประกอบด้วย - ดินอย่างเดียว แต่ให้ความชื้นที่ระดับความจุสนามติดต่อกันเป็นเวลา 3 เดือน - ดินผสมกับปุ๋ยอินทรีย์ 90:1 (C/N = 12.12) อัตรา 1442.08 กรัม นน. แห่งต่อกระถางและใส่แอมโมเนียมซัลเฟต 23.1 กรัมต่อกระถาง หมักกับดินที่ความชื้นระดับความจุสนาม 3 เดือน - ดินผสมกับปุ๋ยหมัก (C/N = 11.57) อัตรา 828.15 กรัม นน. แห่งและแอมโมเนียมซัลเฟต 24.85 กรัมต่อกระถาง หมัก 3 เดือน - ดินผสมมูลวัว (C/N = 11.66) อัตรา 893.68 กรัม นน. แห่งและแอมโมเนียมซัลเฟต 25.85 กรัมต่อกระถาง หมัก 3 เดือน

—ดินกับปอเทืองสด ($C/N = 28.87$) อัตรา 443.14 กรัม นน. แห้งและแอมโมเนียมซัลเฟต 56.75 กรัม ต่อกระถาง หมัก 3 เดือน — ทำซ้ำตามวิธีการทดลอง ทั้งห้าที่กล่าว แต่ขยายเวลาหมักเป็น 6 เดือน — ดินแห้ง 1 กก. สารละลาย 2 เปอร์เซ็นต์ของ polyacrylamide (PAM) 50 มล. ผสมกับ cross linker NH_4OH conc. 2 หยดต่อ glycerol conc. 1 หยด และผสมด้วยน้ำกลั่น อีกเพื่อให้เจือจางในอัตราต่าง ๆ กัน พ่นสารละลาย บนผิวดินให้ชั้นจึงหยุด ใช้คราดเล็ก ๆ กลี่ย เมื่อดิน แห้งแล้วพ่นสารละลายพอดินชื้น กลี่ยดิน ปล่อยให้ แห้งแล้วพ่นอีกจนน้ำหายหมด ปล่อยให้แห้ง อัตราส่วนของ น้ำที่ใช้ต่อ 50 มล. ของสารละลาย 2 เปอร์เซ็นต์ ของ PAM ที่ทำให้เม็ดดินเสถียรที่สุดอยู่ระหว่าง 150–350 มล. ของน้ำ — ดินแห้ง 1 กก. ต่อสารละลาย 2 เปอร์เซ็นต์ของ Separan N-10 ใช้ส่วนผสมอีก 250–300 มล. พ่นวิธีเดียวกันกับที่กล่าว — ดินแห้ง 1 กก. bituminous emulsion 13.3 มล. น้ำ 37 มล. พ่นเช่น เดียวกัน ในการทดลองครั้งนี้ปฏิบัติแบบ randomized complete block 4 ซ้ำ ภายหลังจากดินผ่านวิธีการทำให้เกิดเม็ดดินต่าง ๆ ดังกล่าวมาแล้ว วิเคราะห์สมบัติทาง ฟิสิกส์ของดินตัวอย่างดังนี้ คือ — ธรรมชาติความคงทน ของเม็ดดิน (7) — การกระจายของเม็ดดินที่มีขนาดโต กว่า 4.75, 2.83–4.75, 2.0–2.83 มม. โดยวิธี dry sieving ของ De Leenheer และ De Boodt (5) เพื่อ ใช้คำนวณค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางโดยน้ำหนักของเม็ด ดินแห้ง (mean weight diameter of dry sieving, MWD) — ร้อยละของเม็ดดินทุกขนาด — ความหนาแน่นรวม ของดินโดยวิธี core method (4) — ความพรุนทั้งหมด ของดินโดยวิธีของ Vomocil (24) — ปริมาณความชื้น ในดินที่ 100 ซม. ของลำน้ำ $\frac{1}{3}$, 15 บรรยากาศ โดยใช้ pressure membrane apparatus และ pressure cooker (2) — การกระจายของช่องว่างที่มีขนาดโตกว่า 28.8, 8.6–28.8, 0.2–8.6 μ โดยวิธีของ De Boodt and De Leenheer (5)

ผลการทดลองและวิจารณ์

ค่าเฉลี่ยของสมบัติทางฟิสิกส์ต่าง ๆ ของดินที่ปรับปรุงด้วยหลายวิธีการนั้นได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 และ ค่า F-value ของการเปรียบเทียบระหว่างวิธีปรับปรุง ดินต่าง ๆ ได้แสดงในตารางที่ 2

ผลกระทบของสารปรับปรุงดินชนิดต่าง ๆ ต่อ การเกิดและความคงทนของเม็ดดิน

การใช้สารปรับปรุงดินชนิดต่าง ๆ ลงในดิน มีผล กระทบต่อการเกิดเม็ดดิน กล่าวคือ ทำให้เม็ดดินที่มี ขนาดโตกว่า 2 มม. ที่มีความคงทนต่อแรงปะทะของ น้ำ เพิ่มขึ้นจากดินที่ไม่ได้ใส่สารปรับปรุงดิน การ ใส่สาร soil conditioners ทำให้เม็ดดินมีค่าเฉลี่ยเส้นผ่า ศูนย์กลางโดยน้ำหนัก (MWD) สูงกว่าการใส่สารอินทรีย์ โดยที่การใส่สาร soil conditioners มีเม็ดดินที่เกิดขึ้นมี ขนาด 8.0–4.75 มม. เป็นปริมาณมาก ส่วนการใส่สาร อินทรีย์ชนิดต่าง ๆ เม็ดดินที่เกิดขึ้นมีขนาด 4.75–2.0 มม. เป็นปริมาณมาก และความคงทนของเม็ดดินต่อ แรงปะทะของน้ำ ซึ่งแสดงได้จากธรรมชาติความคงทน ของเม็ดดินนั้น การใส่สาร soil conditioners ลงไป ในดินทำให้เม็ดดินที่เกิดขึ้นมีความคงทนต่อแรงปะทะ ของน้ำมากกว่าเม็ดดินที่ถูกสร้างโดยสารอินทรีย์ การ ใส่สารอินทรีย์หมักไว้กับดิน 6 เดือน ก่อให้เกิดเม็ดดิน ที่มีขนาด 8.0–4.75 มม. เป็นปริมาณมาก ส่วนการ ใส่สารอินทรีย์หมักไว้กับดิน 3 เดือนก่ให้เกิดเม็ดดิน ที่มีขนาด 4.75–2.0 มม. เป็นปริมาณมาก และความ คงทนของเม็ดดินของดินที่ใส่สารอินทรีย์หมักไว้กับดิน 6 เดือนจะดีกว่าหมักไว้กับดิน 3 เดือน

ลักษณะของผลกระทบของสารปรับปรุงดินชนิด ต่าง ๆ ต่อการเกิดเม็ดดินในการทดลองนี้ สามารถ อธิบายได้ว่า เนื่องจากในสารปรับปรุงดินชนิดต่าง ๆ มี สารที่ทำหน้าที่เชื่อมอนุภาคดินเข้าหากันเกิดเป็นเม็ด ดิน ในกรณีของสารอินทรีย์สามารถก่อให้เกิดเม็ดดิน โดยจุลินทรีย์ในดิน หรือสารที่เกิดจากการสลายตัวของ

ตารางที่ 1. ค่าเฉลี่ยของสมบัติทางฟิสิกส์ของดิน

ชนิดของการปรับปรุงดิน	ดรรชนีความ คงทนของ เม็ดดิน	MWD ของ เม็ดดินแท้ มม.	เม็ดดิน ทั้งหมด %	ความหนา แน่นรวม กรัม/มล.	ความพรุน ทั้งหมด %	ความชื้น ที่ 100 ซม. น้ำ%	ความชื้นที่ $\frac{1}{3}$ บรรยากาศ %	ความชื้นที่ 15 บรรยากาศ %	ช่องใหญ่กว่า 28.8 μ , %	ช่องขนาด 0.6-28.8 μ , %	ช่องขนาด 0.2-8.6 μ , %
ดินไม่ใส่สารใดและแห้ง	2.50	1.48	19.0	1.40	43.4	23.8	15.7	6.9	10.1	11.3	12.4
ดินไม่ใส่สารใด หมักชั้น 3 เดือน	2.51	1.86	35.6	1.44	41.8	25.7	20.7	9.4	4.9	16.2	11.3
ดินใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 901 หมักชั้น 3 เดือน	2.10	2.08	43.0	1.38	43.9	25.6	24.2	11.1	8.4	11.3	13.1
ดินใส่ปุ๋ยหมัก หมักชั้น 3 เดือน	2.39	2.04	42.2	1.36	44.7	27.5	25.4	12.2	7.2	12.1	12.6
ดินใส่มูลวัว หมักชั้น 3 เดือน	2.08	2.40	58.3	1.30	47.5	28.0	24.0	11.4	11.1	11.7	13.1
ดินใส่ปุ๋ยพืชสด หมักชั้น 3 เดือน	1.96	2.69	63.2	1.39	43.5	26.9	23.4	10.4	6.0	14.2	12.9
ดินไม่ใส่สารใด หมักชั้น 6 เดือน	2.51	1.87	32.1	1.39	43.7	24.5	23.5	10.5	9.7	10.5	12.9
ดินใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 901 หมักชั้น 6 เดือน	1.93	2.02	39.9	1.22	50.5	24.2	23.8	10.7	21.0	5.8	13.1
ดินใส่ปุ๋ยหมัก หมักชั้น 6 เดือน	2.08	1.91	33.0	1.22	50.7	25.6	21.0	11.5	19.6	10.0	9.6
ดินใส่มูลวัว หมักชั้น 6 เดือน	1.76	1.92	34.3	1.17	52.7	26.7	22.5	11.4	21.6	8.6	11.1
ดินใส่ปุ๋ยพืชสด หมักชั้น 6 เดือน	1.29	1.86	31.9	1.21	50.9	26.0	22.2	8.9	19.5	9.3	13.2
ดินใส่ PAM	0.27	2.78	54.1	1.07	56.7	21.8	13.3	6.6	33.4	9.9	7.1
ดินใส่ Separan N-10	0.91	2.12	32.1	1.18	52.3	21.7	12.6	6.8	26.7	10.7	7.0
ดินใส่ Bituminous emulsion	0.45	2.23	40.5	1.16	53.1	18.8	14.3	6.3	31.3	5.1	9.3
ดินใส่สารปรับปรุงดินทุกชนิด (ค่าเฉลี่ยรวม)	1.40	2.20	43.3	1.23	50.0	24.3	20.0	9.5	19.7	9.7	10.8
ดินใส่สารอินทรีย์ทุกชนิด หมักชั้น 3 เดือน (ค่าเฉลี่ยรวม)	2.13	2.30	51.7	1.35	44.9	27.0	24.4	11.4	8.2	12.3	19.9
ดินใส่สารอินทรีย์ทุกชนิด หมักชั้น 6 เดือน (ค่าเฉลี่ยรวม)	1.77	1.93	34.8	1.21	51.2	25.1	22.4	10.6	20.4	8.4	11.7
ดินใส่สาร soil conditioners (ค่าเฉลี่ยรวม)	0.30	2.38	43.4	1.13	54.0	20.8	13.4	6.5	30.5	8.3	7.8

ตารางที่ 2. F-value ของการเปรียบเทียบระหว่างวิธีปรับปรุงดินต่าง ๆ

การเปรียบเทียบระหว่างวิธีการปรับปรุงดิน	ตรวจ ความ คงทน	MWD ของเม็ด ดินแข็ง	เม็ดดิน ทั้งหมด	ความหนา แน่นรวม ของดิน	ความพรุน ทั้งหมด ของดิน	ความชื้นของดินที่			ร้อยละของช่องว่างขนาด μ			
						100 ซม.	$\frac{1}{3}$ บรรยากาส	15 บรรยากาส	>28.8	8.6 - 28.8	0.2 - 8.8	
Q ₁ ดินไม่ใส่สารใด vs ดินใส่สารปรับปรุงดิน	695.2**	160.0**	1274.2**	1309.2**	315.6**	9.5**	324.4**	551.1**	154.5**	4.3*	22.3**	
Q ₂ ดินไม่ใส่สารใด vs ดินใส่สารอินทรีย์ 3 เดือน	125.0**	535.3**	2253.5**	23.5**	22.7**	83.6**	788.7**	1131.1**	10.1**	3.6 ^{ns}	4.7*	
Q ₃ ดินไม่ใส่สารใด vs ดินใส่สารอินทรีย์ 6 เดือน	457.3**	716.7**	524.5**	633.2**	610.8**	25.6**	463.5**	761.0**	300.7**	32.1**	6.3**	
Q ₄ ดินไม่ใส่สารใด vs ดินใส่ soil conditioner	3636.6**	210.0**	1172.7**	1096.1**	1054.1**	74.2**	52.4**	5.4	1099.1**	32.9**	299.9**	
Q ₅ ดินใส่สารอินทรีย์ 3 เดือน vs ดินไม่ใส่สารใดหมัก 3 เดือน	113.3**	806.7**	545.3**	100.6**	96.3**	0.07 ^{ns}	139.9**	221.1**	30.9**	55.9**	39.7**	
Q ₆ ดินใส่สารอินทรีย์ 6 เดือน vs ดินไม่ใส่สารใดหมัก 6 เดือน	436.0**	3.5 ^{ns}	15.4**	584.9**	568.7**	10.8**	12.6**	0.62 ^{ns}	325.3**	16.6**	22.1**	
Q ₇ ดินใส่สารอินทรีย์ 3 เดือน vs ดินใส่สารอินทรีย์ 6 เดือน	260.2**	376.7**	1509.1**	1032.3**	994.6**	41.7**	107.4**	91.4**	1051.8**	142.5**	54.7**	
Q ₈ ดินใส่สารอินทรีย์ 3 เดือน vs ดินใส่ soil conditioner	5596.4**	14.0**	313.9**	1845.8**	1772.7**	197.1**	2710.3**	2780.9**	2999.3**	130.7**	861.2**	
Q ₉ ดินใส่สารอินทรีย์ 6 เดือน vs ดินใส่ soil conditioner	3584.3**	466.7**	332.9**	174.7**	166.6**	471.2**	1803.1**	1925.8**	612.1**	0.15 ^{ns}	506.2**	
Q ₁₀ ดินใส่ปุ๋ยพืชสด 3 เดือน vs ดินใส่ soil conditioner	844.4**	96.7**	778.3**	1073.2**	1029.4**	307.9**	975.0**	763.5**	1585.3**	121.8**	376.9**	
Q ₁₁ ดินใส่มูลวัว 6 เดือน vs ดินใส่ soil conditioner	1849.4**	76.7**	161.2**	16.7**	15.3**	271.6**	805.2**	1183.2**	208.1**	0.46 ^{ns}	152.8**	
Q ₁₂ ดินใส่ Separan vs ดินใส่ปุ๋ยพืชสด 3 เดือน	1533.4**	216.7**	1016.4**	495.2**	475.8**	142.7**	763.7**	474.3**	756.5**	61.2**	340.4**	
Q ₁₃ ดินใส่ Separan vs ดินใส่มูลวัว 6 เดือน	1209.8**	26.7**	1.60 ^{ns}	1.35 ^{ns}	1.40 ^{ns}	128.9**	640.5**	745.4**	45.9**	0.40 ^{ns}	161.1**	

ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

* มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

** " " 99 "

และย่อยสลายของจุลินทรีย์ (8, 9, 13, 22) และในกรณีของสาร soil conditioners เช่น PAM และ Separan N-10 ซึ่งเป็นสารประเภท hydrophillic พวก strong dipole polymer สามารถก่อให้เกิดเม็ดดินได้เนื่องจาก H-bond ระหว่าง hydroxyl group ที่ผิวของอนุภาคของแร่ดินเหนียวกับ amide group ของ soil conditioners (12) สำหรับ bituminous emulsion นั้นอาศัยน้ำพาอนุภาคของสาร เคลื่อนเข้าไปอยู่ในบริเวณผิวเว้าของน้ำระหว่างอนุภาคดิน เมื่อดินเริ่มแห้งสาร bituminous emulsion จะตกตะกอนและเกาะอนุภาคดินเข้าหากัน (10) เม็ดดินที่เกิดจากการใส่สาร soil conditioners มีขนาดใหญ่และมีความคงทนของเม็ดดินมากกว่าเม็ดดินที่เกิดจากสารอินทรีย์ อธิบายได้ว่าสาร soil conditioners คงมี active groups ซึ่งมี bond ที่ใช้เกาะยึดได้แข็งแรงมากกว่าสารอินทรีย์ จึงทำหน้าที่ในการก่อให้เกิดเม็ดดินได้ดีกว่า และเม็ดดินนั้นก็คงทนต่อแรงปะทะของน้ำอีกด้วย สำหรับสารอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ หมักไว้กับดิน 6 เดือน ก่อให้เกิดเม็ดดินที่มีขนาดใหญ่และคงทนต่อแรงปะทะของน้ำมากกว่าสารอินทรีย์หมักไว้กับดิน 3 เดือน คงเนื่องมาจากระยะเวลา 3 เดือน การสร้างเม็ดดินโดยสารอินทรีย์ ยังคงดำเนินการไม่ถึงขั้นสมบูรณ์ สารอินทรีย์ที่ย่อยสลายเป็นสารเชื่อมเม็ดดินได้ไม่หมด และจุลินทรีย์อาจยังเจริญไม่เต็มที่ (3)

ผลการทดลองนี้ มีลักษณะคล้ายกับผลงานของ Martin (14) ซึ่งเป็นงานทดลองถึงอิทธิพลของปุ๋ยหมักต่อการเกิดเม็ดดินในดิน sandy loam ในงานของ Martin นี้สรุปว่า ต่อช่วงของข้าวโพดและข้าวฟ่างทำให้เกิดเม็ดดินที่มีขนาดโตกว่า 0.25 มม. เป็นปริมาณถึง 62 เปอร์เซ็นต์ และ 52 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และผลงานของ Martin (17) ซึ่งเป็นงานทดลองถึงอิทธิพลของ soil conditioners ต่อการเกิดเม็ดดินในดิน clay สรุปว่า การใช้ VAMA 0.05 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เม็ดดินที่คงทนต่อแรงปะทะของน้ำเพิ่มจาก 44 เปอร์เซ็นต์ เป็น 85 เปอร์เซ็นต์

ผลกระทบของสารปรับปรุงดินชนิดต่าง ๆ ต่อความหนาแน่นรวมของดินและความพรุนทั้งหมดของดิน

การใช้สารปรับปรุงดินชนิดต่าง ๆ ลงไปในดิน มีผลกระทบต่อความหนาแน่นรวมของดินและความพรุนทั้งหมดของดิน กล่าวคือ ทำให้ความหนาแน่นรวมของดินลดลง ซึ่งสอดคล้องกับความพรุนทั้งหมดของดินที่สูงขึ้น การใส่สาร soil conditioners ลงไปในดิน จะทำให้ความหนาแน่นรวมของดินลดลงหรือความพรุนทั้งหมดของดินสูงขึ้นมากกว่าการใส่สารอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ และการใส่สารอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ หมักไว้กับดิน 6 เดือน มีความหนาแน่นรวมของดินลดลงหรือความพรุนทั้งหมดของดินเพิ่มขึ้นมากกว่าดินที่ใส่สารอินทรีย์หมักไว้ 3 เดือน

ลักษณะของผลกระทบของสารปรับปรุงดินชนิดต่าง ๆ ต่อความหนาแน่นรวมและความพรุนทั้งหมดของดินนี้ คงเป็นผลสืบเนื่องจากการสร้างเม็ดดินของสารปรับปรุงดินชนิดต่าง ๆ การใส่สาร soil conditioners ทำให้เม็ดดินที่เกิดขึ้นมีขนาดโตกว่าเม็ดดินที่เกิดจากสารอินทรีย์ ดังได้กล่าวมาแล้ว ทำให้ช่องว่างภายในเพิ่มขึ้น เป็นเหตุให้ความพรุนทั้งหมดของดินเพิ่มขึ้นและความหนาแน่นรวมของดินลดลง และการใส่สารอินทรีย์หมักไว้กับดิน 6 เดือน มีความหนาแน่นรวมของดินลดลงและความพรุนทั้งหมดของดินมากกว่าดินที่ใส่สารอินทรีย์หมักไว้กับดิน 3 เดือน คงเนื่องจากเหตุผลเดียวกันคือ ในดินที่ใส่สารอินทรีย์หมักไว้กับดิน 6 เดือน ก่อให้เกิดเม็ดดินที่มีขนาดโตในปริมาณสูงกว่าการใส่สารอินทรีย์หมักไว้กับดิน 3 เดือน ช่องว่างภายในดินเพิ่มขึ้นเนื่องจากการจับกันของอนุภาคดินเป็นเม็ดดิน ความพรุนทั้งหมดของดินจึงเพิ่มขึ้นและความหนาแน่นรวมของดินลดลง

ผลการทดลองนี้มีลักษณะคล้ายกับผลงานของ Bayer และ Farnsworth (2) ซึ่งทดลองใส่ปุ๋ยคอกในอัตรา 20 ตันต่อเอเคอร์ ลงไปในดิน silty clay loam

พบว่าความพรุนทั้งหมดของดินจาก 51.7 เปอร์เซ็นต์ (โดยปริมาตร) เป็น 62.4 เปอร์เซ็นต์ (โดยปริมาตร) และผลงานของ Martin *et al.* (18) ซึ่งพบว่า การใส่ Krilium ในอัตรา 0.15 เปอร์เซ็นต์ในดิน clay ช่องว่างของอากาศเพิ่มจาก 22 เปอร์เซ็นต์เป็น 40 เปอร์เซ็นต์

ผลกระทบของสารปรับปรุงดินชนิดต่าง ๆ ต่อปริมาณความชื้นที่ความเครียดต่าง ๆ ของน้ำในดิน

การใช้สารปรับปรุงดินชนิดต่าง ๆ มีผลกระทบต่อเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ความเครียดของน้ำในดินต่าง ๆ กล่าวคือ การใส่สาร soil conditioners เปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ความเครียดของน้ำ 100 ซม. ของน้ำ $\frac{1}{3}$ บรรยากาศ น้อยกว่าดินที่ไม่ได้ใส่สารปรับปรุงดิน และดินที่ใส่สารอินทรีย์ การใส่สารอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ จะมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ความเครียดของน้ำ 100 ซม. $\frac{1}{3}$ บรรยากาศ และ 15 บรรยากาศมากกว่าดินที่ไม่ได้ใส่สารปรับปรุงดิน และการใส่สารอินทรีย์หมักไว้กับดิน 6 เดือนจะมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ความเครียดของน้ำ 100 ซม. $\frac{1}{3}$ บรรยากาศ และ 15 บรรยากาศ น้อยกว่าการใส่สารอินทรีย์หมักไว้กับดิน 3 เดือน

ลักษณะของผลกระทบของสารปรับปรุงดินชนิดต่าง ๆ ต่อเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ความเครียดของน้ำ 100 ซม. $\frac{1}{3}$ บรรยากาศและ 15 บรรยากาศนี้ คงเนื่องมาจากการใส่สาร soil conditioners ก่อให้เกิดเม็ดดินที่มีขนาด 8.0 – 4.75 มม. เป็นปริมาณมาก และมีเม็ดดินที่มีขนาดเล็กกว่า 4.75 มม. น้อยกว่าดินที่ไม่ได้ใส่สารปรับปรุงดิน และดินที่ใส่สารอินทรีย์ ช่องว่างที่อยู่ระหว่างเม็ดดินส่วนใหญ่เป็นช่องว่างที่มีการระบายน้ำดี การดูดยึดน้ำที่ความเครียดของน้ำในดินที่เท่ากัน ดินที่มีเม็ดดินส่วนมากมีขนาดใหญ่อย่อดูดยึดน้ำได้น้อยกว่าดินที่มีขนาดของเม็ดดินเล็กกว่า และสำหรับกรณีของดินที่ใส่สารอินทรีย์ 6 เดือน มีเปอร์-

เซ็นต์ความชื้นที่ความเครียดของน้ำในดิน 100 ซม. $\frac{1}{3}$ บรรยากาศ และ 15 บรรยากาศ น้อยกว่าดินที่ใส่สารอินทรีย์ 3 เดือน คงเนื่องมาจากเหตุผลเดียวกันกับที่กล่าวมาแล้ว

ผลกระทบของสารปรับปรุงดินชนิดต่าง ๆ ต่อช่องว่างภายในดิน

การใส่สารปรับปรุงดินชนิดต่าง ๆ ลงไปในดิน มีผลกระทบต่อช่องว่างภายในดิน กล่าวคือ ทำให้ช่องว่างที่มีการระบายน้ำดีเพิ่มขึ้น การใส่สาร soil conditioners ทำให้ช่องว่างที่มีการระบายน้ำดี (ขนาดช่อง > 28.8 μ) มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมาก และมากกว่าดินที่ใส่สารอินทรีย์ แต่ช่องว่างที่มีการระบายน้ำช้า (ขนาด 28.8 – 8.6 μ) และช่องว่างที่เป็นที่อยู่ของน้ำสำหรับพืช (ขนาด 8.6 – 0.2 μ) มีน้อยกว่าดินที่ใส่สารอินทรีย์ การใส่สารอินทรีย์หมักไว้กับดิน 6 เดือนทำให้ช่องว่างที่มีการระบายน้ำดี มีปริมาณมากกว่าดินที่ใส่สารอินทรีย์หมักไว้กับดิน 3 เดือน แต่ช่องว่างที่มีการระบายน้ำช้า และช่องว่างที่เป็นที่อยู่ของน้ำสำหรับพืช มีน้อยกว่าดินที่ใส่สารอินทรีย์หมักไว้ 3 เดือน

ลักษณะของผลกระทบของสารปรับปรุงดินชนิดต่าง ๆ ต่อช่องว่างภายในดินในการทดลองนี้ สามารถอธิบายได้ว่า คงเนื่องจากสารปรับปรุงดินชนิดต่าง ๆ ทำหน้าที่เชื่อมอนุภาคดินเข้าด้วยกัน เกิดเป็นเม็ดดิน และในการใส่สาร soil conditioners ลงไปในดินนี้ เม็ดดินที่เกิดขึ้นมีขนาด 8.0 – 4.75 มม. สูงกว่าในดินที่ใส่สารอินทรีย์ ทำให้ช่องว่างในดินที่มีการระบายน้ำดีมีมากกว่าในดินที่ใส่สารอินทรีย์ สำหรับดินที่ใส่สารอินทรีย์ 6 เดือน มีช่องว่างที่มีการระบายน้ำดีมากกว่าดินที่ใส่สารอินทรีย์ 3 เดือน แต่ช่องว่างที่มีการระบายน้ำช้าและช่องว่างที่เป็นที่อยู่ของน้ำสำหรับพืช มีน้อยกว่าดินที่ใส่สารอินทรีย์ 3 เดือนนั้นก็อธิบายได้ด้วยเหตุผลเช่นเดียวกัน

ผลการทดลองนี้ มีลักษณะคล้ายกับผลงานของ Martin *et al.* (18) ซึ่งรายงานไว้ว่า ในดิน clay ที่ใส่

Krillium 0.15 เปอร์เซนต์ ช่องว่างของอากาศเพิ่มจาก 22 เปอร์เซนต์ เป็น 40 เปอร์เซนต์ และในดิน silty clay loam เมื่อใส่ Krillium 0.08 เปอร์เซนต์ ช่องว่างของอากาศเพิ่มจาก 23 เปอร์เซนต์เป็น 36 เปอร์เซนต์

เอกสารอ้างอิง

1. BARTHOLOMEW, W.V. and A.C. NORMAN. 1941. Determination of uronic groups in soils and plant materials. J. Sci. Iowa State College. 15 : 253-260.
2. BAVER, L.D. and R.B. FARNSWORTH. 1940. Soil structure defects in the growth of sugar beets. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 5 : 45-48.
3. BAVER, L.D., W.H. GARDNER and W.R. GARDNER. 1972. Soil physics. Forth edition. John Wiley and Sons, Inc., New York.
4. BLAKE, G.R. 1965. Bulk density. In : Black, C.A. (Ed. in Chief). Methods of soil analysis. Part I. Agronomy No. 9 : 374-390.
5. DE BOODT, M. and L. DE LEENHEER. 1959. Soil structure index and plant growth. Medidelingen van de landbouwhogeschool en de opzoekingsstations van de staat te gent. Deel 24 Nr. 1 : 188-194.
6. DE BOODT, M. and D. GABRIELS. 1973. The effect of synthetic soil conditioners on the physical fertility of loamy soils and in particular on the germination of sugar beets. Meded. Fakulteit van de landbouwwetenschappen, R. U. G. (in press).
7. DE LEENHEER, L. and M. DE BOODT. 1959. Determination of aggregate stability by the change in mean weight diameter. Medidelingen van de landbouwhogeschool en de opzoekingsstations van de staat te gent. Deel 24 Nr. 1 : 290-300.
8. EMERSON, W.W. 1959. The structure of soil crumbs. J. Soil Sci. 10 : 235-244.
9. EMERSON, W.W. 1959. Stability of soil crumbs. Nature 183 : 538.
10. GABRIELS, D. and M. DE BOODT. 1972. Theoretical and practical approach for determining the optimal moisture content at the moment of soil conditioning. Mitteilgn Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch 15 : 185-203.
11. GEOGHEHAN, M.J. and R.C. BRAIN. 1948. Aggregate formation in soil : I. Biochem. Journal 43 : 5-14.
12. GREENLAND, D.J. 1965. Interaction between clays and organic compounds in soils. Soil and Fertilizer. 28 : 415-425.
13. MARTIN, J.P. and S.A. WAKSMAN. 1940. Influence of microorganisms in soil aggregation and erosion. Soil Sci. 50 : 29-47.
14. MARTIN, J.P. 1942. The effect of composts and compost materials upon the aggregation of the silt and clay particles of Collington sandy loan. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 7 : 218-220.
15. MARTIN, J.P. 1945. Microorganisms and soil aggregation. I. Origin and nature of some of the aggregate substances. Soil Sci. 59 : 163-174.
16. MARTIN, J.P. 1946. Microorganisms and soil aggregation. II. Influence of bacterial polysaccharides on soil structure. Soil Sci. 61 : 157-166.
17. MARTIN, J.P. 1953. Status report on soil conditioning chemical I. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 17 : 1-9.
18. MARTIN, J. P., W.P. MARTIN, J. B. PAGE, W.A. RANEY and J.D. DE MENT. 1955. Soil aggregation. Adv. in Agron. 7 : 2-35.
19. MCCALLA, T.M. 1942. Influence of biological products on soil structure and infiltration. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 7 : 209-213.

20. PEELE, T.C. and O.W. BEALE. 1940. Influence of microbial activity upon aggregation and erodibility of lateritic soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 5 : 33-35.
21. RICHARDS, L.A. 1965. Physical condition of water in soil. *In*: Black C.A. (Editor in Chief) Method of soil analysis part I. Agronomy No. 9 : American Society of Agronomy, Inc. 128-151.
22. SWABY, R.J. 1949. The relationship between microorganisms and soil aggregation. J. Gen. Microbiology 3 : 236-254.
23. SWABY, R.J. 1949. Influence of humus on soil aggregation. J. Soil Sci. I : 182-194.
24. VOMOCIL, J.A. 1965. Total porosity. *in* Black, C.A. (Editor in Chief) Methods of soil analysis part I. Agronomy No. 9 : American Society of Agronomy, Inc. 299-214.