

การศึกษาสมบัติทางชีวเคมีของดินร่อยเอ็ดและดินพิมาย ที่ได้รับวัสดุอินทรีย์

Biochemical Properties of Roi Et and Phimai Soil Receiving Organic Debris

พัชรีย์ แสนจันทร์

Patcharee Saenjan

ABSTRACT

A laboratory experiment to determine changes in chemical and biochemical properties of Roi Et and Phimai paddy soil receiving organic debris was conducted for both under field capacity and under submerged condition. The organic debris used were fresh *Sesbania rostrata*, rice straw and cow dung. The soil samples were incubated under field capacity and were analyzed for cumulative content of CO_2 , NH_4^+ , and NO_3^- in the soil of 0-2.5 and 2.5-5 cm depths. The same treatments were incubated under submerged condition and were analyzed for pH, NH_4^+ , Mn^{2+} , Fe^{2+} and organic acid.

In both soils, incorporation of organic debris increased NH_4^+ concentration in both aerobic and anaerobic conditions. Decomposition of organic debris increased in this order: *Sesbania* > rice straw > cow dung > control. The amount of CO_2 and NH_4^+ were higher in Phimai paddy soil than in Roi Et soil. NO_3^- was increased while NH_4^+ was decreased in aerobic soil indicated nitrification.

After submerging the soil, pH, NH_4^+ , Mn^{2+} and Fe^{2+} rose. This occurred more intense in Phimai soil than in Roi Et soil, especially, when organic debris were incorporated. Successive manganous and ferrous formation indicated manganese reduction and ferric reduction in submerged soil. Only acetic acid was detected as an intermediate product of organic matter decomposition. The amount of this acid increased to the maximum of 1.0 mM/100 g soil at 10 days after submergence in Roi Et soil receiving *Sesbania* and of 1.5 mM/100 g soil at 7 days in Phimai soil with *Sesbania* treatment, and finally decreased to the lowest amount at 24 days after submergence. This suggests that rice transplanting should begin at 2 weeks after incorporation of organic debris.

Key words : biochemical property of soil, Roi Et soil, Phimai soil, organic debris, *Sesbania rostrata*, rice straw, cow dung, aerobic, anaerobic

บทคัดย่อ

ทำการทดลองเพื่อศึกษาคุณสมบัติทางชีวเคมีของดินรื้อยเอ็ดและดินพิมายที่ได้รับวัสดุอินทรีย์ที่อยู่ในสภาพความจุความชื้นสนามและในสภาพน้ำขัง วัสดุอินทรีย์ที่ใช้ได้แก่ โสน ฟางข้าว และมูลวัว ในตัวอย่างดินที่บ่มภายใต้สภาพความจุความชื้นสนามได้วิเคราะห์หาปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนียม และไนเตรต ในช่วงความลึก 0-2.5 และ 2.5-5 เซนติเมตร ส่วนคาร์บอนข้างต้นที่บ่มภายใต้สภาพน้ำขังได้วิเคราะห์หาค่าพีเอช แอมโมเนียม แมงกานีส ฟอสฟอรัส และกรดอินทรีย์

ในดินนาทั้งสองชนิดการใส่วัสดุอินทรีย์จะเพิ่มปริมาณแอมโมเนียมภายใต้สภาพที่ได้รับออกซิเจนและไร้ออกซิเจน การสลายตัวของวัสดุอินทรีย์จะดีขึ้นตามลำดับดังนี้ > โสน > ฟางข้าว > มูลวัว > คาร์บอนรวม ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และแอมโมเนียมในดินพิมายจะมากกว่าในดินรื้อยเอ็ด ดินที่ได้รับออกซิเจนมีปริมาณไนเตรตเพิ่มขึ้นในขณะที่ปริมาณแอมโมเนียมลดลงแสดงว่าเกิดกระบวนการไนตริฟิเคชัน

หลังการขังน้ำค่าพีเอช ปริมาณแอมโมเนียม แมงกานีส และฟอสฟอรัสในดินจะเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในดินพิมายและมากกว่าในดินรื้อยเอ็ด การเกิดแมงกานีสและฟอสฟอรัสแสดงว่าเกิดกระบวนการแมงกานีส รีดักชันและฟอสฟอรัสรีดักชันในดินน้ำขังพบกรดแอซิดเกิดขึ้นในระหว่างการสลายตัวของวัสดุอินทรีย์ กล่าวคือในดินรื้อยเอ็ดที่ได้รับโสนปริมาณกรดแอซิดเพิ่มขึ้นสูงถึง 1 มิลลิโมลต่อดิน 100 กรัม หลังจากขังน้ำได้ 10 วัน ส่วนในดินพิมายที่ได้รับโสนปริมาณกรดแอซิดเพิ่มขึ้นสูงที่สุดถึง 1.5 มิลลิโมลต่อดิน 100 กรัม หลังจากขังน้ำเพียง 7 วัน ในดินทั้งสองปริมาณกรดดังกล่าวจะค่อย ๆ ลดลงต่ำสุดใน 24 วันหลังการขังน้ำ จากนั้นให้รอจนกว่ากรดเอ

ซิดลดลงเหลือน้อยลงคือหลัง 2 สัปดาห์จึงแนะนำให้ปักดำได้

คำนำ

พื้นที่ปลูกข้าวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือคิดเป็นร้อยละ 65.6 ของพื้นที่ถือครองทางการเกษตร (พัชร, 2540) เมื่อคำนวณจะได้ชุดดินพิมาย (Phimai, Pm) ร้อยละ 1.8 และ ชุดดินรื้อยเอ็ด (Roi Et, Re) ร้อยละ 25.1 ของพื้นที่นาทั้งหมดในภาคนี้ ในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกดินพิมายเป็นตัวแทนดินนาที่มีเนื้อดินละเอียดและเลือกชุดดินรื้อยเอ็ดเป็นตัวแทนดินนาที่มีเนื้อดินหยาบ

เป็นที่ทราบโดยทั่วไปว่าดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือนั้นมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำโดยเฉพาะดินเนื้อหยาบ เช่น ดินรื้อยเอ็ด และชาวนาเองก็ได้พยายามปรับปรุงดินนาของตน ในการทดลองนี้ได้เลือกศึกษาเทคโนโลยีชาวบ้านประเด็นของการใช้วัสดุอินทรีย์เป็นปุ๋ยอินทรีย์ ได้แก่ ฟางข้าว โสน และมูลควาย ที่ใส่ลงไปดินนาแล้วจะเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางชีวเคมีของดินนาในดินรื้อยเอ็ดและดินพิมายทั้งในสภาพที่ได้รับออกซิเจน (aerobic) และไร้ออกซิเจน (anaerobic)

ดินที่ใช้ปลูกข้าวโดยทั่วไปในช่วงปีจะมีลักษณะของความชื้น 2 แบบ คือดินจะแห้งหลังการเก็บเกี่ยวจนถึงฤดูปลูก และดินจะเปียกในฤดูฝนหรือฤดูปลูกข้าวนาปรังทั้งข้าวนาปรังที่อาศัยน้ำชลประทานดังนั้นในช่วงที่ดินแห้งจะเป็นสภาพมีออกซิเจน ซึ่งกระบวนการทางชีวเคมีเรียกว่าสภาพ oxidative และสภาพในช่วงที่ดินเปียกหรือมีน้ำขังดินจะขาดออกซิเจนซึ่งกระบวนการทางชีวเคมีเรียกว่าสภาพ reductive สภาพมีออกซิเจนจะเหมือนกับสภาพดินไร่โดยทั่วไปและสภาพขาดออกซิเจนเป็นลักษณะเฉพาะของดินนาเมื่อดินนาที่มีน้ำขังอาจจะเนื่องจากน้ำฝนหรือน้ำ

ชลประทาน การแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างอากาศในดิน และบรรยากาศที่อยู่เหนือน้ำจึงจะถูกยับยั้งอย่างรุนแรง ออกซิเจนในบรรยากาศจะเข้าไปสู่ดินได้โดยการแพร่กระจาย (diffusion) ผ่านชั้นของน้ำที่ขังอยู่เหนือดิน อัตราการแพร่กระจายของออกซิเจนผ่านน้ำจะช้าเป็นอย่างมาก (1/10,000 เท่าของบรรยากาศ) ดินจึงอยู่ในสภาพที่แทบไม่ได้รับออกซิเจนเลย ออกซิเจนที่มีอยู่เดิมก็จะถูกจุลินทรีย์ดินใช้ในการหายใจจนหมดทำให้ดินอยู่ในสภาพ reductive (พัชร, 2532; 2540) ในการทดลองนี้ได้ศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางชีวเคมีของดินนาทั้งชุดดินร้อยเอ็ดและชุดดินพิมายในสภาพที่มีออกซิเจนและสภาพที่ไร้ออกซิเจน

อุปกรณ์และวิธีการ

ดิน

เก็บตัวอย่างชุดดินร้อยเอ็ด (Roi Et soil series, Re) ที่ท้องนาบริเวณบ้านโนนม่วง อ.เมือง จ.ขอนแก่น ซึ่งเป็นฤดูหลังเก็บเกี่ยวข้าว ในทำนองเดียวกันเก็บตัวอย่างดินนาชุดดินพิมาย (Phimai soil series, Pm) จากพื้นที่โครงการชลประทานหนองหวายที่บ้านคอนยาง อ.เมือง จ.ขอนแก่น ดินทั้งสองชุดเก็บที่ความลึก 15 เซนติเมตร จากผิวดิน นำมาผึ่งให้แห้งแล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร ชุดดินร้อยเอ็ดเป็นดินเนื้อหยาบ (loamy sand) ในขณะที่ดินพิมายเป็นดินเนื้อละเอียดและเหนียวมากเมื่อเปียกเนื้อดินเป็นแบบ

clay ในระบบอนุกรมวิธานดิน (Soil Taxonomy, 1975) ได้จัดชุดดินร้อยเอ็ดอยู่ในกลุ่มดินย่อย Aeris Paleaquult ในขณะที่ดินพิมายอยู่ในกลุ่มดินย่อย Vertic Tropaquept (เพิ่มพูน, 2527) ซึ่ง Moorman and Rojanasoonthon (1972) ได้จัดชุดดินร้อยเอ็ดเป็น Low Humic Gley soil ตามระบบการจำแนกดินแบบเก่าของ USDA 1938 คุณสมบัติทางเคมีของทั้งสองชุดได้แสดงไว้ใน Table 1

วัสดุอินทรีย์

วัสดุอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ได้แก่ ฟางข้าว โสน และมูลควาย ฟางข้าวถูกสับเป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาดยาวครึ่งเซนติเมตร มูลควายซึ่งเป็นชิ้นเล็กก่อนข้างละเอียดอยู่แล้ว ผึ่งลมแล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.5 มิลลิเมตร โสนอัฟริกัน (*Sesbania rostrata*) บดสับให้ได้ขนาดครึ่งเซนติเมตรเช่นเดียวกับฟางข้าว คุณสมบัติทางเคมีของวัสดุอินทรีย์ต่าง ๆ แสดงไว้ใน Table 2

การศึกษาการสลายตัวของวัสดุอินทรีย์ในสภาพความชื้นสนาม

การเตรียมดิน

นำตัวอย่างชุดดินร้อยเอ็ดและชุดดินพิมายที่ตากลมจนแห้งมาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร แล้วนั้นคลุกเคล้ากับวัสดุอินทรีย์ (ฟางข้าว มูลควาย หรือ โสนอัฟริกัน) ในอัตรา 160.53 กรัม/ดิน 15 กิโลกรัม หรือ 4 ตัน/ไร่ ในกะละมังพลาสติกขนาด

Table 1 Chemical characteristics of Roi Et and Phimai soil.

Soil series	pH	OM (%)	TN (%)	CEC (me/100g)	Cation (me/100 g)			
					Ca	Mg	Na	K
Roi Et	4.9	0.38	0.038	2.5	0.79	0.26	0.20	0.08
Phimai	6.5	2.10	0.083	38.7	11.78	2.84	4.32	0.55

Note : OM = Organic matter, TN = Total nitrogen, CEC = Cation exchange capacity.

Table 2 Chemical characteristics of organic debris.

Organic debris	OM (%)	TN (%)	TP (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	K (%)
Cow dung	36.62	1.01	0.14	4.51	0.20	0.09	2.31
Rice straw	50.00	0.41	0.10	-	-	-	1.4
Sesbania	25.74	0.81	0.07	-	-	-	1.18

Note : OM = Organic matter, TN = Total nitrogen, TP = Total phosphorus

ใหญ่ได้ดินลึก 15 เซนติเมตรจากผิวดิน รักษาความชื้นในดินให้อยู่ในระดับความจุความชื้นสนาม คือความชื้นร้อยละ 12 สำหรับดินร่อยเอ็ดและร้อยละ 25 สำหรับดินพินาย แล้วทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องในสภาพเปิด จากนั้นเก็บตัวอย่างดินในกะละมังด้วยกระบอกเก็บตัวอย่าง (core sampler) ที่ยาว 5 เซนติเมตร เมื่อถึงเวลา 0, 3, 10, 17, 24 และ 31 วัน แยกตัวอย่างดินที่เก็บไว้เป็น 0-2.5 เซนติเมตร และ 2.5-5.0 เซนติเมตร แล้วทำการวัดปริมาณ คาร์บอนไดออกไซด์ NH_4^+ และ NO_3^-

การวิเคราะห์หาคาร์บอนไดออกไซด์

ใส่ตัวอย่างดินดังกล่าวปริมาณ 10 กรัม ลงในขวดลูกผสมพูนขนาด 500 มิลลิลิตร แล้วห้อยขวดปากกว้างขนาด 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งบรรจุ 1 N NaOH 5 มิลลิลิตร ไว้เหนือดิน แล้วปิดจุกยางให้แน่น นอกจากนี้ยังทำการบ่มขวดเปล่าที่ไม่ใส่ดินและห้อยขวดบรรจุ 1 N NaOH 5 มิลลิลิตร ไว้ด้วย ซึ่งถือว่าเป็น blank ทั้งหมดบ่มนานอีก 7 วัน ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปลดปล่อยออกจากดินและปฏิกิริยาที่อยู่ที่อยู่ในดินในระหว่างการบ่มนี้จะถูก 1 N NaOH จับไว้เมื่อใส่สารละลาย BaCl_2 จะตกตะกอนกับคาร์บอนไดออกไซด์ แล้วไตเตรทกับ 1 N HCl ผลต่างของค่า 1 N HCl ที่ไตเตรทกับ blank และที่ไตเตรทกับ 1 N NaOH ที่เป็นส่วนเกิน สามารถนำมาคำนวณหาปริมาณ คาร์บอนไดออกไซด์ ที่ปลด

ปล่อยจากดินได้ ทำการวัด 3 ชั่วโมง วิธีนี้ดัดแปลงมาจากวิธีของ Stotzky (1965) และได้ทำการเขียนกราฟคาร์บอนไดออกไซด์สะสม (cumulative CO_2) ที่ปลดปล่อยในช่วงเวลา 0, 10, 17, 24, และ 31 วัน

การวิเคราะห์หาแอมโมเนียม (NH_4^+) และไนเตรต (NO_3^-)

ดินที่เก็บด้วยกระบอกเก็บตัวอย่างที่แต่ละความลึก 0-2.5 และ 2.5-2 เซนติเมตร นั้น แต่ละส่วนใช้ 10 มิลลิกรัม นำมาสกัดด้วย 1 N KCl 100 มิลลิลิตร แล้ววิเคราะห์หา NH_4^+ และ nitrate NO_3^- ในสารสกัดนั้นด้วยวิธี Kjeldahl (Keenley and Nelson, 1982) ทำการวิเคราะห์ 3 ชั่วโมง

การศึกษากระบวนการทางเคมีและชีวเคมีของดินน้ำขังที่ได้รับวัสดุอินทรีย์

การเตรียมดิน

ตัวอย่างชุดดินร่อยเอ็ดและชุดดินพินายที่ผ่านการตากลมและร่อนแล้วนั้น ใช้ดิน 10 กรัม และใส่วัสดุอินทรีย์ 107 มิลลิกรัม (อัตราส่วน 4 ดัน/ไร่) ลงในหลอดทดลองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร ยาว 18 เซนติเมตร แล้วเติมน้ำ 15 ลูกบาศก์เซนติเมตร ส่วนบนที่อยู่เหนือน้ำถูกแทนที่อากาศด้วย N_2 ปิดจุกให้แน่นแล้วบ่มใน incubator ที่อุณหภูมิ 35°C เป็นเวลา 0, 3, 10, 17 และ 24 วัน แล้วทำการวัด NH_4^+ , Fe^{2+} , Mn^{2+} , pH และกรดอินทรีย์ ทำการวิเคราะห์ 3

ซ้ำ วิธีการวิเคราะห์ทางเคมีแสดงไว้ใน Table 3

ผลและวิจารณ์

การสลายตัวของวัสดุอินทรีย์ในดินนาที่สภาพความจุความชื้นสนาม

การวัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สามารถใช้เป็นดัชนีแทนการสลายตัวของวัสดุอินทรีย์ได้เป็นอย่างดี เพราะสารอินทรีย์คาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบของวัสดุอินทรีย์จะถูกเปลี่ยนเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ Figure 1 แสดงการปลดปล่อยของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ออกจากดินนาที่ได้รับวัสดุอินทรีย์ซึ่งเป็นสภาพดินไร่หรือก่อนการขังน้ำวัดที่ความลึก 0-2.5 เซนติเมตร จะเห็นว่าในดินควบคุมปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ของดินพินาย (b) มีคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าของดินร่อยเอ็ด (a) ทั้งนี้เพราะดินพินายมีปริมาณวัสดุอินทรีย์ในดินมากกว่านั่นเอง ส่วนการใส่วัสดุอินทรีย์ทุกชนิดจะไปเพิ่มการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ตลอด 1 เดือนเพราะวัสดุอินทรีย์เป็นแหล่งของคาร์บอนและในขณะที่สลายตัวนอกจากจะให้สารอินทรีย์คาร์บอนแล้วยังให้ธาตุไนโตรเจน ธาตุฟอสฟอรัสและอื่น ๆ ด้วย พบว่าโสณอัฟริกันสลายตัวได้ดีกว่าฟางข้าวในดินทั้งสองชนิด แต่มูลควายใน

ดินร่อยเอ็ดมีการสลายตัว (ปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์) ไม่ต่างกับดินควบคุม Figure 1 (a) ที่มูลควายสลายตัวไม่ดี ทั้งนี้เพราะว่ามูลควายที่ใช้นั้นค่อนข้างเก่ามาก และฟางข้าวสลายตัวได้ดีมากก็เพราะเป็นฟางข้าวที่ค่อนข้างสด ได้หลังจากการเก็บเกี่ยว ในดินพินายมูลควายสลายตัวได้ดีกว่าในดินร่อยเอ็ด [Figure 1 (a) and (b)]

จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า ในสภาพความจุความชื้นสนาม ซึ่งดินได้รับออกซิเจนเพียงพอ นั้น การสลายตัวของวัสดุอินทรีย์เป็นไปมากขึ้นตามลำดับ คือ โสนสลายตัวดีกว่าฟางข้าวและฟางข้าวสลายตัวดีกว่ามูลควาย

Figure 1 (c) และ (d) ในทำนองเดียวกันกับ Figure 1 (a) และ (b) แต่เป็นตัวอย่างที่ความลึก 2.5-5 เซนติเมตร คาดว่าในสภาพความลึกเช่นนี้ปริมาณออกซิเจนจะน้อยลงกว่าที่ 0-2.5 เซนติเมตร ทำให้การสลายตัวของวัสดุอินทรีย์เกิดขึ้นน้อยลง แต่ในทางตรงกันข้ามปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในคาร์บอนควบคุมของดินพินายกลับมีมากกว่าที่ 0-2.5 เซนติเมตร [Figure 1 (b) และ (d)] และมากกว่าของดินร่อยเอ็ด [Figure 1 (c)] ในดินพินายคาร์บอนควบคุม [Figure 1(d)] โสนยังคงสลายตัวได้ดีทั้งในดินร่อยเอ็ดและดินพินายที่ความลึก 2.5-5 เซนติเมตร [Figure 1 (c) และ (d)]

Table 3 Methods of soil analysis.

Parameters	Soil : Extractant	Chemical analysis
CO ₂	-	Titration method (Stolzky, 1965)
NH ₄ ⁺ and NO ₃ ⁻	(1:10) 10%KCl	Kjeldahl method (Keenley and Nelson, 1982)
Mn ²⁺	(1:10) 10%KCl	Atomic absorption
Fe ²⁺	(1:10) 1 M NaOAc buffer pH 2.8	Colorimetry (Kumada and Asami, 1958)
Organic matter	-	Digestion with acids (Walkly and Black 1934)
Free organic acids	(1:3) H ₂ O	HPLC (Lawongsa et al., 1987)
pH	-	pH meter

คาดว่าในดินความลึก 2.5-5 เซนติเมตร เกิดสภาพที่มีออกซิเจนน้อยลง แต่ดินยังคงมีออกซิเจนอยู่ทำให้การสลายตัวของวัสดุอินทรีย์ในดินเกิดขึ้นมากกว่าที่ความลึก 0-2.5 เซนติเมตร [Figure 1 (a) และ (c)]

ในระหว่างที่เกิดการสลายตัวของวัสดุอินทรีย์ นอกจากจะปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์แล้วยังปล่อย ammonium ion (NH_4^+) ออกจากวัสดุอินทรีย์ด้วย ปริมาณ NH_4^+ จะอยู่ในช่วง 0-30 มิลลิกรัม N/ดิน 100 g (Figure 2) พบว่าเกิดในดินร่อนเอ็ดและดินพินายที่

ความลึก 0-2.5 เซนติเมตร ปริมาณ NH_4^+ เริ่มสูงขึ้นจาก 3 วัน ในชุดดินร่อนเอ็ดและพินายที่ได้รับฟางข้าวคาดว่าที่ 3 วันเกิดกระบวนการ immobilization ของ N เพราะว่ามีปริมาณ N ในฟางข้าวต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับวัสดุอินทรีย์ชนิดอื่น ๆ (a) และ (b) โดยทั่วไปจะเห็นว่าปริมาณ NH_4^+ เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วถึงจุดสูงสุดที่ 10 วัน แล้วจึงลดลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งพบเช่นนี้ทั้งในดินร่อนเอ็ดและดินพินายและทั้ง 2 ความลึก [Figure 2 (a-d)] ใน Figure 1(a) ดินร่อนเอ็ดที่ 0-

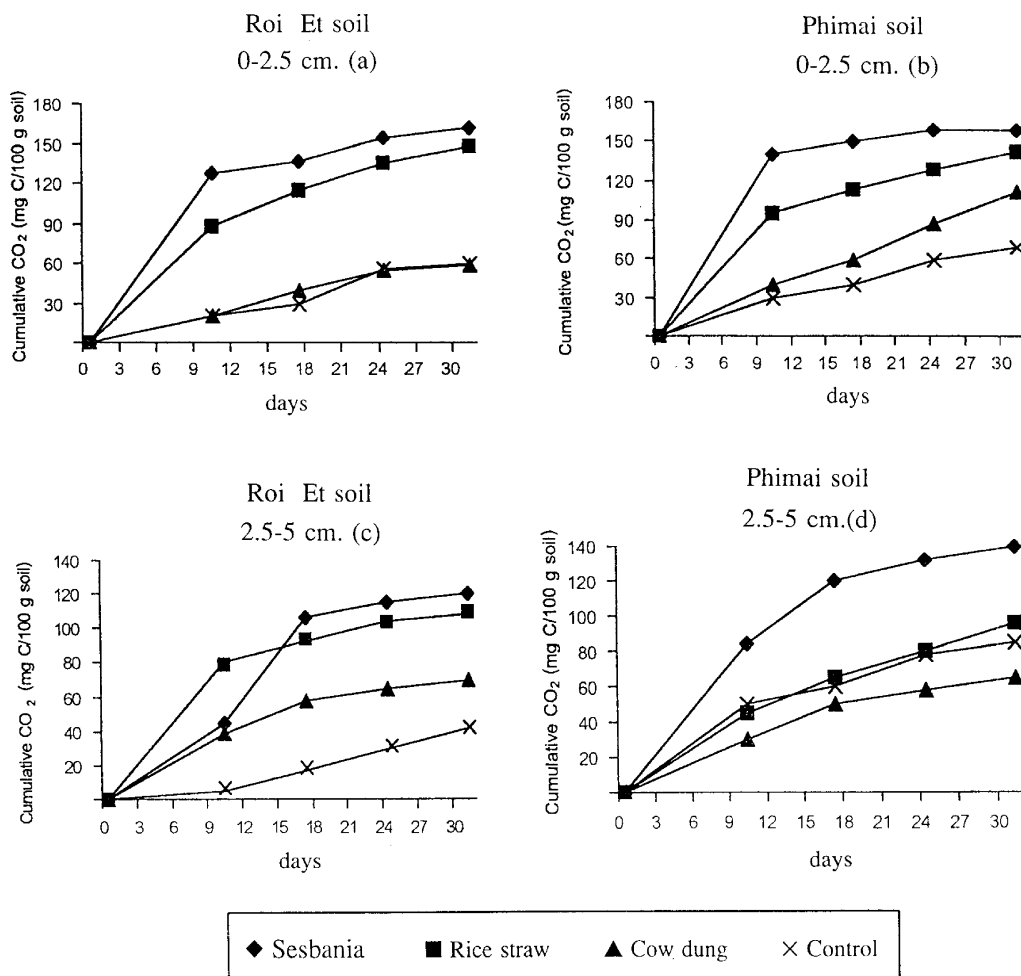


Figure 1 Carbondioxide evolution in Roi Et and Phimai soils receiving organic debris at different depths under field capacity.

2.5 เซนติเมตร ฟางข้าวให้ NH_4^+ มากที่สุดที่ 10 วัน อาจจะเป็นเพราะว่าถ้าเปรียบเทียบกับโสนจุดสูงสุดที่ โสนให้ NH_4^+ ได้ผ่านมาแล้วก่อนวันที่ 10 ทั้งนี้ใน Figure 2 (b), (c) และ (d) ล้วนแล้วแต่ปริมาณ NH_4^+ สูงที่ 10 วัน ดินที่ได้โสนปลดปล่อย NH_4^+ มากที่สุด ทั้งในดินร่อยเอ็ดและดินพืชมายและทั้ง 2 ระดับความ ลึก ส่วนในดินพืชมายพบว่าในดินควบคุมปลดปล่อย NH_4^+ ออกมากกว่าดินร่อยเอ็ดเพราะว่าดินพืชมายมี

ปริมาณไนโตรเจนมากกว่าดินร่อยเอ็ด และจะเห็น ว่าการใส่วัสดุอินทรีย์ทุกชนิดจะช่วยเพิ่มธาตุอาหาร NH_4^+ ให้แก่ดินโดยเฉพาะโสน (d)

ส่วนที่เวลา 17 และ 24 วัน (Figure 2) พบว่า ในดินทั้งสองชนิดมีปริมาณ NH_4^+ ลดลงอย่างชัดเจน ทั้งนี้เพราะ NH_4^+ ถูกเปลี่ยนให้ไปอยู่ในรูป NO_3^- (nitrification) ในทำนองเดียวกันที่ความลึก 2.5-5 เซนติเมตร จากผิวดิน ปรากฏการณ์ของ NH_4^+ ที่สะสม

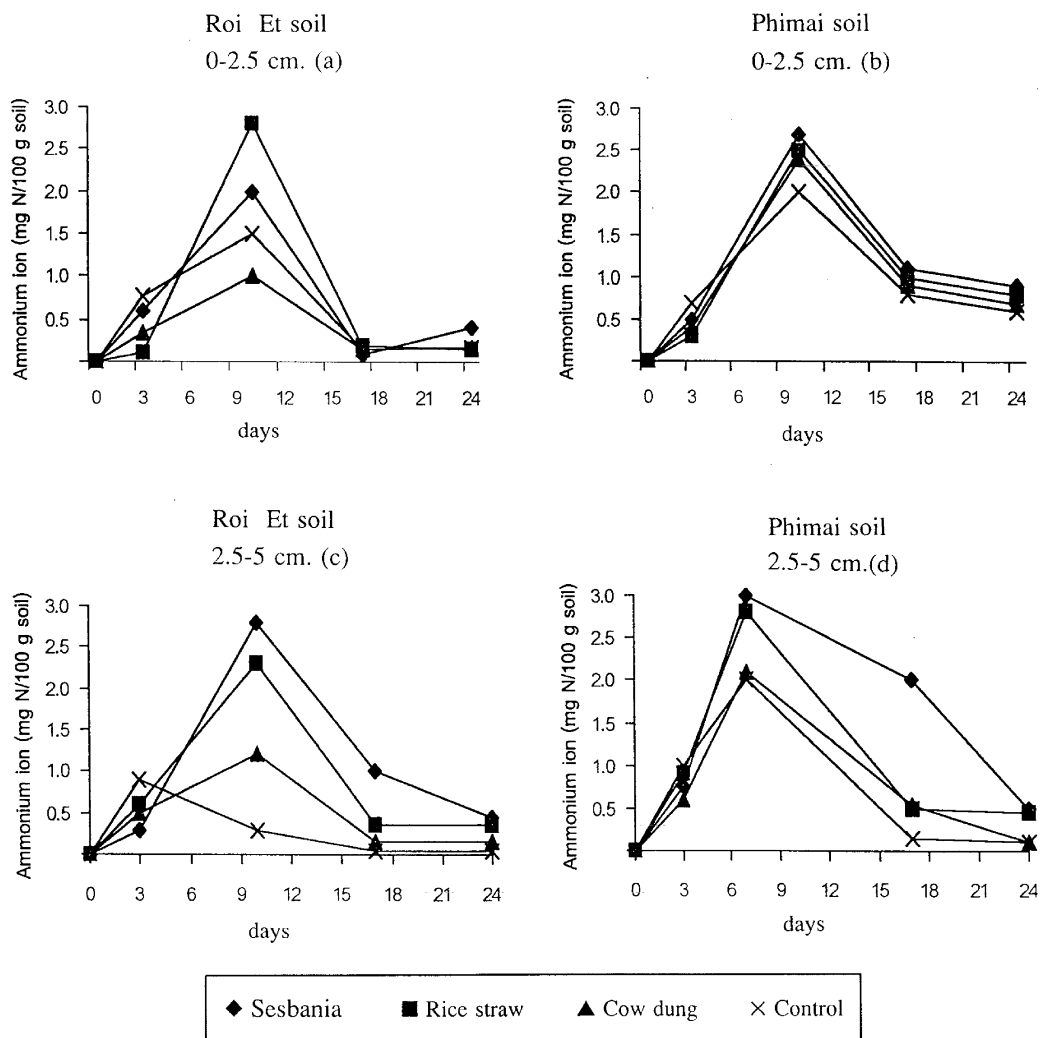


Figure 2 Ammonium content in Roi Et and Phimai soils receiving organic debris at different depths under field capacity.

อยู่ในดินทั้งสองชนิดขึ้นกับชนิดของวัสดุอินทรีย์คือ โสเนจะปล่อย NH_4^+ ได้มากกว่าฟางข้าวและมูลควาย [(c) และ (d)]

ใน Figure 3 ปริมาณ NO_3^- โดยทั่วไปจะต่ำกว่า ปริมาณ NH_4^+ ก่อนข้างมากคืออยู่ในช่วง 0-1.4 มิลลิกรัม N/ดิน 100 กรัม โดยที่ดินควมคุมจะมี NO_3^- สูงกว่า ดำรับอื่นยกเว้นดินพิมายที่ NO_3^- ในดำรับควมคุมต่ำ ลงมาเล็กน้อย (b) NO_3^- จะเพิ่มขึ้นจากวันแรกของการ บ่มดินในทุกดำรับและยังคงปริมาณไว้จนถึง 24 วัน

ยกเว้นในดินร้อยเอ็ดที่ความลึก 2.5-5 เซ็นติเมตร มี NO_3^- ค่อยๆเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน [Figure 3 (c)] พบว่า ดินทั้งร้อยเอ็ดและพิมายที่ความลึก 0-2.5 เซ็นติเมตร ที่ไม่ได้รับวัสดุอินทรีย์ (ควมคุม) และที่ได้รับโสเนจะ ปลดปล่อย NO_3^- มากกว่าดำรับฟางข้าว ส่วนในมูล ควายมี NO_3^- น้อยที่สุด ในขณะที่ที่ตลอดความลึก 0-5 เซ็นติเมตรปริมาณ NO_3^- ในดินควมคุมมีมากตลอด ความลึก คาดว่าการบ่มดินในกะละมังแบบเปิด สามารถทำให้ออกซิเจนลงไปได้ลึกอย่างน้อยถึง 5

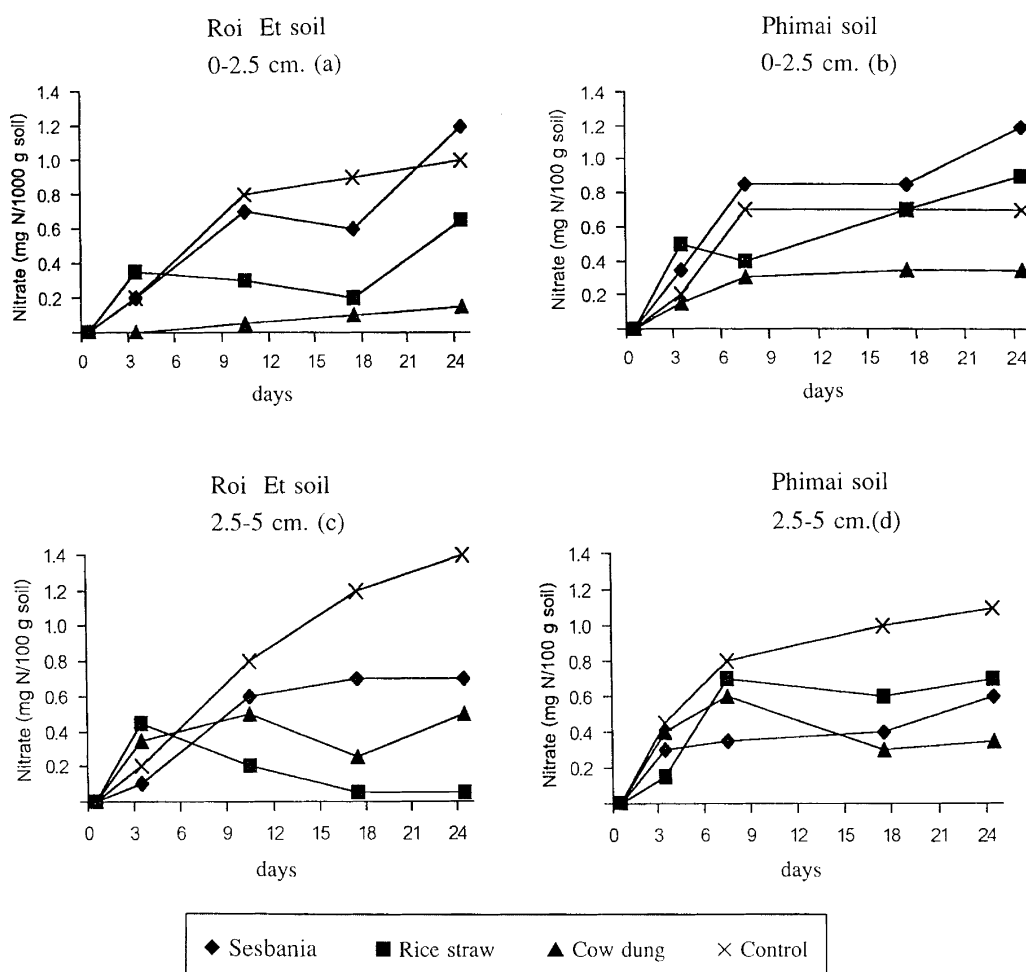


Figure 3 Nitrate content in Roi Et and Phimai soils receiving organic debris at different depths under field capacity.

เซ็นติเมตร และมีการเคลื่อนที่ของ NO_3^- จากชั้นบน 0-2.5 เซ็นติเมตร ลงข้างล่าง 2.5-5 เซ็นติเมตร เพราะ NO_3^- เป็นไอออนลบในดินพินายที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์ แต่ละชนิดจะมี NO_3^- เท่าๆ กันตลอดความลึก 0-5 เซ็นติเมตร ยกเว้นในดินที่ได้รับโสณ ส่วนในดินร่อยเอ็ดมี NO_3^- ในดินที่รับโสณและฟางข้าวลดลงที่ความลึก 2.5-5 เซ็นติเมตร อย่างไรก็ตามการที่จะใช้กระบวนการ nitrification มาอธิบายกับดินที่รับวัสดุอินทรีย์เหล่านี้ไม่สามารถทำได้อย่างชัดเจนนัก

การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีและชีวเคมีของดินน่าน้ำขัง

เมื่อเอาน้ำขังดินและบ่มทิ้งไว้ในสภาพปิด จะพบว่า pH จะเพิ่มขึ้นทั้งในดินร่อยเอ็ดและดินพินาย (Figure 4) ช่วงของ pH ของดินพินายจะสูงกว่าของดินร่อยเอ็ด ทั้งนี้เพราะ pH ของดินพินายที่จุดเริ่มต้นคือ 6.5 แต่ของร่อยเอ็ดคือ 4.8 ผลของการใส่วัสดุอินทรีย์ให้แก่ดินนา จะทำให้ pH สูงขึ้นเล็กน้อย เมื่ออยู่ในสภาพน้ำขัง ซึ่งการที่ pH สูงขึ้นนี้จะทำให้ธาตุอาหารฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ซิลิกอนและโมลิบดีนัมถูกปลดปล่อยออกมาให้พืชได้ใช้

ในดินน่าน้ำขังจะพบว่าปริมาณ NH_4^+ มีมากกว่าในดินที่ความจุความชื้นสนาม(เปรียบเทียบระหว่าง Figure 2 และ 5) โดยที่ในดินที่ความจุความชื้นสนามมีปริมาณ NH_4^+ อยู่ในช่วง 1-30 มิลลิกรัม N/100 กรัม แต่ในดินน้ำขังมีปริมาณ NH_4^+ มากกว่าค่อนข้างมากซึ่งอยู่ในช่วง 4-40 มิลลิกรัม N/100 กรัม ซึ่งเกิดขึ้นทุกตำรับพบว่าโสณให้ NH_4^+ มากที่สุดถึง 40 มิลลิกรัม N/100 กรัม ตามด้วยมูลควายและฟางข้าว ตำรับควบคุมของดินนาพินายมีปริมาณ NH_4^+ มากกว่าของดินร่อยเอ็ดเล็กน้อย แต่ในตำรับที่ได้รับวัสดุอินทรีย์แต่ละชนิดในดินทั้งสองปริมาณ NH_4^+ จะไม่ต่างกัน ในดินน่าน้ำขังได้ทำการวัดปริมาณ NO_3^- ด้วยแต่ไม่พบ ทั้งนี้เพราะว่าไม่มีออกซิเจนที่ทำให้เกิดกระบวนการ nitrification เพราะการขังน้ำในหลอดทดลองนี้ทำในสภาพปิด และนี่เป็นเหตุผลที่ทำให้เกิดการสะสม NH_4^+ ในดินน้ำขังมากกว่าในดินที่ความจุความชื้นสนาม

ปริมาณ manganous ion (Mn^{2+}) ที่เกิดขึ้นภายหลังจากการการขังน้ำนั้น พบว่าในดินพินายมีมากกว่าในดินร่อยเอ็ด (Figure 6) โดยที่ดินร่อยเอ็ดมี Mn^{2+} อยู่ในช่วง 4-7 mg/100 g ในขณะที่ดินพินายมี Mn^{2+}

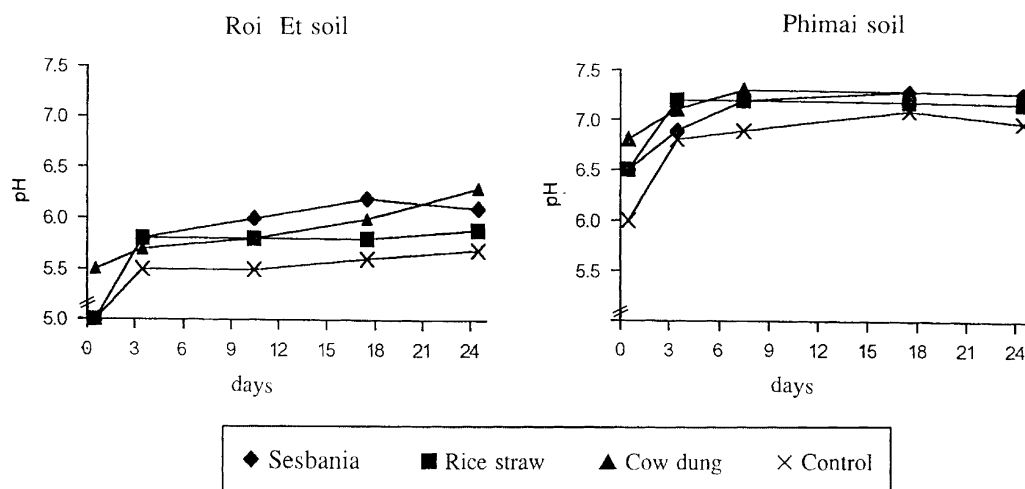


Figure 4 pH in the flood water of Roi Et and Phimai soils receiving organic debris.

อยู่ในช่วง 10-20 mg/100 g ทั้งนี้เพราะในดินพืชมามี MnO_2 มากกว่าในดินร่อยเอ็ด Mn^{2+} เกิดและสะสมอย่างรวดเร็วภายหลังขังน้ำได้ 3 วัน การใส่วัสดุอินทรีย์ทำให้ Mn^{2+} ในดินร่อยเอ็ดเพิ่มขึ้นจากดินควบคุม

เล็กน้อย และในทำนองเดียวกันในดินพืชมพบว่าจะไม่ต่างกับดินควบคุมยกเว้นในระยะแรกที่ 3 วัน การสะสม Mn^{2+} ในดินน้ำยังเกิดจากแร่ MnO ในดินถูก reduced ให้ได้ Mn^{2+} เพราะดินขาดออกซิเจน

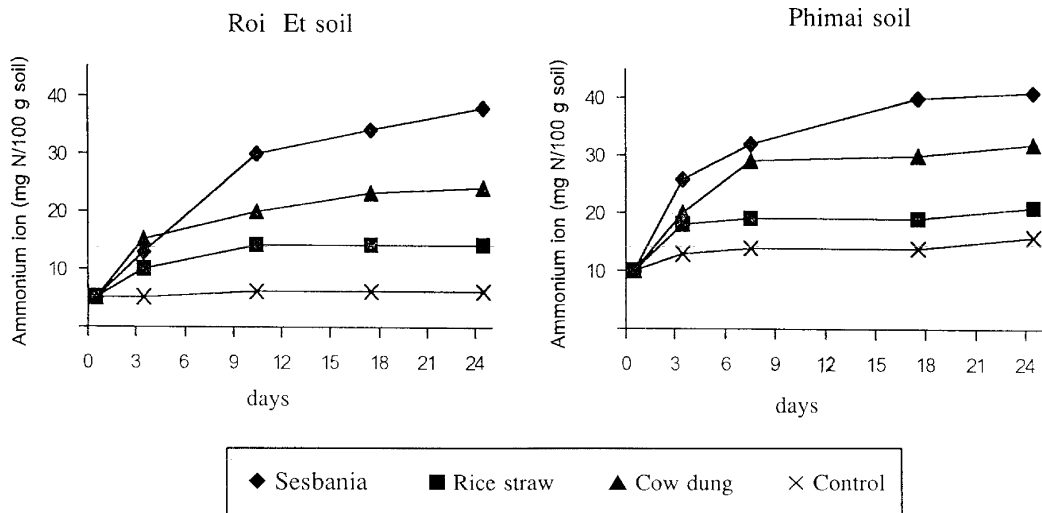


Figure 5 Ammonium content in Roi Et and Phimai soils receiving organic debris under submerged condition.

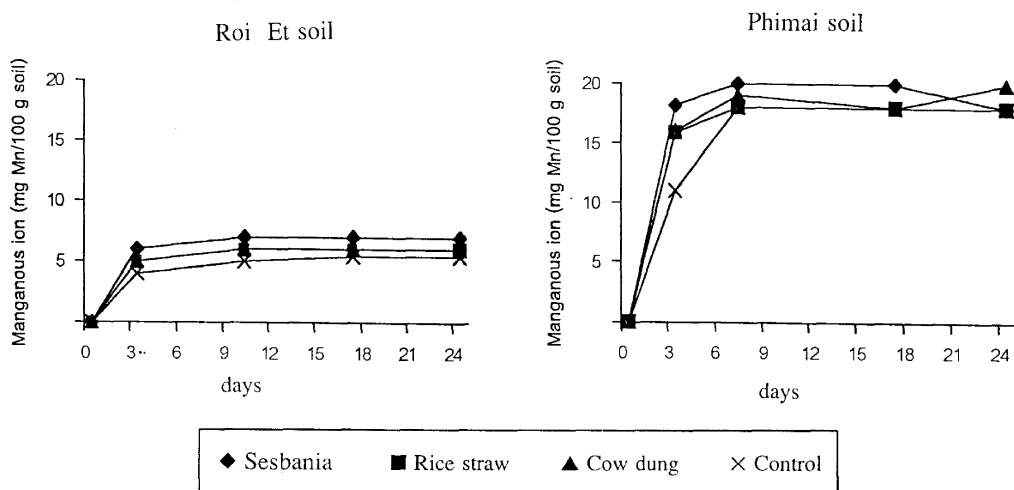


Figure 6 Manganous content in Roi Et and Phimai soils receiving organic debris under submerged condition.

ซึ่งเรียกว่าเกิด manganese reduction

หลังขังดินด้วยน้ำนอกจากจะเกิดการสะสมของ Mn^{2+} แล้วยังทำให้เกิด ferrous ion (Fe^{2+}) อีกด้วย ในดินพืชมายพบว่ามีความมากกว่าในดินร้อยเอ็ด (Figure 7) และการใส่อินทรีย์วัตถุทำให้ Fe^{2+} เกิดมากขึ้นเมื่อเทียบกับดินควบคุม ในดินร้อยเอ็ดพบว่า Fe^{2+} ที่เพิ่มขึ้นโดยอิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์นั้นไม่ต่างกันระหว่างชนิดของอินทรีย์วัตถุแต่ในดินพืชมายพบว่าโสหนทำให้ Fe^{2+} สะสมมากกว่าฟางข้าวและมูลควาย ทั้งนี้เพราะโสหนมีสารอินทรีย์คาร์บอนที่อยู่ในรูปของน้ำตาลและ polysaccharide ที่จุลินทรีย์ดินใช้ได้เลย

การเกิด Fe^{2+} นี้เพราะว่า $Fe(OH)_3$ และ Fe_2O_3 ที่อยู่ในดินนาถูก reduced ให้เป็น Fe^{2+} เรียกว่า ferric reduction หรือ ferrous formation ทั้งนี้เพราะดินขาดออกซิเจนทำให้จุลินทรีย์พวก facultative anaerobes ใช้ $Fe(OH)_3$ และ Fe_2O_3 ถูกเปลี่ยนเป็น Fe^{2+} ซึ่งโดยธรรมชาติจะเกิดเป็นลำดับตามจากการเกิด Mn^{2+} และระหว่างที่เกิดกระบวนการดังกล่าว OH^- จะถูกปลดปล่อยออกมาทำให้ pH ของดินนําน้ำขังสูงขึ้น

การที่เกิด Mn^{2+} และ Fe^{2+} ในดินนําน้ำขังจะทำให้ไอออนบวกเหล่านี้ไปแทนที่ไอออนบวกตัวอื่นๆ ที่เกาะอยู่กับอนุภาคดิน เช่น NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ และ K^+ ถูกปลดปล่อยออกมาให้เป็นประโยชน์ต่อพืชมากขึ้น

การสะสมของกรดอินทรีย์ที่วัดได้มีเฉพาะกรดแอสซิติคเท่านั้นและในดินพืชมายมีความมากกว่าในดินร้อยเอ็ด (Figure 8) ปรากฏการณ์ของกรดแอสซิติคคือสโมคูลยที่เหลื่ออยู่ระหว่างการเกิดกรดแอสซิติคซึ่งเป็น intermediate product ของการสลายตัวของสารอินทรีย์ และการใช้กรดแอสซิติคในกระบวนการ metabolism ต่าง ๆ เช่น Mn และ Fe reduction โดยจุลินทรีย์ดิน พบว่าที่ 24 วัน ปริมาณกรดแอสซิติคจะลดลงอย่างเห็นได้ชัด ข้อควรระวังมีอยู่ว่าถ้าจะใส่ปุ๋ยอินทรีย์เหล่านี้ก่อนดำนาจะต้องปล่อยให้ปุ๋ยเหล่านี้สลายตัวจนกระทั่งกรดแอสซิติคลดลงเหลือน้อยแล้วจึงดำนาได้ คือหลัง 17 วันนั่นเอง แต่ในเชิงปฏิบัติหลัก 2 สัปดาห์ ก็ถือว่าปลอดภัยจากผลกระทบนี้

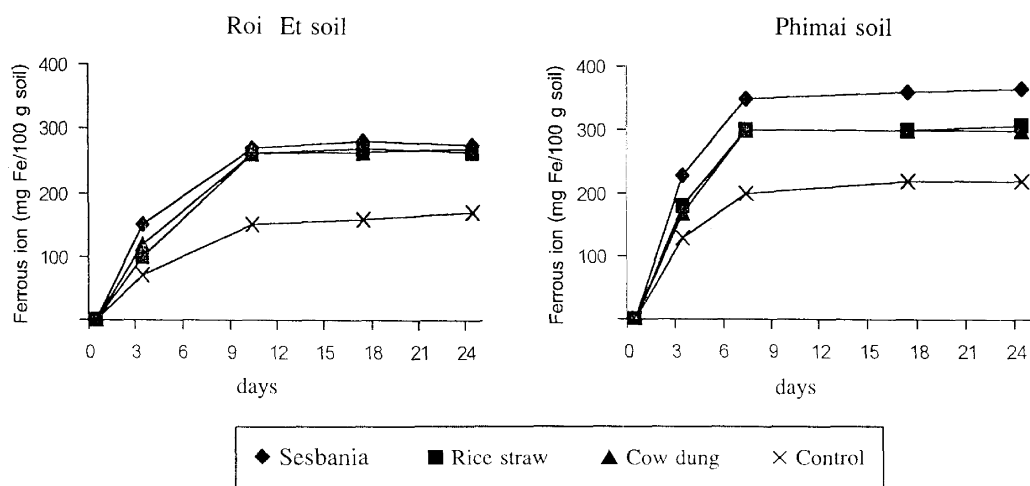


Figure 7 Ferrous content in Roi Et and Phimai soils receiving organic debris under submerged condition.

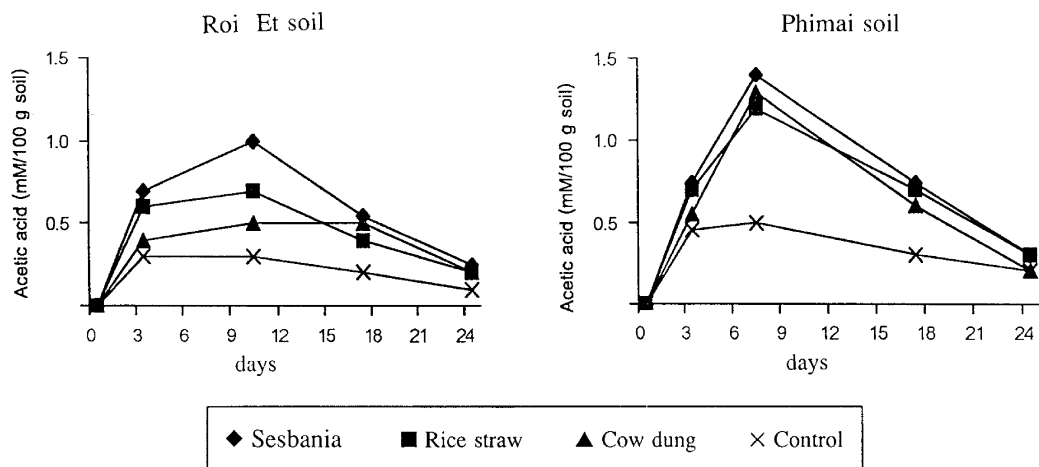


Figure 8 Acetic acid accumulation in Roi Et and Phimai soils receiving organic debris under submerged condition.

สรุป

ดินนาทั้งดินร่อยเอ็ดและดินพินายเมื่ออยู่ในสภาพขึ้นแบบความจุความชื้นสนาม (aerobic) pH ในดินจะต่ำ หลังขังน้ำ (anaerobic) pH ในดินจะเพิ่มขึ้น ในสภาพ aerobic อินทรีย์วัตถุในดินและปุ๋ยอินทรีย์ที่ใส่ในดินนาจะสลายตัวปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาอย่างรวดเร็ว ขณะเดียวกันก็ปลดปล่อย NH_4^+ ออกมาด้วย NH_4^+ บางส่วนจะถูก oxidized ให้ได้ NO_3^- เรียกว่ากระบวนการ nitrification ดินนา

ในสภาพ aerobic จะมี MnO_2 และ Fe(OH)_3 รวมทั้ง Fe_2O_3 เป็นองค์ประกอบแร่ แต่หลังขังน้ำแร่ดังกล่าวจะถูก reduced ไปได้ Mn^{2+} และ Fe^{3+} เรียกว่า manganese reduction และ ferric reduction ตามลำดับอาหารที่จุลินทรีย์ดินใช้ได้แก่สารอินทรีย์คาร์บอนจากอินทรีย์วัตถุในดินรวมถึงวัสดุอินทรีย์ที่ใส่ลงในดินผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ได้จากการสลายตัวของวัสดุอินทรีย์คือ คาร์บอนไดออกไซด์ CH_4 และ intermediate product ได้แก่กรดอินทรีย์ เช่น กรดแอซิดิก นอกจากนั้น NH_4^+ ที่ได้จากการสลายตัวของวัสดุอินทรีย์จะสะสมอยู่มากภายใต้สภาพน้ำขังที่อยู่ในสภาพปิด

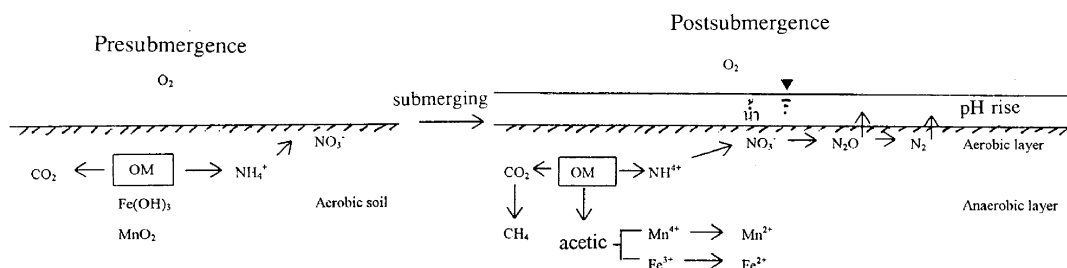


Figure 9 Some biochemical changes in submerged soils were studied in this experiment. OM is soil organic matter and added organic debris.

แต่ถ้าอยู่ในสภาพเปิดให้ออกซิเจนลงมาสัมผัสกับน้ำ และละลายลงไปสัมผัสกับผิวน้ำจะทำให้เกิด nitrification และ denitrification สูญเสียธาตุไนโตรเจนได้ ซึ่งทั้งหมดนี้ได้สรุปไว้ใน Figure 9 ในสภาพน้ำขัง จะทำให้ pH ของดินเพิ่มขึ้น NH_4^+ , available P, Si, Mo และไอออนบวกตัวอื่น ๆ เช่น Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ และ K^+ เข้ามาอยู่ในสารละลายดินทำให้เป็นประโยชน์ต่อข้าวมากขึ้น

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ได้ให้งบประมาณแก่บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น ให้ศึกษาในเรื่องนี้

เอกสารอ้างอิง

- พัชรีย์ แสนจันทร์. 2532. คุณสมบัติทางฟิสิกส์ เคมี ชีวเคมี และการแปรรูปของธัญอาหารในดินนา มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น. 78 น.
- พัชรีย์ แสนจันทร์. 2540. วิทยาศาสตร์ของดินนา มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น. 90 น.
- พัชรีย์ แสนจันทร์. 2540. เกษตรชลประทาน มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น. 350 น.
- เพิ่มพูน กิรติกิจกร. 2527. ดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น. 250 น.
- Keenley, D.R. and D.W. Nelson. 1982. Nitrogen-Inorganic Forms in Methods of Soil Analysis, Part 2, 2nd ed. Agronomy No. 9 American

Society of Agronomy, Inc. Publisher. Madison. 1550-1569 p.

Kumada, K. and T. Asami. 1985. A new method for determining ferrous iron in paddy soils. Soil Plant Food 3 : 187-193.

Lawongsa, P., K. Inubushi, and H. Wada. 1987. Determination of organic acids in soil by high performance liquid chromatography. Soil Sci. Plant Nutr. 33 : 299-302.

Moorman, F.R. and N.Van Breeman. 1978. Rice : Soil, Water, Land. IRRI. 89 p.

Moorman, F. R. and S. Rojanasoonthon. 1972. The Soil of The Kingdom of Thailand: Explanatory text of the general soil map. Report SSR-72A. Soil Survey Division, Department of Land Development Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok. 59 p.

Stotzky, G. 1965. Microbial Respiration in Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and microbial properties. Black ed. Agronomy No. 9. American Society of Agronomy, Inc. Publisher. Madison. 1550-1569 p.

Walky, A. and I.A. Black. 1934. An Examination of the Degtjareff Method for Determining Soil Organic Matter and a Proposed Modification of Chromic Acid Titration Method. Soil Sci. 27 : 29-38.

วันรับเรื่อง : 16 ก.ย. 41

วันรับตีพิมพ์ : 22 ก.พ. 42