# บทคัดย่อ

222880

การหมุนเวียนธาตุไนโตรเจนและการเพิ่มอินทรียวัตถุแก่ดินสามารถทำได้โดยการใส่สารอินทรีย์แก่ดิน องค์ประกอบทางเคมีหรือคุณภาพของสารอินทรีย์ที่ดินได้รับและปัจจัยการจัดการดิน คือ การรบกวนและไม่มีการรบกวนดิน มีอิทธิพลต่อกระบวนการดังกล่าว การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวินิจฉัยอิทธิพลของปัจจัยการรบกวนดินร่วมกับคุณภาพสารอินทรีย์ที่มีต่อการย่อยสลายและปลดปล่อยไนโตรเจนของสารอินทรีย์ และการสะสมอินทรียวัตถุในดิน รวมถึงตัวชี้วัดทางจุลชีววิทยาที่เกี่ยวข้องกับการสลายตัวและปลดปล่อยธาตุอาหารไนโตรเจนในดินที่ได้รับสารอินทรีย์ต่างคุณภาพในสภาพที่มีการรบกวนและไม่มีการรบกวนดิน

ทำการทดลองในเรือนทดลองเพื่อศึกษาการย่อยสลายและการปลดปล่อยไนโตรเจน โดยการบ่มดิน (soil incubation) ในภาชนะ ซึ่งเป็นสภาพที่ไม่มีการชะล้าง ปัจจัยที่ศึกษาประกอบด้วยสารอินทรีย์ที่ใช้เป็นตัวแทนคุณภาพสารอินทรีย์ 5 ระดับ คือ แค ครามขน พลวง ยูคาลิปตัส อัตราที่ใส่ คือ 1.6 t $rai^{-1}$ (10 t $ha^{-1}$) น้ำหนักแห้ง เปรียบเทียบกับการไม่ใส่สารอินทรีย์ ปัจจัยการจัดการดินที่ศึกษา 2 ระดับ ได้แก่ รบกวนดินและไม่รบกวนดิน หน่วยทดลองเป็นดิน 500 g ซึ่งบรรจุในขวดโหลแก้ว จัดการทดลองแบบ 5x2 factorial และวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) มี 4 ซ้ำ ทำการเก็บตัวอย่าง 7 ช่วง คือ 0 หรือทันทีที่ใส่สารอินทรีย์ 3, 7, 14, 28, 56, และ 112 วันหลังใส่สารอินทรีย์

222880



แคและครามขน เป็นสารอินทรีย์ที่มีไนโตรเจนสูง (43.7 และ 41.1 g $kg^{-1}$ ตามลำดับ) แต่มีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำ (9.8 และ 10.7 ตามลำดับ) จึงมีการสลายตัวได้เร็ว ส่วนใบพลวงและยูคาลิปตัส เป็นสารอินทรีย์ที่มีไนโตรเจน (8.2 และ 9.7 g $kg^{-1}$ ตามลำดับ) ต่ำ แต่มีสารที่ต้านทานการย่อยสลาย ได้แก่ ลิกนิน (203 และ 126 g $kg^{-1}$ ตามลำดับ) และโพลีฟีนอล (71.2 และ 109.6 g $kg^{-1}$ ตามลำดับ) สูงจึงมีการสลายตัวช้า การปลดปล่อยไนโตรเจนมีปริมาณสูงสุดที่ช่วงแรกของการย่อยสลาย (7 - 28 วันหลังใส่สารอินทรีย์) ปริมาณอนินทรีย์ไนโตรเจนจากการปลดปล่อยของแค (405 mg N $kg^{-1}$) มากกว่าครามขน (191 mg N $kg^{-1}$) ส่วนพลวง (45 mg N $kg^{-1}$) และยูคาลิปตัส (18 mg N $kg^{-1}$) ส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่าการไม่ใส่สารอินทรีย์ (72 mg N $kg^{-1}$)

ตลอดช่วงระยะเวลาการย่อยสลาย พบการปลดปล่อยไนโตรเจน 2 รูปแบบ คือ 1) มีการปลดปล่อยไนโตรเจนสุทธิ (net mineralization) ตลอดช่วงการย่อยสลายจากการใส่แคและคราม ขนทั้งในสภาพที่มีการรบกวนและไม่มีการรบกวนดิน 2) เกิดเฉพาะ immobilization จากการใส่พลวงและยูคาลิปตัส ตลอดช่วงของการย่อยสลาย โดยการรบกวนดินทำให้แคและคราม ขนมีการปลดปล่อยไนโตรเจนสุทธิเพิ่มขึ้น แต่ทำให้พลวงและยูคาลิปตัสมี net N immobilization เพิ่มขึ้น

ปัจจัยคุณภาพสารอินทรีย์มีผลต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่ทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยพิจารณาจากการปลดปล่อย $CO_2$-C ซึ่งมองอีกแง่หนึ่งคือ การหายใจของจุลินทรีย์ พบว่าสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายง่าย เช่น แคและคราม ขน มีกิจกรรมของจุลินทรีย์หรือมีการปลดปล่อย $CO_2$-C (73 และ 57% ของ C ที่ใส่ ตามลำดับ) สูงกว่าสารอินทรีย์ที่มีองค์ประกอบต้านทานการสลายตัว ได้แก่ พลวงและยูคาลิปตัส (24 และ 46% ของ C ที่ใส่ ตามลำดับ) นอกจากนี้การรบกวนดินมีผลให้จุลินทรีย์มีกิจกรรมการย่อยสลายที่สูงขึ้น แต่การรบกวนดินมีผลเร่งกิจกรรมของจุลินทรีย์ในสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายยาก (พลวง) น้อยกว่าในสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายง่าย (แคและคราม ขน)

มวลชีวภาพจุลินทรีย์เป็นตัวชี้ปริมาณจุลินทรีย์ในดินที่ทำหน้าที่ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยวัดจากปริมาณธาตุอาหาร (ในที่นี้คือ C และ N) ในมวลชีวภาพ ซึ่งทั้ง MBC และ MBN มีปริมาณสูงในสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายง่าย (แคและคราม ขน) กว่าในสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายยาก (พลวงและยูคาลิปตัส) ปัจจัยการรบกวนดินมีผลต่อ MBC ภายใต้สารอินทรีย์ต่างคุณภาพต่างกัน และแสดงผลอย่างมีนัยสำคัญหลังจากการสลายตัวดำเนินไปแล้วช่วงหนึ่ง (14 วันไปแล้ว) โดยในสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายยาก ได้แก่ พลวง มีปริมาณ MBC ในดินที่รบกวน (140 mg $kg^{-1}$) สูงกว่าดินที่ไม่มีการรบกวน (75 mg $kg^{-1}$) ในขณะที่ไม่พบผลดังกล่าวในสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายง่าย เช่น แคและคราม ขน รวมทั้งยูคาลิปตัส จนถึงช่วงสุดท้าย (112 วัน) ของการสลายตัวจึงพบ สำหรับ MBN มีการตอบสนองต่อการปัจจัยการรบกวนดินในสารอินทรีย์ต่างคุณภาพแตกต่างไปจาก MBC กล่าวคือ มีความอ่อนไหวต่อการถูกรบกวน เพราะเกิดการตายหรือลดปริมาณของ MBN จากการไถพรวนได้ง่าย ซึ่งพบปรากฏการณ์นี้ในสารอินทรีย์ต่างคุณภาพทุกประเภท แต่ที่ระยะการย่อยสลายต่างกัน

222880





อัตราส่วน MBC/MBN ทำให้สามารถศึกษาชนิดประชากรจุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ในช่วงแรกของการสลายตัว (14 วันแรก) (ค่า MBC/MBN อยู่ในช่วง 1.5-5.5) แบคทีเรียเป็นจุลินทรีย์หลักในการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายง่าย (แคและครามขน) ขณะที่เชื้อรา (ค่า MBC/MBN อยู่ในช่วง 6.6-8.2) เป็นจุลินทรีย์หลักในการย่อยสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายยาก (พลวงและยูคาลิปตัส) และการรบกวนดินเอื้อต่อการเกิดของประชากรจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อราหรือมีเมตาโบลิซึมของ C และ N คล้ายเชื้อรามากกว่าการไม่รบกวนดินในสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายยาก ในขณะที่การรบกวนดินไม่มีผลอย่างชัดเจนเท่าในสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายง่ายซึ่งมีจุลินทรีย์หลักเป็นแบคทีเรีย

ประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ในการใช้คาร์บอนจากการย่อยสลายเปลี่ยนไปตามช่วงเวลาของการย่อยสลายในสารอินทรีย์ทุกชนิด กล่าวคือ ประสิทธิภาพจุลินทรีย์ในการเปลี่ยนรูปคาร์บอนต่ำ (ค่า $qCO_2$ สูง) ในช่วงแรก (3 วัน) อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพจุลินทรีย์ฯ ของสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายยาก (พลวงและยูคาลิปตัส) ($qCO_2$ = 0.18 และ 0.33 mg $CO_2$-C $mg^{-1}$ MBC ตามลำดับ) สูงกว่าสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายง่าย (แคและครามขน) ($qCO_2$ = 0.56 และ 0.54 mg $CO_2$-C $mg^{-1}$ MBC ตามลำดับ) และประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ฯ จะสูงขึ้นโดยลำดับ เมื่อการย่อยสลายดำเนินไป ส่วนการรบกวนดินทำให้จุลินทรีย์มีประสิทธิภาพในการใช้ C ต่ำลงหรือมองในอีกแง่หนึ่งคือ จุลินทรีย์มีความเครียดทางสรีรวิทยามากขึ้น

สารอินทรีย์ทุกชนิดส่งผลให้มีการเพิ่มขึ้นของอินทรียวัตถุหรืออินทรีย์คาร์บอนในดิน การสะสมอินทรีย์คาร์บอนหากพิจารณาจากส่วนของดินที่มีขนาด <1 มม. พบว่า ในสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายง่าย คือ แค (0.57 g $kg^{-1}$) และครามขน (0.59 g $kg^{-1}$) มีสูงกว่าสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายยาก คือ พลวง (0.52 g $kg^{-1}$) และยูคาลิปตัส (0.53 g $kg^{-1}$) เมื่อพิจารณาการสะสมคาร์บอนจากการคำนวณโดยเป็นผลต่างของ C ที่ใส่จากสารอินทรีย์กับ C ที่สูญเสียจาก $CO_2$ ที่ปลดปล่อย สารอินทรีย์ที่ย่อยสลายยาก คือ พลวง และยูคาลิปตัส มีการสะสม (1.56 และ 1.14 g $kg^{-1}$ ตามลำดับ) มากกว่าสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายง่าย คือ แคและครามขน (0.52 และ 0.86 g $kg^{-1}$ ตามลำดับ) สำหรับการสะสมไนโตรเจนในดิน คุณภาพสารอินทรีย์มีผลต่อการสะสมไนโตรเจนทั้งหมดในดิน โดยแคและครามขนทำให้ไนโตรเจนทั้งหมดในดินสูง (0.46 และ 0.41 g $kg^{-1}$ ตามลำดับ) และมีการสะสมเพิ่มขึ้น 25.3 และ 12 % ของ N ที่ใส่ ตามลำดับ ในขณะที่การใส่พลวง และยูคาลิปตัสมีไนโตรเจนทั้งหมด (0.38 และ 0.39 g $kg^{-1}$ ตามลำดับ) ใกล้เคียงกับการไม่ใส่สารอินทรีย์ (0.37 g $kg^{-1}$)

Application of organic residues can improve nitrogen cycling and increase soil organic matter (SOM). Chemical composition or quality of organic residues applied to soils and soil management factor, including soil disturbance, exert influences on these processes. The objectives of this study were to investigate effects of soil disturbance and quality of applied organic residues on processes of decomposition, N release and SOM accumulation. In addition, microbiological parameters related to decomposition and N release in soil treated with different organic residues under different degrees of soil disturbance were investigated.

An incubation experiment in a greenhouse was conducted under non-leaching conditions. Studied factors included of organic residues of different qualities (5 levels) including i) *Sesbania grandiflora*, ii) hairy indigo (*Indigo hirsuta*), iii) *Dipterocarpus tuberculatus*, iv) eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis*) at the rate equivalent to 10 t $ha^{-1}$ dry weight compared with v) the control (no residue addition). Soil disturbance factor (2 levels), i.e. disturbed and non-disturbed. The experimental unit was a glass jar containing 500 g of soil air-dried weight. The experiment was arranged in 5x2 factorial under a randomized complete block design (RCBD) with 4 replications. Soil sampling was done at 7 intervals: 0 or immediately after residue application, 3, 7, 14, 28, 56, and 112 days after residue application.

Sesbania and hairy indigo had high contents of N (43.7 and 41.1 g $kg^{-1}$, respectively), however they had low C/N ratios (9.8 and 10.7, respectively) resulting in fast decomposition. On

222880



the other hand, dipterocarp and eucalyptus had low N contents (8.2 and 9.7 g $kg^{-1}$, respectively) but they had high contents of recalcitrant compounds including lignin (203 and 126 g $kg^{-1}$, respectively) and polyphenols (71.2 and 109.6 g $kg^{-1}$, respectively) resulting in their slow decomposition. Nitrogen release peaked during early stages of decomposition (7-28 days after residue application). Mineral N released from sesbania (405 mg N $kg^{-1}$) was higher than that of hairy indigo (191 mg N $kg^{-1}$). On the other hand, dipterocarp released 45 mg N $kg^{-1}$, while eucalyptus produced 18 mg N $kg^{-1}$ which were lower than that of the control (72 mg N $kg^{-1}$).

Nitrogen release pattern found throughout the decomposition period can be divided into two groups as follows: 1) Net N mineralization throughout the decomposition period which was found in the sesbania and indigo in both soil disturbance conditions; 2) Net N immobilization throughout the decomposition period which was found in the dipterocarp and eucalyptus in both soil disturbance conditions.

Residue quality exerted influences on microbial activities as indicated by $CO_2$-C evolved or, in other words, microbial respiration. Easily decomposed (or high quality) residues, sesbania and indigo, had higher $CO_2$-C evolution (73 and 57% of C added, respectively) than resistant to decomposition (or low quality) residues including dipterocarp and eucalyptus (24 and 46% C added). In addition, soil disturbance resulted in higher microbial activities but it had lesser effects on resistant to decomposition residues (dipterocarp) than the easily decomposed residues (sesbania and indigo).

Microbial biomass is an indicator of the amount of microorganisms involving in decomposition through measuring of nutrients in microbial tissues. Both microbial biomass C (MBC) and N (MBN) were higher in the easily decomposed residues than the resistant to decomposition residues. Soil disturbance factor had significant effects after decomposition had progressed (14 days after residue application) when the resistant to decomposition organic residue (dipterocarp) had higher MBC in disturbed soil (140 mg $kg^{-1}$) than undisturbed soil (75 mg $kg^{-1}$). Meanwhile, in the easily decomposed residues, there was no significant effects of soil disturbance factor until later stages of decomposition (112 days). MBN appeared to be more sensitive to soil disturbance factor than MBC as seen in differences in MBN between disturbed and undisturbed soils under all organic residues but at different decomposition stages.

The ratio of MBC/MBN gave some indication of microbial communities which are decomposers of organic residues. During the early stages of decomposition (14 days), bacteria were the dominant microbial community as seen in the ratio of MBC/MBN ranging between 1.5-

222880



5.5 under the easily decomposed organic residues (sesbania and hairy indigo). Meanwhile, fungi (MBC/MBN ranged between 6.6-8.2) were the dominant microbial community for the resistant to decomposition organic residues (dipterocarp and eucalyptus). Soil disturbance promoted fungi or microorganisms with fungi-like C and N metabolism in residues resistant to decomposition. However, soil disturbance did not have clear-cut effects on decomposition of easily decomposed organic residues.

Microbial efficiency in utilizing C changed as decomposition proceeded. During the first three days of decomposition the efficiencies were low (high $qCO_2$) in all residues. However, the efficiencies were higher in the resistant to decomposition residues (dipterocarp and eucalyptus) ($qCO_2$ of 0.18 and 0.33 mg $CO_2$-C $mg^{-1}$ MBC, respectively) than in the easily decomposed organic residues (sesbania and indigo) ($qCO_2$ of 0.56 and 0.54 mg $CO_2$-C $mg^{-1}$ MBC, respectively). The efficiencies became gradually higher as the decomposition proceeded. Disturbing the soils led to lowered microbial efficiencies in C utilization, or in other words, microorganism decomposers became physiologically stressed.

All organic residues brought about increased SOM or SOC contents. SOC accumulation in < 1 mm soil components was higher in the easily decomposed residues, i.e. 0.57 g $kg^{-1}$ in sesbania and 0.59 g $kg^{-1}$ in indigo, than the resistant to decomposition residues, i.e. 0.52 g $kg^{-1}$ in dipterocarp and 0.53 g $kg^{-1}$ in eucalyptus. However, calculated SOC accumulation as the difference in C added and C loss in $CO_2$ evolution showed that the resistant to decomposition organic residues (dipterocarp and eucalyptus) had higher SOC (1.56 and 1.14 g $kg^{-1}$, respectively) than the easily decomposed residues (sesbania and indigo) (0.52 and 0.86 g $kg^{-1}$, respectively). Soil total N accumulation was higher in high quality residues, i.e. sesbania and indigo had SON of 0.46 and 0.41 g $kg^{-1}$, respectively, while dipterocarp and eucalyptus had total soil N of 0.38 and 0.39 g $kg^{-1}$, respectively, which was closed to the control (no addition) (0.37 g $kg^{-1}$) treatment.