การประเมินการปลดปล่อยธาตุอาหารของชีวมวล

กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ISBN : 978-974-436-980-2

โครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารพืช
ร่วมกับการใช้ผลิตภัณฑ์ชีวภาพจุลินทรีย์และชีวมวล
ในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืชปลอดภัย

กรมวิชาการเกษตร
ปี พ.ศ. 2565

การประเมินการปลดปล่อยธาตุอาหารของชีวมวล

ISBN : 978-974-436-980-2

คณะผู้จัดทำ

นางสาวสมฤทัย ตันเจริญ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร
นางสาวนุชนาฏ ตันวรรณ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร
นางสาวแววตา พลกุล	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร
นางสาวศรารินกลิ่นโพธิ์กลับ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร
นางสาวชัชธนพร เกื้อหนุน	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร
นางสาวกมลชนก เจริญศรี	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร
นางศรีสุดา รื่นเจริญ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร
นางสาวทิพวรรณ แก้วหนู	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร
นางสาววนิดา โนบรรเทา	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร
นางสาวศิริลักษณ์ แก้วสุรลิขิต	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร
นางสาวนิศารัตน์ ทวีนุต	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร
นางสาวสายน้ำ อุดพ้วย	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร
นางสาวภิญญาลักษณ์ รัตนวิระกุล	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร
นายอนุรักษ์ ภู่ระหงษ์	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร
นางสาวเครือวัลย์ บุญเงิน	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 จังหวัดชัยนาท กรมวิชาการเกษตร
นายไชยา บุญเลิศ	สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 จังหวัดชัยนาท กรมวิชาการเกษตร
นางสาวศุภกาญจน์ ล้วนมณี	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

จัดทำโดย : กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

พิมพ์ครั้งที่ : 1

ออกเผยแพร่ : วันที่ 21 กรกฎาคม 2566

ลิขสิทธิ์ของกรมวิชาการเกษตร ห้ามคัดลอกข้อความหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

พิมพ์เมื่อ : กรกฎาคม 2566

สถานที่ติดต่อ : กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

โทรศัพท์ 02-579-4116 โทรสาร 02-940-5942

คำนำ

เอกสารการประเมินการปลดปล่อยธาตุอาหารของชีวมวล เป็นส่วนหนึ่งของผลผลิตที่ได้จากการดำเนินงานของโครงการวิจัยย่อยวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารพืชร่วมกับการใช้ผลิตภัณฑ์ชีวภาพจุลินทรีย์และชีวมวลในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืชปลอดภัย ซึ่งอยู่ภายใต้โครงการวิจัยและพัฒนาการจัดการธาตุอาหารพืชร่วมกับการใช้ประโยชน์ทรัพยากรชีวภาพจากจุลินทรีย์และชีวมวลในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืชปลอดภัย ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ทุนสนับสนุนงานมูลฐาน (fundamental fund) สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) และได้รับการสนับสนุนด้านโครงสร้างพื้นฐาน ห้องปฏิบัติการ ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และยานพาหนะสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานวิจัยจากกรมวิชาการเกษตร

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณเกษตรกรเจ้าของพื้นที่ที่เอื้อเฟื้อให้ความอนุเคราะห์ตัวอย่างดินสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานวิจัย และหวังเป็นอย่างยิ่งว่า เอกสารฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกร ตลอดจนนักวิชาการ หรือผู้สนใจ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืช ปรับปรุงบำรุงดินให้มีความอุดมสมบูรณ์ และรักษาผลิตภาพของดินให้เหมาะสมสำหรับการผลิตพืชต่อไป

คณะผู้วิจัย

มกราคม 2566

สารบัญ

หน้า

บทนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ขั้นตอนและวิธีการประเมินศักยภาพการปลดปล่อยธาตุอาหารของชีวมวล	2
ผลการประเมินการปลดปล่อยไนโตรเจนของชีวมวลแต่ละชนิด	4
เอกสารอ้างอิง	10

การประเมินการปลดปล่อยธาตุอาหารของชีวมวล

1. บทนำ

ชีวมวล หมายถึง วัสดุอินทรีย์ที่ได้จากเศษซากพืช วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร มูลสัตว์ ปุ๋ยหมัก แหนแดง โดยทั่วไปชีวมวลมีธาตุอาหารต่าง ๆ ค่อนข้างครบ ทั้งส่วนธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม) ธาตุอาหารรอง (แคลเซียม และแมกนีเซียม) และจุลธาตุอาหาร (เหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสี) แต่จะมีในปริมาณน้อยเมื่อเทียบกับปุ๋ยเคมี ไนโตรเจน (N) จัดว่าเป็นธาตุอาหารหลักที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช และไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืชอยู่ในรูปไนโตรเจนอนินทรีย์ ได้แก่ แอมโมเนียม (NH_4^+) และไนเตรท (NO_3^-) ซึ่งความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนจากชีวมวลแต่ละชนิดจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่เป็นองค์ประกอบ แต่ไม่สามารถบอกเป็นค่าตายตัวที่แน่นอนได้ แม้จะเป็นชีวมวลที่มาจากวัตถุดิบเดียวกัน ก็อาจมีปริมาณธาตุอาหารที่แตกต่างกันได้ เช่น มูลไก่ มีปริมาณไนโตรเจนที่แตกต่างกันตั้งแต่ 1.2 เปอร์เซ็นต์ ถึง 4.9 เปอร์เซ็นต์ เป็นต้น (ศุภกาญจน์ และคณะ, 2553) นอกจากปริมาณของไนโตรเจนในชีวมวลชนิดต่างๆ ที่มีผลต่อความเป็นประโยชน์ต่อพืชแล้ว ปัจจัยสภาพแวดล้อมและสมบัติดินก็มีความสำคัญเป็นอย่างมาก เนื่องจากชีวมวลหลังใส่ลงดิน เมื่ออยู่ในสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสม จะถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ในดิน แล้วปลดปล่อยไนโตรเจนออกมาให้พืชนำไปใช้

ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการย่อยสลายของชีวมวล เช่น ความชื้น ความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิ การระบายอากาศ และเนื้อดิน เป็นต้น ความชื้นในดินมีผลอย่างมากต่อการดำเนินกิจกรรมของจุลินทรีย์ เพราะหากมีความชื้นของดินอยู่ในระดับที่ไม่เหมาะสม อัตราการสลายตัวของชีวมวลจะค่อยๆ ลดลง ไม่สามารถปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาให้พืชใช้ได้ ส่วนการระบายอากาศของดิน มีผลต่อการหายใจและการดำเนินกิจกรรมของจุลินทรีย์ หากดินมีการระบายอากาศดี การย่อยสลายของชีวมวลจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและสมบูรณ์กว่าในสภาพที่ดินมีการระบายอากาศไม่ดี เช่นเดียวกับอุณหภูมิที่มีผลต่อการควบคุมกิจกรรมของจุลินทรีย์ โดยช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการดำเนินกิจกรรมของจุลินทรีย์อยู่ในช่วง 25-35 องศาเซลเซียส โดย Terry *et al.* (1981) แสดงให้เห็นว่าการบ่มวัสดุอินทรีย์ที่อุณภูมิ 30 องศาเซลเซียส 2 สัปดาห์ มีแอมโมเนียมในดินเหลือน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ แต่บ่มที่อุณภูมิต่ำกว่า 21 องศาเซลเซียส มีแอมโมเนียมในดินเหลือมากกว่า 44 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องอุณหภูมิดินสูงจะทำให้ชีวมวลที่ใส่ลงในดินเกิดการสลายตัวมากขึ้น สำหรับความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) จะส่งผลต่อการสลายตัวของชีวมวล โดยดินที่มีสภาพเป็นกลาง ชีวมวลจะสลายตัวได้รวดเร็วกว่าดินที่มีสภาพเป็นกรด หรือด่างมากเกินไป นอกจากนี้ เนื้อดินยังเป็นปัจจัยทำให้การเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนอินทรีย์ไปเป็นไนโตรเจนอนินทรีย์ที่พืชนำไปใช้ได้ (nitrogen mineralization) เกิดในอัตราเร็วที่แตกต่างกันออกไป ดินที่มีปริมาณอนุภาคดินเหนียวสูงหรือเป็นดินเหนียวจัด จะเกิด nitrogen mineralization ต่ำกว่าดินที่มีปริมาณอนุภาคทรายสูง (Chae and Tabatabai, 1986)

นอกจากปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการย่อยสลายของชีวมวล องค์ประกอบของชีวมวลก็มีผลต่ออัตราการสลายตัว โดยเฉพาะสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ชีวมวลแต่ละชนิดมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบอยู่ในปริมาณใกล้เคียงกัน คือประมาณ 30-40 เปอร์เซ็นต์ แต่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบในปริมาณที่แตกต่างกัน สารประกอบคาร์บอนและไนโตรเจนของสารอินทรีย์ เป็นสิ่งจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ โดยจุลินทรีย์จะย่อยสลายสารอินทรีย์คาร์บอนและไนโตรเจน เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงาน และสร้างส่วนประกอบของเซลล์ โดยทั่วไปชีวมวลที่มีไนโตรเจนต่ำ หรือ C/N ratio กว้างจะ

สลายตัวได้ช้ากว่าชีวมวลที่มี C/N ratio แคบ เช่น ฟางข้าวมี C/N ratio ประมาณ 80:1 จะสลายตัวได้ช้ากว่าเศษซากถั่วที่มี C/N ratio ประมาณ 20:1 ซึ่งหากชีวมวลที่นำไปใส่ลงดินมี C/N ratio มากกว่า 30 จะมีผลทำให้เกิดกระบวนการ immobilization เนื่องจากไนโตรเจนที่ได้จากการย่อยสลายของชีวมวลไม่เพียงพอกับความต้องการของจุลินทรีย์ จุลินทรีย์จึงไปนำเอาไนโตรเจนในดินไปใช้สร้างองค์ประกอบของเซลล์ทำให้ไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินลดลง จนอาจส่งผลให้พืชขาดไนโตรเจนได้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) ดังนั้นการประเมินศักยภาพการปลดปล่อยธาตุอาหารของชีวมวลแต่ละชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ซึ่งอยู่ในรูปไนโตรเจนอนินทรีย์ (NH_4^+-N และ NO_3^--N) ที่จะเกิดขึ้นในดิน ซึ่งข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางแนะนำช่วงระยะเวลาการใส่ชีวมวลแต่ละชนิดให้ปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อความต้องการของพืชได้

2. วัตถุประสงค์

เพื่อประเมินศักยภาพการปลดปล่อยไนโตรเจนของชีวมวลแต่ละชนิด

3. ขั้นตอนและวิธีการประเมินศักยภาพการปลดปล่อยธาตุอาหารของชีวมวล

3.1 การวิเคราะห์สมบัติของชีวมวล โดยสุ่มตัวอย่างชีวมวลไปอบแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้อัตราส่วนดินต่อน้ำ เท่ากับ 1:5 วัดค่าการนำไฟฟ้า (EC) ใช้อัตราส่วนดินต่อน้ำ เท่ากับ 1:10 เขย่าเป็นเวลา 30 นาที ทิ้งให้ตกตะกอน แล้วนำไปวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินด้วยเครื่อง electrical conductivity ปริมาณความชื้นในปุ๋ย โดยวิธี oven drying method ที่สภาวะอุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ วิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุ ตามวิธี Walkley and Black โดยย่อยดินด้วยกรดซัลฟิวริกเข้มข้น (H_2SO_4) และโพแทสเซียมไดโครเมท ความเข้มข้น 1 นอร์มัล (1N $K_2Cr_2O_7$) แล้วไตเตรทด้วยสารละลายแอมโมเนียมเฟอร์รัสซัลเฟต ความเข้มข้น 0.5 นอร์มัล วิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด โดยวิธี Kjeldahl method ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมทั้งหมด โดยย่อยตัวอย่างด้วยกรดผสมเปอร์คลอริกและไนตริกอัตราส่วน 1 ต่อ 1 (1:1 $HClO_4$:HNO_3) วิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสโดยวิธี Molybdate-vanadate yellow color (กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี, 2551)

3.2 การวิเคราะห์สมบัติดินที่ใช้ในการบ่ม ได้แก่ เนื้อดิน (soil texture) โดยวิธี Hydrometer (Bouyoucos, 1962) ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) โดยใช้อัตราส่วนดินต่อน้ำ เท่ากับ 1:1 (Davis, 1943) ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ตามวิธีของ Walkley and Black (Nelson and Sommer, 1982) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available P) สกัดดินด้วยสารละลาย Bray II ในกรณีดินมี pH > 7.3 สกัดดินด้วยสารละลาย 0.5 M $NaHCO_3$ (pH 8.5) ตามวิธี Olsen ทำให้เกิดสีตามวิธี molybdenum blue และวัดปริมาณฟอสฟอรัสเทียบกับสารละลายมาตรฐานด้วยเครื่อง UV/Vis spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 882 นาโนเมตร (Bray and Kurtz, 1945; กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน, 2544) ปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ (extractable K) สกัดดินด้วย 1M NH_4OAc. pH 7.0 (Pratt, 1965) วัดปริมาณด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) เทียบกับสารละลายมาตรฐาน

3.3 การศึกษาพฤติกรรมการปลดปล่อยไนโตรเจนของชีวมวล ได้แก่ ปุ๋ยหมัก มูลวัว มูลไก่แกลบ และแหนแดงแห้ง บ่มชีวมวลแต่ละชนิดกับดินร่วน ดินร่วนปนทราย ดินร่วนเหนียวในสภาพห้องปฏิบัติการ โดยชั่งดินที่บดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร 10 กรัม ใส่ลงขวดพลาสติกขนาด 120 มิลลิลิตร ชั่งชีวมวล 0.2 กรัม ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากับดินแล้วเติมน้ำกลั่นเพื่อปรับความชื้นให้ได้ 60 เปอร์เซ็นต์ของความจุอุ้มน้ำ

ของดิน ปิดฝานำไปบ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 0, 1, 3, 5, 7, 14, 28, 42, 56, 77, 98, 119, 168, 217 และ 266 วัน (Antil *et al.,* 2011) นำขวดตัวอย่างที่บ่มในแต่ละระยะ ไปสกัดด้วยสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 2 โมลาร์ นำสารละลายที่สกัดได้ไปวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียม (NH_4^+) และไนเตรท (NO_3^-) โดยวิธีกลั่นด้วยไอน้ำ (Keeney, 1982 และในแต่ละสัปดาห์นำขวดตัวอย่างที่เหลือมาชั่ง ตรวจสอบความชื้นที่สูญหายไป และเติมน้ำกลั่น เพื่อรักษาความชื้นให้อยู่เท่าระดับเดิม

3.3 ประเมินการปลดปล่อยไนโตรเจนของชีวมวลแต่ละชนิด โดยนำค่าแอมโมเนียม (NH_4^+) และไนเตรท (NO_3^-) ที่วิเคราะห์ได้ไปคำนวณปริมาณการปลดปล่อยไนโตรเจนในแต่ละระยะตามขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 คำนวณ NH_4^+ ในดินที่ใช้ในการบ่ม

สารละลาย 20 มิลลิลิตร มี NH_4^+ = (A-B) x C X 14 มิลลิกรัม N

ดังนั้น ในสารละลาย 100 มิลลิลิตร มี $NH_4^+ = \frac{(A-B) \times C \times 14 \times 100}{20}$ มิลลิกรัม N

ขั้นตอนที่ 2 สารละลาย 100 มิลลิลิตร ได้จากการสกัดดิน 10 กรัม

ดิน 10 กรัม มี $NH_4^+ = \frac{(A-B)xCx14x100}{20}$ มิลลิกรัม N/ดิน 10 กรัม (1)

ดังนั้น ดิน 1,000 กรัม มี $NH_4^+ = \frac{(A-B)xCx14x100x1,000}{20x10}$ มิลลิกรัม N/ดิน 1 กิโลกรัม (2)

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณปริมาณ NH_4^+ ในดิน+ชีวมวล

ดิน+ชีวมวล 10.2 กรัม มี $NH_4^+ = \frac{(A-B)xCX14x100}{20}$ มิลลิกรัม N/ดิน+ชีวมวล 10.2 กรัม (3)

ดิน+ชีวมวล 1,000 กรัม มี $NH_4^+ = \frac{(A-B)xCX14x1000}{20x10.2}$ มิลลิกรัม N/ดิน+ชีวมวล 1 กิโลกรัม (4)

ขั้นตอนที่ 4 คำนวณปริมาณการปลดปล่อย NH_4^+ จากชีวมวล

ชีวมวล 0.2 กรัม ปลดปล่อย NH_4^+ = (3)-(1) (5)

ดังนั้น ชีวมวล 100 กรัม ปลดปล่อย $NH_4^+ = \frac{(3)-(1)x100}{0.2}$ กรัม N/ชีวมวล 100 กรัม (6)

ขั้นตอนที่ 5 คำนวณปริมาณการปลดปล่อย NH_4^+ ต่อปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (TN) ของชีวมวล

ตัวอย่าง ชีวมวลมี TN 2.8 เปอร์เซ็นต์ หมายถึง ชีวมวล 100 กรัม มี TN 2.8 กรัม

ชีวมวล 100 กรัม ปลดปล่อย NH_4^+ = ... (6) ..... กรัม N

TN ชีวมวล 2.8 กรัม ปลดปล่อย NH_4^+ = (6)

ดังนั้น TN ชีวมวล 100 กรัม ปลดปล่อย $NH_4^+ = \frac{(6)x100}{2.8}$ กรัม N /100 กรัม TN

เมื่อ A = มิลลิลิตรของ Standard H_2SO_4 ที่ใช้ไทเทรตตัวอย่าง

B = มิลลิลิตรของ Standard H_2SO_4 ที่ใช้ไทเทรตตัวอย่าง Blank

C = ความเข้มข้นของ Standard H_2SO_4

14 = น้ำหนักสมมูล (equivalent weight) ของไนโตรเจน

100 = ปริมาตรน้ำยาสกัด

4. ผลการประเมินการปลดปล่อยไนโตรเจนของชีวมวลแต่ละชนิด

4.1 สมบัติของดินที่ใช้บ่มกับชีวมวล

จากผลวิเคราะห์ดินที่เก็บมาจากแปลงปลูกข้าวโพดหวาน จังหวัดนครสวรรค์ ดินในแปลงมีเนื้อดินเป็นดินร่วน และเป็นกรดรุนแรง มีอินทรียวัตถุในดิน ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับปานกลาง (ตารางที่ 1) ส่วนตัวอย่างดินที่เก็บมาจากแปลงปลูกข้าวโพดหวาน จังหวัดราชบุรี มีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียว ปฏิกิริยาดินเป็นด่างปานกลาง มีอินทรียวัตถุอยู่ในระดับสูง ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินอยู่ในระดับปานกลาง และโพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำ และตัวอย่างดินที่เก็บมาจากแปลงปลูกข้าวโพดหวาน จังหวัดกาญจนบุรี มีเนื้อดินเป็นดินร่วน ปฏิกิริยาดินเป็นด่างเล็กน้อย มีอินทรียวัตถุในดินอยู่ในระดับปานกลาง ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำ (ตารางที่ 1)

ตัวอย่างดินที่เก็บมาจากแปลงปลูกกระชาย จังหวัดนครปฐม แปลงที่มีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายและดินเป็นด่าง มีอินทรียวัตถุในดินอยู่ในระดับปานกลาง ส่วนฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีอยู่ในระดับสูง และโพแทสเซียมที่สกัดได้มีอยู่ในระดับต่ำ และแปลงที่มีเนื้อดินเป็นดินร่วน ปฏิกิริยาดินเป็นด่าง มีอินทรียวัตถุในดินอยู่ระดับต่ำ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินอยู่ในระดับสูง และโพแทสเซียมที่กัดได้พบอยู่ในระดับต่ำ (ตารางที่ 1)

สำหรับตัวอย่างดินที่เก็บมาจากแปลงปลูกกระเจี๊ยบเขียว จังหวัดนครปฐม มีเนื้อดินเป็นดินร่วน ดินมีปฏิกิริยาเป็นด่างปานกลาง ปริมาณอินทรียวัตถุ และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีอยู่ในระดับต่ำ ส่วนโพแทสเซียมที่สกัดได้ดินมีอยู่ในระดับสูง และตัวอย่างดินที่เก็บมาจากแปลงปลูกกระเจี๊ยบเขียว จังหวัดสุพรรณบุรี มีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียว ปฏิกิริยาเป็นกลาง มีอินทรียวัตถุในดิน ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับสูง (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 สมบัติของดินที่ใช้บ่มกับชีวมวล

สถานที่เก็บตัวอย่างดิน	เนื้อดิน	pH	อินทรียวัตถุ	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์	โพแทสเซียมที่สกัดได้
		(1:1)	(%)	(มก./กก.)	(มก./กก.)
แปลงข้าวโพดหวาน					
1 อ.ชุมแสง จ.นครสวรรค์	ดินร่วน	4.20	1.44	30	90
2. อ.โพธาราม จ.ราชบุรี	ดินร่วนเหนียว	8.14	2.76	27	54
3. อ.เมืองกาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี	ดินร่วน	7.73	1.16	77	95
แปลงกระชาย					
4. อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม	ดินร่วนปนทราย	7.70	0.74	88	29
5. อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม	ดินร่วน	7.80	1.07	36	24
แปลงกระเจี๊ยบเขียว					
6. อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม	ดินร่วน	8.30	1.05	14	125
7. อ.อู่ทอง จ.สุพรรณบุรี	ดินร่วนเหนียว	7.60	1.54	35	139

4.2 สมบัติของชีวมวลที่ใช้ทดลองศึกษาการปลดปล่อยไนโตรเจน

จากผลการวิเคราะห์สมบัติของชีวมวลแต่ละชนิด พบว่า มูลวัวมีอินทรีย์คาร์บอน 33-35 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจนทั้งหมด 1.4-2.3 เปอร์เซ็นต์ และมูลวัว No. 1 มีสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) เท่ากับ 24 ส่วนมูลวัว No. 2 มีสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน เท่ากับ 15 ซึ่งมูลวัวที่มีสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน มากกว่า 20 ควรปล่อยไว้ให้ย่อยสลายหรือนำไปหมักให้สมบูรณ์ก่อนนำไปใช้ ส่วนมูลไก่แกลบ ปุ๋ยหมัก และแหนแดงแห้ง มีสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนเท่ากับ 8-17, 11-16 และ 14 ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ซึ่งสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของมูลไก่แกลบ ปุ๋ยหมัก และแหนแดงแห้ง อยู่ในเกณฑ์ที่สามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์ได้ทันที

ตารางที่ 2 สมบัติของชีวมวลที่ใช้ในการทดลอง

ชีวมวล	MC *	OM	OC	C/N	T-N	T-P	T-K
	(%)	(%)	(%)		(%)	(%)	(%)
มูลวัว No. 1	12	58	33	24	1.4	1.3	2.6
มูลวัว No. 2	12	60	35	15	2.3	0.7	1.4
มูลไก่แกลบ No. 1	21	54	31	17	1.8	3.2	3.2
มูลไก่แกลบ No. 2	24	48	28	8	3.4	2.0	2.3
ปุ๋ยหมัก No. 1	15	32	18	16	1.2	2.6	2.2
ปุ๋ยหมัก No. 2	14	25	15	11	1.4	1.9	1.1
แหนแดงแห้ง	11.0	68	39	14	2.8	0.46	2.2

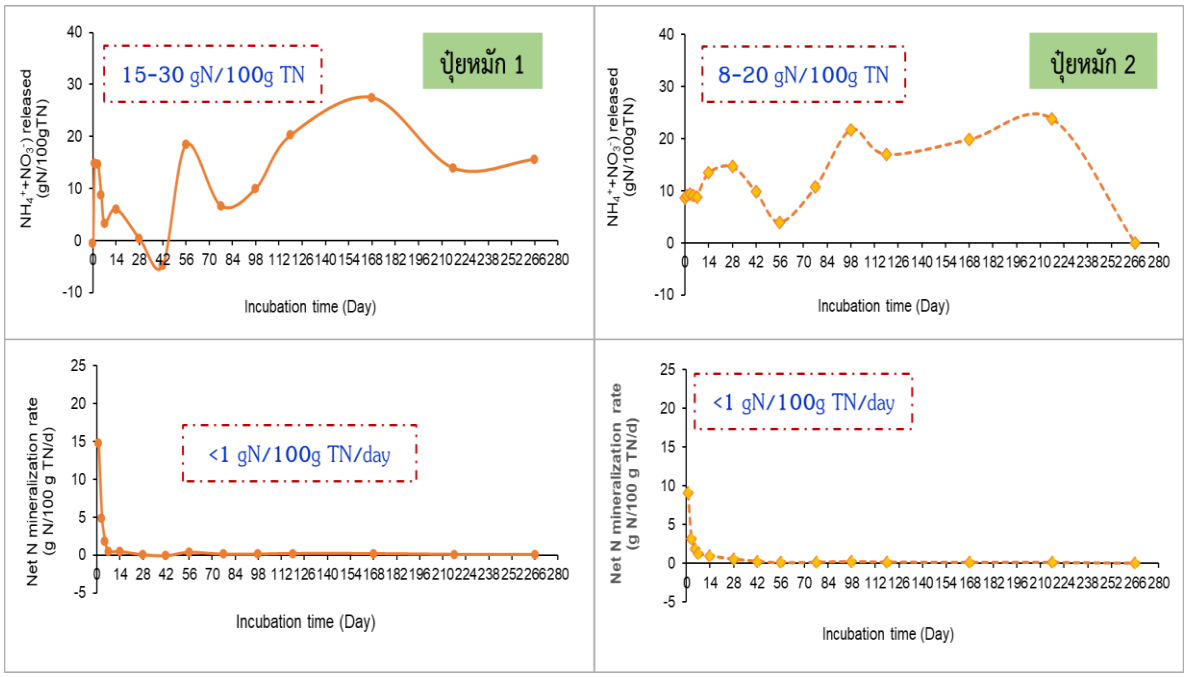
หมายเหตุ: MC : ความชื้น OM : อินทรียวัตถุ OC : อินทรีย์คาร์บอน

4.3 ผลการปลดปล่อยไนโตรเจนของชีวมวลแต่ละชนิด

4.3.1 การปลดปล่อยไนโตรเจนของปุ๋ยหมัก

จากการทดลองบ่มปุ๋ยหมักในดินร่วน และดินร่วนเหนียว พบว่า ปุ๋ยหมัก No.1 ที่บ่มในดินร่วนเหนียวปลดปล่อยไนโตรเจนได้สูงสุด 30 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนทั้งหมดที่เป็นองค์ประกอบ ส่วนปุ๋ยหมัก No. 2 ที่บ่มในดินร่วนปลดปล่อยไนโตรเจนได้สูงสุด 20 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนทั้งหมดที่เป็นองค์ประกอบ (ภาพที่ 1) โดยมีอัตราการปลดปล่อยไนโตรเจนสูงสุดในสัปดาห์แรกหลังการบ่ม หลังจากนั้นการปลดปล่อยจะลดลง เมื่อพิจารณาถึงอัตราการปลดปล่อยไนโตรเจนทั้งหมดของปุ๋ยหมักทั้ง 2 ชนิดต่อวัน จะเห็นว่ามีการปลดปล่อยต่ำกว่า 1 กรัม N ต่อ 100 กรัมของไนโตรเจนทั้งหมด ซึ่งปุ๋ยหมัก No. 1 และ No. 2 มีการปลดปล่อยไนโตรเจนในปริมาณที่แตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องมาจากความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนจากปุ๋ยหมักแต่ละชนิดขึ้นอยู่กับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตปุ๋ยหมัก

ผลการประเมินศักยภาพการปลดปล่อยไนโตรเจนของปุ๋ยหมักทั้ง 2 ชนิด สามารถปลดปล่อยไนโตรเจนได้สูงสุด 20-30 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนทั้งหมดที่เป็นองค์ประกอบและมีอัตราการปลดปล่อยไนโตรเจนสูงสุดในสัปดาห์แรกหลังการบ่ม ดังนั้นปุ๋ยหมักทั้ง 2 ชนิดซึ่งมีสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) น้อยกว่า 20 จึงสามารถใส่พร้อมปลูกพืชได้

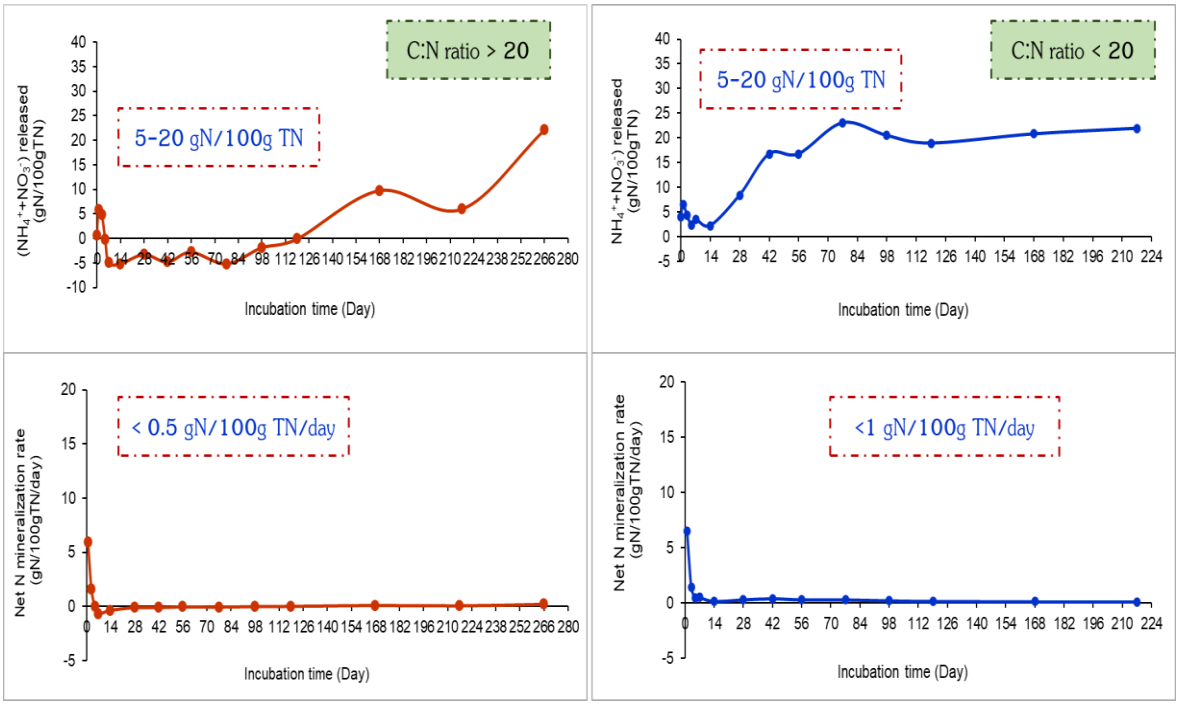


ภาพที่ 1 การปลดปล่อยธาตุอาหารไนโตรเจนจากการบ่มปุ๋ยหมัก No. 1 ในดินร่วนเหนียว และปุ๋ยหมัก No. 2 ในดินร่วน

4.3.2 การปลดปล่อยไนโตรเจนของมูลวัว

จากการบ่มมูลวัวในดินร่วน พบว่า มูลวัวที่มีสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) น้อยกว่า 20 และ มากกว่า 20 มีปริมาณการปลดปล่อยไนโตรเจนสูงสุด 20 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนทั้งหมดที่เป็นองค์ประกอบ (ภาพที่ 2) แต่พบว่า มูลวัว No. 1 ที่มี C/N ratio มากกว่า 20 เกิด immobilization ทำให้การปลดปล่อยไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์เกิดขึ้นได้ช้า เพราะต้องใช้ระยะเวลานานในการย่อยสลาย โดยต้องใช้ระยะเลานนานถึง 16 สัปดาห์ จึงจะปลดปล่อยไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ส่วนมูลวัว No. 2 ที่มี C/N ratio น้อยกว่า 20 สามารถปลดปล่อยไนโตรเจนให้พืชใช้ได้ทันที และการปลดปล่อยจะเพิ่มขึ้นหลังสัปดาห์ที่ 2 เมื่อพิจารณาถึงอัตราการปลดปล่อยไนโตรเจนทั้งหมดของมูลวัวทั้ง 2 ชนิดต่อวัน จะเห็นว่า มูลวัว No. 1 ที่มี C/N ratio มากกว่า 20 ปลดปล่อยไนโตรเจนต่ำกว่า 0.5 กรัม N ต่อ 100 กรัมของไนโตรเจนทั้งหมด ส่วนมูลวัว No. 2 ที่มี C/N ratio น้อยกว่า 20 ปลดปล่อยไนโตรเจนต่ำกว่า 1 กรัม N ต่อ 100 กรัมของไนโตรเจนทั้งหมด

ผลการประเมินศักยภาพการปลดปล่อยไนโตรเจนของมูลวัว No. 1 ที่มี C/N มากกว่า 20 เกิด immobilization นานถึง 16 สัปดาห์ ส่วนมูลวัว No. 2 ที่มี C/N น้อยกว่า 20 ปลดปล่อยไนโตรเจนได้ดีกว่ามูลวัว No.1 โดยมูลวัว No. 1 และ No. 2 ปลดปล่อยไนโตรเจนได้สูงสุด 20 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนทั้งหมดที่เป็นองค์ประกอบ และมีอัตราการปลดปล่อยไนโตรเจนสูงสุดในสัปดาห์แรกหลังการบ่ม ดังนั้นการใช้มูลวัว ที่มี C/N ration มากกว่า 20 จึงควรใส่แล้วไถกลบทิ้งไว้ไม่น้อยกว่า 1 เดือนก่อนปลูก หากใส่มูลวัวพร้อมปลูกพืช จะทำให้พืชขาดไนโตรเจนได้

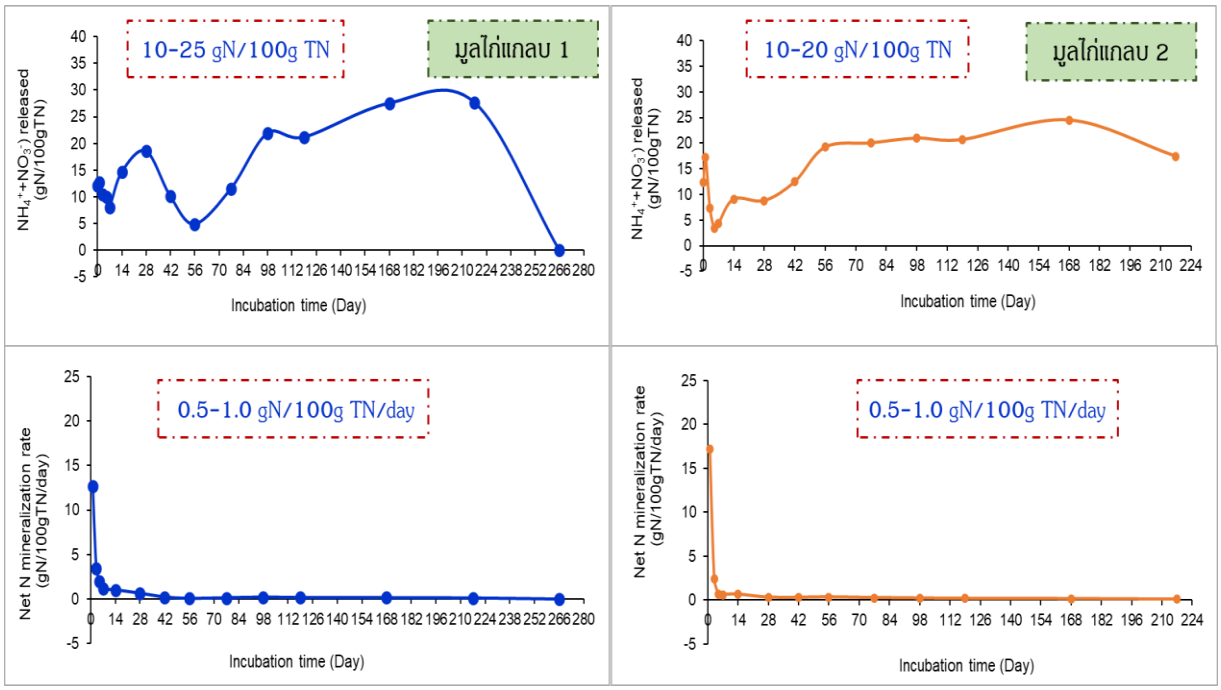


ภาพที่ 2 การปลดปล่อยธาตุอาหารไนโตรเจนจากการบ่มมูลวัวในดินร่วน

4.3.3 การปลดปล่อยไนโตรเจนของมูลไก่แกลบ

จากการบ่มมูลไก่แกลบในดินร่วน พบว่า มูลไก่แกลบ No. 1 และ No. 2 ปลดปล่อยไนโตรเจนได้สูงสุด 20-25 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนทั้งหมดที่เป็นองค์ประกอบ (ภาพที่ 3) โดยมีอัตราการปลดปล่อยไนโตรเจนสูงสุดในสัปดาห์แรกหลังการบ่ม หลังจากนั้นการปลดปล่อยจะลดลง เมื่อพิจารณาถึงอัตราการปลดปล่อยไนโตรเจนทั้งหมดของมูลไก่แกลบทั้ง 2 ชนิดต่อวัน จะเห็นว่ามีการปลดปล่อยไนโตรเจน 0.5-1.0 กรัม N ต่อ 100 กรัมของไนโตรเจนทั้งหมด

ผลการประเมินศักยภาพการปลดปล่อยไนโตรเจนของมูลไก่แกลบ มูลไก่แกลบสามารถปลดปล่อยไนโตรเจนได้สูงสุด 20-25 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนทั้งหมดที่เป็นองค์ประกอบ และมีอัตราการปลดปล่อยไนโตรเจนสูงสุดในสัปดาห์แรกหลังการบ่ม ดังนั้นมูลไก่แกลบ ที่มีสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนน้อยกว่า 20 สามารถใส่พร้อมปลูกพืชได้



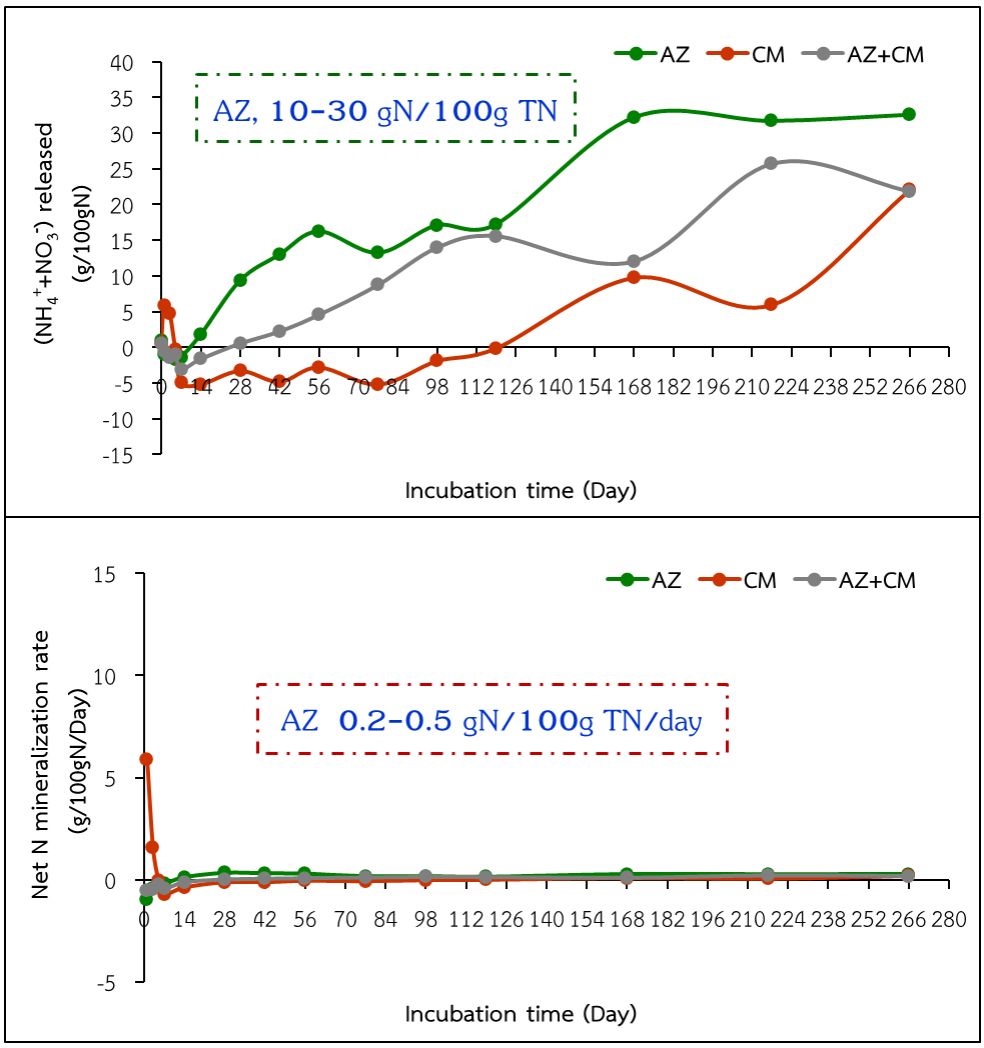
ภาพที่ 3 การปลดปล่อยธาตุอาหารไนโตรเจนจากการบ่มมูลไก่แกลบในดินร่วน

4.3.4 การปลดปล่อยไนโตรเจนของแหนแดงแห้ง และแหนแดงแห้งผสมมูลวัว

จากการบ่มแหนแดงแห้งในดินร่วน พบว่า แหนแดงแห้งปลดปล่อยไนโตรเจนได้สูงสุด 30 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนทั้งหมดที่เป็นองค์ประกอบ และเกิด immobilization ในสัปดาห์แรกของการบ่ม (ภาพที่ 4) จากนั้นการปลดปล่อยจะค่อยๆเพิ่มขึ้น ซึ่งแหนแดงแห้งปลดปล่อยไนโตรเจนเฉลี่ย 0.2 – 0.5 กรัม N ต่อ 100 กรัมของไนโตรเจนทั้งหมดต่อวัน แต่เมื่อนำมูลวัวที่มีค่า C/N ratio มากกว่า 20 มาผสมกับแหนแดงแห้งอัตรา 1:1 ปลดปล่อยไนโตรเจนได้สูงสุด 23 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนทั้งหมดที่เป็นองค์ประกอบ และมีอัตราการปลดปล่อยไนโตรเจนเฉลี่ย 0.2 – 0.5 กรัม N ต่อ 100 กรัมของไนโตรเจนทั้งหมดต่อวันเกิด ซึ่งการใช้แหนแดงแห้งผสมกับมูลวัว เกิด immobilization 3 สัปดาห์ จึงจะปลดปล่อยไนโตรเจนให้พืชนำไปใช้ได้ แต่หากใช้มูลวัวที่มีค่า C/N ratio มากกว่า 20 อย่างเดียว จะเกิด immobilization นานถึง 16 สัปดาห์

ผลการประเมินศักยภาพการปลดปล่อยไนโตรเจนของแหนแดงแห้ง พบว่า แหนแดงแห้ง สามารถปลดปล่อยไนโตรเจนได้สูงสุด 30 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนทั้งหมดที่เป็นองค์ประกอบ และเกิด immobilization ในสัปดาห์แรกของการบ่ม ดังนั้นการใช้แหนแดงแห้ง ควรใส่และไถกลบทิ้งไว้อย่างน้อย 1 สัปดาห์ก่อนปลูกพืช

ในกรณีมูลวัวที่มี C/N มากกว่า 20 ซึ่งเมื่อนำไปใช้จะเกิด immobilization นานถึง 16 สัปดาห์ แต่เมื่อนำมูลวัวมาผสมกับแหนแดงแห้งในอัตราส่วน 1:1 ลดการเกิด immobilization ลงเหลือเพียง 3 สัปดาห์ และสามารถปลดปล่อยไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ได้สูงสุด 23 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนทั้งหมดที่เป็นองค์ประกอบ ดังนั้นจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการนำมูลวัวผสมกับแหนแดงแห้งไปใช้ประโยชน์ และการนำไปใช้ในแปลงควรใส่และไถกลบทิ้งไว้ประมาณ 3 สัปดาห์ก่อนปลูก เพราะหากใส่พร้อมปลูกพืช จะทำให้พืชขาดไนโตรเจนได้



ภาพที่ 4 การปลดปล่อยธาตุอาหารไนโตรเจนจากการบ่มแหนแดงแห้ง (AZ) มูลวัว (CM) และแหนแดงแห้งผสมมูลวัว (AZ+CM) ในดินร่วน

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน. 2544. คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช. กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด : กรุงเทพฯ. 164 หน้า.

กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี. 2551. คู่มือวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์. พิมพ์ครั้งที่ 1. ควิกปริ๊นท์ ออฟเซ็ท: กรุงเทพฯ. 49 หน้า

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 10. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 547 หน้า.

ศุภกาญจน์ ล้วนมณี, สมฤทัย ตันเจริญ, ภาวนา ลิกขนานนท์ และสุปราณี มั่นหมาย. 2553. ศึกษาการสลายตัวและพฤติกรรมการปลดปล่อยธาตุอาหารพืชของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยผสมอินทรีย์เคมีภายใต้สภาพความชื้นสนาม: การทดลองย่อย ศึกษาการสลายตัวและพฤติกรรมการปลดปล่อยธาตุอาหารของปุ๋ยหมัก. ***ใน*** ผลการปฏิบัติงาน ประจำปีงบประมาณ 2553. กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. หน้า 333-343.

Antil, R.S., A. Bar-Tal, P. Fine, and A. Hadas, 2011. Predicting nitrogen and carbon mineralization of compost manure and sewage sludge in soil. *Comp. Sci. Uti*. 19 (1): 33-43.

Bouyoucos, G.J. 1962. Hydrometer Method Improved for Making Particle Size Analysis of Soils. Agro. 54: 464-465.

Bray, R.H. and L.T. Kurtz. 1945. Determination of Total Organic and Available Forms of Phosphorus in Soils. Soil Sci. 59: 39-45.

Davis, L.E. 1943. Measurements of pH with the glass electrode as affected by soil moisture. Soil Sci. 56 (6): 405-422.

Chae, Y.M. and M.A. Tabatabai. 1986. Mineralization of nitrogen in soils amended with organic wastes. *Environ. Qual*. 15: 193-198.

Keeney, D.R. 1982. Nitrogen-availability indexes. I***n:*** Methods of soil analysis Part 2. 2nd Ed. A.L. Page; R.H. Miller and D.R. Keeney American Society of Agronomy, Madison, WI. pp. 711-733.

Nelson, D.W. and Sommer, L. E. 1982. Total Carbon, Organic Carbon, and Organic Matter. Pp 539-579. In Method of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiology Properties. Agronomy Monograph 9 (2nd) ASA-SSSA, Madison, Wisconsin, USA.

Terry, R.E., D.W. Nelson, and L.E. Sommers. 1981. Nitrogen transformation in sewage sludge amended soil as affected by soil environmental factors. *Soil. Sci. Soc. Am.* 45: 506-513.

D A
TOGETHER
Hearing for Changing, Acting for Moving forward