บทที่ 1
บทนำ

1.1 ปัญหาและความเป็นมาของโครงการวิจัย

วงจรของคาร์บอน (carbon cycle) ในระบบนิเวศบนบกนั้น มีดินเป็นองค์ประกอบสำคัญในการหมุนเวียนและเก็บกักคาร์บอนไว้ไม่ให้ขึ้นสู่บรรยากาศในรูปก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือมีเทน ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดภาวะโลกร้อน ดินสามารถเก็บกักคาร์บอนในรูปอินทรีย์ไว้ได้มากถึง $1,500 \times 10^{15}$ กรัม หรือ 1,500 พันล้านตันซึ่งมากกว่าพืชพรรณ (560×10^{15} กรัม) กว่าสองเท่าตัว นอกจากนี้ยังมีศักยภาพที่จะเก็บกักคาร์บอนไว้ได้มากกว่าปริมาณข้างต้น หากดินเสื่อมโทรมและดินที่นำมาทำการเกษตรได้รับการปรับปรุงให้มีอินทรียวัตถุในดินเพิ่มขึ้น

งานวิจัยของกลุ่มวิจัยนี้ เพื่อแก้ปัญหาดินทรายที่เสื่อมโทรมและขาดความอุดมสมบูรณ์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และในขณะเดียวกันเป็นการทำให้ดินทำหน้าที่ช่วยลดคาร์บอนในบรรยากาศได้ ดำเนินการมาเป็นเวลากว่า 18 ปี ได้ชี้ผลชัดเจนขึ้นโดยลำดับว่าการแก้ปัญหาดินทรายที่ขาดความอุดมสมบูรณ์ สามารถทำได้โดยการใส่สารอินทรีย์ที่มีคุณภาพหรือองค์ประกอบทางเคมีต่างๆ (Vityakon et al., 2000; Puttaso et al., 2011; Samahadthai et al., 2010) สารอินทรีย์เหล่านี้ช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ในด้านที่ต่างกัน แบ่งได้เป็นการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ในระยะสั้น และระยะยาว

การปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินในระยะสั้น คือ การสลายตัวปลดปล่อยธาตุอาหารของสารอินทรีย์ โดยกระบวนการย่อยสลาย (decomposition) ซึ่งมีกระบวนการที่เป็นองค์ประกอบย่อยของการย่อยสลายเกิดขึ้น นั่นคือ การเปลี่ยนรูปสารประกอบอินทรีย์ของสารอินทรีย์เป็นสารประกอบอนินทรีย์ (mineralization) เช่น ไนโตรเจนอินทรีย์ ได้แก่ กรดอะมิโน ถูกเปลี่ยนรูปเป็นแอมโมเนียมและไนเตรต เป็นต้น สารประกอบอินทรีย์ที่ถูกเปลี่ยนรูปได้รวดเร็ว (เวลาเพียง 2-3 วันถึง 1-2 สัปดาห์ หลังจากสารอินทรีย์เข้าสู่ดิน) เรียกว่าเป็นสารส่วนที่เปลี่ยนแปลงง่าย (labile pool) บางส่วนถูกเปลี่ยนเป็นสารอินทรีย์ที่มีโครงสร้างซับซ้อนน้อยลง เช่น จากโปรตีนเป็นกรดอะมิโน หรือจากโพลีแซกคาไรด์เป็นกรดอินทรีย์ เป็นต้น บางส่วนถูกเปลี่ยนเป็นรูปอนินทรีย์ เช่น ธาตุอาหารในรูปไอออนอนินทรีย์ที่เป็นรูปที่เป็นประโยชน์ คือ พืชและจุลินทรีย์สามารถดูดใช้ได้ และนำไปปรุงแต่งในเซลล์ ทำให้เกิดการเจริญเติบโตต่อไป สำหรับส่วนที่ถูกเปลี่ยนเป็นสารอินทรีย์ที่มีโมเลกุลเล็กและไม่ซับซ้อนจะละลายน้ำได้ และเข้าสู่สารละลายดิน เรียกว่าเป็น ‘อินทรียวัตถุส่วนที่ละลายน้ำ’ (dissolved organic matter – DOM) ซึ่งนับเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งของอินทรียวัตถุของดิน (soil organic matter – SOM)

อินทรียวัตถุส่วนที่ละลายได้มีความสำคัญในการหมุนเวียนของคาร์บอนและไนโตรเจนในระบบนิเวศบนบก เพราะเป็นแหล่งของพลังงานและธาตุอาหารที่สำคัญของจุลินทรีย์ดิน และนอกจากนี้ DOM บางส่วนสามารถถูกดูดยึดโดยคอลลอยด์ดิน จึงอาจมีผลต่อการสะสมอินทรียวัตถุในดินด้วย โดยแหล่งของ DOM ในดินได้แก่ ซากพืช อินทรียวัตถุของดิน สารหลั่งจากรากพืช (root exudates) และมวลชีวภาพจุลินทรีย์ คุณภาพของซากพืชมีอิทธิพลต่อการผลิต DOM ทั้งด้านปริมาณและองค์ประกอบทางเคมีของ DOM หรือคุณภาพของ DOM นั่นเอง

ส่วนการที่สารอินทรีย์ที่ใส่ให้ดินช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินในระยะยาว และในขณะเดียวกันช่วยลดคาร์บอนในบรรยากาศ จะเกี่ยวข้องกับการ SOM หรืออินทรีย์คาร์บอนของดิน (soil organic carbon – SOC) ในระยะยาว หลังจากได้รับสารอินทรีย์อย่างต่อเนื่อง การสลายตัวของสารอินทรีย์ส่งผลให้เกิดการสร้างเม็ดดิน และการเพิ่มความจุในการแลกเปลี่ยนไอออนบวก (cation exchange capacity – CEC) ของดิน เมื่อสารอินทรีย์ผ่านการสลายตัวในดินและเกิดกระบวนการทางชีวเคมีต่อเนื่องไปจนเกิดการสร้างฮิวมัส หรือกระบวนการฮิวมิฟิเคชัน (humification) องค์ประกอบหนึ่งของฮิวมัสคือ สารฮิวมิก (humic substances) มีบทบาททำให้เกิดการสร้างเม็ดดิน (soil aggregate) โดยทำหน้าที่เป็นสารเชื่อมที่มีความคงทนถาวร (permanent cementing agent) โดยเชื่อมอนุภาคดินให้เกิดเป็นโครงสร้างดินขึ้นคือ เม็ดดิน เม็ดดินที่มีสารฮิวมิกเป็นสารเชื่อมจึงมีความแข็งแกร่งไม่แตกง่าย นอกจากนี้สารฮิวมิกยังมีประจุผันแปร เกิดจากกลุ่มหน้าที่ (functional group) ในโครงสร้างระดับโมเลกุล ได้แก่ กลุ่มคาร์บอกซิล (COOH) และ กลุ่มไฮดรอกซิล (OH) ทำให้เกิดประจุลบเพิ่มขึ้นที่คอลลอยด์ดินที่มีสารฮิวมิกเป็นองค์ประกอบ ทำให้ CEC ของดินเพิ่มขึ้น

งานวิจัยของกลุ่มวิจัยนี้ซึ่งทำในดินเนื้อร่วนทรายพบว่า สารอินทรีย์ที่สลายตัวเร็วโดยมีองค์ประกอบเป็นไนโตรเจนสูง และองค์ประกอบที่สลายตัวยากได้แก่ ลิกนินและโพลีฟีนอลส์ต่ำ เช่น ซากพืชตระกูลถั่ว ทำให้เกิดการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินในระยะสั้น โดยการปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์อย่างรวดเร็ว คล้ายการใส่ปุ๋ยเคมีลงดิน แต่สารอินทรีย์ที่สลายตัวช้า ซึ่งมีองค์ประกอบไนโตรเจนปานกลาง แต่ก็มีลิกนิน และโพลีฟีนอลส์อยู่ปานกลางถึงสูง จะไม่ทำให้เกิดการปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์อย่างรวดเร็ว แต่ก่อให้เกิดการสะสม SOM หรือ SOC ในดินได้มากกว่าสารอินทรีย์ที่สลายตัวเร็ว SOM ที่สะสมเป็นทั้งส่วนที่เป็นสารฮิวมิก และอินทรียวัตถุที่เป็นชิ้น (particulate organic matter – POM) ซึ่งเป็นอินทรียวัตถุในดินที่สลายตัวยังไม่เต็มที่โดยสลายไปแล้วเพียงบางส่วน ส่วนสารอินทรีย์อีกประเภทหนึ่งที่มีองค์ประกอบทางเคมีทั้งไนโตรเจน ลิกนิน และโพลีฟีนอลส์ต่ำ แต่มีเซลลูโลสสูง ซึ่งได้แก่ ฟางข้าว ในการศึกษาของกลุ่มวิจัยพบว่าทำให้เกิดการสะสม SOC ต่ำมาก ดังนั้นสารอินทรีย์ต่างชนิดกัน มีองค์ประกอบทางเคมีต่างกันจะทำให้การย่อยสลายจะต่างกันทำให้การสะสมอินทรียวัตถุในดินต่างกันด้วย

แนวคิดเกี่ยวกับการผสมสารอินทรีย์ที่มีองค์ประกอบทางเคมีต่างกันเพื่อให้เกิดผลดีต่อการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินเป็นแนวคิดหนึ่งที่จะต้องอยู่บนพื้นฐานขององค์ความรู้ด้านองค์ประกอบทางเคมีของสารอินทรีย์ที่มีผลต่อการสลายตัว เช่น ฟางข้าว ไม่นำไปสู่การสะสม SOM เนื่องจากฟางข้าวมีไนโตรเจน ลิกนิน และโพลีฟีนอลส์ต่ำ แต่มีเซลลูโลสสูง จึงเป็นแนวทางการศึกษาถึงผลที่จะเกิดต่อการสะสม SOM จากการผสมฟางข้าวกับสารอินทรีย์ชนิดอื่นๆ ที่มีไนโตรเจน ลิกนิน และโพลีฟีนอลส์ที่สูงกว่าฟางข้าว

ในปัจจุบันมีการใช้แบบจำลองในด้านต่างๆ เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเพื่อคาดการณ์เหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต เช่นเดียวกับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณอินทรียวัตถุในดินโดยนำแบบจำลองมาใช้ในการคาดการณ์ปริมาณอินทรียวัตถุในระยะยาว ซึ่งการสร้างแบบจำลองจะทำบนพื้นฐานความเข้าใจของการแบ่งอินทรียวัตถุเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เปลี่ยนแปลงง่ายและส่วนที่เปลี่ยนแปลงยาก การแบ่งอินทรียวัตถุออกเป็นส่วนๆ ตามอัตราการเปลี่ยนแปลง (ย่อยสลาย) ขององค์ประกอบอินทรีย์แต่ละส่วน ทำให้สามารถนำไปสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นทางกลุ่มวิจัยจึงได้ทำการศึกษาการสร้างแบบจำลองการย่อยสลายสารอินทรีย์

ในดินและการเปลี่ยนแปลงอินทรียวัตถุในดิน (SOM : soil organic matter) หลังจากที่มีการใส่สารอินทรีย์ที่มีคุณภาพต่างกันในระยะยาว เพื่อศึกษาปริมาณและรูปแบบการสะสมอินทรียวัตถุในดินทรายที่ได้รับสารอินทรีย์ต่างคุณภาพ ทั้งนี้เพื่อเป็นองค์ความรู้ในการพิจารณาเลือกใช้สารอินทรีย์ที่เหมาะสมในการปรับปรุงดินให้ดีขึ้นในระยะยาว

นอกจากนี้งานวิจัยของกลุ่มวิจัยนี้ยังพบตำแหน่งของการสะสม SOM หรือ SOC ในดิน ว่าสารอินทรีย์ที่ทำให้เกิดการสะสม SOM มาก จะสะสมส่วนใหญ่ (กว่า 40%) อยู่ในเม็ดดินขนาดเล็ก (microaggregates) ขนาด 0.053-0.25 มิลลิเมตร (Puttaso et al., 2013) ดังนั้นการเกิดเม็ดดิน (aggregate formation) จึงนับเป็นกลไกสำคัญในการสะสม SOC ในดินทราย

SOC ที่สะสมในดินเหล่านี้จัดว่าเป็นส่วนที่เสถียร (stable pool) ซึ่งประกอบด้วยสารฮิวมิกเป็นส่วนใหญ่ อย่างไรก็ตาม SOC ส่วนที่เสถียรอีกส่วนหนึ่งคือ ถ่านในดิน (biochar) ซึ่งเกิดในดินเนื่องจากประวัติการใช้ที่ดินที่มีกิจกรรมการเผาพืชพรรณและซากพืช และในบางกรณีเป็นความตั้งใจใส่ถ่านลงไปในดินเพื่อใช้ถ่านเป็นสารปรับปรุงดิน ดังที่มีกรณีดิน *terra pretta* ในเขตลุ่มน้ำอะเมซอนในอเมริกาใต้ ที่ชาวอินเดียนได้ใส่ถ่านลงไปในดินในอันดับ Oxisol มาตั้งแต่กว่าหนึ่งพันปีที่ผ่านมา ยังผลให้ดินเป็นสีดำ และคงความอุดมสมบูรณ์กว่าดินโดยรอบจนถึงปัจจุบัน การค้นพบนี้เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้นักวิทยาศาสตร์หันมาสนใจถ่านในดิน ทั้งในด้านศักยภาพการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินและการเก็บกักคาร์บอนเพื่อลดคาร์บอนในบรรยากาศ

เมื่อสารอินทรีย์เข้าสู่ระบบดิน จุลินทรีย์เป็นตัวการสำคัญในกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์เหล่านั้น อีกทั้งยังทำหน้าที่เป็นแหล่งสำรองคาร์บอนและธาตุอาหารโดยการนำมาสร้างเป็นเนื้อเยื่อเพื่อเพิ่มมวลชีวภาพ (immobilization) และเมื่อจุลินทรีย์ตายลงเนื้อเยื่อจะถูกย่อยสลายทำให้ธาตุอาหารถูกปลดปล่อยออกมาในรูปอนินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (mineralization)(ปัทมา, 2547; Davet, 2004) มวลชีวภาพจุลินทรีย์ดินซึ่งจัดเป็นอินทรียวัตถุส่วนที่มีชีวิตที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วจึงเป็นตัวบ่งชี้สำคัญที่แสดงถึงความอุดมสมบูรณ์ของดิน ขณะเดียวกันความหลากหลายของจุลินทรีย์ดิน (soil microbial diversity) ยังแสดงให้เห็นถึงความยั่งยืนของระบบนิเวศภายในดินด้วย เนื่องจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้รับผลกระทบจากปัจจัยทางสภาพแวดล้อมภายในดิน เช่น ปริมาณน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง อากาศ อุณหภูมิ และชนิดของดิน รวมทั้งชนิดและปริมาณสารอาหารในดิน (Davet, 2004; Coleman and Whitman, 2005; Patra et al., 2007) การจัดการดินโดยการใส่สารอินทรีย์ที่มีคุณภาพแตกต่างกันจึงมีผลต่อเนื่องไปถึงชนิด จำนวนและกิจกรรมของจุลินทรีย์เช่นเดียวกัน เช่น ส่งผลให้การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของประชากรจุลินทรีย์ (soil microbial community structure) มวลชีวภาพ การหายใจ และกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกิดขึ้นระหว่างการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงของอินทรียวัตถุในดินจึงมีจุลินทรีย์เข้ามาเกี่ยวข้องด้วยเสมอ ทั้งนี้จุลินทรีย์แต่ละชนิดตอบสนองต่อคุณภาพของสารอินทรีย์ได้แตกต่างกัน ส่งผลให้เกิดความแตกต่างทั้งชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ในดิน ดังนั้นการนำเทคนิคทางชีวโมเลกุลมาใช้เพื่อศึกษาชนิดและโครงสร้างของประชากรจึงช่วยให้เข้าถึงบทบาทของคุณภาพของสารอินทรีย์ที่มีอิทธิพลต่อจุลินทรีย์ในดิน เทคนิคดังกล่าวได้แก่ terminal restriction fragment length polymorphism (T-RFLP) ที่สามารถในการบ่งชี้การเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างประชากรจุลินทรีย์ (microbial community structure) ควบคู่กับการใช้เทคนิคการเพิ่มจำนวนชิ้นยีน (gene) ที่สนใจโดยการใช้เทคนิคทางชีวโมเลกุลอื่นๆ เช่น conventional polymerase chain reaction (PCR) หรือ real-time polymerase chain reaction (RT-PCR) เป็นต้น

อย่างไรก็ตามเทคนิคทางชีวโมเลกุลดังกล่าวยังไม่สามารถชี้ให้เห็นถึงหน้าที่ (function) ของจุลินทรีย์ในดินได้ ดังนั้นเพื่อให้สามารถทราบถึงหน้าที่ของจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นระหว่างการย่อยสลายสารอินทรีย์ จึงจำเป็นต้องทำการตรวจวัดกิจกรรมเอนไซม์ของจุลินทรีย์ร่วมด้วย เนื่องจากการสลายตัวของสารอินทรีย์และการสะสมอินทรียวัตถุในดิน เกิดจากกิจกรรมของเอนไซม์ที่จุลินทรีย์ผลิตขึ้น โดยกิจกรรมของเอนไซม์หลายชนิดได้รับความสนใจในการศึกษาระหว่างการย่อยสลายสารอินทรีย์ในดิน ซึ่งการวัดกิจกรรมของเอนไซม์แต่ละชนิดสามารถแบ่งได้ตามความจำเพาะในการทำงาน ตัวอย่างเช่น เอนไซม์ β-glucosidase ทำหน้าที่ตัดพันธะ β-1,4 glucosidase ระหว่างน้ำตาลกลูโคสสองโมเลกุลที่เชื่อมต่อกันเป็นสายสั้นๆที่พบในซากพืช ขณะที่เอนไซม์ invertase ทำหน้าที่ย่อยสลายน้ำตาลซูโครส (sucrose) ที่พบในซากพืชไปเป็น กลูโคส (glucose) และ ฟรุกโตส (fructose) (Berg and McClaughty, 2003; Purmonen et al., 2007) ขณะที่เอนไซม์ phenol oxidase และ peroxidase เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายสารประกอบลิกนินและโพลีฟีนอลส์ (Sinsabaugh et al., 1992; Caldwell, 2005) ซึ่งพบในกลุ่ม เห็ดรา แอคติโนมัยซีส และแบคทีเรียบางชนิด เป็นต้น (Claus and Filip, 1990) ดังนั้นการวัดกิจกรรมเอนไซม์แต่ละชนิดที่เกี่ยวข้องกับการหมุนเวียนธาตุอาหารในดินจึงมีความสำคัญในการนำมาใช้เพื่อบ่งชี้ถึงหน้าที่ (function) ของจุลินทรีย์ระหว่างการย่อยสลายสารอินทรีย์คุณภาพแตกต่างกันได้

ปัจจุบันได้มีการศึกษาเกี่ยวกับบทบาทของดินในการเป็นแหล่งให้และแหล่งรับคาร์บอนจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซเรือนกระจกอื่นๆ ในบรรยากาศเพิ่มขึ้น เนื่องจากเป็นที่หวังว่าดินจะช่วยลดการสะสมของ CO_2 และก๊าซเรือนกระจกอื่นๆ ในบรรยากาศซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งของภาวะโลกร้อนได้ (Schimel, 1995 อ้างตาม Moncharoen et al., 2002) การศึกษาดินในช่วงก่อนหน้านี้เน้นที่บทบาทในกระบวนการต่างๆ ในดินที่ทำให้ดินสามารถทำหน้าที่ในด้านการผลิตทางการเกษตรและรักษาสมดุลของสิ่งแวดล้อม ปัจจุบันได้เพิ่มการศึกษาด้านกระบวนการด้านชีว-ธรณีเคมีที่มีผลต่อการไหลของคาร์บอนเข้าไปด้วย (Schlesinger, 1991 อ้างตาม Moncharoen et al., 2002) ในประเทศไทยมีการศึกษาเกี่ยวกับการเก็บกักคาร์บอนในดินทั้งด้านปริมาณการเก็บกัก และกลไกที่เกี่ยวข้องไม่มากนัก Moncharoen et al. (2002) ได้ทำการประเมินเบื้องต้นถึงปริมาณคาร์บอนที่เก็บกัก (carbon stock) ในดินอันดับ (order) และกลุ่มดิน (great group) ต่างๆ ที่มีในประเทศไทย และสรุปว่า ดินในประเทศไทยมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (soil organic carbon – SOC) มากกว่าดินในพื้นที่อื่นๆ ของเขตร้อน (tropics) เนื่องจากยังมีดินในระบบป่าไม้อยู่มาก การทำนาที่มีสภาพน้ำขังช่วยในการเพิ่มการเก็บกักคาร์บอน และมีพื้นที่น้ำขังได้แก่หนอง บึง เหลืออยู่มาก ซึ่งพื้นที่เหล่านี้เป็นแหล่งเก็บกักคาร์บอน นอกจากอินทรีย์คาร์บอนที่เคยมีการศึกษาอยู่ทั่วไปแล้ว ถ่านก็ถือได้ว่าเป็นอินทรีย์คาร์บอนรูปหนึ่งในดินที่มีความเสถียร (Glaser et al., 2000; Masiello, 2004; Cheng et al., 2006) สามารถเก็บกักในดินได้เป็นเวลาหลายพันปี (Glaser et al., 2000; Kaal et al. 2008;) และในแต่ละการใช้ที่ดินก็มีปริมาณถ่านที่เก็บกักในดินแตกต่างกันออกไป (Rumpel et al., 2006) จึงเห็นได้ว่า ‘การใช้ที่ดิน’ เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการเก็บกักคาร์บอน สำหรับในภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากป่าไม้มาเป็นพื้นที่การเกษตรในช่วงหนึ่งศตวรรษที่ผ่านมา (ปัทมา และคณะ 2547) ในพื้นที่ลูกคลื่นซึ่งเป็นสภาพภูมิประเทศหลักของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยทั่วไปได้ทำให้ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินลดลงในพื้นที่เกษตร โดยเฉพาะที่ดอน เมื่อเทียบกับพื้นที่ป่าไม้ ส่วนที่นายังคงมีอินทรีย์คาร์บอนอยู่มากกว่าที่ไร่ (สมญาและปัทมา 2547; Tangtrakarnpong and Vityakon, 2002) Moncharoen และคณะ (2002) ได้สรุป

จากการประเมินปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของดินในประเทศไทยเบื้องต้นว่า ควรมีการศึกษาอิทธิพลของปัจจัยการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินต่อการเก็บกักคาร์บอน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนรูปของคาร์บอนอินทรีย์เป็นอินทรีย์คาร์บอนส่วนที่ละลายน้ำจากสารอินทรีย์ต่างคุณภาพที่ใส่ในระยะยาว (กว่า 10 ปี)
2. เพื่อศึกษาการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เบื้องต้นของการสลายตัวและสะสมอินทรียวัตถุในดิน
3. เพื่อศึกษาบทบาท (กิจกรรมและชนิดประชากร) ของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายและเปลี่ยนรูปอินทรียวัตถุในดินที่ได้รับสารอินทรีย์ต่างคุณภาพในระยะยาว
4. เพื่อศึกษาอิทธิพลของการใช้ที่ดินในพื้นที่ลูกคลื่นต่อการเก็บกักและเสถียรภาพของคาร์บอน