

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

2.1 การประเมินความเป็นความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนในดิน

ในการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอย่างมีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องมีการศึกษาถึงกระบวนการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบไนโตรเจนในดินในรูปสารประกอบอินทรีย์ ให้เป็นไนโตรเจนในรูปสารประกอบอนินทรีย์ (Nitrogen Mineralization) สำหรับไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ได้หมายถึง ไนโตรเจนในบริเวณรากพืชซึ่งพืชสามารถดูดใช้ได้ที่ ไนโตรเจนในรูปนี้ได้มาจากปุ๋ย การตรึงไนโตรเจนและการสลายตัวของไนโตรเจนในรูปสารอินทรีย์ (Scarsbrook, 1965 อ้างโดย Keeney, 1982)

สำหรับดินชั้นบนโดยทั่วไปแล้ว จะมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ในช่วง 0.08 - 0.4 % ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในรูปสารประกอบอินทรีย์ (Bremner, 1965 a อ้างโดย Keeney, 1982) ถ้าไนโตรเจนในรูปดังกล่าวเกิดการแปรสภาพโดยกระบวนการ mineralization ประมาณ 1 - 3% ในช่วงที่มีการปลูกพืช (Bremner, 1965 b อ้างโดย Keeney, 1982) ไนโตรเจนในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช จะมีในช่วง ตั้งแต่ 8 - 120 kg-N.ha⁻¹ โดยปกติแล้วปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ได้ในปริมาณดังกล่าว ไม่ค่อยเพียงพอต่อความต้องการของพืชและยังปลดปล่อยออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ช้า ซึ่งพืชส่วนใหญ่ต้องการไนโตรเจนในปริมาณมากในช่วงต้นฤดูการเพาะปลูก (Viets, 1965 อ้างโดย Keeney, 1982)

ในการให้คำแนะนำในการใช้ปุ๋ยในประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ใช้ข้อมูลปริมาณไนเตรตไนโตรเจนใน profile ดินสำหรับพื้นที่แห้งแล้งมีฝนตกน้อยและมีการชะล้างไนเตรตต่ำ ส่วนรัฐโอไฮโอ ใช้วิธีการประเมินความเป็นประโยชน์ได้ของไนโตรเจนโดยการบ่ม(incubate)ดิน สำหรับรัฐ Mississippi ใช้วิธีการทางเคมีเพื่อประเมินความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนในดิน และมีหลายรัฐใช้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในการแนะนำการให้ปุ๋ยพืช นอกจากการใช้วิธีการประเมินไนโตรเจนแล้ว ยังใช้การประเมินวิธีการจัดการดินและปริมาณไนโตรเจนที่ต้นไม้ต้องการอีกด้วย ในบางรัฐซึ่งมีการใช้พืชตระกูลถั่วและปุ๋ยคอก ได้พิจารณาไนโตรเจนที่ได้จากการตรึงไนโตรเจนด้วย ในการวิเคราะห์ไนเตรตที่

อยู่ใน profile ดินใช้ความลึกในการตรวจสอบดิน 0 - 60 cm และเก็บอย่างน้อย 20 ครอบงอต่อแปลง ใน profile สำหรับการประเมินความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนในห้องปฏิบัติการนั้นใช้วิธีการ บ่มดินในห้องปฏิบัติการดินในสภาพที่มีออกซิเจนหรือไม่มีออกซิเจนในช่วงเวลาตั้งแต่ 7 - 25 วัน ส่วนการประเมินความเป็นประโยชน์ไนโตรเจนโดยวิธีการทางเคมีใช้ความร้อนในการสกัดดิน ด้วยน้ำ, 1 N NaOH, Solid Ca(OH)₂, 0.01 M CaCl₂, alkaline KMnO₄, Na₂Cr₂O₇ ร่วมกับ H₃PO₄ หรือ ใช้สารละลาย 1 N H₂SO₄, 6 N H₂SO₄, 0.5 N Na₂CO₃, 0.1 N Ba(OH)₂, 0.1 M NaHCO₃ ในการสกัดดินที่อุณหภูมิห้อง การประเมินปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ได้ทางเคมีบางวิธีมีความ สัมพันธ์กับวิธีหาไนโตรเจนโดยวิธีการบ่มดิน อย่างไรก็ตามสำหรับวิธีที่แนะนำคือการบ่มดิน (Keeney, 1982)

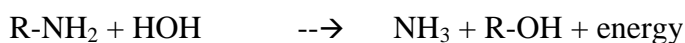
ในการบ่มดิน Hart และคณะ, 1994 อ้างโดย Uri และคณะ (2003) แนะนำให้ใช้ ถุง polyethylene เนื่องจากภาชนะดังกล่าวทำให้มีการแลกเปลี่ยนอากาศในถุงกับอากาศภายนอกและ ยังทำให้อุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิธรรมชาติ

2.2 การสลายตัวของปุ๋ยพืชสดในดิน

การปลูกปุ๋ยพืชสดมีประโยชน์หลายประการ เช่น ปกคลุมดินในช่วงที่ไม่มีมีการปลูกพืช เศรษฐกิจ และเมื่อโลกกลบลงไปดินก็มีผลกระตุ้นกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน และทำให้ดินมีธาตุอาหาร เพิ่มขึ้น (Breland, 1994a; Groffman และคณะ, 1987a อ้างโดย Breland, 1994) ภายหลังการไถ กลบสารอินทรีย์ได้ปุ๋ยพืชสดจะเกิดการสลายตัว จุลินทรีย์ดินที่เกี่ยวข้องกับการสลายตัวของสารอินทรีย์ เป็นจุลินทรีย์พวก heterotroph ซึ่งต้องการคาร์บอนและพลังงานจากสารอินทรีย์ในการสร้างเซลล์ (Alexander, 1967) สำหรับการสลายตัวของสารประกอบอินทรีย์ในโตรเจน(Tisdale และ Nelson, 1975)โดยจุลินทรีย์ดินเรียกว่ากระบวนการ mineralization ซึ่งทำให้สารอินทรีย์ในโตรเจนเปลี่ยนรูป เป็น NH₄⁺-N NO₂⁻ และ NO₃⁻-N การเปลี่ยนรูปของอินทรีย์ในโตรเจนไปเป็น NH₄⁺-N มีสองขั้น ตอน ขั้นตอนแรกเรียกว่า aminization ตัวอย่างของปฏิกิริยาดังกล่าวมีดังนี้



ขั้นตอนที่ 2 เรียกว่า ammonification ซึ่งได้ NH₃ เป็นผลผลิตของปฏิกิริยา ดังสมการต่อไปนี้



สำหรับ NH_3 ที่เกิดขึ้น สามารถแปรสภาพต่อไปเป็น NO_2^- และ NO_3^- โดยกระบวนการ nitrification ของ autotrophic แบคทีเรียที่ต้องการพลังงานจากปฏิกิริยา oxidation ของ NH_4^+ และ NO_2^- ดังต่อไปนี้



สำหรับจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิด ammonification มีทั้งแบคทีเรีย เชื้อรา และแอคติโนมัยซีส จุลินทรีย์แต่ละประเภท หรือแม้แต่ประเภทเดียวกันแต่ต่าง genus หรือ species มีความแตกต่างกันในด้านชนิดของสารอินทรีย์ในโตรเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายและอัตราในการย่อยสลาย ดังนั้น ปริมาณของ NH_3 ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการนี้จึงขึ้นกับชนิดของจุลินทรีย์ นอกจากนี้ยังผันแปรตามชนิดของสารอินทรีย์ในโตรเจน ชนิดของดิน และสภาพแวดล้อม (alexander,1967) สำหรับ NH_3 ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการ ammonification นอกจากจะเกิดปฏิกิริยา oxidation และเปลี่ยนรูปเป็น NO_2^- และ NO_3^- -N แล้ว บางส่วนจะรับ proton จากน้ำที่เกาะยึดกับผิว clay และเกิดเป็น NH_4^+ ion (Mortland และ Wolcott, 1965) สะสมอยู่ในดินหรือถูกดูดใช้โดยต้นพืช บางส่วนก็อาจถูกจุลินทรีย์พวก heterotroph นำไปใช้ในการสร้างเซลล์และอาจถูกตรึง (fix) ไว้ในหลืบ (lattice) ของแร่ดินเหนียวประเภท 2:1 (Tisdale และ Nelson, 1975) ซึ่ง NH_4^+ -N ที่ถูกตรึงไว้ในหลืบของแร่ดินเหนียวไม่สามารถเป็นประโยชน์ได้ และไม่สามารถสกัดออกมาโดยการใช้น้ำยาสกัดดิน (Nommik, 1965) Tietlma และ Wessel (1992) รายงานว่าจุลินทรีย์พวก heterotroph มีความสามารถแก่งแย่งเอา NH_4^+ -N ไปใช้ในการสร้างเซลล์ได้ดีกว่า nitrifier แบคทีเรีย ทรายใดที่ยังมีสารประกอบอินทรีย์คาร์บอนอยู่ในดินในปริมาณที่มากพอ การใช้ NH_4^+ -N ของจุลินทรีย์พวก Heterotroph (NH_4^+ -immobilization) จะมียากกว่าการใช้ NH_4^+ -N ของ nitrifier แบคทีเรีย

อัตราการย่อยสลายของซากพืชจะเร็วหรือช้าขึ้นขึ้นอยู่กับคุณภาพของซากพืช และปัจจัยสิ่งแวดล้อมในดิน (Syers และ Craswell, 1995) สำหรับคุณภาพของซากพืชใช้เกณฑ์ในการชี้วัด 3 ประการด้วยกัน ประการแรกคือจำนวนเชื้อใยหรือเนื้อไม้ ประการที่สองได้แก่ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชเช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และกำมะถัน (Rose, 1989 อ้างโดย Blair และคณะ 1995) ซากพืชมีส่วนประกอบดังนี้ cellulose hemicellulose lignin protein น้ำตาลและแป้ง fats and wax polyphenols (Brady และ Well, 2002) สารอินทรีย์ที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนจะถูกย่อยสลายก่อน ซึ่งเป็นส่วนที่อยู่ในใบหรือยอดอ่อน ตามด้วยส่วนที่มีโครงสร้างที่ซับซ้อนน้อย สำหรับสารอินทรีย์ ซึ่งมีโครงสร้างซับซ้อนมากเช่น ลิกนิน และ แทนนิน จะทนต่อการย่อยสลายมาก ลิกนินจะพบ

ในส่วนของเนื้อไม้ และ มีปริมาณเพิ่มขึ้นตามอายุพืช polyphenols เช่น แทนนินจะพบในส่วนประกอบของใบและเปลือกของต้นพืช เช่น เปลือกสีน้ำตาลของต้นชา สัดส่วนของ C/N ratio ก็มีผลต่อการย่อยสลายของซากพืชคือถ้าซากพืชมี C/N ratio ที่กว้างก็จะย่อยสลายช้าและจากการย่อยซากพืชที่มี C/N ratio กว้างจะทำให้ดินขาดไนโตรเจนในระยะเวลาหนึ่ง โดยกระบวนการที่เรียกว่า N-immobilization แต่ถ้าพืชมี C/N ratio ที่แคบจะไม่เกิดปรากฏการณ์นี้ สำหรับปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมในดินนั้นจะเกี่ยวข้องกับกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน โดยมีผลส่งเสริมหรือยับยั้งการย่อยสลาย โดยทั่วไปแล้วจุลินทรีย์ดินจะทำงานได้ดีจะต้องมี pH ดินค่อนข้างเป็นกลาง ความชื้นดินจะต้องมีอย่างพอเพียง และอุณหภูมิที่เหมาะสม 25-35 °C (Brady และ well, 2002; Paul และ Clark, 1996)

จากรายงานของ Paul; 1994 ซึ่งอ้างโดย Mengel(1996)พบว่า การไถกลบเศษเหลือของถั่วลันเตา(Pea)ในอัตราที่ให้ไนโตรเจน 122-126 kg-N.ha⁻¹ ลงไปในดินแล้วปลูกข้าวสาลี ไนโตรเจนที่ปลดปล่อยจากถั่วลันเตามีประมาณ 35-45 % ของไนโตรเจนทั้งหมด

Muriuki และคณะ (2001) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของไนโตรเจนในดินที่ใส่ปุ๋ย KNO₃ และ ถั่ว clover ซึ่งติดตรา (label) ด้วย¹⁵N โดยการบ่มดินในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 22-24 °C ภายใต้สภาพที่มีออกซิเจนเป็นเวลา 26 สัปดาห์ พบว่าปริมาณของอนินทรีย์ไนโตรเจนในดินที่ใส่ปุ๋ยเคมีมากกว่าดินที่ใส่ปุ๋ยพืชสดและดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีน้อยที่สุดแต่อัตราการสะสมของอนินทรีย์ไนโตรเจนและความเข้มข้นของ N ในรูปสารอินทรีย์และ N ในมวลจุลินทรีย์ของทุกคำรับไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ตลอดช่วงเวลาของการบ่มดิน ดินที่ใส่ปุ๋ยพืชสดพบว่ามี ¹⁵N ในมวลจุลินทรีย์มากกว่าดินที่ใส่ปุ๋ยเคมี ส่วนการระเหยของ NH₃ พบน้อยมาก หลังสัปดาห์ที่ 26 ปริมาณของ ¹⁵N ที่พบในดินในแต่ละคำรับการทดลองมีดังนี้ อนินทรีย์ไนโตรเจนในดิน 66% สำหรับคำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี และ 40% สำหรับคำรับที่ใส่ปุ๋ยพืชสด อินทรีย์ไนโตรเจน 18 % สำหรับคำรับที่ใส่ปุ๋ยพืชสด 50% สำหรับคำรับที่ใส่ปุ๋ยพืชสด ไนโตรเจนในมวลจุลินทรีย์ 0.75% สำหรับคำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีและ 15% สำหรับคำรับที่ใส่ปุ๋ยพืชสด ปริมาณ N ที่สูญเสียโดยกระบวนการ denitrification; 16% สำหรับคำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี และ 10% สำหรับคำรับที่ใส่ปุ๋ยพืชสด

2.3 การปลดปล่อยไนโตรเจน

การปลดปล่อยไนโตรเจนของปุ๋ยพืชสดไม่เหมือนปุ๋ยเคมี คือ ปุ๋ยพืชสดจะต้องผ่านการย่อยสลายโดยกระบวนการ Mineralization ถึงจะได้ไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ซึ่งไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมี 2 รูปคือ NH_4^+ และ NO_3^- (สมศักดิ์, 2541) Bouldin (1987) รายงานว่าการใช้ปุ๋ยพืชสดมีผลต่ออินทรีย์วัตถุของดิน 2 ประการ คือ เป็นแหล่งไนโตรเจนได้อย่างรวดเร็วและเป็นประโยชน์มากต่อพืชแรกปลูกตามในระยะเวลาสั้นๆ ถ้าเป็นพืชที่ย่อยสลายช้าก็จะมีผลต่อการปลดปล่อยไนโตรเจนในปริมาณน้อยต่อพืชแรกปลูก แต่ในระยะยาวจะส่งผลต่อการสะสมปริมาณอินทรีย์วัตถุ

2.4 ผลของปัจจัยบางอย่างที่มีต่อกระบวนการ N - mineralization

ปริมาณ clay ในดิน จากรายงาน Merck และคณะ 1985 ซึ่งได้ศึกษาการเกิดกระบวนการ C - mineralization ของอินทรีย์วัตถุที่ใส่ลงในดินซึ่งมี % clay แตกต่างกัน พบว่าในดินที่มี % clay น้อย การเกิดกระบวนการ C - mineralization เร็วกว่าดินที่มี % clay มาก แต่จากรายงานของ Has sink, 1994 กลับพบว่าในดินทุ่งหญ้าในประเทศเดนมาร์ก ปริมาณ clay ในดินไม่มีผลกระทบต่อ การเกิด C - mineralization แต่มีผลกระทบต่อ N - mineralization โดยทำให้ N - mineralization ลดลง เมื่อปริมาณ clay เพิ่มขึ้น สำหรับรายงานของ Franzluebbers และคณะ 1996 อ้างโดย Franzluebbers, 1999 ดินจากรัฐเท็กซัส ปริมาณ clay ในดินไม่มีผลกระทบต่อ C และ N-mineralization ความแตกต่างของผลกระทบของปริมาณ clay ต่อกระบวนการ C และ N-mineralization ในดินอาจขึ้นอยู่กับชนิดของ clay สำหรับ clay ที่มีประจุที่ผิว clay ในปริมาณมาก เช่น montmorillonite clay สามารถดูดซับประจุบวกใน functional group ของสารอินทรีย์บางชนิด และป้องกันสารอินทรีย์เหล่านั้นไม่ให้ถูกจุลินทรีย์ย่อยสลายได้ง่าย (Creswell และ Warning, 1972 อ้างโดย Franzluebbers, 1999) นอกจากนี้ผลกระทบของเนื้อดินต่อ C และ N-mineralization ยังอาจขึ้นกับคุณภาพของอินทรีย์วัตถุอีกด้วย

pH ของดิน N - mineralization เป็นกระบวนการที่ได้รับผลกระทบจาก pH ถ้าให้ปัจจัยอื่นๆ เท่าเทียมกันหมด ปริมาณของแอมโมเนียมและไนเตรท ในดินที่มี pH เป็นกลางมีมากกว่าดินที่เป็นกรด ความเป็นกรดของดินมีผลทำให้กระบวนการนี้เกิดน้อยลงแต่ไม่ยับยั้งกระบวนการ การใช้ปุ๋ยในดินที่เป็นกรดมีผลทำให้กระบวนการ N-mineralization เกิดได้ดีขึ้น สำหรับกระบวนการ nitrification ซึ่งเป็นกระบวนการออกซิไดซ์สารประกอบ NH_4^+ ให้เป็น NO_2^- และ NO_3^- ปัจจัยที่มี

ความสำคัญอย่างมาก คือ ความเป็นกรดของดิน ในดินที่เป็นกลางปริมาณแบคทีเรียที่ทำให้เกิด nitrification มีมากที่สุด แต่ pH ที่เหมาะสมสำหรับแบคทีเรียขึ้นกับแหล่งกำเนิดของจุลินทรีย์สายพันธุ์ที่มาจากดินที่เป็นกรดจะทนต่อ pH ต่ำได้ดีกว่าสายพันธุ์ที่มีกำเนิดมาจากดินที่เป็นกลางหรือเป็นด่างและมี pH เหมาะสมสำหรับการเกิดปฏิกิริยาประมาณ 6.5 ในขณะที่สายพันธุ์ที่มาจากดินที่เป็นกรดหรือดินที่เป็นด่างมี pH ที่เหมาะสมกับการเกิดปฏิกิริยาประมาณ 7.8 (Alexander, 1967) จากการศึกษาผลของดิน pH และความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนต่อ nitrification สุทธิ (net nitrification) ของดินจากป่าไม้ต่าง ๆ 5 ชนิด Marie และ Pare(1999) ใช้วิธีการบ่มดินในห้องปฏิบัติการเป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่าในดินจาก Jack pine ซึ่งมี pH ต่ำสุด (4.82) และมี exchangeable base ต่ำสุด ($20.04 \text{ mol.kg}^{-1}$) แต่มี C/N ratio กว้างที่สุด (30.9) ไม่สามารถตรวจพบ NO_3^- ในดินได้ ส่วนดินจากจากป่า Aspen และ ป่า Birch ซึ่งมี pH 6.38 และ 5.48 ตามลำดับ มีการสะสม NO_3^- ในดินมากที่สุด ดินจากป่า White spruce และ White cedar ซึ่งมี pH 5.65 และ 5.16 ตามลำดับมีการสะสม NO_3^- ต่ำ การที่ดินจากป่า Jack pine ไม่มีการสะสม NO_3^- เป็นเพราะดินดังกล่าวไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิด nitrification การเพิ่มจุลินทรีย์เหล่านี้ลงไปในดินมีผลให้ nitrification ในดินเกิดขึ้น การเติม NH_4^+ ลงไปในดินไม่มีผลทำให้การเกิด nitrification เพิ่มขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ แต่การเพิ่ม pH ของดินในป่าเหล่านี้ให้สูงกว่า 6.5 ทำให้ nitrification ของดินเพิ่มขึ้นสำหรับดินของป่าไม้ที่มีการเกิด nitrification น้อยหรือไม่มีการเกิดกระบวนการดังกล่าวเลย เพราะมีสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมกับแบคทีเรียพวก autotrophic nitrifier

ความชื้นในดิน เนื่องจากจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดกระบวนการ ammonification มีทั้งจุลินทรีย์พวก aerobic และ anaerobic ดังนั้นการแปรสภาพของสารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจนให้เป็น NH_4^+ -N จึงเกิดได้ดีในดินที่มีความชื้นในระดับปานกลางจนถึงสูง และเกิดน้อยในดินที่มีความชื้นต่ำกว่าระดับ permanent wilting point ระดับความชื้นที่เหมาะสมสำหรับการเกิดกระบวนการ ammonification อยู่ในช่วง 50-75 % ของความชื้นที่ดินสามารถอุ้มไว้ได้สูงสุด และแม้ดินอยู่ในสภาวะน้ำขังกระบวนการ ammonification ก็ไม่ถูกยับยั้ง และยังสามารถเกิดได้อย่างรวดเร็ว ในดินนาที่ใช้ปลูกข้าวราคาซึ่งมีปริมาณออกซิเจนในดินน้อย ในกรณีของกระบวนการ nitrification กลับพบว่าเมื่อดินมีออกซิเจนจำกัด กระบวนการนี้จะมีน้อยลง โดยทั่วไปการเกิด NO_3^- จะเกิดได้ดีในดินที่มีความชื้นประมาณ 1/3 – 1/2 ของความชื้นที่ดินสามารถอุ้มไว้ได้เต็มที่ อย่างไรก็ตามดินต่างชนิดกันจะมีระดับความชื้นที่เหมาะสมแก่การเกิด nitrification แตกต่างกัน (Alexander, 1967)

2.5 ชนิดของปุ๋ยพืชสดที่เหมาะสมสำหรับภาคเหนือ

พืชตระกูลถั่วที่นิยมนำมาใช้เป็นปุ๋ยพืชสดมีหลายชนิดแต่ที่เหมาะสมในไทยและนิยมใช้ในภาคเหนือมีดังนี้ ถั่วพุ่ม (*Canavalia ensiformis*) ให้น้ำหนักสดประมาณ 3 tun.rai⁻¹ ในโตรเจน 10 – 20 kg.rai⁻¹ ถั่วพุ่ม (*Vigna unguiculata Walp.*) ให้น้ำหนักสดประมาณ 1 – 4 tun.rai⁻¹ ให้ธาตุไนโตรเจน 10 – 20 kg.rai⁻¹ ปอเทือง (*Crotalaria juncea L.*) ให้น้ำหนักสด 1.5 – 3 tun.rai⁻¹ ให้ธาตุไนโตรเจน 10 – 20 kg.rai⁻¹ โสนอ์พริกกัน (*Susbania rostrata*) ให้น้ำหนักประมาณ 2 – 4 tun.rai⁻¹ ให้ธาตุไนโตรเจนประมาณ 12 – 20 kg.rai⁻¹ ถั่วมะแสะ (*Cajanus cajan (L.) Millsp.*) เป็นไม้พุ่มขนาดเล็กสามารถเจริญเติบโตข้ามปีได้ เมล็ดนำมาใช้ประกอบอาหารได้ รากของถั่วมะแสะยังลึกมากสามารถหมุนเวียนธาตุอาหารพืชที่อยู่ระดับลึกมาใช้ประโยชน์ได้ ให้น้ำหนักประมาณ 6 tun.rai⁻¹ (คณะกรรมการกำหนดมาตรการและ จัดทำเอกสารอนุรักษ์ดินและน้ำ และการจัดการดิน, 2540; พงศ์ปิยะ, 2547)

2.6 การวิเคราะห์ไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียม และไนเตรตในวิธีการสกัดดิน ด้วยวิธี Colorimetric

การหาปริมาณ NH₄⁺ -N ด้วยวิธี indophenol blue หรือ ปฏิกริยา Berthelot

หลักการ : ภายใต้อสภาพที่ pH สูง และมี oxidizing agent เช่น hypochlorite NH₄⁺ -N จะเกิดปฏิกริยากับ phenol และ เกิดสารประกอบเชิงซ้อนซึ่งมีสีน้ำเงิน ปฏิกริยาดังกล่าวเสถียรกว่า ปฏิกริยา Indophenol blue การใช้ Sodium nitropruesside เป็น catalyze ในปฏิกริยานี้มีผลทำให้ ความ sensitive ของปฏิกริยาเพิ่มขึ้น 10 เท่า การมี cation ที่มีประจุ + 2 และ +3 อยู่ในน้ำยาสกัดดินมี ผลรบกวน (interfere) ปฏิกริยา Indophenol blue โดย cation ดังกล่าวเกิดการตกตะกอนและเกิดสารละลายมีฤทธิ์เป็นด่าง ซึ่งทำให้สารละลายขุ่น แต่สามารถป้องกันการรบกวนของ cation เหล่านี้ได้ โดยการเติม EDTA ลงในระบบก่อนการปรับ pH ของสารละลายซึ่ง cation เหล่านี้จะเกิดปฏิกริยาเชิงซ้อนกับ EDTA ความเข้มของสีน้ำเงินจะถึงจุดสูงสุดภายใน 2 ชั่วโมง ภายหลังจากเกิดปฏิกริยา และคงที่เป็นเวลาอย่างน้อย 10 ชั่วโมง (Keeney และ Nelson, 1982; Houba และคณะ 1988)

การหาปริมาณ $\text{NO}_3^- - \text{N}$ ด้วยวิธี salicylate method

หลักการ : salicylate ion สามารถเกิดปฏิกิริยากับ nitronium ion (NO_2^+) และเกิดสารประกอบพวก quinoid ซึ่งภายใต้สภาวะที่สารละลายมีฤทธิ์เป็นด่างจะมีสีเหลือง ความเข้มของสีเหลืองที่เกิดขึ้นเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มข้นของ $\text{NO}_3^- - \text{N}$ ในตัวอย่าง (Vollhandt, 1987., Olah และคณะ 1989 อ้างโดย Yans, และคณะ 1998)

$\text{NO}_3^- - \text{N}$ ในตัวอย่างสามารถเปลี่ยนรูปเป็น nitronium ได้เมื่อเติม H_2SO_4 เข้มข้น และใช้ความร้อนดังปฏิกิริยาต่อไปนี้



การใช้ KCl 2 M เป็นน้ำยาสกัดดิน ไม่เหมาะสมที่จะใช้กับการวิเคราะห์ $\text{NO}_3^- - \text{N}$ ด้วยวิธีนี้ เพราะ Chloride ที่มีความเข้มข้นสูงสามารถเปลี่ยนรูปเป็น nitrosylchloride ซึ่งรบกวนปฏิกิริยาการเกิดสีของ $\text{NO}_3^- - \text{N}$ (Sidowski, 1969 อ้างโดย Yanst และคณะ 1998) แต่ถ้าใช้ KCl 1 M หรือ 0.2 % $\text{Ca}(\text{OH})_2$ เป็นน้ำยาสกัดดินพบว่าการเกิดสีของ $\text{NO}_3^- - \text{N}$ เกิดได้เป็นปกติ

วิธีการวิเคราะห์ $\text{NO}_3^- - \text{N}$ วิธีนี้ มีความสัมพันธ์ (correlate) กับการวิเคราะห์ $\text{NO}_3^- - \text{N}$ ด้วยวิธี automated Cd reduction method และใช้ปริมาณตัวอย่างที่มีความเข้มข้นของ $\text{NO}_3^- - \text{N}$ ตั้งแต่ $0-4 \text{ mg.L}^{-1}$ เพียง 1 ml ในการทดลองในการวิเคราะห์ $\text{NO}_3^- - \text{N}$ ซึ่งมีปริมาณของสารละลายทั้งหมดที่ทำให้เกิดสี 11 ml ปริมาณต่ำสุดของ $\text{NO}_3^- - \text{N}$ ที่วัดได้คือ $0.1 \mu\text{g}$ ความเข้มข้นที่วัดได้มีความสัมพันธ์กับค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายแบบเป็นเส้นตรงในช่วงความเข้มข้นตั้งแต่ $0-4 \mu\text{g}$ (Yans และคณะ 1998)