# บทที่ 2
# การตรวจเอกสาร

## 2.1 ลักษณะบางประการของพืชตระกูลถั่วปรับปรุงดิน

พืชตระกูลถั่วมีลักษณะพิเศษแตกต่างจากพืชชนิดอื่น คือสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ โดยอาศัยแบคทีเรียที่อยู่ในดินสกุลไรโซเบียม (Rhizobium) ปริมาณการตรึงไนโตรเจนโดยพืชตระกูลถั่วมีความผันแปรแตกต่างกันมาก ทั้งนี้เนื่องจากการตรึงไนโตรเจนขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยได้แก่ ชนิดและพันธุ์ของถั่ว ความเหมาะสมของเชื้อไรโซเบียมที่จะเข้าได้กับถั่วชนิดนั้นๆ ปัจจัยสิ่งแวดล้อมเช่นความชื้น ความเป็นกรด-ด่างของดิน ปริมาณไนโตรเจนที่มีอยู่ในดิน (สมพร, 2542) กรมพัฒนาที่ดิน (ไม่ระบุปีที่พิมพ์) รายงานว่าพืชตระกูลถั่วที่นิยมใช้เป็นพืชปรับปรุงบำรุงดินนอกจากมีคุณสมบัติในการตรึงไนโตรเจนได้แล้วยังเป็นพืชที่ต้องปลูกได้ง่าย โตเร็วลำต้นมีใบเป็นจำนวนมาก เมล็ดพันธุ์หาได้ง่ายและราคาถูก พืชตระกูลถั่วมี C/N ratio ที่ต่ำ จึงย่อยสลายได้ง่ายเมื่อสับกลบลงไปในดิน ตัวอย่างพืชตระกูลถั่วที่ใช้เป็นปุ๋ยพืชสดที่เปลี่ยนเป็นปุ๋ยพืชได้เร็วได้แก่ โสนอัฟริกัน (*Sesbania rostrata*) เป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดในทวีปอัฟริกา มีปมที่รากและลำต้น เป็นพืชที่ตอบสนองต่อช่วงแสง ปรับตัวได้ดีกับทุกสภาพดิน ปอเทือง (*Crotalaria juncea*) เป็นพืชดั้งเดิมในเขตร้อนส่วนใหญ่พบในทวีปอเมริกา ลำต้นสูงประมาณ 6-8 ฟุต ดอกสีเหลือง ออกดอกเมื่ออายุได้ 50 วัน เจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศทั่วไป ทนแล้งและสภาพพื้นที่ดอนการระบายน้ำดี ถั่วพร้า (*Canavalia ensiformis*) มีลักษณะเป็นพุ่ม ลำต้นสูง 2-4 ฟุต มีรากลึก ดอกสีชมพู อายุออกดอก 65 วัน เป็นพืชที่มีระบบรากลึก ทนแล้ง เจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ดอนการระบายน้ำดี นอกจากพืชตระกูลถั่วที่ใช้เป็นปุ๋ยพืชสดโดยตรงแล้วยังมีกลุ่มพืชตระกูลถั่วที่ใช้ไถกลบลงดินหลังจากเก็บเกี่ยวฝักและเมล็ดเป็นอาหารของมนุษย์และสัตว์ ได้แก่ ถั่วเขียวผิวมัน (*Vigna radiata*) เป็นพืชที่ทนแล้งได้ดีไม่ไวต่อช่วงแสง ออกดอกเมื่ออายุ 34 วัน ลำต้นสูงประมาณ 2-3 ฟุต เจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศทั่วไป และในสภาพดินร่วนปนทรายถึงดินเหนียว ถั่วดำพื้นเมือง (*Vigna unguiculata*) ลำต้นเป็นเถาเลื้อย ยาวประมาณ 1.5-3 เมตร ไวต่อช่วงแสง มีดอกสีเหลืองหรือเขียวอมเหลือง เจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศร้อน กึ่งแห้งแล้งและในสภาพดินร่วนถึงดินเหนียว ถั่วนิ้วนางแดง (*Vigna umbellata*) ลำต้นเป็นเถาเลื้อย ยาวประมาณ 1.5-3 เมตร มีดอกสีเหลือง เจริญเติบโตได้ดีในสภาพ

อากาศร้อนจัด ไวต่อช่วงแสงออกดอกตั้งแต่เดือนตุลาคมเป็นต้นไป และขึ้นได้ดีในดินร่วนปนทรายถึงดินเหนียว (ประชาและปรัชญา, 2535., คณาจารย์ภาควิชาพืชไร่นา, 2542)

**2.2 การตรึงไนโตรเจนของพืชตระกูลถั่ว**

Brady and Well (2002) ได้รวบรวมระดับการตรึงไนโตรเจนของพืชตระกูลถั่วในสภาพไร่นา และสภาพป่า ดังนี้ ถั่วเหลือง 50 - 150 $kgNha^{-1}y^{-1}$ ถั่วลิสง 40 - 80 $kgNha^{-1}y^{-1}$ ถั่วมะแฮะ 150 - 280 $kgNha^{-1}y^{-1}$ กระถิน 100 - 500 $kgNha^{-1}y^{-1}$ ถั่วอัลฟัลฟา 150 - 250 $kgNha^{-1}y^{-1}$ ถั่ว cowpea 50 - 100 $kgNha^{-1}y^{-1}$ วีณา (2536) รายงานว่าการใช้ถั่วเขียวและถั่วเหลืองในระบบการปลูกพืชพบว่าถั่วเขียวตรึงไนโตรเจนได้ 102 $kgNha^{-1}$ ถั่วเหลืองตรึงไนโตรเจนได้ 47 $kgNha^{-1}$ Patal *et al.* (1996) พบว่าในสภาพน้ำขังโสนอัฟริกัน (*S. rostrata*) และโสนจีนแดง (*S. cannabina*) สามารถตรึงไนโตรเจนได้ 307 $kgNha^{-1}$ และ 209 $kgNha^{-1}$ ตามลำดับ Dakora and Keya (1997) พบว่าการตรึงไนโตรเจนของพืชตระกูลถั่วบางชนิดที่ปลูกในอัฟริกามี ดังนี้คือ ถั่วเหลือง 15 - 125 $kgNha^{-1}y^{-1}$ ถั่ว cowpea 24 - 201 $kgNha^{-1}y^{-1}$ ถั่วลิสง 32 - 134 $kgNha^{-1}y^{-1}$ ถั่วหรั่ง (bambara groundnut) 40 - 62 $kgNha^{-1}y^{-1}$ กระถิน (leucaena) 110 - 548 $kgNha^{-1}y^{-1}$ โสนอัฟริกัน 505 - 581 $kgNha^{-1}y^{-1}$ การปลูกโสนไต้หวันแล้วตัดปกคลุมพื้นที่ดินเพื่อปลูกธัญพืชในพื้นที่ 1 เฮกตาร์สามารถเพิ่มธาตุอาหารพืช 448 KgN, 31.1 kgP, 125 kgK, 114 kgCa และ 27.3 kgMg และ Giller and Wilson (1991) รายงานว่า การประเมินการตรึงไนโตรเจนของพืชตระกูลถั่วในหนึ่งฤดู อยู่ในช่วง 23 - 250 $kgNha^{-1}$โดยมีค่าเฉลี่ย 110 $kgNha^{-1}$ ในระยะการเจริญเติบโตที่อายุ 100 - 150 วัน

**2.3 การสะสมน้ำหนักแห้งของพืชตระกูลถั่วปรับปรุงดิน**

มวลชีวภาพของโสนจะขึ้นอยู่กับชนิดของโสนและการจัดการได้แก่การกำหนดช่วงเวลาปลูก การเตรียมดิน อายุการสับกลบ และการจัดการธาตุอาหาร การศึกษาในดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าโสนอัฟริกันให้มวลชีวภาพสูงกว่าโสนคางคก โสนจีนแดง และโสนอินเดีย มวลชีวภาพของโสนอัฟริกันมีความผันแปรมาก ระหว่าง 3 - 38 ตัน/เฮกตาร์ ซึ่งขึ้นอยู่กับอายุ ปริมาณการกระจายตัวของฝน และการจัดการ (สมศรี, 2539., จำลอง, 2542 และ Venture *et al.*, 1987 (อ้างตามพฤกษ์, 2542)) การทดลองคัดเลือกพันธุ์พืชที่ใช้เป็นปุ๋ยพืชสด ในสถานี Agricultural

Department Regional Research ใน Gilandulukotte พบว่า โสนอัฟริกันให้มวลชีวภาพ และปริมาณสะสมไนโตรเจนได้ดีกว่า *S. sesban, S. aculeata,* ต้นโสนอัฟริกันอายุ 45 วันหลังงอกความหนาแน่น 60 ต้น/ตารางเมตร ให้น้ำหนักสดของมวลชีวภาพ 4 ตัน และให้ไนโตรเจน 100 กก.N/เฮกตาร์ (Mulleriyawa and Wettasinha, 1997) พืชตระกูลถั่วเขตร้อนที่มีศักยภาพในการใช้เป็นพืชปุ๋ยสดที่ระยะออกดอก พบว่าปอเทืองให้น้ำหนักสด 15 - 31 ตัน/เฮกตาร์ ถั่วพร้า 12 - 29 ตัน/เฮกตาร์ ถั่ว cow pea เมล็ดดำ 7 - 25 ตัน/เฮกตาร์ ถั่วเขียว 4 - 25 ตัน/เฮกตาร์ โสนอัฟริกัน 3 - 17 ตัน/เฮกตาร์และถั่วนิ้วนางแดง 2 - 19 ตัน/เฮกตาร์ (ประชาและปรัชญา, 2535., Phetchawee and Chaitep, 1995) Wortmann *et al.* (2000) พบว่าถั่วพร้าให้การสะสมน้ำหนักแห้งมากที่สุดคือ 8 - 12 ตัน/เฮกตาร์ ถั่วขอ (Mucuna) 4 - 9 ตัน/เฮกตาร์ ปอเทือง 5 - 7 ตัน/เฮกตาร์ ถั่วแปป 5 ตัน/เฮกตาร์ และถั่วเหลืองสะสมน้ำหนักแห้งน้อยที่สุด คือ 1 ตัน/เฮกตาร์

**2.4 ประโยชน์ของอินทรียวัตถุในดิน**

การผุพังสลายตัวของเศษซากพืชและซากสัตว์โดยการย่อยสลายของจุลินทรีย์ดินและสิ่งมีชีวิตในดินรวมกันเรียกว่าอินทรียวัตถุ เมื่ออินทรียวัตถุถูกย่อยสลายจนอยู่ในสภาพค่อนข้างเสถียรและมีโครงสร้างที่ซับซ้อน มีสีดำหรือสีน้ำตาลเข้ม เรียกว่า ฮิวมัส ซึ่งจะมีปริมาณของคาร์บอนสูงและมีออกซิเจนต่ำกว่าซากพืชหรือซากสัตว์ โดยมี คาร์บอน ประมาณ 50 - 55 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจน 4 - 5 เปอร์เซ็นต์และซัลเฟอร์ 1 เปอร์เซ็นต์ (Paul and Clark, 1996) Hsieh and Hsieh (1990) พบว่าอินทรียวัตถุมีบทบาทสำคัญในการปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของดินให้ดีขึ้น ได้แก่ การเกาะยึดตัวของอนุภาคดิน ช่วยให้การซึมผ่านของน้ำและอากาศในดินเหนียวดีขึ้น ดินมีการอุ้มน้ำและมีการเกาะยึดกันของดินทรายได้ดีขึ้น ส่งผลให้มีการดูดยึดธาตุอาหารไว้ได้ ส่วนคุณสมบัติทางเคมีนั้นมีผลทั้งทางตรงและทางอ้อม ธาตุอาหารที่เป็นส่วนประกอบของอินทรีวัตถุเมื่อถูกย่อยสลายก็จะปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซี่ยม และกำมะถัน และธาตุอาหารอีกหลายอย่าง และมีผลโดยอ้อมคืออินทรียวัตถุช่วยเพิ่ม CEC ให้กับดิน โดยเฉพาะดินทราย อินทรียวัตถุเป็นส่วนสำคัญในการให้มีการแลกเปลี่ยนอิออน และเป็นบัฟเฟอร์ มากกว่าที่จะเป็นแหล่งธาตุอาหารที่ได้จากการย่อยสลาย (Willett, 1994; Syers and Craswell, 1995; Naragajah, 1988) ทั้งนี้เนื่องจากสารประกอบฮิวมัสมีค่า CEC 150 - 300 meq/100g

ในขณะที่ดินเหนียวมี CEC อยู่เพียง 3 - 150 meq/100g และฮิวมัสมีส่วนกำหนดค่า CEC ของดิน ประมาณ 30 - 60 เปอร์เซ็นต์ (Alison, 1973)

**2.5 การย่อยสลายของอินทรียวัตถุ**

เมื่อมีการไถกลบซากพืชลงในดิน ขบวนการย่อยสลายจะถูกกระทำโดยจุลินทรีย์ดินและสิ่งมีชีวิตอื่นๆในดิน โดยจุลินทรีย์ดินจะใช้คาร์บอนเป็นแหล่งพลังงานและสร้างเซลล์ การย่อยสลายของจุลินทรีย์ดินจะปลดปล่อย $CO_2$ ออกมามากมาย ซึ่งสามารถใช้ในการประเมินศักยภาพของจุลินทรีย์ดินในการย่อยสลายอินทรียวัตถุได้ (Blair *et al.*, 1995) อัตราการย่อยสลายของอินทรียวัตถุจะเร็วหรือช้านั้นขึ้นกับปัจจัยด้าน คุณภาพซากของพืช และปัจจัยสิ่งแวดล้อมในดิน (Syers and Craswell, 1994) โดยคุณภาพของซากพืชใช้เกณฑ์ในการชี้วัด 3 ประการด้วยกัน ประการแรกคือ จำนวนเยื่อใยหรือเนื้อไม้ ประการที่สองได้แก่ส่วนประกอบของความเข้มข้นของคาร์บอน (carbon content) และประการสุดท้ายคือ ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชเช่น ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส (Rose, 1989 อ้างโดย Blair *et al.*, 1995) ส่วนประกอบของซากพืช (dry matter) ประกอบด้วย Cellulose 45 % Hemicellulose 18 % Lignin 20 % protein 8 % Sugars and starches 5 % Fats and waxes 2 % Polyphenols 2 % (Brady and Well, 2002) โปรตีนที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนจะถูกย่อยสลายก่อนเป็นส่วนที่อยู่ในใบหรือยอดอ่อน ถัดมาจะเป็นส่วนที่มีโครงสร้างที่ซับซ้อนน้อย ยิ่งมีโครงสร้างซับซ้อนมากเช่นลิกนินและแทนนินจะทนต่อการย่อยสลายมาก ลิกนินจะปรากฏในส่วนของเนื้อไม้ และมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามอายุพืช Polyphenols เช่น แทนนินจะพบในส่วนประกอบของใบและเปลือกของต้นพืชเช่นเปลือกสีน้ำตาลของต้นชา สัดส่วนของ C/N ratio ก็มีผลต่อการย่อยสลายของซากพืชคือถ้าซากพืชมี C/N ratio ที่กว้างก็จะย่อยสลายช้าถ้าดินมีไนโตรเจนไม่เพียงพอ ซึ่งก็จะทำให้ดินขาดไนโตรเจนในระเวลาหนึ่ง (Nitate depression period) ในขบวนการที่เรียกว่า Immobilization แต่ถ้าพืชมี C/N ratio ที่แคบจะไม่เกิดปรากฏการณ์นี้ สำหรับปัจจัยสภาพแวดล้อมในดินนั้นจะเกี่ยวข้องกับกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินว่าจะส่งเสริมหรือยับยั้งการย่อยสลายเช่น จุลินทรีย์ ดินจะทำงานได้ดีจะต้องมี pH ดินค่อนข้างเป็นกลาง ความชื้นดินจะต้องมีอย่างพอเพียง (60 % WHC) และอุณหภูมิที่เหมาะสม 25 - 35 องศาเซลเซียส (Brady and Well, 2002; Paul and Clark, 1996) ในภาคเหนือของประเทศไทย การทำเกษตรบนพื้นที่ดอนมักจะมีการเผาทำลายเศษซากพืช ซึ่งเป็นการเร่งทำให้อินทรียวัตถุของดินลดลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้นควรที่จะมีการรักษาระดับอินทรีย

วัตถุของดินให้อยู่ในระดับที่พอเพียง จึงจำเป็นที่ต้องมีมาตรการในการจัดการดินบนพื้นที่ดอน อันได้แก่ การใช้พืชตระกูลถั่วปลูกหมุนเวียน การใช้พืชตระกูลถั่วปลูกเหลี่ยมกับธัญพืช การใช้เศษซากพืชปกคลุมดิน ตลอดจนการลดการไถพรวนดินในการปลูกพืชครั้งที่สองที่ใช้ปลูกเหลี่ยมกับพืชหลัก สำหรับปริมาณเศษซากพืชที่ใช้ 10 ตัน/เฮกตาร์/ปี จะทำให้ระดับของอินทรียวัตถุมีอย่างเพียงพอ และความอุดมสมบูรณ์ของดินมีแนวโน้มค่อนข้างเสถียร (Boonchee and Anecksamphant, 1993)

**2.6 การปลดปล่อยไนโตรเจน**

การปลดปล่อยไนโตรเจนของปุ๋ยพืชสดไม่เหมือนปุ๋ยเคมีคือ ปุ๋ยพืชสดจะต้องผ่านการย่อยสลายโดยขบวนการ mineralization ถึงจะได้ไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ซึ่งไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมี 2 รูป คือ $NH_4^+$ และ $NO_3^-$ (สมศักดิ์, 2541) Bouldin (1987) รายงานว่าการใช้ปุ๋ยพืชสดมีผลต่ออินทรียวัตถุของดิน 2 ประการคือ เป็นแหล่งไนโตรเจนของพืชและการสะสมอินทรียวัตถุแก่ดิน ปุ๋ยพืชสดที่ย่อสลายเร็วจะปลดปล่อยไนโตรเจนได้อย่างรวดเร็วและเป็นประโยชน์มากต่อพืชแรกที่ปลูกตาม ในระยะเวลาสั้นๆ ถ้าเป็นพืชที่ย่อยสลายช้าก็จะมีผลต่อการปลดปล่อยไนโตรเจนในปริมาณน้อยต่อพืชแรกที่ปลูก แต่ในระยะยาวจะส่งผลต่อการสะสมปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นและเป็นแหล่งไนโตรเจนของพืชที่จะปลูกในครั้งที่สอง ปริมาณอินทรียวัตถุที่ไถกลบด้วยโสนอัฟริกันจะลดลงอย่างรวดเร็วใน 10 วันแรก หลังจากนั้นอัตราการย่อยสลายจะช้าลง ใน 10 วันแรก ที่ย่อยสลายกว่าร้อยละ 50 เป็นส่วนของใบและอีก 30 เปอร์เซ็นต์เป็นส่วนของลำต้นและราก สัดส่วนที่เป็นเนื้อไม้ของลำต้นจะย่อยสลายช้าและคงอยู่ในดินมากกว่าหนึ่งปีหลังจากไถกลบ (Ventura and Watanabe, 1993) Nagarajah (1987) รายงานว่าการปลดปล่อยไนโตรเจนของปุ๋ยพืชสดขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ชนิดของดิน ระยะเวลาของการท่วมขังของน้ำ อุณหภูมิดิน คุณภาพและปริมาณของพืชปุ๋ยสด ปริมาณไนโตรเจนในดิน และการประยุกต์ใช้และการจัดการน้ำหลังการไถกลบ และจากการศึกษาในเรือนกระจก ด้วยดินที่มีน้ำขัง 5 ชนิด พบว่าการปลดปล่อยไนโตรเจนของโสนอัฟริกันผันแปรในระหว่าง 44 และ 81 เปอร์เซ็นต์ (Naragajah, 1989) ระดับสูงสุดของการแลกเปลี่ยน $NH_4^+$ -N ครอบคลุมประมาณ 10 - 15 วันหลังจากการสับกลบพืชปุ๋ยสด (Becker *et al.*, 1991, Naragajah, 1987) พฤกษ์และคณะ (2542) ได้ศึกษาการใช้พืชบำรุงดินในระบบการผลิตข้าวของศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ติดต่อกัน 6

ปี ยืนยันว่าโสนอัฟริกันหว่านก่อนปลูกข้าว 65 วัน สามารถเพิ่มผลผลิตมากขึ้นกว่าเดิมประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งก็สอดคล้องกับงานทดลองของกรมพัฒนาที่ดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้ยืนยันประสิทธิภาพของโสนอัฟริกัน ในการเพิ่มผลผลิตข้าวนาปี (Arunin *et al.*, 1994) กรมพัฒนาที่ดิน (2541) รายงานว่าการไถกลบโสนอัฟริกัน ปอเทือง และถั่วพุ่มในชุดดินปากช่อง (Pc) หลังจากการย่อยสลายเป็นเวลา 15 วัน ระดับไนโตรเจนเพิ่มขึ้นเฉลี่ย จาก 0.12 เป็น 0.18 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซี่ยม ในดินเพิ่มขึ้นเฉลี่ยจาก 106 และ 148 เป็น 139 และ 174 ppm ตามลำดับ และไถกลบปอเทืองร่วมกับปุ๋ยเคมี (16-16-8) อัตรา 30 กก./ไร่ ในชุดดินวาริน (Wn) ให้ผลผลิตข้าวโพดหวานสูงสุด มากกว่าแปลงเปรียบเทียบกับการไม่ปลูกพืชปุ๋ยสด Wortmann *et al.* (2000) รายงานว่าหลังจากการไถกลบพืชตระกูลถั่วชนิดต่างๆ พบว่า ถั่วพร้าปลดปล่อยไนเตรตให้แก่ดินมากที่สุดและให้ไนโตรเจนแก่ข้าวโพดที่ปลูกตาม ส่งผลให้ข้าวโพดมีผลผลิตสูงสุดแตกต่างจากถั่วชนิดอื่นๆ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University