บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลอง แสดงให้เห็นว่าถั่วเขียวพันธุ์กำแพงแสน 1 ที่ปลูกเพื่อใช้เป็นปุ๋ยพืชสดในนาข้าว มีการสะสมน้ำหนักแห้งรวมได้ 1,182 กก./เฮกตาร์ ที่ระยะออกดอก หรือ 5,063 กก./เฮกตาร์ ที่ระยะเก็บเกี่ยว และน้ำหนักแห้งในจำนวนนี้ เป็นส่วนของผลผลิตในรูปของเมล็ดและเปลือกฝัก 1,304 และ 731 กก./เฮกตาร์ ตามลำดับ ซึ่งน้ำหนักแห้งเหล่านี้ได้ถูกไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสดในนาข้าวต่อไป และผลจากการวัดปริมาณไนโตรเจนในถั่วเขียว พบว่า ที่ระยะออกดอกมีปริมาณไนโตรเจนสะสมอยู่ทั้งหมด 49.7 กก./เฮกตาร์ โดยได้จากการตรึง 27.0 กก./เฮกตาร์ หรือ ที่ระยะเก็บเกี่ยว 113.1 กก./เฮกตาร์ เป็นการตรึง 84.2 กก./เฮกตาร์ แต่ถ้ามีการเก็บเกี่ยวผลผลิตออกไป จะมีไนโตรเจนจำนวนหนึ่งติดออกไปกับผลผลิต และเหลือไนโตรเจนติดอยู่กับซากถั่วเขียวอีก 55.4 กก./เฮกตาร์ จากน้ำหนักแห้งดังกล่าวเมื่อนำมาวิเคราะห์และคำนวณหาค่า C/N เรโช พบว่า ที่ระยะออกดอกมีค่าแคบสุดถึง 15.2 : 1 และเพิ่มขึ้นเป็น 18.4 : 1 ที่ระยะเก็บเกี่ยวเมื่อไม่มีการเก็บผลผลิตออกไป แต่ถ้าไม่รวมผลผลิต ปรากฏว่าจะมีค่าเรโชระหว่างธาตุทั้งสองสูงสุด คือ 22.5 : 1 ทั้งนี้เพราะธาตุไนโตรเจนที่สะสมอยู่ในส่วนต่างๆ ของต้นถั่วเขียว จะถูกถ่ายเทไปสะสมอยู่ในเมล็ดก่อนถูกเก็บเกี่ยวออกไป แต่สำหรับวัชพืชในพื้นที่ปล่อยว่างได้น้ำหนักแห้งเพียง 739 กก./เฮกตาร์ ปริมาณไนโตรเจน 9.8 กก./เฮกตาร์ และ C/N เรโช กว้างมากที่สุด 30.6 : 1 เนื่องจากวัชพืชส่วนใหญ่เป็นชนิดตระกูลหญ้า จึงไม่สามารถตรึงไนโตรเจนจากบรรยากาศมาใช้ได้ (ตารางที่ 1 และ 2)

การประเมินการเจริญเติบโตของข้าวจาปอนิก้าพันธุ์ ก.วก. 1 พบว่า การไถกลบถั่วเขียวเพื่อใช้เป็นปุ๋ยพืชสดในสภาพดินน้ำขัง ทำให้ต้นข้าวมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าการไถกลบสภาพดินแห้ง และกรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ทั้งในด้านการสะสมน้ำหนักแห้งและปริมาณไนโตรเจน รวมทั้งความเข้มข้นของไนโตรเจนในต้นข้าวก็มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งการสะสมน้ำหนักแห้งจำนวนนี้ เกิดจากการที่ข้าวมีการแตกกอเพิ่มมากขึ้น และมีอิทธิพลเหนือกว่าการเพิ่มความสูงต้นข้าว วิธีการไถกลบปุ๋ยพืชสดในสภาพดินน้ำขัง ยังสามารถทำให้ข้าวมีการเจริญเติบโตได้ใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในข้าว อัตรา 40 กก.N/เฮกตาร์ ทั้งนี้เพราะว่าหลังการไถกลบปุ๋ยพืชสดลงไปในดิน จะมีกระบวนการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุจากกิจกรรมของจุลินทรีย์เกิดขึ้น โดยในระหว่างกิจกรรมนี้ ธาตุไนโตรเจนจะถูกปลดปล่อยออกมา ซึ่งการไถกลบปุ๋ยพืชสดใน

สภาพดินแห้งจะได้ไนโตรเจนส่วนใหญ่อยู่ในรูปของไนเตรท และเมื่อมีการไขน้ำเข้าท่วมแปลงเพื่อทำเทือก ไนเตรทจะสูญเสียไปอย่างรวดเร็วในรูปของก๊าซ N_2O และ N_2 รวมทั้งถูกชะล้างไปกับน้ำ ส่วนการไถกลบปุ๋ยพืชสดในสภาพดินน้ำขังนั้น ไนโตรเจนที่ได้ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของแอมโมเนียม ซึ่งจะถูกพืชดูดไปใช้ หรือสะสมไว้ในดินต่อไป (Buresh and De Datta, 1991 และ Singh *et al.*, 1991) จากการทดลองครั้งนี้พบว่า การไถกลบปุ๋ยพืชสดในสภาพดินแห้ง แล้วมีน้ำขังภายหลัง ทำให้สูญเสียปริมาณไนโตรเจนออกไปมีมากถึง 20.1 - 78.2 กก.N/เฮกตาร์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะการไถกลบปุ๋ยพืชสด เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณไนโตรเจนในต้นถั่วเขียวที่ได้รับเพิ่มเติมจากการตรึง 27.0 - 84.2 กก.N/เฮกตาร์ หรือคิดเป็นร้อยละ 75 - 94 ในขณะที่การไถกลบสภาพดินน้ำขังมีการสูญเสียเกิดขึ้นเพียง 1.4 - 49.9 กก.N/เฮกตาร์ (ตารางที่ 12) ซึ่งจากการศึกษาของ George *et al.* (1992) ก็ได้ผลทำนองเดียวกัน โดยได้รายงานว่า หลังการไถกลบถั่วเขียวในสภาพดินแห้งร้อยละ 80 ของไนเตรทในดินเกิดการสูญหายออกไปหลังจากมีการขังน้ำ 1 - 2 สัปดาห์ นอกจากปัจจัยชนิดกิจกรรมของจุลินทรีย์ในสภาพดินน้ำขัง ที่ทำให้ข้าวได้รับประโยชน์จากการปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนในระหว่างกระบวนการย่อยสลายถั่วเขียวได้ดีแล้ว ยังขึ้นอยู่กับปริมาณไนโตรเจนและน้ำหนักแห้งที่สะสมอยู่ในต้นถั่วเขียว ซึ่งปัจจัยทั้งสองนี้ขึ้นอยู่กับระยะการไถกลบปุ๋ยพืชสดและการเคลื่อนย้ายส่วนต่างๆ ออกไปจากแปลง จากผลการทดลองพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตข้าวกับปริมาณไนโตรเจนในถั่วเขียว ที่ถูกไถกลบลงไปในดินเป็นไปในทางเดียวกัน ในขณะที่ผลผลิตข้าวกับน้ำหนักแห้งของถั่วเขียว มีความสัมพันธ์กันในทางตรงกันข้าม (จากการคำนวณ $Y = 1{,}892 + 37.7\ X_1 - 0.6\ X_2$ กก./เฮกตาร์, $R^2 = 0.67^{**}$ X_1 เป็นปริมาณไนโตรเจน และ X_2 เป็นน้ำหนักแห้งถั่วเขียว ตารางที่ 13) การผันแปรของปริมาณไนโตรเจนกับน้ำหนักแห้งของถั่วเขียวนั้น เกิดขึ้นได้ตามสัดส่วนของธาตุคาร์บอนกับธาตุไนโตรเจน ปุ๋ยพืชสดที่มี C/N เรโช แคบ สามารถที่จะปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนได้เร็วและปริมาณมาก เพราะสารอินทรีย์ที่มี C/N เรโช แคบ จะถูกย่อยสลายได้ง่าย จากผลทดลองพบว่า การไถกลบถั่วเขียวที่ระยะออกดอกในสภาพดินน้ำขัง ซึ่งมีน้ำหนักแห้งและปริมาณไนโตรเจนที่ถูกไถกลบลงไปเพียง 1,182 กก./เฮกตาร์ และ 49.7 กก.N/เฮกตาร์ ตามลำดับ แต่สามารถทำให้ข้าวมีการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิตได้เหนือกว่าวิธีการไถกลบถั่วเขียวที่ระยะเก็บเกี่ยวเก็บผลผลิต ซึ่งมีน้ำหนักแห้งมากถึง 3,028 กก./เฮกตาร์ และปริมาณไนโตรเจน 55.4 กก.N/เฮกตาร์ ทั้งนี้เพราะว่าถั่วเขียวที่ระยะออกดอกมี C/N เรโช 15.2 : 1 ซึ่งแคบกว่าซากถั่วเขียวที่เหลือจากการเก็บผลผลิตออกไปมีเรโชของธาตุทั้งสองเป็น 22.5 : 1 และจากการศึกษาทดลองในเรื่องนี้ในแหนแดงสดเปรียบเทียบกับแหนแดงแห้ง ก็ได้ผลทำนองเดียวกัน (Ito and Watanabe, 1985) กล่าวคือ แหนแดงสดที่มี C/N เรโชแคบ จะมีการปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียมเป็น 2 เท่า ของการใช้แหนแดงแห้ง และเช่นเดียวกับ Nagarajah

(1988) ได้รายงานว่า การไถกลบพืชตระกูลถั่วชนิดต่างๆ เป็นปุ๋ยพืชสดในปริมาณไนโตรเจนสะสมอยู่เท่ากัน 116 กก.N/เฮกตาร์ แต่ C/N เรโช ต่างกัน ถั่วเหลืองซึ่งมีค่า C/N เรโช กว้างกว่าโสนอาฟริกัน ถั่วพุ่ม ถั่วมะแฮะ ถั่วเขียว และถั่วลิสง ตามลำดับ มีการปลดปล่อยไนโตรเจนได้ต่ำสุด ซึ่งนอกจากการที่ข้าวสามารถใช้ปุ๋ยพืชสดเป็นแหล่งอาหารธาตุไนโตรเจน ทำให้ข้าวมีการเจริญเติบโตได้ดีขึ้นแล้ว การไถกลบปุ๋ยพืชสดยังทำให้สิ่งแวดล้อมอื่นๆ เปลี่ยนแปลงไป และยังสนับสนุนให้ข้าวมีการเจริญเติบโตได้ดีขึ้นด้วย ซึ่งจากการทดลองครั้งนี้พบว่า pH ของดินก่อนการไถกลบปุ๋ยพืชสดมีค่าเพิ่มขึ้น 0.2 หน่วย จากดินก่อนการทดลอง ทั้งนี้เป็นเพราะว่าในระยะนี้เริ่มเข้าฤดูฝน มีฝนตกลงมาทำให้ดินมีความชื้นมากขึ้นและมีน้ำขังเป็นบางวัน ทำให้ก๊าซออกซิเจนในดินลดน้อยลง ประกอบกับกิจกรรมการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุของจุลินทรีย์ในดิน ยังมีความต้องการออกซิเจน จึงทำให้เกิดการรีดักชั่น (reduction) ของธาตุต่างๆ ในดิน โดยเฉพาะธาตุเหล็กที่มีอยู่ในดินจำนวนมาก ส่งผลต่อเนื่องทำให้ค่า redox potential (Eh) ลดลง และยกระดับ pH ของดินให้สูงขึ้น (Ponnamperuma, 1972) และหลังการทดลอง pH ของดินที่มีการไถกลบปุ๋ยพืชสดลงไปในดิน ยังทำให้ pH สูงกว่าดินในพื้นที่ปล่อยว่าง 0.1 - 0.4 หน่วย ทั้งนี้เพราะว่าจุลินทรีย์ยังมีกิจกรรมได้อย่างต่อเนื่อง จากการใส่ปุ๋ยพืชสดเพิ่มเติมลงไป จึงทำให้กระบวนการรีดักชั่นเกิดมากขึ้น Wen and Yu (1988) ได้รายงานว่า การไถกลบปุ๋ยพืชสดในดินนาที่มี pH 5.0 ทำให้ pH สูงขึ้นอย่างรวดเร็ว และรักษาระดับไว้ที่ pH 6.8 ภายใน 1 - 2 สัปดาห์ และมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยพืชสด 0.5 หน่วย ซึ่ง pH ของดินมีค่าใกล้เคียงกับ 7.0 นี้ ทำให้ธาตุอาหารอื่นๆ ละลายออกมาอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์กับข้าวมากขึ้น ซึ่ง Singh *et al.* (1991) พบว่าการไถกลบปุ๋ยพืชสดในดินนาก่อนการทดลองที่มี pH 5.8 ทำให้ฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์มีเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า ของการไม่ใส่ปุ๋ยพืชสดภายหลังจากมีน้ำขัง 20 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ยพืชสด การไถกลบปุ๋ยพืชสดนั้นยังเป็นการเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้กับดินได้ทางหนึ่ง จึงทำให้ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (CEC) เพิ่มขึ้น ซึ่งจากการทดลอง พบว่า CEC มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย 0.09 - 0.34 meq/ดิน100g ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Wen and Yu (1988) ที่ได้อ้างผลงานวิจัยของ Lin and Zhong (1984) จากการไถกลบแหนแดง และฟางข้าวในนาข้าวทำให้ CEC เพิ่มขึ้นเพียง 0.7 และ 1.2 meq/ดิน100g ภายใน 1 และ 2 ปี ตามลำดับ และยังพบว่าการไถกลบปุ๋ยพืชสดในสภาพดินน้ำขัง ทำให้ CEC เพิ่มมากกว่าการไถกลบในสภาพดินแห้ง ซึ่งเป็นเพราะว่า กิจกรรมการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในสภาพดินที่มีการระบายอากาศดีเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว และอินทรีย์วัตถุบางส่วนสูญเสียไปในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แต่ในขณะที่กิจกรรมการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในสภาพดินน้ำขังเกิดขึ้นได้อย่างช้า ๆจึงทำให้มีอินทรีย์วัตถุเหลืออยู่มาก และบางส่วนถูกเปลี่ยนแปลงไปอยู่ในรูปของกรดอินทรีย์ต่าง ๆ ซึ่งการเพิ่มความสามารถในการแลกเปลี่ยน

ประจุบวกของดินนี้ ทำให้การสูญเสียธาตุอาหารประจุบวกต่างๆ ออกไปจากระบบเกิดขึ้นได้ยากขึ้น จึงทำให้การไถกลบถั่วเขียวระยะเก็บเกี่ยวไม่เก็บผลผลิตในสภาพดินน้ำขัง เป็นวิธีการที่ทำให้ข้าวมีการเจริญเติบโตได้ดีเหนือกว่ากรรมวิธีอื่นๆ จากการสะสมปริมาณไนโตรเจนที่มีอยู่มาก ประกอบกับถูกย่อยสลายจากกิจกรรมจุลินทรีย์ในสภาพดินน้ำขัง และยังส่งผลทำให้ข้าวมีการสร้างผลผลิตได้สูงขึ้นตามด้วย ซึ่งเป็นไปตามแนวคิดของ Donald and Hamblin (1976) ว่าผลผลิตมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับการสะสมน้ำหนักแห้งในระยะการเจริญเติบโตต่างๆ และส่วนที่ถูกถ่ายเทไปยังผลผลิต จากตารางที่ 13 การไถกลบปุ๋ยพืชสดในสภาพดินน้ำขัง ทำให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้นจากการไถกลบสภาพดินแห้งร้อยละ 36 - 53 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะการไถกลบปุ๋ยพืชสด และเหนือกว่ากรรมวิธีเปรียบเทียบร้อยละ 40 - 68 โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 29.3 38.6 และ 20.3 กก.N/เฮกตาร์ จากการไถกลบถั่วเขียวที่ระยะออกดอก ที่ระยะเก็บเกี่ยวไม่เก็บผลผลิต และ ที่ระยะเก็บเกี่ยวเก็บผลผลิต ตามลำดับ ซึ่งนอกจากมีการใช้การเจริญเติบโตของข้าวมาประเมินผลผลิตแล้ว ยังสามารถใช้องค์ประกอบผลผลิตมาประเมินผลผลิตที่เกิดขึ้นได้ด้วย ซึ่งพบว่า จำนวนรวงต่อพื้นที่ และจำนวนเมล็ดต่อรวง เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ที่ทำให้การไถกลบปุ๋ยพืชสดในสภาพดินน้ำขังได้ผลผลิตที่เหนือกว่าการไถกลบสภาพดินแห้ง และกรรมวิธีเปรียบเทียบ ซึ่งเกิดขึ้นเช่นเดียวกับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน สำหรับน้ำหนัก 1,000 เมล็ดนั้น เป็นลักษณะคงที่ของแต่ละพันธุ์ข้าว ซึ่งเมล็ดข้าวจะมีขนาดเล็กลงได้นั้น ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมอื่นๆ โดยเฉพาะกับการได้รับแสงน้อยลง จากการเกิดร่มเงาในช่วงระยะสืบพันธุ์ถึงระยะเก็บเกี่ยว (Yoshida and Parao, 1976) หรือมีอุณหภูมิสูงในขณะที่มีการสะสมแป้งในเมล็ด (Murata, 1976) อย่างไรก็ตาม การทดลองในครั้งนี้ยังพบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราเพิ่มขึ้นทำให้มีเมล็ดลีบเพิ่มขึ้นด้วย

การทดลองในครั้งนี้ ยังได้ทำการคำนวณและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในระบบ ซึ่งพบว่า วิธีการไถกลบปุ๋ยพืชสดในสภาพดินแห้ง สามารถทำให้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่สะสมอยู่ในดินและต้นข้าวรวมกันหลังการทดลอง มีเพิ่มขึ้นเพียง 3.6 - 7.2 กก.N/เฮกตาร์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะการไถกลบปุ๋ยพืชสด ในขณะที่การไถกลบในสภาพดินน้ำขัง มีเพิ่มขึ้นถึง 4.5 - 35.7 กก.N/เฮกตาร์ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (ตารางที่ 12) และยังพบว่าหลังการทดลอง ความอุดมสมบูรณ์ของดินมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย จากการดูดใช้ของถั่วเขียว และข้าว ธาตุไนโตรเจนในดินลดลงร้อยละ 0.001 - 0.002 สำหรับธาตุฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกกรรมวิธี ทั้งนี้เกิดจากการใส่ปุ๋ยเคมีลงไป จึงคงเหลือสะสมไว้ในดิน และ CEC ก็มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อย อย่างไรก็ตาม วิธีการไถกลบถั่วเขียวระยะเก็บเกี่ยวไม่เก็บผลผลิตในสภาพดินน้ำขัง เป็นวิธีการที่สามารถชะลอการเสื่อมของความอุดมสมบูรณ์

ของดินได้ดีเหนือกว่ากรรมวิธีอื่นๆ โดยทำให้ธาตุไนโตรเจนในดินลดลงน้อยที่สุดเพียงร้อยละ 0.001 และ CEC เพิ่มมากขึ้นสูงสุด 0.34 meq/ดิน100g

เมื่อพิจารณาผลการทดลองครั้งนี้ จะเห็นได้ว่า การจัดการถั่วเขียวเพื่อใช้เป็นปุ๋ยพืชสดในนาข้าวนั้น ขึ้นอยู่กับปริมาณไนโตรเจน และ C/N เรโช ในต้นถั่วเขียว ประกอบกับสภาพดินในการไถกลบเป็นสำคัญ อย่างไรก็ตาม ข้อมูลที่ได้นี้ จะมีความแม่นยำเพิ่มมากขึ้น ถ้าหากได้มีการวิเคราะห์ดิน ในช่วงที่มีน้ำขัง หรือช่วงระยะการเจริญเติบโตต่างๆ ของข้าว เพื่อที่สามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหาร อีกทั้งมีการวิเคราะห์ธาตุอาหารพืชในรูปต่างๆ ว่าอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์กับข้าว, สะสมไว้ในดิน หรือเกิดการสูญหายออกไปอย่างไร โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจน ประกอบกับได้มีการวิเคราะห์ค่า redox potential (Eh) ซึ่งสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในดินได้ดียิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามการกระทำดังกล่าวนั้น จะต้องใช้อุปกรณ์ที่มีราคาแพง และใช้เทคนิคขั้นสูง อีกทั้งการศึกษาเกี่ยวกับความอุดมสมบูรณ์ของดิน จำเป็นต้องกระทำอย่างต่อเนื่องและใช้เวลานาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University