บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

คุณค่าทางเศรษฐกิจ

ข้าวโพดหวาน (sweet corn) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทยเป็นพืชอุตสาหกรรมเพื่อการส่งออกโดยบรรจุกระป๋องในรูปแบบของเมล็ดข้าวโพด (whole kernel) ครีมข้าวโพด (cream stylecorn) และแช่แข็งทั้งฝักและเมล็ด (frozen corn on cob และ frozen whole kernel) (ทวีศักดิ์, 2540) ผลผลิตข้าวโพดหวานของไทยในปี 2546 มีจำนวน 352,602 ตัน และสามารถส่งออกข้าวโพดหวานบรรจุกระป๋องได้ 76,118 ตัน คิดเป็นมูลค่ากว่า 2,000 ล้านบาท โดยเพิ่มขึ้นจากปี 2545 ที่มีจำนวน 57,442 ตัน หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 32.51 ส่วนปริมาณการส่งออกข้าวโพดหวานแช่แข็งเพิ่มขึ้นจาก 1,180 ตัน เป็น 1,310 ตัน คิดเป็นมูลค่ากว่า 42 ล้านบาท ตลาดส่งออกที่สำคัญคือ ออสเตรเลีย ญี่ปุ่น เบลเยียมและสหราชอาณาจักร ผลผลิตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเป็นผลจากการส่งเสริมของรัฐบาลเพื่อทดแทนพืชชนิดอื่น (กลุ่มนโยบายเศรษฐกิจการค้าในประเทศ, 2547: ระบบออนไลน์)

บทบาทของอินทรียวัตถุต่อการให้ผลผลิต

อินทรียวัตถุในดินเป็นองค์ประกอบสำคัญของดินที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อสมบัติต่างๆ ของดิน ทั้งทางเคมี ฟิสิกส์ และชีวภาพ อันส่งผลกระทบต่อเนื่องไปถึงระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน ความสามารถในการให้ผลผลิตของดินรวมทั้งการพัฒนาระบบนิเวศน์ (eco – system) ของแต่ละสภาพแวดล้อมโดยตรง อินทรียวัตถุในดิน (soil organic matter) หมายถึง สิ่งที่ได้จากการย่อยสลายของซากพืช ซากสัตว์ รวมถึงสิ่งขับถ่ายของมนุษย์และสัตว์ ขยะต่างๆ ไปจนถึงเซลล์ของจุลินทรีย์ ที่ตายแล้ว เมื่อย่อยสลายต่อไปขั้นสุดท้ายจะได้ฮิวมัส (humus) ฮิวมัสเป็นสารที่เสถียร มีพื้นที่ผิวสัมผัสสูงสามารถดูดซับน้ำได้ดี มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูง นอกจากนี้ อินทรียวัตถุยังเป็นองค์ประกอบหนึ่งในดิน ที่มีความสำคัญต่อการควบคุมคุณสมบัติด้านต่างๆของดิน แต่ไม่ว่าเป็นสารอินทรียวัตถุหรือฮิวมัสต่างก็มีประโยชน์ต่อดินและพืช การย่อย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สลายของอินทรียวัตถุในดินเกิดขึ้นโดยอาศัยจุลินทรีย์ดินเป็นตัวการสำคัญ และจะเกิดได้อย่างรวดเร็วในสภาพที่มีอากาศโดยอาศัยจุลินทรีย์เป็นตัวการสำคัญ ในกระบวนการแปรสภาพอินทรียวัตถุ ผลที่ได้จากการสลายตัวของอินทรียวัตถุมักเป็นสารพวกออกไซด์ เช่นไนเตรท (NO_3^-) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จากการวิเคราะห์สารประกอบที่เป็นคาร์บอนพบว่าอินทรียวัตถุในดินประกอบด้วยสารประกอบอยู่ 4 ชนิด คือสารประกอบพวกคาร์โบไฮเดรท ประมาณ 10–20 % สารที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบเช่น กรดอะมิโนและน้ำตาลอะมิโน (amino sugar) ประมาณ 20% สารประกอบ aliphatic fatty acid, alkane ประมาณ 10–20% ส่วนที่เหลือเป็นสารประกอบพวก aromatic compound (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) แหล่งของอินทรียวัตถุในดินได้แก่ เศษซากพืช ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมักและปุ๋ยพืชสดแต่ละชนิดมีองค์ประกอบแตกต่างกันไป ได้แก่ สารประกอบคาร์โบไฮเดรทและเซลลูโรส (30–60 %) ลิกนิน (8–25 %) โปรตีนและสารประกอบอะมิโน (1–15%) ในบรรดาสารประกอบเหล่านี้ สารประกอบคาร์โบไฮเดรทและเซลลูโลสถูกย่อยสลายได้ง่ายที่สุด รองลงมาได้แก่สารประกอบอะมิโน ส่วนลิกนินค่อนข้างทนทานต่อการย่อยสลาย ระหว่างที่ถูกย่อยสลายธาตุอาหารต่างๆ จะถูกปลดปล่อยออกมา ธาตุอาหารที่สำคัญได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมและซัลเฟอร์ นอกจากนี้ อินทรียวัตถุยังเป็นแหล่งธาตุอาหารรองและจุลธาตุอื่นๆ เช่น โบรอน สังกะสี ทองแดง โมลิบดีนั่ม แคลเซียม และซิลิกอน (Wen,1984) ธาตุอาหารที่เป็นส่วนประกอบของอินทรียวัตถุเมื่อถูกย่อยสลายก็จะปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช โดยมีผลโดยอ้อมคือ อินทรียวัตถุช่วยเพิ่ม CEC ให้กับดิน และเป็นส่วนสำคัญในการแลกเปลี่ยนอิออนและเป็นบัฟเฟอร์ (Willett, 1994; Syersand Craswell, 1995; Naragajah,1988) ปุ๋ยอินทรีย์เป็นสารประกอบที่มีธาตุอาหารเป็นองค์ประกอบและยังเป็นสารปรับปรุงบำรุงดิน ทำให้ดินมีสมบัติทางกายภาพที่ดีขึ้น ปุ๋ยอินทรีย์จะถูกเปลี่ยนรูปโดยการย่อยสลายของเชื้อจุลินทรีย์เป็นแหล่งอินทรียวัตถุในดิน จึงเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งต่อการเจริญเติบโตของพืช และหากมีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ติดต่อกันเป็นระยะเวลานานๆ จะช่วยปรับปรุงดินให้ดีขึ้น (Alison,1973) การไถพรวนดินเพื่อการปลูกพืชต่อเนื่องกันหลายๆ ปี ทำให้เม็ดดินมีขนาดเล็กลง การซึมน้ำบริเวณผิวดินลดลง ความหนาแน่นรวมเพิ่มขึ้นและจำกัดการเจริญเติบโตของรากพืช (Sanchez, 1973) การเพิ่มอินทรียวัตถุลงในดิน พบว่ามีผลทำให้มีการสร้างเม็ดดินที่เสถียรภาพเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นรวมของดินลดลง ระบายน้ำได้ดีขึ้น เก็บความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้มากขึ้นลดแรงต้านทานและการยืดขยายของรากพืช (Tiark *et al.,* 1974) ทั้งนี้เนื่องจากสารประกอบฮิวมัสมีค่า CEC 150 – 300 meq/100g ในขณะที่ดินเหนียวมี CEC อยู่เพียง 3–150 meq/100g และฮิวมัสมีส่วนกำหนดค่า CEC ของดินประมาณ 30 – 60 meq/100g (Alison, 1973) อินทรียวัตถุยังช่วยเพิ่มช่องว่างและลดความหนาแน่นรวมของดิน (Chantigny, 1999) และสังเคราะห์สารบางชนิดขึ้นมาซึ่งจะช่วยเสริมอนุภาค

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ของดินให้จับตัวกันเป็นก้อน (Aggregation) ทำให้ดินมีโครงสร้างที่ดีและร่วนซุย มีอากาศถ่ายเทสะดวก และระบายน้ำได้ดีมีความสามารถในการอุ้มน้ำ (Albiach, 2001) เนื่องจากอินทรียวัตถุมีพื้นที่ผิวมากจึงทำให้อุ้มน้ำได้เกิน 20 เท่าของน้ำหนักตัว (Miller and Arstat, 1971) อินทรียวัตถุมีอิทธิพลต่อสมบัติทางด้านเคมีของดิน เป็นธาตุอาหารของพืชโดยตรง เพราะอินทรียวัตถุมีธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง อย่างครบถ้วนที่พืชใช้ในการเจริญเติบโตรวมถึงธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณน้อย ที่สำคัญถึงแม้ธาตุอาหารจะมีปริมาณไม่มากเมื่อปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี u3607 ทั้งยังเป็นแหล่งอาหารของพืช เนื่องจากกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ได้จากปุ๋ยอินทรีย์จะปลดปล่อยธาตุอาหารพืชออกมาโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินเพิ่มความเป็นประโยชน์แก่ธาตุอาหารพืช อินทรียวัตถุมีแร่ธาตุอาหารพืชหลายชนิดเป็นองค์ประกอบ (Pulleman *et al*., 2000) เมื่ออินทรียวัตถุสลายตัวโดยกิจกรรมจุลินทรีย์แล้วแร่ธาตุเหล่านั้นจะถูกสะสมอยู่ในดิน และพืชสามารถนำไปใช้สำหรับการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง แต่ธาตุอาหารเหล่านี้จะค่อยๆ ปลดปล่อยให้เป็นประโยชน์ต่อพืชในระยะยาว สำหรับการปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนเป็นธาตุหลักจากการสลายตัวของอินทรียวัตถุกล่าวคือธาตุไนโตรเจนมาจากอินทรียวัตถุในดินถึง 95% แต่จะถูกปลดปล่อยออกมาอย่างช้าๆ มาอยู่ในรูปของฮิวมัส ฉะนั้นเมื่อดินมีอินทรียวัตถุ 0.5% จะมีธาตุอาหารไนโจรเจน 90 กิโลกรัมต่อไร่ แต่จะถูกปลดปล่อยออกมาเพียง 4% หรือเท่ากับ 3.6 กิโลกรัม ไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืชจำเป็นต้องเพิ่มลงไปอีก และอินทรียวัตถุยังเพิ่มความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) ได้สูงกว่าดินเหนียวชนิดอื่นๆ เนื่องจากอินทรียวัตถุที่สลายตัวดีแล้วมี CEC สูงถึง 300 meq ต่อ100 กรัมของฮิวมัสซึ่งสูงกว่า CEC ของแร่ดินเหนียวประมาณ 2–30 เท่า อินทรียวัตถุเป็นวัสดุที่มีขนาดเล็กและมีพื้นที่ผิวเป็นจำนวนมาก โดยที่สมบัติทางเคมีของอินทรียวัตถุเป็น functional groups (Kumada, 1987) เมื่อเกิดกระบวนการแตกตัวของประจุของธาตุใดธาตุหนึ่งขึ้น ทำให้เกิดประจุลบขึ้นอย่างมากมายที่บริเวณพื้นที่ผิวอินทรียวัตถุ จึงมีผลทำให้ธาตุอาหารพืชที่ใส่ลงไปในดินในรูปปุ๋ยเคมีหรือธาตุอาหารพืชที่มีอยู่ในดินธรรมชาติที่มีประจุบวกดูดซับไว้ไม่ให้สูญเสียไปในกระบวนการชะล้างซึ่งทำให้ประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารของพืชเป็นไปอย่างดียิ่งขึ้น และเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้ปุ๋ยเคมีและอินทรียวัตถุมีอิทธิพลต่อสมบัติทางด้านชีวภาพของดินเป็นการเพิ่มแหล่งธาตุอาหารของจุลินทรีย์ในดิน อินทรียวัตถุถือว่าเป็นแหล่งอาหารและแหล่งพลังงานที่สำคัญของจุลินทรีย์โดยเฉพาะพวก Heterotroph ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ประเภทที่มีปริมาณสูงที่สุดในดินซึ่งส่วนใหญ่เป็นจุลินทรีย์ที่ต้องใช้พลังงาน และธาตุอาหารในการสลายตัวของสารอินทรีย์ (สุภมาศ, 2529) รวมทั้งการเปลี่ยนรูปของสารอินทรีย์ในดินจากที่ไม่เป็นประโยชน์ให้อยู่ในรูปเป็นประโยชน์ต่อพืช ในกรณีของสารอินทรีย์ที่ผสมคลุกเคล้าในดินจะถูกย่อยสลายโดยเอ็นไซด์ของจุลินทรีย์ ซึ่งผลจากการย่อยสลายคือ ก๊าซคาร์บอน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไดออกไซด์ และกรดอินทรีย์ต่างๆ เมื่อรวมกับน้ำในดินจะเกิดกรดคาร์บอนิก ทั้งกรดคาร์บอนิกและกรดอินทรีย์จะช่วยละลายธาตุอาหารพืชบางชนิดในดินให้เป็นประโยชน์ต่อพืช ตลอดจนถึงกิจกรรมของจุลินทรีย์พวกไมคอร์ไรซาที่บริเวณรากพืช (Kononova, 1966)

บทบาทของปุ๋ยพืชสด

การปลูกพืชปุ๋ยสดมีประโยชน์หลายประการ เช่น ปกคลุมดินในช่วงไม่มีการปลูกพืชเศรษฐกิจ และเมื่อไถกลบลงไปในดินมีผลกระตุ้นกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินและทำให้มีธาตุอาหารเพิ่มขึ้น (Breland, 1994 a; Groffman และคณะ, 1987a อ้างโดย Breland, 1994) ภายหลังการไถกลบสารอินทรีย์ได้ปุ๋ยพืชสดจะเกิดการสลายตัว จุลินทรีย์ดินที่เกี่ยวข้องกับการสลายตัวของสารอินทรีย์เป็นจุลินทรีย์พวก heterotroph ซึ่งต้องการคาร์บอนและพลังงานจากสารอินทรีย์ในการสร้างเซลล์ (Alexander, 1967) การใช้ประโยชน์จากพืชตระกูลถั่วที่มีการตรึงไนโตรเจน ในการปรับปรุงบำรุงดินเพื่อเพิ่มอินทรียวัตถุลงในดินในลักษณะของปุ๋ยพืชสด เนื่องจากมีจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจนอยู่ร่วมด้วย คือพืชตระกูลถั่ว-ไรโซเบียม มีข้อดีคือสามารถเจริญเติบโตให้มวลชีวภาพ (biomass) สูงในระยะเวลาสั้น จึงนิยมใช้เป็นปุ๋ยพืชสดไถกลบลงดินก่อนปลูกพืชเศรษฐกิจอื่นๆ ตามทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของผลผลิตของพืชที่ปลูกตามมา รวมทั้งเป็นการลดการใช้ปุ๋ยเคมีได้อีกทางหนึ่งด้วย พืชที่ใช้เป็นปุ๋ยพืชสดมีคุณสมบัติดังนี้คือ เมล็ดพันธุ์หาง่าย ราคาถูก และสามารถผลิตเมล็ดพันธุ์ใช้ต่อไปได้ เจริญเติบโตเร็ว ให้มวลชีวภาพสูง มีช่วงอายุการออกดอกสั้นทนต่อสภาพแวดล้อมบริเวณที่ใช้ปรับปรุงดิน ต้านทานโรคแมลง และสามารถแข่งขันกับวัชพืชได้ ตรึงไนโตรเจนได้สูง ลำต้นและกิ่งก้านเปราะง่ายต่อการไถกลบ และสลายตัวให้อินทรียวัตถุแก่ดินได้เร็ว เมื่อพืชตระกูลถั่วถูกกลบลงดิน แล้วจุลินทรีย์ที่มีอยู่จะเพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็ว เพราะได้รับสารประกอบอินทรีย์จากต้นพืชเป็นแหล่งคาร์บอนและพลังงาน ในระยะที่จุลินทรีย์มีกิจกรรมมากขึ้นจะปลดปล่อยพลังงานในรูปของความร้อนออกมาทำให้บริเวณที่มีปุ๋ยพืชสดจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นถึง 45–50 °C ในขณะเดียวกันมีสารอินทรีย์บางชนิดเกิดขึ้นด้วย เช่น กรดอินทรีย์พวก acetic butyric aliphaticและ phenolic เป็นต้น รวมทั้งมี gas ต่างๆ เช่น C_2H_4, CH_4, CO_2 และ H_2S เกิดขึ้นด้วย กิจกรรมเหล่านี้จะเกิดขึ้นในระยะเวลา 2–3 สัปดาห์ หลังจากไถกลบปุ๋ยพืชสดลงดิน ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีสภาพไม่เหมาะสมที่จะปลูกพืช ควรจะหยอดเมล็ดหรือปลูกพืชหลังจากกิจกรรมของจุลินทรีย์เสร็จสิ้นแล้ว ดินมีอุณหภูมิกลับสู่ปกติความอุดมสมบูรณ์ของดินเพิ่มสูงขึ้นจากกระบวนการ mineralization ของจุลินทรีย์ที่เปลี่ยน organic–N ไปเป็น inorganic-N หรือ NH_4^+–N ซึ่งพืชจะดูดซับเข้าไปใช้ได้ทันทีหรือถูกดูดยึดไว้โดยอนุภาคดินเหนียว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สะสมอยู่ในดินหรือเปลี่ยนเป็นไนเตรต (NO_3^-) โดยกระบวนการ nitrification ซึ่งพืชสามารถดูดไนเตรต (NO_3^-) เข้าไปใช้ได้อีกทางหนึ่งด้วย พืชตระกูลถั่วเจริญเติบโตให้ผลผลิตสูง รวมทั้งให้ผลผลิตที่มีคุณภาพสูงด้วย โดยไม่ต้องใช้ไนโตรเจนจากดิน หรือปุ๋ยไนโตรเจนแต่อย่างใดหรือหากจะต้องการไนโตรเจนจากดินหรือปุ๋ยไนโตรเจน ก็เป็นเพียงปริมาณเล็กน้อยโดยเฉพาะในระยะแรกๆ ของการเจริญเติบโตหรือในช่วงหลังเมล็ดงอกเพียงช่วงระยะเวลาสั้นๆ เท่านั้น ซึ่งในช่วงดังกล่าวนี้พืชตระกูลถั่วจะอาศัยไนโตรเจนที่มีอยู่ในเมล็ดหรือในใบเลี้ยง หลังจากนั้นพืชตระกูลถั่ว จะได้รับไนโตรเจนสำหรับการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตจากการตรึงไนโตรเจนจากอากาศ โดยกิจกรรมร่วมกับไรโซเบียม ที่มีประสิทธิภาพในการเข้าสู่รากหรือลำต้น การทำให้เกิดปมและการตรึงไนโตรเจนก็จะทำให้พืชตระกูลถั่วได้รับไนโตรเจน ที่ได้จากการตรึงจากอากาศมากขึ้น จึงมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและให้ผลผลิตสูงตลอดจนให้ผลผลิตที่มีคุณภาพสูง ซึ่งเกษตรกรสามารถผลิตปุ๋ยพืชสดใช้ได้เอง (ธงชัย, 2546) โสนอัฟริกันเป็นพืชตระกูลถั่วเมืองร้อนที่สร้างปมตามลำต้น ทำให้สามารถตรึงไนโตรเจนได้ทั้งที่รากและลำต้น ปมตามลำต้นเหล่านี้ทำหน้าที่ตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ดีถึงแม้ว่าจะปลูกในสภาพที่มีน้ำขัง โสนอัฟริกันเจริญเติบโตได้ดีในที่ๆ มีอุณหภูมิระหว่าง 17–38 $^{\circ}$C และช่วงแสงระหว่าง 11–13 ชั่วโมง เป็นพืชที่มีความไวต่อช่วงแสงมาก จะสร้างดอกทันทีเมื่อช่วงแสงต่อวันต่ำกว่า 12 ชั่วโมง ถ้าปลูกโสนอัฟริกันในช่วงเดือน เมษายน–กรกฎาคม จะไม่มีการสร้างดอกเป็นเวลา 13 สัปดาห์ ทำให้สร้างส่วนลำต้นและตรึงไนโตรเจนได้มากกว่าการปลูกในช่วงอื่น (Rinaudo *et al.,* 1983) การใช้โสนอัฟริกัน *Sesbania rostrata)* เป็นปุ๋ยพืชสด เมื่อไถกลบลงดินจะเป็นประโยชน์ต่อพืชที่ปลูกตามมาได้อย่างดี โดยโสนอัฟริกันตรึงไนโตรเจนได้ประมาณ 42–74 กิโลกรัมต่อไร่ ประมาณ 2/ 3 ของไนโตรเจนที่ตรึงได้จะถูกปลดปล่อยลงสู่ดิน (พรรณี, 2532)โสนอัฟริกัน *(Sesbania rostrata)* ที่มีอายุ 45 วัน สามารถให้น้ำหนักสดถึง 12–17 ตันต่อเฮกแตร์ และปริมาณการสะสมไนโตรเจน 62–88 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ (Macary *et al*., 1985 and Gines *et al.,* 1986) จากการศึกษาการใช้พืชบำรุงดินในระบบการผลิตข้าวของศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ติดต่อกัน 6 ปี ยืนยันว่าการใช้โสนอัฟริกันเป็นปุ๋ยพืชสด โดยการไถกลบเมื่ออายุ 65 วัน แล้วทิ้งไว้นาน 15 วัน จึงปลูกข้าว สามารถเพิ่มผลผลิตมากขึ้นกว่าเดิม 20 เปอร์เซ็นต์ (พฤกษ์และคณะ, 2542) การทดสอบการใช้พืชตระกูลถั่ว 5 ชนิดคือ โสนอินเดีย โสนอัฟริกัน ถั่วพุ่มดำ ถั่วเขียว และถั่วลิสง เป็นพืชบำรุงดินโดยการไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสดทิ้งไว้ 15 วัน จึงปลูกข้าวตามในชุดดินบางนรา (กลุ่มชุดดินที่ 6) พบว่าถั่วพุ่มดำมีความเหมาะสมต่อการปลูกเป็นปุ๋ยพืชสดก่อนการปลูกข้าว เนื่องจากให้น้ำหนักสดเฉลี่ย 2 ปี สูงสุด 4,891 กิโลกรัมต่อไร่ และให้ผลผลิตข้าวที่ปลูกตามมาเฉลี่ย 2 ปีสูงสุด 593 กิโลกรัมต่อไร่ (สมศักดิ์, 2543) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองการไถกลบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โสนอัฟริกัน ปอเทือง และถั่วพุ่ม ในชุดดินปากช่อง (Pc) หลังจากการย่อยสลายเป็นเวลา 15 วัน ระดับไนโตรเจนเพิ่มขึ้นเฉลี่ย จาก 0.12 เป็น 0.18 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัส โปแตสเซียมโดยเพิ่มขึ้นเฉลี่ยจาก106 และ148 เป็น139 และ174 ppm ตามลำดับและไถกลบปอเทืองร่วมกับปุ๋ยเคมี (16–16–8) อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ ในชุดดินวาริน (Wa) ให้ผลผลิตข้าวโพดหวานสูงสุด มากกว่าแปลงเปรียบเทียบที่ไม่มีการปลูกพืชปุ๋ยสด (Arunin *et a.,* 1994) พืชตระกูลถั่วเขตร้อนที่มีศักยภาพในการใช้เป็นพืชปุ๋ยสดที่ระยะออกดอก พบว่าปอเทืองให้น้ำหนักสด 15–31 ตันต่อเฮกตาร์ ถั่ว cow pea เมล็ดดำ 7–25 ตันต่อเฮกตาร์ ถั่วเขียว 4–25 ตันต่อเฮกตาร์ โสนอัฟริกัน 3–17 ตันต่อเฮกตาร์และถั่วนิ้วนางแดง 2–19 ตันต่อเฮกตาร์ (ประชาและปรัชญา, 2535., Phetchawee and Chaitep, 1995) จากรายงานวิจัยพบว่าถั่วพร้า ให้การสะสมน้ำหนักแห้งมากที่สุด 8–12 ตันต่อเฮกตาร์ ถั่วขอ (Mucuna)4–9 ตันต่อเฮกตาร์ ปอเทือง 5–7 ตันต่อเฮกตาร์ ถั่งแปป 5 ตันต่อเฮกตาร์ และถั่วเหลือง สะสมน้ำหนักแห้งน้อยที่สุด 1 ตันต่อเฮกตาร์ (Wortmann *et al.*, 2000) การใช้พืชตระกูลถั่ว 3 ชนิด เป็นปุ๋ยพืชสดสำหรับมันสำปะหลังได้แก่ ถั่วพุ่ม ปอเทือง และถั่วมะแฮะ แล้วไถกลบเมื่ออายุ 60 วัน ซึ่งมีผลต่อการปลูกมันสำปะหลัง โดยที่แปลงควบคุมไม่มีการปลูกพืชตระกูลถั่วให้ผลผลิตเฉลี่ย 1.88 ตันต่อไร่ แต่เมื่อมีการปลูกถั่วพุ่ม ปอเทือง และถั่วมะแฮะ ปรับปรุงดิน จะยกระดับการผลิตมันสำปะหลังได้โดยเฉลี่ย 5 ปี เพิ่มขึ้นเป็น 2.49 , 2.13 และ 1.92 ตันต่อไร่ ตามลำดับ (กอบเกียรติและคณะ, 2534) การศึกษาการใช้ ถั่วพร้า ถั่วพุ่ม ถั่วมะแฮะ และปอเทืองเป็นปุ๋ยพืชสดเพื่อเพิ่มผลผลิตของมันสำปะหลังในชุดดินมาบบอนพบว่าผลผลิตมันสำปะหลังตอบสนองต่อปอเทืองและถั่วพร้าให้น้ำหนักสดเฉลี่ย 5,499 และ 4,527กิโลกรัมต่อไร่ และให้ผลผลิตแป้งเฉลี่ยสูงสุด 1,487 และ 1,157 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ แต่เปอร์เซ็นต์แป้งวิธีการที่ใช้ถั่วพุ่มให้เปอร์เซ็นต์แป้งเฉลี่ยสูงสุดคือ 30.07 เปอร์เซ็นต์ (นงปวีณ์, 2549) การศึกษาการใช้วัสดุอินทรีย์ได้แก่ใช้โสนอัฟริกันเป็นปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยคอก แกลบ ซึ่งมีใช้ทั้งอย่างเดียวและใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมี 16–16–8 อัตรา 30 และ 15 กิโลกรัมต่อไร่กับข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 พบว่าวัสดุอินทรีย์ที่ให้ผลผลิตข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 สูงสุด คือการใช้โสนอัฟริกันเป็นปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมี 16–16–8 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ คือผลผลิตเฉลี่ย 449 กิโลกรัมต่อไร่ โดยมากกว่าแปลงตรวจสอบ 50.33 เปอร์เซ็นต์ (ยุทธสงค์, 2549) โสนอัฟริกันเป็นพืชที่สามารถเจริญได้ดีในพื้นที่นาลุ่ม ปอเทืองเป็นพืชที่สามารถเจริญได้ในสภาพพื้นที่ดอนและทนแล้งได้ดี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทบาทของไนโตรเจนและแหล่งของไนโตรเจน

ไนโตรเจน (nitrogen) เป็นธาตุที่มีความสำคัญ และมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตของพืชเป็นอย่างมาก และมักจะพบการขาดธาตุไนโตรเจนในดินที่ปลูกพืชโดยทั่วไปเนื่องจากพืชมีความต้องการธาตุไนโตรเจนในปริมาณมากและในดินมีปริมาณที่ไม่เพียงพอ ดังนั้นธาตุไนโตรเจนจึงจัดเป็นธาตุปุ๋ยธาตุหนึ่งที่จำเป็นต้องใส่ลงไปในดินในรูปปุ๋ยชนิดต่างๆ นอกจากนี้พืชจะได้รับธาตุไนโตรเจนจากแหล่งอื่นๆ เช่นจากการสลายตัวของอินทรียวัตถุจากการแปรสภาพของสารประกอบอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ในดินและจากการตรึงไนโตรเจนจากอากาศของจุลินทรีย์บางชนิด (มุกดา, 2544) เมื่อไนโตรเจนในดินมีอยู่ในปริมาณที่พอเหมาะไม่มากหรือน้อยเกิน จะส่งผลสะท้อนต่อพืชคือจะช่วยกระตุ้น (stimulate) ให้พืชเจริญเติบโตและมีความแข็งแรง (vigor) ส่งเสริมการเจริญเติบโตของใบและลำต้น ทำให้ใบพืชมีสีเขียว ส่งเสริมคุณภาพของพืช โดยเฉพาะพืชที่ใช้ใบ ลำต้น ฝัก และหัวเป็นอาหาร ส่งผลให้พืชตั้งตัวได้เร็ว ในระยะแรกของการเจริญเติบโต เพิ่มปริมาณโปรตีนให้แก่พืชที่ใช้เป็นอาหารของมนุษย์และสัตว์เช่น ข้าว ข้าวโพดหวาน หรือข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ควบคุมการออกดอก ออกผลของพืช และช่วยเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้นโดยเฉพาะพืชที่ใช้ผลและเมล็ด (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) วิธีการหนึ่งที่จะช่วยในการปรับปรุงบำรุงดินเพื่อให้มีความอุดมสมบูรณ์และมีสมบัติที่เหมาะสมในการเพาะปลูกคือการใช้พืชตระกูลถั่วเป็นปุ๋ยพืชสด (สมศักดิ์, 2541) กิจกรรมของจุลินทรีย์ในปุ๋ยพืชสดที่มีการตรึงไนโตรเจนของไรโซเบียมที่อาศัยอยู่ที่ปมของรากพืชตระกูลถั่วดำเนินไปอย่างรวดเร็ว เกิดขึ้นในดิน หรือในบริเวณที่ใกล้กับรากพืช ซึ่งพืชมีโอกาสดูดนำไปใช้ได้ง่าย และรวดเร็ว ใช้พลังงานในการทำให้เกิดกระบวนการน้อยกว่าการผลิตปุ๋ยเคมีทางอุตสาหกรรม (ธงชัย, 2546) การตรึงก๊าซไนโตรเจนทางอุตสาหกรรม ปัจจุบันเป็นหลักการสำหรับการผลิตปุ๋ยเคมีไนโตรเจน (chemical nitrogen fixation; industrial nitrogen fixation) การนำเอาก๊าซไนโตรเจนซึ่งเป็นก๊าซที่มีอยู่เป็นปริมาณมากที่สุดในอากาศประมาณ 78 เปอร์เซ็นต์ แต่เป็นก๊าซเฉื่อยมาทำปฏิกิริยากับธาตุหรือสารประกอบตัวอื่นในบรรยากาศปกติทำได้ยาก ขบวนการนี้เป็นการนำก๊าซไนโตรเจนนี้ไปทำปฏิกิริยากับก๊าซไฮโดรเจน (H_2) เกิดผลลัพธ์เป็นแอมโมเนีย และการผลิตปุ๋ยแอมโมเนียจาก Harber – Bosch Process ขบวนการนี้ต้องใช้พลังงานสูงมาก มีทั้งการใช้ความดันและความร้อนที่สูงมากเพื่อที่รีดิวส์ N_2 ให้เกิดเป็นแอมโมเนีย (NH_3) ขึ้นมา จึงทำให้ปุ๋ยเคมี มีราคาแพงและมีแนวโน้มแพงขึ้นเรื่อยๆ ทำให้ต้นทุนในการผลิตพืชสูงขึ้นมาก แต่ผลผลิตของพืชกลับมีราคาไม่แน่นอน การขาดแคลนปุ๋ยในประเทศที่กำลังพัฒนา ปริมาณความต้องการปุ๋ยมีแนวโน้มสูงเพิ่มขึ้นทุกปี ความต้องการปุ๋ยไนโตรเจนของโลกใน ปี 2000–2005 เพิ่มขึ้นจาก 5 ปีที่แล้วประมาณ 25 ล้านตัน ปริมาณของปุ๋ย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไนโตรเจนที่ทั้งโลกต้องการเพื่อผลิตพืชนั้นสูงขึ้นเรื่อยๆ แต่ในปัจจุบันมีการผลิตปุ๋ยไนโตรเจนทางเคมีได้ประมาณปีละ 40 ล้านตัน ซึ่งยังไม่เพียงพอต่อความต้องการตลอดจนในประเทศที่กำลังพัฒนาก็ไม่มีกำลังเงินที่จะจัดซื้อได้อย่างพอเพียงตามความต้องการ (ธงชัย, 2546) จะเห็นได้ว่าการตรึงไนโตรเจนทางชีวภาพที่ใช้ในระบบการผลิตพืช พบว่าร้อยละ 65 ของธาตุไนโตรเจนที่ใช้เป็นปัจจัยผลิตทางการเกษตรทั่วโลกได้มาจากการตรึงไนโตรเจนของพืช (Dakora and Keya, 1997 อ้างโดย Vance and Graham, 1995) พืชตระกูลถั่วจัดเป็นพืชบำรุงดิน เพราะปมของรากพืชตระกูลถั่ว จะมีแบคทีเรียไรโซเบียมอาศัยอยู่ ไรโซเบียมสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศมาใช้ได้โดยตรง และอาศัยคาร์โบไฮเดรตจากพืชเป็นแหล่งพลังงานของไรโซเบียมและจะแบ่งไนโตรเจนที่ตรึงได้บางส่วนให้แก่พืชอาศัย เมื่อพืชนั้นตายลงอาจโดยการไถกลบพืชตระกูลถั่วลงดิน พืชตระกูลถั่วและไรโซเบียมนั้นจะสลายตัวให้โปรตีน และสารประกอบไนโตรเจนสะสมในดินในรูปของอินทรียวัตถุมากกว่า 98 เปอร์เซ็นต์ (Rosenberg, 1983) การปลดปล่อยไนโตรเจนของปุ๋ยพืชสดจะต้องผ่านการย่อยสลายโดยขบวนการ mineralization จึงจะได้ไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ซึ่งไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืชนี้มีอยู่ 2 รูป คือ NH_4^+ และ NO_3^- (สมศักดิ์, 2541) สำหรับ NH_4^+ ที่เกิดจากกระบวนการ ammonification สามารถถูกตรึง ไว้ในหลืบของแร่ดินเหนียว โดยเฉพาะอย่างยิ่งแร่ดินเหนียวประเภท (2 :1) เช่น montmonillonine ทำให้ไม่สามารถเป็นประโยชน์ได้ (Allison และคณะ, 1953; Banshad, 1951; Allison และ Rollecr, 1955; อ้างโดย Allison และคณะ,1973) จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดกระบวนการ ammonification มีทั้งแบคทีเรีย แอคติโนไมซีส และเชื้อรา ซึ่งแต่ละประเภทมีประสิทธิภาพในการใช้ไนโตรเจนที่ได้จากการย่อยสลายไนโตรเจนในรูปของสารประกอบอินทรีย์ เพื่อการสร้างเซลล์ได้แตกต่างกัน และปริมาณไนโตรเจนที่ใช้ในการสร้างเซลล์ มีความสัมพันธ์กับปริมาณการใช้คาร์บอนในการสร้างเซลล์ของจุลินทรีย์ ซึ่งเชื้อราเป็นจุลินทรีย์ที่ต้องการคาร์บอนในการสร้างเซลล์มากที่สุดคือประมาณ 30–40 % ของคาร์บอน ที่ได้จากการย่อยสลายสารอินทรีย์ รองลงมาคือ แอคติโนไมซีส 15–30 % และแบคทีเรีย 5–10 % ถ้าหาก NH_4^+–N ที่ได้จากการย่อยสลายมีมากเกินความต้องการของจุลินทรีย์ก็จะมีการสะสม NH_4^+–N ไว้ในดิน (Alexander, 1967) การใช้ปุ๋ยพืชสดมีผลต่ออินทรียวัตถุของดินอยู่ 2 ประการคือเป็นแหล่งไนโตรเจนพืชและการสะสมอินทรียวัตถุแก่ดิน ปุ๋ยพืชสดที่ย่อยสลายเร็วจะปลดปล่อยไนโตรเจนได้รวดเร็วและเป็นประโยชน์ต่อพืชแรกที่ปลูกตามในระยะเวลาสั้นๆ ถ้าเป็นพืชที่ย่อยสลายช้า ก็จะมีผลต่อการปลดปล่อยไนโตรเจนในปริมาณน้อยต่อพืชแรกที่ปลูก แต่ในระยะยาวจะส่งผลต่อการสะสมปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้น และเป็นแหล่งไนโตรเจนของพืช ที่จะปลูกในครั้งที่สอง ปริมาณอินทรียวัตถุที่ไถกลบด้วยโสนอัฟริกัน จะลดลงอย่างรวดเร็วใน 10 วันแรก หลังจากนั้นอัตราการย่อยสลายจะช้าลงใน 10 วันแรก ที่ย่อยสลายกว่าร้อยละ 50 เป็นส่วนของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ใบ และอีก 30 เปอร์เซ็นต์เป็นส่วนของลำต้นและราก ส่วนที่เป็นเนื้อไม้ของลำต้นจะย่อยสลายช้า และคงอยู่ในดินมากกว่าหนึ่งปีหลังจากไถกลบ (Ventura and Watanabe, 1993) การปลดปล่อยไนโตรเจนของปุ๋ยพืชสดขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยได้แก่ ชนิดของดิน ระยะเวลาของการท่วมขังของน้ำ อุณหภูมิดิน คุณภาพ และปริมาณของพืชปุ๋ยสด ปริมาณไนโตรเจนในดิน และการประยุกต์ใช้ และการจัดการน้ำหลังจากการไถกลบ (Nagarajah, 1987)

การใช้ธาตุไนโตรเจนของข้าวโพดหวาน

ข้าวโพดจะให้ผลผลิตสูง เมื่อได้รับธาตุอาหารเพียงพอและสมดุลกัน การให้ปุ๋ยเพื่อเสริมธาตุที่พืชขาดจะช่วยให้เพิ่มการเจริญเติบโตได้ เมื่อรากพืชได้ดูดธาตุอาหารจากปุ๋ยไปใช้สำหรับสร้างชีวมวล และผลผลิต อย่างไรก็ตามอัตราปุ๋ยที่เหมาะสมกับข้าวโพดยังขึ้นอยู่กับชนิดของดิน ภูมิอากาศ เป้าหมายผลผลิต พันธุ์ข้าวโพด และการจัดการ การกำหนดชนิดและอัตราปุ๋ย ใช้วิธีการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน ด้วยการวิเคราะห์ดินหรือวิเคราะห์พืช (ยงยุทธ, 2548) การดูแลรักษาแปลงข้าวโพดหวาน การให้ปุ๋ยเคมี ถ้าดินมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำกว่า 1.5 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำกว่า 10 ppm และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำกว่า 40 ppm ถ้าเป็นดินร่วนหรือดินเหนียวปนทราย ให้ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16–20–0 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ หรือถ้าเป็นดินร่วนปนทราย ให้ใช้ปุ๋ยเคมี สูตร 15–15–15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ รองก้นร่องพร้อมปลูก หลังจากนั้นเมื่อข้าวโพดหวาน มีอายุ 20 วัน ให้ปุ๋ยเคมีสูตร 46–0–0 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ หรือสูตร 21–0–0 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ โรยข้างต้นหรือข้างแถว แล้วพรวนกลบ ในกรณีที่มีการระบายน้ำดี แต่ข้าวโพดหวานมีลักษณะต้นเตี้ย และใบเหลือง ควรให้ปุ๋ยเคมีสูตร 46–0–0 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อข้าวโพดหวานมีอายุ 40–45 วัน(กรมวิชาการเกษตร, 2544) ต้นข้าวโพดที่ได้รับธาตุไนโตรเจนเพียงพอนั้น ต้นกล้าจะมีไนโตรเจน 4–5 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อต้นแก่จะมีประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น เมล็ดเป็นที่สะสมไนโตรเจนของข้าวโพด ในช่วงที่เก็บเกี่ยวเมล็ดมีไนโตรเจน 1–2 เปอร์เซ็นต์แต่ตอซังมีไนโตรเจน 0.6–1.6 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงสุกแก่ทางสรีรวิทยาน้ำหนักเมล็ดมีประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักส่วนเหนือดิน ดังนั้นเมล็ดจึงสะสมไนโตรเจนไว้ราว 50–80 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจน ในส่วนที่เหนือดินทั้งหมด ในส่วนการเพิ่มผลผลิตเมื่อความเข้มข้นของไนโตรเจน สูงขึ้นจาก 28 เป็น 40 กรัม N/กก. ผลผลิตสัมพัทธ์เพิ่มจาก 40 เป็น 90 เปอร์เซ็นต์ แต่การเพิ่มความเข้มข้นของไนโตรเจน สูงขึ้นจาก 40 เป็น 48 กรัม N/กก. ก็ไม่เพิ่มผลผลิตสัมพัทธ์อีกต่อไป (ยงยุทธ, 2548) ดินที่ใช้ปลูกข้าวโพดโดยทั่วไปขาดธาตุไนโตรเจนมากหรือน้อยแตกต่างกัน ดังนั้นการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอย่างเหมาะสม จึงช่วยเพิ่มผลผลิตและกำไรจาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การผลิต อัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่ควรใช้ขึ้นอยู่กับผลผลิตเป้าหมาย ศักยภาพในการปลดปล่อยไนโตรเจนรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช โดยขบวนการ mineralization ซึ่งอัตราของกระบวนการดังกล่าว ขึ้นอยู่กับชนิดดินและสภาพของภูมิอากาศ โดยปกติประสิทธิภาพการดูดใช้ไนโตรเจน (apparent fertilizer N recovery, AFNR) ของข้าวโพดมีค่าประมาณ 30–70 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ชนิดดิน อัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่ใช้ การจัดการน้ำ ค่า AFNR จะลดลงเมื่อเพิ่มอัตราปุ๋ยให้สูงขึ้น ค่า AFNR ในดินหยาบจะสูงขึ้นกว่าเนื้อดินละเอียด เนื่องจากดินเนื้อละเอียดสามารถปลดปล่อยไนโตรเจนรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้มากกว่า ดังนั้นการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอย่างเหมาะสม จึงช่วยเพิ่มผลผลิตสูงและมีประสิทธิภาพการดูดใช้ไนโตรเจนสูงด้วย จากผลการทดลองปุ๋ยไนโตรเจนกับข้าวโพด ในพื้นที่ต่างๆ เป็นเวลาหลายปี แล้วนำข้อมูลมาสร้างแบบจำลองแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราปุ๋ยไนโตรเจนกับผลผลิตของข้าวโพด สามารถสร้างแบบจำลองได้ 5 แบบ โดยทุกแบบให้จุดผลผลิตสูงสุดที่เหมือนกัน แตกต่างกันเฉพาะการทำนายอัตราปุ๋ย ซึ่งให้ผลตอบแทนระดับที่เหมาะสม (economic optimum rate) อยู่ในช่วง 20–60 กก.N/ไร่ แบบจำลองแบบ quadratic model อธิบายการตอบสนองด้านการเพิ่มผลผลิต จากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนได้ไม่ดีนัก นอกจากนี้อัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสมกับข้าวโพดยังเป็นอัตราที่ค่อนข้างสูงและแบบจำลอง quadratic–plus–plateau อธิบายการตอบสนองด้านเพิ่มผลผลิตข้าวโพด เมื่อเพิ่มอัตราปุ๋ยไนโตรเจน การกำหนดอัตราปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับข้าวโพดนั้น ควรพิจารณาระบบการปลูกด้วย กล่าวคือ การปลูกในระบบหมุนเวียนที่มีพืชตระกูลถั่ว จะลดอัตราปุ๋ยไนโตรเจนลงได้บางส่วน เนื่องจากข้าวโพดที่ปลูกต่อจากพืชตระกูลถั่ว จะได้รับไนโตรเจนตกค้างประมาณ 6 กก.N/ไร่ (ยงยุทธ, 2548) การใช้ปุ๋ยอินทรีย์โดยการไถกลบถั่วเขียวเป็นปุ๋ยพืชสด(ไถกลบหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตถั่วเขียว) ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 15–15–15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถช่วยเพิ่มผลผลิตของข้าวโพดหวานให้สูงขึ้นมากกว่า การใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 15–15–15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ถึง 9.03 เปอร์เซ็นต์ และสามารถลดอัตราการใช้ปุ๋ยเคมีได้ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ (ยุทธสงค์และคณะ, 2543) รายงานผลการทดลองการปลูกข้าวโพดหวานในชุดดินน้ำพองซึ่งเป็นดินทราย โดยการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุยอินทรีย์อัตราต่างๆพบว่าการใช้ปุ๋ยเทศบาล 4 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15–15–15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ให้ผลผลิตสูงสุด โดยมีน้ำหนักฝักสดเฉลี่ย 668.92 กิโลกรัมต่อไร่ (สมนึกและอุกฤษ, 2534) จากรายงานการปลูกปอเทือง โสนอัฟริกัน และโสนจีนแดงแล้วไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสดในชุดดินวาริน พบว่าปอเทืองให้น้ำหนักสดต่อไร่ดีที่สุดคือ 2,852 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ โสนอัฟริกัน ให้น้ำหนักสดต่อไร่ คือ 2,239 กิโลกรัมต่อไร่ หลังจากไถกลบปุ๋ยพืชสดแล้ว 15 วัน ทำการปลูกข้าวโพดหวานตาม พบว่าการไถกลบปอเทืองร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16–16–8 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งเป็นอัตราครึ่งหนึ่งที่แนะนำ จะให้ผลผลิตดีกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สูตร16–16–8 อัตรา 60 กิโลกรัมต่อไร่เพียงอย่างเดียว และผลผลิตข้าวโพดหวานเพิ่มขึ้นจาก 1,228 เป็น 1,268 กิโลกรัมต่อไร่ และความหวานเมล็ดข้าวโพดหวานเพิ่มขึ้นจาก 11.87 เป็น 12.38 เปอร์เซ็นต์ Brix และ ยังมีผลให้ระดับอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นจาก 0.70 เป็น 0.76 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัส โพแตสเซียม และแคลเซียม เพิ่มขึ้นจาก 6.8, 47, 210 ppm เป็น 9.06, 54 , 245 ppm ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงตรวจสอบ (ประชาและคณะ, 2543)

สมบัติทางเคมีและสมบัติทางฟิสิกส์ของดิน

ในด้านที่เกี่ยวกับสมบัติทางเคมีของดิน พืชตระกูลถั่วหลังจากที่เน่าสลายภายในดินแล้ว จะมีส่วนที่เหลืออยู่ในรูปของอินทรียวัตถุในดินหรือฮิวมัส อินทรียวัตถุในดินหรือฮิวมัสนี้มีประโยชน์ในแง่ของการดูดซับธาตุอาหารพืช โดยเฉพาะธาตุอาหารที่เป็นไอออนบวก (cation exchange capacity, CEC) ไม่ให้ไหลตามน้ำลงสู่ส่วนล่างของดิน ธาตุที่ถูกดูดซับอยู่นี้จะปลดปล่อยให้กับพืชผ่านทางน้ำในดินหรือเมื่อสัมผัสกับราก ประโยชน์อีกแง่หนึ่งของฮิวมัสก็คือ ประโยชน์ในแง่การต้านทานการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่างอย่างฉับพลันของดินไม่อาจเกิดขึ้นได้ ซึ่งเป็นผลดีต่อการเจริญเติบโตของพืชและกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินนั้น ส่วนสมบัติทางฟิสิกส์ของดิน การไถหรือสับกลบพืชตระกูลถั่วเพื่อใช้เป็นปุ๋ยพืชสดนั้น หลังจากที่พืชตระกูลถั่วหรือปุ๋ยพืชสดสลายตัวโดยจุลินทรีย์ดิน จะมีฮิวมัสรวมทั้งสารเหนียวเกิดขึ้น ฮิวมัสนั้นเป็นสารอินทรีย์ที่มีไอออนลบสามารถดูดซับไอออนบวก เช่น แคลเซียมหรือแมกนีเซียมไอออน (C_a^{++} หรือ M_g^{++})ได้ ดังนั้นโอกาสที่จะมีการดูดซับระหว่าง “ฮิวมัส-C_a^{++}--- อนุภาคดินเหนียว” บางชนิด หรือ ฮิวมัส-M_g^{++}--- อนุภาคดินเหนียว” บางชนิดจึงเกิดขึ้นได้และการดูดซับในลักษณะดังกล่าวนี้จะทำให้อนุภาคของดินเหนียวจับตัวกันเป็นเม็ดหรือก้อนดิน เรียกว่า “การเกิด aggregation” โดยผ่านกระบวนการ “ion-bridge” สำหรับสารเหนียวที่เกิดขึ้นก็สามารถทำให้ดินจับตัวกันเป็นเม็ดหรือก้อน (aggregate) ได้เช่นเดียวกัน การจับตัวกันเป็นเม็ดหรือก้อนดินนี้ทำให้สมบัติทางฟิสิกส์ของดินขึ้น เช่น โครงสร้างของดิน ความหนาแน่นรวม (bulk density) ความสามารถในการถ่ายเทอากาศ ความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity) การระบายน้ำ ความพรุน (porosity) และการซึมผ่านของน้ำลงไปในดิน (permeability) ของดินดีขึ้น และสำหรับการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางฟิสิกส์ของดิน การเปลี่ยนแปลงสมบัติที่เหมาะสมต่างๆ ของดินโดยอิทธิพลของการใช้พืชตระกูลถั่วเพื่อใช้เป็นปุ๋ยพืชสดดังกล่าวนี้ เป็นผลทำให้ดินมีสมบัติที่ดีหมาะสมกับการปลูกพืชไร่บนพื้นที่ดอนมากยิ่งขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลักษณะทั่วไปของพืชตระกูลถั่วที่นำมาใช้เป็นปุ๋ยพืชสด

โสนอัฟริกัน (*Sesbania rostrata*)

โสนอัฟริกันเป็นพืชที่นำเข้ามาจากประเทศซีเนกัลป์ ในทวีปอัฟริกาตะวันตก ในปี 2526 โดย ดร.สมศรี อรุณินทร์ จากการแนะนำของ Dr. Y. R. Dommergues แห่ง ORSTOM ลักษณะโดยทั่วไปเป็นพืชวันสั้น ออกดอกในช่วงแสงระหว่าง 11–13 ชั่วโมง เป็นไม้ล้มลุกและเป็นไม้พุ่มสูงประมาณ 2–3 เมตร ลำต้นตั้งตรงแตกกิ่งก้านสาขามาก ดอกมีสีเหลือง ช่อดอกจะอยู่ที่ปลายยอดและตามโคนกิ่งแต่ละช่อจะมี 7–10 ดอก ฝักจะมีลักษณะกลม ยาวประมาณ 15–25 เซนติเมตร เมล็ดมีขนาดเล็กค่อนข้างกลมเรียงเป็นแถวตามความยาวของฝัก แต่ละเมล็ดยาวประมาณ 0.4 เซนติเมตร ในหนึ่งฝักมีประมาณ 11–17 เมล็ด สีของเมล็ดมีตั้งแต่สีเขียว สีเหลือง สีน้ำตาลเหลือง สีน้ำตาลไหม้ และสีน้ำตาลดำ โสนอัฟริกันที่ปลูกในสภาพต่างกันจะมีลักษณะปมที่รากต่างกัน โดยการปลูกในพื้นที่ดอน ต้นที่มีอายุ 15–30 วันจะสร้างปมราก 2 ชนิด ที่โคนรากแก้วและโคนต้นเกิดเป็นปมงอกยาวประมาณ 0.2–1.5 เซนติเมตร ส่วนอีกชนิดหนึ่งจะมีรูปร่างทรงกลม บนรากแขนง มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1–2 มิลลิเมตร การปลูกในพื้นที่ที่มีน้ำขังจะทำให้ปมที่โคนรากแก้วไม่เจริญ สำหรับปมที่ต้น จะเกิดทั่วทั้งลำต้น รวมทั้งกิ่งข้าง โดยมีตำแหน่งปมที่เรียงจากโคนไปยอด คล้ายจุดไข่ปลาเรียงรอบลำต้น 3–4 แถว ปมเหล่านี้สามารถรับเชื้อไรโซเบียมเฉพาะชนิด ซึ่งเป็นเชื้อที่ผลิตปมและตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ (บุศราและจำลอง, 2550) พันธุ์ของโสนอัฟริกันในประเทศไทยมีอยู่ 2 สายพันธุ์ คือโสนอัฟริกันที่กรมพัฒนาที่ดินใช้ปลูก ปรับปรุงบำรุงดินเกือบทั่วประเทศ เป็นสายพันธุ์ที่นำเข้ามาจากประเทศซีนิกัลป์ ปี พ.ศ. 2526 โดยในปี พ.ศ. 2528 ได้นำไปปลูกในแปลงตัวอย่างพันธุ์พืชตระกูลถั่ว ที่สถานีพัฒนาที่ดินนครราชสีมา เก็บเมล็ดพันธุ์ได้ประมาณ 1.5 กิโลกรัม จากนั้นนำไปขยายพันธุ์ที่สถานีพัฒนาที่ดินหนองคาย แต่สายพันธุ์ที่นำเข้ามาเป็นพันธุ์ที่ไวต่อช่วงแสง ซึ่งเป็นข้อจำกัดหนึ่ง ที่ต้องนำมาพิจารณาในการปลูกเป็นปุ๋ยพืชสดและการปลูกเพื่อเก็บเมล็ดพันธุ์ ส่วนอีกสายพันธุ์หนึ่งเป็นสายพันธุ์ที่ศูนย์วิจัยข้าวนานาชาติ (IRRI) ประเทศฟิลิปปินส์ได้ปรับปรุงให้เป็นพันธุ์ที่ไม่ไวต่อช่วงแสง ซึ่ง นายวิฑูร ชินพันธุ์ ได้นำเมล็ดมาทดสอบโดยสามารถเจริญเติบโตได้ดีทั้งในสภาพดินไร่และดินนาในสภาพอากาศทั่วๆ ไป อุณหภูมิระหว่าง 17–35 องศาเซลเซียส ฤดูปลูกที่เหมาะสมคือ ต้นฤดูฝน ปริมาณความชื้นในดินเพียงพอสำหรับการงอกและการเจริญเติบโตคือกลางเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนมิถุนายน และไถกลบปลายเดือนกรกฎาคม อีกทั้งเจริญได้ดี และสามารถปรับตัวได้ ในสภาพน้ำขังทนต่อสภาพดินเค็มได้ดีกว่าพืชอื่นๆ ระดับความเค็มที่สามารถทนได้คือ 2–8 เดซิซิเมนต่อเมตร มักนิยมปลูกเป็นปุ๋ยพืชสดในนาข้าว (บุศราและจำลอง,2550) การปลูกเพื่อขยายพันธุ์ใช้ระยะปลูก 50 x 100 เซนติเมตร โดยวิธีหยอดเป็นหลุม หลุมละ3 เมล็ด จะใช้เมล็ดพันธุ์ประมาณ 3 กก./ไร่ โดย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทั่วไปก่อนปลูกโสนอัฟริกันควรแก้ระยะการพักตัวของเมล็ด โดยแช่เมล็ดลงในน้ำร้อน อุณหภูมิประมาณ 98 องศาเซลเซียส นาน 75 วินาทีจะทำให้อัตราการงอกของเมล็ดเพิ่มขึ้น (Sheelavantar *et al.,* 1983) พบว่าโสนอัฟริกันที่อายุ 52 วัน สะสมไนโตรเจนได้ถึง 42.72 กก.N/ไร่ การใช้โสนอัฟริกันเป็นปุ๋ยพืชสดจะช่วยเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดินและสามารถปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของดินให้ดีขึ้นเช่นช่วยให้ดินสามารถดูดซับธาตุอาหารของพืชได้ดีขึ้นทำให้ดินร่วนซุยอุ้มน้ำได้ดี เป็นประโยชน์ต่อการเจริญของรากพืชเป็นต้น

ปอเทือง (sunn hemp)

ปอเทืองเป็นพืชตระกูลถั่วที่นำเข้ามาจากประเทศฟิลิปปินส์ ก่อน พ.ศ. 2485 ปลูกครั้งแรกที่แม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ ลักษณะโดยทั่วไปของปอเทืองคือ มีขนาดลำต้นประมาณ 150–170 เซนติเมตร ลำต้นตั้งตรงแตกกิ่งก้านสาขามาก มีดอกสีเหลือง ประกอบด้วยดอกย่อย 8–10 ดอก จะออกดอกเมื่ออายุประมาณ 5–50 วัน ฝักเป็นทรงกระบอกยาว 3–6 เซนติเมตร กว้าง 1–2 เซนติเมตร ฝักมีสีน้ำตาลหรือสีดำ ขึ้นได้ดีในพื้นที่ดอนที่มีการระบายน้ำดี ทนแล้งได้ดี เป็นพืชไม่ชอบน้ำขัง เมื่อใช้ปลูกเป็นปุ๋ยพืชสด จะนิยมปลูกเป็นพืชหมุนเวียนหรือปลูกแซมกับพืชหลักได้เป็นอย่างดี โดยวิธีหว่านเมล็ดพันธุ์อัตราประมาณ 5 กก./ไร่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ ไถกลบได้ในช่วงออกดอกอายุประมาณ 50–60 วัน หลังจากไถกลบแล้วประมาณ 15 วัน ก็สามารถปลูกพืชตามได้เลย การปลูกเพื่อขยายพันธุ์ใช้ระยะปลูก 50 x 100 เซนติเมตร โดยวิธีหยอดเป็นหลุม หลุมละ เมล็ด จะใช้เมล็ดพันธุ์ประมาณ 3 กก./ไร่ เก็บเกี่ยวผลผลิตได้เมื่ออายุประมาณ 120–150 วัน ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ประมาณ 80–150 กก./ไร่ ขึ้นอยู่กับการดูแลรักษา ปอเทืองเป็นพืชที่ตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสฟอรัสได้ดี มีแมลงศัตรูพืช เช่น หนอนชอนใบ และหนอนจำฝัก เป็นต้น ปอเทืองจะให้น้ำหนักสดต่อการไถกลบประมาณ 240–800 กก./ไร่ ขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดินและสภาพภูมิอากาศ ให้ธาตุไนโตรเจนประมาณ 8.7–28.9 กก.N/ไร่ โดยทั่วไปมีปริมาณธาตุ N, P และ K เฉลี่ย 2.76, 0.22 และ 2.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จำลองและคณะ (2544) ศึกษาการสะสมธาตุ N, P และ K ในปอเทืองที่อายุ 45–90 วันพบว่าปอเทืองมีการสะสมมวลชีวภาพ (น้ำหนักสด) เพิ่มขึ้นตามอายุของปอเทือง โดยมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นจาก 925 เป็น 2,379 กก./ไร่ และมีปริมาณธาตุ N, P และ K เพิ่มขึ้นตามอายุของปอเทือง ซึ่งเป็นผลจากการเพิ่มขึ้นของมวลชีวภาพ โดยมีไนโตรเจนสูงถึง 2.28 –2.69 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง (6.1–19.5 กก./ไร่) ให้ฟอสฟอรัส 1.3–4.3 กก./ไร่ และโพแทสเซียม 1.9–7.0 กก./ไร่

ถั่วพุ่ม (Cowpea)

ถั่วพุ่ม (*Vigna spp*.) เป็นพืชในวงศ์ Leguminosae มีชื่อสามัญว่า Cowpea พันธุ์ที่นิยมปลูกในประเทศไทย คือ ถั่วพุ่มแดงหรือลาย เป็นพันธุ์พื้นเมือง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Vigna sinesis*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ถั่วพุ่มดำ มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Vigna unguiculata* **นิยมปลูกมากในภาคเหนือ** ถั่วพุ่มมีลักษณะคล้ายถั่วเขียว เป็นพืชล้มลุก มีลำต้นเป็นพุ่มใหญ่แตกกิ่งก้านสาขามาก มีลำต้นสูงประมาณ 1–3 ฟุต มีใบหนา ลำต้นและก้านใบมีสีเขียว ถ้าเป็นพันธุ์พื้นเมืองจะไวแสง มีระบบรากแก้วลึกลงในดินประมาณ 3–5 ฟุต และมีรากแตกแขนงออกมา ใบเป็นใบรวมแบบ 3 ใบ (trifoliate) ดอกมีสีเหลืองหรือเขียวอมเหลือง อยู่เป็นกลุ่มๆ ละประมาณ 10–15 ดอก มีการผสมตัวเอง ฝักมีลักษณะเหมือนถั่วฝักยาว เมล็ดมีขนาดใหญ่ และแบนกว่าเมล็ดถั่วเขียว เมล็ด 1 กิโลกรัม มีจำนวน 5,000–6,000 เมล็ด ถั่วพุ่มขึ้นได้ดีในสภาพอากาศร้อนและกึ่งแห้งแล้งเจริญเติบโตเร็วในภาคตะวันออกเฉียงเหนือนิยมปลูกพันธุ์ถั่วพุ่มแดง ในภาคเหนือนิยมปลูกพันธุ์ถั่วพุ่มดำพันธุ์เบา ได้แก่พันธุ์ พด.1 ถั่วพุ่มดำสามารถปลูกได้ตลอดปี ถ้ามีน้ำชลประทาน ถั่วพุ่มขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดและมีแมลงศัตรูพืชรบกวนง่าย จึงควรวัดเปอร์เซ็นต์ความงอกก่อนทุกครั้ง การปลูกเพื่อทำเป็นปุ๋ยพืชสด ควรทำการไถพรวนดินแล้วปลูก ปลูกโดยการหว่านในอัตรา 8–10 กิโลกรัมต่อไร่ ปลูกแบบโรยเป็นแถว ระยะระหว่างแถว 50–70 เซนติเมตร ในอัตรา 6–8 กิโลกรัมต่อไร่ วิธีนี้จะได้ถั่วพุ่มที่ขึ้นเป็นแถวอย่างมีระเบียบ หรือปลูกแบบหยอดหลุม ใช้ระยะปลูก 30 x 50 เซนติเมตร หยอดเมล็ด 2–3 เมล็ดต่อหลุม ใช้อัตรา 4–5 กิโลกรัมต่อไร่ หลังจากถั่วพุ่มอายุประมาณ 30–45 วัน ก็ไถกลบ การไถกลบควรไถขณะมีความชื้นในดิน การใช้ประโยชน์ ปลูกเพื่อใช้ปั่นปุ๋ยพืชสด นิยมใช้เป็นปุ๋ยพืชสดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยปลูกหมุนเวียนสลับกับพืชหลัก เช่น ข้าวโพด มันสำปะหลัง อ้อย โดยหว่านหรือโรยเมล็ดก่อนการปลูกหลักอย่างน้อย 45–60 วัน แล้วไถกลบถั่วพุ่มที่อายุประมาณ 45–60 วัน หรือปลูกแซมในแถวพืชหลัก โดยปลูกหลังจากปลูกพืชหลักไปแล้วประมาณ 1–2 สัปดาห์ ให้น้ำหนักสดประมาณ 1–4 ตันต่อไร่ ให้ไนโตรเจนประมาณ 10–20 กิโลกรัมต่อไร่ เทียบกับปุ๋ยยูเรีย และแอมโมเนียมซัลเฟต ได้ประมาณ 23–48 และ 47–95 กิโลกรัม หรือมีเปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ประมาณ 2.00–2.89 , 0.50–0.58 และ 2.50–3.51 ตามลำดับ ในสภาพไร่ ถั่วพุ่มสามารถตรึงไนโตรเจน ได้ถึง 12–59 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ในภาคเหนือ นิยมปลูกเป็นปุ๋ยพืชสดบำรุงดิน โดยปลูกเป็นพืชหมุนเวียน ในระบบการปลูกพืชบนพื้นที่ดอน ทั้งในสภาพพื้นที่ไร่และในสวนผลไม้ ซึ่งเศษเหลือจากต้นถั่วพุ่มควรไถกลบลงดินหรือคลุมดินไว้ เพื่อป้องกันความชื้นระเหยจากหน้าดิน การใช้ถั่วพุ่มแล้วไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสดแล้วปลูกข้าวโพด โดยใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส 6 กิโลกรัมต่อไร่ และโพแทสเซียม 3 กิโลกรัมต่อไร่ ที่อำเภอพระพุทธบาท อำเภอปากช่อง และจังหวัดขอนแก่น ทำให้ผลผลิตของข้าวโพด เพิ่มขึ้นเป็น 408, 459 และ 265 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2540)

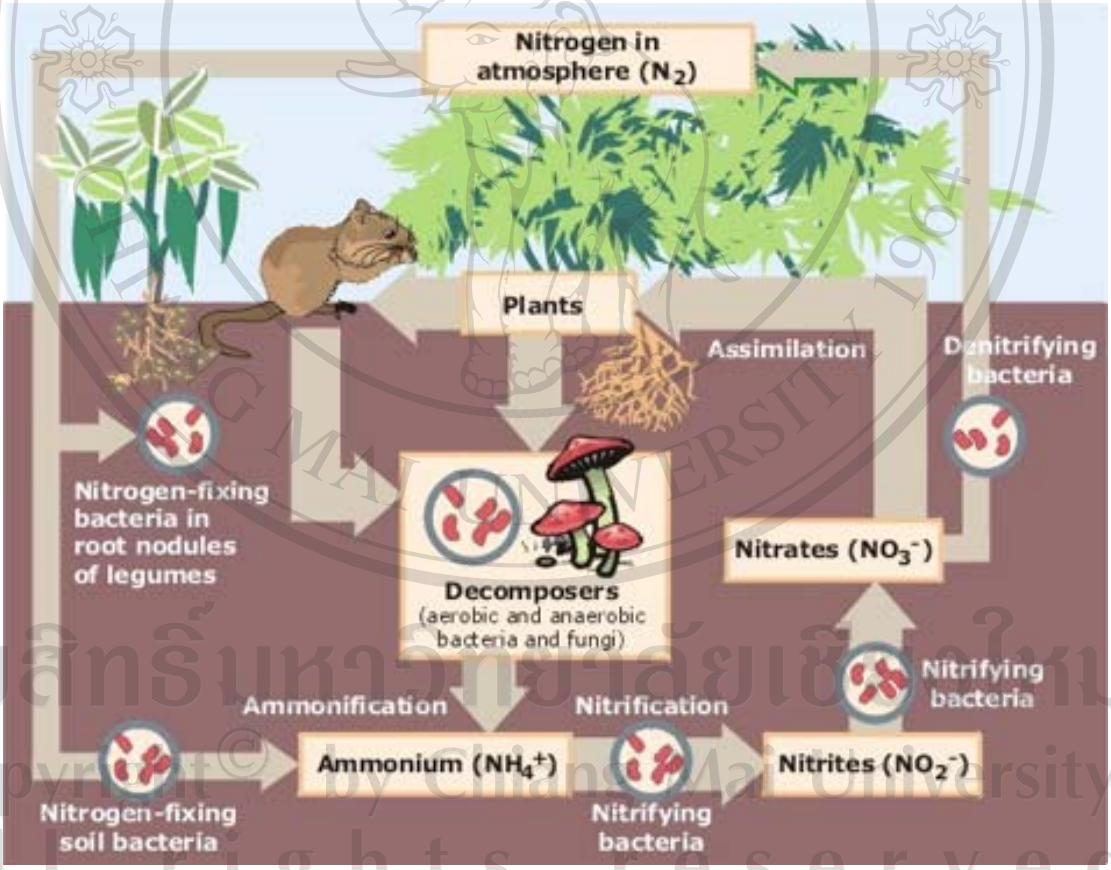
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การตรึงไนโตรเจนทางชีวภาพ (biological nitrogen fixation)

เป็นกระบวนการรีดิวส์ ก๊าซไนโตรเจนให้เกิดแอมโมเนีย โดยเอนไซม์ไนโตรจีเนส ดังสมการ

$$N_2 + 3H_2 \xrightarrow{\text{ไนโตรจีเนส}} 2NH_3$$

กระบวนการนี้เกิดในปมรากถั่ว หรือในโครงสร้างพิเศษที่จุลินทรีย์สร้างขึ้นมาเพื่อควบคุมปริมาณออกซิเจนไม่ให้ไปรบกวนเอนไซม์ และบังคับให้เกิดสภาพรีดักชั่น แต่ต้องมีออกซิเจนอยู่ในระดับพอเพียงต่อการหายใจของจุลินทรีย์ เอนไซม์ที่ทำหน้าที่ในการรีดิวส์ก๊าซไนโตรเจนให้เกิดแอมโมเนียในกระบวนการนี้คือ ไนโตรจีเนส (nitrogenase)



วัฏจักรไนโตรเจน

ที่มา http://www.vcharkarn.com/vcafe/147749 (15 สิงหาคม 2551)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไรโซเบียม - พืชตระกูลถั่ว (Rhizobium-Legume Symbiosis)

ไรโซเบียมเป็นเชื้อแบคทีเรียที่จัดอยู่ในอันดับ (order) Eubacteriales วงศ์ (family) Rhizobiaceae สกุล (genus) Rhizobium เป็นแบคทีเรียที่ติดสีแกรมลบ ไม่สร้างสปอร์ มีรูปร่างแบบเป็นแท่ง ต้องการอากาศในการเจริญเติบโต สามารถสร้างปมที่รากของถั่วได้ ปริมาณที่มีอยู่ในดินไม่มากนัก สามารถเคลื่อนที่ได้โดยอาศัยแส้ (flagella) เวลาที่ใช้ในการแบ่งเซลล์แต่ละครั้งประมาณ 2 ถึง 4 ชั่วโมง สามารถสร้างโคโลนีค่อนข้างใหญ่ (2 ถึง 4 มิลลิเมตร) ได้ภายใน 3 ถึง 5 วัน กลุ่มนี้จัดเป็นพวกที่เจริญเติบโตได้เร็ว (fast grower) ส่วนพวกที่เจริญเติบโตช้า (slow grower) จะใช้เวลาในการแบ่งเซลล์แต่ละครั้งประมาณ 6 ถึง 8 ชั่วโมง ในเวลา 7 ถึง 10 วัน จะสร้างโคโลนีได้เพียง 1 มิลลิเมตรเท่านั้น อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตอยู่ในช่วง 28 ถึง 30 องศาเซลเซียส สามารถใช้น้ำตาล แอลกอฮอล์ และกรดอินทรีย์บางชนิดเป็นแหล่งของพลังงานได้ใช้ yeast extract เป็นแหล่งของ growth factor และวิตามินได้ บางชนิดสามารถผลิต growth factor ได้เอง

การเข้าสร้างปมของเชื้อไรโซเบียมในพืชตระกูลถั่ว

กระบวนการเข้าสร้างปมของไรโซเบียมในพืชตระกูลถั่วนั้น ทั้งแบคทีเรียและพืชจะต้องมีปัจจัยควบคุมที่สอดคล้องกันคือ genes โดยที่ในเชื้อไรโซเบียมมี nod genes เป็นตัวควบคุมและเมื่อเชื้อไรโซเบียมเข้าไปในเซลพืชแล้วจะไปกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภายในรากพืช โดยมีการสร้าง hormones ที่เกี่ยวข้องกับการแบ่งตัวของเซลให้เกิดปมขึ้นมา

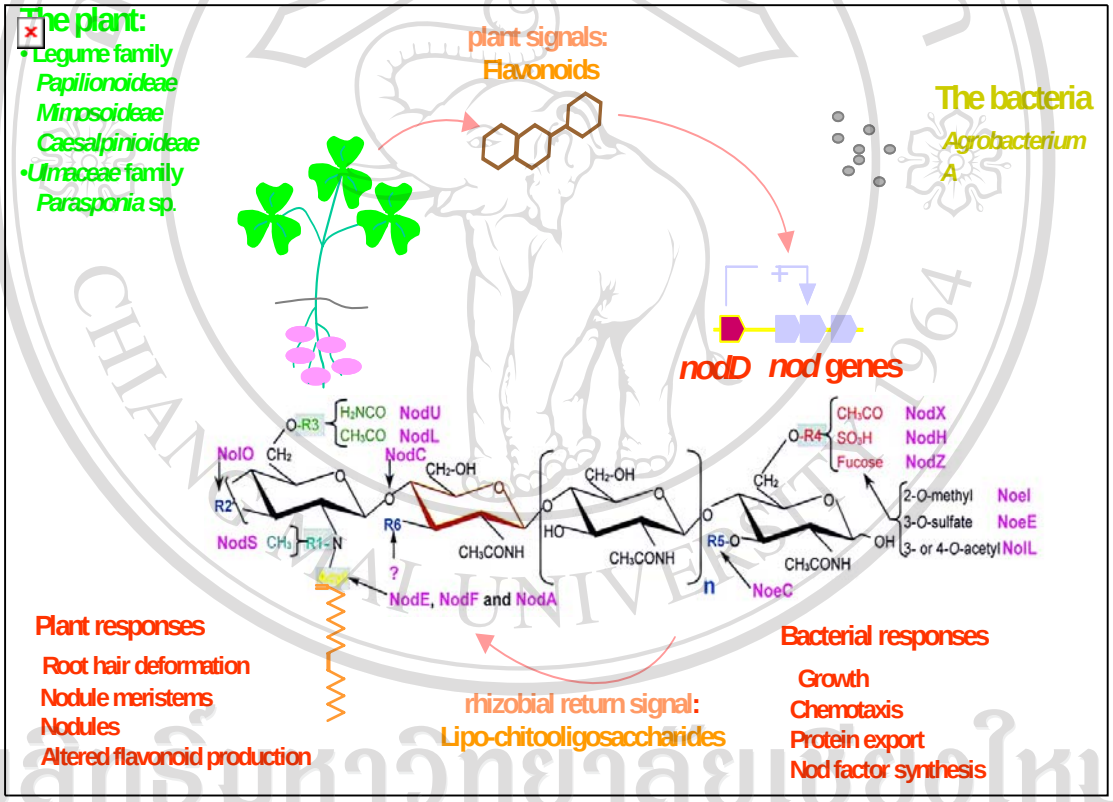
การเข้าสร้างปมมี 2 แบบด้วยกันคือ

1. การเข้าสร้างปมโดยการสร้าง infection thread
2. การเข้าสร้างปมโดยไม่มีการสร้าง infection thread

การเข้าสร้างปมโดยการสร้าง infection thread นั้นในลำดับแรกเลยเชื่อกันว่าเชื้อไรโซเบียมจะสร้างสารประกอบ IAA ขึ้นมาจาก Tryptophan ที่พืชปลดปล่อยออกมาทำให้รากม้วนงอ และผนังเซลด้านในของรากขนอ่อนจะยุบตัวเป็นท่อกลวงเข้าไปภายในรากเป็นท่อเล็กๆ เรียกว่า infection thread มี plasma membrane เป็นผนังหุ้มให้เป็นทางผ่านของเชื้อไรโซเบียมเข้าสู่เซลพืช infection thread จะเจริญเข้าไปถึงชั้น cortex แล้วเจาะเข้าไปภายในเซล ซึ่งปลายของท่อในระยะนี้ไม่มี cellulose หรือไม่มี cell wall หุ้มอยู่ทั้งนี้คงจะเกิดจากแบคทีเรียที่อยู่ภายในท่อย่อย cell wall ออกไปหรือเกิดจากการที่แบคทีเรียเจริญเร็วมากจนเซลพืชสร้างผนังไม่ทันก็เป็นได้ เมื่อท่อ infection thread เจาะผ่านผนังเซลพืชในชั้น cortex แล้วเชื้อไรโซเบียมก็เข้าไปอยู่ภายในเซลโดยที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เซลพืชจะสร้าง evelope หุ้มกลุ่มเซลของแบคทีเรียแยกออกจาก plasmalemma และ evelope เชื่อมต่อเข้ากับ endoplasmic reticulum ภายในcytoplasm เซลของแบคทีเรียที่อยู่ในเซลพืชจะเปลี่ยนรูปร่างและขนาดใหญ่ขึ้น เรียกว่า bacteroid ซึ่งภายในเซลมี vacuole 1 อันมี mitochondria และ amyloplast อยู่ข้างๆเซล ส่วนของ endoplasmic reticulum แตกออกเป็น membraneสั้นๆ และ vesicles ในขณะเดียวกันพืชจะผลิตสารที่เรียกว่า leghaemoglobin ขึ้นมาโดยเข้ามาอยู่ระหว่างเยื่อ evelope และ cell membrane ของ bacteroid เพื่อทำหน้าที่ควบคุมปริมาณ O_2 ในกิจกรรมการตรึงไนโตรเจนที่เกิดขึ้นจากไรโซเบียม เมื่อเจริญมากขึ้น bacteroid ก็จะสะสมสารประกอบพวก poly-β- hydroxy butyric acid (PBH)และเมื่อปมแก่ เซลของแบคทีเรียและปมรากพืชก็จะสลายไป



การตอบสนองในการเข้าสร้างปมของเชื้อไรโซเบียมกับพืชตระกูลถั่ว

ที่มาhttp://nsm1.utdallas.edu/bio/Gonzalez/Lecture/Parasite/rhizobiu.htm (19 กรกฎาคม 2549)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ส่วนการเข้าสร้างปมในแบบที่ 2 นั้น แบคทีเรียจะเข้าไปในรากพืชตรงรอยต่อของเซลแบบ intercellular infection โดยไม่มีการสร้าง infection thread เมื่อเข้าถึงเซลนั้น cortex แล้ว bacteria จะปล่อย enzyme ออกมาย่อยผนังเซลพืชแล้วเข้าไปเจริญภายในเซลพืชอีกทีหนึ่งปมของพืชที่เกิดขึ้นในลักษณะนี้จะมีปมเกิดขึ้นตรงส่วนที่ lateral root แยกออกมาจาก main root พืชที่สร้าง

ปมแบบนี้ได้แก่ ถั่วลิสง (*Arachis hypogaeae*), *Pisumm sativum*, *Lupinus* sp. *Aechynomene indica*) เชื้อไรโซเบียมที่อาศัยอยู่ในพืชตระกูลถั่วมีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนได้แตกต่างกันนอกจากจะขึ้นอยู่กับชนิดของถั่วและเชื้อไรโซเบียมแล้วยังมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความสมดุลของสภาพแวดล้อมที่พอเหมาะต่อการสังเคราะห์แสงและการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย เนื่องจากไรโซเบียมเมื่อเข้าไปอยู่ในเนื้อเยื่อพืชแล้วจำเป็นต้องอาศัยสารประกอบต่างๆ จากพืชในการทำกิจกรรมต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการตรึงไนโตรเจน ในส่วนของพืชนั้นแร่ธาตุต่างๆ ในดินมีส่วนสำคัญมากเช่น ถ้าในดินมีไนโตรเจนสูง พืชจะใช้ไนโตรเจนจากดินมากกว่าจากไรโซเบียม ซึ่งมีผลทำให้กิจกรรมการตรึงไนโตรเจนลดลงด้วย ทั้งนี้มีผู้อธิบายว่าไนโตรเจนจะไปขัดขวางกระบวนการสร้าง nitrogenase enzyme ในแบคทีเรีย ปริมาณการตรึงไนโตรเจนที่ไรโซเบียมสามารถตรึงให้กับพืชตระกูลถั่วบางชนิดมีค่าตั้งแต่ประมาณ 5 ถึง 143 กก.N/ไร่ (สมพร, 2541)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved