บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

ถั่วเหลืองฝักสด (*Glycine max* (L.) Merrill) หรือถั่วแระญี่ปุ่น (vegetable soybean) จัดเป็นพืชใหม่ของประเทศไทยที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจเพิ่มขึ้นพืชหนึ่ง เนื่องจากเป็นพืชอุตสาหกรรมเพื่อการส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศในรูปฝักสดแช่แข็ง โดยตลาดที่สำคัญคือประเทศญี่ปุ่น (กรุง และ สิริกุล, 2538) โดยส่วนใหญ่จะนำเข้าจากประเทศไต้หวัน แต่ปัจจุบันญี่ปุ่นมองหาตลาดนำเข้าใหม่ เนื่องจากผลผลิตจากไต้หวันมีราคาสูงและเริ่มมีปริมาณลดลง จึงเป็นโอกาสของประเทศไทยที่สามารถจะปลูกถั่วเหลืองฝักสดเพื่อการส่งออกมากขึ้น (จำลอง, 2539) นอกจากนี้ ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีศักยภาพในการผลิตถั่วเหลืองฝักสดเพื่อการส่งออกประเทศหนึ่ง ทั้งเป็นประเทศที่มีค่าจ้างแรงงานต่ำและเกษตรกรมีความชำนาญในการปลูกถั่วเหลืองมาช้านานแล้ว สภาพภูมิอากาศของประเทศไทยยังเหมาะสมต่อการปลูกถั่วเหลืองฝักสดอีกด้วย (วริษฐา, 2538) อย่างไรก็ตามการผลิตถั่วเหลืองฝักสดเพื่อให้ได้ผลผลิตที่สูงนั้นจำเป็นต้องได้รับธาตุอาหารสูง โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจน

ถั่วเหลืองฝักสด

ถั่วเหลืองฝักสด (*Glycine max* (L.) Merrill) หรือถั่วแระญี่ปุ่น(vegetable soybeanหรือ green soybean) จัดอยู่ใน Family Leguminosae และ Subfamily Papilionoideae (Caldwell, 1973; Singh and Jain, 1981)

2.1 ความต้องการไนโตรเจนของถั่วเหลือง

การเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ เป็นช่วงที่ต้นถั่วมีการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (Demooy and Suthetland, 1979) การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณเล็กน้อยในช่วง 2 สัปดาห์หลังงอก ส่งเสริมให้ต้นถั่วมีการเกิดปมเพิ่มขึ้น ไนโตรเจนที่ถั่วเหลืองใช้ในการเจริญเติบโตได้รับสองทาง คือไนโตรเจนที่มีอยู่ในดินหรือปุ๋ย และได้รับไนโตรเจนจากอากาศผ่านกระบวนการตรึงไนโตรเจน โดยถั่วเหลืองจะสามารถรับทางใดขึ้นอยู่กับพันธุกรรมของพืช และสภาพแวดล้อม จาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การศึกษา ของ(Demooy *et al*., 1973) พบว่า การขาดไนโตรเจนในช่วง 2-4 สัปดาห์ก่อนการออกดอก ทำให้ถั่วเหลืองที่ปลูกในทราย มีผลผลิตลดลงมากกว่าการขาดไนโตรเจนในระยะอื่น สำหรับการขาดไนโตรเจนในช่วง 2 สัปดาห์หลังการออกดอก ไม่มีผลทำให้ผลผลิตลดลง (Harper *et al.*, 1989) พบว่าในระยะแรกของการเจริญจนถึงระยะติดฝักเต็มที่ (R4) ปริมาณไนโตรเจนส่วนใหญ่สะสมไว้ในใบ คิดเป็น 70% ของไนโตรเจนทั้งหมดในส่วนเหนือดิน หลังจากพ้นระยะนี้ ปริมาณไนโตรเจนในส่วนของใบจะลดลง และปริมาณไนโตรเจนในส่วนลำต้นจะเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ จนถึงช่วงระยะ R4 ถึง R7 จะมีปริมาณคงที่คือ 21-22% ของไนโตรเจนทั้งหมด (Hanway and Weber, 1971 ; Egli *et al*., 1978) รายงานถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีความต้องการไนโตรเจนสูง เพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิตมากกว่าพืชเศรษฐกิจชนิดอื่น ซึ่ง Sinclair and Dewit (1975) พบว่าปริมาณไนโตรเจนที่ถั่วเหลืองต้องการใช้สร้างเมล็ดประมาณ 29 มก.N/กรัม ของ photosynthate ในขณะที่พืชอื่นเช่น ข้าว ข้าวโพด ข้าวสาลี และถั่วลิสง ต้องการเพียง 10, 11, 16 และ18 มก.N/กรัม ของ photosynthate

2.2 การตอบสนองของถั่วเหลืองฝักสดต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน

ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่สำคัญมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตของพืช มีสารประกอบที่สำคัญ เช่น โปรตีน คลอโรฟิล และกรดนิวคลีอิก เป็นต้น โดยเฉลี่ยในพืชจะมีไนโตรเจนประมาณ 1.5 ถึง 5.0 % ของน้ำหนักแห้ง (Haynes, 1986)

ถึงแม้ว่าถั่วเหลืองฝักสดจะสามารถตรึงไนโตรเจน ได้แต่ช้าต้องใช้เวลาประมาณ 35-43 วัน จึงเริ่มตรึงไนโตรเจนได้ ในขณะที่ไรโซเบียมที่เจริญร่วมกับพืชตระกูลถั่วชนิดอื่น เช่น ถั่วฝักยาวหรือถั่วพุ่ม เป็นพวกเจริญเร็ว (fast growers) ใช้เวลาเพียง 10-14 วันเท่านั้น ในสภาพการเจริญเติบโตที่เหมาะสม ปริมาณไนโตรเจนที่วิเคราะห์ได้ในเมล็ดถั่วเหลืองมีมากถึง 38 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากปริมาณไนโตรเจนในเมล็ดทั้งหมดนี้ เป็นไนโตรเจนที่ได้จากขบวนการตรึงไนโตรเจนโดยไรโซเบียม เพียง 40 เปอร์เซ็นต์ จากตัวเลขนี้แสดงว่าปริมาณไนโตรเจนส่วนที่เหลือได้มาจากไนโตรเจนในดิน (Weber, 1966a) จากงานทดลองของ (Hou *et al*., 1991) พบว่าอัตราของการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสม สำหรับถั่วเหลืองฝักสดคือ 60 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์ ซึ่งถ้าหากเพิ่มอัตราปุ๋ยไนโตรเจนมากกว่านี้ผลผลิตที่ได้จะลดลงอาจเนื่องมาจากปริมาณไนโตรเจนมาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เกินไปจะทำให้ขนาดของเมล็ดเล็กลง (อภิพรรณ, 2546)รายงานว่าการใช้ปุ๋ยปริมาณมากกับถั่วเหลืองฝักสดเพื่อกระตุ้นการเจริญเติบโตในระยะแรกๆ โดยใช้ปุ๋ยตามคำแนะนำอัตรา 40-100, 80-100, 80-120 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ จากการศึกษาถึงผลของ N, P, K ที่มีต่อการเจริญและสร้างผลผลิตของถั่วเหลือง พบว่าการใส่ปุ๋ย P และ K ทำให้น้ำหนักของทั้งเมล็ดและส่วนต่าง ๆ ของถั่วเหลืองสูงขึ้น และการเพิ่มอัตราปุ๋ยไนโตรเจนจาก 0 เป็น 224 และ 672 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์ ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 850, 2,040 และ 2,350 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ จากการทดลองของ Gan (1993) พบว่า ในพื้นที่ปลูกถั่วเหลืองฝักสดจังหวัดเชียงใหม่ซึ่งเป็นดินชุดสันทรายมีไนโตรเจนทั้งหมดต่ำ (ปริมาณไนโตรเจนในดิน 0.061%) และมี pH 6.3 การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 25 กก.N/เฮกตาร์ ก่อนปลูกให้ผลผลิตฝักต่ำสุด การเพิ่มปุ๋ยแต่งหน้า 50 กก.N/เฮกตาร์ ในระยะดอกบาน เพิ่มผลผลิตเพียงเล็กน้อย และการทดลองของ Ying (1990) ศึกษาการตรึงไนโตรเจนในถั่วเหลืองที่ปลูกตามหลังข้าว พบการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้แก่ข้าวและถั่วเหลือง ทำให้ต้นถั่วตรึงไนโตรเจนได้มากขึ้น เมื่อไม่ได้ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเลยถั่วเหลืองตรึงไนโตรเจนได้ 122 กก./เฮกตาร์ การใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 25-50 กก./เฮกตาร์ ให้กับถั่วเหลืองที่ปลูกตามหลังข้าวไม่ได้ใส่ปุ๋ยให้ผลใกล้เคียงกับผลตกค้างของไนโตรเจน 100-300 กก./เฮกตาร์ ที่ใส่ให้กับข้าว ทำให้ถั่วเหลืองตรึงไนโตรเจนเพิ่มขึ้นเป็น 132-140 กก./เฮกตาร์ การใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 25-50 กก./เฮกตาร์ แก่ถั่วเหลืองที่ปลูกตามหลังข้าวที่ได้รับปุ๋ยแล้ว 100 กก./เฮกตาร์ จะไม่มีผลอย่างไรต่อการตรึงไนโตรเจน แต่ในกรณีที่ข้าวได้รับปุ๋ยไนโตรเจนแล้ว 300 กก./เฮกตาร์ การให้ปุ๋ยไนโตรเจนแก่ถั่วเหลืองอีกทำให้การตรึงไนโตรเจนลดลง เนื่องจากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณมากทำให้การเกิดปมในถั่วเหลืองลดลง

2.3 บทบาทความอุดมสมบูรณ์ของดิน

พื้นที่ดินส่วนใหญ่ของประเทศไทยเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เป็นตัวบ่งชี้ถึงการขาดแคลนธาตุอาหารบางชนิด โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการใช้ในปริมาณมาก เป็นธาตุที่สูญเสียไปจากดินได้ง่ายโดยการชะล้าง หรือระเหยในรูปของก๊าซ ถ้ามีอินทรียวัตถุที่เพียงพอจะสามารถแก้ปัญหาได้ ชะลูด(2539) ได้ทำการสำรวจดินในพื้นที่ปลูกพืชในจังหวัดภาคเหนือ รายงานว่าดินไร่ในจังหวัดเชียงใหม่ส่วนใหญ่ดินค่อนข้างเป็นกรด pH ต่ำกว่า 6.0 จนถึง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

pH ประมาณ 5.0 มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำถึงปานกลาง exchangeable K ค่อนข้างต่ำถึงต่ำมาก (90-40 ppm) available P อยู่ในระดับต่ำมาก จากระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำนี้จึงต้องแก้ไข โดยการใช้สารปรับปรุงดินหรือปุ๋ยในอัตราที่เหมาะสม (นวลศรีและคณะ, 2543) การปรับปรุงดินโดยการใช้ปุ๋ยพืชสด เป็นวิธีการหนึ่งที่มีศักยภาพในการแก้ปัญหาดังกล่าว ซึ่งสามารถฟื้นฟูสภาพดินอย่างยั่งยืน การใช้ปุ๋ยพืชสดจากพืชตระกูลถั่ว นอกจากจะเพิ่มอินทรียวัตถุในดินแล้ว ยังมีบทบาทสำคัญในการใช้เป็นแหล่งธาตุไนโตรเจนของพืช เนื่องจากสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ และเมื่อไถกลบลงไปในดินจะปลดปล่อยไนโตรเจนในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้

2.4 ศักยภาพของปุ๋ยพืชสด

ปุ๋ยพืชสด โดยเฉพาะพืชตระกูลถั่วสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ พืชตระกูลถั่วที่นิยมปรับปรุงดินนอกจากมีคุณสมบัติในการตรึงไนโตรเจนแล้วยังต้องเป็นพืชที่ปลูกง่าย โตเร็ว ลำต้นมีใบเป็นจำนวนมาก เมล็ดพันธุ์หาง่ายราคาถูก พืชตระกูลถั่วที่ใช้เป็นปุ๋ยพืชสดได้เร็ว ได้แก่ ถั่วพุ่ม (*Vigna unguiculata*) เป็นพืชตระกูลถั่วฝักคล้ายถั่วฝักยาวใช้เป็นอาหารคนและสัตว์ได้ ทนสภาพแล้งได้ดีเจริญเติบโตเร็ว ผลิตน้ำหนักสดประมาณ 4 ตันต่อไร่ มีเปอร์เซ็นต์ธาตุอาหาร N, P, K ประมาณ 2.92, 0.45 และ 4.00 ตามลำดับ จำลองและคณะ (2540) พบว่า การปลูกพืชตระกูลถั่วทั้งสามชนิด ถั่วพุ่ม ถั่วพร้า และถั่วเวอราโน หมุนเวียนกับพืชหลักคือ ปอแก้ว ทำให้ผลผลิตเฉลี่ยปอแก้วเพิ่มขึ้น 3-4.3% สำหรับถั่วพร้า (*Canavalia ensiformis*)เป็นพืชที่ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดีมากสามารถทนแล้งได้ดี ผลิตน้ำหนักสดประมาณ 4 ตันต่อไร่ มีเปอร์เซ็นต์ธาตุอาหาร N, P และ K ประมาณ 3.04, 0.37 และ 3.12 ตามลำดับ ปอเทือง (*Crotalaria juncea*) เป็นพืชตระกูลถั่ว ที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วผลิตน้ำหนักสดประมาณ 1.5-5 ตันต่อไร่ มีเปอร์เซ็นต์ธาตุอาหาร N, P และK ประมาณ 1.98, 0.30 และ 2.41 ตามลำดับ นิพนธ์ และคณะ (2535) ศึกษาการใช้ ปอเทือง โสนอินเดีย และโสนอัฟริกัน พบว่าการใช้โสนอินเดีย และโสนอัฟริกัน ทำให้ข้าวมีการเจริญเติบโตและน้ำหนักสดรวมทั้งให้ผลผลิตสูงกว่าการใช้ปอเทืองเป็นปุ๋ยพืชสด พฤกษ์และคณะ (2543) ทดสอบการใช้พืชตระกูลถั่ว 5 ชนิด คือ โสนอินเดีย โสนอัฟริกัน ถั่วพุ่มดำ ถั่วเขียว และถั่วลิสง เป็นพืชบำรุงดินโดยการไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสดทิ้งไว้ 15 วันจึงปลูกข้าวตามในชุดดินบางนรา(กลุ่มชุดดินที่ 6) พบว่าถั่วพุ่มดำ มีความเหมาะสมต่อการปลูกเป็นปุ๋ยพืชสด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ก่อนปลูกข้าว เนื่องจากให้น้ำหนักสดเฉลี่ย 2 ปีสูงสุด 4,891 กิโลกรัมต่อไร่และให้ผลผลิตข้าวที่ปลูกตามมาเฉลี่ย 2 ปีสูงสุด 593 กิโลกรัมต่อไร่ (สมศักดิ์, 2543) สอดคล้องกับผลการทดลองการไถกลบโสนอัฟริกัน ปอเทือง และถั่วพุ่ม ในดินชุดปากช่อง(Pc) หลังจากการย่อยสลายเป็นเวลา 15 วัน ระดับไนโตรเจนเพิ่มขึ้นเฉลี่ย จาก 0.12 เป็น 0.18 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียม โดยเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยจาก 106 และ 148 เป็น 139 และ 174 ppm ตามลำดับ กอบเกียรติและคณะ (2534) พบว่าการใช้ ถั่วพร้า ถั่วพุ่ม ถั่วมะแฮะและปอเทือง เป็นปุ๋ยพืชสดเพื่อเพิ่มผลผลิตของมันสำปะหลัง ผลผลิตมันสำปะหลังตอบสนองต่อปอเทืองและถั่วพร้าให้น้ำหนักสดเฉลี่ย 5,499 และ 4,527 กิโลกรัมต่อไร่

2.5 ความเป็นประโยชน์ของปุ๋ยพืชสด

ปุ๋ยพืชสด แต่ละชนิดมีความเหมาะสมแตกต่างกันไปตามศักยภาพและบทบาทของพืชนั้น สามารถเลือกใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการผลิตพืช แบ่งตามลักษณะการใช้ประโยชน์ สามารถจำแนกได้ดังนี้

2.5.1.ใช้ปรับปรุงดิน เมื่อไถกลบไปในดินแล้วย่อยสลายเป็นอินทรียวัตถุได้เร็ว ได้แก่ กลุ่มโสน เช่น โสนอัฟริกัน *(Sesbania rostrata)* โสนจีนแดง *(Sesbania cannabina)* ปอเทือง *(Crotalaria juncea)* ถั่วพร้า *(Canavalia ensiformis)* เป็นต้น

2.5.2.ใช้ปกคลุมดิน ส่วนมากลักษณะเถาเลื้อยพันกัน เช่น ไมยราบ *(Mimosa invisa)* ถั่วลาย *(Centrosema pubescens)* ถั่วไซราโตร *(Macroptilium atropurpureum)* เป็นต้น หากต้องการเพิ่มอินทรียวัตถุสามารถไถกลบย่อยสลายตามธรรมชาติ

2.5.3. ใช้ปลูกเป็นพืชเศรษฐกิจ สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตจำหน่าย ซากพืชที่เหลืออยู่ไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสดต่อไป เช่น ถั่วเขียวผิวมัน *(Phasealus aureus)* ถั่วลิสง *(Arachis hypogaea)* ถั่วพุ่ม *(Vigna unguiculata)* ถั่วแปบ *(Dolichos lablab)* เป็นต้น

2.5.4.พืชน้ำบางชนิดสามารถเป็นปุ๋ยพืชสดได้ เช่น แหนแดง *(Azolla pinnata)* โดยนำมาเลี้ยงในนา สามารถไถกลบลงดินก่อนปลูกข้าว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การเลือกใช้ปุ๋ยพืชสดสามารถพิจารณาตามสมบัติที่สำคัญของพืช คือ ควรเป็นพืชที่เจริญเติบโตได้ดีในสภาพพื้นที่ เช่น ที่นา ที่ดอน ดินเค็ม ดินกรด หรือดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ควรเป็นพืชที่มวลชีวภาพสูง เจริญเติบโตเร็ว กล่าวคือปุ๋ยพืชสดที่มีมวลชีวภาพสูงส่งผลให้มีปริมาณธาตุอาหารต่างๆ สูงจากการสลายตัวตามไปด้วย อีกทั้งเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วแข่งขันกับวัชพืชได้ เป็นการกำจัดวัชพืชอีกทาง และเป็นการลดต้นทุนในการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืช นอกจากนี้ยังมีระบบรากหยั่งลึกทำให้เกิดช่องว่างในดิน ส่งผลให้เกิดการระบายน้ำและอากาศได้ดี เป็นการปรับสภาพกายภาพของดินให้เหมาะสมต่อการปลูกพืช รวมถึงเป็นพืชที่เมื่อไถกลบลงไปในดินแล้วสามารถย่อยสลายได้หมดในคราวเดียว จะไม่เจริญเติบโตขึ้นมาได้อีกเมื่อนำพืชหลักมาปลูก

2.6 วิธีการไถกลบและความลึกในการไถกลบปุ๋ยพืชสด

วิธีการไถกลบมีความเหมาะสมกันไปในแต่ละพื้นที่ เกษตรกรในอดีตใช้วิธีตัดแล้วสับพืชให้มีดียิ่งขึ้นขนาดเล็กลงด้วยมือก่อนกลบซากพืชลงไปในดิน แต่หากพื้นที่มีบริเวณกว้างอาจทำได้ยากและใช้เวลานาน ต่อมามีการใช้รถแทรกเตอร์ติดอุปกรณ์การไถ ซึ่งสามารถไถกลบปุ๋ยพืชสดได้ในเวลาอันรวดเร็ว ต่อมาสถาบัน IRRI ได้พัฒนาอุปกรณ์ติดรถไถสำหรับสับต้นพืชที่มีมวลชีวภาพในปริมาณมาก เรียกว่า power-tiller-drawn-mouldboard โดยการติดใบมีดกลมใกล้กับล้อของรถไถชนิดนี้ วิธีการนี้สามารถสับกลบพืชได้ละเอียดและรวดเร็วยิ่งขึ้น

การไถกลบปุ๋ยพืชสดลงไปในดินในระดับที่เหมาะสม ช่วยลดการสูญเสียไนโตรเจน การใช้รถไถทำให้มีความลึกในการไถกลบสม่ำเสมอ ซึ่งมีความลึกประมาณ 15-20 เซนติเมตร Williams and Finfrock (1962) รายงานว่าการไถกลบที่ระดับความลึก 10-15 เซนติเมตร ทำให้เกิดกระบวนการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจนยาวนาน ซึ่งจะทำให้รักษาไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียมในดินได้ดี

2.7 การสลายตัวของปุ๋ยพืชสดในดิน

การปลูกปุ๋ยพืชสดเมื่อออกดอกแล้วทำการไถกลบลงไปในดินมีผลกระตุ้นกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน และทำให้ดินมีธาตุอาหารเพิ่มขึ้น หลังการไถกลบปุ๋ยพืชสดเกิดการสลายตัวจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องพวก heterotrophy สำหรับการสลายตัวของสารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจนโดยจุลินทรีย์ดิน เรียกว่า กระบวนการ mineralization ทำให้สารอินทรีย์ไนโตรเจนเปลี่ยนรูปเป็น NH_4^+-N, NH_2^- และ NH_3^--N การเปลี่ยนรูปของ NH_4^+-N มีสองขั้นตอน ขั้นตอนแรกเรียกว่า aminization มีดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Protein $\longrightarrow$ R- NH_2 + CO_2 + energy + orther product

ขั้นตอนที่ 2 เรียกว่า ammonification ซึ่งได้ NH_3 เป็นผลผลิตของปฏิกิริยา มีดังนี้

R- NH_2 + HOH $\longrightarrow$ NH_3 + R-OH + energy

สำหรับ NH_3 ที่เกิดขึ้น สามารถแปรสภาพต่อไปเป็นNO_2^- และ NO_3^- NH_2โดยกระบวนการ nitrificatation ของ autotrophic แบคทีเรียที่ต้องการพลังงาน จากปฏิกิริยา oxidation ของ NH_4^+ และ NO_2^- มีดังต่อไปนี้

$2NH_4^+ + 3O_2 \longrightarrow 2NO_2^- + H_2O + 4H^4$

$2NH_2^- + O_2 \longrightarrow 2NO_3^-$

2.8 ปัจจัยที่มีผลต่อการย่อยสลายปุ๋ยพืชสด

2.8.1 C:N ratio

C:N ratio ปัจจัยนี้แสดง การย่อยสลายสารอินทรีย์มีไนโตรเจนเพียงพอกับความต้องการของจุลินทรีย์ทำให้การย่อยสลายสารอินทรีย์อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่ หากไนโตรเจนสูงการสลายตัวจะเกิดขึ้นเร็วและสมบูรณ์ C:N ratio ที่เพียงพอกับความต้องการของจุลินทรีย์ อยู่ในช่วง 20:1 ถึง 30:1 ถ้าพืชมี C:N ratio สูงกว่า 30:1 ขึ้นไป ทำให้ไนโตรเจนที่ได้มีอยู่จำกัดและไม่สลายพืชได้เร็วเท่าที่ควร (Vlek *et al.,* 1981)

2.8.2 ปริมาณลิกนิน

จากการศึกษาพบว่าปริมาณลิกนิน เป็นปัจจัยกำหนดว่าพืชจะย่อยสลายยากหรือง่าย ลิกนิน เป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างซับซ้อน มี aromatic compound ทำให้สลายตัวได้ยาก (ยงยุทธ และคณะ, 2541) ปริมาณลิกนินสัมพันธ์กับอายุของพืช พืชจะมีปริมาณลิกนินต่ำในช่วงการเจริญเติบโตระยะแรกและเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อพืชมีปริมาณลิกนินสูง ส่งผลให้อัตราการปล่อยไนโตรเจนช้าลง

2.8.3 สภาพดิน

ความชื้น อุณหภูมิ ความเป็นกรดเป็นด่าง และการระบายอากาศของดิน เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการย่อยสลายของพืช อุณหภูมิ มีผลต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ โดยช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมช่วง 25-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

35 องศาเซลเซียส อัตราการสลายตัวมักลดลงหากความชื้นในดินมากเกินไปทำให้เกิดการขาดออกซิเจน ความเป็นกรดเป็นด่าง pH มีผลต่อดินในช่วงที่ pH เป็นกลาง จะเกิดขึ้นได้เร็วกว่าช่วงที่เป็นกรดหรือด่างเกินไป การระบายอากาศของดิน ในสภาพที่มีออกซิเจนการย่อยสลายจะเกิดขึ้นเร็วและสมบูรณ์ ในสภาพที่ดินขาดอากาศหรือมีน้ำท่วมขังอัตราการสลายตัวจะลดลงและเกิดขึ้นได้ไม่สมบูรณ์

2.9 ลักษณะทั่วไปของพืชตระกูลถั่วที่นำมาใช้เป็นปุ๋ยพืชสด

ปอเทือง (Sunn hemp)

เป็นพืชตระกูลถั่ว ลักษณะลำต้นตั้งตรง สูง 6-8 ฟุต ดอกสีเหลือง ออกดอกประมาณ 50 วัน นิยมปลูกในแปลงพืชไร่,นาข้าว โดยหว่านหรือโรยเป็นแถว ระยะแถว 100 ซม.ใช้เมล็ดพันธุ์ 3 - 5 กก./ไร่ ขึ้นได้ดีในดินที่ระบายน้ำดี ชอบอากาศร้อน ให้น้ำหนักสด ประมาณ 3-4 ตันต่อไร่ ซึ่งจะให้ธาตุไนโตรเจน / ฟอสฟอรัส / โพแทสเซียม ประมาณ 3.0 / 0.6 / 3.0 % ของน้ำหนักแห้ง (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2550 : ระบบออนไลน์)

จำลองและคณะ (2544) ศึกษาการสะสมธาตุอาหาร N, P และ K ในปอเทืองที่อายุ 45-90 วัน พบว่า ปอเทืองมีการสะสมมวลชีวภาพ (น้ำหนักสด) เพิ่มขึ้นตามอายุของปอเทือง โดยน้ำหนักเพิ่มขึ้นจาก 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

ถั่วพุ่มดำ (Cowpea)

ลักษณะลำต้นเป็นพุ่มเตี้ย คล้ายถั่วเขียว ฝักคล้ายถั่วฝักยาว มีดอกสีเหลืองหรือสีเขียวอมเหลือง สามารถปลูกได้ทั้งสภาพไร่และสภาพนา ใช้เมล็ดหว่านอัตรา 8-10 กก./ไร่ อายุออกดอก 45-60 วัน ไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสดบำรุงดิน จะให้ธาตุไนโตรเจนประมาณ 2-3 กิโลกรัมต่อไร่ซึ่งจะให้ธาตุไนโตรเจน/ ฟอสฟอรัส/ โพแทสเซียม ประมาณ 2.9 /0.6 /3.5 %ของน้ำหนักแห้ง (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2550 : ระบบออนไลน์)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ถั่วพร้า (Jack bean)

เป็นพืชที่ปรับตัวได้ดีมาก มีระบบระบายน้ำ มีระบบรากลึก ทนแล้งได้ดี ลักษณะเป็นทรงพุ่ม โดยปลูกใช้ระยะหลุม 25 x 50 ซม.ใช้เมล็ด 5 กก/ไร่ แต่หากหว่านจะใช้เมล็ดพันธุ์ 10 กก./ไร่ ออกดอกประมาณ 55-60 วัน น้ำหนักสดประมาณ 3-4 ตันต่อไร่ ซึ่งจะให้ธาตุไนโตรเจน / ฟอสฟอรัส / โพแทสเซียม ประมาณ 3.0 / 0.4 / 3.0 % ของน้ำหนักแห้ง (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2550 : ระบบออนไลน์)

2.10 ไรโซเบียม (Rhizobium)

ไรโซเบียมเป็นเชื้อแบคทีเรียที่จัดอยู่ใน(order) Eubacteriales (family) Rhizobiaceae เป็นแบคทีเรียที่ติดสีแกรมลบ ไม่สร้างสปอร์มีรูปร่างแบบเป็นแท่ง ต้องการอากาศในการเจริญเติบโต สามารถสร้างปมในรากของถั่วได้ สามารถเคลื่อนที่ได้โดยอาศัยแส้ (flagella) อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตอยู่ในช่วง 28 ถึง 30 องศาเซลเซียส สามารถใช้น้ำตาล แอลกอฮอล์ และกรดอินทรีย์บางชนิดเป็นแหล่งของพลังงาน

การเข้าสร้างปมของไรโซเบียมในพืชตระกูลถั่วนั้น ทั้งแบคทีเรียและพืชจะต้องมีปัจจัยควบคุมที่สอดคล้องกันคือ genes โดยที่ในเชื้อไรโซเบียมมี nod genes เป็นตัวควบคุมและเมื่อเชื้อไรโซเบียมเข้าไปในเซลล์พืชแล้วไปกระตุ้นให้เกิดความเปลี่ยนแปลงภายในราก โดยมีการสร้าง hormones ที่เกี่ยวข้องกับการแบ่งตัวของเซลล์ให้เกิดปมขึ้นมา

การเข้าสร้างปมมี 2 แบบ

1. การเข้าสร้างปมโดยการสร้าง infection thread
2. การเข้าสร้างปมโดยไม่มีการสร้าง infection thread

การเข้าสร้างปมโดยการสร้าง infection thread เชื้อไรโซเบียมจะสร้างสารประกอบ IAA ขึ้นมาจาก Tryptophan พืชปลดปล่อยออกมาทำให้รากม้วนงอ และผนังเซลล์ด้านในของรากขนอ่อนจะยุบตัวเป็นท่อกลวงเข้าไปภายในรากเป็นท่อเล็กๆ เรียกว่า infection thread มี plasma membrane เป็นผนังหุ้มให้เป็นทางผ่านของเชื้อไรโซเบียมเข้าสู่เซลล์พืช infection thread จะเจริญเข้าไปถึงชั้น cortex แล้วเจาะเข้าไปภายในเซลล์ ซึ่งปลายของท่อในระยะนี้ไม่มี cellulose หรือไม่มี cell wall หุ้มอยู่ทั้งนี้คงจะเกิดจากแบคทีเรียที่อยู่ภายในท่อย่อย cell wall ออกไปหรือเกิดจากการที่แบคทีเรียเจริญเร็วมากจนเซลล์พืชสร้างผนังไม่ทันก็เป็นได้ เมื่อท่อ infection thread

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เจาะผ่านผนังเซลล์พืชในชั้น cortex แล้วเชื้อไรโซเบียมก็เข้าไปอยู่ภายในเซลล์โดยที่เซลล์พืชจะสร้าง evelope หุ้มกลุ่มเซลล์ของแบคทีเรียแยกออกจาก plasmalemma และ evelope เชื่อมต่อเข้ากับ endoplasmic reticulum ภายใน cytoplasma เซลล์ของแบคทีเรียที่อยู่ในเซลล์พืชจะเปลี่ยนรูปร่างและขนาดใหญ่ขึ้น เรียกว่า bacteroid ซึ่งภายในเซลล์มี vacuole 1 อันมี mitochondria สั้นๆ และ vesicles ในขณะเดียวกันพืชจะผลิตสารที่เรียกว่า leghaemoglobin ขึ้นมาโดยเข้ามาอยู่ระหว่างเยื่อ evelope และ cell membrane ของ bacteroid เพื่อทำหน้าที่ควบคุมปริมาณ O_2 ในกิจกรรมการตรึงไนโตรเจนที่เกิดขึ้นจากไรโซเบียม เมื่อเจริญมากขึ้น bacteroid ก็จะสะสมสารปรอทพวก poly-β-hydroxy butyric acid (PBH) และเมื่อแก่ เซลล์ของแบคทีเรียและปมรากพืชก็จะสลายไป

การเข้าสร้างปมแบบที่ 2 แบคทีเรียจะเข้าไปในรากพืชตรงรอยต่อของเซลล์แบบ intercellular infection โดยไม่มีการสร้าง infection thread เมื่อเข้าถึงเซลล์นั้น cortex แล้ว bacteria จะปล่อย enzyme ออกมาย่อยผนังเซลล์พืชจะเข้าไปเจริญภายในเซลล์พืชอีกทีหนึ่งปมของพืชที่เกิดขึ้น ในลักษณะนี้จะมีปมเกิดขึ้นตรงส่วนที่ lateral root แยกออกมาจาก main root พืชที่สร้างปมแบบนี้ได้แก่ ถั่วลิสง เป็นต้น ไรโซเบียมที่อาศัยในพืชตระกูลถั่วมีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนที่แตกต่างกันขึ้นกับชนิดของถั่วและเชื้อไรโซเบียม แล้วยังมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความสมดุลของสภาพแวดล้อมที่พอเหมาะต่อการสังเคราะห์แสงและการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย เนื่องจากไรโซเบียมเมื่อเข้าไปอยู่ในเนื้อเยื่อพืชแล้วจำเป็นต้องอาศัยสารประกอบต่างๆ จากพืชในการทำกิจกรรมต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการตรึงไนโตรเจนถ้าในดินมีไนโตรเจนสูง พืชจะใช้ไนโตรเจนจากดินมากกว่าไรโซเบียม ซึ่งมีผลทำให้เกิดกิจกรรมการตรึงไนโตรเจนลดลงด้วย ไนโตรเจนจะเข้าไปขัดขวางกระบวนการสร้าง nitrogenase enzyme ในแบคทีเรีย ปริมาณการตรึงไนโตรเจนที่ไรโซเบียมสามารถตรึงให้กับพืชตระกูลถั่วบางชนิดมีค่าตั้งแต่ประมาณ 5 ถึง 143 กก.N/ไร่ (สมพร, 2541)

2.11 ปริมาณไนโตรเจนที่ตรึงได้

ไรโซเบียมและพืชตระกูลถั่วจะตรึงไนโตรเจนได้มากน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับระดับของธาตุไนโตรเจนในดิน ถ้าดินขาดไนโตรเจนมากการตรึงไนโตรเจนจะมีมากที่สุด ถ้าดินไม่ขาดไนโตรเจน พืชได้รับไนโตรเจนจากพืชเพียงพอ การตรึงไนโตรเจนจะมีน้อยหรือไม่ตรึงไนโตรเจนเลย ดังนั้นถ้ามีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนลงไปในดินในปริมาณมากไรโซเบียมจะไม่ตรึงไนโตรเจน (ชลิดา, 2550)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การประเมินการตรึงไนโตรเจนของพืชตระกูลถั่วชนิดต่างๆ (ตาราง 1) จะพบว่าปริมาณของไนโตรเจนที่ไรโซเบียมตรึงได้นั้นจะเพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของพืชตระกูลถั่วชนิดนั้นๆ โดยไม่จำเป็นต้องให้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนและหากสภาวะต่างๆเหมาะสม มีไรโซเบียมที่มีประสิทธิภาพสูงในการตรึงไนโตรเจนแล้ว นอกจากจะช่วยให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วนั้นสูงด้วยแล้ว เมื่อทำการไถกลบพืชตระกูลถั่วนั้นลงสู่ดินโดยเฉพาะพืชตระกูลถั่วที่ใช้เป็นเป็นปุ๋ยพืชสด เช่น พืชตระกูลถั่วจำพวกโสนชนิดต่างๆ ที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้ในอัตราที่ค่อนข้างสูง เมื่อทำการไถกลบลงสู่ดินก็จะย่อยสลาย และปลดปล่อยไนโตรเจนสู่ดินเป็นประโยชน์ต่อพืชที่ปลูกตามต่อไป

ตาราง 1 ปริมาณไนโตรเจนที่ถั่วชนิดต่างๆตรึงได้โดยประมาณในสภาพไร่นา

พืช	ปริมาณไนโตรเจนที่ตรึงได้โดยประมาณ (กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ต่อปี)
ถั่วเหลือง	10-27
ถั่วเขียว	10-55
ถั่วลิสง	12-50
ถั่วพุ่ม	12-57
ถั่วแดงหลวง	7-11
ถั่วมะแฮะ	27-45
ถั่วปากอ้า	7-88

ที่มา FAO, 1984

2.12 ศักยภาพของปุ๋ยพืชสดต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต

การปลดปล่อยไนโตรเจนของปุ๋ยพืชสด มีกระบวนการดังนี้ปุ๋ยพืชสดจะต้องผ่านกระบวนการการย่อยสลายโดยขบวนการ mineralization ถึงจะได้ไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมี 2 รูป คือ NH_4^+ และ NO_3^- Bouldin (1987) รายงานว่า การใช้ปุ๋ยพืชสดมีผลต่ออินทรียวัตถุของดิน 2 ประการ คือ เป็นแหล่งไนโตรเจนของพืชและสะสมอินทรียวัตถุแก่ดิน ปุ๋ยพืชสดย่อยสลายจะปลดปล่อยไนโตรเจนได้อย่างรวดเร็ว และเป็นประโยชน์มากต่อพืชแรกที่ปลูก Nagarajah (1987)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รายงานว่า การปลดปล่อยไนโตรเจนของปุ๋ยพืชสดขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ ชนิดของดิน ระยะเวลาการท่วมขังของน้ำ อุณหภูมิดิน คุณภาพและปริมาณของปุ๋ยพืชสด ปริมาณไนโตรเจนในดินและ การจัดการน้ำหลังการไถกลบ กรมพัฒนาที่ดิน (2541) การวิเคราะห์ธาตุอาหารไนโตรเจน และ C/N ratio พบว่า ปอเทือง มีปริมาณธาตุไนโตรเจนอยู่ในช่วงร้อยละ 1.17 ถึง 3.06 และค่า C/N ratio อยู่ในช่วง 10 ถึง 31 ถั่วพร้า มีไนโตรเจนอยู่ในช่วงร้อยละ 1.14 ถึง 4.33 C/N ratio อยู่ในช่วง 9 ถึง 34 และ ถั่วพุ่ม มีไนโตรเจนอยู่ในช่วงร้อยละ 1.14 ถึง 4.01 C/N ratio อยู่ในช่วง 8 ถึง 34 กรมพัฒนาที่ดิน (2541) รายงานว่าการไถกลบโสนอัฟริกัน ปอเทืองและถั่วพุ่ม ในดินชุดปากช่อง หลังจากการย่อยสลายเป็นเวลา 15 วัน ระดับไนโตรเจนเพิ่มขึ้น จาก 0.12 เป็น 0.18 เปอร์เซ็นต์ และการไถกลบปอเทืองร่วมกับปุ๋ยเคมี (16-16-8) อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ ในดินชุดวาริน มีผลทำให้ผลผลิตข้าวโพดหวานสูงสุด มากกว่าแปลงเปรียบเทียบกับ เสรีวัฒน์และคณะ (2535) ศึกษาการปลูกถั่วเหลืองหลังจากไถกลบปุ๋ยพืชสด ทำให้ถั่วเหลืองมีจำนวนฝักมากขึ้น น้ำหนักเมล็ดมากขึ้น ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 6 % และยังพบว่า มีความหนาแน่นดินลดลง ปริมาณ Available P และ Exchangeable K เพิ่มขึ้นด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved