บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

1. ข้าวพันธุ์สังข์หยดพัทลุง

จังหวัดพัทลุงมีพื้นที่ทำนามากที่สุดจังหวัดหนึ่งของภาคใต้ มีพื้นที่ทำนาทั้งหมด ประมาณ 289,601 ไร่ คิดเป็น 20.35% ของพื้นที่การเกษตรของจังหวัด (สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดพัทลุง, 2550) เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมปลูกข้าวพันธุ์พื้นเมืองเพื่อจำหน่ายในท้องถิ่นและบริโภคในครัวเรือน เช่น ข้าวเล็บนก ข้าวสังข์หยด เป็นต้น โดยทั่วไปมีการใช้ปุ๋ยเคมีในการผลิตข้าว อย่างไรก็ตามในปัจจุบันพบว่าเริ่มมีการใช้ปุ๋ยพืชสดในบางพื้นที่เพื่อทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมี เช่น โสนอัฟริกัน ปอเทือง ถั่วพุ่ม ถั่วพร้า เป็นต้น โดยเฉพาะในพื้นที่การปลูกข้าวสังข์หยดอินทรีย์

ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง (2549) ได้รายงานไว้ว่า ข้าวสังข์หยด เป็นพันธุ์ข้าวพื้นเมืองที่มีแหล่งปลูกดั้งเดิมในจังหวัดพัทลุงไม่น้อยกว่า 100 ปีมาแล้ว ชาวพัทลุงได้เก็บเมล็ดพันธุ์ข้าวสังข์หยดไว้เพื่อปลูกและรักษาพันธุ์ติดต่อกันมาด้วยภูมิปัญญาท้องถิ่น ต่อมามีหน่วยงานภาครัฐโดยศูนย์วิจัยข้าวพัทลุงได้พัฒนาปรับปรุงพันธุ์ข้าวสังข์หยดให้เป็นสายพันธุ์บริสุทธิ์ และยื่นหนังสือคำขอรับรองพันธุ์เมื่อวันที่ 4 กรกฎาคม พ.ศ. 2549 เพื่อขึ้นทะเบียนตามพระราชบัญญัติพันธุ์พืช พ.ศ. 2518 ให้ชื่อว่า “พันธุ์สังข์หยดพัทลุง”

ในปีพ.ศ. 2549 ข้าวพันธุ์สังข์หยดพัทลุง ได้รับคำประกาศรับรองให้เป็นสินค้าสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (ข้าว จีไอ : Geographical Indication, GI) ตามพระราชบัญญัติคุ้มครองสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ พ.ศ. 2546 โดยใช้ชื่อว่า “ข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุง (Sangyodmuangphatthalung)” เมื่อวันที่ 23 มิถุนายน พ.ศ. 2549 นับเป็นข้าว จี ไอ พันธุ์ของแรกของประเทศไทย ซึ่งชาวนาจังหวัดพัทลุงภาคภูมิใจที่ได้รับมรดกและรักษาภูมิปัญญาของบรรพบุรุษไว้ได้จนถึงทุกวันนี้ การคุ้มครองสิทธินี้ได้ให้แก่ชุมชนผู้ผลิตข้าวพันธุ์สังข์หยดในจังหวัดพัทลุง ซึ่งมีประโยชน์หลักอยู่ 5 ประการ คือ

1. การคุ้มครองตามกฎหมายในสิทธิของชุมชนผู้ผลิต เพื่อส่งเสริมให้มีการพัฒนาคุณภาพสินค้าที่ผลิตในท้องถิ่น

2. การเพิ่มมูลค่าในท้องถิ่นและเป็นเครื่องมือทางการตลาด เพื่อพัฒนาทางด้านการค้าต่อไป

3. การกระตุ้นให้ผู้ผลิตในท้องถิ่นมีการดูแลรักษามาตรฐานของสินค้า เพื่อรักษาภาพพจน์ในสินค้าที่ผลิตจากท้องถิ่นตน

4. การส่งเสริมอุตสาหกรรมท้องถิ่น เพื่อเพิ่มและกระจายรายได้สู่ท้องถิ่น

5. การสร้างความเข้มแข็งให้แก่ชุมชนและความภาคภูมิใจในการรักษาภูมิปัญญาท้องถิ่นและจะเป็นส่วนหนึ่งของการส่งเสริมการท่องเที่ยว

ข้าวข้าวสังข์หยดพัทลุงนี้ มีลักษณะดีเด่นหลายประการ คือ

1. เป็นพันธุ์ข้าวที่มีลักษณะเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดงเข้ม เมล็ดเล็กเรียว เมื่อหุงเป็นข้าวสุกมีความนุ่ม รสชาติอร่อย โดยเฉพาะในลักษณะข้าวซ้อมมือ หรือข้าวกล้องที่ขัดสีปานกลาง

2. มีคุณค่าทางโภชนาการ มีสารอาหารสูงกว่าข้าวเล็บนกปัตตานี ได้แก่ โปรตีน วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 ฟอสฟอรัส และโดยเฉพาะไนอาซินที่มีสูงกว่าอย่างชัดเจน โดยมีมากกว่าถึง 66 % ส่วนสารอาหารอื่น ได้แก่ ไขมัน ใยอาหาร เถ้า และธาตุเหล็ก ก็มีปริมาณค่อนข้างสูง นอกจากนี้มีสารอาหารที่เกี่ยวข้องกับความจำ คือ สารกาบา (Gamma-aminobutyric acid, GABA) อยู่ในปริมาณค่อนข้างสูงอีกด้วย

3. ข้อมูลสนับสนุนบางประการเกี่ยวกับลักษณะดีเด่นของข้าวสังข์หยดพัทลุง

3.1 ข้าวกล้องมีสีแดง (เยื่อหุ้มเมล็ดสีแดง) เมื่อสีเป็นข้าวสารจะเป็นสีขาวอมชมพูหรือปนแดงขาว ส่วนคุณสมบัติทางเคมีเป็นข้าวที่มีปริมาณอมิโลสต่ำ (14.25 %) คุณภาพการหุงต้มเมื่อหุงสุกมีลักษณะนิ่ม มีค่าการสลายเมล็ดในค่าเท่ากับ 5.0 และแม้ว่าจะหุงจากข้าวกล้องก็นิ่มเช่นเดียวกัน

3.2 คุณค่าทางโภชนาการ เป็นพันธุ์ข้าวพื้นเมืองที่เกษตรกรและผู้บริโภคทั่วไปนิยมบริโภคในรูปแบบข้าวกล้องหรือข้าวซ้อมมือ เมื่อหุงเป็นข้าวสุกก็มีความนุ่ม รสชาติอร่อย แม้ว่าข้าวกล้องหุงแล้วจะแข็งกว่าข้าวซ้อมมือ แต่แตกต่างจากข้าวอื่น ๆ ที่หุงในรูปแบบข้าวกล้อง จากการวิเคราะห์ตัวอย่างข้าวพันธุ์สังข์หยดในรูปแบบข้าวซ้อมมือเปรียบเทียบกับข้าวสารพันธุ์เล็บนกปัตตานี โดยกองโภชนาการ กรมอนามัย พบว่า ในตัวอย่าง 100 ก. มีสารอาหาร ที่สูงกว่าข้าวกล้องโดยทั่วไป ได้แก่ โปรตีน วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 ฟอสฟอรัส และโดยเฉพาะไนอาซินสูงกว่าถึง 66 % ของข้าวเล็บนกปัตตานี ส่วนสารอาหารอื่น ได้แก่ ไขมัน กากเยื่อใย เถ้า และเหล็กก็มีปริมาณค่อนข้างสูง

2. การใช้ปุ๋ยพืชสดในนาข้าว

ปุ๋ยพืชสด (green manure) คือ ปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากการปฏิบัติใด ๆ ก็ตามที่ทำให้พืชที่ยังสดอยู่หรือถึงระยะที่พืชเริ่มออกดอกจนกระทั่งดอกบานเต็มที่ถูกกลบฝังลงไปในดิน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้ดินดีขึ้นและสามารถปลูกพืชเศรษฐกิจตามหลังให้ผลผลิตสูงขึ้น (Meelu *et al.*, 1994 ; กลุ่มอินทรียวัตถุและวัสดุเหลือใช้, 2544) มีการใช้ปุ๋ยพืชสดกันทั่วโลกและประสบความสำเร็จมากที่สุดเมื่อใช้ในนาข้าวของทวีปเอเชีย พืชที่นำมาใช้เป็นปุ๋ยพืชสดเรียกว่า พืชปุ๋ยสด (green manure crop) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพืชตระกูลถั่วจึงเรียกว่า ถั่วปุ๋ยพืชสด (legume green manure) เนื่องจากมีความสามารถตรึงไนโตรเจนในอากาศได้โดยจุลินทรีย์พวกไรโซเบียม (*Rhizobium* spp.) ที่อาศัยอยู่ในปมของรากและลำต้น เมื่อถูกกลบฝังลงไปในดินเป็นปุ๋ยพืชสดแล้วประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนที่ย่อยสลายได้รวดเร็วประมาณ 50-80 % เป็นแหล่งไนโตรเจนสำหรับพืชที่ปลูกตามหลัง และอีกส่วนหนึ่งที่ย่อยสลายได้อย่างช้า ๆ เป็นแหล่งเพิ่มอินทรียวัตถุและปรับปรุงสมบัติของดินให้ดีขึ้น (Bouldin, 1988) มีการใช้ปุ๋ยพืชสดประมาณ 3,000 ปีมาแล้ว แต่ภายหลังสงคราม โลกครั้งที่ 2 พบว่าการใช้ปุ๋ยพืชสดลดลงเพราะมีการใช้ปุ๋ยเคมีทดแทน (Garrity and Flinn, 1988) เนื่องจากการใช้ปุ๋ยเคมีมีผลเสียหลายประการ มีประสิทธิภาพการใช้ลดต่ำลงและมีราคาแพง เช่น การใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนในนาข้าว นอกจากมีราคาแพงทำให้ต้นทุนการผลิตสูงและมีประสิทธิภาพการใช้ลดต่ำลงแล้ว ยังมีผลตกค้างด้านความเค็มและความเป็นกรดของดินนาส่งผลกระทบต่อสภาพสิ่งแวดล้อมและเป็นอันตรายย้อนกลับสู่มนุษย์ (สุภมาศ, 2545) ปัจจุบันจึงมีการใช้ปุ๋ยพืชสดเพิ่มมากขึ้นและในอนาคตมีแนวโน้มใช้ปุ๋ยพืชสดทดแทนปุ๋ยเคมีไนโตรเจน ในนาข้าวเพิ่มสูงขึ้น (Becker, 1990) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบการปลูกข้าวนั้นพบว่าไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารหลักที่ข้าวมีความต้องการปริมาณมาก ซึ่งในการผลิตข้าว 1 ตันข้าวมีความต้องการไนโตรเจนประมาณ 19-21 กก. (Patnaik and Rao, 1979) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 เป็นต้นมาทั่วโลกต้องการไนโตรเจนเพิ่มขึ้นประมาณปีละ 1.7 % ในการผลิตข้าว (IRRI, 1986) และมากกว่า 95 % ของการผลิตไนโตรเจนทั่วโลกได้จากฐานการผลิตปุ๋ยเคมีสังเคราะห์ที่ต้องใช้พลังงานจำนวนมหาศาลในการผลิต จึงส่งผลให้ปุ๋ยเคมีสังเคราะห์มีราคาสูงขึ้น เนื่องจากปุ๋ยเคมีไนโตรเจนเป็นปัจจัยจำกัดที่สำคัญและมีผลกระทบมากที่สุดสำหรับการผลิตข้าว ชาวนาจำเป็นต้องซื้อปุ๋ยเคมีไนโตรเจนที่มีราคาแพงซึ่งมีผลโดยตรงต่อต้นทุนการผลิตข้าว นอกจากนี้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนยังทำให้เกิดมลพิษกับสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะมลพิษทางน้ำจากไนเตรตไอออน มีผลเสียต่อโครงสร้างของดิน และมีผลเสียต่อความสามารถในการให้ผลผลิตของดิน (Becker *et al.*, 1990) ดังนั้นจึงมีความพยายามหาแหล่งของปุ๋ยไนโตรเจนอื่น ๆ มาใช้ทดแทนปุ๋ยเคมี

ไนโตรเจน โดยการใช้ปุ๋ยพืชสดพวกพืชตระกูลถั่วเป็นปุ๋ยพืชสดในนาข้าว ซึ่งพบว่าสามารถใช้เป็นแหล่งปุ๋ยไนโตรเจนทดแทนได้ดีและลดต้นทุนการผลิตจากการใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนในระบบการปลูกข้าวได้ (Garrity and Flinn, 1988 ; Ladha *et al.*, 1988) ชาวนาสามารถปลูกถั่วปุ๋ยพืชสดในช่วงเวลา 40-60 วันระหว่างการปลูกข้าวครั้งที่ 1 และ 2 (Garrity and Flinn, 1988) และถั่วปุ๋ยพืชสดนี้สามารถให้ไนโตรเจนได้เพียงพอกับความต้องการของข้าว (Bouldin, 1988 ; Ladha *et al*., 1988) โดยพบว่าถั่วปุ๋ยพืชสดพวกโสนได้แก่ โสนอัฟริกัน และโสนหางไก่มีศักยภาพมากที่สุดในการใช้เป็นปุ๋ยพืชสดในระบบการผลิตข้าวในเขตร้อน (Rinaudo *et al*., 1983) เนื่องจากมีการเจริญเติบโตรวดเร็วและมีอัตราการสะสมไนโตรเจนปริมาณสูง (Rinaudo *et al*., 1983 ; Alazard and Becker, 1987) เพราะมีปมทั้งที่รากและลำต้นมากกว่าถั่วปุ๋ยพืชสดอื่น ๆ 5-10 เท่า (Rinaudo *et al*., 1988) มีคุณสมบัติพิเศษในการตรึงไนโตรเจนในสภาพดินนาน้ำขังได้ดี (Becker *et al*., 1986) เมื่อกลบฝังลงดินและย่อยสลายแล้วให้ไนโตรเจนแก่ดินสูงถึง 200 กก. ไนโตรเจน เฮกแตร์$^{-1}$ (32 กก. ไนโตรเจน ไร่$^{-1}$) (Dreyfus *et al*., 1985)

2.1 ประเภทของปุ๋ยพืชสดในนาข้าว

พืชปุ๋ยสดที่ใช้เป็นปุ๋ยพืชสดในนาข้าวมีทั้งที่เป็นพืชตระกูลถั่วและไม่เป็นพืชตระกูลถั่ว แบ่งออกเป็น 3 ประเภท (ประชา, 2542) ดังนี้

2.1.1 พืชตระกูลถั่ว

เป็นพืชปุ๋ยสดที่นิยมใช้เป็นปุ๋ยพืชสดมากที่สุด เช่น โสนอัฟริกัน (*Sesbania rostrata*) โสนอินเดีย (*Sesbania speciosa*) โสนจีนแดง (*Sesbania cannabina*) โสนคางคก (*Sesbania aculeata*) โสนไต้หวัน (*Sesbania sesban*) โสนพื้นเมือง (*Sesbania roxberghii*) โสนหางไก่ (*Aeschynomene afraspera*) ปอเทือง (*Crotalaria juncea*) ถั่วพร้า (*Canavalia ensiformis*) ถั่วพุ่ม (*Vigna unguiculata*) ถั่วเขียว (*Vigna radiata*) ถั่วมะแฮะ (*Cajanus cajan*) ถั่วแปบ (*Dolichos lablab*) ถั่วเหลือง (*Glycine max*) เป็นต้น

2.1.2 พืชตระกูลหญ้า

ส่วนใหญ่เป็นหญ้าที่ปลูกเพื่อใช้เลี้ยงสัตว์ แล้วไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสด เช่น หญ้าสตาร์ (*Cynodon plectostachyus*) หญ้ารูซี่คองโก (*Brachiaria ruzizersis*) หญ้ามาเฮีย (*Paspalum notatum*) เป็นต้น

2.1.3 พืชน้ำ

เป็นพืชน้ำที่นำมาใส่ในนาข้าวแล้วไถกลบเป็นปุ๋ยพืชสด ได้แก่ แหนแดง (*Azolla* spp.) เป็นเฟิร์นน้ำที่สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้โดยสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว (*Anabaena azollae*) ที่อาศัยอยู่ด้วยกัน

การใช้พืชปุ๋ยสดในนาข้าวนิยมใช้พืชตระกูลถั่วมากที่สุดเนื่องจากมีการสร้างปมที่รากเพื่อตรึงไนไตรเจนจากอากาศ นอกจากมีการสร้างปมที่รากแล้วพบว่ามีถั่ว 3 สกุลสามารถสร้างปมที่ลำต้นได้ด้วยคือสกุล *Sesbania* สกุล *Neptunia* และสกุล *Aeschynomene* โดยเฉพาะ *S. rostrata* และ *A. afraspera* มีปมที่ลำต้นจำนวนมากและเจริญเติบโตได้ดีทั้งในสภาพดินไร่และที่ลุ่มน้ำขัง (Ventura and Watanabe, 1991) สภาพดินน้ำขังชั่วคราว ที่ลุ่มชื้นแฉะเป็นโคลน-ตม และบริเวณริมฝั่งแม่น้ำและทะเลสาบ (Allen and Allen, 1989) การเจริญเติบโตในระยะแรกมีการสร้างปมที่รากมากกว่าที่ลำต้น หลังจากงอก 20-30 วันหยุดการสร้างปมที่ราก แต่ยังคงสร้างปมที่ลำต้นต่อไป (Ladha *et al.*, 1992) และถ้ามีการใช้เชื้อไรโซเบียมร่วมด้วยพบว่าการสร้างปมที่ลำต้นเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (Dreyfus *et al*., 1984) ซึ่ง Ladha และคณะ (1989) รายงานว่าการใช้เชื้อไรโซเบียมทำให้มีจำนวนปมที่รากและที่ลำต้นมากกว่าการไม่ใช้เชื้อไรโซเบียม และทำให้มีมวลชีวภาพสูงกว่าด้วย เพราะถั่วมีการพัฒนาปมที่ลำต้นและมีการสร้างน้ำหนักแห้งสูงขึ้น นอกจากนี้ Kulasooriya และ Samarakoon (1990) รายงานว่า ถ้ามีการใช้เชื้อใน *S. rostrata* สามารถเพิ่มน้ำหนักปมต่อต้น 45 % และเพิ่มปริมาณไนโตรเจน 80 % สำหรับพืชน้ำพวกแหนแดงที่ใช้ถั่วเป็นปุ๋ยพืชสดในนาข้าวที่ประเทศเวียดนาม จีน ญี่ปุ่น ฟิลิปปินส์ ไทย ศรีลังกา อินเดีย ปากีสถาน บราซิล และอเมริกานั้นพบว่ามีความเหมาะสมน้อยสำหรับพื้นที่ปลูกข้าวที่มีขนาดใหญ่

2.2 การจัดการปุ๋ยพืชสดในนาข้าว

2.2.1 การใช้เชื้อไรโซเบียม

เชื้อไรโซเบียมอาศัยอยู่ในรากพืชตระกูลถั่วแบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน (symbiosis) ทำให้เกิดปมที่รากและตรึงไนโตรเจนจากอากาศเปลี่ยนให้อยู่ในรูปสารประกอบไนโตรเจน เชื้อไรโซเบียมแต่ละชนิดมีการจำเพาะต่อชนิดหรือกลุ่มของถั่ว ซึ่ง Tsien และคณะ (1993) รายงานว่า เมื่อใช้เชื้อไรโซเบียมสายพันธุ์ที่เหมาะสมลงไปในส่วนที่เจริญเป็นรากพิเศษ (adventitious root primordial) ของโสนอัฟริกันทำให้ส่วนนั้นพัฒนาเป็นปม และตรึงไนโตรเจนได้ เชื้อไรโซเบียมที่อยู่ในปมบนลำต้นของโสนอัฟริกันและตรึงไนโตรเจนได้ดีคือ *Azorhizobium caulinodans* สายพันธุ์ ORS 571 (Dreyfus *et al*., 1983 ; อรุณี และคณะ, 2529) Ladha และคณะ (1989) ได้รายงานว่าการคลุกเมล็ดโสนอัฟริกันด้วยเชื้อไรโซเบียมสายพันธุ์ ORS 571 สามารถเพิ่มการตรึงไนโตรเจน ผลผลิตมวลชีวภาพ และการปลดปล่อยไนโตรเจนให้แก่ดินนาหลังการสับกลบสูงกว่าการไม่คลุกเชื้อ โดยไนโตรเจนประมาณ 80% เป็นประโยชน์แก่ข้าว และอีก 20% ตกค้างอยู่ในดิน ขณะที่ Siddiqui และคณะ (1985) รายงานว่า การคลุกเชื้อไรโซเบียม

สามารถเพิ่มจำนวนปมและความสูงของถั่วพวกโสนในสภาพดินปลูกที่มีฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมต่ำ และทำให้ผลผลิตมวลชีวภาพเพิ่มขึ้นประมาณ 19% (Gaur, 1978)

2.2.2 การใช้ปุ๋ยและวัสดุปรับปรุงดิน

การปลูกถั่วพืชปุ๋ยสดเพื่อใช้เป็นปุ๋ยพืชสดในนาข้าวต้องเพิ่มผลผลิตมวลชีวภาพให้ได้ปริมาณมากพอสำหรับการปลดปล่อยไนโตรเจนหลังสับกลบลงดินกับปริมาณความต้องการของข้าวที่ปลูกตามหลัง ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินปลูก Becker และคณะ (1991) พบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำส่งผลให้ถั่วปุ๋ยพืชสดเจริญเติบโตได้ดี มีมวลชีวภาพและปริมาณไนโตรเจนที่ปลดปล่อยออกมาหลังสับกลบลงดินเพิ่มมากขึ้น เพราะฟอสฟอรัสถูกนำไปสร้าง ATP (adenosine triphosphate) ซึ่งเป็นสารให้พลังงานที่ถั่วมีความต้องการมากเป็นพิเศษเพื่อใช้ในในกระบวนการตรึงไนโตรเจน ดังนั้นพืชปุ๋ยสดประเภทพืชตระกูลถั่วจึงมีความต้องการฟอสฟอรัสสูง (Lizhi, 1988) และยังเป็นธาตุอาหารที่มีอิทธิพลต่อถั่วและเชื้อไรโซเบียม (สมศักดิ์, 2525) จากการทดลองของ De Mooy และ Pesek (1966) พบว่าฟอสฟอรัสทำให้เชื้อไรโซเบียมมีกิจกรรมดีขึ้น เพิ่มจำนวนปม น้ำหนักปมและขนาดปมของถั่วตามอัตราการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่เพิ่มขึ้น โดยจำนวนปมและกระบวนการตรึงไนโตรเจนมีความสัมพันธ์โดยตรงกับฟอสฟอรัส ซึ่ง Gates (1974) รายงานว่า การเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสมีผลทำให้จำนวนปมของถั่ว อัตราการตรึงไนโตรเจน และปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้นด้วย การให้ฟอสฟอรัสกับถั่วปุ๋ยพืชสดทำให้ข้าวที่ปลูกตามหลังมีผลผลิตสูงกว่าการให้ฟอสฟอรัสโดยตรงกับข้าวประมาณ 33% ส่วนการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนนั้นโดยปกติแล้วถั่วปุ๋ยพืชสดไม่ต้องการไนโตรเจนเพิ่ม แต่ในสภาพดินขาดแคลนไนโตรเจนต้องเพิ่มไนโตรเจนเป็นตัวเริ่มต้น (starter) ประมาณ 15-25 กก. ไนโตรเจน เฮกแตร์$^{-1}$ (Meelu *et al*., 1994) และถั่วต้องการไนโตรเจนไปใช้ในระยะแรกของการเจริญเติบโตก่อนสร้างปมเท่านั้น เช่น ถั่วเหลืองต้องการปุ๋ยไนโตรเจนใน 5 สัปดาห์แรกและหลังจากการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนไม่ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นแต่อย่างใด (Yoshihara and Kawanshee, 1956) และการให้ปุ๋ยไนโตรเจนปริมาณสูงทำให้จำนวนปมลดลงและการตรึงไนโตรเจนลดลงด้วย (Supametee and Norman, 1975) ในขณะที่ปุ๋ยโพแทสเซียมมีอิทธิพลโดยอ้อมในการตรึงไนโตรเจนของถั่ว และไม่เป็นปัจจัยกำหนดผลผลิตของถั่วปุ๋ยพืชสดในเขตร้อน (Andrew, 1976)

สำหรับการใช้วัสดุปรับปรุงดินพวกปูนเพื่อยกระดับความเป็นกรด-ด่างของดิน สามารถเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดินและทำให้ถั่วปุ๋ยพืชสดเจริญ เติบโตได้ดี มีปริมาณผลผลิตมวลชีวภาพและปริมาณการปลดปล่อยไนโตรเจนหลังการสับกลบลงดินเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาพดินนาภาคใต้ที่มีปัญหาความเป็นกรดจากการที่มีฝนตกชุก ทำให้เกิดการชะล้าง

ไอออนบวกออกจากดิน สุมาลี (2536) และคณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2545) รายงานว่า ปูนลดความเป็นพิษของอะลูมิเนียมและแมงกานีส และยังทำให้ถั่วสามารถใช้ประโยชน์จากไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม แคลเซียม และโมลิบดินัมได้มากขึ้น ตลอดจนทำให้จุลินทรีย์ดินมีกิจกรรมย่อยสลายอินทรียวัตถุได้อย่างเหมาะสม ปูนเป็นสารประกอบคาร์บอเนต ออกไซด์หรือเป็นไฮดรอกไซด์ของแคลเซียมและแมกนีเซียม จึงใช้แก้ความเป็นกรดได้ดีเพราะเมื่อแคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) เข้าไปแทนที่ไฮโดรเจนไอออน (H^{+}) ในอนุภาคดินเหนียว เมื่อไฮโดรเจนไอออนออกจากอนุภาคดินเหนียวมาอยู่ในสารละลายดินแล้วทำปฏิกิริยากับไฮดรอกไซด์ไอออนหรือคาร์บอเนตไอออน ทำให้ดินมีสภาพเป็นกรดลดลง จากการทดลองของสุมาลี และคณะ (2533) พบว่า ปูนขาวมีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วลิสง โดยเพิ่มผลผลิตน้ำหนักแห้งทั้งหมดต่อต้น น้ำหนักฝักต่อต้น และน้ำหนักฝักแห้งต่อต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และทำให้ถั่วลิสงสร้างปมและตรึงไนโตรเจนได้มากขึ้น เนื่องจากปูนขาวไปลดความเป็นพิษของอะลูมินัมในดิน นอกจากนี้โสภณ และคณะ (2542) รายงานว่า การใส่ปูนมาร์ลในดินกรดทำให้ความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณแคลเซียมในดินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การไม่ใส่ปูนเป็นข้อจำกัดต่อการเจริญเติบโตของถั่ว ถ้าดินมีอะลูมินัมในปริมาณมากทำให้เป็นพิษต่อการเจริญ-เติบโตของถั่ว (Munns *et al*., 1977) การใส่ปูนช่วยลดความเป็นพิษของอะลูมินัมได้ เพราะปูนทำให้อะลูมินัมตกตะกอนหรือเกิดสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างอะลูมินัมและอินทรียวัตถุ ทำให้สามารถลดความเป็นพิษของอะลูมินัมไอออนในสารละลายดินได้ ซึ่งเป็นผลจากการเพิ่มความเป็นกรด-ด่างและความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) ของแคลเซียมและแมกนีเซียม (สุนทร และ เอ็น วีเวย์, 2536) นอกจากนี้การใส่ปูนยังช่วยลดการขาดธาตุโบรอนในดิน มีผลทำให้การเจริญเติบโตและการติดฝักของถั่วลิสงดีขึ้น เนื่องจากโบรอนช่วยให้ถั่วดูดแคลเซียมในดินไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สุวพันธ์, 2535) และจากการทดลองของ อุษา (2546) ในถั่วพร้าโดยใส่ปูนขาวยกระดับความเป็นกรด-ด่างจาก 4.6 เป็น 5.4 และไม่มีการใส่ปุ๋ย พบว่า สามารถเพิ่มผลผลิตมวลชีวภาพได้ถึง 89 % และถ้าหากมีการใส่ปุ๋ยร่วมด้วยทำให้ผลผลิตมวลชีวภาพเพิ่มขึ้นเป็น 100 % และที่ความเป็นกรด-ด่าง 5.8 มีปริมาณแอมโมเนียมไอออนและ ไนเตรตไอออนสูงเพิ่มขึ้น 248 % และ 109 % ตามลำดับ จากการทดลองของ Lawson และคณะ (1995) พบว่า การใส่ปูนทำให้จำนวนปม น้ำหนักปม และการตรึงไนโตรเจนเพิ่มขึ้น เนื่องจากปูนมีผลต่อการเพิ่มปริมาณแคลเซียม ซึ่งแคลเซียมมีความสำคัญต่อการสร้างและการพัฒนาปมของถั่ว นอกจากปูนจะช่วยลดความเป็นพิษของอะลูมินัมและแมงกานีสและทำให้การตรึงไนโตรเจนของถั่วสูงขึ้นแล้ว พบว่าปูนช่วยเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ดินและเพิ่มกิจกรรมการย่อยสลายของจุลินทรีย์ดินอีกด้วย (Higashida and Takao, 1986)

2.2.3 เวลาปลูกและอัตราเมล็ดพันธุ์ที่ใช้

การปลูกถั่วปุ๋ยพืชสดนั้นสามารถจะใช้ได้กับฤดูกาลทำนาปีและนาปรังหรือนาเขตน้ำฝนและเขตชลประทาน เช่น Meelu และคณะ (1992) รายงานว่ามีการปลูกถั่วปุ๋ยพืชสดในช่วงฤดูร้อนเพื่อใช้เป็นปุ๋ยพืชสดกับข้าวนาปี และ Becker และคณะ (1990) รายงานว่ามีการปลูกถั่วปุ๋ยพืชสดในช่วงฤดูฝนเพื่อใช้เป็นปุ๋ยพืชสดกับข้าวนาปรัง ส่วนการกำหนดเวลาปลูกในเขตน้ำฝนขึ้นอยู่กับการเริ่มต้นของฝนมรสุม ในขณะที่ในเขตชลประทานสามารถปลูกได้ตั้งแต่กลางเดือนเมษายนถึงกลางเดือนพฤษภาคม ซึ่งเป็นช่วงฤดูร้อนก่อนการปลูกข้าวนาปรัง ทั้งนี้เมื่อรวมเวลาการเจริญเติบโตของถั่วปุ๋ยพืชสดแล้วควรใช้เวลาประมาณ 6-8 สัปดาห์ก่อนการสับกลบและปลูกข้าวตามหลัง (Meelu *et al*., 1994) ขณะเดียวกันควรจะมีการพิจารณาเลือกชนิดของถั่วปุ๋ย-พืชสดที่เหมาะสมตามฤดูกาลที่จะปลูกด้วย เช่น โสนอัฟริกันเป็นถั่วปุ๋ยพืชสดที่มีการตอบสนองต่อช่วงแสงสูง จึงไม่เหมาะที่จะปลูกในช่วงเดือนที่มีวันสั้นคือ พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์ (Ventura and Watanabe, 1991) ส่วนอัตราเมล็ดพันธุ์ที่ให้ปริมาณผลผลิตชีวภาพสูงและมีการสะสมไนโตรเจนสูงเพื่อปลดปล่อยให้ไนโตรเจนได้เพียงพอกับความต้องการของข้าวขึ้นอยู่กับชนิดของพืชปุ๋ยสดที่ใช้ปลูก เช่น การปลูกโสนและปอเทืองอัตราเมล็ดพันธุ์ 40-50 กก. เฮกแตร์$^{-1}$ พบว่า มีการสะสมไนโตรเจนได้สูงสุดประมาณ 100-114 กก. ไนโตรเจน เฮกแตร์$^{-1}$ ที่อายุ 45 วันหลังปลูก (Diekman and De Datta, 1990) การปลูกถั่วพุ่มและถั่วพร้าอัตราเมล็ดพันธุ์ 5-10 กก. ไร่$^{-1}$ พบว่ามีการสะสมไนโตรเจนได้สูงสุดประมาณ 10-15 กก. ไนโตรเจน ไร่$^{-1}$ ที่อายุ 50-65 วันหลังปลูก (ประชา, 2542)

2.2.4 อายุการสับกลบและความลึกของการสับกลบ

อายุการสับกลบมีความสำคัญมากสำหรับการใช้ปุ๋ยพืชสดให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดย Michandani และ Khan (1952) ได้สรุปว่า ต้องสับกลบปุ๋ยพืชสดลงดินที่ระยะออกดอกหรือมีอายุประมาณ 8 สัปดาห์หลังจากปลูก ซึ่งสอดคล้องกับ Panse และคณะ (1965) ที่รายงานว่า การสับกลบปอเทืองและโสนที่อายุ 7-8 สัปดาห์ทำให้ข้าวที่ปลูกตามหลังมีการตอบสนองได้ดีที่สุด เนื่องจากเป็นอายุที่ปุ๋ยพืชสดมีการเจริญเติบโตสูงสุด สำหรับความลึกของการไถกลบมีผลต่อการสูญเสียไนโตรเจนและประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนจากปุ๋ยพืชสด Williams และ Findfrock (1962) ชี้ให้เห็นว่า ข้าวตอบสนองได้ดีที่สุดถ้าไถกลบลึก 10-15 ซ.ม. และมีความแตกต่างกันทางสถิติกับการไถกลบที่ระดับตื้นผิวดิน เพราะที่ระดับตื้นผิวดินนั้นสภาพออกซิเดชันคงอยู่เป็นเวลานานกว่าที่ระดับที่ลึกเกิดการสูญเสียไนโตรเจนในรูปก๊าซแอมโมเนียจากกระบวนการยูเรียไฮโดรไลซีส (Vlek and Stumpe, 1978) ขณะที่ระดับลึกกว่าสามารถลดการระเหยของก๊าซไดไนโตรเจนมอนอกไซด์ (Craswell and Vlek, 1979) ลงได้จากการลดลงของ

กระบวนการดีไนตริฟิเคชันก่อนน้ำท่วมขังทำให้รักษาแอมโมเนียม-ไนโตรเจนไว้ในดินที่ระดับลึกได้ปริมาณมากกว่าที่ระดับตื้นผิวดิน

2.2.5 ช่วงเวลาระหว่างการสับกลบและการปักดำข้าว

การปลูกข้าวตลอดปีทำให้ช่วงเวลาสำหรับการเจริญเติบโตของปุ๋ยพืชสดค่อนข้างสั้น ส่งผลต่ออัตราการสลายตัวของปุ๋ยพืชสดและการปลดปล่อยธาตุอาหารให้กับข้าว ซึ่ง Meelu และคณะ (1992) ได้ศึกษาการตอบสนองของข้าวต่อปุ๋ยพืชสด 8 ชนิด พบว่า ความฉ่ำน้ำและเนื้อเยื่อของปุ๋ยพืชสดมีความสัมพันธ์กับอัตราการสลายตัวของปุ๋ยพืชสด แสดงว่าอายุของปุ๋ยพืชสดมีความสำคัญมากกว่าชนิดปุ๋ยพืชสด โดยปุ๋ยพืชสดที่ใช้ในนาข้าวควรสับกลบที่อายุ 7-8 สัปดาห์หลังปลูก ซึ่งเป็นระยะออกดอกหรือมีการเจริญเติบโตเต็มที่ หลังจากสับกลบแล้วให้ขังน้ำและปล่อยให้มีช่วงเวลาการสลายตัว (decomposition period) ประมาณ 10 วัน แล้วปลูกข้าวตามหลังทำให้ข้าวได้รับประโยชน์สูงสุด นอกจากนี้ Ishikawa (1963) ได้ศึกษาการสับกลบปุ๋ยพืชสดแล้วขังน้ำในเวลาแตกต่างกันพบว่าแอมโมเนียม-ไนโตรเจนมีปริมาณสูงสุดเมื่อขังน้ำทันทีหลังการสับกลบ และถ้าขังน้ำล่าช้าทำให้ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนลดลงตามลำดับ เพราะดินมีความชื้นเพียงพอและมีอุณหภูมิสูง มีผลทำให้เกิดกระบวนการปลดปล่อยไนโตรเจนอย่างรวดเร็วและมีการสลายตัวในสภาพมีก๊าซออกซิเจนยาวนาน ทำให้มีการสูญเสียไนโตรเจนในรูปก๊าซแอมโมเนียจากกระบวนการไนตริฟิเคชัน กระบวนการดีไนตริฟิเคชัน และการชะล้างลงดินหลังจากมีการขังน้ำ (Chapman and Myers, 1987) ดังนั้นหลังการสับกลบปุ๋ยพืชสดให้ขังน้ำทันทีและปล่อยให้มีช่วงเวลาการสลายตัวประมาณ 10 วันแล้วปลูกข้าวตามหลัง ทำให้ข้าวใช้ประโยชน์จากแอมโมเนียม-ไนโตรเจนในสารละลายดินที่ปลดปล่อยจากปุ๋ยพืชสดได้เพียงพอกับความต้องการของข้าวในแต่ละช่วงการเจริญเติบโตและการพัฒนาของข้าว ขณะที่มีการสูญเสียไนโตรเจนจากกระบวนการปลดปล่อยไนโตรเจนหลังการสับกลบต่ำที่สุด

2.3 การผลิตมวลชีวภาพและการสะสมไนโตรเจนของปุ๋ยพืชสดในนาข้าว

การผลิตมวลชีวภาพและการสะสมไนโตรเจนของปุ๋ยพืชสดในนาข้าวมีความแตกต่างกันตามสภาพภูมิอากาศ อายุของพืช และการจัดการปฏิบัติ Meelu และคณะ (1994) ได้รายงานเกี่ยวกับผลผลิตมวลชีวภาพของปุ๋ยพืชสดชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในทวีปเอเชียไว้ว่า ผลผลิตน้ำหนักแห้งที่อายุ 40-49 วันและ 50-60 วัน มีความผันแปรตั้งแต่ 1.3 และ 4.9 ตัน เฮกแตร์$^{-1}$ ตามลำดับ การสะสมไนโตรเจนที่อายุ 2-3 สัปดาห์ถึง 2-3 เดือนมีความผันแปรตั้งแต่ 58-300 กก. เฮกแตร์$^{-1}$ อย่างไรก็ตามโสนและปอเทืองเมื่อมีอายุมากขึ้นการสะสมน้ำหนักแห้งมีมากขึ้นตามลำดับและการสะสมไนโตรเจนมีปริมาณเพิ่มขึ้นด้วย แสดงให้เห็นว่าการสะสมน้ำหนักแห้งและไนโตรเจนของปุ๋ยพืชสดมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอายุ (Meelu *et al*., 1994) แต่ความเข้มข้นของไนโตรเจนใน

ต้น (สัดส่วนปริมาณไนโตรเจนต่อหนึ่งหน่วยน้ำหนักแห้งคิดเป็น %) มีปริมาณลดลง สอดคล้องกับรายงานผลการติดตามการเจริญเติบโตของโสนอัฟริกันในพื้นที่ปลูกข้าวของชาวนาโดยพฤกษ์และคณะ (2543) ที่ได้รายงานว่า ต้นโสนอัฟริกันที่มีอายุมากจะมีการสะสมน้ำหนักแห้งมากขึ้นตามลำดับ แต่ความเข้มข้นของไนโตรเจนในต้นมีปริมาณลดลง แสดงให้เห็นว่า น้ำหนักแห้งของต้นโสนอัฟริกันมีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจนในต้นเมื่อถั่วมีอายุมากขึ้น จากผลการวิเคราะห์ตัวอย่างโสนอัฟริกันพบว่าความเข้มข้นไนโตรเจนในต้นต่ำสุดเท่ากับ 1.76 % สูงสุดเท่ากับ 4.07 % มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.93 % และมีการสะสมน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 500 กก. ไร่$^{-1}$ มีปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจนในต้นสูงสุดเฉลี่ย 3 % หรือมีปริมาณการสะสมไนโตรเจนประมาณ 15 กก. ไร่$^{-1}$ โสนอัฟริกันกำลังอยู่ในระยะการเจริญเติบโตเต็มที่หรือระยะกำลังออกดอก ซึ่งเหมาะสมสำหรับสับกลบลงดิน และจากรายงานของ Meelu และคณะ (1994) ได้สรุปว่า ควรสับกลบปุ๋ยพืชสดในนาข้าวเมื่อมีอายุประมาณ 7-8 สัปดาห์เป็นระยะที่กำลังออกดอกหรือเจริญเติบโตเต็มที่ ถ้าปล่อยไว้นานกว่านี้ปริมาณความเข้มข้นของไนโตรเจนจะลดลง เนื่องจากสัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) เพิ่มขึ้น (Ishikawa, 1988) ดังนั้นถ้าปล่อยให้ปุ๋ยพืชสดมีอายุมากเกินกว่า 60 วันแล้วสับกลบลงดิน ต้นถั่วจะมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตมากเกินไปจึงส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของข้าวโดยตรง กล่าวคือมีการสร้างกรดอินทรีย์จากการย่อยสลายของคาร์โบไฮเดรตในมวลชีวภาพโดยจุลินทรีย์ดินทำความเสียหายแก่รากข้าวได้ โดยทั่วไประยะที่ถั่วกำลังออกดอกจะมีสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนประมาณ 16-20 ซึ่งย่อยสลายได้ง่ายและปลดปล่อยไนโตรเจนได้เพียงพอกับความต้องการของข้าว (สมศรี, 2539)

2.4 การปลดปล่อยไนโตรเจนจากปุ๋ยพืชสดในนาข้าว

อัตราการปลดปล่อยไนโตรเจนจากปุ๋ยพืชสดขึ้นอยู่กับสภาพดิน เช่น ความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิ ความชื้น การถ่ายเทอากาศ กิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน เป็นต้น โดยมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการปลดปล่อยไนโตรเจนคือปริมาณไนโตรเจน สัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน และปริมาณลิกนินของปุ๋ยพืชสด ปัจจัยเหล่านี้ถูกควบคุมโดยชนิดและอายุของปุ๋ยพืชสด ซึ่ง Yadvinder-Singh และคณะ (1988) ได้แสดงให้เห็นเกี่ยวกับรูปแบบการปลดปล่อยไนโตรเจนจากปุ๋ยพืชสดภายใต้สภาพถ่ายเทอากาศดีซึ่งมี 2 รูปแบบ คือ รูปแบบแรกเป็นปฏิกิริยาเริ่มต้นมีการปลด ปล่อยอนินทรียไนโตรเจนอย่างรวดเร็ว (มีค่า N-mineralization kinetics หรือ k = 2.12/สัปดาห์) และตามด้วยรูปแบบที่สองมีการปลดปล่อยอนินทรียไนโตรเจนอย่างช้า ๆ (k = 0.069/สัปดาห์) สำหรับภายใต้สภาพน้ำขังและไม่มีการปลูกข้าว การปลดปล่อยไนโตรเจนจะเพิ่มขึ้นทันทีจนถึง 2 สัปดาห์ และเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ตามลำดับ (Nagarajah *et al*., 1989) และภายใต้สภาพน้ำขังและมีการปลูกข้าว มีไนโตรเจนอยู่ในสารละลายดินสูงสุดที่ 2-4 สัปดาห์

ต่อจากนั้นค่อย ๆ ลดต่ำลงจนถึงสัปดาห์ที่ 6-8 เพราะข้าวดูดไนโตรเจนไปใช้ประโยชน์เป็นส่วนใหญ่ มีบางส่วนสูญเสียไปจากดินโดยผ่านกระบวนการไนตริฟิเคชัน- ดีไนตริฟิเคชัน และในรูปของก๊าซแอมโมเนียตามหลักการหมุนเวียนของไนโตรเจนในนาข้าวดังได้กล่าวไว้แล้ว ซึ่ง De Datta (1981) รายงานว่าไนโตรเจนในนาข้าวมีการหมุนเวียนเปลี่ยนแปลงในสภาพดินน้ำขังมีลักษณะเฉพาะตัวที่แตกต่างกับการเปลี่ยนแปลงในสภาพดินไร่เนื่องจากอิทธิพลของน้ำบนดินและปุ๋ยไนโตรเจนที่ได้รับ อย่างไรก็ตามจากการทดลองของอรพินท์ (2541) ได้สรุปผลว่าการใช้ถั่วปุ๋ยพืชสดสับกลบลงดินทำให้ไนโตรเจนในดินเพิ่มขึ้นภายหลังการบ่มดิน (incubate) จากกระบวนการปลดปล่อยไนโตรเจน โดยในระยะแรกมีแอมโมเนียมไอออนและไนเตรตไอออนเกิดขึ้นมากกว่าในระยะหลัง และนอกจากเพิ่มไนโตรเจนแก่ดินแล้ว ยังมีการเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในดินอีกด้วย

2.5 ความสมดุลไนโตรเจนในนาข้าวจากการใช้ปุ๋ยพืชสด

การศึกษาสมดุลไนโตรเจนโดยทั่วไปประกอบด้วยการศึกษา 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นแหล่งที่มาของไนโตรเจนในนาข้าว ได้แก่ จากปุ๋ยไนโตรเจน น้ำฝน การซึมซับแอมโมเนียน้ำชลประทาน และการตรึงไนโตรเจนจากอากาศ และส่วนที่สองที่เป็นการสูญเสียไนโตรเจนไปจากนาข้าว ได้แก่ การสูญเสียในรูปก๊าซแอมโมเนียและการดีไนตริฟิเคชัน การเคลื่อนย้ายผลผลิตออกจากพื้นที่นา การชะล้างและการระบายน้ำผิวดิน (Koyama and App, 1979) การจัดการความสมดุลไนโตรเจนในดินเพื่อให้เหมาะสมกับการเพาะปลูกพืชมีหลักการจัดการที่สำคัญ 2 ประการ คือ การรักษาระดับของไนโตรเจนให้เพียงพออยู่เสมอ และการควบคุมชนิด ปริมาณและเวลาในการปรับระดับของไนโตรเจนให้เหมาะสมกับความต้องการของพืชที่ปลูก สำหรับการรักษาระดับของไนโตรเจนให้เพียงพออยู่เสมอนั้นต้องทราบปริมาณการเพิ่มและการสูญเสียไนโตรเจนในดิน (nitrogen balance sheet) สำหรับดินในเขตร้อนชื้นทั่วไปพบว่า ปริมาณไนโตรเจนที่ตรึงจากอากาศโดยพวกจุลินทรีย์ที่อยู่อย่างอิสระ (non-symbiotic microorgannism) นั้นจะสมดุลกันพอดีกับไนโตรเจนในดินที่สูญหายไปในรูปของก๊าซ และปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับจากฝนนั้นจะสมดุลกันพอดีกับส่วนของไนโตรเจนในดินที่สูญหายไปโดยการชะล้าง ส่วนของไนโตรเจนในดินที่สูญหายไปเนื่องจากพืชดูดไปใช้และเนื่องจากการพังทลายจะเป็นส่วนของไนโตรเจนที่สูญหายไปจริง ๆ ในแต่ละปีดินจะสูญเสียไนโตรเจนไปโดยการพังทลายประมาณ 4.5 กก. ไร่$^{-1}$ และเมื่อรวมกับส่วนที่พืชดูดไปใช้จะสูญเสียไนโตรเจนในดินไปถึง 18 กก. ไร่$^{-1}$ ปี$^{-1}$ ซึ่งถ้าปล่อยให้เป็นไปตามธรรมชาติแล้ว ก็ไม่อาจจะได้ไนโตรเจนที่ไหนมาชดเชยได้ นอกจากจะมีการเพิ่มปุ๋ยเพื่อเป็นการชดเชย ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องรักษาความสมดุลไนโตรเจนในดินให้เพียงพอกับปริมาณความต้องการไนโตรเจนของพืชปลูกอยู่เสมอโดยการเพิ่มไนโตรเจนให้แก่ดิน เช่น การใช้

ปุ๋ยอินทรีย์พวกตอซัง ปุ๋ยคอก ปุ๋ยพืชสด และการใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2545) สำหรับในระบบของการปลูกข้าวที่ติดต่อกันเป็นเวลานานมีผลทำให้มีปริมาณไนโตรเจนในดินลดลงและผลผลิตข้าวมีแนวโน้มลดลงด้วยแม้ว่ามีการใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนเป็นประจำแล้วก็ตาม เพราะว่ามีการลดลงของอินทรียวัตถุซึ่งเป็นปัจจัยหลักจำกัดการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวกล่าวคือ เกิดความไม่สมดุลของไนโตรเจนในนาข้าวและส่งผลกระทบต่อผลผลิตข้าวโดยตรง (Flinn and De Datta, 1984) ดังนั้นการจัดการธาตุอาหารโดยการใช้ถั่วปุ๋ยพืชสดนอกจากจะเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินและปรับปรุงสมบัติของดินแล้วยังช่วยรักษาความสมดุลไนโตรเจนในดินอีกด้วย (Ladha *et al*., 1996) เนื่องจากถั่วปุ๋ยพืชสดมีเชื้อไรโซเบียมอาศัยที่ปมรากหรือที่ปมลำต้นสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศผ่านกระบวนการตรึงไนโตรเจนทางชีวภาพ (biological N fixation, BNF) ประมาณ 20-120 กก. ไนโตรเจน เฮกแตร์$^{-1}$ ในแต่ละช่วงฤดูปลูก (George *et al*., 1992) ซึ่งเป็นการปลดปล่อยไนโตรเจนสุทธิจากถั่วสู่ดินและสามารถรักษาระดับความสมดุลของการเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนโดยกระบวนการ mineralization และ immobilization (FAO., 1980) ปัจจุบันมีการศึกษาเกี่ยวกับความสมดุลไนโตรเจนในนาข้าวกันมากในเขตอบอุ่น ขณะที่ในเขตร้อนชื้นยังมีการศึกษากันน้อย

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอิทธิพลของปุ๋ยพืชสดที่มีต่อผลผลิตข้าวในประเทศไทย

3.1 การศึกษาการใช้ถั่วปุ๋ยพืชสดเพิ่มผลผลิตข้าว

สมศรี (2532) อ้างโดย ยุทธชัย (2545) ทดลองใช้โสน 4 ชนิดเป็นปุ๋ยพืชสดก่อนปลูกข้าว คือ โสนอัฟริกัน โสนจีนแดง โสนอินเดีย และโสนคางคก ภายใต้สภาพการใส่ปุ๋ยและวัสดุปรับปรุงดินต่างกันเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ ตัดต้นโสนเมื่ออายุ 60 วัน บันทึกมวลชีวภาพปริมาณไนโตรเจน แล้วสับกลบลงในดินและปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 ตามหลัง ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การใส่วัสดุปรับปรุงดินเพิ่มมวลชีวภาพของโสนทั้ง 4 ชนิดได้ โดยโสนอัฟริกันให้มวลชีวภาพสูงที่สุดทั้งในดินเค็มและดินไม่เค็ม และมวลชีวภาพของโสนทั้ง 4 ชนิดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในดินไม่เค็มมากกว่าในดินเค็ม ในทำนองเดียวกันการสะสมไนโตรเจนของโสนทั้ง 4 ชนิดในดินไม่เค็มสูงกว่าว่าในดินเค็ม คือเฉลี่ย 2.08% และ 1.34 % ตามลำดับ และการใช้โสนทั้ง 4 ชนิดเป็นปุ๋ยพืชสดร่วมกับการใส่ปุ๋ย N P K สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้สูงที่สุด

พรรณี (2532) อ้างโดย ยุทธชัย (2545) ศึกษาผลของการไถกลบถั่วปุ๋ยพืชสด 2 ชนิด คือ โสนคางคก และโสนจีนแดง ในดินเค็มเมื่อโสนมีอายุ 60 วัน และปล่อยให้เศษซากถั่วสลายตัวเป็นเวลา 30 วันแล้วปลูกข้าวตามหลัง เปรียบเทียบกับการไม่ใช้ปุ๋ยพืชสดโดยใช้ข้าว 2 พันธุ์ คือ

ขาวดอกมะลิ 105 เป็นพันธุ์ที่ไวต่อช่วงแสง และข้าว กข. 7 เป็นพันธุ์ที่ไม่ไวต่อช่วงแสง ผลการทดลอง พบว่า การไถกลบถั่วปุ๋ยพืชสดทั้ง 2 ชนิดมีผลในการเพิ่มผลผลิตของข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการไม่ใช้ปุ๋ยพืชสดคือ ให้ผลผลิตข้าวเฉลี่ย 307, 296 และ 140 กก. ไร่$^{-1}$ ตามลำดับ

สมศรี และคณะ (2533) อ้างโดย ยุทธชัย (2545) ศึกษาในดินเค็มและดินไม่เค็มเพื่อปรับปรุงดินเค็มที่มีเกลือโซเดียม (NaCl) อยู่ปริมาณสูงก่อนการปลูกข้าว โดยใช้โสนอัฟริกันเป็นปุ๋ยพืชสดร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีและใช้วัสดุปรับปรุงดินพวกยิบซัมกับโสนอัฟริกัน ผลการทดลองพบว่า การใส่วัสดุปรับปรุงดินทำให้ได้ปริมาณมวลชีวภาพของปุ๋ยพืชสดเพียงพอกับความต้องการของข้าว และปริมาณความเข้มข้นไนโตรเจนของโสนอัฟริกันในดินไม่เค็มสูงกว่าในดินเค็มคือ เฉลี่ย 2.66 % และ 1.61 % ตามลำดับ สำหรับการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับโสนอัฟริกันมีผลทำให้ผลผลิตข้าวในดินไม่เค็มเพิ่มสูงขึ้น 58 % เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้โสนอัฟริกันอย่างเดียว ในขณะที่ในดินเค็มไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติแต่อย่างใด

ยุทธชัย (2539) อ้างโดย ยุทธชัย (2545) ศึกษาวันปักดำที่เหมาะสมหลังจากสับกลบโสนอัฟริกันเป็นปุ๋ยพืชสด ทดลองใน 2 สภาพพื้นที่ที่เป็นชุดดินเดียวกันคือ การทดลองในสภาพน้ำชลประทานและในสภาพน้ำฝน พบว่า การใช้โสนอัฟริกันทำให้ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ทั้งที่ปลูกในสภาพน้ำฝนและในสภาพน้ำชลประทาน ให้ผลผลิตสูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา 8-8-8 กก. ไร่$^{-1}$ คือ ในสภาพน้ำชลประทานให้ผลผลิตสูงสุดเฉลี่ย 561.48 กก. ไร่$^{-1}$ ส่วนการปักดำข้าวหลังสับกลบโสนอัฟริกัน 7 วัน ให้ผลผลิตข้าวสูงสุดเฉลี่ย 422.58 กก. ไร่$^{-1}$ นอกจากนี้ พบว่า ถ้าหากต้องการผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นต้องสับกลบโสนอัฟริกันลงดินไม่น้อยกว่า 827 กก. ไร่$^{-1}$

สมศรี และคณะ (2539) อ้างโดย ยุทธชัย (2545) ศึกษาการใช้ถั่ว 3 ชนิดเป็นปุ๋ยพืชสดก่อนปลูกข้าวในสภาพดินนาเขตน้ำฝน ได้แก่ โสนอัฟริกัน โสนหางไก่ และถั่วพุ่ม เปรียบเทียบการใส่ปุ๋ย P K กับไม่ใส่ สับกลบปุ๋ยพืชสดให้กับข้าวร่วมกับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 4 ระดับ คือ 0, 25, 50 และ 75 กก. ไนโตรเจน ไร่$^{-1}$ เปรียบเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ยพืชสด ผลการทดลอง พบว่า การใส่ปุ๋ย P K ทำให้โสนอัฟริกันมีการเจริญและให้มวลชีวภาพเพิ่มขึ้นทั้งในสภาพดินเค็มและดินไม่เค็ม และสูงกว่าโสนหางไก่และถั่วพุ่ม โดยในสภาพดินไม่เค็มการใช้โสนอัฟริกันที่ใส่ปุ๋ย P K ทำให้ข้าวได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 109 % ในขณะที่การใช้โสนหางไก่และถั่วพุ่มทำให้ข้าวได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 44 % และ 73 % ตามลำดับ นอกจากนี้การใช้ปุ๋ยพืชสดยังทำให้ผลผลิตข้าวไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีของเกษตรกรที่ใส่ปุ๋ย 16-16-8 สำหรับผลของปุ๋ยไนโตรเจนที่ใช้ร่วมกับโสนอัฟริกันแบ่งออกเป็น 2 กรณีคือ กรณีที่ใช้โสนอัฟริกันไม่ใส่ปุ๋ย P K พบว่า ผลผลิตข้าวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มอัตราปุ๋ยไนโตรเจน โดยอัตรา 50 กก. ไนโตรเจน ไร่$^{-1}$ ให้ผลผลิตข้าวสูงสุดเฉลี่ย 341.6 กก. ไร่$^{-1}$ และกรณีใช้โสนอัฟริกันที่ใส่ปุ๋ย P K

พบว่า ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นแม้ว่าอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่ใส่ไม่เพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ย P K ให้โสนอัฟริกัน เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้โสนอัฟริกันเป็นปุ๋ยพืชสด นอกจากนี้ยุทธชัย และคณะ (2535) อ้างโดย ยุทธชัย (2545) ได้ทำการทดลองการใช้โสนชนิดต่างกันในดินเค็ม พบว่าการใช้โสนอัฟริกันทำให้ข้าวที่ปลูกตามหลังในพื้นที่ดินเค็มได้ผลผลิตสูงสุดเฉลี่ย 348.96 กก. ไร่$^{-1}$ และยังพบว่าการใช้โสนอัฟริกันในเขตน้ำฝนเหมาะสมกว่าการใช้ถั่วพุ่ม ถั่วพร้า และถั่วเขียว ตามลำดับ เนื่องจากโสนอัฟริกันทนต่อสภาพน้ำท่วมขังได้ดีกว่า และพบว่าข้าวที่ไม่ไวต่อช่วงแสง พันธุ์ กข.15 ตอบสนองต่อการใช้โสนอัฟริกันได้ดีกว่าข้าวไวต่อช่วงแสงพันธุ์พื้นเมืองพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

สมศรี และคณะ (2528) อ้างโดย ยุทธชัย (2545) ศึกษาผลของการปลูกโสนจีนแดงแซมระหว่างแถวข้าว ผลการทดลองพบว่า การปลูกโสนจีนแดงแซมระหว่างแถวข้าวมีผลต่อผลผลิตข้าวไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีผลต่อองค์ประกอบผลผลิตข้าวคือ จำนวนรวงต่อกอและจำนวนต้นต่อกออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3.2 การศึกษาการปลดปล่อยไนโตรเจนจากถั่วปุ๋ยพืชสด

ยุทธชัย และคณะ (2535) อ้างโดย ยุทธชัย (2545) ศึกษาการปลดปล่อยไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียม-ไนโตรเจนจากถั่วปุ๋ยพืชสด 5 ชนิด ได้แก่ โสนคางคก โสนอินเดีย โสนจีนแดง โสนอัฟริกัน และโสนหางไก่ เปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยยูเรียและการไม่ใส่ให้แก่ข้าว โดยให้ถั่ว-ปุ๋ยพืชสดรับ P และ K จากปุ๋ยเคมีในอัตรา 22 และ 42 กก. เฮกแตร์$^{-1}$ ตามลำดับ สับกลบถั่ว-ปุ๋ยพืชสดที่อายุ 60 วัน แล้วปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 ตามหลัง ใช้ระยะปลูก 20 ×20 ซ.ม. เก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 15 ซ.ม. เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนที่ถั่ว-ปุ๋ยพืชสดปลดปล่อยออกมา ผลการทดลองพบว่า ปริมาณการปลดปล่อยไนโตรเจนค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนถึงจุดสูงสุดแล้วค่อย ๆ ลดลงเนื่องจากข้าวดูดใช้ประโยชน์ ขณะที่ปริมาณการปลดปล่อยไนโตรเจนจากปุ๋ยยูเรียเมื่อถึงจุดสูงสุดแล้วลดลงอย่างรวดเร็วกว่าปุ๋ยพืชสด แสดงให้เห็นว่าถั่ว-ปุ๋ยพืชสดมีช่วงเวลาการปลดปล่อยไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ให้แก่ข้าวมีช่วงเวลาที่กว้างกว่าปุ๋ยยูเรีย โดยภายหลังการสับกลบถั่วปุ๋ยพืชสดมีการปลดปล่อยแอมโมเนียม-ไนโตรเจนเพิ่มสูงขึ้นและสูงสุดที่ 7 วัน แล้วค่อย ๆ ลดลงจนต่ำสุดที่ 42 วัน ขณะที่การใช้ปุ๋ยยูเรียมีการปลดปล่อยแอมโมเนียม-ไนโตรเจนอย่างรวดเร็วและสูงสุดที่ 6 วัน แล้วลดลงอย่างรวดเร็วจนต่ำสุดที่ 14 วัน อย่างไรก็ตามปริมาณการปลดปล่อยไนโตรเจนจากถั่วปุ๋ยพืชสดขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยเช่น ปริมาณมวลชีวภาพ ชนิดถั่วปุ๋ยพืชสด ปริมาณการสะสมไนโตรเจนของถั่วปุ๋ยพืชสด ชนิดดิน อุณหภูมิ การใส่ปุ๋ย วิธีการสับกลบ การจัดการน้ำภายหลังการสับกลบ เป็นต้น

3.3 การศึกษาการใช้ปุ๋ยพืชสดเพิ่มผลผลิตข้าวในภาคใต้

สามารถ และคณะ (2536) ได้ศึกษาผลของถั่วปุ๋ยพืชสดที่มีต่อผลผลิตข้าว ในดินชุดระแงะซึ่งเป็นดินเปรี้ยวพบว่า การใช้โสนอินเดียและโสนอัฟริกันมีการเจริญเติบโตและให้น้ำหนักสดสูงสุด ทำให้ข้าวที่ปลูกตามหลังการสับกลบมีผลผลิตสูงกว่าการใช้ปอเทืองและการไม่ใช้ถั่ว-ปุ๋ยพืชสดตามลำดับ และมีแนวโน้มทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มสูงขึ้นได้แก่ เพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม โดยถั่วปุ๋ยพืชสดที่ปลูกในดินเปรี้ยวให้น้ำหนักสดค่อนข้างต่ำประมาณ 975-1,856 กก. ไร่$^{-1}$ เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกในดินปกติทั่วไปที่ซึ่งให้น้ำหนักสดสูงประมาณ 3,000-4,000 กก. ไร่$^{-1}$

วิโรจน์ และคณะ (2537) ได้ทดลองใช้ถั่วปุ๋ยพืชสด 5 ชนิดในดินนาชุดดินบางนรา ได้แก่ โสนอินเดีย โสนอัฟริกัน ถั่วดำ ถั่วเขียว และถั่วลิสงก่อนปลูกข้าว ผลการทดลองพบว่าถั่วดำมีแนวโน้มเหมาะสมสำหรับการปลูกเป็นปุ๋ยพืชสดมากที่สุด เนื่องจากให้น้ำหนักสดและทำให้ผลผลิตข้าวที่ปลูกตามหลังสูงกว่าถั่วปุ๋ยพืชสดชนิดอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และยังช่วยรักษาระดับปริมาณอินทรียวัตถุในดินไม่ให้ลดลง

สมศักดิ์ และคณะ (2542) ได้ทำการทดลองใช้ถั่วปุ๋ยพืชสด 4 ชนิดปรับปรุงดินนาชุดดินพัทลุง (กลุ่มชุดดินที่ 6) ได้แก่ โสนอินเดีย โสนอัฟริกัน โสนคางคก และถั่วพร้า ผลการทดลองพบว่า การใช้ถั่วปุ๋ยพืชสดทั้ง 4 ชนิดให้ผลผลิตข้าวที่ปลูกตามหลังสูงกว่าการไม่ใช้ โดยถั่วพร้าให้น้ำหนักมวลชีวภาพสูงสุดคือ ให้น้ำหนักสดเฉลี่ย 1,471 กก. ไร่$^{-1}$ รองลงมาคือโสนอัฟริกัน ให้น้ำหนักสดเฉลี่ย 1,448 กก. ไร่$^{-1}$ และการใช้ถั่วปุ๋ยพืชสดทำให้ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มมากกว่าการไม่ใช้ รวมทั้งมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน ดังนั้นจึงแนะนำให้ปลูกถั่วพร้าเป็นปุ๋ยพืชสดในดินนาชุดดินพัทลุง

ทวี และคณะ (2542) ได้ทำการทดลองใช้ถั่วปุ๋ยพืชสดที่ศูนย์วิจัยข้าวแพร่และศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง ดินที่ศูนย์วิจัยข้าวแพร่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (pH 4.8-5.4) อินทรียวัตถุ 0.92-0.99 % ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 5.5-6.0 ppm. โพแทสเซียมที่สกัดได้ 40-41 ppm. พบว่าการหว่านถั่วเขียวอัตราเมล็ดพันธุ์ 8 กก. ไร่$^{-1}$ แล้วสับกลบลงดินในระยะออกดอกเป็นปุ๋ยพืชสดให้ปริมาณไนโตรเจน 12 กก. ไร่$^{-1}$ ในปีที่ 1 และ 13.8 กก.ไร่$^{-1}$ ในปีที่ 2 ซึ่งสูงกว่าปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับจากปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำ (8.3 กก. ไนโตรเจน ไร่$^{-1}$) ประมาณ 55 % และให้ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในปีที่ 2 มากที่สุดเฉลี่ย 652 กก. ไร่$^{-1}$ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำที่ให้ผลผลิตเฉลี่ย 632 กก. ไร่$^{-1}$ และจากการทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุงพบว่าการใช้โสนอัฟริกันอัตราเมล็ดพันธุ์ 7 กก. ไร่$^{-1}$ แล้วสับกลบเป็นปุ๋ยพืชสดให้ปริมาณไนโตรเจนสูง

กว่าปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับจากปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำ (6 กก.ไนโตรเจน ไร่$^{-1}$) และให้ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 เฉลี่ย 376 กก. ไร่$^{-1}$ ในปีที่ 1 และเฉลี่ย 369 กก. ไร่$^{-1}$ ในปีที่ 2 ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำที่ให้ผลผลิตเฉลี่ย 423 และ 446 กก. ไร่$^{-1}$ ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการใช้ถั่วปุ๋ยพืชสดที่ศูนย์วิจัยข้าวแพร่มีประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตข้าวต่ำกว่าปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำ เนื่องจากประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของข้าวจากปุ๋ยเคมีสูงกว่าถั่วปุ๋ยพืชสด กล่าวคือไนโตรเจน 1 กก. ไร่$^{-1}$ จากถั่วเขียวให้ผลผลิตข้าวประมาณ 50.5 กก. ไร่$^{-1}$ ดังนั้น ถ้าต้องการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ให้ได้ 350 กก. ไร่$^{-1}$ ต้องได้รับไนโตรเจนจากถั่วเขียว 6.9 กก. ไร่$^{-1}$ และจากปุ๋ยเคมี 4.6 กก. ไร่$^{-1}$ ซึ่งปุ๋ยเคมีมีประสิทธิภาพสูงกว่าประมาณ 66 % แม้ว่าปุ๋ยพืชสดปลดปล่อยปริมาณไนโตรเจนสูงกว่าปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำแล้วก็ตาม แต่มีประสิทธิภาพต่ำกว่าเนื่องจากมีปัจจัยอื่น ๆ มาเกี่ยวข้อง เช่น ช่วงเวลาการสลายตัวเพื่อปลดปล่อยให้ไนโตรเจนได้สอดคล้องกับความต้องการของข้าวในช่วงการเจริญเติบโตต่าง ๆ (Beri and Meelu, 1981) ชนิดของถั่วปุ๋ยพืชสด ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินนา เป็นต้น (ประชา และคณะ, 2538)

กลุ่มอินทรียวัตถุและวัสดุเหลือใช้ (2544) ได้แนะนำส่งเสริมชนิดถั่วที่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นถั่วปุ๋ยพืชสดในภาคใต้ 4 ชนิดได้ข้อมูลดังต่อไปนี้ (1) ถั่วพร้า อายุออกดอก 56 วัน ความสูงช่วงออกดอก 40.85 ซ.ม. มีน้ำหนักสด 1,428-1,564 กก. ไร่$^{-1}$ และน้ำหนักแห้ง 265.87 กก. ไร่$^{-1}$ อายุเก็บเกี่ยว 109 วัน ความสูงช่วงเก็บเกี่ยว 47 ซ.ม. ให้ผลผลิต 125.75 กก. ไร่$^{-1}$ (2) ถั่วพุ่มสายพันธุ์ต่าง ๆ อายุออกดอก 34 วัน ความสูงช่วงออกดอก 14.45 ซ.ม. มีน้ำหนักสด 815-2,907 กก. ไร่$^{-1}$ และน้ำหนักแห้ง 130.21-175.04 กก. ไร่$^{-1}$ อายุเก็บเกี่ยว 56 วัน ความสูงช่วงเก็บเกี่ยว 19.10-30.80 ซ.ม. ให้ผลผลิต 29.15-130.27 กก. ไร่$^{-1}$ (3) โสนอัฟริกันอายุออกดอก 56 วัน ความสูงช่วงออกดอก 38.30 ซ.ม. มีน้ำหนักสด 1,106.00-1,436.60 กก. ไร่$^{-1}$ และน้ำหนักแห้ง 46.22-127.96 กก. ไร่$^{-1}$ อายุเก็บเกี่ยว 95 วัน ความสูงช่วงเก็บเกี่ยว 40 ซ.ม. ให้ผลผลิต 6.3 กก. ไร่$^{-1}$ และ (4) โสนจีนแดงอายุออกดอก 50 วัน ความสูงช่วงออกดอก 50.75 ซ.ม. มีน้ำหนักสด 982.40-1,661.00 กก. ไร่$^{-1}$ และน้ำหนักแห้ง 99.37-296.16 กก. ไร่$^{-1}$ อายุเก็บเกี่ยว 81 วัน ความสูงช่วงเก็บเกี่ยว 44.80 ซ.ม. ให้ผลผลิต 19.60 กก.ไร่$^{-1}$ จะเห็นได้ว่าถั่วปุ๋ยพืชสดที่แนะนำมีอยู่ 4 ชนิดได้แก่ ถั่วพร้า ถั่วพุ่ม โสนอัฟริกัน และโสนจีนแดง โดยถั่วพุ่มออกดอกเร็วที่สุดเมื่ออายุ 34 วันหลังจากปลูก ซึ่งสามารถสับกลบเป็นปุ๋ยพืชสดได้ในช่วงนี้ ในขณะที่ถั่วพร้าออกดอกช้ากว่า (56 วัน) แต่มีมวลชีวภาพน้ำหนักแห้งสูงกว่าถั่วพุ่ม

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ถั่วปุ๋ยพืชสดในนาข้าวในภาคใต้เหล่านี้ จะเห็นได้ว่ายังไม่ได้มีการศึกษาอย่างเป็นระบบมากนัก จึงทำให้ขาดข้อมูลที่จำเป็นในการนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดผลในทางปฏิบัติสำหรับเกษตรกร เช่น ปัจจัยที่ทำให้เกิดความผันแปรของการเพิ่มผลผลิตมวล

ชีวภาพ การปลดปล่อยไนโตรเจน การนำไนโตรเจนจากปุ๋ยพืชสดไปสร้างผลผลิตมวลชีวภาพของข้าวอันเนื่องมาจากชนิดของถั่วปุ๋ยพืชสด สภาพแวดล้อมทางกายภาพของดินและปัจจัยปรับปรุงดินชนิดต่าง ๆ เป็นต้น จึงเป็นเรื่องที่สมควรได้รับการศึกษาอย่างยิ่ง

4. สรุป

จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ถั่วปุ๋ยพืชสดในระบบการผลิตข้าวที่ผ่านมา แสดงให้เห็นได้อย่างชัดเจนถึงศักยภาพของถั่วปุ๋ยพืชสดที่สามารถใช้เป็นแหล่งธาตุไนโตรเจนสำหรับการผลิตข้าว ปรับปรุงบำรุงรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน และสามารถใช้ทดแทนปุ๋ยเคมีไนโตรเจนในนาข้าวได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามจากผลการศึกษาการใช้ถั่วปุ๋ยพืชสดของเกษตรกรที่ทำนาเป็นอาชีพหลักในพื้นที่จังหวัดพัทลุง (สมพร, 2547) ซึ่งเป็นจังหวัดที่มีการปลูกข้าวมากจังหวัดหนึ่งของภาคใต้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับการปลูกข้าวยุทธศาสตร์ของจังหวัดพันธุ์สังข์หยดพัทลุงนั้น พบว่า แม้ว่าเกษตรกรได้ทราบถึงศักยภาพของถั่วปุ๋ยพืชสดจากการปฏิบัติจริงด้วยตัวเกษตรกรเอง แต่ในการปฏิบัติเกษตรกรเองยังมีปัญหาสำคัญเกี่ยวกับปัญหาการจัดการการเพิ่มผลผลิตมวลชีวภาพของถั่วปุ๋ยพืชสด ปริมาณของมวลชีวภาพที่ใช้ในการไถกลบและช่วงเวลาที่เหมาะสมให้ถั่วปุ๋ยพืชสดสลายตัวก่อนปลูกข้าวตามหลังเพื่อกำหนดวันปักดำที่เหมาะสมให้ข้าวได้รับไนโตรเจนที่ปลดปล่อยจากถั่วปุ๋ยพืชสดสอดคล้องกับความต้องการของข้าวในแต่ละช่วงการเจริญเติบโตและการพัฒนาการ ซึ่งมีผลทำให้ข้าวใช้ประโยชน์จากถั่วปุ๋ยพืชสดไม่เต็มศักยภาพ ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงได้มุ่งเน้นศึกษาปัญหาต่างๆ ดังกล่าวอย่างเป็นระบบเพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงวิชาการสำหรับเป็นแนวทางในการปรับปรุงเทคโนโลยีการจัดการถั่วปุ๋ยพืชสดสำหรับใช้ในระบบการทำนาในพื้นที่จังหวัดพัทลุงให้มีประสิทธิภาพต่อไปในอนาคต