บทที่ 1

บทนำ

สภาพพื้นดินในภาคใต้มีปัญหาความเป็นกรด ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการมีฝนตกชุก ทำให้เกิดการชะล้างแคทไอออนที่เป็นด่างออกจากดิน การใช้ปูนเป็นวิธีการที่นิยมทั่วไปเพื่อยกระดับ pH ดิน เป็นการแก้ข้อจำกัดของดินที่เป็นกรดต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช การใช้ปูนสามารถลดความเป็นพิษของธาตุอะลูมินัมและแมงกานีส และทำให้พืชสามารถใช้ประโยชน์ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม แคลเซียม และโมลิบดินัม ได้สูงขึ้น เพราะธาตุเหล่านั้นจะอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมากขึ้นเมื่อดินมี pH ที่ใกล้เป็นกลาง นอกจากนี้การใช้ปูนเพื่อยกระดับ pH ของดิน ยังทำให้จุลินทรีย์ดินมีกิจกรรมย่อยสลายอินทรียวัตถุดำเนินได้เหมาะสม เช่น การเกิดกระบวนการปลดปล่อยธาตุอาหารพืชที่สำคัญ โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจนซึ่งจะถูกปลดปล่อยธาตุอาหารจากรูปอินทรีย์เป็นรูปอนินทรีย์ได้ดี

ถั่วหรั่งเป็นพืชตระกูลถั่วที่ปลูกกันมากในพื้นที่ภาคใต้ มีผลผลิต (ฝักถั่ว) เป็นที่ต้องการของตลาด ราคาสูง ดูแลรักษาง่าย ดังนั้นเมื่อปลูกถั่วหรั่งและเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว ยังสามารถใช้ต้นถั่วที่เหลือในแปลงมาใช้เป็นปุ๋ยพืชสด ซึ่งจะทำให้เกษตรกรหันมานิยมใช้ปุ๋ยพืชสดมากขึ้น เพราะมีผลตอบแทนทางเศรษฐกิจอย่างชัดเจน ส่วนถั่วพร้านิยมปลูกเพื่อใช้เป็นปุ๋ยพืชสด เนื่องจากทนโรคและแมลง ดูแลรักษาง่าย และสามารถเจริญเติบโตได้ในเกือบทุกสภาพพื้นที่ การใช้พืชตระกูลถั่วเป็นปุ๋ยพืชสด จะสามารถปรับปรุงสมบัติของดินทางกายภาพและเคมีของดินได้ เนื่องจากเศษซากพืชซึ่งเป็นอินทรียวัตถุ เมื่อนำใส่ลงไปในดินจะทำให้มีการเพิ่มอินทรียวัตถุแก่ดิน เกิดความร่วนซุย และมีการปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ดังนั้น การใช้ปุ๋ยพืชสดจึงสามารถช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมีโดยเฉพาะปุ๋ยไนโตรเจนในการปลูกพืชหลักได้ เนื่องจากพืชตระกูลถั่วสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ ถึงแม้ว่าการใช้ปุ๋ยพืชสดจะช่วยปรับปรุงสมบัติของดินให้ดีขึ้น เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่ถ้ามีการปลูกพืชที่ใช้เป็นปุ๋ยพืชสดโดยเฉพาะพืชตระกูลถั่ว ซึ่งเป็นพืชที่มีความทนต่อกรดต่ำ โดยปราศจากการจัดการดินที่เหมาะสมจะทำให้ได้มวลชีวภาพต่ำไม่คุ้มกับการลงทุนและเวลาที่เสียไป ดังนั้นถ้าได้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับการปรับปรุง pH ของดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชที่ใช้เป็นปุ๋ยพืชสด โดยเฉพาะถั่วหรั่งและถั่วพร้าซึ่งเป็นตระกูลถั่วที่มีการแนะนำให้ปลูกในภาคใต้ โดยใช้ปูนซึ่งเป็นการปฏิบัติที่ทำได้ง่ายโดยเกษตรกร ตลอดจนเพิ่มระดับของการจัดการดินที่มีความอุดม

สมบูรณ์ต่ำโดยการใช้ปุ๋ยในอัตราต่ำตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรแล้ว จะเป็นการปรับปรุงดิน ช่วยเพิ่มอินทรียวัตถุแก่ดินให้สูงขึ้นจากปุ๋ยพืชสด ทำให้มีการใช้ที่ดินให้เหมาะสมมีประสิทธิภาพมากขึ้น

การตรวจเอกสาร

1. ข้อจำกัดของดินกรดต่อการเจริญเติบโตของพืช

1.1 การขาดธาตุอาหารของพืช

ระดับธาตุอาหารพืชที่เป็นประโยชน์ในดินจะมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับความเป็นกรดในดิน ดินที่เป็นกรดธาตุอาหารบางชนิดจะไม่อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ หรือบางชนิดจะละลายออกมามากในดินจนถึงระดับที่เป็นพิษต่อพืชได้ ในดินกรดระดับไนโตรเจนและกำมะถันไม่ได้ถูกกระทบโดยตรง แต่จะเกี่ยวข้องกับกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน โดยเฉพาะพวกแบคทีเรียจะเจริญเติบโตได้ดีเมื่อมี pH เป็นกลาง – กรดอ่อน กิจกรรมของจุลินทรีย์ดินจะควบคุมความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนและกำมะถันที่พืชใช้ประโยชน์ได้ในดิน เมื่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดีจะมีผลทำให้กระบวนการปลดปล่อยไนโตรเจน และกำมะถันที่เป็นประโยชน์ในดินดีขึ้น (เมธีและสุรชัย, 2528) ส่วนฟอสฟอรัสจะถูกตรึงด้วยออกไซด์หรือไฮดรอกไซด์ของเหล็ก แมงกานีส และอะลูมินัม ทำให้ไม่ละลายน้ำในดินกรด นอกจากนี้การใช้ประโยชน์สารอินทรีย์ฟอสฟอรัสในดินกรดของพวกจุลินทรีย์จะลดลง (คณาจารย์ปฐพีวิทยา, 2541) สำหรับระดับของแคลเซียม แมกนีเซียม และโพแทสเซียม ในดินกรดมีปริมาณค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากดินที่เป็นกรดไฮโดรเจนไอออนจะเข้าไปไล่ที่ธาตุอาหารที่อยู่ในรูปแคทไอออนที่ถูกดูดซับอยู่ที่ผิวอนุภาคดิน ทำให้ถูกชะล้างออกไปจากดินได้ง่าย สุมาลี (2536) รายงานว่าเมื่อปลูกถั่วในสารละลายที่มี pH 3.5 ถั่วชนิดต่างๆ จะแสดงอาการขาดแคลเซียม และแมกนีเซียม นั่นคือระดับ pH ที่ลดลงจะทำให้พืชลดการดูดธาตุแคลเซียม และแมกนีเซียม และการใช้ประโยชน์ของฟอสฟอรัสลดลงเมื่อ pH ของสารละลายที่ใช้ปลูกลดลง และในใบถั่วชนิดต่างๆจะมีปริมาณธาตุไนโตรเจนเพิ่มขึ้น เมื่อ pH ของสารละลายที่ใช้ปลูกเพิ่มขึ้น ในดินกรดอนุมูลโมลิบเดท(MoO_4^{2-}) จะถูกดูดซับโดยออกไซด์ของเหล็ก ทำให้พบว่าดินกรดมีการขาดโมลิบดินัมแต่เมื่อดินมี pH สูงขึ้น โมลิบดินัมจะสามารถละลายน้ำได้ดีขึ้น (เมธีและสุรชัย, 2528) ดังนั้นถ้าดินมี pH ต่ำกว่า 5.5 ทำให้ดินขาดแคลเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และโมลิบดินัม (เกษมศรี, 2541)

1.2 ความเป็นพิษของอะลูมินัม

ธาตุที่พบว่าเป็นพิษต่อพืชในดินกรด โดยเฉพาะพืชตระกูลถั่ว ได้แก่ อะลูมินัม เหล็ก แมงกานีส ความเป็นกรดในดินจะทำให้อะลูมินัมละลายออกมาอยู่ในสารละลายมากขึ้น ทำให้เป็นพิษต่อพืช ซึ่งมีความเข้มข้นสูงเมื่อดินมี pH ต่ำ (Alva *et al.*, 1986 ; เมธีและสุรชัย, 2528) ธาตุอะลูมินัมนอกจากจะเป็นพิษต่อพืชโดยตรงแล้ว ยังมีผลต่อกิจกรรมจุลินทรีย์ดิน ทำให้ธาตุไนโตรเจน และกำมะถัน อยู่ในรูปที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ลดลง (Jackson,1967) ความเป็นพิษของอะลูมินัมเกิดกับพืชโดยไปรวมกับ nucleic acid ซึ่งมีผลต่อการสังเคราะห์โปรตีน ยับยั้งการแบ่งเซลล์ ขัดขวางการเคลื่อนย้ายของฟอสฟอรัสภายในพืช ซึ่งมีผลทำให้พืชแสดงอาการขาดฟอสฟอรัสอย่างเด่นชัด (เมธีและสุรชัย, 2528) Fageria และ Santos (1998) รายงานว่าระดับความเป็นพิษของอะลูมินัมที่มีต่อต้นถั่วทำให้น้ำหนักแห้งของต้นถั่วลดลง มื่อมีการเพิ่มความเข้มข้นของอะลูมินัม ซึ่งตรงกับรายงานของ Carvalho และคณะ (1982)

2. การเจริญเติบโตของถั่วในดินกรด

พืชตระกูลถั่วต้องการธาตุอาหารเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและกระบวนการตรึงไนโตรเจน ในสภาพดินกรดมีการขาดฟอสฟอรัส เพราะอะลูมินัมได้เข้าไปรบกวนกระบวนการ metabolism ของฟอสเฟตโดยเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับฟอสเฟต (Mengel and Kirkby, 1987) ทำให้ถั่วเจริญเติบโตช้า แคระแกร็น ใบเปลี่ยนเป็นสีเขียวเข้มหรือสีเขียวแกมน้ำเงิน เกิดปมน้อย การขาดฟอสฟอรัสในดินจะทำให้ถั่วตรึงไนโตรเจนได้น้อยลง (Robson *et al.*, 1978) ในสภาพที่ดิน pH น้อยกว่า 3.5 รากของถั่วเขียว ถั่วพุ่ม จะถูกทำลายไม่เจริญเติบโต (สุมาลี, 2536) การใส่ปูนลงในดินกรดทำให้ปริมาณแคลเซียมเพิ่มขึ้น ในดินกรดมักจะพบสภาพขาดแคลเซียม หากพืชขาดแคลเซียมจะทำให้ปลายรากและปลายยอดชะงักการเจริญเติบโตทำให้ถั่วติดปมน้อยลง (Munns *et al.*, 1977) สำหรับแมงกานีสจะแสดงความเป็นพิษมากขึ้นเมื่อสภาพแวดล้อมของดินเป็นกรดรวมถึงการมีสภาพน้ำขัง โดยเฉพาะในดินที่มีวัตถุต้นกำเนิดดินที่ให้แมงกานีสสูง อาจทำให้พืชมีใบอ่อนเหลืองและมีจุดสีน้ำตาลที่ด้านล่างของใบ ใบอ่อนย่นผิดปกติ จำนวนและขนาดปมลดลง (สมศักดิ์, 2541) การขาดธาตุโมลิบดินัมในดินกรดเกิดขึ้น เพราะอนุมูลโมลิบดินัมจะทำปฏิกิริยากับออกไซด์ของเหล็กที่มีอยู่สูงในดินกรด การขาดธาตุโมลิบดินัมจะทำให้พืชลดอัตราการตรึงไนโตรเจนจากอากาศเนื่องจากธาตุโมลิบดินัมเป็นองค์ประกอบของเอนไซม์ตรึงไนโตรเจน (Franco and Munns, 1981) การขาดธาตุโมลิบดินัมอาจทำให้ถั่วเกิดการขาดไนโตรเจนได้เพราะ

ประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนลดลง ส่วนความเป็นพิษของอะลูมินัมในดินกรดจะทำให้ถั่วมีการติดปมและการเจริญเติบโตน้อยลง แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของถั่ว เช่นในถั่วลิสง ลักษณะอาการของอะลูมินัมที่เป็นพิษทำให้รากกุด สั้น ไม่มีรากขนอ่อน ปลายรากมีสีน้ำตาล และปลายรากตาย (สุมาลี, 2536) Brauer (1998) รายงานว่า Al^{3+}, H^{+} ในสารละลายดินจะมีปฏิภาคผกผันกับการเจริญของราก white clover นอกจากนี้ อะลูมินัมยังทำให้พืชดึงดูดและเคลื่อนย้ายธาตุอาหารลดลงจนทำให้เกิดการขาดแคลนลงได้ (Tisdale *et al.*,1993) Alam and Adams (1979) ได้สรุปว่าธาตุอาหารที่เกิดการขาดแคลนเมื่อมีอะลูมินัมมากจนถึงระดับเป็นพิษ คือฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมกนีเซียม ซึ่งมีผลทำให้การเจริญเติบโตของพืชตระกูลถั่วลดลง จากรายงานของ Baligar และคณะ (1997) กล่าวว่าในดินกรดจะทำให้น้ำหนักยอดแห้ง และน้ำหนักรากแห้งลดลง ระดับความเป็นประโยชน์ของธาตุแคลเซียม แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส ลดลง แต่มีเหล็กและ สังกะสีที่เพิ่มขึ้น

3. การตรึงไนโตรเจนของพืชตระกูลถั่วในดินกรด

การตรึงไนโตรเจนร่วมกันระหว่างไรโซเบียมกับพืชตระกูลถั่ว โดยทั่วไปเกิดขึ้นได้ระหว่าง pH ที่ระดับ 5-8 ทั้งนี้ ขึ้นกับสายพันธุ์ของไรโซเบียมและพันธุ์ของพืชตระกูลถั่วนั้นๆ นอกจากนี้ความเป็นกรดของดินและน้ำยังแสดงอิทธิพลต่อการตรึงไนโตรเจนในแง่ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารบางชนิดให้ลดลงทั้งธาตุอาหารของไรโซเบียมและถั่ว (สมศักดิ์, 2541) การตรึงไนโตรเจนของพืชตระกูลถั่วจะมีความสามารถสูงในเชื้อไรโซเบียมที่มีความเฉพาะเจาะจง (สุมาลี, 2536) ปัจจัยที่สำคัญต่อกิจกรรมของเชื้อไรโซเบียมในการตรึงไนโตรเจน คือสมบัติของดินและสิ่งแวดล้อมเนื่องจากเชื้อไรโซเบียมมีความทนทานต่อสิ่งแวดล้อมไม่เท่ากัน ในดินกรดมีโมลิบดินัมต่ำจะทำให้มีเอนไซม์ nitrogenase ซึ่งช่วยในการตรึงไนโตรเจนต่ำ (เมธีและสุรชัย, 2528) และมีฟอสฟอรัสซึ่งเป็นองค์ประกอบของสาร ATP ที่เป็นแหล่งพลังงานต่ำ จึงทำให้การตรึงไนโตรเจนต่ำ (สมศักดิ์, 2541) สุมาลีและคณะ (2533) กล่าวว่าถั่วลิสงที่แสดงอาการขาดฟอสฟอรัสในดินกรดยังขาดไนโตรเจนด้วย ลักษณะอาการนี้เกิดขึ้นประมาณ 21 วันหลังงอก ซึ่งตรงกับรายงานของเจริญและคณะ (2540) ที่รายงานว่า ธาตุฟอสฟอรัสมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืชตระกูลถั่วและการตรึงไนโตรเจนของถั่ว มีรายงานว่าระดับ pH ที่เชื้อไรโซเบียมสามารถเจริญเติบโตได้ดีต้องอยู่ในระดับ pH ประมาณเป็นกลางถึงกรดอ่อน ความสามารถในการทนต่อระดับ pH ของเชื้อไรโซเบียมขึ้นอยู่กับชนิดของไรโซเบียม ในระดับ pH เป็นกลางถึงกรดอ่อนการเกิดปม

ของถั่วจะดีกว่าในสภาพเป็นกรดจัดมาก (สมศักดิ์, 2541) จากรายงานของ Munns และคณะ (1977) กล่าวว่า ถั่วเขียวจะไม่มีปมเมื่อปลูกในดินกรด แต่เมื่อเพิ่ม pH ให้สูงเท่ากับ 6.3 การติดปมของถั่วเขียวจะมากขึ้นจนเห็นได้ชัด จากการทดลองของจันทนาและคณะ (2540) พบว่า pH เป็นปัจจัยในการตรึงไนโตรเจนนอกจากสายพันธุ์ของไรโซเบียม ระดับ pH ที่ใกล้เป็นกลางทำให้ถั่วเหลืองสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ดี ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า pH ของดินเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการตรึงไนโตรเจน (สมศักดิ์, 2528) แต่อย่างไรก็ตามอัตราการตรึงไนโตรเจนของถั่วนอกจากจะขึ้นอยู่กับระดับ pH ของดินแล้ว ยังขึ้นอยู่กับชนิดของดิน ความชื้นของดินด้วย (สำเนา, 2533)

4. ผลการใส่ปูนในดินกรดต่อการเจริญเติบโตของถั่ว

วัสดุปูนเป็นสารประกอบคาร์บอเนต ออกไซด์ หรือ ไฮดรอกไซด์ ของแคลเซียม แมกนีเซียม สามารถใช้แก้ความเป็นกรดได้ เนื่องจากเมื่อ Ca^{2+} เข้าไปแทนที่ H^+ ให้ออกจากอนุภาคดินเหนียวมาอยู่ในสารละลายดินแล้ว H^+ จะทำปฏิกิริยากับ OH^- หรือ CO_3^{2-} ทำให้ไม่แสดงความเป็นกรดอีกต่อไป (สุมาลี, 2536 ; คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

จากการทดลองของสุมาลีและคณะ (2533) พบว่าผลของปูนขาวที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วลิสง สามารถเพิ่มผลผลิตของน้ำหนักแห้งทั้งหมด/ต้น น้ำหนักฝัก/ต้น และเพิ่มน้ำหนักฝักแห้ง/ต้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในการทดลองนี้ปูนขาวช่วยทำให้ถั่วลิสงติดปมและตรึงไนโตรเจนได้มากขึ้น ทำให้ถั่วเจริญเติบโตและผลผลิตสูง เนื่องจากไปลดความเป็นพิษของอะลูมินัมในดิน การใส่ปูนไม่จำเป็นต้องปรับให้เป็นกลางเสมอไป (อภิรดี, 2536) การใส่ปูนลงในดินกรดจะช่วยยกระดับpHให้สูงขึ้นทำให้ความเป็นประโยชน์ของธาตุแคลเซียม แมกนีเซียม และฟอสฟอรัส เพิ่มขึ้นและพืชสามารถนำไปใช้ได้มากขึ้น (Brady, 1974) โสภณและคณะ (2542) รายงานว่าการใส่ปูนมาร์ลทำให้ pH และปริมาณแคลเซียมในดินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจากการทดลองในข้าวโพดที่ปลูกในดินที่มี pH ต่ำ เมื่อมีการใส่ปูนจะทำให้พืชดึงดูดไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ขึ้นมาใช้ได้ในปริมาณที่มากกว่าข้าวโพดหรือพืชที่ปลูกในดินที่มีสภาพ pH ต่ำในสภาพดินไร่ที่ไม่มีการใส่ปูน (จงรักษ์และคณะ, 2531) ในดินกรดการไม่ใส่ปูนเป็นข้อจำกัดต่อการเจริญของถั่วฮามาต้า ธาตุฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่จำกัดการเจริญเติบโตของถั่วอย่างรุนแรง โดยทั่วไปถั่วจะแคระแกร็น ปลายใบล่างแห้งและน้ำหนักแห้งที่ได้มีเพียงประมาณ 20 % ของพืชที่เจริญเติบโตปกติ การไม่ใส่ปูนในดินกรดทำให้การเจริญเติบโต

ของถั่วลดลง 50 % ของการเจริญเติบโตปกติ (ชัยรัตน์ และวิเชียร, 2539) การใส่ปูนจะช่วยลดความเป็นพิษของ monomeric Al species ซึ่งหากมีอยู่ในดินมากจะเป็นพิษต่อการเจริญเติบโตของถั่ว (Munns *et al.*,1977) นอกจากนี้การใส่ปูนร่วมกับปุ๋ยพืชสดยังทำให้เกิดการตกตะกอนร่วมของอะลูมินัม หรือการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างอะลูมินัม และอินทรียวัตถุ ซึ่งจะช่วยลดความเป็นพิษของ Al^{3+} ในสารละลายดินลงได้ และการลด activity ของ Al^{3+} ในสารละลายดินเป็นผลเนื่องมาจากการเพิ่มของ pH EC แคลเซียม และแมกนีเซียม (สุนทร และเอ็น วี เวย์, 2536) การใส่ปูนช่วยลดการขาดธาตุโบรอนในดินได้ ทำให้การเจริญเติบโตและการติดฝักของถั่วลิสงดีขึ้น (สุวพันธ์, 2535) จากรายงานของกรมวิชาการเกษตรใช้พืชที่ทำการทดสอบ เช่น ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ฝ้าย ถั่วเหลือง ถั่วลิสง ถั่วเขียว และงา ได้แสดงผลตอบสนองต่อการใช้ปูนอย่างมาก การใช้ปูนในดินดอนจะมีผลตกค้างในดิน ช่วยเพิ่มผลผลิตพืชเป็นเวลา 4-5 ปี (เสถียร และคณะ, 2541) Mandal และคณะ(1998) รายงานว่า ถั่ว Lentil (*Lens esculenta* L.) จะมีน้ำหนักแห้งสูงขึ้นเมื่อมีการใส่ปูนร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสและโมลิบดินัม แต่ผลผลิตไม่เพิ่มในกรณีที่ใส่ฟอสฟอรัสร่วมกับโมลิบดินัมโดยไม่ใส่ปูน ในดินที่มี pH เท่ากับ 4.07 การใส่ปูนร่วมกับปุ๋ยหมักทำให้แมงกานีสสะสมในยอดลดลง น้ำหนักแห้งยอดสูงขึ้น เนื่องจากปูนไปลดการสะสมแมงกานีสในยอดพืช (Chung and Wu, 1997) และจากการทดลองของ Fernandes และ Coutinho (1999) รายงานว่าการใส่ปูนร่วมกับฟอสฟอรัสทำให้หญ้าซูดานเจริญเติบโตได้ดี น้ำหนักแห้งของหญ้าในดินกรดจะถูกจำกัดโดยปริมาณอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้และความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัส การดูดยึดเอาธาตุฟอสฟอรัสมาใช้ประโยชน์ของหญ้าซูดานจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีการใส่ปูน การใส่ฟอสฟอรัสในดินที่มีอะลูมินัมสูงจะเป็นการสูญเปล่า พืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เมื่อมีการใส่ปูนในดินกรดจะทำให้พืชสามารถนำธาตุอาหารในดินไปใช้ประโยชน์เพื่อการเจริญเติบโตได้มากขึ้น

5. ผลการใส่ปูนกับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และการตรึงไนโตรเจน

การใส่ปูนจะทำให้จุลินทรีย์ทำงานได้ดี การเจริญเติบโตของปมถั่วสมบูรณ์ เพราะการใส่ปูนช่วยปรับปรุงสมบัติทางชีวภาพของดินให้ดีขึ้น จุลินทรีย์ส่วนใหญ่จะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงขึ้นเมื่อระดับ pH ของดินอยู่ในระดับใกล้เป็นกลาง ดังนั้นเมื่อใส่ปูนลงไปในดินที่เป็นกรดจึงมีผลช่วยให้กิจกรรมของจุลินทรีย์ดินที่เป็นประโยชน์ดีขึ้นด้วย การสลายตัวของอินทรียวัตถุในดิน ธาตุอาหารต่างๆที่เป็นประโยชน์ต่อพืชก็จะถูกปลดปล่อยออกมา นอกจากนี้กระบวน

การตรึงไนโตรเจนของทั้ง symbiotic และ nonsymbiotic ก็จะดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งทำให้การติดปมดีขึ้น (เมธีและสุรชัย, 2528) การใส่ปูนจะเพิ่มความเข้มข้นแคลเซียมซึ่งเป็นธาตุที่ช่วยให้ไรโซเบียมมีปริมาณมากพอก่อนที่จะเข้าสู่รากโดยการควบคุม pH ให้เหมาะสมกับการเข้าสู่รากพืชของไรโซเบียมได้อย่างมีประสิทธิภาพ และกิจกรรมของเอนไซม์ pectinase เป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเข้าสู่รากพืชของไรโซเบียม ซึ่งต้องอาศัยแคลเซียมในปริมาณที่สูงพอสมควร การลดแมงกานีสทำให้ลดความเป็นพิษต่อไรโซเบียมทำให้ถั่วเกิดปมมากขึ้น (เกษมศรี, 2541) การใส่ปูนทำให้ธาตุโมลิบดินัมแสดงความเป็นประโยชน์ได้มากขึ้น จากการทดลองของพิชิตและคณะ(2537) พบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างไนโตรเจนในใบอ่อนและในต้นถั่วลิสงกับความเข้มข้นของโมลิบดินัมในดินและส่วนต่างๆของพืช โดยความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบอ่อนมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของโมลิบดินัมในปมของถั่วลิสง การที่ปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของโมลิบดินัมสูงขึ้น เนื่องจากโมลิบดินัมมีบทบาทโดยตรงต่อการตรึงไนโตรเจนของพืชตระกูลถั่ว จากการทดลองของ Lawson และคณะ(1995) พบว่าการใส่ปูนจะทำให้จำนวนปม น้ำหนักปม และการตรึงไนโตรเจนเพิ่มขึ้นทั้งนี้เนื่องจากปูนจะเพิ่มปริมาณแคลเซียม ซึ่งมีความสำคัญต่อการสร้างปมและพัฒนาปมถั่วและการลดความเป็นพิษของอะลูมินัมและแมงกานีส ซึ่งเป็นผลทำให้การตรึงไนโตรเจนของถั่วสูงขึ้นด้วย นอกจากนี้ จำนวนของจุลินทรีย์ดินและกิจกรรมการย่อยสลายซึ่งเกี่ยวข้องกับการย่อยสลายอินทรียวัตถุจะเพิ่มขึ้นจากการใส่ปูน (Higashida and Takao,1986) Bemd และ Wilezyynski (1991) รายงานว่าการใส่ปูนทำให้จุลินทรีย์ดินเพิ่มขึ้น และภายหลัง 3 ปี หลังการใส่ปูน C : N ของดินจะลดลง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Hojito และคณะ (1987) ซึ่งกล่าวว่ากิจกรรมการย่อยสลายของจุลินทรีย์สามารถเกิดขึ้นได้ดีเมื่อมีการใส่ปูนในดินกรด

6. การใช้ปุ๋ยพืชสดในการบำรุงดิน

การใช้ปุ๋ยพืชสดในการบำรุงดิน สามารถปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินได้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช โดยการเพิ่มอินทรียวัตถุลงในดิน ทำให้ดินมีการระบายน้ำและระบายอากาศที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของพืช นอกจากนั้นอินทรียวัตถุที่ได้จากเศษซากพืชของปุ๋ยพืชสดยังให้แร่ธาตุอาหารแก่พืชหลัก เช่น ฟอสฟอรัส กำมะถัน ธาตุอาหารเสริม โดยเฉพาะอย่างยิ่งธาตุไนโตรเจน ซึ่งถือว่าเป็นธาตุหลักที่ได้จากการตรึงไนโตรเจนของพืชตระกูลถั่วและมีการปลดปล่อยไนโตรเจนมาจากการสลายตัวของสารอินทรีย์ในดินถึง 95 % แต่เป็นการ

ปลดปล่อยออกมาช้าๆ โดยปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมดได้จากปริมาณอินทรียวัตถุที่มีในดิน การใช้พืชตระกูลถั่วเป็นพืชปุ๋ยสดเพื่อบำรุงดินถือว่าเป็นการใช้ไนโตรเจนที่มีราคาถูก เพราะว่าอินทรียวัตถุในดินจะมีปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ย 4 % ที่จะปลดปล่อยออกมาระหว่างฤดูเพาะปลูก (ประชาและคณะ, 2540)

ปุ๋ยพืชสดเป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่ง ได้จากต้นและใบของพืชตระกูลถั่วที่ปลูกไว้เมื่อพืชเริ่มออกดอกถึงดอกบาน จะเป็นระยะที่เหมาะสมในการไถกลบ เพราะจะให้ปริมาณธาตุไนโตรเจนสูงสุด น้ำหนักพืชสดสูงสุดด้วย เมื่อพืชย่อยสลายตัวจะให้อินทรียวัตถุและไนโตรเจนแก่ดินสูง หากเลยระยะนี้ไปแล้วปริมาณธาตุไนโตรเจนในพืชสดจะลดลง เช่น ในกรณีที่ใช้พืชตระกูลถั่วที่เป็นพืชเศรษฐกิจเป็นปุ๋ยพืชสด ได้แก่ ถั่วลิสง ถั่วเหลือง ถั่วเขียว เมื่อได้ทำการไถกลบพืชปุ๋ยสดแล้วควรทิ้งไว้ให้พืชเน่าเปื่อยผุพังสลายตัวใช้เวลา 2- 4 สัปดาห์ ขึ้นอยู่กับชนิดและอายุของปุ๋ยพืชสดและความชื้นของดิน สภาพดิน และน้ำในอากาศด้วย (ประชา, 2542) การใช้ปุ๋ยพืชสดสามารถลดการใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนได้ระดับหนึ่งลดความเป็นกรดของดินอันเกิดเนื่องมาจากการใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนเป็นเวลานานติดต่อกันโดยไม่มีการเพิ่มอินทรียวัตถุ (ชนวน, 2534) มีรายงานว่าการปลูกปอแก้วหมุนเวียนกับถั่วเวอราโนโดยไม่ใส่ปุ๋ยเคมีให้ผลผลิตเฉลี่ยปอแก้วสูงกว่าปอแก้วที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราส่วน 8-8-8 กก./ไร่ ของ N-P_2O_5-K_2O ทุกปีประมาณ 15 % และจากการทดลองพบว่าการปลูกปอแก้วหมุนเวียนกับถั่วเวอราโนให้ผลผลิตเฉลี่ยของปอแก้วสูงที่สุดและสูงกว่าผลผลิตเฉลี่ยของปอแก้วที่ปลูกต่อเนื่องทุกปี 43 และ 75 % ในสภาพที่ไม่ใส่ปุ๋ย และใส่ปุ๋ยเคมีตามลำดับ ทั้งนี้เพราะว่าถั่วเวอราโนเป็นพืชตระกูลถั่วที่ให้มวลชีวภาพสูง ดังนั้นเมื่อไถกลบและถูกย่อยสลายแล้วจึงสามารถปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่ปอแก้วได้มาก และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (5 ปี) พบว่าระบบการปลูกพืชหมุนเวียนกับปอแก้วทุกระบบไม่ว่าใส่หรือไม่ใส่ปุ๋ยเคมีมีแนวโน้มในการบำรุงดินให้ดีขึ้น ทำให้ความเป็นกรดลดลง และเพิ่มอินทรียวัตถุในดิน (จำลองและคณะ, 2540) นอกจากนี้จำลองและคณะ (2539) ยังได้รายงานว่าการปลูกถั่วเวอราโนเป็นพืชคลุมดินในแปลงข้าวโพดและมันสำปะหลังติดต่อกันเป็นเวลานานกว่า 3 ปี โดยมีการตัดถั่วเวอราโนปีละ 1- 4 ครั้ง เพื่อใช้เป็นปุ๋ยพืชสดทำให้ผลผลิตข้าวโพดและมันสำปะหลังเพิ่มอย่างชัดเจน

ถั่วหรั่ง (Bambara groundnut) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Vigna subterranea* (L.) เจริญเติบโตได้ดีในดินทราย ถึงร่วนปนทรายในที่ดอน การระบายน้ำดี สามารถให้ผลผลิตได้ดีในดินที่ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ระดับ pH ที่เหมาะสมคือ 5.0 – 6.5 มีอายุการเก็บเกี่ยว 110 – 120 วัน การใช้ถั่วหรั่งเป็นปุ๋ยพืชสดน่าจะมีผลทำให้เกษตรกรหันมานิยมใช้ปุ๋ยพืชสดเพื่อการบำรุงดิน

มากขึ้น เนื่องจากมีผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการขายฝักสดถั่ว สำหรับในด้านการบำรุงดิน สามารถเพิ่มไนโตรเจนให้แก่ดินได้ เนื่องจากสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ (กรมพัฒนาที่ดิน, ไม่ระบุ พ.ศ.)

ถั่วพร้า (Jackbean) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Canavalia ensiformis* ถั่วพร้าชอบดินดอนระบายน้ำดี ทนความแห้งแล้งได้ดี มีอายุเก็บเกี่ยว 120 - 150 วัน นิยมปลูกเป็นปุ๋ยพืชสด ถั่วพร้าให้น้ำหนักสดประมาณ 2.5–4 ตัน/ไร่ ให้ธาตุไนโตรเจนประมาณ 10–20 กิโลกรัม/ไร่ อย่างไรก็ตามน้ำหนักมวลชีวภาพและปริมาณธาตุอาหารขึ้นอยู่กับปัจจัยของดินและการจัดการ (กรมพัฒนาที่ดิน, ไม่ระบุ พ.ศ.)

7. ความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนในดิน

ความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนในดิน จะมี C:N ratio เป็นตัวควบคุมบทบาทของไนโตรเจนในดิน โดยปกติปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในฮิวมัสจะมีอยู่ประมาณ 5.0-5.5 %และ C มีอยู่ประมาณ 50-58 % ทำให้มี C:N อยู่ระหว่าง 9-2 แต่ C:Nจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของพืชที่ใส่ลงไปในดินในเศษซากพืชที่มี C:N 20:1 ขึ้นไปมักเกิดกระบวนการ immobilization แต่ในพืชที่มี C:N แคบ มี C:N น้อยกว่า 20:1 หรือมี N มากกว่า 2.5 จะเกิดการปลดปล่อยไนโตรเจนจากเศษซากพืช (Stevenson, 1986) ภาวะการเกิด immobilization เกิดเนื่องจากการที่ในดินมีค่าไนโตรเจนต่ำ จุลินทรีย์ดึงไนโตรเจนในรูปไนเตรทไปจากดินเพื่อใช้ในการเพิ่มกิจกรรมและจำนวน จึงแย่งไนโตรเจนทำให้เกิดการขาดไนโตรเจนในพืชได้ ขณะเดียวกันจุลินทรีย์ที่ใช้คาร์บอนเป็นแหล่งพลังงานและปลดปล่อยคาร์บอนในรูปคาร์บอนไดออกไซด์ไปในอากาศ ทำให้คาร์บอนลดปริมาณลง และกิจกรรมของจุลินทรีย์ลดลง เพราะฉะนั้นการมี C:N กว้าง จะทำให้ดินขาดไนโตรเจนอยู่ระยะหนึ่งจนกว่าจะสิ้นสุดการสลายตัว (ปรัชญาและคณะ, 2540)

8. กระบวนการปลดปล่อยไนโตรเจนจากสารประกอบไนโตรเจน

กระบวนการ N - mineralization เป็นกระบวนการทางชีววิทยา เกิดโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน ที่ย่อยสลายไนโตรเจนในดินจากรูปอินทรีย์ให้อยู่ในรูปอนินทรีย์ ประกอบด้วยกระบวนการ ดังนี้ คือ

1) Aminization เป็นกระบวนการที่สารประกอบพวกโปรตีนถูกย่อยทำลาย จากโปรตีนกลายเป็นสารประกอบเอมีน

protien --→ $R\text{-}NH_2+CO_2+energy$

2) Ammonification เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยา hydrolysis

$R\text{-}NH_2+ H_2O$ -→ NH_3 + R-OH + energy + H_2O

$NH_3 + H_2O$-→ NH_4^+

3) Nitrification เป็นปฏิกิริยาที่เปลี่ยน NH_4^+ เป็น NO_2^- และ NO^-_3 กระบวนการ nitrification เป็นกระบวนการที่เกิดได้ในดินที่มี pH ค่อนข้างเป็นกลาง ถ้า pH น้อยกว่า 5.5 จุลินทรีย์ดินจะชะงักการเจริญเติบโต (สุมาลี, 2536 ; อภิรดี, 2536 ; คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

จากการทดลองของอรพินท์ (2541) พบว่าการใช้พืชตระกูลถั่วไถกลบและตัดคลุมดินจะทำให้ธาตุไนโตรเจนในดินเพิ่มขึ้น ไม่ว่าเป็นการไถกลบหรือการคลุมดินเป็นเวลา 2 ปี การไถกลบทำให้ไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์เกิดขึ้นภายหลังการบ่มดิน สำหรับกระบวนการ N-mineralization ระยะแรกจะมี NH_4^+ และ NO_3^- เกิดขึ้นมากกว่าในระยะหลัง ซึ่งนอกจากธาตุไนโตรเจนแล้ว การใช้พืชตระกูลถั่วเป็นปุ๋ยพืชสดยังช่วยเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และ แมกนีเซียม การเกิดกระบวนการ N-mineralization มีปัจจัยที่ควบคุมการเกิด เช่น ความชื้น pH ดิน อุณหภูมิ C:N การเขตกรรม การระบายอากาศ กิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน องค์ประกอบทางเคมีของเศษซากพืช เช่น lignin, polyphenol เป็นต้น (สุมิตราและ Murali, 2538) สิ่งที่เกิดขึ้นจากการ

สลายตัวของเศษซากพืชได้แก่ กรดอะซิติก กรดบิวทีริก กรดอะลิฟาติก กรดฟีโนลิก ฯลฯ รวมทั้งก๊าซ C_2H_4, CH_4, CO_2, H_2S (สมศักดิ์, 2541)

N-mineralization เป็นกระบวนการที่ส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับ pH ของดิน อัตราการเกิด N-mineralization จะสูงขึ้นเมื่อมีการใส่ปูนในดิน จากการทดลองของ Klemmedson และคณะ (1989) รายงานว่าผลการใส่ปูนจนระดับ pH เป็นกรดอ่อน-กลาง เป็นผลทำให้แคลเซียมเพิ่มขึ้น และมีอะลูมินัมปริมาณลดลง (เพิ่มอัตราส่วน Ca : Al) เนื่องจากการเพิ่ม pH ของดิน และทำให้การปลดปล่อยไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ปริมาณไนโตรเจนที่เกิดการ N-mineralization เมื่อมีการใส่ปูนจะเพิ่มขึ้นทั้งในการทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี ใส่ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยพืชสด (จากการไถกลบด้วยถั่ว Lupine) โดยการทดลองที่ดินใส่ปุ๋ยพืชสดจะให้ปริมาณ N-mineralization สูงสุด แต่อย่างไรก็ตามจะเกิดการ immobilization ขึ้นก่อนในช่วงแรก แล้วตามด้วยการเกิด N-mineralizationในเวลาต่อมาที่การบ่มดินที่อุณหภูมิ 35 ^{0}C (Hague and Walmsley, 1972) การเกิด immobilizationในตอนแรก เนื่องจากการเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ทำให้มีการนำไนโตรเจนไปใช้เพื่อการเจริญเติบโต ทำให้ดินเกิดการขาดไนโตรเจนชั่วคราว (Haynes and Ludecke, 1981 ; Haynes,1982 ; Jasson and Persson, 1982) จากการทดลองของ Curtin และคณะ(1998) รายงานว่าการใช้ปูนเพิ่ม pH ดินจากดินกรดอ่อน-กลาง จะทำให้อัตราการ N-mineralization ของไนโตรเจนเพิ่มขึ้น คาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากปฏิกิริยาในกระบวนการ N-mineralization จะเพิ่มเป็น 2-3 เท่าของการไม่ใส่ปูน ผลของการใส่ปูนจะทำให้การปลดปล่อยอินทรียวัตถุที่สามารถปลดปล่อยได้ง่าย (labile organic matter) เพิ่มมากขึ้นในดินเมื่อดินมี pH ที่สูงขึ้น ปริมาณอินทรียวัตถุที่ปลดปล่อยได้ง่าย จะมีความสัมพันธ์กับอัตราการเกิด N-mineralization กิจกรรมของจุลินทรีย์พวกที่เกี่ยวข้องกับการ N-mineralization มีมากใน pH ที่เป็นกลาง จุลินทรีย์ดินมีอัตราการหายใจ และมวลชีวภาพของจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น 2 เท่า ในช่วง 4 วันแรกของการบ่มดิน แต่เมื่อเวลาผ่านไป อัตราการหายใจของจุลินทรีย์ดินและมวลชีวภาพจะลดลง (Neale *et al.*, 1997) เนื่องจากอัตราการ N-mineralization เกิดขึ้นสูงในช่วงระยะแรกของการย่อยสลายอินทรียวัตถุ แต่ในระยะต่อมาอัตราการเกิด N-mineralization จะลดลง (Stevenson,1986) การใส่ปูนเป็นสาเหตุที่ไปเพิ่ม N-mineralization ในดิน ตลอดจนกระบวนการ nitrification จะเพิ่มมากขึ้นในดินที่มีการใส่ปูน การลดลงของกระบวนการ N-mineralization เกิดในดินที่มีเศษซากพืชที่มี C:N กว้าง และทำให้เกิดกระบวนการ immobilization ทำให้ดินขาดไนโตรเจนในระยะสั้นชั่วคราว (Neale *et al.*, 1997) เนื่องจากจุลินทรีย์ดินนำไนโตรเจนในดินไปใช้ในการเจริญเติบโตและ

เมื่อจุลินทรีย์ดินตายจะสามารถคืนธาตุไนโตรเจนกลับคืนสู่ดินได้ (Stevenson,1986) นอกจากนี้ Vallis และ Jones (1973) ได้รายงานว่าพืชแต่ละชนิดจะมีองค์ประกอบทางเคมี เช่น polyphenols, lignin ที่แตกต่างกัน องค์ประกอบทางเคมีเหล่านั้นจะเป็นปัจจัยควบคุมการย่อยสลายและปลดปล่อยไนโตรเจนจากเศษซากพืชในเวลาต่างๆ กันด้วย

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาและเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและผลผลิตมวลชีวภาพของถั่วหรั่งและถั่วพร้าเมื่อมีการปรับปรุงดินให้มีระดับความเป็นกรดด่างต่างๆกัน โดยการใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ย
2. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินที่สำคัญบางประการเมื่อใช้ถั่วหรั่งและถั่วพร้าเป็นปุ๋ยพืชสดโดยมีการปรับปรุงดินให้มีระดับความเป็นกรดด่างต่างๆกัน โดยการใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ย
3. ศึกษาการปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนจากมวลชีวภาพของถั่วหรั่งและถั่วพร้าเมื่อมีการปรับปรุงดินให้มีระดับความเป็นกรดด่างต่างๆกัน โดยการใส่ปุ๋ยและไม่ใส่ปุ๋ย