



1839

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี
ภาควิชาปฐพีวิทยา

เรื่อง

การศึกษาเปรียบเทียบขบวนการ N - Mineralization ของใบพืชตระกูลถั่วยืนต้น และอิทธิพลต่อ
การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวในดินกรดจัด

A Comparative Study on N-Mineralization of Leguminous tree leaves and Its Influence on
The Growth and Yield of Rice in Acid Sulfate Soil.

โดย

นางสาวสุพิชา เอียงอิม

(นกุล อวิสิทธิ์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรองแล้ว

(รศ.ดร.สุมิตรา กุวัโรดม)

หัวหน้าภาควิชาปฐพีวิทยา

วันที่ 27 เดือน เมษายน พ.ศ. 2541.

รพ.
๘๘๔๓
๒๕๔๐

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี



T099848

เรื่อง

การศึกษาเปรียบเทียบขบวนการ N - Mineralization ของใบพืชตระกูลถั่วยืนต้น และอิทธิพลต่อ
การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวในดินกรดจัด

A Comparative Study on N-Mineralization of Leguminous tree leaves and Its Influence on
The Growth and Yield of Rice in Acid Sulfate Soil.

โดย

นางสาวสุพิดา เอียงอิม

เสนอ

ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งวิทยาศาสตร์บัณฑิต (ปฐพีวิทยา)

ป.พ.

๕๘๖๒๓

๒๕๔๐

พ.ศ. ๒๕๔๐

เลขที่.....

เลขทะเบียน ๘๘๖๔๘

รับเดือนปี.....

ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาเปรียบเทียบขบวนการ N - Mineralization ของใบพืชตระกูลถั่วยืนต้น และอิทธิพลต่อ
การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวในดินกรดจัด

A Comparative Study on N-Mineralization of Leguminous tree leaves and Its Influence on
The Growth and Yield of Rice in Acid Sulfate Soil.

บทคัดย่อ

การศึกษาการใช้ปุ๋ยพืชสดจากพืชตระกูลถั่วยืนต้น เพื่อเป็นแหล่งไนโตรเจนสำหรับพืช โดย
การเปรียบเทียบการ Mineralization ให้ไนโตรเจนของพืชตระกูลถั่วยืนต้น และผลต่อการเจริญเติบโต
ตลอดจนการให้ผลผลิต พืชทดสอบ คือ ข้าว (สุพรรณบุรี-90) โดยทำการทดลองกับชุดดินรังสิต
ซึ่งเป็นดินกรดจัด ทำการทดลองในช่วงเดือน กันยายน 2540 - กุมภาพันธ์ 2541 โดยทำการทดลอง
เปรียบเทียบปุ๋ยพืชสดจากพืชตระกูลถั่วยืนต้น 7 ชนิด ได้แก่ โสนคางคก, แคบ้าน, นนทรี, หางนกยูง
ฝรั่ง, กระจินณรงค์, ก้ามปู, ชีเหล็ก และปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ย Urea + ปุ๋ยสูตร 16-20-0 โดยมีทั้งหมด 9
ตำรับการทดลอง 3 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomize Design (CRD) โดยทุก
ตำรับการทดลองจะได้รับปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตรา 2.64 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ ส่วนการให้ปุ๋ยไนโตรเจน
ในตำรับการทดลองของปุ๋ยพืชสด และปุ๋ยเคมีจะได้รับไนโตรเจนในอัตรา 16 กิโลกรัมต่อไร่ และ
10.048 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

จากการทดลอง พบว่า การ Mineralization ให้ธาตุไนโตรเจนของพืชตระกูลถั่วยืนต้น
7 ชนิด ไม่มีความแตกต่างกัน และไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าว ใดๆ ก็
ตาม แคบ้าน มีแนวโน้มว่าจะให้ผลผลิตสูงกว่าปุ๋ยพืชสดชนิดอื่น ๆ เนื่องจากแคบ้านมีปริมาณ
ไนโตรเจนและการอวบน้ำมากที่สุด ข้าวจึงมีแนวโน้มที่จะดูดธาตุไนโตรเจนจากแคบ้านสูงด้วย ส่วน
ผลตกค้างจากการใช้ปุ๋ยพืชสด พบว่า สามารถเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ใน
ตำรับที่ใส่กระจินณรงค์, นนทรี และหางนกยูงฝรั่ง ซึ่งมีอัตรา C : N สูง ทำให้มีการย่อยสลายช้า ดังนั้นจึงทำให้มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูง

คำนิยม

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณอาจารย์ นฤต ถวิลถึง อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่กรุณาให้คำแนะนำ ตลอดจนจัดหาอุปกรณ์บางอย่างที่จำเป็นต่อการทดลอง ซึ่งทำให้ปัญหาพิเศษสำเร็จ ลุล่วงไปได้ ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ทุกท่านเป็นอย่างยิ่งที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ในด้านต่าง ๆ และกรุณาให้แนวความคิดให้คำปรึกษาแนะนำเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ คุณนุจรี บุญแปลง เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาฟิสิกส์ ที่ให้คำแนะนำในการวิเคราะห์ดินและพืช ขอขอบพระคุณพี่ทองม้วน สุนทร ที่ช่วยให้ความสะดวกด้านอุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นอย่างดี

ขอ ขอบพระคุณเพื่อนปฐพีรุ่น10 ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ และคุณแม่ ที่ให้ทุก ๆ อย่าง อันเป็นที่มาแห่งความสำเร็จ ของข้าพเจ้าในวันนี้

นางสาวสุพิดา เอียงอ้อม

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการ Mineralization ให้ธาตุไนโตรเจนของพืชตระกูลถั่ว ยีนต้น 7 ชนิด และสัมพันธ์กับปริมาณธาตุไนโตรเจนที่พืชสามารถดูดใช้
2. เพื่อเปรียบเทียบปริมาณธาตุไนโตรเจนที่ได้จากพืชตระกูลถั่วยีนต้น 7 ชนิดที่มีผลต่อการ เจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวในดินกรดจัด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	24
ผลการทดลอง	30
วิจารณ์ผลการทดลอง	40
สรุปผลการทดลอง	41
เอกสารอ้างอิง	42
ภาคผนวก	54



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของปุ๋ยพืชสด	30
2	แสดงระยะเวลาในการออกดอก 50% ของข้าว	32
3	แสดงความสูงของต้นข้าวขณะเก็บเกี่ยว	33
4	แสดงน้ำหนักสดของฟางข้าวและเมล็ดที่ 14% ความชื้น	34
5	แสดงปริมาณไนโตรเจนหลังเก็บเกี่ยว	35
6	แสดงการดูดใช้ใน ไตรเจนของข้าว	36
7	แสดงคุณสมบัติของดินทางเคมีก่อนการเพาะปลูก	37
8	แสดงผลของการใส่ปุ๋ยพืชสดต่อความเป็นกรด-ด่างของดินหลังการปลูกข้าว	37
9	แสดงผลของการใส่ปุ๋ยพืชสดต่อค่าการนำไฟฟ้าของดินหลังการปลูกข้าว	38
10	แสดงผลของการใส่ปุ๋ยพืชสดต่อเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุของดินหลังการปลูกข้าว	39

ตารางผนวกที่

1	แสดงน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของปุ๋ยพืชสด	54
2	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของปุ๋ยพืชสด	54
3	แสดงการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว	55
4	แสดงปริมาณไนโตรเจนและการดูดใช้ใน ไตรเจนของข้าว	56
5	แสดงคุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนการปลูกข้าว	57
6	แสดงคุณสมบัติทางเคมีของดินหลังการปลูกข้าว	58
7	แสดงค่าทางสถิติของระยะเวลาในการออกดอก 50% ของข้าว	59
8	แสดงค่าทางสถิติของความสูงของต้นข้าวขณะเก็บเกี่ยว	59
9	แสดงค่าทางสถิติของปริมาณไนโตรเจนของข้าวหลังเก็บเกี่ยว	60
10	แสดงค่าทางสถิติของการดูดใช้ใน ไตรเจนของข้าว	60
11	แสดงค่าทางสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างของดินหลังการปลูกข้าว	60
12	แสดงค่าทางสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างของดินจากการใส่ปุ๋ยพืชสด	61
13	แสดงค่าทางสถิติของค่าการนำไฟฟ้าของดินหลังการปลูกข้าว	61
14	แสดงค่าทางสถิติของค่าการนำไฟฟ้าของดินจากการใส่ปุ๋ยพืชสด	62
15	แสดงค่าทางสถิติของเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุของดินหลังการปลูกข้าว	63
16	แสดงค่าทางสถิติของเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุของดินหลังจากการใส่ปุ๋ยพืชสด	64
17	แสดงค่าทางสถิติของน้ำหนักสดของฟางข้าวและเมล็ดที่ 14% ความชื้น	64

คำนำ

เนื่องจากปัจจุบันผลผลิตของพืชในด้านการเกษตร มีความต้องการเพิ่มมากขึ้น แต่เนื่องจากมีข้อจำกัดด้านการเพิ่มผลผลิต คือ ในเรื่องของพื้นที่เพาะปลูกและความอุดมสมบูรณ์ของแร่ธาตุในดิน มีอยู่อย่างจำกัด ปุ๋ยจึงมีความจำเป็นต่อการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร แต่ปุ๋ยเคมีมีราคาแพง รวมทั้งหากมีการใช้ในปริมาณสูง จะมีผลทำให้สมบัติบางประการของดินเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการนำเอาปุ๋ยพืชสดซึ่งได้จากส่วนต่าง ๆ ของพืช มาใช้แทนปุ๋ยเคมี เพื่อเป็นประโยชน์ในด้านการปรับปรุงดิน ปลดปล่อยธาตุอาหารแก่พืช ซึ่งสามารถทำได้ง่ายและมีต้นทุนในการผลิตต่ำ การนำเอาใบและกิ่งอ่อนจากพืชตระกูลถั่วยืนต้นที่ปลูกเป็นไร่หรือขึ้นอยู่แล้วตามธรรมชาติ ซึ่งมีธาตุอาหารไนโตรเจนอยู่ปริมาณสูง มาทำเป็นปุ๋ยพืชสดเป็นแหล่งธาตุอาหารสำหรับพืชโดยเฉพาะอย่างยิ่งไนโตรเจน น่าจะเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับเกษตรกร

ไนโตรเจนเป็นธาตุที่สูญเสียได้ง่ายในดิน โดยการละลายไปกับน้ำ และซึมสู่ส่วนล่างของดิน และรูปก๊าซโดยขบวนการ ดีไนทริฟิเคชัน จึงได้มีการทดลองศึกษาถึงปุ๋ยพืชสดจำพวกพืชตระกูลถั่วเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีไนโตรเจน เพื่อหาแนวทางลดต้นทุนการผลิตทางการเกษตร อีกทั้งยังช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมีและลดมลภาวะเป็นพิษ ตลอดจนทำให้เกิดประโยชน์ในด้านการปรับปรุงดินเพิ่มขึ้นอีกด้วย

หวังเป็นอย่างยิ่งว่ารายงานฉบับนี้คงเป็นแนวทางในการที่จะนำพืชตระกูลถั่วยืนต้นมาใช้เป็นปุ๋ยพืชสด เพื่อให้เกิดประโยชน์ทางการเกษตร และด้านอื่น ๆ ได้บ้าง

ตรวจเอกสาร

1. ธรรมชาติของปุ๋ยพืชสด

ปุ๋ยพืชสด (green manure) คือ ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ได้จากการไถกลบหรือคลุกเคล้าพืชที่ยังสดอยู่ลงไปดินหรือในทันทีที่พืชนั้นเติบโตเต็มที่และปล่อยให้สลายตัวเองโดยธรรมชาติ (สรสิทธิ์, 2535) พืชที่ใช้เป็นปุ๋ยพืชสดมี 2 ชนิด ได้แก่ ปุ๋ยพืชสดที่ได้จากพืชตระกูลถั่วและปุ๋ยพืชสดที่ได้จากพืชอื่น ๆ นอกจากพืชตระกูลถั่ว เช่น รัญพืช ได้แก่ ข้าวไรย์, ข้าวโอ๊ต, ข้าวสาลี, ข้าวบาเลย์และมิลเลต เป็นต้น (ยงยุทธ, 2528) โดยพืชที่ใช้เป็นปุ๋ยพืชสดส่วนใหญ่มีลักษณะ ดังนี้ คือ ลำต้นเปราะและสามารถไถกลบได้ง่าย ย่อยสลายได้ง่ายและรวดเร็ว, เจริญเติบโตได้รวดเร็วออกดอกในระยะเวลาอันสั้นให้น้ำหนักสดสูง ลำต้นอวบและขยายพันธุ์ได้ง่าย, เจริญเติบโตได้ในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ทนทานต่อสภาพแห้งแล้งและมี การพัฒนาระบบรากดี, เมล็ดมีความสามารถงอกได้ดี ถึงแม้ว่าจะมีความชื้นในดินน้อย, มีความสามารถทนทานและต้านทานต่อโรคและแมลงได้ดี, สามารถกำจัดได้ง่าย และไม่มีลักษณะเป็นวัชพืช, สามารถใช้เป็นทั้งอาหารคนและสัตว์ได้, เมล็ดพันธุ์หาได้สะดวกและราคาไม่แพงเกินไป เก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ได้ง่าย, มีธาตุอาหารสะสมในต้นสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งไนโตรเจน, เจริญเติบโตเร็วกว่าวัชพืชได้สามารถไถกลบขณะออกดอก 50% ได้ในช่วงอายุ 30 - 50 วัน และไม่มีผลในทางลบต่อพืชที่ปลูกตามมา (วรพจน์, 2529; สรสิทธิ์, 2535; ยงยุทธ, 2528)

ปัจจุบันพืชตระกูลถั่วเป็นพืชที่ได้รับความนิยมที่สุดในการนำมาทำเป็นปุ๋ยพืชสด(Weerakoon, 1983) โดยพืชตระกูลถั่วเมื่อไถกลบแล้วจะให้ธาตุไนโตรเจนสูงกว่าพืชที่ไม่ใช่พืชตระกูลถั่ว เนื่องจากพืชตระกูลถั่วมีจุลินทรีย์บางชนิดซึ่งมีความสามารถในการตรึงธาตุไนโตรเจนจากอากาศได้สูง (ชาญ, 2536)

การไถกลบพืชควรกระทำเมื่อปริมาณไนโตรเจนในพืชสูงสุด สำหรับพืชตระกูลถั่วถือว่าก่อนออกดอกเล็กน้อยมีไนโตรเจนสูง หากแก่มากเกินไปความเข้มข้นของไนโตรเจนในเนื้อเยื่อจะเริ่มลดลงไปอีก (ยงยุทธ, 2528)

พืชตระกูลถั่วเป็นพืชตระกูลใหญ่และมีความสำคัญมาก โดยแบ่งออกเป็น 3 subfamilies ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Subfamily Papilionae (มี 12,000 species) ได้แก่ ไม้จำพวกที่มีลักษณะเหมือน ดอกถั่ว irregular flower กลีบดอกชั้นนอกเป็นtube 4 - 5 แฉก กลีบดอกชั้นในมี 4 กลีบ stamen 10 และมักจะรวมกันเป็นกลุ่ม

2. Subfamily Caesalpineae (ซึ่งมีมากที่สุดถึง 25,000 species แต่สามารถตรึง ไนโตรเจนได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น) ได้แก่พวกที่มีดอกแบบทางนกลง ดอกแบบ Slightly irregular กลีบดอกชั้นนอก 5, กลีบชั้นใน 5, stamen 10 มีขนาดไม่เท่ากัน anther แยกตรงปลาย ฝักเวลาแก่ไม่แตก ใบผสมแบบ pinnate กลีบดอกซ้อนกัน

3. Subfamily Mimoseae (ซึ่งมี 2,800 species) ได้แก่ พวกที่ดอกแบบไมยราบ primitive ที่สุดในพวก Leguminosae ใบแบบ pinnate ดอก regular ออกเป็นกระจุกกลม (head) stamen จำนวนมาก fruit เป็น pod เวลาแก่ตัวแล้วแตกออก dehiscent

การตรึงไนโตรเจนของพืชตระกูลถั่วแต่ละ subfamily แต่ละ species จะมีความสามารถในการตรึงไนโตรเจนได้แตกต่างกันไป (Brewbaker and Glover, 1988; Shchultze - Kraft, 1987)

2. ความสำคัญของปุ๋ยพืชสด

กลไกในหลายประเทศมีประสบการณ์ เกี่ยวกับปุ๋ยพืชสดมาแล้วหลายศตวรรษ ความรู้ที่สืบทอดมาถึงคนรุ่นหลังซึ่งบ่งอย่างชัดเจนถึงคุณค่าหรือความสำคัญของปุ๋ยนี้ในการปรับปรุงบำรุงดิน เนื่องจากจะทำให้ดินมีสมบัติเหมาะต่อการเจริญเติบโตและทำให้ผลผลิตของพืชสูงขึ้น (ยงยุทธ, 2528) นอกจากนี้การใช้ปุ๋ยพืชสดรวมกับการใช้ปุ๋ยเคมี ยังทำให้โครงสร้างของดินดีขึ้น เช่น ทำให้ดินร่วนซุย การระบายน้ำและถ่ายเทอากาศในดินดี ทำให้สามารถอุ้มน้ำได้มากขึ้น และสามารถทนความแล้งได้ดีขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยลดชั้นประจุบวกต่าง ๆ ในสารละลายดินไม่ให้ถูกชะล้างหายไป เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมีที่ละลาย ไม่ให้ถูกพัดพาไปโดยกระแส น้ำ ดังนั้นการใช้ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมีจะสามารถลดการใช้ปุ๋ยเคมีได้ประมาณ 50 - 70% ของปริมาณที่เคยใช้ปุ๋ยเคมีอยู่เดิม ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนการเพาะปลูกลงได้ (นลินี, 2536)

การใช้ปุ๋ยพืชสดในสมัยก่อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีการใช้ดินทราย พบว่า สาเหตุที่ปุ๋ยพืชสดช่วยเพิ่มผลผลิตพืช ก็คือ การเพิ่มธาตุอาหารไนโตรเจนซึ่งอยู่ในรากพืชตระกูลถั่วแก่ดิน เนื่องจากดินทรายมักเป็นดินที่มีปริมาณของธาตุไนโตรเจนต่ำอยู่แล้ว การใช้ปุ๋ยพืชสดในดินดังกล่าวจะช่วยเพิ่มไนโตรเจนได้เป็นอย่างดี (ยงยุทธ, 2528)

Furoc และคณะ (1989) แสดงให้เห็นว่าปุ๋ยพืชสดสามารถใช้แทนปุ๋ยเคมีไนโตรเจนได้ ในอัตรา 30 - 150 กิโลกรัม ไนโตรเจนต่อเฮกตาร์ได้ Arunin และคณะ (1987) จากรายงานการศึกษาไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถึงการใช้ปุ๋ยพืชสดในระบบการปลูกข้าว พบว่า การใช้ปุ๋ยพืชสดในนาข้าวมีผลต่อการเจริญเติบโต และการเพิ่มผลผลิตของข้าวโดยจะช่วยปรับปรุงดินให้ดีขึ้น Hanes (1989) พบว่า การใช้ปุ๋ยพืชสด ทำให้ดินมี pH สูงขึ้น, ช่วยให้ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกเพิ่มขึ้น และปรับปรุง อินทรีย์วัตถุในดิน โครงสร้างของดิน นอกจากนี้ยังทำให้ดินมีสมบัติเป็นบัฟเฟอร์มากขึ้นอีกด้วย

การใช้ปุ๋ยพืชสดในระบบการปลูกพืช มีความสำคัญต่อการปรับปรุงสมบัติดินทั้งทางด้าน กายภาพ เคมี และชีวภาพ (Zhang, 1987) ตลอดจนความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็น แหล่งธาตุอาหารที่สำคัญ (สรสิทธิ์, 2535) และมีผลต่อการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุดั้งเดิมด้วย จาก การศึกษา mineralization ของคาร์บอนและไนโตรเจนในซากพืชสดที่สลายตัวง่าย โดยติดตามการ เปลี่ยนรูปของสารกัมมันตรังสี พบว่า การใส่เศษพืชดังกล่าวในดินช่วยให้กิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน สูงขึ้นยังผลให้อินทรีย์วัตถุดั้งเดิมในดินสลายตัวและปลดปล่อยคาร์บอนและไนโตรเจนออกมามาก กว่าเดิม

ยงยุทธ (2528) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของปุ๋ยพืชสดในแง่ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ไว้ดังนี้

1. ธาตุอาหารที่ละลายได้ซึ่งเคยถูกชะล้างไปสู่ดินล่าง แต่ไม่เกินอาณาบริเวณที่รากพืช ตระกูลถั่ว ซึ่งปลูกเพื่อเป็นปุ๋ยพืชสดนั้นจะไหลย้อนไปถึง รากพืชก็จะดูดกลับมาสะสมในดินและราก เมื่อโลกกลับแล้วธาตุอาหารที่สะสมในส่วนเหนือดินและรากซึ่งอยู่ในดินบน ก็จะถูกปลดปล่อยไว้ใน ดินบนอีกครั้งหนึ่ง ผลดีจะเกิดขึ้นอย่างมากหากพืชหลักที่ปลูกตามมามีระบบรากค่อนข้างตื้น
2. คาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจากการสลายตัวของซากพืช จะกลายเป็นกรดคาร์บอนิก (H_2CO_3) และช่วยละลายธาตุอาหารรูปที่ไม่เป็นประโยชน์บางส่วน ให้กลับกลายมาเป็นประโยชน์ต่อ พืชได้บ้าง
3. พืชตระกูลถั่วมีไนโตรเจนสูง เมื่อโลกกลับยอมปลดปล่อยไนโตรเจนให้เป็นประโยชน์ต่อ พืชหลัก
4. ในระหว่างการสลายตัวของปุ๋ยพืชสด จุลินทรีย์บางตัวที่เป็นไอออนในดินอยู่เดิม หรือถูก ปลดปล่อยออกจากการสลายตัวของซากพืช จะจับตัวกับโมเลกุลของอินทรีย์สารบางอย่างเป็นโลหะคี- เลต ธาตุอาหารก็จะคงความเป็นประโยชน์ในดินได้นานกว่าการอยู่ในรูปไอออน

3. ความสำคัญของพืชตระกูลถั่ว

นันทกร และคณะ (2534) กล่าวว่า พืชตระกูลถั่วสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้แตก ต่างกันไปตามชนิดของพืช การใช้พืชตระกูลถั่วเพื่อเป็นปุ๋ยพืชสด นอกจากจะเป็นวิธีทางหนึ่งที่จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพิ่มอินทรีย์วัตถุให้แก่ดินแล้วยังเป็นการเพิ่มธาตุอาหารให้แก่ดิน ดังนั้นการใช้ปุ๋ยพืชสดจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะลดการใช้ปุ๋ยในโตรเจนได้

พืชตระกูลถั่วที่ใช้ทำปุ๋ยพืชสดในไร่นานั้นส่วนใหญ่จะมีธาตุไนโตรเจนหรือสามารถตรึงธาตุไนโตรเจนได้ โดยทั่วไปพืชตระกูลถั่วเป็นไม้พุ่มข้ามฤดูหรือเป็นพวกไม้ยืนต้น ซึ่งพบว่ามีมากกว่า 650 ชนิด โดยไม้พุ่มพวกนี้สามารถตรึงธาตุไนโตรเจนได้โดยมีถึง 5,000 species ซึ่งจะมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว (Brewbaker และ Glover, 1988)

ไม้ยืนต้นและไม้พุ่มในระบบเกษตรกรรมนั้น พบว่า การปลูกพืชตระกูลถั่วในสภาพที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโต เช่น พื้นที่เพาะปลูกนั้นมีลักษณะฝนฟ้าอากาศไม่สม่ำเสมอ, ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ฯลฯ โดยทั่วไปพืชตระกูลถั่วจะมีระบบรากลึก, การแผ่กระจายของรากกว้าง จึงทำให้พืชตระกูลถั่วมีความสามารถในการดูดใช้ธาตุอาหารและน้ำจากดินในชั้นลึก ๆ ที่พืชระบบรากตื้นชนิดอื่นไปไม่ถึงได้ การปลูกพืชตระกูลถั่วในแนวระดับจะเป็นการช่วยรักษาองค์ประกอบและสมบัติของดินได้ โดยจะลดการชะล้างของผิวหน้าดินและลดการระเหยของน้ำ เนื่องจากพืชตระกูลถั่วยืนต้นนี้จะปลูกเพื่อใช้เป็นแนวกันลม เพื่อป้องกันการเกิดการเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับข้าว และช่วยปรับปรุงผลผลิตให้เพิ่มขึ้น ทั้งยังรักษาสภาพแวดล้อมและทรัพยากรไว้อีกด้วย (Vegara และ Briones, 1976; อ้างโดย Rathert, 1990)

Nair (1987) แสดงให้เห็นว่า การทำการเกษตรในแถบเอเชีย พืชตระกูลถั่วพันธุ์ที่รู้จักและนิยมที่สุด เนื่องจากเป็นแหล่งที่ให้ปุ๋ยอินทรีย์ในปริมาณที่เหมาะสมกับพืชที่ปลูกโดยเฉพาะในนาข้าว ซึ่งใช้พืชตระกูลถั่วสายพันธุ์โสน สามารถใช้เป็นปุ๋ยพืชสดในนาข้าวได้ดีพอ ๆ กับการนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ได้เช่นเดียวกับพืชปุ๋ยสดพวก แคลฝรั่ง, กระจินยักษ์, ทองหลวง, หางนกยูง, *Calliandra calothyrsus*, *Albizia falcataria*, *Flamingia macrophylla* และอื่น ๆ โดยเป็นกลุ่มสายพันธุ์ที่สามารถเจริญเติบโตได้ในแปลงหรือบริเวณพื้นที่ไร่นาและป่าสงวน เป็นต้น

Mulongoy และ Sanginga (1990) รายงานว่า ถ้าการปลูกพืชตระกูลถั่วได้รับการจัดการอย่างดีจะเป็นการเพิ่มและกระจายธาตุไนโตรเจนในระบบการเพาะปลูกได้เป็นอย่างดี โดยการตรึงไนโตรเจนของพืชตระกูลถั่วจะเป็นแบบถ้อยที่ถ้อยอาศัยหรือเกื้อกูลกัน จากรายงานวิจัยการตรึงไนโตรเจนของพืชตระกูลถั่วในแปลงทดลอง พบว่า อยู่ในช่วงระหว่าง 134 และ 274 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์

4. การใช้ปุ๋ยพืชสดในระบบการปลูกข้าวในประเทศแถบเอเชีย

ในระยะแรกชาวนาในแถบเอเชียได้มีการใช้ปุ๋ยพืชสดเพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศจีนตอนใต้ ประมาณ 1,000 ปีมาแล้วได้นำปุ๋ยพืชสดมาใช้กับนาข้าว และในปัจจุบันพื้นที่ที่ทำการเกษตรประมาณ 60 - 70% ได้มีการใช้ปุ๋ยพืชสด (Singh, 1983) ในประเทศญี่ปุ่น พบว่า มีพื้นที่ที่มีการใช้ปุ๋ยพืชสดเป็นบริเวณกว้างจนกระทั่งถึงปี 1960 (Watanabe, 1990; Singh, 1983) อย่างไรก็ตามบางประเทศในแถบเอเชีย มีการใช้ปุ๋ยพืชสดลดลง เช่น ประเทศบังกลาเทศ (Watanabe, 1990)

ประเทศที่อยู่แถบเขตร้อนมีการใช้ไส้เป็นปุ๋ยพืชสดกันอย่างกว้างขวาง เช่นประเทศไทย โดย Arunnin (1987) รายงานว่า ไส้แอฟริกันมีศักยภาพสูงในการเป็นปุ๋ยพืชสดสูง เมื่อเปรียบเทียบกับ ไส้จีนแดง, ไส้อินเดีย และไส้คางคก เนื่องจากมีการเจริญเติบโตได้ดีและเกิดปุ๋ยได้บริเวณที่มีสภาพเป็นกรด, ค่าง, และพื้นที่ที่มีสภาพน้ำขังในนาข้าว Herera และคณะ (1989) อ้างโดย Samiano (1990) กล่าวว่า ไส้แอฟริกัน สามารถเพิ่มผลผลิตของข้าวได้ถึง 42 - 58% ส่วนในประเทศจีน Liu (1987) รายงานว่า มีการใช้ไส้เป็นปุ๋ยพืชสดในช่วงฤดูร้อน โดยสามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้ถึง 10 - 47% Singh (1984) กล่าวว่า ไส้อินเดีย และไส้คางคก เป็นปุ๋ยพืชสดที่ใช้กันมากเพราะสามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้สูง โดยสามารถให้ไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ได้ถึง 90 กิโลกรัม N ต่อเฮกตาร์ นอกจากนี้ไส้คางคก ยังสามารถใช้ปลูกเป็นพืชเศรษฐกิจในระบบการปลูกพืชหมุนเวียน โดยปลูกร่วมกับข้าวสาลี - ข้าว ในทางตอนเหนือของประเทศอินเดีย ผลผลิตของข้าวเท่ากับ 100 - 120 กิโลกรัม ต่อ เฮกตาร์ (Bhardwaj และ Dev, 1985)

ในประเทศฟิลิปปินส์ *Indigofera tinctoria* เป็นพืชปุ๋ยสดที่สำคัญมากโดยจะปลูกหลังจากการปลูกข้าวซึ่งเป็นการปลูกพืชแบบสลับในพื้นที่สูง (Garrity และคณะ, 1989) ส่วนในประเทศอินโดนีเซียจะใช้ *Crotalaria juncea*, *C. usaramoensis* และ *Phaseolus lunatus* เป็นพืชปุ๋ยสด โดยปลูกทิ้งไว้แบบอิสระหรือปลูกแบบสลับ (Nastiti, 1983)

Meelu และคณะ (1990) เปรียบเทียบพืชตระกูลถั่ว 8 ชนิด ได้แก่ ไส้จีนแดง, ปอเทือง, ถั่วเหลือง, ถั่วแระ, ถั่วฝักยาว, ถั่วเขียว, *Lablab purpureus* และ *Indigofera tinctoria* เป็นปุ๋ยพืชสดที่ใช้กับนาข้าวในประเทศฟิลิปปินส์ ในปี 1984 และปี 1985 พบว่า ไส้จีนแดง เป็นพันธุ์ที่ให้ธาตุไนโตรเจนสูงสุดถึง 224 และ 175 กิโลกรัม N ต่อเฮกตาร์ และได้ผลผลิตของข้าวเท่ากับ 4.0 และ 4.6 ตันต่อเฮกตาร์ ในพื้นที่การปลูกข้าวที่มีปริมาณน้ำฝนน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริเวณพื้นที่ต่ำที่เป็นดินเหนียวของประเทศฟิลิปปินส์ แคลร์ริงเป็นพืชที่ปลูกบนพื้นที่ลุ่มหรือตามคูน้ำและมีการตัดแต่งประมาณ 3 - 4 ครั้งต่อปี ซึ่งเป็นแหล่งของปุ๋ยพืชสดที่ให้ไนโตรเจนสูงมากถึง 3 ตันกิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ประกอบด้วยปุ๋ยอินทรีย์ 20 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ หลังจากนั้น 45 วันจะให้ผลผลิต 3.7 ตันต่อเฮกตาร์ ซึ่งมีผลผลิตเพิ่มขึ้น 40.6% (Imperial, 1992) จากการทดลองในประเทศไทยศรีลังกาพบว่า กระจินยักษ์เจริญเติบโตได้ในพื้นที่นา

Veerasopon และ Chaiwat (1994) ได้ศึกษา การนำพืชข้ามฤดู, พืชฤดูเดียวกัน และพืชคลุมดินตระกูลถั่วนำมาใช้เป็นปุ๋ยพืชสดเพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินบนที่ราบภาคกลาง ซึ่งในปี 1991 แสดงให้เห็นว่า แคลร์ริง และกระจินยักษ์ จะให้มวลชีวภาพสูงสุด ซึ่งทำให้ข้าวที่ปลูกบนพื้นที่สูงมีผลผลิตเพิ่มขึ้นถึง 1,444 - 1,750 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ สำหรับ ปอเทือง, ถั่วแระ และซีเหี้ยจะให้ผลผลิตของข้าวต่ำกว่าคือ 975, 938 และ 900 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ

Nammuang และคณะ (1993) ใช้กระจินยักษ์เป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบอยู่ ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตและการเพิ่มผลผลิตของข้าวที่ตอบสนองต่อช่วงแสง และไม่ตอบสนองต่อช่วงแสง โดยปลูกในดินร่วนปนทราย สำหรับประเทศไทย (Aeric Paleaquults) พบว่า ไม่ว่าจะปลูกกระจินยักษ์อย่างเดี่ยวหรือมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมด้วยส่วนทำให้ผลผลิตของข้าวเพิ่มขึ้น ซึ่งให้ผลผลิตของข้าวสูงที่สุดถึง 4,100 - 4,738 และ 3,488 - 3,869 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ โดยมีการใส่กระจินยักษ์ 96 - 117 และ 90 - 91 กิโลกรัม N ต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ นอกจากนี้ กระจินยักษ์ยังใช้ในการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินได้โดยทำให้มีการสะสมไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์และอินทรีย์วัตถุในดินเพิ่มขึ้นอีกด้วย

5. ความสำคัญของธาตุอาหารไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโตข้าว

5.1 ความสำคัญของธาตุอาหารไนโตรเจน

ธาตุอาหารไนโตรเจนจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของข้าว สามารถเพิ่มความสูงและจำนวนแขนงให้มากขึ้น ทั้งยังส่งเสริมในการสร้างคลอโรฟิลล์ทำให้ส่วนต่าง ๆ ของข้าวมีสีเขียว (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2535) ข้าวต้องการไนโตรเจนเป็นปริมาณสูงเพื่อเพิ่มจำนวนต้นตอกต่อพื้นที่ในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น (vegetative phase) และเพิ่มจำนวนดอกต่อรวงในระยะการเจริญเติบโตเพื่อการสืบพันธุ์ (reproductive phase) และยังมีบทบาทสำคัญในระยะเวลาสุกแก่ (ripening phase) อีกด้วย ไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์รงควัตถุสีเขียว ส่งเสริมการสังเคราะห์แสง (photosynthesis) และคุณภาพของเมล็ด (De Datta, 1981) Peterson (1963) รายงานว่า ข้าวมีเอนไซม์ที่ช่วยในการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์และโปรตีนในใบเมื่อเข้าสู่ระยะสุกแก่ การขาดไนโตรเจนจะทำให้การสังเคราะห์คลอโรฟิลล์และโปรตีนลดลง ซึ่งส่งผลให้ข้าวมีสีน้ำตาลและใบร่วงก่อนการสุกเต็มที่ นอกจากนี้ยังทำให้ข้าวมีขนาดเล็กและอ่อนแอต่อการระบาดของโรคแมลงศัตรูข้าวอีกด้วย

ความต้องการไนโตรเจนเป็นปริมาณที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าว สถานที่ปลูก การกำจัดวัชพืช และการจัดการอื่น ๆ ชยงค์ และคณะ (2519); เขาวภา และคณะ (2520) รายงานว่า ข้าวที่ปลูกในดินนาหลายชุดดินในประเทศไทย ตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนเป็นอย่างมาก และผลผลิตข้าวจะสูงขึ้นเมื่อใส่ปุ๋ยในอัตราที่เหมาะสม ข้าวดูดไนโตรเจนในรูป ammonia-N, nitrate-N โดยไนโตรเจนในรูปต่าง ๆ ที่ต้นข้าวดูดขึ้นไปจะรวมตัวกับคาร์โบไฮเดรต จากขบวนการสังเคราะห์แสงตามขบวนการทางชีวเคมี สร้างกรดอะมิโน และโปรตีน เพื่อใช้ในการเจริญเติบโต (Yoshida, 1981) ไนโตรเจนยังมีผลต่อการเพิ่มผลผลิตข้าวสูงกว่าธาตุอาหารหลักชนิดอื่น ๆ (ชอบ, 2527; Ishizuka, 1980)

5.2 อิทธิพลของธาตุอาหารไนโตรเจนต่อองค์ประกอบผลผลิตของข้าว

Yoshida (1981) รายงานว่าไนโตรเจนที่ข้าวดูดเข้าไปในระยะแรกของการสร้างรวงจะช่วยเพิ่มจำนวนดอกต่อรวง (spikelet / panicle) ให้สูงขึ้น อย่างไรก็ตามในระยะที่ข้าวสุกแก่ (ripening stage) ข้าวก็ต้องการไนโตรเจนบ้างเหมือนกัน ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าว โดยเฉพาะจำนวนรวงและน้ำหนักเมล็ดต่อกอจะขึ้นอยู่กับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน โดยการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนทำให้ข้าวสามารถเพิ่มจำนวนดอกมากขึ้น (ชอบ และเขาวภา, 2513) Murayama (1979) กล่าวว่าข้าวพันธุ์ที่ต้องการไนโตรเจนเป็นปริมาณมากเพื่อรักษากิจกรรมการสังเคราะห์แสงของใบให้สูงอยู่เสมอ เป็นผลให้ได้คาร์โบไฮเดรต และสารประกอบไนโตรเจนส่งไปยังเมล็ดในช่วงเมล็ดแก่ได้มาก

ปิยะ และ ไพบูลย์ (2529) รายงานว่า ในบรรดาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาของข้าว ปุ๋ยไนโตรเจนนับเป็นปัจจัยที่สำคัญปัจจัยหนึ่งที่จะช่วยเร่งให้ต้นข้าวมีการเจริญเติบโต อย่างสม่ำเสมอ ได้รวงที่สมบูรณ์ มีจำนวนเมล็ดต่อรวงมากและน้ำหนักเมล็ดสูง ดังนั้นการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนจึงช่วยทำให้ข้าวมีการเปลี่ยนแปลงทางการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตที่ค่อนข้างเด่นชัดและแน่นอน

ชยงค์ (2518) ได้ทดลองหาอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสมในการเพิ่มผลผลิตข้าวที่ปลูกในชุดดินรังสิต โดยใช้ข้าวพันธุ์ กข 1 ปรากฏว่าผลผลิตจะเพิ่มขึ้นตามอัตราไนโตรเจนที่ใส่ ตั้งแต่อัตราต่ำจนถึง 9 กิโลกรัม N ต่อไร่ ซึ่งเป็นอัตราที่ให้ผลผลิตสูงสุด สุจินต์ และเจิม (2514) ได้รายงานผลการทดลองปุ๋ยไนโตรเจนระดับต่าง ๆ กับข้าว กข 1 กข 3 และกข 5 ที่สถานีทดลองข้าวคลองหลวง โดยใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 6 ระดับ คือ 0, 3, 6, 9, 12, และ 18 กิโลกรัม N ต่อไร่ โดยมีทั้งฟอสเฟตและโพแทสเซียมเป็นปุ๋ยรองพื้นอัตราอย่างละ 6 กิโลกรัม P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่ ผลการ

ทดลองสรุปได้ว่า เมื่อใส่ปุ๋ย 6 กิโลกรัม N ต่อไร่ ข้าวให้ผลผลิตสูงสุดโดยข้าวจะให้ผลผลิตเพิ่ม 29 เปอร์เซ็นต์

สุมน (2512, 2514) พบว่า การเพิ่มผลผลิตข้าวลูกผสมในดินนาชนิดต่าง ๆ ในนาราชบุรี มีความจำเป็นต้องใช้ปุ๋ยอัตราสูง ทั้งนี้ผลผลิตข้าวเป็นอัตราส่วนโดยตรงกับปุ๋ยไนโตรเจนที่ใช้ในอัตราที่เพิ่มขึ้น และยังพบว่า การตอบสนองของข้าวทั้งพันธุ์ไวแสงและพันธุ์ไมไวแสง ให้ผลตอบสนองของข้าวต่อปุ๋ยไนโตรเจนดีมากในเกือบทุกชนิดดินต่าง ๆ ของนาราชบุรี

สรสิทธิ์ (ไม่ระบุปีที่พิมพ์) รายงานว่า อัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนแบ่งได้เป็นสองประเภท คือ ข้าวชนิดที่ไวต่อแสง หรือข้าวพันธุ์พื้นเมือง (ข้าวที่ออกดอกและเก็บเกี่ยวตามฤดูกาล) ควรใช้ปุ๋ยไนโตรเจนจำนวน 4 - 6 กิโลกรัม N ต่อไร่ ส่วนข้าวอีกประเภทหนึ่ง คือ ข้าวชนิดที่ไม่ไวต่อแสง หรือข้าวพันธุ์เตี้ย (คือข้าวนาปรัง และเป็นข้าวที่เก็บเกี่ยวตามอายุของการเจริญเติบโต) ควรใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 6 - 8 กิโลกรัม N ต่อไร่ อัตราดังกล่าวนี้ เป็นอัตราที่จะทำให้ชาวนาได้ผลผลิตที่มีกำไรต่อทุนที่ลงไปสำหรับการใช้ปุ๋ยอยู่ในเกณฑ์สูง อย่างไรก็ตาม อรุณ และคณะ (2514) พบว่าในการทำการทดลอง 5 ปี (2513 - 2517) พบว่า ข้าวพันธุ์ กข 1 มีประสิทธิภาพสูงในการใช้ปุ๋ยสูง สามารถตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนอัตราสูงถึง 12 กิโลกรัม N ต่อไร่

ประเสริฐ และคณะ (2522) ทำการศึกษาการตอบสนองของข้าวที่ให้ผลผลิตสูงต่อปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสเฟต และโพแทสเซียมอัตราต่าง ๆ โดยใช้ข้าวพันธุ์ กข 1 สรุปผลว่า ปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสเฟตมีความจำเป็นมากในการเพิ่มผลผลิตของข้าว โดยทั่วไปแล้วอัตราปุ๋ยที่เหมาะสม สำหรับในดินเหนียวควรเป็นไนโตรเจน 12 กิโลกรัม N ต่อไร่ ฟอสเฟต 6 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ ปุ๋ยโพแทสเซียม 6 กิโลกรัม K_2O

ขอบ และยาวภา (2513) รายงานว่า ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโดยเฉพาะจำนวนรวง และน้ำหนักเมล็ดคัดดอก จะขึ้นอยู่กับการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน การเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนทำให้ข้าวสามารถเพิ่มจำนวนดอกมากขึ้นได้และบางส่วนของดอกเท่านั้น ที่จะพัฒนาไปเป็นข้าวเต็มเมล็ด

5.3 อาการผิดปกติของข้าวเมื่อขาดธาตุอาหารไนโตรเจน

เมื่อข้าวได้รับธาตุอาหารไนโตรเจนเป็นปริมาณที่ไม่เพียงพอข้าวจะต้นเตี้ยและระจ้านวนแขนงลดลง ใบแคบ สั้น ตั้งตรง และเปลี่ยนเป็นสีเขียวเหลือง (ใบอ่อนยังคงมีสีเขียว) ใบแก่จะมีสีเหลืองสีฟางข้าวและใบจะแห้งตายในที่สุด (เกษสุดา, 2529)

6. การใช้ปุ๋ยพืชสดในดินกรดจัดซัลเฟต

6.1 อิทธิพลของปุ๋ยพืชสดในดินกรดจัดซัลเฟต

ในดินกรดจัดที่มีการขังน้ำ จะมีสภาพขาดออกซิเจน ซึ่งมีผลทำให้เหล็กมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีสูง และยังเป็นประโยชน์ต่อการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุ (องค์ประกอบของปุ๋ยพืชสด) โดยทำให้ความเข้มข้นของเหล็กในรูปเฟอร์รัส (Fe^{+2}) มีค่าสูงขึ้นคือปฏิกิริยาลดออกซิเจนของเหล็กจะเกี่ยวข้องกับกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นในสภาพน้ำขัง (Broomfield และ Navasero, 1963) ทำให้ Fe^{+3} เปลี่ยนไปอยู่ในรูป Fe^{+2} (Motomura, 1962; Tanaka และ Navasero, 1966) และยังเป็น การลดออกซิเจนของกำมะถัน (sulfate reduction) ซึ่งจะทำให้ความเข้มข้นของซัลไฟด์ในสารละลายดินเพิ่มขึ้น ซึ่งปฏิกิริยานี้จะเกิดสูงขึ้นถ้าในดินมีการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุสูงด้วย และถ้า pH เพิ่มขึ้นจะมีผลในการลดความเป็นพิษของอะลูมิเนียม, แมงกานีส และสารประกอบซัลไฟด์ ซึ่งจะทำให้ธาตุอาหารพืชอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์มากขึ้น (Murali และ Smilde, 1994)

6.2 การเจริญเติบโตของพืชหลังใส่ปุ๋ยพืชสด

Samiano (1990) เมื่อมีการใช้ปุ๋ย พืชสด 4 ชนิดคือ โสนอัฟริกัน, โสนคางคก, *S. chiz* ทดลองในนาข้าวที่ สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย ในดินกรดจัดพบว่าไม่มีผลในการเพิ่มผลผลิตของข้าว ซึ่ง Murali และคณะ (1995) ได้คำนวณว่าการใช้โสนอัฟริกัน อย่างเดียวกับการใช้กระถินยักษ์ และแควฝรั่ง เป็นปุ๋ยพืชสดที่นำมาใช้กับนาข้าว (สุพรรณบุรี - 90) โดยปุ๋ยพืชสดเหล่านี้จะเป็นแหล่งของธาตุอาหารไนโตรเจนที่สำคัญ และเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพเมื่อมีการใช้ปุ๋ยยูเรียในพื้นที่ดังกล่าวด้วยแล้ว พบว่าไนโตรเจนที่ได้จากแหล่งทั้งสองนั้น มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน

เมื่อมีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน (25, 50 และ 75 กิโลกรัม N ต่อเฮกตาร์) และปุ๋ยพืชสด (โสนอัฟริกัน) ในอัตรา 4.1 ตัน DM ต่อเฮกตาร์ (115 กิโลกรัม N ต่อเฮกตาร์) จะสามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้มากกว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพียงอย่างเดียว (สุพรรณบุรี - 90) อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ยพืชสดอาจมีค่าใช้จ่ายสูงกว่าปุ๋ยเคมี และต้องคำนึงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตของข้าวได้ระหว่าง 7 และ 59% โดยใช้ข้าวพันธุ์ HYV สุพรรณบุรี - 60 อย่างไรก็ตามผลผลิตของข้าวจะลดลงเมื่อมีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนกับข้าวมากกว่า 25 กิโลกรัม N ต่อเฮกเตอร์ ในช่วงเวลาหนึ่ง (Tam, 1992)

6.3 การเจริญเติบโตของพืชปุ๋ยสดในดินกรดจัด

พืชตระกูลถั่วเป็นพืชที่ได้รับความนิยมที่สุดในการนำมาทำปุ๋ยพืชสด แต่พบว่าการผลิตพืชตระกูลถั่วถูกจำกัดในเรื่องของความเป็นกรด-ด่างของดิน โดยเฉพาะดินที่มีสภาพเป็นกรดจะเป็นตัวจำกัดการเจริญเติบโตของพืชดังกล่าว ซึ่งจะทำให้รากพืชพวก อะลูมินัม, เหล็ก, แมงกานีส ฯลฯ ละลายน้ำได้สูงถึงระดับที่อาจเป็นพิษต่อพืชหลักได้ (Ledgrad และคณะ, 1990)

Murali และ Smilde (1994) พบว่าดินที่มีปัญหาเรื่องความเป็นกรดจัดกับการระบายน้ำนั้น พืชปุ๋ยสดพวกปอเทือง หรือ โสนอัฟริกัน มีความเหมาะสมมากสำหรับการปลูกพืชในนาโดยตรง เนื่องจากสามารถทนต่อสภาพที่เป็นกรดได้ และโสนยังทนทานต่อสภาพน้ำขังมากกว่าพืชปุ๋ยสดชนิดอื่น ๆ

7. ปัญหาสำคัญของการปลูกข้าวในดินนากรดจัด

ดินกรดจัดเป็นดินที่มีปัญหาประเภทหนึ่งในการปลูกพืช (Panichapong, 1981) ปฏิบัติการที่เป็นกรดจัดของดินมีผลกระทบต่อการใช้ปุ๋ยพืชสดของพืช เช่น ดินนาเมื่อทำการขังน้ำเพื่อปลูกข้าว จะได้ผลผลิตต่ำ เนื่องจากดินมีปฏิกริยาเป็นกรดอย่างรุนแรง ทำให้เกิดการละลายของเหล็ก แมงกานีสและอะลูมินัมสูงขึ้น จนถึงระดับที่อาจเป็นพิษต่อข้าว และส่งผลทำให้เกิดการขาดแคลนฟอสฟอรัสอย่างรุนแรง สรสิทธิ์ (2527) อธิบายว่าในดินที่เป็นกรดอย่างรุนแรงโดยทั่วๆ ไปจะมีสภาพเหมาะสมต่อการสลายตัวของแร่ธาตุต่าง ๆ ในดินและมีผลทำให้ปริมาณของเหล็กอะลูมินัมที่ละลายน้ำได้มีปริมาณสูงถึงระดับที่อาจเป็นพิษต่อข้าวได้ ในดินกรดจัดมีการสะสมของแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ และสารประกอบอินทรีย์ต่าง ๆ ที่อาจเป็นพิษต่อข้าวได้ นอกจากนี้ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสจะอยู่ในระดับต่ำ บางครั้งถึงกับขาดแคลน (van Breemen และ Pons, 1978; Attanandana และคณะ, 1982) จากผลของการวิจัยพบว่าปัญหาต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นจนเป็นผลเสียต่อข้าวสรุปได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.1. ความเป็นกรดของดิน

ความเป็นกรดของดินส่วนใหญ่มีผลทางอ้อมต่อการเจริญเติบโตของข้าว สรสิทธิ์ (2520) กล่าวว่า ในดินที่เป็นกรดอย่างรุนแรงโดยทั่ว ๆ ไปจะมีความเหมาะสมต่อการสลายตัวของแร่ธาตุ ๆ ในดิน และอาจมีผลทำให้มีปริมาณของเหล็กและอลูมิเนียมที่ละลายน้ำได้สูงถึงระดับที่อาจเป็นพิษต่อข้าวได้

Tanaka และ Navasero (1967) รายงานว่า pH ของสารละลายดินมีอิทธิพลต่อความเป็นพิษของกรดอินทรีย์ ที่มีต่อการเจริญเติบโตของข้าว กล่าวคือ ในดินที่มี pH 4 เมื่อมีกรดอะซิติกเข้มข้น 0.02 N จะเป็นพิษต่อต้นข้าว แต่เมื่อ pH ของดินเพิ่มขึ้นเป็น 6.5 ถึง 6.7 กรดอะซิติกในความเข้มข้นเดียวกันกลับไม่เป็นพิษต่อข้าวที่เป็นเช่นนี้ เพราะเกี่ยวข้องกับความสามารถในการแตกตัวของกรดระดับ pH ต่างกัน (Ponnamperna, 1965) ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าในสภาพดินที่มี pH ต่ำกว่า 4 พืชจะได้รับอันตรายโดยตรงจากความเป็นกรดของดิน

Thawornwong และ van Diest (1974) พบว่า ดินที่มีความเป็นกรดจัดมาก ๆ โดยเฉพาะที่มี pH ต่ำกว่า 3.5 ลงไปจะมีผลทำให้ข้าวไม่สามารถดูดธาตุอาหารพวกโลหะไอออนบวกได้ดี และความเป็นกรดของดินนี้มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของธาตุอาหารพืชในดินทำให้ธาตุบางชนิดมีการละลายเพิ่มมากขึ้นเช่น เหล็กและอลูมิเนียม หรือธาตุอาหารพืชบางชนิดเช่น ฟอสฟอรัสอาจลดความเป็นประโยชน์ลงได้

7.2. ความเป็นพิษของอลูมิเนียม

ปัญหาที่สำคัญอันหนึ่งของดินกรดจัด คือ ความเข้มข้นของอลูมิเนียมที่มีอยู่สูงในสารละลายดินที่มี pH ต่ำมาก ๆ ซึ่งจะมีผลเสียต่อการเจริญเติบโตของข้าวที่ปลูกในสภาพดินน่าน้ำขัง แต่เมื่อมีการขังน้ำในช่วงระยะเวลาเวลานานขึ้น ความรุนแรงของอลูมิเนียมจะลดลง ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณของอลูมิเนียมที่ละลายได้มีค่าลดลง (van Breemen และ Pons, 1978)

Tanaka และ Navasero (1967) พบว่า ในสภาพดินที่มี pH ต่ำ ๆ อลูมิเนียมไอออนในสารละลายดินจะมีปริมาณสูงกว่าเหล็ก และมีผลทำให้ความเป็นพิษของอลูมิเนียมเกิดขึ้นได้ดังนี้จะเห็นว่าความเป็นกรด - ด่างของดิน จึงมีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของอลูมิเนียมในสารละลายดินเป็นอย่างมาก

Ponnamperuma (1972) รายงานว่าดินที่มี pH 3.5 จะมีอลูมิเนียมที่ละลายได้สูงถึง 69 ppm ความเข้มข้นในระดับนี้อาจจะเป็นพิษต่อพืชได้ โดยปกติอลูมิเนียมที่ละลายได้จะมีความเข้มข้นสูงขึ้นในระยะแรก ๆ ของการขังน้ำ ดังนั้นจึงอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อกล้าข้าวที่ปลูกได้ Rorison (1973) พบว่า ในดินนาที่มี pH 3.5 - 4 จะมีปริมาณอลูมิเนียมที่ละลายน้ำได้อยู่ระหว่าง 0.05 - 2 ppm ซึ่งจะเป็อันตรายต่อกล้าข้าวที่ปลูกได้ และถ้าความเข้มข้นของอลูมิเนียมในดินมากกว่า 25 ppm จะมีผลทำให้กล้าข้าวที่มีอายุประมาณ 4 สัปดาห์แสดงอาการเป็นพิษเนื่องจากอลูมิเนียมอย่างเห็นได้ชัด

ในดินกรดจัดที่มีความเข้มข้นของอลูมิเนียมที่ละลายได้สูงจะเป็นอันตรายต่อพืชที่ปลูก Nhung และ Ponnamperuma (1966) รายงานว่า ในดินกรดจัดที่มีความเข้มข้นของอลูมิเนียมที่ละลายได้ 68 ppm จะทำให้ข้าวที่ปลูกตายได้ อย่างไรก็ตาม Cate Sukhai (1964) รายงานถึงแม้ว่า ความเข้มข้นของอลูมิเนียมที่ละลายน้ำได้ที่มีค่าที่ระดับ 25 - 40 ppm ก็จะเป็นพิษต่อข้าวแล้ว ซึ่งอันตรายที่เกิดจากอลูมิเนียมที่แลกเปลี่ยนได้ ไม่ได้ขึ้นอยู่กับอลูมิเนียมที่ละลายน้ำได้เพียงอย่างเดียว แต่ขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าว อายุของต้นข้าว และช่วงการเจริญเติบโตของข้าว Fageria และ Carvalho (1982) พบว่า ความเป็นพิษของอลูมิเนียมมักจะเกิดบริเวณรากข้าวมากกว่าบริเวณลำต้น ต้นข้าวที่มีอายุ 21 วัน ความเข้มข้นวิกฤตของอลูมิเนียมที่จะเป็นพิษต่อข้าวจะมีความผันแปรตั้งแต่ 100 - 417 ppm ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดพันธุ์ข้าว Thawornwong และ van Diest (1974) ได้ทำการทดลองปลูกข้าวในสารละลายและรายงานว่า ถ้าในสารละลายมีความเข้มข้นของอลูมิเนียม 2 ppm จะมีผลทำให้ข้าวเจริญเติบโตช้าลง และถ้าความเข้มข้นของอลูมิเนียมมีค่าตั้งแต่ 0.05 - 0.2 ppm จะมีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นกล้าอ่อน และถ้าความเข้มข้นของอลูมิเนียมมีค่าตั้งแต่ 0.5 - 2 ppm ต้นกล้าอ่อนจะตาย นอกจากนี้ ความเข้มข้นของอลูมิเนียมจะมีผลโดยตรงต่อรากข้าว กล่าวคือ ถ้าความเข้มข้นของอลูมิเนียมในดินมีประมาณ 1 - 2 ppm จะเป็นอันตรายต่อรากข้าว โดยจะยับยั้งการเจริญเติบโตของรากข้าว (Cate และ Sukhai, 1964; Sanchez, 1976)

7.3. ความเป็นพิษของแมงกานีส

ในสภาพน้ำขังแมงกานีสในรูปของ Mn^{4+} จะเปลี่ยนเป็น Mn^{2+} ซึ่งจะทำให้ความเข้มข้นของ Mn^{2+} ในสารละลายเพิ่มขึ้น และยังมีผลให้ปริมาณแมงกานีสที่สกัดได้ในดินมีค่าสูงขึ้นด้วย (Patrick และ Turner, 1968; Gotoh และ Patrick, 1972) การเกิดการเปลี่ยนแปลงของแมงกานีสในสภาพขาดออกซิเจน จะเกิดเนื่องจากกิจกรรมของจุลินทรีย์พวก anaerobic bacteria และจะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นก่อนหน้าการเปลี่ยนแปลงของเหล็ก ทั้งนี้เนื่องจากแมงกานีสมีระดับความว่องไวในการรับออกซิเจนได้สูงกว่าเหล็ก (สรสิทธิ์, 2511)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ponnamperuma และคณะ (1972) รายงานว่าดินที่มีปฏิกิริยาเป็นกรดปานกลาง เมื่อขังน้ำ แอมกานีสที่ละลายน้ำได้ จะเพิ่มขึ้นถึงจุดสูงสุดช้าและลดลงช้ากว่าดินที่เป็นกรดรุนแรง ส่วนในดินที่มีปริมาณแอมกานีสมาก ความเข้มข้นของแอมกานีสที่ละลายน้ำได้จะมีค่าสูงสุดอย่างรวดเร็วภายใน 2 - 3 สัปดาห์หลังจากขังน้ำต่อมาจะค่อย ๆ ลดลงอย่างช้า ๆ ทั้งนี้เนื่องจากเกิดการตกตะกอนในรูปแอมกานีสคาร์บอเนต เมื่อระยะเวลาขังน้ำยาวนานขึ้น

7.4. ความเป็นพิษของเหล็ก

ในดินกรดจัดที่มีการขังน้ำเพื่อปลูกข้าวดินจะมีสภาพขาดออกซิเจน ซึ่งมีผลทำให้เหล็กมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ทำให้ความเข้มข้นของเหล็กในรูปเฟอร์รัส (Fe^{2+}) มีค่าสูงขึ้นและเป็นสัดส่วนโดยตรงกับ pH และผกผันกับ Eh ของดิน (Ponnamperuma และคณะ, 1967) ปฏิกิริยาขาดออกซิเจนของเหล็กจะเกี่ยวข้องกับกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นในสภาพน้ำขัง (Broomfield และ William, 1963) ทำให้ Fe^{2+} เปลี่ยนไปอยู่ในรูป (Motomura, 1962; Tanaka และ Navasero, 1966) และถ้าเวลาขังน้ำยาวนานขึ้นปริมาณความเข้มข้นของเหล็กในรูปเฟอร์รัสไอออน (Fe^{2+}) ที่สะสมได้ในสารละลายดินจะมีค่าเพิ่มขึ้น (Ponnamperuma และ Solivas, 1981) นอกจากนี้ Nhung และ Ponnamperuma (1966) พบว่าดินนาที่อยู่ในสภาพน้ำขังประมาณ 6 สัปดาห์ทำให้มีปริมาณเฟอร์รัสไอออนในสารละลายดินสะสมได้สูงถึง 800 ppm และดินกรดจัดเมื่อได้รับการขังน้ำปริมาณเหล็กในสารละลายดินจะมีค่าสูงขึ้นเป็น 300 ppm หรือมากกว่านั้น (Tanaka และ Navasero, 1966 a) และจากรายงานของ IRRI (1964) พบว่าปริมาณเฟอร์รัสไอออน (Fe^{2+}) ในดินนาจะสะสมได้สูงสุดหลังการขังน้ำประมาณสองสัปดาห์ หลังจากนั้นแล้วจะค่อย ๆ ลดปริมาณลง

ดินกรดจัดเมื่อทำการขังน้ำปลูกข้าว อาจก่อให้เกิดความเป็นพิษของเหล็กได้ดังนี้ เนื่องจากเหล็กจะละลายออกมามากจนถึงระดับที่เป็นอันตรายต่อข้าว Takahashi (1960) ได้ทดลองปลูกข้าวในน้ำยา พบว่าถ้าเหล็กในสารละลายดินมีความเข้มข้นมากกว่า 50 ppm จะทำให้ข้าวที่ปลูกอยู่ชงกการแตกกอ และถ้าเหล็กมีความเข้มข้นสูงถึงระดับ 300 - 400 ppm ผลผลิตจะลดลง โดยข้าวจะแสดงอาการเป็นพิษ ซึ่งระดับความเป็นพิษจากเหล็กที่ละลายได้มักจะมีความแตกต่างกันบ้าง Ponnamperuma (1967) พบว่า ถ้าความเข้มข้นของเฟอร์รัสไอออนในสารละลายดินมีถึง 200 ppm ข้าวจะชงกการเจริญเติบโตและผลผลิตจะต่ำลงแต่ถ้ามีปริมาณถึง 500 ppm ก็จะมีผลทำให้ข้าวตายได้

7.5. ความเป็นพิษของซัลไฟด์

ดินกรดจัดเมื่อทำการขังน้ำ นอกจากมีแนวโน้มที่จะได้รับความเป็นพิษจากเหล็กและอลูมิเนียมที่มีปริมาณสูงแล้ว ยังอาจเกิดอันตรายเกี่ยวกับความเป็นพิษของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เกิดขึ้นด้วย (สรสิทธิ์, 2520) ซึ่งโดยทั่วไปเมื่อดินกรดจัดอยู่ในสภาพขังน้ำติดต่อกันมักจะเกิดการลดออกซิเจนของกำมะถัน (sulfate reduction) ซึ่งจะทำให้ความเข้มข้นของซัลไฟด์ในสารละลายดินเพิ่มขึ้น จนเกิดระดับที่พืชจะทนทานได้ พืชก็จะแสดงอาการเป็นพิษออกมา (Tanaka และ Yoshida, 1970) จากการศึกษาการเกิดขบวนการลดออกซิเจนของกำมะถัน (sulfate reduction) ซึ่งก่อให้เกิดซัลไฟด์นั้น Connell และ Patrick (1969) พบว่า ในดิน Crowley silt loam pH 5.9 การลดออกซิเจนของซัลเฟตจะเกิดได้ดีในชั้นดินบนมากกว่าดินล่าง และการใส่เฟอร์ริกออกไซด์ลงไป จะทำให้ไฮโดรเจนซัลไฟด์ตกตะกอน นอกจากนี้ ยังพบว่าในกรณีผลยับยั้งการเกิดลดออกซิเจนของซัลเฟตได้ และในสภาพดินน้ำขังนั้น การลดออกซิเจนของซัลเฟตจะขึ้นอยู่กับค่า pH และ Eh ถ้า Eh สูงกว่า -150 mv จะพบซัลไฟด์เกิดขึ้นได้น้อยมาก และค่า pH ที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วง 6.5 - 8.5

สำหรับความเป็นพิษของไฮโดรเจนซัลไฟด์นั้น Tanaka และคณะ (1968) รายงานว่า ถ้าในสารละลายดินมีไฮโดรเจนซัลไฟด์สูงมาก ก็จะไปทำลายกลไกการทำงานของรากพืช ที่จะเพิ่มออกซิเจนให้เฟอร์รัสที่ผิวของรากและตกตะกอนอยู่ในรูปเฟอร์ริกไฮดรอกไซด์หรือเฟอร์ริกคาร์บอเนตได้ ผลที่ตามมาก็คือเกิดการเป็นพิษของเหล็กได้ และไฮโดรเจนซัลไฟด์เองก็จะไปทำลายระบบการทำงานของรากพืชได้ และจากกรณีดังกล่าวในดินกรดจัด ซึ่งมีเหล็กสะสมอยู่มากซัลไฟด์ที่เกิดอยู่ในรูปเฟอร์รัสซัลไฟด์อาจจะมีการกระทบกระเทือนต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวได้เช่นกัน โดยจะเป็นตัวแย่งแย่งออกซิเจนจากรากและบริเวณรากข้าว ลดความสามารถในการเพิ่มออกซิเจนของรากข้าวมีผลทำให้ข้าวมีความต้านทานต่อความเป็นพิษของเหล็กลดลง (สมศักดิ์ และคณะ, 2535) เหล็กซึ่งมีปริมาณมากในสารละลายก็จะเคลื่อนย้ายไปสู่ส่วนยอดของข้าวได้ง่ายและรวดเร็ว โอกาสที่จะเกิดความเป็นพิษเนื่องจากเหล็กจะเกิดได้ดี (Tanaka และคณะ, 1966 b) ไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่มีความเข้มข้น 0.01 - 0.1 ppm สามารถยับยั้งการหายใจของรากข้าวได้และถ้าในสารละลายเพาะเลี้ยงมีซัลไฟด์และเฟอร์รัสในปริมาณมาก ซัลไฟด์จะทำให้ระบบการเจริญเติบโตของรากข้าวถูกยับยั้ง รากข้าวหายใจได้น้อยลงส่งผลให้ต้นข้าวมีเหล็กสะสมมาก แต่ถ้าระดับ pH ของสารละลายสูงขึ้นปริมาณเหล็กในต้นข้าวจะมีค่าลดลง เนื่องจากระบบการหายใจของข้าวดีขึ้น เหล็กจึงตกตะกอน (Tanaka และคณะ, 1968)

สำหรับอาการเป็นพิษของข้าวเนื่องจากไฮโดรเจนซัลไฟด์นั้น จะทำให้รากข้าวดูคดงอ

อาหารและน้ำไม่สะดวก โดยไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ในราก ทำให้ข้าวแสดงอาการขาดธาตุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารเป็นลักษณะอาการเป็นโรคทางสรีระของข้าว ซึ่งรู้จักกันดีในประเทศเกาหลี และญี่ปุ่นเรียกว่า Akiuchi (Park และ Tanaka, 1968; Tanano และ Yoshida, 1978) แต่ความเป็นพิษเนื่องจากไฮโดรเจนซัลไฟด์อาจลดลงได้ ถ้าในดินมีปริมาณเหล็กอิสระสูงเพียงพอ ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ก็จะตกตะกอนในรูปเฟอร์รัสซัลไฟด์ได้ ดังนั้นการแก้ไขโรค Akiuchi อาจทำได้โดยการใส่ดินสีแดงที่มีเหล็กปริมาณมากลงในชั้นไถพรวน และใส่ซิงก์ และแมกนีเซียมร่วมด้วยเป็นการช่วยป้องกันความเป็นพิษของไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เกิดขึ้นได้ (Kawaguchi และ Kyuma, 1979)

7.6. การขาดแคลนฟอสฟอรัส

ในดินกรดจัดปริมาณของฟอสฟอรัสจะต่ำมากและฟอสฟอรัสในดินจะถูกยึดหรือถูกตรึง (P - fixation) โดยแร่ในดิน (Hesse, 1963) ในดินที่มีที่ pH ต่ำเหล็กและอลูมิเนียมมีบทบาทสำคัญต่อปฏิกิริยาการตรึงฟอสฟอรัส ในสภาพที่ดินมีการระบายอากาศดีฟอสฟอรัสจะตกตะกอนร่วมกับ Fe และ Al ซึ่งจะถูกรีดออกไซด์เมื่ออยู่ในสภาพน้ำขังฟอสฟอรัสที่ถูกตรึงโดยเหล็กจะถูกปลดปล่อย (Patrick และ Mahapatra, 1968) จากรายงานของ Attananda และคณะ (1982) พบว่า ดินกรดจัดซึ่งอยู่ในกลุ่มดิน Sulfic Tropaquepts มีความต้องการปุ๋ยฟอสฟอรัสในปริมาณที่สูงมากและดินชุดเดียวไม่ว่าจะใส่ปุ๋ยหรือไม่ใส่ปุ๋ยก็ตามจะไม่มีการตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนถ้าไม่มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส และดินกรดจัดของประเทศไทยจะมีการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยฟอสเฟต ร่วมกับปุ๋ย

8. อินทรีย์ไนโตรเจนในดิน

สารประกอบไนโตรเจนที่มีอยู่ในดิน โดยส่วนใหญ่แล้วมากกว่า 90% จะอยู่ในรูปอินทรีย์ไนโตรเจน ซึ่งได้มาจากการย่อยสลายของเศษซากพืชและสัตว์โดยจุลินทรีย์ดินรวมถึงส่วนของเซลล์ของจุลินทรีย์เองด้วย แต่โดยทั่ว ๆ ไปสารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจนนั้นจะได้มาจากพืชเป็นหลัก ในพืชโดยทั่ว ๆ ไปจะมีไนโตรเจนในองค์ประกอบตั้งแต่ 1 ถึง 4% ของน้ำหนักแห้ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอายุ ชนิด และส่วนของพืชด้วย มากกว่า 90% ของไนโตรเจนในเมล็ดจะอยู่ในรูปของโปรตีน ขณะที่ในใบและลำต้นมีเพียง 60% ที่อยู่ในรูปของเอนไซม์หรือโปรตีนส่วนเนื้อเยื่อ membrane ส่วนที่เหลือโดยมากจะเป็นไนโตรเจนในรูป amino acids อิสระ (สุรชาติ, 2530)

9. การสลายตัวและการปลดปล่อยไนโตรเจนจากอินทรีย์วัตถุ

อินทรีย์วัตถุในดินเมื่ออยู่ในสภาพที่มีการถ่ายเทอากาศดีจะสลายตัวให้ CO₂ น้ำ และเซลล์ของจุลินทรีย์ (สรสิทธิ์ และคณะ, 2527) ซึ่งการสลายตัวของสารประกอบอินทรีย์คาร์บอนในสภาพการค้ำไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มีการถ่ายเทอากาศดีนี้ถือว่าเป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพและสมบูรณ์ที่สุดของจุลินทรีย์ จำนวนพลังงานและการใช้ประโยชน์ของคาร์บอนในการสร้างเซลล์ของจุลินทรีย์ต่อปริมาณของสารอินทรีย์คาร์บอนที่สลายตัวไปนั้นอยู่ในระดับที่มีประสิทธิภาพสูงเมื่อดินอยู่ในสภาพน้ำขังหรือขาดออกซิเจน การสลายตัวของอินทรีย์วัตถุในสภาพขาดออกซิเจนนี้จะให้ผลผลิตที่แตกต่างไปจากในสภาพที่มีการถ่ายเทอากาศดี ทั้งนี้เพราะสารอินทรีย์คาร์บอนจะสลายตัวไม่สมบูรณ์มีพลังงานเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย นอกจากนี้ยังมีการปลดปล่อย CO₂ (10 - 80%), CH₄ (15 - 75%) และ H₂ (10%) ออกมาด้วย การสลายตัวของอินทรีย์วัตถุในดินน้ำขัง anaerobic decomposition จะดำเนินไปในอัตราที่ค่อนข้างช้ากว่าในดินที่มีสภาพการถ่ายเทอากาศดี ดังนั้นจึงมักพบว่าในที่ที่มีน้ำขังอยู่เป็นเวลานานๆ ดินมักจะมีอินทรีย์วัตถุสลายตัวไปเพียงบางส่วน

การปลดปล่อยไนโตรเจนจากอินทรีย์วัตถุ เกิดจากกระบวนการ mineralization ของอินทรีย์วัตถุในดิน ปกติแล้วถ้าดินน้ำขัง กระบวนการ mineralization ของดินจะดำเนินไป จากขั้น mineralization เปลี่ยนแปลงมาจนถึงแอมโมเนีย นั้น เป็นกระบวนการ mineralization ที่เกิดขึ้นโดยจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ซึ่งมีทั้งแบคทีเรีย และแอคติโนมัยซีท Hiura และคณะ (1977) ได้แยกเชื้อจุลินทรีย์จำพวก anaerobes จากดินน้ำขัง และได้แบ่งจุลินทรีย์ดังกล่าวออกเป็น 9 กลุ่ม และพบว่าปริมาณการปลดปล่อยไนโตรเจนของดินนั้นมีสหสัมพันธ์กับจำนวนแบคทีเรียจำพวก gram positive, rod shaped anaerobes organism อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

10. การสลายตัวและการปลดปล่อยไนโตรเจนจากพืชปุ๋ยสด

ปุ๋ยพืชสดเป็นเสมือนแหล่งธาตุอาหารพืชที่สำคัญเนื่องจากจะเกิดขบวนการ mineralization ซึ่งจะปลดปล่อยธาตุอาหารพืชออกมา โดยองค์ประกอบทางเคมีของปุ๋ยพืช และสภาพทางฟิสิกส์ - เคมีของสภาพแวดล้อมรอบ ๆ จะมีผลต่อการย่อยสลายและการเกิด mineralization ซึ่งองค์ประกอบของพืชแบ่งออกเป็น 6 ประเภทได้แก่ เซลลูโลส, เฮมิเซลลูโลส, ลิกนิน, สารประกอบที่ละลายน้ำได้ (ประกอบด้วย น้ำตาลทั่วไป, กรดอะมิโน และกรดอะลิฟาติก), อีเทอร์ และสารประกอบที่ละลายได้ในสารละลายแอลกอฮอล์ (ประกอบด้วย ไขมัน, น้ำมัน, ไข, เรซิน และจำนวนเม็ดสี) และโปรตีน ซึ่งสารประกอบพวกที่ละลายน้ำได้นี้จะเกิดการย่อยสลายก่อน ส่วนเซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลสจะย่อยสลายได้ช้ากว่าและลิกนินมีความต้านทานต่อการย่อยสลายมากที่สุด (Nagarajah, 1987)

Nagarajah (1987) กล่าวว่า การปลดปล่อยไนโตรเจนจาก *Sesbania sesban* จะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจาก 20 เป็น 40 องศาเซลเซียส แต่อย่างไรก็ตาม ในดินหนึ่ง ๆ (Leisiana clay - เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา หรือทำซ้ำโดยไม่แจ้งชื่อเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Philippines) การปลดปล่อยไนโตรเจนอาจจะต่ำลงเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส ก็ได้ และเมื่อมีการเพิ่มอัตราไนโตรเจนจะทำให้มีไนโตรเจนที่ถูกปลดปล่อยออกมามีเพิ่มสูงขึ้น Nngarajah และคณะ (1987) อ้างโดย Nagarajah (1987) รายงานการใช้พืชตระกูลถั่วพวก โสนจีนแดง โดยใช้อายุต่างกัน 3 ช่วง (25, 35 และ 45 วันหลังจากทำการหว่านเมล็ดพืช) ในนาข้าว พบว่า การปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนเป็นดังนี้ 45 วันหลังหว่าน > 35 วันหลังหว่าน > 25 วันหลังหว่าน นอกจากนี้ยังพบว่าพืชปุ๋ยสดเมื่อมีอายุมากขึ้น อัตรา C : N, ปริมาณเส้นใยและลิกนิน จะมีเพิ่มขึ้นซึ่งมีผลทำให้เกิดการย่อยสลายและการเกิด mineralization ลดลง

Yamoah และคณะ (1986) กล่าวว่า เมื่อเปรียบเทียบการย่อยสลายแคลฟรังกับจีเหิลิก และ *Flemingia congesta* พบว่าจะได้สารประกอบไนโตรเจนสูงมาก ซึ่งในระยะเวลา 120 วัน แคลฟรัง จะมีการย่อยสลายจนหมด, จีเหิลิกจะสลายไป 85% และ *Flemingia* จะสลายไป 73% โดย แคลฟรัง มีความสัมพันธ์กับผลผลิตของพืชที่ปลูก เนื่องจาก แคลฟรังจะมีการปลดปล่อยไนโตรเจนสูงที่สุดในช่วงระยะเวลา 120 วัน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อพืช ส่วน *Flemingia* และจีเหิลิก จะให้ประโยชน์ไม่มากนัก

Xu และคณะ (1992) กล่าวว่า การทดลองการย่อยสลายใบ, ลำต้น และก้านใบ และการ mineralization - N ซึ่งพบว่าใบของกระถินยักษ์ มีการย่อยสลายเร็วกว่า ส่วนที่เป็นลำต้น และก้านใบ มีการย่อยสลายดังนี้ 50 - 58% สำหรับใบ, 25 - 67% สำหรับต้น และ 38 - 58% สำหรับก้านใบในระยะเวลา 20 วัน

Weeraratta (1979) พบว่า พืชตระกูลถั่วมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสูง, มีอัตราการย่อยสลาย C : N ต่ำ และในสภาพที่มีอากาศจะมีการปลดปล่อยไนโตรเจนอย่างรวดเร็ว โดย แคลฟรัง, ปอเทือง และ *Caiapagonium* มีการปลดปล่อยแอมโมเนียมและไนเตรทมากที่สุด หลังจาก 4 สัปดาห์ ยกเว้นใน sunflower จะมีอัตรา C : N สูง และมีปริมาณไนโตรเจนต่ำ (2.8%)

การย่อยสลาย โสนอัฟริกัน อย่างต่อเนื่องประกอบด้วย 2 ขั้นตอน (Patcharapreecha และคณะ, 1993) คือ ขั้นแรกจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว (โดยเกิดขึ้นใกล้จะสมบูรณ์ภายใน 1 สัปดาห์) และขั้นที่สองจะเกิดขึ้นอย่างช้าๆ ส่วนการเกิด mineralization - N และการสูญเสียคาร์บอน จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ในขั้นแรกจะเกิดขึ้นอย่างช้าๆ ในขั้นที่สองเช่นเดียวกัน

11. ข้อจำกัดในการใช้ปุ๋ยพืชสด

การใช้ปุ๋ยพืชสดในการปรับปรุงดินยังไม่เป็นที่นิยมกันมากนัก สาเหตุเนื่องมาจากข้อจำกัดในด้านปริมาณความชื้น ลักษณะฝนฟ้าอากาศไม่สม่ำเสมอ บางปีฝนช่วงปลายฤดูหมดก่อนข้างเร็วทำให้ความชื้นในดินต่ำหลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตของพืชหลักแล้วไม่สามารถจะปลูกพืชสดตามได้ บางครั้งฤดูฝนเริ่มต้นก่อนข้างเร็วกว่าที่ควร ทำให้เกิดความไม่สม่ำเสมอของปริมาณน้ำฝนตลอดช่วงที่ปลูกพืช และมีผลต่อการกำหนดเวลาที่จะปลูกพืชปุ๋ยสด ดังนั้นความไม่แน่นอนในเรื่องปริมาณน้ำฝนและการกระจายของฝนในเขตเกษตรน้ำฝนจึงเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่เป็นตัวจำกัด ประกอบกับการใช้ปุ๋ยพืชสดจะต้องมีความชื้นพอเพียงสำหรับการเจริญเติบโตของพืชปุ๋ยสด เพียงพอต่อการย่อยสลายเศษพืชในดิน และต้องมีความชื้นเพียงพอสำหรับพืชที่จะปลูกตามหลังการไถกลบด้วย ถ้าหากพื้นที่มีปริมาณฝนน้อย พืชปุ๋ยสดอาจเป็นปัจจัยที่ทำให้ความชื้นในดินลดปริมาณลงและทำให้พืชหลักขาดน้ำจนกระทั่งได้รับความเสียหาย นอกจากนี้ยังมีปัญหาในด้านการขาดแคลนเมล็ดพันธุ์อีก (สรสิทธิ์, 2535)

12. พืชปุ๋ยสดที่ใช้ในการทดลอง

1. โสนคางคก (*Sesbania aculeata*)

โสนคางคก เป็นพืชล้มลุกที่ขึ้นได้ดี (งอกงาม) ในฤดูฝนในพื้นที่ราบต่ำ (ทั้ง น้ำท่วมและไม่ท่วม) สามารถปรับตัวเข้ากับทุกสภาพดินแม้แต่ดินเค็ม มีความสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ดี เพราะมีปมอยู่ที่รากและลำต้น ให้น้ำหนักสดสูง และขยายพันธุ์ได้ง่าย ดอกเหลืองเป็นช่อห้อย รับประทานได้

2. แคนบ้าน (*Sesbania grandiflora*)

แคหรือแคนบ้าน เป็นพืชยืนต้นตระกูลถั่วที่มีรากเป็นปม แต่ละปมมีขนาดใหญ่และมีจำนวนมากเป็นพิเศษสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้มาก แคนบ้านใช้เป็นพืชปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินได้อย่างดี โดยแคนบ้านมี 2 สายพันธุ์ ได้แก่ ดอกสีขาวและสีแดง ใบแบบ pinnate ใบและดอกรับประทานได้ ฝักกลมยาวคล้ายถั่วฝักยาว (ชยงค์, 2540)

3. นนทรี (*Peltophorum inerme*)

นนทรี ลักษณะโดยทั่วไปของต้นชนิดนี้ คือ เป็นต้นไม้ขนาดกลาง พุ่มกว้าง กิ่งก้านมีขนสีน้ำตาล ดอกสีเหลืองสด หอม ช่อดอกยาว 30 เซนติเมตร ช่อดอกตั้งขึ้น เวลาเป็นฝักก็ตั้งขึ้น มองเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เห็นฝักเป็นสีน้ำตาลทั้งต้น จึงเรียกว่า Copper pod เมล็ดอยู่ตามยาวของฝัก ใบแบบ pinnate ซึ่งใบ
นนทรีย์หรือยอดกิ่งอ่อนมีไนโตรเจนอยู่และใช้ปรับปรุงดินได้

4. จีเหล็ก (*Cassia siamea*)

ไม้จีเหล็ก เป็นไม้ที่มีขนาดกลางจนถึงขนาดใหญ่ มีใบเขียวตลอดปี ไม่ผลัดใบ ระบบรากแผ่
กระจาย ลำต้นไม่ค่อยจะเปราะ โดยปกติมีกิ่งก้านสาขามาก แตกกอกรอบลำต้นทุกทิศทาง เรือนยอด
แผ่ขยายเป็นพุ่ม โดยไม้ชนิดนี้สามารถพบได้ทั่วทุกภาคของประเทศไทย ใบจีเหล็กนี้เองมีไนโตรเจน
อยู่ประมาณ 2.88% (ชยงค์, 2540) และใช้ปรับปรุงดินเพื่อเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนแก่ดินและเพิ่มผลผลิต
พืชได้ (สมาคมอนุรักษ์ดินและน้ำแห่งประเทศไทย, 2536)

5. หางนกยูงฝรั่ง (*Delonix regia*)

หางนกยูงฝรั่ง เป็นไม้ที่มีต้นกำเนิดมาจาก มาดากาสการ์ ซึ่งปัจจุบันมีปลูกกันมากทั่วทุกภาค
ในประเทศไทย เพราะขึ้นได้ดีหรือขยายพันธุ์ได้ง่ายโดยใช้เมล็ด บางต้นเป็นพุ่มกว้างมาก ให้ร่มเงาดี
ใบเล็ก ๆ ฝอย ๆ แบบ pinnate ดอกสีแสดหรือส้มออกดอกเต็มต้นบางครั้งทั้งใบเกือบหมด ซึ่ง
สามารถใช้ปรับปรุงดินได้เช่นเดียวกัน

6. กระถินณรงค์ (*Acacia auriculiformis*)

กระถินณรงค์ เป็นไม้โตเร็วตระกูลถั่วที่มีขนาดเล็กถึงขนาดปานกลาง เป็นไม้ไม่ผลัดใบ จึง
มีใบสีเขียวชุ่มตลอดปี เป็นไม้ปลูกง่าย สามารถขึ้นได้ทุกสภาพพื้นที่ของประเทศไทย เนื้อไม้และ
ต้นนำมาใช้ทำฟืน ถ่าน ฯลฯ เปลือกยังให้สารแทนนินใช้ฟอกหนัง ใช้ปลูกเพื่อปรับปรุงสภาพดิน
เพราะเป็นพืชตระกูลถั่ว ซึ่งใบแต่ละกิ่งอ่อนสามารถนำมาใส่ในนาเป็นปุ๋ยเพิ่มผลผลิตข้าวได้ (กรม-
ป่าไม้, 2536)

7. ก้ามปู หรือ ฉำฉา (*Enterolobium saman*)

ก้ามปู เป็นไม้ตระกูลถั่วที่มีขนาดใหญ่มาก แต่เป็นพุ่มกว้าง ให้ร่มเงาอย่างดี เหมาะในการ
เลี้ยงครั้ง เนื้อไม้อ่อนใช้ทำลัง ดอกสีชมพูกว้างเป็นกระจุก โดยใบอ่อนสามารถนำมาใช้ในการ
ปรับปรุงดินได้ (เบญจมาศ, 2515)

18. พืชที่ใช้ทดสอบ

ข้าว เป็นพืชล้มลุก (annual) ใบเลี้ยงเดี่ยว ที่สำคัญมากทางเศรษฐกิจของประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อนุกรมวิธานของข้าว

Kingdom	Plant
Division	Spermatophyta
Class	Angiospermae
Subclass	Monocotyledoneae
Order	Graminales
Family	Graminae
Genus	Oryza
Species	<i>sativa</i> และ <i>glaberrima</i>

ข้าว *sativa* (ปลูกมากในโลก) แบ่งได้ 3 ประเภทคือ *indica* type, *japonica* type, *javanica* type แต่ที่ปลูกในประเทศไทยคือ *indica* type ลักษณะเมล็ดยาวเรียว กว้าง 2.8 มิลลิเมตร ยาว 9 - 10 มิลลิเมตร ผลผลิตค่อนข้างต่ำ ทอบนองต้อปุ๋ยน้อย แต่ปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ง่าย ปลูกมากในเขตร้อน เช่น ไทย ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย มาเลเซีย อินเดีย และประเทศจีน (ทัศนีย์, 2531)

ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี - 90 ได้จากการผสมพันธุ์ระหว่างข้าวพันธุ์ผสม กข 21 และสายพันธุ์ IR4422 - 98 - 3 - 6 - 1 โดยใช้ กข 21 เป็นแม่กับลูกผสมระหว่าง กข 11 และ กข 23 โดยใช้ กข 11 เป็นแม่จนได้สายพันธุ์ SPRLR82216 - 26 - 1 - 3

ลักษณะเด่น

1. มีความต้านทานต่อแมลงและโรคที่สำคัญหลายชนิด (multiple resistance) เช่น
 - ต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลระดับเดียวกับ กข 23 แต่ดีกว่าสุพรรณบุรี 60
 - ในสภาพธรรมชาติเป็นโรคฉ่ำและโรคใบสีส้มน้อยกว่า กข 23 และ สุพรรณบุรี 60
 - ต้านทานโรคไหม้และโรคขอบใบแห้ง
2. ทอบนองต่อการใช้ปุ๋ยดี
3. ให้ผลผลิตสูงในสภาพที่ไม่มีโรคแมลงระบาด และในสภาพที่มีเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และโรคฉ่ำหรือโรคใบสีส้มระบาดก็จะให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ กข 23 และสุพรรณบุรี

ลักษณะประจำพันธุ์

ข้าวเจ้าสุพรรณบุรี 90 มีระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นค่อนข้างยาว มีการแตกกอมาก ฉะนั้นจะมีช่วงระยะเวลาการออกรวงต่อเนื่องกันตั้งแต่ 7 - 12 วัน ทำให้มองเห็นการออกรวงไม่สม่ำเสมอ แต่หลังจากออกรวงเต็มที่แล้วก็จะแก่เก็บเกี่ยวได้พร้อมกัน

อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกและเผยแพร่ข้อมูลของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯลาดกระบัง

ข้าวเจ้าสุพรรณบุรี 90 เป็นพันธุ์ที่ไม่ไวต่อช่วงแสง มีอายุตั้งแต่ปลูกถึงเก็บเกี่ยวประมาณ 120 วัน ต้นสูงประมาณ 120 เซนติเมตร ทรงกอตั้ง ใบสีเขียวเข้ม ใบธงยาว ก่อนข้างตั้งตรง คอรวงยาว รวงยาวและแน่น ไร่แรกก่อนข้างถี่ ฟางแข็ง ข้าวเปลือกสีฟางบางเมล็ดมีจุดข้างเล็กน้อย เมล็ดยาวเรียว น้ำหนักข้าวเปลือก 1,000 เมล็ด เหนียว 29.8 กรัม คุณภาพเมล็ดในเรื่องของการสีและการหุงต้มดีเป็นที่ต้องการของตลาด ข้าวสารเมล็ดขาวใส มีท้องไข่น้อยเป็นข้าวขาวชนิด 100 % ข้าวสุกก่อนข้างร่วนและแข็งคล้ายข้าวเสาไห้ (กรมวิชาการเกษตร, 2537)

14. ดินที่ใช้ในการทดลอง

ชุดดินรังสิต เป็นดินกรดจัด

“ดินกรดจัด” (acid sulfate soil) เป็นดินที่มีกำเนิดมาจากตะกอนของน้ำทะเลและน้ำกร่อย เมื่อมีการสะสมของอินทรีย์วัตถุ และเป็นผลสืบเนื่องมาจากขบวนการสร้างดินทำให้ดินมีกรดกำมะถันเกิดขึ้น ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นมาในอนาคต หรือปัจจุบันกำลังมีกรดกำมะถันอยู่หรือในอดีตดินเคยมีกรดกำมะถันมาก่อน ดินเหล่านี้ต้องมีปริมาณของกรดกำมะถันมากพอที่จะเป็นสมบัติที่เด่นชัดคือ pH ของดินต่ำกว่า 4 และมีจุดประของสารสีเหลืองฟางข้าว (jarosite) (Pons, 1979)

การกำเนิดของดินกรดจัดประกอบด้วยขบวนการที่สำคัญ 2 ขบวนการ คือ ขบวนการเกิดไพไรต์ และขบวนการเติมออกซิเจน (oxidation) ให้กับไพไรต์ (van Breemen และ Pons, 1978)

1. ขบวนการเกิดไพไรต์ (pyritization) การที่จะเกิดไพไรต์ได้นั้น ต้องมีสภาพพิเศษ คือ บริเวณนั้นต้องได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลร่วมกับน้ำกร่อย ซึ่งเป็นแหล่งให้ซัลเฟต (SO_4^{2-}) การตกตะกอนทับถมกันเกิดเป็นพื้นที่ดินคอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ พืชน้ำบางชนิดชอบขึ้น เช่น แสม โกงกาง เสม็ด และลำพูน เมื่อพืชพวกนี้ตายเน่าเปื่อยทับถมกันจึงเป็นแหล่งพลังงานคาร์บอนให้กับพวกจุลินทรีย์ *Desulfovibrio spp.* และ *Desulfotomaculum spp.* ที่ใช้ในการเปลี่ยนซัลเฟตเป็นซัลไฟด์ และไคซัลไฟด์ ซัลไฟด์บางส่วนจะถูกเติมออกซิเจนไปเป็นธาตุกำมะถันบริสุทธี และเมื่อมีเหล็กเพียงพอก็จะทำปฏิกิริยากับซัลไฟด์ และธาตุกำมะถันบริสุทธีเกิดเป็นแร่ไพไรต์ (FeS) (van Breemen, 1976)

2. ขบวนการเติมออกซิเจนให้กับไพไรต์ (pyrite oxidation) ขบวนการนี้เกิดขึ้นเมื่อดินบริเวณดังกล่าวถูกระบายน้ำออก ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของตะกอนคือ ตะกอนหดตัวทำให้เกิดรอยแตก ออกซิเจนสามารถแทรกซึมลงไปด้านล่างได้ แร่ไพไรต์ที่สะสมอยู่ในตะกอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ ทำให้เกิดเฟอร์รัสไอออน (Fe^{2+}) และธาตุกำมะถันบริสุทธ์ (S) (van Breemen, 1976)

ชุดดินรังสิต สามารถจำแนกตามระบบจำแนกดินใหม่ของสหรัฐอเมริกา (Soil Taxonomy 1975) ได้ดังนี้

Order	Inceptisols
Suborder	Aquepts
Grestgroup	Tropaquepts
Subgroup	Sulfic Tropaquepts
Family	vrey fine clayey, mixed acid
series	Rangsit (Rs)

ชุดดินรังสิต (Rs) เป็น Hydromorphic Alluvial Soils คือ ดินใหม่เกิดจากการตกตะกอนของน้ำกร่อย สภาพพื้นที่ที่พบมีลักษณะราบเรียบ มีความลาดชันไม่เกิน 1% ดินชุดนี้เป็นดินลึก มีการระบายน้ำแล้ว ดินมีความสามารถให้น้ำซึมผ่านได้ช้า มีการไหลบ่าของน้ำบนผิวดินช้า ตามปกติแล้วระดับน้ำใต้ดินจะลึกกว่า 1 เมตร ในช่วงแล้ง ดินบนไม่ลึกเกิน 40 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวสีพื้นเป็นสีเทาเข้มมากถึงสีดำ มีจุดประสีเป็นสีน้ำตาลแก่ และสีแดงปนเหลือง ส่วนล่างของดินชั้นนี้อาจจะพบจุดประสีแดง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมาก ค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 4.5 - 5.0 ส่วนดินล่างมีเนื้อดินเป็นดินเหนียว มีสีพื้นเป็นสีน้ำตาลปนเทา มีจุดประสีเป็นสีเหลือง หรือสีเหลืองปนน้ำตาล หรือสีแดง ในดินชั้นนี้จะพบสารประกอบของกำมะถัน เรียกว่า แคทเคลย์ ในระดับความลึก 40 -100 เซนติเมตร ดินมีปฏิกิริยาเป็นกรดจัดมากค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำกว่า 4.5 ในดินชั้นนี้จะพบสารพวกเหล็กออกไซด์จับตัวเป็นรูปหลอด มีลักษณะแข็ง ซึ่งดินในชุดนี้ส่วนใหญ่เป็นดินที่ใช้ทำนา และดินชุดนี้มีเนื้อที่ประมาณ 100,666 ไร่ หรือ 3.01 เพอร์เซ็นต์ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2526)

อุปกรณ์และวิธีการ

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการปลูกพืชทดสอบ

1. ตัวอย่างดิน คือชุดดินรังสิต
2. พืชปุ๋ยสดที่ใช้มี 7 ชนิด ได้แก่
 - 1) โสนคางคก (*Sesbania aculeata*)
 - 2) แคนบ้าน (*Sesbania grandiflora*)
 - 3) นนทรี (*Peltophorum inerme*)
 - 4) หางนกยูงฝรั่ง (*Delonix regia*)
 - 5) กระจง (*Acacia auriculaeformis*)
 - 6) ก้ามปู (*Enterolobium saman*)
 - 7) ขี้เหล็ก (*Cassia siamea*)

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณพืชปุ๋ยสดที่ใช้ในแต่ละตำรับการทดลอง

ชนิดพืช	น้ำหนักพืชปุ๋ยสดที่ใช้ (กรัม)
โสนคางคก	60.04
แคนบ้าน	59.80
นนทรี	52.19
หางนกยูงฝรั่ง	66.30
กระจง	74.91
ก้ามปู	37.15
ขี้เหล็ก	86.71

3. ปุ๋ยยูเรีย (46 - 0 - 0)
4. ปุ๋ย Triple super phosphate (46% P₂O₅)
5. ปุ๋ย สูตร (16 - 20 - 0)
6. กระจงขนาด 15 นิ้ว จำนวน 27 กระจง
7. เมล็ดข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี- 90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่างดินและพืช

1. Atomic absorption spectrophotometer
2. EC meter
3. pH meter
4. Shaking machine
5. Spectrophotometer
6. กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 42 และเบอร์ 1
7. เครื่องชั่ง
8. Beaker
9. Buret
10. Cylinder
11. Digestion apparatus
12. Digestion tube
13. Distillation apparatus
14. Erlenmeyer flask
15. Funnels
16. Pipet
17. Volumetric flask
18. Volumetric pipet

3. สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

1. Ammonium paramolybdate
2. Ascorbic acid
3. Boric acid indicator solution
4. Bray II
5. Ferrous sulfate heptahydrate
6. Hydrochloric acid
7. Mixed indicator
8. Molybdate - Vanadate solution

9. Nitric acid

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. O - phenanthroline indicator
11. Potassium dichromate
12. Sodium hydroxide
13. Sulfuric acid
14. Standard calcium
15. Standard magnesium
16. Standard phosphorus
17. Standard potassium

4.วิธีการทดลอง

4.1 แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomize Design (CRD) โดยมี 9 ตำรับ (Treatment) และ 3 ซ้ำ (Replication) ดังนี้

No.	Treatment	N rate (kg N /ไร่)	Code
1	ควบคุม	0	T ₁
2	โสณคางคก	16	T ₂
3	แคบ้าน	16	T ₃
4	นนทรีย์	16	T ₄
5	หางนกยูงฝรั่ง	16	T ₅
6	กระถินณรงค์	16	T ₆
7	ก้ามปู	16	T ₇
8	ขี้เหล็ก	16	T ₈
9	ปุ๋ยเคมี (ยูเรีย + 16-20-0)	10.048	T ₉

4.2 การเตรียมดิน

ดินที่ใช้ในการทดลอง คือ ดินกรดจัด ชุดดินรังสิต โดยทำการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร นำดินมาตาก ทำการย่อยดิน และนำดินใส่กระถางจำนวน 27 กระถาง กระถางละ 12 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การใส่ปุ๋ย

- การใส่ปุ๋ยในโตรเจน

ตำรับที่มีการใช้ปุ๋ยพืชสด : ทำการใส่ปุ๋ยพืชสดก่อนปลูกข้าว 15 วัน ทุกตำรับจะได้รับไนโตรเจนในอัตรา 0.615 กรัมต่อดิน 12 กิโลกรัม (16 กิโลกรัมต่อไร่) จากนั้นทำการผสมคลุกเคล้าปุ๋ยพืชสดให้เข้ากันกับดิน

ตำรับที่มีการใช้ปุ๋ยเคมี : ทำการใส่ปุ๋ยในวันปักดำข้าว ได้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราเท่ากับ 0.390 กรัมต่อดิน 12 กิโลกรัม (10.048 กิโลกรัมต่อไร่)

- การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส

ทุกตำรับจะได้รับปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตราเท่ากับ 0.1015 กรัม ต่อดิน 12 กิโลกรัม (2.64 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่)

4.4 การขังน้ำ

ดินที่จะปลูกข้าวต้องขังน้ำ โดยมีระดับน้ำสูงจากผิวหน้าดินประมาณ 5 เซนติเมตรและพยายามรักษาระดับน้ำไว้ที่ระดับ 5 เซนติเมตร

4.5 การปลูก

พืชที่ใช้ทดสอบคือข้าว (พันธุ์สุวรรณบุรี - 90)

โดยนำกล้าอายุ 1 เดือนปักดำในกระถางที่เตรียมไว้ ในแต่ละกระถางจะใช้ต้นกล้า 5 ต้น โดยทำการปักดำในวันที่ 15 กันยายน 2540 และดูแลไม่ให้น้ำในกระถางแห้ง

4.6 การบันทึกการเจริญเติบโตของต้นข้าว

สังเกตการเจริญเติบโตโดยทั่วไปของต้นข้าวหลังปลูก, สังเกตอาการขาดธาตุในโตรเจนของข้าวหลังจากย้ายต้นกล้าลงปลูก, บันทึกระยะเวลาในการออกดอกของข้าว 50% และทำการบันทึกความสูงของต้นข้าวก่อนการเก็บเกี่ยว

4.7 การดูแลและป้องกันศัตรูของข้าว

ป้องกันการทำลายจากนกโดย ใช้สายเทปสะท้อนแสงขึงรอบ ๆ บริเวณที่ทำการปลูกข้าว และทำหุ่นไล่กา

4.8 การเก็บเกี่ยวผลผลิต (ฟางข้าวและเมล็ด)

การเก็บเกี่ยวข้าวใช้ระยะเวลาในการปลูกประมาณ 110 วัน ก่อนเก็บเกี่ยวข้าวประมาณ 7 วันจะงดการให้น้ำ การเก็บเกี่ยวจะตัดลำต้นของข้าวสูงจากผิวดินประมาณ 1 - 2 เซนติเมตร ทำการเก็บตัวอย่างดินมาวิเคราะห์ ค่าความเป็นกรด - ด่าง, การนำไฟฟ้า และปริมาณอินทรีย์วัตถุ ส่วนผลผลิต คือ ฟางข้าวและเมล็ด นำมาวิเคราะห์น้ำหนักสด, น้ำหนักแห้ง และปริมาณไนโตรเจน

4.9 การเก็บตัวอย่างดินและพืชเพื่อทำการวิเคราะห์

4.9.1 การเก็บตัวอย่างดิน ทำการเก็บตัวอย่างดินก่อนการปลูก และตัวอย่างดินหลังปลูก

โดยจะเก็บหลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว หลังจากนั้นตากตัวอย่างดินได้จนแห้งบดให้ละเอียด เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร่อนผ่านตะแกรงร่อนขนาด 0.5 และ 2 มิลลิเมตร แล้วรอการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการในลำดับต่อไป

4.9.2 การเก็บตัวอย่างพืชหลังการเก็บเกี่ยวพืชแล้วจะทำการชั่งน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง แล้ววัดพืชให้ละเอียดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร แล้วรอการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการในลำดับต่อไป

4.10 การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

4.10.1 การวิเคราะห์ดิน

1. ความเป็นกรด - ด่าง ของดินอัตราส่วนดินต่อน้ำเท่ากับ 1 : 1 โดยใช้ pH meter
2. การนำไฟฟ้าของดิน (EC) อัตราส่วนดินต่อน้ำเท่ากับ 1 : 5 โดยใช้ EC meter
3. ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (%OM) วิธี Rapid dichromate oxidation
4. ความชื้นในดิน

4.10.2 การวิเคราะห์พืช

- การวิเคราะห์พืชปุ๋ยสด

- 1) น้ำหนักสด
- 2) น้ำหนักแห้ง
- 3) ปริมาณไนโตรเจน
- 4) อัตรา C : N
- 5) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด
- 6) ปริมาณโพแทสเซียมในพืช
- 7) ปริมาณแคลเซียมในพืช
- 8) ปริมาณแมกนีเซียมในพืช

- การวิเคราะห์เมล็ดข้าว และฟางข้าว

- 1) น้ำหนักสด
- 2) น้ำหนักแห้ง
- 3) ปริมาณไนโตรเจน

5. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

เตรียมดินเพื่อการปลูกพืช เริ่มตั้งแต่วันที่ 15 สิงหาคม 2540

การปลูกข้าว วันที่ 17 กันยายน 2540 - วันที่ 17 มกราคม 2541

การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ วันที่ 1 สิงหาคม 2540 - วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.สถานที่ทดลอง

อาคารชั้น 5 และห้องปฏิบัติการปฐพีวิทยา ตึกคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

1. องค์ประกอบทางเคมีของพืชปุ๋ยสด

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของพืชปุ๋ยสดก่อนการทดลอง แสดงไว้ในตารางที่ 1 พบว่า เเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง (DM) ของนนทรีสูงที่สุดรองลงมา คือ หางนกยูง, กระจดินณรงค์, ก้ามปู และต่ำที่สุดในโสนคางคกและแคบ้าน ส่วนปริมาณของคาร์บอน พบว่า พืชปุ๋ยสดที่ใช้มีปริมาณคาร์บอนที่ใกล้เคียงกัน ยกเว้นในโสนคางคก และแคบ้านจะมีปริมาณคาร์บอนต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับพืชปุ๋ยสดชนิดอื่น ๆ ส่วนปริมาณไนโตรเจน พบว่า แคบ้านมีปริมาณสูงสุด รองลงมาคือ โสนคางคก และก้ามปู ส่วนซีเหล็ก, หางนกยูงฝรั่ง, นนทรี และกระจดินณรงค์ มีปริมาณไนโตรเจนต่ำและมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนปริมาณฟอสฟอรัส พบว่า ในแคบ้าน และโสนคางคกมีปริมาณฟอสฟอรัสสูง รองลงมาคือ ซีเหล็ก, ก้ามปู, กระจดินณรงค์ และหางนกยูงฝรั่ง ส่วนในนนทรีมีปริมาณฟอสฟอรัสต่ำที่สุด สำหรับปริมาณโพแทสเซียม พบว่า ในโสนคางคกมีสูงที่สุด และใกล้เคียงกันในซีเหล็ก, นนทรี และกระจดินณรงค์ ส่วนในหางนกยูงฝรั่งมีปริมาณโพแทสเซียมต่ำที่สุดในขณะที่ปริมาณแคลเซียม พบว่า มีสูงที่สุดในโสนคางคก รองลงมาคือ ซีเหล็ก, หางนกยูงฝรั่ง และใกล้เคียงกันในนนทรี, แคบ้าน และกระจดินณรงค์ ซึ่งในก้ามปูมีปริมาณแคลเซียมต่ำที่สุด ส่วนปริมาณแมกนีเซียม พบว่า มีค่าสูงในหางนกยูงฝรั่ง และโสนคางคก รองลงมาคือ ซีเหล็ก, แคบ้าน และนนทรี ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน และมีค่าต่ำที่สุดในก้ามปู สำหรับอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน พบว่า มีค่าสูงในกระจดินณรงค์, นนทรี, หางนกยูงฝรั่ง และซีเหล็ก ส่วนในก้ามปู, โสนคางคก และแคบ้านมีอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำกว่า 20

ตารางที่ 1 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของพืชปุ๋ยสด

ชนิดพืช	องค์ประกอบทางเคมีของพืชปุ๋ยสด							
	DM (%)	C (%)	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	C : N
โสนคางคก	29.48	51.30	3.47	0.700	1.79	5.93	0.640	14.78
แคบ้าน	25.42	52.41	3.69	0.794	1.56	3.62	0.420	14.22
นนทรี	57.05	53.15	1.88	0.330	1.08	4.09	0.385	28.27
หางนกยูงฝรั่ง	44.19	54.52	2.10	0.416	0.765	5.19	0.665	25.96
กระจดินณรงค์	45.12	54.70	1.82	0.464	0.984	3.62	0.225	30.05
ก้ามปู	46.03	54.35	3.37	0.481	1.36	3.08	0.063	16.13
ซีเหล็ก	33.79	52.19	2.15	0.524	1.14	5.21	0.510	24.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว

2.1 การเจริญเติบโตโดยทั่วไป

จากการสังเกตการเจริญเติบโตของข้าว พบว่า ในตำรับควบคุมมีการเจริญเติบโตเป็นไปอย่างช้า ๆ ซึ่งแตกต่างจากในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมี โดยในช่วงแรกของการเจริญเติบโตจะเป็นไปอย่างรวดเร็ว แต่หลังจากนั้นประมาณ 45-50 วัน หลังจากปักดำ การเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับอื่นๆที่มีการใส่ปุ๋ยพืชสด

จากการเปรียบเทียบระหว่างตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยพืชสด พบว่า หลังจากปักดำข้าวประมาณ 14-20 วัน ตำรับที่มีการใส่หางนกยูงฝรั่ง, กระจดินฉร่งค์, นนทรี และซี่เหล็ก ข้าวจะแสดงอาการใบเหลืองที่ใบแก่ก่อนแล้วลุกลามต่อไปยังใบอ่อนที่อยู่ด้านบน แต่หลังจากนั้นประมาณ 10 วัน และ 15 วัน พบว่า อาการใบเหลืองของข้าวจะค่อย ๆ หายไป

เมื่อข้าวอายุประมาณ 90 วัน ต้นข้าวในตำรับที่มีการใส่แกลบจะล้ม พอหลังจากนั้นประมาณ 5 วัน และ 7 วัน ตำรับที่มีการใส่สโตนคางกอก และกำมปู ต้นข้าวจะล้มตามลำดับ ซึ่งในตำรับควบคุม ไม่พบว่า ต้นข้าวล้มเลย

เนื่องจากการปลูกข้าวในช่วงฤดูแล้ง และในบริเวณที่ทำการทดลอง ไม่มีการปลูกข้าวเลย จึงทำให้คนเป็นจำนวนมาก ลงทำลายข้าวที่ปลูก ซึ่งมีผลทำให้ไม่สามารถเก็บผลผลิตในช่วงที่เมล็ดข้าวแก่เต็มที่ได้ จึงต้องทำการเก็บเมล็ดข้าวก่อนกำหนด ซึ่งทำการเก็บเกี่ยวได้เฉพาะฟางข้าว และเมล็ดข้าวที่ยังแก่ไม่เต็มเท่านั้น

2.2 ระยะเวลาในการออกดอก 50% ของข้าว

อิทธิพลของปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยเคมีในตำรับต่าง ๆ มีผลต่อระยะเวลาในการออกดอกของข้าวที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2 พบว่า ตำรับที่มีการใส่แกลบ่าน มีระยะเวลาในการออกดอกเร็วที่สุด ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ กับตำรับที่ใส่โสนคางคก, นนทรี, หางนกยูงฝรั่ง, ก้ามปู, จี๋เหล็ก และปุ๋ยเคมี ส่วนตำรับที่มีระยะเวลาในการออกดอกช้าที่สุด คือ ตำรับควบคุม ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับตำรับที่ใส่กระถินณรงค์

ตารางที่ 2 แสดงระยะเวลาในการออกดอก 50% ของข้าว

ตำรับ	ระยะเวลาเฉลี่ยของการออกดอก 50% (วัน)**
T ₁ ควบคุม	101.00 a
T ₂ โสนคางคก	96.00 bc
T ₃ แกลบ่าน	92.33 c
T ₄ นนทรี	95.00 bc
T ₅ หางนกยูงฝรั่ง	94.67 bc
T ₆ กระถินณรงค์	99.00 ab
T ₇ ก้ามปู	96.00 bc
T ₈ จี๋เหล็ก	96.67 bc
T ₉ ปุ๋ยเคมี (16-20-0+Urea)	94.67 bc

CV=2.36%

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

2.3 ความสูงของต้นข้าว

อิทธิพลของปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยเคมีในตำรับต่าง ๆ ไม่มีผลต่อความสูงเฉลี่ยของต้นข้าวอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3 อย่างไรก็ตาม ตำรับที่มีความสูงเฉลี่ยของต้นข้าวสูงสุดคือ ตำรับที่ใส่โสนคางคก รองลงมาคือ ตำรับที่ใส่ขี้เหล็ก และตำรับที่มีความสูงเฉลี่ยของข้าวต่ำที่สุดคือตำรับที่ใส่กระถินณรงค์

ตารางที่ 3 แสดงความสูงของต้นข้าวขณะเก็บเกี่ยว

ตำรับ	ความสูงเฉลี่ย (เซนติเมตร) ^{ns}
T ₁ ควบคุม	82.20 a
T ₂ โสนคางคก	83.60 a
T ₃ แคนบ้าน	78.53 a
T ₄ นนทรี	71.13 a
T ₅ ทางนกยูงฝรั่ง	78.20 a
T ₆ กระถินณรงค์	67.50 a
T ₇ ก้ามปู	75.27 a
T ₈ ขี้เหล็ก	82.63 a
T ₉ ปุ๋ยเคมี (16-20-0+Urea)	74.67 a

CV=10.95%

^{ns} ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2.4 น้ำหนักของฟางข้าวและเมล็ดที่ 14% ความชื้น

อิทธิพลของปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยเคมีในตำรับต่าง ๆ ไม่มีผลต่อน้ำหนักสดฟางข้าว และเมล็ดที่ 14% ความชื้น อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4 อย่างไรก็ตาม พบว่า ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมี มีแนวโน้มที่จะให้น้ำหนัก 14% ของฟางข้าวและเมล็ดเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ ตำรับที่ใส่แกลบ ส่วนตำรับที่ใส่หางนกกุ้งฝรั่ง และกระถินณรงค์ ให้น้ำหนัก 14% ของฟางข้าวและเมล็ดต่ำ

ตารางที่ 4 แสดงน้ำหนักของฟางข้าวและเมล็ดที่ 14% ความชื้น

ตำรับ	น้ำหนักของฟางข้าวและเมล็ด (ที่ 14% ความชื้น) ^{ns}
T ₁ ควบคุม	14.78 a
T ₂ โสนคางคก	15.58 a
T ₃ แกลบ	20.56 a
T ₄ นนทรี	17.16 a
T ₅ หางนกกุ้งฝรั่ง	13.35 a
T ₆ กระถินณรงค์	13.18 a
T ₇ ก้ามปู	16.85 a
T ₈ ชีเห็ด	16.63 a
T ₉ ปุ๋ยเคมี (16-20-0+Urea)	23.80 a

CV=22.51%

^{ns} ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3. การดูใช้ในโตรเจนของข้าว

3.1 ปริมาณไนโตรเจนของข้าวหลังการเก็บเกี่ยว

อิทธิพลของปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยเคมีในตำรับต่าง ๆ ไม่มีผลต่อปริมาณไนโตรเจนในข้าวอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังแสดงไว้ในตารางที่ 5 อย่างไรก็ตามตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีและใส่ปุ๋ยพืชสดมีแนวโน้มที่จะให้ปริมาณไนโตรเจน สูงกว่าตำรับควบคุม

ตารางที่ 5 แสดงปริมาณไนโตรเจนของข้าวหลังการเก็บเกี่ยว

ตำรับ	ปริมาณไนโตรเจน (%N) ^{ns}
T ₁ ควบคุม	0.397 a
T ₂ โสนคางคก	0.461 a
T ₃ แกลบ้าน	0.470 a
T ₄ นนทรีย์	0.417 a
T ₅ หางนกยูงฝรั่ง	0.426 a
T ₆ กระดินณรงค์	0.470 a
T ₇ ก้ามปู	0.451 a
T ₈ ชีเหล็ก	0.429 a
T ₉ ปุ๋ยเคมี (16-20-0+Urea)	0.541 a

CV=18.68%

^{ns} ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3.2 การดูดใช้ในโตรเจนของข้าว (N - uptake)

อิทธิพลของปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยเคมีในตำรับต่าง ๆ ไม่มีผลต่อการดูดใช้ในโตรเจนของข้าว อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังแสดงไว้ในตารางที่ 6 ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีจะมีปริมาณการดูดใช้ในโตรเจนสูงสุด ส่วนตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยพืชสดมีปริมาณการดูดใช้ในโตรเจนใกล้เคียงกัน ซึ่งจะมีปริมาณต่ำในตำรับที่ใส่กระถินณรงค์ และนนทรี อย่างไรก็ตามพบว่า ปริมาณการดูดใช้ในโตรเจนเฉลี่ยต่ำที่สุดในตำรับควบคุม ส่วนปริมาณการดูดใช้ในโตรเจนสุทธิ พบว่า ตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี จะมีปริมาณการดูดใช้ในโตรเจนสุทธิ สูงที่สุด ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ กับตำรับที่ใส่ปุ๋ยพืชสด ซึ่งพบว่า ปุ๋ยพืชสดแต่ละชนิดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่า ตำรับที่ใส่โสนกางคก, แคนบ้าน และก้ามปู ข้าวจะสามารถดูดไนโตรเจนมาใช้ได้สูงกว่าตำรับอื่น ๆ

ตารางที่ 6 แสดงการดูดใช้ในโตรเจนของข้าว (N - uptake)

ตำรับ	การดูดใช้ N ของข้าว (kg / ไร่) ^{ns}	การดูดใช้ N สุทธิ (kg / ไร่) ^{**}	ความสามารถของ ข้าวในการดูด N ขึ้น มาใช้ (%) [*]
T ₁ ควบคุม	2.36 a	-	-
T ₂ โสนกางคก	3.41 a	1.050 b	6.56 b
T ₃ แคนบ้าน	3.79 a	1.422 b	8.89 b
T ₄ นนทรี	2.80 a	0.944 b	2.74 b
T ₅ หางนกยูงฝรั่ง	3.04 a	0.676 b	4.22 b
T ₆ กระถินณรงค์	2.72 a	0.352 b	2.20 b
T ₇ ก้ามปู	3.32 a	0.956 b	5.98 b
T ₈ ชีเหล็ก	3.10 a	0.734 b	4.58 b
T ₉ ปุ๋ยเคมี (16-20-0+Urea)	5.32 a	5.960 a	29.45 a
	CV = 28.96%	CV = 108.6%	CV = 111.8%

^{ns} ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{*} มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{**} มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. คุณสมบัติทางเคมีของดิน

4.1 คุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนการปลูกข้าว

ตารางที่ 7 แสดงคุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนการปลูกข้าว

คุณสมบัติทางเคมีของดิน	ค่าเฉลี่ย
pH(1:1)	3.89
EC (1:5) (ms)	0.41
%OM	2.13

4.2 ผลของการใส่ปุ๋ยพืชสดต่อคุณสมบัติทางเคมีของดินหลังการปลูกข้าว

4.2.1 ผลของการใส่ปุ๋ยพืชสดต่อความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) หลังการปลูกข้าว

อิทธิพลของปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยเคมีในตำรับต่าง ๆ ไม่มีผลต่อความเป็นกรด - ด่างของดิน (pH) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังแสดงไว้ในตารางที่ 8 หลังการปลูกข้าว พบว่าความเป็นกรด-ด่างของดิน เพิ่มขึ้นในทุกตำรับการทดลอง แต่ยังคงอยู่ในระดับที่เป็นกรดจัดมาก

ตารางที่ 8 แสดงผลของการใส่ปุ๋ยพืชสดต่อความเป็นกรด - ด่าง ของดิน (pH) หลังการปลูกข้าว

ตำรับ	pH ของดินหลังการปลูก ^{ns}	การเปลี่ยนแปลง pH ของดินหลัง จากการใส่ปุ๋ยพืชสด ^{ns}
T ₁ ความคุม	4.37 a	+ 0.483 a
T ₂ โสนกางก	4.35 a	+ 0.462 a
T ₃ แควบ้าน	4.36 a	+ 0.477 a
T ₄ นนทรี	4.27 a	+ 0.380 a
T ₅ หางนกยูงฝรั่ง	4.28 a	+ 0.395 a
T ₆ กระจับปี่	4.16 a	+ 0.270 a
T ₇ ก้ามปู	4.36 a	+ 0.475 a
T ₈ ชีเหล็ก	4.30 a	+ 0.415 a
T ₉ ปุ๋ยเคมี (16-20-0+Urea)	4.33 a	+ 0.445 a
	CV = 3.56%	CV = 36.36%

^{ns} ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินทางปัญญาของกรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ผลของการใส่ปุ๋ยพืชสด ต่อค่าการนำไฟฟ้าของดิน (E.C.) หลังการปลูกข้าว

อิทธิพลของปุ๋ยพืชสด และปุ๋ยเคมีในตำรับต่าง ๆ มีผลต่อการนำไฟฟ้าของดิน (E.C.) หลังปลูกข้าวอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ดังแสดงไว้ในตารางที่ 9 โดยพบว่า ตำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีจะมีค่าการนำไฟฟ้าของดินหลังการปลูกข้าวสูงที่สุด ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับตำรับที่ใส่ก้ามปู ส่วนตำรับที่มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำที่สุดคือ ตำรับที่ใส่หางนกยูงฝรั่ง ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับตำรับที่ใส่โสนคางคก, แคนบ้าน, นนทรี, กระจดินณรงค์ และตำรับควบคุม ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบค่านำไฟฟ้าของดินก่อนปลูก และหลังปลูก พบว่าตำรับที่ใส่ก้ามปู, ปุ๋ยเคมี และตำรับควบคุม มีค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ในขณะที่ตำรับอื่น ๆ ลดลง

ตารางที่ 9 แสดงผลของการใส่ปุ๋ยพืชสดต่อค่าการนำไฟฟ้า (E.C.) หลังการปลูกข้าว

ตำรับ	E.C. ของดินหลังการปลูก ** (ms)	การเปลี่ยนแปลง E.C. ของดิน หลังจากการใส่ปุ๋ยพืชสด ** (ms)
T ₁ ควบคุม	0.438 bc	+ 0.024 bc
T ₂ โสนคางคก	0.322 bc	- 0.054 bc
T ₃ แคนบ้าน	0.320 bc	- 0.094 bc
T ₄ นนทรี	0.362 bc	- 0.052 bc
T ₅ หางนกยูงฝรั่ง	0.267 c	- 0.147 c
T ₆ กระจดินณรงค์	0.311 bc	- 0.101 bc
T ₇ ก้ามปู	0.450 ab	+ 0.036 ab
T ₈ ชีเหล็ก	0.408 b	- 0.006 b
T ₉ ปุ๋ยเคมี (16-20-0+Urea)	0.552 a	+ 0.138 a
	CV = 18.96%	CV = - 225.2%

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

4.2.3 ผลของการใส่ปุ๋ยพืชสดต่อปริมาณอินทรีย์วัตถุ (%OM) ของดินหลังการปลูกข้าว

อิทธิพลของปุ๋ยพืชสด และปุ๋ยเคมีในตำรับต่าง ๆ มีผลต่อปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ดังแสดงไว้ในตารางที่ 10 โดยพบว่า ตำรับที่มีการใส่ทางนกกุงฝรั่ง มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงที่สุด และไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับตำรับที่ใส่นนทรี และกระถินณรงค์ ส่วนตำรับที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำที่สุดคือ ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมี ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับตำรับที่มีการใส่แกลบ, ก้ามปู, ชี้เหล็ก และตำรับควบคุม ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินก่อน และหลังการปลูก พบว่า มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมี และตำรับควบคุม มีปริมาณลดลง ในขณะที่ตำรับที่ใส่ปุ๋ยพืชสด มีปริมาณเพิ่มขึ้น ซึ่งในตำรับที่ใส่ทางนกกุงฝรั่ง, นนทรี และกระถินณรงค์ พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุมีการเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยพืชสดอื่น ๆ

ตารางที่ 10 แสดงผลของการใส่ปุ๋ยพืชสดต่อเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ (%OM) หลังการปลูกข้าว

ตำรับ	%OM ของดินหลังการปลูก **	การเปลี่ยนแปลง %OM ของดินหลังจากการใส่ปุ๋ยพืชสด **
T ₁ ควบคุม	2.11 de	- 0.020 de
T ₂ โสนคางคก	2.65 bcd	+ 0.519 bcd
T ₃ แกลบ	2.53 bcde	+ 0.406 bcde
T ₄ นนทรี	3.07 ab	+ 0.942 ab
T ₅ ทางนกกุงฝรั่ง	3.36 a	+ 1.229 a
T ₆ กระถินณรงค์	2.91 abc	+ 0.782 abc
T ₇ ก้ามปู	2.57 bcde	+ 0.439 bcde
T ₈ ชี้เหล็ก	2.30 cde	+ 0.176 cde
T ₉ ปุ๋ยเคมี (16-20-0+Urea)	1.91 e	- 0.214 e
	CV = 14.24%	CV = 78.25%

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของพืชปุ๋ยสด พบว่า ความแตกต่างขององค์ประกอบทางเคมี ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชปุ๋ยสด แควบ้าน และโสตนคางคก มีความอวบน้ำมาก และปริมาณไนโตรเจนค่อนข้างสูง ในขณะที่อัตราส่วนระหว่าง คาร์บอนต่อไนโตรเจน ต่ำกว่า 20 จึงมีแนวโน้มว่าจะสลายตัวได้ง่ายกว่าพืชปุ๋ยสดชนิดอื่น ๆ จากการสังเกตการเจริญเติบโตโดยทั่วไป พบว่า ข้าวในตำรับควบคุมไม่มีการล้มเลย แต่ข้าวจะล้มในตำรับที่มีการใส่แควบ้าน, โสตนคางคก และก้ามปู ซึ่งแสดงว่า ข้าวมีการเจริญเติบโตทางใบสูง ทั้งนี้อาจจะเป็นผลเนื่องมาจาก ข้าวได้รับไนโตรเจนจากการสลายตัวของพืชปุ๋ยสดในช่วงแรกสูง

จากการทดลองอิทธิพลของพืชปุ๋ยสดต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว พบว่า พืชปุ๋ยสดไม่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตของข้าว ทั้งนี้อาจจะมีสาเหตุเนื่องมาจากข้าวถูกทำลายโดยนก จนทำให้ไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงที่เมล็ดข้าวแก่เต็มที่ ได้ โดยไม่สามารถควบคุมได้ เพราะทำการปลูกข้าวในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งในบริเวณที่ทำการทดลองไม่มีการปลูกข้าวเลย จึงทำให้ในกลางทำลายข้าวที่ปลูก ทำให้ต้องทำการเก็บเกี่ยวเมล็ดข้าวก่อนกำหนด อย่างไรก็ตาม ตำรับที่ใส่แควบ้าน มีแนวโน้มในการให้ผลผลิตสูงกว่าตำรับที่ใส่พืชปุ๋ยสดอื่น ๆ

การศึกษาถึงการดูใช้ในโตรเจนของข้าว พบว่า ตำรับที่ใส่แควบ้าน, โสตนคางคก และก้ามปู มีแนวโน้มที่จะดูใช้ในโตรเจนได้ในปริมาณสูงกว่าตำรับอื่น ๆ เนื่องจาก พืชปุ๋ยสดทั้ง 3 ชนิดนี้ มีปริมาณไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบค่อนข้างสูง, อวบน้ำและอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนต่ำ เพราะฉะนั้นจึงมีแนวโน้มที่จะย่อยสลายให้ไนโตรเจนในปริมาณสูง และค่อนข้างรวดเร็ว ซึ่งทำให้ข้าวมีแนวโน้มของการดูใช้ในโตรเจนจากพืชปุ๋ยสดทั้ง 3 ชนิดสูงขึ้นด้วย

หลังจากทำการปลูกข้าว พบว่า ความเป็นกรด - ด่างของดินเพิ่มขึ้น อันมีผลเนื่องมาจากในขณะที่ทำการปลูกข้าว มีการขังน้ำตลอดเวลาจึงทำให้ความเป็นกรด - ด่างเพิ่มขึ้น ส่วนค่าการนำไฟฟ้าของดิน พบว่า การใส่พืชปุ๋ยสด มีผลทำให้การนำไฟฟ้าของดินมีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้อาจจะเป็นเนื่องจากการใส่พืชปุ๋ยสดจะช่วยเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินให้มีปริมาณสูงขึ้น จึงมีผลต่อการเพิ่มความสามารถของดินในการดูดซับไอออนต่าง ๆ ได้ในปริมาณสูงขึ้นด้วย คือ ทำให้ดินมีสมบัติเป็นบัฟเฟอร์เพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของดินลดลง สำหรับปริมาณอินทรีย์วัตถุ พบว่า การใส่พืชปุ๋ยสดสามารถเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุให้สูงขึ้นได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในตำรับที่มีการใส่กระดิน-นรงค์, นนทรีย์ และหางนกยูงฝรั่ง ทั้งนี้อาจจะเป็นเนื่องมาจากพืชปุ๋ยสดทั้ง 3 ชนิด มีอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนสูง ทำให้มีการย่อยสลายช้า เพราะฉะนั้นจึงทำให้มีอินทรีย์วัตถุสูง

สรุปผลการทดลอง

1. พีชตระกูลถั่ว 7 ชนิดมีความสามารถในการ Mineralization ให้ธาตุไนโตรเจนไม่แตกต่างกัน แต่พืชปุ๋ยสดที่มีแนวโน้มที่จะย่อยสลายสูงสุดคือ แคบ้าน รองลงมาคือ โสนกางคก และก้ามปู ดังนั้นข้าวจึงมีแนวโน้มที่จะดูดธาตุไนโตรเจนจากพืชปุ๋ยสดทั้ง 3 ชนิด สูงกว่าพืชปุ๋ยสดชนิดอื่น ๆ

2. ผลผลิตของข้าวไม่มีความแตกต่างจากการใช้พีชตระกูลถั่ว 7 ชนิดเป็นปุ๋ยพืชสด อย่างไรก็ตาม ตำรับที่ใส่แคบ้านจะมีแนวโน้มว่าจะให้ผลผลิตสูงกว่าตำรับอื่น ๆ ที่มีการใช้ปุ๋ยพืชสด

3. ผลตกค้างของปุ๋ยพืชสดที่มีต่ออินทรีย์วัตถุของดิน ปุ๋ยพืชสดสามารถเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในตำรับที่มีการใส่กระถินณรงค์, นนทรีย์ และหางนกยูงฝรั่ง ทั้งนี้ อาจจะเนื่องมาจากพืชปุ๋ยสดทั้ง 3 ชนิด มีอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนสูง ทำให้มีการย่อยสลายช้า ดังนั้นจึงทำให้มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูง

เอกสารอ้างอิง

กรมป่าไม้. 2536. คู่มือเจ้าหน้าที่ของรัฐ ตามโครงการพัฒนาป่าชุมชน. สวนปลูกป่าภาคเอกชน, สำนักงานส่งเสริมการปลูกป่า, กรมป่าไม้.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2526. รายงานการสำรวจดินจังหวัดฉะเชิงเทรา. กองสำรวจดิน, กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 41-42 น.

กรมวิชาการเกษตร. 2537. ข้าวพันธุ์ที่เหมาะสมในเขตศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก สถานีทดลองข้าวชานา. สถานีทดลองข้าวโคกสำโรง, สถาบันวิจัยข้าว. 8 น.

เกษสุดา เดชภิมล. 2537. การศึกษาสูตรปุ๋ยที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของข้าวและการปลดปล่อยไนโตรเจน ในดินนาภาคกลาง 4 ชุดดิน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 58 น.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2535. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 730 น.

ชยงค์ นามเมือง. 2518. การทดลองหาอัตราปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่เหมาะสมในการเพิ่มผลผลิตข้าวในดินนาที่เป็นกรดจัด. น. 436. ใน รายงานการทดลองและวิจัยประจำปี 2518. ทะเบียนวิจัย กทช-IV-1(7-26). กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

_____. 2540. พืชบำรุงดินในนาข้าว. กองปฐพีวิทยา, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 11-21 น.

ชยงค์ นามเมือง, มณฑะเชียร จินดา และวิวัฒน์ อิงคะประดิษฐ์. 2518. ผลตอบแทนต่อไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม อัตราต่าง ๆ ของข้าวที่ปลูกในดินนาภาคต่าง ๆ, ใน รายงานผลการทดลองปุ๋ยข้าวประจำปี 2518. สาขาทดลองปุ๋ยข้าว, กองการข้าว, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

ชยงค์ นามเมือง, มณฑะเชียร จินดา, วิวัฒน์ อิงคะประดิษฐ์, นิกุล ทวีสินบุญญากร, กรรณิการ์ นากกลาง, เจนวิทย์ เกนสงค์, นพรัตน์ ม่วงประเสริฐ, สว่าง โรจนกุล และผาด พรหม

อ่อน. 2519. ผลตอบสนองต่อไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม อัตราต่าง ๆ ของข้าวที่ปลูกในดินนาภาคต่าง ๆ, น. 57-64. ใน รายงานผลการทดลองปุ๋ยข้าวประจำปี 2519. สาขาทดลองปุ๋ยข้าว, กองการข้าว, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

ชอบ คณะฤกษ์ และเยาวภา จันทกุล. 2513. การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบการระบายน้ำต่อผลผลิตและส่วนประกอบผลผลิตของข้าวพันธุ์ กข 1 เมื่อใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตราต่าง ๆ กัน. ข่าวสารวิทยาศาสตร์การเกษตร 3(4) : 1-16 น.

ชอบ คณะฤกษ์ และเยาวภา หัสธน และจตุรงค์ พิพัฒน์พิริยานนท์. 2517. อัตราส่วนระหว่างปุ๋ยยูเรียเคลือบใช้รองพื้นกับใช้แต่งหน้าผลผลิตข้าว, น. 147. ใน รายงานผลการค้นคว้าวิจัย 2527. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

ชาญ มงคล. 2536. เรื่องข้าว. ตำรา - เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 64. ภาคพัฒนาตำราและเอกสารวิชาการ, หน่วยศึกษานิเทศน์, กรมการฝึกหัดครู. 45น.

นลินี ว่องมงคล. 2536. ปุ๋ยอินทรีย์. คณะเกษตรศาสตร์ บางพระ (พระนครศรีอยุธยา หันตรา), สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. 1-11 น.

นันทกร บุญเกิด, ประยูร สวัสดิ์ และอ้อมทรัพย์ นพอมรมดี. 2534. การใช้จุลินทรีย์ดินเพื่อการบำรุงดิน. เอกสารวิชาการ, กรมวิชาการเกษตร. 211-242 น.

เบญจมาศ สุกปลั่ง. 2515. คำบรรยายวิชาพันธุ์พดุกษ์. วิทยาลัยเกษตรกรรมสุรินทร์. 59-66น.

ประเสริฐ สองเมือง, วิทยา ศรีทานันท์, นิพรณศรี โคมทอง, นพรัตน์ ม่วงประเสริฐ, เชิดเชาว์ เหล่าอรระคะ, วิเชียร เฟ็งคำ, เจริม แสงเทียน, สมศักดิ์ โตจันทิก, บรรจง เหมทานนท์, สมพงษ์ ภูพวง, ผาด พรหมอ่อน และวัชระ ณ พัทลุง. 2522. การตอบสนองของข้าวที่ให้ผลผลิตสูงต่อปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม, น. 23-30. ใน รายงานการทดลองปุ๋ยข้าวปี 2522. งานทดลองและขยายพันธุ์ข้าว, กองการข้าว, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

ปิยะ ดวงพัตรา และไพบุรย์ ประพุดติธรรม. 2529. ผลตอบสนองของข้าวพันธุ์ กข 11 ต่อการใช้ปุ๋ยผสมสูตรต่าง ๆ ในดินนาสองชนิด. ข่าวสารเกษตรศาสตร์ 31(8) : 15-27 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วรพจน์ รัมภ์วีลิต. 2529. ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ย. วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา, วิทยาเขต-
เกษตรลำปาง, จ. ลำปาง. 156 น.

ยงยุทธ โอสดสภา. 2528. หลักการผลิตและการใช้ปุ๋ย. ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 192-195 น.

เยาวภา หัสชน และชอบ คณะฤกษ์. 2520. การตอบสนองต่อปุ๋ยในโตรเจนของข้าวพันธุ์ดีเด่นที่
ไม่ไวต่อแสง. น. 104. ใน รายงานผลการค้นคว้าวิจัยปี 2520. สาขาทดลองปุ๋ยข้าว, กอง
การข้าว, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

สมศักดิ์ ศิริพานิชเจริญ. 2535. ผลของอัตราปุ๋ยในโตรเจนและวันปลูกต่อการเจริญเติบโตผลผลิต
และองค์ประกอบผลผลิตของข้าวในเขตภาคเหนือตอนล่าง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมาคมอนุรักษ์ดินและน้ำแห่งประเทศไทย. 2536. วารสารอนุรักษ์ดินและน้ำ 9(4) : 39-62 น.

สรสิทธิ์ วัชรโรทยาน. ไม่ระบุปีที่พิมพ์ ปุ๋ยนาและการใช้ปุ๋ยกับพืชสำคัญบางชนิด. โครงการวิจัย
และแนะนำทางเทคโนโลยีของดินและปุ๋ย, ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 107 น.

สรสิทธิ์ วัชรโรทยาน, วิสุทธิ์ วีรสาร, อธิติสุนทร นันทกิจ, นิภา พนาพิทักษ์กุล, สมชาย กรีธา
ภิรมย์ และสุริยา สาสนร์กกิจ. 2526. การใช้ผลผลิตพลอยได้และเศษเหลือของโรงงาน
อุตสาหกรรมที่มีอยู่ในประเทศไทยให้เกิดประโยชน์ในการใช้เป็นปุ๋ยและวัสดุบำรุงดิน.
เอกสารรายงานการวิจัยดินและปุ๋ย. ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตร
ศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สรสิทธิ์ วัชรโรทยาน, ถวิล กรุฑกุล, ไพบุญย์ ประพฤติธรรม และอำนาจ สุวรรณฤทธิ์. 2527.
ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพฯ. 777 น.

สรสิทธิ์ วัชรโรทยาน, ทศนีย์ อัดตะนันท์, ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์ และจงรักษ์ จันทร์เจริญสุข.

2533. การแก้ปัญหาการขาดธาตุอาหารจุลธาตุของพืชเศรษฐกิจที่ปลูกในดินต่าง. รายงาน
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการแข่งขันเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิจัย. โครงการวิจัยการใช้ประโยชน์วัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อการเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 64 น.

สรสิทธิ์ วัชรโรทยาน. 2535. คู่มือการปรับปรุงดินและการใช้ปุ๋ย. ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 81 น.

สุจินต์ สุทรณี และเจิม แสงเทียน. 2514. การทดลองศึกษาการใส่ปุ๋ยในโตรเจนอัตราและเวลาต่าง ๆ ต่อพันธุ์ข้าวไม่ไวแสง 3 พันธุ์. น. 347. ใน รายงานผลการวิจัยปี 2514. กองการข้าว, กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สุชาติ จิรพรเจริญ. 2530. อินทรีย์วัตถุของดิน. ภาควิชาปฐพีศาสตร์ อนุรักษ์ศาสตร์, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 40 น.

สุมน ศรีสมบูรณ์. 2512. การทดสอบผลตอบสนองของปุ๋ยในโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ต่อผลผลิตข้าวในดินนาชนิดต่าง ๆ ในนารายณ์, น. 333-338. ใน รายงานผลการทดลองของปุ๋ยข้าว ประจำปี 2512. กรมการข้าว, กระทรวงเกษตร, กรุงเทพฯ.

_____. 2514. แปลงทดสอบผลตอบสนองของปุ๋ยในโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ต่อผลผลิตข้าวในดินนาชนิดต่าง ๆ ในนารายณ์, น. 114-118. ใน รายงานผลการทดลองของปุ๋ยข้าว ประจำปี 2514. กรมการข้าว, กระทรวงเกษตร, กรุงเทพฯ.

อรุณ จักภูจินดา และองอาจ วีระโสภณ. 2514. การทดลองเปรียบเทียบคุณค่าผลตกค้างของหินฟอสเฟตจากแหล่งต่าง ๆ ต่อผลผลิตของข้าว. ใน รายงานผลการวิจัยประจำปี 2514. กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

Arunin, S., Dissatapong, C., Anuluxtipan, Y. and D. Nana. 1987. Potential of sesbania as green manure in saline soil in Thailand. In Symposium on Sustainable Agriculture - Role of Green Manure Crop in Rice Farming Systems. 25-29 May 1987. IRRI, Philippines.

Attanandana, T. 1982. Fertility problems of acid sulfate soils of Thailand. Ph. D. thesis, Kyoto University, Kyoto, Japan.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Attanandana, T., S. Vacharotayan, and K.Kyuma. 1982. Chemical characteristics and fertility status of acid sulfate soils of Thailand. Proc. of the Bangkok symp. on acid sulfate soils. Second Int. Symp., 18-24 January 1981, Bangkok, Thailand. 450 p.

Bhardwaj, K.K.R. and S.P. Dev. 1985. Production and decomposition of *Sesbania canabina* (Retz.) Pers. In relation to its effect on the yield of wetland rice. Trop. Agric. (Trinidad) 62 : 233-236.

Brewbaker, J.L. and N. Glover. 1988. Woody species as green manure crop in rice - based cropping system. In "Sustainable Agriculture, Green Mure in Rice Farming" IRRI, Philippines : 24-41.

Bromfeild, S.M. and E.G. William. 1963. An estimation of biological reduction method for estimating active iron in soils. J. Soil Sci. 14 : 346-359.

Cate, R.B. and A.P. Sukhai. 1964. A study of aluminium in rice soils. Soil. Sci. 98 : 85-93

Cornell, W.E. and W.H. Patrick, Jr. 1969. Reduction of sulfate to sulfide in water logged soil. Soil Sci. Hmer. Proc. 33 : 711-715.

De Datta, S.K. 1981. Principles and Practicles of rice production. John Wiley and Son, Inc., New York. 625 p.

Fageria, N.K. and J.R.P. Carvalho. 1982. Influence of aluminum in nutrient on chemical composition in upland rice cultivars. Plant and Soil 69 : 31-44.

Furoc, R.E. and I.J. Manguiat. 1989. State of the art green manuring technology. In : Organic recycling in Asia and the pacific. RAPA Bulletin Vol. 6, p. 41, 1990, FAO, Regional office for Asia and the pacific, Bangkok, Thailand.

Gotoh, S. and W.H. Patrick, Jr. 1972. Transformation of managanese in a waterlogged soils as affected by redox potential and pH. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 36 : 738-742.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Hanes, J. 1989. Influence of green manure on some chemical properties of orthic luvisol in laboratory condition. Univ. Agric. Nitra, Czechoslovakia. Soils and Fertilizers abstract 1989.
- Hesse, P.R. 1963. Phosphorus relationships in mangrove swamp mud with particular reference to aluminum toxicity. *Plant Soil* 19 : 205-218.
- Imperial, E.T. 1992. Integrated nutrient cycling in rice-based farming system. *In* : Organic recycling in Asia and the Pacific. RAPA Bulletin Vol.9, p. 53, 1990, FAO, Regional office for Asia and the Pacific, Bangkok, Thailand.
- International Rice Research Institute. 1964. Annual Report 1964. Int. Rice. Res. Inst., Los Banos, Laguna, Philippines. 335 p.
- Ishizuka, Y. 1980. The importance of nitrogen for the growth of the rice plant, pp. 1-12. *In* Increasing Nitrogen Efficiency for Rice Cultivation (FFTC Book Series No. 18). Food and Fertilizer Technol. Center, Taiwan, Republic of China.
- Kawaguchi, K., and K. Kyuma. 1979. Paddy soils in Tropical Asia. Their nature and fertility. Monographs of the Center for Southeast Asian Studies, Kyoto University, Kyoto, Japan. 285 p.
- Ledgard, S.F. and K.W. Steele. 1990. Biological nitrogen fixation in mixed legume/ grass pastures : an overview. *In* symposium on role of biological nitrogen fixation in sustainable agriculture, pp. III 158-163. Soil Science Congress, Aug 16, 1990, Kyoto, Japan.
- Liu Chung-Chu. 1987. Integrated green manure use in rice fields in south China. *In* symposium on sustainable agriculture - role of green manure crop in rice farming systems. 25-29 May 1987. IRRI, Philippines.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Meelu, D.P., Morris, R.A., Furoc, R.F. and M.A. Dizon. 1990. Grain yield response in rice to eight tropical green manures. *Tropical agric.* 69(2), 133-136.
- Motomura, S. 1962. Effect of organic matters on the formation of ferrous iron in soils. *Soil Sci. and Pla. Nutr.* 8 : 20-28.
- Mulonggoy, K. and N. Sanginga. 1990. Biological nitrogen fixation in alley farming production. *In symposium on role of biological nitrogen fixation in sustainable agriculture* pp. III 326-327. *Soil science congress.* Aug 16, 1990, Kyoto, Japan.
- Murali, N.S., Poovarrodom S., AYE I.M. and W. Meskuntavon. 1995. Influence of green manure on the growth and yield of lowland rice. *Research report no. 278.* Asian Institute of Technology. Bangkok, Thailand.
- Murali, N.S. and K.W. Smilde. 1994. *Agriculture and soil fertility : required inputs and their availability.* Regional workshop on the sustainable use of coastal in Southeast Asia. 18-22 April 1994. Asian institute of technology. Bangkok, Thailand.
- Murayama, N. 1979. The importance of nitrogen for rice production, pp. 5-19. *In Nitrogen and Rice.* Internation Rice Research Institute, Los Banos, Philippines.
- Nagarajah, S. 1987. Transformation of green manure nitrogen in lowland rice soil. *In symposium on sustainable agriculture - role of green manure crop in rice farming systems.* 25-29 May 1987. IRRI. Philippines.
- Nair, P.K.R. 1987. Use of perennial legumes in asian farming systems. *In symposium on sustainable - role of green naure crop in rice farming systems.* 25-29 May 1987. IRRI. Philippines.
- Nammuang, C., Srisaichua, S., Naklang, K., Rojanakuson, R., and K. Kangwanshirathada. 1993. *Leucaena as organic fertilizer for increasing fertility of soil and yield of rice.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Technical annual meeting for soil science, 16-19 Feb 1993, pp. 365-385. Department of Agriculture, Thailand.

Nastiti, S.H. 1983. Part III country reports. "Recycling Organic in Asia for Fertilizer Use, 1983". Asian productivity organization, Tokyo. pp. 141-153.

Nhung, M.M. and F.N. Ponnampuruma. 1966. Effects of calcium carbonate, manganese dioxied, feric hydroxide and prolonged flooding on chemical and electrochemical changes and growth of rice in a flooded acid sulfate soil. *Soil Sci.* 102(1) : 29-41.

Panichapong, S. 1981. Distribution characteristic and utilization problem soils in Thailand, pp. 83-96. *In Proc. of Inst. Symp. on Distribution Characterization and Utilization of Problem Soils.* Trop. Agri Res. Center, Japan.

Park, Y.D., and A. Tanaka. 1968. Studies of the rice plant on an "Akiuchi" soil in Korea. *Soil Sci. and Plant Nutr.* 14(1) : 27-34.

Patcharapreecha, P., Taja, D. and H. Wada. 1993. Cultivation and utilization of aquatic legumes, especially *Sesbania rostrata*, in Northeast, Thailand. Agriculture development research center in the NE. Thailand. Technical paper No. 11.

Patrick, W.H., Jr. and I.C. Mahapatra. 1968. Transformation and availability of nitrogen and phosphorus in waterlogged soils *Adv. Agron.* 20 : 323-359.

Patrick, W.H., Jr. and F.T. Turner. 1968. Effect of redox potential on manganese transformation in waterlogged soil. *Nature* 220 : 476-478.

Peterson, F.J. 1963. Southwest Louisiana Rice Fertilization. *The Rice J. Louisiana, U.S.A.* 66(1) : 24-25.

- Pons, L.J., N. van Breemen and P.M. Driessen. 1979. Physiography of coastal sediments and developments of potential soil acidity, pp. 1-18. *In Acid Sulfate Weathering*. Soil Sci. Soc. Am. Special Pub. 10. Madison, Wisconsin.
- Ponnamperuma, F.N. 1965. Dynamic aspects of flooded soils and the nutrition of the rice plant, pp. 295-328. *In Proc. Symp. Mineral Nutr. Rice Plant*, Maryland, U.S.A.
- Ponnamperuma, F.N. 1967. Chemical changes in flooded soils and growth of rice II and III seminar sheet. Los Banos, Philippines.
- Ponnamperuma, F.N. 1972. The Chemistry of submerged soils. *Adv. Agron* 24 : 29-96.
- Ponnamperuma, F.N. and J.L. Solivas. 1981. Field amelioration of and acid sulfate soil for rice with manganese dioxide and lime, pp. 213-222. *In Acid Sulfate Soil*. Proc. of Int. Symp., 18-24 January 1981. Bangkok, Thailand.
- Rathert, G. 1990. Nitrogen fixing trees as a nutrient source for rice on upland soils of thailand. Soil Science Division, Department of Agriculture, Bangkok, Bangkok, Thailand.
- Rosison, I.H. 1973. The effect of extreme soil acidity on the nutrient uptake and physiology of plant, pp. 223-254. *In Proc. Int. Symp. on Acid Sulphate Soils*. ILRI, Wageningen.
- Samiano, A.R. 1990. The agronomic performance of four sesbania species as affected by phosphorus fertilizer and their influence on yield of irrigated transplant rice on and acid sulfate soil. Unpublished M.Sc. Thesis, Asian Institute of Technology, Bangkok.
- Sanchez, P.A. 1976. *Properties and Management of Soils in the Tropics*. A Wiley-Interscience publication, John Wiley and sons, Inc., New York. 617 p.

- Schultze-Kraft, R. 1987. Germplasm collection and evaluation of tropical legumes. *In* symposium on sustainable agriculture - role of green manure crop in rice farming systems. 25-29 May 1987. IRRI, Philippines.
- Singh, N.T. 1983. Green manures in cropping systems, Part II. *In* : "Recycling organic in asia for fertilizer use, 1983". Asian productivity organization, Tokyo. pp. 11-28.
- Singh, N.T. 1984. Green manure as sources of nutrients in rice production, p. 217-228 *In* Organic matter and rice. Intern. rice Res. Inst., Los Banos, The Philippines.
- Tadano, T. and S. Yoshida. 1978. Chemical changes in submerged soils and their effect on rice growth, pp. 399-420. *In* Soil and rice. Int. Rice Res. Inst., Los Banos, Laguna, Philippines.
- Takahashi, J. 1960. Review of investigations on physiological diseases of rice. *Int. Rice Comm. Newsl.* 10 : 1-4.
- Tam, T.T.B. 1992. N fertilization of transplanted rice in combination with green manuring on acid sulfate soil. Unpublished M.Sc. Thesis, Asian Institute of Technology, Bangkok.
- Tanaka, A., R.P. Mulleriyawa and T. Yasu. 1968. Possibility of hydrogen sulfide induce iron toxicity of the rice plant. *Soil Sci. and Plant Nutr.* 14(1) 1-6.
- Tanaka, A. and S. Yoshida. 1970. Nutritional disorders of rice plant in Asia. *Int. Rice Res. Inst.*, Los Banos, Laguna, Philippines. 51 p.
- Tanaka, A. and S.A. Navasero. 1966 a. Growth of the rice plant on acid sulphate soils. *Soil Sci. Plant. Nutr.* 12(3) : 23-30.
- _____ . 1966 b. Interaction between iron and maganese in the rice plant. *Soil Sci. Pant. Nutr.* 12(5) : 29-33



Tanaka, A. and S.A. Navasero. 1967. Carbon dioxide and organic acid in relation to the growth of rice. *Soil Sci. Plant Nutr.* 13 : 25-30.

Thawornwong, N. and A. van Diest. 1974. Influence of high acidity and aluminum of the growth of lowland rice. *Plant and Soil* 41 : 141-159.

van Breeman. 1976. Genesis and solution chemistry of acid sulfate soils in Thailand. The Center for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen. 632 p.

van Breemen, N. and L.J. Pons. 1978. Acid sulfate soils and rice, pp. 739-762. *In* soils and rice. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines.

Veerasopon, A. and B. Chaiwat. 1994. Green manuring effects of perennial, annual and cover legumes on upland rice yield. Technical annual meeting for Soil Science, 1993, pp. 365-385. Department of Agriculture, Thailand.

Vergara, B.A. and T.T. Chang. 1976. The flowering response of the rice plant to photoperiod. The international rice research institute, Philippines.

Watanabe, I., and L. Chung-Chu. 1990. Improvement of nitrogen fixing system. *In* Symposium on role of biological nitrogen fixation in sustainable agriculture, pp. III 134-139. Soil Science Congress, Aug 16, 1990, Kyoto, Japan.

Weerakoon, W. Lionel. 1982. Part III country reports. "Recycling Organic in Asia for Fertilizer Use. 1983". Asian Productivity Organization, Tokyo. pp. 197-216.

Weeraratna, C.S. 1979. Pattern of nitrogen release during decomposition of some green manures in tropical alluvial soil. *Plant and Soil* 53:287-294.

Xu, Z.A., P.G. Saffigna, R.J.K. Myers and A.L. Chapman. 1992. Nitrogen fertilizer in leucaena alley cropping. *In* maize response to nitrogen fertilizer and fate of fertilizer N. *fertilizer research*, 33 : 219-227.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ลงไว้สำหรับให้ประชาชนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Yamoah, C.F., A.A. Agboola and K. Mulongoy. 1986. Decomposition, nitrogen release and weed control by pruning of selected alley cropping shrubs. *Agroforestry Systems* 4 : 239-246.

Yoshida, S. 1981. *Foundamentals of rice crop science*. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines. 269 p.

Zhang, W.S. 1987. Effect of green manure on organic matter in coastal salinized Fluvo-aquic soil. *J. Soils (Turang)*, Xinyang Expt. Station Inst. Agric Sci. Coastal Region, Yanchang, Jiangsu, China, 19(1) : 36-40.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 1 แสดงน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของปุ๋ยพืชสด

ชนิดพืช	น้ำหนัก (กรัม / กระถาง)	
	น้ำหนักสด	น้ำหนักแห้ง
โสนคางคก	289.05	85.21
แคบ้าน	230.63	58.63
นนทรี	212.83	121.41
หางนกยูงฝรั่ง	398.82	176.23
กระถินณรงค์	256.32	115.65
ก้ามปู	223.00	102.65
ซีเหล็ก	219.08	74.02

ตารางภาคผนวกที่ 2 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของปุ๋ยพืชสด

ตำรับ	ซ้ำ	องค์ประกอบทางเคมีของปุ๋ยพืชสด					
		C (%)	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
โสนคางคก	1	51.38	3.48	0.701	1.84	5.49	0.690
	2	51.22	3.45	0.700	1.74	6.36	0.590
แคบ้าน	1	52.43	3.34	0.794	1.56	3.62	0.420
	2	52.39	4.04	0.794	1.56	3.62	0.420
นนทรี	1	52.65	1.85	0.320	1.08	5.85	0.440
	2	53.65	1.91	0.340	1.08	2.32	0.330
หางนกยูงฝรั่ง	1	54.53	2.10	0.403	0.77	5.19	0.665
	2	54.51	2.10	0.429	0.76	5.19	0.665
กระถินณรงค์	1	54.35	1.82	0.464	0.98	3.62	0.225
	2	55.05	1.82	0.464	0.98	3.62	0.225
ก้ามปู	1	54.40	3.59	0.485	1.37	2.22	0.075
	2	54.30	3.15	0.477	1.35	3.94	0.050
ซีเหล็ก	1	52.30	2.10	0.527	1.15	6.84	0.270
	2	52.02	2.19	0.520	1.12	3.57	0.750

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่สามารถนำเอกสารนี้ไปเผยแพร่หรือใช้ประโยชน์อื่นใดได้โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 3 แสดงการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว

ดำรับ	ซ้ำ	ระยะเวลาการออกดอก 50% (วัน)	ความสูงของข้าวขณะเก็บเกี่ยว (เซนติเมตร)
ควบคุม	1	101	76.8
	2	102	73.8
	3	100	96.0
โสนคางคก	1	95	87.2
	2	98	83.1
	3	95	80.5
แคบ้าน	1	89	77.5
	2	94	84.3
	3	94	73.8
นนทรี	1	92	78.8
	2	95	77.6
	3	98	57.0
หางนกยูงฝรั่ง	1	94	84.5
	2	95	78.6
	3	96	71.5
กระถินณรงค์	1	103	63.1
	2	95	68.4
	3	99	72.0
ก้ามปู	1	96	80.0
	2	95	76.7
	3	97	69.1
ขี้เหล็ก	1	96	94.4
	2	97	82.5
	3	97	71.0
ปุยเคมี	1	92	68.8
	2	97	70.9
	3	95	84.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต หากใคร
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 4 แสดงปริมาณไนโตรเจนและการดูดใช้ในไนโตรเจนของข้าว

ตำรับ	ซ้ำ	ปริมาณ N (ข้าว+เมล็ด) (%)	การดูดใช้ N ของข้าว (kg /ไร่)	การดูดใช้ N สุทธิ (kg /ไร่)	ความสามารถของ ข้าวในการดูด N ขึ้นมาใช้ (%)
ควบคุม	1	0.4420	1.4687	-	-
	2	0.3557	2.0887	-	-
	3	0.3930	3.5344	-	-
โสนกลางคก	1	0.4896	3.8074	1.4435	9.0219
	2	0.4105	3.0205	0.6566	4.1038
	3	0.3881	3.4140	1.0501	6.5631
แคบ้าน	1	0.4082	3.5926	1.2287	7.6794
	2	0.3871	3.9785	1.6146	10.0913
	3	0.4374	3.7856	1.4217	8.8856
นนทรี	1	0.4664	3.2329	0.8690	5.4313
	2	0.3418	2.8018	0.4379	2.7369
	3	0.4700	2.3707	0.0068	0.0425
หางนกยูงฝรั่ง	1	0.4151	3.1482	0.7843	4.9019
	2	0.5477	2.9306	0.5667	3.5419
	3	0.4210	3.0394	0.6755	4.2219
กระถินณรงค์	1	0.5763	2.9968	0.6329	3.9556
	2	0.4113	2.4339	0.0700	0.4375
	3	0.4228	2.7154	0.3515	2.1969
ก้ามปู	1	0.4780	3.3201	0.9562	5.9763
	2	0.4652	3.8995	1.5356	9.5975
	3	0.4092	2.7407	0.3768	2.3550
จีเหล็ก	1	0.3848	2.6693	0.3054	1.9088
	2	0.4547	3.5254	1.1615	7.2594
	3	0.4115	3.0974	0.7335	4.5844
ปุยเคมี	1	0.4407	3.7239	1.3600	13.5350
	2	0.7567	8.1923	5.8284	58.0056
	3	0.4269	4.0542	1.6903	16.8223

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ภายในงานเท่านั้น ไม่สามารถนำออกเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตได้
 ไม่วากรณ์ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 5 แสดงคุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนการปลูกข้าว (ดินชุดรังสิต)

ซ้ำที่	คุณสมบัติทางเคมีของดิน		
	pH (1:1)	EC (1:5) (ms)	OM (%)
1	3.89	0.393	2.15
2	3.88	0.436	2.08
3	3.89	0.431	2.15



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 6 แสดงคุณสมบัติทางเคมีของดินหลังการปลูกข้าว

ตำรับ	ซ้ำ	คุณสมบัติของดิน		
		pH (1:1)	EC (1:5) (ms)	OM (%)
ควบคุม	1	4.44	0.430	2.13
	2	4.35	0.395	1.93
	3	4.33	0.490	2.27
โสนกลางกอก	1	4.26	0.285	2.27
	2	4.40	0.380	3.13
	3	4.40	0.300	2.54
แกบ้าน	1	4.23	0.315	2.61
	2	4.33	0.315	2.51
	3	4.53	0.330	2.47
นนทรี	1	4.34	0.300	3.57
	2	4.23	0.400	2.99
	3	4.23	0.385	2.65
หางนกยูงฝรั่ง	1	4.30	0.230	3.02
	2	4.14	0.305	2.96
	3	4.50	0.265	4.09
กระถินณรงค์	1	4.04	0.230	3.50
	2	3.92	0.315	2.37
	3	4.51	0.395	2.85
ก้ามปู	1	4.29	0.550	2.24
	2	4.32	0.310	2.375
	3	4.49	0.490	2.78
ขี้เหล็ก	1	4.28	0.465	2.34
	2	4.51	0.270	2.41
	3	4.12	0.490	2.17
ปุยเคมี	1	4.30	0.535	1.86
	2	4.33	0.535	1.96
	3	4.37	0.585	1.92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการแข่งขันเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 7 แสดงระยะเวลาในการออกดอก 50% ของข้าว

SOV	DF	SS	MS	F
TREATMENTS	8.0000	156.7396	19.5924	3.8057 **
ERROR	18.0000	92.6667	5.1481	
TOTAL	26.0000	249.4063		

CV. = 2.36 %

** = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

T ₁	ควบคุม	=	101.00	a
T ₆	กระถินณรงค์	=	99.00	ab
T ₈	จีเหล็ก	=	96.67	bc
T ₂	โสนคางก	=	96.00	bc
T ₇	ก้ามปู	=	96.00	bc
T ₄	นนทรี	=	95.00	bc
T ₅	หางนกยูงฝรั่ง	=	94.67	bc
T ₉	ปุยเกษิ	=	94.67	bc
T ₃	แคบ้าน	=	92.33	c

ตารางภาคผนวกที่ 8 แสดงความสูงของต้นข้าวขณะเก็บเกี่ยว

SOV	DF	SS	MS	F
TREATMENTS	8.0000	717.5052	89.6881	1.2586 ^{ns}
ERROR	18.0000	1282.6980	71.2610	
TOTAL	26.0000	2000.2031		

CV. = 10.95 %

^{ns} = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 9 แสดงปริมาณไนโตรเจนของข้าวหลังเก็บเกี่ยว

SOV	DF	SS	MS	F
TREATMENTS	8.0000	0.0453	0.0057	0.8193 ^{ns}
ERROR	18.0000	0.1243	0.0069	
TOTAL	26.0000	0.1696		

CV. = 18.68 %

^{ns} = ไม่มีมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น

ตารางภาคผนวกที่ 10 แสดงการดูดใช้ในโตรเจนของข้าว (N-uptake)

SOV	DF	SS	MS	F
TREATMENTS	8.0000	17.7478	2.2185	2.4023 ^{ns}
ERROR	18.0000	16.6227	0.9235	
TOTAL	26.0000	34.3704		

CV. = 28.96 %

^{ns} = ไม่มีมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 9

ตารางภาคผนวกที่ 11 แสดงผลความเป็นกรด - ด่างของดินหลังจากการปลูกข้าว

SOV	DF	SS	MS	F
TREATMENTS	8.0000	0.1118	00.0140	0.5923 ^{ns}
ERROR	18.0000	0.4246	0.0236	
TOTAL	26.0000	0.5364		

CV. = 3.56 %

^{ns} = ไม่มีมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 12 แสดงผลความเป็นกรด - ด่างของดินจากการใส่ปุ๋ยพืชสด

SOV	DF	SS	MS	F
TREATMENTS	8.0000	0.1119	0.0140	0.5931 ^{ns}
ERROR	18.0000	0.4246	0.0236	
TOTAL	26.0000	0.5365		

CV. = 36.36 %

^{ns} = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางภาคผนวกที่ 13 แสดงค่าการนำไฟฟ้าของดินหลังการปลูกข้าว

SOV	DF	SS	MS	F
TREATMENTS	8.0000	0.1896	0.0237	4.5318 **
ERROR	18.0000	0.0941	0.0052	
TOTAL	26.0000	0.2837		

CV. = 18.96 %

** = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 14 แสดงค่าการนำไฟฟ้าของดินจากการใส่ปุ๋ยพืชสด

SOV	DF	SS	MS	F
TREATMENTS	8.0000	0.1797	0.0225	4.2748 **
ERROR	18.0000	0.0946	0.0053	
TOTAL	26.0000	0.2743		

CV. = - 255.21 %

** = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

T ₆	ปุ๋ยเคมี	= + 0.1377 a
T ₇	ก้ามปู	= + 0.0360 ab
T ₁	ควบคุม	= + 0.0243 bc
T ₈	ขี้เหล็ก	= - 0.0057 bc
T ₄	นนทรี	= - 0.0523 bc
T ₂	โสนกลางก	= - 0.0536 bc
T ₃	แกลบ้าน	= - 0.0940 bc
T ₈	กระถินณรงค์	= - 0.0101 bc
T ₅	หางนกยูงฝรั่ง	= - 0.0147 c

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 15 แสดงเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุของดินหลังการปลูกข้าว

SOV	DF	SS	MS	F
TREATMENTS	8.0000	5.0950	0.6369	4.6449 **
ERROR	18.0000	2.4680	0.1371	
TOTAL	26.0000	7.5630		

CV. = 14.24 %

** = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

T ₅	หางนกยูงฝรั่ง	=	3.3564	a
T ₄	นนทรี	=	3.0703	ab
T ₆	กระถินณรงค์	=	2.9098	abc
T ₂	โสนคางคก	=	2.6470	bcd
T ₇	ก้ามปู	=	2.5665	bcde
T ₃	แคบ้าน	=	2.5325	bcde
T ₈	ขี้เหล็ก	=	2.3037	cde
T ₁	กวางคุ่ม	=	2.1081	de
T ₀	ปุ๋ยเคมี	=	1.9134	e

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 16 แสดงเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุของดินจากการใส่ปุ๋ยพืชสด

SOV	DF	SS	MS	F
TREATMENTS	8.0000	5.0964	0.6368	4.6451 **
ERROR	18.0000	2.4677	0.1371	
TOTAL	26.0000	7.5622		

CV. = 78.28 %

** = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

T ₅	หางนกยูงฝรั่ง	=	+ 1.2286	a
T ₄	นนทรีย์	=	+ 0.9424	ab
T ₆	กระถินณรงค์	=	+ 0.7820	abc
T ₂	โสนกลางคอก	=	+ 0.5192	bcd
T ₇	ก้ามปู	=	+ 0.4387	bcde
T ₃	แกลบ้าน	=	+ 0.4057	bcde
T ₈	จีเหล็ก	=	+ 0.1759	cde
T ₁	ควบกุม	=	- 0.0197	de
T ₉	ปุ๋ยเคมี	=	- 0.2144	e

ตารางภาคผนวกที่ 17 แสดงน้ำหนักของฟางข้าวและเมล็ดที่ 14% ความชื้น

SOV	DF	SS	MS	F
TREATMENTS	8.0000	281.5744	35.1968	2.4374 ^{ns}
ERROR	18.0000	259.9222	14.4401	
TOTAL	26.0000	541.4966		

CV. = 22.51 %

^{ns} = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ... ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้