ผลของการจัดการฟางข้าวและปุ๋ยต่อผลผลิตและการสะสมธาตุอาหารของข้าว

Effects of Rice Straw and Fertilizer Management on Yield and Nutrient Content of Rice

คำนำ

เกษตรกรที่ปลูกข้าวนิยมนำฟางข้าวออกจากนาหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อใช้เป็นอาหารโคและกระบือ วัสดุเพาะเห็ดฟาง และวัสดุคลุมแปลงผัก ส่วนที่เหลือในนาก็มักเผา การนำฟางข้าวออกไปใช้ประโยชน์ข้างต้นหากมิได้นำกลับคืนสู่นาในรูปปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก ก็ถือว่ามีการสูญเสียอินทรียสารและธาตุอาหารบางส่วนอย่างถาวร ส่วนการเผาฟางข้าวทำให้เกิดมลพิษทางอากาศและเสียสมดุลธรรมชาติของอินทรียวัตถุและธาตุอาหารพืช กล่าวคือ การเผาฟางข้าวทำให้มีการสูญเสียวัสดุอินทรีย์ ธาตุไนโตรเจน และกำมะถันไปกับการเผาไหม้ (ประพิศ และ วิศิษฐ์, 2534) ฟางข้าวประกอบไปด้วยไนโตรเจน 0.50-0.80% ฟอสฟอรัส 0.07-0.12% โพแทสเซียม 1.20-1.70% แคลเซียม 0.38% แมกนีเซียม 0.23% สังกะสี 0.05-0.10% กำมะถัน 0.05-0.10% ซิลิคอน 5% คาร์บอน 40-50% และอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน 50:1-100:1 (ประเสริฐ, 2543; Ponnamperuma, 1984; Dobermann and Fairhurst, 2000, 2002) การลดการเผาตอซังข้าวและฟางข้าว แต่ไถกลบลงไปในดินจะทำให้อินทรียวัตถุในดินเพิ่มขึ้น ซึ่งจะช่วยเพิ่มความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน การดูดซับธาตุอาหารพวกแคตไอออนให้เป็นประโยชน์ต่อพืชจึงมีมากขึ้น และลดการสูญเสียธาตุเหล่านั้นเนื่องจากการชะล้าง (นพรัตน์ และ วิทยา, 2533) การไถกลบฟางข้าวทำให้อินทรีย์คาร์บอน แคลเซียม แมกนีเซียม และเหล็กแลกเปลี่ยนได้ในดินมากขึ้น (Katoh *et al*., 2005) ความอุดมสมบูรณ์ของดินนาจึงสูงกว่าเดิม ดังนั้น การจัดการฟางข้าวในนาอย่างถูกต้องและต่อเนื่อง มีแนวโน้มจะช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมีในปีต่อๆ ไป โดยไม่ทำให้ผลผลิตลดลง ถ้ามีการจัดการฟางข้าวที่เหมาะสมร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างมีประสิทธิภาพจะช่วยลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มคุณภาพของผลผลิตข้าว และรักษาระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินไว้ได้ยืนนาน การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยในนาข้าวสามารถทำได้โดยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตราที่เหมาะสม (ชอบ, 2526) จึงได้ทำการศึกษาผลของการเผาฟางข้าวหรือไถกลบฟางข้าวและการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ต่อผลผลิตและการสะสมธาตุอาหารของข้าว

วัตถุประสงค์

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับการเผาฟางข้าวและการจัดการฟางข้าวต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต องค์ประกอบของผลผลิตข้าว การเปลี่ยนแปลงด้านความอุดมสมบูรณ์ของดิน และการสะสมธาตุอาหารของข้าวในระยะต่างๆ

การตรวจเอกสาร

1. องค์ประกอบและการสลายตัวของฟางข้าว

1.1 องค์ประกอบของฟางข้าว

การปลูกข้าวจนกระทั่งเก็บเกี่ยว จะได้ฟางข้าวปริมาณ 0.32-1.60 ตันต่อไร่ (ทัศนีย์, 2543) องค์ประกอบด้านธาตุอาหารของฟางข้าวมีดังนี้ คือ ไนโตรเจน 0.50-0.80% ฟอสฟอรัส 0.07-0.12% โพแทสเซียม 1.20-1.70% แคลเซียม 0.38% แมกนีเซียม 0.23% สังกะสี 0.05-0.10% กำมะถัน 0.05-0.10% ซิลิคอน 5% คาร์บอน 40-50% และอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน 50:1-100:1 (ประเสริฐ, 2543; คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544; Ponnamperuma, 1984; Dobermann and Fairhurst, 2000, 2002)

1.2 การสลายตัวของฟางข้าว

เมื่อฟางข้าวสลายตัวจะได้ฮิวมัสเพิ่มขึ้นในดิน ฮิวมัสหรืออินทรียวัตถุที่เพิ่มขึ้นในดินจะบ่งบอกถึงศักยภาพในการปลดปล่อยไนโตรเจนออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืช ทั้งนี้ฟางข้าวเป็นแหล่งพลังงานที่ดีของจุลินทรีย์พวก heterotrophs ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการสร้างฮิวมัสในดิน การใส่ฟางข้าวจะมีอิทธิพลต่อกระบวนการทางเคมีในดินหลายประการ เช่น เร่งปฏิกิริยารีดักชันในดิน Yoneyama *et al.* (1977) กล่าวว่า การใส่ฟางข้าวในดินที่มีน้ำขังจะกระตุ้นกิจกรรมการเกิดรีดักชันของ acetylene และกระบวนการย่อยสลายเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว การใส่ฟางข้าวมีผลทำให้สารอินทรีย์ไนโตรเจนหลายชนิด และค่ารีดอกซ์โพเทนเชียลลดลง แต่อินทรียวัตถุในดินเพิ่มขึ้นซึ่งส่งเสริมให้เกิดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการตรึงไนโตรเจนของ heterotrophic bacteria นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่ม pH และค่าการนำไฟฟ้าในดินกรด เกิดกระบวนการ immobilization ของไนโตรเจนในดินชั่วคราว แต่ถ้ากระบวนการ immobilization เกิดมากกว่ากระบวนการ mineralization จะทำให้ไนโตรเจนที่จะเป็นประโยชน์ต่อพืชในดินลดปริมาณลงจนอาจทำให้พืชเกิดการขาดธาตุไนโตรเจนได้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544)

Yoneyama and Yoshida (1977) กล่าวไว้ว่าเมื่อใส่ฟางข้าวลงไปในดินที่มีการขังน้ำจะทำให้กระบวนการ mineralization ลดลง และเกิดกระบวนการ immobilization ของไนโตรเจนในระหว่างการย่อยสลายฟางข้าวในพื้นที่ที่มีการขังน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Johnsona *et al.*

(2006) ที่ว่า การไถกลบฟางข้าวในดินนาน้ำขัง แล้วปล่อยให้ย่อยสลายโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ในช่วงระยะเวลาสั้นๆ อาจทำให้เกิดกระบวนการ immobilization ของธาตุอาหารพืช หรืออาจเกิดกรดอินทรีย์ที่เป็นพิษกับพืชจนทำให้การเจริญเติบโตของพืชชะงักลงได้ การใส่ฟางข้าวยังเพิ่มจุลินทรีย์จำพวก aerobic N fixing bacteria ที่อยู่ที่ผิวดินบน และบริเวณรากข้าว ซึ่งมีบทบาทในการตรึงไนโตรเจน โดยได้รับ organic metabolite ที่แพร่กระจายมาจากส่วนที่ไม่มีออกซิเจนในดินที่ขังน้ำ การสลายตัวของฟางข้าวทำให้เกิด volatile fatty acid และ phenolic acid การเกิด fatty acid ที่อุณหภูมิต่ำ และดินเป็นกรดทำให้ fatty acid สามารถอยู่ได้นานในดิน ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส กรดเหล่านี้จะหายไปภายใน 2-3 สัปดาห์หลังจากใส่ฟางข้าว การย่อยสลายฟางข้าวทำให้เกิดการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน เอธิลีน และไฮโดรเจนซัลไฟด์ (ทัศนีย์, 2543)

1.3 ประโยชน์ของฟางข้าวในดินนา

การใส่ฟางข้าวลงไปในดินทำให้ดินมีปริมาณของอินทรียวัตถุมากขึ้น มีสภาพจุลนิเวศเหนือผิวดินเหมาะสมต่อสิ่งมีชีวิต เช่น จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ และไส้เดือน เป็นต้น ดินสามารถเก็บกักน้ำและรักษาระดับความชื้นให้อยู่ในดินได้นาน ทำให้เป็นประโยชน์แก่พืช เมื่อฟางข้าวสลายตัวจะได้ฮิวมัส ช่วยเพิ่มความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) ให้ธาตุอาหารแก่พืช เช่น ไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม ซิลิคอน และทำให้ฟอสฟอรัสและเหล็กเป็นประโยชน์ต่อข้าวมากขึ้น นอกจากนี้ฟางข้าวยังเป็นแหล่งของจุลธาตุอีกด้วย (ทัศนีย์, 2543)

สำหรับผลระยะสั้นของการใส่ฟางข้าวกลับลงไปในแปลงปลูกข้าวจะไม่ทำให้สมบัติของดินแตกต่างจากเดิมมากนัก แต่เมื่อใส่ระยะยาวจะเห็นความแตกต่างดังกล่าวอย่างเด่นชัด เนื่องจากการใส่ฟางข้าวจะช่วยเพิ่มธาตุอาหารให้กับข้าวในระยะยาว (Dobermann and Fairhurst, 2000, 2002) นอกจากนี้วรพจน์ และคณะ (2526) รายงานว่า การใส่ฟางข้าวอย่างเดียวทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นมากกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวประมาณ 30% การใส่ฟางข้าวร่วมกับปุ๋ยเคมีอย่างต่อเนื่องจะช่วยเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น ทั้งนี้เพราะเมื่อใส่ฟางข้าวลงไปในดินที่มีระบบการปลูกข้าวแบบนาน้ำขังจะช่วยเพิ่มปริมาณของคาร์บอน ไนโตรเจน และเพิ่มความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และซิลิคอนในดิน (Ponnamperuma, 1984) การใส่ฟางข้าวลงไปในดินยังมีผลทำให้อินทรีย์คาร์บอน แคลเซียม แมกนีเซียม และเหล็กแลกเปลี่ยนได้ละลายออกมาอยู่ในสารละลายดินได้มากขึ้น (Katoh *et al*., 2005)

2. ปุ๋ยอินทรีย์และผลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตของข้าว

2.1 ปุ๋ยอินทรีย์

ปุ๋ยอินทรีย์มี 3 ประเภท คือ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยพืชสด ซึ่งมีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เหล่านี้ทั้งในนาข้าว พืชไร่ และพืชสวน

2.1.1 ปุ๋ยคอก หมายถึง ปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากมูลสัตว์ต่างๆ ที่อยู่ในรูปของเหลว และของแข็ง รวมทั้งวัสดุรองพื้นคอกสัตว์ ได้แก่ ฟางข้าว แกลบ และเศษหญ้า (ประเสริฐ, 2543) ปริมาณธาตุอาหาร และรูปของธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์ อาหารที่สัตว์กิน วิธีการเลี้ยง และการเก็บรักษาปุ๋ยคอก (มุกดา, 2548; ธงชัย, 2546)

2.1.2 ปุ๋ยหมัก หมายถึง ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ได้จากการนำวัสดุอินทรีย์เหลือใช้ต่างๆ เช่น ซากพืช ซากสัตว์ และมูลสัตว์มาหมักรวมกันให้สลายตัวผุพังตามธรรมชาติ โดยปรับสภาพกองวัสดุอินทรีย์ให้มีความชื้นเหมาะสม และการถ่ายเทอากาศดี แล้วปล่อยทิ้งไว้ให้เกิดกระบวนการย่อยสลายทางชีวเคมีโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ จนวัสดุอินทรีย์เหล่านั้นแปรสภาพเป็นชิ้นส่วนขนาดเล็ก และมีรูปร่างเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมอย่างสิ้นเชิง (ดำริ และ สุทิน, 2542) นอกจากนี้ยังพบว่า การย่อยสลายของฟางข้าวยังได้วัสดุที่มีความคงต่อการย่อยสลาย ซึ่งมีสีน้ำตาลปนดำ จึงสามารถนำไปใช้ปรับปรุงดินได้ ดังนั้น ในการเตรียมกองปุ๋ยหมักอาจใส่ปุ๋ยเคมีเพื่อช่วยเร่งกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน ทั้งนี้เพื่อเพิ่มคุณค่าด้านธาตุอาหารของปุ๋ยหมักให้สูงขึ้นด้วย (วรพจน์, 2529; สรสิทธิ์, 2535; ชาญ, 2536; ลัดดาวัลย์, 2541; ธงชัย , 2546; มุกดา, 2547, 2548)

ปุ๋ยหมักที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จะมีลักษณะดังนี้ คือ 1) สีของกองปุ๋ยหมักจะเข้มขึ้นกว่าเมื่อเริ่มกอง อาจจะเป็นสีน้ำตาลเข้มจนถึงสีดำ ซึ่งเป็นสีของพวกอินทรียวัตถุ 2) อุณหภูมิของปุ๋ยหมักไม่แตกต่างหรือใกล้เคียงกับอุณหภูมิของอากาศภายนอกกองปุ๋ยหมัก 3) ปุ๋ยหมักจะต้องอ่อนนุ่ม ยุ่ย และขาดออกจากกันได้ง่ายไม่แข็งกระด้างเหมือนวัสดุเริ่มแรก เมื่อใช้นิ้วบี้ดูจะรู้สึก อ่อนนุ่ม และ 4) ปุ๋ยหมักจะมีความพรุนสูง (วรพจน์, 2529) ไม่มีกลิ่นเหม็นฉุนของก๊าซต่างๆ อาจมีหญ้าหรือเห็ดขึ้นบนกองปุ๋ยหมักได้ (ธงชัย, 2546; มุกดา, 2547, 2548) อย่างไรก็ตาม ปุ๋ยหมักที่ทำจากเศษเหลือใช้ต่างๆ จะมีคุณสมบัติบางประการแตกต่างกัน ดังนั้น กรมวิชาการเกษตรจึงได้กำหนดมาตรฐานของปุ๋ยหมักไว้ดังตารางผนวกที่ 1 (กรมวิชาการเกษตร, 2548ข)

2.1.3 ปุ๋ยพืชสด หมายถึง ปุ๋ยที่ได้จากการไถกลบพืช และคลุกเคล้าลงสู่ดินในขณะที่พืชนั้นเจริญเติบโต และยังสดอยู่ ก่อนที่จะมีการปลูกพืชหลัก การไถกลบพืชจะไถกลบในระยะที่พืชเริ่มออกดอกถึงระยะดอกบาน หลังจากย่อยสลายจนสมบูรณ์แล้วจึงปลูกพืชหลัก

การไถกลบพืชสดในนาข้าว ควรทำขณะเมื่อมีน้ำขังในนา หรือก่อนที่จะมีน้ำขังเล็กน้อยเท่านั้น เนื่องจากถ้าไถกลบก่อนการขังน้ำนานๆ เมื่อพืชสลายตัวจะได้ไนโตรเจนในรูปของไนเทรต และเมื่อขังน้ำไนเทรตก็ถูกเปลี่ยนรูปไปเป็นก๊าซไนตริกออกไซด์ ไนตรัสออกไซด์ และก๊าซไนโตรเจนโดยขบวนการดีไนตริฟิเคชัน ทำให้สูญเสียไนโตรเจนไปในบรรยากาศ ส่วนการไถกลบในสภาพน้ำขังไนโตรเจนจะถูกปลดปล่อยออกมาในรูปของแอมโมเนียม ซึ่งรากข้าวสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที พืชที่ใช้ปลูกเป็นปุ๋ยพืชสดมีด้วยกันหลายชนิด แต่ที่นิยมปลูกมากที่สุดได้แก่ พืชตระกูลถั่ว เนื่องจากพืชตระกูลถั่วสามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินทุกประเภทแล้ว ยังมีสมบัติพิเศษที่สามารถเจริญเติบโตร่วมกับจุลินทรีย์ที่ตรึงไนโตรเจนจากอากาศ จึงทำให้มีประสิทธิภาพสูงกว่าพืชชนิดอื่น (ประเสริฐ, 2543; ธงชัย, 2546; มุกดา, 2548)

2.2 ผลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตของข้าว

2.2.1 ปุ๋ยคอก

มีรายงานว่าการใส่ปุ๋ยคอกช่วยให้ผลผลิตของข้าวเพิ่มขึ้น เช่น อนนท์ และคณะ (2537) พบว่า การปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 เมื่อใส่ปุ๋ยคอกมูลวัวอัตรา 1,500 และ 3,000 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้อย่างชัดเจน ส่วนมูลไก่นั้นเมื่อใส่ในอัตรา 300 และ 600 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ได้ร้อยละ 16-32 และ 33-34 ตามลำดับ กรรณิกา (2541) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยคอกจะช่วยปรับปรุงบำรุงดิน และทำให้ต้นข้าวเจริญเติบโตดี จากการทดลองใส่ปุ๋ยคอก (มูลวัวและมูลควาย) ที่ทุ่งกุลาร้องไห้ โดยใส่อัตรา 1,600 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ได้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ย เนื่องจากปุ๋ยคอกจะเป็นแหล่งของธาตุไนโตรเจน โพแทสเซียม และกำมะถัน ส่วนฟอสฟอรัส และแคลเซียมจะมีปริมาณรองลงมา ซึ่งจะมีปริมาณมากกว่าแมกนีเซียมเล็กน้อย ส่วนปริมาณธาตุอื่นๆ จะมีปริมาณที่น้อย นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยคอกจะช่วยเพิ่มอินทรียวัตถุในดิน โดยอินทรียวัตถุจะคงเหลือจากการสลายตัว 20-40 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักปุ๋ยทั้งหมด ในกระบวนการสลายตัวของปุ๋ยจะปลดปล่อยไนโตรเจนและธาตุอื่นๆ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อข้าว (Plaster, 2003)

2.2.2 ปุ๋ยหมัก

การใช้ปุ๋ยหมักอย่างต่อเนื่องจะช่วยบำรุงดินทำให้ข้าวเจริญเติบโตดีขึ้น กล่าวคือ ปุ๋ยหมักเป็นแหล่งของสารประกอบฮิวมัสในดิน ซึ่งจะปลดปล่อยธาตุหลัก ธาตุรอง และจุลธาตุออกมาอย่างช้าๆ ทำให้ดินมีความสามารถให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นจากการเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุ และแร่ธาตุอาหารพืช ถ้าเป็นดินไร่ที่มีเนื้อละเอียดและอัดตัวกันแน่น ปุ๋ยหมักก็จะช่วยให้ดินนั้นมีสภาพไม่อัดตัวแน่นทึบ สะดวกต่อการไถพรวน รากพืชเจริญเติบโตได้รวดเร็ว แข็งแรง มีระบบรากที่สมบูรณ์ จึงดูดธาตุต่างๆ และน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ การใส่ปุ๋ยหมักในนาข้าวช่วยให้ต้นข้าวเจริญเติบโตได้ดี และมีดัชนีพื้นที่ใบ (LAI) เพิ่มขึ้น (ประเสริฐ, 2543) Shu (2005) รายงานว่า การใช้ปุ๋ยหมักจะมีผลต่อการเจริญเติบโต และการดูดธาตุอาหารของรากข้าว และมีผลทำให้ได้ผลผลิตข้าวสูงขึ้น ส่วนในดินเนื้อหยาบ เช่น ดินทรายและดินร่วนปนทรายที่มีอินทรียวัตถุต่ำจะมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ การใส่ปุ๋ยหมักก็จะช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน ในดินเนื้อหยาบจึงควรต้องใส่ปุ๋ยหมักให้มากขึ้นกว่าปกติ (ธงชัย, 2546)

การใส่ปุ๋ยหมักเป็นการเพิ่มธาตุอาหารให้แก่ดินโดยตรง ถึงแม้จะไม่มากเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีก็ตาม แต่จะค่อยๆ ปลดปล่อยให้เป็นประโยชน์ต่อพืชในระยะยาว ประเสริฐ และคณะ (2533) พบว่า การใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวติดต่อกันระยะยาวมีผลทำให้อินทรียวัตถุในดิน ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด โพแทสเซียมแลกเปลี่ยนได้ และผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน การใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวอัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ ติดต่อกัน 14 ปี ได้ผลผลิตข้าวเฉลี่ยสูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว อนนท์ (2536) รายงานว่า การใช้ปุ๋ยหมักฟางข้าวในอัตรา 2,000-4,000 กิโลกรัมต่อไร่ อย่างเดียวสามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้ใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว เนื่องจากปุ๋ยหมักเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่ทำจากวัสดุเศษพืชต่างๆ ดังนั้นจึงมีธาตุหลัก และธาตุรองค่อนข้างครบถ้วนที่พืชจะใช้ในการเจริญเติบโต รวมถึงจุลธาตุ เช่น เหล็ก ทองแดง สังกะสี และโมลิบดีนัม นอกจากนี้ปุ๋ยหมักยังเป็นวัสดุที่มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) ค่อนข้างสูง จึงช่วยเพิ่มการดูดซับแคตไอออนจากปุ๋ยเคมี ธาตุอาหารส่วนนั้นจึงไม่ถูกชะล้างไป และข้าวก็สามารถนำใช้ประโยชน์ได้ เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมี ทำให้ประหยัด และสามารถลดการใช้ปุ๋ยเคมีลงได้ นอกจากนี้ในบางกรณีปุ๋ยหมักยังช่วยลดความเป็นพิษของบางธาตุที่มีมากเกินไป เช่น การใส่ปุ๋ยหมักในดินกรดสามารถช่วยลดความเป็นพิษของอะลูมินัม และแมงกานีส โดยช่วยดูดยึดธาตุทั้ง 2 ไว้ ทำให้ละลายในสารละลายดินลดลง และการใช้ปูนร่วมกับปุ๋ยหมักจะสามารถลดความเป็นพิษของอะลูมินัม และแมงกานีสได้ดีที่สุด (พิทยากร, 2535) Brady and Weil (2002) กล่าวไว้ว่า อินทรียวัตถุในดินจะเป็นแหล่งของพลังงาน คาร์บอน และธาตุอาหารให้กับจุลินทรีย์ ทำให้ในดินมีจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น และกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเพิ่มขึ้นด้วย (ธงชัย, 2546)

2.2.3 ปุ๋ยพืชสด

การใช้ปุ๋ยพืชสดในสภาพดินขังน้ำนั้น ปุ๋ยพืชสดจะเป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ในดิน มีผลต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ในการสังเคราะห์ aliphatic acids, phenolic acids, ethylene, carbondioxide และ hydrogen sulfide ซึ่งหากมีมากอาจจะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการดูดธาตุอาหารของข้าว (SubbaRao, 1988) อย่างไรก็ตาม ปุ๋ยพืชสดจะให้ปริมาณไนโตรเจน 8-16 กิโลกรัม (N) ต่อไร่ หรือมากกว่า เมื่อมีการใส่ปุ๋ยพืชสดแล้วปลูกข้าวครั้งแรกปริมาณไนโตรเจนจะถูกปลดปล่อยออกมาประมาณ 50-80% ส่วนที่เหลือจะออกมาเป็นประโยชน์ในการปลูกข้าวครั้งที่ 2 แต่ถ้ามีการใช้ปุ๋ยพืชสดในนาข้าวอย่างต่อเนื่อง ไนโตรเจนที่ปลดปล่อยออกมาจะเพียงพอกับความต้องการของข้าว (Bouldin, 1988) สำหรับไนโตรเจนที่ได้จากปุ๋ยพืชสดหลังจากไถกลบนั้น 50% ข้าวจะดูดไปใช้ได้ภายหลังจากปลูกข้าว 42 วัน ส่วนปริมาณที่เหลือจะยังคงอยู่จนถึง 123 วัน (Nagarajah, 1988) การใช้ปุ๋ยพืชสดจะช่วยเพิ่มอินทรีย์คาร์บอนในดิน และปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน นอกจากนี้การใช้ปุ๋ยพืชสดยังมีผลต่อสมบัติด้านต่างๆ ของดินซึ่งมีผลต่อผลผลิตข้าว (Meelu and Morris, 1988)

3. ปุ๋ยเคมีและการตอบสนองของข้าวต่อการใช้ปุ๋ยเคมี

3.1 การจำแนกปุ๋ยเคมี

การจำแนกปุ๋ยเคมีตามชนิด และจำนวนธาตุอาหารหลัก แบ่งออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้

3.1.1 ปุ๋ยธาตุอาหารหลัก

ธาตุอาหารหลัก หรือธาตุปุ๋ยมี 3 ชนิด คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ปุ๋ยธาตุอาหารหลักประกอบด้วยปุ๋ยเชิงเดี่ยว ปุ๋ยเชิงผสม และปุ๋ยเชิงประกอบ (ปิยะ, 2538)

ก. ปุ๋ยเชิงเดี่ยว เป็นปุ๋ยเคมีที่มีธาตุอาหารหลักชนิดใดชนิดหนึ่งเพียงชนิดเดียว ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส หรือโพแทสเซียม เช่น ปุ๋ยยูเรีย (มี N) ปุ๋ยทริบเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต (มี P) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (มี K) เป็นต้น

ข. ปุ๋ยเชิงผสม เป็นปุ๋ยเคมีที่มีธาตุอาหารหลักตั้งแต่สองชนิดขึ้นไป ได้จากการผสมแม่ปุ๋ยชนิดต่างๆ เข้าด้วยกันโดยกระบวนการผลิตเชิงกล ที่ไม่ทำให้แม่ปุ๋ยชนิดต่างๆ เกิดปฏิกิริยาทางเคมีต่อกัน และ/หรือเกิดสารประกอบเคมีชนิดใหม่ที่แตกต่างจากแม่ปุ๋ยเดิมที่ใช้ผสม

ค. ปุ๋ยเชิงประกอบ เป็นปุ๋ยที่ทำขึ้นด้วยกรรมวิธีทางเคมี และมีธาตุปุ๋ยอย่างน้อยสองธาตุขึ้นไป เช่น ปุ๋ยไนโตรเจนฟอสเฟต ปุ๋ยโพแทสเซียมไนเทรต เป็นต้น

3.1.2 ปุ๋ยธาตุรอง

ปุ๋ยธาตุรอง เป็นปุ๋ยเคมีที่มีธาตุรองมากกว่าหนึ่งธาตุเป็นองค์ประกอบหลักในปริมาณมากพอที่จะใช้เป็นปุ๋ยเพื่อแก้ปัญหาการขาดธาตุรอง หรือเพื่อให้ได้รับธาตุรองมากยิ่งขึ้น เช่น ยิปซัม ($CaSO_4.2H_2O$) เป็นต้น

3.1.3 ปุ๋ยจุลธาตุหรือปุ๋ยธาตุอาหารเสริม

ปุ๋ยจุลธาตุ หมายถึง ปุ๋ยที่มีจุลธาตุชนิดใดชนิดหนึ่ง หรือหลายชนิดเป็นองค์ประกอบหลัก เช่น เหล็กอีดีทีเอ บอแร็กซ์ โซเดียมโมลิบเดต เป็นต้น นอกจากนี้ปุ๋ยธาตุอาหารหลัก และปุ๋ยธาตุอาหารรองบางชนิดอาจมีจุลธาตุซึ่งอยู่ในรูปของผลพลอยได้ หรือจงใจเสริมลงไปในปุ๋ยธาตุอาหารหลัก และปุ๋ยธาตุอาหารรองนั้นๆ (ปิยะ, 2538)

3.2 การตอบสนองของข้าวต่อการใช้ปุ๋ยเคมี

ปุ๋ยเคมีเป็นปุ๋ยที่มีปริมาณธาตุอาหารสูง สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวในดินที่มีธาตุอาหารต่ำ และข้าวสามารถนำธาตุอาหารไปใช้ได้อย่างรวดเร็ว (ลัดดาวัลย์, 2541) วีรศักดิ์ (2538) พบว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าวที่ปลูกแบบนาธรรมชาติ และนาหว่านในชุดดินร้อยเอ็ด และชุดดิน-กำแพงแสนจะมีผลทำให้ความสูงของต้นข้าว น้ำหนักแห้งของข้าว องค์ประกอบผลผลิตข้าว และผลผลิตข้าวสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย Shu (2005) กล่าวว่า การใช้ปุ๋ยเคมีจะทำให้จำนวนหน่อต่อกอของต้นข้าว น้ำหนักแห้งของผลผลิต และปริมาณธาตุอาหารที่ข้าวดูดได้จะสูงกว่าการใช้ปุ๋ยหมัก ทั้งนี้เนื่องจากธาตุอาหารที่อยู่ในปุ๋ยเคมีจะอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมากกว่า ดังนั้นข้าวจึงใช้ธาตุอาหารที่ให้ในรูปของปุ๋ยเคมีได้รวดเร็ว และเพียงพอต่อความต้องการในการเจริญเติบโตของต้นข้าว

ดังนั้น เพื่อให้การใช้ปุ๋ยเคมีเป็นไปอย่างสอดคล้องกับระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน กรมวิชาการเกษตร (2548ก) จึงได้กำหนดอัตราปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสเฟต และโพแทช ที่สอดคล้องกับระดับอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมแลกเปลี่ยนได้ในดิน

4. ผลของการไถกลบตอซังและฟางข้าว และการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี

การจัดการฟางข้าวโดยการไถกลบลงไปในดินก่อนการเตรียมดินเพื่อปลูกข้าวนั้น จะให้ผลด้านการเพิ่มผลผลิตข้าว เมื่อมีการใช้ปุ๋ยอย่างเหมาะสมด้วย จงรักษ์ และคณะ (2544) พบว่า การใส่ตอซังข้าวร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับใส่ปุ๋ยเคมีจะช่วยให้ข้าวเจริญเติบโต ดูดดึงธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมขึ้นมาใช้ได้ในปริมาณที่มากกว่า และให้ผลผลิตเมล็ดที่สูงกว่าข้าวที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว นอกจากนี้ อนนท์ (2536) ศึกษาผลของฟางข้าวต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินและผลผลิตข้าว พบว่า การไถกลบฟางข้าวอัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตสูงกว่าการเกี่ยวตอซังชิดดินทิ้ง การเผาตอซังแล้วไถกลบ และการใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวอัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ การเผาตอซังแล้วเตรียมดินมีแนวโน้มให้ผลผลิตต่ำที่สุด และการใช้ปุ๋ยหมักฟางข้าวในอัตรา 2,000-4,000 กิโลกรัมต่อไร่ อย่างเดียวสามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้ใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว แต่การใช้ปุ๋ยหมักฟางข้าวจำนวนมากอาจจะเป็นอุปสรรคต่อการจัดหา และขนย้ายไปใส่ในนา การใช้ปุ๋ยหมักฟางข้าวอัตราต่ำร่วมกับปุ๋ยเคมีน่าจะเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด ส่วนสมฤทัย (2545) ศึกษาอิทธิพลของการใส่ฟางข้าวร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของดิน ผลผลิต และการดูดใช้ธาตุอาหารของข้าวที่ปลูกในดินเนื้อปูนชุดดินลพบุรีในสภาพขังน้ำ พบว่า การใส่ฟางข้าวในดินเนื้อปูนชุดดินลพบุรีในสภาพน้ำขังจะมีผลทำให้ pH ของดิน ปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนในดินลดลง ส่วนค่าการนำไฟฟ้าของดิน สภาพรีดักชัน และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์จะเพิ่มขึ้น เมื่อมีการใส่ฟางข้าวร่วมกับปุ๋ยเคมี pH ของดินจะต่ำกว่าที่ใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว ค่าการนำไฟฟ้า สภาพรีดักชัน และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินที่ใส่ฟางข้าวร่วมกับปุ๋ยเคมีจะสูงกว่าที่ใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว และข้าวที่ใส่ฟางข้าวร่วมกับปุ๋ยเคมีจะมีการเจริญเติบโต การให้ผลผลิตเมล็ด และการดูดใช้ธาตุอาหารสูงกว่าข้าวที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวอย่างเด่นชัด อย่างไรก็ตาม Shu (2005) พบว่า การใช้ปุ๋ยหมักจะมีผลต่อการเจริญเติบโต การดูดธาตุอาหารของต้นข้าว และทำให้ได้ผลผลิตดี ถ้าจะให้การดูดใช้ธาตุอาหารและผลผลิตของข้าวสูงควรใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมี

สำหรับผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อผลผลิตข้าวนั้น ประเสริฐ และคณะ (2533) รายงานว่า แปลงข้าวที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับปุ๋ยเคมีจะให้ผลผลิตข้าว และความอุดม-

สมบูรณ์ของดินดีกว่าการใช่ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยเคมีอย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียว ส่วนสุรพล (2538) กล่าวว่า การใช้ปุ๋ยคอกร่วมกับปุ๋ยเคมีมีผลทำให้ผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกบนนาดินทรายเพิ่มขึ้นในทุกๆ ลักษณะมากกว่าการใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยเคมีเพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง สถาบันวิจัยข้าว (2543) รายงานว่า ดินนาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนมากมีเนื้อดินเป็นทราย มีอินทรียวัตถุ และความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารได้น้อย จึงมีสมรรถภาพในการผลิตต่ำ การเพิ่มธาตุอาหารโดยการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวไม่สามารถทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นได้มากนัก การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก และปุ๋ยพืชสด จึงเป็นแนวทางที่จะเพิ่มสมรรถภาพการผลิตของดิน และทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัดในด้านการใช้ปุ๋ยแบบผสมผสานนั้น สรสิทธิ์ (2535) กล่าวว่า ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ควรจะมีบทบาทร่วมกัน และสนับสนุนส่งเสริมกันที่จะสร้างผลประโยชน์ที่ดีที่สุดในแง่ความอุดมสมบูรณ์ของดินมากกว่าที่จะเป็นคู่แข่งขันกันที่เกษตรกรจะต้องตัดสินใจเลือกเอาการใช้อย่างใดอย่างหนึ่ง การใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ดีที่สุด และมีความสำคัญต่อการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

อุปกรณ์

1. พันธุ์ข้าวปิ่นเกษตร มีลักษณะประจำพันธุ์ ดังนี้ (หน่วยปฏิบัติการค้นหาและใช้ประโยชน์ยีนข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2550)

1.1 เป็นข้าวนาสวนไม่ไวต่อช่วงแสง อายุเก็บเกี่ยว 120-140 วัน
1.2 ต้นสูงประมาณ 105 เซนติเมตร
1.3 การแตกกอดี
1.4 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 700-800 กิโลกรัมต่อไร่
1.5 เปอร์เซ็นต์ข้าวกล้อง 76% และเปอร์เซ็นต์ข้าวเต็มเมล็ด 50%
1.6 ความยาวของเมล็ดข้าวเปลือก 11 มิลลิเมตร
1.7 ปริมาณ Amylose 16%
1.8 อุณหภูมิแป้งสุก ระดับ 3
1.9 ปริมาณธาตุเหล็ก 1.1 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม

2. แปลงทดลองขนาด 840 ตารางเมตร ของภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

3. ฟางข้าว

4. ปุ๋ยหมักจากเปลือกยูคาลิปตัส (ผลการวิเคราะห์แสดงไว้ในตารางที่ 1)

5. ปุ๋ยเคมีที่ใช้ คือ ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0)

6. สารเคมีป้องกันจำกัดศัตรูพืช

7. อุปกรณ์การเก็บตัวอย่างดินและพืช เครื่องมือ และเคมีภัณฑ์ (analytical grade reagent) ที่จำเป็นสำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ

วิธีการทดลอง

1. แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 2x4 Factorial experiment in randomized complete block มี 3 ซ้ำ ปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

1.1 การจัดการฟางข้าว 2 แบบ คือ

1.1.1 เผาฟางข้าว (S1)

1.1.2 ไถกลบฟางข้าว (S2)

1.2 การใช้ปุ๋ย 4 แบบ (สำหรับอัตราปุ๋ยเคมีตำรับ F3 กำหนดตามผลการวิเคราะห์ดินตามตารางที่ 2) คือ

1.2.1 ไม่ใส่ปุ๋ย (F1)

1.2.2 ใช้ปุ๋ยหมักในอัตรา 18 กิโลกรัม (N) ต่อไร่ (F2) (หรือใช้ปุ๋ยหมักอัตรา 2,022 กิโลกรัมต่อไร่)

1.2.3 ใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา 18 กิโลกรัม (N) ต่อไร่ (F3)

1.2.4 ใช้ปุ๋ยหมักอัตรา 9 กิโลกรัม (N) ต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 9 กิโลกรัม (N) ต่อไร่ (F4)

การทดลองจึงประกอบไปด้วย 8 ตำรับการทดลอง คือ

ตำรับการทดลองที่ 1 เผาฟางข้าว และไม่ใส่ปุ๋ย (S1F1)

ตำรับการทดลองที่ 2 เผาฟางข้าว และใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 18 กิโลกรัม (N) ต่อไร่ (S1F2)

ตำรับการทดลองที่ 3 เผาฟางข้าว และใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 18 กิโลกรัม (N) ต่อไร่ (S1F3)

ตำรับการทดลองที่ 4 เผาฟางข้าว และใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมี อัตรา 18 กิโลกรัม (N) ต่อไร่ (S1F4)

ตำรับการทดลองที่ 5 ไถกลบฟางข้าว และไม่ใส่ปุ๋ย (S2F1)

ตำรับการทดลองที่ 6 ไถกลบฟางข้าว และใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 18 กิโลกรัม (N) ต่อไร่(S2F2)

ตำรับการทดลองที่ 7 ไถกลบฟางข้าว และใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 18 กิโลกรัม (N) ต่อไร่ (S2F3)

ตำรับการทดลองที่ 8 ไถกลบฟางข้าว และใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 18 กิโลกรัม (N) ต่อไร่ (S2F4)

การทดลองนี้ทำการปลูกข้าวทั้งหมด 3 ครั้ง ดังนี้ 1) ปลูกเดือนมิถุนายน – ตุลาคม 2548 2) ปลูกเดือนกุมภาพันธ์ – มิถุนายน 2549 และ 3) ปลูกเดือนตุลาคม 2549 – กุมภาพันธ์ 2550

2. การวิเคราะห์ปุ๋ยหมัก

เก็บตัวอย่างปุ๋ยหมักที่ใช้ในการทดลองมาวิเคราะห์สมบัติทางเคมี โดยวิธีการวิเคราะห์อธิบายไว้ใน Official Methods of Analysis of AOAC International (Horwitz, 2000) ซึ่งผลการวิเคราะห์แสดงไว้ในตารางที่ 1 เมื่อพิจารณาสมบัติของปุ๋ยหมักนี้ เทียบกับมาตรฐานของกรมวิชาการเกษตร (กรมวิชาการเกษตร, 2548ข) พบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุ ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมดได้มาตรฐาน ส่วนไนโตรเจนต่ำกว่ามาตรฐานเล็กน้อย เนื่องจากปุ๋ยหมักที่ได้มาตรฐานนั้นต้องมีไนโตรเจนไม่ต่ำกว่า 1.0%

ตารางที่ 1 สมบัติของปุ๋ยหมักที่ใช้ในการทดลอง

สมบัติของปุ๋ยหมัก	ค่าที่วิเคราะห์
Organic matter (เปอร์เซ็นต์)	35.01
EC (1:5) (เดซิซีเมนส์ต่อเมตร)	0.55
C:N ratio	19.69
Total N (เปอร์เซ็นต์)	0.89
Total P (เปอร์เซ็นต์)	1.10
Total K (เปอร์เซ็นต์)	1.60
Total Ca (เปอร์เซ็นต์)	2.55
Total Mg (เปอร์เซ็นต์)	0.17
Total Fe (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	5,496.50
Total Mn (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	411.25
Total Cu (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	18.81
Total Zn (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	49.93

3. การเตรียมเมล็ดข้าวปลูก

นำเมล็ดข้าวพันธุ์ปิ่นเกษตร แช่น้ำ 12 ชั่วโมง จากนั้นนำมาหุ้มด้วยผ้าไว้ประมาณ 24-36 ชั่วโมง เมื่อเมล็ดข้าวเริ่มงอกเป็นตุ่มรากยาวประมาณ 1-2 มิลลิเมตร นำไปหว่านในแปลงที่เตรียมดินทำเทือกดีแล้ว

4. การเตรียมแปลงทดลองและหว่านข้าว

4.1 การเตรียมแปลง แบ่งพื้นที่ออกเป็น 24 แปลง ขนาดของแปลงกว้าง 5 เมตร ยาว 7 เมตร แต่ละแปลงทำคันดินกั้นขนาดกว้าง 25 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร แบ่งแปลงออกเป็น 3 แถว แถวละ 8 แปลง ระหว่างแถวจะมีร่องระบายน้ำขนาดกว้าง 50 เซนติเมตร

4.2 การใส่ฟางข้าว ในการปลูกข้าวครั้งที่ 1 ใส่ฟางข้าวในอัตรา 44 กิโลกรัมทุกแปลง โดยแปลงที่ไม่มีการจัดการฟางข้าวจะเผาฟางข้าวแล้วไถกลับดิน ส่วนแปลงที่มีการจัดการฟางข้าวจะ

สับฟางข้าวใส่ลงไปในแปลงแล้วไถกลบ ขังน้ำไว้ในแปลงทดลองเป็นเวลา 1 เดือน จากนั้นไถคราด ทำเทือก และปรับพื้นที่ให้เสมอ ตามลำดับ

4.3 การใส่ปุ๋ยหมัก หลังจากทำเทือกเสร็จแล้วจะใส่ปุ๋ยหมักในแปลงทดลองตามอัตราที่แนะนำในตำรับการทดลองทั้งหมด แล้วคราดกลบปุ๋ยหมักลงไปในดิน

4.4 การหว่านข้าว หลังจากทำเทือก และปรับพื้นที่ให้สม่ำเสมอแล้ว ปล่อยน้ำออก หว่านข้าวให้ข้าวกระจายสม่ำเสมอจนทั่วแปลง

5. การดูแลรักษาแปลงทดลอง

5.1 การป้องกันกำจัดวัชพืช ใช้สารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืช เก็บและกำจัดวัชพืชในแปลงทดลอง คันนา และร่องน้ำให้สะอาด

5.2 การป้องกันกำจัดโรคและแมลง ใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคและแมลงตามความเหมาะสม และความรุนแรงในการระบาด

5.3 การใส่ปุ๋ย แปลงทดลองที่ใส่ปุ๋ยหมักจะใส่หลังจากทำเทือกแล้วทั้งหมด ส่วนแปลงทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมีจะใส่หลังจากหว่านข้าวแล้ว โดยจะแบ่งใส่ 3 ครั้ง คือ ใส่เมื่อต้นข้าวอายุ 20, 60 และ 75 วัน ตามอัตราที่แนะนำในตำรับการทดลอง

5.4 การให้น้ำ หลังจากหว่านข้าวจะให้น้ำสูงจากผิวดินประมาณ 5-10 เซนติเมตร ให้น้ำมากขึ้นเมื่อข้าวเริ่มตั้งตัวและแตกกอ แต่รักษาระดับน้ำไว้ไม่เกิน 15 เซนติเมตร ก่อนการใส่ปุ๋ยมีการลดระดับน้ำ ก่อนการเก็บเกี่ยวข้าว 15 วัน ปล่อยน้ำออกจากแปลง

6. การบันทึกข้อมูล

6.1 บันทึกข้อมูลด้านการเจริญเติบโต

6.1.1 ความสูง (เซนติเมตร)
6.1.2 น้ำหนักต้นสด (กรัมต่อต้น)
6.1.3 น้ำหนักต้นแห้ง (กรัมต่อต้น)

6.2 บันทึกข้อมูลด้านผลผลิต

เก็บเกี่ยวในพื้นที่ 1 ตารางเมตร เพื่อหาองค์ประกอบของผลผลิต ดังนี้

6.2.1 ความยาวรวง (เซนติเมตร)
6.2.2 น้ำหนักเมล็ด (กิโลกรัมต่อตารางเมตร)
6.2.3 น้ำหนักฟางข้าว (กิโลกรัมกรัมต่อตารางเมตร)
6.2.4 จำนวนรวงข้าวต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร
6.2.5 น้ำหนักรวงข้าว (กรัมต่อรวง)
6.2.6 จำนวนเมล็ดต่อรวง
6.2.7 จำนวนเมล็ดดีต่อรวง
6.2.8 จำนวนเมล็ดลีบต่อรวง
6.2.9 เปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดดีต่อรวง (เปอร์เซ็นต์)
6.2.10 เปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดลีบต่อรวง (เปอร์เซ็นต์)
6.2.11 น้ำหนักเมล็ดดีต่อรวง
6.2.12 น้ำหนักเมล็ดลีบต่อรวง
6.2.13 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดดี (เปอร์เซ็นต์)
6.2.14 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักลีบ (เปอร์เซ็นต์)

เก็บเกี่ยวแต่ละแปลงย่อยเพื่อหา

6.2.15 น้ำหนักเมล็ด (กิโลกรัมต่อแปลง)
6.2.16 น้ำหนักฟางข้าว (กิโลกรัมต่อแปลง)

7. การวิเคราะห์ดินและพืช

เก็บตัวอย่างดินและข้าวส่วนเหนือดิน (shoot) เพื่อการวิเคราะห์ เมื่อข้าวอายุ 60 วัน และเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต

7.1 การวิเคราะห์ดินในห้องปฏิบัติการ (ทัศนีย์ และคณะ, 2542)

7.1.1 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) โดยใช้เครื่องมือ pH meter ซึ่งใช้อัตราส่วนดินต่อน้ำเท่ากับ 1:1

7.1.2 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) โดยใช้เครื่องมือวัดความนำไฟฟ้าของดิน (conductivity meter) โดยใช้อัตราส่วนดินต่อน้ำเท่ากับ 1:5

7.1.3 ความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดิน (CEC) โดยการชะล้างดินด้วย 1N NH_4COONH_4 แทนที่แอมโมเนียมไอออนด้วย 10% โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ในสภาพกรด กลั่นหาแอมโมเนียมไอออน แล้วคำนวณค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดิน

7.1.4 ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน โดยวิธี Walkley and Black Titration (Walkley and Black, 1934)

7.1.5 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด โดยวิธี Kjeldahl (Jackson, 1958)

7.1.6 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน โดยใช้น้ำยาสกัด Bray II (Bray and Krutz, 1945) วัดด้วยเครื่อง Spectrophotometer

7.1.7 โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมแลกเปลี่ยนได้ โดยสกัดด้วยสารละลาย 1N NH_4COONH_4 วัดด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer

7.1.8 ปริมาณเหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) สังกะสี (Zn) และทองแดง (Cu) ที่สกัดได้โดยใช้น้ำยาสกัด EDTA วัดด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer

ผลการวิเคราะห์ดินก่อนปลูกข้าวที่ใช้ทดลองครั้งที่ 1 แสดงไว้ในตารางที่ 2 โดยผลการประเมินตามเกณฑ์ของสถาบันวิจัยข้าว (2547) แสดงว่าดินมีอินทรียวัตถุต่ำ ส่วนฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมแลกเปลี่ยนได้สูงมาก สำหรับการประเมินธาตุรองและจุลธาตุตามเกณฑ์ของ Jones Jr. (2001) แสดงว่า แมกนีเซียมอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง แคลเซียมและเหล็กอยู่ในเกณฑ์สูงมาก แมงกานีสและทองแดงอยู่ในเกณฑ์สูง และสังกะสีอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ส่วนความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) ของดินอยู่ในเกณฑ์ต่ำ เนื่องจาก Landon (1991) กำหนดว่าดินที่มีความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) 5-15 เซนติโมลต่อกิโลกรัม นั้นถือว่าต่ำ

สำหรับดินนาที่มีอินทรียวัตถุต่ำ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมแลกเปลี่ยนได้สูงมากนั้น สถาบันวิจัยข้าว (2547) แนะนำให้ใช้ปุ๋ยในอัตรา 18 กิโลกรัม (N) ต่อไร่ ส่วนปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทชไม่จำเป็นต้องใช้

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ดินก่อนปลูกข้าวที่ระดับดินบน (0-15 เซนติเมตร)

สมบัติ	ค่าที่วิเคราะห์ได้	ผลการประเมิน
pH (1:1)	7.42	ด่างเล็กน้อย
EC 1:5 (เดซิซีเมนส์ต่อเมตร)	0.09	ไม่เค็ม
CEC (เซนติโมลต่อกิโลกรัม)	11.71	ต่ำ
Organic matter (เปอร์เซ็นต์)	0.99	ต่ำ
Total N (เปอร์เซ็นต์)	0.05	ต่ำ
Available P (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	64.89	สูงมาก
Exchangeable K (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	158.24	สูงมาก
Exchangeable Ca (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	4,127.16	สูงมาก
Exchangeable Mg (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	222.78	ปานกลาง
Extractable Fe (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	33.23	สูงมาก
Extractable Mn (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	22.52	สูง
Extractable Cu (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	2.46	สูง
Extractable Zn (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	0.95	ต่ำ

7.2 การวิเคราะห์พืชในห้องปฏิบัติการ (ทัศนีย์ และคณะ, 2542)

เก็บตัวอย่างต้นข้าวตามวิธีการของสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (Yoshida *et al.*, 1976) นำตัวอย่างพืชไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ บดตัวอย่าง แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารในพืชดังนี้

การหาปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส สังกะสี และทองแดง ย่อยตัวอย่างพืชด้วย digestion mixture (H_2SO_4- H_2O_2) แล้วนำไปวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดโดยการกลั่น วิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสโดยวิธี Colorimetric (vanado-molybdate yellow color) วิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมโดยวิธี Atomic Emission Spectrophotometry และวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส สังกะสี และทองแดง โดยวิธี Atomic Absorption Spectrophotometry

8. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) เพื่อหาค่า F-value หากข้อมูลแสดงความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์ จะนำมาเปรียบเทียบหาความแตกต่างโดยใช้ DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) หรือ LSD (Least Significant Different)

สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการเคมีและความอุดมสมบูรณ์ของดิน และแปลงปลูกพืชทดลอง ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

ระยะเวลาทำการทดลอง

มิถุนายน 2548 - ธันวาคม 2550

ผลและวิจารณ์

1. การเจริญเติบโตของข้าว

1.1 การเจริญเติบโตของข้าวในการปลูกข้าวครั้งที่ 1

ผลของตำรับการทดลองต่อการเจริญเติบโตของข้าวในการปลูกข้าวครั้งที่ 1 พบว่า การเผาฟางข้าวและการไถกลบฟางข้าวไม่ทำให้ความสูงและน้ำหนักแห้งของต้นข้าวที่อายุต่างๆ แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3 และ 6) การใส่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมีจะทำให้ความสูงของต้นข้าวที่อายุ 120 วัน ไม่แตกต่างจากการใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมี แต่สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย (ตารางที่ 3) นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยทั้ง 4 แบบ ไม่ทำให้น้ำหนักแห้งของต้นข้าวที่อายุต่างๆ แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6)

1.2 การเจริญเติบโตของข้าวในการปลูกข้าวครั้งที่ 2

การเผาฟางข้าวและการไถกลบฟางข้าวไม่ทำให้ความสูงและน้ำหนักแห้งของต้นข้าวที่อายุต่างๆ แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4 และ 7) การใส่ปุ๋ยเคมีทำให้ต้นข้าวอายุ 90 วัน สูงกว่าการใส่ปุ๋ยแบบอื่นๆ นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยเคมียังทำให้ต้นข้าวอายุ 120 วัน สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ยหมักเพียงอย่างเดียว แต่ไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมี (ตารางที่ 4) การใส่ปุ๋ยทั้ง 4 แบบ ไม่ทำให้น้ำหนักแห้งของต้นข้าวที่อายุต่างๆ แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 7)

1.3 การเจริญเติบโตของข้าวในการปลูกข้าวครั้งที่ 3

การเผาฟางข้าวและการไถกลบฟางข้าวไม่ทำให้ความสูงและน้ำหนักแห้งของต้นข้าวที่อายุ 60, 90 และ 120 วัน แตกต่างกันทางสถิติ การไถกลบฟางข้าวทำให้ความสูงและน้ำหนักแห้งของต้นข้าวที่อายุ 30 วัน สูงกว่าการเผาฟางข้าว การใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีไม่ทำให้ความสูงของต้นข้าวที่อายุ 30, 60 และ 120 วัน แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยเคมี แต่สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย การใส่ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้น้ำหนักแห้งของข้าวที่อายุ 60 และ 120 วัน สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยหมักเพียงอย่างเดียว ส่วนข้าวที่อายุ 30 วัน การใช้ปุ๋ยทั้ง 3 แบบ จะให้น้ำหนักแห้งสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย (ตารางที่ 5 และ 8)

1.4 การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของข้าวในการปลูกข้าวครั้งที่ 1, 2 และ 3

การเผาฟางข้าวและการไถกลบฟางข้าวไม่ทำให้ความสูงและน้ำหนักแห้งของต้นข้าวที่อายุต่างๆ จากการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3 แตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นในการปลูกครั้งที่ 3 การไถกลบฟางข้าวทำให้ความสูงและน้ำหนักแห้งของต้นข้าวที่อายุ 30 วัน สูงกว่าการเผาฟางข้าว

การใช้ปุ๋ยทั้ง 4 แบบ ไม่ทำให้ความสูงของต้นข้าวในการปลูกข้าวครั้งที่ 1 เมื่ออายุ 30, 60 และ 90 วัน ในการปลูกข้าวครั้งที่ 2 เมื่ออายุ 30 และ 60 วัน และในการปลูกข้าวครั้งที่ 3 เมื่ออายุ 90 วัน รวมทั้งน้ำหนักแห้งของต้นข้าวในการปลูกข้าวครั้งที่ 1 และ 2 เมื่ออายุต่างๆ และในการปลูกข้าวครั้งที่ 3 เมื่ออายุ 60 วัน แตกต่างกันทางสถิติ แต่การใส่ปุ๋ยทั้ง 4 แบบ ทำให้ความสูงของต้นข้าวในการปลูกข้าวครั้งที่ 1 เมื่ออายุ 120 วัน ในการปลูกข้าวครั้งที่ 2 เมื่ออายุ 90 และ 120 วัน และในการปลูกข้าวครั้งที่ 3 เมื่ออายุ 30, 60 และ 120 วัน รวมทั้งน้ำหนักแห้งของต้นข้าวในการปลูกข้าวครั้งที่ 3 เมื่ออายุ 30, 90 และ 120 วัน แตกต่างกันทางสถิติ กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยเคมีจะทำให้ความสูงของการปลูกข้าวครั้งที่ 1 เมื่อข้าวอายุ 120 วัน สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย การใส่ปุ๋ยเคมีทำให้ความสูงของข้าวจากการปลูกครั้งที่ 2 เมื่อข้าวอายุ 90 วัน สูงกว่าการใส่ปุ๋ยแบบอื่นๆ และทำให้ความสูงของข้าวจากการปลูกครั้งที่ 2 เมื่อข้าวอายุ 120 วัน สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ยหมักเพียงอย่างเดียว การใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้ความสูงของข้าวจากการปลูกครั้งที่ 3 เมื่อข้าวอายุ 30, 60 และ 120 วัน สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย การใช้ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้น้ำหนักแห้งของข้าวจากการปลูกครั้งที่ 3 เมื่อข้าวอายุ 60 และ 120 วัน สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย และใส่ปุ๋ยหมักเพียงอย่างเดียว ส่วนข้าวที่อายุ 30 วัน จากการปลูกข้าวครั้งที่ 3 นั้น การใช้ปุ๋ยทั้ง 3 แบบ จะให้น้ำหนักแห้งสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย นอกจากนี้ การใช้ปุ๋ยทั้ง 3 แบบ มีแนวโน้มที่จะทำให้ต้นข้าวสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย และการใช้ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีมีแนวโน้มที่จะทำให้น้ำหนักแห้งของต้นข้าวสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยและการใส่ปุ๋ยหมักเพียงอย่างเดียว

เนื่องจากก่อนเริ่มปลูกข้าวครั้งที่ 2 มีการระบาดของหอยเชอรี่ทำให้ข้าวในแปลงข้างเคียงได้รับความเสียหาย และคาดว่าจะมีการระบาดต่อไป ดังนั้นจึงเพิ่มปริมาณข้าวที่หว่านในการทดลองครั้งที่ 2 จาก 20 กิโลกรัมต่อไร่ เป็น 30 กิโลกรัมต่อไร่ อย่างไรก็ตามการป้องกันและกำจัดหอยเชอรี่ได้ผลดี ประกอบกับเมล็ดพันธุ์มีความงอกสูงมากทำให้ข้าวในแปลงทดลองแน่นมากจึงทำให้ความสูงและน้ำหนักแห้งของต้นข้าวในการทดลองครั้งที่ 2 ต่ำกว่าการทดลองครั้งแรก ส่วนในการทดลองครั้งที่ 3 มีการระบาดของโรคใบจุดสีน้ำตาล ที่เกิดจากเชื้อ *Bipolaris oryzae* ในนาข้าวเกือบทั้งวิทยาเขตกำแพงแสน สำหรับข้าวในแปลงทดลองนี้ปรากฏอาการของโรคในช่วงที่ข้าวเริ่มแตกกอ ทำให้ข้าวชะงักการเจริญเติบโตในช่วงที่มีการใช้สารเคมี mancozeb ควบคุมโรค

ประมาณ 2 สัปดาห์ ต่อจากนั้นต้นข้าวที่เริ่มแตกกอ และมีใบใหม่ที่ปรกติ แต่ผลของโรคใบจุดสีน้ำตาลครั้งนั้นทำให้ความสูงและน้ำหนักแห้งของต้นข้าวในการทดลองครั้งที่ 3 ต่ำกว่าการทดลองครั้งแรก แต่ใกล้เคียงกับการทดลองครั้งที่ 2 ในช่วงอายุ 90 และ 120 วัน

จากผลการทดลองนี้มีความแตกต่างจากรายงานของ Shu (2005) ที่ว่า การใส่ปุ๋ยเคมีจะทำให้ความสูง และการเจริญเติบโตของข้าวสูงที่สุดในช่วงเมล็ดสุกแก่ในการปลูกครั้งแรก การใช้ปุ๋ยหมักทำให้ความสูงของต้นข้าวสูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีในระยะแตกกอสูงสุดในการปลูกครั้งแรกและทั้ง 2 ระยะในการปลูกครั้งที่ 2 ส่วนการปลูกครั้งที่ 2 นั้น ปุ๋ยหมักที่ได้จากถั่วและแกลบทำให้ความสูงและการเจริญเติบโตของข้าวมากกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี และการใช้ปุ๋ยหมักที่ได้จากมูลโคและกากชาทั้งในระยะแตกกอสูงสุดและระยะสุกแก่ของเมล็ด

ตารางที่ 3 ความสูงของต้นข้าวที่อายุข้าว 30, 60, 90 และ 120 วัน ในการปลูกข้าวครั้งที่ 1

(หน่วย: เซนติเมตร)

ตำรับการทดลอง	ความสูงต้นข้าว			
	30 วัน	60 วัน	90 วัน	120 วัน
Factor A				
S1	49.27	90.43	117.18	139.06
S2	47.33	92.61	119.99	138.08
เฉลี่ย	48.30	91.52	118.58	138.57
F- test	ns	ns	ns	ns
Factor B				
F1	44.88	86.17	113.87	130.00a
F2	46.10	97.02	118.30	143.98b
F3	50.08	92.05	123.02	145.18b
F4	52.12	90.83	119.15	135.12ab
เฉลี่ย	48.30	91.52	118.58	138.57
F- test	ns	ns	ns	*
AxB	ns	ns	ns	ns
CV	11.03	11.70	12.63	13.38

หมายเหตุ S1 = เผาฟางข้าว, S2 = ไถกลบฟางข้าว

F1 = ไม่ใส่ปุ๋ย, F2 = ปุ๋ยหมัก, F3 = ปุ๋ยยูเรีย, F4 = ปุ๋ยหมัก + ยูเรีย

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 4 ความสูงของต้นข้าวที่อายุข้าว 30, 60, 90 และ 120 วัน ในการปลูกข้าวครั้งที่ 2

(หน่วย: เซนติเมตร)

ตำรับการทดลอง	ความสูงต้นข้าว			
	30 วัน	60 วัน	90 วัน	120 วัน
Factor A				
S1	33.74	49.85	71.09	73.98
S2	34.18	51.48	74.98	78.24
เฉลี่ย	33.96	50.66	73.03	76.11
F- test	ns	ns	ns	ns
Factor B				
F1	31.65	48.43	68.33a	66.65a
F2	32.95	48.80	65.00a	71.53ab
F3	36.95	55.52	83.47c	85.40c
F4	34.28	49.90	75.33b	80.85bc
เฉลี่ย	33.96	50.66	73.03	76.11
F- test	ns	ns	**	**
AxB	ns	ns	ns	ns
CV	11.03	11.70	12.63	13.38

หมายเหตุ S1 = เผาฟางข้าว, S2 = ไถกลบฟางข้าว

F1 = ไม่ใส่ปุ๋ย, F2 = ปุ๋ยหมัก, F3 = ปุ๋ยยูเรีย, F4 = ปุ๋ยหมัก + ยูเรีย

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 5 ความสูงของต้นข้าวที่อายุข้าว 30, 60, 90 และ 120 วัน ในการปลูกข้าวครั้งที่ 3

(หน่วย: เซนติเมตร)

ตำรับการทดลอง	ความสูงต้นข้าว			
	30 วัน	60 วัน	90 วัน	120 วัน
Factor A				
S1	52.22	63.69	78.68	81.29
S2	58.26	69.36	80.30	81.74
เฉลี่ย	55.24	66.53	79.49	81.52
F- test	**	ns	ns	ns
Factor B				
F1	50.59a	58.59a	73.34	72.95a
F2	54.03ab	67.92b	79.35	82.78b
F3	57.86b	70.92b	84.20	85.42b
F4	58.47b	68.68b	81.07	84.91b
เฉลี่ย	55.24	66.53	79.49	81.52
F- test	*	*	ns	*
AxB	ns	ns	ns	ns
CV	11.24	12.80	11.20	11.54

หมายเหตุ S1 = เผาฟางข้าว, S2 = ไถกลบฟางข้าว

F1 = ไม่ใส่ปุ๋ย, F2 = ปุ๋ยหมัก, F3 = ปุ๋ยยูเรีย, F4 = ปุ๋ยหมัก + ยูเรีย

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 6 น้ำหนักแห้งของต้นข้าวที่อายุข้าว 30, 60, 90 และ 120 วัน ในการปลูกข้าวครั้งที่ 1

(หน่วย: กรัมต่อต้น)

ตำรับการทดลอง	น้ำหนักแห้ง			
	30 วัน	60 วัน	90 วัน	120 วัน
Factor A				
S1	0.28	1.32	5.06	8.58
S2	0.31	1.26	5.57	8.83
เฉลี่ย	0.29	1.29	5.32	8.70
F- test	ns	ns	ns	ns
Factor B				
F1	0.32	1.23	5.32	8.87
F2	0.26	1.28	5.39	8.77
F3	0.32	1.34	5.31	8.54
F4	0.27	1.30	5.25	8.63
เฉลี่ย	0.29	1.29	5.32	8.70
F- test	ns	ns	ns	ns
AxB	ns	ns	ns	ns
CV	17.60	12.94	18.53	7.80

หมายเหตุ S1 = เผาฟางข้าว, S2 = ไถกลบฟางข้าว

F1 = ไม่ใส่ปุ๋ย, F2 = ปุ๋ยหมัก, F3 = ปุ๋ยยูเรีย, F4 = ปุ๋ยหมัก + ยูเรีย

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 7 น้ำหนักแห้งของต้นข้าวที่อายุข้าว 30, 60, 90 และ 120 วัน ในการปลูกข้าวครั้งที่ 2

(หน่วย: กรัมต่อต้น)

ตำรับการทดลอง	น้ำหนักแห้ง			
	30 วัน	60 วัน	90 วัน	120 วัน
Factor A				
S1	0.20	0.86	2.11	2.31
S2	0.20	0.89	2.46	2.59
เฉลี่ย	0.20	0.87	2.29	2.45
F- test	ns	ns	ns	ns
Factor B				
F1	0.17	0.79	1.98	1.84
F2	0.19	0.84	2.04	2.23
F3	0.24	1.02	2.88	3.05
F4	0.20	0.85	2.24	2.68
เฉลี่ย	0.20	0.87	2.29	2.45
F- test	ns	ns	ns	ns
AxB	ns	ns	ns	ns
CV	35.93	36.66	29.44	32.55

หมายเหตุ S1 = เผาฟางข้าว, S2 = ไถกลบฟางข้าว

F1 = ไม่ใส่ปุ๋ย, F2 = ปุ๋ยหมัก, F3 = ปุ๋ยยูเรีย, F4 = ปุ๋ยหมัก + ยูเรีย

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 8 น้ำหนักแห้งของต้นข้าวที่อายุข้าว 30, 60, 90 และ 120 วัน ในการปลูกข้าวครั้งที่ 3

(หน่วย: กรัมต่อต้น)

ตำรับการทดลอง	น้ำหนักแห้ง			
	30 วัน	60 วัน	90 วัน	120 วัน
Factor A				
S1	0.56	1.79	3.84	4.53
S2	0.59	1.91	3.93	5.04
เฉลี่ย	0.58	1.85	3.88	4.78
F- test	*	ns	ns	ns
Factor B				
F1	0.50a	1.54	3.06a	3.96a
F2	0.53ab	1.79	3.36a	3.68a
F3	0.63ab	2.04	4.59b	5.98b
F4	0.66b	2.03	4.53b	5.53b
เฉลี่ย	0.58	1.85	3.88	4.78
F- test	**	ns	**	**
AxB	*	ns	ns	ns
CV	18.93	18.99	21.03	26.94

หมายเหตุ S1 = เผาฟางข้าว, S2 = ไถกลบฟางข้าว

F1 = ไม่ใส่ปุ๋ย, F2 = ปุ๋ยหมัก, F3 = ปุ๋ยยูเรีย, F4 = ปุ๋ยหมัก + ยูเรีย

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

2. ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตข้าว

2.1 ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตข้าวในการปลูกข้าวครั้งที่ 1

การจัดการฟางข้าวทั้ง 2 แบบ ไม่ทำให้ผลผลิตเมล็ดข้าว น้ำหนักส่วนเหนือดิน จำนวนรวงต่อตารางเมตร น้ำหนัก 100 เมล็ด ความยาวรวง จำนวนเมล็ดต่อรวง และน้ำหนักเมล็ดต่อรวงแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 9 และ 12) แต่การไถกลบฟางข้าวจะทำให้ เปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดดีและเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดดีสูงกว่าการเผาฟางข้าวอย่างเด่นชัด (ตารางที่ 12)

การใช้ปุ๋ยทั้ง 4 แบบ ไม่มีผลต่อผลผลิตเมล็ดข้าว น้ำหนักส่วนเหนือดิน ความยาวรวง เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดดี และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดลีบ แต่ทำให้จำนวนรวงต่อตารางเมตร น้ำหนัก 100 เมล็ด จำนวนเมล็ดต่อรวง เปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดดี เปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดลีบ และน้ำหนักเมล็ดต่อรวงมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 9 และ 12) กล่าวคือ การใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้จำนวนรวงต่อตารางเมตรไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยเคมี แต่ให้จำนวนรวงสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยและการใส่ปุ๋ยหมักเพียงอย่างเดียว และการใส่ปุ๋ยสองชนิดร่วมกันทำให้น้ำหนัก 100 เมล็ดสูงกว่าการใช้ปุ๋ยอีก 3 แบบ (ตารางที่ 9) การใช้ปุ๋ยเคมีทำให้จำนวนเมล็ดต่อรวงและน้ำหนักเมล็ดต่อรวงสูงกว่าการใช้ปุ๋ยแบบอื่น การใช้ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยเคมีทำให้เปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดดีไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมี แต่จะสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย (ตารางที่ 12) นอกจากนี้ยังพบว่า อันตรกิริยา (interaction) ระหว่างการจัดการฟางข้าวและการใส่ปุ๋ยทำให้จำนวนเมล็ดต่อรวง เปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดดี เปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดลีบ น้ำหนักเมล็ดต่อรวง เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดดีและเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดลีบมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการไถกลบฟางข้าวร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีมีแนวโน้มที่จะทำให้จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนักเมล็ดต่อรวง เปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดดี และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดดีมีแนวโน้มที่จะสูงกว่าตำรับอื่นๆ นอกจากนี้ การไถกลบฟางข้าวร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมียังทำให้เปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดลีบ และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดลีบมีแนวโน้มที่จะลดลงอีกด้วย (ภาพที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6)

2.2 ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตข้าวในการปลูกข้าวครั้งที่ 2

การจัดการฟางข้าวทั้ง 2 แบบ ไม่ทำให้ผลผลิตเมล็ดข้าว น้ำหนักส่วนเหนือดิน จำนวนรวงต่อตารางเมตร ความยาวรวง น้ำหนัก 100 เมล็ด จำนวนเมล็ดต่อรวง เปอร์เซ็นต์จำนวน-

เมล็ดดี เปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดลีบ น้ำหนักเมล็ดต่อรวง เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดดี และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดลีบ แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 10 และ 13)

การใช้ปุ๋ยทั้ง 4 แบบ ไม่ทำให้จำนวนรวงต่อตารางเมตร เปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดดี เปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดลีบ น้ำหนักเมล็ดต่อรวง เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดดี และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดลีบแตกต่างกันทางสถิติ แต่ทำให้ผลผลิตเมล็ดข้าว น้ำหนักส่วนเหนือดิน ความยาวรวง น้ำหนัก 100 เมล็ด และจำนวนเมล็ดต่อรวงแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 10 และ 13) กล่าวคือ การใช้ปุ๋ยเคมีหรือการใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้น้ำหนักเมล็ดข้าว น้ำหนักส่วนเหนือดิน และความยาวรวงสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ยหมักเพียงอย่างเดียว (ตารางที่ 10) การใช้ปุ๋ยเคมีทำให้น้ำหนัก 100 เมล็ด และจำนวนเมล็ดต่อรวงไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมี แต่สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ยหมัก (ตารางที่ 10 และ 13)

2.3 ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตข้าวในการปลูกข้าวครั้งที่ 3

การจัดการฟางข้าวทั้ง 2 แบบ ไม่ทำให้ผลผลิตเมล็ดข้าว น้ำหนักส่วนเหนือดิน จำนวนรวงต่อตารางเมตร ความยาวรวง น้ำหนัก 100 เมล็ด จำนวนเมล็ดต่อรวง เปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดดี เปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดลีบ น้ำหนักเมล็ดต่อรวง เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดดี และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดลีบ แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 11 และ 14)

การใช้ปุ๋ยทั้ง 4 แบบ ไม่ทำให้ความยาวรวงแตกต่างกันทางสถิติ แต่การใช้ปุ๋ยทั้ง 4 แบบทำให้ผลผลิตเมล็ดข้าว น้ำหนักส่วนเหนือดิน จำนวนรวงต่อตารางเมตร น้ำหนัก 100 เมล็ด จำนวนเมล็ดต่อรวง เปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดดี เปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดลีบ น้ำหนักเมล็ดต่อรวง เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดดี และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดลีบแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 11 และ 14) กล่าวคือ การใช้ปุ๋ยเคมีหรือการใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้ผลผลิตเมล็ดข้าว น้ำหนักส่วนเหนือดิน น้ำหนัก 100 เมล็ด เปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดดี และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดดีสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ยหมักเพียงอย่างเดียว การใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้จำนวนรวงต่อตารางเมตร จำนวนเมล็ดต่อรวง และน้ำหนักเมล็ดต่อรวงไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยเคมี แต่สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ยหมักเพียงอย่างเดียว (ตารางที่ 11 และ 14)

2.4 ผลการเปรียบเทียบผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตข้าวในการปลูกข้าวครั้งที่ 1, 2 และ 3

การจัดการฟางข้าวทั้ง 2 แบบ ในการปลูกข้าวทั้ง 3 ครั้ง ไม่ทำให้ผลผลิตเมล็ดข้าว น้ำหนักส่วนเหนือดิน จำนวนรวงต่อตารางเมตร ความยาวรวง น้ำหนัก 100 เมล็ด จำนวนเมล็ดต่อรวง และน้ำหนักเมล็ดต่อรวงแตกต่างกันทางสถิติ แต่ทำให้เปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดดี และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดดีแตกต่างกันทางสถิติในการปลูกข้าวครั้งที่ 1 แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในการปลูกข้าวในครั้งที่ 2 และ 3 กล่าวคือ การไถกลบฟางข้าวทำให้เปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดดี และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดดีในการปลูกข้าวครั้งที่ 1 สูงกว่าการเผาฟางข้าวอย่างเด่นชัด ดังนั้น การไถกลบฟางข้าวลงไปในดินมีแนวโน้มที่จะทำให้เปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดดี และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดดีสูงกว่าการเผาฟางข้าว

การใช้ปุ๋ยทั้ง 4 แบบ ไม่ทำให้ผลผลิตเมล็ดข้าว น้ำหนักส่วนเหนือดิน ความยาวรวง เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดดี และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดลีบในการปลูกข้าวครั้งที่ 1 จำนวนรวงต่อตารางเมตร เปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดดี เปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดลีบ น้ำหนักเมล็ดต่อรวง เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดดี เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดลีบในการปลูกข้าวครั้งที่ 2 และความยาวรวงในการปลูกข้าวครั้งที่ 3 แตกต่างกันทางสถิติ แต่ทำให้จำนวนรวงต่อตารางเมตร น้ำหนัก 100 เมล็ด จำนวนเมล็ดต่อรวง เปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดดี เปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดลีบ น้ำหนักเมล็ดต่อรวงในการปลูกข้าวครั้งที่ 1 ผลผลิตเมล็ดข้าว น้ำหนักส่วนเหนือดิน ความยาวรวง น้ำหนัก 100 เมล็ด จำนวนเมล็ดต่อรวงในการปลูกข้าวครั้งที่ 2 ผลผลิตเมล็ดข้าว น้ำหนักส่วนเหนือดิน จำนวนรวงต่อตารางเมตร น้ำหนัก 100 เมล็ด จำนวนเมล็ดต่อรวง เปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดดี เปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดลีบ น้ำหนักเมล็ดต่อรวง เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดดี เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดลีบในการปลูกข้าวครั้งที่ 3 แตกต่างกันทางสถิติ กล่าวคือ การใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีหรือการใช้ปุ๋ยเคมีทำให้ผลผลิตเมล็ดข้าว น้ำหนักส่วนเหนือดิน ในการปลูกข้าวครั้งที่ 2 และ 3 สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยหมักเพียงอย่างเดียว การใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้จำนวนรวงต่อตารางเมตรในการปลูกข้าวครั้งที่ 1 และ 3 สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยและการใส่ปุ๋ยหมัก การใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีหรือการใช้ปุ๋ยเคมีทำให้ความยาวรวงในการปลูกข้าวครั้งที่ 2 สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยและการใส่ปุ๋ยหมัก การใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้น้ำหนัก 100 เมล็ด ของการปลูกข้าวครั้งที่ 1 สูงกว่าการใส่ปุ๋ยแบบอื่นๆ แต่ในการปลูกครั้งที่ 2 และ 3 การใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีจะให้ค่าดังกล่าวสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ยหมักเพียงอย่างเดียว การใช้ปุ๋ยเคมีทำให้จำนวนเมล็ดต่อรวงในการปลูกข้าวครั้งที่ 2 และ 3 สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยและการใส่ปุ๋ยหมัก ส่วนการปลูกข้าวครั้งที่ 2 การใช้ปุ๋ยเคมีทำให้จำนวนเมล็ดต่อรวงสูงกว่าการใช้ปุ๋ยอีก 3 แบบ การใช้ปุ๋ยเคมีทำให้เปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดดีสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยใน

การปลูกข้าวครั้งที่ 1 และการใส่ปุ๋ยเคมีทำให้เปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดดีในการปลูกข้าวครั้งที่ 3 สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ยหมักเพียงอย่างเดียว การใช้ปุ๋ยเคมีทำให้น้ำหนักเมล็ดต่อรวงในการปลูกครั้งที่ 1 สูงกว่าการใส่ปุ๋ยอีก 3 แบบ และในการปลูกข้าวครั้งที่ 3 สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยหมัก การใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีหรือการใช้ปุ๋ยเคมีนั้นทำให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดดีในการปลูกครั้งที่ 3 สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยและการใส่ปุ๋ยหมัก ดังนั้นการใช้ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีมีแนวโน้มทำให้น้ำหนักเมล็ดข้าว น้ำหนักส่วนเหนือดิน จำนวนรวงต่อตารางเมตร ความยาวรวง น้ำหนัก 100 เมล็ด จำนวนเมล็ดต่อรวง เปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดดี น้ำหนักเมล็ดต่อรวง และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดดีสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยหมักเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้การใช้ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีมีแนวโน้มทำให้เปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดลีบ และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดลีบลดลงอีกด้วย

เนื่องจากดินในแปลงทดลองนี้มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมแลกเปลี่ยนได้สูงมาก ประกอบกับก่อนใช้แปลงนี้ปลูกข้าวได้มีการปลูกพืชตระกูลถั่วมาก่อน ผลตกค้างของไนโตรเจนจากซากถั่วจึงทำให้ข้าวที่ปลูกครั้งที่ 1 ไม่ตอบสนองต่อปุ๋ยในด้านผลผลิต และน้ำหนักตอซังข้าวอย่างเด่นชัด แต่การใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีช่วยเพิ่มจำนวนเมล็ดต่อรวง อย่างไรก็ตามในแง่ของการจัดการฟางข้าวนั้น Ponnamperuma (1984) รายงานว่า การไถกลบฟางข้าวหรือใส่ปุ๋ยหมักติดต่อกันระยะยาว ช่วยให้ผลผลิตข้าวสูงกว่าการเผาฟางข้าวหรือเกี่ยวเอาฟางข้าวออกไป ซึ่งสอดคล้องกับข้อสรุปของอนนท์ (2536) ที่ว่า แปลงซึ่งไถกลบฟางข้าวอัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ และไม่ใส่ปุ๋ยเคมีให้ผลผลิตข้าว 707 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ อย่างชัดเจน ส่วนจงรักษ์ และคณะ (2544) รายงานว่า การใส่ตอซังร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีและการใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับปุ๋ยเคมีในดินนาเนื้อปูนชุดดินลพบุรี ให้ผลผลิตเมล็ดที่สูงกว่าข้าวที่ได้รับปุ๋ยเคมีแต่เพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนในดินเปรี้ยวจัดชุดดินรังสิตที่ใส่ตอซังร่วมกับปุ๋ยเคมี ข้าวมีการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตเมล็ดที่ต่ำกว่าข้าวที่ได้รับปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ส่วนข้าวที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับปุ๋ยเคมี มีการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตเมล็ดสูงกว่าข้าวที่ได้รับปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ส่วนวรพจน์ และคณะ (2526) ได้ทดลองปลูกข้าวในกระถางโดยใส่ฟางข้าวในดินเปรียบเทียบกับการปลูกข้าวในดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยและฟางข้าว พบว่า การใส่ฟางข้าวอย่างเดียวให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นมากกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีแต่เพียงอย่างเดียว และการใส่ฟางข้าวร่วมกับปุ๋ยเคมีช่วยให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ชุติวัฒน์ และ ดิเรก (2540) ยังพบว่า การเกี่ยวตอซังออกจากแปลงนาหรือการเผาตอซังทิ้งทำให้ผลผลิตข้าวต่ำกว่าการไถกลบตอซังหลังเก็บเกี่ยวข้าว การใส่ปุ๋ยหมักหรือการใส่ฟางข้าวแล้วไถกลบก่อนการปลูกข้าว และการใส่ฟางข้าวหรือปุ๋ยหมักฟางข้าวอัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ ติดต่อกัน 3-4 ปี ให้ผลผลิตใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา 8-4-4 กิโลกรัม (N- P_2O_5- K_2O) ต่อไร่ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Verma and Bhagat. (1992) ที่ว่า การใส่ฟางข้าวร่วมกับ

การใส่ปุ๋ยคอกจะทำให้ผลผลิตข้าวสูงกว่าการไถกลบฟางข้าว การคลุมด้วยฟางข้าว และการเผาฟางข้าว นอกจากการจัดการฟางข้าวแล้ว Ofori *et al*. (2005) แนะนำว่า การปรับปรุงและบำรุงดินที่ปลูกข้าวโดยใช้วัสดุอินทรีย์หรือปุ๋ยอินทรีย์ เช่น กากตะกอนฮิวมัส มูลเป็ด มูลไก่ หรือมูลโค ในพื้นที่ซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีจะทำให้น้ำหนักเมล็ดเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 9 ผลผลิตเมล็ดข้าว น้ำหนักส่วนเหนือดิน จำนวนรวงต่อตารางเมตร ความยาวรวง และน้ำหนักเมล็ดข้าว 100 เมล็ด ในการปลูกข้าวครั้งที่ 1

ตำรับการทดลอง	ผลผลิตเมล็ดข้าว (กิโลกรัมต่อไร่)	น้ำหนักส่วนเหนือดิน (กิโลกรัมต่อไร่)	จำนวนรวงต่อตารางเมตร	ความยาวรวง (เซนติเมตร)	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)
Factor A					
S1	883.24	2,383.24	641	24.93	3.23
S2	944.57	2,304.57	656	25.37	3.20
เฉลี่ย	913.90	2,343.90	649	25.15	3.21
F- test	ns	ns	ns	ns	ns
Factor B					
F1	846.86	2,460.19	625a	24.82	3.16ab
F2	869.71	2,469.71	631a	24.97	3.13a
F3	992.00	2,352.00	659b	25.07	3.21b
F4	947.05	2,093.72	680b	25.75	3.35c
เฉลี่ย	913.90	2,343.90	649	25.15	3.21
F- test	ns	ns	**	ns	**
AxB	ns	ns	ns	ns	ns
CV	16.24	11.98	5.14	3.20	3.04

หมายเหตุ S1 = เผาฟางข้าว, S2 = ไถกลบฟางข้าว

F1 = ไม่ใส่ปุ๋ย, F2 = ปุ๋ยหมัก, F3 = ปุ๋ยยูเรีย, F4 = ปุ๋ยหมัก + ยูเรีย

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 10 ผลผลิตเมล็ดข้าว น้ำหนักส่วนเหนือดิน จำนวนรวงต่อตารางเมตร ความยาวรวง และน้ำหนักเมล็ดข้าว 100 เมล็ด ในการปลูกข้าวครั้งที่ 2

ตำรับการทดลอง	ผลผลิตเมล็ดข้าว (กิโลกรัมต่อไร่)	น้ำหนักส่วนเหนือดิน (กิโลกรัมต่อไร่)	จำนวนรวงต่อตารางเมตร	ความยาวรวง (เซนติเมตร)	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)
Factor A					
S1	652.70	1,363.35	449	24.01	2.81
S2	670.01	1,466.04	454	23.85	2.86
เฉลี่ย	661.36	1,414.69	451	23.93	2.83
F- test	ns	ns	ns	ns	ns
Factor B					
F1	518.95a	1,024.60a	425	22.17a	2.72a
F2	544.60a	1,212.28a	449	22.05a	2.79ab
F3	806.53b	1,766.53b	499	26.45b	2.93c
F4	775.36b	1,655.36b	431	25.05b	2.88bc
เฉลี่ย	661.36	1,414.69	451	23.93	2.83
F- test	**	**	ns	**	**
AxB	ns	ns	ns	ns	ns
CV	26.66	30.33	26.14	10.88	4.66

หมายเหตุ S1 = เผาฟางข้าว, S2 = ไถกลบฟางข้าว

F1 = ไม่ใส่ปุ๋ย, F2 = ปุ๋ยหมัก, F3 = ปุ๋ยยูเรีย, F4 = ปุ๋ยหมัก + ยูเรีย

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 11 ผลผลิตเมล็ดข้าว น้ำหนักส่วนเหนือดิน จำนวนรวงต่อตารางเมตร ความยาวรวง และน้ำหนักเมล็ดข้าว 100 เมล็ด ในการปลูกข้าวครั้งที่ 3

ตำรับการทดลอง	ผลผลิตเมล็ดข้าว (กิโลกรัมต่อไร่)	น้ำหนักส่วนเหนือดิน (กิโลกรัมต่อไร่)	จำนวนรวงต่อตารางเมตร	ความยาวรวง (เซนติเมตร)	น้ำหนัก 100 เมล็ด (กรัม)
Factor A					
S1	470.15	883.49	278	24.68	3.17
S2	475.99	982.66	292	22.83	3.17
เฉลี่ย	473.07	933.07	285	23.75	3.17
F- test	ns	ns	ns	ns	ns
Factor B					
F1	361.09a	707.76a	245a	20.88	2.96a
F2	396.72a	770.05a	276b	21.96	3.11b
F3	560.86b	1,120.86b	298bc	24.47	3.30c
F4	573.62b	1,133.62b	321c	27.70	3.31c
เฉลี่ย	473.07	933.07	285	23.75	3.17
F- test	**	**	**	ns	**
AxB	ns	ns	ns	ns	ns
CV	24.51	27.18	12.48	21.54	5.51

หมายเหตุ S1 = เผาฟางข้าว, S2 = ไถกลบฟางข้าว

F1 = ไม่ใส่ปุ๋ย, F2 = ปุ๋ยหมัก, F3 = ปุ๋ยยูเรีย, F4 = ปุ๋ยหมัก + ยูเรีย

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 12 จำนวนเมล็ดทั้งหมดต่อรวง เปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดดี เปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดลีบ น้ำหนักเมล็ดทั้งหมดต่อรวง เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดดี และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดลีบ ในการปลูกข้าวครั้งที่ 1

ตำรับการทดลอง	จำนวนเมล็ด			น้ำหนักเมล็ด		
	จำนวนเมล็ดต่อรวง	%เมล็ดดี	%เมล็ดลีบ	นน.เมล็ดต่อรวง (กรัม)	%นน.เมล็ดดี	%นน.เมล็ดลีบ
Factor A						
S1	82	71.57	28.43	2.08	90.14	9.86
S2	86	80.01	19.99	2.24	93.57	6.43
เฉลี่ย	84	75.79	24.21	2.16	91.86	8.14
F- test	ns	**	**	ns	**	**
Factor B						
F1	78a	72.88a	27.12b	2.01a	91.03	8.97
F2	83a	77.59b	22.41a	2.07a	93.71	6.29
F3	95b	77.86b	22.14a	2.53b	91.09	8.91
F4	81a	74.83ab	25.17ab	2.03a	91.59	8.41
เฉลี่ย	84	75.79	24.21	2.16	91.86	8.14
F- test	**	**	**	**	ns	ns
AxB	**	**	**	*	**	**
CV	12.76	21.84	25.21	16.00	18.19	36.64

หมายเหตุ S1 = เผาฟางข้าว, S2 = ไถกลบฟางข้าว

F1 = ไม่ใส่ปุ๋ย, F2 = ปุ๋ยหมัก, F3 = ปุ๋ยยูเรีย, F4 = ปุ๋ยหมัก + ยูเรีย

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 13 จำนวนเมล็ดทั้งหมดต่อรวง เปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดดี เปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดลีบ น้ำหนักเมล็ดทั้งหมดต่อรวง เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดดี และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดลีบ ในการปลูกข้าวครั้งที่ 2

ตำรับการทดลอง	จำนวนเมล็ด			น้ำหนักเมล็ด		
	จำนวนเมล็ดต่อรวง	%เมล็ดดี	%เมล็ดลีบ	นน.เมล็ดต่อรวง (กรัม)	%นน.เมล็ดดี	%นน.เมล็ดลีบ
Factor A						
S1	92	76.85	23.16	2.22	90.60	0.13
S2	92	79.02	20.98	2.19	94.24	0.12
เฉลี่ย	92	77.93	22.07	2.21	92.42	0.12
F- test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Factor B						
F1	68a	75.10	24.90	1.72	86.33	0.11
F2	70a	77.43	22.57	1.82	93.79	0.11
F3	120b	80.13	19.87	2.93	94.94	0.14
F4	101ab	79.08	20.93	2.37	94.63	0.13
เฉลี่ย	92.00	77.93	22.07	2.21	92.42	0.12
F- test	*	ns	ns	ns	ns	ns
AxB	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV	31.52	5.57	19.68	36.07	8.74	32.19

หมายเหตุ S1 = เผาฟางข้าว, S2 = ไถกลบฟางข้าว

F1 = ไม่ใส่ปุ๋ย, F2 = ปุ๋ยหมัก, F3 = ปุ๋ยยูเรีย, F4 = ปุ๋ยหมัก + ยูเรีย

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 14 จำนวนเมล็ดทั้งหมดต่อรวง เปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดดี เปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดลีบ น้ำหนักเมล็ดทั้งหมดต่อรวง เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดดี และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดลีบ ในการปลูกข้าวครั้งที่ 3

ตำรับการทดลอง	จำนวนเมล็ด			น้ำหนักเมล็ด		
	จำนวนเมล็ดต่อรวง	%เมล็ดดี	%เมล็ดลีบ	นน.เมล็ดต่อรวง (กรัม)	%นน.เมล็ดดี	%นน.เมล็ดลีบ
Factor A						
S1	85	81.45	18.55	2.39	92.92	7.09
S2	100	83.19	16.81	2.75	94.14	5.86
เฉลี่ย	93	82.32	17.68	2.57	93.53	6.47
F- test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Factor B						
F1	73a	76.60a	23.40b	2.01a	90.56a	9.44c
F2	84ab	78.42a	21.58b	2.27ab	92.56a	7.44b
F3	113c	86.93b	13.07a	3.12c	95.61c	4.39a
F4	101bc	87.33b	12.67a	2.88bc	95.37c	4.62a
เฉลี่ย	93	82.32	17.68	2.57	93.53	6.47
F- test	*	**	**	**	**	**
AxB	ns	ns	ns	ns	*	*
CV	25.81	7.95	36.99	25.01	3.06	44.13

หมายเหตุ S1 = เผาฟางข้าว, S2 = ไถกลบฟางข้าว

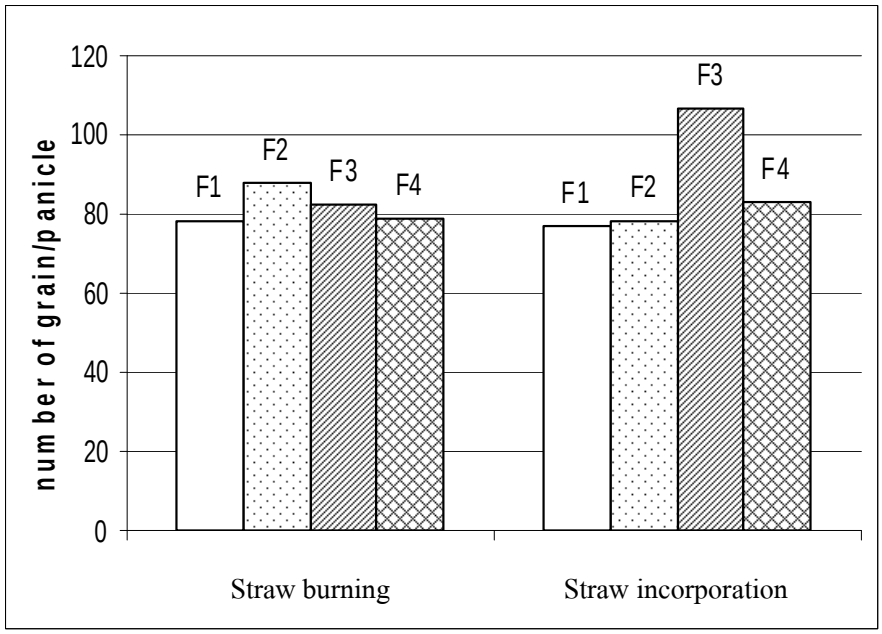
F1 = ไม่ใส่ปุ๋ย, F2 = ปุ๋ยหมัก, F3 = ปุ๋ยยูเรีย, F4 = ปุ๋ยหมัก + ยูเรีย

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

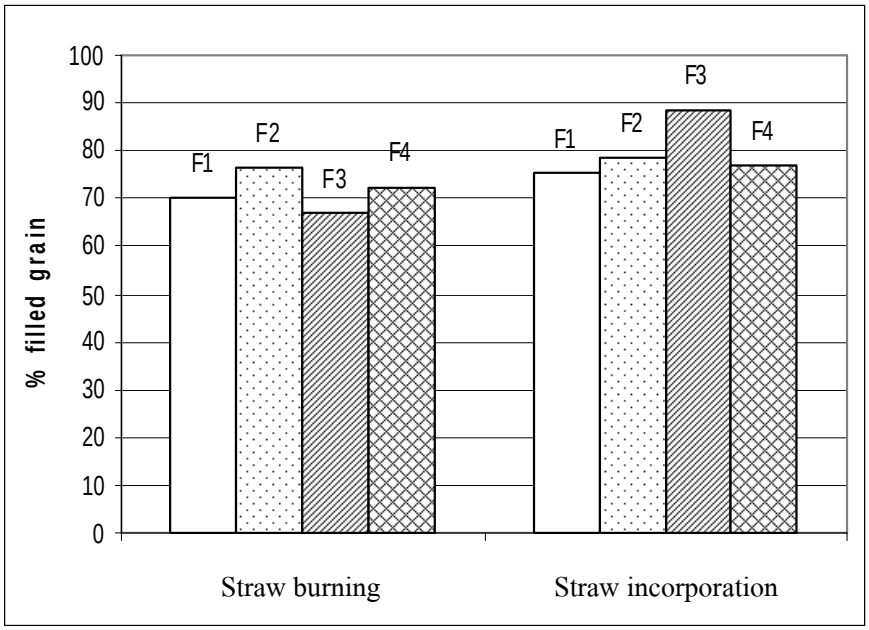
* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

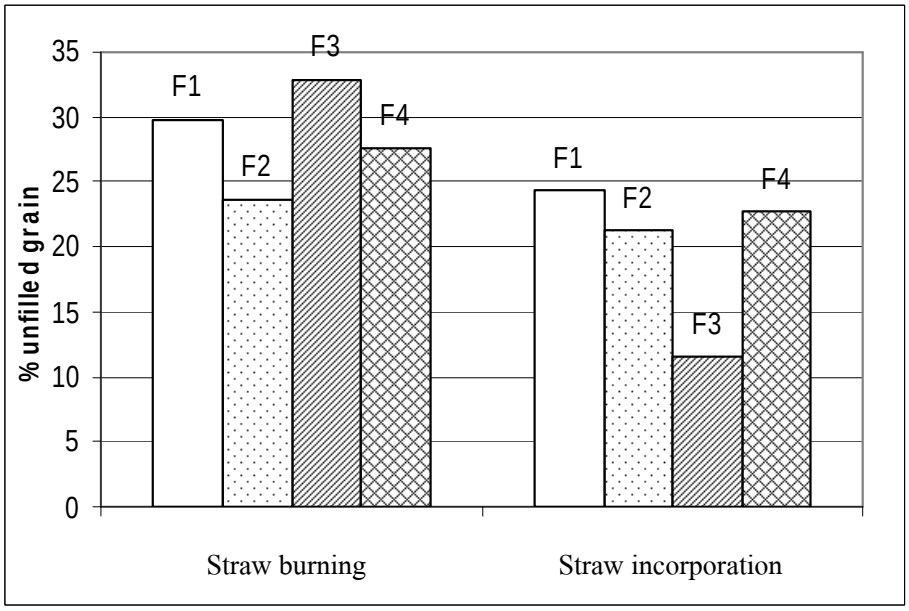
ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT



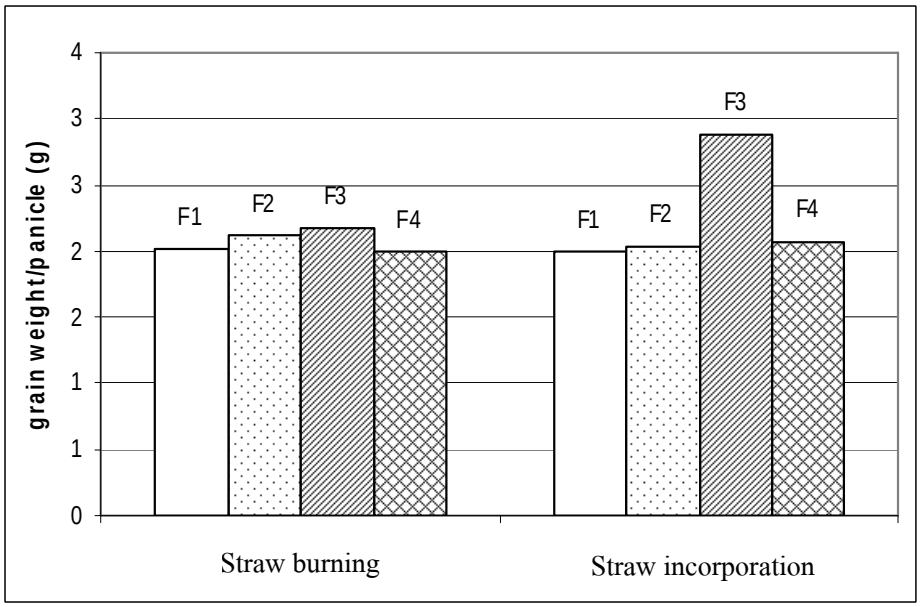
ภาพที่ 1 ผลของการจัดการฟางข้าวและการใช้ปุ๋ยต่อจำนวนเมล็ดทั้งหมดต่อรวงในการปลูกข้าวครั้งที่ 1 (F1 = ไม่ใส่ปุ๋ย, F2 = ปุ๋ยหมัก, F3 = ปุ๋ยยูเรีย และ F4 = ปุ๋ยหมัก + ยูเรีย)



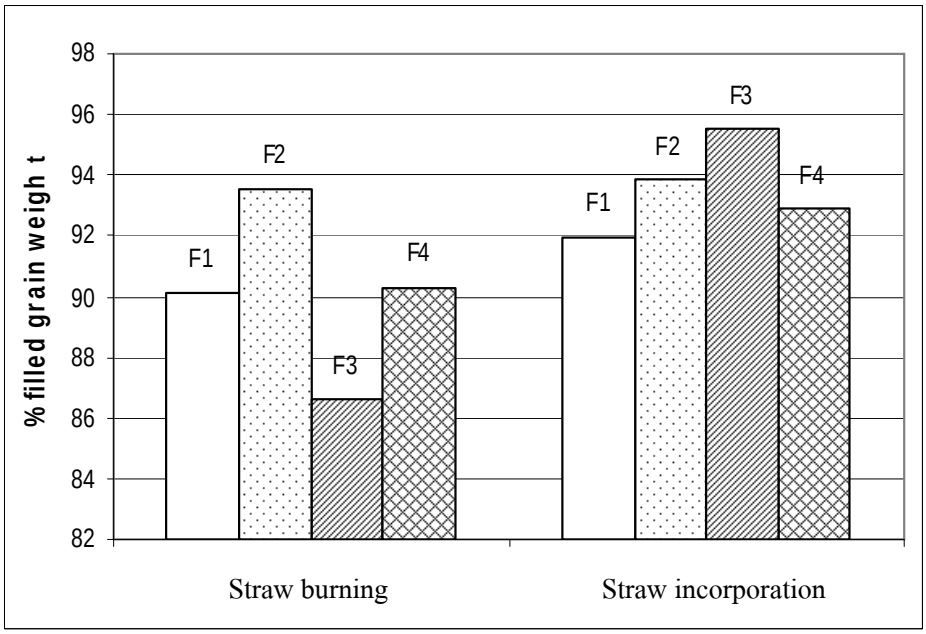
ภาพที่ 2 ผลของการจัดการฟางข้าวและการใช้ปุ๋ยต่อเปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดดีในการปลูกข้าวครั้งที่ 1 (F1 = ไม่ใส่ปุ๋ย, F2 = ปุ๋ยหมัก, F3 = ปุ๋ยยูเรีย และ F4 = ปุ๋ยหมัก + ยูเรีย)



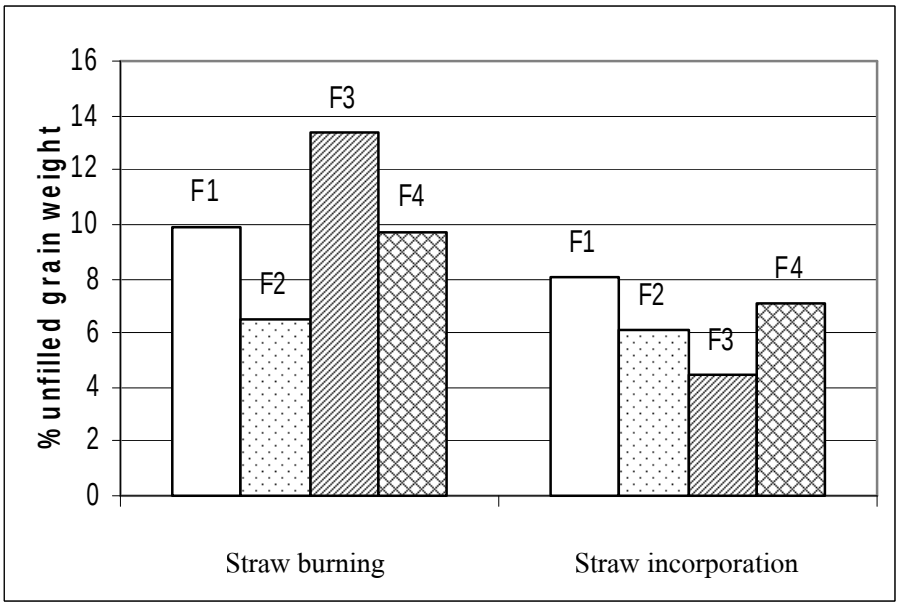
ภาพที่ 3 ผลของการจัดการฟางข้าวและการใช้ปุ๋ยต่อเปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดลีบ ในการปลูกข้าวครั้งที่ 1 (F1 = ไม่ใส่ปุ๋ย, F2 = ปุ๋ยหมัก, F3 = ปุ๋ยยูเรีย และ F4 = ปุ๋ยหมัก + ยูเรีย)



ภาพที่ 4 ผลของการจัดการฟางข้าวและการใช้ปุ๋ยต่อน้ำหนักเมล็ดต่อรวงในการปลูกข้าวครั้งที่ 1 (F1 = ไม่ใส่ปุ๋ย, F2 = ปุ๋ยหมัก, F3 = ปุ๋ยยูเรีย และ F4 = ปุ๋ยหมัก + ยูเรีย)



ภาพที่ 5 ผลของการจัดการฟางข้าวและการใช้ปุ๋ยต่อเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดดีในการปลูกข้าวครั้งที่ 1 (F1 = ไม่ใส่ปุ๋ย, F2 = ปุ๋ยหมัก, F3 = ปุ๋ยยูเรีย และ F4 = ปุ๋ยหมัก + ยูเรีย)



ภาพที่ 6 ผลของการจัดการฟางข้าวและการใช้ปุ๋ยต่อเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดลีบในการปลูกข้าวครั้งที่ 1 (F1 = ไม่ใส่ปุ๋ย, F2 = ปุ๋ยหมัก, F3 = ปุ๋ยยูเรีย และ F4 = ปุ๋ยหมัก + ยูเรีย)

3. ผลการวิเคราะห์ดินหลังปลูกข้าวเมื่ออายุ 60 และ 120 วัน

3.1 ผลการวิเคราะห์ดินหลังการปลูกข้าวครั้งที่ 1

การจัดการฟางข้าวทั้ง 2 แบบ และการใช้ปุ๋ยทั้ง 4 แบบ ไม่ทำให้ pH ของดิน ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมแลกเปลี่ยนได้ ตลอดจนเหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสีที่สกัดได้ในดินที่เก็บหลังการปลูกข้าวเมื่อข้าวอายุ 60 และ 120 วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 15, 18 และ 21) ยกเว้น การไถกลบฟางข้าวทำให้ปริมาณของทองแดงที่สกัดได้ในดินที่เก็บหลังการปลูกข้าวเมื่อข้าวอายุ 60 วัน สูงกว่าการเผาฟางข้าวอย่างเด่นชัด (ตารางที่ 21)

3.2 ผลการวิเคราะห์ดินหลังการปลูกข้าวครั้งที่ 2

การจัดการฟางข้าวทั้ง 2 แบบ และการใช้ปุ๋ยทั้ง 4 แบบ ไม่ทำให้ pH ของดิน ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมแลกเปลี่ยนได้ ตลอดจนเหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสีที่สกัดได้ในดินที่เก็บหลังการปลูกข้าวเมื่อข้าวอายุ 60 และ 120 วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 16, 19 และ 22)

3.3 ผลการวิเคราะห์ดินหลังการปลูกข้าวครั้งที่ 3

การจัดการฟางข้าวทั้ง 2 แบบ และการใช้ปุ๋ยทั้ง 4 แบบ ไม่ทำให้ pH ของดิน ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมแลกเปลี่ยนได้ ตลอดจนเหล็ก แมงกานีส และสังกะสีที่สกัดได้ในดินที่เก็บหลังการปลูกข้าวเมื่อข้าวอายุ 60 และ 120 วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 17, 20 และ 23) ยกเว้น การไถกลบฟางข้าวทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุ แมงกานีส และทองแดงที่สกัดได้ในดินที่เก็บหลังการปลูกข้าวเมื่อข้าวอายุ 60 วัน สูงกว่าการเผาฟางข้าว การเผาฟางข้าวทำให้ปริมาณทองแดงที่สกัดได้ในดินที่เก็บหลังการปลูกข้าวเมื่อข้าวอายุ 120 วัน สูงกว่าการไถกลบฟางข้าว นอกจากนี้ การใช้ปุ๋ยหมักทำให้ปริมาณแคลเซียมแลกเปลี่ยนได้ในดินที่เก็บหลังการปลูกข้าวเมื่อข้าวอายุ 120 วัน สูงกว่าการใส่ปุ๋ยที่เหลืออีก 3 แบบ

3.4 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ดินหลังการปลูกข้าวในครั้ง 1, 2 และ 3

การจัดการฟางข้าวทั้ง 2 แบบ และการใช้ปุ๋ยทั้ง 4 แบบ ไม่ทำให้ pH ของดิน ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมแลกเปลี่ยนได้ ตลอดจนเหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสีที่สกัดได้ในดินที่เก็บหลังการปลูกข้าวเมื่อข้าวอายุ 60 และ 120 วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นการจัดการฟางข้าวทั้ง 2 แบบ ทำให้ทองแดงที่สกัดได้จากดินที่ปลูกข้าวในครั้งที่ 1 เมื่อข้าวอายุ 60 วัน ปริมาณอินทรียวัตถุ แมงกานีส และทองแดงที่สกัดได้ในดินที่ปลูกข้าวในครั้งที่ 3 เมื่อข้าวอายุ 60 วัน และทองแดงที่สกัดได้ในดินที่ปลูกข้าวในครั้งที่ 3 เมื่อข้าวอายุ 120 วัน แตกต่างกันทางสถิติ กล่าวคือ การไถกลบฟางข้าวทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุ แมงกานีส และทองแดงที่สกัดได้ในดินที่เก็บหลังการปลูกข้าวครั้งที่ 3 เมื่อข้าวอายุ 60 วัน และทองแดงที่สกัดได้ในดินที่เก็บหลังการปลูกข้าวในครั้งที่ 1 เมื่อข้าวอายุ 60 วัน สูงกว่าการเผาฟางข้าว และการเผาฟางข้าวทำให้ทองแดงที่สกัดได้ในดินที่เก็บหลังการปลูกข้าวในครั้งที่ 3 เมื่อข้าวอายุ 120 วัน สูงกว่าการไถกลบฟางข้าว นอกจากนี้ การใช้ปุ๋ยทั้งที่ 4 แบบ ทำให้แคลเซียมแลกเปลี่ยนได้ในดินที่เก็บหลังการปลูกข้าวในครั้งที่ 3 เมื่อข้าวอายุ 120 วัน แตกต่างกันทางสถิติ กล่าวคือ การใช้ปุ๋ยหมักทำให้แคลเซียมแลกเปลี่ยนได้ในดินที่เก็บหลังการปลูกข้าวในครั้งที่ 3 เมื่อข้าวอายุ 120 วัน สูงกว่าการใช้ปุ๋ยแบบอื่นๆ ดังนั้น การไถกลบฟางข้าวมีแนวโน้มที่จะทำให้อินทรียวัตถุในดินเพิ่มขึ้น และทำให้ทองแดงที่สกัดได้ในดินที่เก็บเมื่อข้าวอายุ 60 วันสูงกว่าการเผาฟางข้าว การใส่ปุ๋ยหมักมีแนวโน้มที่จะทำให้แคลเซียมแลกเปลี่ยนได้ในดินสูงกว่าการใช้ปุ๋ยแบบอื่นๆ

ผลการวิเคราะห์ดินก่อนปลูกข้าวเมื่อข้าวอายุ 60 และ 120 วัน แสดงว่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมแลกเปลี่ยนได้อยู่ในเกณฑ์สูงมากตามเกณฑ์ของสถาบันวิจัยข้าว (สถาบันวิจัยข้าว, 2547) ส่วนปริมาณธาตุอื่นๆ มีอยู่ในเกณฑ์ที่เพียงพอสำหรับข้าว (Jones Jr., 2001) ส่วนฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และทองแดงที่สกัดได้ในดินนาหลังการขังน้ำเพิ่มขึ้น เนื่องจากสภาพรีดักชันช่วยให้เหล็กฟอสเฟต และสารประกอบทองแดงละลายออกมามากขึ้น (ทัศนีย์, 2543)

แม้ว่าการไถกลบฟางข้าวในดินกำแพงแสนจะไม่ทำให้สมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์แตกต่างกับการเผาฟางข้าว แต่ประพิศ และ วิศิษฐ์ (2534) รายงานผลของการเผาฟางข้าวที่มีต่อสมบัติทางเคมีของดินนั้นว่า โดยทั่วๆ ไป pH ของดินตรงบริเวณที่มีเถ้าฟางข้าวสะสมอยู่จะสูงขึ้น ซึ่งเป็นการยกระดับ pH ของดินเฉพาะจุด นอกจากนี้การเผาฟางข้าวหรือเศษพืชในนายังทำให้ธาตุอาหารหลัก เช่น ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่อยู่ในฟางข้าวหรือเศษพืชเป็นประโยชน์กับพืชที่จะปลูกต่อไปได้มากขึ้น แต่สำหรับไนโตรเจนและกำมะถันจะสูญหายไป

เนื่องจากการเผา ดังนั้น ผลของการเผาฟางข้าวและตอซังข้าวหลังฤดูการทำนาอาจมีประโยชน์อยู่บ้าง อย่างไรก็ตาม การไถกลบฟางข้าวให้ผลเชิงบวกด้านปริมาณธาตุอาหารในดินนามากกว่า กล่าวคือ จงรักษ์ และคณะ (2544) พบว่า การใส่ตอซังข้าวร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับปุ๋ยเคมีในดินนาเนื้อปูนชุดดินลพบุรี ช่วยให้ข้าวดูดธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมขึ้นมาใช้ได้ในปริมาณที่มากขึ้น นอกจากนี้ชุติวัฒน์ และ ดิเรก (2540) ยังพบว่า การไถกลบตอซังข้าว การใส่ฟางข้าว และปุ๋ยหมักฟางข้าวทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดินเพิ่มขึ้น โดยไม่ทำให้ pH ของดินเปลี่ยนแปลง ส่วน Yoneyama *et al.* (1977) กล่าวว่า การใส่ฟางข้าวทำให้สารอินทรีย์ไนโตรเจนและค่ารีดอกซ์โพเทนเชียลลดลง อินทรียวัตถุในดินเพิ่มขึ้นส่งเสริมให้เกิดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการตรึงไนโตรเจนของแบคทีเรีย ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Sahrawat (1980) ที่ว่า การใส่ฟางข้าวจะช่วยเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุและไนโตรเจนในดิน โดยจะมีผลต่อกระบวนการ mineralization และ immobilization ในดิน ซึ่งจะช่วยลดการสูญเสียไนโตรเจนออกไป สำหรับการใส่ฟางข้าวร่วมกับการใส่ปุ๋ยคอกนั้น Verma and Bhagat (1992) พบว่า ช่วยลดการใช้ปุ๋ยได้ 9.6 กิโลกรัม (N) ต่อไร่ หลังจากทำการทดลอง 5 ปี พบว่าเปอร์เซ็นต์สารคาร์บอนอินทรีย์ (organic carbon) ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และจุลธาตุในตำรับการทดลองที่ใส่ฟางข้าวร่วมกับปุ๋ยคอกเพิ่มมากที่สุด รองลงมาคือ การใส่ปุ๋ยคอก และการคลุมด้วยฟางข้าวตามลำดับ ส่วนตำรับการทดลองที่ให้ปริมาณธาตุอาหารต่ำคือการเผาฟางข้าว

ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH, 1:1) ค่าการนำไฟฟ้า (EC, 1:5) (เดซิซีเมนส์ต่อเมตร) ปริมาณอินทรียวัตถุ และไนโตรเจนทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์) ในดิน ของการปลูกข้าวอายุ 60 และ 120 วัน ในการปลูกข้าวครั้งที่ 1

ตำรับการทดลอง	อายุ 60 วัน				อายุ 120 วัน			
	pH	EC (1:5)	%OM	%N	pH	EC (1:5)	%OM	%N
Factor A								
S1	7.69	0.16	1.56	0.09	7.63	0.24	1.62	0.07
S2	7.63	0.17	1.56	0.09	7.53	0.21	1.62	0.07
เฉลี่ย	7.66	0.17	1.56	0.09	7.58	0.22	1.62	0.07
F- test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Factor B								
F1	7.69	0.18	1.51	0.09	7.59	0.19	1.54	0.07
F2	7.71	0.17	1.49	0.09	7.66	0.20	1.63	0.07
F3	7.62	0.17	1.61	0.09	7.57	0.21	1.61	0.08
F4	7.62	0.16	1.62	0.09	7.51	0.29	1.68	0.08
เฉลี่ย	7.66	0.17	1.56	0.09	7.58	0.22	1.62	0.07
F- test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
AxB	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV	1.70	15.90	13.75	10.36	1.66	47.51	12.45	11.78

หมายเหตุ S1 = เผาฟางข้าว, S2 = ไถกลบฟางข้าว

F1 = ไม่ใส่ปุ๋ย, F2 = ปุ๋ยหมัก, F3 = ปุ๋ยยูเรีย, F4 = ปุ๋ยหมัก + ยูเรีย

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH, 1:1) ค่าการนำไฟฟ้า (EC, 1:5) (เดซิซีเมนส์ต่อเมตร) ปริมาณอินทรียวัตถุ และไนโตรเจนทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์) ในดิน ของการปลูกข้าวอายุ 60 และ 120 วัน ในการปลูกข้าวครั้งที่ 2

ตำรับการทดลอง	อายุ 60 วัน				อายุ 120 วัน			
	pH	EC (1:5)	%OM	%N	pH	EC (1:5)	%OM	%N
Factor A								
S1	7.49	0.18	1.61	0.08	7.53	0.21	1.83	0.08
S2	7.45	0.18	1.79	0.08	7.52	0.21	1.86	0.08
เฉลี่ย	7.47	0.18	1.70	0.08	7.52	0.21	1.84	0.08
F- test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Factor B								
F1	7.46	0.18	1.65	0.07	7.55	0.22	1.77	0.08
F2	7.52	0.18	1.72	0.08	7.58	0.20	1.91	0.08
F3	7.47	0.18	1.68	0.07	7.47	0.21	1.86	0.08
F4	7.43	0.17	1.76	0.08	7.49	0.21	1.83	0.08
เฉลี่ย	7.47	0.18	1.70	0.08	7.52	0.21	1.84	0.08
F- test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
AxB	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV	1.46	16.20	14.26	12.35	1.43	18.96	14.61	12.18

หมายเหตุ S1 = เผาฟางข้าว, S2 = ไถกลบฟางข้าว

F1 = ไม่ใส่ปุ๋ย, F2 = ปุ๋ยหมัก, F3 = ปุ๋ยยูเรีย, F4 = ปุ๋ยหมัก + ยูเรีย

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 17 ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH, 1:1) ค่าการนำไฟฟ้า (EC, 1:5) (เดซิซีเมนส์ต่อเมตร) ปริมาณอินทรียวัตถุ และไนโตรเจนทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์) ในดิน ของการปลูกข้าวอายุ 60 และ 120 วัน ในการปลูกข้าวครั้งที่ 3

ตำรับการทดลอง	อายุ 60 วัน				อายุ 120 วัน			
	pH	EC (1:5)	%OM	%N	pH	EC (1:5)	%OM	%N
Factor A								
S1	7.61	0.17	1.42	0.08	7.40	0.19	1.76	0.09
S2	7.58	0.19	1.69	0.08	7.36	0.21	1.80	0.09
เฉลี่ย	7.60	0.18	1.55	0.08	7.38	0.20	1.78	0.09
F- test	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
Factor B								
F1	7.58	0.17	1.43	0.08	7.40	0.19	1.72	0.09
F2	7.63	0.19	1.69	0.08	7.38	0.22	1.88	0.10
F3	7.64	0.19	1.40	0.07	7.37	0.20	1.68	0.09
F4	7.54	0.18	1.70	0.09	7.36	0.20	1.82	0.09
เฉลี่ย	7.60	0.18	1.55	0.08	7.38	0.20	1.78	0.09
F- test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
AxB	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV	1.18	16.61	18.47	20.22	1.45	17.43	13.79	13.60

หมายเหตุ S1 = เผาฟางข้าว, S2 = ไถกลบฟางข้าว

F1 = ไม่ใส่ปุ๋ย, F2 = ปุ๋ยหมัก, F3 = ปุ๋ยยูเรีย, F4 = ปุ๋ยหมัก + ยูเรีย

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมแลกเปลี่ยนได้ในดินของการปลูกข้าวที่อายุ 60 และ 120 วัน ในการปลูกข้าวครั้งที่ 1

(หน่วย: มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

ตำรับการทดลอง	อายุ 60 วัน				อายุ 120 วัน			
	Avai. P	Exch. K	Exch. Ca	Exch. Mg	Avai. P	Exch. K	Exch. Ca	Exch. Mg
Factor A								
S1	101.82	174.97	3,778.47	220.90	89.30	188.38	3,956.89	251.79
S2	108.81	176.46	3,713.73	245.82	90.15	212.26	3,624.25	228.76
เฉลี่ย	105.31	175.72	3,746.10	233.36	89.73	200.32	3,790.57	240.27
F- test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Factor B								
F1	110.21	176.43	3,747.43	227.47	87.84	198.27	3,495.04	245.72
F2	106.47	171.78	4,001.48	249.25	97.49	194.36	4,375.77	219.85
F3	97.48	179.81	3,639.51	216.86	85.90	203.81	3,670.25	239.14
F4	107.10	174.85	3,595.98	239.85	87.67	204.84	3,621.21	256.38
เฉลี่ย	105.31	175.72	3,746.10	233.36	89.73	200.32	3,790.57	240.27
F- test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
AxB	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV	18.43	30.24	15.15	15.73	16.41	16.50	21.58	12.50

หมายเหตุ S1 = เผาฟางข้าว, S2 = ไถกลบฟางข้าว

F1 = ไม่ใส่ปุ๋ย, F2 = ปุ๋ยหมัก, F3 = ปุ๋ยยูเรีย, F4 = ปุ๋ยหมัก + ยูเรีย

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมแลกเปลี่ยนได้ในดินของการปลูกข้าวที่อายุ 60 และ 120 วันในการปลูกข้าวครั้งที่ 2

(หน่วย: มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

ตำรับการทดลอง	อายุ 60 วัน				อายุ 120 วัน			
	Avai. P	Exch. K	Exch. Ca	Exch. Mg	Avai. P	Exch. K	Exch. Ca	Exch. Mg
Factor A								
S1	96.71	163.53	3,816.04	239.18	95.19	170.35	3,814.50	244.46
S2	96.53	172.41	3,643.50	240.35	97.52	169.55	3,655.31	237.84
เฉลี่ย	96.62	167.97	3,729.77	239.76	96.36	169.95	3,734.90	241.15
F- test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Factor B								
F1	97.22	176.28	3,557.82	249.03	97.18	173.46	3,452.59	247.96
F2	104.19	162.04	4,132.19	224.76	100.88	176.40	4,392.65	238.41
F3	89.18	161.74	3,545.25	246.35	86.19	162.49	3,452.40	237.98
F4	95.88	171.83	3,683.82	238.91	101.20	167.44	3,641.97	240.25
เฉลี่ย	96.62	167.97	3,729.77	239.76	96.36	169.95	3,734.90	241.15
F- test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
AxB	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV	21.36	11.94	18.93	9.39	18.33	15.71	20.82	8.37

หมายเหตุ S1 = เผาฟางข้าว, S2 = ไถกลบฟางข้าว

F1 = ไม่ใส่ปุ๋ย, F2 = ปุ๋ยหมัก, F3 = ปุ๋ยยูเรีย, F4 = ปุ๋ยหมัก + ยูเรีย

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 20 ผลการวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมแลกเปลี่ยนได้ในดินของการปลูกข้าวที่อายุ 60 และ 120 วัน ในการปลูกข้าวครั้งที่ 3

(หน่วย: มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

ตำรับการทดลอง	อายุ 60 วัน				อายุ 120 วัน			
	Avai. P	Exch. K	Exch. Ca	Exch. Mg	Avai. P	Exch. K	Exch. Ca	Exch. Mg
Factor A								
S1	92.84	151.23	4,289.36	234.80	104.88	143.50	3,641.84	222.45
S2	97.51	152.72	3,840.33	211.37	96.54	146.40	3,321.38	217.49
เฉลี่ย	95.18	151.97	4,064.84	223.09	100.71	144.95	3,481.61	219.97
F- test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Factor B								
F1	103.52	159.06	3,759.35	225.54	99.20	151.38	3,142.74a	224.73
F2	92.81	148.15	4,563.44	217.10	116.20	146.83	4,342.07b	220.20
F3	83.83	146.31	3,857.68	219.87	88.20	138.38	3,042.21a	215.38
F4	100.55	154.38	4,078.90	229.83	99.24	143.20	3,399.41a	219.58
เฉลี่ย	95.18	151.97	4,064.84	223.09	100.71	144.95	3,481.61	219.97
F- test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns
AxB	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV	20.30	10.51	21.47	13.42	18.86	11.90	23.45	9.21

หมายเหตุ S1 = เผาฟางข้าว, S2 = ไถกลบฟางข้าว

F1 = ไม่ใส่ปุ๋ย, F2 = ปุ๋ยหมัก, F3 = ปุ๋ยยูเรีย, F4 = ปุ๋ยหมัก + ยูเรีย

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์เหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสีที่สกัดได้ในดินของการปลูกข้าวที่อายุ 60 และ 120 วัน ในการปลูกข้าวครั้งที่ 1

(หน่วย: มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

ตำรับการทดลอง	อายุ 60 วัน				อายุ 120 วัน			
	Fe	Mn	Cu	Zn	Fe	Mn	Cu	Zn
Factor A								
S1	35.00	13.72	3.57	1.51	61.05	14.64	3.67	1.67
S2	38.54	14.64	4.16	1.55	59.64	14.75	3.60	1.74
เฉลี่ย	36.77	14.18	3.86	1.53	60.35	14.69	3.64	1.71
F- test	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns
Factor B								
F1	37.42	14.21	3.82	1.60	59.67	14.90	3.76	1.71
F2	36.68	13.96	3.76	1.51	57.99	13.82	3.47	1.67
F3	33.24	13.25	3.75	1.49	62.24	14.69	3.70	1.68
F4	39.73	15.29	4.13	1.53	61.49	15.37	3.63	1.76
เฉลี่ย	36.77	14.18	3.86	1.53	60.35	14.69	3.64	1.71
F- test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
AxB	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV	19.83	13.92	13.04	18.24	12.10	8.44	8.32	15.28

หมายเหตุ S1 = เผาฟางข้าว, S2 = ไถกลบฟางข้าว

F1 = ไม่ใส่ปุ๋ย, F2 = ปุ๋ยหมัก, F3 = ปุ๋ยยูเรีย, F4 = ปุ๋ยหมัก + ยูเรีย

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางที่ 22 ผลการวิเคราะห์เหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสีที่สกัดได้ในดินของการปลูกข้าวที่อายุ 60 และ 120 วัน ในการปลูกข้าวครั้งที่ 2

(หน่วย: มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

ตำรับการทดลอง	อายุ 60 วัน				อายุ 120 วัน			
	Fe	Mn	Cu	Zn	Fe	Mn	Cu	Zn
Factor A								
S1	61.05	24.79	3.84	1.78	64.56	16.58	3.15	1.72
S2	61.25	23.83	3.83	1.78	70.35	16.06	3.04	1.75
เฉลี่ย	58.90	24.31	3.84	1.78	67.45	16.32	3.09	1.74
F- test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Factor B								
F1	64.69	23.80	3.89	1.86	61.20	16.68	3.11	1.70
F2	61.36	26.22	3.94	1.83	67.07	16.84	3.11	1.79
F3	50.68	23.24	3.63	1.64	70.93	16.48	3.04	1.69
F4	58.86	23.98	3.89	1.80	70.62	15.27	3.12	1.76
เฉลี่ย	58.90	24.31	3.84	1.78	67.45	16.32	3.09	1.74
F- test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
AxB	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV	38.46	25.22	16.79	20.27	20.92	11.23	8.32	15.28

หมายเหตุ S1 = เผาฟางข้าว, S2 = ไถกลบฟางข้าว

F1 = ไม่ใส่ปุ๋ย, F2 = ปุ๋ยหมัก, F3 = ปุ๋ยยูเรีย, F4 = ปุ๋ยหมัก + ยูเรีย

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 23 ผลการวิเคราะห์เหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสีที่สกัดได้ในดินของการปลูกข้าวที่อายุ 60 และ 120 วัน ในการปลูกข้าวครั้งที่ 3

(หน่วย: มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

ตำรับการทดลอง	อายุ 60 วัน				อายุ 120 วัน			
	Fe	Mn	Cu	Zn	Fe	Mn	Cu	Zn
Factor A								
S1	51.99	15.02	4.36	1.50	71.69	18.53	3.41	1.68
S2	57.94	15.80	4.97	1.27	79.89	20.50	3.37	1.76
เฉลี่ย	54.97	15.41	4.66	1.39	75.79	19.52	3.39	1.72
F- test	ns	*	*	ns	ns	ns	**	ns
Factor B								
F1	52.86	15.22	4.57	1.47	69.67	17.33	3.64	1.60
F2	53.71	14.74	4.40	1.45	74.55	20.02	3.18	1.91
F3	49.99	15.54	4.59	1.31	77.94	20.39	3.34	1.65
F4	63.30	16.15	5.09	1.31	80.99	20.33	3.39	1.74
เฉลี่ย	54.97	15.41	4.66	1.39	75.79	19.52	3.39	1.72
F- test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
AxB	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV	27.80	16.68	15.30	22.03	20.85	25.99	18.08	20.49

หมายเหตุ S1 = เผาฟางข้าว, S2 = ไถกลบฟางข้าว

F1 = ไม่ใส่ปุ๋ย, F2 = ปุ๋ยหมัก, F3 = ปุ๋ยยูเรีย, F4 = ปุ๋ยหมัก + ยูเรีย

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

4. ปริมาณธาตุอาหารในส่วนเหนือดิน (shoot)

4.1 ปริมาณธาตุอาหารในส่วนเหนือดินของข้าวจากการปลูกข้าวครั้งที่ 1

การไถกลบฟางข้าวไม่ทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแมกนีเซียมในส่วนเหนือดินเมื่อข้าวอายุ 60 และ 120 วัน แตกต่างกันทางสถิติกับการเผาฟางข้าว ส่วนความเข้มข้นของแคลเซียมในส่วนเหนือดินของข้าวอายุ 60 วันนั้น การจัดการฟางข้าวทั้ง 2 แบบ ไม่มีความแตกต่างกัน แต่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อข้าวอายุ 120 วัน สำหรับความเข้มข้นของเหล็กและแมงกานีสในส่วนเหนือดินของข้าวจากการจัดการฟางข้าวทั้ง 2 แบบ ให้ค่าใกล้เคียงกัน แต่การเผาฟางข้าวมีผลให้ความเข้มข้นของสังกะสีในส่วนเหนือดินเมื่อข้าวอายุ 60 วัน และทองแดงกับสังกะสีในข้าวอายุ 120 วัน สูงกว่าการไถกลบฟางข้าวอย่างเด่นชัด (ตารางที่ 24 และ 27)

ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสีในส่วนเหนือดินของข้าวอายุ 60 และ 120 วัน พบว่า การใช้ปุ๋ยทั้ง 4 แบบ มีผลให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนและแมงกานีสในส่วนเหนือดินของข้าวอายุ 60 วัน และไนโตรเจน แคลเซียม ทองแดง และสังกะสีในส่วนเหนือดินของข้าวอายุ 120 วัน แตกต่างกันทางสถิติ กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยหมักทำให้ไนโตรเจนในส่วนเหนือดินของข้าวที่อายุ 60 วัน สูงกว่าการใส่ปุ๋ยอีก 3 แบบ ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมีส่งผลให้ไนโตรเจนในส่วนเหนือดินของข้าวที่อายุ 120 วัน มีความเข้มข้นสูงกว่าการใส่ปุ๋ยแบบอื่น การไม่ใส่ปุ๋ยและการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้ความเข้มข้นของแคลเซียมในส่วนเหนือดินของข้าวอายุ 120 วัน ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยหมัก แต่สูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี การใส่ปุ๋ยหมักทำให้ความเข้มข้นของแมงกานีสในส่วนเหนือดินของข้าวที่อายุ 60 วัน ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีและการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมี แต่สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย ส่วนการไม่ใส่ปุ๋ยทำให้ความเข้มข้นของทองแดงในส่วนเหนือดินของข้าวอายุ 120 วันสูงที่สุด การใส่ปุ๋ยเคมีไม่ทำให้ความเข้มข้นของสังกะสีในส่วนเหนือดินของข้าวอายุ 120 วัน แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยหมัก แต่สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยและการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมี (ตารางที่ 24 และ 27)

4.2 ปริมาณธาตุอาหารในส่วนเหนือดินของข้าวจากการปลูกข้าวครั้งที่ 2

การจัดการฟางข้าวทั้ง 2 แบบ ไม่ทำให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสีในส่วนเหนือดินของข้าวอายุ 60 และ 120 วัน แตกต่างกันทางสถิติ แต่การเผาฟางข้าวทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนและแคลเซียมในส่วนเหนือดินของข้าวที่อายุ 60 วัน ฟอสฟอรัสและแคลเซียมในส่วนเหนือดินของข้าวที่อายุ 120 วัน สูงกว่าการไถกลบฟางข้าวอย่างเด่นชัด ส่วนการไถกลบฟางข้าวทำให้ฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินของข้าวที่อายุ 60 วัน สูงกว่าการเผาฟางข้าว (ตารางที่ 25 และ 28)

การใช้ปุ๋ยทั้ง 4 แบบ ไม่ทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนเหนือดินของข้าวอายุ 60 วัน โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม แมงกานีส ทองแดง และสังกะสีในส่วนเหนือดินของข้าวอายุ 60 และ 120 วัน รวมทั้งฟอสฟอรัสและเหล็กในส่วนเหนือดินของข้าวที่อายุ 120 วัน แตกต่างกันทางสถิติ แต่การใช้ปุ๋ยทั้ง 4 แบบ ทำให้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสและเหล็กในส่วนเหนือดินของข้าวที่อายุ 60 วัน และไนโตรเจนในส่วนเหนือดินของข้าวที่อายุ 120 วัน แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 25 และ 28) กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนเหนือดินของข้าวอายุ 120 วัน สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย แต่ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว และทำให้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินของข้าวอายุ 60 วัน สูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี แต่ไม่แตกต่างกับการไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยหมักเพียงอย่างเดียว (ตารางที่ 25) นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมียังทำให้ความเข้มข้นของเหล็กในส่วนเหนือดินของข้าวที่อายุ 60 วัน สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว แต่ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยหมัก (ตารางที่ 28)

4.3 ปริมาณธาตุอาหารในส่วนเหนือดินของข้าวจากการปลูกข้าวครั้งที่ 3

การจัดการฟางข้าวทั้ง 2 แบบ ไม่ทำให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียม แมกนีเซียมในส่วนเหนือดินของข้าวอายุ 60 และ 120 วัน และแคลเซียมในส่วนเหนือดินของข้าวที่อายุ 60 วัน รวมทั้งไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และสังกะสีในส่วนเหนือดินของข้าวอายุ 120 วัน แตกต่างกันทางสถิติ แต่การเผาฟางข้าวทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และสังกะสีในส่วนเหนือดินของข้าวอายุ 60 วัน แคลเซียมในส่วนเหนือดินของข้าวอายุ 120 วัน รวมทั้งเหล็กและแมงกานีสในส่วนเหนือดินของข้าวอายุ 60 และ 120 วัน สูงกว่าการไถกลบฟางข้าวอย่างเด่นชัด ส่วนการไถกลบฟางข้าวทำให้ความเข้มข้นของทองแดงในส่วนเหนือดินของข้าวที่อายุ 60 และ 120 วัน สูงกว่าการเผาฟางข้าวอย่างเด่นชัด (ตารางที่ 26 และ 29)

การใช้ปุ๋ยทั้ง 4 แบบ ไม่ทำให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมและแมกนีเซียมในส่วนเหนือดินของข้าวอายุ 60 วัน แคลเซียมในส่วนเหนือดินของข้าวอายุ 120 วัน รวมทั้งเหล็ก แมงกานีส และสังกะสีในส่วนเหนือดินของข้าวที่อายุ 60 และ 120 วัน แตกต่างกันทางสถิติ แต่การใช้ปุ๋ยทั้ง 4 แบบ ทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และทองแดงในส่วนเหนือดินของข้าวที่อายุ 60 และ 120 วัน และแคลเซียมในส่วนเหนือดินของข้าวที่อายุ 60 วัน รวมทั้งโพแทสเซียมและแมกนีเซียมในส่วนเหนือดินของข้าวที่อายุ 120 วัน แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 26 และ 29) กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยเคมีทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนเหนือดินของข้าวอายุ 60 วัน สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยและการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมี แต่ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยหมัก และการใส่ปุ๋ยเคมียังทำให้ไนโตรเจนในส่วนเหนือดินของข้าวที่อายุ 120 วัน สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยหมักเพียงอย่างเดียว แต่ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมี นอกจากนั้น การใส่ปุ๋ยเคมียังทำให้ความเข้มข้นของทองแดงในส่วนเหนือดินของข้าวที่อายุ 120 วัน สูงกว่าการใช้ปุ๋ยแบบอื่นๆ การใส่ปุ๋ยหมักทำให้ฟอสฟอรัสและแคลเซียมในส่วนเหนือดินของข้าวอายุ 60 วัน สูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีและการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมี แต่ไม่แตกต่างกับการไม่ใส่ปุ๋ย การใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้ความเข้มข้นของทองแดงและฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินของข้าวเมื่อข้าวอายุ 60 วัน สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย แต่ไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยหมักและปุ๋ยเคมี (ตารางที่ 26 และ 29) นอกจากนี้ยังทำให้ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในส่วนเหนือดินของข้าวอายุ 120 วัน สูงกว่าการใส่ปุ๋ยหมักเพียงอย่างเดียว แต่ไม่แตกต่างกับการ ไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมี การไม่ใส่ปุ๋ยทำให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในส่วนเหนือดินของข้าวเมื่อข้าวอายุ 120 วัน สูงกว่าการใช้ปุ๋ยแบบอื่นๆ (ตารางที่ 26)

4.4 การเปรียบเทียบการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 1, 2 และ 3

การไถกลบฟางข้าวไม่ทำให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียม และแมกนีเซียมในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 1, 2 และ 3 เมื่อข้าวอายุ 60 และ 120 วัน ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 1 เมื่อข้าวอายุ 60 และ 120 วัน ความเข้มข้นของเหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสีในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 2 เมื่อข้าวอายุ 60 และ 120 วัน ความเข้มข้นของแคลเซียมในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 3 เมื่อข้าวอายุ 60 วัน รวมทั้งไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และสังกะสีในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 3 เมื่อข้าวอายุ 120 วัน แตกต่างกันทางสถิติกับการเผาฟางข้าว ส่วนความเข้มข้นของแคลเซียมในส่วนเหนือดินของการปลูกครั้งข้าวที่ 1 เมื่อข้าวอายุ 60 วันนั้น การจัดการฟางข้าวทั้ง 2 แบบไม่มีความแตกต่างกัน แต่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อข้าวอายุ 120 วัน สำหรับความเข้มข้นของเหล็กและแมงกานีสใน

ส่วนเหนือดินของข้าวจากการจัดการฟางข้าวทั้ง 2 แบบ ให้ค่าใกล้เคียงกัน แต่การเผาฟางข้าวมีผลให้ความเข้มข้นของสังกะสีในส่วนเหนือดินเมื่อข้าวอายุ 60 วัน และทองแดงกับสังกะสีในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 1 เมื่อข้าวอายุ 120 วัน ความเข้มข้นของไนโตรเจนและแคลเซียมในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 2 เมื่อข้าวอายุ 60 วัน ฟอสฟอรัสและแคลเซียมในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 2 เมื่อข้าวอายุ 120 วัน ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและสังกะสีในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 3 เมื่อข้าวอายุ 60 วัน แคลเซียมในส่วนเหนือดินของ การปลูกข้าวครั้งที่ 3 เมื่อข้าวอายุ 120 วัน รวมทั้งเหล็กและแมงกานีสในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 3 เมื่อข้าวอายุ 60 และ 120 วัน สูงกว่าการไถกลบฟางข้าวอย่างเด่นชัด ส่วนการไถกลบฟางข้าวทำให้ฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 2 เมื่อข้าวอายุ 60 วัน และความเข้มข้นของทองแดงในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 3 เมื่อข้าวอายุ 60 และ 120 วัน สูงกว่าการเผาฟางข้าว ดังนั้น การเผาฟางข้าวมีแนวโน้มที่จะทำให้ไนโตรเจน แคลเซียม เหล็ก แมงกานีส และสังกะสีในส่วนเหนือดินของข้าวอายุ 60 และ 120 วัน สูงกว่าการไถกลบฟางข้าว ส่วนการไถกลบฟางข้าวมีแนวโน้มที่จะทำให้ทองแดงในส่วนเหนือดินของข้าวอายุ 60 และ 120 วัน สูงกว่าการเผาฟางข้าว

ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสีในส่วนเหนือดินของข้าวอายุ 60 และ 120 วัน พบว่า การใช้ปุ๋ยทั้ง 4 แบบ ไม่ทำให้ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมงกานีส และเหล็กในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 1 เมื่อข้าวอายุ 60 และ 120 วัน แคลเซียม ทองแดง และสังกะสีในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 1 เมื่อข้าวอายุ 60 วัน ความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 2 เมื่อข้าวอายุ 60 วัน โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม แมงกานีส ทองแดง และสังกะสีในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 2 เมื่อข้าวอายุ 60 และ 120 วัน รวมทั้งฟอสฟอรัสและเหล็กในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 2 เมื่อข้าวอายุ 120 วัน โพแทสเซียมและแมกนีเซียมในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 3 เมื่อข้าวอายุ 60 วัน แคลเซียมในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 3 เมื่อข้าวอายุ 120 วัน รวมทั้งเหล็ก แมงกานีส และสังกะสีในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 3 เมื่อข้าวอายุ 60 และ 120 วัน แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีผลให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนและแมงกานีสในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 1 เมื่อข้าวอายุ 60 วัน และไนโตรเจน แคลเซียม ทองแดง และสังกะสีในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 1 เมื่อข้าวอายุ 120 วัน ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสและเหล็กในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 2 เมื่อข้าวอายุ 60 วัน ไนโตรเจนในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 2 เมื่อข้าวอายุ 120 วัน และความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และทองแดงในส่วนเหนือดินของข้าวอายุ 60 และ 120 วัน แคลเซียมในส่วนเหนือดินของข้าวอายุ 60 วัน รวมทั้งโพแทสเซียมและแมกนีเซียมในส่วนเหนือดิน

ของข้าวอายุ 120 วันในการปลูกข้าวครั้งที่ 3 แตกต่างกันทางสถิติ กล่าวคือ การใส่ปุ๋ยหมักทำให้ไนโตรเจนในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 1 เมื่อข้าวอายุ 60 วัน สูงกว่าการใส่ปุ๋ยอีก 3 แบบ ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมีส่งผลให้ไนโตรเจนในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 1 เมื่อข้าวอายุ 120 วัน มีความเข้มข้นสูงกว่าการใส่ปุ๋ยแบบอื่น การใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 2 เมื่อข้าวอายุ 120 วัน สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย

การใช้ปุ๋ยเคมีทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 3 เมื่อข้าวอายุ 60 วัน สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมี และทำให้ไนโตรเจนในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 3 เมื่อข้าวอายุ 120 วัน สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยหมักเพียงอย่างเดียว การใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 2 เมื่อข้าวอายุ 60 วัน สูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี การใช้ปุ๋ยหมักทำให้ฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 3 เมื่อข้าวอายุ 60 วัน สูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีและการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมี การใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินของข้าวเมื่อข้าวอายุ 60 วัน ในการปลูกครั้งที่ 3 สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย แต่การไม่ใส่ปุ๋ยทำให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 3 เมื่อข้าวอายุ 120 วัน สูงกว่าการใช้ปุ๋ยแบบอื่นๆ การไม่ใส่ปุ๋ยและการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้ความเข้มข้นของแคลเซียมในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 1 เมื่อข้าวอายุ 120 วัน สูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี

การใช้ปุ๋ยหมักทำให้แคลเซียมในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 3 เมื่อข้าวอายุ 60 วัน สูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีและการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมี การใช้ปุ๋ยเคมีทำให้ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 3 เมื่อข้าวอายุ 120 วัน สูงกว่าการใส่ปุ๋ยหมักเพียงอย่างเดียว การใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมียังทำให้ความเข้มข้นของเหล็กในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 2 เมื่อข้าวอายุ 60 วัน สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว การใส่ปุ๋ยหมักจะทำให้ความเข้มข้นของแมงกานีสในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 1 เมื่อข้าวอายุ 60 วัน สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย ส่วนการไม่ใส่ปุ๋ยทำให้ความเข้มข้นของทองแดงในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 1 เมื่อข้าวอายุ 120 วัน สูงที่สุด การใช้ปุ๋ยเคมีทำให้ความเข้มข้นของทองแดงในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 3 เมื่อข้าวอายุ 120 วัน สูงกว่าการใช้ปุ๋ยแบบอื่นๆ นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยเคมียังทำให้ความเข้มข้นของสังกะสีในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 1 เมื่อข้าวอายุ 120 วัน สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยและการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมี

โดยปรกติความเข้มข้นของธาตุอาหารในระยะต่างๆ ของข้าวจะแตกต่างกัน กล่าวคือช่วงระยะเริ่มแตกกอข้าวมีความต้องการธาตุหลัก ธาตุรอง และจุลธาตุสูงสุด โดยต้องการไนโตรเจนสูง

กว่าธาตุอื่นๆ และความต้องการธาตุหลักและธาตุรองจะลดลงเล็กน้อยตั้งแต่ช่วงแตกกอจนถึงช่วงออกรวง จากนั้นก็จะลดลงมาก ส่วนความเข้มข้นของจุลธาตุในระยะต่างๆ ของข้าวจะแตกต่างกันเล็กน้อย (Fageria, 2004) ผลการวิเคราะห์ส่วนเหนือดินของข้าวจากแต่ละตำรับทดลองเมื่ออายุข้าว 60 วัน พบว่า ทุกธาตุอยู่ในเกณฑ์เพียงพอ (Dobermann and Fairhurst, 2000) ดังนั้น การใช้ตำรับทดลองต่างๆ จึงไม่ทำให้น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินเมื่อข้าวอายุ 30-120 วัน ผลผลิต และน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินเมื่อเก็บเกี่ยวแตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามการเก็บเกี่ยวเมล็ดข้าว 1 ตัน จะมีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมติดไปกับผลผลิต 10.5 กิโลกรัม (N), 2.0 กิโลกรัม (P) และ 2.5 กิโลกรัม (K) ตามลำดับ ซึ่งเป็นการสูญเสียธาตุอาหารทั้งสามธาตุไปจากดินอย่างถาวร (Dobermann and Fairhurst, 2002) ส่วนฟางที่ได้จากการทดลองนี้มีน้ำหนักเฉลี่ย 756.19 กิโลกรัมต่อไร่ (ตารางที่ 9, 10 และ 11) และมีปริมาณธาตุหลักเฉลี่ย คือ ไนโตรเจน 0.76% ฟอสฟอรัส 0.23% และโพแทสเซียม 1.04% (ตารางที่ 15, 16, 17, 18, 19 และ 20) คิดเป็น 5.75 กิโลกรัม (N) ต่อไร่, 1.74 กิโลกรัม (P) ต่อไร่ และ 7.86 กิโลกรัม (K) ต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนกำมะถันมี 1.0 กิโลกรัม (S) ต่อไร่ และยังมีธาตุอาหารอื่นๆ ในปริมาณที่แตกต่างกัน (Dobermann and Fairhurst, 2000) การเผาฟางข้าวซึ่งทำให้ไนโตรเจนและกำมะถันส่วนมากกลายเป็นแก๊สและสูญหายไปนั้น เป็นเหตุให้ดินนาไม่ได้รับธาตุดังกล่าวกลับคืนมา ดังนั้นการนำฟางข้าวออกจากนาน้อยที่สุดและไม่เผาฟางข้าวจึงเป็นวิธีการหมุนเวียนธาตุอาหารต่างๆ ลงสู่ดิน และเพิ่มแหล่งคาร์บอนตลอดจนสารอาหารต่างๆ สำหรับจุลินทรีย์ดินได้เป็นอย่างดี

ตารางที่ 24 ผลการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในส่วนเหนือดินของข้าวที่อายุ 60 และ 120 วัน ในการปลูกข้าวครั้งที่ 1

(หน่วย: เปอร์เซ็นต์)

ตำรับการทดลอง	อายุ 60 วัน					อายุ 120 วัน				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
Factor A										
S1	1.18	0.27	2.41	0.43	0.22	0.68	0.28	1.03	0.24	0.14
S2	1.24	0.28	2.48	0.43	0.21	0.67	0.19	1.05	0.21	0.15
เฉลี่ย	1.21	0.27	2.45	0.43	0.22	0.68	0.23	1.04	0.22	0.14
F- test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns
Factor B										
F1	1.03a	0.27	2.29	0.41	0.22	0.63a	0.18	1.06	0.25b	0.15
F2	1.42c	0.28	2.59	0.46	0.23	0.67a	0.18	1.08	0.22ab	0.14
F3	1.19ab	0.26	2.40	0.39	0.21	0.75b	0.21	1.01	0.18a	0.14
F4	1.21b	0.27	2.50	0.45	0.22	0.65a	0.37	1.03	0.23b	0.14
เฉลี่ย	1.21	0.27	2.45	0.43	0.22	0.68	0.23	1.04	0.22	0.14
F- test	**	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	**	ns
AxB	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	*
CV	15.54	5.35	9.04	10.88	7.33	10.66	8.59	14.83	21.95	9.86

หมายเหตุ S1 = เผาฟางข้าว, S2 = ไถกลบฟางข้าว

F1 = ไม่ใส่ปุ๋ย, F2 = ปุ๋ยหมัก, F3 = ปุ๋ยยูเรีย, F4 = ปุ๋ยหมัก + ยูเรีย

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 25 ผลการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในส่วนเหนือดินของข้าวที่อายุ 60 และ 120 วัน ในการปลูกข้าวครั้งที่ 2

(หน่วย: เปอร์เซ็นต์)

ตำรับการทดลอง	อายุ 60 วัน					อายุ 120 วัน				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
Factor A										
S1	0.96	0.24	2.29	0.44	0.20	0.71	0.23	1.02	0.44	0.14
S2	0.77	0.26	2.14	0.39	0.20	0.98	0.21	1.02	0.39	0.14
เฉลี่ย	0.87	0.25	2.21	0.41	0.20	0.85	0.22	1.02	0.41	0.14
F- test	**	*	ns	**	ns	**	**	ns	**	ns
Factor B										
F1	0.82	0.25ab	2.28	0.42	0.21	0.77a	0.23	1.01	0.42	0.13
F2	0.87	0.25ab	2.30	0.42	0.20	0.86ab	0.21	0.95	0.42	0.13
F3	0.87	0.23a	2.27	0.38	0.19	0.83ab	0.23	1.02	0.38	0.14
F4	0.90	0.27b	2.01	0.43	0.20	0.93b	0.21	1.12	0.43	0.15
เฉลี่ย	0.87	0.25	2.21	0.41	0.20	0.85	0.22	1.02	0.41	0.14
F- test	ns	**	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns
AxB	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
CV	18.59	7.82	14.98	13.97	10.56	20.36	9.96	13.48	13.97	13.59

หมายเหตุ S1 = เผาฟางข้าว, S2 = ไถกลบฟางข้าว

F1 = ไม่ใส่ปุ๋ย, F2 = ปุ๋ยหมัก, F3 = ปุ๋ยยูเรีย, F4 = ปุ๋ยหมัก + ยูเรีย

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 26 ผลการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในส่วนเหนือดินของข้าวที่อายุ 60 และ 120 วันในการปลูกข้าวครั้งที่ 3

(หน่วย: เปอร์เซ็นต์)

ตำรับการทดลอง	อายุ 60 วัน					อายุ 120 วัน				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
Factor A										
S1	0.87	0.27	1.74	0.33	0.17	0.75	0.23	1.06	0.23	0.15
S2	0.67	0.24	1.84	0.32	0.17	0.77	0.22	1.03	0.17	0.14
เฉลี่ย	0.77	0.25	1.79	0.33	0.17	0.76	0.23	1.05	0.20	0.14
F- test	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns
Factor B										
F1	0.71a	0.27b	1.68	0.33ab	0.17	0.62a	0.19a	1.19b	0.22	0.14ab
F2	0.77ab	0.27b	1.82	0.36b	0.18	0.65a	0.20ab	1.00a	0.18	0.12a
F3	0.86b	0.24a	1.87	0.30a	0.17	0.91b	0.26b	1.00a	0.21	0.16b
F4	0.73a	0.24a	1.78	0.32a	0.16	0.86b	0.26b	1.01a	0.21	0.16b
เฉลี่ย	0.77	0.25	1.79	0.33	0.17	0.76	0.23	1.05	0.20	0.14
F- test	*	**	ns	*	ns	**	*	*	ns	*
AxB	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV	17.76	10.12	9.75	10.99	10.09	18.95	23.47	13.34	27.93	15.10

หมายเหตุ S1 = เผาฟางข้าว, S2 = ไถกลบฟางข้าว

F1 = ไม่ใส่ปุ๋ย, F2 = ปุ๋ยหมัก, F3 = ปุ๋ยยูเรีย, F4 = ปุ๋ยหมัก + ยูเรีย

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 27 ผลการวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสีในส่วนเหนือดินของข้าวที่อายุ 60 และ 120 วัน ในการปลูกข้าวครั้งที่ 1

(หน่วย: มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

ตำรับการทดลอง	อายุ 60 วัน				อายุ 120 วัน			
	Fe	Mn	Cu	Zn	Fe	Mn	Cu	Zn
Factor A								
S1	205.33	318.84	8.90	297.59	219.14	137.42	6.00	426.97
S2	198.20	293.78	9.17	222.85	218.90	128.96	3.69	342.98
เฉลี่ย	201.76	306.31	9.03	260.22	219.02	133.19	4.85	384.98
F- test	ns	ns	ns	**	ns	ns	**	**
Factor B								
F1	225.77	243.27a	8.71	276.11	277.66	140.42	6.04b	372.17a
F2	182.62	371.27b	9.11	263.43	163.51	138.00	4.98a	388.96ab
F3	203.41	295.71ab	8.94	267.56	193.14	123.80	4.25a	428.21b
F4	195.26	314.98ab	9.38	233.80	241.76	130.54	4.11a	350.56a
เฉลี่ย	201.76	306.31	9.03	260.22	219.02	133.19	4.85	384.98
F- test	ns	*	ns	ns	ns	ns	**	*
AxB	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	**
CV	35.06	24.45	8.75	22.92	39.09	20.82	33.59	18.42

หมายเหตุ S1 = เผาฟางข้าว, S2 = ไถกลบฟางข้าว

F1 = ไม่ใส่ปุ๋ย, F2 = ปุ๋ยหมัก, F3 = ปุ๋ยยูเรีย, F4 = ปุ๋ยหมัก + ยูเรีย

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 28 ผลการวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสี ในส่วนเหนือดินของข้าวที่อายุ 60 และ 120 วัน ในการปลูกข้าวครั้งที่ 2

(หน่วย: มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

ตำรับการทดลอง	อายุ 60 วัน				อายุ 120 วัน			
	Fe	Mn	Cu	Zn	Fe	Mn	Cu	Zn
Factor A								
S1	343.10	428.58	9.01	413.46	241.09	170.99	4.94	367.20
S2	306.61	381.44	7.85	369.42	231.15	156.46	6.36	392.93
เฉลี่ย	324.85	405.01	8.43	391.44	236.12	163.73	5.65	380.06
F- test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Factor B								
F1	278.43a	373.63	7.29	385.06	222.70	172.44	5.13	361.80
F2	332.09ab	390.65	9.44	403.76	224.07	147.27	6.84	386.68
F3	266.81a	409.00	8.52	367.38	241.64	163.55	5.98	386.81
F4	422.07b	446.75	8.46	409.55	256.05	171.65	4.65	384.96
เฉลี่ย	324.85	405.01	8.43	391.44	236.12	163.73	5.65	380.06
F- test	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
AxB	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	*
CV	31.04	21.73	26.50	18.26	22.66	29.46	44.39	11.38

หมายเหตุ S1 = เผาฟางข้าว, S2 = ไถกลบฟางข้าว

F1 = ไม่ใส่ปุ๋ย, F2 = ปุ๋ยหมัก, F3 = ปุ๋ยยูเรีย, F4 = ปุ๋ยหมัก + ยูเรีย

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 29 ผลการวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสีในส่วนเหนือดินของข้าวที่อายุ 60 และ 120 วัน ในการปลูกข้าวครั้งที่ 3

(หน่วย: มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

ตำรับการทดลอง	อายุ 60 วัน				อายุ 120 วัน			
	Fe	Mn	Cu	Zn	Fe	Mn	Cu	Zn
Factor A								
S1	118.25	227.57	13.51	194.90	116.85	224.75	12.99	137.47
S2	87.16	139.11	17.69	147.18	93.40	126.57	24.96	120.41
เฉลี่ย	102.71	183.34	15.60	171.04	105.12	175.66	18.97	128.94
F- test	**	**	**	**	*	*	**	ns
Factor B								
F1	95.81	164.54	13.11a	180.02	109.94	198.93	13.69a	125.83
F2	109.30	215.52	15.71b	184.35	98.46	155.13	17.53b	139.69
F3	99.70	187.01	15.90b	170.76	115.97	196.25	21.33c	121.96
F4	106.01	166.28	17.68b	149.02	96.13	152.33	23.35d	128.29
เฉลี่ย	102.71	183.34	15.60	171.04	105.12	175.66	18.97	128.94
F- test	ns	ns	**	ns	ns	ns	**	ns
AxB	**	ns	ns	*	ns	ns	**	*
CV	26.10	35.44	19.57	22.88	25.37	54.42	40.37	26.86

หมายเหตุ S1 = เผาฟางข้าว, S2 = ไถกลบฟางข้าว

F1 = ไม่ใส่ปุ๋ย, F2 = ปุ๋ยหมัก, F3 = ปุ๋ยยูเรีย, F4 = ปุ๋ยหมัก + ยูเรีย

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\ * = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** = แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

สรุปผลการทดลอง

1. การเจริญเติบโตของข้าว

การเผาฟางข้าวและการไถกลบฟางข้าวไม่มีผลต่อความสูงและน้ำหนักแห้งของต้นข้าวที่อายุต่างๆ จากการปลูกข้าวครั้งที่ 1, 2 และ 3 ยกเว้นในการปลูกข้าวครั้งที่ 3 นั้น การไถกลบฟางข้าวทำให้ความสูงและน้ำหนักแห้งของต้นข้าวที่อายุ 30 วัน สูงกว่าการเผาฟางข้าว

การใช้ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีส่งเสริมให้ต้นข้าวสูงกว่าการไม่ใช้ปุ๋ยในการปลูกข้าวครั้งที่ 1 เมื่ออายุ 120 วัน ครั้งที่ 3 เมื่ออายุ 30, 60 และ 120 วัน ส่วนการปลูกข้าวครั้งที่ 2 การใช้ปุ๋ยเคมีทำให้ต้นข้าวสูงกว่าการใช้ปุ๋ยแบบอื่นเมื่อข้าวอายุ 90 วัน แต่ไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีเมื่ออายุข้าว 120 วัน ส่วนน้ำหนักแห้งนั้น การใช้ปุ๋ยทั้ง 4 แบบ ไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้งในการปลูกข้าวครั้งที่ 1 และ 2 แต่การใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีหรือการใช้ปุ๋ยเคมีช่วยเพิ่มน้ำหนักแห้งของต้นข้าวอายุ 30, 60 และ 120 วัน ในการปลูกครั้งที่ 3

2. ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตข้าว

การจัดการฟางข้าวทั้ง 2 แบบ ในการปลูกข้าวทั้ง 3 ครั้ง ไม่มีผลต่อผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิตข้าว ยกเว้น การไถกลบฟางข้าวทำให้เปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดดี และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดดีในการปลูกข้าวครั้งที่ 1 สูงกว่าการเผาฟางข้าวอย่างเด่นชัด

การใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีหรือการใช้ปุ๋ยเคมีส่งเสริมให้จำนวนรวงต่อตารางเมตรในปลูกข้าวครั้งที่ 1 และ 3 ผลผลิตเมล็ดข้าว น้ำหนักส่วนเหนือดิน น้ำหนัก 100 เมล็ด จำนวนเมล็ดต่อรวงในการปลูกข้าวครั้งที่ 2 และ 3 ความยาวรวงในการปลูกข้าวครั้งที่ 2 รวมทั้งเปอร์เซ็นต์จำนวนเมล็ดดี น้ำหนักเมล็ดต่อรวง และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเมล็ดดีเพิ่มขึ้น ส่วนการใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้น้ำหนัก 100 เมล็ดในการปลูกครั้งที่ 1 สูงกว่าการใช้ปุ๋ยแบบอื่น และการใช้ปุ๋ยเคมีทำให้จำนวนเมล็ดต่อรวง และน้ำหนักเมล็ดต่อรวงในการปลูกพืชครั้งที่ 1 สูงกว่าการใช้ปุ๋ยอีก 3 แบบ

3. ผลการวิเคราะห์ดินหลังปลูกข้าวเมื่ออายุ 60 และ 120 วัน

การจัดการฟางข้าวทั้ง 2 แบบ และการใช้ปุ๋ยทั้ง 4 แบบไม่มีผลต่อ pH ของดิน ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมแลกเปลี่ยนได้ ตลอดจนเหล็ก แมงกานีส ทองแดง และสังกะสีที่สกัดได้ในดินที่เก็บหลังการปลูกข้าวเมื่อข้าวอายุ 60 และ 120 วัน ยกเว้น การไถกลบฟางข้าวทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุ แมงกานีส และทองแดงที่สกัดได้ในดินที่เก็บหลังการปลูกข้าวครั้งที่ 3 เมื่อข้าวอายุ 60 วัน และทองแดงที่สกัดได้ในดินที่เก็บหลังการปลูกข้าวในครั้งที่ 1 เมื่ออายุข้าว 60 วัน สูงกว่าการเผาฟางข้าว นอกจากนี้การใช้ปุ๋ยหมักทำให้แคลเซียมแลกเปลี่ยนได้ในดินที่เก็บหลังการปลูกข้าวในครั้งที่ 3 สูงกว่าการใช้ปุ๋ยแบบอื่นๆ

4. ปริมาณธาตุอาหารในส่วนเหนือดิน

การเผาฟางข้าวทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 2 และ 3 เมื่อข้าวอายุ 60 วัน แคลเซียมในส่วนเหนือดินของในการปลูกข้าวทั้ง 3 ครั้ง เมื่อข้าวอายุ 120 วัน ฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 2 เมื่อข้าวอายุ 120 วัน และในการปลูกข้าวครั้งที่ 3 เมื่อข้าวอายุ 60 วัน รวมทั้งสังกะสีในส่วนเหนือดินเมื่อข้าวอายุ 60 และ 120 วัน และทองแดงในส่วนเหนือดินเมื่อข้าวอายุ 120 วันในการปลูกข้าวครั้งที่ 1 นอกจากนี้ยังทำให้เหล็ก และแมงกานีสในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 3 เมื่อข้าวอายุ 60 และ 120 วัน และสังกะสีเมื่อข้าวอายุ 60 วัน สูงกว่าการไถกลบฟางข้าว แต่การไถกลบฟางข้าวทำให้ฟอสฟอรัส และไนโตรเจนในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 2 เมื่อข้าวอายุ 60 และ 120 วัน ตามลำดับ รวมทั้งทองแดงในส่วนเหนือดินของการปลูกครั้งที่ 3 เมื่อข้าวอายุ 60 และ 120 วันสูงกว่าการเผาฟางข้าว

การใส่ปุ๋ยหมักทำให้ไนโตรเจนในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 1 เมื่อข้าวอายุ 60 วัน สูงกว่าการใส่ปุ๋ยอีก 3 แบบ และยังทำให้ฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 3 เมื่อข้าวอายุ 60 วัน และแคลเซียมในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 3 เมื่อข้าวอายุ 60 วัน สูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีและการใส่ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมี การใส่ปุ๋ยเคมีส่งเสริมให้ไนโตรเจนในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 1 เมื่อข้าวอายุ 120 วัน ครั้งที่ 3 เมื่อข้าวอายุ 60 และ 120 วัน เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 3 เมื่อข้าวอายุ 120 วัน สูงกว่าการใส่ปุ๋ยหมักเพียงอย่างเดียว และทำให้ความเข้มข้นของทองแดงในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 3 เมื่อข้าวอายุ 120 วัน และสังกะสีในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 1 เมื่อข้าวอายุ 120 วัน เพิ่มขึ้น

การใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 2 เมื่อข้าวอายุ 60 วัน สูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี และทำให้ความเข้มข้นของเหล็กในส่วนเหนือดินของการปลูกข้าวครั้งที่ 2 เมื่อข้าวอายุ 60 วัน สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรรณิกา นากลาง. 2541. การปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินนา, น. 33-45. *ใน* นพรัตน์ ม่วงประเสริฐ, ลัดดาวัลย์ กรรณนุช, วราพงษ์ ชมาฤกษ์, อรพรรณ ธาราศักดิ์ และกอบแก้ว หลงสมบุญ, ผู้รวบรวม. **เอกสารประกอบการบรรยายหลักสูตร เทคโนโลยีการผลิตข้าวหอมมะลิคุณภาพดี.** โครงการผลิตและจำหน่ายข้าวหอมมะลิของสหกรณ์ กรมวิชาการเกษตร และกรมส่งเสริมสหกรณ์.

กรมวิชาการเกษตร. 2548ก. **คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ.** เอกสารวิชาการลำดับที่ 8/2548. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

_____. 2548ข. **ปุ๋ยอินทรีย์: การผลิตมาตรฐานและคุณภาพ.** เอกสารวิชาการลำดับที่ 17/2548. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2544. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น.** พิมพ์ครั้งที่ 9. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ .

จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข, ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์ และสุเทพ ทองแพ. 2544. **รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ทุนอุดหนุนวิจัย มก. ประจำปี 2542-2543 โครงการวิจัยรหัส ด-ป 3.42. การใช้ตอซังข้าวปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินนา.**

ชอบ คณะฤกษ์. 2526. การใส่ปุ๋ยข้าวแบบประหยัดให้ผลผลิตสูง. **วารสารดินและปุ๋ย** 5: 14-18.

ชาญ มงคล. 2536. **ข้าว.** ตำรา- เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 63 ภาคพัฒนาตำราและเอกสารวิชาการ หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู, กรุงเทพฯ.

ชุติวัฒน์ วรรณสาย และดิเรก อินตาพรม. 2540. ผลของการจัดการฟางข้าวต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินและผลผลิตข้าว. **วารสารเกษตรนเรศวร** 3(1): 30-35.

ดำริ ถาวรมาศ และสุทิน คล้ายมนต์. 2542. **การใช้ปุ๋ยอินทรีย์กับพืชไร่เศรษฐกิจ.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยพืชไร่ กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์. 2543. **ดินที่ใช้ปลูกข้าว.** ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____ และจงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. 2542. **แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช.** ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ธงชัย มาลา. 2546. **ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ: เทคนิคการผลิตและการใช้ประโยชน์.** สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นพรัตน์ ม่วงประเสริฐ และวิทยา มะเสนา. 2533. การสูญเสียธาตุอาหารพืชจากการเผาฟางข้าวในนา. **วารสารแก่นเกษตร** 18 (3): 123-127.

ประพิศ แสงทอง และวิศิษฐ์ โชลิตกุล. 2534. ผลของการเผาฟางต่อคุณสมบัติทางเคมีของดินนาภาคเหนือ, น. 54-64. *ใน* **การประชุมทางวิชาการ ข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ และสถานีทดลองเครือข่าย ประจำปี 2533**. กลุ่มงานวิจัยเคมีและความอุดมสมบูรณ์ของดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

ประเสริฐ สองเมือง. 2543. **การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในนาข้าว.** กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

_____, กรีพล ลิ้มสมวงศ์, วิทยา ศรีทานันท์, อนนท์ สุขสวัสดิ์, แพรวพรรณ กุลนทีทิพย์ และดิเรก อินตาพรหม. 2533. การใช้ปุ๋ยหมักฟางข้าวระยะยาวต่อสรีร-นิเวศวิทยาของข้าวและคุณสมบัติของดินในภาคเหนือตอนล่าง, น. 16-26. *ใน* **เอกสารประกอบการสัมมนาทางวิชาการเรื่องข้าว ครั้งที่ 2 ของศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก 19-20 กุมภาพันธ์ 2533 ณ โรงแรมเทพนคร จังหวัดพิษณุโลก.** สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.

ปิยะ ดวงพัตรา. 2538. **หลักการและวิธีการใช้ปุ๋ยเคมี.** ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พิทยากร ลิ่มทอง. 2535. การปรับปรุงบำรุงดินด้วยปุ๋ยหมัก และปุ๋ยพืชสด, น. 75-88. *ใน* พิชิต พงษ์สกุล และ ปรีดา พากเพียร, บรรณาธิการ. **คู่มือการปรับปรุงดินและการใช้ปุ๋ย.** ศูนย์การพิมพ์พลชัย, กรุงเทพฯ.

มุกดา สุขสวัสดิ์. 2547. **ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ.** พิมพ์ครั้งที่ 2. โอ. เอส. พริ้นติ้ง เฮ้าส์, กรุงเทพฯ.

_____. 2548. **ปุ๋ยอินทรีย์.** พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักพิมพ์บ้านและสวน, กรุงเทพฯ.

ลัดดาวัลย์ กรรณนุช. 2541. ปุ๋ย: การใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ, น. 15-28. *ใน* นพรัตน์ ม่วงประเสริฐ, ลัดดาวัลย์ กรรณนุช, วราพงษ์ ชมาฤกษ์, อรพรรณ ธาราศักดิ์ และ กอบแก้ว หลงสมบุญ, ผู้รวบรวม. **เอกสารประกอบการบรรยายหลักสูตร เทคโนโลยีการผลิตข้าวหอมมะลิคุณภาพดี.** โครงการผลิตและจำหน่ายข้าวหอมมะลิของสหกรณ์ กรมวิชาการเกษตรและกรมส่งเสริมสหกรณ์.

วรพจน์ รัมพณีนิล. 2529. **ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ย.** สำนักพิมพ์ยูไนเต็ดท์บุ๊คส์, กรุงเทพฯ.

_____, พรพิบูลย์ ธัมพิบูลย์ และ ณรงค์ ผลวงษ์. 2526. การใส่ฟางข้าวในดินเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าว. **วารสารดินและปุ๋ย** 5 (2): 106-112.

วีรศักดิ์ บุญเชิญ. 2538. **การตอบสนองของปุ๋ยไนโตรเจนต่อการปลูกข้าวแบบนาธรรมชาติ และนาหว่านข้าวแห้งในชุดดินร้อยเอ็ดและกำแพงแสน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถาบันวิจัยข้าว. 2543. **เทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยในนาข้าว.** กองทุนรวมเพื่อช่วยเหลือเกษตรกร สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

_____. 2547. **คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีในนาข้าวตามค่าวิเคราะห์ดิน.** สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

สมฤทัย ตันเจริญ. 2545. **อิทธิพลของการใส่ฟางข้าวร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของดิน ผลผลิต และการดูดใช้ธาตุอาการของข้าวที่ปลูกในดินเนื้อปูน ชุดดินลพบุรีในสภาพขังน้ำ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สรสิทธิ์ วัชโรทยาน. 2535. **บทความทางวิชาการของ ศ.ดร.สรสิทธิ์ วัชโรทยาน: ปุ๋ยกับการพัฒนาการเกษตร.** ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุรพล จัตุพร. 2538. **อิทธิพลของปุ๋ยคอก ปุ๋ยเคมี และสารชะลอการเจริญเติบโตที่มีต่อผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกบนนาดินทราย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

หน่วยปฏิบัติการค้นหาและใช้ประโยชน์ยีนข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2550**. ข้าวปิ่นเกษตร.** Rice for the future 1 (10). แหล่งที่มา: http://dna.kps.ku.ac.th , กรกฎาคม, 2550.

อนนท์ สุขสวัสดิ์. 2536. โครงการวิจัยผลกระทบของปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ วัสดุเคมีการเกษตร และผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมต่อสภาพแวดล้อม และคุณสมบัติของดิน พืช และสำหรับข้าว และธัญพืชเมืองหนาว, น. 114-119. *ใน* **เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องการพัฒนาข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ครั้งที่ 5 ของศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก และสถานีทดลองเครือข่าย วันที่ 9 – 10 มีนาคม 2536 ณ ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก.** สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

_____, พนัส สุวรรณธาดา และดิเรก อินตาพรม. 2537. อิทธิพลของปริมาณและระยะเวลาในการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว. **วารสารวิชาการเกษตร** 12 (2): 94-101.

Bouldin, D.R. 1988. Effect of green manure on soil organic matter content and nitrogen availability. pp. 151-163. *In* **Green Manure in Rice Farming: Proceedings of a Symposium on Sustainable Agriculture.** International Rice Research Institute, Philippines.

Brady, N.C. and R.R. Weil. 2002. **The Nature and Properties of Soils**. Pearson Education, Inc., New Jersey.

Bray, R.H. and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soils. **Soil Sci**. 59: 39-45.

Dobermann, A. and T.H. Fairhurst. 2000. **Rice : Nutrient Disorders & Nutrient Management**. International Rice Research Institute, Philippines.

_____. 2002. Rice straw management. **Better Crops Int. Spec. Suppl.** 16: 7-9.

Fageria, N.K. 2004. Dry matter yield and nutrient uptake by lowland rice at different growth stages. **J. Plant Nutr.** 27(6): 947-958.

Horwitz, W. 2000. **The Scientific Association Dedicated to Analytical Excellence: Official Methods of Analysis of AOAC International**. USA.

Johnsona, S.E., O.R. Angelesa, D.S. Brarb and R.J. Buresh. 2006. Faster anaerobic decomposition of a brittle straw rice mutant: Implications for residue management. **Soil Biol. Biochem.** 38: 1880–1892.

Jackson, M.L. 1958. **Soil Chemical Analysis.** Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersy.

Jones Jr., J.B. 2001. **Laboratory Guide for Conducting Soil Tests and Plant Analysis CRC Press**, New York.

Katoh, M., J. Murase, A. Sugimoto and M. Kimura. 2005. Effect of rice straw amendment on dissolved organic and inorganic carbon and cationic nutrients in percolating water from a flooded paddy soil: A microcosm experiment using ^{13}C-enriched rice straw. **Org. Geochem.** 36: 803–811.

Landon, J.R. 1991. **Booker Tropical Soil Manual: A Handbook for Soil Survey and Agricultural Land Evaluation in the Tropics and Subtropics**. London.

Meelu, O.P. and R.A. Morris. 1988. Green manure management in rice-based cropping systems pp. 209-222. *In* **Green Manure in Rice Farming: Proceedings of a Symposium on Sustainable Agriculture.** International Rice Research Institute, Phillipines.

Nagarajah, S. 1988. Transformation of green manure nitrogen in lowland rice soils pp. 193-208. *In* **Green Manure in Rice Farming: Proceedings of a Symposium on Sustainable Agriculture.** International Rice Research Institute, Phillipines.

Ofori J., A. Kamidouzono, T. Masunaga and T. Wakatsuki. 2005. Organic amendment and soil type effects on dry matter accumulation, grain yield and nitrogen use efficiency of rice. **J. Plant Nutr.** 28: 1311-1322.

Plaster, E. J. 2003. **Soil Science & Management**. Delmar Learing. New York.

Ponnamperuma, F.N. 1984. Straw as a source of nutrients for wetland rice, pp. 117-136. *In* **Organic Matter and Rice**. Internation Rice Research Institute. Los Baños, Phillipines.

Sahrawat, K.L. 1980. Effect of rice straw on transformations of soil and fertilizer nitrogen in flooded tropical rice soils**. Agrochimica**. pp.149-153.

Shu, Y.Y. 2005. Effect of application of different types of organic composts on rice growth under laboratory conditions. **Soil Sci. Plant Nutr.** 51 (3): 443-449.

SubbaRao, N.S. 1988. Microbiological aspects of green manure in lowland rice soils. pp. 131-149. *In* **Green Manure in Rice Farming: Proceedings of a Symposium on Sustainable Agriculture.** International Rice Research Institute, Phillipines.

Verma, T.S. and R.M. Bhagat. 1992. Impact of rice straw management practices on yield, nitrogen uptake and soil properties in a wheat-rice rotation in Northern India. **Fertilizer Res.** 33: 97-106.

Walkley, A. and I.A. Black. 1934. An examination of degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Sci.** 37: 29-38.

Yoneyama, T., K.K. Lee and T. Yoshida. 1977. Decomposition of rice residues in Tropical soils : The effect of rice straw on nitrogen fixation by heterotrophic bacteria in some Philippine soils. **Soil Sci. Plant Nutr**. 23(3): 287-295.

_____. and T. Yoshida. 1977. Decomposition of rice residue in Tropical soils III. nitrogen mineralization and immobilization of rice residue during its decomposition in soil. **Soil Sci. Plant Nutr**. 23 (2): 175-183.

Yoshida, S., D.A. Forno, J.H. Cock and K.A. Gomez. 1976. **Laboratory Manual for Physiological Studies of Rice**. International Rice Research Institute, Philippines.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2548

ลำดับที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์กำหนด
1	ขนาดของปุ๋ย	ไม่เกิน 12.5 x 12.5 มิลลิเมตร
2	ปริมาณความชื้นและสิ่งที่ระเหยได้	ไม่เกิน 35 เปอร์เซ็นต์
3	ปริมาณหิน และกรวด	ขนาดใหญ่กว่า 5 มิลลิเมตร ไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์
4	พลาสติก แก้ว วัสดุมีคม และโลหะอื่น ๆ	ต้องไม่มี
5	ปริมาณอินทรียวัตถุ (เปอร์เซ็นต์น้ำหนัก)	ไม่น้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์
6	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	5.5-8.5
7	อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C:N)	ไม่เกิน 20 : 1
8	ค่าการนำไฟฟ้า (EC : Electrical Conductivity)	ไม่เกิน 6 เดซิซีเมนส์ต่อเมตร
9	ปริมาณธาตุอาหารหลัก (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก)	
	- ไนโตรเจน (total N)	ไม่น้อยกว่า 1.0
	- ฟอสฟอรัส (total P_2O_5)	ไม่น้อยกว่า 0.5
	- โพแทสเซียม (total K_2O)	ไม่น้อยกว่า 0.5
10	การย่อยสลายที่สมบูรณ์	มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์
11	สารหนู (arsenic)	ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
	แคดเมียม (cadmium)	ไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
	โครเมียม (chromium)	ไม่เกิน 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
	ทองแดง (copper)	ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
	ตะกั่ว (lead)	ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
	ปรอท (mercury)	ไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ที่มา: กรมวิชาการเกษตร (2548)

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวสุภัค แสงทวี
วัน เดือน ปี ที่เกิด	5 พฤศจิกายน 2525
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปี 2548