บทที่ 4
ผลการวิจัย

4.1 สมบัติทางเคมีของดิน เถ้าลอยลิกไนต์ และกากตะกอนน้ำเสียชุมชนก่อนทำการเพาะปลูก

สมบัติทางเคมีของดินจากพื้นที่ศึกษาวิจัย เถ้าลอยลิกไนต์จากโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนแม่เมาะ จังหวัดลำปาง และกากตะกอนน้ำเสียชุมชนจากโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำเคหะชุมชนห้วยขวาง สำนักระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร (ตารางที่ 4.1) เป็นข้อมูลพื้นฐานแสดงถึงศักยภาพความเป็นแหล่งธาตุปุ๋ยของเถ้าลอยลิกไนต์และกากตะกอนน้ำเสียชุมชนในการปลูกข้าวที่จะส่งผลต่อปริมาณผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือกและคุณภาพของข้าว รวมถึงปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวกับการปลดปล่อยธาตุปุ๋ยสู่ต้นข้าว พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) อินทรียวัตถุ (OM) ธาตุปุ๋ย [ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total-N) ปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ ได้แก่แอมโมเนียมไนโตรเจน และไนเตรทไนโตรเจน (NH_4^+-N และ NO_3^--N) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (P_2O_5) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (K_2O)] และธาตุพิษซึ่งมุ่งเน้นเฉพาะสารหนู (As) และแคดเมียม (Cd)

4.1.1 ดินก่อนเพาะปลูก

4.1.1.1 ความเป็นกรดเป็นด่าง

ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินก่อนทำการเพาะปลูกมีค่าเท่ากับ 3.53 เมื่อจำแนกค่าความเป็นกรดเป็นด่างตามเกณฑ์ประเมินของปทานุกรมปฐพีวิทยา (2541) พ บว่าดินในพื้นที่ศึกษาวิจัยครั้งนี้จัดได้ว่ามีความเป็นกรดรุนแรงมาก (Extremely acid) (ตารางภาคผนวกที่ ก-1)

4.1.1.2 อินทรียวัตถุ

ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) ของดินก่อนทำการเพาะปลูก จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้มีค่าเท่ากับ 0.86 เปอร์เซ็นต์

4.1.1.3 ธาตุปุ๋ย

ธาตุปุ๋ย ประกอบด้วยปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total-N) โดยมีปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ ได้แก่แอมโมเนียมไนโตรเจนและไนเตรทไนโตรเจน (NH_4^+-N และ NO_3^--N) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (P_2O_5) แ ละปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (K_2O) โดยผลการวิจัยพบว่า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของดินเท่ากับ 0.154 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ ได้แก่แอมโมเนียมไนโตรเจน (NH_4^+-N) เท่ากับ 10.50 มิลลิกรัมต่อ

กิโลกรัม ส่วนไนเตรทไนโตรเจน (NO_3^--N) มีปริมาณน้อยมากจนตรวจไม่พบ ขณะที่ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดิน เท่ากับ 6.80 และ 102.60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

4.1.1.4 ธาตุพิษ

ธาตุพิษที่ปนเปื้อนในดิน สำหรับการศึกษาวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นเฉพาะสารหนู (As) และแคดเมียม (Cd) โดยวิเคราะห์ปริมาณทั้งหมดซึ่งสกัดด้วยกรดไนตริก (HNO_3) และกรดเปอร์คลอริก ($HClO_4$) ที่อัตราส่วน 2:1 และปริมาณที่สกัดได้ซึ่งสกัดด้วย 0.005 M DTPA พบว่าปริมาณสารหนูทั้งหมดของดินมีค่าเท่ากับ 3.17 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่ปริมาณสารหนูที่สกัดได้ของดินในพื้นที่ศึกษาวิจัยน้อยมากจนไม่สามารถตรวจพบได้ ด้วยเครื่อง AAS ซึ่งสามารถตรวจวัดปริมาณต่ำสุดของสารหนูที่ระดับความเข้มข้น 1 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ขณะที่ปริมาณแคดเมียมทั้งหมดรวมถึงปริมาณที่แคดเมียมสกัดได้ของดินในพื้นที่ศึกษาวิจัยมีน้อยมากจนไม่สามารถตรวจพบได้ ด้วยเครื่อง AAS ซึ่งสามารถตรวจวัดปริมาณแคดเมียมต่ำสุดได้ที่ระดับความเข้มข้น 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

4.1.2 เถ้าลอยลิกไนต์

4.1.2.1 ความเป็นกรดเป็นด่าง

ความเป็นกรดเป็นด่างของเถ้าลอยลิกไนต์มีค่าเท่ากับ 10.55 เมื่อจำแนกค่าความเป็นกรดเป็นด่างตามเกณฑ์ประเมินของปทานุกรมปฐพีวิทยา (2541) พบว่าความเป็นกรดเป็นด่างของเถ้าลอยลิกไนต์จัดได้ว่าเป็นด่างจัดมาก (Very strongly alkaline) (ตารางภาคผนวกที่ ก-1)

4.1.2.2 อินทรียวัตถุ

ปริมาณอินทรียวัตถุของเถ้าลอยลิกไนต์ จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้มีค่าเท่ากับ 0.05 เปอร์เซ็นต์

4.1.2.3 ธาตุปุ๋ย

ปริมาณธาตุปุ๋ยของเถ้าลอยลิกไนต์ พบว่ามีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 0.014 เปอร์เซ็นต์ โดยมีปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ ได้แก่แอมโมเนียมไนโตรเจนและไนเตรทไนโตรเจน ที่วิเคราะห์ได้เท่ากันคือ 19.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ เท่ากับ 1.64 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ เท่ากับ 280.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

4.1.2.4 ธาตุพิษ

ธาตุพิษที่ปนเปื้อนในเถ้าลอยลิกไนต์ จากการศึกษาโดยวิเคราะห์ปริมาณทั้งหมดซึ่งสกัดด้วยกรดไนตริก และกรดเปอร์คลอริก ที่อัตราส่วน 2:1 และปริมาณที่สกัดได้ซึ่งสกัดด้วย 0.005 M DTPA พบว่าปริมาณสารหนูทั้งหมดและปริมาณสารหนูที่สกัดได้ของเถ้าลอยลิกไนต์มีค่าเท่ากับ 23.39 และ 4.41 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ สำหรับปริมาณแคดเมียมทั้งหมดและปริมาณแคดเมียมที่สกัดได้มีค่าเท่ากับ 1.98 และ 0.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

4.1.3 กากตะกอนน้ำเสียชุมชน

4.1.3.1 ความเป็นกรดเป็นด่าง

กากตะกอนน้ำเสียชุมชนมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 5.67 เมื่อจำแนกค่าความเป็นกรดเป็นด่างตามเกณฑ์ประเมินของปทานุกรมปฐพีวิทยา (2541) (ตารางภาคผนวกที่ ก-1) พบว่า กากตะกอนน้ำเสียชุมชนจัดได้ว่าเป็นกรดปานกลาง (Moderately alkaline)

4.1.3.2 อินทรียวัตถุ

ปริมาณอินทรียวัตถุของกากตะกอนน้ำเสียชุมชน จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้มีค่าเท่ากับ 11.43 เปอร์เซ็นต์

4.1.3.3 ธาตุปุ๋ย

ปริมาณธาตุปุ๋ยของกากตะกอนน้ำเสียชุมชน พบว่ามีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 2.55 เปอร์เซ็นต์ โดยมีปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ ได้แก่แอมโมเนียมไนโตรเจน และไนเตรทไนโตรเจน เท่ากับ 1,242.50 และ 56.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของกากตะกอนน้ำเสียชุมชนมีค่าเท่ากับ 222.27 และ 365.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

4.1.3.4 ธาตุพิษ

ธาตุพิษที่ปนเปื้อนในกากตะกอนน้ำเสียชุมชนสำหรับการศึกษาวิจัยครั้งนี้จากการศึกษาโดยวิเคราะห์ปริมาณทั้งหมดซึ่งสกัดด้วยกรดไนตริก และกรดเปอร์คลอริกที่อัตราส่วน 2:1 และปริมาณที่สกัดได้ซึ่งสกัดด้วย 0.005 M DTPA พบว่า ปริมาณสารหนูทั้งหมดและปริมาณสารหนูที่สกัดได้ มีค่าเท่ากับ 10.46 และ 0.48 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ นอกจากนี้ปริมาณแคดเมียมทั้งหมดและปริมาณแคดเมียมที่สกัดได้ของกากตะกอนน้ำเสียชุมชนมีค่าเท่ากับ 2.53 และ 0.52 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

อาจกล่าวได้ว่าเถ้าลอยลิกไนต์และกากตะกอนน้ำเสียชุมชนน่าจะเป็นแหล่งธาตุปุ๋ยในการปลูกข้าวได้ แต่ปริมาณธาตุพิษ คือสารหนูและแคดเมียมที่ตรวจพบนั้นอาจก่อให้เกิดความกังวลใจและก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อปริมาณและคุณภาพข้าวที่ปลูกได้ หากไม่มีการจัดการอย่างเหมาะสม ดังนั้นการใช้ประโยชน์เถ้าลอยลิกไนต์และกากตะกอนน้ำเสียชุมชนเป็นแหล่งธาตุปุ๋ยในการปลูกข้าวจึงจำเป็นต้องใช้อย่างระมัดระวัง และต้องคำนึงถึงความเหมาะสมและปลอดภัย

ขณะที่พื้นที่ศึกษาวิจัยครั้งนี้ซึ่งเป็นดินเปรี้ยวจัดที่มีการสะสมสารประกอบของกำมะถันอยู่บริเวณหน้าดิน และผลการศึกษาวิจัย พบว่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินก่อนเพาะปลูกมีค่าเท่ากับ 3.53 ซึ่งจัดได้ว่าเป็นกรดรุนแรงมาก จึงไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าว ซึ่งจะเจริญเติบโตได้ดีที่ความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 6.60 (Ponnamperuma, 1978) นอกจากนี้การละลายได้ของธาตุปุ๋ยเป็นประโยชน์ต่อพืชก็ลดลงด้วย เพราะธาตุปุ๋ยสามารถละลายออกมาได้ดีเมื่อความเป็นกรดเป็นด่างของดินใกล้เป็นกลาง (pH เท่ากับ 7) (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) ประกอบกับสิ่งทดลอง (เถ้าลอยลิกไนต์และกากตะกอนน้ำเสียชุมชน) ที่เติมลงสู่ดินพบว่ามีองค์ประกอบทางเคมีของโลหะหนักที่เป็นธาตุพิษ เมื่อพิจารณาข้อกำหนดการใช้ประโยชน์กากตะกอนน้ำเสียชุมชนทางการเกษตรที่ระบุให้ความเป็นกรดเป็นด่างต่ำสุดของดินที่ยอมให้เติมกากตะกอนน้ำเสียชุมชนได้คือช่วง 6.00-6.50 รวมถึงข้อเสนอของ Kofed (1983) ที่ได้เสนอว่าดินควรมีความเป็นกรดเป็นด่างอย่างน้อยเท่ากับ 6.50 เพื่อลดความเสี่ยงจากธาตุพิษที่ชะละลายลงสู่ดิน การศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงตัดสินใจที่จะยกระดับความเป็นกรดเป็นด่างของดินให้สูงขึ้น เพื่อให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของต้นข้าวและลดความเสี่ยงจากธาตุพิษที่อาจชะละลายสู่สิ่งแวดล้อม โดยการเติมปูนมาร์ลแล้วทำการขังน้ำในแปลงนาก่อนปลูกข้าว ซึ่งปริมาณปูนมาร์ลที่ต้องเติมลงสู่ดินในแต่ละแปลงตามตำรับทดลองที่ 2-7 เท่ากับ 5 ตันต่อไร่

ความต้องการปูน (Lime requirement) ของดินวิเคราะห์โดยวิธี Incubation method ของ Vitch (ทัศนีย์ อัตตะนันท์ และจงรักษ์ จันทร์เจริญสุข, 2542) เพื่อยกระดับความเป็นกรดเป็นด่างของดินให้เท่ากับ 7.00 สำหรับความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (C.E.C.) ของดินก่อนเพาะปลูกเพื่อแสดงถึงแนวโน้มการเก็บรักษาธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์แก่ต้นข้าวได้เป็นระยะเวลายาวนานและป้องกันการสูญเสียธาตุอาหารพืชจากการชะล้างเมื่อมีน้ำซึมผ่านชั้นดิน พบว่าดินก่อนทำการเพาะปลูกมีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน เท่ากับ 21.50 มิลลิกรัมสมมูลย์ต่อดิน 100 กรัม

4.2 สมบัติทางเคมีของดินหลังเติมสิ่งทดลอง 2 สัปดาห์

สมบัติทางเคมีของดินหลังการเติมสิ่งทดลองต่างๆ ได้แก่ ปุ๋ยเคมี เถ้าลอยลิกไนต์ และกากตะกอนน้ำเสียชุมชน แล้วทำการขังน้ำเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ เป็นสมบัติทางเคมีตั้งต้นบ่งชี้ถึงความสามารถในการเป็นแหล่งธาตุปุ๋ยของเถ้าลอยลิกไนต์และกากตะกอนน้ำเสียชุมชนให้แก่

ต้นข้าว เนื่องจากช่วงระยะเวลาดังกล่าวสิ่งทดลองทำปฏิกิริยากับสารละลายดิน ทำให้ความเป็นกรดเป็นด่างของดินคงที่ อีกทั้งปริมาณไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียมไนโตรเจนจะถูกปลดปล่อยออกมาเป็นประโยชน์แก่ต้นข้าว (ทัศนีย์ อัตตะนันท์, 2543) นอกจากนี้ยังบ่งชี้ถึงปริมาณธาตุพิษที่ชะละลายออกมาจากสิ่งทดลองมีโอกาสส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตและคุณภาพของข้าว หากต้นข้าวดูดดึงธาตุพิษเหล่านั้น

สำหรับการศึกษาสมบัติของดินหลังเติมสิ่งทดลอง 2 สัปดาห์ ประกอบด้วยความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) อินทรียวัตถุ (OM) ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (C.E.C.) ธาตุปุ๋ย [ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total-N) โดยมีปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ ได้แก่แอมโมเนียมไนโตรเจน และไนเตรทไนโตรเจน (NH_4^+-N และ NO_3^--N) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (P_2O_5) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (K_2O)] และธาตุพิษ [สารหนู (As) และแคดเมียม (Cd)] โดยผลการศึกษาวิจัยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.2.1 ความเป็นกรดเป็นด่าง

เมื่อพิจารณาค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินหลังเติมสิ่งทดลอง 2 สัปดาห์ พบว่าดินในทุกตำรับทดลองที่มีการเติมปูนมาร์ลส่งผลให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (กลุ่มอักษร a เดียวกัน และ F-value เท่ากับ 2.71*) เมื่อเทียบกับดินเดิม (ควบคุม) (pH เท่ากับ 3.77) และการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ 2 ตันต่อไร่ ส่งผลให้ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH เท่ากับ 4.89) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับตำรับทดลองอื่นๆ ส่วนการเติมกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ (pH เท่ากับ 4.53) ปุ๋ยเคมี (pH เท่ากับ 4.56) หรือเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี (pH เท่ากับ 4.42) ส่งผลให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดลงเมื่อเทียบกับดินเดิม (ปูนมาร์ล) (pH เท่ากับ 4.85) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.2)

อาจกล่าวได้ว่าการเติมปูนมาร์ลสามารถยกระดับความเป็นกรดเป็นด่างของดินให้มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ ส่งผลให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินลดลงน้อยกว่าการเติมกากตะกอนน้ำเสียชุมชนหรือปุ๋ยเคมี

4.2.2 อินทรียวัตถุ

การเติมกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ (OM เท่ากับ 1.31 เปอร์เซ็นต์) ส่งผลให้ปริมาณอินทรียวัตถุของดินหลังเติมสิ่งทดลอง 2 สัปดาห์ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับตำรับทดลองอื่นๆ (อยู่กลุ่มอักษร a และ F-value เท่ากับ 5.49*) ขณะที่การเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ (OM เท่ากับ 1.06 เปอร์เซ็นต์) มีแนวโน้มเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุของดินเมื่อเทียบกับตำรับทดลองที่มีการเติม

เถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ (OM เท่ากับ 1.05 เปอร์เซ็นต์) หรือดินเดิม (ปูนมาร์ล) (OM เท่ากับ 0.99 เปอร์เซ็นต์) และเทียบเท่ากับตำรับทดลองที่มีการเติมปุ๋ยเคมี (OM เท่ากับ 1.06 เปอร์เซ็นต์) (อยู่กลุ่มอักษร ab และ bc) ขณะที่ปริมาณอินทรียวัตถุของตำรับทดลองที่มีการเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ (OM เท่ากับ 0.89 เปอร์เซ็นต์) ไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเทียบกับดินเดิม (ควบคุม) (ตารางที่ 4.2)

อาจกล่าวได้ว่าการเติมกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ หรือเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับกากตะกอนน้ำเสียชุมชน ช่วยเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุให้แก่ดิน ขณะที่การเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณอินทรียวัตถุของดิน ซึ่งอินทรียวัตถุที่เติมลงสู่ดินสามารถย่อยสลายเป็นธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ให้แก่ต้นข้าวได้

4.2.3 ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน

ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินหลังเติมสิ่งทดลอง 2 สัปดาห์ พบว่าการเติมสิ่งทดลอง ได้แก่ เถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ กากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ หรือปุ๋ยเคมี ไม่มีผลทำให้ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินแตกต่างทางสถิติ (F-value เท่ากับ 2.425^{ns}) เมื่อเทียบกับดินเดิม (ควบคุม) หรือดินเดิม (ปูนมาร์ล) โดยค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินอยู่ในช่วง 20.17-25.33 มิลลิกรัมสมมูลย์ต่อดิน 100 กรัม (ตารางที่ 4.2)

อาจกล่าวได้ว่า การเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ หรือกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินหลังเติมสิ่งทดลอง 2 สัปดาห์

4.2.4 ธาตุปุ๋ย

ธาตุปุ๋ย ประกอบด้วย ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ (แอมโมเนียมไนโตรเจนและไนเตรทไนโตรเจน) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ผลการศึกษาวิจัยมีรายละเอียดดังนี้

4.2.4.1 ไนโตรเจน

1) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของดินที่มีการเติมกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ (Total-N เท่ากับ 0.231 เปอร์เซ็นต์) หรือเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ (Total-N เท่ากับ 0.233 เปอร์เซ็นต์) เทียบเท่ากับการเติมปุ๋ยเคมี (Total-N เท่ากับ 0.231 เปอร์เซ็นต์) หรือการเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี (Total-N เท่ากับ 0.236 เปอร์เซ็นต์) (อยู่กลุ่มอักษร a และ F-value เท่ากับ 24.20^{*})

การเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจะปรากฏเมื่อเทียบกับดินเดิม (ควบคุม) (Total-N เท่ากับ 0.154 เปอร์เซ็นต์) ดินเดิม (ปูนมาร์ล) (Total-N เท่ากับ 0.170 เปอร์เซ็นต์) หรือเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ (Total-N เท่ากับ 0.187 เปอร์เซ็นต์) ทั้งนี้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของดินที่มีการเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเทียบกับดินเดิม (ปูนมาร์ล) (อยู่กลุ่มอักษร b เดียวกัน) (ตารางที่ 4.3)

2) ปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ (แอมโมเนียมไนโตรเจน และไนเตรทไนโตรเจน) สำหรับปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนของดินที่มีการเติมกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ (NH_4^+-N เท่ากับ 31.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) หรือเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ (NH_4^+-N เท่ากับ 30.58 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเทียบกับการเติมปุ๋ยเคมี (NH_4^+-N เท่ากับ 35.58 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับตำรับทดลองที่มีการเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี (NH_4^+-N เท่ากับ 26.75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (อยู่กลุ่มอักษร a, ab, b และ F-value เท่ากับ 20.42*) ส่วนการเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ (NH_4^+-N เท่ากับ 17.92 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) มีปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนของดินไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเทียบกับดินเดิม (ปูนมาร์ล) (NH_4^+-N เท่ากับ 17.75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (อยู่กลุ่มอักษร c) ขณะที่แอมโมเนียมไนโตรเจนของดินเดิม (ควบคุม) (NH_4^+-N เ ท่ากับ 13.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) มีปริมาณลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับตำรับทดลองอื่น (อยู่กลุ่มอักษร d)

สำหรับไนเตรทไนโตรเจน ซึ่งจัดเป็นรูปไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์แก่พืชอีกประเภทหนึ่งที่ทำการวิเคราะห์ พบว่าดินในทุกตำรับทดลองมีปริมาณไนเตรทไนโตรเจนน้อยมากจนตรวจไม่พบ (ตารางที่ 4.3)

อาจกล่าวได้ว่าการเติมกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่เพียงอย่างเดียว หรือเติมร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ สามารถเป็นแหล่งของธาตุไนโตรเจน (ไนโตรเจนทั้งหมดและไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ โดยเฉพาะแอมโมเนียมไนโตรเจน) ในการปลูกข้าวได้เทียบเท่ากับปุ๋ยเคมีหรือการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ขณะที่การเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ เพียงอย่างเดียวไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และแอมโมเนียมไนโตรเจนของดิน

4.2.4.2 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

เมื่อพิจารณาถึงฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (P_2O_5) ของดินหลังเติมสิ่งทดลอง 2 สัปดาห์ พบว่าการเติมกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ (P_2O_5 เท่ากับ 17.88 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) มีแนวโน้มปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการเติม

ปุ๋ยเคมี (P_2O_5 เท่ากับ 16.52 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ซึ่งเทียบเท่ากับการเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ (P_2O_5 เท่ากับ 18.76 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) การเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจะปรากฏเมื่อเทียบกับการเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี (P_2O_5 เท่ากับ 15.14 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (อยู่กลุ่มอักษร a, ab, bc, c และ F-value เท่ากับ 46.50*) ขณะที่การเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ (P_2O_5 เท่ากับ 11.26 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ไม่ส่งผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์แตกต่างทางสถิติเมื่อเทียบกับดินเดิม (ปูนมาร์ล) (P_2O_5 เท่ากับ 10.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (อยู่กลุ่มอักษร d) ส่วนฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินเดิม (ควบคุม) (P_2O_5 เท่ากับ 6.80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) มีปริมาณลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับตำรับทดลองอื่นๆ (อยู่กลุ่มอักษร e) (ตารางที่ 4.3)

กล่าวโดยสรุปได้ว่าการเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับการเติมปุ๋ยเคมีหรือการเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี และการเติมกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ มีแนวโน้มปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการเติมปุ๋ยเคมี ขณะที่การเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดิน

4.2.4.3 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

การเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ (K_2O เท่ากับ 270.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ส่งผลให้ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (K_2O) ของดินหลังเติมสิ่งทดลอง 2 สัปดาห์ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับตำรับทดลองอื่นๆ (อยู่กลุ่มอักษร a) ขณะที่การเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ (K_2O เท่ากับ 239.38 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) หรือเติมกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ (K_2O เท่ากับ 246.38 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ส่งผลให้ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับตำรับทดลองที่มีการเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี (K_2O เท่ากับ 202.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) การเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (K_2O เท่ากับ 165.80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ดินเดิม (ปูนมาร์ล) (K_2O เท่ากับ 162.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) หรือดินเดิม (ควบคุม) (K_2O เท่ากับ 102.60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (อยู่กลุ่มอักษร b, c, d, e และ F-value เท่ากับ 184.84*) (ตารางที่ 4.3)

แสดงว่าหลังเติมสิ่งทดลอง 2 สัปดาห์ การเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ หรือกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ เพียงอย่างเดียว หรือการเติมเถ้าลอย

ลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดิน

4.2.5 ธาตุพิษ

ปริมาณธาตุพิษที่ศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วยสารหนูและแคดเมียม ซึ่งจะพิจารณาจากปริมาณทั้งหมดที่สกัดด้วยกรดไนตริก (HNO_3) และกรดเปอร์คลอริก ($HClO_4$) ในอัตราส่วน 2:1 และปริมาณที่สกัดได้ซึ่งสกัดด้วย 0.005 M DTPA ผลการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

4.2.5.1 สารหนู

จากตารางที่ 4.4 พบว่า สารหนูทั้งหมดของดินที่มีการเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ (Total As เท่ากับ 4.473 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบตำรับทดลองอื่นๆ (อยู่กลุ่มอักษร a และ F-value เท่ากับ 6.66*) ส่วนการเติมกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ (Total As เท่ากับ 3.652 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) หรือเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ (Total As เท่ากับ 3.517 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) มีแนวโน้มที่ปริมาณสารหนูทั้งหมดจะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับการเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี (Total As เท่ากับ 3.945 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (อยู่กลุ่มอักษร b และ bc) ขณะที่ดินเดิม (ควบคุม) (Total As เท่ากับ 3.326 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ดินเดิม (ปูนมาร์ล) (Total As เท่ากับ 3.243 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) หรือเติมปุ๋ยเคมี (Total As เท่ากับ 3.399 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) มีปริมาณสารหนูลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับตำรับทดลองอื่นๆ (อยู่กลุ่มอักษร c)

ขณะที่ปริมาณสารหนูที่สกัดได้ของดินในทุกตำรับทดลองหลังเติมสิ่งทดลอง 2 สัปดาห์ มีปริมาณน้อยมากจนไม่สามารถตรวจพบได้ ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) ซึ่งสามารถตรวจวัดปริมาณต่ำสุดของสารหนูที่ระดับความเข้มข้น 1 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม

4.2.5.2 แคดเมียม

จากตารางที่ 4.4 พบว่า ปริมาณแคดเมียมทั้งหมดและปริมาณแคดเมียมที่สกัดได้ของดินในทุกตำรับทดลองหลังเติมสิ่งทดลอง 2 สัปดาห์ มีปริมาณน้อยมากจนไม่สามารถตรวจพบได้ ด้วยเครื่อง AAS ซึ่งสามารถตรวจวัดปริมาณต่ำสุดของแคดเมียมที่ระดับความเข้มข้น 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

กล่าวโดยสรุปสำหรับธาตุพิษได้ว่า การเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารหนู

ทั้งหมดของดิน ขณะที่การเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ หรือเติมกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ เพียงอย่างเดียว มีแนวโน้มที่ปริมาณสารหนูทั้งหมดของดินเพิ่มขึ้น แต่การเติมสิ่งทดลองทั้งหมดไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารหนูและแคดเมียมที่สกัดได้ รวมถึงปริมาณแคดเมียมทั้งหมดของดินหลังเติมสิ่งทดลอง 2 สัปดาห์

4.3 สมบัติทางเคมีของดินหลังเก็บเกี่ยว

สมบัติทางเคมีของดินหลังเก็บเกี่ยวบ่งบอกถึงโอกาสการใช้ประโยชน์จากธาตุอาหารที่คงเหลืออยู่ในดิน โดยเฉพาะธาตุปุ๋ยซึ่งสามารถเป็นแหล่งธาตุอาหารสำหรับการปลูกข้าวครั้งต่อไป และทราบถึงธาตุพิษที่คงเหลืออยู่ในดินซึ่งอาจก่อผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องประกอบด้วยความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) อินทรียวัตถุ (OM) ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (C.E.C.) ธาตุปุ๋ย [ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total-N) โดยมีปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ได้แก่แอมโมเนียมไนโตรเจน และไนเตรทไนโตรเจน (NH_4^+-N และ NO_3^--N) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (P_2O_5) ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (K_2O)] และธาตุพิษ [สารหนู (As) และแคดเมียม (Cd)] โดยผลการศึกษาวิจัยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.3.1 ความเป็นกรดเป็นด่าง

เมื่อพิจารณาค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินหลังเก็บเกี่ยว พบว่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินที่มีการเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ (pH เท่ากับ 5.59) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับดินเดิม (ควบคุม) (pH เท่ากับ 3.44) หรือเติมปุ๋ยเคมี (pH เท่ากับ 4.63) (กลุ่มอักษร a, c, และ d ; F-value เท่ากับ 12.39*) ส่วนการเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ร่วมกับกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ (pH เท่ากับ 5.26) หรือเติมกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ (pH เท่ากับ 5.13) มีแนวโน้มที่ค่าความเป็นกรดเป็นด่างจะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับดินเดิม (ปูนมาร์ล) (pH เท่ากับ 5.34) (อยู่กลุ่มอักษร ab และ abc) ขณะที่ดินเดิม (ปูนมาร์ล) มีแนวโน้มที่ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี (pH เท่ากับ 4.75) (อยู่กลุ่มอักษร ab และ bc) (ตารางที่ 4.5)

กล่าวได้ว่าการเติมปูนมาร์ล และการเติมสิ่งทดลอง (เถ้าลอยลิกไนต์ กากตะกอนน้ำเสียชุมชน และปุ๋ยเคมี) ภายหลังจากการเติมปูนมาร์ลล้วนมีผลทำให้ความเป็นกรดเป็นด่างของดินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับดินเดิม ทั้งนี้การเติมเถ้าลอยลิกไนต์มีผลทำให้ความเป็นกรดเป็นด่างของดินเพิ่มขึ้น ส่วนการเติมปุ๋ยเคมี มีผลทำให้ความเป็นกรดเป็นด่างของดินลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่การเติมกากตะกอนน้ำเสียชุมชน รวมทั้งการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับกากตะกอนน้ำเสียชุมชนมีผลทำให้ความเป็นกรดเป็นด่างของดินมีแนวโน้มลดลง

4.3.2 อินทรียวัตถุ

เมื่อพิจารณาดินหลังเก็บเกี่ยว พบว่าการเติมกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ (OM เท่ากับ 1.38 เปอร์เซ็นต์) หรือเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ (OM เท่ากับ 1.28 เปอร์เซ็นต์) ส่งผลให้ปริมาณอินทรียวัตถุของดินคงเหลือเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบตำรับทดลองอื่นๆ (อยู่กลุ่มอักษร a และ F-value เท่ากับ 10.23*) ขณะที่การเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ (OM เท่ากับ 0.84 เปอร์เซ็นต์) ส่งผลให้ปริมาณอินทรียวัตถุของดินที่คงเหลือไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเทียบกับการเติมปุ๋ยเคมี (OM เท่ากับ 0.85 เปอร์เซ็นต์) เถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี (OM เท่ากับ 0.81 เปอร์เซ็นต์) ดินเดิม (ปูนมาร์ล) (OM เท่ากับ 0.85 เปอร์เซ็นต์) หรือดินเดิม (ควบคุม) (OM เท่ากับ 0.84 เปอร์เซ็นต์) (ตารางที่ 4.5)

อาจกล่าวได้ว่าการเติมกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ หรือเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณอินทรียวัตถุของดินเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว ขณะที่การเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตัน ต่อไร่ ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอินทรียวัตถุของดิน ซึ่งอินทรียวัตถุที่คงเหลือดังกล่าวสามารถย่อยสลายเป็นแหล่งธาตุอาหารแก่ต้นข้าวในการเพาะปลูกครั้งต่อไป

4.3.3 ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน

การเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ (C.E.C. เท่ากับ 26.33 มิลลิกรัมสมมูลย์ต่อดิน 100 กรัม) ส่งผลให้ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินหลังเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับตำรับทดลองอื่นๆ โดยการเติมกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ (C.E.C. เท่ากับ 25.67 มิลลิกรัมสมมูลย์ต่อดิน 100 กรัม) มีแนวโน้มเพิ่มความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (อยู่กลุ่มอักษร a, ab และ F-value เท่ากับ 6.55*) ขณะที่การเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี (C.E.C. เท่ากับ 23.17 มิลลิกรัมสมมูลย์ต่อดิน 100 กรัม) มีค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินหลังเก็บเกี่ยวไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเทียบกับการเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ (C.E.C. เท่ากับ 23.00 มิลลิกรัมสมมูลย์ต่อดิน 100 กรัม) หรือเทียบเท่ากับการเติมปุ๋ยเคมี (C.E.C. เท่ากับ 23.00 มิลลิกรัมสมมูลย์ต่อดิน 100 กรัม) (อยู่กลุ่มอักษร bc) โดยการเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ มีแนวโน้มที่ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับดินเดิม (ปูนมาร์ล) (C.E.C. เท่ากับ 22.00 มิลลิกรัมสมมูลย์ต่อดิน 100 กรัม) และเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับดินเดิม (ควบคุม) (C.E.C. เท่ากับ 19.83 มิลลิกรัมสมมูลย์ต่อดิน 100 กรัม) (ตารางที่ 4.5)

สรุปได้ว่า การเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ หรือเติมกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ เพียงอย่างเดียว ส่งผลให้ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนของดินหลังเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้น

4.3.4 ธาตุปุ๋ย

ธาตุปุ๋ย ประกอบด้วย ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ (แอมโมเนียมไนโตรเจนและไนเตรทไนโตรเจน) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณที่แลกเปลี่ยนได้ ผลการศึกษาวิจัยมีรายละเอียดดังนี้

4.3.4.1 ไนโตรเจน

1) เมื่อพิจารณาถึงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่คงเหลืออยู่ในดินหลังเก็บเกี่ยว พบว่าการเติมกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ (Total-N เท่ากับ 0.217 เปอร์เซ็นต์) หรือเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ (Total-N เท่ากับ 0.223 เปอร์เซ็นต์) ส่งผลให้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่คงเหลืออยู่ในดินหลังเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับตำรับทดลองอื่นๆ (กลุ่มอักษร a เดียวกัน และ F-value เท่ากับ 62.61*) ในขณะที่การเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ (Total-N เท่ากับ 0.154 เปอร์เซ็นต์) มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินคงเหลือลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับตำรับทดลองที่มีการเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี (Total-N เท่ากับ 0.195 เปอร์เซ็นต์) หรือการเติมปุ๋ยเคมี (Total-N เท่ากับ 0.189 เปอร์เซ็นต์) แต่การเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเทียบเท่ากับดินเดิม (ปูนมาร์ล) (Total-N เท่ากับ 0.157 เปอร์เซ็นต์) (กลุ่มอักษร b และ c) ส่วนดินเดิม (ควบคุม) (Total-N เท่ากับ 0.130 เปอร์เซ็นต์) มีปริมาณไนโตรเจนคงเหลืออยู่ในดินลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับตำรับทดลองอื่นๆ (ตารางที่ 4.6)

2) ปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ (แอมโมเนียมไนโตรเจนและไนเตรทไนโตรเจน) เมื่อพิจารณาถึงปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนของดินหลังเก็บเกี่ยวมีแนวโน้มลดลงทุกตำรับทดลองเมื่อเทียบกับดินหลังเติมสิ่งทดลอง 2 สัปดาห์ โดยปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนที่มีการเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ (NH_4^+-N เท่ากับ 28.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) คงเหลืออยู่ในดินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบตำรับทดลองอื่นๆ (อยู่กลุ่มอักษร a และ F-value เท่ากับ 15.24*) เช่นเดียวกับการเติมกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ (NH_4^+-N เท่ากับ 21.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ส่งผลให้ปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนในดินหลังเก็บเกี่ยวคงเหลือเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับการเติมปุ๋ยเคมี (NH_4^+-N เท่ากับ 12.83 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

เถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี (NH_4^+-N เท่ากับ 10.87 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) เถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ (NH_4^+-N เท่ากับ 7.58 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ดินเดิม (ปูนมาร์ล) (NH_4^+-N เท่ากับ 11.75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) หรือดินเดิม (ควบคุม) (NH_4^+-N เท่ากับ 5.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (อยู่กลุ่มอักษร b, c, cd และ d)

ขณะที่ปริมาณไนเตรทไนโตรเจนของดินหลังเก็บเกี่ยวในทุกตำรับทดลองมีค่าน้อยมากจนตรวจไม่พบเช่นเดียวกับดินหลังเติมสิ่งทดลอง 2 สัปดาห์ (ตารางที่ 4.6)

สรุปได้ว่าการเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ หรือเติมกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ในรูปของแอมโมเนียมไนโตรเจนคงเหลืออยู่ในดินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบการเติมปุ๋ยเคมีและตำรับทดลองอื่นๆ ขณะที่การเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ในรูปของแอมโมเนียมไนโตรเจน

4.3.4.2 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

การเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ (P_2O_5 เท่ากับ 16.59 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) หรือเติมกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ (P_2O_5 เท่ากับ 16.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ส่งผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์คงเหลือในดินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับตำรับทดลองอื่นๆ (อยู่กลุ่มอักษร a ; F-value เท่ากับ 13.14*) ขณะที่การเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ (P_2O_5 เท่ากับ 9.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์คงเหลืออยู่ในดินหลังเก็บเกี่ยวลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับการเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี (P_2O_5 เท่ากับ 12.99 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และมีแนวโน้มลดลงเมื่อเทียบกับการเติมปุ๋ยเคมี (P_2O_5 เท่ากับ 11.46 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ทั้งนี้การเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ส่งผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เทียบเท่ากับดินเดิม (ปูนมาร์ล) (P_2O_5 เท่ากับ 8.72 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (อยู่กลุ่มอักษร b, bc และ d) ส่วนดินเดิม (ควบคุม) (P_2O_5 เท่ากับ 5.41 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับตำรับทดลองอื่นๆ (ตารางที่ 4.6)

อาจกล่าวได้ว่าการเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ หรือการเติมกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ ส่งผลให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินหลังเก็บเกี่ยวคงเหลือเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อเทียบกับการเติมปุ๋ยเคมี ขณะที่การเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

4.3.4.3 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

เมื่อพิจารณาถึงปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินหลังเก็บเกี่ยว พบว่าการเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ (K_2O เท่ากับ 248.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ส่งผลให้ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้คงเหลือเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับตำรับทดลองอื่นๆ (อยู่กลุ่มอักษร a และ F-value เท่ากับ 369.64*) ขณะที่การเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ (K_2O เท่ากับ 208.93 มิ ลลิกรัมต่อกิโลกรัม) หรือเติมกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ (K_2O เท่ากับ 214.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้คงเหลืออยู่ในดินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับการเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี (K_2O เท่ากับ 162.27 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ปุ๋ยเคมี (K_2O เท่ากับ 133.57 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) หรือดินเดิม (ปูนมาร์ล) (K_2O เท่ากับ 129.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (อยู่กลุ่มอักษร b, c และ d) ขณะที่ดินเดิม (ควบคุม) (K_2O เท่ากับ 97.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้คงเหลืออยู่ในดินหลังเก็บเกี่ยวลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับตำรับทดลองอื่นๆ (ตารางที่ 4.6)

อาจกล่าวโดยสรุปได้ว่าการเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ หรือกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ เพียงอย่างเดียว หรือเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้คงเหลือในดินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับการเติมปุ๋ยเคมี

ดังนั้นปริมาณธาตุปุ๋ยที่มีการเติมกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ หรือเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ ส่งผลให้ปริมาณธาตุปุ๋ย (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม) คงเหลืออยู่ในดินหลังเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้นกว่าการเติมปุ๋ยเคมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่การเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ เพียงอย่างเดียว ส่งผลให้ปริมาณโพแทสเซียมคงเหลืออยู่ในดินหลังเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้นกว่าการเติมปุ๋ยเคมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเพียงธาตุเดียว โดยธาตุปุ๋ยที่คงเหลือดังกล่าวสามารถใช้ประโยชน์เป็นแหล่งธาตุอาหารสำหรับในการปลูกข้าวครั้งต่อไป ซึ่งเป็นการช่วยลดต้นทุนในการเติมปุ๋ยเคมี

4.3.5 ธาตุพิษ

ปริมาณธาตุพิษที่ศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วยสารหนูและแคดเมียม ซึ่งจะพิจารณาจากปริมาณทั้งหมดที่สกัดด้วยกรดไนตริก (HNO_3) และกรดเปอร์คลอริก ($HClO_4$) ในอัตราส่วน 2:1 และปริมาณที่สกัดได้ซึ่งสกัดด้วย 0.005 M DTPA ผลการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

4.3.5.1 สารหนู

จากตารางที่ 4.7 พบว่า ปริมาณสารหนูทั้งหมดของดินหลังเก็บเกี่ยวที่มีการเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ (Total-As เท่ากับ 4.599 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับตำรับทดลองอื่นๆ (อยู่กลุ่มอักษร a และ F-value เท่ากับ 3.72*) ขณะที่การเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี (Total-As เท่ากับ 4.307 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) หรือเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ (Total-As เท่ากับ 4.114 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) มีแนวโน้มปริมาณสารหนูทั้งหมดเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการเติมกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ (Total-As เท่ากับ 3.790 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (อยู่กลุ่มอักษร ab, abc และ bc) และมีแนวโน้มที่จะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับดินเดิม (ควบคุม) (Total-As เท่ากับ 3.503 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และดินเดิม (ปูนมาร์ล) (Total-As เท่ากับ 3.422 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (อยู่กลุ่มอักษร c)

ขณะที่ปริมาณสารหนูที่สกัดได้ของดินในทุกตำรับทดลองหลังเก็บเกี่ยวน้อยมากจนไม่สามารถตรวจพบได้ ด้วยเครื่อง AAS ซึ่งสามารถตรวจวัดปริมาณสารหนูต่ำสุดได้ที่ระดับความเข้มข้น 1 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม

4.3.5.2 แคดเมียม

จากตารางที่ 4.7 พบว่า ปริมาณแคดเมียมทั้งหมดและปริมาณแคดเมียมที่สกัดได้ของดินหลังเก็บเกี่ยวในทุกตำรับทดลองน้อยมากจนไม่สามารถตรวจพบได้ ด้วยเครื่อง AAS ซึ่งสามารถตรวจวัดปริมาณแคดเมียมต่ำสุดได้ที่ระดับความเข้มข้น 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

สรุปได้ว่า การเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ หรือกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ เพียงอย่างเดียว มิได้ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารหนูและแคดเมียมที่พืชสามารถดูดดึงได้ รวมถึงปริมาณแคดเมียมทั้งหมดของดินหลังเก็บเกี่ยว แต่การเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ เพียงอย่างเดียว หรือเติมร่วมกับปุ๋ยเคมี และกากตะกอนน้ำเสียชุมชน ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารหนูทั้งหมดที่คงเหลืออยู่ในดินหลังเก็บเกี่ยวเช่นเดียวกับการเติมปุ๋ยเคมี

4.4 ปริมาณและคุณภาพข้าว

ปริมาณของข้าวในการศึกษาวิจัยครั้งนี้พิจารณาจากปริมาณผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือกจากพื้นที่เก็บเกี่ยวและองค์ประกอบผลผลิต โดยปริมาณผลผลิตดังกล่าวเป็นตัวบ่งชี้ถึงศักยภาพการเป็นแหล่งธาตุปุ๋ยของสิ่งทดลองต่างๆ ที่เติมลงสู่ดิน ได้แก่ เถ้าลอยลิกไนต์ กากตะกอนน้ำเสียชุมชน และปุ๋ยเคมี เพื่อนำไปสร้างผลผลิต

ขณะที่คุณภาพข้าวคำนึงถึงความปลอดภัยจากธาตุพิษ 2 ชนิด คือ สารหนูและแคดเมียม เนื่องจากธาตุพิษทั้งสองเป็นธาตุที่เป็นอันตรายอย่างรุนแรงหากเข้าสู่ร่างกาย และสามารถละลายน้ำได้ดี ซึ่งต้นข้าวสามารถดูดดึงไปสะสมยังส่วนต่างๆ ของต้นข้าว รวมถึงเมล็ดข้าวซึ่งเป็นส่วนที่มนุษย์นำไปบริโภค โดยสารหนูเป็นสารก่อมะเร็ง ส่วนแคดเมียมเป็นธาตุพิษที่ก่อให้เกิดโรค อิไต-อิไต โดยคุณภาพข้าวในการศึกษาวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นเรื่องความปลอดภัยจากธาตุพิษในข้าวกล้อง เพราะธาตุพิษส่วนใหญ่มักจะสะสมอยู่บริเวณชั้นรำข้าว ซึ่งหากปริมาณธาตุพิษที่มีอยู่ในข้าวกล้องอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมให้บริโภคได้ ก็จะส่งผลต่อการบริโภคข้าวสารได้อย่างปลอดภัยมากยิ่งขึ้น เพราะส่วนชั้นรำข้าวจะถูกขัดสีออกเมื่อต้องการบริโภคในรูปของข้าวสาร อีกทั้งในปัจจุบันมีการส่งเสริมให้บริโภคข้าวกล้องมากขึ้น

4.4.1 ผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือก

ผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือกของข้าวพันธุ์ขาวตาแห้ง 17 ในพื้นที่เก็บเกี่ยว พบว่าตำรับทดลองดินเดิม (ควบคุม) ให้ผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือกพันธุ์ขาวตาแห้ง 17 ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับตำรับทดลองอื่นๆ เพียง 29.80 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่ดินเดิม (ปูนมาร์ล) ให้ผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับดินเดิม (ควบคุม) โดยมีค่าเท่ากับ 64.77 กิโลกรัมต่อไร่ (อยู่กลุ่มอักษร c และ d) สำหรับการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ 2 ตันต่อไร่ เพียงอย่างเดียวสามารถเพิ่มผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับดินเดิม (ควบคุม) และดินเดิม (ปูนมาร์ล) โดยผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือกที่ได้มีค่าเท่ากับ 111.12 กิโลกรัมต่อไร่ ทั้งนี้การเติมกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ หรือเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ ให้ผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือกเท่ากับ 166.11 และ 152.60 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ เทียบเท่าได้กับการเติมปุ๋ยเคมี หรือเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี (อยู่กลุ่มอักษร a และ F-value เท่ากับ 52.61*) ซึ่งให้ผลผลิตเท่ากับ 174.14 และ 164.52 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

และเมื่อคำนวณผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือกของข้าวพันธุ์ขาวตาแห้ง 17 โดยใช้องค์ประกอบผลผลิต พบว่า ผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือกที่เติมกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ มีโอกาสได้รับมากถึง 669.21 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งเทียบเท่าได้กับการเติมปุ๋ยเคมี (670.95 กิโลกรัมต่อไร่)

นอกจากนี้การเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ พบว่าผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือกที่ได้มีปริมาณเป็น 709.86 กิโลกรัมต่อไร่ หรือ 727.17 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ เมื่อเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี (อยู่กลุ่มอักษร a และ F-value เท่ากับ 34.59*) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเทียบกับการเติมปุ๋ยเคมี หรือกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ ขณะที่การเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ เพียงอย่างเดียว ให้ผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือกลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับการเติมปุ๋ยเคมี หรือกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ แต่การเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ เพียงอย่างเดียว (492.39 กิโลกรัมต่อไร่) ส่งผลให้ปริมาณผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับดินเดิม (ควบคุม) และดินเดิม (ปูนมาร์ล) ซึ่งผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือกเท่ากับ 137.06 กิโลกรัมต่อไร่ และ 351.50 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (อยู่กลุ่มอักษร b,c และ d) (ตารางที่ 4.8)

แสดงว่าการเติมกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ หรือเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ ส่งผลให้ปริมาณผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือกที่ได้เทียบเท่ากับการเติมปุ๋ยเคมี หรือการเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี ส่วนการเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ เพียงอย่างเดียวให้ปริมาณข้าวผลผลิตเมล็ดเปลือกน้อยกว่าการเติมกากตะกอนน้ำเสียชุมชนหรือปุ๋ยเคมี

4.4.2 ธาตุพิษในข้าวกล้อง

4.4.2.1 สารหนู

จากตารางที่ 4.9 พบว่า ปริมาณสารหนูในข้าวกล้องพันธุ์ขาวตาแห้ง 17 จากแปลงนาที่เติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ (0.148 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) หรือการเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ (0.153 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) หรือเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี (0.148 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (อยู่กลุ่มอักษร a และ F-value เท่ากับ 26.53*) เมื่อเทียบกับแปลงนาดินเดิม (ควบคุม) (0.069 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ดินเดิม(ปูนมาร์ล) (0.060 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) แปลงนาที่มีการเติมปุ๋ยเคมี (0.069 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) หรือกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ (0.082 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

4.4.2.2 แคดเมียม

จากตารางที่ 4.9 พบว่า ปริมาณแคดเมียมทั้งหมดในข้าวกล้องพันธุ์ขาวตาแห้ง 17 จากแปลงนาดินเดิม (ควบคุม) ดินเดิม (ปูนมาร์ล) การเติมปุ๋ยเคมี กากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ หรือเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ เพียงอย่างเดียว รวมถึงการเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี หรือเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับ

กากตะกอนน้ำเสียชุมชน 0.5 ตันไร่ มีปริมาณน้อยมากจนไม่สามารถตรวจพบได้ ด้วยเครื่อง AAS ซึ่งสามารถตรวจวัดปริมาณแคดเมียมต่ำสุดได้ที่ระดับความเข้มข้น 0.01 มิลลิกรัมกรัมต่อกิโลกรัม

อาจกล่าวได้ว่าการเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ หรือเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ ส่งผลให้ปริมาณสารหนูในข้าวกล้องเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับดินเดิม (ควบคุม) หรือดินเดิม (ปูนมาร์ล) ส่วนการเติมกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ มีปริมาณสารหนูในข้าวกล้องไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเทียบกับกับดินเดิม (ควบคุม) หรือดินเดิม (ปูนมาร์ล) ทั้งนี้ปริมาณแคดเมียมในข้าวกล้องพันธุ์ขาวตาแห้ง 17 ที่มีการเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ และกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ เพียงอย่างเดียว หรือเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับกากตะกอนน้ำเสียชุมชนอัตรา 0.5 ตันต่อไร่ มีปริมาณน้อยมากจนตรวจไม่พบ

ตารางที่ 4.1 สมบัติทางเคมีของดิน เถ้าลอยลิกไนต์ และกากตะกอนน้ำเสียชุมชนก่อนการเพาะปลูก

ลักษณะสมบัติทางเคมี	ดิน	เถ้าลอยลิกไนต์	กากตะกอนน้ำเสียชุมชน
ความเป็นกรดเป็นด่าง (ดิน:น้ำ เท่ากับ 2:1)	3.53	10.55	5.67
อินทรียวัตถุ (เปอร์เซ็นต์)	0.86	0.005	11.43
ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (มิลลิกรัมสมมูลย์ต่อดิน 100 กรัม)	21.50	-	-
ธาตุปุ๋ย			
● ไนโตรเจน			
ไนโตรเจนทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)	0.154	0.014	2.550
ไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ ได้แก่			
แอมโมเนียมไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	10.50	19.25	1,242.50
ไนเตรทไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	Trace	19.25	56.00
● ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	6.80	1.64	222.27
● โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	102.60	280.00	365.00
ธาตุพิษ (ปริมาณทั้งหมด)			
● สารหนู (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	3.17	23.39	10.46
● แคดเมียม (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	Trace	1.98	2.53
ธาตุพิษ (ปริมาณที่สกัดได้)			
● สารหนู (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	Trace	4.41	0.48
● แคดเมียม (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	Trace	0.10	0.52

หมายเหตุ : - หมายถึงไม่ได้วิเคราะห์

Trace หมายถึง มีปริมาณน้อยมากจนไม่สามารถตรวจพบได้ ด้วยเครื่อง AAS ซึ่งสามารถตรวจวัดได้เมื่อมีปริมาณต่ำสุดของสารหนูเท่ากับ 1 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณต่ำสุดของแคดเมียมเท่ากับ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ตารางที่ 4.2 สมบัติทางเคมีของดินหลังเติมสิ่งทดลอง 2 สัปดาห์

ตำรับทดลอง	ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	อินทรียวัตถุ (เปอร์เซ็นต์)	ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (มิลลิกรัมสมมูลย์ต่อดิน 100 กรัม)
ดินเดิม (ควบคุม)	3.77^{b}	0.86^{c}	20.17
ดินเดิม (ปูนมาร์ล)	4.85^{a}	0.99^{bc}	22.50
ดินเดิม (ปูนมาร์ล) + ปุ๋ยเคมี	4.56^{a}	1.06^{ab}	23.00
ดินเดิม (ปูนมาร์ล) + กากตะกอน	4.53^{a}	1.31^{a}	24.83
ดินเดิม (ปูนมาร์ล) + เถ้าลอยลิกไนต์	4.89^{a}	0.89^{c}	23.50
ดินเดิม (ปูนมาร์ล) + เถ้าลอยลิกไนต์ + ปุ๋ยเคมี	4.42^{ab}	1.05^{bc}	23.67
ดินเดิม (ปูนมาร์ล)+ เถ้าลอยลิกไนต์ + กากตะกอน	4.73^{a}	1.06^{ab}	25.33
F-value	2.71*	5.49*	2.43^{ns}
%CV	8.79	11.24	8.09

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละสดมภ์ หมายถึง มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตามวิธีของ DMRT

* หมายถึง มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

NS หมายถึง ไม่มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.3 ปริมาณธาตุปุ๋ยของดินหลังเติมสิ่งทดลอง 2 สัปดาห์

ตำรับทดลอง	ธาตุปุ๋ย				
	ไนโตรเจนทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)	แอมโมเนียมไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	ไนเตรทไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	โพแทสเซียม (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)
ดินเดิม (ควบคุม)	0.154^{c}	13.00^{d}	Trace	6.80^{e}	102.60^{e}
ดินเดิม (ปูนมาร์ล)	0.170^{b}	17.75^{c}	Trace	10.01^{d}	162.00^{d}
ดินเดิม (ปูนมาร์ล) + ปุ๋ยเคมี	0.231^{a}	35.58^{a}	Trace	16.52^{bc}	165.80^{d}
ดินเดิม (ปูนมาร์ล) + กากตะกอน	0.231^{a}	31.50^{ab}	Trace	17.88^{ab}	246.39^{b}
ดินเดิม (ปูนมาร์ล) + เถ้าลอยลิกไนต์	0.187^{b}	17.92^{c}	Trace	11.26^{d}	239.38^{b}
ดินเดิม (ปูนมาร์ล) + เถ้าลอยลิกไนต์ + ปุ๋ยเคมี	0.236^{a}	26.75^{b}	Trace	15.14^{c}	202.00^{c}
ดินเดิม (ปูนมาร์ล) + เถ้าลอยลิกไนต์+ กากตะกอน	0.233^{a}	30.58^{ab}	Trace	18.76^{a}	270.33^{a}
F-value	24.20*	20.42*	-	46.50*	184.84*
%CV	16.00	16.57	-	6.66	29.23

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละสดมภ์ หมายถึง มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตามวิธีของ DMRT

* หมายถึง มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

Trace หมายถึง ปริมาณน้อยมากจนตรวจไม่พบ

ตารางที่ 4.4 ปริมาณธาตุพิษของดินหลังเติมสิ่งทดลอง 2 สัปดาห์

ตำรับทดลอง	ปริมาณทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)		ปริมาณที่สกัดได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	
	สารหนู	แคดเมียม	สารหนู	แคดเมียม
ดินเดิม (ควบคุม)	3.326^{c}	Trace	Trace	Trace
ดินเดิม (ปูนมาร์ล)	3.243^{c}	Trace	Trace	Trace
ดินเดิม (ปูนมาร์ล) + ปุ๋ยเคมี	3.399^{c}	Trace	Trace	Trace
ดินเดิม (ปูนมาร์ล) + กากตะกอน	3.652^{bc}	Trace	Trace	Trace
ดินเดิม (ปูนมาร์ล) + เถ้าลอยลิกไนต์	3.517^{bc}	Trace	Trace	Trace
ดินเดิม (ปูนมาร์ล) + เถ้าลอยลิกไนต์ + ปุ๋ยเคมี	3.945^{b}	Trace	Trace	Trace
ดินเดิม (ปูนมาร์ล) + เถ้าลอยลิกไนต์+ กากตะกอน	4.473^{a}	Trace	Trace	Trace
F-value	6.66*	-	-	-
%CV	7.93	-	-	-

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละสดมภ์ หมายถึง มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตามวิธีของ DMRT

* หมายถึง มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

Trace หมายถึง มีปริมาณน้อยมากจนไม่สามารถตรวจพบได้ ด้วยเครื่อง AAS ซึ่งสามารถตรวจวัดได้เมื่อมีปริมาณต่ำสุดของสารหนูเท่ากับ 1 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณต่ำสุดของแคดเมียมเท่ากับ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ตารางที่ 4.5 สมบัติทางเคมีของดินหลังเก็บเกี่ยว

ตำรับทดลอง	ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	อินทรียวัตถุ (เปอร์เซ็นต์)	ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (มิลลิกรัมสมมูลย์ต่อดิน 100 กรัม)
ดินเดิม (ควบคุม)	3.44^{d}	0.84^{b}	19.83^{d}
ดินเดิม (ปูนมาร์ล)	5.34^{ab}	0.85^{b}	22.00^{cd}
ดินเดิม (ปูนมาร์ล) + ปุ๋ยเคมี	4.63^{c}	0.85^{b}	23.00^{bc}
ดินเดิม (ปูนมาร์ล) + กากตะกอน	5.13^{abc}	1.38^{a}	25.67^{ab}
ดินเดิม (ปูนมาร์ล) + เถ้าลอยลิกไนต์	5.59^{a}	0.84^{b}	23.00^{bc}
ดินเดิม (ปูนมาร์ล) + เถ้าลอยลิกไนต์ + ปุ๋ยเคมี	4.75^{bc}	0.81^{b}	23.17^{bc}
ดินเดิม (ปูนมาร์ล) + เถ้าลอยลิกไนต์ + กากตะกอน	5.26^{abc}	1.28^{a}	26.33^{a}
F-value	12.39*	10.23*	6.55*
%CV	7.22	13.29	6.35

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละสดมภ์ หมายถึง มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตามวิธีของ DMRT

* หมายถึง มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.6 ปริมาณธาตุปุ๋ยของดินหลังเก็บเกี่ยว

ตำรับทดลอง	ธาตุปุ๋ย				
	ไนโตรเจนทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)	แอมโมเนียมไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	ไนเตรทไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	โพแทสเซียม (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)
ดินเดิม (ควบคุม)	0.130^{d}	5.25^{d}	Trace	5.41^{e}	97.50^{c}
ดินเดิม (ปูนมาร์ล)	0.157^{c}	11.75^{cd}	Trace	8.72^{c}	129.00^{d}
ดินเดิม (ปูนมาร์ล) + ปุ๋ยเคมี	0.189^{b}	12.83^{c}	Trace	11.46^{bc}	133.57^{d}
ดินเดิม (ปูนมาร์ล) + กากตะกอน	0.217^{a}	21.00^{b}	Trace	16.10^{a}	214.00^{b}
ดินเดิม (ปูนมาร์ล) + เถ้าลอยลิกไนต์	0.154^{c}	7.58^{cd}	Trace	9.10^{c}	208.93^{b}
ดินเดิม (ปูนมาร์ล) + เถ้าลอยลิกไนต์ + ปุ๋ยเคมี	0.195^{b}	10.87^{cd}	Trace	12.99^{b}	162.27^{c}
ดินเดิม (ปูนมาร์ล) + เถ้าลอยลิกไนต์+ กากตะกอน	0.223^{a}	28.00^{a}	Trace	16.59^{a}	248.00^{a}
F-value	62.61^{*}	15.24^{*}	-	13.14^{*}	369.64^{*}
%CV	18.52	25.37	-	25.55	3.28

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละสดมภ์ หมายถึง มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตามวิธีของ DMRT

* หมายถึง มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

Trace- หมายถึง ปริมาณที่วิเคราะห์น้อยมากจนตรวจไม่พบ

ตารางที่ 4.7 ปริมาณธาตุพิษของดินหลังเก็บเกี่ยว

ตำรับทดลอง	ปริมาณทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)		ปริมาณที่สกัดได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	
	สารหนู	แคดเมียม	สารหนู	แคดเมียม
ดินเดิม (ควบคุม)	3.503[c]	Trace	Trace	Trace
ดินเดิม (ปูนมาร์ล)	3.422[c]	Trace	Trace	Trace
ดินเดิม (ปูนมาร์ล) + ปุ๋ยเคมี	3.921[abc]	Trace	Trace	Trace
ดินเดิม (ปูนมาร์ล) + กากตะกอน	3.790[bc]	Trace	Trace	Trace
ดินเดิม (ปูนมาร์ล) + เถ้าลอยลิกไนต์	4.114[abc]	Trace	Trace	Trace
ดินเดิม (ปูนมาร์ล) + เถ้าลอยลิกไนต์ + ปุ๋ยเคมี	4.307[ab]	Trace	Trace	Trace
ดินเดิม (ปูนมาร์ล) + เถ้าลอยลิกไนต์ + กากตะกอน	4.599[a]	Trace	Trace	Trace
F-value	3.72*	-	-	-
%CV	9.64	-	-	-

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละสดมภ์ หมายถึง มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตามวิธีของ DMRT

* หมายถึง มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

Trace หมายถึง มีปริมาณน้อยมากจนไม่สามารถตรวจพบได้ ด้วยเครื่อง AAS ซึ่งสามารถตรวจวัดได้เมื่อมีปริมาณต่ำสุดของสารหนูเท่ากับ 1 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณต่ำสุดของแคดเมียมเท่ากับ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ตารางที่ 4.8 ผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือกของข้าวพันธุ์ขาวตาแห้ง 17

ตำรับทดลอง	ผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่)	
	พื้นที่เก็บเกี่ยว	องค์ประกอบผลผลิต
ดินเดิม (ควบคุม)	29.80[d]	137.06[d]
ดินเดิม (ปูนมาร์ล)	64.77[c]	351.50[c]
ดินเดิม (ปูนมาร์ล) + ปุ๋ยเคมี	174.14[a]	670.95[a]
ดินเดิม (ปูนมาร์ล) + กากตะกอน	166.11[a]	669.21[a]
ดินเดิม (ปูนมาร์ล) + เถ้าลอยลิกไนต์	111.12[b]	492.39[b]
ดินเดิม (ปูนมาร์ล) + เถ้าลอยลิกไนต์ + ปุ๋ยเคมี	164.52[a]	727.17[a]
ดินเดิม (ปูนมาร์ล) + เถ้าลอยลิกไนต์ + กากตะกอน	152.60[a]	709.89[a]
F-value	52.61*	34.59*
%CV	11.70	17.26

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละสดมภ์ หมายถึง มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตามวิธีของ DMRT

* หมายถึง มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.9 ปริมาณธาตุพิษในข้าวกล้องพันธุ์ขาวตาแห้ง 17

ตำรับทดลอง	ธาตุพิษ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	
	สารหนู	แคดเมียม
ดินเดิม (ควบคุม)	0.069[b]	Trace
ดินเดิม (ปูนมาร์ล)	0.060[b]	Trace
ดินเดิม (ปูนมาร์ล) + ปุ๋ยเคมี	0.069[b]	Trace
ดินเดิม (ปูนมาร์ล) + กากตะกอน	0.082[b]	Trace
ดินเดิม (ปูนมาร์ล) + เถ้าลอยลิกไนต์	0.148[a]	Trace
ดินเดิม (ปูนมาร์ล) + เถ้าลอยลิกไนต์ + ปุ๋ยเคมี	0.138[a]	Trace
ดินเดิม (ปูนมาร์ล) + เถ้าลอยลิกไนต์ + กากตะกอน	0.153[a]	Trace
F-value	26.531*	-
%CV	6.25	-

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละสดมภ์ หมายถึง มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตามวิธีของ DMRT

* หมายถึง มีความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

Trace หมายถึง มีปริมาณน้อยมากจนไม่สามารถตรวจพบได้ ด้วยเครื่อง AAS ซึ่งสามารถตรวจวัดได้เมื่อมีปริมาณต่ำสุดของสารหนูเท่ากับ 1 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณต่ำสุดของแคดเมียมเท่ากับ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม