บทที่ 6

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการทดลอง

6.1.1 ลักษณะสมบัติและองค์ประกอบทางเคมีของเถ้าลอยลิกไนต์ ปุ๋ยหมักฟางข้าวและดินในพื้นที่ศึกษาทดลอง

6.1.1.1 เถ้าลอยลิกไนต์ จากโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนแม่เมาะ มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 11.82 และมีองค์ประกอบทางเคมีที่เป็นธาตุอาหารหลัก คือไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในปริมาณ 0.014%, 5.48 ppm และ 257.87 ppm ตามลำดับ สำหรับปริมาณธาตุพิษทั้งหมดพบว่า นิกเกิล แคดเมียม อลูมิเนียม และสารหนู มีปริมาณ 0.531 ppm, 0.016 ppm, 1,822.25 ppm และ 0.107 ppm ตามลำดับโดยปริมาณที่พืชสามารถดูดดึงได้ของแคดเมียมและสารหนูพบว่า มีปริมาณ 0.001 ppm และ 0.096 ppm ตามลำดับ ส่วนปริมาณนิกเกิลและอลูมิเนียมมีน้อยมากจนตรวจไม่พบ ทั้งนี้ค่าต่ำสุดของปริมาณนิกเกิลและอลูมิเนียมที่สามารถตรวจวัดได้ด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer คือ 0.10 ppm และ 2 ppm ตามลำดับ

6.1.1.2 ปุ๋ยหมักฟางข้าว จากฟางข้าวที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 7.73 และมีองค์ประกอบทางเคมีที่เป็นธาตุอาหารหลัก คือ ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ในปริมาณ 1.610%, 1,704.96 ppm และ 1.59 ppm ตามลำดับ สำหรับปริมาณธาตุพิษทั้งหมดพบว่า แคดเมียม อลูมิเนียมและสารหนูมีปริมาณ 0.003 ppm, 237.13 ppm และ 0.018 ppm ตามลำดับ ส่วนนิกเกิลมีปริมาณน้อยมากจนตรวจไม่พบ ทั้งนี้ค่าต่ำสุดของปริมาณนิกเกิลที่เครื่อง Atomic absorption spectrophotometer สามารถตรวจวัดได้ คือ 0.10 ppm

6.1.1.3 ดินในพื้นที่ศึกษาวิจัย มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 4.16-4.49 และมีองค์ประกอบทางเคมีที่เป็นธาตุอาหารหลัก คือ ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในปริมาณ 0.140-0.149%, 11.50-12.99 ppm และ 97.40-106.64 ppm ตามลำดับ สำหรับปริมาณธาตุพิษทั้งหมดพบว่า แคดเมียม อลูมิเนียม และสารหนู มีปริมาณ 0.002 ppm, 1,214.67-1,508.33 ppm และ 0.026-0.037 ppm ตามลำดับ ส่วนปริมาณนิกเกิลทั้งหมดมีน้อยมากจนตรวจไม่พบ และปริมาณที่พืชสามารถดูดดึงได้พบว่า อลูมิเนียมมีปริมาณ 10.10-18.92 ppm ส่วนปริมาณนิกเกิล แคดเมียม และสารหนูพบว่า มีน้อยมากจนตรวจไม่พบ ทั้งนี้ค่าต่ำสุดของปริมาณนิกเกิล แคดเมียม และสารหนูที่เครื่อง Atomic absorption spectrophotometer สามารถตรวจวัดได้คือ 0.10 ppm, 0.001 ppm และ 0.01 ppm ตามลำดับ

6.1.2 ลักษณะสมบัติและองค์ประกอบทางเคมีของดิน

6.1.2.1 ปริมาณธาตุอาหารหลักในดินที่ระยะ 14 วันหลังเติมสิ่งทดลอง ได้แก่ ไนโตรเจนทั้งหมดและโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตัน/ไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวอัตรา 2 ตัน/ไร่ ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ไม่แตกต่างจากดินเดิมซึ่งเป็นดินเปรี้ยวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ปริมาณธาตุอาหารหลักเพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตัน/ไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวอัตรา 2 ตัน/ไร่และปุ๋ยเคมี สำหรับความเสี่ยงจากธาตุพิษมีน้อยมากจนไม่น่ากังวล เนื่องจากปริมาณธาตุพิษ (นิกเกิล แคดเมียม อลูมิเนียม และสารหนู) ในดินเมื่อเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตัน/ไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวอัตรา 2 ตัน/ไร่ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากเดิม ยกเว้นปริมาณแคดเมียมทั้งหมดในดินที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ยังอยู่ในระดับต่ำกว่าระดับที่ยอมให้มีได้ในดิน ทั้งนี้ปริมาณธาตุพิษที่พืชสามารถดูดดึงได้ในดินอยู่ในระดับต่ำกว่าระดับวิกฤตที่ก่อให้เกิดพิษในพืชจึงไม่น่าเป็นอุปสรรคในการเจริญเติบโตของต้นข้าว

6.1.2.2 ปริมาณธาตุอาหารหลักในดินเมื่อสิ้นสุดการทดลอง เมื่อเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตัน/ไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวอัตรา 2 ตัน/ไร่ ได้แก่ ไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์คงเหลือตกค้างในดินเพิ่มขึ้นจากเดิมเป็น 0.170% และ 13.09 ppm ตามลำดับ จัดอยู่ในระดับปานกลาง และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้คงเหลือตกค้างในดินเพิ่มขึ้นจากเดิมเป็น 157.24 ppm จัดอยู่ในระดับสูงมาก เมื่อประเมินตามการวินิจฉัยความอุดมสมบูรณ์ของดินนาจึงน่าจะเป็นแหล่งธาตุอาหารที่เพียงพอสำหรับการปลูกข้าวในฤดูกาลถัดไปได้ ทั้งนี้ปริมาณธาตุอาหารหลักเพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตัน/ไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวอัตรา 2 ตัน/ไร่และปุ๋ยเคมี สำหรับความเสี่ยงจากธาตุพิษมีน้อยมากจนไม่น่ากังวล เนื่องจากปริมาณธาตุพิษ (นิกเกิล แคดเมียม อลูมิเนียม และสารหนู) ในดินเมื่อเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตัน/ไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวอัตรา 2 ตัน/ไร่ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากดินเดิม ยกเว้นสารหนูทั้งหมดที่มีปริมาณคงเหลือตกค้างในดินเพิ่มขึ้นจากเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อยู่ในระดับที่ปลอดภัยและห่างจากระดับวิกฤตที่ก่อให้เกิดพิษในพืชถึง 520 เท่า ทั้งนี้ปริมาณธาตุพิษที่พืชสามารถดูดดึงได้คงเหลือตกค้างในดินอยู่ในมาตรฐานระดับของธาตุพิษที่ยอมให้ปนเปื้อนได้ในดินเพื่อเกษตรกรรม ดังนั้นความเป็นไปได้อันเนื่องมาจากผลตกค้างของธาตุพิษที่อาจส่งผลต่อการปลูกข้าว จึงไม่น่าจะเป็นอุปสรรคในการใช้ประโยชน์จากพื้นที่เพื่อการปลูกข้าวในฤดูกาลถัดไป

6.1.3 ผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือกของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1

ผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือกของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 เมื่อเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตัน/ไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวอัตรา 2 ตัน/ไร่ (446.95 กก./ไร่) มีผลทำให้ผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือก

เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีแนวโน้มไม่แตกต่างจากการเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตัน/ไร่ หรือการเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวอัตรา 2 ตัน/ไร่เพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและเมื่อเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตัน/ไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวอัตรา 2 ตัน/ไร่และปุ๋ยเคมี ทำให้ผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือกเพิ่มสูงสุดถึง 660.86 กก./ไร่

6.1.4 องค์ประกอบทางเคมีของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1

6.1.4.1 องค์ประกอบทางเคมีด้านคุณภาพข้าวเชิงพาณิชย์ เมื่อเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตัน/ไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวอัตรา 2 ตัน/ไร่ ล้วนไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณอมิโลส และค่าการสลายตัวในด่างของเมล็ดข้าวสาร แต่ส่งผลให้ค่าคงตัวของแป้งสุกลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้คุณภาพข้าวทางเคมีเชิงพาณิชย์ของเมล็ดข้าวสารในทุกตำรับทดลองล้วนอยู่ในมาตรฐานข้าวหอมปทุมธานี 1 คือ จัดเป็นข้าวอมิโลสต่ำ อยู่ในประเภทแป้งสุกอ่อนและมีค่าการสลายตัวในด่างอยู่ในระดับสูง รวมทั้งมีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่ดีขึ้น โดยข้าวมีความอ่อนนุ่มเมื่อหุงสุก และใช้ระยะเวลาในการหุงต้มลดลง

6.1.4.2 องค์ประกอบทางเคมีด้านธาตุพิษ ได้แก่ นิกเกิล แคดเมียม อลูมิเนียม และสารหนูในเมล็ดข้าวสาร เมื่อเติมเถ้าลอยลิกไนต์อัตรา 2 ตัน/ไร่ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวอัตรา 2 ตัน/ไร่ มีปริมาณน้อยมากจนตรวจไม่พบด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer ทั้งนี้ค่าต่ำสุดของปริมาณนิกเกิลแคดเมียม อลูมิเนียม และสารหนูที่เครื่อง สามารถตรวจวัดได้คือ 0.10 ppm, 0.001 ppm, 2.0 ppm และ 0.01 ppm ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมให้บริโภคได้โดยไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์

สรุปได้ว่า เถ้าลอยลิกไนต์ซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้จากภาคอุตสาหกรรมที่ได้จากการเผาไหม้ถ่านหินลิกไนต์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า และปุ๋ยหมักฟางข้าวซึ่งเป็นของเหลือทิ้งจากภาคเกษตรกรรมที่ได้จากแปลงนา สามารถนำมาใช้ประโยชน์ทางด้านการเกษตรเพื่อเป็นแหล่งธาตุอาหารสำหรับการปลูกข้าวได้ เนื่องจากเถ้าลอยลิกไนต์และปุ๋ยหมักฟางข้าวมีองค์ประกอบทางเคมีที่ช่วยเพิ่มปริมาณธาตุอาหารแก่ข้าวนอกเหนือจากการใช้ปุ๋ยเคมีจึงเป็นการปลูกข้าวด้วยต้นทุนต่ำ รวมทั้งช่วยเพิ่มอินทรียวัตถุ สามารถปรับปรุงบำรุงดินและเป็นแหล่งธาตุอาหารข้าวได้ในระยะยาว และถือเป็นวิธีการปลูกข้าวที่หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีทำให้เข้าข่ายของการปลูกข้าวแบบเกษตรอินทรีย์ซึ่งราคาข้าวที่ปลูกแบบเกษตรอินทรีย์จะสูงกว่าราคาข้าวที่ปลูกโดยทั่วไปประมาณ 5-10% (กรมวิชาการเกษตร, 2542ข) เนื่องจากตลาดการค้าข้าวในปัจจุบันให้ความสำคัญอย่างยิ่งต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและตระหนักถึงความปลอดภัยจากการผลิตและการบริโภค ดังนั้นการนำเถ้าลอยลิกไนต์และปุ๋ยหมักฟางข้าวให้เป็นแหล่งธาตุอาหารในการเกษตร ถือเป็นการใช้ประโยชน์วัสดุเหลือใช้อย่างคุ้มค่า ช่วยรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมด้วยการจัดการที่เหมาะสม จึงนับเป็นผลตอบแทนสูงคุ้มค่าการลงทุน

6.2 ข้อเสนอแนะ

6.2.1 การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาในดินเปรี้ยว ซึ่งมีข้อจำกัดของการละลายได้ของธาตุอาหาร ทำให้ธาตุอาหารทั้งในดิน เถ้าลอยลิกไนต์ และปุ๋ยหมักฟางข้าว ละลายออกมาอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำ จึงน่าจะมีการศึกษาการใช้ประโยชน์เถ้าลอยลิกไนต์และปุ๋ยหมักฟางข้าวเพิ่มเติมในดินที่มีความเป็นกรดปานกลางหรือน้อย และในดินชนิดอื่นๆ เพื่อให้ทราบถึงศักยภาพสูงสุดของเถ้าลอยลิกไนต์และปุ๋ยหมักฟางข้าวในการเป็นแหล่งธาตุอาหารพืช

6.2.2 จำเป็นต้องมีการศึกษาถึงลักษณะสมบัติและองค์ประกอบทางเคมีของเถ้าลอยลิกไนต์ก่อนนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร ทั้งนี้เนื่องจากชนิดของถ่านหิน แหล่งที่มาของถ่านหิน และกรรมวิธีในการผลิตแตกต่างกันไป ซึ่งส่งผลให้ลักษณะสมบัติและองค์ประกอบทางเคมีของเถ้าลอยลิกไนต์แตกต่างกัน

6.2.3 ควรมีการศึกษาในพืชชนิดอื่นเพื่อให้ทราบถึงการใช้ประโยชน์เถ้าลอยลิกไนต์และปุ๋ยหมักฟางข้าวให้เป็นแหล่งธาตุอาหารในการเกษตร