

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 ลักษณะสมบัติทางเคมีของ ถ้ำลอยลิกไนต์ และปุ๋ยหมักฟางข้าว

ถ้ำลอยลิกไนต์จากโรงงานไฟฟ้าแม่เมาะ จังหวัดลำปาง มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง เท่ากับ 11.82 และมีองค์ประกอบทางเคมีที่สามารถเป็นแหล่งธาตุอาหารหลัก คือ ไนโตรเจน ทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ เท่ากับ 0.014 % 2.39 ppm และ 214 ppm ตามลำดับ ปริมาณธาตุเสริมประโยชน์ คือ ซิลิกอนในรูปของกรดโมโนซิลิซิก (Si(OH)_4) เท่ากับ 324.55 ppm และปริมาณอินทรีย์วัตถุ เท่ากับ 0.03 %

ปุ๋ยหมักฟางข้าวที่มีฟางข้าวที่ผ่านการเพาะเห็ดเป็นวัตถุดิบ มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง เท่ากับ 7.73 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของปุ๋ยหมักฟางข้าว เท่ากับ 11.68 : 1 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ เท่ากับ 32.33 % ปริมาณธาตุอาหารหลัก คือ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และโพแทสเซียมทั้งหมด เท่ากับ 1.61 0.074 และ 1.32 % ตามลำดับ และปริมาณซิลิกอนในรูป Crude Si ซึ่งเป็นธาตุเสริมประโยชน์ มีค่าเท่ากับ 12.72 %

5.1.2 ลักษณะสมบัติทางเคมีของดินนาก่อนเติมสิ่งทดลอง

ลักษณะสมบัติทางเคมีของดินนาก่อนเติมสิ่งทดลอง (ถ้ำลอยลิกไนต์ ปุ๋ยหมักฟางข้าว และปุ๋ยเคมี) มีความเหมาะสมในการทำนาปานกลาง โดยพื้นที่ศึกษาวิจัยดังกล่าวเคยเติมถ้ำลอยลิกไนต์ ในปริมาณ 2 ตัน/ไร่ เมื่อปี พ.ศ. 2544 พบว่า มีความสม่ำเสมอทั่วทั้งพื้นที่ กล่าวคือ มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 4.16-4.4 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ มีค่าอยู่ในช่วง 0.93-1.02 % ปริมาณธาตุอาหารหลัก คือ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด มีค่าอยู่ในช่วง 0.140-0.149 % ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ มีค่าอยู่ในช่วง 11.50-12.99 ppm และ 95.16-106.64 ppm ตามลำดับและปริมาณธาตุเสริมประโยชน์ คือ ซิลิกอน (Si) โดยวัดในรูปกรดโมโนซิลิซิก (Si(OH)_4) มีค่าอยู่ในช่วง 49.45-52.70 ppm

5.1.3 ผลของการเติมธาตุอลูมิเนียมในปุ๋ยหมักฟางข้าว และปุ๋ยเคมีในข้าวรุ่นหลัก และเติมปุ๋ยเคมีในข้าวต่อช่วง ต่อสมบัติทางเคมีของดินนา

การเติมธาตุอลูมิเนียมในข้าวรุ่นหลัก ส่งผลให้ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ และซิลิกอนที่เป็นประโยชน์ในดินนาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งในระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวรุ่นหลัก และในระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวต่อช่วง แต่ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินนาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเฉพาะในระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวรุ่นหลักเท่านั้น

การเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวในข้าวรุ่นหลัก ส่งผลให้ดินนาในระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวรุ่นหลัก และในระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวต่อช่วง มีปริมาณอินทรีย์วัตถุ ในโตรเจนทั้งหมด และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะเดียวกันการเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวในข้าวรุ่นหลัก ยังส่งผลให้ปริมาณซิลิกอนที่เป็นประโยชน์ในดินนาในระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวรุ่นหลักเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอีกด้วย

สำหรับการเติมปุ๋ยเคมีในข้าวรุ่นหลัก พบว่า ส่งผลให้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินนาทั้งในระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวรุ่นหลักและในระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวต่อช่วงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5.1.4 การเจริญเติบโตของข้าวต่อช่วงซึ่งเกิดจากตายอดบนต่อช่วงข้าวรุ่นหลักที่เติมธาตุอลูมิเนียมในปุ๋ยหมักฟางข้าว และปุ๋ยเคมี

การเจริญเติบโตของข้าวต่อช่วง เมื่อเติมธาตุอลูมิเนียมในปุ๋ยหมักฟางข้าว ในข้าวรุ่นหลัก พบว่า เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งความสูง น้ำหนักแห้ง ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของข้าวต่อช่วง (จำนวนต้นต่อตารางเมตร จำนวนรวงต่อตารางเมตร ความยาวรวง จำนวนเมล็ดต่อรวง จำนวนเมล็ดดีต่อรวง เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด) ส่วนการเติมปุ๋ยเคมีในข้าวรุ่นหลักนั้น ก็พบว่า องค์ประกอบผลผลิตของข้าวต่อช่วง ได้แก่ จำนวนต้นต่อตารางเมตร จำนวนรวงต่อตารางเมตร ความยาวรวง จำนวนเมล็ดต่อรวง จำนวนเมล็ดดีต่อรวง และเปอร์เซ็นต์เมล็ดดีเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นน้ำหนัก 1,000 เมล็ดของข้าวต่อช่วง

5.1.5 องค์ประกอบทางเคมีของข้าวรุ่นหลัก และข้าวต่อช่วงซึ่งเกิดจากตายอดบนต่อช่วงข้าวรุ่นหลักที่เติมธาตุอลูมิเนียมในปุ๋ยหมักฟางข้าว และปุ๋ยเคมี

องค์ประกอบทางเคมีของข้าวรุ่นหลัก และข้าวต่อช่วง พบว่า เมื่อเติมธาตุอลูมิเนียมในข้าวรุ่นหลัก ส่งผลให้ปริมาณคาร์บอนในรูปของอินทรีย์คาร์บอนในข้าวต่อช่วง (ฟางข้าวต่อช่วง และเมล็ดข้าวเปลือกของข้าวต่อช่วง) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในข้าวรุ่นหลัก (เมล็ดข้าวเปลือก

ของข้าวรุ่นหลัก) และข้าวตอซัง (ตอซังข้าวรุ่นหลัก ฟางข้าวตอซัง และเมล็ดข้าวเปลือกของข้าวตอซัง) ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในข้าวรุ่นหลัก (ฟางข้าวรุ่นหลัก และเมล็ดข้าวเปลือกของข้าวรุ่นหลัก) และข้าวตอซัง (ฟางข้าวตอซัง และเมล็ดข้าวเปลือกของข้าวตอซัง) และปริมาณซิลิกอนทั้งหมดในข้าวรุ่นหลัก (ฟางข้าวรุ่นหลัก และเมล็ดข้าวเปลือกของข้าวรุ่นหลัก) และข้าวตอซัง (ตอซังข้าวรุ่นหลัก ฟางข้าวตอซัง และเมล็ดข้าวเปลือกของข้าวตอซัง) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การเติมปุ๋ยหมักฟางข้าวในข้าวรุ่นหลัก ส่งผลให้ปริมาณคาร์บอนในรูปของอินทรีย์คาร์บอนในข้าวรุ่นหลัก (ฟางข้าวรุ่นหลัก และเมล็ดข้าวเปลือกของข้าวรุ่นหลัก) และข้าวตอซัง (ตอซังข้าวรุ่นหลัก ฟางข้าวตอซัง และเมล็ดข้าวเปลือกของข้าวตอซัง) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในข้าวตอซัง (ตอซังข้าวรุ่นหลัก ฟางข้าวตอซัง และเมล็ดข้าวเปลือกของข้าวตอซัง) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในข้าวรุ่นหลัก (เมล็ดข้าวเปลือกของข้าวรุ่นหลัก) และข้าวตอซัง (ตอซังข้าวรุ่นหลัก ฟางข้าวตอซัง และเมล็ดข้าวเปลือกของข้าวตอซัง) ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในข้าวรุ่นหลัก (ฟางข้าวรุ่นหลัก และเมล็ดข้าวเปลือกของข้าวรุ่นหลัก) และข้าวตอซัง (ฟางข้าวตอซัง และเมล็ดข้าวเปลือกของข้าวตอซัง) และปริมาณซิลิกอนทั้งหมดในข้าวรุ่นหลัก (ฟางข้าวรุ่นหลัก และเมล็ดข้าวเปลือกของข้าวรุ่นหลัก) และข้าวตอซัง (ฟางข้าวตอซัง และเมล็ดข้าวเปลือกของข้าวตอซัง) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ขณะที่การเติมปุ๋ยเคมีในข้าวรุ่นหลัก กลับพบว่า ส่งผลให้ปริมาณคาร์บอนในรูปของอินทรีย์คาร์บอน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด และปริมาณโปรตีนหายไปในข้าวรุ่นหลัก (ฟางข้าวรุ่นหลัก และเมล็ดข้าวเปลือกของข้าวรุ่นหลัก) และข้าวตอซัง (ตอซังข้าวรุ่นหลัก ฟางข้าวตอซัง และเมล็ดข้าวเปลือกของข้าวตอซัง) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5.1.6 โอกาสใช้ประโยชน์จากข้าวตอซัง

ข้าวตอซังที่มีการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ และปุ๋ยหมักฟางข้าวในข้าวรุ่นหลัก มีปริมาณธาตุอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม รวมทั้งซิลิกอนซึ่งเป็นธาตุเสริมประโยชน์มากกว่าดินเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อไถกลบข้าวตอซังสามารถจะทดแทนธาตุอาหารหลัก และธาตุเสริมประโยชน์ที่ออกจากราข้าวในรูปของข้าวรุ่นหลักได้อย่างเพียงพอ อีกทั้งอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนของฟางข้าวตอซัง และเมล็ดข้าวเปลือกของข้าวตอซังมีค่าอยู่ในช่วง 9 : 1 – 17 : 1 ไม่เป็นปัญหาในการสลายตัวอีกด้วย

การใช้ประโยชน์จากข้าวตอซังที่มีการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ ปุ๋ยหมักฟางข้าว และปุ๋ยเคมีในข้าวรุ่นหลัก โดยเฉพาะในส่วนของฟางข้าวตอซัง และเมล็ดข้าวเปลือกของข้าวตอซังเป็นแหล่ง

อาหารสัตว์ พบว่ามีทั้งข้อดีและข้อเสีย สำหรับข้อดี คือ ส่งผลให้มีปริมาณธาตุอาหาร (ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียม) น้ำหนักแห้งของฟางข้าวตอซัง และผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนข้อเสีย คือ มีปริมาณโปรตีนหยาบน้อย ถือได้ว่ามีคุณค่าทางอาหารต่ำ อัตราการกินอาหารของสัตว์ลดลง หากจะนำข้าวตอซัง (ฟางข้าวตอซัง และเมล็ดข้าวเปลือกของข้าวตอซัง) ในระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตไปเป็นอาหารสัตว์ อีกทั้งข้าวตอซังมีชิลิกอนในปริมาณมาก มีผลทำให้ต่อคุณภาพอาหารสัตว์ลดลง โดยเฉพาะเป็นปัญหาต่อระบบการย่อยอาหารของสัตว์

ข้าวตอซังที่มีการเติมถั่วลยถิกไนต์ ปุ๋ยหมักฟางข้าว และปุ๋ยเคมีในข้าวรุ่นหลัก มีปริมาณคาร์บอนในรูปของอินทรีย์คาร์บอนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ก็ยังมีปริมาณน้อยกว่าฟางข้าวทั่วไป เมื่อนำไปเป็นวัตถุดิบทำให้ออกาสผลิตแอลกอฮอล์ได้น้อยกว่าฟางข้าวทั่วไปด้วย แต่เมื่อพิจารณาองค์ประกอบผลผลิตของข้าวตอซัง ได้แก่ เมล็ดดีต่อรวง และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รวมทั้งเมื่อเติมถั่วลยถิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับปุ๋ยเคมีในข้าวรุ่นหลัก ส่งผลให้ผลผลิตของข้าวตอซังที่ได้จากการคำนวณองค์ประกอบผลผลิต มีโอกาสมากถึง 528.68 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งล้วนส่งผลให้มีปริมาณคาร์บอนในรูปของแป้งมากขึ้น สามารถนำผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือกข้าวตอซังมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตแอลกอฮอล์ได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 เนื่องจากข้าวตอซังเป็นผลพลอยได้จากข้าวรุ่นหลักสำหรับการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ใช้วิธีการปลูกข้าวรุ่นหลัก และปลูกข้าวตอซังแบบไม่ล้มตอซัง มีข้ออ่อนด้อย คือ การเจริญเติบโตของข้าวตอซังไม่พร้อมกันทำให้คุณภาพผลผลิตขาดความสม่ำเสมอ ดังนั้นน่าจะมีการศึกษาวิจัยการปลูกข้าวตอซังแบบล้มตอซัง โดยให้มีการเติมถั่วลยถิกไนต์ และปุ๋ยหมักฟางข้าวในข้าวรุ่นหลัก และเติมปุ๋ยเคมีให้กับข้าวตอซัง

5.2.2 ควรมีการศึกษาวิจัยปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาของตาดอกเป็นต้นข้าวตอซัง ร่วมด้วยโดยเฉพาะ ปริมาณแสง อุณหภูมิ ธาตุอาหารรอง และสารควบคุมการเจริญเติบโต เป็นต้น

5.2.3 ควรมีการศึกษาวิจัยลักษณะด้านกายภาพ และองค์ประกอบทางเคมีของข้าวตอซัง แต่ละช่วงการเจริญเติบโต เพื่อเป็นข้อมูลการตอบสนองธาตุอาหารของข้าวตอซัง

5.2.4 หากพื้นที่ศึกษาวิจัยมีน้ำในปริมาณที่เพียงพอสำหรับการปลูกข้าวตอซัง ควรจะทำการศึกษากการปลูกข้าวตอซังรุ่นที่ 2 อีกครั้ง ก่อนฤดูทำนาปี เนื่องจากดินนาในระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวตอซังยังมีปริมาณธาตุอาหารหลัก และธาตุเสริมประโยชน์ ที่เป็นผลจากการเติมถั่วลยถิกไนต์ ปุ๋ยหมักฟางข้าว และปุ๋ยเคมีในข้าวรุ่นหลัก

5.2.5 ควรมีการศึกษาวิจัยลักษณะสมบัติทางกายภาพ และเคมีของดินนาหลังจากการไถกลบข้าวตอซังเพื่อการทดแทนธาตุอาหารที่ออกจากราข้าวในรูปแบบข้าวรุ่นหลัก พร้อมทั้งเปรียบเทียบด้านเศรษฐศาสตร์ของธาตุอาหารในข้าวตอซัง

5.2.6 สำหรับการใช้ประโยชน์ข้าวตอซังเพื่อเป็นอาหารสัตว์ ควรมีศึกษาวิจัยปริมาณโปรตีนหยาบ แต่ละช่วงการเจริญเติบโต เพื่อหาช่วงที่เหมาะสมสำหรับเป็นอาหารสัตว์ของข้าวตอซัง

5.2.5 ควรมีการศึกษาวิจัยการผลิตแอลกอฮอล์จากข้าวตอซังที่มีการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ และปุ๋ยหมักฟางข้าวในข้าวรุ่นหลัก และเปรียบเทียบกับการผลิตแอลกอฮอล์จากข้าวรุ่นหลัก

5.2.6 ควรมีการศึกษาคุณภาพข้าวทางกายภาพและเคมี และคุณภาพการสีของข้าวตอซังที่มีการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ ปุ๋ยหมักฟางข้าว และปุ๋ยเคมีในข้าวรุ่นหลัก พร้อมทั้งเปรียบเทียบกับคุณภาพข้าวทางกายภาพและเคมี และคุณภาพการสีของข้าวรุ่นหลัก