

## บทที่ 6

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

#### 6.1 สรุปผลการวิจัย

6.1.1 แอลลอยลิกไนต์ จากโรงงานไฟฟ้าพลังงานความร้อนแม่เมาะ จ.ลำปาง มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 10.25 และมีองค์ประกอบทางเคมีที่เป็นธาตุอาหารเสริมประโยชน์ คือ ซิลิกอน (Si) ในรูปซิลิกา ( $\text{SiO}_2$ ) เท่ากับ 47.06 % มีปริมาณทั้งหมด (Total concentration) ของนิกเกิล แคดเมียม และอลูมิเนียมเท่ากับ 31.25 mg/kg, 69.00  $\mu\text{g}/\text{kg}$  และ 23,162.64 mg/kg ปริมาณที่พืชสามารถดูดซับได้ (Available concentration) มีเท่ากับ 0.08 mg/kg, 51.00  $\mu\text{g}/\text{kg}$  และ 0.68 mg/kg ตามลำดับ ทั้งนี้ ปริมาณที่ตรวจพบมีน้อยกว่าปริมาณในดินที่ก่อให้เกิดความเป็นพิษในพืช ยกเว้นอลูมิเนียมซึ่งมีโอกาสเป็นพิษต่อพืช ถ้าเงื่อนไขของดินนาส่งเสริมให้การละลายได้ของอลูมิเนียมเพิ่มขึ้น

6.1.2 ลักษณะสมบัติและองค์ประกอบทางเคมีของดินในพื้นที่ศึกษาวิจัยมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 4.46 และมีองค์ประกอบทางเคมีที่เป็นธาตุอาหารเสริมประโยชน์ คือ ซิลิกอน (Si) ในรูปซิลิกา ( $\text{SiO}_2$ ) เท่ากับ 68.26 % สำหรับธาตุพิษในดิน มีปริมาณทั้งหมดของนิกเกิล แคดเมียม และอลูมิเนียมเท่ากับ 11.30 mg/kg, 970.00  $\mu\text{g}/\text{kg}$  และ 44,666.67 mg/kg โดยมีปริมาณที่พืชสามารถดูดซับได้เท่ากับ 0.61 mg/kg, 28.00  $\mu\text{g}/\text{kg}$  และ 62.00 mg/kg ตามลำดับ ทั้งนี้ปริมาณนิกเกิลและแคดเมียมมีน้อยกว่าปริมาณที่ก่อให้เกิดความเป็นพิษในพืช ส่วนปริมาณทั้งหมดของอลูมิเนียมสูงกว่าปริมาณที่ก่อให้เกิดความเป็นพิษถึง 148.89 เท่า ดังนั้น โอกาสที่อลูมิเนียมจะก่อให้เกิดปัญหาในการปลูกข้าวจึงมีความเป็นไปได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขที่จะส่งเสริมให้การละลายได้ของอลูมิเนียมเพิ่มขึ้น กล่าวได้ว่า ดินในพื้นที่ศึกษาวิจัยมีความเหมาะสมสำหรับการทำนาปานกลาง โดยมีความเป็นกรดเป็นอุปสรรค และอาจเกิดปัญหาจากธาตุพิษ โดยเฉพาะอลูมิเนียม

#### 6.1.3 ลักษณะสมบัติทางเคมีของดินนาตามระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว

1) การเติมแอลลอยลิกไนต์ 0.5 ตัน/ไร่ ร่วมกับ ปุ๋ยเคมี จะส่งผลให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเพิ่มขึ้นในช่วงบ่มดิน (Soil incubation) 14 วัน แล้วลดลงในระยะต่อมาตามการเจริญเติบโตของต้นข้าว ในขณะที่การเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวลงดิน ส่งผลให้มีความเป็นกรดเป็นด่างต่ำที่สุด โดยตลอด โดยที่การขังน้ำเพียงอย่างเดียว (ตำรับทดลองดินเดิม) ยังคงมีอิทธิพลต่อการเพิ่มขึ้นของความเป็นกรดเป็นด่างของดินนา

2) การเติมเถ้าลอยลิกไนต์ 0.5 ตัน/ไร่ ที่ระยะทำเทือก ระยะต้นข้าวแตกกอ และ ระยะต้นข้าวตั้งท้อง ทำให้ปริมาณซิลิกอนในรูปซิลิกา ( $\text{SiO}_2$ ) ในดินเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3) ปริมาณนิกเกิลที่พืชสามารถดูดซับได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเติมเถ้าลอยลิกไนต์ 0.5 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี โดยเห็นได้อย่างเด่นชัดในทุกระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว อย่างไรก็ตาม ปริมาณนิกเกิลที่พืชสามารถดูดซับได้ที่เพิ่มขึ้นก็ยังมีค่าน้อยกว่าปริมาณที่ก่อให้เกิดความเป็นพิษในพืช โดยที่ปริมาณทั้งหมดของนิกเกิลในดิน ไม่มีการเปลี่ยนแปลง เมื่อมีการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ ทั้งที่ระยะทำเทือก ระยะต้นข้าวแตกกอ และระยะต้นข้าวตั้งท้อง

4) การเติมเถ้าลอยลิกไนต์ 0.5 ตัน/ไร่ (ระยะทำเทือก ระยะต้นข้าวแตกกอ และ ระยะต้นข้าวตั้งท้อง) ร่วมกับปุ๋ยเคมีมีผลทำให้ปริมาณแคดเมียมที่พืชสามารถดูดซับได้ ตามระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าวเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับดินเดิม หรือ การเติมปุ๋ยมาร์ล หรือ การเติมปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว โดยเฉพาะในระยะต้นข้าวตั้งท้องที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ก็มีค่าน้อยกว่าปริมาณที่ก่อให้เกิดความเป็นพิษในพืช ในขณะเดียวกัน การเติมเถ้าลอยลิกไนต์ 0.5 ตัน/ไร่ ทั้ง 3 ระยะ มีผลทำให้ปริมาณทั้งหมดของแคดเมียมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เฉพาะที่ระยะต้นข้าวตั้งท้องเท่านั้น โดยปริมาณที่เพิ่มขึ้นยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

5) ปริมาณอลูมิเนียมที่พืชสามารถดูดซับได้มีปริมาณเพิ่มขึ้น เมื่อเติมเถ้าลอยลิกไนต์ 0.5 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี โดยเฉพาะการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ ที่ระยะทำเทือก มีปริมาณอลูมิเนียมที่พืชสามารถดูดซับได้สูงที่สุดในทุกระยะการเจริญเติบโต แต่ปริมาณอลูมิเนียมที่พืชสามารถดูดซับได้ที่เพิ่มขึ้นก็ยังมีค่าน้อยกว่าปริมาณที่ก่อให้เกิดความเป็นพิษในต้นข้าว ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบปริมาณทั้งหมดของอลูมิเนียมในดินพบว่า การเติมปุ๋ยมาร์ล ปุ๋ยเคมี และเถ้าลอยลิกไนต์ ทั้ง 3 ระยะ ไม่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณทั้งหมดของอลูมิเนียมในดิน

6.1.4 ผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือกของข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ105 เมื่อเติมเถ้าลอยลิกไนต์ตามระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว มีปริมาณเพิ่มขึ้น 6.92-15.07 กก./ไร่ แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับการเติมปุ๋ยเคมีลงดินเพียงอย่างเดียว โดยที่การเติมเถ้าลอยลิกไนต์ 0.5 ตัน/ไร่ ที่ระยะต้นข้าวตั้งท้องร่วมกับปุ๋ยเคมี ทำให้ผลผลิตเมล็ดข้าวเปลือกข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ105 สูงที่สุด ทั้งนี้การเติมเถ้าลอยลิกไนต์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ไม่มีความต่างอย่างมีนัยสำคัญของดัชนีการเก็บเกี่ยวของข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ105

### 6.1.5 องค์ประกอบทางเคมีของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105

1) การเติมเถ้าลอยลิกไนต์ 0.5 ตัน/ไร่ (ระยะทำเทือก ระยะต้นข้าวแตกกอ และระยะต้นข้าวตั้งท้อง) ร่วมกับ ปุ๋ยเคมี ส่งผลให้ปริมาณอมิโลสของข้าวสารลดลงอย่างมีนัยสำคัญ แต่ยังคงอยู่ในมาตรฐานข้าวหอม และจัดเป็นข้าวอมิโลสต่ำ ที่มีลักษณะข้าวสุกเหนียว นุ่ม ในขณะที่ความคงตัวของแป้งสูง ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์

2) ปริมาณซัลฟอนในแกลบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ ทั้ง 3 ระยะ แต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณซัลฟอนในฟางข้าว และข้าวสาร ขณะที่ช่วงเวลาในการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ที่ต่างกัน (ระยะทำเทือก ระยะต้นข้าวแตกกอ และระยะต้นข้าวตั้งท้อง) ไม่ทำให้เกิดความต่างอย่างมีนัยสำคัญ ของปริมาณซัลฟอนในฟางข้าว ข้าวสาร และแกลบ

3) การเติมเถ้าลอยลิกไนต์ทั้ง 3 ระยะ (ระยะทำเทือก ระยะต้นข้าวแตกกอ และระยะต้นข้าวตั้งท้อง) ร่วมกับปุ๋ยเคมี มีผลในการเพิ่มปริมาณอลูมิเนียมในต้นข้าว (ฟางข้าว ข้าวสาร และแกลบ) อย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ปริมาณนิกเกิลเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเฉพาะในฟางข้าว เท่านั้น ส่วนปริมาณแคดเมียม ในฟางข้าว ข้าวสาร และแกลบมีน้อยมาก กล่าวคือน้อยกว่า 10  $\mu\text{g}/\text{kg}$  สำหรับช่วงเวลาในการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ที่ระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าวต่างกัน พบว่าไม่เกิดความต่างอย่างมีนัยสำคัญ ของปริมาณธาตุพิษในฟางข้าว ข้าวสาร และแกลบ

## 6.2 ข้อเสนอแนะ

1) หากมีการนำเถ้าลอยลิกไนต์จากแหล่งอื่นไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร ควรมีการศึกษาผลของการเติมเถ้าลอยลิกไนต์ ต่อลักษณะสมบัติทางเคมีของดิน และพืช ก่อนนำไปใช้ เพราะเถ้าลอยจากถ่านหินลิกไนต์ในแต่ละแหล่งก็จะมียังองค์ประกอบทางเคมีที่ต่างกัน รวมทั้งชนิดของถ่านหินที่ต่างกัน [ลิกไนต์ (Lignite) ซับบิทูมินัส (Subbituminous) บิทูมินัส (Bituminous) และแอนทราไซต์ (Anthracite)] ก็จะทำให้เถ้าลอยมีองค์ประกอบทางเคมีที่ต่างกัน

2) เนื่องจากพื้นที่ทำการศึกษาคทดลอง เป็นพื้นที่ซึ่งจัดได้ว่าเป็นดินที่มีความเป็นกรดรุนแรงมาก ธาตุอาหารทั้งจากดินและเถ้าลอยลิกไนต์ ละลายออกมาอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำ และต้นข้าวอาจเกิดความเป็นพิษจากอลูมิเนียม และไฮโดรเจนไอออน จึงน่าจะมีการศึกษาการใช้ประโยชน์เถ้าลอยลิกไนต์เพิ่มเติม ในดินที่มีความเป็นกรดปานกลางหรือน้อย และในดินชนิดอื่นๆ

3) ควรมีการศึกษาผลตกค้างของปริมาณธาตุพิษในดิน และผลของธาตุพิษในดินต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าวหรือพืชชนิดอื่นจากพื้นที่ที่เคยเติมเถ้าลอยลิกไนต์

4) จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้พบว่า การเติมปุ๋ยเคมีร่วมกับเถ้าลอยลิกไนต์ ส่งผลให้ปริมาณอมิโลสของข้าวสารลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งข้าวที่มีปริมาณอมิโลสต่ำ เมื่อข้าวสุกจะมีความเหนียวเพิ่มขึ้นหรือมีความร่วนลดลง และทำให้ข้าวนุ่มมากขึ้น จึงนำประยุกต์ใช้ผลการศึกษาวิจัยครั้งนี้กับข้าวที่มีปริมาณอมิโลสปานกลางและสูง (ข้าวสุกร่วนฟู และแข็งกระด้าง) เช่น ขาวตาแห้ง17 กข7 สุพรรณบุรี2 เหลืองประทิว123 ปทุมธานี60 และชัยนาท1 เพื่อให้ข้าวสุกมีความเหนียวนุ่มเพิ่มขึ้น



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย