บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

การศึกษาครั้งนี้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 Run กล่าวคือ Run ที่ 1 เป็นการหมักปุ๋ยจากเศษหญ้าและกากตะกอนน้ำเสีย และ Run ที่ 2 เป็นการหมักปุ๋ยจากเศษใบไม้แห้งและกากตะกอนน้ำเสีย วิธีการหมักปุ๋ยที่ใช้เป็นวิธีกองแบบมีการระบายอากาศ ซึ่งสามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังต่อไปนี้

5.1.1 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางเคมีและกายภาพของกระบวนการหมักปุ๋ย ในครั้งนี้ทำให้ทราบว่าการผสมเศษหญ้ากับกากตะกอนน้ำเสีย และเศษใบไม้แห้งกับกากตะกอนน้ำเสีย และนำมาหมักด้วยวิธีกองแบบมีการระบายอากาศสามารถทำให้เกิดกระบวนการหมักปุ๋ยแบบใช้ก๊าซออกซิเจนได้ โดยสามารถสรุปการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางเคมีและกายภาพได้ดังต่อไปนี้

5.1.1.1 อุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักของกองปุ๋ยสูง 0.5 ม. ที่มีการพลิกกลับ, 1.0 ม. ที่มีการพลิกกลับ, 1.0 ม. ที่ไม่มีการพลิกกลับ และ 1.5 ม. ที่มีการพลิกกลับ ของการทดลองใน Run ที่ 1 และ Run ที่ 2 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเป็น 41, 59, 67 และ 69 $^{\circ}$ซ ตามลำดับ และ 53, 61, 62 และ 61 $^{\circ}$ซ ตามลำดับ ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่สูงที่สุดในช่วงสัปดาห์แรกของการหมัก และหลังจากนั้นอุณหภูมิก็เริ่มลดลงจนในที่สุดอุณหภูมิได้ลดลงจนมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิของบรรยากาศ

5.1.1.2 เมื่อการหมักผ่านไป 1 สัปดาห์ ปริมาณของก๊าซออกซิเจนต่ำที่สุดที่ตำแหน่งจุดกึ่งกลางของกองปุ๋ยหมักที่วัดได้ของการทดลองทั้ง 2 Run มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 11-14 ซึ่งเป็นค่าที่เพียงพอต่อกระบวนการหมักแบบใช้ออกซิเจน

5.1.1.3 ความสามารถในการแลกเปลี่ยนอิออนบวกของปุ๋ยหมักของการทดลองใน Run ที่ 1 และ 2 เริ่มมีค่าคงที่ในช่วง 94-130 มิลลิอิควิวาเลนต่อปุ๋ย 100 กรัมโดยนน.แห้ง ที่ระยะเวลาในการหมัก 110 วัน และในช่วง 103-137 มิลลิอิควิวาเลนต่อปุ๋ย 100 กรัมโดยนน.แห้ง ที่ระยะเวลาในการหมัก 115 วัน ตามลำดับ

5.1.1.4 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของปุ๋ยหมักของการทดลองทั้ง 2 Run มีค่าลดลงจากช่วง 23-30 เมื่อเริ่มต้นกระบวนการหมัก เป็นช่วง 10-14 เมื่อกระบวนการหมักสิ้นสุดลง

5.1.1.5 ไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียของปุ๋ยหมักของการทดลองทั้ง 2 Run มีค่าลดลงและเริ่มคงที่ที่ระยะเวลาในการหมักประมาณ 110 วัน และเมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักที่ระยะเวลา 120 วัน พบว่าไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียของกองปุ๋ยสูง 0.5 ม. ที่มีการพลิกกลับ, 1.0 ม. ที่มีการพลิกกลับ, 1.0 ม. ที่ไม่มีการพลิกกลับ และ 1.5 ม. ที่มีการพลิกกลับ ของการทดลองทั้ง 2 Run มีค่าเป็น 0.017-0.024, 0.007, 0.064-0.065 และ 0.025-0.035 กรัม NH_3-N/100 กรัมของปุ๋ยโดยนน.แห้ง ตามลำดับ ส่วนไนโตรเจนในรูปออกซิไดส์ไนโตรเจนของปุ๋ยหมักทุกกองของการทดลองทั้ง 2 Run มีค่าเพิ่มขึ้นและเริ่มคงที่ที่ระยะเวลาในการหมักประมาณ 115 วัน และเมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักที่ระยะเวลา 120 วัน พบว่าไนโตรเจนในรูปออกซิไดส์ไนโตรเจนของกองปุ๋ยสูง 0.5 ม. ที่มีการพลิกกลับ, 1.0 ม. ที่มีการพลิกกลับ, 1.0 ม. ที่ไม่มีการพลิกกลับ และ 1.5 ม. ที่มีการพลิกกลับ ของการทดลองทั้ง 2 Run มีค่าเป็น 0.26-0.34, 0.37-0.47, 0.19-0.29 และ 0.29-0.41 กรัม Oxidised-N/100 กรัมของปุ๋ยโดยนน.แห้ง ตามลำดับ

5.1.1.6 พีเอชของปุ๋ยหมักของการทดลองทั้ง 2 Run มีค่าอยู่ในช่วง 6.1-6.9 เมื่อเริ่มต้นการหมัก และเมื่อการหมักผ่านไป 2 สัปดาห์ พีเอชเริ่มมีค่าลดลงจนมีสภาพเป็นกรดเล็กน้อยในช่วง 5.4-6.7 หลังจากนั้นพีเอชก็มีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆเมื่อการหมักผ่านไป 60 วัน และในที่สุดเมื่อสิ้นสุดการหมักพีเอชมีค่าเป็นกลางถึงด่างเล็กน้อยในช่วง 7.5-8.3

5.1.1.7 องค์ประกอบเถ้าและของแข็งที่ระเหยได้ของปุ๋ยหมักของกองปุ๋ยสูง 0.5 ม. ที่มีการพลิกกลับ, 1.0 ม. ที่มีการพลิกกลับ, 1.0 ม. ที่ไม่มีการพลิกกลับ และ 1.5 ม. ที่มีการพลิกกลับ ของการทดลองใน Run ที่ 1 และ 2 เริ่มมีค่าคงที่ที่ระยะเวลาในการหมัก 100, 90, 110 และ 100 วัน ตามลำดับ และ 100, 90, 105 และ 100 วัน ตามลำดับ

5.1.2 ผลการศึกษาความสูงของกองปุ๋ยหมักสามารถสรุปได้ว่ากองปุ๋ยสูง 1.0 ม. ที่มีการพลิกกลับ มีผลทำให้กระบวนการหมักแบบใช้ก๊าซออกซิเจนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุดและปุ๋ยหมักที่ได้มีคุณภาพดีที่สุดด้วย โดยสามารถพิจารณาได้จากการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางเคมีและกายภาพของปุ๋ยหมักได้ดังต่อไปนี้

5.1.2.1 ความสามารถในการแลกเปลี่ยนอิออนบวกของกองปุ๋ยสูง 0.5 ม., 1.0 ม. และ 1.5 ม. ที่มีการพลิกกลับ ของการทดลองใน Run ที่ 1 เริ่มมีค่าคงที่เป็น 109, 130 และ 120 มิลลิอิควิวาเลนต่อปุ๋ย 100 กรัม โดยนน.แห้ง ตามลำดับ ที่ระยะเวลาในการหมัก 110 วัน ส่วนของการทดลองใน Run ที่ 2 เริ่มมีค่าคงที่เป็น 117, 137 และ 129 มิลลิอิควิวาเลนต่อปุ๋ย 100 กรัม

โดยนน.แห้ง ตามลำดับ ที่ระยะเวลาในการหมัก 115 วัน

5.1.2.2 องค์ประกอบไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียของกองปุ๋ยสูง 0.5 ม., 1.0 ม. และ 1.5 ม. ที่มีการพลิกกลับ ของการทดลองทั้ง 2 Run มีค่าลดลงจนเหลืออยู่ในช่วง 0.017-0.024, 0.007 และ 0.025-0.035 กรัม NH_3-N/100 กรัมของปุ๋ยโดยนน.แห้ง ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการหมักที่ 120 วัน ส่วนองค์ประกอบไนโตรเจนในรูปออกซิไดส์ไนโตรเจนมีค่าเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 0.26-0.34, 0.37-0.47 และ 0.29-0.41 กรัม Oxidised-N/100 กรัมของปุ๋ยโดยนน.แห้ง ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการหมักที่ 120 วัน

5.1.2.3 องค์ประกอบเถ้าของกองปุ๋ยสูง 0.5 ม., 1.0 ม. และ 1.5 ม. ที่มีการพลิกกลับ ของการทดลองใน Run ที่ 1 เริ่มมีค่าคงที่เป็นร้อยละ 39 ที่ระยะเวลาในการหมัก 100 วัน, ร้อยละ 43 ที่ระยะเวลาในการหมัก 90 วัน และ ร้อยละ 37 ที่ระยะเวลาในการหมัก 100 วัน ตามลำดับ ส่วนการทดลองใน Run ที่ 2 เริ่มมีค่าคงที่เป็นร้อยละ 36 ที่ระยะเวลาในการหมัก 100 วัน, ร้อยละ 39 ที่ระยะเวลาในการหมัก 90 วัน และ ร้อยละ 35 ที่ระยะเวลาในการหมัก 100 วัน ตามลำดับ

5.1.2.4 องค์ประกอบของแข็งที่ระเหยได้ของกองปุ๋ยสูง 0.5 ม., 1.0 ม. และ 1.5 ม. ที่มีการพลิกกลับ ของการทดลองใน Run ที่ 1 เริ่มมีค่าคงที่เป็นร้อยละ 61 ที่ระยะเวลาในการหมัก 100 วัน, ร้อยละ 57 ที่ระยะเวลาในการหมัก 90 วัน และ ร้อยละ 63 ที่ระยะเวลาในการหมัก 100 วัน ตามลำดับ ส่วนการทดลองใน Run ที่ 2 เริ่มมีค่าคงที่เป็นร้อยละ 64 ที่ระยะเวลาในการหมัก 100 วัน, ร้อยละ 61 ที่ระยะเวลาในการหมัก 90 วัน และ ร้อยละ 65 ที่ระยะเวลาในการหมัก 100 วัน ตามลำดับ

5.1.2.5 มวลโดยน้ำหนักแห้งที่หายไปในระหว่างกระบวนการหมักของกองปุ๋ยสูง 0.5 ม., 1.0 ม. และ 1.5 ม. ที่มีการพลิกกลับ ของการทดลองใน Run ที่ 1 และ 2 มีค่าร้อยละ 21.6, 24.1 และ 18.5 ตามลำดับ และ ร้อยละ 34.3, 40.3 และ 37.0 ตามลำดับ และสัดส่วนโดยน้ำหนักแห้งของปุ๋ยหมักที่มีขนาดเล็กกว่า 5.0 มม. ของกองปุ๋ยสูง 0.5 ม., 1.0 ม. และ 1.5 ม. ที่มีการพลิกกลับของการทดลองใน Run ที่ 1 และ 2 มีค่าเป็นร้อยละ 46.5, 50.1 และ 45.7 ตามลำดับ และ ร้อยละ 64.3, 71.1 และ 67.2 ตามลำดับ

5.1.3 ผลการศึกษาการพลิกกลับกองปุ๋ยสรุปได้ว่าการพลิกกลับกองปุ๋ยมีผลทำให้กระบวนการหมักแบบใช้ก๊าซออกซิเจนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าการไม่พลิกกลับกองปุ๋ยโดยสามารถเปรียบเทียบได้จากการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางเคมีและกายภาพระหว่างกองปุ๋ยสูง 1.0 ม. ที่มีการพลิกกลับ และกองปุ๋ยสูง 1.0 ม. ที่ไม่มีการพลิกกลับ ได้ดังต่อไปนี้

5.1.3.1 ความสามารถในการแลกเปลี่ยนอิออนบวกของกองปุ๋ยสูง 1.0 ม. ที่มีการพลิกกลับ และ 1.0 ม. ที่ไม่มีการพลิกกลับ ของการทดลองใน Run ที่ 1 เริ่มมีค่าคงที่เป็น 130 และ 94 มิลลิอิควิวาเลนต่อปุ๋ย 100 กรัม โดยนน.แห้ง ตามลำดับ ที่ระยะเวลาในการหมัก 110 วัน ส่วนของการทดลองใน Run ที่ 2 เริ่มมีค่าคงที่เป็น 137 และ 103 มิลลิอิควิวาเลนต่อปุ๋ย 100 กรัม โดยนน.แห้ง ตามลำดับ ที่ระยะเวลาในการหมัก 115 วัน

5.1.3.2 องค์ประกอบไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียของกองปุ๋ยสูง 1.0 ม. ที่มีการพลิกกลับ และ 1.0 ม. ที่ไม่มีการพลิกกลับ ของการทดลองทั้ง 2 Run มีค่าลดลงจนเหลือ 0.007 และ 0.065 กรัม NH_3-N/100 กรัมของปุ๋ยโดยนน.แห้ง ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการหมักที่ 120 วัน ส่วนองค์ประกอบไนโตรเจนในรูปออกซิไดส์ไนโตรเจนมีค่าเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 0.37-0.47 และ 0.19-0.29 กรัม Oxidised-N/100 กรัมของปุ๋ยโดยนน.แห้ง ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการหมักที่ 120 วัน

5.1.3.3 องค์ประกอบเถ้าของกองปุ๋ยสูง 1.0 ม. ที่มีการพลิกกลับ และ 1.0 ม. ที่ไม่มีการพลิกกลับ ของการทดลองใน Run ที่ 1 เริ่มมีค่าคงที่เป็นร้อยละ 43 ที่ระยะเวลาในการหมัก 90 วัน และ ร้อยละ 28 ที่ระยะเวลาในการหมัก 110 วัน ตามลำดับ ส่วนการทดลองใน Run ที่ 2 เริ่มมีค่าคงที่เป็นร้อยละ 39 ที่ระยะเวลาในการหมัก 90 วัน และ ร้อยละ 31 ที่ระยะเวลาในการหมัก 105 วัน ตามลำดับ

5.1.3.4 องค์ประกอบของแข็งที่ระเหยได้ของกองปุ๋ยสูง 1.0 ม. ที่มีการพลิกกลับ และ 1.0 ม. ที่ไม่มีการพลิกกลับ ของการทดลองใน Run ที่ 1 เริ่มมีค่าคงที่เป็นร้อยละ 57 ที่ระยะเวลาในการหมัก 90 วัน และ ร้อยละ 72 ที่ระยะเวลาในการหมัก 110 วัน ตามลำดับ ส่วนการทดลองใน Run ที่ 2 เริ่มมีค่าคงที่เป็นร้อยละ 61 ที่ระยะเวลาในการหมัก 90 วัน และ ร้อยละ 69 ที่ระยะเวลาในการหมัก 105 วัน ตามลำดับ

5.1.3.5 มวลโดยนน.แห้งที่หายไปในระหว่างกระบวนการหมักของกองปุ๋ยสูง 1.0 ม. ที่มีการพลิกกลับ และ 1.0 ม. ที่ไม่มีการพลิกกลับ ของการทดลองใน Run ที่ 1 และ 2 มีค่าร้อยละ 24.1 และ 16.7 ตามลำดับ และ ร้อยละ 40.3 และ 30.5 ตามลำดับ และสัดส่วนโดยนน.แห้งของปุ๋ยหมักที่มีขนาดเล็กกว่า 5.0 มม. ของกองปุ๋ยสูง 1.0 ม. ที่มีการพลิกกลับ และ 1.0 ม. ที่ไม่มีการพลิกกลับ ของการทดลองใน Run ที่ 1 และ 2 มีค่าเป็นร้อยละ 50.1 และ 16.0 ตามลำดับ และ ร้อยละ 71.1 และ 56.8 ตามลำดับ

5.1.4 ปุ๋ยหมักทุกกองของการทดลองทั้ง 2 Run มีค่าขององค์ประกอบแร่ธาตุอาหารได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม ที่ใกล้เคียงกับมาตรฐานของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ มีค่าของปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ แคดเมียม โครเมียม คอปเปอร์ นิเกิล ตะกั่ว

และสังกะสี ที่ผ่านมาตรฐานปริมาณโลหะหนักในกากตะกอนน้ำเสียที่มากที่สุดที่ยอมให้มีได้เมื่อนำไปใช้ในการเกษตรของประเทศสหรัฐอเมริกาและกลุ่มประเทศในทวีปยุโรป ส่วนกากตะกอนน้ำเสียที่ถูกนำมาใช้ในการหมักในครั้งนี้ได้ถูกตรวจพบพยาธิ *Strongyloids stercoralis* (พยาธิตัวกลมที่สามารถไชเข้าไปทางผิวหนังได้) ในสภาพที่ยังมีชีวิตอยู่ แต่เมื่อกระบวนการหมักสิ้นสุดลงพยาธิ ดังกล่าวได้ตายลง

5.1.5 ระยะเวลาที่เหมาะสมต่อกระบวนการหมักปุ๋ยของกองปุ๋ยสูง 0.5 ม. ที่มีการพลิกกลับ, 1.0 ม. ที่มีการพลิกกลับ, 1.0 ม. ที่ไม่มีการพลิกกลับ และ 1.5 ม. ที่มีการพลิกกลับของการทดลองทั้ง 2 Run มีค่าประมาณ 110, 100, 115 และ 110 วัน ตามลำดับ

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในการศึกษาในครั้งนี้ได้มีการพลิกกลับกองปุ๋ยหมักทุกๆ 14 วัน ตลอดกระบวนการหมัก ในการศึกษาในครั้งต่อไปจึงควรทำการศึกษาเกี่ยวกับความถี่ของการพลิกกลับกองปุ๋ยหมัก เช่น ในช่วง 2 เดือนแรกของการหมักจะมีการพลิกกลับกองปุ๋ยทุกๆ 14 วัน เมื่อเข้าสู่เดือนที่ 3 ก็ทำการพลิกลับกองปุ๋ยเพียง 1 ครั้ง และเมื่อเข้าสู่เดือนสุดท้ายของการหมักก็ไม่ต้องทำการพลิกกลับกองปุ๋ยหมัก เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อผลประโยชน์ในแง่ของความประหยัดแรงงานในการพลิกกลับกองปุ๋ย

5.2.2 ในการศึกษาในครั้งต่อไปควรที่จะทำการศึกษาทางด้านจุลชีววิทยาเพื่อดูว่าควรจะมีการใช้สารเร่งหรือปุ๋ยต่อเชื้อเพื่อเป็น Seeding หรือไม่ เพราะว่าอาจไม่มีความจำเป็นที่จะต้องนำ Seeding ดังกล่าวมาใช้งานเนื่องจากมีจุลินทรีย์ที่เพียงพอในกากตะกอนน้ำเสียแล้ว