

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 อุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักกองที่ 1 ถึง 6 ที่ใช้สารไบโอเนคและเทอร์โมฟิลิกแบคทีเรียเป็นสารเร่งปุ๋ยหมักนั้นพบว่าในระหว่างการหมักอุณหภูมิจะอยู่ในช่วงเทอร์โมฟิลิกเฟสเป็นระยะเวลานานเพียงพอที่จะทำให้ลายเชื้อโรคบางชนิดได้ ซึ่งจากตารางที่ 12 จะเห็นได้ว่าตรวจไม่พบเชื้อโรคที่เป็นอันตรายเลย แต่ตรวจพบไข่พยาธิปากขอในทุกกองปุ๋ยหมัก อีกทั้งกองที่ 7 และ 8 กระบวนการย่อยสลายเกิดขึ้นน้อยมากโดยสังเกตจากอุณหภูมิในกองหมักมีการเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยและเพียงช่วงสั้นๆ เท่านั้น ในระหว่างการหมักเมื่อทำการพลิกกลับและเติมน้ำจะทำให้กองปุ๋ยหมักสูญเสียความร้อนออกสู่บรรยากาศ แต่หลังจากนั้นอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นอีกภายใน 1-2 วัน แต่ถ้าหากอุณหภูมิไม่เพิ่มขึ้นอีกแสดงว่าปุ๋ยหมักได้ที่แล้ว โดยกองที่ 1 ถึง 6 ปุ๋ยเริ่มได้ที่ตั้งแต่วันที่ 129, 131, 86, 86, 92 และ 76 ตามลำดับ ซึ่งการทดลองนี้ส่วนใหญ่แล้วอุณหภูมิจะเป็นตัวกำหนดการได้ที่ของปุ๋ย ยกเว้นกองที่ 6 ที่ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกเป็นตัวกำหนดการได้ที่ของปุ๋ยหมักคือวันที่ 86 ซึ่งเมื่อใช้อุณหภูมิเป็นเกณฑ์โดยเปรียบเทียบวัตถุดิบที่ใช้อย่างเดียวกันแต่ใช้สารเร่งปุ๋ยหมักต่างชนิดกันพบว่าระยะเวลาการได้ที่ของปุ๋ยหมักนั้นมีความใกล้เคียงกันมาก ยกเว้นกองที่ 5 กับ 6 ที่ใช้ฟรุตสลัคเป็นวัตถุดิบมีระยะการได้ที่ของปุ๋ยหมักแตกต่างกันถึง 16 วัน แต่เมื่อเปรียบเทียบการหมักในกล่องในช่วง 30 วันแรก จะพบว่ากองที่ 1 กับ 2 นั้นการใช้เทอร์โมฟิลิกแบคทีเรียเป็นสารเร่งปุ๋ยหมักจะเกิดการย่อยสลายที่ดีกว่าการใช้สารไบโอเนค คือ มีช่วงอุณหภูมิที่สูงอยู่ในช่วงเทอร์โมฟิลิกตลอดระยะเวลา 30 วันแรก แต่กองที่ 1 กลับมีอุณหภูมิลดลงหลังวันที่ 14 แสดงว่าเชื้อจุลินทรีย์ไม่สามารถทนต่อสภาพที่มีอุณหภูมิสูงติดต่อกันเป็นระยะเวลานานได้ ดังนั้นเมื่อใช้อุณหภูมิเป็นเกณฑ์นี้จะเห็นว่าควรใช้เชื้อเทอร์โมฟิลิกแบคทีเรียสำหรับการย่อยสลายเศษลำไยและเศษฟรุตสลัค ส่วนเศษสับปะรดใช้เชื้อจุลินทรีย์ทั้งสองชนิดจะให้ผลที่ใกล้เคียงกัน

5.1.2 ความชื้นภายในกองหมักจะถูกควบคุมไว้ประมาณ 55-65% แต่การให้ความร้อนโดยใช้ก๊าซหุงต้มเพื่อปรับอุณหภูมิให้สูงขึ้นถึง 75°C เป็นเวลา 3 ชม. เพื่อกระตุ้นการทำงานของเทอร์โมฟิลิกแบคทีเรีนั้นจะทำให้ความชื้นส่วนหนึ่งในกองหมักระเหยสู่บรรยากาศ จึงทำให้ความชื้นเริ่มต้นมีค่าต่ำกว่ากองที่ใช้สารไบโอเนคเป็นสารเร่งปุ๋ยหมักที่กระทำการคลุกเคล้าที่อุณหภูมิบรรยากาศ ตลอดจนความร้อนจากกระบวนการย่อยสลายของจุลินทรีย์ภายในกองปุ๋ยหมักก็มีผลทำให้ความชื้นในกองหมัก

ลดลงเช่นกัน แต่เนื่องจากไบโอมิแท่งที่บดคั่วแล้วนั้นจะมีคุณสมบัติดูดความชื้นได้ดีทำให้สามารถเก็บรักษาความชื้นในกองปุ๋ยหมักให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมเป็นระยะเวลาได้นานได้ จากการทดลองจะเห็นว่า กองที่ 2 ความชื้นจะลดลงเร็วกว่ากองที่ 1 และกองที่ 4 ความชื้นจะลดลงเร็วกว่ากองที่ 3 ส่วนกองที่ 5 กับ 6 ความชื้นจะมีค่าลดลงในระดับที่ใกล้เคียงกัน

5.1.3 พีเอชเริ่มต้นของทุกกองปุ๋ยหมักมีค่าอยู่ในช่วง 5-6 และตลอดระยะเวลาการทดลองพบว่าพีเอชของกองที่ใช้สารไบโอนิคกับกองที่ใช้เทอร์โมฟิลิกแบคทีเรียมีค่าพีเอชใกล้เคียงกัน โดยพีเอชของกองปุ๋ยหมักจะมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนอยู่ในระดับพีเอชเป็นกลาง และภายหลังวันที่ 30 ค่าพีเอชจะไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงมากนัก โดยเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่ากองที่ 1 ถึง 6 มีค่าอยู่ในช่วง 6.94-7.58 แต่กองที่ 7 และ 8 พีเอชอยู่ในช่วงเป็นกรดตลอดการทดลอง เนื่องจากความเค็มจากกรดเกลือเป็นอุปสรรคที่สำคัญต่อกระบวนการหมัก

5.1.4 ปริมาณคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์ของกองปุ๋ยหมักกองที่ 1 ถึง 8 มีค่าเริ่มต้นที่ 28.20-36.9% ซึ่งเมื่อผ่านกระบวนการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักแล้วจะมีค่าลดลง โดยกองที่ 1 ถึง 6 มีปริมาณคาร์บอนที่เป็นสารอินทรีย์เหลือ 17.34-29.42% แต่กองที่ 7 กับ 8 นั้นไม่มีค่าลดลงเนื่องจากไม่มีการย่อยสลายเกิดขึ้นนั่นเอง ส่วนปริมาณไนโตรเจนมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในอัตราที่เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกันในทุกกองหมัก และการเติมปุ๋ยยูเรียลงไปกองหมักจะทำให้กองหมักมีไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ซึ่งมีผลทำให้ค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจนนั้นมีค่าลดลงตามไปด้วย เช่น กองที่ 1 กับ 2 และกองที่ 5 กับ 6 ซึ่งผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใช้สารไบโอนิคกับเทอร์โมฟิลิกแบคทีเรียเป็นสารเร่งนั้นไม่ทำให้ค่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจนของกองปุ๋ยหมักแตกต่างกันมากนักและลดลงเรื่อยๆ จนสิ้นสุดการทดลองมีค่าเท่ากับ 9.81, 10.4, 13.26, 11.90, 13.84, 9.58, 17.13 และ 18.37 ของกองที่ 1 ถึง 8 ตามลำดับ จะเห็นว่าอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจนของปุ๋ยหมักที่ได้นั้นมีค่าต่ำกว่า 20 แสดงว่าปุ๋ยหมักมีคุณภาพดีเนื่องจากมีปริมาณไนโตรเจนที่เพียงพอต่อพืช

5.1.5 ในเตรทไนโตรเจนมีอัตราการเพิ่มขึ้นที่คล้ายคลึงกัน แต่กองที่ใช้สารไบโอนิคเป็นสารเร่งปุ๋ยหมักนั้นจะมีปริมาณไนโตรเจนในเตรทไนโตรเจนมากกว่ากองที่ใช้เทอร์โมฟิลิกแบคทีเรียเป็นสารเร่งปุ๋ยหมัก แต่ทั้งนี้เมื่อสิ้นสุดการทดลองปริมาณไนโตรเจนในเตรทไนโตรเจนมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก

5.1.6 ค่าการนำไฟฟ้าของกองที่ 1 ถึง 6 เมื่อเริ่มต้นทดลองจะมีค่าอยู่ระหว่าง 3.28-5.35 mmho/cm และเมื่อสิ้นสุดการทดลองค่าการนำไฟฟ้าจะมีค่าเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 4.72-10.83 mmho/cm ซึ่งพบว่ากองปุ๋ยหมักที่ใช้เทอร์โมฟิลิกแบคทีเรียเป็นสารเร่งปุ๋ยหมักนั้น เมื่อสิ้นสุดการทดลองจะมีค่าการนำไฟฟ้ามากกว่ากองปุ๋ยหมักที่ใช้สารไบโอนิคเป็นสารเร่งปุ๋ยหมัก อีกทั้งควรพิจารณาชนิดของพืชที่จะนำ

ปุ๋ยหมักดังกล่าวนี้ไปใช้ด้วยเช่นกัน ส่วนกองที่ 7 กับ 8 มีค่าการนำไฟฟ้าสูงมาก จนมีสภาพที่ไม่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ภายในกองปุ๋ยหมัก อีกทั้งหากนำไปใส่ลงไปในดินก็จะส่งผลเสียต่อพืชที่ปลูกด้วยเช่นกัน

5.1.7 ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกในระหว่างการหมักมีค่าเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ และกองปุ๋ยหมักที่ใช้สารไบโอเน็คเป็นสารเร่งนั้นจะมีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูงกว่ากองปุ๋ยหมักที่ใช้เทอร์โมฟิลิกแบคทีเรียเป็นสารเร่ง ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนในกองที่ 1 กับ 2 และ กองที่ 5 กับ 6

5.1.8 คุณภาพของปุ๋ยหมักพิจารณาได้จากปริมาณธาตุอาหารหลัก (N-P-K) ของปุ๋ยหมัก พบว่ามีปริมาณไนโตรเจนอยู่ในช่วง 1.81-3.00% ปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 0.25-0.44% ปริมาณโปแตสเซียมอยู่ในช่วง 0.98-1.65% ซึ่งจะเห็นว่าปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ส่วนปริมาณไนโตรเจนและโปแตสเซียมอยู่ในเกณฑ์ดีจึงเหมาะแก่การนำไปใช้กับพืชที่ต้องการใบและผลมากกว่าพืชที่ต้องการดอก เช่น พืชพวกหอม กระเทียม กล้า เป็นต้น

5.1.9 เมื่อวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการทำปุ๋ยหมักได้ผ่านกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักแล้วจะมีขนาดเล็กลงอย่างเห็นได้ชัดในกองที่ 1 ถึง 6 แต่กองที่ 7 กับ 8 ขนาดของวัตถุดิบไม่แตกต่างจากตอนเริ่มต้นการทดลองมากนัก เนื่องจากการย่อยสลายเกิดขึ้นน้อยมาก ส่วนการลดลงของมวลของกองที่มีการย่อยสลายเกิดขึ้นคือกองที่ 1 ถึง 6 นั้น มีค่าอยู่ระหว่าง 21.33-38.10% ซึ่งกองปุ๋ยหมักที่ใช้เทอร์โมฟิลิกแบคทีเรียเป็นสารเร่งนั้นจะมีค่าการลดลงของมวลมากกว่ากองที่ใช้สารไบโอเน็คเป็นสารเร่งปุ๋ยหมัก เนื่องจากการสูญเสียคาร์บอนจากการย่อยสลายที่มีค่ามากกว่านั่นเอง แสดงให้เห็นว่าควรที่ใช้เทอร์โมฟิลิกแบคทีเรียเป็นสารเร่งอัตราการใช้สารอินทรีย์สำหรับเศษวัสดุเหลือทิ้งที่เป็นเศษลำไย เศษสับประรด และเศษฟรุตสลัด

5.1.10 เมื่อพิจารณาระยะเวลาที่ใช้ในการหมัก พบว่า ตั้งแต่กองที่ 1 ถึง 6 ปุ๋ยเริ่มได้ที่ตั้งแต่วันที่ 129, 131, 86, 86, 92 และ 86 ตามลำดับ ส่วนกองที่ 7 และ 8 ถือว่าไม่เกิดกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ในกองหมัก โดยกองที่ 1 ปุ๋ยหมักเริ่มได้ที่เร็วกว่ากองที่ 2 เพียงสองวัน กองที่ 3 กับ 4 มีระยะเวลาการได้ที่ของปุ๋ยหมักเท่ากัน ส่วนกองที่ 5 ปุ๋ยหมักเริ่มได้ที่ช้ากว่ากองที่ 6 ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าการใช้สารเร่งปุ๋ยหมักต่างชนิดกันนั้นไม่ได้ทำให้ระยะเวลาในการหมักแตกต่างกันมากนัก

5.1.11 จากผลการทดลองทั้งหมดสามารถสรุปได้ว่าการใช้สารไบโอเน็คกับเทอร์โมฟิลิกแบคทีเรียเป็นสารเร่งปุ๋ยหมักกับวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมอาหารกระป๋องได้แก่ เศษลำไย เศษสับประรด และเศษฟรุตสลัด นั้นไม่ได้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งทางกายภาพและเคมีภายในกองปุ๋ยหมักที่แตกต่าง

กันอย่างมีนัยสำคัญ แต่การใช้เชื้อเทอร์โมฟิลิกแบคทีเรียจะทำให้เกิดกระบวนการย่อยสลายที่ดีกว่าซึ่งสามารถพิจารณาจากอุณหภูมิและการลดลงของมวล โดยเชื่อดังกล่าวสามารถทนต่อสภาวะอุณหภูมิสูงได้ดีกว่าและมีการลดลงของมวลมากกว่ากองที่ใช้สารไบโอไนค แต่ข้อดีของการใช้สารไบโอไนคคือประหยัดเชื้อเพลิงได้มากกว่าการใช้เทอร์โมฟิลิกแบคทีเรีย อีกทั้งราคาถูกกว่า ซึ่งสารเร่งปฏิกิริยาทั้งสองชนิดนี้โรงงานอุตสาหกรรมสามารถนำไปปฏิบัติได้อย่างกว้างขวาง เนื่องจากการลงทุนซื้อสารเร่งนั้นสามารถทำเพียงแค่ครั้งเดียว และหลังจากกระทำการหมักวัตถุดิบจนได้ปุ๋ยหมักชุดแรกแล้ว ก็สามารถนำปุ๋ยหมักที่ได้ไปใช้เป็นปุ๋ยต่อเชื้อสำหรับทำปุ๋ยหมักในชุดต่อ ๆ ไปจนอาจสามารถพัฒนาไปเป็นการผลิตปุ๋ยหมักแบบอุตสาหกรรมได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 จากกราฟอุณหภูมิพบว่าในช่วง 1-4 วันแรก อุณหภูมิในกองที่ใส่เชื้อเทอร์โมฟิลิกแบคทีเรียนั้นจะไม่เพิ่มขึ้นมากนักเนื่องจากเชื้อจะทำการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมใหม่จากการให้ความร้อนโดยก๊าซหุงต้ม ซึ่งต่างจากสารไบโอไนคที่ใช้พลังงานในการกระตุ้นให้เชื้อพร้อมที่จะทำงานน้อยกว่า โดยการเตรียมนั้นจะผสมเชื้อในน้ำอุ่น 45-50°C จำนวน 20 ลิตร และคนให้เข้ากัน ทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที และคนบ่อยๆ แล้วจึงนำไปรดในกองปุ๋ยหมัก (แต่ถ้าหากวัตถุดิบมีปริมาณมากสามารถเจือจางด้วยน้ำธรรมดา 200 ลิตร) ซึ่งวิธีเดียวกันนี้หากนำเชื้อเทอร์โมฟิลิกแบคทีเรียมาเตรียมด้วยวิธีการเดียวกันกับการเตรียมสารไบโอไนคโดยอาจจะมีการผสมกับรำข้าว ในอัตราส่วนเทอร์โมฟิลิกแบคทีเรียต่อรำข้าวเท่ากับ 1 ต่อ 10 แทนการให้ความร้อนเข้าไปในถังหมนโดยตรงจากก๊าซหุงต้ม จะทำให้สามารถประหยัดพลังงานได้เป็นอย่างดี ตลอดจนควรทำการปรับเปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำอุ่นเพื่อหาช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการทำงานของเชื้อเทอร์โมฟิลิกแบคทีเรีย

5.2.2 ควรผสมเศษจึงคงเดิมกับวัตถุดิบอื่นๆ เช่น เศษสับประรด เศษลำไย เศษอาหารจากโรงอาหาร หรือเศษวัตถุดิบเหลือทิ้งอื่นๆ ในอัตราส่วนที่เหมาะสม จะเป็นการช่วยลดความเค็มในกองปุ๋ยหมักลงได้อีกทางหนึ่ง