

บทที่ 5

อภิปราย สรุป และข้อเสนอแนะ

5.1 การเปรียบเทียบการลดปริมาณมูลฝอยชุมชนด้วยการใช้จุลินทรีย์ธรรมชาติ (EM) ผสมน้ำในความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นวัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ เมื่อพิจารณาในภาพรวมแล้ว จะเห็นว่าความเข้มข้นของ EM ในอัตราส่วนต่าง ๆ และไมไล่ EM มีแนวโน้มของการลดปริมาณมูลฝอยเป็นไปในแนวทางเดียวกัน เมื่อครบ 7 วัน ของการทดลอง น้ำหนักเฉลี่ยของมูลฝอยทุกกรรมวิธีทดลองลดลงจากวันเริ่มต้นของการทดลอง เท่ากับร้อยละ 65.23 โดยกรรมวิธีทดลองที่มีความเข้มข้น EM 250 ml ต่อมูลฝอย 10 กก. มีน้ำหนักเฉลี่ยของมูลฝอยลดลงมากที่สุด เมื่อครบ 14 วันของการทดลอง น้ำหนักเฉลี่ยของมูลฝอยทุกกรรมวิธีทดลองลดลงจากวันเริ่มต้นการทดลองเท่ากับร้อยละ 83.39 เมื่อทดสอบทางสถิติแล้ว ทุกกรรมวิธีทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อครบ 21 วันของการทดลอง น้ำหนักเฉลี่ยของมูลฝอยทุกกรรมวิธีทดลองลดลงจากวันเริ่มต้นการทดลอง เท่ากับร้อยละ 93.94 เมื่อทดสอบทางสถิติแล้วพบว่า ความเข้มข้นของ EM 250 ml, 5 ml, 1 ml และ 0.5 ml ต่อมูลฝอย 10 กก. มีน้ำหนักใกล้เคียงกัน ทั้งนี้ความเข้มข้นของ EM 250 ml ต่อมูลฝอย 10 กก. มีน้ำหนักน้อยที่สุด แต่เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีไมไล่ EM ซึ่งเป็นตัว control พบว่ากรรมวิธีไมไล่ EM มีน้ำหนักมูลฝอยน้อยกว่าความเข้มข้นของ EM 250 ml ต่อมูลฝอย 10 กก. ส่วนวันสุดท้ายของการทดลอง น้ำหนักเฉลี่ยของมูลฝอยในความเข้มข้นของ EM 250 ml, 5 ml, 1 ml, 0.5 ml และไมไล่ EM ต่อมูลฝอย 10 กก. ลดลงจากวันเริ่มต้นการทดลองเท่ากับร้อยละ 98.74, 98.35, 97.86, 97.28 และ 98.60 ตามลำดับ โดยความเข้มข้นของ EM 250 ml และ ไมไล่ EM ต่อมูลฝอย มีน้ำหนักเฉลี่ยของมูลฝอยลดลงมากที่สุด และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ นั้นแสดงว่าการลดปริมาณมูลฝอย ณ แหล่งกำหนด เช่น ตลาดสดด้วยจุลินทรีย์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติในเศษผัก ผลไม้ของประเทศไทย นั้นไม่ต้องใช้จุลินทรีย์ธรรมชาติ (EM) ก็น่าจะพิจารณาดำเนินการได้ สอดคล้องกับงานวิจัยเกี่ยวกับการหมักเศษผลไม้ที่ผ่านมา ซึ่ง Riggle (1989) ได้รวบรวมและสรุปไว้ว่ามูลฝอยประเภทเศษผลไม้ไม่มีความชื้นประมาณร้อยละ 85 เนื่องจากมีการระเหยระหว่างการหมักทำปุ๋ย ประกอบกับการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรตและกรดโดยจุลินทรีย์จนกระทั่งกลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ทำให้น้ำหนักมูลฝอยลดลงอย่างมีนัยสำคัญถึง 70 เปอร์เซ็นต์

หากพิจารณาเปรียบเทียบเฉพาะความเข้มข้นของ EM อัตราส่วน 250 ml กับไมไล่ EM ต่อมูลฝอย 10 กก. จะเห็นว่าความเข้มข้นของ EM 250 ml ต่อมูลฝอย 10 กก. มีน้ำหนักมูลฝอยน้อยกว่ากรรมวิธีไมไล่ EM มาโดยตลอดตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนถึงครบ 2 สัปดาห์ของการทดลอง หลังจากนั้นน้ำหนักมูลฝอยของทั้งสองกรรมวิธีทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจนถึงสัปดาห์ที่ 3 ของการทดลอง เมื่อเริ่มเข้าสู่สัปดาห์ที่ 4 ของการทดลอง ในช่วงต้นของสัปดาห์ที่ 4 ของการทดลอง น้ำหนักมูลฝอยของกรรมวิธีไมไล่ EM น้อยกว่ากรรมวิธีไล่ EM ใน

ความเข้มข้น 250 ml ต่อมูลฝอย 10 กก. มาตลอดจนถึงช่วงท้ายของสัปดาห์ที่ 4 ของการทดลอง น้ำหนักมูลฝอยของทั้งสองกรรมวิธีทดลอง จึงลดลงมาใกล้เคียงกันและไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อพิจารณาเป็นรายสัปดาห์ สำหรับการเปรียบเทียบน้ำหนักเฉลี่ยของมูลฝอยในสัปดาห์แรกของการทดลอง พบว่า น้ำหนักมูลฝอยลดลงถึงร้อยละ 65.23 ส่วนสัปดาห์ที่ 1 กับ 2 ของการทดลอง น้ำหนักมูลฝอยลดลงร้อยละ 18.16 เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักเฉลี่ยของมูลฝอยในสัปดาห์ที่ 2 กับ 3 ของการทดลอง น้ำหนักมูลฝอยลดลงร้อยละ 9.55 เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักเฉลี่ยของมูลฝอยในสัปดาห์ที่ 3 กับ 4 ของการทดลอง น้ำหนักมูลฝอยลดลงร้อยละ 4.23 จากตัวเลขดังกล่าวข้างต้น จะเห็นว่าเมื่อครบสัปดาห์ที่ 1 ของการทดลอง น้ำหนักเฉลี่ยของมูลฝอยลดลงมากที่สุด หากจะหยุดการทดลองเพื่อนำมูลฝอยไปเข้าสู่กระบวนการอื่นสำหรับใช้ประโยชน์ต่อไป ก็อาจจะดำเนินการได้เมื่อครบ 1 สัปดาห์

น้ำหนักของมูลฝอยที่มี EM ในความเข้มข้น 250 ml ต่อมูลฝอย 10 กก. ให้ผลการทดลองแตกต่างจากความเข้มข้นอื่นๆ เนื่องจากมีจุลินทรีย์ในปริมาณมากกว่า การแย่งอาหารกันจึงมากกว่า มีผลทำให้น้ำหนักมูลฝอยลดลงได้มากที่สุด เมื่อพิจารณาผลของ EM ในความเข้มข้น 0.5 ml กับไม่ใส่ EM ต่อมูลฝอย 10 กก. พบว่ากรรมวิธีทดลองที่ใส่ EM ความเข้มข้น 0.5 ml ต่อมูลฝอย 10 กก. ทำให้น้ำหนักของมูลฝอยลดลงได้น้อยกว่า เนื่องจากจุลินทรีย์ธรรมชาติ (EM) ต้องต่อสู้แย่งอาหารกับจุลินทรีย์ที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติ ทำให้ตายไปมาก จุลินทรีย์ที่เหลือน่าจะน้อยลง จึงมีผลทำให้น้ำหนักของมูลฝอยลดลงได้น้อยกว่าการไม่ใส่ EM ดังกล่าวมาแล้ว

เนื่องจากการทดลองครั้งนี้เป็นการทำงานของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายทั้งแบบใช้และไม่ใช้ออกซิเจน ที่ว่าเป็นการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจน เนื่องจากถังทดลองอยู่ในสภาพเปิดฝาถึงมีเพียงตาข่ายในลอนปิดปากถังไว้เท่านั้น ประกอบกับลักษณะของมูลฝอยในถังทดลองอยู่ในสภาพเปียกมากมีความชื้นสูงเกินกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ จึงต้องพลิกกลับมูลฝอยทุกวัน จนกว่าความชื้นจะลดลงน้อยกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ เพื่อช่วยการระบายอากาศ ปรับจากสภาวะไม่มีอากาศเป็นสภาวะที่มีอากาศ (Golueke, 1977) ส่วนเหตุผลที่ว่าการทดลองนี้เป็นการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนด้วย เนื่องจากมูลฝอยมีสภาพเปียกและอุ้มน้ำไว้จำนวนมาก ดังจะเห็นได้จากที่มีน้ำไหลจากมูลฝอยลงในถังใบล่างตั้งแต่วันแรกเป็นจำนวนมาก ขณะที่มีการขังน้ำออกซิเจนจะลดลง จุลินทรีย์พวก aerobes ลดลงพวก anaerobes เพิ่มขึ้น (สมศักดิ์ วั่งใน, 2524) และการเกิดกลิ่นเหม็นจาก H_2S จะพบในการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Bolton and Klein, 1971) เนื่องจากการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจนจะให้น้ำออกมามากดั่งสมการที่ (1) และการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนก็จะให้น้ำออกมาเช่นกัน ดังภาพที่ (1) ดังนั้นการทดลองครั้งนี้จึงมีน้ำออกมาจากมูลฝอยจำนวนมาก มีผลทำให้น้ำหนักของมูลฝอยลดลงได้มากและสิ้นสุดภายในเวลา 28 วัน

เหตุผลที่ผู้เขียนใช้จุลินทรีย์ธรรมชาติ (EM) ชนิดน้ำในการทดลองครั้งนี้ เนื่องจาก EM ชนิดน้ำจะมีความสม่ำเสมอ (homogeneous) มากกว่า EM ชนิดผงแห้ง ประกอบกับการเลือกแผนการทดลองเป็นแบบ Completely randomized design (CRD) จึงต้องทำให้สิ่งทดลองคือมูลฝอยรวมทั้ง EM มีความสม่ำเสมอมากที่สุด เพื่อความเชื่อถือได้มากที่สุดของงานทดลองครั้งนี้ การผสมน้ำลงใน EM ชนิดน้ำแล้วทิ้งไว้ 4 ชั่วโมงนั้นเป็นคำแนะนำการใช้ EM ของศูนย์ฝึกอบรมและเผยแพร่เกษตรธรรมชาติคิวเซ (2538) ให้หมัก EM ทิ้งไว้ก่อน 2 ชั่วโมงถึง 3 วัน แล้วจึงนำมาใช้ เนื่องจากการประยุกต์ใช้ EM สามารถใช้ได้กว้างขวางทั้งด้านเกษตรและสิ่งแวดล้อม ความเข้มข้นของ EM ก็อยู่ในช่วงกว้างมากตั้งแต่ 1:1 ถึง 1:2,000 โดยใช้ส่วนผสมเป็นลิตร ผู้เขียนจึงเลือกใช้ EM ในความเข้มข้น 250 ml ถึง 0.5 ml ต่อมูลฝอย 10 กก. และใช้น้ำผสมเพียง 500 ml

5.2 น้ำหนักของน้ำจากมูลฝอย เมื่อพิจารณาเฉพาะกรรมวิธีที่ไม่ใส่ EM จะพบว่ากรรมวิธีไม่ใส่ EM มีน้ำหนักของน้ำน้อยที่สุด เมื่อเทียบกับกรรมวิธีที่ใส่ EM ในความเข้มข้น 250 ml, 5 ml, 1 ml, 0.5 ml ต่อมูลฝอย 10 กก. แต่โดยข้อเท็จจริงแล้วกรรมวิธีอื่นๆ นอกจากกรรมวิธีไม่ใส่ EM จะมีส่วนผสมของ EM และน้ำรวมกันถึง 500 ml ทุกกรรมวิธี นั่นคือสิ่งที่ทำให้ดูแล้วเหมือนกับว่ากรรมวิธีที่ไม่ใส่ EM มีน้ำหนักของน้ำน้อยที่สุด แต่หากวิเคราะห์ลึกลงไปแล้ว ถ้าหากเพิ่มปริมาณของน้ำที่ผสม EM อีก 500 ml ให้แก่กรรมวิธีไม่ใส่ EM แล้ววิเคราะห์ทางสถิติ จะพบว่าน้ำหนักของน้ำในกรรมวิธีที่มี EM ความเข้มข้นสูงสุดคือ 250 ml กับไม่ใส่ EM ต่อมูลฝอย 10 กก. มีน้ำหนักของน้ำใกล้เคียงกันทุกวันและไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ สอดคล้องกับน้ำหนักของมูลฝอยที่พบว่าน้ำหนักมูลฝอยของ EM ในความเข้มข้น 250 ml กับไม่ใส่ EM ต่อมูลฝอย 10 กก. นั้นมีน้ำหนักใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ในส่วนของน้ำหนักของมูลฝอยและน้ำหนักของน้ำนั้น บางวันมีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่บางวันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เนื่องจากขึ้นอยู่กับชนิดและความสามารถของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ แต่การศึกษาครั้งนี้ไม่ได้ศึกษาในด้านจุลินทรีย์จึงไม่สามารถอธิบายในรายละเอียดได้ จึงน่าจะมีการศึกษาในรายละเอียดด้านจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายสารอินทรีย์ในโอกาสต่อไป

น้ำจากมูลฝอยที่มีการเปลี่ยนสีจากเดิมสีเหลืองกลายเป็นสีน้ำตาลเข้มเกือบดำและสุดท้ายเปลี่ยนเป็นสีดำทุกถังทดลอง เนื่องจากสารอินทรีย์ถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรีย ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำจะถูกใช้ไปจนหมด และสีของน้ำจะเปลี่ยนเป็นสีดำ (Metcalf & Eddy, Inc. 1979)

5.3 มูลฝอยชุมชนในการศึกษาครั้งนี้เป็นมูลฝอยจากตลาดสดในเขตเทศบาล ประเภทผัก ผลไม้ทั้งหมด เมื่อนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของธาตุต่างๆ ในมูลฝอยเปียกในวันแรกของการทดลองพบว่า คาร์บอน, ไฮโดรเจน, ไนโตรเจน และซิลเฟอร์ มีค่าร้อยละเท่ากับ 47.03, 5.29, 2.50 และ 1.88 ตามลำดับ ซึ่งธาตุทั้งสี่มีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยองค์ประกอบทาง

เคมีของธาตุต่าง ๆ ในมูลฝอยเปียกจากโรงงานกำจัดมูลฝอยอ่อนนุชและหนองแขม ซึ่งมีค่าของคาร์บอน, ไฮโดรเจน, ไนโตรเจน และซัลเฟอร์ มีค่าร้อยละเท่ากับ 15.85, 2.35, 0.53, และ 0.12 ตามลำดับ (Lohani and Boonthanon, 1985) ทั้งนี้เนื่องจากองค์ประกอบของมูลฝอยชุมชนต่างกัน ในการศึกษาครั้งนี้เป็นเศษผัก ผลไม้ทั้งหมด แต่การศึกษาของ Lohani และ Boonthanon ประกอบด้วยมูลฝอยสด (garbage) เพียงร้อยละ 39.18 กระดาษร้อยละ 13.61 เศษไม้และเศษหญ้า (wood+grass) ร้อยละ 8.85 รายละเอียดดังตารางที่ 1 แต่เมื่อเปรียบเทียบกับ การวิเคราะห์องค์ประกอบของมูลฝอยประเภทเศษพืชผักผลไม้ในสหรัฐอเมริกา พบว่า ค่าคาร์บอน, ไฮโดรเจน, ไนโตรเจน และซัลเฟอร์มีค่าร้อยละเท่ากับ 41.7, 5.8, 2.8 และ 0.25 ตามลำดับ (Niessen, 1977) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจากเป็นมูลฝอยประเภทเศษผักผลไม้ เช่นเดียวกัน

สำหรับการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของธาตุต่าง ๆ ในมูลฝอยเปียก ในวันแรกและวันสุดท้ายของการทดลองครั้งนี้พบว่า คาร์บอนมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากคาร์บอนถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรียภายใต้สภาวะไร้อากาศจนสุดท้ายกลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซมีเทน (Tchobanoglous, 1993; Higgins และ Burns, 1975; Holland, 1987; McCarty, et al., 1964; Speece, 1983)

5.4 จากการทดลองของ Kubota และ Nakasaki (1991) โดยการนำมูลฝอยสดจากโรงงานอุตสาหกรรมอาหารมาหมักทำปุ๋ยนั้น พบว่า วิเคราะห์ค่าไนโตรเจนได้ 2.34 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับ การทดลองในครั้งนี้ ซึ่งวิเคราะห์ค่าไนโตรเจนในมูลฝอยสดเมื่อเริ่มต้นการทดลองมีค่าเท่ากับ 2.50 เปอร์เซ็นต์ อันเป็นค่าที่ใกล้เคียงกัน ส่วนในวันสุดท้ายของการทดลองครั้งนี้ วิเคราะห์ค่าไนโตรเจนได้เท่ากับ 3.28 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่าค่าไนโตรเจนวันสุดท้ายเพิ่มขึ้นจากวันแรกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับภาวดี ภักดีและคณะ (2533) ที่ทดสอบประสิทธิภาพหัวเชื้อจุลินทรีย์ธรรมชาติ (EM) ในการทำปุ๋ยหมักจากผักตบชวา ซึ่งวิเคราะห์ค่าไนโตรเจนในปุ๋ยหมักมีค่ามากกว่าในผักตบชวา (ในผักตบชวาค่าไนโตรเจนเฉลี่ย 1.45 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในปุ๋ยหมักจากผักตบชวาค่าไนโตรเจนอยู่ในช่วง 1.75 ถึง 1.96 เปอร์เซ็นต์) แม้ว่าจากการศึกษาของนภาพรรณ นพรัตน์ภรณ์ และ กฤตวรรณ วงศ์ศิริเดช (2538) พบว่าใน EM ไม่มีแบคทีเรียสังเคราะห์แสง รวมทั้งจากการศึกษาของบรรหาร แดงน้ำ และสมพร ชุนหิ์ลอชานนท์ (2538) พบว่าซูเปอร์ EM ไม่มีผลต่อการเจริญของเชื้อ *Azotobacter* และ *Azospirillum* แต่จากการศึกษาของ สมพร ชุนหิ์ลอชานนท์, บรรหาร แดงน้ำ และจิรายุทธ ดันวีณกุล (2538) พบว่า สารละลาย EM ในระดับ 150 และ 300 ppm ช่วยให้สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมีการเจริญเติบโตและการตรึงไนโตรเจนเพิ่มขึ้นมากกว่าการเลี้ยงสาหร่ายโดยไม่ใส่ EM ประกอบกับการศึกษาครั้งนี้ ในวันสุดท้ายมี pH สูงถึง 9.39 น่าจะมีการสูญเสียไนโตรเจนไปในรูปของแอมโมเนีย แต่ก็ยังพบว่าค่าไนโตรเจนในวันสุดท้ายมากกว่าวันแรกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั้นแสดงว่าในมูลฝอยประเภทผักผลไม้และใน EM อาจจะมีจุลินทรีย์ที่

ช่วยในการตรึงไนโตรเจนอยู่ด้วยและเหตุผลอีกประการหนึ่งคือ แอมโมเนีย เปลี่ยนรูปเป็นไนไตรท์ และไนเตรท ตามลำดับ ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน (Hamme, 1986)

5.5 ในการทดลองครั้งนี้พบว่าค่าซัลเฟอร์ลดลง เนื่องจากการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไม่ใช้ออกซิเจน ภายใต้สภาวะ anaerobic นั้น Sulfate สามารถทำปฏิกิริยาเปลี่ยนรูปเป็น Sulfide (S^{2-}) ซึ่งรวมกับไฮโดรเจนเปลี่ยนรูปเป็น H_2S ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นคล้ายไข่เน่า แล้ว Sulfide (S^{2-}) ทำปฏิกิริยารวมกับ metal salts ที่มีอยู่แล้ว เปลี่ยนรูปเป็น metal sulfides สีดำของมูลฝอยจึงเกิดภายใต้สภาวะการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนในรูปของ metal sulfides (Tchbanoglous, et al., 1993)

5.6 ในระหว่างเกิดการย่อยสลายมูลฝอย จะมีความร้อนปลดปล่อยออกมา จากปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นและสะสมไว้ในมูลฝอย อุณหภูมิที่สูงขึ้นในวันเริ่มต้นการทดลอง แสดงว่ากิจกรรมของ bacteria เริ่มต้นแล้ว อุณหภูมิที่พบในทุกกรรมวิธีทดลองในแต่ละวันใกล้เคียงกัน (ภาพที่ 4) และภายหลังจากหมักได้ 3 วัน อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นสูงกว่าอุณหภูมิของบรรยากาศอย่างชัดเจน โดยอุณหภูมิสูงสุดในวันที่ 4 ของการทดลองคือ $35.96^{\circ}C$ หลังจากนั้นอุณหภูมิของมูลฝอยในถังทดลองเริ่มใกล้เคียงกับอุณหภูมิบรรยากาศตลอดจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง จะอยู่ระหว่าง $27.07 - 34.04^{\circ}C$ จะเห็นได้ว่าการทดลองครั้งนี้มีอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับกิจกรรมของจุลินทรีย์ mesophile สอดคล้องกับการศึกษาของสมยศ เอื้ออภิสิทธิ์วงศ์ (2536) ที่ศึกษาการกำจัดขยะจากตลาดสดโดยกระบวนการไร้ออกซิเจนแบบสองขั้นตอน พบว่าอุณหภูมิของอากาศและของถังหมักต่าง ๆ จะแตกต่างจากอุณหภูมิอากาศ ไม่เกิน $2^{\circ}C$ นอกจากนั้นอุณหภูมิที่ลดต่ำลงที่สามารถใช้เป็น indicator อย่างหนึ่งว่าสิ้นสุดการทดลองได้ (Tchobanoglous, et al. 1993)

5.7 สำหรับการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง pH ของมูลฝอยในถังทดลองนั้น พบว่า เมื่อเริ่มต้นการทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.24 และเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับ จนวันสุดท้าย pH เฉลี่ยเท่ากับ 9.39 (ภาพที่ 6) เมื่อพิจารณาแล้วจะเห็นได้ว่า pH ลดต่ำในช่วงแรกของกระบวนการหมักเกิดจากกิจกรรมของ acid forming bacteria ย่อยสลาย Complex carbonaceous material (polysaccharides และ Cellulose) มาเป็น organic acid ในสภาพ anaerobic decomposition (Mosey, 1983) และช่วงต่อมาจนถึงช่วงสุดท้ายของการทดลองพบว่า pH เพิ่มขึ้นตามลำดับ จนถึง 9.39 ทั้งนี้เนื่องจากช่วงกลางและท้ายของการทดลองเป็นการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจน เพราะมูลฝอยเริ่มแห้งมากขึ้นตามลำดับ ประกอบมีการพลิกกลับมูลฝอยทุกวันด้วย สารอินทรีย์ในมูลฝอยจึงถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรียที่ใช้ออกซิเจน (aerobic bacteria) ได้ก๊าซแอมโมเนีย ซึ่งถูก oxidize ด้วย *Nitrosomonas* เปลี่ยนรูปเปลี่ยนไนไตรท์และ ไนไตรท์ ถูก Oxidize ด้วย *Nitrobacter* เปลี่ยนรูปไปเป็นไนเตรท (Hammer, 1986)

5.8 ความชื้นของมูลฝอย วันแรกของการทดลองค่าความชื้นของมูลฝอยเริ่มต้นที่ 92.44 เปอร์เซ็นต์ เป็นความชื้นที่สูงเกินไปสำหรับการหมักมูลฝอยทำปุ๋ย เพราะค่าความชื้นที่เหมาะสมในการเริ่มต้นทำปุ๋ยหมักอยู่ที่ระดับ 60 เปอร์เซ็นต์ และถ้ามูลฝอยเป็นปุ๋ยที่สมบูรณ์แล้วค่าความชื้นควรจะลดลงต่ำกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ (Sakai, 1988) แต่เนื่องจากวัตถุประสงค์ของการศึกษารั้งนี้เป็นการศึกษาการลดปริมาณมูลฝอยชุมชนด้วยการใช้จุลินทรีย์ธรรมชาติ (EM) ไม่ใช่การศึกษาเพื่อการหมักทำปุ๋ย และจุลินทรีย์ธรรมชาติ (EM) เป็นกลุ่มของจุลินทรีย์หลาย ๆ ชนิดรวมกันมีทั้งต้องการออกซิเจนและไม่ต้องการออกซิเจน แต่ส่วนใหญ่ไม่ต้องการออกซิเจน ผู้วิจัยจึงพยายามจำลองสถานการณ์ที่คาดว่าจุลินทรีย์ธรรมชาติ (EM) น่าจะชอบ ไม่ว่าจะเป็นการใช้ EM ชนิดน้ำผสมน้ำราดมูลฝอยเพื่อให้มีความชื้นสูง การใช้ถังทดลองสีดำ เป็นต้น และปิดจุดอ่อนที่พบจากการทดลองเบื้องต้น ก่อนการทดลองจริงที่ไม่ได้ผลมาแล้ว เช่น การใช้ตาข่ายในลอนปิดปากถังแทนปิดฝาถังให้สนิทเพื่อให้เกิดการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจนจะให้กระบวนการย่อยสลายสิ้นสุดเร็วขึ้น การเจาะรูที่ก้นถังเพื่อระบายน้ำออก เป็นต้น ผลจากการทดลองครั้งนี้ที่ยืนยันว่าจุลินทรีย์ธรรมชาติ (EM) มีการทำงานอยู่ ก็คืออุณหภูมิมูลฝอยสูงขึ้นทันทีทุกถังในวันเริ่มต้นการทดลอง และสูงสุดในวันที่ 4 ของการทดลอง แสดงถึงการเริ่มต้นทำงานของจุลินทรีย์ธรรมชาติ (EM) ประการถัดมาก็คือ pH วันแรกของการทดลองต่ำมากถึง 4.24 แสดงว่าเกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์แบบไม่ใช้ออกซิเจน ประการสุดท้ายก็คือน้ำหนักของน้ำจากมูลฝอยเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จากวันเริ่มต้นการทดลองและสูงสุดใน 1 สัปดาห์ ถึง 65 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาความชื้นของมูลฝอยประกอบกันในวันที่ 7 ของการทดลอง พบว่า มูลฝอยมีค่าความชื้นเฉลี่ยทุกถังทดลองเท่ากับ 91.82 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นความชื้นจะลดลงตามลำดับในวันที่ 14, 21 และ 28 ของการทดลอง เท่ากับ 87.21, 76.65 และ 53.35 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ภาพที่ 7) เนื่องจากความชื้นของมูลฝอยขึ้นอยู่กับสภาพทางกายภาพและขึ้นอยู่กับลักษณะขององค์ประกอบของมูลฝอยด้วย (Mckinley และ Vestal, 1985) องค์ประกอบของมูลฝอยในการทดลองนี้เป็นเศษผัก เศษผลไม้ทั้งหมด ซึ่งมีความชื้นสูง เช่นเดียวกับงานทดลองของสมาคมผู้ผลิตอาหารกระป๋องแห่งชาติอเมริกา (National Canner Association) โดย Riggle (1989) ได้รวบรวมไว้ว่า มูลฝอยประเภทเศษผลไม้ มีความชื้นสูงถึงประมาณ 85 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมาบดจะมีน้ำออกมามากทำให้ความชื้นเมื่อเริ่มต้นนั้นสูงขึ้น อย่างไรก็ตามภายใต้สภาวะที่เหมาะสมการบดมูลฝอยประเภทผลไม้จะช่วยลดเวลาที่ใช้ในการหมักทำปุ๋ยได้ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ การทดลองครั้งนี้สิ้นสุดในเวลา 28 วัน จึงนับว่าค่อนข้างเร็ว ด้วยเหตุผลทั้งหมดดังกล่าวมาแล้ว

สรุปผลการทดลอง

ผลการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบการลดปริมาณมูลฝอยชุมชนด้วยการใช้จุลินทรีย์ธรรมชาติ (EM) ครั้งนี้ พอจะสรุปได้ดังนี้

1. จุลินทรีย์ธรรมชาติ (EM) ผสมน้ำในความเข้มข้น 250 ml. ต่อมูลฝอย 10 กก. สามารถลดปริมาณมูลฝอยได้มากที่สุด(98.74%) เมื่อเปรียบเทียบกับจุลินทรีย์ธรรมชาติ (EM) ในความเข้มข้นอื่นๆ ต่อมูลฝอย 10 กก. ได้แก่ 5 ml. (98.35%), 1 ml. (97.86%) และ 0.5 ml. (97.28%) แต่ปริมาณมูลฝอยซึ่งไม่ใส่จุลินทรีย์ธรรมชาติ (EM) นั้นมีปริมาณมูลฝอยลดลงเป็นอันดับรองลงมาจากจุลินทรีย์ธรรมชาติ (EM) ในความเข้มข้น 250 ml ต่อมูลฝอย 10 กก. (98.60%) และเมื่อวิเคราะห์ทางสถิติแล้วไม่มีความแตกต่างกัน
2. ปริมาณมูลฝอยในถังทดลองลดลงจากวันเริ่มต้นการทดลอง เมื่อครบสัปดาห์ที่ 1, 2, 3, และ 4 เท่ากับ 65.23, 83.39, 93.94 และ 98.17 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ
3. ปริมาณน้ำจากมูลฝอยนั้น กรรมวิธีทดลองที่ใช้จุลินทรีย์ธรรมชาติ (EM) ในความเข้มข้น 250 ml ต่อมูลฝอย 10 กก. สามารถเพิ่มปริมาณน้ำได้มากที่สุดคือ จาก 2.147 กก. ในวันแรกเป็น 5.731กก. ในวันที่ 28 ของการทดลอง ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีทดลองที่ใช้จุลินทรีย์ธรรมชาติ (EM) 5 ml. และ 1 ml ต่อมูลฝอย 10 กก. ซึ่งมีปริมาณน้ำเพิ่มขึ้นจาก 2.016 และ 2.232 กก. เป็น 5.377 และ 5.433 กก. ตามลำดับ แต่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีทดลองที่ใช้จุลินทรีย์ธรรมชาติ (EM) 0.5 ml. และการไม่ใส่จุลินทรีย์ธรรมชาติ (EM) ต่อมูลฝอย 10 กก. ซึ่งปริมาณน้ำเพิ่มขึ้นจาก 2.082 และ 1.883 เป็น 5.254 และ 5.070 กก. ตามลำดับ
4. ปริมาณของน้ำจากมูลฝอยเพิ่มขึ้นสูงสุดนับจากวันเริ่มต้นการทดลองจนถึงเมื่อระยะเวลาครบ 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นปริมาณของน้ำก็ลดลง
5. ปริมาณของน้ำทั้งหมดในวันสุดท้ายของการทดลอง คิดเป็นประมาณร้อยละ 54 ของปริมาณมูลฝอยในวันเริ่มต้นการทดลอง
6. อุณหภูมิเฉลี่ยของมูลฝอยสูงกว่าอุณหภูมิบรรยากาศในวันเริ่มต้น วันที่ 3 และ 4 ของการทดลอง คือ มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 33.00, 35.42 และ 35.96 °ซ ตามลำดับ หลังจากนั้นอุณหภูมิเฉลี่ยของมูลฝอยต่ำกว่าอุณหภูมิบรรยากาศตลอด คือ อยู่ในช่วง 27.07 ถึง 34.04 °ซ
7. สภาพความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของมูลฝอยในวันที่ 0, 7, 14, 21 และ 28 ของการทดลอง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.24, 5.54, 5.96, 8.15 และ 9.39 ตามลำดับ
8. ความชื้นของมูลฝอย ในวันที่ 0, 7, 14, 21 และ 28 ของการทดลองมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 92.44, 91.82, 87.21, 76.65 และ 53.35 ตามลำดับ
9. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของมูลฝอยชุมชนพบว่า คาร์บอน, ไฮโดรเจน และ ซัลเฟอร์ ลดลงทุกความเข้มข้นของ EM อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าไนโตรเจนส่วนใหญ่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากการทดลอง

1. จากการทดลองพบว่าการลดปริมาณมูลฝอยชุมชนด้วยการใช้จุลินทรีย์ธรรมชาติ (EM) ไม่มีความแตกต่างจากการใช้จุลินทรีย์ที่มีอยู่แล้วตามธรรมชาติในประเทศไทย หากจะดำเนินการลดปริมาณมูลฝอยชุมชนจึงไม่มีประโยชน์ที่จะใช้ EM เนื่องจากมีราคาค่อนข้างแพงและยังต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปซื้อถึงแหล่งผลิตโดยตรง ดังนั้นจึงควรจะใช้จุลินทรีย์ที่มีอยู่แล้วตามธรรมชาตินั่นเอง

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อ

1. ควรจะมีการศึกษาการลดปริมาณมูลฝอยด้วยจุลินทรีย์ธรรมชาติ (EM) ชนิดแห้ง เปรียบเทียบกับชนิดน้ำ
2. ควรจะมีการศึกษาการบำบัดน้ำเสียจากมูลฝอยด้วยจุลินทรีย์ธรรมชาติ (EM)
3. ควรจะมีการศึกษาเปรียบเทียบจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายสารอินทรีย์ในมูลฝอยที่ใส่และไม่ใส่ EM
4. ควรจะมีการศึกษาการลดปริมาณมูลฝอยด้วยจุลินทรีย์ธรรมชาติ (EM) ในความเข้มข้นเพิ่มขึ้น
5. ควรจะมีการศึกษาการลดปริมาณมูลฝอยด้วยจุลินทรีย์ธรรมชาติ (EM) ในความเข้มข้นระดับต่าง ๆ