บทที่ 3

ผลการวิจัย

จากวัตถุประสงค์ การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสภาพการเกิดมูลฝอยและลักษณะการจัดการมูลฝอยในตลาดสดของเทศบาลนครหาดใหญ่และทดลองในห้องปฏิบัติการเพื่อนำมูลฝอยจากตลาดสดมาหมักทำปุ๋ยโดยใช้เทคโนโลยีการหมักแบบ Windrow Composting ซึ่งผู้ศึกษาวิจัยทำการศึกษาในรายละเอียดโดยวิธีการสังเกต สอบถามจากผู้ที่เกี่ยวข้อง การทดลองในห้องปฏิบัติการและการศึกษาข้อมูลจากเอกสารประกอบ ซึ่งมีรายละเอียดผลการศึกษาจัดเรียงตามลำดับ หัวข้อต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. สภาพการเกิดมูลฝอยและลักษณะการจัดการมูลฝอยจากตลาดสดของเทศบาลนครหาดใหญ่

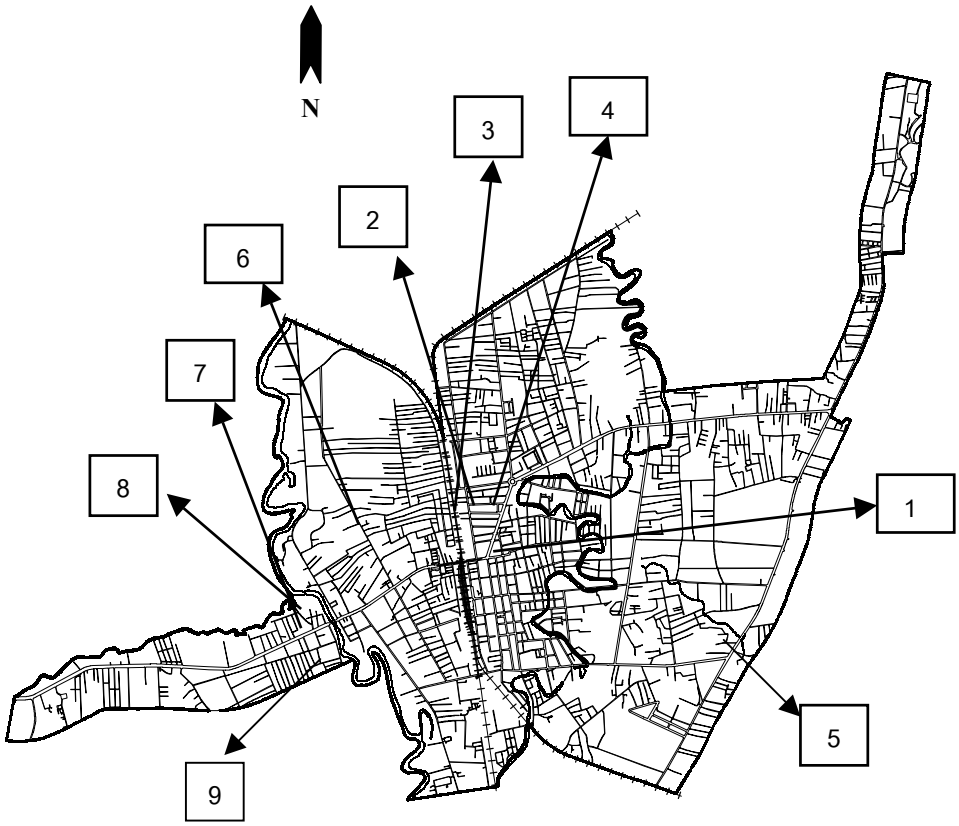
1.1 ที่ตั้งของตลาดสด

จากการสอบถามข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนตลาดสดในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่จากเจ้าหน้าที่ของกองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อมเทศบาลนครหาดใหญ่ จ.สงขลา พบว่ามีทั้งหมด 9 แห่ง ตามที่ระบุในทะเบียนผู้ขออนุญาตประกอบการค้า และจากการสำรวจที่ตั้งของตลาด สามารถแบ่งตามลักษณะการกระจายพื้นที่ตลาดสด ได้ 3 บริเวณใหญ่ๆ คือ

บริเวณที่ 1 หาดใหญ่ใน บริเวณใกล้กับที่ว่าการอำเภอเมืองหาดใหญ่ เป็นที่ตั้งของตลาดลุงทองและตลาดหาดใหญ่ใน ซึ่งมีที่ตั้งของตลาดอยู่ใกล้เคียงกัน

บริเวณที่ 2 บริเวณหลังหอนาฬิกาหรือพลาซ่าซึ่งเป็นแหล่งชุมชนพานิชยกรรม เป็นที่ตั้งของตลาดพลาซ่า 2,3 และตลาดหมอถัด มีที่ตั้งต่อเนื่องกันเช่นเดียวกับบริเวณที่ 1

บริเวณที่ 3 มีที่ตั้งกระจายอยู่บริเวณใกล้เคียงกับบริเวณที่ 1 และที่ 2 ซึ่งได้แก่ ตลาดกิมหยง 2, ตลาดศรีทุ่งทอง, ตลาดปั่นเจริญและตลาดพ่อพรหม ดังรายละเอียดภาพประกอบ 5



1. ตลาดกิมหยง 2	12/1 ถ. ศุภสารรังสรรค์ อ. หาดใหญ่
2. ตลาดพลาซ่า 2	ถ.เพชรเกษม อ.หาดใหญ่
3. ตลาดพลาซ่า 3	เช่นเดียวกับตลาดพลาซ่า 2
4. ตลาดหมอถัด	166/6 ถ. ถัดอุทิศ อ. หาดใหญ่
5. ตลาดปิ่นเจริญ	ซ. 19 ถ. กาญจนวนิช อ. หาดใหญ่
6. ตลาดสดศรีทุ่งทอง	ถ. ราษฎร์อุทิศ อ. หาดใหญ่
7. ตลาดลุงทอง	27/7 ถ. เพชรเกษม อ. หาดใหญ่
8. ตลาดหาดใหญ่ใน	116/34-36 ซ. 28 ถ.เพชรเกษม อ. หาดใหญ่
9. ตลาดพ่อพรหม	528 ซ. 33 ถ. เพชรเกษม อ.หาดใหญ่

หมายเหตุ ที่ตั้งตลาดตามที่ระบุในทะเบียนผู้ขออนุญาตประกอบการค้า

ภาพประกอบ 5 แผนที่ตั้งของตลาดสดในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ จำนวน 9 แห่ง

1.2 ลักษณะสถานที่และการทำกิจกรรม

สำหรับอาคารที่ใช้ประกอบกิจกรรมการค้าขายของตลาดสดทั้ง 9 แห่ง พบว่า ส่วนมากเป็นอาคารชั้นเดียว ยกเว้น ตลาดกิมหยง 2 เป็นอาคาร 2 ชั้น, ตลาดพลาซ่า 2 และตลาดพลาซ่า 3 เป็นอาคาร 3 ชั้น จากผลการสำรวจ มีการใช้พื้นที่เพื่อการจำหน่ายสินค้าประเภทอาหารสดและอาหารแห้งที่ใช้สำหรับปรุงอาหารเฉพาะด้านล่างเหมือนกันทุกตลาด และทุกตลาดมีการจำหน่ายสินค้าภายนอกอาคาร เช่น บริเวณริมทางถนน, บนรถเข็น, คานหาบและท้ายรถยนต์ เป็นต้น

ส่วนระยะเวลาการจำหน่ายสินค้า พบว่า ตลาดสดในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่มีการจำหน่ายสินค้าต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง ซึ่งจะมีเวลาเปิด-ปิดใกล้เคียงกัน สำหรับกิจกรรมภายในตลาดไม่แตกต่างกัน โดยกิจกรรมส่วนใหญ่จำหน่ายสินค้าประเภทอาหารสดซึ่งเป็นสินค้าด้านการเกษตร เช่น พืชผัก, ผลไม้และเนื้อสัตว์ เป็นต้น และสินค้าประเภทอาหารแห้งที่ใช้ประกอบอาหารมีเพียงเล็กน้อย การจำหน่ายสินค้าทั้ง 2 ประเภทนี้มีทั้งการขายปลีกและขายส่ง ซึ่งบรรยากาศการทำกิจกรรมแต่ละตลาดและประเภทสินค้าที่จำหน่ายภายในตลาดแสดงดังภาพประกอบ 6-15และข้อมูลผลการศึกษาด้านลักษณะอาคาร เวลาเปิด-ปิด และการทำกิจกรรมแสดงรายละเอียดดังตาราง 4 จากการสังเกตบริเวณที่มีกิจกรรมการซื้อ-ขายสินค้าส่วนมากจะอยู่บริเวณภายนอกอาคาร จากการสอบถามผู้ประกอบการมีเหตุผลคือ มีความสะดวกทั้งผู้ขายและผู้ซื้อ นอกจากนี้สถานที่บริเวณตลาดไม่เอื้ออำนวยต่อการซื้อ-ขาย เช่น แสงสว่างไม่เพียงพอ มีน้ำขังบริเวณทางเดิน และทางเข้าตลาดมืดและอับ เป็นต้น และสังเกตเพิ่มเติมพบว่าพื้นที่ตลาดลุงทองบางส่วนถูกเปลี่ยนแปลงเพื่อวัตถุประสงค์อื่นๆ เช่น ใช้จอดรถจักรยานยนต์ ร้านขายน้ำชา และจำหน่ายเสื้อผ้า เป็นต้น อนึ่ง มีกลุ่มพ่อค้า-แม่ค้าจำนวนหนึ่งจำหน่ายสินค้าที่ไม่มีความแน่นอนทั้งชนิดสินค้า ปริมาณและเวลาจำหน่ายสินค้า ดังนั้น จึงไม่มีความจำเป็นต้องเช่าแผงร้านค้าย่อยเพื่อจำหน่ายสินค้าแบบประจำและหากต้องเช่าแผงร้านค้าย่อยก็จำเป็นต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเช่าแผงประจำเป็นรายเดือน ยกเว้น ตลาดพ่อพรหมที่มีรูปแบบของตลาดแบบตลาดนัด ซึ่งพ่อค้า-แม่ค้า มีความอิสระในการจัดหาพื้นที่จำหน่ายสินค้าโดยไม่ต้องเช่าแผงร้านค้าภายในอาคารและเช่าแบบประจำ ซึ่งไม่มีรูปแบบการจัดวางพื้นที่ที่แน่นอน

ภาพประกอบ 6 บรรยากาศการทำกิจกรรมบริเวณตลาดหาดใหญ่ใน

ภาพประกอบ 7 บรรยากาศการทำกิจกรรมบริเวณตลาดลุงทอง

ภาพประกอบ 8 บรรยากาศการทำกิจกรรมบริเวณตลาดพ่อพรหม

ภาพประกอบ 9 บรรยากาศการทำกิจกรรมบริเวณ ตลาดสดศรีทุ่งทอง

ภาพประกอบ 10 บรรยากาศการทำกิจกรรมบริเวณ ตลาดกิมหยง 2

ภาพประกอบ 11 บรรยากาศการทำกิจกรรมบริเวณ ตลาดพลาซ่า 2

ภาพประกอบ 12 บรรยากาศการทำกิจกรรมบริเวณ ตลาดพลาซ่า 3

ภาพประกอบ 13 บรรยากาศการทำกิจกรรมบริเวณ ตลาดหมอถัด

ภาพประกอบ 14 บรรยากาศการทำกิจกรรมบริเวณ ตลาดปิ่นเจริญ

ก

ข

ค

ง

จ

ฉ

ก. พืชผักประเภทต่างๆ

ข. ผลไม้ประเภทต่างๆ

ค. เนื้อวัว

ง. เนื้อไก่

จ. ดอกไม้ประเภทต่างๆ

ฉ. สัตว์น้ำประเภทต่างๆ

ภาพประกอบ 15 ประเภทสินค้าที่จำหน่ายบริเวณตลาดสด

ตาราง 4 แสดงลักษณะอาคาร เวลาเปิด-ปิด และการทำกิจกรรมของตลาดสด

ตลาดสด	ลักษณะอาคาร	เวลาเปิด-ปิด	รูปแบบการจัดจำหน่าย	การทำกิจกรรมภายในตลาดสด	หมายเหตุ
1.ตลาดกิมหยง 2	อาคาร 2 ชั้น จำหน่ายสินค้าเฉพาะชั้นล่าง สำหรับชั้นบนเป็นสำนักงาน	04.00-12.00 น.	ขายปลีกและขายส่ง	จำหน่ายสินค้าประเภทอาหารสด เช่น เนื้อหมู, ไก่, เป็ดและอาหารทะเล พืชผักและผลไม้ตามฤดูกาล อาหารสดประเภทเนื้อสัตว์มีจำหน่ายมากกว่าพืชผักและผลไม้	มีการวางจำหน่ายสินค้าภายนอกอาคาร
2.ตลาดพลาซ่า 2	อาคาร 3 ชั้น จำหน่ายอาหารสดเฉพาะด้านล่างและบางส่วนของพื้นที่	24.00-15.00 น.	ขายปลีกและขายส่ง	จำหน่ายสินค้าส่วนมากเป็นอาหารสดประเภทเนื้อสัตว์ เช่นเนื้อหมู, เนื้อไก่, เนื้อวัว รองลงมาเป็นอาหารสดประเภทพืชผักและอาหารแห้งใช้ประกอบการปรุงอาหารตามลำดับ	--
3.ตลาดพลาซ่า 3	อาคารชุด 3 ชั้น จำหน่ายสินค้าประเภทอาหารสดเฉพาะด้านล่างและบางส่วนของพื้นที่	03.00-14.00 น.	ขายส่งเป็นส่วนใหญ่และขายปลีกเพียงเล็กน้อย	จำหน่ายสินค้าประเภทอาหารสดเป็นส่วนใหญ่เรียงตามลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ พืชผัก, ผลไม้ และเนื้อสัตว์ประเภทไก่	ใช้พื้นที่เพื่อจำหน่ายสินค้าน้อยมากและพื้นที่ส่วนใหญ่ใช้ประโยชน์เพื่อเก็บของและจอดรถจักรยานยนตร์

ตาราง 4 ต่อ

ตลาดสด	ลักษณะอาคาร	เวลาเปิด-ปิด	รูปแบบการจัดจำหน่าย	การทำกิจกรรมภายในตลาดสด	หมายเหตุ
5.ตลาดปิ่นเจริญ	อาคารชั้นเดียว	12.00-20.00 น.	ขายปลีกและขายส่งโดยเฉพาะขายปลีก	จำหน่ายสินค้าทั้งประเภทอาหารสดและอาหารแห้ง	--
6.ตลาดสดศรีทุ่งทอง	อาคารชั้นเดียว	06.00-19.00 น.	ขายปลีกและขายส่งโดยเฉพาะขายปลีก	จำหน่ายสินค้าทั้ง 2 ประเภทคืออาหารสดและอาหารแห้ง	มีพื้นที่ว่างภายในอาคารมากและพื้นที่บางส่วนเปิดเป็นร้านขายน้ำชา-กาแฟ ร้านอาหารเป็นต้น
7.ตลาดลุงทอง	อาคารชั้นเดียว	04.00-12.00 น.	ขายส่งเป็นส่วนใหญ่	จำหน่ายสินค้าประเภทอาหารแห้งเฉพาะภายในอาคาร ซึ่งได้แก่ น้ำตาล, เกลือ, พริกแห้ง, หอมและกระเทียมเป็นต้น ส่วนอาหารสด ได้แก่พืชผักและผลไม้ตามฤดูกาลและสัตว์น้ำ ซึ่งจำหน่ายเฉพาะด้านนอกของอาคาร	พื้นที่ภายในอาคารถูกใช้ประโยชน์เป็นสถานที่จอดรถจักรยานยนตร์และร้านน้ำชา-กาแฟ และร้านจำหน่ายเสื้อผ้า เป็นต้น
8.ตลาดหาดใหญ่ใน	อาคารชั้นเดียว	ช่วงเช้า เวลา 03.00-12.00 น. และช่วงบ่าย เวลา 14.00-20.00น.	ขายปลีกและขายส่ง	จำหน่ายสินค้าประเภทอาหารสดเป็นส่วนใหญ่ สำหรับอาหารแห้งมีเพียงเล็กน้อย	---
9.ตลาดพ่อพรหม	อาคารชั้นเดียว	03.00-12.00 น. เฉพาะวันอาทิตย์	ขายปลีกและขายส่ง	มีการจำหน่ายสินค้าทุกประเภททั้งอาหารสดและอาหารแห้งและเครื่องใช้ในครัวเรือน และจัดว่าเป็นตลาดประเภทตลาดนัด	วางจำหน่ายสินค้าทั่วทั้งบริเวณตลาดสด

1.3 ลักษณะการจัดการมูลฝอยของตลาดสด

ผลการสำรวจภาคสนามของตลาดสดในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ ทั้ง 9 แห่ง พบว่าตลาดเป็นสถานที่ที่ประกอบด้วยหน่วยผลิตมูลฝอยย่อยๆ หลายหน่วยรวมกัน คือ เกิดจากแผงร้านค้าย่อยซึ่งแต่ละแผงหากมีการค้าขายสินค้าที่แตกต่างกันก็จะมีผลทำให้เกิดของเสียที่ต่างกันด้วยทั้งในรูปของปริมาณและลักษณะ นอกจากนี้ภายในตลาดสดมีทั้งกลุ่มตลาดที่มีการค้าขายสินค้าประเภทอาหารสดและประเภทอาหารแห้ง ซึ่งจะมีรูปแบบของระบบการคัดแยกมูลฝอยที่เป็นอยู่โดยจำแนกถึงประเภทหน่วยผลิตมูลฝอยย่อยดังแสดงในภาพประกอบ 16 ซึ่งพบว่าในตลาดมีระบบการคัดแยกมูลฝอยและการนำมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ การคัดแยกจะเกิดจาก 2 ส่วน คือ 1) แผงร้านค้าย่อยซึ่งคัดแยกโดยพ่อค้า/แม่ค้าโดยตรงและ 2) การคัดแยกระหว่างเก็บรวบรวมมูลฝอยจากแผงร้านค้าย่อยไปสู่รถเก็บขนมูลฝอยซึ่งคัดแยกโดยพนักงานเก็บรวบรวมมูลฝอย

การคัดแยกมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั้งสองส่วนจะมีความแตกต่างกันเล็กน้อยกล่าวคือ การคัดแยก ณ แหล่งกำเนิดมูลฝอยนั้น พ่อค้า แม่ค้าจะแยกส่วนของเสียเฉพาะในส่วนที่ขายได้ เพื่อขายให้กับคนมารับซื้อ ซึ่งได้แก่ เศษผัก, เศษปลา, เนื้อสัตว์ และกระดูก ดังภาพประกอบ 17 ราคาขายของเสีย ดังกล่าวส่วนใหญ่จะเป็นในลักษณะการเหมาจ่ายประจำเดือน รายละประมาณ 300-400 บาทและของเสียประเภทเนื้อสัตว์มีการซื้อขายโดยวิธีการชั่งน้ำหนักขึ้นอยู่กับชิ้นส่วนเนื้อสัตว์แต่ละประเภท ของเสียเหล่านี้ส่วนหนึ่งมีคนมารับซื้อเพื่อนำไปเลี้ยงสัตว์ในฟาร์ม ได้แก่ หมู, เป็ด และปลาฯลฯ อีกส่วนหนึ่งโดยเฉพาะเศษปลาจะส่งโรงงานทำปลาป่นในจังหวัดสงขลาและบางส่วนมีคนมารับซื้อเพื่อนำไปประกอบอาหารจำหน่ายเช่น ทำน้ำซุบกระดูกและเลี้ยงสัตว์เลี้ยง ได้แก่ สุนัข และแมว เป็นต้น การคัดแยกมูลฝอยอีกส่วนหนึ่งโดยกลุ่มพนักงานเก็บรวบรวมมูลฝอยจะคล้ายคลึงกับการคัดแยกที่แผงร้านค้าย่อย แต่แตกต่างกันตรงที่กลุ่มนี้มีการคัดแยกมูลฝอยประเภทพลาสติก, โลหะ, กระดาษ และแก้วด้วย ดังภาพประกอบ 17 ของเสียเหล่านี้จะถูกนำไปขายให้ร้านรับซื้อของเก่าต่อไป สำหรับมูลฝอยเมื่อถูกลำเลียงมาถึงรถเก็บขนมูลฝอย หากยังคงมีสภาพดี (มักจะอยู่ในบรรจุภัณฑ์ เช่น ถุงพลาสติกที่เรียบร้อย) ก็จะมีการคัดแยกออกและนำไปประกอบอาหารสำหรับคนด้วย ส่วนมูลฝอยที่ถูกคัดแยกโดยพนักงานเก็บรวบรวมมูลฝอยแล้วจะถูกลำเลียงส่งไปกำจัดต่อ ณ สถานที่กำจัดมูลฝอยของเทศบาลต่อไป ดังภาพประกอบ 18

อนึ่ง การนำของเสียที่มีมูลค่าออกจากตลาดสามารถจำแนกตามกลุ่มบุคคล ลักษณะของเสีย และการนำมาใช้ประโยชน์ ได้ดังตาราง 5

ตาราง 5 แสดงการนำของเสียประเภทต่างๆ จากตลาดสดกลับมาใช้ประโยชน์ซึ่งจำแนกตามกลุ่มบุคคล ลักษณะของเสียและการนำกลับมาใช้ประโยชน์

กลุ่มบุคคล	ลักษณะของเสีย	การนำมาใช้ประโยชน์
1. เจ้าของฟาร์มเลี้ยงสัตว์	เศษผัก, เศษผลไม้และเศษเนื้อสัตว์	เลี้ยงสัตว์ เช่น หมู, ปลา, เป็ดและไก่
2. พ่อค้า-แม่ค้าเจ้าของแผงร้านค้า	เศษผัก เศษผลไม้ และเศษเนื้อสัตว์	เลี้ยงสัตว์ เช่น หมู, ปลา และเป็ด
3. พ่อค้าคนกลาง	เศษปลา, เศษผัก, ผลไม้ และเนื้อสัตว์	ส่งโรงงานปลาป่น, เลี้ยงหมูและเป็ด
4. ผู้ประกอบการร้านอาหาร	เศษกระดูกเนื้อสัตว์	ประกอบอาหารจำหน่าย
5. พนักงานเก็บรวบรวม / เก็บขนมูลฝอย	เศษกระดาษ, เศษพลาสติก, เศษแก้ว, กระป๋องอะลูมิเนียม และเศษผัก	จำหน่ายให้ร้านรับซื้อของเก่า และเศษผักให้เจ้าของฟาร์มเลี้ยงหมู
6. ลูกค้า หรือผู้ซื้อ	เศษกระดูก เนื้อสัตว์	เลี้ยงสัตว์เลี้ยงเช่น สุนัขและแมว

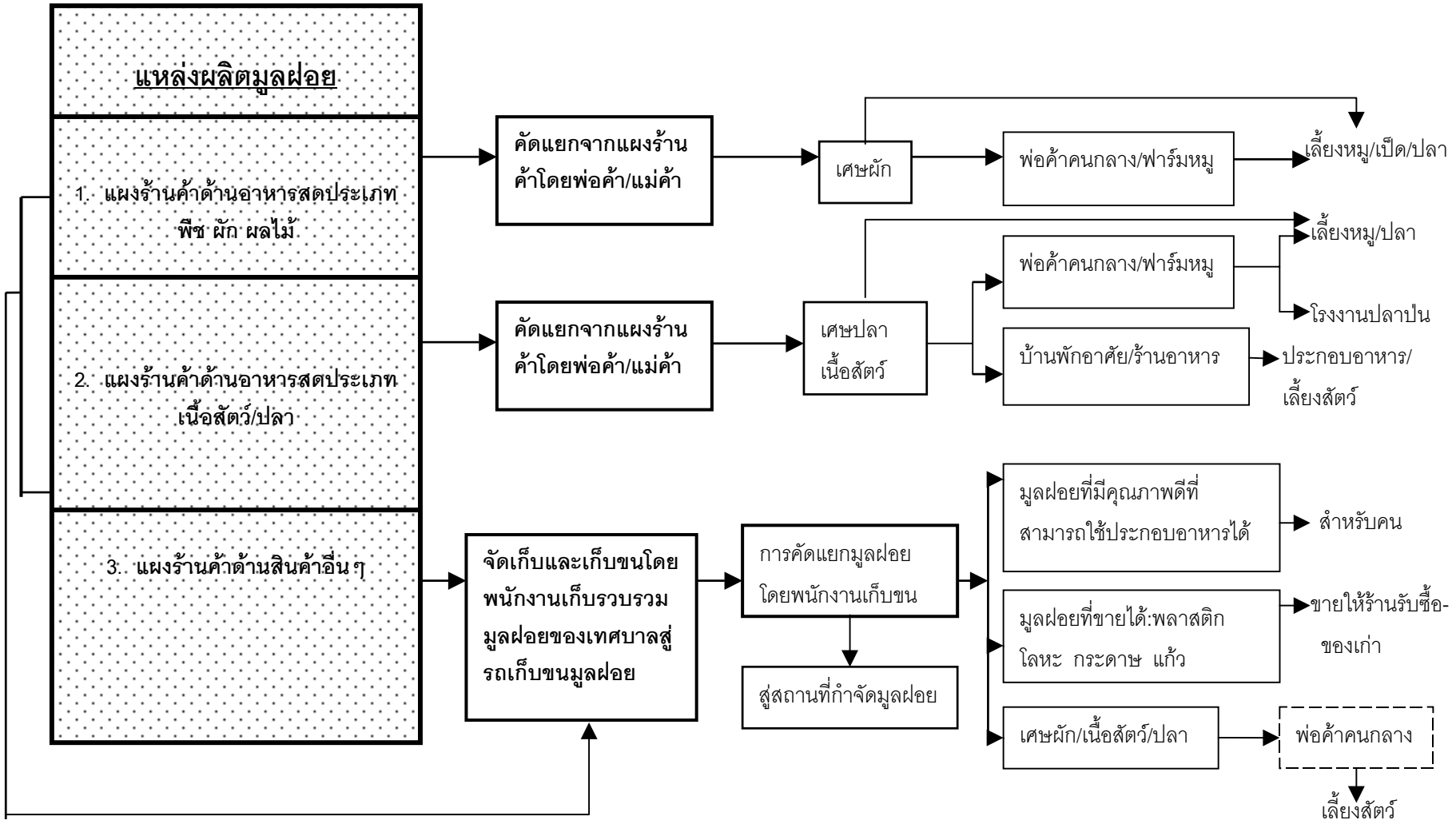
กล่าวโดยสรุป แหล่งกำเนิดมูลฝอยจากตลาดสดโดยภาพรวมมีทั้งมูลฝอยประเภทเศษผัก เศษผลไม้ เศษเนื้อสัตว์และเศษอาหารหรือมูลฝอยคงเหลือที่ผ่านการปรุงด้วยกรรมวิธีต่างๆ แล้วมีสัดส่วนใกล้เคียงกัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละตลาดและทุกตลาดมีขั้นตอนการคัดแยกมูลฝอย เพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์ ดังตาราง 5 ทั้งนี้มูลฝอยประเภทเนื้อสัตว์มีการนำกลับมาใช้ประโยชน์เพื่อการเลี้ยงสัตว์มากที่สุด รองลงมาเป็นมูลฝอยประเภทเศษผักและผลไม้เพื่อการเลี้ยงสัตว์เป็นส่วนใหญ่เช่นกัน ส่วนเศษกระดาษ, พลาสติก, แก้วและกระป๋องอะลูมิเนียมกลุ่มพนักงานเทศบาลเป็นผู้คัดแยกเพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์ในรูปแบบการจำหน่ายต่อให้ร้านรับซื้อของเก่า เช่นเดียวกับผลการศึกษาของนิภาศ นิลสุวรรณ (2543) ระบุว่าแหล่งกำเนิดมูลฝอยประเภทตลาดมีการคัดแยกมูลฝอยเพื่อกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ 100 %

รูปแบบการเก็บรวบรวมมูลฝอยของตลาดสด โดยภาพรวมมูลฝอยคงเหลือจากการคัดแยกเพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่จากแผงร้านค้าย่อยหรือร้านจำหน่ายสินค้าประเภทต่างๆ จะถูกเก็บรวบรวมใส่ในภาชนะเก็บรวบรวมมูลฝอยประเภทต่างๆ แบ่งตามตำแหน่งการจัดวาง คือ บริเวณแผงร้านค้าย่อยหรือร้านจำหน่ายสินค้าทั่วไปใช้ภาชนะเก็บรวบรวมมูลฝอยประเภทเข่งไม้หรือเข่งพลาสติกและถุงพลาสติก ซึ่งเป็นภาชนะคงเหลือจากการใช้บรรจุสินค้าเพื่อจำหน่ายของเจ้าของแผงร้านค้าเอง และอีกบริเวณหนึ่ง จัดวางริมถนนบริเวณตลาดสด ซึ่งใช้ภาชนะเก็บรวบรวมมูลฝอยแบบถังพลาสติกขนาดใหญ่ ซึ่งทางหน่วยงานเทศบาลเป็นผู้จัดเตรียมไว้บริการ

มูลฝอยจากการเก็บรวบรวม 2 บริเวณจะถูกเก็บรวบรวมส่งไปยังรถเก็บขนมูลฝอยบริเวณตลาดสด โดยใช้รถเก็บรวบรวมขนส่งแบบรถเข็น ซึ่งเจ้าพนักงานเทศบาลจะทำหน้าที่เก็บรวบรวมมูลฝอยจากบริเวณตลาดทั้งหมดใส่รถเข็นรวบรวมมูลฝอย เพื่อรวบรวมไปยังรถเก็บขนมูลฝอยประเภทมีเครื่องอัดมูลฝอย ยกเว้น ตลาดพ่อพรหมใช้รถเก็บขนมูลฝอยประเภทบรรทุกคอนเทนเนอร์ ซึ่งมีการวางถังคอนเทนเนอร์รวบรวมมูลฝอยทั้งหมดที่เกิดขึ้นบริเวณตลาดสด เฉพาะวันอาทิตย์ที่มีการเปิดให้มีการซื้อ-ขายสินค้าดังภาพประกอบ 18, 19 และตาราง 6

มูลฝอยจากตลาดสดมีลักษณะเน่าเปื่อยได้ง่าย จึงมีความจำเป็นต้องมีการรวบรวมมูลฝอยเพื่อนำไปกำจัดทุกวันและทำความสะอาดบริเวณตลาดสดภายหลังจากมีกิจกรรมทุกครั้ง เพื่อลดปัญหาผลกระทบด้านสุขลักษณะและสิ่งแวดล้อมตามมา จากการสอบถามพนักงานเทศบาลนครหาดใหญ่มีระบบการเก็บขนมูลฝอยเพื่อนำไปกำจัดยังสถานที่กำจัดภายหลังการจำหน่ายสินค้าเสร็จสิ้นทุกครั้ง ดังนั้นจึงไม่มีมูลฝอยตกค้างเกิดขึ้นในแต่ละวัน

จากการสังเกตภาคสนาม พบว่าปริมาณมูลฝอยจากการเก็บรวบรวมบริเวณแผงร้านค้าย่อยมีมากกว่าบริเวณริมถนนภายในภาชนะเก็บรวบรวมที่ทางเทศบาลจัดวางไว้ ทั้งนี้เป็นเพราะว่าภาชนะแบบถังพลาสติกรวบรวมมูลฝอยมีตำแหน่งการจัดวางไม่ทั่วถึงและมีปริมาณน้อย หรือจัดวางในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสม จึงทำให้พ่อค้า-แม่ค้านิยมให้มีการรวบรวมมูลฝอยบริเวณแผงร้านค้าย่อย ภายหลังเสร็จสิ้นกิจกรรมการซื้อ-ขายสินค้ามากกว่า



ภาพประกอบ 16 รูปแบบของระบบการคัดแยกมูลฝอยของตลาดสดในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

ก

ข

ค

ง

จ

ฉ

ก. เศษผัก ข. เศษปลา

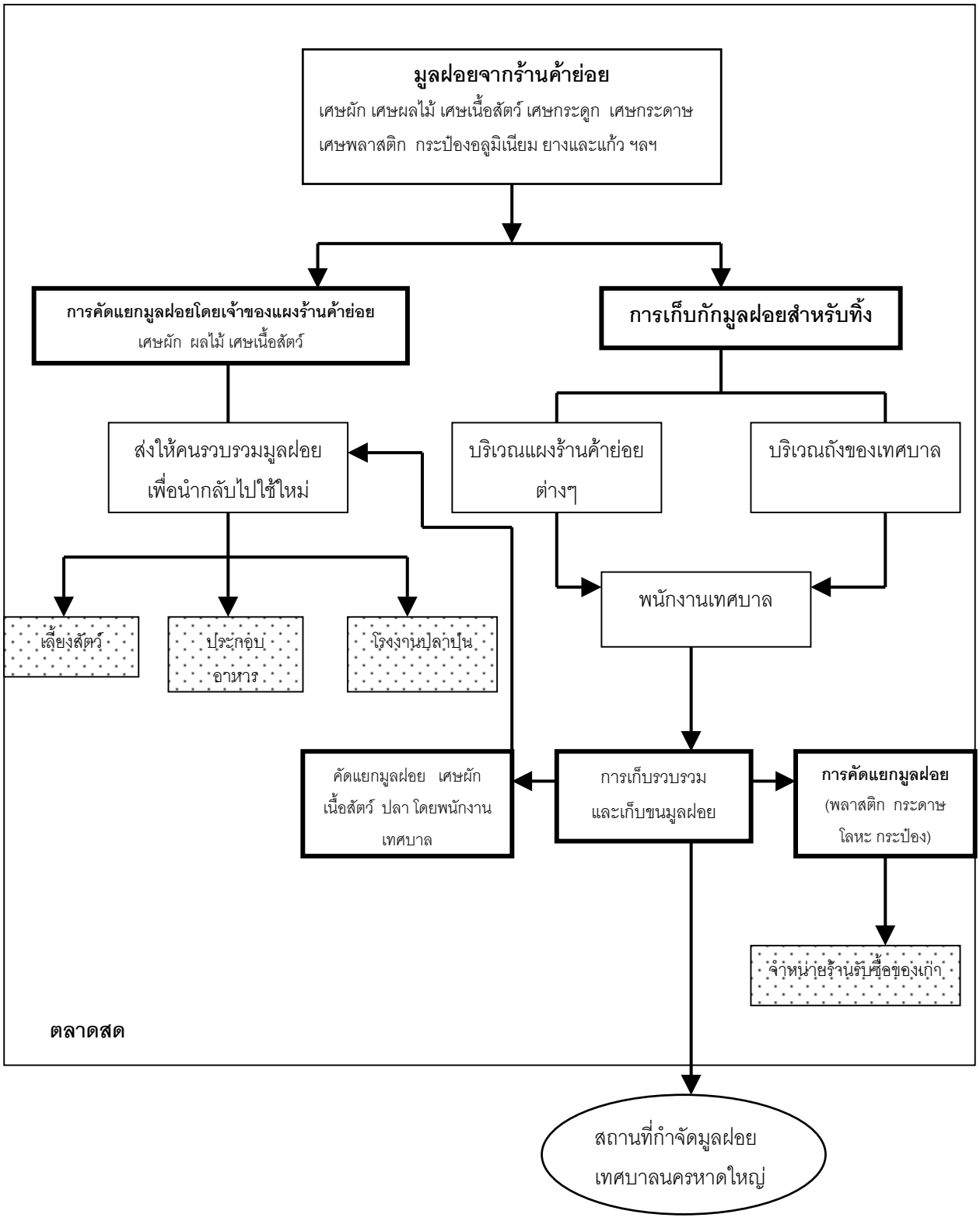
ค. เศษเนื้อไก่ ง. เศษกระดูกวัว

จ. ตัวอย่างมูลฝอยรวม ฉ. มูลฝอยประเภทพลาสติก กระป๋องอะลูมิเนียม

ภาพประกอบ 17 ประเภทมูลฝอยที่เกิดจากบริเวณตลาดสด

ตาราง 6 แสดงรูปแบบการจัดการมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิดมูลฝอยบริเวณตลาดสด เทศบาลนครหาดใหญ่

แหล่งกำเนิดมูลฝอย	กลุ่มผู้ประกอบการ	ประเภทของเสีย	การคัดแยกเพื่อนำมาใช้ประโยชน์	การเก็บรวบรวมมูลฝอย	การเก็บขน	การกำจัด
แผงร้านค้าย่อยอาหารสดประเภทพืชผักและผลไม้	พ่อค้า/แม่ค้า	เศษผักและเศษผลไม้ประเภทต่างๆ (เศษผักมากกว่าผลไม้)	เพื่อนำไปเลี้ยงสัตว์ เช่นหมู, เป็ดและปลา และประกอบอาหารสำหรับคน	แบ่งออกเป็น 2 บริเวณ คือ 1.บริเวณแผงร้านค้าใช้เข่งและถุงพลาสติกของเจ้าของแผงเอง 2.บริเวณริมถนนและตามจุดต่างๆ ที่เทศบาลกำหนดใช้ถังพลาสติกและถังคอนเทนเนอร์ ซึ่งพนักงานเทศบาลได้รวบรวมมูลฝอยจากบริเวณที่ 1และบริเวณที่ 2 ใส่รถเข็นเพื่อนำไปใส่รถเก็บขนมูลฝอย	ดำเนินการโดยเทศบาลโดยใช้รถยนต์ประเภทมีเครื่องอัดและรถยนต์แบบบรรทุกถังคอนเทนเนอร์ ซึ่งใช้รถยนต์อัดมูลฝอยเป็นส่วนใหญ่	สถานที่กำจัดมูลฝอยโดยวิธีการฝังกลบ
แผงร้านค้าย่อยอาหารสดประเภทเนื้อสัตว์	พ่อค้า/แม่ค้า	เศษเนื้อสัตว์ประเภทต่างๆ	นำไปเลี้ยงสัตว์ เช่น หมู ปลา ไก่ เป็ด สุนัขและแมว ส่งโรงงานปลาป่นและประกอบอาหาร	ส่วนมากใช้ถังพลาสติกขนาดเล็กและถุงพลาสติกบรรจุของเสียบริเวณแผงสำหรับจำหน่ายและทิ้งและส่วนที่ทิ้งมีการเก็บรวบรวมเหมือนกับอาหารสดประเภทพืชผักและผลไม้	ดำเนินการโดยเทศบาลโดยใช้รถยนต์ประเภทมีเครื่องอัดและรถยนต์แบบบรรทุกถังคอนเทนเนอร์ซึ่งใช้รถยนต์อัดมูลฝอยเป็นส่วนใหญ่	สถานที่กำจัดมูลฝอยโดยวิธีการฝังกลบ
แผงร้านค้าย่อยอื่นๆ	พ่อค้า/แม่ค้า	กระดาษ พลาสติก แก้ว และโลหะ	นำไปจำหน่ายต่อให้กับร้านรับซื้อของเก่า	เทใส่ถังพลาสติกหรือถังคอนเทนเนอร์ของเทศบาลที่วางไว้ตามจุดต่างๆโดยเจ้าของแผงเองเป็นส่วนใหญ่ จากนั้นพนักงานเทศบาลเก็บรวบรวมใส่รถเข็นไปยังรถเก็บขนอีกต่อหนึ่ง	ดำเนินการโดยเทศบาลโดยใช้รถยนต์ประเภทมีเครื่องอัดและรถยนต์แบบบรรทุกถังคอนเทนเนอร์ซึ่งใช้รถยนต์อัดมูลฝอยเป็นส่วนใหญ่	สถานที่กำจัดมูลฝอยโดยวิธีการฝังกลบ



ภาพประกอบ 18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดมูลฝอยและการจัดการมูลฝอย
บริเวณตลาดสดของเทศบาลนครหาดใหญ่

ก

ข

ค

ง

จ

ก. รถเก็บรวบรวมมูลฝอย

ข. รูปแบบถังขยะบริเวณตลาดสด

ค. การถ่ายเทมูลฝอยจากรถเก็บรวบรวมมูลฝอยไปยังรถเก็บขนมูลฝอย

ง. รถเก็บขนมูลฝอยไปยังสถานที่กำจัด

จ. ถังคอนเทนเนอร์

ภาพประกอบ 19 รายละเอียดการรวบรวมมูลฝอยจากตลาดสดเพื่อขนส่งไปยังสถานที่กำจัดมูลฝอย

2. ปริมาณและคุณสมบัติของมูลฝอยจากตลาดสดในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่

2.1 ปริมาณมูลฝอย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทุติยภูมิของการสำรวจปริมาณมูลฝอยของเทศบาลนครหาดใหญ่ที่เข้าสู่สถานที่กำจัดมูลฝอยของเทศบาลนครหาดใหญ่ต่อเนื่องกัน 5 วัน โดยสมพร เหมืองทอง (2543) พบว่าปี 2543 มีปริมาณมูลฝอยที่เกิดจากบริเวณตลาดสดทั้งหมดของเทศบาลนครหาดใหญ่ อยู่ในช่วง 19.69-22.95 ตัน/ วัน หรือคิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.34 $\pm$ 1.46 ตัน/วัน โดยคิดเป็นร้อยละ 9.4 ของปริมาณมูลฝอยทั้งหมดของเทศบาลนครหาดใหญ่ ซึ่งเกิดขึ้นเฉลี่ยวันละ 216.69 ตัน/วัน เพิ่มขึ้นจากปี 2539 ซึ่งคณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (2539) ได้ทำการศึกษาไว้มีค่าปริมาณเฉลี่ย 200.93 ตัน/วัน และมีปริมาณมูลฝอยจากตลาดสดอยู่ในช่วง 18.86-29.77 ตันต่อวัน หรือร้อยละ 8.80-14.80 ของปริมาณมูลฝอยทั้งหมดของเทศบาลนครหาดใหญ่

2.2 คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของมูลฝอยจากตลาดสด

ผลการสำรวจภาคสนาม พบว่าบริเวณตลาดสดพลาซ่า 2, 3 และตลาดหมอถัดมีที่ตั้งของตลาดต่อเนื่องกันและมีกิจกรรมตลอด 24 ชั่วโมง ผลการดำเนินกิจกรรมบริเวณตลาดสดทำให้มีมูลฝอยเกิดขึ้นตลอดทั้งวันและประเภทมูลฝอยมีความคล้ายคลึงกันเช่น มีทั้งประเภทเนื้อสัตว์, พืชผักและผลไม้ นอกจากนี้ยังเป็นตลาดที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่และมีลักษณะเด่นคือ มีรถเก็บขนมูลฝอยที่รับเฉพาะมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากบริเวณพื้นที่ตลาดดังกล่าวโดยไม่รวมกับมูลฝอยจากแหล่งที่พักอาศัย ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการสุ่มตัวอย่างมูลฝอยจากรถเก็บขนมูลฝอยดังกล่าวจำนวน 2 ครั้ง คือ เดือนกรกฎาคมและธันวาคม 2543 ซึ่งแต่ละครั้งทำการสุ่มตัวอย่างมูลฝอยรวมทั้งหมดประมาณ 100-200 กิโลกรัม ทำการ quatering (วิธีการแบ่ง 4ส่วน) เพื่อเป็นตัวแทนมูลฝอยที่จะนำไปศึกษาลักษณะมูลฝอยทางด้านกายภาพและเคมี ซึ่งผลการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ แสดงข้อมูลดังตาราง 7, ภาพประกอบ 20 และคุณสมบัติทางเคมีดังข้อมูลในตาราง 8และ 9

ตาราง 7 แสดงองค์ประกอบของมูลฝอยจากตลาดสดในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่

องค์ประกอบมูลฝอย	ปริมาณ (ร้อยละโดยน้ำหนักเปียก)		
	ครั้งที่ 1 (กรกฎาคม 2543)	ครั้งที่ 2 (ธันวาคม 2543)	ค่าเฉลี่ย
1. มูลฝอยที่สามารถย่อยสลายได้			
1.1 เศษใบตอง	1.67	1.74	1.70
1.2 เศษผักและผลไม้ (ประเภทมีกากมาก)	26.27	42.49	34.38
1.3 เศษผักและผลไม้ (ประเภทมีกากน้อย)	57.90	42.87	50.39
1.4 เศษเปลือกข้าวโพด	-	3.74	1.87
1.5 เศษอาหารและเนื้อสัตว์	-	0.57	0.29
1.6 เศษใบไม้และกิ่งไม้	3.10	-	1.55
1.7 เศษกระดาษ	8.12	5.98	7.05
รวม	**97.06**	**97.39**	**97.23**
2. มูลฝอยที่ไม่สามารถย่อยสลายได้			
2.1 เศษกระดูก	0.21	-	0.105
2.2 พลาสติกประเภทบรรจุภัณฑ์	2.39	2.49	2.430
2.3 พลาสติกประเภทเชือกหรือที่มัดของ	0.08	0.09	0.085
2.4 ยาง	0.04	0.01	0.025
2.5 เศษเปลือกกุ้ง	0.17	-	0.085
2.6 เศษผ้า	0.05	-	0.025
2.7 โลหะ	-	0.01	0.005
2.8 โฟม	-	0.01	0.005
รวม	**2.94**	**2.61**	**2.77**
รวมทั้งหมด	**100.00**	**100.00**	**100.00**
ความหนาแน่น(กก./ลบ.ม.)	**304.00**	**290.79**	**297.40**
ปริมาณความชื้นรวม	**79.51**	**80.19**	**78.85**

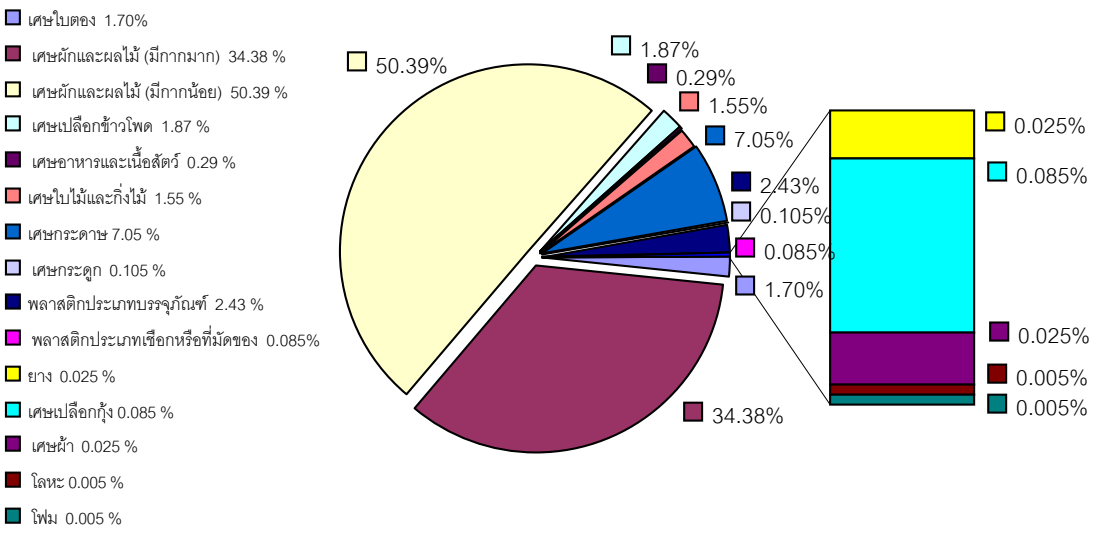
หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พบองค์ประกอบมูลฝอย

จากตาราง 7 ผลการศึกษาองค์ประกอบมูลฝอยจากตลาดสด ทั้ง 2 ครั้ง ปรากฏว่ามีมูลฝอยที่สามารถย่อยสลายได้เกิดขึ้นมากที่สุดเฉลี่ยร้อยละ 97.23 โดยน้ำหนักเปียกซึ่งมูลฝอยประเภทย่อยสลายได้ทั้ง 2 ครั้งมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนใหญ่เป็นสารประกอบอินทรีย์ ได้แก่ เศษผักและผลไม้ (ประเภทมีกากน้อยมีความชื้นสูง) และ เศษผักและผลไม้ (ประเภทมีกากมาก), เศษใบตอง, เศษข้าวโพด, เศษอาหารและเนื้อสัตว์, เศษใบไม้และกิ่งไม้และเศษกระดาษ ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ได้จำแนกองค์ประกอบมูลฝอยประเภทเศษผักและผลไม้ออกตามลักษณะของกากมากและกากน้อย โดยพิจารณาจากโครงสร้างของของเสียนั้น รวมทั้งเศษผักและผลไม้ที่พบมากซึ่งสามารถแยกองค์ประกอบย่อยได้อย่างชัดเจน ได้แก่ เศษใบตอง, เศษข้าวโพดและเศษกิ่งไม้และใบไม้ และพบว่าทั้ง 2 ครั้งมีเศษผักและผลไม้ (ประเภทมีกากน้อย) มากที่สุด โดยเฉลี่ยประมาณ 50 % โดยน้ำหนักเปียก รองลงมาเป็นเศษผักและผลไม้ (ประเภทมีกากมาก) เฉลี่ยร้อยละ 34 โดยน้ำหนักเปียก เศษใบตอง, เศษกิ่งไม้และเศษข้าวโพด พบในปริมาณที่ใกล้เคียงกันเฉลี่ยอยู่ในช่วง1.6-1.9 %โดยน้ำหนักเปียก เศษอาหารและเนื้อสัตว์พบในปริมาณน้อยที่สุดและพบเฉพาะการสุ่มตัวอย่างครั้งที่ 2 เท่านั้น นอกจากนี้มีมูลฝอยประเภทไม่สามารถย่อยสลายได้ โดยพบว่า ทั้ง 2 ครั้งมีปริมาณน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับองค์ประกอบมูลฝอยที่ย่อยสลายได้และมีค่าใกล้เคียงกัน มีค่าเฉลี่ยน้อยกว่า 2.9 % โดยน้ำหนักเปียก ทั้งนี้ทั้ง 2 ครั้งมีปริมาณพลาสติกประเภทบรรจุภัณฑ์มากที่สุด เฉลี่ยประมาณ 2.4 % โดยน้ำหนักเปียก รองลงมาเป็นพลาสติกประเภทเชือกมัดของ, เศษเปลือกกุ้งและเศษกระดูก มีปริมาณเฉลี่ยใกล้เคียงกัน ประมาณ 0.09 % โดยน้ำหนักเปียก สำหรับเศษกระดูกและเศษเปลือกกุ้งพบเฉพาะการสุ่มตัวอย่างครั้งแรกเท่านั้น ส่วนเศษยางและเศษผ้า พบในปริมาณเท่ากัน เฉลี่ยประมาณ 0.02 % โดยน้ำหนักเปียก รวมทั้งองค์ประกอบมูลฝอยที่ไม่สามารถย่อยสลายได้อื่นๆ ได้แก่ โฟมและโลหะ พบเพียงเล็กน้อยและพบเฉพาะการสุ่มตัวอย่างครั้งที่ 2 ดังรายละเอียดภาพประกอบ 20และ21

จากผลการศึกษาองค์ประกอบของมูลฝอยจากตลาดสด ทั้ง 2 ครั้ง พบว่าไม่แตกต่างกันและแสดงให้เห็นว่ามีปริมาณมูลฝอยประเภทสารอินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายได้มีปริมาณมากที่สุด โดยเฉพาะมูลฝอยประเภทเศษผักและผลไม้ประเภทมีกากน้อยที่มีปริมาณมากที่สุด มูลฝอยส่วนนี้สามารถย่อยสลายได้อย่างรวดเร็วและมีความชื้นสูง ส่วนมูลฝอยประเภทเศษผักและผลไม้ประเภทมีกากมากก็มีปริมาณมากเช่นเดียวกัน มูลฝอยส่วนนี้มีระยะเวลาการย่อยสลายนานกว่ามูลฝอยประเภทเศษผักและผลไม้ประเภทกากน้อย และเมื่อนำไปใส่ในกองปุ๋ยหมักโครงสร้างของกากที่แข็งและมีไฟเบอร์มากอาจมีประโยชน์ในด้านการเป็น amendmentได้เป็นอย่างดีในกองปุ๋ย

เป็นการเพิ่มพื้นที่การระบายอากาศ และทำให้กองปุ๋ยมีลักษณะคงรูปซึ่งสามารถเพิ่มปริมาณการย่อยสลายสารอินทรีย์ได้เป็นอย่างดี (Haug, 1980)

สำหรับความหนาแน่นมูลฝอยจากตลาดสดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 297.40 กก./ลบ.ม. ซึ่งมีค่าสูงกว่าความหนาแน่นมูลฝอยชุมชนจากเทศบาลนครหาดใหญ่ (คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2539) และความหนาแน่นมูลฝอยจากตลาดสดของเทศบาลเมืองสงขลา (บริษัทสยามกรุ๊ป จำกัด, 2540) โดยมีค่าเท่ากับ 284.67 กก./ลบ.ม. และ 243.30 กก./ลบ.ม. ตามลำดับ



ภาพประกอบ 20 คุณสมบัติทางกายภาพมูลฝอยจากตลาดสดของเทศบาลนครหาดใหญ่

ก

ข

ค

ง

จ

ก. ประเภทเศษผัก และเศษผลไม้

ข. ประเภทเศษใบไม้และกิ่งไม้

ค. ประเภทเศษกระดาษ

ง. ประเภทพลาสติก

จ. ประเภทกระดูก, ยางรัดและโลหะ

ภาพประกอบ 21 องค์ประกอบมูลฝอยแต่ละประเภทจากการสุ่มตัวอย่างบริเวณตลาดสดพลาซ่า2, 3 และตลาดหมอถัด

ตาราง 8 แสดงปริมาณความชื้นขององค์ประกอบมูลฝอยจำแนกแต่ละประเภทบริเวณตลาดสดเทศบาลนครหาดใหญ่

องค์ประกอบมูลฝอย	ปริมาณความชื้น (ร้อยละโดยน้ำหนักเปียก)		
	ครั้งที่ 1 (กรกฎาคม 2543)	ครั้งที่ 2 (ธันวาคม 2543)	ปริมาณความชื้นเฉลี่ย
1. มูลฝอยที่สามารถย่อยสลายได้			
1.1 เศษใบตอง	71.17	82.23	76.70
1.2 เศษผักและผลไม้ (มีกากมาก)	78.57	66.56	72.57
1.3 เศษผักและผลไม้ (มีกากน้อย)	80.56	83.26	81.91
1.4 เศษเปลือกข้าวโพด	-	75.30	-
1.5 เศษอาหารและเนื้อสัตว์	-	50.00	-
1.6 เศษใบไม้และกิ่งไม้	85.79	-	-
1.7 เศษกระดาษ	51.28	63.19	57.24
2. มูลฝอยที่ไม่สามารถย่อยสลายได้			
2.1 เศษกระดูก	48.63	-	-
2.2 พลาสติกประเภทบรรจุภัณฑ์	50.62	47.78	49.20
2.3 พลาสติกประเภทเชือกหรือที่มัดของ	21.43	20.00	20.72
2.4 ยาง	23.33	11.11	17.22
2.5 เศษเปลือกกุ้ง	73.57	-	-
2.6 เศษผ้า	12.50	-	-
2.7 โลหะ	-	11.11	-
2.8 โฟม	-	11.11	-

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พบองค์ประกอบมูลฝอยและไม่นำมาคิดค่าปริมาณความชื้นเฉลี่ย

จากตาราง 8 จะเห็นได้ว่า ปริมาณความชื้นขององค์ประกอบมูลฝอยประเภทย่อยสลายได้ และองค์ประกอบมูลฝอยที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ มีความแตกต่างกันกันมาก กล่าวคือ มูลฝอยที่สามารถย่อยสลายได้มีปริมาณความชื้นสูงกว่ามูลฝอยที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ ซึ่งมูลฝอยที่สามารถย่อยสลายได้ส่วนมากเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีปริมาณความชื้นสูง โดยเฉพาะเศษผักและผลไม้ ที่มีโครงสร้างของเสียเนื้อละเอียดมีปริมาณความชื้นเฉลี่ยมากที่สุด

มากกว่า 80 % โดยน้ำหนักเปียก ส่วนองค์ประกอบมูลฝอยที่สามารถย่อยสลายได้ ส่วนที่เหลือมีปริมาณความชื้นเฉลี่ยอยู่ในช่วงประมาณ 57-77 % wet wt. นอกจากนี้องค์ประกอบมูลฝอยที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ ส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่า 21 % โดยน้ำหนักเปียก ยกเว้น พลาสติกประเภทบรรจุภัณฑ์มีปริมาณความชื้นสูงที่สุดแต่มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า 50 % โดยน้ำหนักเปียก

หากพิจารณาเปรียบเทียบปริมาณความชื้นของมูลฝอยที่สามารถย่อยสลายได้ที่มีค่าสูงกว่าองค์ประกอบมูลฝอยที่ไม่สามารถย่อยสลายได้มากพอสมควร ข้อมูลเหล่านี้แสดงว่าองค์ประกอบมูลฝอยที่ย่อยสลายได้ซึ่งมีสารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบหลัก มีปริมาณน้ำอยู่ในตัวของมูลฝอยมากดังที่อดิศักดิ์ ทองไข่มุกต์และคณะ (ม.ป.ป.) กล่าวเพิ่มเติม คือปริมาณน้ำที่อยู่ภายในตัวของมูลฝอย เช่นในพืชผักและเศษอาหาร มีประมาณ 1/2 หรือ 2/3 ของปริมาณน้ำทั้งหมด ส่วนที่เหลือเป็นน้ำที่ติดอยู่ภายนอก เช่น น้ำฝน น้ำที่ออกมาจากเศษอาหาร ซึ่งมีประมาณ 1/3 หรือ 1/2 ของปริมาณน้ำทั้งหมด ดังนั้น จากองค์ประกอบส่วนใหญ่ของมูลฝอยจากตลาดสดที่มีมูลฝอยประเภทสามารถย่อยสลายได้มากโดยเฉพาะเศษผักและผลไม้และองค์ประกอบของมูลฝอยส่วนนี้ยังมีปริมาณความชื้นมากที่สุด จึงทำให้มูลฝอยจากตลาดสดมีศักยภาพสูงต่อการนำมากำจัดโดยวิธีการหมักทำปุ๋ย อนึ่ง มูลฝอยจากตลาดสดมีองค์ประกอบประเภทย่อยสลายได้อยู่ในปริมาณมากและมีความชื้นสูงจำเป็นต้องมีการวางแผนการเก็บรวบรวมมูลฝอย การเก็บขนมูลฝอยที่เหมาะสมเพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตามมา

ตาราง 9 แสดงคุณสมบัติทางเคมีของมูลฝอยจากตลาดสดในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่

ครั้งที่	คุณสมบัติทางเคมีของมูลฝอยจากตลาดสด					
	ปริมาณความชื้น (% wet wt)	ปริมาณเถ้า (% dry wt.)	ปริมาณไนโตรเจน (%dry wt.)	ปริมาณฟอสฟอรัส (%dry wt.)	ปริมาณโพแทสเซียม (%dry wt.)	อัตราส่วน C:N
1 กรกฎาคม 2543	79.51	9.55	2.60	0.65	2.76	19:1
2 ธันวาคม 2543	80.19	8.17	1.40	0.73	2.83	36:1
ค่าเฉลี่ย	**78.85**	**8.86**	**2.00**	**0.69**	**2.80**	**28 : 1**

สำหรับคุณสมบัติทางเคมีของมูลฝอยจากตลาดสดซึ่งทำการสุ่มจำนวน 2 ครั้งในเดือนกรกฎาคมและธันวาคม 2543 ปรากฏว่า ผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ทั้ง 2 ครั้งเฉลี่ยประมาณ 78 %wet wt. ซึ่งไม่มีความแตกต่างกัน ปริมาณเถ้าต่ำกว่า 10 %dry wt. ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสมีปริมาณน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณไนโตรเจนและโพแทสเซียมโดยมีปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ 0.69 %dry wt. ส่วนปริมาณไนโตรเจนและโพแทสเซียมเฉลี่ยเท่ากับ 2.00และ2.80 %dry wt. ตามลำดับ และอัตราส่วน C : Nมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28 :1 ซึ่งมีค่าในช่วงที่เหมาะสมต่อการหมักทำปุ๋ย (ค่าC : N ที่เหมาะสมกับการทำปุ๋ยหมักอยู่ในช่วง 20-40 (Polprasert, 1989))

3. คุณสมบัติทางเคมีของตัวอย่างกากขี้แป้ง

จากการเก็บตัวอย่างกากขี้แป้งจากโรงงานผลิตน้ำยางข้นในจังหวัดสงขลา ในเดือนสิงหาคมและพฤศจิกายน พ.ศ. 2543 จำนวน 2 ครั้ง (ตากให้แห้งและบดให้ละเอียด) ซึ่งกากขี้แป้งส่วนหนึ่งนำมาศึกษาคุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ ปริมาณไนโตรเจน, ปริมาณฟอสฟอรัส, ปริมาณโพแทสเซียม, ปริมาณของแข็งระเหย, ปริมาณความชื้นและปริมาณเถ้า ดังผลการศึกษาแสดงในตาราง 10 และส่วนกากขี้แป้งที่เหลือนำมาเป็นวัสดุผสมกับมูลฝอยจากตลาดสดเพื่อทำปุ๋ยหมักตามเงื่อนไขดังตาราง 2

ตาราง 10 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของกากขี้แป้ง

คุณสมบัติทางเคมี	**ปริมาณ** (% dry wt.)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	**ค่าเฉลี่ย**	SD.
ปริมาณไนโตรเจน	1.82	2.12	1.97	0.15
ปริมาณฟอสฟอรัส	37.16	44.03	40.60	3.44
ปริมาณโพแทสเซียม	1.49	0.94	1.22	0.28
ปริมาณของแข็งระเหย	33.33	44.44	38.88	5.56
ปริมาณเถ้า	66.67	55.56	61.12	5.56
ปริมาณความชื้น*	-	67.64	-	-

หมายเหตุ SD. หมายถึง standard deviation

\- " ไม่มีการวิเคราะห์และไม่นำมาคำนวณค่าทางสถิติ

* " ปริมาณความชื้นมีหน่วย % wet wt.

จากตาราง 10 พบว่าคุณสมบัติของกากขี้แป้งมีปริมาณธาตุอาหารหลักครบตามที่พืชใช้ในการเจริญเติบโต ซึ่งพบว่ามีปริมาณฟอสฟอรัสมากที่สุด เฉลี่ย เท่ากับ 40 % (dry wt.) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาปริมาณธาตุอาหารหลักของกากขี้แป้งที่ศึกษาโดย วราศรี เถกประสิทธิ์ (2543) พบว่ามีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม อยู่ในช่วง 2.06-2.14, 19.6-21.6 และ1.8-2.1 % ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณฟอสฟอรัสมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณไนโตรเจน และโพแทสเซียม เช่นเดียวกับผลการศึกษาของผู้วิจัย ส่วนปริมาณไนโตรเจน และโพแทสเซียม เฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.00-2.00 %dry wt. สำหรับปริมาณของแข็งระเหยเฉลี่ยมีมากกว่า 35 % dry wt. และปริมาณเถ้าเฉลี่ยมีมากกว่า 50 %dry wt. จากคุณสมบัติทางเคมีข้างต้น สามารถนำกากขี้แป้งไปใช้ในการบำรุงต้นไม้หรือนำไปเป็นส่วนผสมกับวัสดุอื่นๆ ในการเพิ่มปริมาณธาตุอาหาร เพื่อใช้ทำปุ๋ยหมักต่อไป

4. การทดลองหมักทำปุ๋ยของมูลฝอยจากตลาดสดในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่

การหมักทำปุ๋ยของมูลฝอยจากตลาดสด ใช้วิธีการหมักโดยใช้หลักการของ windrow composting ซึ่ง แบ่งออกเป็น 8 ชุดการทดลองและมีเงื่อนไขการหมักตามตาราง 2 ทั้งนี้ ใช้ระยะเวลาการหมัก 2 เดือน (25 ก.พ. – 25 เม.ย. 2544) ซึ่งระหว่างการทดลองมีการควบคุมปริมาณความชื้นให้อยู่ในค่าประมาณ 50–60 % สำหรับการเกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์และติดตามการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในกองปุ๋ยหมักดังพารามิเตอร์และช่วงเวลาในการวิเคราะห์ตามตาราง 3 ซึ่งผลการวิเคราะห์ได้แสดงรายละเอียด แบ่งตามหัวข้อต่างๆ ดังต่อไปนี้

4.1 อุณหภูมิ

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักที่ระดับความลึก 30 50 และ 70 % จากระดับผิวบนของวัสดุในกองหมักทำปุ๋ย จำนวน 3 จุด แสดงดังภาพประกอบผนวก 1 ทุกชุดการทดลอง ณ ระดับความลึก 50 % ซึ่งเป็นจุดกึ่งกลางของกองมีอุณหภูมิสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับระดับความลึก 30 %และ 70 % ซึ่งอยู่ด้านข้างจากจุดกึ่งกลางตามแนวเส้นทะแยงมุมของกองปุ๋ย ณ ช่วง Thermophilic phase (อุณหภูมิมากกว่า 40 องศาเซลเซียส) ระดับความลึก 50 % มีอุณหภูมิสูงกว่าระดับ 30 % และ 70 % อย่างชัดเจน

เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามระดับความลึกภายในกองปุ๋ยเรียงตามลำดับจากจุดที่อุณหภูมิสูงไปยังอุณหภูมิต่ำ พบว่า ระดับ 50 % มีอุณหภูมิสูงที่สุด ระดับ 70 % รองลงมา และระดับ 30 % มีอุณหภูมิต่ำที่สุด และที่ระยะเวลาการหมักมากกว่า 42 วัน อุณหภูมิเฉลี่ยของชุดการทดลองส่วนใหญ่เริ่มคงที่ และระดับอุณหภูมิตามระดับความลึกทั้ง 3 จุด มีค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจากระยะการหมักมากกว่า 42 วัน ปฏิกิริยาการหมักเริ่มเข้าสู่ระยะสิ้นสุดของปฏิกิริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์

การทดลองครั้งนี้ มีข้อสังเกตว่าอุณหภูมิช่วงเริ่มต้นการหมักมีค่าสูงกว่า 40 องศาเซลเซียสซึ่งเหมือนกันทุกชุดการทดลองและเข้าสู่ thermophilic phase (อุณหภูมิมากกว่า 40 องศาเซลเซียส) อย่างรวดเร็ว ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากมีการเปลี่ยนแปลงสภาพของมูลฝอย ที่เก็บรวบรวมจากตลาดสดโดยปฏิกิริยาการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในธรรมชาติไปบ้างแล้ว ก่อนที่จะนำมาใช้ในการหมักทดลอง จึงทำให้ผลการวัดอุณหภูมิที่อยู่ในช่วง mesophilic phase ปรากฏไม่ชัดเจน

ระดับอุณหภูมิช่วงเริ่มต้นการหมักทำปุ๋ย ทั้ง 8 ชุดการทดลองมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตลอดการหมักในทิศทางเดียวกัน ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเริ่มต้นทุกชุดการทดลองอยู่ในช่วง 41.7-67.7 องศาเซลเซียส ซึ่งชุดการทดลอง T6 มีกากขี้แป้งผสมน้อยที่สุด และชุดการทดลอง T8 มูลฝอยรวมและไม่มีการพลิกกลับกอง มีอุณหภูมิเริ่มต้นการหมักสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ยเท่ากับ 67.7และ41.7 องศาเซลเซียสตามลำดับ อุณหภูมิภายในกองหมักเพิ่มสูงขึ้นในช่วง 4 วันแรกของการหมัก ชุดการทดลองส่วนใหญ่มีอุณหภูมิสูงที่สุดมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 62.70-75.20 องศาเซลเซียส ซึ่งชุดการทดลอง T6 เป็นมูลฝอยคัดแยกและผสมกากขี้แป้ง สัดส่วนของกากขี้แป้งและปุ๋ยเท่ากับ 0.5 : 1.0 มีอุณหภูมิสูงที่สุด เท่ากับ 75.20 องศาเซลเซียส ยกเว้นชุดการทดลองที่ 8 เป็นมูลฝอยไม่มีการคัดแยกและไม่พลิกกลับกอง มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นสูงสุดในช่วงสัปดาห์แรกเท่ากับ 68.80 องศาเซลเซียส และมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิยาวนานที่สุด

หลังจาก ระยะ Thermophilic phase (อุณหภูมิมากกว่า 40 องศาเซลเซียส) ทุกชุดการทดลองเริ่มมีอุณหภูมิต่ำลงเรื่อยๆ ซึ่งเรียกว่า Cooling phase หรือ Maturation phaseโดยชุดการทดลองทั้งที่มีส่วนผสมของกากขี้แป้งและชุดการทดลองที่ไม่มีส่วนผสมของกากขี้แป้ง เมื่อผ่านระยะ Thermophilic phase แล้ว อุณหภูมิเริ่มลดลงและคงที่จนสิ้นสุดการทดลอง โดยชุดการทดลองที่มีการพลิกกลับกอง มีอุณหภูมิในช่วง Thermophilic phase สั้นกว่าชุดการทดลอง T8 ซึ่งไม่มีการพลิกกลับกอง (ภาพประกอบผนวก ก)

สำหรับชุดการทดลอง T4-T7 ซึ่งมีการใส่กากขี้แป้ง พบว่า ระยะเวลาการหมักใน Thermophilic phase ยาวนานกว่า ชุดการทดลองที่มีเฉพาะมูลฝอย ยกเว้นชุดการทดลอง T6 ซึ่งเติมกากขี้แป้งในสัดส่วนน้อยที่สุด (กากขี้แป้ง : ปุ๋ย เท่ากับ 0.5 : 1) มีระยะเวลาในภาวะ Thermophilic phase สั้น เท่ากับชุดการทดลองที่มีเฉพาะมูลฝอย T2 และ T3 และ ชุดการทดลอง T8 (ไม่มีการคัดแยกมูลฝอยและไม่พลิกกลับกอง) อุณหภูมิเริ่มคงที่และลดต่ำกว่า 40 องศาเซลเซียส ใช้เวลานานที่สุด ประมาณ 40 วัน รวมทั้งอยู่ใน Thermophilic phase นานที่สุด

จากผลอุณหภูมิทั้งหมดที่ศึกษาได้ ใน 8 ชุดการทดลอง ทำให้สรุปได้ว่า การพลิกกลับกองปุ๋ยหมัก มีผลต่ออุณหภูมิในกองปุ๋ย โดยใช้ระยะเวลาที่อยู่ใน Thermophilic phase (อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส) สั้นกว่าในกรณีไม่มีการพลิกกลับกอง ทั้งนี้เนื่องจาก การพลิกกลับกองเป็นการระบายความร้อนภายในกองปุ๋ย นอกจากนี้ การเติมปุ๋ยเพื่อเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในอัตราส่วนมากที่สุดคือ ชุดการทดลอง T7 พบว่า ไม่มีผลช่วยเร่งปฏิกิริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์ภายในกองให้เร็วขึ้นมากนัก แต่การสับมูลฝอย และการเติมกากขี้แป้งในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตลอดการทดลองเล็กน้อย โดยพบว่า ชุดการทดลองที่มีการเติมกาก

ขี้แป้งปริมาณน้อยที่สุด จะมีช่วงอุณหภูมิมากกว่า 40 องศาเซลเซียส สั้นกว่าชุดการทดลองที่เติมกากขี้แป้งในปริมาณมากกว่า ดังตาราง 11 แสดงข้อมูลสรุปการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

ตาราง 11 แสดงค่าอุณหภูมิเริ่มต้นและสิ้นสุด ค่าอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และระยะเวลาที่อยู่ใน thermophilic phase (> 40 องศาเซลเซียส) จากการทดลองทำปุ๋ยหมักของมูลฝอยจากตลาดสดระหว่างวันที่ 25 ก.พ. –25 เม.ย. 2544 จำนวน 8 ชุดการทดลอง

ชุดการทดลอง	วัสดุการทดลอง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)				จำนวนวัน	
		เริ่มต้น วันที่ 1	**สิ้นสุด** วันที่ 59 ของการทดลอง	**ค่าสูงสุด-ต่ำสุด**	**ค่าเฉลี่ย**	* > 40 องศาเซลเซียส	** ลดลงต่ำกว่า 40 องศาเซลเซียส
T 1	**มูลฝอยรวมและปุ๋ยหมัก**	56.3	28.0	62.70-28.00	39.42	19	20
T 2	**มูลฝอยคัดแยกและปุ๋ยหมัก**	50.3	26.7	72.20-26.30	40.44	18	19
T 3	**มูลฝอยคัดแยกและตัดและปุ๋ยหมัก**	63.7	27.0	70.30-26.30	41.22	18	19
T 4	**มูลฝอย(คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 1 : 1**	60.0	28.7	70.00-28.70	42.28	23	24
T 5	**มูลฝอย(คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 2 : 1**	49.7	26.7	70.50-26.30	42.83	27	28
T 6	**มูลฝอย (คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 0.5 : 1**	67.7	26.0	75.20-25.30	39.69	18	19
T 7	**มูลฝอย (คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 1 : 3**	53.7	26.0	73.00-26.00	42.36	27	28
T 8	**มูลฝอยรวมและปุ๋ยหมัก**	41.7	31.3	68.80-29.00	45.98	39	40

หมายเหตุ อุณหภูมิเริ่มต้นและสิ้นสุดของแต่ละชุดการทดลองคำนวณจากค่าเฉลี่ยอุณหภูมิภายในกองปุ๋ย จำนวน 3 จุด ที่ตรวจวัดในกองปุ๋ย

* ระยะเวลาที่อยู่ใน thermophilic phase (> 40 องศาเซลเซียส)

** เวลาที่อุณหภูมิเริ่มลดลงจาก Thermophilic phase (น้อยกว่า 40 องซาเซลเซียส) จนสิ้นสุดการทดลอง

ชุดการทดลอง T1-T7 มีการพลิกกลับกอง สัปดาห์ละ 1 ครั้ง

ชุดการทดลอง T8 ไม่มีการพลิกกลับกอง

4.2 ปริมาณความชื้น

กิจกรรมการย่อยสลายของจุลินทรีย์มีความต้องการน้ำในการเคลื่อนย้ายสารอาหารเข้าสู่เซลล์ของจุลินทรีย์เพื่อสร้างเซลล์ใหม่และเพิ่มจำนวนเซลล์ และกิจกรรมการย่อยสลายจะเกิดความร้อนขึ้นภายในกองสามารถวัดได้จากอุณหภูมิที่สูงขึ้น แสดงว่าเมื่ออุณภูมิสูงขึ้นจะมีการสูญเสียความชื้นในกองปุ๋ยเพิ่มขึ้น

การทดลองครั้งนี้มีการควบคุมปริมาณความชื้นให้อยู่ในช่วง 50-60% ซึ่งเป็นค่าที่เหมาะสมต่อการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์และทำให้อัตราการย่อยสลายเกิดสูงสุด (ชาติ เจียมไชยศรี, 2542 ; Poincelot, 1974 และ Suler and Finstein, 1977) โดยควบคุมในช่วงวันแรกถึงช่วงที่กองมูลฝอยมีค่าอุณหภูมิในช่วงมากกว่า 40 องศาเซลเซียส และมีการเติมน้ำเพิ่มให้กับกองมูลฝอยเป็นครั้งคราว เพื่อรักษาค่าความชื้นให้ไม่ต่ำกว่า 20 % (ความชื้นน้อยกว่า 20 % มีผลต่อการยับยั้งการทำงานของสิ่งมีชีวิต) ความชื้นมีความสัมพันธ์กับระดับออกซิเจนและระดับอุณหภูมิในการหมักทำปุ๋ย ซึ่งหากน้ำมีการสะสมมากเกินกว่าการระเหยออก การถ่ายเทของปริมาณออกซิเจนจะถูกยับยั้งและเกิดภาวะไร้อากาศแทน (Gray et al., 1971) โดยจะเกิดขึ้นเมื่อระดับความชื้นประมาณ 65 % (Rynk et al., 1992)

จากการศึกษา ช่วงสัปดาห์แรกของการหมัก ชุดการทดลองส่วนใหญ่สามารถควบคุมความชื้นได้มากกว่า 50 % ยกเว้นชุดการทดลอง T2 มูลฝอยมีการคัดแยก และชุดการทดลอง T8 มูลฝอยรวมไม่มีการพลิกกลับกอง ระดับความชื้นลดลงอย่างรวดเร็วมีค่าประมาณ 40 % และเมื่อเข้าสู่ในช่วง cooling phase ระดับอุณหภูมิในกองเริ่มลดลง การควบคุมความชื้นในช่วงนี้ ทุกชุดการทดลองอยู่ระหว่าง 40-50 % และที่ระยะเวลาหมักมากกว่า 45-50 วัน ชุดการทดลองส่วนใหญ่มีความชื้นลดลงต่ำกว่า 30 % จนสิ้นสุดการทดลอง ยกเว้นชุดการทดลอง T5 มีส่วนผสมของกากขี้แป้งมากที่สุด ชุดการทดลอง T7 มีส่วนผสมของกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 1 : 3 และชุดการทดลอง T8 มูลฝอยรวมและไม่มีการพลิกกลับกอง มีปริมาณความชื้น สูงกว่า 30 % wet wt. จนสิ้นสุดการทดลอง ส่วนชุดการทดลอง T6 มีส่วนผสมของกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 0.5 : 1 ความชื้นเริ่มลดลงอย่างรวดเร็วที่ระยะเวลาหมักประมาณ 45 วัน และมีค่าความชื้นโดยเฉลี่ยตลอดเวลาการหมักน้อยกว่ากองอื่นๆ

การทดลองครั้งนี้ มีการรดน้ำเพื่อควบคุมปริมาณความชื้น 50-60 % ซึ่งชุดการทดลอง T1 และ T8 เป็นมูลฝอยรวมมีการเติมน้ำในกองปุ๋ยหมักน้อยที่สุด จำนวน 4และ3 ครั้งตามลำดับ ซึ่งชุดการทดลอง T8 ไม่มีการพลิกกลับกองมีการเติมน้ำน้อยที่สุด ส่วนชุดการทดลองที่มีการ

คัดแยกมูลฝอยทั้งที่มีการผสมกากขี้แป้งและไม่มีการผสมกากขี้แป้งมีการเติมน้ำนับจำนวนครั้งใกล้เคียงกันคือ จำนวน 5-7 ครั้ง ดังตาราง 12

จากการทดลองครั้งนี้มีข้อสังเกตเพิ่มเติม คือ ตำแหน่งการวางชุดการทดลอง ด้านที่สัมผัสกับแสงแดดนาน อาจจะมีผลต่อปริมาณความชื้นในกองปุ๋ยกล่าวคือ ชุดการทดลอง T6 และ T2 วางในตำแหน่งชุดแรกของหัวแถวของการวางชุดทดลอง ซึ่งเป็นด้านที่รับแสงอาทิตย์ในช่วงหลังเที่ยง จึงทำให้ทั้ง 2 ชุดการทดลองมีความชื้นเฉลี่ยตลอดการหมักทำปุ๋ยน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองอื่นๆ อีกทั้งมีความชื้นลดลงอย่างรวดเร็ว

ตาราง 12 แสดงปริมาณความชื้นเริ่มต้นและสิ้นสุด ค่าสูงสุด-ต่ำสุด ค่าเฉลี่ยและจำนวนครั้งที่เติมน้ำ จากการทดลองทำปุ๋ยหมักของมูลฝอยจากตลาดสดระหว่างวันที่ 25 ก.พ.– 25 เม.ย. 2544 จำนวน 8 ชุดการทดลอง

ชุดการทดลอง	วัสดุการทดลอง	ปริมาณความชื้น (%wet wt.)				*การเติมน้ำ
		เริ่มต้น	สิ้นสุด	ค่าสูงสุด-ต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ครั้ง
T 1	มูลฝอยรวมและปุ๋ยหมัก	73.8	25.5	73.80-25.40	47.52	4
T 2	มูลฝอยคัดแยกและปุ๋ยหมัก	73.7	36.7	73.70-23.40	37.26	7
T 3	มูลฝอยคัดแยก,ตัดและปุ๋ยหมัก	72.9	29.9	72.90-27.50	43.28	6
T 4	มูลฝอย(คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 1 : 1	77.8	15.2	77.80-15.20	41.21	5
T 5	มูลฝอย(คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 2 : 1	70.2	30.2	70.20-30.20	47.97	6
T 6	มูลฝอย (คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 0.5 : 1.5	70.4	25.7	70.40-15.80	35.86	7
T 7	มูลฝอย (คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 1 : 3	71.2	25.8	71.20-25.80	46.38	7
T 8	มูลฝอยรวมและปุ๋ยหมัก	69.5	39.6	69.50-36.20	48.20	3

หมายเหตุ * จำนวนครั้ง ที่มีการเติมน้ำในกองปุ๋ยหมัก เพื่อปรับค่าความชื้น ในช่วง 50-60 % ในช่วงแรกของการหมักและปรับให้ค่าความชื้นไม่น้อยกว่า 20 % ในช่วง cooling phase

ชุดการทดลอง T1-T7 มีการพลิกกลับกอง สัปดาห์ละ 1 ครั้ง

ชุดการทดลอง T8 ไม่มีการพลิกกลับกอง

4.3 ปริมาณของแข็งระเหย

ปริมาณของแข็งระเหย เริ่มต้นการหมักทำปุ๋ยของชุดการทดลองส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วง 61-71 %dry wt. ยกเว้นชุดการทดลอง T1 และ T8 ซึ่งเป็นมูลฝอยรวม มีปริมาณของแข็งระเหยเริ่มต้นสูงกว่าชุดการทดลองที่มีการคัดแยกมูลฝอยและมีกากขี้แป้งผสม ซึ่งมีค่ามากกว่า 79 %dry wt. การเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งระเหยมีความสัมพันธ์กับระดับอุณหภูมิ กล่าวคือ ในช่วงระยะ thermophilic phase ช่วงแรกของการหมัก ชุดการทดลองส่วนใหญ่ มีปริมาณของแข็งระเหยลดลงอย่างรวดเร็ว มีค่าอยู่ในช่วง 40-50 %dry wt. จากนั้นปริมาณของแข็งระเหยเริ่มลดลงเรื่อยๆและเริ่มคงที่ จนสิ้นสุดการทดลอง

ชุดการทดลองที่ไม่มีการคัดแยกมูลฝอยและไม่พลิกกลับกอง (ชุดการทดลอง T8) มีปริมาณของแข็งระเหยลดลงและเริ่มคงที่ ใช้เวลานานกว่าชุดการทดลองที่มีการคัดแยกมูลฝอยและพลิกกลับกอง และชุดการทดลองที่มีการเติมกากขี้แป้งผสมกับปุ๋ยหมัก อัตราส่วน 0.5 :1 (ชุดการทดลอง T6) มีปริมาณของแข็งระเหยลดลงและเริ่มคงที่ใช้เวลาน้อยกว่าชุดการทดลองที่มีกากขี้แป้ง ในอัตราส่วนมากกว่า (ชุดการทดลอง T4 T5 และ T7) และใกล้เคียงกับชุดการทดลองที่ไม่มีการเติมกากขี้แป้ง (ชุดการทดลอง T1, T2 และT3) ซึ่งปริมาณของแข็งระเหยลดลงและเริ่มคงที่ของชุดการทดลองส่วนใหญ่ ปรากฏใน thermophilic phase ดังภาพประกอบผนวก ข และตาราง 13

ตาราง 13 แสดงปริมาณของแข็งระเหยเริ่มต้นและสิ้นสุด ค่าสูงสุด-ต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และจำนวนวันที่ลดลงและเริ่มคงที่ จากการทดลองทำปุ๋ยหมักของมูลฝอยจากตลาดสด ระหว่างวันที่ 25 ก.พ. –25 เม.ย. 2544 จำนวน 8 ชุดการทดลอง

ชุดการทดลอง	วัสดุการทดลอง	ปริมาณของแข็งระเหย (%dry wt.)				*จำนวนวัน
		เริ่มต้น	สิ้นสุด	ค่าสูงสุด-ต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	
T 1	มูลฝอยรวมและปุ๋ยหมัก	78.6	37.1	78.60-37.10	47.27	16
T 2	มูลฝอยคัดแยกและปุ๋ยหมัก	65.7	41.6	87.00-30.20	43.25	14
T 3	มูลฝอยคัดแยก,ตัดและปุ๋ยหมัก	65.5	49.6	86.60-35.80	45.36	16
T 4	มูลฝอย(คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 1 : 1	70.8	48.6	70.80-35.20	45.71	28
T 5	มูลฝอย(คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 2 : 1	63.4	46.1	67.30-31.40	43.74	21
T 6	มูลฝอย (คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 0.5 : 1.5	66.2	41.5	75.60-29.40	45.19	11
T 7	มูลฝอย (คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 1 : 3	60.8	41.0	65.50-34.50	44.13	21
T 8	มูลฝอยรวมและปุ๋ยหมัก	87.8	38.3	87.80-30.00	41.79	30

หมายเหตุ * จำนวนวันที่ปริมาณของแข็งระเหยลดลงและเริ่มคงที่

ชุดการทดลอง T1-T7 มีการพลิกกลับกอง สัปดาห์ละ 1 ครั้ง

ชุดการทดลอง T8 ไม่มีการพลิกกลับกอง

4.4 ปริมาณเถ้า

การทดลองครั้งนี้ทุกชุดการทดลองปริมาณเถ้ามีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในลักษณะคล้ายคลึงกัน คือ ปริมาณเถ้าเริ่มมีค่าคงที่จนสิ้นสุดการทดลองที่ระยะเวลาการหมักมากกว่า 11 – 30 วัน ซึ่งผลของปริมาณเถ้าตรงกันข้ามกับปริมาณของแข็งระเหย กล่าวคือ ชุดการทดลองที่ไม่มีการคัดแยกมูลฝอยและไม่พลิกกลับกอง มีปริมาณเถ้าเพิ่มขึ้นและเริ่มคงที่ใช้เวลายาวนานที่สุดประมาณ 30 วัน ตรงข้ามกับชุดการทดลองที่มีการคัดแยกมูลฝอย (T1 , T2 และ T3)และมีการเติมกากขี้แป้ง T6 อัตราส่วนกากขี้แป้งกับมูลฝอย เท่ากับ 0.5 : 1 ใช้เวลาน้อยกว่า ชุดการที่ไม่มีการพลิกกลับกอง T8 และ มีการเติมกากขี้แป้งในสัดส่วนที่มากกว่า (ชุดการทดลอง T4 ,T5 และT7)

เมื่อพิจารณาเฉพาะชุดการทดลองที่มีกากขี้แป้งเป็นส่วนผสม (T4-T7) พบว่า ชุดการทดลอง T6 มีอัตราส่วนผสมระหว่างกากขี้แป้งและปุ๋ย เท่ากับ 0.5 : 1 มีปริมาณเถ้าเพิ่มขึ้นและเริ่มคงที่ใช้เวลาสั้นที่สุด และการเติมปุ๋ยหมักในปริมาณที่มากที่สุดของชุดการทดลอง T7 อัตราส่วนผสมของกากขี้แป้งและปุ๋ยหมัก เท่ากับ 1 : 3 มีระยะเวลาการเพิ่มขึ้นและเริ่มคงที่ของปริมาณเถ้าเท่ากับชุดการทดลองที่มีการเติมกากขี้แป้งมากที่สุด (อัตราส่วนกากขี้แป้งกับปุ๋ย เท่ากับ 2 : 1) ทั้งนี้ ชุดการทดลองที่มีการคัดแยกมูลฝอยทั้งมีการสับและไม่สับมูลฝอยมีระยะเวลาการเพิ่มขึ้นของปริมาณเถ้าใกล้เคียงกันอยู่ในช่วงประมาณ 14 -16 วัน ดังแสดงในตาราง 14 และภาพประกอบผนวก ข

ตาราง 14 แสดงปริมาณเถ้าเริ่มต้นและสิ้นสุด ค่าสูงสุด-ต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และจำนวนวันที่ปริมาณเถ้าเพิ่มขึ้นและเริ่มคงที่ จากการทดลองทำปุ๋ยหมักของมูลฝอยจากตลาดสดระหว่างวันที่ 25 ก.พ. –25 เม.ย. 2544 จำนวน 8 ชุดการทดลอง

ชุดการทดลอง	วัสดุการทดลอง	ปริมาณเถ้า (%dry wt.)				*จำนวนวัน
		เริ่มต้น	สิ้นสุด	ค่าสูงสุด-ต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	
T 1	มูลฝอยรวมและปุ๋ยหมัก	21.4	62.9	62.90-21.40	52.73	16
T 2	มูลฝอยคัดแยกและปุ๋ยหมัก	34.3	59.0	69.80-13.05	56.75	14
T 3	มูลฝอยคัดแยก,ตัดและปุ๋ยหมัก	34.5	50.4	64.20-13.40	54.64	16
T 4	มูลฝอย(คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 1 : 1	29.2	51.4	64.80-29.20	54.29	28
T 5	มูลฝอย(คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 2 : 1	36.6	53.9	68.60-32.70	56.26	21
T 6	มูลฝอย (คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 0.5 : 1.5	33.8	58.5	70.60-24.40	54.81	11
T 7	มูลฝอย (คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 1 : 3	39.2	59.0	65.50-34.50	55.87	21
T 8	มูลฝอยรวมและปุ๋ยหมัก	12.2	61.7	70.00-12.20	58.21	30

หมายเหตุ * จำนวนวันที่ปริมาณเถ้าเพิ่มขึ้นและเริ่มคงที่

ชุดการทดลอง T1-T7 มีการพลิกกลับกอง สัปดาห์ละ 1 ครั้ง

ชุดการทดลอง T8 ไม่มีการพลิกกลับกอง

4.5 ความเป็นกรด-ด่าง

ระดับความเป็นกรด-ด่าง ภายในกองปุ๋ยมีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตหรือการทำกิจกรรมของจุลินทรีย์ ช่วง 2-3 วันแรกหรือช่วงเริ่มต้นการหมัก ความเป็นกรด-ด่างจะลดต่ำลงถึง 4.5-5.0 เนื่องจากจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุที่ย่อยสลายได้ง่ายอย่างรวดเร็วและเกิดกรดอินทรีย์บางชนิด และในช่วงหลังของปฏิกิริยาการหมัก ระดับความเป็นกรด-ด่างสูงขึ้น เริ่มเข้าสู่ภาวะเป็นกลาง pH 7 หรือมากกว่า 8.5 จุลินทรีย์โดยเฉพาะแบคทีเรียเริ่มมีบทบาทมากขึ้นและทำให้ปุ๋ยมีศักยภาพในการนำไปใช้ประโยชน์สูง (Gaur, 1980) และ การย่อยสลายเกิดขึ้นมากในช่วงความเป็นกรด-ด่าง ระหว่าง 5.5-9.0 (Rynk et al. , 1992 ; Gray et al. , 1971)

ระดับความเป็นกรด-ด่าง เริ่มต้นการหมักส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 5.34-7.29 ยกเว้นชุดการทดลอง T2 (มูลฝอยคัดแยกและพลิกกลับกอง) มีความเป็นกรด-ด่างต่ำที่สุด เท่ากับ 4.69 และค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นเป็นค่าความเป็นกรด-ด่างที่ต่ำที่สุดของทุกชุดการทดลอง

การทดลองหมักทำปุ๋ยวันที่ 2 ของการหมัก ทุกชุดการทดลองมีค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มเพิ่มสูงขึ้นและช่วงสัปดาห์แรกของการทดลอง ชุดการทดลองที่มีเฉพาะมูลฝอยค่าความเป็นกรด-ด่างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วมากกว่าชุดการทดลองที่มีการเติมกากขี้แป้ง ซึ่งเป็นช่วงที่อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นใน thermophilic phase หลังจากระยะเวลาหมักประมาณ 29-33 วัน ทุกชุดการทดลอง มีระดับความเป็นกรด-ด่างเริ่มคงที่จนสิ้นสุดการทดลอง

สิ้นสุดการทดลอง ความเป็นกรด-ด่างของชุดการทดลองส่วนใหญ่มีค่าประมาณ 8.00 ยกเว้น ชุดการทดลอง T5 และ T7 ที่มีการเติมกากขี้แป้งผสมปุ๋ยหมักเท่ากับ 2 : 1 และ 1 : 3 ตามลำดับ มีระดับความเป็นกรด-ด่าง ประมาณ 7.00 ดังตาราง 15 และภาพประกอบผนวก ข ชุดการทดลอง T4-T7 มีการเติมกากขี้แป้งจะมีแนวโน้มของค่าความเป็นกรด-ด่างเป็นกลาง (ประมาณ 7) มากกว่าชุดการทดลองที่ไม่ได้เติมกากขี้แป้ง

ตาราง 15 แสดงความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นและสิ้นสุด ค่าสูงสุด-ต่ำสุด ค่าเฉลี่ย จำนวนวันที่ความเป็นกรด-ด่างเริ่มคงที่ จากการทดลองทำปุ๋ยหมักของมูลฝอยจากตลาดสด ระหว่างวันที่ 25 ก.พ. –25 เม.ย. 2544 จำนวน 8 ชุดการทดลอง

ชุดการทดลอง	วัสดุการทดลอง	ความเป็นกรด-ด่าง				*จำนวนวัน
		เริ่มต้น	สิ้นสุด	ค่าสูงสุด-ต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	
T 1	มูลฝอยรวมและปุ๋ยหมัก	6.06	7.98	8.97-6.06	8.20	33
T 2	มูลฝอยคัดแยกและปุ๋ยหมัก	4.69	8.16	8.93-4.69	8.15	31
T 3	มูลฝอยคัดแยก,ตัดและปุ๋ยหมัก	5.34	7.94	9.04-5.34	8.19	33
T 4	มูลฝอย(คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 1 : 1	6.87	8.32	9.06-6.87	8.25	31
T 5	มูลฝอย(คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 2 : 1	7.29	7.41	8.96-7.29	8.01	29
T 6	มูลฝอย (คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 0.5 : 1.5	6.75	8.27	8.99-6.75	8.34	31
T 7	มูลฝอย (คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 1 : 3	7.03	7.43	9.10-7.03	8.03	29
T 8	มูลฝอยรวมและปุ๋ยหมัก	5.63	8.10	9.07-5.63	8.28	33

หมายเหตุ *จำนวนวันที่ความเป็นกรด-ด่างเริ่มคงที่
ชุดการทดลอง T1-T7 มีการพลิกกลับกอง สัปดาห์ละ 1 ครั้ง
ชุดการทดลอง T8 ไม่มีการพลิกกลับกอง

4.6 ปริมาณไนโตรเจน

ช่วงเริ่มต้นการทดลองหมักทำปุ๋ยทุกชุดการทดลองมีปริมาณไนโตรเจนอยู่ในช่วง 1.44-2.23 %dry wt. ซึ่งชุดการทดลอง T8 มูลฝอยรวมและไม่มีการพลิกกลับกอง มีปริมาณไนโตรเจนเริ่มต้นต่ำที่สุดเท่ากับ 1.44 %dry wt. การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนในทุกกอง พบว่าคล้ายคลึงกัน คือ มีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจากเริ่มต้นหมัก ข้อมูลตาราง 16 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของชุดการทดลอง T1-T8 ตลอดระยะเวลาการหมัก (2 เดือน) มีค่าในช่วง 1.65-2.64 % dry wt. และมีแนวโน้มว่ากองปุ๋ยที่มีการเติมกากขี้แป้ง (ชุดการทดลอง T4-T7) จะมีค่าเฉลี่ยของไนโตรเจน มากกว่ากองที่ไม่เติมกากขี้แป้งเล็กน้อย ดังตาราง 16

หากเปรียบเทียบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนโตรเจนตลอดการทดลองของทุกชุดการทดลองแสดงดังข้อมูลในตาราง 17 ซึ่งเป็นผลจากการหาความสัมพันธ์รูปสมการเส้นตรง (linear regression) ของข้อมูลที่ได้จากการศึกษาตลอดระยะเวลาการหมักของทุกชุดการทดลอง

ซึ่งพบว่าค่าความชัน a ซึ่งแสดงถึงค่าอัตราส่วนการเปลี่ยนแปลงของไนโตรเจนต่อหน่วยเวลาที่พบในชุดการทดลองที่ใส่กากขี้แป้ง มีแนวโน้มสูงกว่าชุดการทดลองที่ไม่ใส่กากขี้แป้ง ยกเว้นชุดการทดลอง T7 (อัตราส่วนผสมระหว่างกากขี้แป้งกับปุ๋ยหมัก เท่ากับ 1 : 3) ซึ่งเติมกากขี้แป้ง แต่เป็นชุดที่มีการเติมปุ๋ยหมัก (seed) จำนวนมากกว่าชุดการทดลองที่เติมกากขี้แป้งชุดอื่นๆ ซึ่งกลับพบว่าค่าความชันมีค่าต่ำกว่า และเมื่อพิจารณาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณไนโตรเจน พบว่า ชุดการทดลองที่มีการเติมกากขี้แป้งมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมากกว่าชุดการทดลองที่ไม่มีการเติมกากขี้แป้งและมีค่าใกล้เคียงกันเช่นเดียวกับชุดการทดลองที่มีเฉพาะมูลฝอย ยกเว้นชุดที่มีการเติมปุ๋ยหมักมากที่สุด (อัตราส่วนกากขี้แป้งกับปุ๋ยหมัก เท่ากับ 1 :3) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานใกล้เคียงกับชุดการทดลองที่ไม่มีการคัดแยกมูลฝอยและไม่พลิกกลับกอง

ตาราง 16 แสดงปริมาณไนโตรเจนเริ่มต้นและสิ้นสุด ค่าสูงสุด-ต่ำสุด ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงแบนมาตรฐาน จากการทดลองทำปุ๋ยหมักของมูลฝอยจากตลาดสด
ระหว่างวันที่ 25 ก.พ. –25 เม.ย. 2544 จำนวน 8 ชุดการทดลอง

ชุดการทดลอง	วัสดุการทดลอง	ปริมาณไนโตรเจน (%dry wt.)				
		เริ่มต้น	สิ้นสุด	ค่าสูงสุด-ต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	*SD
T 1	มูลฝอยรวมและปุ๋ยหมัก	1.64	2.29	2.47-1.20	2.07	0.32
T 2	มูลฝอยคัดแยกและปุ๋ยหมัก	2.23	2.55	2.67-1.48	2.18	0.35
T 3	มูลฝอยคัดแยก,ตัดและปุ๋ยหมัก	1.62	2.54	2.54-1.54	2.19	0.35
T 4	มูลฝอย(คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 1 : 1	1.65	3.09	3.15-1.65	2.61	0.46
T 5	มูลฝอย(คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 2 : 1	1.57	3.12	3.12-1.57	2.64	0.42
T 6	มูลฝอย (คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 0.5 : 1.5	1.48	2.85	3.03-1.46	2.38	0.43
T 7	มูลฝอย (คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 1 : 3	1.75	2.44	2.53-1.45	2.19	0.27
T 8	มูลฝอยรวมและปุ๋ยหมัก	1.44	1.97	2.13-1.31	1.65	0.24

หมายเหตุ * SD standard deviation
ชุดการทดลอง T1-T7 มีการพลิกกลับกอง สัปดาห์ละ 1 ครั้ง
ชุดการทดลอง T8 ไม่มีการพลิกกลับกอง

ตาราง 17 แสดงความสัมพันธ์ รูปสมการเส้นตรง (linear regression) ของข้อมูลการเปลี่ยนแปลง ของปริมาณไนโตรเจน กับเวลาของแต่ละชุดการทดลอง

ชุดการทดลอง	วัสดุการทดลอง	สมการเส้นตรง Y = ax+b	R^2
T 1	มูลฝอยรวมและปุ๋ยหมัก	Y = 0.0433x + 1.6571	0.5138
T 2	มูลฝอยคัดแยกและปุ๋ยหมัก	Y = 0.0346x + 1.8503	0.2865
T 3	มูลฝอยคัดแยก,ตัดและปุ๋ยหมัก	Y = 0.0576x + 1.6424	0.7802
T 4	มูลฝอย(คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมัก อัตราส่วน 1 : 1	Y = 0.0784x + 1.8658	0.8295
T 5	มูลฝอย(คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมัก อัตราส่วน 2 : 1	Y = 0.0648x + 2.0212	0.6698
T 6	มูลฝอย (คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมัก อัตราส่วน 0.5 : 1.5	Y = 0.0702x + 1.7082	0.7434
T 7	มูลฝอย (คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมัก อัตราส่วน 1 : 3	Y = 0.0266x + 1.9415	0.2788
T 8	มูลฝอยรวมและปุ๋ยหมัก	Y = 0.0349x + 1.3148	0.6092

หมายเหตุ Y เท่ากับ ความเข้มข้นของปริมาณไนโตรเจน (% dry wt.)

x เท่ากับ เวลา (วัน)

a เท่ากับ ค่าความชัน หมายถึง อัตราการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนโตรเจน ต่อเวลา (%dry wt. / day)

b เท่ากับ ค่าคงที่ (ค่าปริมาณไนโตรเจน เริ่มแรก) %dry wt.

R^2 : ค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

ชุดการทดลอง T1-T7 มีการพลิกกลับกอง สัปดาห์ละ 1 ครั้ง

ชุดการทดลอง T8 ไม่มีการพลิกกลับกอง

4.7 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C : N)

อัตราส่วน C: N เริ่มต้นการทดลอง ทั้ง 8 ชุดการทดลอง อยู่ในช่วง 18-33 :1 ซึ่งชุดการทดลองที่ไม่มีการคัดแยกมูลฝอย (ชุดการทดลอง T1 และ T8) มีอัตราส่วน C :N เริ่มต้นการทดลองสูงกว่าชุดการทดลองที่มีการคัดแยกมูลฝอย การเปลี่ยนแปลงอัตราส่วน C:N ของทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดลงในลักษณะเดียวกันตลอดการทดลอง โดยพบว่า มีการเปลี่ยนแปลงมากในช่วง Thermophilic phase ชุดการทดลองที่ใส่กากขี้แป้ง (ชุดการทดลอง T4 และT7) และไม่ใส่

กากขี้แป้ง แต่มีการพลิกกลับกอง (ชุดการทดลอง T1 T2 และT3) มีแนวโน้มการลดลงของอัตราส่วน C :N และเริ่มคงที่ ใช้เวลาใกล้เคียงกันอยู่ในช่วงประมาณ 21-28 วัน และใช้เวลาสั้นกว่าชุดการทดลองที่ไม่มีการคัดแยกมูลฝอยและไม่พลิกกลับกอง ซึ่งใช้เวลาการลดลงและเริ่มคงที่ ยาวนานที่สุด ประมาณ 32 วัน

เมื่อเปรียบเทียบเฉพาะชุดการทดลองที่ใส่กากขี้แป้ง พบว่า อัตราส่วน C : N ลดลงและเริ่มคงที่ของชุดการทดลอง T6 (กากขี้แป้งผสมปุ๋ยอัตราส่วน 0.5 : 1) ใช้เวลาสั้นกว่าชุดการทดลองอื่นๆ (ประมาณ 21 วัน) โดยชุดการทดลองที่ใส่กากขี้แป้งในอัตราส่วนมากกว่าชุดการทดลอง T6 มีอัตราส่วน C :N ลดลงและเริ่มคงที่ ใช้เวลาเท่ากัน ประมาณ 25 วัน

จากผลการทดลองพบว่า การเติมกากขี้แป้งปริมาณมากที่สุดของชุดการทดลอง T5 และเติมปุ๋ยปริมาณมากที่สุด ของชุดการทดลอง T7 ไม่มีผลทำให้อัตราส่วน C : N ลดลงและทำให้ปฏิกิริยาการย่อยสลายเข้าสู่ภาวะเสถียรเร็วขึ้นมากนัก เมื่อสิ้นสุดการทดลองอัตราส่วน C : Nของทุกชุดการทดลองอยู่ในช่วง 7-10 : 1 ดังตาราง 17

ตาราง 18 แสดงอัตราส่วน C:N เริ่มต้นและสิ้นสุด ค่าสูงสุด-ต่ำสุด จำนวนวันที่อัตราส่วน C:N ลดลงและเริ่มคงที่ จากการทดลองทำปุ๋ยหมักของมูลฝอยจากตลาดสดระหว่างวันที่ 25 ก.พ. –25 เม.ย. 2544 จำนวน 8 ชุดการทดลอง

ชุดการทดลอง	วัสดุการทดลอง	อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน			*จำนวนวัน
		เริ่มต้น	สิ้นสุด	ค่าสูงสุด-ต่ำสุด	
T 1	มูลฝอยรวมและปุ๋ยหมัก	26 :1	10 :1	26 :1-10 :1	25
T 2	มูลฝอยคัดแยกและปุ๋ยหมัก	18 :1	9 :1	18 :1-7 :1	28
T 3	มูลฝอยคัดแยก,ตัดและปุ๋ยหมัก	23 :1	9 :1	23 :1-9 :1	25
T 4	มูลฝอย(คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 1 : 1	24 :1	7 :1	24 :1-7 :1	25
T 5	มูลฝอย(คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 2 : 1	22 :1	8 :1	22 :1-6 :1	25
T 6	มูลฝอย (คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 0.5 : 1.5	25 :1	8 :1	25 :1-7 :1	21
T 7	มูลฝอย (คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 1 : 3	20 :1	10 :1	20 :1-9 :1	25
T 8	มูลฝอยรวมและปุ๋ยหมัก	33 :1	10 :1	33 :1-10 :1	32

หมายเหตุ * จำนวนวันที่อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนลดลงและเริ่มคงที่
ชุดการทดลอง T1-T7 มีการพลิกกลับกอง สัปดาห์ละ 1 ครั้ง
ชุดการทดลอง T8 ไม่มีการพลิกกลับกอง

4.8 ปริมาณฟอสฟอรัส

ฟอสฟอรัส เป็นธาตุอาหารหลักที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชและมีความสำคัญต่อจุลินทรีย์ในการสร้างสารประกอบที่ให้พลังงานแก่จุลินทรีย์ เช่น การสร้างสารพลังงานสูง ATP (adenosine triphosphate) ในขบวนการหายใจระดับเซลล์ ซึ่งมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในขบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์

ผลการศึกษาพบว่าช่วงเริ่มต้นการทดลองจนสิ้นสุดการทดลองหมักทำปุ๋ย ปริมาณฟอสฟอรัสของชุดการทดลองที่มีกากขี้แป้งเป็นส่วนผสมมีปริมาณมากกว่าชุดการทดลองที่มีเฉพาะมูลฝอยอย่างชัดเจน ซึ่งชุดการทดลอง T5 มีกากขี้แป้งเป็นส่วนผสมมากที่สุดจะมีปริมาณฟอสฟอรัสเริ่มต้นและสิ้นสุดมากที่สุด เท่ากับ 11.20 และ15.94 %dry wt. ตามลำดับ ในทางกลับกันกับชุดการทดลอง T6 มีกากขี้แป้งเป็นส่วนผสมน้อยที่สุด มีปริมาณฟอสฟอรัสเริ่มต้นและสิ้นสุดการทดลองน้อยที่สุด เท่ากับ 4.90 และ 8.54 %dry wt. ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาจากค่าฟอสฟอรัสที่ตรวจสอบในระยะ 2 เดือนที่ทำการหมัก แสดงการเปลี่ยนแปลงของฟอสฟอรัสได้ดังภาพประกอบผนวก ข และมีค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการหมักดังตาราง 19 ซึ่งเห็นว่า มีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ แต่ชุดการทดลองที่มีการเติมกากขี้แป้งจะให้ค่าเฉลี่ยของฟอสฟอรัสสูงกว่าชุดการทดลองที่ไม่มีการเติมกากขี้แป้ง อย่างไรก็ตาม มีข้อสังเกตว่าค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในชุดที่มีการเติมกากขี้แป้งจะสูงกว่าชุดการทดลองที่ไม่มีการเติมกากขี้แป้ง ทั้งนี้ อาจมีผลมาจากกากขี้แป้งที่เติมและการคลุกเคล้าของกากขี้แป้งเพื่อให้เป็นเนื้อเดียวกันกับมูลฝอยอาจทำได้ไม่ง่ายนัก จึงมีผลทำให้ค่าที่วิเคราะห์ได้จากการสุ่มตัวอย่างในกองมูลฝอยที่ทำการหมักของชุดการทดลองที่เติมกากขี้แป้งมีค่าแปรปรวนมากกว่าชุดการทดลองที่หมักโดยไม่เติมกากขี้แป้ง

ตาราง 19 แสดงปริมาณฟอสฟอรัสเริ่มต้นและสิ้นสุด ค่าสูงสุด-ต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดลองทำปุ๋ยหมักของมูลฝอยจากตลาดสดระหว่างวันที่ 25 ก.พ. –25 เม.ย. 2544 จำนวน 8 ชุดการทดลอง

ชุดการทดลอง	วัสดุการทดลอง	ปริมาณฟอสฟอรัส (%dry wt.)				
		เริ่มต้น	สิ้นสุด	ค่าสูงสุด-ต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	*SD
T 1	มูลฝอยรวมและปุ๋ยหมัก	1.19	2.37	2.37-1.19	1.96	0.28
T 2	มูลฝอยคัดแยกและปุ๋ยหมัก	2.69	2.51	4.22-1.90	2.49	0.52
T 3	มูลฝอยคัดแยก,ตัดและปุ๋ยหมัก	2.33	2.26	2.89-1.44	2.26	0.38
T 4	มูลฝอย(คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 1 : 1	5.13	13.13	14.30-5.13	10.83	2.14
T 5	มูลฝอย(คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 2 : 1	11.20	15.94	18.30-11.09	14.64	2.45
T 6	มูลฝอย (คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 0.5 : 1.5	4.90	8.54	8.72-4.90	6.83	1.16
T 7	มูลฝอย (คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 1 : 3	6.00	10.24	19.30-6.00	8.87	2.91
T 8	มูลฝอยรวมและปุ๋ยหมัก	5.17	2.12	5.17-1.42	2.00	0.92

หมายเหตุ * SD standard deviation

ชุดการทดลอง T1-T7 มีการพลิกกลับกอง สัปดาห์ละ 1 ครั้ง

ชุดการทดลอง T8 ไม่มีการพลิกกลับกอง.

4.9 ปริมาณโพแทสเซียม

ปริมาณโพแทสเซียม เริ่มต้นการทดลองของชุดการทดลอง ทั้ง 8 ชุด อยู่ในช่วงระหว่าง 0.8-2.6 % dry wt. ซึ่งชุดการทดลอง T1 มูลฝอยรวมและชุดการทดลอง T2 มูลฝอยมีการคัดแยกมีปริมาณโพแทสเซียมเริ่มต้นใกล้เคียงกัน อยู่ในช่วง 0.8-0.9 %dry wt. ค่าโพแทสเซียมที่ติดตามแต่ละระยะเวลา พบว่า มีแนวโน้มคล้ายๆ กันทุกกอง คือ ขึ้นๆ ลงๆ ตลอดเวลา

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาเฉพาะชุดการทดลองที่มีเฉพาะกากขี้แป้ง พบว่า ค่าเฉลี่ยของโพแทสเซียมที่พบจะมีแนวโน้มสูงกว่าชุดการทดลองที่ไม่เติมกากขี้แป้ง (ตาราง 20 และภาพประกอบผนวก ข) ซึ่งชุดการทดลองที่ไม่มีการเติมกากขี้แป้งมีค่าเฉลี่ย อยู่ในช่วง 1.66-2.04 % dry wt. และชุดการทดลองที่เติมกากขี้แป้งมีค่าเฉลี่ย อยู่ในช่วง 1.68-2.32 %dry wt.

ตาราง 20 แสดงปริมาณโพแทสเซียมเริ่มต้นและสิ้นสุด ค่าสูงสุด-ต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดลองทำปุ๋ยหมักของมูลฝอยจากตลาดสดระหว่างวันที่ 25 ก.พ. –25 เม.ย. 2544 จำนวน 8 ชุดการทดลอง

ชุดการทดลอง	วัสดุการทดลอง	ปริมาณโพแทสเซียม (%dry wt.)				
		เริ่มต้น	สิ้นสุด	ค่าสูงสุด-ต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	*SD
T 1	มูลฝอยรวมและปุ๋ยหมัก	0.89	2.13	2.29-0.88	1.79	0.52
T 2	มูลฝอยคัดแยกและปุ๋ยหมัก	0.77	2.34	2.67-0.77	2.04	0.64
T 3	มูลฝอยคัดแยก,ตัดและปุ๋ยหมัก	2.63	2.08	2.97-1.14	1.93	0.49
T 4	มูลฝอย(คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 1 : 1	2.39	3.70	3.70-0.85	2.22	0.60
T 5	มูลฝอย(คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 2 : 1	1.38	2.50	3.05-0.92	2.20	0.53
T 6	มูลฝอย (คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 0.5 : 1.5	1.85	2.59	4.47-1.27	2.32	0.77
T 7	มูลฝอย (คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 1 : 3	2.23	2.04	2.42-0.46	1.68	0.54
T 8	มูลฝอยรวมและปุ๋ยหมัก	2.54	1.77	2.78-0.46	1.66	0.57

หมายเหตุ * SD standard deviation

ชุดการทดลอง T1-T7 มีการพลิกกลับกอง สัปดาห์ละ 1 ครั้ง

ชุดการทดลอง T8 ไม่มีการพลิกกลับกอง

4.10 ปริมาณไนเทรต-ไนไทรต์ไนโตรเจน

ไนโตรเจนในรูปของไนเทรต พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรง นอกจากนี้ปริมาณไนเทรต-ไนโตรเจนและไนไทรต์-ไนโตรเจนจากกระบวนการ nitrification reaction เกิดจากการเปลี่ยนรูปจากแอมโมเนียม (NH_4^+) ถูกออกซิไดซ์เป็นไนไทรต์ (NO_2^-) และ ถูกออกซิไดซ์ต่อเป็นไนเทรต (NO_3^-) โดยกลุ่มแบคทีเรียต่างชนิดกัน ดังนั้น ปริมาณไนเทรตและไนไทรต์จึงบ่งบอกถึงการออกซิไดซ์สารแอมโมเนียโดยกลุ่มจุลินทรีย์ให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ และทราบถึงการย่อยสลายสารแอมโมเนียจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ในช่วงเวลาต่างๆ ได้ชัดเจน ซึ่งการเกิด nitrification reaction จะมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมัก เริ่มต้นของปฏิกิริยาการย่อยสลายในกองปุ๋ยหมักชุดการทดลองส่วนใหญ่มีปริมาณไนเทรต-ไนไทรต์ไนโตรเจนอยู่ในช่วง 0.0350-0.1870 mg/g น้ำหนักแห้ง

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนเทรต-ไนไทรต์ไนโตรเจนเริ่มต้นการทดลองจนสิ้นสุดพบว่า ทุกชุดการทดลองมีรูปแบบไม่แน่นอน ค่าไนเทรต-ไนไทรต์ไนโตรเจนที่ตรวจวิเคราะห์พบว่า ขึ้นๆ ลงๆ ตลอดช่วงเวลาทดลอง อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาจากค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการหมัก พบว่า ส่วนใหญ่จะมีค่าสูงกว่าช่วงต้นเริ่มแรกของการหมัก และ ผลจากค่าเฉลี่ยมีแนวโน้มแสดงให้เห็นว่า ชุดการทดลองที่เติมกากขี้แป้งจะมีค่าเฉลี่ยของไนเทรต-ไนไทรต์ไนโตรเจนสูงกว่าชุดการทดลองที่ไม่เติมกากขี้แป้ง ซึ่งชุดการทดลองที่มีการเติมกากขี้แป้งมีไนเทรต-ไนไทรต์ไนโตรเจนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.0995-0.1776 mg/g น้ำหนักแห้ง และเมื่อสิ้นสุดการทดลองทุกชุดการทดลองมีปริมาณไนเทรต-ไนไทรต์ไนโตรเจน อยู่ในช่วง 0.0300-0.1600 mg/g น้ำหนักแห้งดังตาราง 21 และภาพประกอบผนวก ข

ตาราง 21 แสดงปริมาณไนเทรต-ไนไทรต์ไนโตรเจน เริ่มต้นและสิ้นสุด ค่าสูงสุด-ต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดลองทำปุ๋ยหมักของมูลฝอยจากตลาดสด ระหว่างวันที่ 25 ก.พ. –25 เม.ย. 2544 จำนวน 8 ชุดการทดลอง

ชุดการทดลอง	วัสดุการทดลอง	ปริมาณไนเทรต-ไนไทรต์ไนโตรเจน (mg/g) dry wt.				
		เริ่มต้น	สิ้นสุด	ค่าสูงสุด-ต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	*SD
T 1	มูลฝอยรวมและปุ๋ยหมัก	0.0590	0.0800	0.2100-0.0590	0.1115	0.0426
T 2	มูลฝอยคัดแยกและปุ๋ยหมัก	0.0470	0.1200	0.1700-0.0400	0.0938	0.0452
T 3	มูลฝอยคัดแยก,ตัดและปุ๋ยหมัก	0.0820	0.1100	0.1700-0.0110	0.0970	0.0424
T 4	มูลฝอย(คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 1 : 1	0.0470	0.1300	0.2300-0.0350	0.1180	0.0518
T 5	มูลฝอย(คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 2 : 1	0.0820	0.1600	0.2900-0.0700	0.1776	0.0579
T 6	มูลฝอย (คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 0.5 : 1.5	0.1870	0.1400	0.2100-0.0430	0.1349	0.0528
T 7	มูลฝอย (คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 1 : 3	0.0470	0.1300	0.1500-0.0470	0.0995	0.0292
T 8	มูลฝอยรวมและปุ๋ยหมัก	0.0350	0.0300	0.1500-0.0300	0.0756	0.0359

หมายเหตุ * SD standard deviation

ชุดการทดลอง T1-T7 มีการพลิกกลับกอง สัปดาห์ละ 1 ครั้ง

ชุดการทดลอง T8 ไม่มีการพลิกกลับกอง

4.11 ปริมาณโลหะหนัก

แมงกานีส สังกะสี และทองแดง เป็นโลหะหนักที่เป็นจุลธาตุอาหารหรือธาตุอาหารเสริม ซึ่งหากพบในปริมาณน้อยจะก่อให้เกิดประโยชน์ในการเจริญเติบโตของพืชได้ หลังสิ้นสุดการทดลองหมักทำปุ๋ย มีการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ แมงกานีส สังกะสี และทองแดง พบว่า ปริมาณแมงกานีส ทั้ง 8 ชุดการทดลองมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 315.59-760.38 mg/kg dry wt. ซึ่ง ชุดการทดลอง T8 (มูลฝอยรวมและไม่พลิกกลับกอง) มีปริมาณแมงกานีสมากที่สุด เฉลี่ยเท่ากับ 760.38 mg/kg dry wt. และชุดการทดลอง T5 (มูลฝอยคัดแยกและผสมกากขี้แป้งกับปุ๋ยหมักอัตราส่วน 2 : 1) มีปริมาณแมงกานีสน้อยที่สุด เฉลี่ยเท่ากับ 315.59 mg/kg dry wt. (ตาราง 22)

ปริมาณสังกะสีของชุดการทดลองที่มีการผสมกากขี้แป้งมีปริมาณสังกะสีมากกว่าชุดการทดลองที่มีเฉพาะมูลฝอยอย่างเดียวอย่างชัดเจน เช่นเดียวกับ ปริมาณฟอสฟอรัสและแมกนีเซียม ทั้งนี้ ปริมาณสังกะสีมีปริมาณมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนผสมกากขี้แป้งที่มีการผสมลงไปในกองปุ๋ยหมัก ซึ่งชุดการทดลอง T5 มีอัตราส่วนผสมกากขี้แป้งมากที่สุด พบว่ามีปริมาณสังกะสีมากที่สุด ชุดการทดลองที่มีการผสมกากขี้แป้งพบว่ามีปริมาณสังกะสีเฉลี่ยอยู่ในช่วง 732.20-1,465.70 mg/kg dry wt. ส่วนชุดการทดลองที่มีเฉพาะมูลฝอยมีปริมาณสังกะสีเฉลี่ยอยู่ในช่วง 169.59-531.78 mg/kg dry wt. และสำหรับชุดการทดลองที่มีเฉพาะมูลฝอย พบว่าชุดการทดลอง T8 (มูลฝอยรวมและไม่พลิกกลับกอง) มีปริมาณสังกะสีมากที่สุด เท่ากับ 531.78 mg/kg (ตาราง 22)

ปริมาณทองแดง ชุดการทดลองที่มีการคัดแยกมูลฝอยทั้งที่ผสมกากขี้แป้งและไม่ผสมกากขี้แป้ง (T2-T6) มีปริมาณทองแดงใกล้เคียงกันเฉลี่ยอยู่ในช่วง 45.54-60.51 mg/kg และสำหรับชุดการทดลองที่ไม่มีการคัดแยกมูลฝอยมีปริมาณทองแดงสูงมากกว่าชุดการทดลองที่มีการคัดแยกซึ่งมากกว่า 90 mg/kg dry wt. โดยเฉพาะชุดการทดลอง T8 (มูลฝอยรวมและไม่มีการพลิกกลับกอง) มีปริมาณทองแดงมากที่สุด เท่ากับ 748.04 mg/kg dry wt.

การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักของการทดลองครั้งนี้ มีการตรวจสอบ % recovery ปรากฏว่า ปริมาณทองแดง สังกะสีและ แมกนีเซียม มี % recovery เฉลี่ยเท่ากับ 94.85, 95.71 และ 98.63 ตามลำดับ ผลการตรวจสอบ แสดงว่า ปริมาณโลหะหนักที่วิเคราะห์ได้มีความถูกต้องและน่าเชื่อ สามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ได้ รายละเอียดเพิ่มเติมแสดงในภาคผนวก ก

อนึ่ง หน่วยงานพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งอเมริกา (U.S. EPA, n. d.) มีการศึกษาปริมาณโลหะหนักในตะกอนน้ำเสีย (sewage sludge) และกำหนดปริมาณการปนเปื้อนที่ยอมให้มีได้สูงสุดในการนำไปประยุกต์ใช้ในที่ดินและเพื่อการเกษตร (land application and agricultural)

กำหนดความเข้มข้นปริมาณทองแดง ,สังกะสี อยู่ในช่วงต่างๆ ดังนี้ การนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตรกำหนดทองแดงให้อยู่ในช่วงน้อยกว่า 280-1,100 mg/kg , สังกะสี อยู่ในช่วงน้อยกว่า 810-2,500 mg/kg และใช้ประโยชน์ทางด้านการประยุกต์ใช้กับดิน ทองแดง และสังกะสีอยู่ในช่วง น้อยกว่า 600-4,300 mg/kg และ 800-7,500 mg/kg ตามลำดับ ส่วนแมงกานีส ไม่มีการกำหนดไว้ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาปรากฏว่า ทุกชุดการทดลองสามารถนำปุ๋ยหมักไปใช้ในการเกษตรได้

4.12 ปริมาณแมกนีเซียม

แมกนีเซียม จัดเป็นธาตุอาหารรอง ซึ่งพืชมีความต้องการรองลงมาจากธาตุอาหารหลัก (N, P, K) สำหรับการเจริญเติบโตของพืช ผลการศึกษาปริมาณแมกนีเซียมภายหลังสิ้นสุดการทดลองทำปุ๋ยหมักของมูลฝอยจากตลาดสด พบว่า จากตาราง 23 ชุดการทดลองT1,T2,T3 และ T8 เป็นชุดการทดลองที่ไม่มีส่วนผสมของกากขี้แป้ง มีปริมาณแมกนีเซียมอยู่ในค่าที่ใกล้เคียง ซึ่งมีค่าเฉลี่ยมากกว่า 0.5 % dry wt. จะเห็นว่าแตกต่างกับชุดการทดลองT4,T5,T6 และT7 ซึ่งมีส่วนผสมของกากขี้แป้งอย่างชัดเจน โดยเฉลี่ยมีปริมาณแมกนีเซียมอยู่ในช่วง 2.01-4.42%dry wt. และชุดการทดลอง T5 ซึ่งมีอัตราส่วนผสมของกากขี้แป้งมากที่สุดจะมีปริมาณแมกนีเซียมมากที่สุด

ปริมาณแมกนีเซียม ในชุดการทดลองที่มีกากขี้แป้งเป็นส่วนผสมมีค่าสูงกว่าชุดการทดลองที่ใช้เฉพาะมูลฝอยจากตลาดสดเพียงอย่างเดียว เนื่องจากอุตสาหกรรมการผลิตน้ำยางข้นมีการเติมสารเคมี (DAP) ในน้ำยางสดก่อนการปั่นแยก เพื่อรักษาสภาพน้ำยางและเพื่อทำให้แมกนีเซียมตกตะกอนก่อนการปั่น และ จากกระบวนการปั่นจะทำให้ตะกอนแมกนีเซียม ซึ่งจับตัวกับ DAP แยกออกจากน้ำยางสด ซึ่งเรียกว่า กากขี้แป้ง (วราศรี เถกประสิทธิ์, 2543) ดังนั้นของเสียในรูป กากขี้แป้ง จึงมีการปนเปื้อนแมกนีเซียมจากกระบวนการผลิต การนำตัวอย่างกากขี้แป้งจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้นดังกล่าว มาเป็นส่วนผสมในการหมักทำปุ๋ยร่วมกับมูลฝอยจากตลาดสดของชุดการทดลองที่ผสมกากขี้แป้งจึงมีปริมาณแมกนีเซียมสูง

การวิเคราะห์ปริมาณแมกนีเซียม ครั้งนี้มีการตรวจสอบ % recovery ซึ่งพบว่า เท่ากับ 118.70 และเมื่อนำผลการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบกับมาตรฐานทั่วไปของแมกนีเซียมของกรมพัฒนาที่ , 2540 (มากกว่า 0.35 %) พบว่า สูงกว่ามาตรฐานและสามารถนำไปบำรุงต้นไม้ได้

นอกจากนั้น เมื่อพิจารณาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าแมกนีเซียม พบว่า ชุดการทดลองที่เติมกากขี้แป้งมีค่าสูงกว่าชุดการทดลองที่ไม่เติมกากขี้แป้ง และชุดการทดลองที่ไม่เติมกากขี้แป้ง มีค่าส่วนเบี่ยงแบนมาตรฐานใกล้เคียงกัน

ตาราง 23 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณแมกนีเซียมของการทดลองหมักทำปุ๋ย เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

ชุดการทดลอง	วัสดุการทดลอง	ปริมาณแมกนีเซียม (% dry wt.)			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย	SD
T 1	มูลฝอยรวมและปุ๋ยหมัก	0.46	0.49	0.48	0.02
T2	มูลฝอยคัดแยกและปุ๋ยหมัก	0.61	0.51	0.56	0.07
T3	มูลฝอยคัดแยก,ตัดและปุ๋ยหมัก	0.51	0.62	0.57	0.08
T4	มูลฝอย(คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 1 : 1	3.73	2.83	3.28	0.64
T5	มูลฝอย(คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 2 : 1	4.70	4.13	4.42	0.40
T6	มูลฝอย (คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 0.5 : 1.5	2.29	1.72	2.01	0.40
T7	มูลฝอย (คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 1 : 3	2.88	2.20	2.54	0.48
T 8	มูลฝอยรวมและปุ๋ยหมัก	0.50	0.55	0.53	0.04

หมายเหตุ ปริมาณแมกนีเซียม ส่งตรวจวิเคราะห์ที่ศูนย์ปฏิบัติการวิเคราะห์กลาง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ชุดการทดลอง T1-T7 มีการพลิกกลับกองสัปดาห์ละ 1 ครั้ง
ชุดการทดลอง T8 ไม่มีการพลิกกลับกอง

4.13 ลักษณะทางกายภาพและชีวภาพของกองปุ๋ย

นอกจากคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี อันได้แก่ อุณหภูมิ, ปริมาณของแข็งระเหย, อัตราส่วน C:N และปริมาณไนโตรเจนในรูปของไนเทรต ที่เป็นเครื่องชี้วัดการเกิดปฏิกิริยาที่เสถียรภายในกองปุ๋ย ซึ่งได้ปุ๋ยที่เหมาะสำหรับนำไปใช้ประโยชน์โดยไม่เป็นอันตรายต่อพืช การสังเกตลักษณะทางกายภาพ และชีวภาพของกองปุ๋ยก็มีความสำคัญเช่นกัน ซึ่งสามารถบ่งบอกได้เป็นอันดับแรก โดยการสังเกตจากลักษณะทางกายภาพและสิ่งมีชีวิตที่ปรากฏภายในกองปุ๋ย ตามระยะเวลาการหมักที่เปลี่ยนแปลงไป ทั้งนี้ ลักษณะทางกายภาพที่สามารถเป็นเครื่องมือบ่งชี้ถึงการเกิดปฏิกิริยาการหมักที่เสถียรแล้ว ได้แก่ การสังเกตจากกลิ่น และสีที่ปรากฏในกองปุ๋ย ส่วนทางด้านลักษณะทางชีวภาพ สังเกตจากไข่ของตัวอ่อนหรือแมลง ที่ปรากฏในกองปุ๋ยและในปุ๋ยที่จะนำไปใช้ประโยชน์

ทั้งนี้จากการศึกษาได้สังเกตลักษณะทางกายภาพ อันได้แก่ สีและกลิ่น ส่วนลักษณะทางชีวภาพ ได้แก่ ปริมาณมด แมลงวันหรือแมลงปีกแข็ง และหนอนหรือตัวอ่อนของแมลง ตลอดระยะเวลาการหมัก 2 เดือน จะเห็นได้ว่า สัปดาห์แรกของปฏิกิริยา ปรากฏหนอนและด้วงมากที่สุดในชุดการทดลองT 1,T2 และT6 สัปดาห์ที่ 2-5 มีปริมาณลดลงเรื่อยๆ และสัปดาห์ที่ 6 จนกระทั่งสิ้นสุดปฏิกิริยา เริ่มไม่ปรากฏหนอนและด้วง สำหรับชุดการทดลองT1และ T8 สัปดาห์ ที่ 1-7 พบหนอนและด้วงบ้างเล็กน้อย โดยสรุปเมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยาชุดการทดลองทั้งหมดไม่ปรากฏหนอนและด้วง สำหรับมด สัปดาห์ที่ 1 และ2 ทุกชุดการทดลอง ไม่ปรากฏมดในกองปุ๋ย แต่เมื่อเริ่มสัปดาห์ที่ 3 จนสิ้นสุดการทดลอง เริ่มมีมดบ้างเล็กน้อย และปริมาณมดมากที่สุดในช่วงสัปดาห์ที่ 5 และ6 ส่วนแมลงวันหรือแมลงปีกแข็ง เริ่มปรากฏในสัปดาห์ที่ 2 และมีปริมาณเพิ่มขึ้นมากในช่วงสัปดาห์ที่ 2-6 รวมทั้งเมื่อสิ้นสุดการหมักพบแมงปีกแข็งอยู่บ้างเล็กน้อย

ส่วนลักษณะทางกายภาพจากการสังเกตสีและกลิ่น ตลอดการหมักปรากฏว่า ช่วงสัปดาห์ที่1-6 มีกลิ่นจากกองปุ๋ยหมักเกิดขึ้น โดยเฉพาะในช่วงสัปดาห์แรกของการหมักมีกลิ่นเหม็นจากการเน่าเปื่อยของมูลฝอยแต่สัปดาห์ที่ 3-4 เริ่มมีกลิ่นเหม็นลดลงมากและกลิ่นเหม็นเริ่มมีกลิ่นคล้ายกลิ่นดิน และเมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยาไม่ปรากฏกลิ่นเหม็นทุกชุดการทดลอง ส่วนสีของปุ๋ยหมักสัปดาห์ที่ 1-2 ทุกชุดการทดลองกองปุ๋ยหมักเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล หลังจากสัปดาห์ที่ 2 กองปุ๋ยหมักส่วนใหญ่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้มมากขึ้นและเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ตามระยะเวลาการหมักจนกระทั่งเปลี่ยนเป็นสีดำในช่วงสิ้นสุดปฏิกิริยา ยกเว้นชุดการทดลองT1และT8 กองปุ๋ยเริ่มเปลี่ยนเป็นสีดำในสัปดาห์ที่ 2 นอกจากนั้น พบว่าสัปดาห์แรกของการหมักทำปุ๋ย ระดับความสูงของกองปุ๋ยส่วนใหญ่เริ่มลดลงจากระดับเริ่มต้นมากและลดลงเรื่อยๆจนกระทั่งสัปดาห์ที่ 6 ซึ่งชุดการทดลองส่วนใหญ่มีความสูงอยู่ในช่วง 50-60 เซนติเมตร หรือลดลงไปประมาณ 50-60 % จากระดับความสูงเริ่มต้นการหมัก (ประมาณ 1 มิลลิเมตร)ทั้งนี้ชุดการทดลอง T3 และ T5 มีการลดลงของกองปุ๋ยอย่างรวดเร็วและคงเหลือปุ๋ยภายในกองปุ๋ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองน้อยที่สุด และสำหรับชุดการทดลอง T1 และ T8 กองปุ๋ยหมักลดลงน้อยที่สุด ดังภาพประกอบ 22 ดังนั้น จากการสังเกตจากลักษณะทางกายภาพและชีวภาพของกองปุ๋ยหมักเมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยาสามารถบอกได้ว่าปุ๋ยหมักเข้าสู่ maturation phase ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการบำรุงต้นไม้ได้

ก

ข

ค

ง

ก. ระดับความสูงของกองปุ๋ยเริ่มต้นการทดลอง ชุดการทดลอง T1

ข. ระดับความสูงของกองปุ๋ยที่ระยะเวลาหมัก 2 วัน (ชุดการทดลอง T4)

ค. ระดับความสูงของกองปุ๋ยที่ระยะเวลาหมัก 28 วัน (ชุดการทดลอง T7)

ง. ระดับความสูงของกองปุ๋ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองของชุดการทดลอง T3

ภาพประกอบ 22 แสดงการลดลงของระดับความสูงของกองปุ๋ยจากปฏิกิริยาการย่อยสลายภายในกองปุ๋ยหมัก

4.14 ปุ๋ยที่หมักได้ภายหลังสิ้นสุดการทดลอง

การทดลองครั้งนี้ เริ่มต้นการทดลอง วัสดุทดลองหมักทั้ง 8 ชุดการทดลอง มีน้ำหนักอยู่ในช่วง 440.8-546.0 กิโลกรัม น้ำหนักเปียก ซึ่งเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (2 เดือน) ทำการชั่งน้ำหนักปุ๋ยคงเหลือจากการเกิดปฏิกิริยาและเปรียบเทียบน้ำหนักมูลฝอยแต่ละชุดการทดลอง ปรากฏว่าน้ำหนักวัสดุทดลองเมื่อสิ้นสุดการทดลองทั้ง 8 ชุดการทดลองอยู่ในช่วง 110-217 กิโลกรัมน้ำหนักเปียก และนำมูลฝอยส่วนนี้มาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 5 และ 1 มิลลิเมตรตามลำดับ และชั่งน้ำหนักปุ๋ยที่ผ่านการร่อนตะแกรงทั้ง 2 ขนาด พบว่า ชุดการทดลองที่เติมกากขี้แป้งมีน้ำหนักปุ๋ย

มากกว่าชุดการทดลองที่ไม่เติมกากขี้แป้ง และคงเหลือมูลฝอยที่จำเป็นต้องนำไปจัดการต่อโดยวิธีการต่างๆ ตามลักษณะของมูลฝอยคิดเทียบเป็นร้อยละน้ำหนักเปียกน้อยกว่าชุดการทดลองที่ไม่เติมกากขี้แป้ง

ลักษณะมูลฝอยที่ไม่สามารถผ่านตะแกรงขนาด 5 และ1 มิลลิเมตร ตามลำดับ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ตามลักษณะองค์ประกอบมูลฝอย คือ มูลฝอยที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ และมูลฝอยที่สามารถย่อยสลายได้ ซึ่งมูลฝอยส่วนที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ อาจจะกำจัดด้วยวิธีการ ดังนี้ ฝังกลบและถมพื้นที่ โดยมูลฝอยส่วนนี้ ได้แก่ เศษกระดูก, เศษพลาสติก, เศษยาง, เศษผ้า, โฟม และโลหะ และมีลักษณะคงรูปเหมือนเริ่มต้นการทดลอง ส่วนมูลฝอยที่สามารถย่อยสลายได้ ส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ สามารถนำมาหมักทำปุ๋ย เพื่อเป็น amendment ภายในกองปุ๋ยต่อได้หรือสามารถนำไปใส่ต้นไม้ขนาดใหญ่ โดยมูลฝอยที่สามารถย่อยสลายได้คงเหลือจากการหมัก ได้แก่ เศษผักและผลไม้ (ประเภทมีกากมาก) เปลือกข้าวโพด เศษใบไม้และกิ่งไม้ และเศษกระดาษ

เมื่อเปรียบเทียบ น้ำหนักมูลฝอยส่วนที่บำบัดได้ ในรูปของร้อยละน้ำหนักแห้ง พบว่า ชุดการทดลองที่มีการเติมกากขี้แป้ง (ชุดการทดลอง T4-T7) สามารถบำบัดมูลฝอยโดยวิธีการหมักทำปุ๋ยได้มากกว่า ชุดการทดลองที่ไม่เติมกากขี้แป้ง (ชุดการทดลอง T1,T2 และ T8) ยกเว้น ชุดการทดลองที่มีการสับมูลฝอย (T3) สามารถบำบัดมูลฝอยได้ปริมาณมากเช่นเดียวกับชุดการทดลองที่ใส่กากขี้แป้ง ส่วนชุดการทดลองที่ไม่มีการคัดแยกมูลฝอยและไม่พลิกกลับกอง (ชุดการทดลอง T8) สามารถบำบัดมูลฝอยได้น้อยที่สุด และคงเหลือมูลฝอยส่วนที่ต้องจัดการต่อมากที่สุด เท่ากับ 91.8 % น้ำหนักเปียก เมื่อเทียบกับน้ำหนักมูลฝอยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

ชุดการทดลองที่เติมกากขี้แป้ง (T4-T7) สามารถบำบัดมูลฝอยโดยวิธีการหมักทำปุ๋ยได้ใกล้เคียงกัน คือ อยู่ในช่วง 80.2-82.8 % น้ำหนักเปียก และ ชุดการทดลองที่มีการเติมกากขี้แป้งมากที่สุด อัตราส่วนผสมกากขี้แป้งกับปุ๋ยเท่ากับ 2:1 และ ชุดการทดลองที่เติมปุ๋ยหมักมากที่สุด อัตราส่วนผสมกากขี้แป้งกับปุ๋ยหมักเท่ากับ 1:3 คงเหลือมูลฝอยส่วนที่ต้องกำจัดต่อในปริมาณน้อยที่สุด เท่ากับ 59 % น้ำหนักเปียก ดังตาราง 24

ตาราง 24 น้ำหนักวัสดุหมักทำปุ๋ยเริ่มต้น และสิ้นสุดการหมัก น้ำหนักปุ๋ยที่ร่อนผ่านตะแกรงและไม่สามารถร่อนผ่านได้ และน้ำหนักมูลฝอยส่วนที่บำบัดได้

ชุดการทดลอง	วัสดุหมักทำปุ๋ย	น้ำหนักรวมของวัสดุหมักทำปุ๋ย เริ่มต้น (กิโลกรัม)	น้ำหนักรวมวัสดุหมักทำปุ๋ย สิ้นสุด (กิโลกรัม)	ปุ๋ยส่วนที่ร่อนผ่านตะแกรง				มูลฝอยส่วนที่ไม่ผ่านตะแกรง 5 มิลลิเมตร		มูลฝอยส่วนที่บำบัดได้	
				ขนาด 5 มิลลิเมตร		ขนาด 1 มิลลิเมตร		กิโลกรัม	% wet wt.	กิโลกรัม	% wet wt.
				กิโลกรัม	% wet wt.	กิโลกรัม	% wet wt.				
T1	มูลฝอยรวมและพลิกกลับกอง	519	141	19.6	13.9	15	10.6	121.4	86.1	397.6	76.6
T2	มูลฝอยคัดแยกและพลิกกลับกอง	513.20	143	27	18.9	18	12.6	116	81.1	397.2	77.4
T3	มูลฝอยคัดแยกและสับ	457	112	34.4	30.7	20	17.9	77.6	69.3	379.4	83.0
T4	มูลฝอยคัดแยกผสมกากขี้แป้งและปุ๋ย สัดส่วน 1 : 1	546	148	48.8	33.0	34	23.0	99.2	67.0	446.8	81.8
T5	มูลฝอยคัดแยกผสมกากขี้แป้งและปุ๋ย สัดส่วน 2 : 1	485.1	161	65.4	40.6	42	26.1	95.6	59.4	389.5	80.3
T6	มูลฝอยคัดแยกผสมกากขี้แป้งและปุ๋ย สัดส่วน 0.5 : 1	463.5	110	30.2	27.5	25	22.7	79.8	72.5	383.7	82.8
T7	มูลฝอยคัดแยกผสมกากขี้แป้งและปุ๋ย สัดส่วน 1 : 3	521	175	71.7	41.0	50	28.6	103.3	59.0	417.7	80.2
T8	มูลฝอยรวมและไม่พลิกกลับกอง	440.8	217	17.8	8.20	12	5.5	199.2	91.8	241.6	54.8

หมายเหตุ น้ำหนักมูลฝอยส่วนที่ไม่ผ่านตะแกรง = น้ำหนักรวมวัสดุทำปุ๋ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง - ปุ๋ยที่ร่อนผ่านตะแกรง 5 มิลลิเมตร

มูลฝอยที่บำบัดได้ = น้ำหนักรวมวัสดุทำปุ๋ยเริ่มต้น – มูลฝอยส่วนที่ไม่ผ่านตะแกรง 5 มิลลิเมตร

ตาราง 22 ปริมาณโลหะหนักในปุ๋ยหมักของมูลฝอยจากตลาดสด แต่ละชุดการทดลอง จำนวน 8 ชุดการทดลอง ภายหลังสิ้นสุดการทดลอง

ชุดการทดลอง	วัสดุการทดลอง	ปริมาณโลหะหนัก (mg/kg) dry wt.								
		Mn			Zn			Cu		
		ตัวอย่างที่1	ตัวอย่างที่2	ค่าเฉลี่ย	ตัวอย่างที่1	ตัวอย่างที่2	ค่าเฉลี่ย	ตัวอย่างที่1	ตัวอย่างที่2	ค่าเฉลี่ย
T1	มูลฝอยรวมและปุ๋ยหมัก	527.97	524.82	526.40	181.86	206.52	194.19	118.78	63.95	91.37
T2	มูลฝอยคัดแยกและปุ๋ยหมัก	565.67	597.61	581.64	192.45	176.60	184.53	54.67	65.78	60.23
T3	มูลฝอยคัดแยก,ตัดและปุ๋ยหมัก	483.28	644.08	563.68	163.28	175.89	169.59	40.24	52.80	46.52
T4	มูลฝอย(คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 1 : 1	470.47	377.59	424.03	1,202.33	1,019.12	1,110.73	40.58	50.50	45.54
T5	มูลฝอย(คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 2 : 1	362.62	268.56	315.59	1,417.58	1,513.81	1,465.70	44.52	63.47	54.00
T6	มูลฝอย (คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 0.5: 1.5	590.88	467.30	529.09	805.96	658.43	732.20	54.68	45.95	50.32
T7	มูลฝอย (คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 1 : 3	587.96	484.69	536.33	938.44	821.51	879.98	48.91	72.10	60.51
T8	มูลฝอยรวมและปุ๋ยหมัก	769.36	751.39	760.38	-	531.78	531.78	-	748.04	748.04

หมายเหตุ โลหะหนักส่งตรวจวิเคราะห์ที่ศูนย์ปฏิบัติการวิเคราะห์กลาง
คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ชุดการทดลอง T1-T7 พลิกกลับกองสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ชุดการทดลอง T8 ไม่พลิกกลับกอง