บทที่ 4

บทวิจารณ์

จากผลการศึกษาสภาพการเกิดมูลฝอยและลักษณะการจัดการมูลฝอยในตลาดสดของเทศบาลนครหาดใหญ่ ทั้ง 9 แห่ง สามารถทราบรายละเอียดของที่ตั้ง, การทำกิจกรรม, กระบวนการจัดการของเสีย, ปริมาณ และคุณสมบัติของมูลฝอย ซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานประกอบการพิจารณาการจัดการมูลฝอยของตลาดสดอย่างเหมาะสมต่อไป และสามารถนำมาเขียนบทวิจารณ์ ผลการวิจัยโดยลำดับเป็นหัวข้อต่างๆ ได้ดังนี้

1. สภาพการเกิดมูลฝอยและลักษณะการจัดการมูลฝอยบริเวณตลาดสดของเทศบาลนครหาดใหญ่

ตลาดสดในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ทั้ง 9 แห่ง มีทำเลที่ตั้งอยู่ใกล้แหล่งชุมชนหนาแน่น ซึ่งตั้งอยู่ในแหล่งพาณิชยกรรมและที่พักอาศัย และตลาดสามารถเอื้อประโยชน์ด้านการแลกเปลี่ยนสินค้า กระจายสินค้า และการบริการประเภทต่างๆ ระหว่างกลุ่มผู้ซื้อ-ผู้จำหน่ายสินค้าต่างๆ ได้อย่างสะดวก ตลาดสดทั้ง 9 แห่งส่วนใหญ่มีการจำหน่ายสินค้าทางการเกษตร อันได้แก่ พืชผัก, ผลไม้, ดอกไม้และเนื้อสัตว์ประเภทต่างๆ นอกจากจุดประสงค์หลักของกิจกรรมภายในตลาดที่มีการซื้อ-ขายสินค้าทางการเกษตรเพื่อการอุปโภค-บริโภคในชีวิตประจำวันแล้วยังมีกิจกรรมการซื้อ-ขายของเสียจากการเกษตรได้แก่ เศษผัก, เศษผลไม้และเศษเนื้อสัตว์ เพื่อนำของเสียเหล่านี้กลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ในรูปของอาหารเลี้ยงสัตว์หรือหากคงสภาพดีสามารถนำมาประกอบอาหารสำหรับคนได้อีกด้วย

ทั้งนี้ สินค้าทางการเกษตรมีลักษณะสด และมีข้อจำกัดในด้านระยะเวลาของคุณภาพผลผลิต, การเก็บรักษาและการขนส่ง จึงทำให้เกิดการเน่าเสียและเสื่อมสภาพได้ง่าย ไม่เป็นที่ต้องการของผู้ซื้อและผู้ขาย สินค้าเกษตรส่วนนี้จึงกลายเป็นของเสียหรือมูลฝอยที่ผู้ขายไม่ต้องการ ดังนั้นขั้นตอนการเก็บรวบรวมมูลฝอยบริเวณแหล่งกำเนิดโดยเฉพาะตลาดสดซึ่งมีมูลฝอยที่มีลักษณะเฉพาะตามกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการผลิตมูลฝอยข้างต้นจึงเป็นสิ่งที่ต้องให้ความสำคัญและจำเป็นมากต่อการจัดการมูลฝอยบริเวณตลาดสดเพื่อไม่ให้เกิดการตกค้างของมูลฝอยซึ่งอาจก่อให้เกิดผลกระทบด้านสุขลักษณะและสิ่งแวดล้อมตามมา

รูปแบบการจัดการมูลฝอยของตลาดสด เริ่มต้นจากการรวบรวมมูลฝอยบริเวณแผงร้านค้าย่อยและบริเวณอื่นๆของตลาดสด ซึ่งขั้นตอนนี้มีการคัดแยกมูลฝอยส่วนหนึ่งไปใช้ประโยชน์ใหม่ในรูปแบบต่างๆ ส่วนที่เหลือเป็นมูลฝอยที่ต้องกำจัด ซึ่งการรวบรวมมูลฝอยสำหรับทิ้งบริเวณแผงร้านค้าย่อยจะใช้เข่งและถุงพลาสติกของเจ้าของแผงร้านค้าเป็นส่วนใหญ่ ทั้งนี้จะเก็บรวบรวมไว้ที่แผงรอการเก็บขนเพื่อนำไปกำจัดโดยพนักงานเทศบาล ภายหลังเสร็จสิ้นการทำกิจกรรมซื้อ-ขายบริเวณตลาดสด และมีเพียงบางส่วนที่นำไปทิ้งในถังพลาสติกบริเวณจุดที่เทศบาลกำหนด จากนั้นพนักงานเทศบาลเก็บรวบรวมส่วนที่ทิ้งดังกล่าวข้างต้น เก็บรวบรวมไปยังรถเก็บขนมูลฝอยเพื่อนำไปกำจัดยังสถานที่กำจัดมูลฝอยของเทศบาลนครหาดใหญ่แบบฝังกลบต่อไปซึ่งรถยนต์เก็บขนมูลฝอยไปยังสถานที่กำจัดโดยตรง ส่วนใหญ่เป็นประเภทมีเครื่องอัดมูลฝอย สามารถบรรทุกมูลฝอยได้ปริมาณมากและเหมาะสมสำหรับย่านธุรกิจการค้าหรือที่มีประชาชนอาศัยอยู่หนาแน่น และใช้พนักงานเก็บขนน้อย (1-2 คน) นอกจากนี้สามารถทำงานได้รวดเร็วอีกด้วย แต่หากมูลฝอยมีความชื้นสูง เช่น เศษอาหารปะปนอยู่มากทำให้ตัวถังผุกร่อนเร็วและการซ่อมบำรุงมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง ดังที่ อดิศักดิ์ ทองไข่มุกต์และคณะ (ม.ป.ป) กล่าวไว้

อนึ่ง มูลฝอยคงเหลือจากการคัดแยกข้างต้นพนักงานเทศบาลเก็บรวบรวมจากแผงร้านค้าย่อยจากภาชนะของพ่อค้า-แม่ค้าประเภทเข่งและถุงพลาสติกเป็นส่วนใหญ่ แสดงให้เห็นว่าการเก็บรวบรวมมูลฝอยโดยใช้ถังขยะของเทศบาลจัดเตรียมไว้ให้ไม่ก่อให้เกิดประสิทธิภาพเท่าที่ควร ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากตำแหน่งการจัดวางไม่เหมาะสมหรือมีปริมาณน้อยเกินไป หรือพ่อค้า-แม่ค้าไม่สะดวกในการนำมูลฝอยไปทิ้งในภาชนะที่เตรียมไว้บริการ ดังนั้นจึงเป็นการเพิ่มภาระหน้าที่ในการเก็บรวบรวมมูลฝอยของพนักงานเทศบาลมากขึ้น

เนื่องจากตลาดสดของเทศบาลนครหาดใหญ่ทั้ง 9 แห่งส่วนใหญ่ ตั้งอยู่ในแหล่งชุมชนหนาแน่นและมีมูลฝอยเปียกเป็นจำนวนมาก การใช้รถเก็บขนมูลฝอยแบบมีเครื่องอัดมูลฝอยจึงมีทั้งข้อดีและข้อเสีย คือ ข้อดีเหมาะสมสำหรับแหล่งชุมชนหนาแน่นเพราะสามารถทำงานได้รวดเร็ว แต่มีข้อเสียคือมูลฝอยที่เก็บรวบรวมส่วนใหญ่เป็นมูลฝอยเปียก ทำให้ตัวถังผุกร่อนเร็วและค่าซ่อมบำรุงสูง แต่หากมีการดูแลหรือทำความสะอาดสม่ำเสมอก็สามารถยืดอายุการใช้งานได้นานยิ่งขึ้น ซึ่งการเก็บขนมูลฝอยบริเวณตลาดสด ส่วนใหญ่มีการจัดเก็บทุกวัน หลังจากสิ้นสุดการทำกิจกรรมบริเวณตลาดสด จึงสามารถลดปัญหาผลกระทบสิ่งแวดล้อมอันได้แก่ แหล่งเพาะพันธุ์เชื้อโรค, การปลิวกระจายของมูลฝอย, การคุ้ยเขี่ยและขาดความเป็นระเบียบ เป็นต้น อีกมุมหนึ่งการเก็บรวบรวมมูลฝอยหากมีการเก็บรวบรวมใส่ถังคอนเทนเนอร์ ซึ่งจัดวางในตำแหน่งที่เหมาะสม จะสามารถจัดเก็บมูลฝอยได้ปริมาณมากเช่นกัน แต่ตลาดสดส่วนใหญ่ยังคงมีข้อจำกัดในด้านพื้นที่การจัดวาง

ถังคอนเทนเนอร์เพราะตลาดสดส่วนใหญ่อยู่ในแหล่งชุมชนหนาแน่น เช่น ตลาดพลาซ่า2, 3, ตลาดหมอถัด และตลาดกิมหยง 2 ซึ่งไม่มีพื้นที่ว่างมากพอให้รถเข้าไปได้สะดวก

ดังนั้น นอกจากการคัดแยกมูลฝอยเพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ แล้ว ยังคงมีมูลฝอยส่วนที่ทิ้งในปริมาณมากพอสมควรโดยเฉพาะเศษผักและเศษผลไม้ที่ต้องกำจัด ประกอบกับมูลฝอยจากตลาดสดเป็นมูลฝอยเปียกโดยส่วนใหญ่ อีกทั้ง บริเวณตลาดเป็นสถานที่ที่ทำกิจกรรมเพื่อการอุปโภค-บริโภคเป็นประจำทุกวัน จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องวางรูปแบบการจัดการมูลฝอยเฉพาะตลาดสดเพื่อก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งจากลักษณะเด่นของมูลฝอยจากตลาดสดที่มีองค์ประกอบส่วนที่สามารถย่อยสลายได้ในสัดส่วนที่มาก ดังนั้นแนวทางการนำมูลฝอยจากตลาดสดมาหมักทำปุ๋ยจึงเป็นวิธีการกำจัดมูลฝอยของตลาดสดที่น่าจะได้รับความสนใจ

2. การนำมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆของตลาดสด

ตลาดสดในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่โดยภาพรวมมีระบบการคัดแยกมูลฝอยเพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์ในขั้นตอนการรวบรวมมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิด ซึ่งการคัดแยกมูลฝอย ณ แหล่งนี้สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ มูลฝอยเปียกหรือมูลฝอยที่ย่อยสลายได้ซึ่งมีความชื้นสูงและมูลฝอยแห้งซึ่งได้แก่วัสดุที่ย่อยสลายได้ยาก ตามลักษณะการแบ่งประเภทของมูลฝอยที่สมทิพย์ ด่านธีรวนิชย์ (2541) กล่าวไว้ รูปแบบการคัดแยกมูลฝอยเปียกหรือมูลฝอยที่ย่อยสลายได้ ซึ่งได้แก่ เศษผัก, ผลไม้ และเนื้อสัตว์ เกิดขึ้นมากที่สุดโดยกลุ่มพ่อค้า-แม่ค้า เจ้าของแผงร้านค้าย่อย เพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่โดยเฉพาะเพื่อการเลี้ยงสัตว์และการประกอบอาหาร ดังนั้นการคัดแยกมูลฝอยประเภทนี้จึงเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่ของเสียหรือเกิดอรรถผลประโยชน์จากของเสียมากที่สุด เนื่องจากของเสียเกิดการปนเปื้อนหรือสกปรกน้อยที่สุด

อนึ่ง สาเหตุของการคัดแยกมูลฝอยประเภทนี้บริเวณแผงร้านค้าย่อยมากที่สุด เนื่องจากมีค่าตอบแทนในรูปของเงินเป็นแรงจูงใจ และสามารถนำไปเลี้ยงสัตว์เพื่อลดการซื้ออาหารสัตว์สำเร็จรูป จึงทำให้ของเสียดังกล่าวมีความต้องการนำกลับมาเลี้ยงสัตว์และประกอบอาหารมากที่สุดโดยเฉพาะของเสียประเภทเนื้อสัตว์ซึ่งมีค่าตอบแทนในรูปของจำนวนเงินสูงกว่าเศษผักและเศษผลไม้ จึงทำให้มูลฝอยส่วนที่เหลือนำไปกำจัดยังสถานที่กำจัดมีปริมาณเนื้อสัตว์ในสัดส่วนที่น้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับเศษผักและเศษผลไม้ ส่วนการคัดแยกมูลฝอยอีกประเภทหนึ่งเป็นมูลฝอยแห้งหรือมูลฝอยที่ย่อยสลายได้ยาก เช่น กระดาษ, พลาสติก, โลหะและแก้ว เกิดการคัดแยกบริเวณแหล่งกำเนิดมูลฝอยจากตลาดสดจากแผงร้านค้าย่อยเช่นกัน แต่โดยกลุ่มพนักงาน

เทศบาล ซึ่งมีการคัดแยกเพื่อนำไปจำหน่ายต่อให้กับร้านรับซื้อของเก่า อย่างไรก็ตามในขั้นตอนการรวบรวมมูลฝอยบริเวณแผงร้านค้าย่อยจะมีการคัดแยกมูลฝอยเพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์ในระดับหนึ่ง ก็ยังคงมีมูลฝอยส่วนที่เหลือซึ่งมีการเก็บรวบรวมโดยเจ้าพนักงานเทศบาล เพื่อลำเลียงไปยังรถเก็บขนมูลฝอยบริเวณตลาดสดในปริมาณมากพอสมควร

ดังนั้น การคัดแยกมูลฝอยทั้งมูลฝอยเปียกและมูลฝอยแห้ง เพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์นอกจากในด้านการเลี้ยงสัตว์ การประกอบอาหารและจำหน่ายให้ร้านรับซื้อของเก่าแล้ว ยังจัดได้ว่ามีประโยชน์ด้านการลดปัญหามลภาวะและค่าใช้จ่ายในการกำจัดและได้ผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าอีกด้วย เช่นเดียวกับการใช้ประโยชน์จากวัสดุเศษเหลือมาเป็นวัตถุดิบที่สามารถก่อให้เกิดประโยชน์ได้ดังที่ พูนสุข ประเสริฐสรรพ์ (2542) กล่าวไว้ ดังนั้นหากมีการนำมูลฝอยจากตลาดสดของเทศบาลนครหาดใหญ่กลับมาใช้ประโยชน์ด้านต่างๆในปริมาณมากขึ้น จะทำให้มีมูลฝอยที่ต้องกำจัดด้วยการฝังกลบน้อยลงและเป็นการยืดอายุบ่อฝังกลบได้นานยิ่งขึ้นด้วย หรืออาจเป็นข้อพิจารณาทางเลือกการกำจัดมูลฝอยแบบหมักทำปุ๋ย ด้วยข้อมูลสนับสนุนของผลการศึกษาด้านองค์ประกอบมูลฝอยที่สามารถย่อยสลายได้ของแหล่งกำเนิดมูลฝอยเฉพาะตลาดสดที่มีปริมาณมากพอ

การคัดแยกมูลฝอยบริเวณตลาดสดเพื่อการเลี้ยงสัตว์ทั้งทางตรงและผ่านกระบวนการแปรรูปบางอย่าง และเป็นอาหารสำหรับมนุษย์ จัดเป็นแนวทางการนำวัสดุเศษเหลือไปใช้อย่างเหมาะสม ซึ่ง smith (1981) ได้ระบุไว้ นอกจากประโยชน์ข้างต้นแล้ว แนวทางการใช้วัสดุเศษเหลืออย่างเหมาะสม ยังสามารถผลิตเป็นก๊าซชีวภาพ ทำปุ๋ยหมัก เชื้อเพลิงและวัสดุก่อสร้างได้อีกด้วย

อนึ่ง มูลฝอยจากตลาดสดมีมูลฝอยเปียกเป็นจำนวนมาก และมีสารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบซึ่งมักมีสารอาหารที่มีประโยชน์ เช่น คาร์บอน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมจำนวนมาก และสามารถนำมาเป็นข้อพิจารณาทางเลือกในการบำบัดทางชีวภาพ และนำผลผลิตมาใช้ได้อย่างปลอดภัย เช่น ปุ๋ย ก๊าซชีวภาพและโปรตีนชีวภาพ ซึ่งเหมาะสมสำหรับประเทศไทย ที่อยู่ในเขตร้อน (ศุวศา กานตวนิชกูร, ม.ป.ป.)

แนวคิดการคัดแยกมูลฝอยประเภทมูลฝอยสดหรือมูลฝอยเปียกบริเวณตลาดสดมีการกล่าวถึงไม่มากนัก ส่วนใหญ่จะเน้นการคัดแยกมูลฝอยประเภทมูลฝอยแห้งหรือวัสดุย่อยสลายได้ยากและมีการรณรงค์ทั่วไปเกือบทุกแหล่งกำเนิด ยกตัวอย่างเช่น ที่พักอาศัย โรงงาน สำนักงาน โรงเรียน และห้างสรรพสินค้า เป็นต้น อีกทั้งมีการศึกษาของ สุนี มัลลิกะมาลย์ (2543) เกี่ยวกับแนวทางการจัดการขยะชุมชนในประเด็นทางสังคม เศรษฐศาสตร์ การจัดการและกฎหมาย โดยใช้หลักการ 5 Rs เป็นเกณฑ์ชี้วัด ดังนั้นการคัดแยกมูลฝอยในปัจจุบันจึงมีการตื่นตัวกันมาก อาจ

เนื่องมาจากมีความสะดวก กระทำได้ง่าย มูลฝอยคงสภาพได้นาน และเห็นผลตอบแทนเป็นรูปธรรมหรือมีผลประโยชน์อื่นๆที่ชัดเจน ดังตัวอย่างชุมชนหลายแห่งในประเทศไทย จัดตั้ง “ศูนย์วัสดุรีไซเคิล” ของชุมชน เพื่อการคัดแยกขยะแห้งไปขายต่อให้กับร้านค้าใหญ่และแปรรูปขั้นต้น ซึ่งมีการบริหารจัดการแบบธุรกิจพึ่งตัวเอง ชุมชนเหล่านี้ได้แก่ ชุมชนพัฒนา 70 ไร่ คลองเตย กทม. ชุมชนในเขตบางกะปิ ชุมชนแออัดจังหวัดอุบลราชธานี และกลุ่มซาเล้งสะอาดเมืองขอนแก่น เป็นต้น (มานพ ประทุมทอง, 2544)

อนึ่ง การคัดแยกมูลฝอยแห้งที่มีการบริหารจัดการโดยชุมชน ไม่เพียงแต่ส่งเสริมระบบเศรษฐกิจแบบพึ่งพาตันเองเท่านั้น แต่เป็นการสร้างเสริมความเข้มแข็งของระบบสังคมในชุมชนให้สามารถบริหารจัดการแบบพึ่งพาตนเอง และยังมีส่วนร่วมในการรักษาสิ่งแวดล้อมและประหยัดทรัพยากรวัตถุดิบและสามารถนำมูลฝอยมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ได้อีกด้วย จนปัจจุบันมีกลุ่มเอกชนหลายรายเริ่มให้ความสนใจเข้ามาลงทุนในด้านธุรกิจเกี่ยวกับของเสียเหล่านี้เพิ่มมากขึ้น

แต่อย่างไรก็ตาม การคัดแยกมูลฝอยประเภทมูลฝอยเปียกหรือมูลฝอยที่สามารถย่อยสลายได้ง่าย สามารถกระทำได้ง่าย สะดวกและให้ผลตอบแทนหลายอย่างเช่นเดียวกับมูลฝอยแห้ง เช่น ด้านพลังงาน เป็นอาหารสำหรับมนุษย์ อาหารสำหรับสัตว์เลี้ยง ประโยชน์ทางด้านการเกษตร การปรับปรุงคุณภาพดิน และเป็นการรักษาสิ่งแวดล้อมอีกด้วย ซึ่งจากประโยชน์ดังกล่าวน่าจะเป็นข้อพิจารณาแนวทางเลือกหนึ่งในการนำมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ได้มากยิ่งขึ้นในอนาคตและสามารถเอื้อประโยชน์ต่อระบบสังคมในชุมชนด้านต่างๆ ได้ไม่เพียงแต่ผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์เช่นเดียวกับมูลฝอยแห้ง

3. ปริมาณมูลฝอยจากตลาดสดของเทศบาลนครหาดใหญ่

ปริมาณมูลฝอยจากตลาดสดในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ จำนวน 9 แห่ง โดยเฉลี่ยเท่ากับ 20.34 ตัน/วัน หรือร้อยละ 9.4 ของปริมาณมูลฝอยทั้งหมดของเทศบาล เมื่อเทียบกับผลการศึกษาปริมาณมูลฝอยจากตลาดสดอื่นๆ พบว่าปี 2539 คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (2539) ศึกษาปริมาณมูลฝอยจากตลาดสดของเทศบาลนครหาดใหญ่มีค่าอยู่ในช่วง 18.86-29.77 ตัน/วัน หรือร้อยละ 8.80-14.80 ของปริมาณมูลฝอยทั้งหมดของเทศบาล ส่วนปริมาณมูลฝอยจากตลาดสดเทศบาลเมืองสงขลา ปี 2540 มีประมาณ 18.40 % โดยน้ำหนักของปริมาณมูลฝอยทั้งหมด (บริษัทสยามกรุ๊ป, จำกัด, 2540) ทั้งนี้ปริมาณมูลฝอยของเทศบาลนครหาดใหญ่ในปี 2539และเทศบาลเมืองสงขลา ปี 2540 มีค่าใกล้เคียงกับผลการศึกษาของผู้วิจัย จากสภาพชุมชนของเทศบาลเมืองสงขลาและเทศบาลนครหาดใหญ่ มีตลาดเป็นศูนย์

กลางกิจกรรมเพื่อการอุปโภคและบริโภคของประชาชนส่วนใหญ่ ซึ่งมีสภาพทางเศรษฐกิจใกล้เคียงกันมาก ดังนั้น ปริมาณการเกิดมูลฝอยบริเวณตลาดสดของทั้ง 2 แห่ง จึงไม่แตกต่างกันมากนัก

ดังนั้น เมื่อเปรียบเทียบปริมาณมูลฝอยจากตลาดสดในปี 2539 , 2540 และปี 2543 พบว่าอยู่ในสัดส่วนร้อยละมากกว่า 8.8 ของปริมาณมูลฝอยทั้งหมด ที่จัดเก็บได้แต่ละแห่งหรือมากกว่า 19.00 ตัน/วัน ซึ่งมีปริมาณมากพอสมควรต่อการดำเนินการโดยการลงทุนแยกส่วนจากแหล่งกำเนิดอื่นๆได้ และสามารถวางแผนการจัดเก็บรวบรวมมูลฝอยและกำจัดมูลฝอยเฉพาะแหล่งกำเนิดเพื่อก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการจัดการมากที่สุดได้ นอกจากข้อมูลด้านปริมาณมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิดแล้ว การวางแผนการจัดการมูลฝอยที่มีประสิทธิภาพและเกิดผลประโยชน์มากที่สุดจำเป็นต้องศึกษาข้อมูลด้านคุณสมบัติของมูลฝอยประกอบการพิจารณาด้วยซึ่งเมื่อศึกษาเปรียบเทียบผลศึกษาองค์ประกอบมูลฝอยรวมและมูลฝอยเฉพาะแหล่งกำเนิดตลาดสดในแต่ละปีที่ผ่านมา กับผลการศึกษาองค์ประกอบมูลฝอยจากตลาดสดของผู้วิจัย มีรายละเอียดดังตาราง 25

4. การเปรียบเทียบองค์ประกอบมูลฝอยจากแหล่งกำเนิดตลาดสดและชุมชนเพื่อการจัดการมูลฝอย

องค์ประกอบมูลฝอยที่สามารถย่อยสลายได้จากตลาดสดในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ ปี 2544 มีปริมาณมากกว่า 97% โดยน้ำหนักเปียกซึ่งมีปริมาณเศษผักและเศษผลไม้มากที่สุด เท่ากับ 88%โดยน้ำหนักเปียก ส่วนมูลฝอยที่ไม่สามารถย่อยสลายได้มีน้อยกว่า 3% โดยน้ำหนักเปียก ซึ่งมีปริมาณน้อยมาก และเมื่อมีการเปรียบเทียบกับผลการศึกษาองค์ประกอบมูลฝอยจากตลาดสดของเทศบาลเมืองเพชรบุรีและเทศบาลเมืองสงขลาปรากฏว่ามีองค์ประกอบของมูลฝอยที่สามารถย่อยสลายได้ในปริมาณที่สูงเช่นเดียวกับผลการศึกษาของผู้วิจัย ซึ่งสูงกว่า 71% โดยน้ำหนักเปียก ส่วนองค์ประกอบมูลฝอยที่ไม่สามารถย่อยสลายได้มีน้อยกว่า 22% โดยน้ำหนักเปียก และมีปริมาณเศษผักและเศษผลไม้มากที่สุดเช่นกัน ไม่มีความแตกต่างกันกับองค์ประกอบมูลฝอยที่สามารถย่อยสลายได้จากตลาดสดของผู้วิจัยและที่สำคัญองค์ประกอบมูลฝอยที่สามารถย่อยสลายได้ของผู้วิจัยมีปริมาณมากที่สุด

เมื่อพิจารณามูลฝอยจากแหล่งกำเนิดตลาดสดกับมูลฝอยชุมชนจะเห็นความแตกต่างด้านปริมาณขององค์ประกอบมูลฝอยอย่างชัดเจน คือ มูลฝอยรวมมีปริมาณมูลฝอยประเภทย่อยสลายได้อยู่ระหว่าง 49-70% โดยน้ำหนักเปียก ซึ่งมีปริมาณน้อยกว่ามูลฝอยจากตลาดสดซึ่งมีส่วนของมูลฝอยที่สามารถย่อยสลายได้มีค่าอยู่ในช่วง 71-97% โดยน้ำหนักเปียก อีกทั้ง มูลฝอยจาก

ตลาดสดมีร้อยละของปริมาณเศษผักและเศษอาหารสูงกว่ามูลฝอยจากชุมชน ซึ่งแสดงให้เห็นได้ว่ามูลฝอยส่วนที่สามารถย่อยสลายได้จากตลาดสดสามารถนำไปกำจัดด้วยวิธีการหมักทำปุ๋ย ซึ่งอาศัยกระบวนการย่อยสลายของจุลินทรีย์ได้ดีกว่ามูลฝอยรวม

นอกจากนี้ มูลฝอยจากชุมชนรวมยังมีมูลฝอยที่ไม่สามารถย่อยสลายได้หรือมูลฝอยที่ย่อยสลายได้ยากในปริมาณที่สูงระหว่าง 30-51 % โดยเฉพาะเศษผ้า โลหะ แก้ว หิน และเซรามิกส์ ซึ่งสูงกว่ามูลฝอยจากตลาดสดอย่างเห็นได้ชัดเจน ทั้งนี้ ปริมาณมูลฝอยที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ของมูลฝอยจากตลาดสดมีเพียง 3-29 % โดยน้ำหนักเปียกเท่านั้น โดยเฉพาะผลการศึกษาของผู้วิจัยมีปริมาณมูลฝอยที่ไม่สามารถย่อยสลายได้น้อยเพียง 2.77 % ดังตาราง 25

สำหรับการหมักทำปุ๋ย ขั้นตอนการคัดแยกองค์ประกอบมูลฝอยที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ ซึ่งได้แก่ โลหะ แก้ว พลาสติก เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญเพื่อให้คงเหลือเฉพาะมูลฝอยที่ย่อยสลายได้ในปริมาณมากที่สุด และเพื่อให้ได้ปุ๋ยที่ไม่มีการปนเปื้อนของมูลฝอยที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ ดังนั้น ก่อนเริ่มการหมักทำปุ๋ยหากนำมูลฝอยส่วนที่มีองค์ประกอบที่สามารถย่อยสลายได้มากมาใช้ก็จะสามารถประหยัดเวลาในขั้นตอนการคัดแยก รวมทั้งประหยัดแรงงานและลดต้นทุนการผลิตเพราะไม่ต้องทำการแยกส่วนประกอบที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ออก ด้วยเหตุนี้มูลฝอยจากตลาดสดจึงมีจุดเด่นที่เหมาะสมสำหรับหมักทำปุ๋ยมากกว่ามูลฝอยรวม

อนึ่ง แหล่งกำเนิดมูลฝอยแต่ละแหล่งมีกิจกรรมที่ก่อให้เกิดมูลฝอยต่างกัน ดังนั้นองค์ประกอบมูลฝอยที่เกิดขึ้นจึงมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ลักษณะประเภทของกิจกรรม รูปแบบการดำรงชีวิตของประชาชนและชุมชน สภาพของเศรษฐกิจ และพฤติกรรมในการบริโภคของประชาชน เพราะฉะนั้นข้อมูลด้านองค์ประกอบมูลฝอยจึงมีความสำคัญต่อการวางแผนการจัดการมูลฝอยเฉพาะแหล่งกำเนิด ส่วนความหนาแน่นของมูลฝอยจากตลาดสดที่ศึกษาได้มีความหนาแน่นมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาที่ผ่านมาซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 297.40 กก./ลบ.ม.

ตาราง 25 การเปรียบเทียบองค์ประกอบมูลฝอยจากแหล่งกำเนิดตลาดสดและชุมชนในแต่ละปี

องค์ประกอบมูลฝอย	ปริมาณมูลฝอยแต่ละองค์ประกอบ (ร้อยละโดยน้ำหนักเปียก)					
	มูลฝอยรวมจากชุมชน			มูลฝอยจากตลาดสด		
	ปี 2536[1]	ปี 2539[2]	ปี 2540[3]	ปี 2536[4]	ปี 2540[5]	ปี 2544[6]
1. มูลฝอยที่ย่อยสลายได้						
1.1 เศษผักและผลไม้						88.34*
1.2 เศษอาหาร	53.00	46.50	22.30	70.60	48.00	0.29
1.3 เศษใบไม้และกิ่งไม้	2.80	4.86	12.00	1.50	3.10	1.55
1.4 เศษกระดาษ	7.60	18.48	14.75	5.90	20.00	7.05
รวม	**63.40**	**69.84**	**49.05**	**78.00**	**71.10**	**97.23**
2. มูลฝอยที่ไม่สามารถย่อยสลายได้						
2.1 กระดูก	-	4.37	-	-	-	0.19
2.2 พลาสติก	14.40	10.86	10.60	12.50	10.00	2.53
2.3 ยางและหนัง	2.54	1.07	4.20	2.70	4.70	0.02
2.4 เศษผ้า	4.30	1.34	4.50	0.70	1.80	0.02
2.5 โลหะ	2.32	2.43	8.40	1.70	4.10	0.005
2.6 โฟม	-	-	-	-	-	0.005
2.7 แก้ว	3.75	5.04	16.0	2.40	1.70	-
2.8 หินและเซรามิกส์	2.34	0.82	-	0.20	-	-
2.9 เบ็ดเตล็ด	6.95	4.23	7.25	1.80	6.60	-
รวม	**36.60**	**30.16**	**50.95**	**22.00**	**28.90**	**2.77**
รวมทั้งหมด	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**100.00**
ความหนาแน่น กก./ลบ.ม.	198.35	284.67	201.30	189.35	243.30	297.40

หมายเหตุ 1. มูลฝอยชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรี (เทศบาลเมืองเพชรบุรี, 2536)

2. มูลฝอยชุมชนเทศบาลนครหาดใหญ่ (คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2539)

3. มูลฝอยชุมชนเทศบาลเมืองสงขลา (บริษัทสยามเทคกรุ๊ป จำกัด, 2540)

4. มูลฝอยจากตลาดสดเทศบาลเมืองเพชรบุรี (เทศบาลเมืองเพชรบุรี, 2536)

5. มูลฝอยจากตลาดสดเทศบาลเมืองสงขลา (บริษัทสยามเทคกรุ๊ป จำกัด, 2540)

6. มูลฝอยจากตลาดสดเทศบาลนครหาดใหญ่ (ผู้ศึกษาวิจัย)

- ไม่มีการรายงาน

* ปริมาณเศษผักและผลไม้รวม (เศษผักและผลไม้ประเภทมีกากน้อยและมีกากมาก)

5. การเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมีของมูลฝอยจากแหล่งกำเนิดตลาดสดและชุมชน

การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของมูลฝอยจากตลาดสดของเทศบาลนครหาดใหญ่ ด้านธาตุอาหารหลัก คือ ปริมาณไนโตรเจน, ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่ทำหน้าที่ใช้ในการเจริญเติบโตของพืช มีปริมาณฟอสฟอรัสต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานของกรมพัฒนาที่ดินที่กำหนดค่ามาตรฐานของปุ๋ยหมัก (เกรดปุ๋ยไม่ต่ำกว่า 1.0-1.0-0.5 (% ของ $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$)) เช่นเดียวกับผลการศึกษามูลฝอยจากตลาดสดและมูลฝอยชุมชนจากแหล่งอื่นๆ กล่าวคือ ปริมาณไนโตรเจนจากมูลฝอยจากตลาดสดเทศบาลนครหาดใหญ่และเทศบาลเมืองสงขลาอยู่ในช่วง 1.10-2.00 % dry wt. ส่วนปริมาณไนโตรเจนจากมูลฝอยชุมชนเทศบาลนครหาดใหญ่เท่ากับ 1.42 % dry wt. ซึ่งปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสของมูลฝอยจากตลาดสดของการศึกษาครั้งนี้ พบว่า มีค่ามากกว่ามูลฝอยชุมชน แต่ปริมาณฟอสฟอรัสมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานของกรมพัฒนาที่ดินที่กำหนดไว้และมูลฝอยชุมชนเทศบาลนครหาดใหญ่และมูลฝอยจากตลาดสดเทศบาลเมืองสงขลามีปริมาณฟอสฟอรัสเท่ากัน คือ 0.20 %dry wt. ส่วนปริมาณโพแทสเซียมของมูลฝอยจากตลาดสดของการศึกษาครั้งนี้ มีค่ามากเช่นเดียวกับปริมาณไนโตรเจนและปริมาณฟอสฟอรัส (ตาราง 26)

หากพิจารณาปริมาณธาตุอาหารหลักจากแหล่งกำเนิดมูลฝอยชุมชนและตลาดสดร่วมกับปริมาณธาตุอาหารหลักของวัสดุเหลือใช้ที่ย่อยสลายยากและง่ายรวมกันโดยกรมพัฒนาที่ดิน (2540) วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของธาตุอาหารหลักของพืช ซึ่งพบว่าปริมาณไนโตรเจน, ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม มีค่าเท่ากับ 0.79 %, 0.28 % และ 2.19 % dry wt. ตามลำดับ พบว่ามีปริมาณฟอสฟอรัสค่อนข้างต่ำมาก และมีปริมาณโพแทสเซียมค่อนข้างสูง เช่นเดียวกับผลการศึกษาปริมาณธาตุอาหารของแหล่งกำเนิดมูลฝอยชุมชนและตลาดสด ดังนั้น หากมีการนำมูลฝอยจากตลาดสดมาหมักทำปุ๋ยก็น่าจะได้ปุ๋ยที่มีคุณภาพมากกว่า การนำมูลฝอยจากชุมชนมาหมักทำปุ๋ย

อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน เป็นค่าที่บ่งบอกความยากง่ายของการย่อยสลายสารอินทรีย์ ซึ่งควรอยู่ในช่วงระหว่าง 26-35 หรืออัตราส่วน C:Nน้อยกว่า 30 ปฏิกิริยาการย่อยสลายจะเกิดขึ้นทันที (ชาติ เจียมไชยศรี, 2542) และ (Haug, 1980) ซึ่งผลการศึกษาอัตาราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของมูลฝอยจากตลาดสดเทศบาลนครหาดใหญ่ มีค่าเท่ากับ 28:1 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของมูลฝอยจากตลาดสดเทศบาลเมืองสงขลาและมูลฝอยชุมชนเทศบาลนครหาดใหญ่ ซึ่งเท่ากับ 44 และ31 ตามลำดับ หากพิจารณาอัตราส่วน C:N ของมูลฝอยจากตลาดสดเทศบาลนครหาดใหญ่ที่ศึกษาครั้งนี้ เท่ากับ 28:1 ซึ่งอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการย่อยสลายและหากนำมูลฝอยจากตลาดสดมาหมักทำปุ๋ยก็น่าจะมีการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนน้อยกว่ามูลฝอยจากชุมชน และหากนำมูลฝอยจากชุมชนมาหมักทำปุ๋ยจำเป็นต้องมี

การปรับปรุงคุณภาพของของเสียก่อน ดังนั้น มูลฝอยจากตลาดสดจึงมีความเหมาะสมในการนำมาหมักทำปุ๋ยได้ดีกว่ามูลฝอยชุมชน

ปริมาณความชื้นของมูลฝอยจากตลาดสดเทศบาลนครหาดใหญ่มีค่าสูงที่สุดประมาณ 79 %wet wt. ซึ่งมีค่าสูงกว่ามูลฝอยจากตลาดสดเทศบาลเมืองสงขลาและมูลฝอยชุมชนเทศบาลนครหาดใหญ่ ที่มีค่าใกล้เคียงกัน อยู่ในช่วง 51-54 % wet wt. ซึ่งเป็นค่าที่เหมาะสมต่อการทำปุ๋ย (ความชื้นที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 50-60 % (ชาติ เจียมไชยศรี, 2542))

ปริมาณความชื้นที่สูงในช่วงก่อนการหมัก มีข้อดีคือ หากการทำปุ๋ยหมักมีการปรับค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนให้อยู่ในช่วงตามต้องการด้วยการเติมสารหรือของเสียที่จะนำมาผสมที่มีความชื้นต่ำก็จะสามารถทำได้ง่ายและสามารถควบคุมค่าความชื้นที่เหมาะสมได้ง่ายกว่า

ฉะนั้น จากจุดเด่นของมูลฝอยจากตลาดสดเทศบาลนครหาดใหญ่ ที่มีปริมาณความชื้นและปริมาณธาตุอาหารหลักมากกว่ามูลฝอยชุมชน ประกอบกับค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนเหมาะสมต่อการย่อยสลายและมีสัดส่วนขององค์ประกอบมูลฝอยที่สามารถย่อยสลายได้สูงกว่ามูลฝอยที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ โดยเฉพาะเศษผักและผลไม้มากกว่ามูลฝอยจากชุมชน อีกทั้ง องค์ประกอบของมูลฝอยจากตลาดสดมี แก้ว พลาสติก โลหะ กระป๋องอะลูมิเนียม และยาง ซึ่งเป็นวัสดุที่ย่อยสลายได้ยากปะปนในปริมาณน้อย จึงเป็นผลดีต่อการนำมูลฝอยเหล่านี้มาหมักทำปุ๋ยเพราะสามารถลดต้นทุน ด้านเวลา แรงงาน ในการคัดแยกวัสดุที่ย่อยสลายยากเหล่านี้ออกก่อนหมักทำปุ๋ย เช่นเดียวกับ วรพจน์ รัมพณีนิล (2529) กล่าวว่า ปุ๋ยหมักเศษขยะจากเทศบาล มีกระบวนการหมักต่างจากปุ๋ยหมักธรรมดา คือ ต้องแยกเศษพลาสติก ไม้ เหล็ก ออกก่อน ส่วนที่เหลือจะเป็นเศษพืชเป็นส่วนใหญ่ ดังรายละเอียดกล่าวไว้ในการตรวจเอกสาร และยังแสดงให้เห็นว่ามูลฝอยชุมชนมีความหลากหลายด้านองค์ประกอบมากกว่ามูลฝอยจากตลาดสด ซึ่งชาติ เจียมไชยศรี (2542) กล่าวว่าการเก็บรวบรวมมูลฝอยที่มีหลายองค์ประกอบและคุณสมบัติต่างกันมาผลิตปุ๋ยจำเป็นต้องปรับสภาพของวัตถุดิบให้เหมาะสมก่อน

ดังนั้น การนำมูลฝอยจากตลาดสดมาหมักทำปุ๋ยจึงมีแนวโน้มความเป็นไปได้และเหมาะสมมากกว่ามูลฝอยจากชุมชน ทั้งนี้ จำเป็นต้องมีการควบคุมระดับความชื้นให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์และสามารถนำวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการอื่นๆ มาหมักรวมกับมูลฝอยจากตลาดสดเพื่อเพิ่มคุณภาพของปุ๋ยหมักจากตลาดสดให้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะวัสดุเหลือทิ้งที่สามารถเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสได้ อนึ่ง ของเสียจากโรงงานผลิตน้ำยางข้นในรูปของ “กากขี้แป้ง” วราศรี เถกประสิทธ์ (2543) ได้มีการศึกษาปริมาณธาตุ

อาหารหลักที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งพบว่ามีปริมาณฟอสฟอรัสในกากขี้แป้งสูงถึง 19.6 %dry wt. และสามารถนำไปบำรุงต้นไม้ได้

ดังนั้นการหมักทำปุ๋ยของมูลฝอยจากตลาดสด หากมีการนำกากขี้แป้งจากโรงงานผลิตน้ำยางข้นมาเป็นวัสดุผสมในการหมักทำปุ๋ย น่าจะสามารถทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสเพิ่มสูงขึ้นและได้ปุ๋ยที่มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น

ตาราง 26 เปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมีของมูลฝอยจากแหล่งกำเนิดตลาดสดและชุมชน

แหล่งกำเนิดมูลฝอย	คุณสมบัติทางเคมี					
	ปริมาณไนโตรเจน (% dry wt.)	ปริมาณฟอสฟอรัส (% dry wt.)	ปริมาณโพแทสเซียม (% dry wt.)	ปริมาณเถ้า (% dry wt.)	ปริมาณความชื้น (%wet wt.)	อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน
ตลาดสด						
1.มูลฝอยของเทศบาลนครหาดใหญ่	2.00	0.69	2.80	8.86	78.85*	28
2.มูลฝอยของเทศบาลเมืองสงขลา	1.10	0.20	-	12.00	51.00	44
ชุมชน						
3.มูลฝอยของเทศบาลนครหาดใหญ่	1.42	0.20	-	19.80	54.30	31

หมายเหตุ
1. มูลฝอยจากตลาดสดเทศบาลนครหาดใหญ่ของปี 2544 (ผู้วิจัย)
2. มูลฝอยจากตลาดสดเทศบาลเมืองสงขลาของปี 2540 (บริษัทสยามกรุ๊ป จำกัด, 2540)
3. มูลฝอยชุมชนเทศบาลนครหาดใหญ่ของปี 2539 (คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2539)

- ไม่มีการรายงาน
* ปริมาณความชื้นรวมของมูลฝอยจากตลาดสดเทศบาลนครหาดใหญ่ ปี 2544 (ผู้วิจัย)

6. การทดลองการหมักทำปุ๋ยของมูลฝอยจากตลาดสด

การทดลองหมักทำปุ๋ยระดับห้องปฏิบัติการโดยใช้หลักการหมักทำปุ๋ยแบบ Windrow Composting ภายใต้การใช้วัสดุหมักทำปุ๋ยจากตลาดสดร่วมกับกากขี้แป้งจากโรงงานผลิตน้ำยางข้นในอัตราส่วนที่แตกต่างกันภายใต้เงื่อนไขการทดลองจำนวน 8 ชุดการทดลอง โดยมีการพลิกกลับกองสัปดาห์ละ 1 ครั้ง และทำการหมักนาน 2 เดือน มีการติดตามการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในกองปุ๋ยหมัก จากการศึกษาพารามิเตอร์ต่างๆ ได้แก่ ระดับอุณหภูมิ ปริมาณของแข็งระเหย ปริมาณเถ้า ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณธาตุอาหาร (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม) ปริมาณไนเทรต-ไนไทรต์ไนโตรเจน และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ศึกษาปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ Zn Cu Mn และ ธาตุอาหารรอง ได้แก่ Mg ซึ่งจากผลการศึกษา สามารถเขียนบทวิจารณ์ผลการศึกษาได้ดังนี้

6.1 ลักษณะทางกายภาพ เคมี และชีวภาพที่เปลี่ยนแปลงในขณะหมัก

การย่อยสลายในกองปุ๋ย เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะ thermophilic phase ซึ่งระยะนี้จากการทดลองสามารถวัดระดับอุณหภูมิได้สูงที่สุดอยู่ในช่วง 62.70-75.20 องศาเซลเซียส ระดับอุณหภูมิที่สูงเป็นผลผลิตในรูปของความร้อนจากกิจกรรมเมตาบอลิซึมของจุลินทรีย์ย่อยสลายสารในรูปองค์ประกอบต่างๆ (U.S. EPA, n. d.) และระดับที่อุณหภูมิที่ก่อให้เกิดประสิทธิผลในรูปปุ๋ยหมักที่ดี อยู่ในช่วง 45-59 องศาเซลเซียส (Richard, 1992) ชุดการทดลองที่ไม่มีการพลิกกลับกอง (T8) ใช้ระยะเวลานานกว่าชุดการทดลองที่มีการพลิกกลับกอง อย่างชัดเจน การพลิกกลับกองเป็นการระบายอากาศและความร้อนภายในกองปุ๋ยซึ่งจุลินทรีย์มีความต้องการในกระบวนการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจนและเกิดการย่อยสลายได้อย่างรวดเร็ว (U.S. EPA, n. d.)

การทดลองครั้งนี้ใช้หลักการหมักแบบ Windrow composting ซึ่งเป็นรูปแบบที่อาศัยการเติมออกซิเจนตามธรรมชาติโดยการพลิกกลับกอง (ชาติ เจียมไชยศรี, 2542) และจากการออกแบบโครงสร้างของชุดการทดลองให้มีพื้นที่สัมผัสอากาศได้ทุกด้านของกองปุ๋ยหมักประกอบกับมีการพลิกกลับกองสัปดาห์ละ 1 ครั้ง จึงทำให้ปฏิกิริยาภายในกองปุ๋ยของชุดการทดลองที่มีการพลิกกลับกอง (T1-T7) เกิดได้อย่างทั่วถึงและรวดเร็ว และในช่วงแรกของปฏิกิริยา ระดับอุณหภูมิทั้ง 3 จุดเห็นความแตกต่างได้อย่างชัดเจน ซึ่งจุดกึ่งกลางที่ระดับความลึก 50% จากระดับผิวของวัสดุที่หมัก มีระดับอุณหภูมิสูงที่สุด และเมื่อระยะเวลาหมักเข้าสู่ maturation phase หรือระยะที่ปฏิกิริยาการย่อยสลายเริ่มเสถียรอย่างคงที่ระดับความสูงของกองปุ๋ยหมักลดลง ประมาณ 50-60 % จากระดับความสูงเริ่มต้นการหมัก (สูงประมาณ 1 เมตร) ซึ่งระดับอุณหภูมิเฉลี่ย ทั้ง 3 จุดมีค่าลดลงอย่างคงที่และมีค่าใกล้เคียงกันเช่นเดียวกับผลการศึกษาของ Tiguia and Tam (2000)

ศึกษาระดับอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักของมูลสุกรและกากตะกอนน้ำเสีย ภายใต้สภาวะเติมอากาศ ณ ระดับความลึกแตกต่างกัน ระดับอุณหภูมิจะมีความแตกต่างกัน และการลดลงของอุณหภูมิเริ่มคงที่ในแต่ละระดับความลึกใช้เวลาไม่เท่ากัน และจะทำให้จำนวนจุลินทรีย์แต่ละระดับแตกต่างกันซึ่งเมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยาจำนวนของจุลินทรีย์ทุกระดับความลึกภายในกองจะมีจำนวนใกล้เคียงกัน

อนึ่ง ชุดการทดลองส่วนใหญ่เข้าสู่ระยะ thermophilic phase อย่างรวดเร็ว เนื่องจากวัสดุที่นำมาหมักเป็นมูลฝอยที่มาจากตลาดสดซึ่งเป็นสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ง่ายและมีความชื้นสูงมีลักษณะเหมาะสมต่อการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ จึงทำให้มูลฝอยบางส่วนเกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายก่อนทำการทดลองหมักทำปุ๋ย ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในช่วง mesophilic phase ในช่วงแรกของการหมัก จึงปรากฏไม่ชัดเจน

ภาวะ thermophilic phase ปฏิกิริยาภายในกองปุ๋ยหมักเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและมีกิจกรรมการย่อยสลายสารอินทรีย์เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว เช่นเดียวกับผลการศึกษาครั้งนี้ ในภาวะ thermophilic phase ชุดการทดลองที่มีการใส่กากขี้แป้งและไม่ใส่กากขี้แป้ง มีปริมาณของแข็งระเหยลดลงและเริ่มคงที่ ในช่วงประมาณ 11-30 วัน ซึ่งสังเกตได้ว่า ชุดการทดลองที่มีการพลิกกลับกองสามารถเกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายได้อย่างรวดเร็วมากกว่าการไม่พลิกกลับกองและการเติมกากขี้แป้งมีปริมาณของแข็งระเหยลดลงและเริ่มคงที่ ใช้เวลานานกว่าชุดการทดลองที่ไม่เติมกากขี้แป้ง ยกเว้น การเติมกากขี้แป้งในปริมาณน้อยที่สุด ใช้เวลาสั้นที่สุดประมาณ 11 วัน ซึ่งตรงข้ามกับปริมาณเถ้า คือ ตลอดการทดลองปริมาณเถ้ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งชุดการทดลองที่เติมกากขี้แป้งอัตราส่วนน้อยที่สุด (กากขี้แป้งกับปุ๋ยหมักอัตราส่วนเท่ากับ 0.5 : 1) มีปริมาณเถ้าเพิ่มขึ้นและเริ่มคงที่ สั้นกว่าชุดการทดลองอื่นๆ

ภาวะ maturation phase ชุดการทดลองส่วนใหญ่มีอัตราส่วน C:N ลดลงและเริ่มคงที่จนสิ้นสุดการทดลอง ซึ่ง เมื่อสิ้นสุดการทดลอง อัตราส่วน C:N อยู่ในช่วง 7-10 ซึ่งค่าอัตราส่วน C:N เป็นค่าที่บ่งบอกสภาวะการย่อยสลายสารอินทรีย์ หากค่าอัตราส่วน C:N ลดลงถึง 20 ถือว่าปุ๋ยหมักมีคุณภาพดี (พิทยากร ลิ่มทองและคณะ, 2537) และต่ำกว่า 10 สามารถนำไปใช้ในการเกษตร โดยไม่เป็นอันตรายต่อพืช (Haug , 1980) อัตราส่วน C:N เท่ากับ 7-10 :1 มีค่าใกล้เคียงกับอัตราส่วน C:N ในปุ๋ยหมักไฮเทคจากขยะเท่ากับ 6-8 :1 (ชัยยศ ศรีเกษ, 2537) การศึกษาครั้งนี้ ค่าอัตราส่วน C:N เมื่อสิ้นสุดการทดลองสามารถบอกได้ว่า นำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตรได้

การเติมกากขี้แป้ง ในปริมาณน้อยที่สุด คือ อัตราส่วนกากขี้แป้งกับปุ๋ย เท่ากับ 0.5 :1 ของชุดการทดลอง T6 สามารถเกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายได้รวดเร็วที่สุด และเข้าสู่ภาวะเสถียร

อย่างคงที่ใช้เวลาสั้นที่สุด โดยดูจากค่าอัตราส่วน C:N ประมาณ 21 วัน ประกอบกับผลการวัดอุณหภูมิ ในภาวะ thermophilic phase (อุณหภูมิมากกว่า 40 องศาเซลเซียส) เกิดปฏิกิริยาได้อย่างรวดเร็วและเข้าสู่ภาวะ maturatiion phase ซึ่งอุณหภูมิลดลงและเริ่มคงที่ใช้เวลาสั้นที่สุด เช่นเดียวกับปริมาณเถ้าและปริมาณของแข็งระเหย ซึ่งเกิดการเปลี่ยนแปลงในทิศทางเพิ่มขึ้นและลดลง ตามลำดับ และปรากฏในช่วง thermophilic phase

จากผลการศึกษาพบว่า การเติมกากขี้แป้งลงไปในกองปุ๋ยเพียงเล็กน้อย มีส่วนช่วยเร่งปฏิกิริยาการย่อยสลายภายในกองปุ๋ยได้รวดเร็วขึ้น (ประมาณ 21 วัน) เมื่อเทียบกับชุดการทดลองที่มีเฉพาะมูลฝอยเพียงอย่างเดียว ที่เข้าสู่ภาวะเสถียรของสารอินทรีย์ใช้เวลาประมาณ 32 วัน แต่การเติมปุ๋ยหมักในปริมาณมากของชุดการทดลอง T7 (กากขี้แป้งผสมปุ๋ยหมักอัตราส่วน 1:3) ไม่มีผลต่อการเร่งปฏิกิริยาภายในกองปุ๋ยหมักให้เร็วขึ้น ส่วนการสับมูลฝอยให้มีขนาดเล็กลงของชุดการทดลอง T3 มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในภาวะ thermophilic phase และ maturation phase ปริมาณของแข็งระเหยและปริมาณเถ้ารวมทั้งอัตราส่วน C:N ใกล้เคียงกับชุดการทดลองที่มีการคัดแยกมูลฝอย (ชุดการทดลอง T2) และมูลฝอยรวม มีการพลิกกลับกอง (ชุดการทดลอง T1)

การทดลองครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่าชุดการทดลองที่มีการพลิกกลับกองเกิดปฏิกิริยาได้รวดเร็วกว่าชุดการทดลองที่ไม่พลิกกลับกองอย่างชัดเจน ดังนั้น การพลิกกลับกองมูลฝอยสามารถทำให้ปฏิกิริยาภายในกองปุ๋ยเกิดได้อย่างทั่วถึงและรวดเร็วมากขึ้น ซึ่ง พิทยากร ลิ่มทอง และคณะ (2537) และศักดิ์สิทธิ์ ศรีวิชัย (ม.ป.ป.) กล่าวว่า การพลิกกลับกองนอกจากเป็นการหมุนเวียนวัสดุภายในกองเพิ่มออกซิเจน แล้วยังทำให้ความชื้นสม่ำเสมอทั้งกองและสำคัญต่อการแปรสภาพภายในกองปุ๋ย ซึ่งชุดการทดลอง T8 มูลฝอยรวมและไม่พลิกกลับกอง ทำให้ขบวนการย่อยสลายเกิดได้ช้า และยืดเวลาในการหมักและอาจเกิดภาวะขาดออกซิเจนได้ (Poincelet , 1974)

สัปดาห์แรกของการหมักทำปุ๋ยอยู่ในระยะ thermophilic phase ภายในกองปุ๋ยปรากฏกลุ่มของสิ่งมีชีวิตระดับต้น ได้แก่ หนอน และแมลงวัน ซึ่งทำหน้าที่เป็นผู้ย่อยสลายลำดับต้น หลังจากนั้นเมื่ออุณหภูมิเริ่มลดลงสังเกตกลุ่มสิ่งมีชีวิตอีกกลุ่มเพิ่มจำนวนมากขึ้น ได้แก่ แมลงตัวเล็กและแมลงปีกแข็ง และเมื่อเข้าสู่ระยะการเกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์จะปรากฏกลุ่มมีชีวิตกลุ่มใหม่ได้แก่ มดเพิ่มจำนวนมากขึ้นมากกว่ากลุ่มของหนอนและแมลงตัวเล็ก ระยะสิ้นสุดการทดลองจะปรากฏกลุ่มของหนอนเฉพาะชุดการทดลองที่มีมูลฝอยรวมและไม่มีการพลิกกลับกอง (T8) และชุดการทดลองที่มีมูลฝอยรวมและพลิกกลับกอง (T1) และมีกลิ่นเหม็นเกิดขึ้น เนื่องจากเกิดการย่อยสลายในสภาวะไร้อากาศในกองปุ๋ย

ช่วงแรกของการเกิดปฏิกิริยาปริมาณของแข็งระเหยลดลงอย่างรวดเร็วเช่นเดียวกับอัตราส่วน C:N ซึ่งเกิดจากกิจกรรมการย่อยสลายของกลุ่มจุลินทรีย์ต่างๆ (U.S. EPA, n. d.) ดังนั้นระยะนี้เป็นการสลายโครงสร้างของโมเลกุลสารอินทรีย์ขนาดใหญ่ให้มีขนาดเล็กลง และเมื่อเข้าสู่ระยะสิ้นสุดปฏิกิริยาจะเป็นการรวมโครงสร้างขนาดเล็กให้มีขนาดใหญ่ขึ้นและถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปแบบที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หรือสามารถนำไปปรับปรุงคุณภาพดินได้ ปุ๋ยจะมีลักษณะสีดำและไม่มีกลิ่นเหม็นและไม่มีสิ่งมีชีวิต เช่น มดและแมลงปีกแข็งและตัวอ่อนของแมลง ระดับความเป็นกรด-ด่างมีภาวะเป็นกลางหรือด่างอ่อน และปริมาณไนเทรต-ไนไทรต์ไนโตรเจนเพิ่มขึ้น (Polprasert , 1989) นอกจากสามารถนำปุ๋ยที่ได้จากการหมักไปใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงคุณภาพดินและบำรุงต้นไม้แล้ว สามารถใช้เป็นอาหารสัตว์ เช่น เลี้ยงปลาและเป็นวัสดุฝังกลบได้อีกด้วย

จากการเปรียบเทียบผลการทดลองหมักทำปุ๋ย ดังตาราง 27 แสดงให้เห็นว่าช่วงระยะเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาการย่อยสลาย จากการติดตามผลของอุณหภูมิ ปริมาณของแข็งระเหย ปริมาณเถ้า และอัตราส่วน C:N สามารถบอกได้ว่าปฏิกิริยาเข้าสู่ภาวะเสถียร ซึ่งระยะเวลาการหมักทำปุ๋ยที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 21-28 วัน หรือประมาณ 1 เดือน และสามารถนำปุ๋ยหมักไปใช้ประโยชน์ได้ นอกจากนี้ สามารถเลือกพารามิเตอร์บางอย่างในการติดตามปฏิกิริยาการหมักทำปุ๋ยในเบื้องต้นเพื่อควบคุมสภาวะให้เหมาะสมต่อการย่อยสลายและเพื่อบ่งบอกสภาวะการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาสู่ภาวะเสถียรอย่างคงที่ได้ พารามิเตอร์เหล่านี้ได้แก่ อุณหภูมิ และค่าอัตราส่วน C:N ห

แนวคิดของการนำมูลฝอยจากตลาดสดมาหมักรวมกับกากขี้แป้ง จึงมีความเป็นไปได้มากจากการทดลองโดยสามารถพิจารณาเลือกชุดการทดลอง T6 ซึ่งมีอัตราส่วนผสมกากขี้แป้งกับปุ๋ยหมักอัตราส่วน 0.5 : 1 สามารถเกิดปฏิกิริยาได้อย่างรวดเร็วและใช้เวลาน้อยที่สุด ประกอบกับได้ธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองที่มีความสำคัญต่อพืชในปริมาณมากกว่ามาตรฐานของกรมพัฒนาที่ดิน และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนัก (Cu Zn และ Mg) กับมาตรฐานกลุ่มนานาประเทศ พบว่าไม่เกินค่าสูงสุดที่ยอมให้มีได้และสามารถนำไปใช้กับการเกษตรและการประยุกต์ใช้กับดินได้ รายละเอียดดังตาราง 27

ตาราง 27 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาการหมักทำปุ๋ย จากพารามิเตอร์ต่างๆ

ชุดการทดลอง	วัสดุการทดลอง	จำนวนวันที่ พารามิเตอร์ต่าง ๆ มีการเปลี่ยนแปลง			
		อุณหภูมิในช่วง > 40 องศาเซลเซียส	ปริมาณของแข็งระเหยลดลงและเริ่มคงที่	ปริมาณเถ้าเพิ่มขึ้นและเริ่มคงที่	อัตราส่วน C:N ลดลงและเริ่มคงที่
T 1	มูลฝอยรวมและปุ๋ยหมัก	20	16	16	25
T 2	มูลฝอยคัดแยกและปุ๋ยหมัก	19	14	14	28
T 3	มูลฝอยคัดแยกและตัดและปุ๋ยหมัก	19	16	16	25
T 4	มูลฝอย(คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 1 : 1	24	28	28	25
T 5	มูลฝอย(คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 2 : 1	28	21	21	25
T 6	มูลฝอย (คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 0.5 : 1	19	11	11	21
T 7	มูลฝอย (คัดแยก,ไม่ตัด)ผสมกากขี้แป้งและปุ๋ยหมักอัตราส่วน 1 : 3	28	21	21	25
T 8	มูลฝอยรวมและปุ๋ยหมัก	40	30	30	32

หมายเหตุ T1-T7 พลิกกลับกอง สัปดาห์ละ 1 ครั้ง T8 ไม่มีการพลิกกลับกอง

6.2 การเปรียบเทียบประสิทธิผลการหมักทำปุ๋ยของมูลฝอยจากตลาดสดร่วมกับกาก ขี้แป้งโรงงานน้ำยางข้น

6.2.1 ปริมาณธาตุอาหาร

ปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม มีความจำเป็นมากต่อการเจริญเติบโตของพืช เมื่อสิ้นสุดการทดลองชุดการทดลองที่มีกากขี้แป้งเป็นส่วนผสมในอัตราส่วนต่างๆ มีปริมาณธาตุอาหารหลักมากกว่าชุดการทดลองที่มีเฉพาะมูลฝอยเพียงอย่างเดียวและมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณธาตุอาหารหลักสูงกว่าซึ่งชุดการทดลองที่มีกากขี้แป้งเป็นส่วนผสมมีปริมาณไนโตรเจนอยู่ในช่วง 2.44-3.12 % dry wt. ปริมาณฟอสฟอรัส อยู่ในช่วง 8.54-15.94 % dry wt. และปริมาณโพแทสเซียมอยู่ในช่วง 2.04-3.70 % dry wt.โดยเฉพาะปริมาณฟอสฟอรัสของชุดการทดลองที่เติมกากขี้แป้งจะมีปริมาณฟอสฟอรัสมากกว่าชุดการทดลองที่มีเฉพาะมูลฝอยอย่างชัดเจน

ส่วนปริมาณไนโตรเจนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในทุกชุดการทดลอง เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ Fang et la. (1999) ทดลองการหมักทำปุ๋ยของกากตะกอนน้ำเสียร่วมกับถ่านขี้เถ้าบิน ซึ่งการใส่ถ่านขี้เถ้าบินนอกจากทำให้กองปุ๋ยมีรูปร่างที่คงรูปมากขึ้น ความเป็นกรด-ด่าง

เพิ่มมากขึ้น และเกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายได้ดีขึ้นแล้ว ยังทำให้ปริมาณไนโตรเจนมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นตลอดการหมัก

การเพิ่มขึ้นของปริมาณไนโตรเจนตลอดการหมักของการศึกษาครั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากการเกิดปฏิกิริยา N_2–fixation ซึ่งมาจากการเติมน้ำเพื่อควบคุมความชื้น (น้ำที่เติมมีสาหร่ายอยู่ด้วย) และคาดว่าจะไม่มีผลมาจากปุ๋ยหมัก (seed) ที่เติมเนื่องจากผลการทดลองในชุดการทดลอง T7 ซึ่งไม่แสดงผลว่ามีอัตราเพิ่มขึ้นของปริมาณไนโตรเจนมากกว่าชุดการทดลองอื่นๆ

ปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ของทุกชุดการทดลองหมักทำปุ๋ยที่มีเฉพาะมูลฝอยและชุดการทดลองที่มีการเติมกากขี้แป้ง เมื่อสิ้นสุดการทดลองมีค่าสูงกว่าการหมักทำปุ๋ยของมูลฝอยจากชุมชน ที่มีการเติมสารตัวเร่งประเภทจุลินทรีย์และไม่เติมสารตัวเร่งประเภทจุลินทรีย์ (สุจิน เกตสา, 2530) และปุ๋ยหมักไฮเทคจากชุมชนของเพชรบุรี (ชัยยศ ศรีเกษ, 2537) โดยเฉพาะการหมักทำปุ๋ยของมูลฝอยจากตลาดสดในชุดการทดลองที่มีการเติมกากขี้แป้ง มีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม สูงกว่าปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน ทั้งนี้ ปริมาณฟอสฟอรัสในปุ๋ยหมักจากการศึกษามีปริมาณสูง เนื่องจากการเติมกากขี้แป้ง ซึ่งเป็นตัวช่วยเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสให้สูงขึ้น ดังนั้น การหมักทำปุ๋ยหากมีการนำกากขี้แป้งหรือของเสียจากอุตสาหกรรมอื่นๆมาผสมจะสามารถช่วยเพิ่มคุณภาพปุ๋ยได้ ทั้งนี้จำเป็นต้องมีการศึกษาในรายละเอียดเพิ่มเติม นอกจากนี้ปุ๋ยหมักของทุกชุดการทดลองมีค่าสูงกว่ามาตรฐานเกรดปุ๋ยที่กรมพัฒนาที่ดินกำหนดไว้และปุ๋ยหมักที่ได้มีศักยภาพเหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์ทางด้านการเกษตร ดังตาราง 28

ตาราง 28 การเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ของการหมักทำปุ๋ยจากแหล่งต่างๆ

วัสดุการหมักทำปุ๋ย	ปริมาณธาตุอาหาร (% dry wt.)			รายการอ้างอิง
	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม	
1. ปุ๋ยหมักของมูลฝอยจากชุมชนที่มีการเติมสารตัวเร่งประเภทจุลินทรีย์และไม่มีการเติมสารตัวเร่งประเภทจุลินทรีย์	1.00	0.77-0.79	1.20-1.24	สุจิน เกตสา, 2530
2. ปุ๋ยหมักไฮเทคขยะชุมชนของเทศบาลเมืองเพชรบุรี	1.01-1.41	1.00-1.37	1.66-1.67	ชัยยศ ศรีเกษ, 2537
3. ปุ๋ยหมักของมูลฝอยจากตลาดสดเทศบาลนครหาดใหญ่เพียงอย่างเดียว	1.97-2.55	2.12-2.51	1.77-2.34	ผู้วิจัย*
4. ปุ๋ยหมักของมูลฝอยจากตลาดสดร่วมกับกากขี้แป้งจากโรงงานน้ำยางข้น	2.44-3.12	8.54-15.94	2.04-3.70	ผู้วิจัย*
ค่ามาตรฐานปุ๋ยหมักจากวัสดุทางการเกษตร	1.00	1.00	0.50	กรมพัฒนาที่ดิน, 2540

หมายเหตุ *ปริมาณธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักจากการทดลองเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

6.2.2 แมกนีเซียม และปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ แมงกานีส สังกะสี และทองแดง

6.2.2.1 แมกนีเซียม

แมกนีเซียม จัดเป็นธาตุอาหารที่พืชมีความจำเป็นอันดับรองจากธาตุอาหารหลัก (N P K) ผลการทดลองพบว่า ปริมาณแมกนีเซียมอยู่ในช่วง 0.51-4.13 % dry wt. ซึ่งสูงกว่ามาตรฐานทั่วไปที่กรมพัฒนาที่ดิน, 2540 กำหนดไว้มากกว่า 0.35 % การทดลองครั้งนี้ปริมาณแมกนีเซียมของชุดการทดลองที่ผสมกากขี้แป้งมีปริมาณเฉลี่ยสูงกว่าชุดการทดลองที่มีเฉพาะมูลฝอยและใกล้เคียงกับผลการศึกษาปริมาณแมกนีเซียมในกากขี้แป้งโรงงานน้ำยางข้น อยู่ในช่วง 5.31-7.56 % dry wt. (วราศรี เถกประสิทธ์, 2543) ดังตาราง 29 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างปริมาณแมกนีเซียมของผลการศึกษาครั้งนี้ในชุดการทดลองที่มีเฉพาะมูลฝอยและปุ๋ยหมักรูปแบบต่างๆ ของเกษม จันทร์แก้ว (2542) พบว่าไม่แตกต่างกันซึ่งสามารถนำปุ๋ยไปใช้ในการเกษตรได้

เนื่องจากกากขี้แป้งมีแมกนีเซียมสูงเมื่อนำกากขี้แป้งมาผสมในมูลฝอยเพื่อนำมาทำปุ๋ยหมักจะมีปริมาณแมกนีเซียมสูงตามอัตราส่วนที่มีการเติมกากขี้แป้งในกองปุ๋ยหมัก

อย่างไรก็ตาม ปริมาณแมกนีเซียมของชุดการทดลองที่มีการผสมกากขี้แป้งและมีเฉพาะมูลฝอย มีค่าสูงกว่ามาตรฐานทั่วไปที่กรมพัฒนาที่ดิน, 2540 กำหนดไว้และสามารถนำไปบำรุงต้นไม้หรือประยุกต์ใช้กับดินได้

สำหรับ เกณฑ์มาตรฐานของปริมาณแมกนีเซียมที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ นอกจากการเกษตรและการนำของเสียอื่นๆจากภาคอุตสาหกรรมมาหมักทำปุ๋ย ประเทศไทยยังไม่มีการกำหนดมาตรฐานซึ่งน่าจะมีการกำหนดมาตรฐานดังกล่าวไว้เพื่อป้องกันปัญหาผลกระทบสิ่งแวดล้อม ปัญหาทางการเกษตร ปัญหาสุขภาพอนามัยแก่ผู้บริโภค และปัญหาทางการค้าระหว่างประเทศ เป็นต้น

6.2.2.2 ปริมาณโลหะหนัก

การศึกษาครั้งนี้ ศึกษาเฉพาะ แมงกานีส สังกะสี และทองแดง เนื่องจากการศึกษาในประเทศไทยที่ผ่านมามีการศึกษาปริมาณโลหะหนักในมูลฝอยชุมชนและพบว่ามีปริมาณโลหะหนัก ทั้ง 3 ธาตุนี้ในปริมาณสูง (เกษม จันทร์แก้ว, 2542 และ ดาวรุ่ง สังข์ทอง, 2538) และจัดเป็นธาตุอาหารเสริมซึ่งมีประโยชน์ต่อพืชหากได้รับในปริมาณน้อย (กรมพัฒนาที่ดิน, 2540)

การทดลองครั้งนี้มีการคำนวณค่า %recovery ของการวิเคราะห์หาค่าปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ ทองแดง สังกะสี และแมงกานีส และธาตุอาหารรองคือ แมกนีเซียม ซึ่งพบว่าการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักทั้ง 3 ชนิดมีค่า %recoveryในระดับที่สูง (ในช่วง**6**20 %) และมีความน่าเชื่อถือ ซึ่ง % recovery ของแมงกานีส สังกะสีและทองแดง เท่ากับ 98.63 , 95.71 และ 94.85 ตามลำดับ แต่ปริมาณธาตุอาหารรองมีค่า% recoveryในระดับที่สูงกว่าค่าที่วิเคราะห์ได้ เท่ากับ 118.70 % ซึ่งทำให้เชื่อว่าผลที่วิเคราะห์ได้มีค่าที่เชื่อเถือได้และสามารถนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลต่างๆ ได้

สำหรับเกณฑ์มาตรฐานปริมาณโลหะหนักของประเทศไทย ไม่มีการกำหนดไว้ การศึกษาครั้งนี้ จึงยึดถือเกณฑ์มาตรฐานของหน่วยงานพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งอเมริกา (U.S. EPA, n. d.) และมาตรฐานปริมาณแมงกานีสในปุ๋ยหมักชุมชน ดังตาราง 25 ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่าปริมาณสังกะสี มีปริมาณมากกว่าแมงกานีส และทองแดง มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 169.59-1,465.70 mg/kg , 315.59-760.38 mg/kg และ 45.54-748.04 mg/kg dry wt. ตามลำดับ โดยอยู่ในเกณฑ์ระดับที่ยอมให้มีได้สูงสุดของกลุ่มนานาประเทศ ดังนั้นปุ๋ยที่ได้จากการหมักมีศักยภาพนำไปใช้ประโยชน์ในการเกษตรและประยุกต์ใช้กับดินได้

การศึกษาครั้งนี้มีข้อสังเกตว่า ชุดการทดลองที่ไม่มีการคัดแยกมูลฝอยและไม่มีการพลิกกลับกอง (ชุดการทดลอง T8) มีปริมาณโลหะหนักสูงกว่าชุดการทดลองที่มีการคัดแยกมูลฝอยอย่างชัดเจน โดยเฉพาะปริมาณทองแดงมีปริมาณสูงถึง 748.04 mg/kg ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากชุดการทดลองที่ไม่มีการคัดแยกมูลฝอยประกอบด้วยมูลฝอยประเภทไม่สามารถย่อยสลายได้ในปริมาณมาก เช่น พลาสติก โลหะ แก้ว และยาง และอาจมีปริมาณทองแดง สังกะสีและแมงกานีสเป็นองค์ประกอบ เมื่อสิ้นสุดการทดลองจึงตรวจพบว่าปริมาณมากกว่าชุดการทดลองที่มีการคัดแยกมูลฝอย

ดังนั้น การหมักทำปุ๋ยจำเป็นต้องมีกระบวนการคัดแยกวัสดุที่ย่อยสลายได้ยากออกก่อนซึ่งสามารถลดการปนเปื้อนของโลหะหนักในปุ๋ยหมักให้น้อยลงถึงแม้จะเป็นการเพิ่มต้นทุน เวลา และการดำเนินการมากขึ้นแต่ปุ๋ยที่ได้สามารถนำไปใช้ได้อย่างปลอดภัยยิ่งขึ้น และเพื่อลดการปนเปื้อนของปริมาณโลหะหนักในสภาพแวดล้อมอื่นๆ และควรมีการศึกษาปริมาณโลหะอื่นๆเพิ่มเติม เช่น เหล็ก เนื่องจากเป็นธาตุอาหารเสริมและพบมากในกากขี้แป้ง (วราศรี เถกประสิทธิ์ ,2543) และปริมาณนิเกิล เนื่องจากพบมากในกากขี้แป้ง (วราศรี เถกประสิทธิ์ ,2543) และมีการปนเปื้อนในมูลฝอยชุมชน (ดาวรุ่ง สังข์ทอง, 2538)

ตาราง 29

ตาราง 29 ต่อ

6.3 ปริมาณสารที่หมักได้

การบำบัดมูลฝอยด้วยวิธีการหมักทำปุ๋ยของชุดการทดลองที่ผสมกากขี้แป้ง (ชุดการทดลอง T4-T7) และชุดการทดลองที่มีการสับมูลฝอย (ชุดการทดลอง T3) สามารถบำบัดมูลฝอยได้มากกว่าชุดการทดลองที่มีเฉพาะมูลฝอยโดยเฉพาะชุดการทดลองที่ไม่มีการคัดแยกมูลฝอยและไม่พลิกกลับกอง (ชุดการทดลอง T8) ทั้งนี้ เนื่องมาจากชุดการทดลองที่ใส่กากขี้แป้งสามารถเกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายได้สมบูรณ์มากกว่าชุดการทดลองที่ไม่มีการเติมกากขี้แป้ง และมีการคัดแยกมูลฝอยส่วนที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ออกก่อนการหมัก จึงทำให้มูลฝอยส่วนที่สามารถบำบัดได้มีค่ามากกว่าชุดการทดลองที่ไม่มีการคัดแยกมูลฝอย

การคัดแยกมูลฝอยและการสับมูลฝอยให้มีขนาดเล็กลงก่อนการหมักทำปุ๋ย มีผลต่อการเพิ่มปริมาณน้ำหนักปุ๋ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองและมีน้ำหนักปุ๋ยที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 5 และ 1 มิลลิเมตรมากกว่าชุดการทดลองที่มีมูลฝอยรวม (ชุดการทดลอง T1 และT8) และมูลฝอยคัดแยกและไม่มีการสับมูลฝอย (ชุดการทดลอง T2)

ทั้งนี้ ปุ๋ยที่ผ่านการร่อนทั้ง 2 ขนาด สามารถนำไปบำรุงต้นไม้ได้โดยตรงและเพื่อเพิ่มความสะดวกต่อการนำไปใช้ อาจนำปุ๋ยทั้ง 2 ขนาดมาอัดเป็นเม็ดซึ่งต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม

มูลฝอยส่วนที่จำเป็นต้องกำจัดต่อโดยวิธีการต่างๆ ของชุดการทดลองที่ไม่มีการคัดแยกมูลฝอยและไม่พลิกกลับกองมีปริมาณมากถึง 91.8 % wet wt. ซึ่งสามารถบำบัดด้วยวิธีการหมักทำปุ๋ยได้น้อยมากประมาณ 54.8 % wet wt. ข้อมูลส่วนนี้สะท้อนให้เห็นความสำคัญของการคัดแยกมูลฝอยส่วนที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ก่อนการหมักทำปุ๋ย ซึ่งหากใช้วิธีการจัดการมูลฝอยโดยวิธีการอื่นๆ เช่น การเผาด้วยความร้อนสูง อาจไม่จำเป็นต้องมีการคัดแยกมูลฝอยส่วนที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ออก แต่วิธีการหมักทำปุ๋ยเหมาะสำหรับมูลฝอยที่สามารถย่อยสลายได้และจำเป็นต้องมีขั้นตอนการคัดแยกมูลฝอยส่วนที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ออกก่อนเริ่มต้นการหมัก

ดังนั้น การคัดแยกมูลฝอยประเภทสารอินทรีย์จึงจำเป็นต้องให้ความสำคัญที่แหล่งกำเนิดมูลฝอยที่มีองค์ประกอบมูลฝอยประเภทสารอินทรีย์มาก เช่น ตลาดสด และเหมาะสำหรับการกำจัดด้วยวิธีการหมักทำปุ๋ย ซึ่งนอกจากจะได้ปุ๋ยที่มีการผสมมูลฝอยส่วนที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ในปริมาณมากแล้วยังสามารถลดการปนเปื้อนโลหะหนัก ซึ่งอาจมาจากวัสดุส่วนที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ เช่น โลหะ ยาง พลาสติก เป็นต้น อีกทั้งสามารถนำมูลฝอยส่วนที่ไม่สามารถย่อยสลายที่มีความสกปรกน้อยจำหน่ายให้ร้านรับซื้อของเก่าได้ในราคาที่สูงอีกด้วย

7. แนวทางการหมักทำปุ๋ยของมูลฝอยจากตลาดสดร่วมกับกากขี้แป้งจากโรงงานน้ำยางข้น

ตลาดสดในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่มีปริมาณมูลฝอยเกิดขึ้นเฉลี่ย 20.3 ตัน/วัน ซึ่งมีปริมาณมากพอต่อการดำเนินการลงทุนแยกส่วนจากแหล่งกำเนิดอื่นๆ ได้ ประกอบกับคุณสมบัติเด่นของมูลฝอยจากตลาดสดมีองค์ประกอบมูลฝอยประเภทสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้โดยเฉลี่ย 97.23 %wet wt. แสดงให้เห็นว่ามีองค์ประกอบมูลฝอยส่วนที่ไม่สามารถย่อยสลายได้คงเหลือในสัดส่วนเพียงเล็กน้อยเฉลี่ย 2.77 %wet wt. และจากการศึกษาปริมาณความชื้นของมูลฝอยจากตลาดสดมีค่าสูงประมาณ 79 %wet wt. ซึ่งหากนำมาหมักทำปุ๋ยและมีการปรับค่าอัตราส่วน C:N จะทำให้การควบคุมความชื้นที่เหมาะสมต่อปฏิกิริยาย่อมกระทำได้ง่ายกว่า ดังนั้น มูลฝอยจากตลาดสดในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่จึงมีศักยภาพที่นำมาทำปุ๋ยหมักได้เป็นอย่างดี

การศึกษาครั้งนี้ หากพิจารณาถึงความเป็นไปได้ในการนำมูลฝอยจากตลาดสดมาหมักทำปุ๋ยผลการศึกษาทั้งทางด้านปริมาณและคุณสมบัติของมูลฝอยและมีการทดลองนำมูลฝอยจากตลาดสดมาหมักรวมกับกากขี้แป้ง ซึ่งเป็นของเสียในรูปของแข็งจากโรงงานผลิตน้ำยางข้น เพื่อเปรียบเทียบปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในกองปุ๋ยหมักและปริมาณธาตุอาหารในกองปุ๋ยหมักแสดงให้เห็นว่าชุดการทดลองที่มีกากขี้แป้งผสมในสัดส่วนที่แตกต่างกันมีปริมาณธาตุอาหารหลัก N P K สูงกว่าชุดการทดลองที่มีเฉพาะมูลฝอยเพียงอย่างเดียวซึ่งเมื่อสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.44-3.09 %dry wt., 8.54-15.94 %dry wt., และ 2.04-3.70 %dry wt. ตามลำดับ โดยเฉพาะชุดการทดลองที่ใส่กากขี้แป้งมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงกว่าชุดการทดลองที่มีเฉพาะมูลฝอยอย่างชัดเจน และสามารถเกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายไม่แตกต่างจากการหมักทำปุ๋ยของมูลฝอยเพียงอย่างเดียว โดยเฉพาะชุดการทดลอง T6 มีกากขี้แป้งผสมปุ๋ยสัดส่วน 0.5 :1 และมีอัตราส่วน C:N เริ่มต้นเท่ากับ 25 เกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายได้อย่างรวดเร็วและใช้ระยะเวลาสั้นที่สุด เท่ากับ 21 วัน ส่วนชุดการทดลองที่ไม่มีการคัดแยกมูลฝอยและไม่พลิกกลับกองใช้ระยะเวลานานที่สุด เท่ากับ 32 วัน โดยพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของค่าอัตราส่วน C:N

กากขี้แป้งที่เติมลงไปในกองปุ๋ยหมักมีผลทำให้ค่าอัตราส่วน C:N เริ่มแรกการหมักมีค่าเหมาะสมและสามารถทำให้ปฏิกิริยาการย่อยสลายเกิดขึ้นได้เร็วมากขึ้นและทำให้ปริมาณธาตุอาหารเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นการเพิ่มคุณภาพของปุ๋ยหมัก

การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าองค์ประกอบของวัสดุที่นำมาเข้าสู่กระบวนการหมักทำปุ๋ย มีผลต่อสภาพการเกิดปฏิกิริยาภายในกองและปริมาณธาตุอาหารของปุ๋ยหมัก อีกทั้ง มูลฝอยจากระบบตลาดสดมีศักยภาพในการหมักทำปุ๋ยและเป็นการผสมผสานระหว่างของเสียจากระบบ

อุตสาหกรรมน้ำยางข้นในรูปแบบกากขี้แป้งและมูลฝอยอินทรีย์จากระบบตลาดสดที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการหมักทำปุ๋ยและได้ปุ๋ยที่มีคุณภาพด้านปริมาณธาตุอาหารเพิ่มขึ้น

แนวโน้มของรูปแบบการจัดการแบบผสมผสานระหว่างระบบตลาดสดและระบบอุตสาหกรรมในอนาคตน่าจะมีการส่งเสริมด้านเทคโนโลยีการหมักทำปุ๋ยอย่างต่อเนื่องและพัฒนาในรูปแบบของการลงทุนภาคอุตสาหกรรม ซึ่งการจัดการของเสียแบบการหมักทำปุ๋ยอย่างผสมผสานสามารถลดปัญหาผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านมลพิษทางน้ำ อากาศ และทางสายตา ลดปัญหาความขัดแย้งระหว่างชุมชน อีกทั้ง คงเหลือมูลฝอยที่สามารถกำจัดด้วยวิธีการฝังกลบในปริมาณน้อย ซึ่งสามารถยืดอายุบ่อฝังกลบได้นานยิ่งขึ้น และที่สำคัญเป็นการหมุนเวียนของเสียเพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้อีกครั้ง ดังเช่น ประเทศเยอรมันเป็นประเทศระดับแนวหน้าในการพัฒนาเทคโนโลยีการหมักทำปุ๋ย มีการนำของเสียมาหมักทำปุ๋ยมากถึง 50 % ของมูลฝอยจากบ้านเรือนที่มีการคัดแยกและรวบรวมทั้งสิ้นประมาณ 4 ล้านตัน และในประเทศอังกฤษการหมักทำปุ๋ยยังมีบทบาทสำคัญต่อการจัดการมูลฝอยแบบฝังกลบโดยตรง (Slater and Frederickson, 2001)

อย่างไรก็ตาม การนำมูลฝอยจากตลาดสดมาหมักทำปุ๋ยมีข้อจำกัดบางประการคือ องค์ประกอบของมูลฝอยจากตลาดสดมีเมล็ดผลไม้และเมล็ดผักปะปนอยู่ซึ่งเมื่อนำปุ๋ยจากการหมักที่ย่อยสลายไม่สมบูรณ์ไปใช้ประโยชน์เพื่อบำรุงต้นไม้ เช่น ไม้ดอก ไม้ประดับ และหญ้าสนาม เป็นต้น เมล็ดผักและผลไม้จะเจริญงอกงามกลายเป็นวัชพืชจึงจำเป็นต้องกำจัดทิ้งสม่ำเสมอ แต่หากมีการนำปุ๋ยหมักไปใช้เพื่อการปรับปรุงคุณภาพดินหรือบำรุงต้นไม้ประเภทพืชสวน และพืชไร่หรือไม้ยืนต้นน่าจะมีความเหมาะสมมากกว่า นอกจากนี้ ปุ๋ยหมักจากตลาดสดมีองค์ประกอบของมูลฝอยที่ย่อยสลายได้ยากปะปนอยู่เมื่อนำมาใช้จำเป็นต้องมีการคัดแยกออก

ดังนั้น หากมีการพัฒนาการหมักทำปุ๋ยในเชิงอุตสาหกรรม ขั้นตอนการคัดแยกวัสดุที่ย่อยสลายได้ยากจึงจำเป็นอย่างยิ่งก่อนที่มีการบรรจุถุงเพื่อจำหน่ายต่อไป อนึ่ง วัสดุที่ย่อยสลายยากในมูลฝอยจากตลาดสดมีข้อดี คือ เป็นการเพิ่มพื้นที่หรือช่องว่างให้ออกซิเจนสามารถแพร่กระจายภายในกองได้อย่างทั่วถึงมากขึ้นซึ่งทำให้เกิดการย่อยสลายได้รวดเร็วและไม่ก่อให้เกิดภาวะไร้อากาศในกองปุ๋ย ซึ่งได้ผลิตภัณฑ์จากการหมักในรูปที่ไม่เป็นอันตรายต่อพืช

8. แนวทางการใช้ประโยชน์ของเสียอินทรีย์ ในเทศบาลนครหาดใหญ่

ระบบเมืองและระบบตลาดสดเป็นระบบที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันในแง่ของรูปแบบของแหล่งกำเนิดมูลฝอยและการดำเนินการ แต่ระบบตลาดสดจะมีลักษณะเด่นด้านองค์ประกอบมูลฝอยประเภทสารอินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายได้และมีความชื้นสูงมากกว่าองค์ประกอบมูลฝอยจากชุมชน ซึ่งหากระบบตลาดสามารถทำให้แต่ละแหล่งกำเนิดมูลฝอยได้ให้ความร่วมมือในการจัดการของเสียมากขึ้นโดยเฉพาะกิจกรรมที่เพิ่มการคัดแยกมูลฝอยที่แหล่งกำเนิด เพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ในด้านต่างๆ ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยอาศัยกลไกสร้างแรงจูงใจหรือระบบการให้ค่าตอบแทน รวมถึงการส่งเสริมให้ความรู้ ความเข้าใจแก่พ่อค้า-แม่ค้ามากขึ้น ก็จะทำให้พ่อค้า-แม่ค้ามีส่วนร่วมในการจัดการมูลฝอยเฉพาะแหล่งกำเนิดมากขึ้น และสร้างระบบการนำของเสียในตลาดสดกลับมาใช้ใหม่ที่ครบวงจร หรือจัดตั้งกลุ่มผู้รวบรวมของเสียเพื่อนำกลับมาใช้ประโยชน์และมีการนำของเสียเหล่านี้มาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสัตว์ซึ่งอาจดำเนินการตามรูปแบบของกลุ่มของพ่อค้า-แม่ค้า กลุ่มเอกชน กลุ่มสหกรณ์ และเทศบาลเป็นผู้ลงทุนดำเนินการเอง การดำเนินการดังกล่าวจะส่งผลให้มูลฝอยที่จะต้องกำจัดทิ้งในสถานที่กำจัดมูลฝอยลดน้อยลงและมีผลทำให้เกิดประสิทธิภาพการจัดการมูลฝอยโดยภาพรวมสูงขึ้นได้

ดังนั้น ระบบการคัดแยกมูลฝอย ณ แหล่งกำเนิดมูลฝอยเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่จึงเป็นจุดเริ่มต้นของการจัดการของเสียที่มีประสิทธิภาพ และน่าจะเป็นทางเลือกของการแก้ไขปัญหาที่ต้นเหตุที่สามารถป้องกันและลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม รวมทั้งปัญหาด้านสุขลักษณะได้ดียิ่งขึ้นเป็นอันดับแรก

ทั้งระบบตลาดสดและระบบอุตสาหกรรม ก่อให้เกิดของเสียจากกิจกรรมและกระบวนการผลิตในรูปแบบต่างๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับประเภทกิจกรรม วัตถุดิบ และกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม ทั้ง 2 ระบบ จำเป็นต้องจัดการของเสียที่เกิดขึ้น เพื่อลดปัญหาและผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่มีประสิทธิภาพมากพอ ซึ่งหากมีการนำของเสียจากระบบตลาดสดและระบบอุตสาหกรรมมาจัดการร่วมกันโดยใช้เทคโนโลยีการหมักทำปุ๋ยที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งจะได้ผลผลิตในรูปของปุ๋ยที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ทางด้านการเกษตรเพื่อการเพาะปลูก การปรับปรุงคุณภาพดินหรืออาจพัฒนาเป็นอาหารเลี้ยงปลา ซึ่งจากผลการศึกษาปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยหมักจากมูลฝอยตลาดสดและกากขี้แป้งจากโรงงานน้ำยางข้นมีปริมาณธาตุอาหารสูงกว่ามาตรฐานเกรดปุ๋ยของกรมพัฒนาที่ดิน (2540) อีกทั้งประเทศไทย มีที่ตั้งอยู่ในเขตร้อน และมีอาชีพการเกษตรเป็นหลักจึงมีความเหมาะสมต่อการใช้เทคโนโลยีการหมักทำปุ๋ย แต่การนำของเสียจากระบบตลาดสด

และระบบอุตสาหกรรม อาจมีข้อจำกัดด้านคุณภาพของปุ๋ยหมักและอาจมีการปนเปื้อนของโลหะหนัก

9. รูปแบบการดำเนินการหมักทำปุ๋ยของมูลฝอยจากตลาดสดเบื้องต้น กรณี มูลฝอยจากตลาดสดในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

จากผลการศึกษาการหมักทำปุ๋ยของมูลฝอยจากตลาดสด สามารถนำเสนอรูปแบบการดำเนินการเพื่อที่จะนำไปใช้ประโยชน์สำหรับการจัดการมูลฝอยเฉพาะแหล่งของเทศบาลนครหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

9.1 วัตถุดิบหรือวัสดุการหมักทำปุ๋ย ประกอบด้วย

9.1.1 มูลฝอยจากตลาดสด ปริมาณ 20 ตัน / วัน

มูลฝอยจากตลาดสดในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ จำนวน 9 แห่งและจากผลการศึกษาองค์ประกอบมูลฝอยจากตลาดสดพบว่าประกอบด้วยองค์ประกอบมูลฝอยที่สามารถย่อยสลายได้ 97.23 %wet wt. และมูลฝอยที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ 2.77 %wet wt. จากข้อมูลดังกล่าวแสดงว่า มูลฝอยจากตลาดสดมีส่วนประกอบของสารอินทรีย์ปริมาณมาก จึงเหมาะสมในการนำมาหมักทำปุ๋ย ส่วนมูลฝอยที่ไม่สามารถย่อยสลายได้จำเป็นต้องมีการคัดแยกออกก่อนนำมาหมักทำปุ๋ยเช่น พลาสติก, โลหะ และแก้ว เป็นต้น

9.1.2 กากขี้แป้งจากโรงงานน้ำยางข้น ใช้ปริมาณ 652 กิโลกรัม / วัน (น้ำหนักแห้ง) (ตากแห้งและบดเป็นผง)

กากขี้แป้ง เป็นของเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้น สามารถหาได้ง่ายและมีปริมาณมากพอ ซึ่งปัจจุบันไม่มีการนำกลับมาใช้ประโยชน์ และจากผลการศึกษาการทดลองหมักทำปุ๋ยพบว่า ชุดการทดลองที่เติมกากขี้แป้งผสมปุ๋ยหมัก (seed) อัตราส่วน 0.5 :1 สามารถเกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายได้รวดเร็วที่สุด การนำเสนอรูปแบบการดำเนินการจึงใช้อัตราส่วนผสมดังกล่าวของชุดการทดลอง T6 มาใช้ในการคำนวณ (ใช้กากขี้แป้ง 15 กิโลกรัมน้ำหนักแห้งต่อมูลฝอยสด 460 กิโลกรัม)

9.1.3 ปุ๋ยหมัก (seed) ปริมาณ 1,304 กิโลกรัม / วัน

ปุ๋ยหมักที่มีการเติมลงไปในกองปุ๋ยเพื่อเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งคำนวณจากชุดการทดลอง T6 ที่ใช้อัตราส่วนผสมกากขี้แป้งกับปุ๋ยหมัก เท่ากับ 0.5 : 1 (ใช้ปุ๋ยหมัก 30 กิโลกรัมต่อมูลฝอยสด 460 กิโลกรัม)

9.1.4 ปริมาณน้ำที่เติมในกองปุ๋ย

มีความสำคัญต่อกระบวนการย่อยสลายเศษวัสดุภายในกองปุ๋ยและการเติมน้ำขึ้นอยู่กับการควบคุมความชื้นที่เหมาะสมต่อการย่อยสลาย (50-60 %) (ชาติ เจียมไชยศรี , 2542) และควรมีการติดตามปริมาณความชื้นในกองปุ๋ยอย่างสม่ำเสมอโดยเฉพาะในช่วง thermophilic phase การพิจารณาหาแหล่งน้ำต้องมีปริมาณมากพอและสามารถนำมาใช้ได้อย่างสะดวก

9.2 การดำเนินการขณะหมักทำปุ๋ย

9.2.1 ใช้หลักการของ Windrow composting

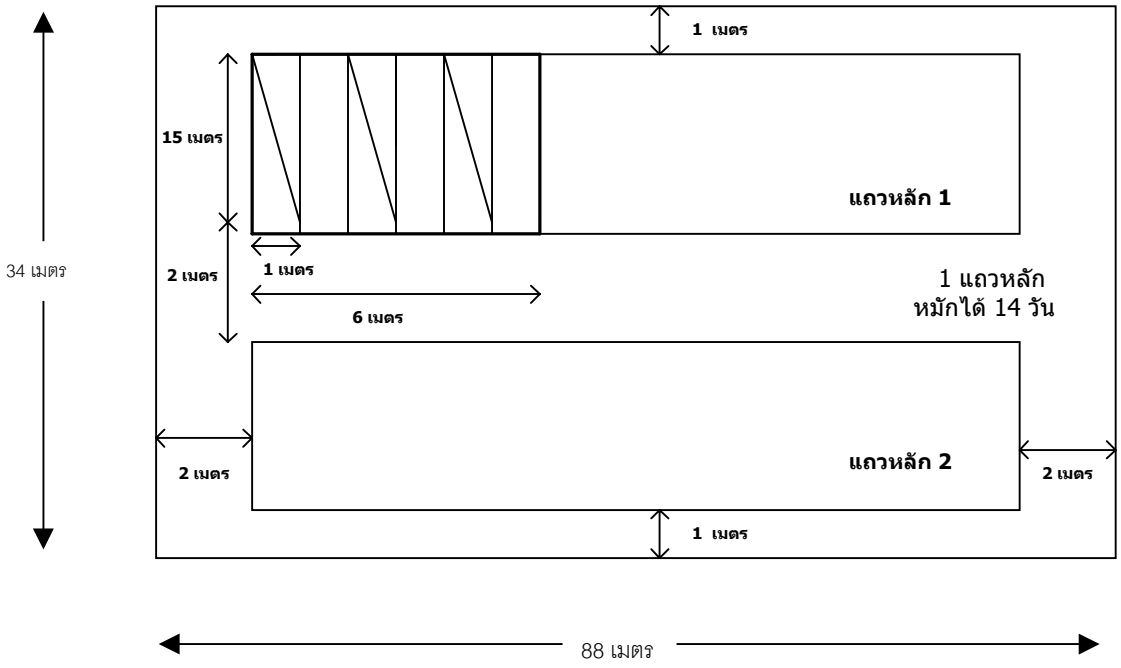
ซึ่งเป็นวิธีที่ประหยัด และอาศัยการย่อยสลายสารอินทรีย์ตามธรรมชาติ (ชาติ เจียมไชยศรี, 2542)

9.2.2 พื้นที่การดำเนินการ 7.48 ไร่ (กว้าง x ยาว เท่ากับ 34 x 88 เมตร)

การออกแบบคำนึงถึงความสามารถในการรองรับปริมาณมูลฝอยที่นำมาหมักเพียงพอสำหรับการหมักทำปุ๋ยที่ใช้ระยะเวลาหมักประมาณ 21–28 วัน (ผลการศึกษาที่พบว่ามูลฝอยสามารถย่อยสลายและเริ่มเข้าสู่ภาวะเสถียร) และควรทำการหมักภายในโรงเรือนที่มีหลังคา สภาพพื้นที่ราบเรียบเป็นพื้นที่กว้าง น้ำไม่ท่วมถึง และลาดพื้นซีเมนต์ พื้นที่ดำเนินการทั้งหมดเฉพาะส่วนที่ใช้วางกองปุ๋ยเท่านั้น ซึ่งพื้นที่นอกจากส่วนนี้ต้องคำนึงถึงพื้นที่เก็บอุปกรณ์ผลิตปุ๋ยหมักและเก็บปุ๋ยที่ได้จากกระบวนการผลิตด้วย

9.2.3 ขนาดของกองปุ๋ยและการวางตำแหน่งกองปุ๋ย

กองปุ๋ย 1 กองมีขนาด กว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 1 x 15 x 1เมตร ตามลำดับ โดยเทกองในบล็อคสี่เหลี่ยมผืนผ้า จากการคำนวณวัสดุหมักทำปุ๋ยทั้งหมดมีปริมาณ 21,956 กิโลกรัม/วัน (คำนวณจากค่าความหนาแน่น 297.40 กก./ลบ.ม.ของมูลฝอยจากตลาดสดรวมกับกากขี้แป้ง และปุ๋ยหมัก) ต้องใช้กองปุ๋ยสำหรับหมักทำปุ๋ยจำนวน 3 กอง/วัน รวมกับพื้นที่สำหรับพลิกกลับกองสัปดาห์ละ 1 ครั้ง เท่ากับพื้นที่วางกองปุ๋ยจำนวน 3 กอง เพราะฉะนั้น 1 วันต้องใช้พื้นที่รวม กว้าง x ยาว เท่ากับ 6 เมตร x 15 เมตร ตามลำดับ และมีการจัดวางตำแหน่งของกองปุ๋ยแบ่งเป็น 2 แถวหลัก เว้นที่ว่างระหว่างแถวหลัก 2 เมตร แต่ละแถวหลักสามารถรองรับมูลฝอยเพื่อทำการหมักได้ประมาณ 14 วัน ดังภาพประกอบ 23



คำอธิบายสัญญลักษณ์

พื้นที่ใช้วางกองปุ๋ย จำนวน 3 กองรวมกับพื้นที่ใช้สำหรับพลิกกลับกอง ซึ่งใช้พื้นที่เท่ากับวางกองปุ๋ย (6 เมตร) ภายใน 1 วัน

บล็อคสำหรับใส่มูลฝอย 1 กองขนาด กว้าง x ยาว เท่ากับ 1เมตร x 15 เมตร ตามลำดับ

พื้นที่พลิกกลับกองมูลฝอย ขนาด กว้าง x ยาว เท่ากับ 1 เมตร x 15 เมตร ตามลำดับ

ภาพประกอบ 23 การวางตำแหน่งกองปุ๋ยของรูปแบบการดำเนินการหมักทำปุ๋ยของมูลฝอยจากตลาดสดเบื้องต้น

9.2.4 การเตรียมวัสดุที่จะหมักและควบคุมความชื้น

นำวัสดุที่ใช้ในการหมักซึ่งประกอบด้วย มูลฝอยจากตลาดสด กากขี้แป้งจากโรงงานน้ำยางข้น (ตากแห้งและบดเป็นผง) และปุ๋ยหมัก มาผสมกันตามอัตราส่วน 20 ตัน/วัน : 652 กก./วัน : 1,304 กก./วัน ตามลำดับ ทั้งนี้ ก่อนเริ่มต้นการหมัก ควรมีการตรวจสอบค่าอัตราส่วน C:N ในการผสมกากขี้แป้ง เพื่อให้ ค่าอัตราส่วน C:N ใกล้เคียงกับ 25 : 1 มากที่สุด และคลุกเคล้าวัสดุที่ใช้หมักผสมกันอย่างทั่วถึง จัดแบ่งวัสดุดังกล่าว ออกเป็น 3 กองในปริมาณที่เท่ากัน วัสดุแต่ละกองใส่ลงในกองปุ๋ยที่จะใช้ในการหมักมีปริมาตร 15 ลบ.ม. (กว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 1 x 15 x 1 ตามลำดับ) โดยเริ่มต้นการหมักหรือตลอดการหมักอาจจะมีการเติมน้ำในกองปุ๋ยด้วย โดยตรวจสอบจากค่าปริมาณความชื้น ให้อยู่ในค่า 50 –60 % โดยเฉพาะในช่วงที่อุณหภูมิในกองหมักมีค่ามากกว่า 40 องศาเซลเซียส

9.2.5 การพลิกกลับกอง ดำเนินการสัปดาห์ละ 1 ครั้ง

9.2.6 ระยะเวลาการหมัก ประมาณ 21-28 วัน หรือโดยประมาณ 1เดือน

9.2.7 การติดตามปฏิกิริยาการหมักทำปุ๋ย

จากผลการทดลองพบว่า พารามิเตอร์บางอย่าง เช่น การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ, ปริมาณเถ้า,ปริมาณของแข็งระเหย สามารถบ่งบอกถึงการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาในกองหมักได้ แต่ในทางปฏิบัติแนะนำให้ติดตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ และเมื่ออุณหภูมิลดลง ควรมีการตรวจสอบค่าอัตราส่วน C:N หากค่าอัตราส่วน C:N ลดลงต่ำกว่า 10 สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการบำรุงต้นไม้ได้ (Haug, 1980)

9.3 การดำเนินการ เมื่อสิ้นสุดการหมักทำปุ๋ยจากตลาดสด

หากการหมักไม่ได้มีการคัดแยกมูลฝอย เมื่อสิ้นสุดการทดลอง สามารถแบ่งวัสดุที่ได้จากการหมักเป็น 3 ส่วน คือ

9.3.1 ส่วนที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ เช่น พลาสติก แก้ว โลหะ เป็นต้น ส่วนนี้จำเป็นต้องกำจัดทิ้ง

9.3.2 ส่วนที่ย่อยสลายได้ไม่หมด ซึ่งประกอบด้วย องค์ประกอบมูลฝอย ประเภทมีกากมาก สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ 4 แนวทางคือ

1. นำไปใส่ต้นไม้ประเภทไม้ผลยืนต้น ไม้ยืนต้น ได้โดยตรง
2. นำกลับไปใส่ในกองปุ๋ยเพื่อทำหน้าที่เป็น seed ต่อไป
3. นำมาสับ หรือแปรรูปให้มีขนาดเล็กลงก่อนนำไปใส่ต้นไม้ที่มีขนาดเล็ก เช่น ไม้ประดับ ไม้กระถาง ไม้ดอก เป็นต้น

4. นำไปคลุกเคล้ากับดิน เพื่อเป็นสารปรับปรุงคุณภาพดินหรือประยุกต์ใช้กับดินทางการเกษตร

9.3.3 ส่วนของวัสดุหมักทำปุ๋ยที่สามารถย่อยสลายได้หมด ส่วนนี้เมื่อนำมาร่อนผ่านตะแกรง 5 และ1 มิลลิเมตร พบว่า ปุ๋ยที่ผ่านการร่อนสามารถนำไปใช้บำรุงต้นไม้ได้โดยตรง ในการออกแบบครั้งนี้ ปริมาณวัสดุหมักทำปุ๋ยทั้งหมด 21,956 กก./วัน เมื่อสิ้นสุดการหมักและนำมาร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 5 มิลลิเมตร จะได้ปุ๋ยทั้งหมดมีปริมาณ 1,431 กก./วัน หรือคิดเป็น ปีละ 481 ตัน (คำนวณจากการใช้มูลฝอย 460 กก. ได้น้ำหนักปุ๋ยที่ร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 5 มิลลิเมตรเท่ากับ 30 กก.) ซึ่งสามารถบำบัดมูลฝอยจากตลาดสดได้ 82.8 %wet wt. ทั้งนี้ กรมพัฒนาที่ดิน (2540) ได้จำแนกประเภทอุตสาหกรรมการผลิตปุ๋ยตามประเภทการผลิตได้ 3 ประเภท ซึ่งปุ๋ยที่ได้จากการผลิตมีปริมาณน้อยจัดอยู่ในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก (ผลิตปุ๋ยหมักปีละ 100 ตันขึ้นไปแต่ไม่เกิน 1,000 ตัน)

9.4 จำนวนบุคลากรดำเนินการ ประกอบด้วย

9.4.1 ผู้ควบคุมระบบและตรวจติดตามผล จำเป็นต้องอาศัยทักษะความชำนาญพอสมควร

9.4.2 พนักงานคัดแยกมูลฝอย ผสมปุ๋ยหมักและจัดวางกองปุ๋ยหมัก

9.4.3 พนักงานพลิกกลับกอง

9.4.4 พนักงานร่อนปุ๋ย แปรรูปผลิตภัณฑ์ปุ๋ยหมัก และบรรจุถุง

ทั้งนี้บุคลากรดำเนินการ แบ่งตามลักษณะของงานที่มีความจำเป็น และอาจมีการปรับเปลี่ยนงานได้ตามความเหมาะสม

9.5 อุปกรณ์ในการดำเนินการ

การออกแบบรูปแบบการดำเนินการครั้งนี้เหมาะสมสำหรับการลงทุนในอุตสาหกรรมการผลิตปุ๋ยขนาดเล็ก ดังนั้นในกระบวนการผลิตจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ในการดำเนินการต่างๆ ประกอบด้วย ซึ่งคำนึงถึงความจำเป็นพื้นฐานในการผลิตเชิงอุตสาหกรรม

9.5.1 รถเก็บรวบรวมมูลฝอยจากตลาดและรถบรรทุกกากขี้แป้งจากโรงงานน้ำยางข้น

9.5.2 รถตัก สำหรับตักปุ๋ย กากขี้แป้งและปุ๋ยหมัก และกลับกองปุ๋ย

9.5.3 เครื่องสูบน้ำ สำหรับรดกองปุ๋ย

9.5.4 ตาชั่ง

9.5.5 ตะแกรงร่อนปุ๋ยหมัก

9.5.6 เครื่องวัดอุณหภูมิ และค่าความเป็นกรด-ด่าง

9.5.7 พลั่วและคราด

9.5.8 ถุงบรรจุปุ๋ยหมัก

9.5.9 ผ้าใบหรือผ้าพลาสติก

9.5.10 อุปกรณที่ใช้ในการวิเคราะห์ ปริมาณเถ้า ปริมาณของแข็งระเหย และอัตราส่วน C:N

ตาราง 29 เปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารรอง (Mg) และปริมาณโลหะหนักที่ทำการศึกษากับปริมาณสูงสุดที่ยอมให้มีได้ในกากตะกอนหรือวัสดุอื่นๆ เพื่อนำมาใช้ในการเกษตร และการประยุกต์ใช้กับดิน (land application)

รายละเอียด	ปริมาณธาตุอาหารรอง (%)	ปริมาณโลหะหนัก (mg/kg)			รายการอ้างอิง	หมายเหตุ
	Mg	Mn	Zn	Cu		
วัสดุวิเคราะห์						
มูลฝอยเพียงอย่างเดียว	0.48-0.57	526.40-760.38	69.59-531.78	46.52-748.04	ผู้วิจัย	มูลฝอยจากตลาดสดและกากขี้แป้งโรงงานน้ำยางข้น
มูลฝอย+กากขี้แป้ง	2.01-4.42	315.59-536.33	732.20-1,465.70	45.54-60.51	ผู้วิจัย	
กากขี้แป้ง	5.31-7.56	-	1,010-5,100	-	วราศรี เถกประสิทธิ์, 2543	กากขี้แป้งโรงงานน้ำยางข้น
ปุ๋ยหมักรูปแบบต่าง ๆ	0.49-0.56	87-127	67-72	7.4-12.9	เกษม จันทร์แก้วและคณะ, 2542	ขยะ+เชื้อปุ๋ยไฮเทค มูลควาย มูลคนและขยะอย่างเดียว
ปุ๋ยหมักชุมชน	-	111.27-639.13	13.03-381.86	4.84-72.69	ดาวรุ่ง สังข์ทอง, 2538	สารปรับปรุงคุณภาพดิน ได้แก่ แกลบ เปลือกถั่วเหลือง เปลือกข้าวโพด เป็นต้น
ประเทศต่าง ๆที่กำหนดมาตรฐาน						
ประเภท กากตะกอน เพื่อประโยชน์ด้านการประยุกต์ใช้กับดิน (land application)						
U.S. EPA Ceiling concentration	-	-	7,500	4,300	U.S. E.P.A, nd.	
Sweden	-	-	800	600	"	
New England groups	-	-	2,000-7,500	1,000-4,300	"	
Pennsylvania	-	-	5,000	2,866	"	
ช่วงค่ามาตรฐาน	-	-	800-7,500	600-4,300	"	

ตาราง 29 (ต่อ)

รายละเอียด	ปริมาณธาตุอาหารรอง (%)	ปริมาณโลหะหนัก (mg/kg)			รายการอ้างอิง	หมายเหตุ
	Mg	Mn	Zn	Cu		
ประเภท กากตะกอน เพื่อประโยชน์ด้านการเกษตร (agriculture)						
Australia (New South Wales)	-	-	2,500	420	U.S. E.P.A, nd.	
Denmark	-	-	810	280	“	
Italy	-	-	2,500	1,000	“	
Norway	-	-	1,500	1,000	“	
Switzerland	-	-	2,000	600	“	
ช่วงค่ามาตรฐาน	-	-	810-2,500	280-1,000		
ประเภท วัสดุทางการเกษตร						
Thailand	0.35	-	-	-	กรมพัฒนาที่ดิน, 2540	
ประเภท มูลฝอยชุมชน						
Austria	-	1,200	1,500	1,000	Lutz ,1984	ปุ๋ยหมักจากมูลฝอยชุมชน