

การประเมินคุณภาพปุ๋ยหมักจากขยะชุมชนเทศบาลนครพิษณุโลก

Evaluation of Compost Quality from Phitsanulok Municipal Solid Waste

วรารักษ์ลักษณ์ ช่อนกลิ่น¹ และ อำพล เตโชวานิชย์²

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร 65000

¹Email: waranglucks@nu.ac.th, ²Email: ampoltec@yahoo.com

บทคัดย่อ : การจัดการขยะชุมชนเป็นปัญหาสำคัญในปัจจุบัน จากการที่จังหวัดพิษณุโลกมีการขยายตัวของประชากรอย่างต่อเนื่องจึงก่อให้เกิดขยะจำนวนมาก องค์ประกอบที่สำคัญของขยะได้แก่ เศษอาหาร ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายได้ ดังนั้นเทศบาลนครพิษณุโลกจึงได้รณรงค์ให้นำไปทำปุ๋ยหมักโดยมีชุมชนสมัครใจเข้าร่วมโครงการจำนวน 11 แห่ง การจะนำปุ๋ยหมักไปใช้ได้อย่างได้ผลและปลอดภัยต่อผู้บริโภค จำเป็นจะต้องให้ปุ๋ยที่หมักได้มีค่าผ่านมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2548 ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของปุ๋ยหมักจากขยะชุมชนกับมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ ดำเนินการทดลองโดยเก็บปุ๋ยหมักจากขยะชุมชนทั้ง 11 แห่ง ที่ผลิตจากขยะในช่วงฤดูฝนที่ผลผลิตออกมาในเดือนพฤศจิกายน 2544 และฤดูหนาว ที่มีผลผลิตในเดือนมีนาคม 2545 ทำการวิเคราะห์หาความชื้น พีเอช อินทรีย์วัตถุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม อาร์เซนิก แคดเมียมและตะกั่ว ผลการศึกษาพบว่า มีชุมชนที่หมักขยะแล้วได้ปุ๋ยจำนวน 9 แห่ง เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพของปุ๋ยหมักทั้งสองครั้งกับมาตรฐานปุ๋ยพบว่าไม่มีปุ๋ยจากชุมชนใดผ่านเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยทั้ง 10 คุณลักษณะ โดยปุ๋ยที่มีคุณภาพดีที่สุดคือสามารถผ่านเกณฑ์จำนวน 9 คุณลักษณะ ได้แก่ปุ๋ยจากชุมชนคลองมหาโตไทยในการผลิตช่วงฤดูฝนและปุ๋ยจากชุมชนสระสองพี่น้องในการผลิตช่วงฤดูหนาว อาร์เซนิกเป็นคุณลักษณะเดียวที่ไม่มีปุ๋ยจากชุมชนใดผ่านมาตรฐานทั้งสองครั้ง ในขณะที่ อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน โพแทสเซียม แคดเมียมและตะกั่ว เป็นคุณลักษณะที่ปุ๋ยทุกชุมชนมีค่าผ่านมาตรฐาน

คำสำคัญ : ปุ๋ยหมัก ขยะชุมชน มาตรฐานปุ๋ย

Abstract : Municipal waste is nowadays a serious problem. The continual population expansion in Phitsanulok province has created a great deal of waste. The significant composite of waste is food waste, which is biodegradable organic matter. Thus, Phitsanulok municipality sets a campaign on waste composting for 11 sites. In order to use the compost effectively and safely, it has to meet the organic fertilizer standard (B.E.2548). The purpose of this study was to compare the compost quality with the standard. The composts from 11 sites, which were processed from waste collected in rainy and winter seasons, were sampled and analyzed for moisture, pH, organic matter, nitrogen, phosphorus, potassium, arsenic, cadmium and lead. The results indicated that the composts from 9 sites were conversed to be fertilizers. However, none of them met all standards. The best 9 composts were from Klong Mahadthai and Sra Songpeenong sites, generated in rainy and winter seasons. Arsenic was the only one parameter that none of compost met the standard in both seasons. However, all composts met C/N ratio, potassium, cadmium and lead standard.

Keywords : Compost, Municipal Solid Waste, Compost Standard.

1. บทนำ

การจัดการขยะและสิ่งปฏิกูลในชุมชนเป็นปัญหาที่สำคัญในปัจจุบัน จากการที่จังหวัดพิษณุโลกมีการขยายตัวของประชากรอย่างต่อเนื่องได้ก่อให้เกิดขยะจำนวนมาก ซึ่งหากไม่ได้รับการจัดการที่ดีและมีประสิทธิภาพจะส่งผลให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมในหลายด้าน ดังนั้นเทศบาลนครพิษณุโลกจึงได้ดำเนินการเพื่อวางแผนการจัดการขยะโดยในปี 2540 ได้รับความร่วมมือจาก GTZ องค์การจากสหพันธ์เยอรมันได้ให้การสนับสนุนในรูปความช่วยเหลือทางวิชาการเพื่อให้เทศบาลนครพิษณุโลกสามารถจัดการระบบจัดการขยะได้อย่างมีระเบียบและมีประสิทธิภาพ ในปี 2542 เทศบาลนครพิษณุโลกได้พัฒนาและปรับปรุงระบบการจัดการขยะ โดยมีการจัดทำแผนด้านการจัดการขยะ การปรับปรุงบ่อฝังกลบของเทศบาล และรณรงค์ให้ชุมชนแยกขยะทั้งส่วนที่นำกลับมาใช้ได้อีก (Recycle) และส่วนที่สามารถย่อยสลายเพื่อนำไปทำปุ๋ยหมักต่อไป [1]

จากการที่ขยะจากเทศบาลนครพิษณุโลกมีส่วนประกอบหลักได้แก่ เศษอาหาร คิดเป็นร้อยละ 49.6 โดยน้ำหนัก [2] ซึ่งเป็นสารอินทรีย์และสามารถนำไปทำปุ๋ยหมักได้ เทศบาลจึงให้ความรู้แก่ชุมชนต่างๆ และเริ่มดำเนินการแยกขยะโดยเฉพาะส่วนของขยะที่สามารถย่อยสลายได้ ก็ได้มีการกระตุ้นให้ดำเนินการหมักเป็นปุ๋ยในชุมชนย่อยๆ ในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก โดยในปัจจุบันชุมชนในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก จำนวน 11 ชุมชน จากทั้งหมด 40 ชุมชน ได้เข้าร่วมโครงการและดำเนินการทำปุ๋ยหมักจากขยะชุมชน ปุ๋ยที่หมักได้จะถูกแจกจ่ายให้กับคนในชุมชนแต่ชุมชนบางแห่งนำปุ๋ยที่หมักได้ขายให้กับคนในชุมชนและบุคคลทั่วไป [3] การจำหน่ายปุ๋ยหมักจำเป็นจะต้องควบคุมคุณภาพของปุ๋ยให้เป็นไปตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ [4] จึงมีความจำเป็นที่จะต้องทราบคุณภาพของปุ๋ยที่ได้จากการหมักขยะชุมชน อันเป็นที่มาของการศึกษาวิจัยในครั้งนี้โดยจะเปรียบเทียบคุณภาพของปุ๋ยหมักจากขยะชุมชนในเขตเทศบาลนครพิษณุโลกกับมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ประโยชน์ต่อไป

2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

2.1 วัสดุอุปกรณ์

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างปุ๋ยได้แก่ พลั่ว จอบและเสียม ถังพลาสติก แผ่นพลาสติกสำหรับปูพื้น และถุงพลาสติกสำหรับบรรจุตัวอย่าง

2.2 วิธีการทดลอง

การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างปุ๋ย

การศึกษาลักษณะการทำปุ๋ยหมักที่บ่มจนครบเวลาแล้วจากทุกชุมชนที่เข้าร่วมโครงการทำปุ๋ยหมักจากขยะชุมชนของเทศบาลนครพิษณุโลก จำนวน 11 ชุมชน ได้แก่ ชุมชนพระองค์ดำ ประชาอุทิศ พระองค์ขาว จักรพรรดิพัฒนา วัดหนองบัว สระสองพี่น้อง คลองมหาไถไทย พญาเสือ ประตุมืองพันปีและบรมไตรโลกนาถ 21 พบว่ามีชุมชนที่ดำเนินการแล้วไม่ได้ปุ๋ยจำนวน 2 ชุมชน ได้แก่ ชุมชนประตุมืองและชุมชนพันปี เนื่องจากขาดการดูแลอย่างต่อเนื่อง จึงมีชุมชนที่มีผลผลิตปุ๋ยหมักจำนวน 9 ชุมชน

วิธีการเก็บตัวอย่างปุ๋ย

ดำเนินการเก็บตัวอย่างปุ๋ยจากชุมชนทั้ง 9 จำนวน 2 ครั้ง โดยเก็บตัวอย่างปุ๋ยครั้งแรกในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2544 ปุ๋ยนี้เป็นผลผลิตจากขยะช่วงฤดูฝน และครั้งที่ 2 ในช่วงเดือนมีนาคม 2545 ปุ๋ยนี้เป็นผลผลิตจากขยะช่วงฤดูหนาว การสุ่มเก็บตัวอย่างปุ๋ยทำโดยการนำปุ๋ยออกจากคอกหมัก ผสมปุ๋ยให้เข้ากันบนแผ่นพลาสติกที่ปูพื้นแล้วพูนเป็นรูปกรวย ตบปลายกรวยให้ราบลงแล้วแผ่เป็นวงกลม จากนั้นแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ส่วนละเท่ากัน นำส่วนตรงข้ามสองส่วนมารวมกันและพูนเป็นรูปกรวยใหม่ และตัดเป็น 4 ส่วนอีก ทำดังนี้จนได้ตัวอย่างที่เหลือแต่ละส่วนมีน้ำหนักประมาณ 1 กิโลกรัม

การวิเคราะห์ตัวอย่างปุ๋ย

นำตัวอย่างปุ๋ยมาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมี ดังนี้

ความชื้น หาโดยวิธีชั่งน้ำหนัก ชั่งน้ำหนักปุ๋ยในบีกเกอร์ก่อนอบและหลังอบที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 10 ชั่วโมง คำนวณหาคความชื้นโดยน้ำหนัก [5]

พีเอช ผสมปุ๋ยกับน้ำกลั่นในอัตราส่วน ปุ๋ย 1 กรัม ต่อ น้ำ 2 มล. นำไปเขย่า 10 นาที ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที แล้ววัดด้วย เครื่องวัดพีเอช [5]

ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ประยุกต์ใช้วิธีของ Walkley and Black ซึ่งตัวอย่างปุ๋ยแห้ง เติมสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น ตั้งทิ้งไว้ 1 คืน นำไปไทเทรตกับ สารละลายเฟอร์รัสซัลเฟต [5]

ไนโตรเจนทั้งหมด ซึ่งตัวอย่างปุ๋ยแล้วนำไปย่อยสลาย ด้วยกรดซัลฟูริกเข้มข้น ในโครเจนในปุ๋ยจะถูกเปลี่ยนให้อยู่ใน รูปแอมโมเนียมไอออน ปรับสภาพของสารละลายให้เป็นด่างแก่ นำไปกลั่นจะได้แอมโมเนีย ไทเทรตสารละลายที่กลั่นได้ด้วย สารละลายกรดเกลือมาตรฐาน [6]

ฟอสฟอรัสทั้งหมด ซึ่งตัวอย่างปุ๋ยแล้วนำไปย่อยสลาย ด้วยกรดไฮเปอร์คลอริกผสมกรดไนตริก จากนั้นทำให้เกิดสีด้วย สารละลาย Ammonium Metavanadate วัดปริมาณด้วยการวัด การดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร เปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐาน [5]

โพแทสเซียมทั้งหมด หาโดยวิธี Flame Photometer นำ ปุ๋ยไปย่อยสลายด้วยกรดไฮเปอร์คลอริกผสมกรดไนตริก กรอง ตัวอย่างจากนั้นนำไปวัดปริมาณด้วยเครื่อง Flame Photometer เทียบกับสารละลายมาตรฐาน [5]

โลหะหนัก ได้แก่ อาร์เซนิก แคดเมียมและตะกั่ว ย่อย ตัวอย่างด้วยกรดไฮโดรคลอริกและกรดไนตริก นำสารละลายที่ ได้จากการย่อยไปวัดค่าความเข้มข้นของ อาร์เซนิก แคดเมียมและ ตะกั่วด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer [6]

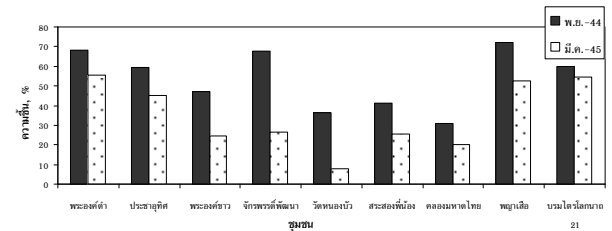
3. ผลการศึกษา

คุณภาพของปุ๋ยหมักจากขยะชุมชนทั้ง 9 แห่ง แสดง ดังต่อไปนี้

3.1 ความชื้น

ผลการวิเคราะห์ความชื้นของปุ๋ยแสดงดังรูปที่ 1 พบว่า ปุ๋ยที่เก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ในเดือนพฤศจิกายน มีความชื้น ระหว่าง 30.9-72.3% โดยชุมชนที่ปุ๋ยมีความชื้นสูงสุดได้แก่ พญาเสือ ส่วนชุมชนที่มีความชื้นต่ำสุดได้แก่ คลองมหาไทย ปุ๋ยที่ เก็บในเดือนมีนาคม มีความชื้นระหว่าง 7.8-55.5% ชุมชนที่ปุ๋ยมี ความชื้นสูงสุดได้แก่ พระองค์ดำ สำหรับชุมชนที่ปุ๋ยมีความชื้น

ต่ำที่สุดได้แก่ วัดหนองบัว จากข้อมูลพบว่าปุ๋ยเก็บในเดือนพฤศจิกายนมีความชื้นสูงกว่าปุ๋ยที่เก็บในเดือนมีนาคมทุกชุมชน เนื่องจากปุ๋ยที่เก็บตัวอย่างในเดือนพฤศจิกายนเกิดจากการหมักขยะชุมชนในช่วงฤดูฝนซึ่งขยะในช่วงนี้จะมีค่าความชื้นสูงกว่าขยะในฤดูแล้ง [7] ที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการหมักปุ๋ยที่เก็บจากเดือนมีนาคม ชุมชนที่มีค่าเฉลี่ยของความชื้นในปุ๋ยสูงสุดได้แก่ พญาเสือ (62.3%) และชุมชนที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ วัดหนองบัว (22.0%)



รูปที่ 1 ความชื้นในปุ๋ยหมักจากชุมชน

จากมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2548 ตามประกาศของกรมวิชาการเกษตร [4] ดังตารางที่ 1 กำหนดให้ปริมาณความชื้นของปุ๋ยไม่ควรเกิน 35% ดังนั้นจึงพบว่าความชื้นของปุ๋ยส่วนใหญ่มีค่าเกินมาตรฐานทั้งสองครั้ง ยกเว้นชุมชนจักรพรรดิพัฒนาและคลองมหาไทยที่ผลผลิตปุ๋ยออกมาในเดือนพฤศจิกายน ส่วนปุ๋ยที่เก็บในเดือนมีนาคมจากชุมชนพระองค์ขาว วัดหนองบัว สระสองพี่น้องและคลองมหาไทยมีค่าไม่เกินมาตรฐาน ซึ่งความชื้นนี้สามารถกำจัดออกได้ด้วยการฝังลม

ตารางที่ 1 มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2548

คุณลักษณะ	หน่วย	เกณฑ์กำหนด
ปริมาณความชื้น	% โดยน้ำหนัก	ไม่เกิน 35
พีเอช	-	5.5-8.5
ปริมาณอินทรีย์วัตถุ	% โดยน้ำหนัก	ไม่น้อยกว่า 30
ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด	% โดยน้ำหนัก	ไม่น้อยกว่า 1
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน	-	ไม่เกิน 20 ต่อ 1
ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (total P ₂ O ₅)	% โดยน้ำหนัก	0.5
ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (total K ₂ O)	% โดยน้ำหนัก	0.5
อาร์เซนิกหรือสารหนู	มิลลิกรัม/กิโลกรัม	ไม่เกิน 50
แคดเมียม	มิลลิกรัม/กิโลกรัม	ไม่เกิน 5
ตะกั่ว	มิลลิกรัม/กิโลกรัม	ไม่เกิน 500

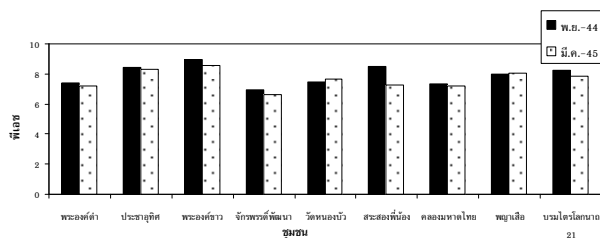
หมายเหตุ แสดงเฉพาะพารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้

3.2 พีเอช

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างหรือพีเอชในปุ๋ยแสดงดังรูปที่ 2 พบว่าพีเอชของปุ๋ยมีค่าเป็นกลางถึงด่างอ่อนทั้ง 2 ครั้ง ปุ๋ยที่

เก็บตัวอย่างในเดือนพฤศจิกายน มีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 6.9-8.9 และปุ๋ยที่เก็บในเดือนมีนาคม มีพีเอชอยู่ในช่วง 6.6-8.5 ชุมชนที่มีพีเอชสูงสุดได้แก่ พระองค์ขาว และชุมชนที่มีพีเอชต่ำสุดคือ จักรพรรดิพัฒนา ทั้งสองครั้ง นอกจากนี้ยังพบว่าพีเอชของปุ๋ยในแต่ละชุมชนมีค่าใกล้เคียงกันทั้งสองครั้ง

หากพิจารณาเทียบกับมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์พบว่าปุ๋ยที่ผลิตได้มีค่าพีเอชอยู่ในช่วงที่นำไปใช้ได้ทั้งสองครั้งยกเว้นปุ๋ยจากชุมชนพระองค์ขาวที่มีค่าพีเอชเกินค่ามาตรฐาน 8.5 ไป 0.45 และ 0.05 ในเดือนพฤศจิกายนและมีนาคมตามลำดับ ทั้งนี้ในเดือนมีนาคมนั้นเกินค่ามาตรฐานเพียงเล็กน้อยน่าจะนำไปใช้ประโยชน์ได้



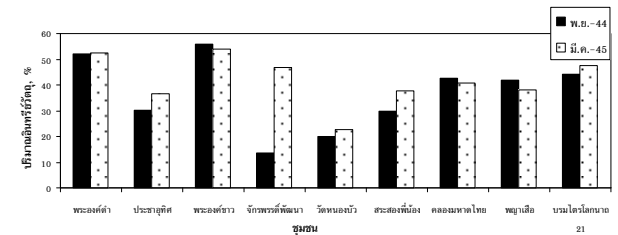
รูปที่ 2 พีเอชในปุ๋ยหมักจากชุมชน

3.3 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ

ปริมาณอินทรีย์วัตถุในปุ๋ยแสดงดังรูปที่ 3 ปุ๋ยที่เก็บตัวอย่างในเดือนพฤศจิกายนมีปริมาณอินทรีย์วัตถุระหว่าง 13.4-55.7% โดยน้ำหนัก ชุมชนที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงสุดได้แก่ พระองค์ขาว สำหรับชุมชนที่มีค่าต่ำสุดคือ จักรพรรดิพัฒนา ปุ๋ยที่เก็บตัวอย่างในเดือนมีนาคมมีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในช่วง 22.7-54.1% โดยน้ำหนัก ชุมชนที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงสุดคือ พระองค์ขาว และชุมชนที่มีปริมาณต่ำสุดคือ วัดหนองบัว นอกจากนี้พบว่าชุมชนที่มีค่าเฉลี่ยของปุ๋ยที่เก็บทั้งสองครั้งสูงสุดคือ พระองค์ขาว (54.9% โดยน้ำหนัก) และชุมชนที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดได้แก่ วัดหนองบัว (21.5% โดยน้ำหนัก) ปริมาณอินทรีย์วัตถุเฉลี่ยของปุ๋ยทั้ง 9 ชุมชน ในเดือนพฤศจิกายนมีค่าเท่ากับ 36.6% โดยน้ำหนัก ซึ่งน้อยกว่า ปุ๋ยจากเดือนมีนาคม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 41.8% โดยน้ำหนัก

หากพิจารณาเทียบกับมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์พบว่าปุ๋ยที่ผลิตได้มีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดยกเว้น ชุมชนจักรพรรดิพัฒนา วัดหนองบัวและสระสองพี่น้อง จากปุ๋ยที่ผลิตได้ในเดือนพฤศจิกายน และปุ๋ยจากชุมชนวัดหนองบัวที่เก็บใน

เดือนมีนาคม เห็นได้ว่าชุมชนวัดหนองบัวผลิตปุ๋ยที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำกว่ามาตรฐาน

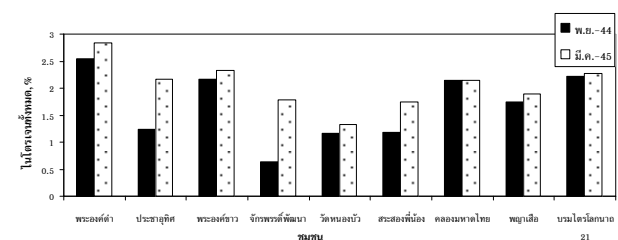


รูปที่ 3 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในปุ๋ยหมักจากชุมชน

3.4 ในโตรเจนทั้งหมด

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ยแสดงดังรูปที่ 4 ปุ๋ยที่เก็บตัวอย่างในเดือนพฤศจิกายนมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดระหว่าง 0.64-2.54% โดยน้ำหนัก ชุมชนที่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงสุดได้แก่ พระองค์ดำ สำหรับชุมชนที่มีค่าต่ำสุดคือ จักรพรรดิพัฒนา ปุ๋ยที่เก็บตัวอย่างในเดือนมีนาคมมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ในช่วง 1.33-2.84% โดยน้ำหนัก ชุมชนที่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสูงสุดคือ พระองค์ดำ และชุมชนที่มีปริมาณต่ำสุดคือ วัดหนองบัว นอกจากนี้พบว่าชุมชนที่มีค่าเฉลี่ยของปุ๋ยที่เก็บทั้งสองครั้งสูงสุดคือ พระองค์ดำ (2.69% โดยน้ำหนัก) และชุมชนที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดได้แก่ จักรพรรดิพัฒนา (1.22% โดยน้ำหนัก) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยของปุ๋ยทั้ง 9 ชุมชน ในเดือนพฤศจิกายนมีค่าเท่ากับ 1.67% โดยน้ำหนัก ซึ่งน้อยกว่า ปุ๋ยจากเดือนมีนาคม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.06% โดยน้ำหนัก ซึ่งปุ๋ยที่ได้ในเดือนมีนาคมมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกับปุ๋ยหมักจากฟางข้าวและผักคตบวบที่มีค่าเท่ากับ 2.0% และ 2.1% ตามลำดับ [8]

หากพิจารณาเทียบกับมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์พบว่าปุ๋ยที่ผลิตได้มีค่าไนโตรเจนผ่านเกณฑ์ที่กำหนดทั้งสองครั้ง ยกเว้นชุมชนจักรพรรดิพัฒนาในเดือนพฤศจิกายน กล่าวได้ว่าปุ๋ยที่ผลิตได้ส่วนใหญ่มีไนโตรเจนสูงเหมาะสมสำหรับนำไปใช้

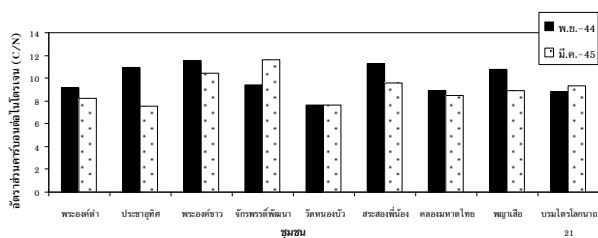


รูปที่ 4 ไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ยหมักจากชุมชน

3.5 สัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N)

สัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนในปุ๋ยแสดงดังรูปที่ 5 ปุ๋ยที่เก็บตัวอย่างในเดือนพฤศจิกายนมี C/N ระหว่าง 7.63-11.53 ชุมชนที่มี C/N สูงสุดได้แก่ พระองค์ขาว สำหรับชุมชนที่มีค่าต่ำสุดคือ วัดหนองบัว ปุ๋ยที่เก็บตัวอย่างในเดือนมีนาคมมี C/N อยู่ในช่วง 7.57-11.65 โดยน้ำหนัก ชุมชนที่มี C/N สูงสุดคือ จักรพรรดิพัฒนา และชุมชนที่มีปริมาณต่ำสุดคือ ประชาอุทิศ นอกจากนี้พบว่าชุมชนที่มีค่าสัดส่วน C/N เฉลี่ยของปุ๋ยที่เก็บทั้งสองครั้งสูงสุดคือ พระองค์ขาว (10.97) และชุมชนที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดได้แก่ วัดหนองบัว (7.63) C/N เฉลี่ยของปุ๋ยทั้ง 9 ชุมชน ในเดือนพฤศจิกายนมีค่าเท่ากับ 9.81 ซึ่งสูงกว่า ปุ๋ยจากเดือนมีนาคม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.10 เล็กน้อย

หากพิจารณาเทียบกับมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์พบว่าปุ๋ยทั้งหมดได้มีค่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนดทุกชุมชนทั้งสองครั้ง



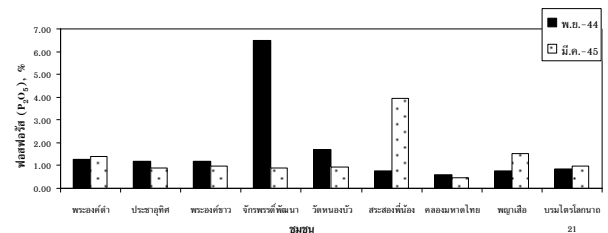
รูปที่ 5 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนในปุ๋ยหมักจากชุมชน

3.6 ฟอสฟอรัสทั้งหมด

ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในปุ๋ยแสดงดังรูปที่ 6 ปุ๋ยที่เก็บตัวอย่างในเดือนพฤศจิกายนมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดระหว่าง 0.57-6.51% โดยน้ำหนัก ชุมชนที่มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดสูงสุดได้แก่ จักรพรรดิพัฒนา สำหรับชุมชนที่มีค่าต่ำสุดคือ คลองมหาไทย ปุ๋ยที่เก็บตัวอย่างในเดือนมีนาคมมีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดอยู่ในช่วง 0.48-3.94% โดยน้ำหนัก ชุมชนที่มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดสูงสุดคือ สระสองพี่น้อง และชุมชนที่มีปริมาณต่ำสุดคือ คลองมหาไทย นอกจากนี้พบว่าชุมชนที่มีค่าเฉลี่ยของปุ๋ยที่เก็บทั้งสองครั้งสูงสุดคือ จักรพรรดิพัฒนา (3.69% โดยน้ำหนัก) และชุมชนที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดได้แก่ คลองมหาไทย (0.53% โดยน้ำหนัก) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดเฉลี่ยของปุ๋ยทั้ง 9 ชุมชน ในเดือนพฤศจิกายนมีค่าเท่ากับ 1.64% โดยน้ำหนัก ซึ่งมากกว่า ปุ๋ยจากเดือนมีนาคม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.33% โดยน้ำหนัก เมื่อเทียบกับปุ๋ยหมักจากฟางข้าวและ

ผักคตขาวที่มีค่าเท่ากับ 0.5% และ 0.9% ตามลำดับ [8] จะเห็นได้ว่าปุ๋ยหมักจากขยะชุมชนมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงกว่า 2-3 เท่า

หากเทียบกับมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์พบว่าปุ๋ยหมักที่ได้มีค่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนดทุกชุมชนทั้งสองครั้ง ยกเว้นปุ๋ยจากชุมชนคลองมหาไทยที่เดือนมีนาคมซึ่งมีค่าน้อยกว่ามาตรฐานเพียง 0.02% เท่านั้น

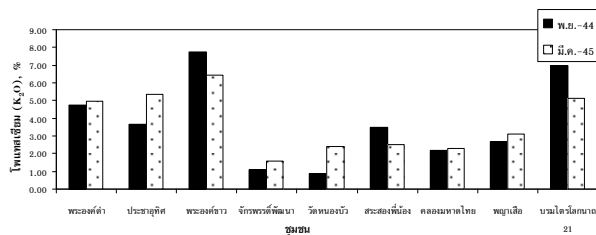


รูปที่ 6 ฟอสฟอรัสทั้งหมดในปุ๋ยหมักจากชุมชน

3.7 โปแตสเซียมทั้งหมด

ปริมาณโปแตสเซียมทั้งหมดในปุ๋ยแสดงดังรูปที่ 7 ปุ๋ยที่เก็บตัวอย่างในเดือนพฤศจิกายนมีปริมาณโปแตสเซียมทั้งหมดระหว่าง 0.88-7.77% โดยน้ำหนัก ชุมชนที่มีปริมาณโปแตสเซียมทั้งหมดสูงสุดได้แก่ พระองค์ขาว สำหรับชุมชนที่มีค่าต่ำสุดคือ วัดหนองบัว ปุ๋ยที่เก็บตัวอย่างในเดือนมีนาคมมีปริมาณโปแตสเซียมทั้งหมดอยู่ในช่วง 1.60-6.46% โดยน้ำหนัก ชุมชนที่มีปริมาณโปแตสเซียมทั้งหมดสูงสุดคือ พระองค์ขาว และชุมชนที่มีปริมาณต่ำสุดคือ จักรพรรดิพัฒนา นอกจากนี้พบว่าชุมชนที่มีค่าเฉลี่ยของปุ๋ยที่เก็บทั้งสองครั้งสูงสุดคือ พระองค์ขาว (7.11% โดยน้ำหนัก) และชุมชนที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดได้แก่ จักรพรรดิพัฒนา (1.34% โดยน้ำหนัก) ปริมาณโปแตสเซียมทั้งหมดเฉลี่ยของปุ๋ยทั้ง 9 ชุมชน ในเดือนพฤศจิกายนมีค่าเท่ากับ 3.72% โดยน้ำหนัก ซึ่งใกล้เคียงกับ ปุ๋ยจากเดือนมีนาคม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.76% โดยน้ำหนัก เมื่อเทียบกับปุ๋ยหมักจากฟางข้าวและผักคตขาวที่มีค่าเท่ากับ 5.6% และ 6.5% ตามลำดับ [8] จะเห็นได้ว่าปุ๋ยหมักจากขยะชุมชนมีปริมาณโปแตสเซียมเฉลี่ยน้อยกว่า 1.5-1.75 เท่า

หากเทียบกับมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์พบว่าปุ๋ยหมักที่ได้มีค่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนดทุกชุมชนทั้งสองครั้ง โดยมีปริมาณโปแตสเซียมสูงกว่าค่าต่ำสุดที่กำหนดไว้ 1.76-15.54 เท่า แสดงว่าปุ๋ยหมักจากขยะชุมชนมีโปแตสเซียมสูง



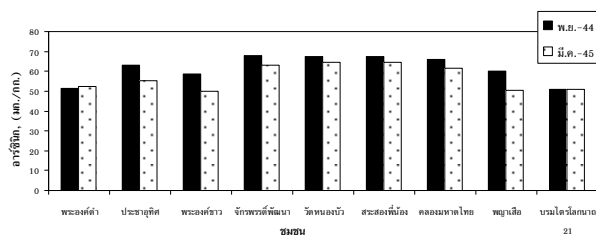
รูปที่ 7 โพแทสเซียมทั้งหมดในปุ๋ยหมักจากชุมชน

3.8 โลหะหนัก

ปริมาณอาร์เซนิกในปุ๋ยแสดงดังรูปที่ 8 ปุ๋ยที่เก็บตัวอย่างในเดือนพฤศจิกายนมีปริมาณอาร์เซนิกทั้งหมดระหว่าง 50.73-67.65 มก./กก. ชุมชนที่มีปริมาณอาร์เซนิกสูงสุดได้แก่ จักรพรรดิพัฒนา สำหรับชุมชนที่มีค่าต่ำสุดคือ บรมไตรโลกนาถ 21 ปุ๋ยที่เก็บตัวอย่างในเดือนมีนาคมมีปริมาณอาร์เซนิกอยู่ในช่วง 50.11-64.50 มก./กก. ชุมชนที่มีปริมาณอาร์เซนิกสูงสุดคือ วัดหนองบัว และชุมชนที่มีปริมาณต่ำสุดคือ พระองค์ขาว นอกจากนี้พบว่าชุมชนที่มีค่าเฉลี่ยของปุ๋ยที่เก็บทั้งสองครั้งสูงสุดคือ วัดหนองบัว (65.87 มก./กก.) และชุมชนที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดได้แก่ บรมไตรโลกนาถ 21 (50.75 มก./กก.) ปริมาณอาร์เซนิกเฉลี่ยของปุ๋ยทั้ง 9 ชุมชน ในเดือนพฤศจิกายนมีค่าเท่ากับ 61.35 มก./กก. ซึ่งมีค่ามากกว่า ปุ๋ยจากเดือนมีนาคม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 56.97 มก./กก.

จากการวิเคราะห์หาปริมาณแคดเมียมและตะกั่วในปุ๋ยหมักในแต่ละชุมชนพบว่าตรวจไม่พบแคดเมียมและตะกั่วในตัวอย่างปุ๋ยที่เก็บทั้ง 2 ครั้ง

เมื่อเทียบกับมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์พบว่าปุ๋ยจากทุกชุมชนมีปริมาณอาร์เซนิกเกินกว่าค่าที่กำหนดทั้งสองครั้ง ในขณะที่ปุ๋ยหมักจากทุกชุมชนผ่านค่ามาตรฐานของโลหะหนักอีก 2 ชนิดที่เหลือคือแคดเมียมและตะกั่ว ดังนั้นการจะนำปุ๋ยหมักไปใช้จึงต้องคำนึงถึงอาร์เซนิกที่มีอันตรายต่อระบบเนื้อเยื่อและก่อให้เกิดโรคมะเร็งได้



รูปที่ 8 อาร์เซนิกในปุ๋ยหมักจากชุมชน

3.9 คุณภาพของปุ๋ยหมักจากขยะชุมชน

จากการเปรียบเทียบคุณภาพของปุ๋ยหมักจากขยะชุมชนและมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ แสดงดังตารางที่ 2 และ 3 จากตารางที่ 2 แสดงคุณภาพของปุ๋ยหมักจากชุมชนที่เก็บตัวอย่างในเดือนพฤศจิกายน 2544 พบว่า ไม่มีปุ๋ยจากชุมชนใดที่มีคุณภาพผ่านมาตรฐานที่กำหนดทั้ง 10 คุณลักษณะ ปุ๋ยที่เก็บในครั้งนี้มีคุณภาพผ่านมาตรฐาน 7-9 คุณลักษณะ โดยปุ๋ยจากชุมชนคลองมหาไทยผ่านค่ามาตรฐานมากที่สุดจำนวน 9 คุณลักษณะ ปุ๋ยที่ผ่านค่ามาตรฐานจำนวน 8 คุณลักษณะ มี 4 ชุมชน และ ปุ๋ยที่ผ่านค่ามาตรฐานจำนวน 7 คุณลักษณะ มี 4 ชุมชน อย่างไรก็ตามพบว่าคุณลักษณะของปุ๋ยหมักที่มีค่าผ่านมาตรฐานทุกชุมชนมีจำนวน 5 คุณลักษณะ ได้แก่ อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน ฟอสฟอรัสทั้งหมด โพแทสเซียมทั้งหมด แคลเซียมและตะกั่ว ในขณะที่อาร์เซนิกเป็นคุณลักษณะเดียวที่ไม่มีปุ๋ยจากชุมชนใดผ่านค่ามาตรฐาน

ตารางที่ 2 คุณภาพของปุ๋ยหมักจากขยะชุมชนที่เก็บในเดือนพฤศจิกายน 2544 ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2548

ชุมชน	ความชื้น	ฟอส	อินทรีย์วัตถุ	TN	C/N	TP	TK	As	Cd	Pb	รวม
พระองค์ดำ	-	ผ	ผ	ผ	ผ	ผ	ผ	-	ผ	ผ	8
ปะชาดุกัส	-	ผ	ผ	ผ	ผ	ผ	ผ	-	ผ	ผ	8
พระองค์ขาว	-	-	ผ	ผ	ผ	ผ	ผ	-	ผ	ผ	7
จักรพรรดิพัฒนา	ผ	ผ	-	-	ผ	ผ	ผ	-	ผ	ผ	7
วัดหนองบัว	-	ผ	-	ผ	ผ	ผ	ผ	-	ผ	ผ	7
สะดอ่งพี่น้อง	-	ผ	-	ผ	ผ	ผ	ผ	-	ผ	ผ	7
คลองมหาไทย	ผ	ผ	ผ	ผ	ผ	ผ	ผ	-	ผ	ผ	9
พญาเสือ	-	ผ	ผ	ผ	ผ	ผ	ผ	-	ผ	ผ	8
บรมไตรโลกนาถ 21	-	ผ	ผ	ผ	ผ	ผ	ผ	-	ผ	ผ	8
รวม	2	8	6	8	9	9	9	0	9	9	

หมายเหตุ TN คือ ไนโตรเจนทั้งหมด
TP คือ ฟอสฟอรัสทั้งหมด
C/N คือ อัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน
As คือ อาร์เซนิก
Cd คือ แคดเมียม
Pb คือ ตะกั่ว
ผ คือ ผ่าน

ตารางที่ 3 แสดงคุณภาพของปุ๋ยหมักจากชุมชนที่เก็บตัวอย่างในเดือนมีนาคม 2545 พบว่า ไม่มีปุ๋ยจากชุมชนใดที่มีคุณภาพผ่านมาตรฐานที่กำหนดทั้ง 10 คุณลักษณะ เช่นกัน ปุ๋ยที่เก็บในครั้งนี้มีคุณภาพดีกว่าปุ๋ยที่เก็บในเดือนพฤศจิกายน เนื่องจากผ่านมาตรฐาน 8-9 คุณลักษณะ โดยปุ๋ยจากชุมชนสะดอ่งพี่น้องผ่านค่ามาตรฐานมากที่สุดจำนวน 9 คุณลักษณะ ปุ๋ยที่

ผ่านค่ามาตรฐานจำนวน 8 คุณลักษณะ มี 8 ชุมชน อย่างไรก็ตามพบว่าคุณลักษณะของปุ๋ยหมักที่มีค่าผ่านมาตรฐานทุกชุมชนมีจำนวน 5 คุณลักษณะ ได้แก่ อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน ไนโตรเจนทั้งหมด โปแทสเซียมทั้งหมด แคลเซียมและตะกั่ว ในขณะที่อาร์ซินิกเป็นคุณลักษณะเดียวที่ไม่มีปุ๋ยจากชุมชนใดผ่านค่ามาตรฐานเช่นกัน

ตารางที่ 3 คุณภาพของปุ๋ยหมักจากขยะชุมชนที่เก็บในเดือนมีนาคม 2545 ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2548

ชุมชน	ความชื้น	พีเอช	อินทรีย์วัตถุ	TN	C/N	TP	TK	As	Cd	Pb	รวม
พระองค์ดำ	-	มี	มี	มี	มี	มี	มี	-	มี	มี	8
ประชาอุทิศ	-	มี	มี	มี	มี	มี	มี	-	มี	มี	8
พระองค์ขาว	มี	-	มี	มี	มี	มี	มี	-	มี	มี	8
จักรพรรดิพัฒนา	-	มี	มี	มี	มี	มี	มี	-	มี	มี	8
วัดหนองบัว	มี	มี	-	มี	มี	มี	มี	-	มี	มี	8
สระสองพี่น้อง	มี	มี	มี	มี	มี	มี	มี	-	มี	มี	9
คลองมหาไทย	มี	มี	มี	มี	มี	-	มี	-	มี	มี	8
พญเสือ	-	มี	มี	มี	มี	มี	มี	-	มี	มี	8
บรมไตรโลกนาถ 21	-	มี	มี	มี	มี	มี	มี	-	มี	มี	8
รวม	4	8	8	9	9	8	9	0	9	9	

4. สรุปผลการทดลอง

จากวิเคราะห์คุณภาพของปุ๋ยหมักเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2548 พบว่าปุ๋ยที่หมักจากขยะชุมชนในช่วงฤดูหนาวซึ่งมีผลผลิตออกมาในเดือนมีนาคม 2545 มีคุณภาพดีกว่าปุ๋ยที่หมักในช่วงฤดูฝนที่มีผลผลิตออกมาในเดือนพฤศจิกายน 2544 แต่ไม่มีปุ๋ยจากชุมชนใดที่มีคุณภาพผ่านมาตรฐานที่กำหนดไว้ทั้ง 10 คุณลักษณะที่ได้ทำการวิเคราะห์ ปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพดีที่สุดสามารถผ่านมาตรฐานจำนวน 9 คุณลักษณะ ได้แก่ปุ๋ยที่ผลิตจากชุมชนคลองมหาไทยในช่วงฤดูฝนและปุ๋ยที่ผลิตจากชุมชนสระสองพี่น้องในช่วงฤดูหนาว คุณลักษณะของปุ๋ยหมักที่มีค่าผ่านมาตรฐานทุกชุมชนมีจำนวน 5 คุณลักษณะ ทั้ง 2 ครั้งที่เก็บตัวอย่าง โดยคุณลักษณะที่ผ่านมาตรฐานทุกชุมชนทั้งสองครั้งที่จัดเก็บมีจำนวน 4 คุณลักษณะ คือ อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน โปแทสเซียมทั้งหมด แคลเซียมและตะกั่ว ในขณะที่อาร์ซินิกเป็นคุณลักษณะเดียวที่ไม่มีปุ๋ยจากชุมชนใดผ่านค่ามาตรฐานทั้งสองครั้งที่จัดเก็บ นอกจากนี้พบว่าปุ๋ยหมักจากชุมชนส่วนใหญ่มีความชื้นสูงกว่าค่ามาตรฐานทั้งสองครั้งที่จัดเก็บ ซึ่งวิธีการแก้ไขคือควรนำปุ๋ยออกมาผึ่งลมก่อนนำไปใช้ จากการที่มีการกำหนดมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2548 ซึ่งกำหนดว่าปุ๋ยที่นำออกจำหน่ายจะต้องผ่านมาตรฐานปุ๋ยทุกคุณลักษณะ ดังนั้นเมื่อพิจารณาจากปริมาณอาร์ซินิกที่ไม่ผ่านมาตรฐานจึงควรแนะนำทุกชุมชนให้นำปุ๋ยที่

ได้ไปใช้สำหรับปลูกพืชที่ไม่เกี่ยวกับการบริโภค เช่น ปลูกไม้ดอกไม้ประดับ และควรทำการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการปรับปรุงการใช้วัตถุดิบในการหมักปุ๋ยเพื่อควบคุมไม่ให้มีปริมาณอาร์ซินิกเกินค่ามาตรฐาน

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักงานปลัดทบวงมหาวิทยาลัย ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณเทศบาลนครพิษณุโลกและชุมชนในเขตเทศบาลนครพิษณุโลกทั้ง 11 แห่ง ที่อนุเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับชุมชนและการหมักปุ๋ยของชุมชน และขอขอบคุณ คุณวิชา อัมระจ่าง เจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์ของภาควิชาวิศวกรรมโยธาที่ได้มีส่วนร่วมและอำนวยความสะดวกตลอดการทำวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

[1] กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม. (2542). ปุ๋ยหมักชุมชน. เทศบาลนครพิษณุโลก.

[2] เกียรติไกร อาวุธวัฒน์. (2540). เทคโนโลยีการเผาผลาญ. ใน เอกสารประกอบการสัมมนาทางวิชาการ เรื่องการจัดการมูลฝอยยุค 2000. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม, คณะวิศวกรรมศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

[3] วรางค์ลักษณ์ ช่อนกลิ่น และ อัมพล เตโชวานิชย์. (2544). การวิเคราะห์คุณภาพและประสิทธิภาพการทำปุ๋ยหมักจากขยะชุมชนในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก เพื่อนำไปพัฒนาในเชิงพาณิชย์. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

[4] กรมวิชาการเกษตร. (2548). คู่มือการวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

[5] กลุ่มงานวิเคราะห์ปุ๋ย. (2541). คู่มือวิเคราะห์ปุ๋ย. กองเกษตรเคมี. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

[6] ทศนีย์ อัดตะนันท์ และ จงรักย์ จันทรเจริญสุข. (2542). คู่มือปฏิบัติการการวิเคราะห์ดินและพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[7] วรางค์ลักษณ์ ช่อนกลิ่น. (2541). ปริมาณและลักษณะของก๊าซและน้ำชะมูลฝอยจากแบบจำลองที่มีการฝังกลบสองชั้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[8] จุไรรัตน์ อนันต์ถนุกการ. (2543). ผลของ Bulking Agent ต่อการทำปุ๋ยหมักร่วมกับน้ำกากส่าจากโรงงานผลิตสุรา. สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม, คณะพลังงานและวัสดุ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.