การใช้กากน้ำตาลและน้ำกากส่าร่วมกับของเสียอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลังต่อการอยู่รอดของไส้เดือนดินและคุณภาพปุ๋ยหมักโดยไส้เดือนดิน

Using molasses and distillery slop with industrial cassava wastes on the survival of earthworm and quality of vermicompost

รัชนี วงโคกสูง[1] ชุลีมาศ บุญไทย อิวาย[1*] และ มงคล ต๊ะอุ่น[1]

Ratchanee Wongkogsoong[1] Chuleemas Boonthai Iwai[1*] and Mongkon Ta-oun[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาการใช้กากน้ำตาล/น้ำกากส่าร่วมกับของเสียอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง ต่อการอยู่รอดของไส้เดือนดินและคุณภาพของปุ๋ยหมัก ในการผลิตปุ๋ยหมักโดยไส้เดือนดิน ประกอบด้วย 4 ตำรับการทดลองคือ 1. การใช้กากน้ำตาลผสมกากมันสำปะหลัง 2. การใช้กากน้ำตาลผสมเปลือกมันสำปะหลัง 3. การใช้น้ำกากส่าผสมกากมันสำปะหลัง และ 4. การใช้น้ำกากส่าผสมเปลือกมันสำปะหลัง ซึ่งวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) มี 3 ซ้ำ โดยใช้กากน้ำตาล อัตรา 0%, 1.25% และ 2.50% และน้ำกากส่าใช้อัตรา 0%, 6.25%, 12.50%, 18.75% และ 25% ผลการศึกษาพบว่าไส้เดือนดินสามารถอยู่รอดได้ 100% เมื่อใช้กากน้ำตาลอัตรา 1.25-2.50% ร่วมกับกากมันสำปะหลังหรือเปลือกมันสำปะหลัง ส่วนการใช้น้ำกากส่าอัตรา 6.25-12.5% ร่วมกับกากมันสำปะหลัง ไส้เดือนดินสามารถอยู่รอดได้ 77.78% ขณะที่การใช้น้ำกากส่าอัตราตั้งแต่ 6.25-18.75% ผสมกับเปลือกมันสำปะหลัง ไส้เดือนดินสามารถอยู่รอดได้ 100% ส่วนธาตุอาหารที่ได้จากกระบวนการทำปุ๋ยหมักโดยไส้เดือนดิน หลังการทดลองระยะเวลา 30 วัน พบว่าสมบัติทางเคมีของปุ๋ยหมักโดยไส้เดือนดินมีการเปลี่ยนแปลงไปตามชนิดของของเสียและอัตราที่ใช้ โดยการใส่กากน้ำตาลและน้ำกากส่าร่วมกับกากมันสำปะหลังและเปลือกมันสำปะหลัง ช่วยเพิ่มฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ในปุ๋ยหมัก เมื่อเทียบกับไม่ใส่กากน้ำตาลและน้ำกากส่า และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกากมันสำปะหลังและเปลือกมันสำปะหลัง พบว่า การใช้กากน้ำตาลและน้ำกากส่าร่วมกับกากมันสำปะหลังมีการเพิ่มของฟอสฟอรัส ดีกว่าผสมในเปลือกมันสำปะหลัง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

Abstract

The agro-industrial wastes management is needed due to the increasing of wastes nowadays. Vermicomposting technology has been offered as the alternative methods. However, before application of each waste, the study of using molasses and distillery

คำสำคัญ : วัสดุอินทรีย์, ไส้เดือนดิน, ปุ๋ยหมักโดยไส้เดือนดิน

[1] สาขาวิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

[1] Land Resources and Environment Division, Department of Plant Science and Agricultural Resources, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand.

*Corresponding author: chulee_b@kku.ac.th; chuleemas1@gmail.com

slop mixing with cassava industrial wastes in vermicompost process on earthworm were conducted. This study included 4 sub-experiments; 1. Molasses mixed with cassava pulp 2. Molasses mixed with cassava peel 3. Distillery slop mixed with cassava pulp 4. Distillery slop mixed with cassava peel. There were mixed with concentration of molasses at the rate of 0%, 1.25%, 2.5%, 3.75% and 5% and the concentration of distillery slop at rates of 0%, 6.25%, 12.5%, 18.75% and 25%. This experiment was used Completely Randomized Design (CRD) with three replications. It was found that earthworm cloud survive 100% under the molasses concentration at the rate of 1.25-2.50% mixed with cassava pulp or cassava peel. The use of distillery slop concentration at the rate of 6.25-12.5% mixed with cassava pulp and the use of distillery slop concentration at the rate of 6.25-12.5% mixed with cassava peel resulted in 77.7 of earthworm survival respectively. In addition, chemical characteristics of vermicompost from Molasses or distillery slop mixed with cassava pulp or cassava peel has change according to type of waste. The use Molasses or distillery slop mixed with cassava pulp or cassava peel is trend to increases of phosphorus and potassium concentration compared to without and the use molasses or distillery slop mixed with cassava pulp is trend to increases of phosphorus more than mixed with cassava peel.

บทนำ

ปัจจุบันแนวทางการจัดการกากของเสียจากอุตสาหกรรมการเกษตรสามารถจัดการหรือนำมาประยุกต์ใช้ได้หลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นการนำมาทำปุ๋ยหมัก การนำมาเพาะเห็ด การนำมาเป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ หรือการใช้ไส้เดือนดินในการจัดการขยะอินทรีย์เศษเหลือทิ้งทางการเกษตรต่างๆ ซึ่งของเหลือทิ้งเหล่านี้เมื่อผ่านกระบวนการย่อยสลายโดยไส้เดือนดินแล้วจะได้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินที่มีประโยชน์และนำมาใช้ในการเกษตรได้ (อานัฐ, 2550) ดังนั้น ในการใช้ไส้เดือนดินช่วยในการย่อยสลายกากของเสียและเศษเหลือทิ้ง เป็นการจัดการที่สะดวกและมีค่าใช้จ่ายไม่สูงมากนักในการใช้ไส้เดือนดินช่วยในการจัดการกากของเสียจากอุตสาหกรรมการเกษตร อีกทั้งการใช้ไส้เดือนดินในการจัดการกากของเสียยังเป็นเรื่องที่น่าสนใจ เพราะเป็นการจัดการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และผลที่ได้จากกระบวนการทำปุ๋ยหมักนี้ส่งผลต่อการพัฒนาเป็นปุ๋ยที่มีคุณภาพ ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางด้านเคมี กายภาพ และชีวภาพของกากของเสีย ชุลีมาศ และคณะ (2554) กล่าวว่า ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินจากการใช้กากของเสียอุตสาหกรรมการเกษตร พบว่ามีธาตุอาหารเพิ่มสูงขึ้น เช่น ธาตุไนโตรเจน 26-82% ธาตุฟอสฟอรัส 90-94% และธาตุโพแทสเซียม 26-57% และยังมีวิจัยที่เกี่ยวข้องที่นำสิ่งเหลือทิ้งหมักร่วมกับยูเรียหรือราดกับกากน้ำตาล เช่นเดียวกับงานทดลองของ Fernandez *et al.* (1977) ศึกษาการนำหัวมันสำปะหลังใช้เป็นพืชอาหารสัตว์ ใช้ร่วมกับกากน้ำตาลและยูเรีย พบว่าธาตุอาหารมีโปรตีนและเส้นใยเพิ่มขึ้น น้ำหนักสัตว์ที่ใช้ทดลองเพิ่มขึ้น อีกทั้งยังมีงานทดลอง

Keywords : Organic material, earthworms, vermicompost

ของ Suthar (2010) ศึกษาการนำกากตะกอนจากอุตสาหกรรมการเกษตรมาผสมร่วมกับมูลวัว กากตะกอนจากบ่อหมักชีวภาพและฟางข้าวสาลี ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยผ่านกระบวนการหมักโดยไส้เดือนดิน เพื่อเป็นอาหารให้กับไส้เดือนสายพันธุ์ *Eisenia fetida* พบว่ากากตะกอน 40% ร่วมกับ มูลวัว 60 % และ กากตะกอน 40% ร่วมกับ กากตะกอนจากบ่อหมักชีวภาพ 60% มีปริมาณธาตุอาหารที่อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเพิ่มขึ้น ไส้เดือนดินมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นและโลหะหนักในกากตะกอนลดลง

ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาการใช้กากน้ำตาลและน้ำกากส่าร่วมกับของเสียอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง ในการผลิตปุ๋ยหมักโดยไส้เดือนดิน ต่อการเจริญเติบโต/การอยู่รอดของไส้เดือนดิน และเพิ่มคุณภาพปุ๋ยจากกระบวนการหมักโดยไส้เดือนดิน

วิธีการทดลอง

การศึกษาโดยใช้กากน้ำตาลหรือน้ำกากส่าร่วมกับของเสียอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง ในการผลิตปุ๋ยหมักโดยไส้เดือนดิน ประกอบด้วย 4 การทดลองย่อย คือ 1. การใช้กากน้ำตาลผสมกากมันสำปะหลัง 2. การใช้กากน้ำตาลผสมเปลือกมันสำปะหลัง 3. การใช้น้ำกากส่าผสมกากมันสำปะหลัง และ 4. การใช้น้ำกากส่าผสมเปลือกมันสำปะหลัง ซึ่งวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) มี 3 ซ้ำ โดยใช้กากน้ำตาล อัตรา 0%, 1.25%และ 2.50% และน้ำกากส่าใช้อัตรา 0%, 6.25%, 12.50%, 18.75% และ 25% และใช้ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* ชื่อสามัญ African night crawler จำนวน 5 ตัวต่อปริมาตร รวม 100 กรัม ทำการรักษาระดับความชื้นที่ 60-70% เก็บการทดลองในห้องปฏิบัติการ รวมระยะเวลาในการศึกษา 4 สัปดาห์ ทำการศึกษาการอยู่รอดของไส้เดือนดินที่ใช้วัสดุอินทรีย์เป็นสารอาหารในการผสมกากของเสียจากอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง และทำการเก็บตัวอย่างปุ๋ยหลังการหมักโดยไส้เดือนดิน เพื่อนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีบางประการ (Table1)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้โปรแกรม Microsoft EXCEL ในการคำนวณผล และวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ (Analysis of Variance) โดยใช้โปรแกรม STATISTIC 8

Table 1 Method analysis chemical characteristics of vermicompost

parameters	**Methods of analysis**	**References**
EC (1:5 H_2O) (dS/m)	Soil bridge	Jackson (1960)
pH (1:1 H_2O)	Std. Glass electrode	Black (1965)
OM (%)	Walkley and Black	Black (1965)
Total N (%)	Kjeldahl method	Black (1965)
Available P (%)	Bray II	Cottenie (1980)
Exchangeable K (%)	NH_4 OAc and AAS	Black (1965)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ผลการศึกษาการใช้กากน้ำตาลหรือน้ำกากส่าร่วมกับของเสียอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลังต่อการเจริญเติบโตของไส้เดือนดินและคุณภาพปุ๋ยหมักโดยไส้เดือนดิน มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. ผลการอยู่รอดของไส้เดือนดิน เมื่อใช้กากน้ำตาล/น้ำกากส่า ร่วมกับของเสียอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง

1.1 การใช้กากน้ำตาลร่วมกับของเสียอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง

การใช้กากน้ำตาลผสมร่วมกับกากมันสำปะหลังในอัตราที่เพิ่ม มีแนวโน้มทำให้ไส้เดือนดินมีความสามารถในการอยู่รอดได้ลดลง โดยการใช้กากน้ำตาลในอัตรา 3.75% ทำให้ไส้เดือนดินอยู่รอดได้เพียง 44.44% ที่ระยะเวลา 4 สัปดาห์ ส่วนกากน้ำตาลอัตรา 5% ไส้เดือนดินไม่สามารถอยู่รอดได้ ทั้งนี้การใช้กากน้ำตาลผสมกากมันสำปะหลัง ที่อัตรา 1.25-2.5% น่าจะไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของไส้เดือนดิน ส่วนการใช้กากน้ำตาลผสมร่วมกับเปลือกมันสำปะหลังในอัตรา 1.25-2.50% ไส้เดือนดินมีความอยู่รอด 100% ขณะที่การใช้กากน้ำตาลในอัตราที่มากขึ้นตั้งแต่ 3.75-5% ทำให้ไส้เดือนดินอยู่รอดได้ลดลง 55.56-33.33% ที่ระยะเวลา 4 สัปดาห์ จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใช้กากน้ำตาลในอัตราที่เพิ่มสูงขึ้น ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของไส้เดือนดิน ซึ่งโดยปกติไส้เดือนดินสามารถอยู่รอดได้ที่ค่า pH 6.8-7.2 (อานัฐ, 2550) แต่ทั้งนี้ กากน้ำตาลมีค่าการนำไฟฟ้าค่อนข้างสูง ประมาณ 8.18 ds/m และค่าความเป็นกรดด่าง ประมาณ 4.9 (กนกวรรณ, 2550) อยู่ในสภาพที่ไม่เหมาะสม จึงส่งผลทำให้ไส้เดือนดินไม่สามารถอยู่รอดได้ (Fig.1.)

1.2 การใช้น้ำกากส่าร่วมกับของเสียอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง

การใช้น้ำกากส่าร่วมกับกากมันสำปะหลังในอัตราที่เพิ่มขึ้น มีแนวโน้มทำให้ไส้เดือนดินมีความสามารถอยู่รอดได้ลดลง โดยการใช้น้ำกากส่าในอัตรา 6.25-12.5% ทำให้ไส้เดือนดินอยู่รอดได้เพียง 77.78% ขณะที่น้ำกากส่าอัตรา 18.75-25% ไส้เดือนดินสามารถอยู่รอดได้เพียง 55.56-33.33% ตามลำดับ ที่ระยะเวลา 4 สัปดาห์ ส่วนการใช้น้ำกากส่าร่วมกับเปลือก

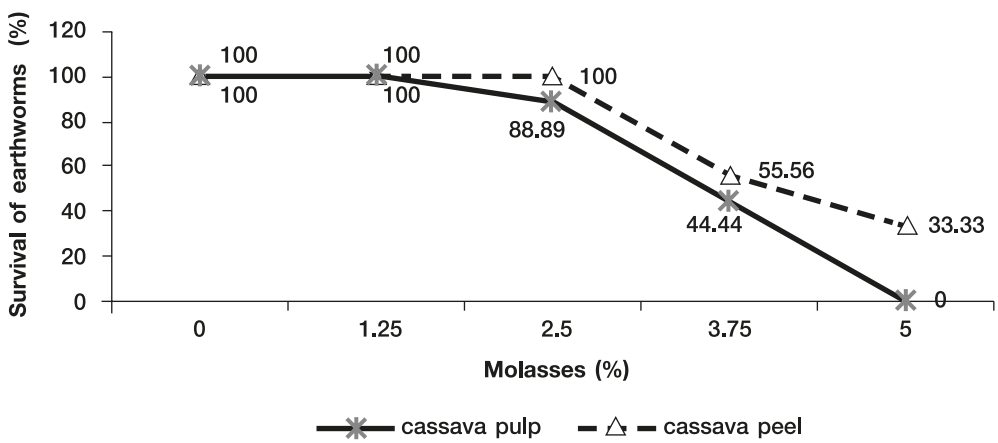

Fig. 1 The % survival of earthworms in the different concentrations of molasses mixed with cassava pulp and cassava peel.

มันสำปะหลังที่อัตรา 6.25-18.75% ทำให้ไส้เดือนดินอยู่รอดได้ 100% ขณะที่ใช้น้ำกากส่าอัตรา 25% ไส้เดือนดินสามารถอยู่รอดได้เพียง 89% ที่ระยะเวลา 4 สัปดาห์ สาเหตุที่ทำให้ไส้เดือนดินไม่สามารถอยู่รอดได้ในน้ำกากส่าที่อัตราเพิ่มสูงขึ้น เนื่องมาจากค่าความเป็นกรดด่างและค่าการนำไฟฟ้าที่สูง โดยมีค่า pH 7.65 และ EC 28.8 ds/m (Chidankumar *et al.*, 2009) (Fig.2.)

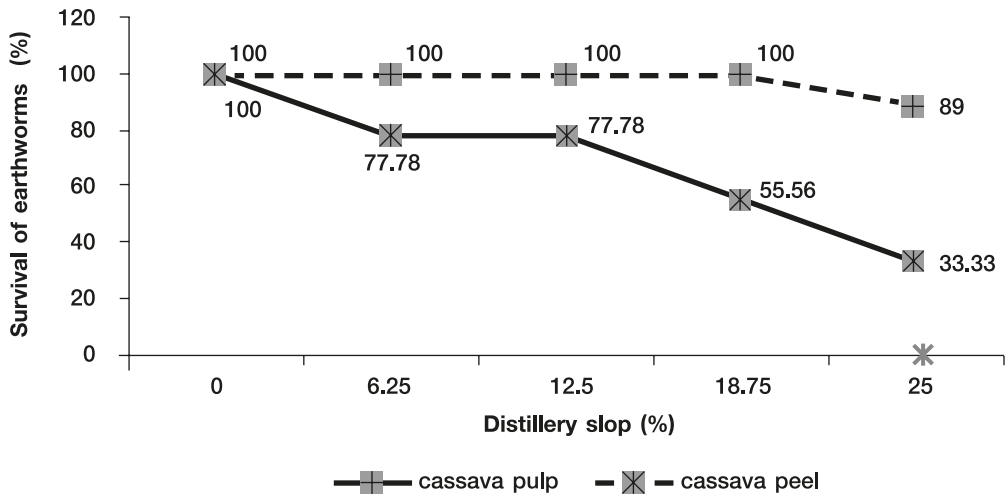

Fig. 2 The % survival of earthworms in the different concentrations of distillery slop mixed with cassava pulp and cassava peel.

2. สมบัติของปุ๋ยหมักโดยไส้เดือนดินจากการใช้กากน้ำตาลร่วมกับของเสียอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง

การใช้กากน้ำตาลในอัตราที่มีความเข้มข้นสูงขึ้น ทำให้ปุ๋ยหมักมีค่า pH ที่เพิ่มขึ้น และเมื่อการใช้กากน้ำตาลร่วมกับกากมันสำปะหลัง ปุ๋ยหมักที่ได้มีค่า pH ที่สูงกว่าการใช้กากน้ำตาลร่วมกับเปลือกมันสำปะหลัง โดยมีค่า pH 8.3-8.78 ขณะที่การใช้กากน้ำตาลร่วมกับเปลือกมันสำปะหลัง มีค่า pH 7.73-8.1 (A) และผลการวัดค่าการนำไฟฟ้า (EC) แสดงแนวโน้มเช่นเดียวกับ pH คือ เมื่อใช้กากน้ำตาลในอัตราที่เพิ่มมากขึ้น ค่า EC มีความเค็มเพิ่มขึ้น และเมื่อเทียบระหว่างกากมันสำปะหลังและเปลือกมันสำปะหลัง พบว่า การใช้กากน้ำตาลร่วมกับเปลือกมันสำปะหลังมีค่า EC ที่ต่ำกว่าในกากมันสำปะหลัง โดยมีค่า EC 1.72-2.66 ds/m ขณะที่กากมันสำปะหลังมีค่า EC 3.81-4.36 ds/m (B) ซึ่งเป็นอีกเหตุผลหนึ่งที่ทำให้ไส้เดือนดินไม่สามารถอยู่รอดได้ เนื่องจากวัสดุที่ใช้เลี้ยงมีค่าการนำไฟฟ้าสูงขึ้น หรือมีความเค็มมากขึ้น ส่วนปริมาณธาตุอาหารหลัก (N, P, K) ในปุ๋ยหมักนั้น ได้พบว่าเมื่อใช้กากน้ำตาลในอัตราที่เพิ่มขึ้น ปริมาณธาตุอาหารก็เพิ่มด้วยเช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับรายงาน Singh *et al.* (1998) ที่ว่า การเติมกากน้ำตาลลงในปุ๋ยหมัก สามารถเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ได้ เนื่องจากกากน้ำตาลช่วยทำให้กิจกรรมการย่อยสลายของจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น จึงทำให้มีปริมาณธาตุอาหารเพิ่มขึ้น และเมื่อเทียบระหว่างการใช้กากน้ำตาลร่วมกับกากมันสำปะหลังและเปลือกมันสำปะหลัง พบว่าในกากมันสำปะหลังมีปริมาณธาตุอาหารที่สูงกว่าเปลือกมันสำปะหลัง (C-F)

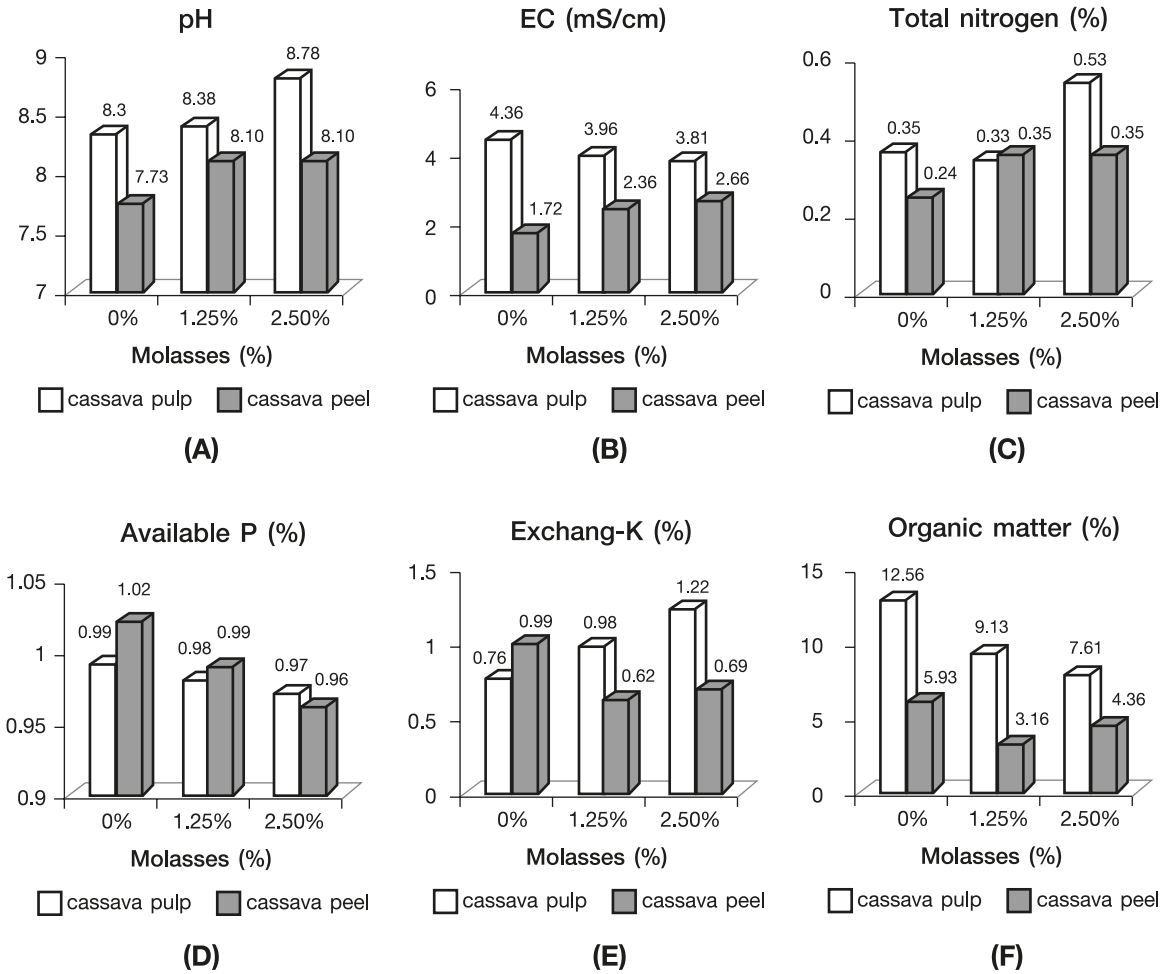

Fig. 3 Chemical characteristics of vermicompost from Molasses mixed with cassava pulp and cassava peel.

A = positive potential of the hydrogen ions (pH), B = Electric Conductivity (EC), C = Total Nitrogen, D = Available Phosphorus, E = Exchangeable potassium, F = Organic matter

3. สมบัติของปุ๋ยหมักโดยไส้เดือนดินจากการใช้น้ำกากส่าร่วมกับของเสียอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง

การใช้น้ำกากส่าร่วมกับกากมันสำปะหลังทำให้ปุ๋ยหมักมีค่า pH ที่สูงกว่า การใช้เปลือกมันสำปะหลัง โดยมีค่า pH 8.02-8.87 ขณะที่การใช้กากน้ำตาลร่วมกับเปลือกมันสำปะหลัง มีค่า pH 7.73-8.30 (G) และค่าการนำไฟฟ้า (EC) พบว่า เมื่อใช้น้ำกากส่าในอัตราที่มีความเข้มข้นเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้ค่า EC เพิ่มขึ้นตาม และเมื่อเทียบระหว่างกากมันสำปะหลังและเปลือกมันสำปะหลัง พบว่า การใช้น้ำกากส่าร่วมกับกากมันสำปะหลัง มีค่า EC ที่สูงกว่าในเปลือกมันสำปะหลัง ซึ่งสอดคล้องกับการอยู่รอดของไส้เดือนดินที่มีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดต่ำกว่าการใช้น้ำกากส่าร่วมกับเปลือกมันสำปะหลัง โดยมีค่า EC 3.72-5.03 ds/m ขณะที่เปลือกมันสำปะหลังมีค่า EC 1.72-2.59 ds/m (H) นั้น แสดงให้เห็นว่าการใช้กากมันสำปะหลัง

นำมาผลิตปุ๋ยหมักโดยไส้เดือนดินต้องระวังมากกว่าการใช้เปลือกมันสำปะหลัง เนื่องจากค่าการนำไฟฟ้าเกิดขึ้นสูงกว่า แต่อย่างไรก็ตาม คุณภาพปุ๋ยหมักที่ได้ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ร.บ. ปุ๋ยอินทรีย์ 2550 (ค่าการนำไฟฟ้าไม่เกิน 10 ds/m) (ชุลีมาศ และคณะ, 2554) ส่วนปริมาณธาตุอาหาร (N,P,K) พบว่า เมื่อใช้น้ำกากส่าในอัตราที่เพิ่มขึ้น ปริมาณธาตุอาหารก็เพิ่มด้วยเช่นกัน และเมื่อเทียบระหว่างการใช้น้ำกากส่าร่วมกับกากมันสำปะหลังและเปลือกมันสำปะหลัง พบว่า ในกากมันสำปะหลังมีปริมาณธาตุอาหารที่สูงกว่าเปลือกมันสำปะหลัง (I-L)

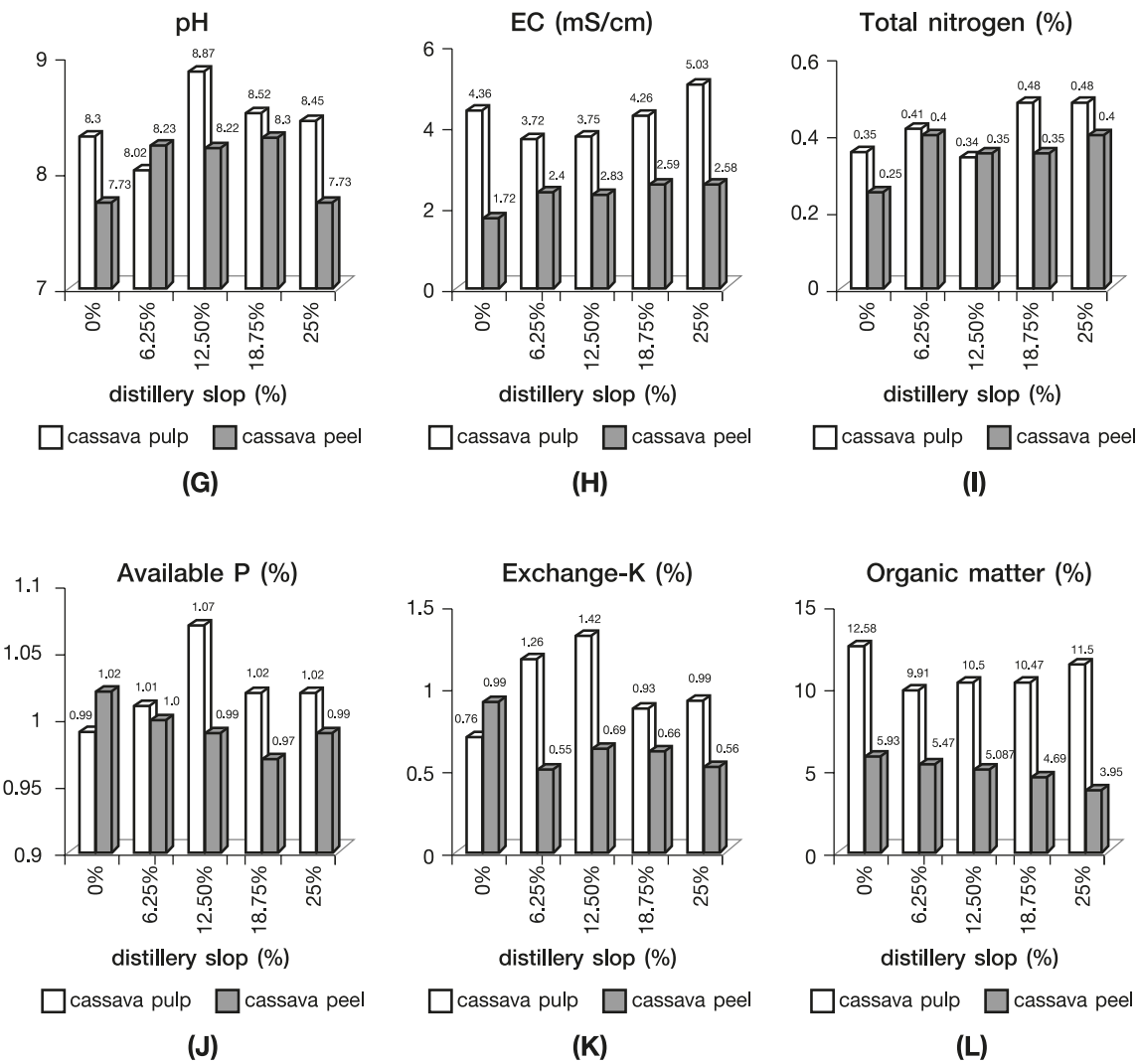

Fig. 4 chemical characteristics of vermicompost from distillery slop mixed with cassava pulp and cassava peel.

G = positive potential of the hydrogen ions (pH), H = Electric Conductivity (EC), I = Total Nitrogen, J = Available Phosphorus, K = Exchangeable potassium, L = Organic matter

สรุปผลการทดลอง

1. การใช้สารอาหารอินทรีย์ในการผสมกากของเสียจากอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง ได้แก่ กากน้ำตาลและน้ำกากส่า พบว่า การใช้กากน้ำตาลในอัตราที่ต่ำ 1.25-2.5% ผสมกับกากมันสำปะหลังหรือเปลือกมันสำปะหลัง ส่งผลทำให้ไส้เดือนดินสามารถอยู่รอดได้ 100% ส่วนน้ำกากส่าผสมกับเปลือกมันสำปะหลัง พบว่า ไส้เดือนดินสามารถอยู่ได้ 100% เมื่อใช้ในอัตรา 6.25-12.5% ขณะที่ผสมกับกากมันสำปะหลังจะทำให้ไส้เดือนดินอยู่รอด 77.78%

2. ธาตุอาหารที่ได้จากกระบวนการทำปุ๋ยหมักโดยไส้เดือนดิน หลังการทดลองระยะเวลา 30 วัน พบว่า สมบัติทางเคมีของปุ๋ยหมักโดยไส้เดือนดินมีการเปลี่ยนแปลงไปตามชนิดของของเสีย โดยการใช้กากน้ำตาลหรือน้ำกากส่าในอัตราที่เพิ่มร่วมกับกากมันสำปะหลัง มีแนวโน้มในการเพิ่มของฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) มากกว่าผสมในเปลือกมันสำปะหลัง ขณะที่ค่าการนำไฟฟ้าหรือความเค็ม พบว่า การใช้กากน้ำตาลหรือน้ำกากส่าในอัตราที่เพิ่ม ร่วมกับกากมันสำปะหลัง มีแนวโน้มสูงกว่าผสมในเปลือกมันสำปะหลัง และอาจเป็นพิษต่อการเจริญเติบโตของไส้เดือนดิน ดังนั้น การใช้กากน้ำตาลหรือน้ำกากส่าผสมกับของเสียอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง ควรใช้อัตราที่ไม่เกิน 2.5% หรือ 12.5% ทั้งนี้ การใช้กากมันสำปะหลังนำมาผลิตปุ๋ยหมักโดยไส้เดือนดิน ต้องระวังมากกว่าการใช้เปลือกมันสำปะหลัง เนื่องจากค่าการนำไฟฟ้าเกิดขึ้นสูงกว่า แต่อย่างไรก็ตาม คุณภาพปุ๋ยหมักที่ได้ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พรบ. ปุ๋ยอินทรีย์ 2550 (ค่าการนำไฟฟ้าไม่เกิน 10 ds/m)

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติที่สนับสนุนทุนวิจัย ภายใต้โครงการการวิจัยแปรรูปวัตถุดิบอินทรีย์โดยไส้เดือนดินเพื่อการเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังแบบปลอดภัย (Research Applications of Earthworm to Transform of Organic Material for Cassava Safety Production) และขอขอบคุณศูนย์เรียนรู้วิจัยและพัฒนาไส้เดือนดินเพื่อการเกษตรและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้การสนับสนุนเรือนทดลองและอุปกรณ์อื่นๆ จนการวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี ขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำแบบบูรณาการ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และศูนย์วิจัยน้ำบาดาล มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

กนกวรรณ พันธุ์ดี. 2550. **อิทธิพลของกากน้ำตาลต่อการทำปุ๋ยหมักแบบกองจากมันสำปะหลัง.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ชุลีมาศ บุญไทย อิวาย, มงคล ต๊ะอุ่น, สุรศักดิ์ เสรีพงศ์ และนันทวุฒิ จำปางาม. 2554. **การผลิตปุ๋ยหมักโดยไส้เดือนดิน : การจัดการของเสีย ดิน ผลผลิตที่ดีและปลอดภัย (Vermicomposting: good management practice for waste, soil and yield safety).** สาขาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

บรรเจิดลักษณ์ จินตฤทธิ์, กำชัย กาญจนธนเศรษฐ, ทิพวรรณ อินทโสตถิ, ฉวีวรรณ เหลืองวุฒิวิโรจน์ และ เจริญ เจริญจำรัสชีพ. **การศึกษาปริมาณของน้ำกากส่าจากโรงงานสุราร่วมกับปุ๋ยเคมี เพื่อปรับปรุงบำรุงดินนาในการเพิ่มผลผลิตข้าว.** กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน.

อานัฐ ตันโช. 2550. **ไส้เดือนดิน (Earthworms).** พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. ปทุมธานี. 260 หน้า.

Chidankumar, C.S., S. Chandraju and R. Nagendraswamy. 2009. Impact of Distillery Spentwash Irrigation on the Yields of Top Vegetables (Creepers). **World Applied Sciences Journal.** 6(9):1270-1273

Fernandez, A. and T.R. Preston. 1977. Cassava forage as a fiber and protein supplement in molasses Based diets: effect of level of forage and supplementation with Soybean meal. **Trop Anim Prod.** 3(2):109-113.

Singh, C.P. and A. Amberger. 1998. Organic acid and phosphorus solubilization in straw composted with rock phosphate. **Bioresource Technology.** 63 (1):13-16.

Suthar, S. 2010. Recycling of agro-industrial sludge through vermitechnology. **Ecological Engineering.** 36(8): 1028-1036.