ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
246702

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การแปรสภาพกากขี้แป้งน้ำยางข้นโดยใช้จุลินทรีย์

โดย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เสาวนีย์ ก่อวุฒิกุลรังษี และ คณะ

30 มิถุนายน 2552

b00251079

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
246702

สกว
TRF

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การแปรสภาพกากขี้แป้งน้ำยางข้นโดยใช้จุลินทรีย์

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

โดย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เสาวนีย์ ก่อวุฒิกุลรังษี และ คณะ

30 มิถุนายน 2552

สัญญาเลขที่ RDG5050102

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การแปรสภาพกากขี้แป้งน้ำยางข้นโดยใช้จุลินทรีย์

(Modification of concentrated latex sludge using effective microorganisms)

คณะวิจัย	สังกัด
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เสาวนีย์ ก่อวุฒิกุลรังษี	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยุพดี ชัยสุขสันต์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
นางสาวสะเราะ นิยมเดชา	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
นายพลาวุฒิ แสงขาว	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว.ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทสรุปของผู้บริหาร

(Executive Summary)

ชื่อโครงการ : การแปรสภาพกากขี้แป้งน้ำยางข้นโดยใช้จุลินทรีย์

(Modification of concentrated latex sludge using effective microorganisms)

หัวหน้าโครงการ หน่วยงานที่สังกัด และที่อยู่

ชื่อ-สกุล : ผศ. เสาวนีย์ ก่อวุฒิกุลรังษี

หน่วยงาน : ภาควิชาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

ที่อยู่ : 181 ถนนเจริญประดิษฐ์ อ.เมือง จ. ปัตตานี

โทรศัพท์/โทรสาร : 073 312213 / 073 331099 E-mail : ksaovane@bunga.pn.psu.ac.th

ผู้ร่วมวิจัย ผศ. ดร. ยุพดี ชัยสุขสันต์

นักศึกษา นางสาวสะเราะ นิยมเดชา

นายพลาวุฒิ แสงขาว

งบประมาณทั้งโครงการ จาก สกว. ...350,000...บาท

ระยะเวลาดำเนินงาน 18 เดือน

ตั้งแต่วันที่ 1 กันยายน พ.ศ. 2550 ถึง 29 มีนาคม พ.ศ. 2552

ปัญหาที่ทำวิจัยและความสำคัญ

กากขี้แป้ง เป็นของเสียจากอุตสาหกรรมน้ำยางข้น มีประมาณ 1-2% โดยน้ำหนักของน้ำยางสดที่นำมาผลิต ส่วนใหญ่เกิดจากการเติมสารเคมี Diammonium hydrogen phosphate (DAHP) ทำให้อนุมูลโลหะแมกนีเซียมที่มีอยู่ในน้ำยางเกิดปฏิกิริยากลายเป็นแมกนีเซียมแอมโมเนียมฟอสเฟตตกตะกอนลงก้นถังหลังทิ้งไว้ข้ามคืน นอกจากนี้ยังมีสิ่งเจือปนของสารอินทรีย์และอนินทรีย์ได้แก่ อนุภาคยางที่จับตัว สารพวกแป้ง ฝุ่นไขมัน โปรตีน สารประกอบไนโตรเจน อนุมูลของโลหะ เป็นต้น มีองค์ประกอบของธาตุอาหารที่สำคัญของพืช คือ N P K สามารถใช้เป็นประโยชน์ทางการเกษตร เป็นการเพิ่มมูลค่ากากขี้แป้ง และช่วยลดปัญหาขยะซึ่งก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมได้

วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาการแปรสภาพกากขี้แป้งน้ำยางข้นโดยการหมักด้วยจุลินทรีย์

2.2 เพื่อศึกษาการนำกากขี้แป้งที่แปรสภาพมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตร

ผลการดำเนินงาน

กากขี้แป้งจากตัวแทนโรงงานน้ำยางข้น 3 โรงงานในเขตพื้นที่ภาคใต้ นำมาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมี พบว่า กากขี้แป้งมีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 7.27-9.63 มีปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 43.23-80.40 และความชื้นร้อยละ 19.60-56.77 ส่วนกากอินทรีย์ทางการเกษตรคือ มูลไก่ ขี้เลื่อยและรำข้าว พบว่ามีค่าพีเอชอยู่

ในช่วง 5.58-6.26 ปริมาณของแข็งทั้งหมด และความชื้นใกล้เคียงกัน (ร้อยละ 86.51-87.53, 12.47-13.49 ตามลำดับ) วิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารต่างๆ ได้แก่ ไนโตรเจนทั้งหมด (TKN) ฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP) โพแทสเซียม แมกนีเซียม และสังกะสี พบว่ากากขี้แป้งมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด โพแทสเซียม แมกนีเซียม และสังกะสี อยู่ในช่วงร้อยละ 3.40-3.70, 11.32-11.41, 0.64-1.56, 5.44-14.34 และ 0.16-0.51 โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ สำหรับอินทรียวัตถุทางเกษตรประเภทรำข้าว พบว่ามีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และโพแทสเซียม ปริมาณสูง ร้อยละ 3.30 และ 2.96 โดยน้ำหนักตามลำดับ มูลไก่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และฟอสฟอรัสทั้งหมด ร้อยละ 1.98 และ1.02 โดยน้ำหนักตามลำดับ ส่วนขี้เลื่อยมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด โพแทสเซียม แมกนีเซียม และสังกะสี ร้อยละ 0.21, 0.03, 0.49, $0.02*10^{-1}$ และ $0.04*10^{-1}$ โดยน้ำหนักตามลำดับ หากเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในขี้เลื่อยกับกากขี้แป้ง, รำข้าว และมูลไก่ จะเห็นว่าปริมาณธาตุอาหารในขี้เลื่อยมีค่าค่อนข้างน้อย

วิเคราะห์จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (EM, Kyusei) คัดแยกเชื้อจุลินทรีย์ที่เลี้ยงบนอาหาร NA และ PDA พบว่าเชื้อจุลินทรีย์ประกอบด้วยแบคทีเรียรูปร่างกลม แกรมบวก และแกรมลบ แบคทีเรียรูปร่างแท่งแกรมบวก และแกรมลบ ยีสต์ และเชื้อราชนิดต่างๆ สำหรับหัวเชื้อ EM มีค่าพีเอชเท่ากับ 4.41 หลังจากนำมาขยายส่วนในภาชนะปิดเป็นเวลา 9 วัน โดยมีสัดส่วนของหัวเชื้อ EM : กากน้ำตาล : น้ำ เท่ากับ 1 : 1 : 20 โดยน้ำหนัก พบว่า EM ขยายส่วนมีค่าพีเอชลดลงเป็น 3.36 และพีเอชมีค่าเริ่มคงที่ในวันที่ 7 การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ใน EM พบว่าจุลินทรีย์มีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกวัน และเริ่มคงที่ในวันที่ 7 ซึ่งถือว่าเหมาะสมสำหรับการนำ EM ขยายส่วนมาใช้ในการหมักต่อไป

กากขี้แป้ง นำมาปรับค่าพีเอชให้มีค่าประมาณ 5-6 ด้วยกรดน้ำส้ม แล้วเติมจุลินทรีย์ EM ขยายส่วน ทำให้กลิ่นมีระดับความแรงลดลง เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการเติม EM ต่อจากนั้นนำมาหมักร่วมกับกากอินทรีย์ผสม (O) ซึ่งประกอบด้วยอัตราส่วนผสมของ รำข้าว : มูลไก่ : ขี้เลื่อย เท่ากับ 1 : 1 : 1 เพื่อแปรสภาพกากขี้แป้งเป็นสารบำรุงดิน โดยใช้อัตราส่วนของกากขี้แป้ง (S) : กากอินทรีย์ผสม (O) : EM ขยายส่วน 5 ชุด คือ 3:1:1, 3:2:1, 4:1:1, 4:2:1 และ 4:3:1 โดยปริมาตร หมักเป็นเวลา 24 วัน ในระบบปิดและระบบเปิด

สำหรับระบบปิด พบว่าส่วนผสมที่หมักมีค่าพีเอช ค่าการนำไฟฟ้า และอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย เชื้อจุลินทรีย์ ทั้งแบคทีเรีย ยีสต์และเชื้อรา มีจำนวนลดลงตามเวลาที่หมักเพิ่มขึ้น ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด โพแทสเซียม แมกนีเซียม และสังกะสี มีค่าลดลงเล็กน้อย ส่วนระบบเปิด พบว่าส่วนผสมที่หมักมีค่าพีเอชเพิ่มขึ้น การนำไฟฟ้ามีค่าลดลง อุณหภูมิของการหมักอยู่ในช่วง 30.1-59.3 °C โดยอุณหภูมิมีค่าสูงสุดในวันที่ 14-16 ของการหมัก ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งแบคทีเรีย ยีสต์ และเชื้อรามีจำนวนเพิ่มขึ้น กระบวนการหมักทุกอัตราส่วนในระบบเปิดมีจำนวนแบคทีเรียมากกว่ายีสต์ และเชื้อรา

การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลังการหมักเป็นเวลา 24 วัน พบว่าฟอสฟอรัสทั้งหมด โพแทสเซียม แมกนีเซียมและสังกะสี มีค่าเพิ่มขึ้นร้อยละ 38.3-73.9, 5.8-30.4, 4.9-9.6 และ 34.9-97 ตามลำดับ ส่วนไนโตรเจนทั้งหมด มีปริมาณลดลงร้อยละ 28.7-32.3 โดยปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด โพแทสเซียม แมกนีเซียม และสังกะสี มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 2.1-2.3, 7.9-11.7, 0.3-0.5, 3.8-4.3 และ 0.2-0.5 โดยน้ำหนักตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าปริมาณธาตุอาหารหลังหมักมีความเข้มข้นสูง สามารถนำมาใช้ประโยชน์เป็นสารบำรุงดินได้ด้วยการผสมกับดินในอัตราส่วนของสารบำรุงดิน : ดิน คือ 1:2, 1:3 และ 1:4 โดยปริมาตร พบว่า ต้นทานตะวันมีความสูง

ขนาดลำต้น และจำนวนใบเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการปลูก ต้นทานตะวันสามารถเจริญเติบโตได้ในทุกชุดการทดลอง โดยชุดการทดลองที่ใช้ กากขี้แป้ง (S) : กากอินทรีย์ผสม (O) : EM ขยายส่วน อัตราส่วน 4:3:1 และใช้สารบำรุงดิน : ดิน อัตราส่วน 1:3 มีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกับกลุ่มที่มีการใส่ปุ๋ยทางการค้า (สูตร 15-15-15 ใส่รองพื้นก่อนปลูก และปุ๋ยยูเรียใส่หลังปลูก 30 วัน) หลังจากปลูก 60 วัน พบว่าต้นทานตะวัน มีไนโตรเจนปริมาณมากที่สุด รองลงมา คือ ฟอสฟอรัส ส่วนแมกนีเซียมและโพแทสเซียมมีค่าใกล้เคียงกัน สำหรับสังกะสีมีค่าน้อยที่สุด คืออยู่ในช่วงร้อยละ 0.94-1.29, 0.61-1.28, 0.14-0.20, 0.14-0.20 และ 0.02-0.06 โดยน้ำหนักตามลำดับ ซึ่งสารบำรุงดินที่มีธาตุอาหารทุกชนิดมากที่สุด คือ อัตราส่วนระหว่าง กากขี้แป้ง (S) : กากอินทรีย์ผสม (O) : EM ขยายส่วน 4:3:1 และนำสารบำรุงดินมาผสมกับดิน อัตราส่วน 1:3 โดยปริมาตร สามารถนำไปใช้ในการปลูกทานตะวันแทนการใช้ปุ๋ยเคมีได้ หากนำกากขี้แป้งที่แปรสภาพจากการหมักมาทำให้แห้ง สามารถจำหน่ายเป็นสารบำรุงดินที่มีคุณภาพ

สรุปผลการวิจัย

กากขี้แป้งน้ำยางข้น มีองค์ประกอบของธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ได้แก่ N, P, K, Mg และ Zn การแปรสภาพกากขี้แป้ง ด้วยการหมักส่วนผสม กากขี้แป้ง : กากอินทรีย์ผสม : EM ขยายส่วน เท่ากับ 4:3:1 ส่วนโดยปริมาตร ในระบบเปิด เป็นเวลา 24 วัน พบว่าสารอินทรีย์และธาตุอาหารถูกย่อยสลาย สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการเจริญเติบโตของพืช ใช้เป็นสารบำรุงดินได้ผลดีที่สุด โดยมีสัดส่วนผสมสารบำรุงดินต่อดิน เท่ากับ 1 ต่อ:3 ส่วนโดยปริมาตร ปลูกต้นทานตะวัน 60 วัน ได้ผลผลิตดี เช่นเดียวกับการใช้ปุ๋ยเคมี

ข้อเสนอแนะ

กากขี้แป้งที่เกิดขึ้นจากแต่ละอุตสาหกรรมผลิตน้ำยางข้น อาจมีองค์ประกอบของธาตุอาหารที่แตกต่างกัน เนื่องจากน้ำยางสดและสารเคมีที่ใช้เก็บรักษาน้ำยางมีความแตกต่างกัน รวมทั้งแหล่งที่มาของดินที่ใช้ผสมอาจมีความสมบูรณ์ต่างกัน ดังนั้นการนำกากขี้แป้งมาแปรสภาพเพื่อใช้เป็นสารบำรุงดิน จึงอาจใช้สัดส่วนผสมที่แตกต่างกันได้

กากขี้แป้งที่แปรสภาพ ทำให้แห้งสามารถจำหน่ายเชิงการค้า ใช้เป็นสารบำรุงดินได้ หากโรงงานน้ำยางข้นนำกากขี้แป้งที่เป็นของเสียกลับมาใช้ประโยชน์ ด้วยการแปรสภาพกากขี้แป้ง ตามผลการวิจัยนี้ จะเห็นว่าสามารถเพิ่มมูลค่าของเสียจากอุตสาหกรรมน้ำยางข้น ลดปัญหาขยะที่เป็นปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมได้

ศึกษาเพิ่มเติมถึงการนำกากขี้แป้งมาแปรสภาพแล้วมาใช้ปลูกพืชชนิดต่างๆ กัน สัดส่วนที่เหมาะสมในการนำมาใช้ผสมดินต่างชนิดกัน

ศึกษาเพิ่มเติมความจำเป็นต้องมีการตรวจสอบสัดส่วนผสมของการนำมาใช้งานด้านการเกษตรก่อนทุกครั้ง หรือจัดทำมาตรฐานสัดส่วนที่จะนำมาใช้งานปลูกพืชที่แตกต่างกัน

วิจัยเพิ่มเติมถึงความแปรปรวนของสารอาหารในกากขี้แป้งที่ช่วงฤดูกาลที่แตกต่างกัน และสัดส่วนที่เหมาะสมในการหมักร่วมกับสารกากอินทรีย์ชนิดอื่นใช้ซึ่งอาจแตกต่างกัน

วิจัยเพิ่มเติมการใช้กากอินทรีย์ชนิดอื่นเป็นส่วนผสมหมักร่วมกับกากขี้แป้ง เพื่อใช้เป็นสารบำรุงดิน

ผลงานวิชาการ

1. เผยแพร่ผลงานวิจัยภาคบรรยาย เรื่อง **ลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของกากขี้แป้งน้ำยางข้นและกากอินทรีย์ทางการเกษตรสำหรับใช้การเตรียมสารปรับปรุงดินโดยจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ** (Physical and Chemical Properties of Concentrated Latex Sludge and Agricultural Organic Residues to be Utilized in Preparation of Soil Amendments by Effective Microorganisms) ในการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 34 (วทท. 34) ณ ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ กรุงเทพฯ จัดโดยสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ร่วมกับคณะวิทยาศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วันที่ 31 ตุลาคม-2 พฤศจิกายน 2551

2. เผยแพร่ผลงานในรูปโปสเตอร์ เรื่อง **การแปรสภาพกากขี้แป้งน้ำยางข้นโดยใช้จุลินทรีย์ (Modification of sludge concentrated latex using effective microorganisms)** ในการประชุมวิชาการยางพาราแห่งชาติ "รวมพลังวิจัย ขับเคลื่อนเศรษฐกิจยางไทยอย่างยั่งยืน" ณ ห้องฟีนิกซ์ ศูนย์แสดงสินค้าและการประชุมอิมแพค เมืองทองธานี จ.นนทบุรี วันที่ 5–6 มิถุนายน 2552

3. เผยแพร่ผลงานในรูปโปสเตอร์ เรื่อง **การย่อยสลายกากขี้แป้งน้ำยางข้นโดยจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (Degradation of Concentrated Latex Sludge using Effective Microorganisms)** ในการประชุมวิชาการเพื่อนำเสนอผลงานวิจัย ม.อ. วิชาการ จัดโดยงานหลักสูตรและพัฒนาคณาจารย์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. โรงแรม ซีเอส ปัตตานี วันที่ 5 กรกฎาคม 2552

4. เผยแพร่ผลงานในรูปโปสเตอร์ เรื่อง **การนำกากขี้แป้งน้ำยางธรรมชาติมาใช้ประโยชน์** ในงานมหกรรมสินค้า และนวัตกรรมยางพารา ครั้งแรกของจังหวัดสงขลา "โครงการพัฒนาศักยภาพผู้ประกอบการยางพาราสู่การเป็นผู้ส่งออก ระดับนานาชาติ" Rubber Products & Innovation Expo 2009 จัดโดยศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมภาค 11 จังหวัดสงขลา ณ ศูนย์ประชุมนานาชาติ เฉลิมพระเกียรติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ระหว่างวันที่ 6-8 สิงหาคม 2552

บทคัดย่อ

246702

กากขี้แป้งเป็นของเสียจากอุตสาหกรรมน้ำยางข้น นำมาแปรสภาพด้วยจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (EM) ร่วมกับรำข้าว มูลไก่ และขี้เลื่อย วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของวัสดุก่อนและหลังแปรสภาพ พบว่ากากขี้แป้งมีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 7.27-9.36 มีองค์ประกอบของธาตุไนโตรเจนทั้งหมด (TKN) ฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP) โพแทสเซียม (K) แมกนีเซียม (Mg) และสังกะสี (Zn) ปริมาณร้อยละ 3.40-3.70, 11.32-11.41, 0.64-1.56, 5.44-14.34 และ 0.16-0.51 โดยน้ำหนักตามลำดับ ส่วนรำข้าว มูลไก่ และขี้เลื่อย มีองค์ประกอบของธาตุอาหารในปริมาณที่ค่อนข้างน้อย จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพทางการค้า (EM, Kyusei) นำมาขยายส่วนและเลี้ยงบนอาหาร NA และ PDA พบว่าประกอบด้วย ยีสต์ รา และแบคทีเรีย แกรมบวก สามารถใช้ปรับลดกลิ่นกากขี้แป้งได้ การแปรสภาพกากขี้แป้งเป็นสารบำรุงดินโดยมีสัดส่วนกากขี้แป้ง (S) กากอินทรีย์ผสม (มูลไก่:รำข้าว:ขี้เลื่อย = 1:1:1) (O) และ EM ขยายส่วน เท่ากับ 4:3:1 หมักในระบบเปิดเป็นเวลา 24 วัน มีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 30-60 $^{\circ}$C หลังหมักพบว่า ปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัสทั้งหมด โพแทสเซียม แมกนีเซียม และสังกะสีมีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนธาตุไนโตรเจนทั้งหมดมีค่าลดลง กากขี้แป้งที่แปรสภาพนำมาผสมดินเท่ากับ 1 : 3 โดยปริมาตร เพื่อปลูกต้นทานตะวัน (*Heliaths annus* L., Sun-smile) พบว่าหลังการปลูกเวลา 60 วัน ต้นทานตะวันสามารถเจริญเติบโตได้ดีเช่นเดียวกับการใส่ปุ๋ยเคมีทางการค้า ดังนั้นกากขี้แป้งที่เป็นของเสียจากอุตสาหกรรมน้ำยางข้นสามารถเพิ่มมูลค่าได้ โดยการนำมาแปรสภาพด้วยการใช้จุลินทรีย์และผสมกากอินทรีย์ชนิดต่างๆ ก่อนนำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตร

246702

Abstract

Concentrated latex sludge, a waste from natural rubber industry was modified by effective microorganisms (EM) mixing with rice bran, poultry manure and saw dust. The physical and chemical properties of the materials before and after modification were analyzed. It was found that the pH values, total Kjeldahl nitrogen (TKN), total phosphorus (TP), potassium (K), magnesium (Mg) and zinc (Zn) contents for concentrated latex sludge were 7.27-9.36, 3.40-3.70, 11.32-11.41, 0.64-1.56, 5.44-14.34 and 0.16-0.51% by weight, respectively. While rice bran, poultry manure and saw dust had a small content of the nutrients. The commercial EM (Kyusei) used was cultured and enlarged on NA and PDA media. Yeast, fungi and Gram positive and Gram negative bacteria were found. These EM were found to reduce the smell of the sludge. The concentrated latex sludge was modified to be used as soil amendments by mixing with the sludge (S), mixed organic materials (poultry manure: rice bran: saw dust, 1:1:1), (O) : and the enlarged EM with the proportion of 4:3:1. The mixture was fomented for 24 days in a opening system. The fermented temperature was found in a range of 30-60 °C. After fermentation, the nutrients contents of total phosphorus, potassium, magnesium and zinc were found to increase while the TKN decreased. The prepared soil amendments were mixed with soil at ratio of 1:3 by volume for planting the sunflower (*Heliaths annus* L., Sun-smile) for 60 days. It was found that after 60 days, the plant samples grew well similar to those planed in soil adding commercial chemical fertilizer. Therefore, the sludge wasted from concentrated natural rubber latex industry could be increased in its value by being modified with effective microorganisms and mixing with various organic residues before utilization for agriculture.

สารบัญ

	หน้า
บทสรุปของผู้บริหาร	**i**
บทคัดย่อ	**iv**
Abstract	**iv**
สารบัญ	**v**
สารบัญรูปภาพ	**vii**
สารบัญตาราง	**viii**
เนื้อหาวิจัย	
1. ความสำคัญและความเป็นมาของการวิจัย	1
2. วัตถุประสงค์	1
3. ทฤษฎี แนวคิดในการวิจัย และผลงานที่เกี่ยวข้อง	2
4. วิธีการ	5
5. ผลการวิจัย	8
5.1 สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของกากขี้แป้งและกากอินทรีย์	8
5.1.1 ค่าพีเอช	9
5.1.2 ความหนาแน่น	9
5.1.3 ปริมาณของแข็งทั้งหมดและความชื้น	10
5.1.4 ปริมาณของแข็งที่คงอยู่ และของแข็งที่ระเหยได้	10
5.1.5 ปริมาณธาตุอาหาร	10
5.2 จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (EM)	13
5.2.1 จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพขยายส่วน	13
5.2.2 อัตราการเจริญของจุลินทรีย์ EM	14
5.2.3 การแยกเชื้อจุลินทรีย์ ให้เป็นเชื้อเดี่ยว	15
5.3 การปรับกลิ่นกากขี้แป้งโดยใช้ EM ขยายส่วน	20
5.3.1 ผลการปรับกลิ่น	20
5.3.2 ค่าพีเอชและการนำไฟฟ้าของกากขี้แป้งหลังการปรับกลิ่น	21

5.4 การแปรสภาพกากขี้แป้งโดยการหมักด้วย EM ขยายส่วน 22
5.4.1 อุณหภูมิระหว่างหมัก 22
5.4.2 ค่าพีเอชระหว่างการหมัก 25
5.4.3 ค่านำไฟฟ้าระหว่างการหมัก 26
5.4.4 จำนวนจุลินทรีย์ระหว่างการหมัก 28
5.4.5 ธาตุอาหารก่อนและหลังการหมัก 33
5.4.6 สมบัติทางกายภาพก่อนและหลังการหมัก 35
5.5 สมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน 37
5.6 อัตราส่วนของสารบำรุงดินที่เหมาะสมสำหรับปลูกต้นทานตะวัน 38
5.7 ปริมาณธาตุอาหารในดินก่อนและหลังการปลูกต้นทานตะวัน 42
5.8 ปริมาณธาตุอาหารในต้นทานตะวัน 43
5.9 วิเคราะห์ราคาต้นทุนและความเป็นไปได้เชิงธุรกิจ 48
6. สรุปผลการวิจัย 49
7. ข้อเสนอแนะ 49
8 . เอกสารอ้างอิง 50

ภาคผนวก 1 วิเคราะห์สมบัติเคมีทางกายภาพและเคมี 53
ภาคผนวก 2 ลักษณะกราฟมาตรฐาน 59
ภาคผนวก 3 การวิเคราะห์จุลินทรีย์ 61
ภาคผนวก 4 ใบรายงานการทดสอบกลิ่นกากขี้แป้ง 65
ภาคผนวก 5 การหมักเบื้องต้น 66
ภาคผนวก 6 การศึกษาอัตราส่วนของสารบำรุงดินที่เหมาะสมต่อการปลูกเบื้องต้น 67

ตอบข้อคิดเห็น และข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ 69

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1 สมบัติทางกายภาพของกากขี้แป้งจากแหล่งต่างๆ และกากอินทรีย์ 3 ชนิด 9

รูปที่ 2 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม สังกะสีและแมกนีเซียมของ ตัวอย่างกากขี้แป้งจากแหล่งต่างๆและกากอินทรีย์ 3 ชนิด 11

รูปที่ 3 อุณหภูมิของ EM ขยายส่วนที่เวลาต่างๆ 13

รูปที่ 4 ค่าพีเอช และการนำไฟฟ้า (EC) ของ EM ขยายส่วนที่เวลาต่างๆ 13

รูปที่ 5 ตัวอย่างลักษณะโคโลนีเดี่ยวของจุลินทรีย์ EM 14

รูปที่ 6 จำนวนโคโลนีของจุลินทรีย์ EM ขยายส่วน (log CFU/mL) ในอาหาร PDA และ NA ที่เวลาต่างๆ 14

รูปที่ 7 การคัดแยกโคโลนีเดี่ยวโดยวิธีการ Streak plate 15

รูปที่ 8 ยีสต์ (กำลังขยาย 400 เท่า) 16

รูปที่ 9 แบคทีเรีย รูปแท่ง แกรมลบ (กำลังขยาย 1000 เท่า) 16

รูปที่ 10 เชื้อราที่ได้จากโคโลนีที่คัดเลือก (a) ราสีดำ สปอร์สีดำ (b) ราสีดำ สปอร์สีเขียว (c) ราสีเหลือง สปอร์สีดำ (d) ราสีขาว (e) ราสีขาว ตรงกลางสีน้ำตาล และ (f) ราสีน้ำตาล 16

รูปที่ 11 เชื้อแบคทีเรียชนิดต่างๆ จากการ Streak บนอาหาร NA (กำลังขยาย 1000 เท่า) 19

รูปที่ 12 ระดับกลิ่นของกากขี้แป้งหลังการปรับกลิ่นด้วย EM ขยายส่วนที่เวลาต่างๆ 20

รูปที่ 13 ค่าพีเอชของตัวอย่างกากขี้แป้ง หลังการปรับกลิ่นด้วย EM ขยายส่วน 21

รูปที่ 14 การนำไฟฟ้า (EC) ของตัวอย่างกากขี้แป้งหลังการปรับกลิ่นกลิ่นด้วย EM ขยายส่วน 21

รูปที่ 15 อุณหภูมิของกากขี้แป้งแปรสภาพหมักด้วยจุลินทรีย์ EM ในระบบเปิด (a) และระบบปิด (b) 23

รูปที่ 16 อุณหภูมิของกลุ่มควบคุมหมักด้วยน้ำ ในระบบเปิด (a) และระบบปิด (b) 24

รูปที่ 17 ค่าพีเอชของกากขี้แป้งแปรสภาพหมักด้วยจุลินทรีย์ EM ในระบบเปิด (a) และระบบปิด (b) 25

รูปที่ 18 ค่าพีเอชของกลุ่มควบคุม หมักด้วยน้ำในระบบเปิด (a) และระบบปิด (b) 26

รูปที่ 19 ค่าการนำไฟฟ้าของกากขี้แป้งแปรสภาพหมักด้วยจุลินทรีย์ EM ในระบบเปิด (a) และระบบปิด (b) 27

รูปที่ 20 ค่าการนำไฟฟ้าของกลุ่มควบคุมหมักด้วยน้ำ ในระบบเปิด (a) และระบบปิด (b) 28

รูปที่ 21 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดระหว่างการหมักในระบบเปิด (a) อาหาร NA และ(b) อาหาร PDA 29

รูปที่ 22 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในระหว่างการหมักในระบบปิด (a) อาหาร NA และ (b) อาหาร PDA 30
รูปที่ 23 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของกลุ่มควบคุมในระบบเปิด (a) อาหาร NA และ (b) อาหาร PDA 31
รูปที่ 24 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของกลุ่มควบคุมในระบบปิด (a) อาหาร NA และ (b) อาหาร PDA 32
รูปที่ 25 ปริมาณธาตุอาหารหลักของการหมักชุดต่างๆก่อนการหมัก และหลังการหมัก 24 วัน
(a) ไนโตรเจนทั้งหมด (b) ฟอสฟอรัสทั้งหมด (c) โพแทสเซียม 34
รูปที่ 26 ธาตุอาหารรองก่อนการหมัก และหลังการหมัก 24 วัน (a) แมกนีเซียม และ (b) สังกะสี 35
รูปที่ 27 สมบัติทางกายภาพก่อนและหลังการหมัก (a) ของแข็งทั้งหมด (TSC) และ ความชื้น (MC)
(b) ของแข็งที่ระเหยได้ (VC) และของแข็งที่คงอยู่ (FS) ในระบบเปิด 36
รูปที่ 28 สมบัติทางกายภาพก่อนและหลังการหมัก (a) ของแข็งทั้งหมด (TSC) และ ความชื้น (MC)
(b) ของแข็งที่ระเหยได้ (VC) และของแข็งที่คงอยู่ (FS) ในระบบปิด 37
รูปที่ 29 สมบัติของแข็งทั้งหมด (TSC) ความชื้น (MC)
ของแข็งที่ระเหยได้ (VC) และของแข็งที่คงอยู่ (FS) ของดิน 38
รูปที่ 30 ปริมาณธาตุอาหารต่างๆ ในดิน 38
รูปที่ 31 ความสูงของต้นทานตะวันที่ปลูกในระยะเวลา60 วัน 40
รูปที่ 32 ขนาด (เส้นรอบวง) ต้นทานตะวันที่ปลูกในระยะเวลา 60 วัน 40
รูปที่ 33 จำนวนใบของต้นทานตะวันที่ปลูกในระยะเวลา 60 วัน 41
รูปที่ 34 น้ำหนักสดของต้นทานตะวันที่ระยะเวลา 60 วัน 41
รูปที่ 35 น้ำหนักแห้งของต้นทานตะวันที่ระยะเวลา 60 วัน 42
รูปที่ 36 ปริมาณธาตุอาหารหลักก่อน และหลังการปลูกในดิน (60 วัน) ที่เติมสารบำรุงดิน
อัตราส่วนต่างๆ (a) ไนโตรเจนทั้งหมด (b) ฟอสฟอรัสทั้งหมด และ (c) โพแทสเซียม 45
รูปที่ 37 ปริมาณธาตุอาหารก่อน และหลังการปลูกในดิน (60 วัน) ที่เติมสารบำรุงดิน
อัตราส่วนต่างๆ (a) แมกนีเซียม และ (b) สังกะสี 46
รูปที่ 39 ปริมาณแมกนีเซียมและสังกะสีในต้นทานตะวันหลังการปลูก 60 วัน 47

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 พารามิเตอร์ที่ศึกษาและวิธีการวิเคราะห์ 6
ตารางที่ 2 สมบัติทางกายภาพและทางเคมีเบื้องต้นของตัวอย่างกากขี้แป้งและกากอินทรีย์ 8
ตารางที่ 3 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม สังกะสี และแมกนีเซียม 11
ตารางที่ 4 ลักษณะและรูปร่างจุลินทรีย์ที่ได้จากการ Streak บนอาหาร PDA 16
ตารางที่ 5 ลักษณะ และรูปร่างจุลินทรีย์ที่ได้จากการ Streak บนอาหาร NA 18