



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ คุณลักษณะและศักยภาพการประยุกต์ใช้ปุ๋ยหมักจากของ
เสียโรงงานน้ำยางข้น โรงงานยางแท่ง STR 20 และโรงรมยาง
(Characteristics and potential of utilization of composted material
obtained from waste of concentrated latex, STR 20 and smoked
rubber sheet factories.)

โดย

ผศ. ดร. พณาลี ชีวภิตาการ และคณะ

ธันวาคม 2552

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ คุณลักษณะและศักยภาพการประยุกต์ใช้ปุ๋ยหมักจากของเสีย
โรงงานน้ำยางข้น โรงงานยางแท่ง STR 20 และโรงรมยาง
(Characteristics and potential of utilization of composted material
obtained from waste of concentrated latex, STR 20 and smoked
rubber sheet factories.)

คณะผู้วิจัย

สังกัด

- | | |
|---------------------------------|--------------------------------------|
| 1. ผศ. ดร. พนาลี ชีวกิตาการ | คณะกรรมการจัดการสิ่งแวดล้อม |
| 2. ผศ. ดร. พรทิพย์ ศรีแดง | คณะวิศวกรรมศาสตร์ |
| 3. ผศ. ดร. สมทิพย์ ด้านธีรวิชัย | คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม |
| 4. นส. ปรีศนา คล้ายทอง | คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม |
| 5. นส. สาริยะ ดิงสา | คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม |
| 6. นส. ทศมณฑน์ คงสงค์ | คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม |
| 7. นส. ภาวิณี เพชรจำรัส | คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม |

ชุดโครงการวิจัยแห่งชาติ : ยางพารา

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว.ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทสรุปรายงานสำหรับผู้บริหาร

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย): คุณลักษณะและศักยภาพการประยุกต์ใช้ปุ๋ยหมักจากของเสียโรงงานน้ำ

ยางชั้น โรงงานยางแท่ง STR 20 และโรงรมยาง

(ภาษาอังกฤษ): Characteristics and potential of utilization of composted material obtained from

waste of concentrated latex, STR 20 and smoked rubber sheet factories.

ชื่อหัวหน้าโครงการ หน่วยงานสังกัด และที่อยู่

ชื่อ-สกุล: ผศ. ดร. พนาลี ชีวกิตาการ

หน่วยงาน: คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ที่อยู่ : คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ต.คอหงส์

อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110

โทรศัพท์ 074-429758, 089-6550862 **โทรสาร :** 074-429758 **E-mail :** panalee.c@psu.ac.th

นักศึกษา/ผู้ร่วมวิจัย

นักศึกษา

- | | |
|---------------------------|--------------------------------------|
| 1. นางสาว ปรีศนา คล้ายทอง | คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม |
| 2. นางสาว สรีย๊ะ ดิงสา | คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม |
| 3. นางสาว ทศมณฑน์ คงสงค์ | คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม |
| 4. นางสาว ภาวณิ เพชร จรัส | คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม |

ผู้ร่วมวิจัย

1. ผศ.ดร. สมทิพย์ ตำนธีรวิชัย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
2. ผศ. ดร.พรทิพย์ ศรีแดง คณะวิศวกรรมศาสตร์

ระยะเวลาดำเนินการ 9 เดือน ตั้งแต่วันที่ 15 กรกฎาคม 2551 ถึงวันที่ 14 เมษายน 2552

ปัญหาที่ทำการวิจัยและความสำคัญ

อุตสาหกรรมยางพารามีกากของเสียเกิดขึ้นจำนวนมาก อาทิ กากขี้แป้งจากโรงงานน้ำยางชั้น กากตะกอนจากโรงงานยางแท่งSTR20 และขี้เถ้าจากโรงรมยาง ซึ่งมีคุณลักษณะและมีความเป็นไปได้ที่จะนำมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ โดยเฉพาะในด้านธาตุอาหารของพืชหากมีการนำไปใช้หมักทำปุ๋ย การศึกษาทดลองครั้งนี้เป็นการศึกษาคุณลักษณะของกากของเสียดังกล่าว และการนำของเสียทั้ง3จากอุตสาหกรรมยางพารามาหมักปุ๋ยโดยใช้เทคโนโลยีการหมักในราง พร้อมกับมีการทดลองการนำไปใช้งาน โดยเฉพาะในกลุ่มพืชไม้ดอกเศรษฐกิจคือดอกดาวเรือง เพื่อมุ่งหวังให้เกิดการหาคำตอบในทางเลือกของการใช้ประโยชน์จากกากของเสียของอุตสาหกรรมยางพาราในอนาคตได้ ให้มากขึ้น

วัตถุประสงค์

เพื่อหาองค์ความรู้ที่เชื่อมโยงและบูรณาการ เพื่อสนับสนุนการใช้ของเสียจากอุตสาหกรรมน้ำยางชั้น ยางแท่ง STR20 และยางแผ่นรมควัน โดยเน้นเพื่อการใช้เป็นปุ๋ย

ผลการดำเนินงาน

ได้ดำเนินการวิจัยซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ คือ 1) การวิเคราะห์และประมวลองค์ความรู้ด้านของเสียและการนำของเสียจากอุตสาหกรรมยางมาใช้ประโยชน์เพื่อการพัฒนาต่อยอดสู่การใช้ของเสียในเชิงพาณิชย์ โดยการทบทวน

เอกสารงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง 2) การประเมินศักยภาพของการใช้ประโยชน์ด้านสารอาหารจากของเสียจากอุตสาหกรรมยางในภาคใต้ โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิและการสำรวจในภาคสนามเพื่อศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของกากของเสียจากอุตสาหกรรมยางพารา โดยเก็บตัวอย่างกากซีแปปิงจาก 10 โรงงานน้ำยางชั้น 2 ตัวอย่างกากตะกอน STR20 จากโรงงานยางแท่ง STR20 และ 3 ตัวอย่างซีแปปิงจากโรงงานแผ่นรมควัน 3) การใช้กากของเสียจากโรงงานน้ำยางชั้นโรงงานยางแท่ง STR 20 และโรงงานยาง ในการหมักทำปุ๋ยด้วยเทคโนโลยีอย่างง่าย ด้วยวิธีการหมักในรางแบบให้อากาศด้วยวิธีทางธรรมชาติ ดำเนินการทดลองเป็นระยะเวลา 45 วันโดยใช้ชุดทดลองรวมทั้งสิ้น 8 ชุดการทดลอง การดำเนินการครอบคลุมตั้งแต่ การเตรียมวัสดุหมักปุ๋ยและการศึกษาลักษณะเบื้องต้นของวัสดุที่ใช้หมักปุ๋ยจากอุตสาหกรรมยาง การทดลองการหมักทำปุ๋ยโดยใช้สัดส่วนของกากซีแปปิง กากตะกอนSTR20 และซีแปปิงที่แตกต่างกัน รวมทั้งชุดทดลองที่มีการเติมseed จากสารEM และพด.1 และที่ไม่ใส่seed โดยมีการใช้น้ำเสียจากยางสกิมในการปรับความชื้นในช่วง5วันแรกของการหมัก มีการศึกษาปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในกองปุ๋ยหมัก และเมื่อสิ้นสุดของปฏิกิริยามีการศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของปุ๋ยที่ได้โดยเปรียบเทียบกับมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ ตลอดจนการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ และ 4) การทดสอบการเป็นปุ๋ยของวัสดุปุ๋ยหมักที่ได้โดยทดสอบกับดอกดาวเรือง โดยการใช้ต้นกล้าจากที่เพาะเองและต้นกล้าที่ซื้อจากร้านขายต้นไม้ โดยการทดลองได้มีการเลือกปุ๋ยหมักที่ให้ค่าสารอาหารพืชสูงมาทดลอง ซึ่งได้แก่ปุ๋ยหมักที่ได้จากการผสมกากซีแปปิง กากตะกอนSTR20 และซีแปปิง ในสัดส่วน 1:0.25:0.1 ทั้งที่เติมและไม่เติมseed โดยทดสอบเปรียบเทียบกับดินที่ไม่ใส่ปุ๋ยและดินที่ใส่ปุ๋ยเคมี โดยดูค่าความสูง อัตราการเพิ่มของความสูง อัตราการรอด จำนวนดอกและขนาดของดอก รวมทั้งมีการวิเคราะห์ค่าZnในต้นดาวเรืองที่ได้ และZnในดินก่อนและหลังปลูก เพื่อดูถึงผลกระทบของการสะสมของZn ซึ่งการทดลองในขั้นตอนนี้ใช้เวลากว่า 3 เดือน สำหรับผลการศึกษาที่ได้พบประเด็นสำคัญๆคือสามารถใช้กากของเสียจากอุตสาหกรรมยางพาราทั้งสามในการหมักปุ๋ยได้ ปุ๋ยที่ได้แม้ไม่เป็นไปตามมาตรฐานปุ๋ยหมักอินทรีย์ทุกตัวแปร แต่ส่วนใหญ่ให้ค่าN,P,Kที่ค่อนข้างสูง และเมื่อทดสอบการเป็นปุ๋ยกับการปลูกต้นดาวเรือง ก็พบว่าสามารถใช้เป็นปุ๋ยได้แต่ต้องระวังในสัดส่วนที่ใช้ โดยสัดส่วนที่ใช้เติมปุ๋ยหมักที่ได้ลงดินควรไม่สูงกว่าอัตราการเติมของปุ๋ยหมักต่อดินในสัดส่วนเท่ากับ 0.5-1ต่อ10 หากใช้มากกว่านี้ส่งผลให้ต้นดาวเรืองตายได้

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาของการใช้ประโยชน์กากของเสียจากอุตสาหกรรมยางพารา พบว่าส่วนใหญ่จะมุ่งศึกษาถึงการนำประโยชน์จากกากซีแปปิง โดยเน้นการใช้เป็นปุ๋ย และการศึกษาเพื่อใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆจะมีน้อยมาก

2. กากของเสียจากโรงงานน้ำยางชั้นในรูปของกากซีแปปิงจะเป็นกากของเสียที่ให้ปริมาณธาตุอาหาร P สูง รองลงมาคือ N ส่วนกากซีแปปิงจากโรงงานยางจะให้ธาตุอาหารหลักคือ K และกากตะกอนจากโรงงานยางแท่ง STR20 จะให้สารอินทรีย์ และคุณสมบัติทางเคมีของกากซีแปปิงจากจุดกำเนิดทั้งสามคือจากจุดพักน้ำยางสด จุดบ่มยางและการจับตัวยางสกิม พบว่าไม่แตกต่างกันมากนัก

3. จากการทดลองหมักทำปุ๋ยด้วยของเสียจากโรงงานยางแท่ง STR 20 โรงงานน้ำยางชั้นและโรงงานยาง โดยการใช้วิธีการหมักในราง เป็นระยะเวลา 45 วัน ให้ผลดังนี้

-ชุดการทดลอง T1 และT2 ซึ่งมีส่วนผสมของ กากตะกอนSTR 20 : กากซีแปปิง: ซีแปปิง อัตราส่วน 1:0.25:0.1 โดยไม่เติม seed และเติม EM ตามลำดับ จะใช้เวลาในการหมักสั้นกว่าชุดการทดลองและชุดควบคุมอื่นๆ โดยใช้เวลาในการหมักในช่วง thermophilic phase ต่ำกว่า 10 วัน

-ปุ๋ยหมักที่ได้มีคุณลักษณะทางกายภาพและเคมี ที่เป็นไปตามมาตรฐานปุ๋ยหมักอินทรีย์ ปี 2548 ในตัวแปรดังต่อไปนี้ ปริมาณหิน-กรวด, pH, P_2O_5 (% dry wt.), K_2O (%) และค่าการนำไฟฟ้า

-การเติม seed โดยการใช้ EM และสารเร่งพด.1 ไม่ได้ส่งผลในเรื่องการช่วยเร่งปฏิกิริยาการหมักปุ๋ยให้เร็วขึ้น และไม่ได้ส่งผลให้เกิดปุ๋ยหมักที่มีค่าการย่อยสลายสมบูรณ์ที่สูงกว่าเสมอไป รวมทั้งไม่ได้ส่งผลต่อการมีปริมาณของTPC

และ actinomycetes ในกองปุ๋ยหมักที่สูงกว่าการไม่เติมseed ทั้งนี้การเติมน้ำเสียจากโรงงานน้ำยางข้นในขณะหมักปุ๋ย อาจมีผลต่อการเป็นแหล่งของจุลินทรีย์ที่สำคัญในการหมักปุ๋ยเช่นเดียวกับการเติมseeding โดยการใช้ EM หรือ พด.1

4. ผลการทดสอบศักยภาพในการใช้ปุ๋ยหมักจากกากของเสียโรงงานยางพาราเพื่อเป็นปุ๋ยโดยทดสอบกับต้นกล้า ดาวเรืองที่เพาะเองและดาวเรืองที่ซื้อจากร้านค้า พบว่า

-ปุ๋ยหมักจากของเสียของอุตสาหกรรมยางพาราเหมาะที่จะใช้ในการเป็นปุ๋ยโดยใช้เติมลงดินในอัตราการเติมของ ปุ๋ยหมักต่อดินในสัดส่วน 0.5-1 ต่อดิน 10 ส่วน หากใช้มากกว่านี้ส่งผลให้ต้นดาวเรืองตายได้

-การใช้ต้นกล้าดาวเรืองจากที่เพาะเองจะให้ผลการทดสอบของการใช้ปุ๋ยหมักที่ให้ความแตกต่างที่ชัดเจนกว่าการใช้ต้นกล้าดาวเรืองจากที่ซื้อจากร้านค้า

-ไม่พบการสะสมของZnในดินและต้นดอกดาวเรืองที่ชัดเจนเมื่อมีการใช้ปุ๋ยหมักจากกากของเสียอุตสาหกรรม ยางพารา

ข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งต่อไปและวิธีการที่ควรพัฒนาต่อยอดสู่การขยายผลการวิจัยมีดังนี้

1. การหมักทำปุ๋ยจากของเสียอุตสาหกรรมยางพาราร่วมกับของเสียจากอุตสาหกรรมการเกษตรอื่นๆ
2. การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการสะสมของโลหะหนักในพืชที่ทดลองปลูกในระยะยาวที่เกิดจากผลกระทบของการใช้ปุ๋ยหมักจากกากของเสียอุตสาหกรรมยางพารา
3. การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการชะล้างของโลหะหนักหรือสารเคมีในหมักปุ๋ยที่ได้จากของเสียอุตสาหกรรม ยางพาราเพื่อดูถึงผลตกค้างหรือสะสมในดินและความเสี่ยงของการใช้งาน
4. การศึกษาวิจัยในการทดสอบความสามารถในการเป็นปุ๋ยโดยทดสอบกับไม้ประยาพื้นดิน
5. การถ่ายทอดเทคโนโลยีของผลการวิจัยที่ได้สู่กลุ่มอุตสาหกรรมปุ๋ยหมักชุมชนในภาคใต้เพื่อให้เกิดการรับรู้และ เป็นประเด็นการพัฒนาทางเลือกของการผลิตปุ๋ยหมักโดยการใช้กากอุตสาหกรรมยางพาราในพื้นที่ต่อไป
6. การพัฒนาความรู้และงานวิจัยด้านการผลิตปุ๋ยหมักจากกากของเสียอุตสาหกรรมยางพาราร่วมกับกลุ่ม อุตสาหกรรมปุ๋ยหมักชุมชนในภาคใต้เพื่อให้ได้ปุ๋ยหมักที่ผ่านมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ทุกตัวแปร

ผลงานทางวิชาการที่คาดว่าจะเกิดขึ้น

- 1.บทความวิจัยที่ตีพิมพ์ในระดับประเทศหรือสูงกว่าจำนวน 1 เรื่อง ภายใต้หัวข้อเรื่องของ Utilization of composted product obtained from concentrated latex, STR 20 and smoked rubber sheet factories for cultivation of marigold
- 2.บทความวิจัยที่นำเสนอในที่ประชุมนานาชาติ 1 เรื่อง ภายใต้หัวข้อเรื่องของ Use of Solid Wastes from 3 Types of Rubber Industries for Composting (อยู่ระหว่างการดำเนินการจัดเตรียมและส่งabstract)

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้เลือกใช้กากของเสียจากอุตสาหกรรมยางพารา คือ กากชี้แบ่งจากโรงงานน้ำยางข้น กากตะกอนจากโรงงานยางแท่ง STR20 และชี้เก่าจากโรงงานยาง ซึ่งมีคุณลักษณะและความเป็นไปได้ที่จะนำมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้โดยการนำมาหมักทำปุ๋ย การศึกษาได้ศึกษาถึงคุณลักษณะของกากของเสียดังกล่าว และทดลองหมักปุ๋ยโดยใช้เทคโนโลยีการหมักในราง พร้อมกับมีการทดลองการนำไปใช้งาน โดยทดลองในกลุ่มพืชไม้ดอกเศรษฐกิจคือดอกดาวเรือง นอกจากนี้มีการทบทวนเอกสารงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องและการประเมินศักยภาพของการใช้ประโยชน์ด้านสารอาหารด้วยการใช้ข้อมูลทุติยภูมิ การศึกษาได้ทำการสำรวจในภาคสนามเพื่อศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของกากของเสียจาก 10 โรงงานน้ำยางข้น 2 กากตะกอนจากโรงงานยางแท่ง STR20 และ 3 ตัวอย่างชี้เก่าจากโรงงานแผ่นรมควัน การทดลองหมักทำปุ๋ยใช้วิธีการหมักในรางแบบให้อากาศด้วยวิธีทางธรรมชาติ ดำเนินการทดลองเป็นระยะเวลา 45 วัน โดยใช้ชุดทดลองรวมทั้งสิ้น 8 ชุด การทดลอง ผลการทดลองทำให้ทราบว่า การเติม seed จากสาร EM และ พด.1 ไม่ได้ส่งผลให้เกิดปุ๋ยหมักที่มีค่าการย่อยสลายสมบูรณ์ที่สูงกว่าการเติมน้ำเสียจากโรงงานน้ำยางข้นในขณะหมักปุ๋ย สำหรับอัตราการเติมของปุ๋ยหมักที่ได้ต่อดินที่เหมาะสมต่อการปลูกดอกดาวเรืองอยู่ที่สัดส่วน 0.5-1 ต่อ ดิน 10 ส่วน และไม่พบการสะสมของ Zn ในดินและต้นดอกดาวเรืองที่ชัดเจนเมื่อมีการใช้ปุ๋ยหมักจากกากของเสียอุตสาหกรรมยางพารา

Abstract

The study aimed to use the composted product obtained from concentrated latex, STR 20 and smoked rubber sheet factories, which have characteristics and possibility for recycle as organic fertilizers. Literature reviewing, waste characteristic investigation (contained 10 samples from latex rubber factories, 2 samples from STR20 and 3 samples from smoked rubber sheet factories), semi-pilot experiments of composting and application of such composted product with marigold were the main activities in this study. The easy composting technique using natural aeration was investigated for 45 days, divided in 8 sets of experiment. The results show that seeding of Effective Microorganisms (EM) and LD1 which commonly used for organic fertilizers production could not improve the rate of completely biodegradation, not better than using wastewater from latex rubber factory. The optimal ratio of adding these fertilizers was at 0.5-1: 10 of soil. Accumulation of Zn in soil and marigold was not clearly shown when using these composted materials from the wastes of rubber industries.

สารบัญเรื่อง

เรื่อง	หน้า
สารบัญเรื่อง	ก
สารบัญรูป	ข
สารบัญตาราง	ค
บทสรุปรายงานสำหรับผู้บริหาร	ง
บทคัดย่อ	ช
ความสำคัญและความเป็นมาของการวิจัย	1
วัตถุประสงค์	1
ทฤษฎี แนวคิดในการวิจัยและผลงานที่เกี่ยวข้อง	1
วิธีการ	3
ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล	6
สรุปผล	26
ข้อเสนอแนะ	26
เอกสารอ้างอิง	27
ภาคผนวก	29

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1. ลักษณะรางหรือซองที่ใช้หมักปุ๋ย	5
2. ลักษณะของอุณหภูมิในกองปุ๋ยที่ศึกษา	16

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. อัตราส่วนผสมกากตะกอนยางแท่ง STR 20 กากซีไประหว่างอุตสาหกรรมน้ำยางข้น และซีไธ้าจากโรงงานยาง แผ่นรมควันที่ใช้ในการทดลองหมักปุ๋ย	5
2. ชุดการทดสอบความเป็นปุ๋ยของวัสดุที่หมักได้	6
3. งานวิจัยหรือรายงานที่เกี่ยวข้องกับกากซีไประ	8
4. คุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของกากซีไประที่เคยมีการศึกษา	9
5. ประเภทและจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมยางพาราใน 7 จังหวัดภาคใต้ตอนล่าง	10
6. ขนาดโรงงานอุตสาหกรรมยางแบ่งตามรายอำเภอในจังหวัดสงขลา	10
7. ปริมาณการเกิดกากซีไประจากโรงงานน้ำยางข้น	11
8. ผลการศึกษาคุณลักษณะของกากซีไประ	12
9. ลักษณะทางกายภาพและเคมีของกากตะกอนSTR20 และซีไธ้าจากโรงงานยาง	13
10. ที่ตั้งของโรงงานหมักปุ๋ยอินทรีย์ จังหวัดสงขลา	14
11. ลักษณะทางกายภาพและเคมีของของเสียจากโรงงานยางแท่ง STR 20 , โรงงานน้ำยางข้นและซีไธ้าจากโรงงานที่ใช้ในการทดลองหมักทำปุ๋ย	15
12. อุณหภูมิ ความชื้น และพีเอชในกองหมักปุ๋ยที่ศึกษา	18
13. ปริมาณของแข็งระเหย และเถ้าในกองปุ๋ย	19
14. ค่า N, P และ K ในกองหมักปุ๋ยที่ศึกษา	20
15. ปริมาณ TPC และ actinomycetes ในกองปุ๋ย ในวันที่ 5 และ 21 ของการหมักปุ๋ย	22
16. คุณลักษณะทางกายภาพและเคมี และการย่อยสลายเสร็จสมบูรณ์ของปุ๋ยที่หมักได้จากกากตะกอนยางแท่ง STR 20 กากซีไประหว่างอุตสาหกรรมน้ำยางข้น และซีไธ้าจากโรงงานยาง ทั้ง 8 ชุดการทดลอง	22
17. ความสูงเฉลี่ย อัตราการเพิ่มขึ้นของความสูง อัตราการรอด จำนวนดอก และขนาดดอกของต้นดอกดาวเรืองที่ศึกษาซึ่งเป็นต้นกล้าที่เพาะเอง (ช่วง 40-45วันหลังปลูก)	23
18. ความสูงเฉลี่ย อัตราการเพิ่มขึ้นของความสูง อัตราการรอด จำนวนดอก และขนาดดอกของต้นดอกดาวเรืองที่ศึกษาซึ่งเป็นต้นกล้าที่ซื้อมา (ช่วง 40-45วันหลังปลูก)	24
19. ค่าZn ในดินก่อนและหลังปลูก และZnในต้นดอกดาวเรือง	25

ความสำคัญและความเป็นมาของการวิจัย

อุตสาหกรรมยางในภาคใต้มีจำนวนมากกว่า 300 แห่ง ประกอบด้วยอุตสาหกรรมยางแท่ง น้ำยางข้น ยางแผ่นดิบและยางรมควัน อุตสาหกรรมน้ำยางข้นเป็นอุตสาหกรรมที่ก่อให้เกิดของเสียเป็นจำนวนมาก ได้แก่ กากขี้เถ้า และน้ำเสียจากกระบวนการผลิต และโรงงานยางแท่ง โดยเฉพาะยางแท่ง STR 20 จะผลิตของเสียในรูปกากตะกอน และจากข้อมูลที่มีการรายงาน พบว่า คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของของเสียที่เป็นกากขี้เถ้าประกอบไปด้วยธาตุอาหารที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์คือธาตุ N P (ในรูป P_2O_5) K (ในรูปของ K_2O) Mg และ Zn คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.06 ± 0.33 , 19.6 ± 2.5 , 1.8 ± 0.4 , 5.31 ± 0.65 และ 1.01 ± 0.38 % น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ และมีค่าของแข็งระเหยได้โดยเฉลี่ยเท่ากับ 55.2 ± 3.8 % น้ำหนักแห้ง (วราศรี เถกประสิทธิ์, 2543) สำหรับน้ำเสียโดยเฉพาะน้ำเสียจากการผลิตยางสีกิมของอุตสาหกรรมน้ำยางข้น พบว่า น้ำเสียยังมีธาตุอาหารที่พืชใช้งานได้อยู่มาก คือ มีค่า NH_3-N เฉลี่ยเท่ากับ 1,698 mg/l ค่า Org-N เฉลี่ยเท่ากับ 634 mg/l ค่า TKN เฉลี่ยเท่ากับ 2,214 mg/l มีค่า TP และ Mg เฉลี่ยเท่ากับ 15 mg/l และ 1,147 mg/l ตามลำดับ และมีสัดส่วนค่า BOD:N:P เท่ากับ 1:0.20:0.0012 โดยมีค่า % Org-N ระหว่าง 10.32 % - 62.22 % ของ TKN หรือคิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 27.20 % (เฉลิมพงศ์ และ คณะ, 2549) นอกจากนี้ของเสียจากโรงงานยางแท่ง STR 20 ที่อยู่ในรูปของกากตะกอน ก็พบว่ามีสารอาหารในรูปของ N และ P ระหว่าง 0.20%-1.29% และ 0.51%-23.66% ตามลำดับ อีกทั้งยังประกอบด้วยของแข็งระเหยได้ระหว่าง 46%-88% หรือคิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 65% (Danteravanich, S., et al., 2007) จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่าของเสียดังกล่าว มีคุณลักษณะและมีความเป็นไปได้ที่จะนำมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้โดยเฉพาะในด้านธาตุอาหารของพืช หากนำไปใช้หมักทำปุ๋ย

ในอดีตที่ผ่านมา ได้มีการทำการศึกษาวิจัยเพื่อทำให้ทราบถึงการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการหมักทำปุ๋ยอย่างง่าย รวมถึงการศึกษาถึงลักษณะทางกายภาพและเคมีของปุ๋ยที่หมักได้จากกากขี้เถ้า หรือการหมักกากขี้เถ้ากับของเสียอื่นเท่านั้น แต่ยังขาดการต่อยอดของการนำไปประยุกต์ใช้ของส่วนปุ๋ยหมักที่หมักได้ รวมถึงไม่มีการหมักปุ๋ยโดยใช้ของเสียจากอุตสาหกรรมยางพาราอื่นร่วมกัน หากมีการพัฒนาให้ส่วนที่หมักเป็นปุ๋ยให้มีคุณภาพสูงทั้งในด้านชีวภาพ กายภาพ และเคมี และพิจารณาการใช้กากของเสียจากอุตสาหกรรมยางพาราดังกล่าวข้างต้นรวมกันในการหมักทำปุ๋ย พร้อมกับการทดลองการนำไปใช้งาน โดยเฉพาะในกลุ่มพืชไม้ดอกเศรษฐกิจ ก็จะเป็นประโยชน์มากขึ้นในการใช้ประโยชน์จากกากของเสียของอุตสาหกรรมยางพารา อันเป็นการหาแนวทางการบริหารจัดการของเสียของอุตสาหกรรมยางที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นได้ และสามารถพัฒนาเป็นทางเลือกของอุตสาหกรรมหมักปุ๋ยในพื้นที่ได้มากขึ้น โดยปุ๋ยหมักที่ได้น่าจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในกลุ่มเกษตรกรของไม้เศรษฐกิจประเภทไม้ดอกไม้ประดับ หรือไม้สำหรับแต่งสวนในพื้นที่ภาคใต้ได้ การศึกษาวิจัยเรื่องคุณลักษณะและศักยภาพการประยุกต์ใช้ปุ๋ยหมักจากของเสียโรงงานน้ำยางข้น โรงงานยางแท่ง STR 20 และโรงรมยาง จึงได้มีการดำเนินการขึ้น ภายใต้หลักคิดดังกล่าว

วัตถุประสงค์

เพื่อหาองค์ความรู้ที่เชื่อมโยงและบูรณาการ เพื่อสนับสนุนการใช้ของเสียจากอุตสาหกรรมน้ำยางข้น ยางแท่ง STR20 และยางแผ่นรมควัน โดยเน้นเพื่อการใช้เป็นปุ๋ย

ทฤษฎี แนวคิดในการวิจัย และผลงานที่เกี่ยวข้อง

อุตสาหกรรมน้ำยางข้น ยางแท่ง STR20 และโรงรมยางล้วนมีของเสียเกิดขึ้นเป็นจำนวนมากหากพิจารณาคุณลักษณะทางเคมีและกายภาพของของเสียในรูปกากขี้เถ้าและน้ำเสียจากโรงงานน้ำยางข้นและการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาพบว่า วราศรี (2543) ได้ทำการศึกษาอัตราการเกิดกากขี้เถ้า และลักษณะของกากขี้เถ้าจากโรงงานน้ำยางข้น

รวมถึงทำการทดลองเพื่อนำกากซีแ่งไปใช้ประโยชน์เพื่อการทำปุ๋ยโดยทดสอบกับหญ้าสนาม ผลการศึกษาพบว่ากากซีแ่งเกิดขึ้นเท่ากับ 9.7-10.3 ก.ก./น้ำหนักเปียก/ตันน้ำยางสดที่ผลิต จากการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและเคมีพบว่ากากซีแ่งประกอบด้วย N, P ในรูปของ (P_2O_5), K ในรูปของ (K_2O), Mg และ Zn เฉลี่ยในช่วง 2.06-2.14, 19.6-21.6, 1.8 - 2.1, 5.31 - 7.56 และ 0.51 - 1.01 % น้ำหนักแห้ง ตามลำดับและพบว่ากากซีแ่งมีสภาพไม่คงตัวสามารถถูกชะล้างหรือละลายได้ โดยเมื่อนำมาสกัดกับน้ำ และผลจากการทดลองนำกากซีแ่งไปเป็นปุ๋ยโดยใช้ทดสอบกับหญ้าสนามในระดับห้องทดลองพบว่ากากซีแ่งช่วยให้ต้นหญ้าเจริญเติบโตได้ดี และยังช่วยในการปรับสภาพดิน ทำให้ดินมีความเป็นกลางได้ดีกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมีในการปลูกหญ้า นอกจากนี้ สมทิพย์ (2551) รายงานว่า อัตราการผลิตกากซีแ่งเฉลี่ยพบว่ามีค่าเท่ากับ 18.64 ± 16.44 กก./ตันน้ำยางข้น กากซีแ่งสดมีความชื้นและค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 63% และ 37% ตามลำดับ มีค่า pH เฉลี่ยเท่ากับ 8.56 มีค่าความหนาแน่นเฉลี่ยเท่ากับ 1.038 ตัน/ม³ และกากซีแ่งแห้งประกอบด้วยธาตุอาหารพืชที่สำคัญในระดับที่ไม่ต่างจากที่รายงานโดยวรวิศรี (2543) นอกจากนี้กากซีแ่งยังประกอบไปด้วย ธาตุต่างๆ ในรูป MgO , Al_2O_3 , SiO_2 , CaO , MnO_2 , Fe_2O_3 และ ZnO การแปรรูปกากซีแ่งที่ทำให้แห้ง ก่อนแล้วทำเป็นผงจะมีค่า VS, P, N, Mg และ Zn ที่คงอยู่ในกากซีแ่งที่สูงกว่าตัวอย่างกากซีแ่งที่แปรรูปโดยการทำเป็นแผ่นให้มีขนาด 1×1 cm² แล้วค่อยทำแห้ง และได้รายงานไว้ว่า ตัวอย่างกากซีแ่งที่แปรรูปอยู่ในรูปผงจะมีการชะออกของสาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม และสังกะสีที่เร็วกว่ากากซีแ่งที่แปรรูปที่อยู่ในรูปแผ่นและเมื่อทำการตั้งทิ้งกากซีแ่งไว้โดยภาวะ ที่มีความชื้นในช่วง 50-60% พบว่าค่า VS ในกองกากซีแ่งจะลดลงจาก 60% เป็น 44% (ลดลง 27%) โดยลดลงอย่างรวดเร็วในระหว่างวันที่ 0-5 และจะมีความร้อนเกิดขึ้น pH ในกากซีแ่งจะมีค่าลดลงจากค่าความเป็นด่าง แต่ค่า N, P, K พบว่าจะมีแนวโน้มลดลงเพียงเล็กน้อยเมื่อมีการนำกากซีแ่งไปใส่ดิน จะเกิดการชะออกของธาตุต่าง ๆ จากกากซีแ่งสู่ดินได้ โดยผลการคำนวณพบว่า มีร้อยละของสารต่างๆ ในกากซีแ่งที่มีการสะสมในชั้นดินคิดเป็นร้อยละ 20-22, 24-26, 10-16, 15-17 และ 20-26 ของ Zn, N, P, Mg, และ K ตามลำดับ และพบว่ากากซีแ่งที่แปรรูปด้วยวิธีที่ทำให้เป็นผง ทำให้เกิดการสะสมของสาร Zn, N, P, Mg, และ K ในดินไม่แตกต่างกันมากนัก เมื่อเทียบกับกากซีแ่งที่แปรรูปด้วยวิธีการทำเป็นแผ่น

นภารัตน์ (2544) ได้ทำการศึกษากากทำปุ๋ยหมักของมูลฝอยจากตลาดสดในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา โดยใช้หมักร่วมกับกากซีแ่งซึ่งเป็นของเสียในรูปของแข็งจากโรงงานผลิตน้ำยางข้น เพื่อเปรียบเทียบปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในกองปุ๋ยหมักและปริมาณธาตุอาหารในกองปุ๋ยหมัก แสดงให้เห็นว่าชุดการทดลองที่ใส่กากซีแ่ง มีปริมาณฟอสฟอรัสสูงกว่าชุดการทดลองที่มีเฉพาะมูลฝอยอย่างชัดเจน และสามารถเกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายไม่แตกต่างจากการหมักทำปุ๋ยของมูลฝอยเพียงอย่างเดียว

สำหรับน้ำเสียจากยางสกิมจากโรงงานน้ำยางข้น เจริมพงศ์ และ คณะ (2549) ได้รายงานว่าน้ำเสียจากยางสกิมมีค่า pH เป็นกรดมาก ระหว่าง 2.82-5.15 และมีค่า TKN ระหว่าง 456-3,458 mg/L มีค่า TP ระหว่าง 3.16-33 mg/L มีค่า Mg ระหว่าง 131.2-2448.9 mg/L และข้อมูลจากการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและเคมีของตัวอย่างกากตะกอนยางแท่ง STR 20 ที่ศึกษาและรายงานโดย Danteravanich, et al., 2007 ได้ระบุว่าเมื่ออัตราการผลิตกากตะกอนอยู่ในช่วง 0.123 - 0.133 ลบ.ม./ตันผลิตภัณฑ์ โดยกากตะกอนของโรงงานยางแท่ง STR20 มีคุณลักษณะดังนี้ มีค่าเฉลี่ยของ pH ของแข็งระเหย แฉก TN และ TP เท่ากับ 7.34 65% และ 33% ของของแข็งทั้งหมด 0.55% และ 2.87% น.น.แห้งตามลำดับ และสำหรับโรงงานยางแผ่นรมควัน พบว่ามีการใช้ไม้ฟืนเพื่อให้ความร้อนในการอบ/รมยางจะทำให้ได้ซีแ่งเกิดขึ้น ซึ่งจัดเป็นของเสียหลักของโรงอบ/รมยางแผ่น และซีแ่งส่วนใหญ่จะอุดมสมบูรณ์ไปด้วย K

ดังนั้น หากได้มีการวิจัยทดลองเพิ่มเติมเพื่อใช้ประโยชน์จากของเสียทั้ง 3 กลุ่มประเภทอุตสาหกรรมยางดังกล่าวข้างต้น โดยเฉพาะภายใต้หลักการของการนำเอาธาตุอาหารในของเสียมาใช้ ประโยชน์โดยเฉพาะการทำเป็นปุ๋ย และทำการทดสอบกับการปลูกพืช ซึ่งเป็นไม้เศรษฐกิจประเภท ไม้ดอกไม้ประดับ หรือไม้สำหรับแต่งสวนในพื้นที่ภาคใต้ เพื่อถึงดูผลของการใช้งานจากของเสียดังกล่าว ก็จะเป็นการหาแนวทางการบริหารจัดการของเสียของอุตสาหกรรมยางที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นได้ ประกอบกับข้อมูลองค์ความรู้ที่มีอยู่ หากมีการพัฒนาต่อยอดอย่างเหมาะสม และเป็นรูปธรรมที่ชัดเจนเพื่อผลิตปุ๋ยหมัก หรือสารปรับปรุงบำรุงดินแล้ว ก็จะสามารถพัฒนาสู่อุตสาหกรรมหมักทำปุ๋ยได้ หรือใช้เป็นทางเลือกของอุตสาหกรรมหมักทำปุ๋ยที่มีการดำเนินการอยู่แล้วในชุมชนต่างๆ ได้ ซึ่งการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ จะสามารถทำให้เกิดแนวทางการใช้ประโยชน์จากของเสียในอุตสาหกรรมยางได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้เกิดการใช้ทรัพยากรในภาคการผลิตทั้งเกษตรกรรม และอุตสาหกรรมยาง ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ผลสำเร็จของโครงการวิจัยนี้ จะเป็นแนวทางของการพัฒนาที่ยั่งยืนภายใต้แนวคิดหลักของการนำกลับของเสียมาใช้ประโยชน์ (waste recovery and recycling) และอาจจะสามารถ พัฒนาไปสู่การดำเนินการของ “waste to new product” ของอุตสาหกรรมยาง นอกจากนี้ งานวิจัยนี้ จะเป็นแนวทางหนึ่งภายใต้แนวคิดของกระบวนการ green technology ที่สามารถเพิ่มมูลค่าของเสียของโรงงานอุตสาหกรรมยาง สู่ระบบเกษตรกรรมที่เป็นรูปธรรมที่ชัดเจนขึ้น

วิธีการ

ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. การวิเคราะห์และประมวลองค์ความรู้ด้านของเสียและการนำของเสียจากอุตสาหกรรมยางมาใช้ประโยชน์ เพื่อการพัฒนาต่อยอดสู่การใช้ของเสียในเชิงพาณิชย์

ทำการวิจัยโดยวิจัยเชิงเอกสาร โดยรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับของเสียและการใช้ประโยชน์ของเสียจากอุตสาหกรรมยางจากนักวิจัยและนักศึกษาในภูมิภาคของภาคใต้ และทำการวิเคราะห์สาระประเด็นหรือองค์ความรู้ที่สำคัญของของเสียและการใช้ประโยชน์ของเสียจากอุตสาหกรรมยางที่งานวิจัยได้ศึกษามา เพื่อสรุปความรู้ที่สามารถนำไปใช้ได้เชิงพาณิชย์หรือที่ต้องการการวิจัยต่อยอด พร้อมเสนอแนวทางการบริหารความรู้จากการวิจัยที่ศึกษาได้จากของเสีย และการใช้ประโยชน์ของเสียจากอุตสาหกรรมยาง

2. การประเมินศักยภาพของการใช้ประโยชน์ด้านสารอาหารจากของเสียจากอุตสาหกรรมยางในภาคใต้

ได้ดำเนินการวิจัยโดยวิจัยเชิงสำรวจและวิจัยเอกสาร โดยศึกษาถึงสถานที่ตั้ง ประเภทของอุตสาหกรรมยาง และจำนวนลักษณะและอัตราการผลิตของเสียที่ได้มีการศึกษารายงานไว้ รวมถึงที่ตั้ง และประเภทของกิจกรรมการหมักทำปุ๋ยที่ดำเนินการอยู่ในจังหวัดสงขลา นอกจากนี้ทำการศึกษาลำรวจ และเก็บข้อมูลในภาคสนาม ถึงลักษณะและอัตราการผลิตของเสียจากกลุ่มอุตสาหกรรมยางแห่งSTR20 อุตสาหกรรมน้ำยางข้น และอุตสาหกรรมยางแผ่นรมควันในภาคใต้ โดยศึกษาจาก โรงงานน้ำยางข้น 10 โรงงาน โรงงานยางแห่งSTR20 จำนวน 2 โรงงาน และจากโรงงานยางแผ่นรมควันจำนวน 3 โรงงาน โดยทำการเก็บตัวอย่างของเสียที่เป็นกากขี้แป้ง กากตะกอนยางแห่งSTR20 และขี้เถ้า มาวิเคราะห์หาคุณลักษณะทางเคมีและกายภาพโดยวิเคราะห์ค่าMC, pH,N,P, K,VS, Zn, Na, Ca และ ash ตลอดจนวิธีการจัดการกากของเสียดังกล่าวและปัญหาอุปสรรคในการจัดการกากของเสียของอุตสาหกรรมยางทั้งสามประเภท

3.การใช้กากของเสียจากโรงงานน้ำยางข้น โรงงานยางแห่ง STR 20 และโรงรมยาง ในการหมักทำปุ๋ยด้วยเทคโนโลยีอย่างง่าย ด้วยวิธีการหมักในรางแบบให้อากาศด้วยวิธีทางธรรมชาติ

ได้มีการดำเนินการดังนี้

3.1 การเตรียมวัสดุหมักปุ๋ยและการศึกษาลักษณะเบื้องต้นของวัสดุที่ใช้หมักปุ๋ยจากอุตสาหกรรมยาง

ได้ทำการศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของกากชี้แบ่ง น้ำเสียจากการผลิตยางสกิมจากโรงงาน น้ำยางข้น กากตะกอนจากโรงงานยางแท่ง STR 20 และกากชี้เก่าจากอุตสาหกรรมยางแผ่นรมควัน จากโรงงานในจังหวัดสุราษฎร์ธานี และได้มีการเตรียมตัวอย่างโดยเก็บตัวอย่างที่ต้องการใช้สำหรับการทดลองมาในปริมาณดังนี้ กากชี้แบ่ง ประมาณ 2.5 ม³ กากตะกอนยางแท่ง STR20 ประมาณ 6 ม³ และชี้เก่าประมาณ 1 ม³ และน้ำเสียจากยางสกิมประมาณ 5 ม³ โดยตัวอย่างกากชี้แบ่งได้นำมาบดเป็นชิ้นเล็กๆโดยใช้เครื่องบดย่อยเนื้อสัตว์ จากนั้นผึ่งแห้งไว้ประมาณ 1 สัปดาห์ แล้วทำการสุ่มเก็บตัวอย่างทั้งสาม เพื่อให้ได้ตัวแทนของตัวอย่างมาวิเคราะห์หาพารามิเตอร์ต่างๆ ดังนี้ ความชื้น ปริมาณของแข็งทั้งหมด ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณของแข็งที่ระเหยได้ ปริมาณเถ้า total nitrogen, total phosphorus, total potassium ส่วนสำหรับกากตะกอนจากโรงงานยางแท่ง STR20 ได้นำมาศึกษาถึง composition ด้วย และส่วนของเสียในรูปน้ำเสียจากโรงงานน้ำยางข้นใช้น้ำเสียจากยางสกิม นำมาวิเคราะห์หาพารามิเตอร์ต่างๆ ดังนี้ ความเป็นกรด-ด่าง, COD, total nitrogen, total phosphorus, total potassium วิเคราะห์ตัวอย่างตะกอน เป็นไปตามวิธีวิเคราะห์ของ AOAC (1990) และ วิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสียเป็นไปตามวิธีวิเคราะห์ ของ APHA, AWWA and WEF (2005)

3.2 การทดลองการหมักทำปุ๋ย

นำตัวอย่างที่ได้ข้างต้นมาคลุกเคล้าผสมกันในสัดส่วนที่จะทดสอบ ดังแสดงในตารางที่ 1 และมีการผสมน้ำเสียจากยางสกิมให้มีความชื้นอยู่ระหว่าง 50-60% และบางชุดการทดลองจะมีการใส่หัวเชื้อจุลินทรีย์ EM (EM: effective microorganism) ยี่ห้อ EM-X หรือสารเร่ง พด.1 (LD1) ของกรมพัฒนาที่ดินรวมด้วย เพื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองที่ไม่เติม EM หรือสารเร่ง ซึ่งใช้เป็นตัว control การเตรียมหัวเชื้อ EM นั้น ดำเนินการโดยใช้หัวเชื้อ 300 ml ผสมกับกากน้ำตาล 0.5 ลิตร และใช้ปุ๋ยยูเรีย 400 กรัม ผสมให้เข้ากันในน้ำ 10 ลิตร จากนั้นนำไปผสมกับวัสดุหมักที่เตรียมไว้ และสำหรับการเตรียมสารเร่ง พด.1 นั้น ผสมโดยใช้ สารพด.1 จำนวน 1 ชอง ผสมในน้ำ 10 ลิตร และเติมปุ๋ยยูเรีย 200 กรัม ผสมให้เข้ากันแล้วนำไปผสมกับวัสดุหมัก เมื่อผสมเข้ากันเรียบร้อยแล้ว นำวัสดุที่เตรียมได้ในแต่ละชุดทดลองไปใส่ในซองหมักหรือในรางที่มีขนาดและโครงสร้างที่แสดงดังรูปที่ 1 โดยที่ด้านล่างของรางทำเป็นร่องเพื่อให้เกิดการหมุนเวียนของอากาศสู่กองปุ๋ยได้ง่ายโดยการระบายอากาศทางธรรมชาติ ทำการหมักไว้นาน 45 วัน ทุกชุดการทดลองทำการผสมน้ำเสียเข้าไปในช่วง 5 วันแรกโดยให้ความชื้นอยู่ในช่วง 50-60% และหลังจากนั้นตลอดระยะเวลาในการหมักปุ๋ยทำการควบคุมความชื้นให้อยู่ในระดับดังกล่าวด้วยน้ำ มีการติดตามปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในชุดการทดลองทั้ง 8 ชุด โดยดำเนินการเก็บตัวอย่างของแต่ละชุดการทดลองโดยการสุ่มให้ได้ตัวแทนของวัสดุที่ได้ใช้หมักที่ 3 ระดับความลึก จาก 6 จุด เก็บ แล้วมาผสมแบบ composite samples รวมประมาณ 300-500 กรัม จากนั้นนำไปวิเคราะห์หาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี โดยจะทำการเก็บตัวอย่างทุก 0, 1, 5, 10, 15, 30 และ 45 วัน เพื่อนำมาวิเคราะห์หาพารามิเตอร์ดังนี้ VS, pH, ash, TN และ TP อีกทั้งยังมีการตรวจวัดค่า Temperature และ MC ในกองปุ๋ยทุกวัน หากความชื้นไม่อยู่ในช่วง 50-60% จะทำการเติมน้ำเพื่อให้ได้ค่าความชื้นในช่วง 50-60% รวมถึงทำการสังเกตการเปลี่ยนแปลงของกองปุ๋ยด้านกายภาพ เช่น กลิ่น สี เป็นต้น และทำการเก็บตัวอย่างในวันที่ 5 และ 21 วัน เพื่อศึกษาถึงปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด และกลุ่มแบคทีเรียในกลุ่มแอคทีโนไมซีต โดยเลี้ยงบนอาหาร glucose yeast extract malt extract agar ที่เติม antibiotic nalidixic acid และ cycloheximide และเมื่อปฏิกิริยาลิ้นสุดในแต่ละชุดการทดลอง จะนำวัสดุที่หมักได้มาร่อนโดยผ่านตะแกรงขนาด 5.0 mm และ 1.0 mm ตามลำดับ และนำปุ๋ยเฉพาะส่วนที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 1.0 mm นำมาศึกษาคุณลักษณะเพื่อหาองค์ประกอบทางกายภาพ รวมถึง yield ปุ๋ยที่ได้ โดยในการวิเคราะห์ทางเคมีจะนำปุ๋ยมาทำการวิเคราะห์หาค่า conductivity, VS, MC, pH, ash, TN, P₂O₅, K₂O โลหะหนัก ในรูปของ Zn พร้อมทดสอบค่าการย่อยสลายสมบูรณโดยทดสอบจากค่าดัชนีการงอกของเมล็ดพืช โดยทดสอบกับถั่วเขียว ซึ่งวิธีวิเคราะห์เป็นไปตามวิธีที่ระบุ

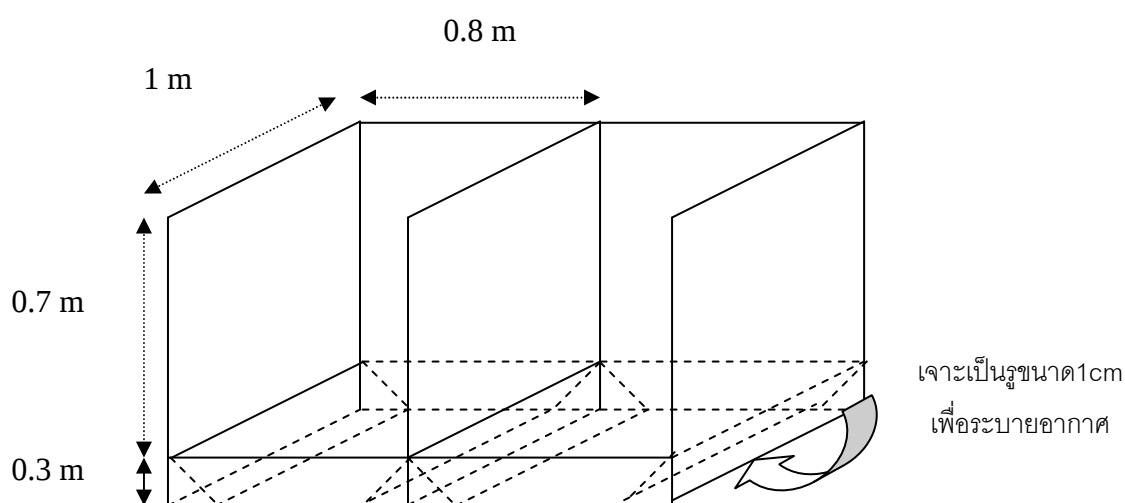
ตามประกาศของคณะกรรมการมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ ปี 2548 ว่าด้วยเรื่องมาตรฐานปุ๋ยหมัก และตัวอย่างในขณะหมักเพื่อติดตามปฏิกิริยาการหมักนั้น ทำการวิเคราะห์ตามวิธีวิเคราะห์ของ AOAC (1990) และข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ค่าใช้จ่าย โดยคุณสมบัติของปุ๋ยที่ได้ ได้นำมาคำนวณเป็นมูลค่าปุ๋ยที่ได้ โดยข้อมูลเหล่านี้ได้นำมาทำการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์เพื่อสะท้อนให้เห็นประโยชน์ของการใช้ของเสีย ทั้ง 4 ชนิด ด้วยการหมักทำปุ๋ย

4.การทดสอบการเป็นปุ๋ยของวัสดุปุ๋ยหมักที่ได้โดยทดสอบกับดอกดาวเรือง

ดำเนินการโดยใช้ปริมาณของวัสดุปุ๋ยที่หมักได้ข้างต้น ผสมกับดินดั้งสดส่วนแสดงในตารางที่ 2 และใช้ดินที่ไม่เติมอะไรเลย และดินที่เติมปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 จำนวน 300 กรัม เป็นชุดควบคุม ดินที่เตรียมได้นำไปใส่ถุงอาหารสัตว์ เย็บปากถุงแล้ววางในแนวนอน ด้านล่างทำการเจาะเป็นรูเพื่อระบายน้ำ ด้านบนทำการเจาะรูขนาดกว้างยาว 15X15 cm² จำนวน 3-5 ช่องเพื่อปลูกต้นดอกดาวเรือง ช่องละ 1 ต้น (สาเหตุที่เลือกทดสอบดอกดาวเรือง เพราะดอกดาวเรืองเป็นไม้ดอกโตเร็วทำให้สามารถได้ผลการศึกษาที่รวดเร็วและดอกดาวเรืองเป็นหนึ่งในประเภทไม้ดอกที่มีการปลูกเพื่อใช้งานในเชิง

ตารางที่ 1. อัตราส่วนผสมกากตะกอนยางแท่ง STR 20 กากซีแพ้งจากอุตสาหกรรมน้ำยางข้น และซีเถ้าจากโรงงานยางแผ่นรมควันที่ใช้ในการทดลองหมักปุ๋ย

ชุดการทดลอง	วัสดุหมักทำปุ๋ย	อัตราส่วน (V/V)	หมายเหตุ
ชุด 1 control 1	กากตะกอนSTR 20		ไม่เติม seeding
ชุด 2 T1	กากตะกอนSTR 20 : กากซีแพ้ง : ซีเถ้า	1:0.25:0.1	ไม่เติม seeding
ชุด 3 T2	กากตะกอนSTR 20 : กากซีแพ้ง : ซีเถ้า	1:0.25:0.1	เติม EM
ชุด 4 T3	กากตะกอนSTR 20 : กากซีแพ้ง : ซีเถ้า	1:0.25:0.1	เติม พด.1
ชุด 5 T4	กากตะกอนSTR 20 : กากซีแพ้ง	1:0.25	ไม่เติม seeding
ชุด 6 T5	กากตะกอนSTR 20 : กากซีแพ้ง	1:0.25	เติม EM
ชุด 7 T6	กากตะกอนSTR 20 : กากซีแพ้ง	1:0.25	เติม พด.1
ชุด 8 control 2	กากซีแพ้ง		ไม่เติม seeding



รูปที่ 1. ลักษณะรางหรือช่องที่ใช้หมักปุ๋ย

ตารางที่ 2. ชุดการทดสอบความเป็นปุ๋ยของวัสดุที่หมักได้

code	ส่วนผสม	code	ส่วนผสม
1	ดิน	8	ดิน+ ปุ๋ยหมักT3 = 2:1
2	ดิน+ปุ๋ยเคมี 15-15-15	9	ดิน+ ปุ๋ยหมักT1 = 10:1
3	ดิน+ ปุ๋ยหมักT1 = 1:2	10	ดิน+ ปุ๋ยหมักT2 = 10:1
4	ดิน+ ปุ๋ยหมักT2 = 1:2	11	ดิน+ ปุ๋ยหมักT3 = 10:1
5	ดิน+ ปุ๋ยหมักT3 = 1:2	12	ดิน+ ปุ๋ยหมักT1 = 10:0.5
6	ดิน+ ปุ๋ยหมักT1 = 2:1	13	ดิน+ ปุ๋ยหมักT2 = 10:0.5
7	ดิน+ ปุ๋ยหมักT2 = 2:1	14	ดิน+ ปุ๋ยหมักT3 = 10:0.5

ธุรกิจของงานไม้ดอกไม้ประดับเพื่อใช้ในการตกแต่งต่างๆ) ต้นกล้าดอกดาวเรืองที่ใช้ปลูกมีทั้งที่เพาะเองจากเมล็ด และต้นกล้าที่เพาะแล้วที่ซื้อจากร้านค้าที่มีขนาดความสูงประมาณ 12-15 cm ต้นกล้าที่เพาะเองเพาะมาจากเมล็ดดอกดาวเรืองพันธุ์ลูกผสม(ลูกผสมระหว่างดาวเรืองอเมริกันและดาวเรืองฝรั่งเศส) โดยเป็นเมล็ดพันธุ์ที่ห่อสีแดง ซึ่งให้ต้นสูงขนาดกลาง ทำการเพาะต้นกล้าในกระบะเป็นเวลา 1 เดือน จะได้ต้นกล้าสูงประมาณ 10 cm จากนั้นย้ายลงปลูกในชุดทดลองที่เตรียมไว้ โดยปลูกกลางแจ้ง วัดการเติบโตและอัตราการให้ดอก ขนาดและจำนวนของดอกในทุกช่วง 7-10 วัน ปลูกนาน 45 วัน การทดลองในขั้นตอนนี้จะมีการควบคุมสภาวะแวดล้อมที่เหมือนกัน มีการให้น้ำเท่ากัน นอกจากนี้จะมีการเก็บตัวอย่างดินและต้นดาวเรืองที่ปลูกเพื่อทดสอบค่า Zn ซึ่งทำการวิเคราะห์ตามวิธีวิเคราะห์ของ AOAC (1990) ผลที่ได้นำไปสรุปถึงศักยภาพของการใช้วัสดุปุ๋ยหมักเมื่อ ใช้เป็นปุ๋ยให้กับไม้ดอกต่อไป

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

1. การวิเคราะห์และประมวลองค์ความรู้ด้านของเสียและการนำของเสียจากอุตสาหกรรมมาใช้ประโยชน์ เพื่อการพัฒนาต่อยอดสู่การใช้ของเสียในเชิงพาณิชย์

1.1 ภาพรวมของข้อมูลทั่วไป

จากการประมวลข้อมูลของงานวิจัยที่มีการศึกษาในภาคใต้ ด้านศักยภาพการนำกากชี้แป้งซึ่งเป็นของเสียจากโรงงานน้ำตาลขึ้นมามีประโยชน์ใหม่ พบมีรายงานหรือที่ทำวิจัยอยู่จำนวน 12 เรื่องในช่วงปี พ.ศ. 2543-2551 ดังแสดงในตารางที่ 3 จากข้อมูลที่ได้ศึกษาได้พบว่า งานวิจัยที่ผ่านมาส่วนใหญ่มีการศึกษาเกี่ยวกับอัตราการเกิด คุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของกากชี้แป้ง โดยใช้ตัวอย่างกากชี้แป้งแบบรวมหรือจากจุดบ้นยางของโรงงานน้ำตาลขึ้น และประเมินได้ว่า ในภาคใต้ นั้นจะมีปริมาณกากชี้แป้งที่เกิดขึ้นจากอุตสาหกรรมน้ำตาลขึ้นในช่วง 5,603-13,010 ตันต่อปี หรือคิดเป็นอัตราการเกิดกากชี้แป้งเฉลี่ย 9,162 ตัน/ปี หรือ 25 ตันต่อวัน กากชี้แป้งสดมีความหนาแน่นในช่วง 1,013 - 1,630 กก.ต่อ ลบ.ม. และมีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดในช่วงร้อยละ 26.77 – 88.21 กากชี้แป้งแห้งมีความหนาแน่นในช่วงร้อยละ 485.7 - 767 กก. ต่อ ลบ.ม. มีค่า pH, VS และ ash ในช่วงร้อยละ 7.38- 9.25, 33.33 - 59.4 และ 14.67- 66.67 ของของแข็งทั้งหมด และประกอบด้วยธาตุสำคัญได้แก่ N, P(as P_2O_5), K(as K_2O), Mg และ Zn โดยมีค่าในช่วงร้อยละ 1.57 - 3.65, 14.22 - 44.03, 0.64 - 2.94, 4.20 – 12.82 และ 0.23 - 1.53 ของน้ำหนักแห้ง นอกจากนี้กากชี้แป้งที่นำไปวิเคราะห์ ส่วนประกอบของธาตุต่างๆ โดยใช้เครื่อง X-Ray Fluorescence พบว่า กากชี้แป้งประกอบด้วยออกไซด์ของธาตุ Al, Si, S, Ca, Rb, Fe, Ni, Mn, Cu, Pb, Cr, และ Ti ตารางที่ 4 แสดงข้อมูลคุณลักษณะของกากชี้แป้งที่เคยมีการศึกษาและรายงาน และที่ผ่านมา ได้มีการศึกษาวิจัยโดยการทดลองเพื่อใช้กากชี้แป้งเพื่อเป็นปุ๋ยหรือผสมเป็นวัสดุสำหรับปลูกพืช โดยในด้านการศึกษาเพื่อใช้กากชี้แป้งเพื่อเป็นปุ๋ยนั้นมีทั้งการใช้โดยตรง และการหมักร่วมกับวัสดุของเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมอื่น

เช่นอุตสาหกรรมการแปรรูปสัตว์น้ำ และอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์ม รวมทั้งการศึกษาเพื่อผลิตปุ๋ยเหลวจากกากชี้แป้ง การศึกษามีบางงานวิจัยที่มีการทดสอบกับพืช ซึ่งพืชที่ใช้ทดสอบส่วนใหญ่ในระยะแรกๆ จะเป็นหญ้าสนาม และในระยะ หลังมีการทดสอบกับพืชล้มลุกและพืชยืนต้น ได้แก่ ข้าวโพด และต้นยางพารา นอกจากนี้ พบการศึกษาเกี่ยวกับผลจาก การเตรียมกากชี้แป้งที่เป็นผงและแผ่นขนาดเล็กที่มีผลต่อคุณลักษณะของกากชี้แป้งและสภาพการชะออกของมวลสาร จากกากชี้แป้ง มีการศึกษาเพื่อใช้กากชี้แป้งเป็นสารตัวเติมในน้ำยางธรรมชาติและซีเมนต์ สำหรับยางปูพื้น รวมถึง การศึกษาเพื่อแปรสภาพกากชี้แป้งโดยจุลินทรีย์ อนึ่ง ลักษณะทางกายภาพของกากชี้แป้งแต่ละแหล่งกำเนิดจาก 3 จุด นั้น(บ่อพักน้ำยางสด ถึงบ่อน้ำยางข้น และบ่อจับตัวยางสกิม) มีความแตกต่างกัน จึงมีข้อสังเกตว่าการศึกษาที่ผ่านมา ยังขาดการศึกษาถึงคุณสมบัติเฉพาะของกากชี้แป้งจากแต่ละจุดกำเนิด ตลอดจนยังขาดการศึกษาถึงผลกระทบจากสารเคมี ที่ตกค้างในกากชี้แป้งระยะยาวซึ่งได้แก่ Zn และ tetramethylthiuram disulfide (TMTD) และยังไม่ปรากฏถึงการศึกษา แนวทางเลือกอื่นๆ ในการใช้ประโยชน์ของกากชี้แป้งนอกเหนือจากการใช้ประโยชน์จากสารอาหารพืช และการใช้ผสมทำ ซีเมนต์รวมกับน้ำยางเพื่อทำเป็นวัสดุปูพื้น

1.2 ความรู้ที่ควรศึกษาเพิ่มเพื่อให้เกิดการเพิ่มมูลค่าของกากชี้แป้งและใช้งานเชิงพาณิชย์

กากชี้แป้งเป็นของเสียจากอุตสาหกรรมน้ำยางข้นที่มีศักยภาพในการนำมาใช้ประโยชน์ใหม่ แต่การใช้งานโดยไม่ เกิดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม ยังมีความต้องการการพัฒนาองค์ความรู้ที่ครอบคลุมให้มากกว่าในปัจจุบัน เพื่อให้เกิด ความเป็นรูปธรรมของการประยุกต์ใช้ในวงกว้างขึ้น ความรู้จากงานวิจัยเกี่ยวกับกากชี้แป้งมีปรากฏอยู่บ้าง แต่ยังจัดว่ามี ค่อนข้างน้อย จึงทำให้ความเป็นรูปธรรมของการประยุกต์ใช้ประโยชน์ของกากชี้แป้ง ซึ่งเป็นของเสียจากอุตสาหกรรมน้ำ ยางข้นมีข้อจำกัด ประเด็นที่ผู้วิจัยเห็นว่ายังต้องปรับพัฒนาเพิ่ม ทั้งในด้านความรู้และกลไกในการส่งเสริมให้เกิดการใช้ ประโยชน์จากกากชี้แป้ง แสดงดังต่อไปนี้

ตัวอย่างความรู้ที่ควรศึกษาเพิ่มเพื่อให้เกิดความหลากหลายในทางเลือกการใช้ประโยชน์จากกากชี้แป้ง

- การนำกลับเนื้อเยื่อออกจากกากชี้แป้ง
- การใช้กากชี้แป้งร่วมบำบัดในน้ำเสียจากยางสกิม
- การสะสมและความเป็นอันตรายของ TMTD และ Zn ในกากชี้แป้ง
- การเร่งปฏิกิริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์ในกากชี้แป้ง
- การใช้เถ้าจากกากชี้แป้งในการเป็นวัสดุผสมซีเมนต์ หรือวัสดุอุดข้อต่างๆ
- ประเภทของจุลินทรีย์และ insect ต่างๆที่เจริญในกากชี้แป้ง
- Co-composting สำหรับกำจัด Zn ในกากชี้แป้ง
- ประเภทและปริมาณของโลหะหนักในกากชี้แป้ง
- การใช้กากชี้แป้งเพื่อเป็นวัสดุผสมในการขึ้นรูปภาชนะสำหรับการปลูกพืช
- ฯลฯ

กลไกในการส่งเสริมให้เกิดการใช้ประโยชน์จากกากชี้แป้งที่เป็นรูปธรรมมากขึ้น

- ประเมินคุณลักษณะของกากชี้แป้ง การใช้ประโยชน์ และการส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของกากชี้แป้ง ร่วมกับ กรมโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อร่วมกำหนดมาตรการในการสนับสนุนให้ใช้ประโยชน์จากกากชี้แป้งมากกว่าการกำจัด
- การถ่ายทอดเทคโนโลยีและความรู้ให้กับกลุ่มเกษตรกรในการนำกากชี้แป้งไปใช้งานในการหมักปุ๋ย การใช้เป็น ปุ๋ยหรือวัสดุปรับปรุงดิน และส่งเสริมในการพัฒนาสูตรเพื่อใช้งานในการเกษตรที่หลากหลายมากขึ้น
- การส่งเสริมสำหรับการพัฒนากากชี้แป้งเป็นปุ๋ยเฉพาะกลุ่มเกษตรกรในเชิงการค้า เช่นกลุ่มไม้ประดับต่างๆ
- สร้างให้เกิดกลไกการเข้าถึงของเกษตรกรสำหรับการใช้กากชี้แป้งจากโรงงาน
- ฯลฯ

ตารางที่ 3. งานวิจัยหรือรายงานที่เกี่ยวข้องกับกากชี้แป้ง

ลำดับ	ประเด็น/เรื่อง	ผู้วิจัย/ปี
1.	การนำกากชี้แป้งจากอุตสาหกรรมนํ้ายางชั้นมาใช้ประโยชน์เพื่อการทำเป็นวัสดุบำรุงดิน	วราศรี, 2543
2.	การทำปุ๋ยหมักของมูลฝอยจากตลาดสดในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ร่วมกับกากชี้แป้ง	นภารัตน์, 2544
3.	การเตรียมปุ๋ยเหลวจากกากชี้แป้ง	เสาวนีย์และคณะ, 2547
4.	การนำกากชี้แป้งจากอุตสาหกรรมนํ้ายางชั้นมาใช้เป็นสารตัวเติมในนํ้ายางธรรมชาติ และซีเมนต์ทำยางปูพื้น	เสาวนีย์, 2548
5.	การใช้ประโยชน์กากอินทรีย์จากอุตสาหกรรมนํ้ายางชั้น แปรรูปสัตว์น้ำและนํ้ามันปาล์มในการเตรียมวัสดุปลูกหญ้าสนาม	วิภาพรรณ, และ คณะ, 2550
6.	การใช้ประโยชน์กากชี้แป้งจากอุตสาหกรรมนํ้ายางชั้นเพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารพืชในดินชุดคองหงษ์	นงนภัส, 2550
7.	การใช้ประโยชน์กากชี้แป้งจากอุตสาหกรรมผลิตนํ้ายางชั้นเพื่อเป็นวัสดุปรับปรุงดิน	ประวิทย์, 2550
8.	การแปรสภาพกากชี้แป้งโดยใช้จุลินทรีย์	เสาวนีย์, 2550-2552
9.	การใช้ประโยชน์จากกากตะกอนอุตสาหกรรมยางแท่ง STR20 และกากชี้แป้ง และนํ้าเสียจากอุตสาหกรรมนํ้ายางชั้นเพื่อหมักทำปุ๋ย	ฐิติรัชต์ และคณะ, 2551
10.	การพัฒนาสู่ระดับอุตสาหกรรมเพื่อนํ้ากากของเสียจากโรงงานนํ้ายางชั้นมาใช้ใหม่:กรณีศึกษาของกากชี้แป้ง	สมทิพย์, 2551
11.	การใช้กากชี้แป้งในการเตรียมวัสดุปลูกเสริมฟอสเฟตสำหรับปลูกยางพารา	วิไลรัตน์, 2551
12.	การใช้กากของเสียจากโรงงานนํ้ายางชั้น โรงงานยางแท่ง STR20 และโรงรมยาง ในการหมักทำปุ๋ยด้วยเทคโนโลยีอย่างง่าย	เจิดจรรย์ และคณะ, 2551-2552

2.การประเมินศักยภาพของการใช้ประโยชน์ด้านสารอาหารจากของเสียจากอุตสาหกรรมยางในภาคใต้

2.1 ภาพรวมของอุตสาหกรรมนํ้ายางชั้น ยางแท่ง และยางแผ่นรมควันในภาคใต้ตอนล่าง

ข้อมูลจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม (2549) สามารถสรุปถึงประเภทและจำนวนของโรงงานอุตสาหกรรมยางในภาคใต้ได้ดังแสดงในตารางที่ 5 โดยทั้ง 7 จังหวัดในภาคใต้ตอนล่างมีจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมยางพาราทั้งสิ้น 385 โรงงาน ประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมยางที่มีมากที่สุดคือสหกรณ์กองทุนสวนยางจำนวน 263 โรงงาน (68.3%) เป็นโรงงานผลิตยางแผ่นรมควันจำนวน 50 โรงงาน (13.0%) โรงงานผลิตนํ้ายางชั้นจำนวน 21 โรงงาน (5.45%) โรงงานผลิตยางแท่งจำนวน 18 โรงงาน (4.68%) และมีโรงงานยางที่ผลิตยางหลายผลิตภัณฑ์ร่วมกันจำนวน 26 โรงงาน (6.75%) และสำหรับในจังหวัดสงขลาพบว่ามีโรงงานยางมากที่สุดถึง 150 โรงงาน โดยสามารถจำแนกตามขนาดโรงงานตามรายอำเภอได้ในตารางที่ 6 (นฤเทพ, 2550)

2.2 ปริมาณการเกิดกากชี้แป้ง และการจัดการ

จากการเก็บข้อมูลในภาคสนาม ผู้วิจัยได้ทำการเก็บตัวอย่างกากชี้แป้งจำนวน 10 โรงงาน ซึ่งมีกากชี้แป้งเกิดจาก 3 จุดคือจากถังพักนํ้ายางสด ถังปั่นนํ้ายาง และ line ผลิตของหางนํ้ายาง โดยได้ทำการประเมินเกี่ยวกับอัตราการเกิดกากชี้แป้งจากผู้ประกอบการพบว่าแต่ละโรงงานมีอัตราการเกิดกากชี้แป้งจากถังปั่นนํ้ายางเกิดมากที่สุด โดยเกิดขึ้นในช่วง 0.5-

ตารางที่ 4. คุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของกากชี้แบ่งที่เคยมีการศึกษา

ตัวแปร	การศึกษา โดย A	การศึกษา โดย B	การศึกษา โดย C	การศึกษา โดย D	การศึกษา โดย E
คุณลักษณะทางกายภาพ					
ความหนาแน่น (ตัวอย่างเปียก kg/m ³)	1,013-1,080	-	1,024-1,083	-	1,160-1,630
ความหนาแน่น (ตัวอย่างแห้ง (kg/m ³))	-	-	651-767	485.7	-
คุณลักษณะทางเคมี					
pH	8.29-9.20	-	8.12-9.25	8.50	7.38-7.74
TS (%)	28.5-45.5	-	26.77-43.88	88.21	56.05-62.96
VS (% of TS)	44.8-58.5	33.33-44.44	44.3-59.4	53.82	42.01-46.69
Ash (% of TS)	41.5-53.2	55.56-66.67	40.6-55.7	46.18	14.67-16.58
N (% dry weight, dry sample)	1.57-3.20	1.82-2.12	1.59-3.25	2.78	3.07-3.65
N (% dry weight, wet sample)	1.79-3.45	-	1.69-3.52	-	-
P (as P ₂ O ₅ , % dry weight)	15.5-23.6	37.16-44.03	15.3-22.6	15.75	14.22-15.17
K (as K ₂ O, % dry weight)	1.31-2.67	0.94-1.49	1.53-2.94	0.64	0.79-1.20
Mg (% dry weight)	4.46-8.05	-	4.20-8.11	-	11.69-12.82
Zn (% dry weight)	0.24-1.49	-	0.23-1.53	-	0.37-0.98
Ca (% dry weight)	-	-	-	-	0.01-0.06

หมายเหตุ A : ผลการศึกษาของวรศิริ เอกประสิทธิ์, 2543 เก็บตัวอย่างกากชี้แบ่งรวมจากโรงงานในจ.สงขลา

B : ผลการศึกษาของนาร์ตน์ ไวยเจริญ, 2544 เก็บตัวอย่างกากชี้แบ่งรวมจากโรงงานในจ.สงขลา

C : ผลการศึกษาของสมทิพย์ ด่านธีรวิทย์, 2551 เก็บตัวอย่างกากชี้แบ่งรวมจากโรงงานในจ.สงขลาและ สุราษฎร์ธานี

D : ผลการศึกษาของจิตติรัชฎ์ ภูประเสริฐ และคณะ, 2551 เก็บตัวอย่างกากชี้แบ่งรวมจากโรงงานในจ.สุราษฎร์ธานี

E : ผลการศึกษาของเสาวนีย์และ คณะ, 2547 เก็บตัวอย่างกากชี้แบ่งรวมจากโรงงานในจ.สงขลาและปัตตานี

3.5 ตัน/วัน หรือคิดเป็นค่าเฉลี่ย 1.70 ตัน/วัน สำหรับในจุดถึงพักน้ำยาง พบว่าเกิดขึ้นในช่วง 0.3-2.5 ตัน/วัน หรือคิดเป็นค่าเฉลี่ย 1.18 ตัน/วัน และในจุด line ผลิตของทางน้ำยางพบที่เกิดขึ้นในช่วง 0.2-1.5 ตัน/วัน หรือคิดเป็นค่าเฉลี่ย 0.86 ตัน/วัน ซึ่งอาจกล่าวโดยรวมได้ว่าการผลิตน้ำยางขึ้นจะทำให้เกิดอัตราการเกิดของเสียในรูปกากชี้แบ่งทั้ง 3 จุดโดยรวมเฉลี่ยเท่ากับ 3.35 ตัน/วัน (ตารางที่ 7) โรงงานที่ศึกษาทั้งหมดจะมีการจัดการกับกากชี้แบ่ง โดยรวบรวมในภาชนะต่างๆ เช่น ใสในถุงปุ๋ย และบางแห่งมีการนำมาเทกองรวมพักไว้ โดยกักเก็บในพื้นที่โรงงานเป็นระยะเวลา 1-7 วัน เพื่อให้มี

ตารางที่ 5. ประเภทและจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมยางพาราใน 7 จังหวัดภาคใต้ตอนล่าง

จังหวัด	โรงงานน้ำ ยางชั้น	โรงงานยาง แท่ง	โรงงาน ยางสีกิม	โรงงานยาง แผ่น รมควัน	โรงงานผลิต ยางหลาย ชนิด	สหกรณ์ สวนยาง	รวม
	จำนวน (ราย)	จำนวน (ราย)	จำนวน (ราย)	จำนวน (ราย)	จำนวน (ราย)	จำนวน (ราย)	
สงขลา	8	11	3	23	14	55	114
ตรัง	6	1	1	6	5	69	88
ปัตตานี	1	1	-	2	3	16	23
พัทลุง	-	2	1	6	1	50	60
นราธิวาส	-	1	-	3	-	35	39
สตูล	-	1	1	3	-	17	22
ยะลา	6	1	1	7	3	21	39
รวม	21	18	7	50	26	263	385

ที่มา: นฤเทพ บุญเรืองขาว, 2550.

ตารางที่ 6. ขนาดโรงงานอุตสาหกรรมยางแบ่งตามรายอำเภอในจังหวัดสงขลา

จังหวัด	จำนวนโรงงานในแต่ละอำเภอ		ขนาด			
	อำเภอ	จำนวน	ใหญ่	กลาง	เล็ก	สหกรณ์
สงขลา	หาดใหญ่	20	4	4	3	9
	สะเดา	36	4	7	11	14
	จะนะ	16	-	2	4	10
	รัตภูมิ	18	1	4	2	11
	บางกล่ำ	12	1	4	2	5
	นาหม่อม	4	-	-	2	2
	นาทวี	16	-	1	4	11
	ควนเนียง	4	-	1	-	3
	คลองหอยโข่ง	1	-	-	-	1
	กระแสสินธุ์	2	-	-	-	2
	เมือง	3	-	-	-	3
	สะบ้าย้อย	9	-	1	-	8
	เทพา	9	-	-	-	9

ที่มา: นฤเทพ บุญเรืองขาว, 2550.

ปริมาณที่มากพอกับปริมาณที่จะระบายออกโดยรถบรรทุก เพื่อนำกากซีเมนต์เหล่านั้นไปเผาหรือถมที่ดินต่อไป ซึ่งการเผาและถมที่นั้นมีการดำเนินการทั้งนอกและในพื้นที่โรงงาน และนอกจากนั้นยังนำกากซีเมนต์ไปใช้ทำเป็นปุ๋ยโดยการนำไปใส่ต้นปาล์ม สำหรับปัญหาอุปสรรคในการจัดการกากซีเมนต์ ทางโรงงานได้สะท้อนให้เห็นว่ามีประเด็นดังต่อไปนี้ 1) กลิ่นแอมโมเนียที่อยู่ในกากซีเมนต์ ซึ่งมีกลิ่นที่ฉุนรุนแรงเมื่อสูดดมแล้วทำให้แสบจมูกแก่ผู้ที่มีหน้าที่ในการนำกากซีเมนต์ไปกำจัด

ตารางที่7. ปริมาณการเกิดกากซีเมนต์จากโรงงานน้ำยางข้น

จุดที่เกิดกากซีเมนต์	เฉลี่ย (ตัน/วัน)	ช่วง (ตัน/วัน)
ถังปั่นน้ำยางสด	1.70	0.5-3.5
ถังพักน้ำยาง	1.18	0.3-2.5
line ผลิตของหางน้ำยาง	0.86	0.2-1.5

2)ไม่มีพื้นที่สำหรับการกักเก็บกากซีเมนต์เพื่อรอสำหรับการจัดการกากซีเมนต์ 3)การเกิดกากซีเมนต์ที่มากในแต่ละวัน ส่งผลให้ยากต่อการจัดการกากซีเมนต์ 4)น้ำหนักกากซีเมนต์ซึ่งมีมาก จำเป็นต้องใช้รถสำหรับบรรทุกเพื่อนำกากซีเมนต์ไปกำจัด มีค่าใช้จ่ายสูงทั้งค่ารถและแรงงาน

2.3 ปริมาณการเกิดกากตะกอน STR 20 และการจัดการ

จากการประเมินเกี่ยวกับอัตราการเกิดกากตะกอนSTR20จากผู้ประกอบการ พบว่าแต่ละโรงงานยางแท่ง STR20 มีอัตราการเกิดกากตะกอนในช่วง 7-10 ม³/วัน และสำหรับการจัดการกากตะกอนของโรงงานที่เป็นอยู่ พบว่าทางโรงงานได้ใช้บ่อตกตะกอนเพื่อให้ตกตะกอนก่อน แล้วระบายน้ำส่วนบนเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียต่อไป สำหรับกากตะกอนจะมีการรวบรวมแล้วผ่านการระเหยแห้งโดยการตากแดดและกำจัดต่อไปโดยการนำไปทิ้งสู่ดิน เพื่อใช้เป็นสารปรับสภาพดินหรือเพื่อถมที่ในบริเวณพื้นที่นอกโรงงานต่อไป

2.4 ปริมาณการเกิดซีเมนต์ และการจัดการ

จากการประเมินเกี่ยวกับอัตราการเกิดซีเมนต์จาก 3 โรงงานยางแผ่นรมควันที่เป็นสหกรณ์โรจรมยางจากผู้ประกอบการ พบว่าแต่ละโรงงานยางแผ่นรมควันมีอัตราการเกิดซีเมนต์ในช่วง 0.026-0.162 ม³/วัน หรือ 32-195 กก./วัน และสำหรับการจัดการซีเมนต์ของโรงงานที่เป็นอยู่ พบว่า ทางโรงงานได้เทกองไว้รอบๆโรงงาน

2.5 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของกากซีเมนต์

จากการศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของกากซีเมนต์จาก3แหล่งกำเนิด คือจากถังพักน้ำยางสด จากที่ปั่นยาง และจากบ่อจับตัวหางน้ำยาง พบว่ากากซีเมนต์แต่ละแหล่งกำเนิดมีลักษณะดังนี้ กากซีเมนต์จากถังพักน้ำยางจะมีลักษณะกึ่งของแข็งกึ่งของเหลวมากกว่าที่ปั่นน้ำยาง และ line ผลิตของหางน้ำยาง นอกจากนี้ยังพบว่ากากซีเมนต์ทั้ง 3 แหล่งกำเนิดจะมีลักษณะเป็นสีขาวเทาหรือขาวอมเหลืองและมีกลิ่นแอมโมเนียเล็กน้อย ซึ่งคุณลักษณะทางกายภาพและเคมีที่วิเคราะห์ได้แสดงดังตารางที่8 ซึ่งพบว่ากากซีเมนต์ทั้ง3 จุดที่ศึกษา จะมีลักษณะทางกายภาพและเคมีที่ไม่แตกต่างกันมากนัก มีค่าเฉลี่ยของpH, N, P, K, Mg, Zn, Ca, และNa ในช่วง 8.71-9.05, 5.01-5.39%, 2.86-5.54%, 0.41-0.56%, 1.99-2.06%, 0.07-0.11%, 0.04-0.08%, และ 0.005-0.01%น้ำหนักแห้งตามลำดับ นอกจากนี้กากซีเมนต์ยังมีNH₃-N และ Org-N โดยเฉลี่ยในช่วง 2.40-2.53 % และ 2.49-2.96%น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ

2.6 ลักษณะทางกายภาพและเคมีของกากตะกอนSTR20 และซีเมนต์

ตารางที่9 แสดงถึงผลการศึกษาคูณลักษณะทางกายภาพและเคมีของกากตะกอนSTR20 และซีเมนต์ โดยสังเกตได้ว่าซีเมนต์จะมี K สูงกว่ากากตะกอน STR20 และกากซีเมนต์ แต่จะมี N, P น้อยกว่ามาก กากตะกอนSTR20 มีสารอาหารพืชในเทอมของ N, P และ K แต่ในระดับที่มีความเข้มข้นน้อยกว่าที่พบในกากซีเมนต์มาก สำหรับค่า pH พบว่าซีเมนต์มีค่า pH ที่เป็นด่างจัด ในขณะที่ กากตะกอน STR20 มีค่าค่อนข้างเป็นกลาง ขนาดของกากตะกอนSTR20มีสัดส่วนร้อยละ 42,35,21, และ 2 สำหรับขนาดเล็กว่ 1 มม., 1-5 มม., 5-12 มม. และมากกว่า 12 มม. ตามลำดับ

2.7ประเภทของกิจกรรมการหมักทำปุ๋ยที่ดำเนินการอยู่ในจังหวัดสงขลา

จากการประสานขอข้อมูลโรงงานปุ๋ยอินทรีย์-ชีวภาพ จังหวัดสงขลา (งบCEO) จากสถานีพัฒนาที่ดินจังหวัดสงขลา โดยได้ทำการรวบรวมข้อมูลจากข้อมูลทุติยภูมิ ถึงสถานที่ตั้งและเบอร์โทรศัพท์ของกลุ่มอุตสาหกรรมหมักทำปุ๋ย

ตารางที่ 8. ผลการศึกษาคุณลักษณะของกากชีปะัง

ตัวแปร	ถังพักน้ำยางสด		ถังปั่น		line ผลิตของหางน้ำยาง	
	เฉลี่ย $\pm$ SD	พิสัย	เฉลี่ย $\pm$ SD	พิสัย	เฉลี่ย $\pm$ SD	พิสัย
คุณลักษณะทางกายภาพ						
ความหนาแน่นตัวอย่างเปียก(kg/m ³)	989 $\pm$ 408	644-1,333	1,013 $\pm$ 398	733-1,176	1,004 $\pm$ 311	736-1,117
ความชื้น (%)	72 $\pm$ 7.83	44-77	56 $\pm$ 31.09	34-66	62 $\pm$ 30.87	41-79
TS (%)	28 $\pm$ 18.73	23-56	44 $\pm$ 30.36	34-66	38 $\pm$ 30.87	31-59
คุณลักษณะทางเคมี						
pH	8.78 $\pm$ 2.07	7.30-9.49	9.05 $\pm$ 2.51	6.94-9.71	8.71 $\pm$ 2.40	6.91-9.56
VS (%TS)	58 $\pm$ 2.96	51-61	57 $\pm$ 3.58	52-63	58 $\pm$ 3.30	53-61
Ash (%TS)	42 $\pm$ 2.92	39-49	43 $\pm$ 3.58	37-48	42 $\pm$ 3.34	39-47
NH ₃ -N (% dry weight)	2.44 $\pm$ 2.02	1.11-7.45	2.40 $\pm$ 1.11	0.97-3.57	2.53 $\pm$ 0.95	1.17-3.73
Org-N (% dry weight)	2.96 $\pm$ 1.41	0.95-5.13	2.76 $\pm$ 1.40	0.80-4.26	2.49 $\pm$ 1.02	1.03-3.96
TP (% dry weight)	3.59 $\pm$ 2.72	2.99-4.89	5.54 $\pm$ 1.78	4.09-6.12	2.86 $\pm$ 0.49	2.57-3.12
TN (% dry weight)	5.39 $\pm$ 2.01	3.05-9.14	5.16 $\pm$ 1.24	2.96-6.83	5.01 $\pm$ 0.87	3.51-6.30
Mg (% dry weight)	1.99 $\pm$ 1.25	1.64-3.05	2.06 $\pm$ 1.18	1.54-2.58	2.04 $\pm$ 1.15	1.45-2.79
K (% dry weight)	0.42 $\pm$ 0.22	0.30-0.59	0.41 $\pm$ 0.46	0.21-0.67	0.56 $\pm$ 0.45	0.37-0.83
Zn (% dry weight)	0.07 $\pm$ 0.09	0.04-0.15	0.10 $\pm$ 0.13	0.06-0.12	0.11 $\pm$ 0.24	0.04-0.28
Ca (% dry weight)	0.08 $\pm$ 0.20	0.03-0.25	0.04 $\pm$ 0.07	0.02-0.09	0.04 $\pm$ 0.06	0.02-.09
Na (% dry weight)	0.01 $\pm$ 0.00	0.005-0.01	0.01 $\pm$ 0.00	0.005-0.01	0.01 $\pm$ 0.00	0.005-0.01

ตารางที่ 9. ลักษณะทางกายภาพและเคมีของกากตะกอนSTR20 และชี้เฝ้าจากโรงหมยง

พารามิเตอร์	กากตะกอนยงแห่งSTR 20	ชี้เฝ้าจากโรงหมยง
คุณลักษณะทางกายภาพ		
ความหนาแน่น (kg/m ³)	638-736 (688±71)	845-1,501 (1,218±337)
สี	สีน้ำตาล	ดำเทา
กลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น
ความชื้น (%)	25-37 (31±8.49)	14.84-17.11 (15.07 ±2.21)
คุณลักษณะทางกายภาพ		
pH	7.41-7.65 (7.53±0.17)	12.46-12.67 (12.56±0.11)
VS (% dry weight)	63-78 (71±10.6)	-
Ash (% dry weight)	22-37 (29±10.6)	-
TN (% dry weight)	0.02-0.13 (0.075±0.08)	-
TP as P (% dry weight)	0.71 -1.35- (1.03±0.45)	1.88-2.23 (2.03±0.18)
TK as K (% dry weight)	0.02-0.03(0.025±0.07)	8.90-11.99 (10.30±1.56)

ชุมชน ที่เป็นกลุ่มสหกรณ์และเป็นโครงการหนึ่งอำเภอหนึ่งโรงงานปุ๋ยหมักในจังหวัดสงขลา พบว่าจังหวัดสงขลา มีโรงงานปุ๋ยหมักชุมชนที่เป็นกลุ่มสหกรณ์ และเป็นโครงการหนึ่งอำเภอหนึ่งโรงปุ๋ยหมักในจังหวัดสงขลาจำนวน 18 แห่ง ใน 18 อำเภอของจังหวัดสงขลา ดังแสดงในตารางที่ 10 โรงงานปุ๋ยหมักอินทรีย์จำนวน 18 แห่งนี้มีลักษณะการประกอบกิจการเป็นสหกรณ์ทุกแห่ง ในปัจจุบันโรงงานหมักปุ๋ยทั้ง 18 แห่ง แต่ละแห่งมีกำลังการผลิตปุ๋ยหมักในช่วง 2-150 ตันต่อเดือน หรือคิดเป็นค่าเฉลี่ยเดือนละ 28.4 ตัน สามารถสร้างรายได้จากการขายปุ๋ยหมักที่ได้ในช่วง 2,500-250,000 บาทต่อเดือน (เฉลี่ย 209,136 บาท/เดือน) จากการสำรวจพบว่า โรงปุ๋ยหมักจำนวน 16 แห่งมีการใช้วัตถุดิบหลักที่เป็นส่วนผสมในการหมักปุ๋ยที่จำแนกได้ 5 ประเภทคือ 1) มูลสัตว์ ได้แก่ มูลค่างควา มูลไก่ มูลวัว มูลนกกะทา มูลเป็ด และมูลหมู 2) กากของเสียจากอุตสาหกรรมเกษตรในพื้นที่ ได้แก่ แกลบสด และแกลบที่เผาแล้ว(ชี้เฝ้าแกลบ) ชี้เฝ้าย่อย กากปาล์ม ผงถ่านไม้ ยางพารา ทลายปาล์ม กากสับปะรด กากน้ำตาล รำ และขุยมะพร้าว 3) กากของเสียจากการเกษตร เช่น กากหอยเชอรี่ 4) สารเคมี/แม่ปุ๋ย/แร่ธาตุธรรมชาติ ได้แก่ โดโลไมท์ หินฟอสเฟต หินบด แม่ปุ๋ย เช่น ปุ๋ยยูเรีย ปุ๋ยฟอสเฟต และ 5) สารเร่งการหมัก ได้แก่ หัวเชื้อ EM ซึ่งได้จากการขยายหัวเชื้อเองจากการหมักจากเศษวัสดุอินทรีย์ทางการเกษตร และสารเร่งจากกรมพัฒนาที่ดิน ได้แก่ สารเร่ง พด.1 พด.2 พด.3 พด.6 และพด.7 และพบว่าเทคโนโลยีการหมักปุ๋ยที่โรงงานปุ๋ยหมักนิยมใช้ในการดำเนินการได้แก่ การหมักในกองและมีการกลับปุ๋ยหมักในกอง (ร้อยละ 68.75) รองลงมาได้แก่ การหมักปุ๋ยโดยการตั้งเป็นกองแล้วมีการพลิกกลับกองปุ๋ย (ร้อยละ 37.50) (เจิดจรรย และคณะ, 2552) ข้อมูลเหล่านี้สะท้อนให้เห็นว่า โรงหมักปุ๋ยในจังหวัดสงขลาได้ใช้วัตถุดิบที่เป็นวัสดุเศษเหลือ หรือเป็นกากของเสียอินทรีย์ที่มาจากโรงงานอุตสาหกรรมเกษตรและจากการเกษตรอยู่บ้างแล้ว และมีความพร้อมด้านอาคารสถานที่ต่างๆในการรองรับการหมักปุ๋ยแบบในกองอยู่แล้ว หากได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีและถ่ายทอดความรู้ ในด้านการหมักปุ๋ยโดยใช้กากของเสียจากอุตสาหกรรมยางในพื้นที่รอบข้างของโรงปุ๋ยหมักดังกล่าว ก็จะเป็นประโยชน์ ทำให้เกิดกลไกและสร้างระบบการใช้ประโยชน์จากกากของเสียอุตสาหกรรมยางพาราให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น

ตารางที่ 10. ที่ตั้งของโรงงานหมักปุ๋ยอินทรีย์ จังหวัดสงขลา

ชื่อโรงงาน	สถานที่ตั้ง
1.สหกรณ์ผู้ผลิตและผู้ใช้ปุ๋ยอินทรีย์หาดใหญ่ จำกัด	ม.8 บ้านไร่ ต.บ้านพรุ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา
2.สหกรณ์ ผู้ผลิตและผู้ใช้ปุ๋ยอินทรีย์อำเภอบางกล่ำ จำกัด	ม.10 บ้านควนยอ ต.ท่าช้าง อ.บางกล่ำ จ.สงขลา
3.สหกรณ์ ผู้ผลิตและผู้ใช้ปุ๋ยอินทรีย์เกาะแก้ว จำกัด	ม.3 บ้านสามกอง ต.เกาะแก้ว อ.เมือง จ.สงขลา
4.สหกรณ์ ผู้ผลิตและผู้ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ระโนด จำกัด	ม.5 บ้านควาตก ต.บ้านขาว อ.ระโนด จ.สงขลา
5.สหกรณ์ ผู้ผลิตและผู้ใช้ปุ๋ยอินทรีย์อำเภอกระแซงสินธุ์ จำกัด	ม.1 บ้านเขาโน ต.เชิงแส อ.กระแซงสินธุ์ จ.สงขลา
6.สหกรณ์ ผู้ผลิตและผู้ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ราแดง จำกัด	ม.2 บ้านขมวน ต.ราแดง อ.สิงหนคร จ.สงขลา
7.สหกรณ์ ผู้ผลิตและผู้ใช้ปุ๋ยอินทรีย์นาทวี จำกัด	ม.1 บ้านท่าประดู่ ต.ท่าประดู่ อ.นาทวี จ.สงขลา
8.สหกรณ์ อินทรีย์ชีวภาพเขาแดง จำกัด	ม.6 บ้านถ้ำตลอด ต.เขาแดง อ.สะบ้าย้อย จ.สงขลา
9.สหกรณ์ พันธมิตรปุ๋ยอินทรีย์จะนะ จำกัด	ม.5 บ้านไร่ ต.ป่าชิง อ.จะนะ จ.สงขลา
10.สหกรณ์ วงใหญ่ปุ๋ยอินทรีย์พัฒนา จำกัด	ม.7 บ้านโหละบอน ต.วังใหญ่ อ.เทพา จ.สงขลา
11.สหกรณ์ ผู้ผลิตปุ๋ยอินทรีย์รัตภูมิ จำกัด	ม.3 บ้านนาลึก ต.เขาพระ อ.รัตภูมิ จ.สงขลา
12.สหกรณ์ ผู้ผลิตและผู้ใช้ปุ๋ยอินทรีย์คาบสมุทรสทิงพระ จำกัด	ม.4 บ้านปอ ต.วัดจันทร์ อ.สทิงพระ จ.สงขลา
13.สหกรณ์ การเกษตรควนเนียง จำกัด	ม.9 บ้านยางงาม ต.รัตภูมิ อ.ควนเนียง จ.สงขลา
14.สหกรณ์ ปุ๋ยอินทรีย์คลองหอยโข่ง จำกัด	ม.2 บ้านทุ่งนนท์ ต.โคกม่วง อ.คลองหอยโข่ง จ.สงขลา
15.สหกรณ์ ผู้ผลิตและผู้ใช้ปุ๋ยอินทรีย์นาหม่อม จำกัด	ม.2 บ้านลานไทร ต.ทุ่งขมิ้น อ.นาหม่อม จ.สงขลา
18.สหกรณ์ ผู้ผลิตปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพสะเดา จำกัด	ม.11 บ้านบาโรย ต.ป่าดงเบซาร์ อ.สะเดา จ.สงขลา

3.การใช้กากของเสียจากโรงงานน้ำยางข้น โรงงานยางแท่ง STR 20 และโรงรมยางในการหมักทำปุ๋ย ด้วยวิธีการหมัก ในรางแบบให้อากาศด้วยวิธีทางธรรมชาติ

3.1 ลักษณะวัตถุดิบที่ใช้หมัก

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้กากชี้แบ่ง น้ำเสียจากยางสกิม กากตะกอนSTR20 และชี้เถ้าจากบริษัทวงศ์บัณฑิตจำกัด ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี ตารางที่ 11 แสดงลักษณะวัตถุดิบที่ใช้ในการหมักทำปุ๋ย พบว่ากากชี้แบ่ง ชี้เถ้ามีค่า pH เป็นด่าง แต่ น้ำเสียจากยางสกิมมีค่าเป็นกรดจัด แต่กากตะกอนSTR 20 มีค่า pH ค่อนข้างเป็นกลาง กากชี้แบ่งมีค่า P สูงกว่าของเสียอื่น อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาค่าความเข้มข้นของมวลสารของวัสดุที่ใช้ทดลองนี้ พบว่ามีค่าไม่แตกต่างจากลักษณะของเสียของกากชี้แบ่ง กากตะกอน STR20 และชี้เถ้า ที่กล่าวมาข้างต้น

3.2 ปฏิกริยาในกองปุ๋ยที่ทำการหมัก

ผลจากการติดตามค่าการเปลี่ยนแปลงทางคุณลักษณะทางกายภาพและเคมีที่พบในกองปุ๋ยหมัก ในระยะเวลา 45 วัน พบรายละเอียดดังนี้

3.2.1 อุณหภูมิ ความชื้นและ pH

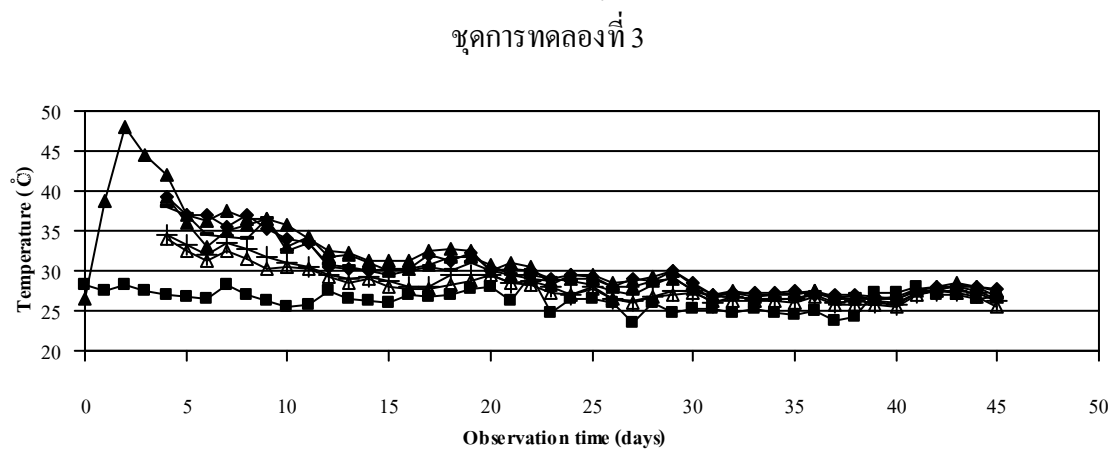
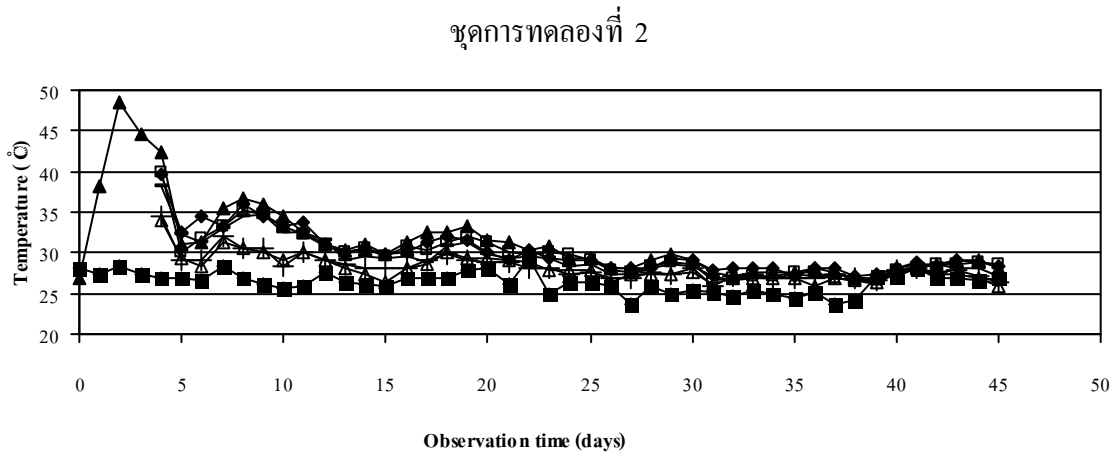
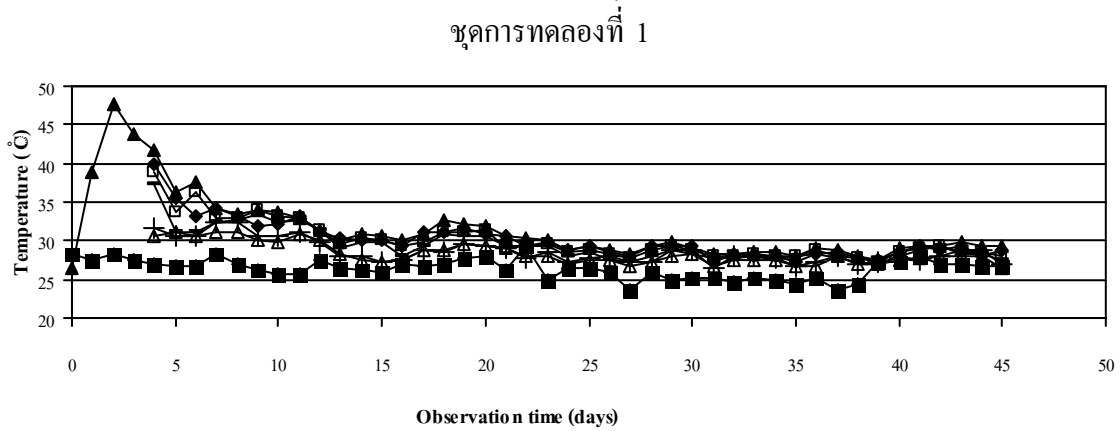
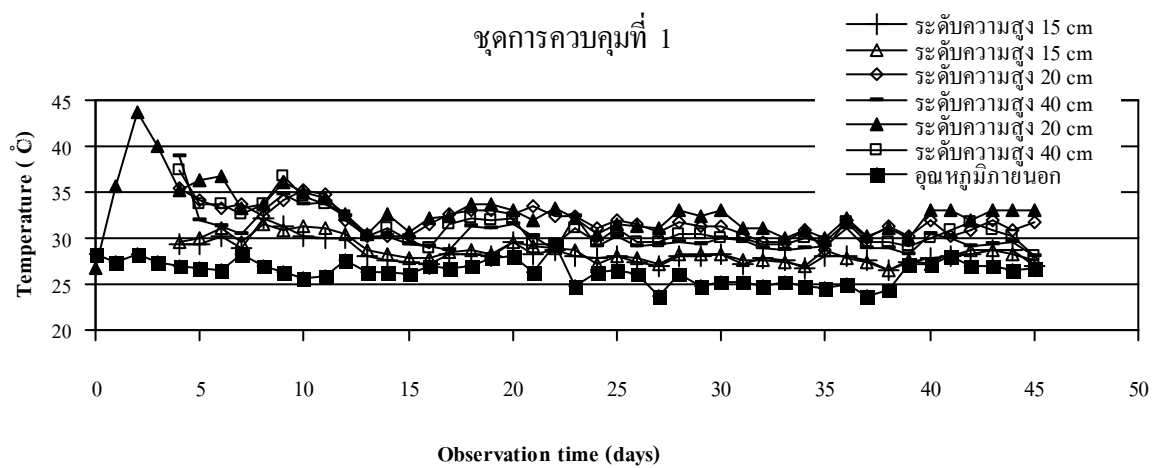
จากการศึกษาการหมักทำปุ๋ยจะมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามระดับความสูงโดยมีการแบ่งการวัด เป็น 3 จุด ของกองปุ๋ยหมัก โดยจะวัดตามระดับความสูง 15 cm 20 cm 40 cm จากระดับผิวล่างสุดของกองปุ๋ยหมัก แสดงดังรูปที่ 2 พบว่าทุกชุดการทดลอง ณ ระดับความสูงที่ 20 cm (จุดกึ่งกลางของกองปุ๋ย) จะมีอุณหภูมิสูงกว่าจุดอื่นๆ ทุกชุดการทดลองของการหมักปุ๋ยจะมีอุณหภูมิในช่วงวันที่ 2 ของการหมักทำปุ๋ยมีค่าสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส (ยกเว้นชุดควบคุมที่ 2 ซึ่งเป็นกากชี้แบ่ง) และเข้าสู่ thermophilic phase (อุณหภูมิมากกว่า 35 องศาเซลเซียส) อย่างรวดเร็ว ด้วยเกิดจากปฏิกิริยาย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ ซึ่งระดับอุณหภูมิในช่วงเริ่มต้นการหมักปุ๋ย มีแนวโน้มของการ

ตารางที่ 11. ลักษณะทางกายภาพและเคมีของของเสียจากโรงงานยางแท่งSTR20, โรงงานน้ำยางข้นและชี้จากโรงงานที่ใช้ในการทดลองหมักทำปุ๋ย

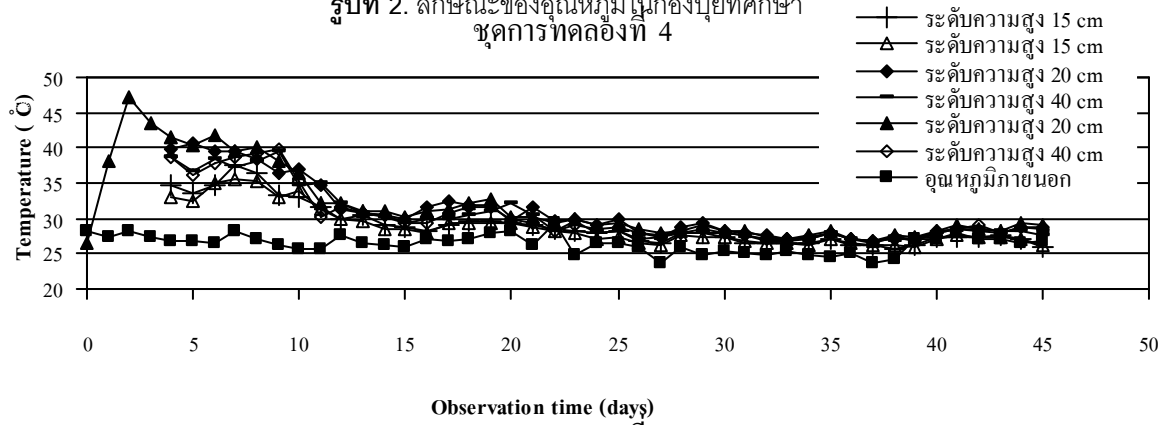
พารามิเตอร์	ตัวอย่าง			
	กากตะกอน ยางแท่งSTR 20	กากชี้แบ่งจาก อุตสาหกรรม น้ำยางข้น	น้ำเสียจาก ยางสกิม	ชี้ได้จาก โรงงาน
ความหนาแน่น (kg/m ³ , wet weight)	650.72	1,185.76	-	845
สี	สีน้ำตาล	ขาวอมเหลือง	เหลืองอ่อนหรือขาวขุ่น	ดำเทา
กลิ่น	ไม่มีกลิ่น	มีกลิ่นแอมโมเนีย	มีกลิ่นกรดกำมะถัน	ไม่มีกลิ่น
ความชื้น (%)	33.6	34.4	-	14.84
TS (%)	66.4	65.6	-	85.16
pH	7.54	9.19	2.42	12.54
VS (% dry weight)	69.95	60.40	-	-
Ash (% dry weight)	30.05	39.60	-	-
TN (% dry weight)	0.02	4.15	3,276 mg/L	-
TP (% dry weight)	0.23	6.12	-	0.61
TK (% dry weight)	0.03	0.29	-	10.41
Zn (% dry weight)	0.003	0.14	-	0.05
Mg (% dry weight)	0.29	1.85	-	0.20
COD (mg/L)	-	-	5,333	-

เปลี่ยนแปลง อุณหภูมิไปในทิศทางเดียวกันตลอดระยะเวลาในการหมัก โดยค่าอุณหภูมิเฉลี่ยเริ่มต้นของทุกชุดการทดลองอยู่ในช่วง 26.4 – 27.0 องศาเซลเซียส ชุดทดลองส่วนใหญ่มีอุณหภูมิสูงที่สุดมีค่าอยู่ระหว่าง 36.3 – 48.9 องศาเซลเซียส หลังจากระยะ thermophilic phase (อุณหภูมิมากกว่า 35 °C) ทุกชุดการทดลองจะเข้าสู่ช่วง cooling phase หรือ maturation phase ซึ่งจะมีอุณหภูมิต่ำลงเรื่อยๆ ระยะเวลาของ thermophilic phase จัดเป็นช่วงที่มีการย่อยสลายในกองปุ๋ยหมักมากที่สุด ซึ่งแต่ละชุดทดลองมีระยะ thermophilic phase ดังแสดงในตารางที่ 12 สำหรับในชุดควบคุม2 ซึ่งเป็นกากชี้แบ่งอย่างเดียว พบว่ามีปฏิกิริยาที่ต่ำกว่าโดย มีอุณหภูมิที่สูงในช่วง 30-35°C

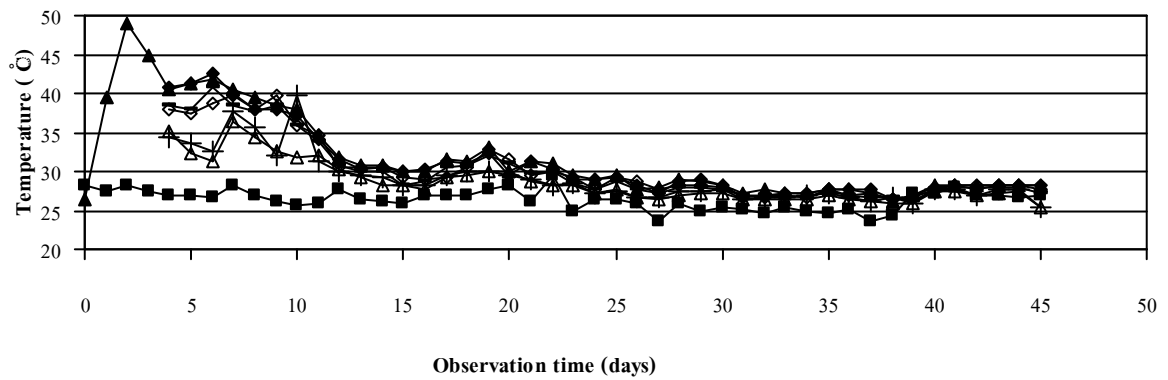
ความร้อนที่สูงขึ้นก็เป็นผลให้มีการสูญเสียความชื้นเกิดขึ้นด้วย ซึ่งความชื้นจะมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิภายในกองปุ๋ย ซึ่งต้องมีการควบคุมปริมาณความชื้นให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม ซึ่งความชื้นที่เหมาะสมในการย่อยสลายของจุลินทรีย์ คือ 50-60 % โดยจะเป็นช่วงที่ทำให้เกิดการย่อยสลายที่สูงสุด (นภารัตน์, 2544) การหมักปุ๋ยในครั้งนี้นิพยายามีการควบคุมความชื้นให้อยู่ในช่วง 50 – 60% โดยพบว่าการควบคุมความชื้นตลอดระยะเวลาการหมักของ 8 ชุดการทดลองจะมีปริมาณความชื้นโดยเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 47.38 – 57.99 % ดังตารางที่ 12 ทั้งนี้พบว่าชุดการทดลองที่มีกากตะกอนSTR20 จะปรับความชื้นได้ยากกว่าเพราะไม่อุ้มน้ำ ซึ่งต่างจากชุดควบคุมที่2ที่เป็นกากชี้แบ่งที่อุ้มน้ำได้ดีกว่า จึงทำให้มีความชื้นสูงกว่า และค่าความเป็นกรด-ด่างภายในกองปุ๋ยมีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตหรือการทำการกิจกรรมของจุลินทรีย์ โดยในช่วง 5 วันแรกของการหมัก ระดับความเป็นกรด-ด่างจะอยู่ในช่วง 7.56 – 9.93 และในช่วงหลังของปฏิกิริยา



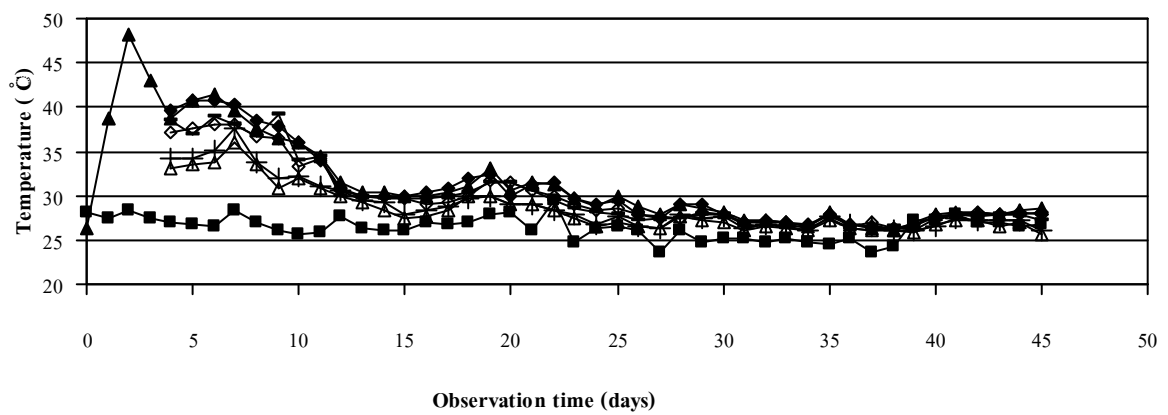
รูปที่ 2. ลักษณะของอุณหภูมิในกองปุ๋ยที่ศึกษา
ชุดการทดลองที่ 4



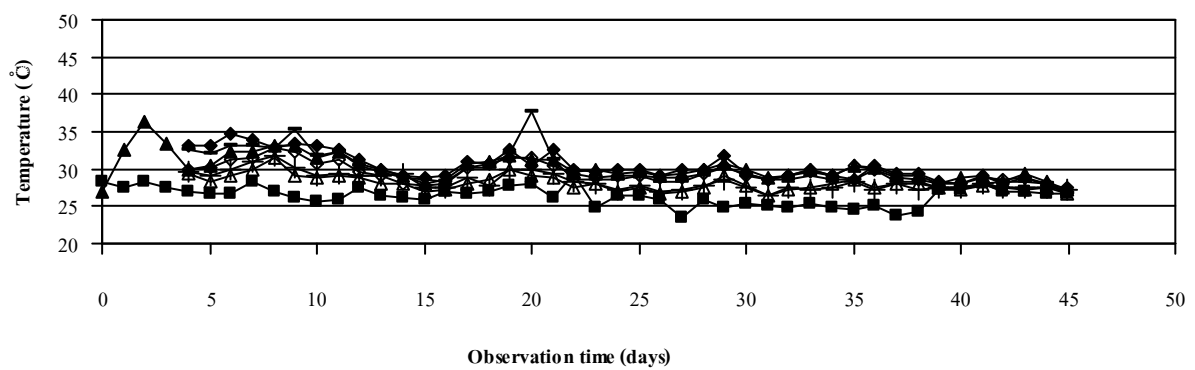
ชุดการทดลองที่ 5



ชุดการทดลองที่ 6



ชุดการควบคุมที่ 2



รูปที่ 2. ลักษณะของอุณหภูมิในกองปุ๋ยที่ศึกษา (ต่อ)

การหมักทั้ง 8 ชุดการทดลอง ระดับความเป็นกรด - ด่างจะลดต่ำลงจนเข้าสู่สภาวะที่เป็นกลาง โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 7.03-7.65 ดังตารางที่ 12

3.2.2 ค่า VS และ ash

ปริมาณของแข็งระเหยจะเป็นตัวบ่งบอกถึงปริมาณสารอินทรีย์ที่อยู่ภายในกองปุ๋ยที่หมัก ในการหมักทำปุ๋ยของชุดการทดลองทั้ง 8 ชุด มีค่าของแข็งระเหยเริ่มต้นอยู่ในช่วง 50.45 – 69.08 % dry wt. โดยที่ชุดการทดลอง C1 (กากตะกอนSTR 20) มีปริมาณของแข็งระเหยเริ่มต้นสูงกว่าชุดการทดลองอื่นๆ จากนั้นปริมาณของแข็งระเหยเริ่มลดลง

ตารางที่ 12. อุณหภูมิ ความชื้น และพีเอชในกองหมักปุ๋ยที่ศึกษา

ชุดการทดลอง	อัตราส่วนผสม	อุณหภูมิ		ความชื้น (%)		pH	
		ระยะเวลา Thermo philic phase (วัน)	ค่าต่ำสุด- สูงสุด (°C)	ค่าต่ำสุด- สูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด- สูงสุด	ค่าเฉลี่ย
C1	กากตะกอนSTR 20 ไม่เติม seeding	11	26.8-43.7	40-51	47.38	6.43-7.98	7.23
T1	กากตะกอนSTR 20 : กากขี้เถ้า : ขี้เถ้า = 1:0.25:0.1 ไม่เติม seeding	7	26.5-47.8	40-55	49.49	7.13-9.58	8.56
T2	กากตะกอนSTR 20 : กากขี้เถ้า : ขี้เถ้า =1:0.25:0.1, เติมนม	9	26.7-48.5	38-55	50.27	7.12-9.59	8.59
T3	กากตะกอนSTR 20 : กากขี้เถ้า : ขี้เถ้า =1:0.25:0.1, เติมนม	11	26.17-48.0	40-54	48.81	7.33-9.93	8.79
T4	กากตะกอนSTR 20 : กากขี้เถ้า=1:0.25, ไม่ เติม seeding	11	26.4-47.2	40-53	48.85	6.49-8.67	7.75
T5	กากตะกอนSTR 20 : กากขี้เถ้า=1:0.25, เติมนม	11	26.4-48.9	38-54	49.20	6.9-8.53	7.72
T6	กากตะกอนSTR 20 : กากขี้เถ้า=1:0.25, เติมนม	11	26.4-48.3	37-52	48.85	6.75-8.57	7.83
C2	กากขี้เถ้า ไม่เติม seeding	11	27.0-36.3	34-65	57.99	7.03-8.83	8.20

เรื่อยๆ และเริ่มคงที่จนสิ้นสุดการทดลอง ซึ่งค่าของแข็งระเหยเมื่อสิ้นสุดการทดลองอยู่ในช่วง 44.32 -57.98% dry wt. ซึ่งแสดงดังตารางที่ 13 ส่วนถ้าจะมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงตรงข้ามกับของแข็งระเหย โดยจะมีค่าเพิ่มขึ้นและคงที่ โดยเมื่อสิ้นสุดการทดลองหมักทำปุ๋ย ปริมาณเถ้าอยู่ในช่วง 42.02- 55.68% dry wt. ดังตารางที่ 13

3.2.3 ค่า N, P และ K

ไนโตรเจนจัดได้ว่าเป็นธาตุอาหารหลัก ที่มีความจำเป็นในการเจริญเติบโตของพืชเป็นอย่างมาก จากการทดลองหมักทำปุ๋ยในช่วงเริ่มต้นของการทดลองทุกชุดการทดลองมีไนโตรเจนอยู่ในช่วง 0.4 - 4.33 % dry wt. ซึ่งชุดการทดลอง C1 (กากตะกอนSTR 20) มีปริมาณไนโตรเจนเริ่มต้นต่ำที่สุดเท่ากับ 0.4 % dry wt. และชุดควบคุมC2 (กากชี้แป้ง) มีปริมาณไนโตรเจนเริ่มต้นสูงสุด ค่าเฉลี่ยของชุดการทดลองทั้ง 8 ชุดการทดลองตลอดระยะเวลาการหมัก 45 วัน ค่าอยู่ในช่วง 0.2 - 3.65 % dry wt. และมีแนวโน้มว่าของปุ๋ยที่มีการเติมกากชี้แป้ง (ชุดการทดลอง T1-T6) จะมีค่าเฉลี่ยของไนโตรเจนมากกว่าชุดการทดลองที่ไม่ได้เติมกากชี้แป้ง และเมื่อหลังการหมักที่ 45 วันแล้วพบว่าค่าไนโตรเจนมีค่าลดลงจากเมื่อตอนเริ่มต้นหมักดังแสดงในตารางที่ 14 สำหรับค่าP และ K ในกองปุ๋ยหมักพบว่ามีแนวโน้มเช่นเดียวกับค่า N คือ

ตารางที่ 13. ปริมาณของแข็งระเหย และเถ้าในกองปุ๋ย

ชุดการทดลอง	อัตราส่วนผสม	VS (% TS)		Ash(%TS)	
		ค่าเริ่มต้น	ค่าสิ้นสุด	ค่าเริ่มต้น	ค่าสิ้นสุด
C1	กากตะกอนSTR 20 ไม่เติม seeding	69.08	47.74	30.92	52.26
T1	กากตะกอนSTR 20 : กากชี้แป้ง : ชี้เถ้า= 1:0.25:0.1 ไม่เติม seeding	54.67	50.94	45.33	49.06
T2	กากตะกอนSTR 20 : กากชี้แป้ง : ชี้เถ้า=1:0.25:0.1, เติม EM	55.90	51.46	44.10	48.54
T3	กากตะกอนSTR 20 : กากชี้แป้ง : ชี้เถ้า=1:0.25:0.1, เติม พด.1	54.27	52.35	45.73	47.65
T4	กากตะกอนSTR 20 : กากชี้แป้ง =1:0.25, ไม่เติม seeding	61.13	50.58	38.87	49.42
T5	กากตะกอนSTR 20 : กากชี้แป้ง =1:0.25, เติม EM	62.10	57.98	37.90	42.02
T6	กากตะกอนSTR 20 : กากชี้แป้ง =1:0.25, เติม พด.1	62.54	54.49	37.46	45.51
C2	กากชี้แป้ง ไม่เติม seeding	50.45	44.32	49.55	55.68

เมื่อหลังการหมักที่ 45 วันแล้วพบว่าPและ Kมีค่าลดลงจากเมื่อตอนเริ่มต้นหมัก โดยพบค่าเฉลี่ยของPตลอดระยะเวลาการหมัก 45 วันของทั้ง 8 ชุดการทดลองในช่วง0.2-6.52 % dry weight โดยชุดควบคุมที่เป็นกากตะกอน STR20 จะมีค่า P เฉลี่ยต่ำสุด และชุดควบคุมที่เป็นกากชี้แป้งมีค่า Pเฉลี่ยสูงสุด นอกจากนี้ พบว่าค่าเฉลี่ยของKตลอดระยะเวลาการหมัก 45

วันของทั้ง 8 ชุดการทดลองในช่วง 0.10-0.50 % dry weight โดยชุดทดลองที่มีการเติมขี้เถ้าจะมีค่า K เฉลี่ยสูงกว่าชุดทดลองที่ไม่มีการเติมขี้เถ้า (ชุดที่เติมขี้เถ้า (T1-T3) มีค่าเฉลี่ยของ K ในช่วง 0.18-0.50 % dry weight แต่ชุดที่ไม่เติมขี้เถ้า (T4-T6) มีค่าเฉลี่ยของ K ในช่วง 0.10-0.22 % dry weight ทั้งนี้ด้วยมูลเหตุคือขี้เถ้ามีค่า K สูง การเติมขี้เถ้าเสมือนเป็นการเพิ่มค่า K ในกองหมักปุ๋ย

3.2.4 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพอื่นๆ

ลักษณะทางกายภาพถือได้ว่าเป็นเครื่องชี้วัดความเสถียรภายในกองปุ๋ยอีกอย่างหนึ่ง ซึ่งจากการทดลองหมักทำปุ๋ย พบว่า ตลอดระยะเวลาหมัก 45 วัน ชุดการทดลองในการหมักปุ๋ยทั้ง 8 ชุดการทดลอง จะมีลักษณะทางกายภาพ

ตารางที่ 14. ค่า N, P และ K ในกองหมักปุ๋ยที่ศึกษา

ชุดการทดลอง	อัตราส่วนผสม	N (%)		P (%)		K (%)	
		ค่าเริ่มต้น-ค่าสิ้นสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าเริ่มต้น-ค่าสิ้นสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าเริ่มต้น-ค่าสิ้นสุด	ค่าเฉลี่ย
C1	กากตะกอนSTR 20 ไม่เติม seeding	0.4-0.12	0.20	0.25-0.14	0.20	0.03-0.09	0.10
T1	กากตะกอนSTR 20 : กาก แปร่ง : ขี้เถ้า = 1:0.25:0.1 ไม่เติม seeding	1.39-0.87	0.91	2.21-1.83	1.66	0.24-0.09	0.18
T2	กากตะกอนSTR 20 : กาก แปร่ง : ขี้เถ้า = 1:0.25:0.1, เติม EM	1.59-1.9	1.24	2.72-1.57	2.15	1.12-0.09	0.50
T3	กากตะกอนSTR 20 : กาก แปร่ง : ขี้เถ้า = 1:0.25:0.1, เติม พด.1	1.6-0.97	1.04	2.58-1.79	1.79	0.66-0.09	0.28
T4	กากตะกอนSTR 20 : กาก แปร่ง = 1:0.25, ไม่เติม seeding	1.67-0.53	1.03	3.06-2.03	1.65	0.39-0.13	0.22
T5	กากตะกอนSTR 20 : กาก แปร่ง = 1:0.25, เติม EM	1.96-1.09	1.38	3.84-1.15	2.15	0.13-0.07	0.10
T6	กากตะกอนSTR 20 : กาก แปร่ง = 1:0.25, เติม พด.1	1.21-0.62	0.95	2.32-1.32	1.91	0.30-0.08	0.15
C2	กากขี้แปร่ง ไม่เติม seeding	4.33-3.74	3.65	6.30-6.75	6.52	0.37-0.09	0.23

ที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น ลักษณะสี และลักษณะกลิ่น จากการสังเกต พบว่า เมื่อผ่านการหมักมาเป็นระยะเวลา 45 วัน กองปุ๋ยหมักที่ได้จะมีสีที่เปลี่ยนแปลงไป โดยจะมีสีน้ำตาลเข้มถึงน้ำตาลอมดำ ยกเว้นในชุดการควบคุมที่ 2 ซึ่งเป็นกากขี้แปร่งผสมน้ำเสียในช่วงแรกจะมีสีขาวอมเหลือง และเมื่อหมักไป จะพบว่าสีจะไม่เปลี่ยนไปจากเดิมมากนัก ในส่วนลักษณะทางกายภาพในเรื่องกลิ่นในช่วงเริ่มต้นของการหมักปุ๋ยในแต่ละชุดการทดลองจะมีกลิ่น ซึ่งสิ่งที่เกิดขึ้นจะเป็นกลิ่นจากน้ำ

เสียที่ใช้เดิม และกลิ่นของกากชี้แบ่งที่ใช้ผสมในกองปุ๋ย โดยชุดการควบคุมที่ 2 กากชี้แบ่งผสมน้ำเสียในช่วงแรกจะมีกลิ่นที่รุนแรงกว่าชุดการทดลองอื่นๆ แต่เมื่อหลังจากระยะเวลาการหมักผ่านไปสัก 10 วัน กลิ่นของปุ๋ยหมักแต่ละชุดก็จะมียกกลิ่นที่น้อยลง และไม่มีกลิ่นเมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยาการหมัก

3.2.5 ลักษณะทางชีวภาพของกองปุ๋ยหมัก

นอกจากคุณสมบัติทางกายภาพ อันได้แก่ อุณหภูมิ ลักษณะสี และกลิ่น ที่เป็นตัวชี้วัดการเกิดปฏิกิริยาที่เสถียรภายในกองปุ๋ยแล้ว ลักษณะทางชีวภาพก็จัดได้ว่ามีส่วนสำคัญในการชี้วัดการเกิดปฏิกิริยาเช่นกัน ซึ่งสามารถสังเกตได้จากไข่หรือตัวอ่อนของแมลงที่ปรากฏในกองปุ๋ย จากการสังเกตลักษณะทางชีวภาพของกองปุ๋ยที่ทดลองโดยการสังเกตด้วยสายตา ได้แก่ แมลงปีกแข็ง ปริมาณมด หนอน และแมลงตัวเล็กต่างๆ ซึ่งตลอดระยะเวลาการหมัก 45 วัน พบว่าในสองสัปดาห์แรกของปฏิกิริยาชุดการทดลองทั้ง 8 ชุด จะมีแมลงตัวเล็กๆ เกิดขึ้นในปริมาณที่มาก ในลักษณะของตัวไร รวมถึงจะมีหนอนและไข่ของแมลงปีกแข็งบางชนิดเกิดขึ้นภายในกองปุ๋ยด้วย และค่อยๆ ลดจำนวนลงเรื่อยๆ ตามระยะเวลาการหมัก โดยเมื่อการหมักเข้าสู่ปลายสัปดาห์ที่สาม-สี่ ซึ่งอุณหภูมิในกองปุ๋ยลดลงแล้ว พบว่าไม่พบแมลงขนาดเล็กดังกล่าวในทุกชุดทดลองทั้ง 8 ชุด (ชุดควบคุมที่เป็นกากตะกอนSTR20 จะพบว่าไม่มีแมลงน้อยกว่าชุดทดลองอื่นๆ) นอกจากนี้ในชุดควบคุมที่เป็นกากชี้แบ่ง พบว่าหลังการหมักได้สัก 3 สัปดาห์ ที่ผิวของกองวัสดุหมักจะพบมีสีเขียวเกิดขึ้นซึ่งเป็นสาหร่าย เจริญปกคลุมผิวหน้ากองเป็นจุดๆ และในการศึกษาได้มีการเก็บตัวอย่างในกองปุ๋ยหมักเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count: TPC) และปริมาณของ actinomycetes bacteria ดังแสดงในตารางที่ 15 โดยพบว่าในช่วงที่หมักในวันที่ 5 จะมีจำนวน TPC และ actinomycetes สูงกว่าเมื่อหมัก 21 วัน และจำนวน TPC จะสูงกว่า actinomycetes และตัวอย่างที่หมัก 21 วัน จะพบว่าตัวอย่างที่เติมสารเร่งพด.1 มีแนวโน้มที่จะมี actinomycetes สูงกว่าที่เติม EM กับที่ไม่ได้เติม seed

3.3 คุณลักษณะของปุ๋ยหมักที่ได้

จากการทดลองหมักทำปุ๋ยจากวัสดุกากตะกอนยางแ่ง STR 20 กากชี้แบ่งจากอุตสาหกรรมน้ำยางข้น และชี้เก่าจากโรงรมยาง ทั้ง 8 ชุดการทดลอง หลังระยะเวลา 45 วัน นำปุ๋ยหมักที่ได้มาวิเคราะห์ คือ

3.3.1 ลักษณะของปุ๋ยหมักที่ได้ภายหลังสิ้นสุดการทดลอง

เมื่อครบระยะเวลาการหมัก 45 วันแล้ว ตัวอย่างของปุ๋ยหมักที่ได้จะนำไปวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพและเคมี ซึ่งได้แก่ pH, ความชื้น, ขนาดปุ๋ย, ปริมาณหิน-กรวด, N, C/N, C, พร้อมทดสอบการย่อยสลายเสร็จสมบูรณ์ของปุ๋ย (germination index) โดยใช้วิธีการวิเคราะห์หลักตามคู่มือปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร (2551) ซึ่งผลที่ได้สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 16 โดยปุ๋ยหมักที่ได้มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานปุ๋ยหมักอินทรีย์ ปี 2548 ในตัวแปรดังต่อไปนี้ ปริมาณหิน-กรวด, pH, %P₂O₅, %K₂O และค่าการนำไฟฟ้า สูตรการหมัก T6 ให้ผลการทดสอบการย่อยสลายสมบูรณ์ของปุ๋ยสูงสุด รองลงมา คือ สูตรการหมัก T5

3.3.2 yield ปุ๋ยที่ได้

ตารางที่ 16 แสดงให้เห็นว่าปุ๋ยที่หมักได้เมื่อนำมาร่อนด้วย sieve ขนาด 12.5 X 12.5 มม.² ซึ่งเป็นขนาดมาตรฐานปุ๋ยหมัก พบว่าชุดควบคุมที่มีการใช้กากชี้แบ่งจะให้ค่าสัดส่วนของปุ๋ยที่หมักได้ที่มีขนาดเล็กกว่าขนาดดังกล่าวน้อยที่สุด ทั้งนี้เพราะกากชี้แบ่งมีการจับตัวเป็นก้อน อันนี้สามารถเพิ่ม yield ของปุ๋ยที่หมักได้โดยการบดปุ๋ยหมักที่ได้ให้มีขนาดเล็กลง อย่างไรก็ตามผลการศึกษาที่ได้พบว่าปุ๋ยที่หมักได้ กวาร์ร้อยละ 85 ของปุ๋ยจะให้ขนาดที่เป็นไปตามมาตรฐานปุ๋ยหมัก

4. ผลการทดสอบของปุ๋ยที่หมักได้กับการใช้ปลูกดอกดาวเรือง

วัสดุที่หมักได้มีการนำมาเติมลงในดินในอัตราส่วนที่แตกต่างกันเพื่อนำไปทดสอบกับการปลูกระยะดินที่ ใช้ทดลองมีคุณลักษณะทางกายภาพและเคมีดังนี้ เป็นดินร่วน สามารถอุ้มน้ำได้ดี โดยมี particle size ดังนี้ % sand เท่ากับ

69.08 % silt เท่ากับ 7.43 % clay เท่ากับ 23.49 pH เท่ากับ 7.64 ค่าการนำไฟฟ้า เท่ากับ 0.058 ms/cm Na เท่ากับ 10.4 mg/kg Ca เท่ากับ 7.32 % dry weight และ Mg เท่ากับ 0.503 % dry weight (สมทิพย์ ด้านธีรวิชัย, 2551) การทดลองได้เลือกทดสอบกับปุ๋ยที่หมักได้จากสูตร T1-T3 ทั้งนี้เนื่องจากเป็นชุดการทดลองที่ให้ธาตุอาหารพืช N,P,K สูงกว่า

ตารางที่ 15. ปริมาณ TPC และ actinomycetes ในกองปุ๋ย ในวันที่ 5 และ 21 ของการหมักปุ๋ย

ชุดการทดลอง	Total Plate Count (CFU/g wet wt.)		Actinomycetes bacteria (CFU/g wet wt.)	
	5 day composting	21 day composting	5 day composting	21 day composting
C1	7.0×10^6	4.1×10^6	3.8×10^6	1.8×10^5
T1	3.6×10^6	3.7×10^5	2.0×10^5	6.7×10^4
T2	1.6×10^6	5.1×10^5	5.6×10^5	6.5×10^4
T3	2.6×10^5	5.9×10^5	1.1×10^5	1.4×10^5
T4	3.5×10^6	8.1×10^5	3.1×10^6	5.9×10^4
T5	1.9×10^5	3.9×10^5	5.8×10^4	8.3×10^4
T6	6.3×10^6	3.9×10^5	2.1×10^5	9.2×10^4
C2	4.0×10^7	1.4×10^6	5.4×10^6	8.7×10^4

ตารางที่ 16. คุณลักษณะทางกายภาพและเคมี และการย่อยสลายเสริมสมบูรณ์ของปุ๋ยที่หมักได้จาก กากตะกอนยางพ่า STR 20 กากซีไ้ป้จากอุตสาหกรรมน้ำยางข้น และซีไ้จากโรงรมยาง ทั้ง 8 ชุดการทดลอง

ตัวอย่าง /ค่ามาตรฐาน	ความชื้น (%)	ขนาดปุ๋ย (%)	ปริมาณ หิน-กรวด	pH	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	C/N	VS %	Germination index	การนำไฟฟ้า
มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์	≤ 35 %	≤12.5×12.5 mm	≤ 2%	5.5-8.5	≥ 1.0%	≥ 0.5%	≥ 0.5%	≤ 20:1	≥ 35%	≥ 80%	≤ 10 dS/m
C1	25.81	100	0.64	7.25	0.12	0.49	2.52	221: 1	47.7	63.18	0.61
C2	45.41	77.16	2.19	7.03	3.74	14.74	2.67	7 : 1	44.3	68.22	0.95
T1	31.89	96.55	1.02	7.31	0.87	5.28	3.02	33 : 1	50.9	34.08	2.32
T2	39.25	92.69	1.07	7.12	1.90	4.79	2.59	15 : 1	51.46	28.70	1.65
T3	34.28	95.42	1.16	7.65	0.97	5.25	2.55	30 : 1	52.35	28.57	1.39
T4	35.59	84.17	0.40	7.61	0.53	5.56	2.40	53: 1	50.56	36.22	2.17
T5	36.58	84.57	0.78	6.90	1.09	3.37	2.32	30: 1	57.98	74.71	1.98
T6	26.93	92.39	0.28	7.63	0.62	4.54	2.24	49 : 1	54.5	83.48	1.79

4.1 การทดสอบโดยใช้ต้นกล้าดาวเรืองที่เพาะต้นกล้าเอง

ตารางที่ 17 แสดงความสูงเฉลี่ย อัตราการเพิ่มขึ้นของความสูง อัตราการรอด จำนวนดอก และขนาดดอกของต้นดอกดาวเรืองที่ศึกษา ผลการทดสอบปุ๋ยหมักที่ได้เพื่อใช้งานเป็นปุ๋ย โดยทดสอบกับดาวเรืองที่เพาะเอง จากการทดลองพบว่า เมื่อมีการใช้ปุ๋ยหมักในปริมาณสูงจะมีผลให้ต้นดอกดาวเรืองตาย แต่หากเติมในอัตราส่วน 0.5-1 ส่วนต่อดิน 10 ส่วน จะทำให้ต้นดอกดาวเรืองเติบโตได้ดีกว่าชุดควบคุมที่เป็นดินอย่างเดียว ชุดการทดลองที่ใช้ดินธรรมชาติผสมกับปุ๋ยจากชุดทดลอง T1 ในอัตราส่วน 10:0.5 พบว่ามีความสูงเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการปลูก 45 วันของดาวเรืองสูงสุด และในด้าน

จำนวนดอก อัตราการเพิ่มความสูง พบว่า ชุดการทดลองที่ใช้ดินธรรมชาติผสมกับปุ๋ยจากชุดทดลอง T2 ในอัตราส่วน 10:0.5 ให้ผลที่ดีที่สุด

4.2 การทดสอบโดยใช้ต้นกล้าดาวเรืองที่ซื้อจากร้านขายต้นไม้

ตารางที่ 18 แสดงความสูงเฉลี่ย อัตราการเพิ่มขึ้นของความสูง อัตราการรอด จำนวนดอก และขนาดดอกของต้นดอกดาวเรืองที่ศึกษา ผลการทดสอบปุ๋ยหมักที่ได้เพื่อใช้งานเป็นปุ๋ย โดยทดสอบกับดาวเรืองที่เป็นต้นกล้าที่ซื้อจากร้านขายต้นไม้ จะให้ผลที่คล้ายคลึงกับต้นกล้าที่เพาะเอง ซึ่งพบว่า เมื่อมีการใช้ปุ๋ยหมักในปริมาณสูงจะมีผลให้ต้นดอกดาวเรืองตาย แต่หากเติมในอัตราส่วน 0.5-1 ส่วนต่อดิน 10 ส่วน จะทำให้ต้นดอกดาวเรืองเติบโตได้และให้จำนวนดอกที่คล้ายคลึงกับ

ตารางที่ 17. ความสูงเฉลี่ย อัตราการเพิ่มขึ้นของความสูง อัตราการรอด จำนวนดอก และขนาดดอกของต้นดอกดาวเรืองที่ศึกษาซึ่งเป็นต้นกล้าที่เพาะเอง (ช่วง 40-45 วันหลังปลูก)

Code	ส่วนผสม	ความสูงเฉลี่ย mean $\pm$ SD (cm)	อัตราการเพิ่มขึ้นของความสูง (%) / วัน	จำนวนดอก	ขนาดดอก mean $\pm$ SD (cm)	อัตราการรอด (%)
1	ดิน	18.6 $\pm$ 15.9	3.34	1	4.5	60
2	ดิน+ปุ๋ยเคมี 15-15-15	26 $\pm$ 12.4	2.92	3	1.45 $\pm$ 0.4	80
3	ดิน+ ปุ๋ยหมักT1 = 1:2	-	-	-	-	0
4	ดิน+ ปุ๋ยหมักT2 = 1:2	-	-	-	-	0
5	ดิน+ ปุ๋ยหมักT3 = 1:2	-	-	-	-	0
6	ดิน+ ปุ๋ยหมักT1 = 2:1	-	-	-	-	0
7	ดิน+ ปุ๋ยหมักT2 = 2:1	-	-	-	-	0
8	ดิน+ ปุ๋ยหมักT3 = 2:1	-	-	-	-	0
9	ดิน+ ปุ๋ยหมักT1 = 10:1	34.1 $\pm$ 15.9	4.63	2	1.25 $\pm$ 0.1	75
10	ดิน+ ปุ๋ยหมักT2 = 10:1	33.5 $\pm$ 8.5	4.69	4	0.60 $\pm$ 0.1	68.75
11	ดิน+ ปุ๋ยหมักT3 = 10:1	30.7 $\pm$ 19.7	3.79	2	1.20	100
12	ดิน+ ปุ๋ยหมักT1 = 10:0.5	42.6 $\pm$ 3.1	3.69	3	1.03 $\pm$ 0.4	100
13	ดิน+ ปุ๋ยหมักT2 = 10:0.5	38.0 $\pm$ 7.4	4.00	5	1.07 $\pm$ 0.8	93.75
14	ดิน+ ปุ๋ยหมักT3 = 10:0.5	37.0	2.47	2	0.95 $\pm$ 0.4	66.67

ชุดควบคุมที่มีการเติมปุ๋ยเคมี หนึ่งในด้านผลของอัตราการเพิ่มความสูงนั้นจะเห็นว่าส่วนใหญ่ชุดการทดลองที่มีการใช้ปุ๋ยหมักจะให้ผลดีกว่าชุดควบคุม แต่ผลในด้านความสูงเฉลี่ย อัตราการให้ดอกและขนาดดอก ข้อมูลไม่ได้แสดงให้เห็นผลที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะต้นกล้าที่นำมาจากร้านค้าส่วนใหญ่อาจมีการเติมปุ๋ยเคมีมาก่อนแล้ว จึงทำให้ผลที่ไม่แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของข้อมูลดังกล่าวที่เด่นชัด เหมือนกับต้นกล้าที่เพาะเอง อนึ่งสำหรับรูปแสดงถึงการทดลองปลูกดอกดาวเรืองได้แสดงในภาคผนวก

4.3 การสะสมของ Zn ในต้นดอกดาวเรืองและการสะสมในดิน

ตารางที่ 19 แสดงค่า Zn ที่สะสมในต้นดอกดาวเรืองที่ปลูกในตัวอย่างดินที่มีการเติมปุ๋ยหมักที่หมักได้นานประมาณ 40-45 วันและค่า Zn ที่สะสมในดินก่อนและหลังปลูก พบว่าค่า Zn ในดินหลังปลูกจะมีค่าที่น้อยกว่าดินก่อนปลูก และ Zn ในต้นดอกดาวเรืองที่ปลูกในดินที่มีการเติมปุ๋ยเคมีจะมีค่าสูงสุด ในขณะที่ต้นดาวเรืองที่ปลูกโดยใช้ดินที่มีการเติมปุ๋ยหมักที่ได้จากการหมักกากของเสียจากอุตสาหกรรมยางพารามีค่าค่อนข้างต่ำ โดยมีค่าเพียง 0.0003-0.0008% น้ำหนักแห้ง

ตารางที่ 18. ความสูงเฉลี่ย อัตราการเพิ่มขึ้นของความสูง อัตราการรอด จำนวนดอก และขนาดดอกของต้นดอกดาวเรือง ที่ศึกษาซึ่งเป็นต้นกล้าที่ซื้อมา (ช่วง 40-45 วันหลังปลูก)

Code	ส่วนผสม	ความสูงเฉลี่ย mean $\pm$ SD (cm)	อัตราการเพิ่มขึ้นของความสูง (%)/วัน	จำนวนดอก	ขนาดดอก mean $\pm$ SD (cm)	อัตราการรอด (%)
1	ดิน	17.67 $\pm$ 3.3	0.45	22	2.69 $\pm$ 2.49	100
2	ดิน+ปุ๋ยเคมี 15-15-15	17.67 $\pm$ 3.3	0.54	28	2.84 $\pm$ 2.93	100
3	ดิน+ ปุ๋ยหมักT1 = 1:2	-	-	-	-	-
4	ดิน+ ปุ๋ยหมักT2 = 1:2	-	-	-	-	-
5	ดิน+ ปุ๋ยหมักT3 = 1:2	-	-	-	-	-
6	ดิน+ ปุ๋ยหมักT1 = 2:1	-	-	-	-	-
7	ดิน+ ปุ๋ยหมักT2 = 2:1	-	-	-	-	-
8	ดิน+ ปุ๋ยหมักT3 = 2:1	-	-	-	-	-
9	ดิน+ ปุ๋ยหมักT1 = 10:1	17.67 $\pm$ 20	0.52	23	2.15 $\pm$ 2.26	100
10	ดิน+ ปุ๋ยหมักT2 = 10:1	17 $\pm$ 0.7	0.21	20	2.28 $\pm$ 2.16	100
11	ดิน+ ปุ๋ยหมักT3 = 10:1	17.43 $\pm$ 2.4	0.72	15	2.70 $\pm$ 2.60	100
12	ดิน+ ปุ๋ยหมักT1 = 10:0.5	18.25 $\pm$ 1.8	0.59	21	3.05 $\pm$ 3.09	66.67
13	ดิน+ ปุ๋ยหมักT2 = 10:0.5	16.8 $\pm$ 2.0	0.62	17	2.84 $\pm$ 2.89	100
14	ดิน+ ปุ๋ยหมักT3 = 10:0.5	17.75 $\pm$ 1.5	0.66	20	2.9 $\pm$ 2.9	100

ตารางที่ 19. ค่า Zn ในดินก่อนและหลังปลูก และ Zn ในต้นดอกดาวเรือง

code	สัดส่วนการทดสอบ	Zn ในดินก่อนปลูก (% dry wt.)	Zn ในดินหลังปลูก (% dry wt.)	Zn ในต้นดอกดาวเรือง (% dry wt.)
1	ดิน	0.030	0.007	0.00062
2	ดิน+ปุ๋ยเคมี 15-15-15	ND	0.007	0.0033
3	ดิน+ ปุ๋ยหมักT1 = 1:2	0.029	0.003	-

4	ดิน+ ปุ๋ยหมักT2 = 1:2	0.029	0.002	-
5	ดิน+ ปุ๋ยหมักT3 = 1:2	0.018	0.003	-
6	ดิน+ ปุ๋ยหมักT1 = 2:1	0.007	0.002	-
7	ดิน+ ปุ๋ยหมักT2 = 2:1	0.009	0.0001	-
8	ดิน+ ปุ๋ยหมักT3 = 2:1	0.012	0.003	-
9	ดิน+ ปุ๋ยหมักT1 = 10:1	0.002	0.0007	0.0008
10	ดิน+ ปุ๋ยหมักT2 = 10:1	0.004	0.0005	0.0008
11	ดิน+ ปุ๋ยหมักT3 = 10:1	0.004	0.0006	0.0007
12	ดิน+ ปุ๋ยหมักT1 = 10:0.5	0.002	0.0005	0.0003
13	ดิน+ ปุ๋ยหมักT2 = 10:0.5	0.001	0.0002	0.0004
14	ดิน+ ปุ๋ยหมักT3 = 10:0.5	0.001	0.00004	0.0004

Note: -ไม่ได้วิเคราะห์เนื่องจากต้นดาวเรืองตาย

5. การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

การประเมินค่าใช้จ่ายและผลตอบแทนในการนำกากชี้แป้งและน้ำเสียจากอุตสาหกรรมน้ำยางข้น กากตะกอนยางแท่ง STR 20 และชี้เถ้าจากโรงรมยางมาใช้ประโยชน์ในการทำเป็นปุ๋ย โดยพิจารณาเปรียบเทียบถึงค่าใช้จ่ายในการใช้กากชี้แป้ง กากตะกอน น้ำเสีย และชี้เถ้า ในการทำปุ๋ยหมักเพื่อเทียบกับปุ๋ยที่ขายตามท้องตลาด ทั้งนี้จะเน้นการประเมินและคำนวณในเบื้องต้น โดยคำนึงถึงค่าใช้จ่ายในการดำเนินการที่สามารถวิเคราะห์ได้เท่านั้น (ไม่รวมค่าใช้จ่ายในการลงทุนอุปกรณ์ต่างๆ) โดยทำการคำนวณจากชุดการทดลองที่T2 (กากตะกอนSTR 20 : กากชี้แป้ง: ชี้เถ้า อัตราส่วน 1:0.25:0.1, และเติม EM) ซึ่งเป็นชุดการทดลองที่ให้ปริมาณธาตุอาหาร (N)สูงกว่าชุดการทดลองอื่นๆ และให้ค่า C/N ต่ำสุด สามารถคำนวณค่าใช้จ่ายในการดำเนินการซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจะมาจากค่าใช้จ่ายในส่วนของแรงงานคน 3 คนในดูแลระบบและการบดย่อยกากชี้แป้งสดจำนวน 750กิโลกรัม โดยใช้เวลารวมทั้งสิ้น 3วัน ค่าแรงงานวันละ 150บาทต่อคน ใช้หมักในโรง และไม่ได้คิดค่าใช้จ่ายในส่วนของน้ำประปาที่ใช้ควบคุมความชื้นในกองปุ๋ย, กากชี้แป้ง, น้ำเสีย, กากตะกอน, ชี้เถ้า และหัวเชื้อที่ใช้เติมในการหมักปุ๋ย เนื่องจากใช้วัสดุดังกล่าวนี้ และบางอย่างไม่มีต้นทุนหากคิดเป็นของเสียที่ได้มาเปล่า และเมื่อหมักเสร็จจะได้ปุ๋ยหมักที่มาจากส่วนของกากชี้แป้ง 690กิโลกรัม ดังนั้นทำให้ประเมินได้ว่ามีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการทั้งหมดของการผลิตปุ๋ยหมักดังกล่าว เท่ากับ 1.96 บาท/กิโลกรัม และผลจากการทดลองในครั้งนี้จะเห็นได้ว่าปริมาณธาตุอาหาร (N,P,K) ของชุดการทดลองที่ 2 มีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานปุ๋ยหมัก (เกณฑ์มาตรฐาน N:P:K เท่ากับ 1:0.5:0.5) จึงอาจทำให้ราคาของปุ๋ยที่ได้จากการทดลอง มีราคาสูงกว่าปุ๋ยหมักตามท้องตลาด (3-4 บาทต่อกิโลกรัม) ซึ่งเมื่อทำการซื้อขายปุ๋ยหมักในราคา 3-4 บาทต่อกิโลกรัม สามารถประเมินได้ว่ามีกำไรประมาณ 1-2 บาทต่อกิโลกรัม

สรุปผล

1. ผลการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาของการใช้ประโยชน์กากของเสียจากอุตสาหกรรมยางพารา พบว่าส่วนใหญ่จะมุ่งศึกษาถึงการนำกากชี้แป้งมาใช้ประโยชน์จากกากชี้แป้ง โดยเน้นการใช้เป็นปุ๋ย และการศึกษาเพื่อใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆจะมีน้อยมาก

2. กากของเสียจากโรงงานน้ำยางข้นในรูปของกากชี้แป้งจะเป็นกากของเสียที่ให้ปริมาณธาตุอาหาร P สูง รองลงมาคือ N ส่วนกากชี้เถ้าจากโรงรมยางจะให้ธาตุอาหารหลักคือ K และกากตะกอนจากโรงงานยางแท่งSTR20 จะให้

สารอินทรีย์ และคุณสมบัติทางเคมีของกากชี้แบ่งจากจุดกำเนิดทั้งสามคือจากจุดพักน้ำยางสด จุดบ่มยางและการจับตัว ยางสกิม พบว่าไม่แตกต่างกันมากนัก

3.จากการทดลองหมักทำปุ๋ยด้วยของเสียจากโรงงานยางแท่ง STR 20 โรงงานน้ำยางข้นและโรงรมยาง โดยการ ใช้วิธีการหมักในราง เป็นระยะเวลา 45 วัน ให้ผลดังนี้

-ชุดการทดลอง T1 และT2 ซึ่งมีส่วนผสมของ กากตะกอนSTR 20 : กากชี้แห้ง: ชี้เก่า อัตราส่วน 1:0.25:0.1โดย ไม่เติม seed และเติม EM ตามลำดับ จะใช้เวลาในการหมักสั้นกว่าชุดการทดลองและชุดควบคุมอื่นๆ โดยใช้เวลาในการ หมักในช่วง thermophillic phase ต่ำกว่า 10 วัน

-ปุ๋ยหมักที่ได้มีคุณลักษณะทางกายภาพและเคมี ที่เป็นไปตามมาตรฐานปุ๋ยหมักอินทรีย์ ปี 2548 ในตัวแปร ดังต่อไปนี้ ปริมาณหิน-กรวด, pH, P_2O_5 (% dry wt.), K_2O (%) และค่าการนำไฟฟ้า

-การเติม seed โดยการใช้ EM และสารเร่งพด.1ไม่ได้ส่งผลในเรื่องการช่วยเร่งปฏิบัติการหมักปุ๋ยให้เร็วขึ้น และไม่ได้ส่งผลให้เกิดปุ๋ยหมักที่มีค่าการย่อยสลายสมบูรณ์ที่สูงกว่าเสมอไป รวมทั้งไม่ได้ส่งผลต่อการมีปริมาณของTPC และactinomycetesในกองปุ๋ยหมักที่สูงกว่าการไม่เติมseed ทั้งนี้การเติมน้ำเสียจากโรงงานน้ำยางข้นในขณะหมักปุ๋ยอาจ มีผลต่อการเป็นแหล่งของจุลินทรีย์ที่สำคัญในการหมักปุ๋ยเช่นเดียวกับที่มีการเติมseeding โดยการใช้ EM หรือ พด. 1

4. ผลการทดสอบศักยภาพในการใช้ปุ๋ยหมักจากกากของเสียโรงงานยางพาราเพื่อเป็นปุ๋ยโดยทดสอบกับต้นกล้า ดาวเรืองที่เพาะเองและดาวเรืองที่ซื้อจากร้านค้า พบว่า

-ปุ๋ยหมักจากของเสียของอุตสาหกรรมยางพาราเหมาะที่จะใช้ในการเป็นปุ๋ยโดยใช้เติมลงดินในอัตราการเติมของ ปุ๋ยหมักต่อดินในสัดส่วน 0.5-1ต่อดิน10ส่วน หากใช้มากกว่านี้ส่งผลให้ต้นดาวเรืองตายได้

-การใช้ต้นกล้าดาวเรืองจากที่เพาะเองจะให้ผลการทดสอบของการใช้ปุ๋ยหมักที่ให้ความแตกต่างที่ชัดเจนกว่าการใช้ต้นกล้าดาวเรืองจากที่ซื้อจากร้านค้า

-ไม่พบการสะสมของZnในดินและต้นดอกดาวเรืองที่ชัดเจนเมื่อมีการใช้ปุ๋ยหมักจากกากของเสียอุตสาหกรรม ยางพารา

ข้อเสนอแนะ

1.ข้อเสนอแนะการทำวิจัยต่อ

การวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในรายละเอียดต่าง ๆ ดังนี้

1. การหมักทำปุ๋ยจากของเสียอุตสาหกรรมยางร่วมกับของเสียจากอุตสาหกรรมเกษตรอื่นๆ
2. การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการสะสมของโลหะหนักในพืชที่ทดลองปลูกในระยะยาวที่เกิดจากผลกระทบของการ ใช้ปุ๋ยหมักจากกากของเสียอุตสาหกรรมยางพารา
3. การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการชะล้างของโลหะหนักหรือสารเคมีในหมักปุ๋ยที่ได้จากของเสียอุตสาหกรรม ยางพาราเพื่อดูถึงผลตกค้างหรือสะสมในดินและความเสี่ยงของการใช้งาน
4. การศึกษาวิจัยในการทดสอบความสามารถในการเป็นปุ๋ยโดยทดสอบกับไม้ประเภทยืนต้น

2.ข้อเสนอแนะของวิธีการที่ควรพัฒนาต่อยอดสู่ระดับอุตสาหกรรมหรือขยายผลสู่สังคม

1.การถ่ายทอดเทคโนโลยีของผลการวิจัยที่ได้สู่กลุ่มอุตสาหกรรมปุ๋ยหมักชุมชนในภาคใต้เพื่อให้เกิดการรับรู้ และเป็นประเด็นการพัฒนาทางเลือกของการผลิตปุ๋ยหมักโดยการใช้กากอุตสาหกรรมยางพาราในพื้นที่ต่อไป

2. การพัฒนาความรู้และงานวิจัยด้านการผลิตปุ๋ยหมักจากกากของเสียอุตสาหกรรมยางพาราร่วมกับกลุ่มอุตสาหกรรมปุ๋ยหมักชุมชนในภาคใต้เพื่อให้ได้ปุ๋ยหมักที่ผ่านมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ทุกตัวแปร

เอกสารอ้างอิง

เจตจรรย์ ศิริวงศ์, พรทิพย์ ศรีแดง สมทิพย์ ด่านธีรวิชัย และ พนาลี ชีวภิตาการ, 2552, **สถานภาพ ปัญหาอุปสรรค และโอกาสในการพัฒนาของอุตสาหกรรมหมักทำปุ๋ย : กรณีศึกษาของโครงการหนึ่งอำเภอหนึ่งโรงงาน ปุ๋ยของจังหวัดสงขลา**, เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติ ครั้งที่ 1, 23-24 เมษายน 2552, หน้า 84-93

เฉลิมพงศ์ อินทร์แก้ว, จารุวรรณ ไชยภักดี, ศกลวรรณ วรคทามาศ, อัษฎาภูมิ วงศ์ทอง, 2549, **ศักยภาพการนำสารอาหารในน้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางสกีมาใช้ประโยชน์**, โครงการงานนักศึกษาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (เทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม) คณะเทคโนโลยีและการจัดการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เขตการศึกษา สุราษฎร์ธานี

จิตรัทธ ภูประเสริฐ, พัทธรินทร์ สิริโสภา, และสารีนา มุขอ, 2551, **การใช้ประโยชน์จากกากตะกอนอุตสาหกรรมยางแท่ง STR20 และกากชี้แบ่ง และน้ำเสียจากอุตสาหกรรมน้ำยางข้นเพื่อหมักทำปุ๋ย**, รายงานโครงการงานนักศึกษา สาขาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีและการจัดการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ นนทบุรี ไวยเจริญ, 2544, **การทำปุ๋ยหมักของมูลฝอยจากตลาดสดในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์** นงนภัส สันตกิจ, 2550, **การใช้ประโยชน์กากชี้แบ่งจากอุตสาหกรรมน้ำยางข้นเพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารพืชในดินชุดคองหส์**, เอกสารโครงร่างวิทยานิพนธ์

นฤเทพ บุญเรืองขาว, 2550, **การติดตามตรวจสอบประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมจากอุตสาหกรรมยางพาราในภาคใต้ ตอนล่าง**, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ประวิทย์ ไตวัฒน์, 2550, **การใช้ประโยชน์กากชี้แบ่งจากอุตสาหกรรมผลิตน้ำยางข้นเพื่อเป็นวัสดุปรับปรุงดิน** พิศมัย ทองคงเหยา และ สุภรพรรณ จันทรหอม, 2549, **ศักยภาพการนำกลับมาใช้ประโยชน์ของเศษยางจากกระบวนการผลิตยางแท่ง STR20**, รายงานโครงการงานนักศึกษา สาขาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีและการจัดการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

วิภาพรรณ อุบล, วิไลรัตน์ ชีวะเศรษฐกรรม, สมพร ประเสริฐสงสกุล และ Jens Christian Tjell, 2550, **การใช้ประโยชน์กากอินทรีย์จากอุตสาหกรรมน้ำยางข้น แปรรูปสัตว์น้ำและน้ำมันปาล์มในการเตรียมวัสดุปลูกหญ้าสนาม**, เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาครั้งที่ 9, ขอนแก่น.

วราศรี เอกประสิทธิ์, 2543, **กากนากากชี้แบ่งจากอุตสาหกรรมน้ำยางข้นมาใช้ประโยชน์เพื่อการทำเป็นวัสดุบำรุงดิน**, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

วิไลรัตน์ ชีวะเศรษฐกรรม, 2551, **การใช้กากชี้แบ่งในการเตรียมวัสดุปลูกเสริมฟอสเฟตสำหรับปลูกยางพารา** สมทิพย์ ด่านธีรวิชัย, 2551, **การพัฒนาสู่ระดับอุตสาหกรรมเพื่อนำกากของเสียจากโรงงานน้ำยางข้นมาใช้ใหม่: กรณีศึกษาของกากชี้แบ่ง**, รายงานโครงการวิจัยฉบับสมบูรณ์ รหัสโครงการ 05011508

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2548, **การกำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ: ปุ๋ยหมัก (ออนไลน์)** สืบค้นจาก : <http://www.acfs.go.th>

สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร, 2548, **คู่มือการวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์**. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ควิกปริ้นท์ ออฟเซ็ท, กรุงเทพมหานคร

เสาวนีย์ ก่ออุดมกุลรังสี, วิไลรัตน์ ชีวะเศรษฐกรรม, ธนธรณ์ นวลปาน, ณัฐพงศ์ นิธิอุทัย, 2547, การศึกษาเบื้องต้น

เกี่ยวกับการเตรียมปุ๋ยเหลวจากกากซีเมนต์น้ำยางข้น, รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์เสนอต่อสกว.

เสาวนีย์ ก่ออุดมกุลรังสี, 2548, การนำกากซีเมนต์จากอุตสาหกรรมน้ำยางข้นมาใช้เป็นสารตัวเติมในน้ำยางธรรมชาติ และซีเมนต์ทำยางปูพื้น

เสาวนีย์ ก่ออุดมกุลรังสี, 2552, การแปรสภาพกากซีเมนต์โดยใช้จุลินทรีย์

AOAC, 1990, Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemists, 15th ed., USA: AOAC, Inc.

APHA, AWWA, and WEF., 2005, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18th ed. New York : American Public Health Association

Danteravanich, S., Yonglaoyoong, S., Sridang, P., and Wisunthorn, S., 2007, Survey of Current Environmental Aspects of STR20 Industry in Southern Thailand, Proceeding in Asian-Pacific Regional Conference on Practical Environmental Technology, 1-2 August 2007, Khon Khen, Thailand

ภาคผนวก



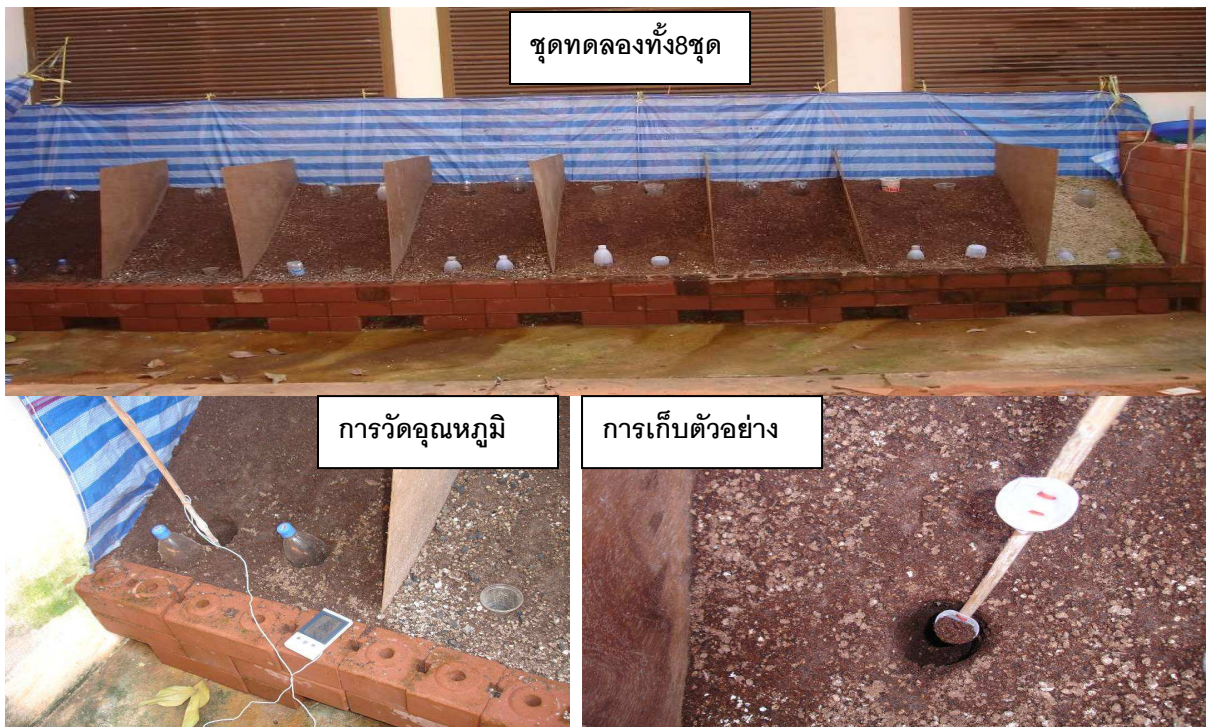
รูปที่ 1ก. ต้นกล้าดาวเรืองที่เพาะเอง



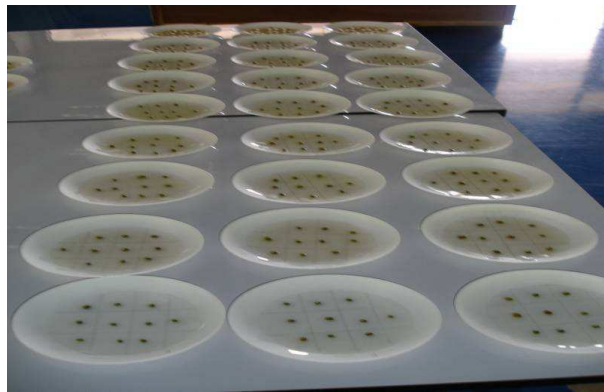
รูปที่ 2ก. ต้นกล้าดาวเรืองที่ซื้อจากร้านค้า



รูปที่ 3ก. ลักษณะการทดสอบการใช้ปุ๋ยหมักโดยการปลูกต้นดอกดาวเรือง



รูปที่ 4 ก. การหมักปุ๋ยของทั้ง 8 ชุดการทดลอง



รูปที่ 5ก. การทดสอบการย่อยสลายได้สมบูรณ์ของปุ๋ยหมัก

สรุปข้อคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิต่อโครงการ
“คุณลักษณะและศักยภาพการประยุกต์ใช้ปุ๋ยหมักจากของเสียโรงงานน้ำยางชั้น โรงงานยางแท่ง STR20 และโรงงานรมยาง”
สัญญาเลขที่ RDG5150038

ข้อคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ	ชี้แจงโดยนักวิจัย
<u>ความเห็นด้านการพิมพ์ (Editorial)</u> - Abstract บรรทัดที่2 ไม่ควรใช้คำว่า “recycle” ควรเป็น “using” เพราะไม่ได้ recycle กลับไปใช้ในโรงงาน - ตารางที่ 4.4 ควรระบุว่า ผลการศึกษาของ A ถึง E นั้น แต่ละรายการมี source (พื้นที่) การเก็บตัวอย่างคืออะไรบ้าง เพราะน่าจะเป็นปัจจัยของการมีค่าหลากหลาย	- ขอยืนยันใช้คำว่า recycle คงเดิม เนื่องจากต้องการสื่อสารว่าเป็นการนำกลับมาใช้ประโยชน์ในรูปปุ๋ยอินทรีย์ (...for recycle as organic fertilizer.) โดยความหมายของ recycle นั้นหมายถึงต้องมีการ process เพื่อเปลี่ยนรูปของวัสดุก่อน ซึ่งความหมายไม่ใช่ใช้ได้ทันทีหรือใช้โดยตรง ซึ่งต่างจากคำว่า use - เข้าใจว่าหมายถึงตารางที่ 4 ในหน้าที่ 9 (รายงานไม่มีตารางที่ 4.4) ซึ่งผู้วิจัยได้เพิ่มเติมข้อมูลของพื้นที่การเก็บตัวอย่างไว้แล้วโดยระบุได้ตารางที่ 4 ในหน้าที่9
<u>ข้อสังเกต</u> หน้า 14 มีข้อสังเกตว่า นักวิจัยสุ่มตัวแทนของตัวอย่างน้อยมาก เพราะมีเพียง 1 ตัวอย่างจากบริษัทวงศ์บัณฑิตทั้งที่โรงงานในจ.สุราษฎร์ธานีมีหลายแหล่ง ค่าต่างๆจึงมีความจำกัดมาก	ข้อมูลในหน้าที่14 แสดงถึงผลการศึกษาของข้อมูลลักษณะวัสดุของเสียที่ใช้ทดลองหมักทำปุ๋ย โดยนำมาจากโรงงานเดียวคือ โรงงานวงศ์บัณฑิต ซึ่งเป็นโรงงานที่มีของเสียทุกประเภทที่ต้องใช้สำหรับการศึกษาทดลองการหมักทำปุ๋ย ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าใช้ได้แล้วไม่จำเป็นต้องนำมาจากหลายโรงงาน การเก็บของเสียมาจากที่เดียวของโรงงานวงศ์บัณฑิตมาเพื่อใช้หมักทำปุ๋ยนั้นทำให้เกิดค่าใช้จ่ายที่มีประสิทธิภาพเนื่องจากไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการขนส่งหลายเที่ยวจากหลายโรงงานและอยู่ใกล้มหาวิทยาลัย และปริมาณที่ทำการเก็บตัวอย่างที่ใช้ในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยได้แสดงไว้ในหัวข้อ 3.1 หน้า4 ซึ่งจะเห็นว่าปริมาณของแต่ละตัวอย่างที่ใช้มีดังนี้ กากชีแบ่ง 2.5 m³ กากตะกอนยางแท่งSTR20 ประมาณ 6 m³ ชี้เก่า 1m³ และน้ำเสียจากยางสกิม 5m³ ซึ่งมีปริมาณมาก หนึ่งสำหรับค่าคุณสมบัติของของเสียที่ศึกษาของการวิจัยนี้นั้น ผู้วิจัยก็ได้ศึกษามากกว่า 1โรงงาน (ดูข้อมูลหน้า 3 หัวข้อ2 และหน้า 8-13 ที่เป็นข้อมูลคุณลักษณะของเสียจากโรงงานยางที่ศึกษา) โดยศึกษาจากโรงงานน้ำยางชั้น 10 โรงงาน โรงงานยางแท่งSTR20 2 โรงงานและโรงงานยางแผ่นรมควัน3โรงงาน ซึ่งเป็นโรงงานที่ตั้งอยู่ในจังหวัดสงขลาและสุราษฎร์ธานี จึงเห็นว่าค่าต่างๆที่ศึกษาได้ไม่ได้มีความจำกัดแต่อย่างใด