วศ
กม
อว 23

กรมวิทยาศาสตร์บริการ
ห้องสมุดกลาง
๑๓๖ พ.ร.บ. กรมวิทยาศาสตร์บริการ พ.ศ. 2540

เอกสารผลงานที่เสนอให้ประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง
นักวิทยาศาสตร์ 7 ว

เรื่องที่ 2

การศึกษาวิจัยเพื่อใช้ประโยชน์ของขยะมูลฝอย

ผู้ดำเนินงาน

นางทวีลักษณ์ อ้นองอาจ
นักวิทยาศาสตร์ 6ว
กลุ่มงานอนินทรีย์เคมีวิเคราะห์ 3

ผู้ร่วมดำเนินงาน

นางวรรณี อู่ไพบูรณ์
นักวิทยาศาสตร์ 5
กลุ่มงานเคมีวิเคราะห์เชิงฟิสิกส์

กองเคมี

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

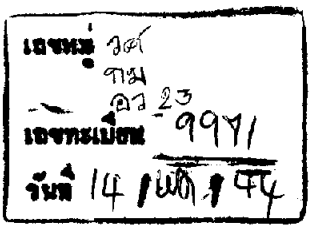
เอกสารผลงานที่เสนอให้ประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง
นักวิทยาศาสตร์ 7 ว

เรื่องที่ 2

การศึกษาวิจัยเพื่อใช้ประโยชน์ของขยะมูลฝอย

ผู้ดำเนินงาน

นางทวีลักษณ์ อ้นองอาจ
นักวิทยาศาสตร์ 6ว
กลุ่มงานอนินทรีย์เคมีวิเคราะห์ 3



ผู้ร่วมดำเนินงาน

นางวรรณี อู่ไพบูรณ์
นักวิทยาศาสตร์ 5
กลุ่มงานเคมีวิเคราะห์เชิงฟิสิกส์

กองเคมี

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

บทคัดย่อ

งานศึกษาวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์ตัวอย่างขยะมูลฝอยจากแหล่งต่าง ๆ ในจังหวัดยะลา รวม 10 ตัวอย่าง ตัวอย่างส่วนใหญ่ประกอบด้วยเศษกระดาษ ใบไม้ เศษไม้ ดิน ทรายละเอียด เชือก ไนล่อน พลาสติก ซึ่งแต่ละตัวอย่างจะมีองค์ประกอบแต่ละตัวมากน้อยต่างกัน โดยการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารหลัก 3 ตัว ที่กำหนดให้มีในปุ๋ยตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปุ๋ย (มอก.75-2527) คือ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ผลการศึกษาพบว่าตัวอย่างทั้งหมดมีปริมาณ N, P, K น้อยมากและค่าอัตราส่วนธาตุคาร์บอน ต่อธาตุไนโตรเจนสูงกว่า 20 ต่อ 1

ดังนั้นจึงได้ทำการวิเคราะห์ค่าความร้อน ปริมาณคาร์บอนและกำมะถัน เพื่อหาความเหมาะสมในการนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิง พบว่า มีค่าความร้อนอยู่ในช่วง 3034-4652 แคลอรี่/กรัม และปริมาณกำมะถัน ร้อยละ 0.09-0.16 ซึ่งใกล้เคียงกับถ่านหินชั้นคุณภาพลิกไนท์ สามารถนำไปทำเป็นเชื้อเพลิงได้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
สารบัญ	II
1. บทนำ	1
1.1 คำนำ	1
1.2 ปัญหาและที่มาของการศึกษาวิจัย	7
1.3 วัตถุประสงค์	7
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ	7
1.5 ระยะเวลาดำเนินการ	7
2. วัสดุ อุปกรณ์ วิธีการ	7
3. ผลการวิเคราะห์	14
4. วิจารณ์	14
5. สรุป	15
6. กิตติกรรมประกาศ	15
7. เอกสารอ้างอิง	16
8. ภาคผนวก	16
8.1 ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของขยะในเขตเทศบาลนครเชียงใหม่	17
8.2 ตารางที่ 2 ค่าปริมาณความร้อนของขยะชุมชน	18
8.3 ตารางที่3 แสดงปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยหมักชนิดต่าง ๆ	19
8.4 ตารางที่ 4 Classification of Coals by Rank[A]	20

1. บทนำ

1.1 คำนำ

ขยะมูลฝอยคือกากของเสียของเหลือใช้หรือสิ่งที่ไม่ต้องการ ขยะมูลฝอยจะเพิ่มมากขึ้นตามจำนวนของประชากร ซึ่งจะก่อให้เกิดปัญหาต่อสภาพแวดล้อมและจะมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม

ขยะหรือกากของเสีย อาจแบ่งได้เป็น 3 ประเภทคือ

1. ขยะชุมชนจากบ้านเรือน
2. กากของเสียจากอุตสาหกรรม
3. กากของเสียที่เป็นพิษ

ขยะชุมชนจะมีแหล่งที่มาจาก อาคารบ้านเรือน ภัตตาคาร ร้านค้า สถานที่ทำงาน ตลาดสด โรงแรม โรงพยาบาล สถานศึกษา เป็นต้น ส่วนใหญ่ประกอบไปด้วย เศษผัก ผลไม้ เศษอาหารที่เหลือจากการบริโภค กระดาษหรือวัสดุที่ทำจากเยื่อกระดาษ พลาสติกหรือวัสดุที่ทำจากพลาสติก เศษผ้า สิ่งทอต่าง ๆ เศษแก้ว เศษไม้ โลหะ หิน ดิน ทราย เปลือกหอย เศษกระดูก วัสดุและผลิตภัณฑ์ที่ทำจากยางและหนัง วัสดุอื่น ๆ เป็นต้น

ส่วนประกอบทางกายภาพของขยะชุมชนในเมืองใหญ่ ๆ ของประเทศไทย (ตารางที่ 1) ขยะเหล่านี้อาจแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มคือ

- ขยะมูลฝอยที่เผาไหม้ได้ ได้แก่ กระดาษ ผ้าหรือสิ่งทอ พลาสติก เศษไม้ เศษอาหาร ผัก ผลไม้
- ขยะมูลฝอยที่เผาไหม้ไม่ได้ ได้แก่ โลหะ แก้ว หิน กระเบื้อง เปลือกหอย

วิธีกำจัดขยะมูลฝอย

ขั้นตอนการกำจัดขยะมูลฝอย

- เก็บรวบรวมขยะมูลฝอย
- การขนส่งขยะมูลฝอย
- การกำจัดขยะมูลฝอย

การกำจัดขยะมูลฝอย มีหลายวิธี ได้แก่

1. วิธีการกองทิ้งบนพื้นดิน ให้ค่อย ๆ สลายตัวไปเอง วิธีนี้ทำได้ง่าย สะดวก เสียค่าใช้จ่ายน้อยแต่ไม่ถูกสุขลักษณะ ทำให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม

2. การนำไปทิ้งลงทะเล
3. การเผากลางแจ้ง
4. นำไปฝังกลบ
5. การนำไปทำปุ๋ย
6. การเผาในเตาเผา
7. การแปรสภาพขยะมูลฝอยเป็นพลังงาน

วิธีการกำจัดขยะที่ถูกสุขลักษณะและวิชาการ ได้แก่ การฝังกลบ การเผาในเตาเผา นอกจากนั้นการนำไปทำปุ๋ย การแปรสภาพเป็นพลังงาน เป็นวิธีกำจัดขยะที่ดีแล้วยังสามารถทำให้เกิดประโยชน์ขึ้นด้วย

การฝังกลบ ทำโดยนำขยะมูลฝอยมาเทลงในพื้นที่ ๆ เตรียมเอาไว้แล้วกลบด้วยดิน บดให้แน่นอีกครั้งหนึ่ง การฝังกลบไม่สร้างความรำคาญและเป็นอันตรายต่อสภาพแวดล้อม พื้นที่บางแห่งเมื่อถมเสร็จเรียบร้อยอาจนำไปใช้ประโยชน์อื่น ๆ เช่นทำเป็นสวนหย่อม สนามกีฬา เป็นต้น

การหมักทำปุ๋ย ใช้วิธีนำขยะมูลฝอยที่ส่วนมากเน่าเปื่อยได้ มาผ่านขบวนการบด หมัก ทำลายเพื่อให้เกิดการย่อยสลายตัว ขยะมูลฝอยที่ผ่านการหมักแล้วนำไปผึ่งต่อที่ลานผึ่งประมาณ 40-60 วัน เพื่อให้การย่อยสลายเป็นไปโดยสมบูรณ์ จากนั้นนำไปร่อนแยกส่วนที่จะใช้ทำปุ๋ยต่อไป

การเผาในเตาเผา สามารถทำลายขยะมูลฝอยได้เกือบทุกชนิด เตาเผามีหลายชนิดขึ้นอยู่กับลักษณะของขยะมูลฝอย ถ้าเป็นประเภทที่ติดไฟง่าย สามารถใช้เตาเผาชนิดที่ไม่ต้องใช้เชื้อเพลิงช่วย แต่ถ้าขยะมูลฝอยมีความชื้นมากกว่าร้อยละ 50 เตาเผาขยะต้องเป็นชนิดที่ใช้เชื้อเพลิงจำพวกน้ำมันเตาช่วยในการเผาไหม้ การเผาในเตาเผาใช้เนื้อที่น้อย ส่วนที่เหลือจากการเผาไหม้ เช่น ขี้เถ้า สามารถนำไปใช้ถมที่ดิน หรือใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้ การเผาขยะเป็นวิธีที่ใช้เทคโนโลยีและจำเป็นต้องนำมาใช้เพื่อให้รับกับปริมาณการเพิ่มของขยะชุมชน ซึ่งนับวันจะเพิ่มมากขึ้น การเผาขยะอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางกายภาพและเคมี ค่าความชื้น ความร้อน เมื่อการจุดเผาครั้งแรกแล้ว ขยะจะเป็นเชื้อเพลิงที่สามารถลุกไหม้ได้ด้วยตัวเองอย่างต่อเนื่อง แต่จะเป็นดังนี้ได้ ขยะควรมีค่าความร้อนไม่ต่ำกว่า 800 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ค่าความร้อนของขยะชุมชน (ตารางที่ 2)

การแปรสภาพขยะมูลฝอยเป็นพลังงาน โดยการนำขยะมูลฝอยที่ติดไฟได้มาทำเป็นเชื้อเพลิงสำหรับต้มน้ำหรือผลิตไอน้ำเพื่อหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า หรือใช้เป็นเชื้อเพลิงในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้

การนำขยะมูลฝอยกลับมาใช้ให้เป็นประโยชน์ โดยนำมาทำเป็นปุ๋ยหรือแปรสภาพให้เป็นพลังงานก็เป็นการสงวนทรัพยากรธรรมชาติไว้ได้อีกส่วนหนึ่ง

ปุ๋ยหมักอินทรีย์ ปุ๋ยหมักเป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่มนุษย์รู้จักคุ้นเคยและนำมาใช้บำรุงดินก่อนปุ๋ยเคมี ปุ๋ยชนิดนี้ได้เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติจากขบวนการผุพังและสลายตัวของชิ้นส่วนพืช ปุ๋ยหมักที่ดีนั้นต้องเป็นผงที่จำสภาพเดิมไม่ได้ สีค่อนข้างดำมีธาตุอาหารพืชครบถ้วน แต่มีปริมาณไม่มากนัก สิ่งสำคัญที่สุดต้องมีอัตราส่วนของคาร์บอน : ไนโตรเจน ตั้งแต่ 20 : 1 ถึง 11 : 1 และมีความชื้นร้อยละ 40-50

C/N ratio ของอินทรียวัตถุ C/N ratio เป็นอัตราส่วนระหว่างธาตุคาร์บอนและไนโตรเจนที่เป็นองค์ประกอบอยู่ในอินทรียวัตถุ ซึ่งอินทรียวัตถุต่างชนิดกันก็ย่อมมีธาตุทั้งสองนั้นเป็นองค์ประกอบในอัตราส่วนที่แตกต่างกันไป และจุลินทรีย์ดินที่ทำการย่อยอินทรียวัตถุนั้นก็ต้องการธาตุทั้งสองมาใช้ในการเสริมสร้างเซลด้วย และพบว่าอินทรียวัตถุที่มี C/N ratio แคบกว่าจะถูกย่อยสลายได้เร็วกว่าอินทรียวัตถุที่มี C/N ratio กว้างกว่าเมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมือนกัน

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำปุ๋ยหมัก

ส่วนมากใช้ของในไร่-นา เช่น

1. ซากพืช ได้แก่ ใบไม้ ผักตบชวา ข้าวฟ่าง หญ้าแห้ง ที่ถากทิ้งไว้ ลำต้น ถั่วต่าง ๆ สามารถใช้ได้ดี และทุกส่วนของพืชที่เก็บรวบรวมไว้ หากเป็นพวกลำต้น ข้าวโพด ใบและต้นมันสำปะหลัง กระดูกปอ (หลังจากลอกเอาเส้นใยออกแล้ว) ควรสับให้เป็นท่อนสั้น ๆ เพื่อช่วยให้เน่าเปื่อยเร็วขึ้น (ลำต้นที่แข็งหรือเป็นท่อนใหญ่ไม่ควรนำมาใช้)

2. ปุ๋ยไนโตรเจน การผุเปื่อยของซากพืชนั้น เกิดจากการทำงานของสิ่งที่มีชีวิตไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ซึ่งเราเรียกว่าจุลินทรีย์ในดิน จุลินทรีย์นี้มันจะทำลายย่อยซากของพืชให้เน่าเปื่อย โดยใช้เยื่อไม้เป็นพลังงานและใช้ธาตุไนโตรเจนเป็นอาหารของมันดังนั้นในการที่จะช่วยให้ปุ๋ยหมักเปื่อยสลายตัวได้เร็ว จึงต้องมีปุ๋ยไนโตรเจนช่วย ปุ๋ยไนโตรเจนนี้อาจจะได้จากสิ่งใดสิ่งหนึ่งดังต่อไปนี้คือ

ก. ปุ๋ยคอก ซึ่งได้จากมูลของวัว ควาย หมู เป็ด ไก่ ค้างคาว เป็นต้น

ข. ปัสสาวะของคนและสัตว์

ค. เลือดแห้ง กากเมล็ดนุ่น กากถั่ว

ง. ซากพืชตระกูลถั่วต่าง ๆ

จ. แอมโมเนียมซัลเฟต (21% ไนโตรเจน) 25 กก.

ยูเรีย (45%ไนโตรเจน) 12 กก. ปุ๋ยผสมสูตร 16-20-0 หรือ 14-14-14 เลือกใช้ปุ๋ยดังกล่าวข้างต้นนี้อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างก็ได้ 25 กิโลกรัมกับซากพืชหนัก 1 ตัน แต่ถ้าใช้แอมโมเนียมซัลเฟตจะต้องแก้ความเป็นกรดที่จะเกิดขึ้นด้วยปูนขาวปันละเอียดหนัก 32 กิโลกรัม ใส่ลงไปด้วย

ฉ. ดินร่วนละเอียดพอควร ยิ่งถ้าเป็นหน้าดินด้วยยิ่งดี

3. อุปกรณ์อื่น ๆ เช่น จอบ พลั่ว ถัง บัวรดน้ำ หรือถังน้ำ ปุ๋งกี๋ เป็นต้น

การทำปุ๋ยหมัก การเตรียมสถานที่หมักปุ๋ย เลือกที่อยู่ไม่ห่างไกลจากบ้านและบริเวณไร่-นา-สวน ไม่ห่างไกลจากบ่อน้ำมากนัก และควรจะเป็นที่ดอนใช้เนื้อที่ไม่มากนัก

การกองปุ๋ยหมัก ทำได้หลายแบบ คือ

1. กองในหลุม ขุดหลุมขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 1 เมตร ลึก 1 เมตร การขุดหลุมให้ลึกครึ่งเมตร และใช้ไม้ดามที่ปากหลุมและนำดินที่ขุดได้พูนปากหลุม รวมแล้วให้ลึกลงไป 1 เมตร การที่ใช้ไม้ดามไว้เพื่อป้องกันไม่ให้ดินพังทลายลงไปในหลุม ควรมีทางระบายน้ำด้วย

2. กองในคอก ปรับดินบริเวณที่จะกองปุ๋ยหมักให้แน่นเพื่อป้องกันการสูญเสียปุ๋ยที่จะไหลซึมลงไปในดิน ใช้ไม้ไผ่หรือไม้ที่หาได้ง่ายในแต่ละท้องถิ่น กั้นเป็นคอก ขนาดกว้าง 2 เมตร ยาว 4 เมตร สูง 1 เมตร แบ่งคอกออกเป็น 2 ส่วน ครึ่งหนึ่งใช้เป็นที่หมักปุ๋ย แล้วทำหลังคาง่าย ๆ โดยใช้ใบจากหรือใบมะพร้าวคลุมคอกดังกล่าวไว้ หรืออาจจะใช้ผ้าพลาสติกเก่า ๆ ปิดทับไว้เพื่อป้องกันฝนชะล้างปุ๋ย

3. กองใส่ท่อซีเมนต์ อาจจะใช้แบบวงกลม ขนาดแล้วแต่ความเหมาะสมและปริมาณซากพืชที่มีอยู่ แต่แบบที่แนะนำให้แก่แม่บ้านคือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร สูง 40 เซนติเมตร 2 ท่อซ้อนกัน ยาด้วยซีเมนต์ให้ติดกัน รวมแล้วสูง 80 เซนติเมตร กองไว้มุมใดมุมหนึ่งของบ้านก็ได้ไม่เกะกะ

วิธีกองปุ๋ยหมัก การกองซากพืชที่เตรียมไว้ในคอกที่จัดทำไว้แล้วนั้น (จำนวนชั้นและขนาดของชั้นอยู่กับความสูงของคอกปุ๋ยหมัก) ให้ทำดังนี้

นำซากพืชที่เตรียมไว้กองเกลี่ยในคอกให้เป็นชั้น แล้วเหยียบตามขอบให้แน่นขนาดคนเหยียบแล้วไม่ยุบอีก ให้มีความสูงประมาณหนึ่งคืบครึ่ง (30 เซนติเมตร) รดน้ำให้ชุ่ม แล้วเอาปุ๋ยคอกมาโรยทับให้ทั่วถึงกันสูงประมาณ 2 องคุลี (5 เซนติเมตร) ถ้าใช้ปุ๋ยเคมีด้วยให้โรยบาง ๆ ให้ทั่วแล้วทับด้วยดินละเอียดหนาประมาณ 1 องคุลี (2.5 เซนติเมตร) แล้วสลับด้วยซากพืช และรดน้ำให้ชุ่ม ทำเช่นนี้เรื่อยไปจนเต็มคอก หรืออาจใช้ปัสสาวะละลายน้ำรดได้ยิ่งดี

ข้อควรทราบในการทำปุ๋ยหมัก

1. การกองปุ๋ยหมักในหลุมดิน ระวังอย่าให้มีน้ำขัง เพราะว่าทำให้เกิดการเน่า (decay) และเชื้อจุลินทรีย์จะตายหมด ทำให้ได้ปุ๋ยหมักคุณภาพไม่ดี ควรทำทางระบายน้ำไว้ด้วย

2. การกองปุ๋ยหมักที่มีขนาดของกองใหญ่เกินไปก็ไม่ดี เพราะจะทำให้เกิดความร้อนระอุมากไปจนทำลายเชื้อจุลินทรีย์และปุ๋ยสูญเสียไปได้ง่าย

3. การกองปุ๋ยหมักที่มีขนาดกองเล็กเกินไปจะทำให้รักษาความร้อนและความชื้นไว้ไม่ค่อยได้ ทำให้ยุบสลายตัวช้า

4. การลดน้ำโชกเกินไปทำให้การระบายอากาศในกองปุ๋ยไม่ดีด้วยอาจเกิดกรดอินทรีย์บางอย่าง เช่น สารไนโตรเจน และสารประกอบกำมะถันทำให้มีกลิ่นเหม็น

5. ถ้าความร้อนในกองปุ๋ยมากขึ้นให้เพิ่มน้ำให้ มิฉะนั้นจะทำให้จุลินทรีย์ที่ย่อยซากพืชตายได้

6. ความร้อนที่เกิดขึ้นในระยะสัปดาห์ที่ 2-3 จะทำลายเชื้อโรคอื่น ๆ และไข่แมลงหรือแมลงให้ตายได้

7. การกลับกองปุ๋ยหมัก เพื่อให้ส่วนต่าง ๆ ได้เกิดการย่อยทั่วถึงกัน

8. อย่าใช้ปุ๋ยเคมีพร้อมกับการใส่ปูนขาวเพราะจะทำให้ธาตุไนโตรเจนสลายตัวไป

<u>การกลับปุ๋ย</u> เมื่อกองปุ๋ยหมักในสัปดาห์ที่ 2-3 ความร้อนจะเกิดขึ้นสูงประมาณ 80 องศาเซลเซียสต่อจากนั้น ความร้อนจะค่อยลดลง ให้ทำการกลับปุ๋ยเสียครั้งหนึ่ง โดยเอาชั้นบนสุดของกองนำไปเกลี่ยอีกคอกหนึ่งเป็นดินชั้นล่างสุด แล้วนำเอาชั้นที่ 2 มาเกลี่ยซ้อนลงไปตามลำดับส่วนของซากพืชและมูลสัตว์ จะคลุกเคล้ากันบ้างไม่เป็นชั้น ๆ เหมือนกองครั้งแรกส่วนซากพืชที่แห้งและยังไม่สลายตัวให้กองไว้กับกองแล้วรดน้ำอย่างครั้งก่อน การกลับปุ๋ยนี้จะช่วยให้ซากผุเปื่อยเร็วขึ้น เพราะเป็นการเพิ่มอากาศเข้าไปในกองปุ๋ยการกลับกองปุ๋ยนี้อย่างมากควรทำทุก 20 วัน อย่างน้อยควรทำทุก 30 วัน ประมาณ 3-4 ครั้งหรือจนกว่าซากพืชจะผุเปื่อยหมดทั้งกอง การสังเกตความร้อนในกองกับความร้อนของอากาศภายนอกใกล้เคียงกัน และปุ๋ยหมักนั้นเป็นผงยุ่ยสีน้ำตาลแก่เกือบดำเป็นอันใช้ได้ ก่อนใช้ควรนำปุ๋ยหมักนี้ไปร่อนด้วยตะแกรงให้มีขนาดสม่ำเสมอ แล้วนำไปเก็บไว้ใช้ต่อไป

กำหนดเวลาที่ซากพืชจะสลายตัวผุเปื่อยนั้น ขึ้นอยู่กับชนิดของซากพืช ขนาดของซากพืชใหญ่หรือเล็ก วัตถุที่ช่วยในการทำงานของจุลินทรีย์และสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ เช่น ความชื้นและอุณหภูมิเป็นต้น แต่โดยทั่วไปการผุเปื่อยของซากพืชเหล่านี้จะใช้เวลาประมาณ 3-4 เดือน

คุณค่าทางอาหารของปุ๋ยหมัก

โดยทั่วไปปุ๋ยหมักนี้จะมีธาตุอาหารดังนี้

ธาตุไนโตรเจน	ประมาณ 1.5-3%	ของน้ำหนักแห้ง
ธาตุฟอสฟอรัส	ประมาณ 0.5-1%	ของน้ำหนักแห้ง
ธาตุโพแตสเซียม	ประมาณ 1-2 %	ของน้ำหนักแห้ง

<u>ประโยชน์ของปุ๋ยหมัก</u> เนื่องจากเป็นปุ๋ยอินทรีย์รูปหนึ่งจึงมีคุณสมบัติในการให้ธาตุอาหารพืชและปรับปรุงสภาพที่ไม่เหมาะสมของดินได้ เช่นเดียวกับปุ๋ยอินทรีย์อื่น ๆ โดยทั่วไปแล้วธาตุอาหารหลักได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมมีอยู่ค่อนข้างน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี (ตารางที่ 3) แต่ข้อ

ดีของปุ๋ยหมักนี้คือ การเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดินได้โดยตรงมีความทนทานต่อการสลายตัวได้ดีกว่าวัสดุอินทรีย์ชนิดอื่น ดังนั้นเมื่อใส่ในปริมาณที่เหมาะสมจะสามารถอนุรักษ์คุณสมบัติของดินไว้ได้นาน

วัสดุเชื้อเพลิง

วัสดุที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้แก่ ถ่านหิน น้ำมันเตา ก๊าซธรรมชาติ น้ำมันดีเซล เป็นต้น เนื่องจากปัจจุบันประเทศไทยมีการขยายตัวทางอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว มีความเจริญด้านการคมนาคมและสิ่งอำนวยความสะดวกหลายประการ ซึ่งเป็นผลให้มีการใช้เชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้น เชื้อเพลิงที่ใช้กันแพร่หลายส่วนใหญ่เป็นถ่านหิน เนื่องจากแหล่งพลังงานอื่น เช่น ก๊าซธรรมชาติมีจำนวนจำกัด และน้ำมันมีราคาแพง

ถ่านหินที่พบในประเทศจะมีคุณภาพในชั้นลิกไนท์ ฉะนั้นลิกไนท์จึงเป็นเชื้อเพลิงจากแหล่งภายในประเทศที่สำคัญ เนื่องจากมีราคาถูกกว่าเชื้อเพลิงอื่น ๆ แต่จะให้ค่าความร้อนค่อนข้างต่ำ มีเถ้าและกำมะถันเจือปนสูง ซึ่งตามมาตราฐาน ASTM D388 (ตารางที่ 4) ลิกไนท์จะมีค่าความร้อนตั้งแต่ 6300-8300 บีทียู/ปอนด์ หรือ 3500-4600 แคลอรี/กรัม

การเผาไหม้ถ่านหินที่มีกำมะถันเจือปนอยู่สูงจะก่อให้เกิดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งจะกลายเป็นไอกรดกำมะถันเมื่อรวมตัวกับออกซิเจนและไอน้ำในอากาศ และทำให้เกิดภาวะมลพิษทางอากาศที่มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณใกล้เคียง โดยกรดกำมะถันจะไปทำให้เกิดการระคายเคือง และอักเสบต่ออวัยวะต่าง ๆเช่น นัยน์ตา ผิวหนัง ระบบทางเดินหายใจ และระบบประสาทที่เกี่ยวข้อง อาการที่เกิดขึ้นที่มีทั้งแบบเฉียบพลัน และแบบเรื้อรัง อาการที่เกิดขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของก๊าซดังกล่าว และระยะเวลาที่ร่างกายสัมผัส

นอกจากนี้ยังมีผลกระทบต่อเครื่องจักรอุปกรณ์ต่าง ๆ เพราะไอกรดเมื่อรวมกับฝุ่นละอองทำให้เกิดความสกปรก และเกิดการสึกกร่อนและมีผลกระทบต่อสภาพนิเวศวิทยา เนื่องจากก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เป็นอันตรายต่อคุณภาพของดิน และเป็นอันตรายต่อพืช โดยปกติสารมลพิษจะเข้าสู่ต้นไม้ได้โดยการหายใจเอาอากาศผ่านรูใบ สารเหล่านั้นจะทำลายคลอโรฟิลล์ และมีผลต่อการสังเคราะห์แสงของพืช ทำให้พืชเสียหายโดยพืชจะชะงักการเจริญเติบโตและตายในที่สุด อาจกล่าวได้ว่าผลกระทบต่อพืชและสัตว์ในบริเวณใกล้เคียง ทำให้ระบบนิเวศเปลี่ยนไป

ดังนั้นการศึกษาวิจัยเพื่อหาวัสดุอื่นที่ไม่ใช้ประโยชน์แล้วและมีคุณสมบัติ ที่จะใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ไม่สร้างมลภาวะด้านสิ่งแวดล้อมมากขึ้น นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนก็จะทำให้เกิดประโยชน์อย่างมาก การศึกษาวิจัยเรื่องการใช้ประโยชน์จากขยะมูลฝอยเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงก็เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะสามารถช่วยให้เกิดประโยชน์ได้

1.2 ปัญหาและที่มาของการศึกษาวิจัย

เนื่องจากปัจจุบันทั่วโลกรวมทั้งประเทศไทยได้ประสบกับปัญหามลภาวะด้านสิ่งแวดล้อมในหลาย ๆ ด้าน โดยเฉพาะเรื่องขยะมูลฝอยที่เพิ่มปริมาณขึ้นอย่างมาก จึงมีปัญหาในด้านสถานที่เก็บ การกำจัดและทำลาย ดังนั้นจึงได้มีหน่วยงานหลายหน่วยได้มีการรณรงค์เพื่อลดปริมาณขยะเหล่านี้ลง รวมทั้งการนำขยะเหล่านี้กลับมาใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์มากที่สุด และกรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้รับตัวอย่างขยะมูลฝอยจากจังหวัดยะลา โดยเก็บตัวอย่างจากแหล่งต่าง ๆ รวม 10 ตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์หาค่า N P K ปริมาณคาร์บอน และค่าความร้อน

กลุ่มงานอนินทรีย์เคมีวิเคราะห์ 3 กองเคมี ซึ่งรับผิดชอบงานด้านวิเคราะห์ปุ๋ยชนิดต่าง ๆ ร่วมกับกลุ่มงานเคมีวิเคราะห์เชิงฟิสิกส์ จึงได้ทำการศึกษาวิจัยขยะมูลฝอยตัวอย่างที่ได้รับ แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาประโยชน์ในการเกษตร โดยนำไปใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์หรือนำไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่นที่เหมาะสมต่อไป

1.3 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาวิเคราะห์ส่วนประกอบสำหรับใช้เป็นปุ๋ย
2. เพื่อศึกษาคุณภาพสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิง

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้ข้อมูลเกี่ยวกับข้อดีที่มีในตัวอย่างขยะมูลฝอยที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้
2. สามารถให้คำแนะนำ เผยแพร่กับหน่วยงานที่ดำเนินการเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากขยะมูลฝอย
3. ได้วัสดุที่ใช้ทำเชื้อเพลิงชนิดใหม่

1.5 ระยะเวลาดำเนินการ

ตุลาคม 2540 - พฤศจิกายน 2540 รวม 2 เดือน

2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

2.1 วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ

- เครื่องวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอน, ไฮโดรเจน, ไนโตรเจน (LECO model CHN 1000)

- เครื่องวิเคราะห์หาค่าความร้อนแบบอัตโนมัติ (LECO model AC-350) ซึ่งประกอบด้วย Oxygen Bomb และ Alloy metal crucible
- เครื่องชั่งชนิดอ่านได้ละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่ง
- ตู้ดูดควัน
- แท่นให้ความร้อน
- เครื่องดูดสูญญากาศ (suction pump) และอุปกรณ์ประกอบ
- เตาอบ
- เตาเผา
- เครื่องเฟลมโฟโตมิเตอร์ (Flame Photometer)
- เครื่องแก้วที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ
- เดซิกเกเตอร์ (desiccator)
- กูช ครูซิเบิล (gooch crucible)
- กระดาษกรอง whatman เบอร์ 42, 4
- กลาสไมโคร ไฟเบอร์ ฟิวเตอร์ (Glass Microfiber filter)
- ขามกระเบื้อง ขนาด 75 ลบ.ซม.
- ภาชนะพลาสติกสีชา (polyethylene bottle)
- แผ่นอะลูมิเนียม (Aluminium foil)
- เครื่องอังไอน้ำ

2.2 สารเคมีและวิธีเตรียม

2.2.1 สารเคมีชั้นคุณภาพวิเคราะห์

- กรดซัลฟิวริกเข้มข้น
- โซเดียมไนเตรท
- กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น
- สารละลายแอมโมเนีย
- กรดซิตริก
- โมลิบดิก แอซิค แอนไฮไดรด์ (Molybdic acid anhydride, MoO_3)
- โซเดียมไฮดรอกไซด์
- ควินโนลีน (Synthetic quinoline)
- สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียม 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร
- โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3)

- เมทิลเรด (Methyl red)
- แบเรียมคลอไรด์ ($BaCl_2 \cdot 2H_2O$)
- น้ำโบรมีน (Bromine water)
- โพแทสเซียมโบรเมต ($K\ BrO_3$)
- ก๊าซออกซิเจน

2.2.2 การเตรียมสารละลาย

1. สารละลายซิตริก-โมลิบดิก แอซิด (Citric molybdic acid reagent)

1.1 ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 12 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ ขนาด 600 ลูกบาศก์เซนติเมตร ละลายด้วยน้ำกลั่นร้อน 400 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใช้แท่งแก้วคนจนละลายหมด เติม 100% โมลิบดิก แอซิค แอนไฮไดรด์ 54 กรัมลงไป โดยค่อย ๆ เติมทีละน้อย ใช้แท่งแก้วคนจนละลายหมด ทิ้งให้เย็นเก็บไว้ในที่มืด

1.2 ละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 140 ลูกบาศก์เซนติเมตร ในน้ำกลั่น 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร ในบีกเกอร์ขนาด 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมกรดซิตริก 60 กรัม ใช้แท่งแก้วคนให้เข้ากัน เก็บให้เย็น

1.3 เติมสารละลายในข้อ 1.1 ลงในข้อ 1.2 คนให้เข้ากัน เก็บไว้ให้เย็น กรอง เติมน้ำให้ได้สารละลาย 1 ลิตร เก็บไว้ในภาชนะพลาสติกสีชา (polyethylene bottle) ถ้าสารละลายเปลี่ยนเป็นสีเขียวหรือสีน้ำเงินเนื่องจากถูกแสง เติมสารละลาย 0.5% $KBrO_3$ ทีละหยดจนกระทั่งสีเขียวจางไป

2. สารละลายควินโนลีน (Quinoline solution)

ตวงกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 60 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในน้ำกลั่น 300 ลูกบาศก์เซนติเมตร ในบีกเกอร์ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมซินเทอติกควินโนลีน (Synthetic quinoline) 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร คนให้เข้ากันเก็บไว้ให้เย็น เติมน้ำกลั่นให้ได้สารละลาย 1 ลิตร กรอง เก็บไว้ในภาชนะพลาสติกสีชา (polyethylene bottle)

2.3 รายละเอียดตัวอย่าง

ตัวอย่างขยะมูลฝอยเก็บจากแหล่งต่าง ๆ ในจังหวัดยะลา รวม 10 ตัวอย่าง

หมายเลขปฏิบัติการ	แหล่งที่เก็บ	วันที่เก็บ
TL.397	ขยะมูลฝอยของเทศบาลฯ	3/08/97
TL.398	ขยะมูลฝอยจากสถานพยาบาล	3/08/97
TL.399	ขยะมูลฝอยจากร้านอาหาร	3/08/97

TL.400	ขยะมูลฝอยรวม	4/08/97
TL.401	ขยะมูลฝอยจากตลาดสด	4/08/97
TL.402	ขยะมูลฝอยจากโรงงานอุตสาหกรรม	4/08/97
TL.403	ขยะมูลฝอยจากสถานศึกษา	4/08/97
TL.404	ขยะมูลฝอยจากสถานที่ราชการ	4/08/97
TL.623	ขยะมูลฝอยชุมชน	5/08/97
TL.625	ขยะมูลฝอยจากโรงแรม	4/08/97

ลักษณะตัวอย่าง ตัวอย่างส่วนใหญ่ประกอบด้วยเศษกระดาษ ใบไม้ เศษไม้ ดิน ทรายละเอียด เชือกไนล่อน พลาสติก ซึ่งเป็นตัวอย่างที่อบแห้งแล้ว และแต่ละตัวอย่างจะมีส่วนประกอบแต่ละตัวมากน้อยต่างกันยกเว้นตัวอย่างจากสถานพยาบาลจะมีเศษผ้ากล๊อส สำลีและแผ่นรองซับสำหรับผู้ป่วยผสมอยู่ด้วย

2.4 วิธีการ

2.4.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์

- ศึกษารายละเอียดตัวอย่าง ศึกษารายละเอียดเฉพาะเรื่องจากเอกสารอ้างอิง
- วิเคราะห์หาปริมาณ N P K C/N ratio เพื่อนำผลประกอบการพิจารณาการนำไปใช้ประโยชน์เป็นปุ๋ยหมักในทางการเกษตร
- วิเคราะห์หาปริมาณค่าความร้อน กำมะถัน และเถ้า เพื่อนำผลประกอบการพิจารณาการนำไปใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิง
- เตรียมตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์ โดยนำไปผ่านเครื่องปั่นผสมให้ตัวอย่างละเอียดเป็นชิ้นเล็ก ๆ และผสมเข้ากัน

2.4.2 วิธีวิเคราะห์

2.4.2.1 <u>การวิเคราะห์หาปริมาณฟอสเฟตทั้งหมด</u>

1. ชั่งตัวอย่างที่บดละเอียดประมาณ 2 กรัม ให้ทราบน้ำหนักแน่นอน ถึงทศนิยม 4 ตำแหน่ง ใส่ขวดก้นแบน ขนาด 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2. เติมโซเดียมไนเตรท 15 - 20 กรัม
3. เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 30 ลูกบาศก์เซนติเมตร
4. ต้มบนแท่นให้ความร้อนจนกระทั่งได้สารละลายไม่มีสีน้ำตาลของสารอินทรีย์ ยกลง ทิ้งให้เย็น ถ้ายังมีสีน้ำตาลให้เติมโซเดียมไนเตรทอีก 5 กรัม ต้มต่อ
5. เติมน้ำกลั่น 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต้มบนแท่นให้ความร้อน

6. ถ่ายใส่ขวดปริมาตร ขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดบอกปริมาตร

7. กรองสารละลายด้วยกระดาษกรอง (whatman No.42) (ใช้เครื่องแก้วที่แห้ง) จนได้สารละลายที่ใส พอต่อการวิเคราะห์

8. ปิเปตสารละลายที่ใส 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ในขวดก้นแบนขนาด 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมสารละลายซิตริก-โมลิบดิก แอซิด 30 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต้มบนแท่นให้ความร้อน ให้เดือด 3 นาที

9. ขณะที่สารละลายร้อน เติมสารละลายควินโนลีน 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร จากบิวเรตต์ โดยเขย่าอย่างระมัดระวัง (3-4 ลูกบาศก์เซนติเมตรแรกให้ค่อย ๆ หยด) จะได้ตะกอนสีเหลืองของ $(C_9H_7N)_3\ H_3[PO_4.12MoO_3]$ เก็บไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

10. เตรียมกูช โดยปูด้วยกลาสไมโครไฟเบอร์ ฟิวเตอร์ (Glass Micro fiber filter) อบที่ตู้อบความร้อน อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส เป็นเวลาครึ่งชั่วโมง เก็บไว้ให้เย็นในเดซิก-เกเตอร์ ชั่งน้ำหนัก

11. นำตะกอนที่ได้จากข้อ 9 กรองในกูชครูซิเบิลที่เตรียมไว้ (ข้อ 10) ถ่ายตะกอนลงไปในกูชครูซิเบิลให้หมด โดยใช้น้ำกลั่น ล้างด้วยน้ำกลั่นอีก 5 ครั้ง ๆ ละ ประมาณ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร อบกูชครูซิเบิลและตะกอนในตู้อบความร้อน อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส ครึ่งชั่วโมง เก็บให้เย็นในเดซิกเกเตอร์ ชั่งน้ำหนัก นำไปอบใหม่จนได้ค่าคงที่ นำน้ำหนักตะกอนที่ได้ไปคำนวณ จากสูตร

$P_2O_5 = \frac{A}{W} \times \frac{B}{C} \times 100 \times 0.03207$

P_2O_5 = ปริมาณฟอสเฟตทั้งหมด ร้อยละ

A = น้ำหนักตะกอน (กรัม)

B = ปริมาตรทั้งหมด (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

C = ปริมาตรที่ใช้ (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

0.03207 = แฟคเตอร์ในการคำนวณ $(C_9H_7N)_3H_3\ [PO_4.12MoO_3]$ เป็น P_2O_5

% P = % P_2O_5 x 0.436

0.436 = แฟคเตอร์ของ P_2O_5 เป็น P

2.4.2.2 <u>การวิเคราะห์หาปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด</u>

1. ชั่งตัวอย่างที่บดละเอียดประมาณ 3 กรัม ให้ทราบน้ำหนักแน่นอน ถึงทศนิยม 4 ตำแหน่ง ใส่ในชามกระเบื้อง

2. เผาที่อุณหภูมิ 550 $\pm$ 25 องศาเซลเซียส จนเป็นเถ้า

3. ละลายด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต้ม 10 นาที

4. ถ่ายใส่ขวดปริมาตรขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

5. ปิเปตสารละลายที่กรองแล้ว 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ขวดปริมาตรขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

6. วัดค่าโพแทสเซียมจากเครื่องมือเฟลมโฟโตมิเตอร์ โดยใช้สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียม 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร

7. คำนวณผล จากสูตร

$K_2O = \frac{(R-b)}{W} \times 0.6022927$

K_2O = ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด ร้อยละ

R = ค่าที่อ่านได้จากเครื่อง (มิลลิกรัม/ลิตร)

b = แบลงค์

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

% K = % K_2O x 0.8301

0.8301 = แฟคเตอร์ของ K_2O เป็น K

2.4.2.3 <u>ค่าความร้อน (Calorific value) และปริมาณกำมะถัน (S)</u>

1. เปิดเครื่อง Calorimeter AC 350 เลือกวิธีที่ใช้วิเคราะห์ ตั้งโปรแกรมวิเคราะห์

2. ชั่งตัวอย่าง 0.5 กรัมใส่ลงในถ้วยสำหรับวิเคราะห์ (alloy metal crucible)

3. เติมน้ำกลั่น 1 มิลลิลิตร ลงใน Oxygen Bomb

4. ประกอบถ้วยสำหรับวิเคราะห์เข้ากับ Oxygen Bomb อัดก๊าซออกซิเจนให้ได้ 420 psi นำเข้าเครื่องวิเคราะห์ค่าความร้อน

5. กดปุ่ม start

6. เมื่อเครื่องวิเคราะห์เสร็จ เครื่องพิมพ์จะพิมพ์ผล ΔT ออกมา นำ Oxygen Bomb ออกจากเครื่อง ปล่อยก๊าซ (release) ออกช้า ๆ ภายใน 1 นาที

7. ล้าง Oxygen Bomb ด้วยน้ำกลั่น แล้วนำไปกรองผ่านกระดาษกรอง No.4 ลงในบีกเกอร์ 250 มิลลิลิตร ล้างน้ำให้ได้ประมาณ 150 มิลลิลิตร

8. ไทเทรต น้ำล้างด้วย 0.0710 N Na_2CO_3 ใช้เมทิลเรด เป็นอินดิเคเตอร์ ได้จุดยุติสีเหลือง บันทึกปริมาตรไว้

9. นำสารละลายที่ได้ หาปริมาณ ซัลเฟอร์ โดยเติมกรดไฮโดรคลอริก 1:1 2 มิลลิลิตร น้ำโบรมีน 1 มิลลิลิตร ต้มจนสารละลายใส ไม่มีสี เติมแบเรียมคลอไรด์ (55 กรัม/ลิตร) 10 มิลลิลิตร คนให้ตกตะกอนแบเรียมซัลเฟตจนหมด ตั้งบนเครื่องอังไอน้ำ 2 ชั่วโมง

10. กรองตะกอนด้วยกูชครูซิเบิลที่เตรียมไว้ โดยรองด้วยกระดาษกรองชนิด glass microfibre GF/C อบที่ 250 องศาเซลเซียส และชั่งน้ำหนักไว้เรียบร้อยแล้ว

11. ล้างตะกอนด้วยน้ำร้อนจนหมดคลอไรด์ อบที่ 250 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักตะกอน คำนวณหาปริมาณซัลเฟอร์ จากสูตร

$$\text{ซัลเฟอร์ (S) ร้อยละ} = \frac{A \times 13.18}{w}$$

A = น้ำหนักตะกอนแบเรียมซัลเฟต (กรัม)

w = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

12. นำค่าปริมาตร Na_2CO_3 ที่ใช้ไทเทรต และร้อยละของปริมาณซัลเฟอร์ที่หาได้ ใส่ค่าลงในเครื่องวิเคราะห์ค่าความร้อน เครื่องจะคำนวณผลของค่าความร้อนให้โดยอัตโนมัติ มีหน่วยเป็นแคลอรี/กรัม

2.4.2.4 <u>การวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอน ไนโตรเจน</u>

1. เปิดเครื่องวิเคราะห์ CHN 1000 ทิ้งไว้ประมาณ 0.5 ชั่วโมงจนเครื่องอยู่ในสภาวะพร้อมที่จะใช้งาน

2. ตั้งโปรแกรมโดยเลือก method ที่จะใช้ทำ calibration curve ด้วยสารมาตรฐานที่มีค่าใกล้เคียงกับตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์

3. ชั่งตัวอย่างประมาณ 0.2 กรัม ลงในถ้วยทำด้วยแผ่นอะลูมิเนียม (Aluminium foil) ใส่ลงในที่ใส่ตัวอย่างของเครื่อง

4. เครื่องจะวิเคราะห์ แล้วคำนวณค่าคาร์บอนและไนโตรเจนเป็นร้อยละโดยอัตโนมัติ

2.4.2.5 <u>การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า</u>

1. เผาถ้วยกระเบื้องที่อุณหภูมิ 550 $\pm$ 25 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ทำให้เย็นในเดซิกเกเตอร์ แล้วชั่งน้ำหนัก

2. ชั่งตัวอย่างประมาณ 1 กรัม ลงในถ้วยกระเบื้อง

3. ให้ความร้อนจนกระทั่งติดไฟคงอุณหภูมิให้ตัวอย่างติดไฟอย่างสม่ำเสมอจนเผาไหม้หมด

4. นำเข้าเตาเผาที่ 550$\pm$ 25 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่

5. นำออกจากเตาเผา ทิ้งให้เย็นในเดซิกเกเตอร์ แล้วชั่งน้ำหนัก

6. คำนวณจากสูตร

ปริมาณเถ้า ร้อยละ = (w/W) x 100

w = น้ำหนักของปริมาณเถ้า (กรัม)

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

3. ผลการวิเคราะห์

3.1 ผลการวิเคราะห์ P, K, N, C/N ratio

รายการวิเคราะห์	TL.397	TL.398	TL.399	TL.400	TL.401	TL.402	TL.403	TL.404	TL.623	TL.625
P ร้อยละ	0.15	0.11	0.11	0.32	0.15	0.08	0.10	0.15	0.42	0.09
K ร้อยละ	0.84	0.55	0.46	0.86	1.4	0.30	0.27	1.2	1.1	0.31
N ร้อยละ	0.79	0.46	0.60	0.62	0.35	0.46	0.18	0.66	1.3	-
C ร้อยละ	44.8	44.2	39.4	39.2	37.3	47.5	41.9	43.7	37.9	-
C/N ratio	57:1	96:1	66:1	63:1	107:1	103:1	232:1	66:1	29:1	-

หมายเหตุ เครื่องหมาย - หมายถึงไม่ได้วิเคราะห์เนื่องจากตัวอย่างไม่พอ

3.2 ผลการวิเคราะห์ค่า ความร้อน กำมะถัน เถ้า

รายการวิเคราะห์	TL.397	TL.398	TL.399	TL.400	TL.401	TL.402	TL.403	TL.404	TL.623	TL.625
ค่าความร้อน แคลอรี/กรัม	3696	4010	3514	3630	3034	4652	3682	3797	3194	3614
กำมะถัน ร้อยละ	0.11	0.10	0.12	0.16	0.12	0.10	0.09	0.14	0.14	0.14
เถ้า ร้อยละ	7.4	10.6	11.3	18.2	30.9	4.4	7.8	9.7	27.2	11.3

หมายเหตุ ตัวอย่างที่ใช้ศึกษาทดลอง วิเคราะห์จากตัวอย่างอบแห้งและบดละเอียด

4. วิจารณ์

การศึกษาคุณภาพของขยะสำหรับนำไปใช้ประโยชน์ต่อไปนั้น จากตัวอย่างขยะของจังหวัดยะลา พบว่าปริมาณ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ต่ำมาก ไม่เหมาะสำหรับใช้เป็นปุ๋ย แต่มีปริมาณคาร์บอน (C) สูงมาก และค่าพลังงานความร้อนใกล้เคียงถ่านลิกไนท์

ในการเตรียมตัวอย่างมิได้มีการแยกแยะวัสดุที่ไม่ต้องการออก เช่น เชือกไนล่อน ถุงพลาสติก เศษแก้ว ในการหาข้อมูลเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านใดควรที่จะต้องมีการจัดการตัวอย่างให้เหมาะสม เช่นแยก

วัสดุที่เป็นอนินทรีย์วัตถุออกก่อนสำหรับขยะที่จะใช้เป็นปุ๋ย แยกวัสดุที่ไม่มีองค์ประกอบของคาร์บอนออกสำหรับขยะที่จะใช้เป็นเชื้อเพลิง เพื่อที่จะได้ข้อมูลที่เป็นจริงและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ตามที่ต้องการ

5. สรุป

5.1 จากผลการศึกษาวิเคราะห์ทดลอง พบว่าขยะมูลฝอยที่ได้จากแหล่งต่าง ๆ ในจังหวัดยะลา รวม 10 ตัวอย่าง ซึ่งเป็นเศษกระดาษ ใบไม้ เศษไม้ ดิน เศษเชือกไนล่อน พลาสติก พบว่าทั้ง 10 ตัวอย่าง มีปริมาณธาตุอาหารหลักได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ไม่ได้เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดตาม มอก. 75 - 2527 คือ ปุ๋ยหมักอินทรีย์มีเกรดไม่ต่ำกว่า 1 - 1 - 0.5 และมีค่าอัตราส่วนธาตุคาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจน (C/N Ratio) ไม่เกิน 20 ต่อ 1 จากตัวอย่างขยะมูลฝอยทั้ง 10 ตัวอย่าง มีปริมาณไนโตรเจน (N) ที่ค่าเกินร้อยละ 1 มี 1 ตัวอย่าง ได้แก่ขยะมูลฝอยเก็บจากชุมชน มีปริมาณฟอสฟอรัส (P) น้อยมาก ตั้งแต่ร้อยละ 0.08 - 0.42 และปริมาณโพแทสเซียม (K) ที่มีค่าเกินร้อยละ 0.5 มี 6 ตัวอย่าง ส่วนค่าอัตราส่วนธาตุคาร์บอนต่อธาตุไนโตรเจน (C/N Ratio) มีค่าสูงมากคือตั้งแต่ 232 : 1 ถึง 29 : 1 ดังนั้นจึงไม่เหมาะในการนำไปทำเป็นปุ๋ยหมักอินทรีย์

5.2 ขยะมูลฝอยทั้ง 10 ตัวอย่างจากจังหวัดยะลา มีค่าความร้อน 3034 - 4652 แคลอรี/กรัม ซึ่งอยู่ในช่วงค่าความร้อนของถ่านหินชั้นคุณภาพลิกไนท์ ที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงตาม ASTM D 388 (เอกสารอ้างอิง 7) มีค่าความร้อนอยู่ในช่วง 3500 - 4600 แคลอรี/กรัม จึงสามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงได้

5.3 ตัวอย่างขยะมูลฝอยจากจังหวัดยะลาทั้ง 10 ตัวอย่าง มีค่ากำมะถันต่ำร้อยละ 0.09 - 0.16 ซึ่งเมื่อนำไปทำเป็นเชื้อเพลิงแล้ว จะไม่ทำให้เกิดภาวะมลพิษอันเนื่องจากการเกิดซัลเฟอร์ไดออกไซด์ขณะเผาไหม้

ประโยชน์ที่ได้จากการศึกษาทดลองขยะมูลฝอย กล่าวคือ สามารถนำข้อมูลไปเผยแพร่แนะนำให้กับหน่วยงานภาคเอกชนและส่วนราชการที่สนใจที่จะนำขยะมูลฝอยไปทำเป็นเชื้อเพลิงหรือถ้าจะนำไปทำเป็นปุ๋ยหมักอินทรีย์ก็ควรจะแยกวัสดุที่ไม่ต้องการจำพวกอนินทรีย์วัตถุออกเสียก่อน

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ คุณส่องแสง เลี่ยวชวลิต ผู้อำนวยการกอง กองเคมี ที่กรุณาให้คำแนะนำต่าง ๆ เพื่อให้ผลงานนี้สำเร็จสมบูรณ์ด้วยดี

การศึกษาวิจัยเพื่อใช้ประโยชน์ของขยะมูลฝอย สำเร็จลุล่วงได้ดีด้วยความร่วมมือของบุคลากรทุกท่านในกลุ่มงานเคมีวิเคราะห์เชิงฟิสิกส์ และกลุ่มงานอนินทรีย์เคมีวิเคราะห์ 3 โดยเฉพาะคุณสุนี ลาวัณยากุล และคุณวารุณี วงศ์พยัต ที่ให้การสนับสนุน

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

7. เอกสารอ้างอิง

1. กรมส่งเสริมการเกษตร. ปุ๋ยหมัก. ฉลาดบริโภค, มกราคม-เมษายน 2524, ปีที่ 6,ฉบับที่ 1, หน้า 46-50.
2. คู่มือการเรียน การสอน ดินและปุ๋ย (กษ112) หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พ.ศ. 2524, กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, พิมพ์ครั้งที่ 10, กรุงเทพมหานคร : องค์การค้าของคุรุสภา, 2533. หน้า 49
3. นระ คมนามูล. เทคโนโลยีการเผาขยะและการผลิตกระแสไฟฟ้า. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, พฤษภาคม - สิงหาคม 2537, ปีที่ 9, ฉบับที่ 2, หน้า 77 - 89.
4. สัมฤทธิ์ ชัยวรรณคุปต์. ปุ๋ยหมัก. เทคโนโลยี, กันยายน 2525, ปีที่ 3, ฉบับที่ 3, หน้า 11 - 27.
5. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม : ปุ๋ย มอก.75-2527., 2533.
6. สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน. เล่ม 15. บริษัทด่านสุทธาการพิมพ์ จำกัด. กรุงเทพฯ.
7. ASTM D 388-95. Standard Classification of Coals by Rank. Annual Book of ASTM Standards 1996 section 5 vol. 05.05. p164-167. American Society for testing and Materials. Philadephia.
8. Fertilizers. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 11thed. Washington DC : The Association of Official Analytical Chemists,1970. P.8-33.
9. Official Methods of Analysis of Fertilizers. The National Institute of Agricultural Sciences. Ministry of Agriculture and Forestry, and Fisheries, Ibaraki-ken. 129p.
10. William A. Bone and Godfrey W. HIMUS; Coal : Its Constitution and Uses; p.133 Longmans, Green and Co. London, New York, Toronto. 1936.

8. ภาคผนวก

8.1 ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของขยะในเขตเทศบาลนครเชียงใหม่

8.2 ตารางที่ 2 ค่าปริมาณความร้อนของขยะชุมชน

8.3 ตารางที่ 3 แสดงปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยหมักชนิดต่าง ๆ

8.4 ตารางที่ 4 Classification of Coals by Rank^{A}

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของขยะในเขตเทศบาลนครเชียงใหม่

หน่วย : ร้อยละโดยน้ำหนัก (แห้ง)

วัสดุ	เขตพาณิชย์	เขตที่อยู่อาศัยรายได้สูง	เขตที่อยู่อาศัยรายได้ต่ำ	ห้างสรรพสินค้า	ตลาด 1	ตลาด 2	คอนโดมิเนียม 1	คอนโดมิเนียม 2
แก้ว	4.6-12.5	1.8-8.7	4.2-8.6	3.2-14.5	2.0-5.9	6.3-9.5	6.9-7.4	12.9-30.0
เซรามิก	2.9-15.4	1.1-5.8	4.0-18.3	3.0-12.0	2.3-7.6	2.9-3.2	1.2-3.4	1.3-3.4
โลหะ	1.1-3.5	0.8-2.6	1.8-3.4	2.0-6.2	1.0-3.0	1.8-3.7	2.7-2.9	3.4-
สิ่งทอ	0.5-3.2	1.4-5.0	1.2-4.4	0.6-2.4	1.0-.1.1	1.3-2.1	1.0-1.1	0.8-1.6
เศษไม้	1.0-2.5	0.4-1.5	1.0-5.0	0.4-3.6	1.9-5.3	1.8-3.6	0.8-1.4	0.7-2.3
ใบตอง	0.6-2.1	0.3-1.4	1.0-1.6	0.6-3.1	4.8-9.2	2.9-	0.6-	0.9-1.0
ต้นไม้ ใบไม้ ใบหญ้า	1.2-13.6	16.0-33.0	9.6-11.0	8.4-13.7	8.3-15.2	11.6-16.6	3.0-4.9	2.5-5.0
หนัง, ยาง	0.7-2.3	0.04-1.3	0.1-1.5	0.1-1.3	0.1-0.9	0.2-1.2	0.1-1.4	0.1-1.0
พลาสติก	12.7-21.2	7.2-13.2	9.5-12.5	11.1-14.7	10.8-12.9	13.8-17.1	11.4-14.1	12.0-15.2
เศษอาหาร	15.5-31.8	8.3-25.4	10.9-29.6	14.6-24.4	17.4-34.5	16.0-21.4	27.0-33.7	12.0-20.6
กระดูก, เปลือกหอย	1.0-3.4	1.0-3.1	1.2-4.5	0.0-3.1	0.6-2.0	1.0-6.7	1.7-2.0	1.0-1.6
กระดาษ	11.6-28.9	9.4-18.0	9.3-16.1	9.7-21.4	10.4-12.7	7.5-15.7	24.3-25.1	19.5-24.7
อื่น ๆ	(12.1-15.4)	(8.0-26.9)	(9.5-28.8)	(12.2-28.3)	(14.9-19.5)	(11.7-17.1)	(7.4-15.0)	(8.7-14.2)

แหล่งที่มา : จากเอกสารอ้างอิง 3

ตารางที่ 2 ค่าปริมาณความร้อนของขยะชุมชน

องค์ประกอบ	พลังงาน	
	บีทียู/ปอนด์	แคลอรี/กรัม
สารอินทรีย์		
เศษอาหาร	1500 - 3000	830 - 1670
กระดาษ	5000 - 8000	2780 - 4440
กล่องกระดาษ	6000 - 7500	3330 - 4170
พลาสติก	12000 - 16000	6670 - 8890
สิ่งทอ	6500 - 8000	3610 - 4440
ยาง	9000 - 12000	5000 - 6670
หนัง	6500 - 8500	3610 - 4720
เศษหญ้า, ใบไม้	1000 - 8000	550 - 4440
เศษไม้	7500 - 8500	4170 - 4720

แหล่งที่มา : จากเอกสารอ้างอิง 3

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยหมักชนิดต่าง ๆ

ชนิดปุ๋ยหมัก	จำนวนตัวอย่างทั้งหมด	% ไนโตรเจน		% ฟอสฟอรัส		% โพแตสเซียม	
		ช่วง	เฉลี่ย	ช่วง	เฉลี่ย	ช่วง	เฉลี่ย
1. ปุ๋ยหมักขยะ	4	0.74 - 1.78	1.38	0.22 - 1.54	0.57	0.48 - 1.65	0.90
2. หญ้าหมักผสมกระดูกป่น+ มูลสัตว์	5	0.82 - 2.33	1.30	0.89 - 4.04	2.19	0.33 - 0.57	0.44
3. ปุ๋ยหมักฟางข้าว, ฟางข้าวผสมมูลสัตว์, ฟางข้าวใช้เชื้อผสม	44	0.75 - 2.96	1.37	0.08 - 3.38	0.62	0.21 - 2.28	0.75
4. ปุ๋ยหมักจากรำข้าว	4	0.66 - 2.40	1.33	0.43 - 1.88	0.80	0.26 - 0.89	0.47
5. ปุ๋ยหมักใบจามจุรีผสมมูลสัตว์ (จากใบจามจุรี)	4	1.45 - 3.42	2.71	0.19 - 4.51	2.72	0.49 - 4.73	2.18
6. ปุ๋ยหมักผักตบชวา, ผักตบชวา+มูลสัตว์	11	1.43 - 2.43	1.95	0.48 - 5.59	3.25	0.48 - 4.37	1.70
7. ปุ๋ยหมักหญ้าสาบเสือผสมมูลสัตว์	3	2.91 - 2.98	2.95	3.39 - 4.77	4.04	2.22 - 2.93	2.56
8. ปุ๋ยหมักหญ้าขนผสมมูลสัตว์	3	2.16 -3.20	2.81	2.72 - 4.98	4.09	0.61 - 2.46	1.70
9.ปุ๋ยหมักหญ้าอินกาดผสมมูลสัตว์	3	1.43 - 2.23	1.71	2.46 - 4.93	3.62	0.33 - 1.70	1.09
10. ปุ๋ยหมักใบกระถินผสมมูลสัตว์	3	1.33 - 2.06	1.69	2.19 - 4.94	3.76	2.29 - 2.71	2.45
11. ปุ๋ยหมักใบแคผสมมูลสัตว์	3	2.37 - 3.15	2.81	3.13 - 4.83	4.07	2.48 - 2.73	2.64
12. ปุ๋ยหมักต้นข้าวโพด, ต้นข้าวโพดผสมมูลสัตว์	6	1.00 - 2.73	2.05	0.75 - 10.65	2.24	0.60 - 1.15	1.80
13. ปุ๋ยหมักอื่น ๆ	68	0.25 - 4.86	2.11	0.60 - 10.65	4.96	0.13 - 1.83	0.86

แหล่งที่มา : จากเอกสารอ้างอิง 4

ตารางที่ 4 Classification of Coals by Rank[A]

class	Group	Fixed Carbon limits, percent (Dry, Mineral-Matter-Free Basic)		Volatile Matter Limits, percent (Dry, Mineral-Matter-Free Basis)		Gross Calorific Value Limits, Btu per pound (Moist,[B] mineral-Matter-Free Basic)		Agglomerating Character
		Equal or Greater than	Less Than	Greater Than	Equal or Less Than	Equal or Greater Than	Less Than	
I. Anthracitic	1. Meta-anthracite	98	...	...	2	...	...	nonagglomerating
	2. Anthracite	92	98	2	8	...	...	
	3. Semianthracite[C]	86	92	8	14	...	...	
II. Bituminous	1. Low volatile bituminous coal	78	86	14	22	...	...	commonly agglomerating[E]
	2. Medium volatile bituminous coal	69	78	22	31	...	...	
		...	69	31	...	14 000[D]	...	
	3. High volatile A bituminous coal	...	...	...	...	13 000[D]	14 000	
	4. High volatile B bituminous coal	...	...	...	...	11 500	13 000	agglomerating
	5. High volatile C bituminous coal					10 500	11 500	
III. Subbituminous	1. Subbituminous A coal	...	...	...	...	10 500	11 500	nonagglomerating
	2. Subbituminous B coal	...	...	...	...	9 500	10 500	
	3. Subbituminous C coal	...	...	...	...	8 300	9 500	
IV. Lignitic	4. Lignite A	...	...	...	...	6 300	8 300	
	5. Lignite B	...	...	...	...	...	6 300	

[A]This classification does not apply to certain coals, as discussed in Note 1.

[B]Moist refers to coal containing its natural inherent moisture but not including visible water on the surface of the coal.

[C]If agglomerating, classify in low-volatile group of the bituminous class.

[D]Coals having 69% or more fixed carbon on the dry, mineral-matter-free basis shall be classified according to fixed carbon, regardless of gross calorific value.

[E]It is recognized that there may be nonagglomerating varieties in these groups of the bituminous class, and that there are notable exceptions in high volatile C bituminous group.

แหล่งที่มา : จากเอกสารอ้างอิง 7