ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา)

ปริญญา

ปฐพีวิทยา	ปฐพีวิทยา
สาขา	**ภาควิชา**

เรื่อง การประเมินลักษณะและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์ที่จำหน่ายในเขตภาคกลาง และผลของกระบวนการผลิตแบบปั้นเม็ดต่อคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์

Characterization and Quality Assessment of Commercial Organic Fertilizers in Central Thailand and Efffects of Pelleting Process on Organic Fertilizer Properties

นามผู้วิจัย นางสาวกัญจน์กรวลัย ฤทธิ์เรืองเดช

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กรรณิการ์ สัจจาพันธ์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(อาจารย์ศิริลักษณ์ จิตรอักษร, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การประเมินลักษณะและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์ที่จำหน่ายในเขตภาคกลาง และผลของกระบวนการผลิตแบบปั้นเม็ดต่อคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์

Characterization and Quality Assessment of Commercial Organic Fertilizers in Central Thailand and Effects of Pelleting Process on Organic Fertilizer Properties

โดย

นางสาวกัญจน์กรวลัย ฤทธิ์เรืองเดช

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา)
พ.ศ. 2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กัญจน์กรวลัย ฤทธิ์เรืองเดช 2554: การประเมินลักษณะและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์ที่จำหน่ายในเขตภาคกลาง และผลของกระบวนการผลิตแบบปั้นเม็ดต่อคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา) ภาควิชาปฐพีวิทยา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์กรรณิการ์ สัจจาพันธ์, Ph.D. 98 หน้า

การประเมินสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ที่มีจำหน่ายในเขตภาคกลางของประเทศไทย โดยการสุ่มเก็บตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์จำนวน 22 ตัวอย่างจาก 19 โรงงาน จากนั้นวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์ตามวิธีการของกรมวิชาการเกษตร และเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ที่ได้กับมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้กำหนดไว้ในพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 ผลการทดลองพบว่า สมบัติทางกายภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 95.5 และ ร้อยละ 4.5 ไม่ผ่านมาตรฐานเนื่องจากมีความชื้นสูง สำหรับสมบัติทางเคมี พบว่าทุกตัวอย่างมีค่า pH ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน แต่มีปริมาณอินทรียวัตถุผ่านเกณฑ์เพียงร้อยละ 18 สำหรับปริมาณธาตุอาหารหลัก พบว่าไม่มีตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ที่มีปริมาณไนโตรเจนผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ ขณะที่มีปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมผ่านเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 77 และเมื่อนำผลวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางเคมีของตัวอย่างมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์พบว่า ไม่มีตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ทุกรายการ สำหรับการศึกษาผลของกระบวนการผลิตแบบปั้นเม็ดต่อสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ในขั้นตอนการผลิตแบบปั้นเม็ด ทำการเก็บตัวอย่างวัตถุดิบซึ่งเป็นวัสดุอินทรีย์ 2 ชนิด และตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ในแต่ละขั้นตอนการผลิตของโรงงานผลิตปุ๋ยอินทรีย์แห่งหนึ่งมาศึกษาสมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางเคมี เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของปุ๋ยอินทรีย์ที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน พบว่า กระบวนการผลิตในแต่ละขั้นตอนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางเคมีของปุ๋ยอินทรีย์แบบปั้นเม็ดน้อยมาก แต่ชนิดของวัสดุอินทรีย์ที่นำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์มีผลต่อคุณภาพของปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตอย่างมาก

_____ _____ _____/_____/ _____

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Kunkornvarai Ritruangdej 2011: Characterization and Quality Assessment of Commercial Organic Fertilizers in Central Thailand and Effects of Pelleting Process on Organic Fertilizer Properties. Master of Science (Soil Science), Major Field: Soil Science, Department of Soil Science. Thesis Advisor: Assistant Professor Kannika Sajjaphan, Ph.D. 98 pages.

Characterization of organic fertilizers commercialized in the central of Thailand. Twenty-two samples of 19 manufacturers with high registered capital were randomly chosen. The samples were analyzed following DOA methods, subsequently the result of analysis were compared with the organic fertilizer criteria that contains in the Fertilizer Enactment 2550 B.E. It has been found that 95.5% of the samples passed the physical characteristics criteria, and the rest were not passed due to their high moisture contents. As for chemical characteristics, pH of all samples passed the criteria while 18% of the samples passed of organic matter criteria. There was no sample passed the nitrogen criteria. In addition, 77% of samples contained higher total phosphorus and potassium than the criteria. The physical and chemical characteristics of all organic fertilizers did not pass the criteria that enacts by Fertilizer Enactment 2550 B.E. Furthermore, effects of pelleting process on organic fertilizer properties were investigated. Raw materials (organic materials) and organic fertilizers in each step of the process were collected to analyze physical and chemical properties following DOA methods. It has been found that each step of pelleting process has very little effects on the pelleted organic fertilizer properties. However, quality of pelleted organic fertilizers is much more influenced by properties of raw materials.

_____ _____ ____ /____/ ____

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรรณิการ์ สัจจาพันธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่ได้ให้คำปรึกษาในการเรียน การทำวิจัย ตลอดจนการตรวจทานแก้ไขต่างๆ ขอขอบพระคุณ ดร.ศิริลักษณ์ จิตรอักษร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนูชัย กองแก้ว ประธานการสอบ และ รศ.ดร.จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ช่วยให้คำปรึกษาและตรวจทานวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยาทุกท่าน ที่ได้มอบความรู้อันเป็นประโยชน์ยิ่ง ขอบคุณ คุณพรรณปพร กองแก้ว น.ส.หทัยรัตน์ แดงเจริญ น.ส.สุจิตรา ปะนันโต น.ส.วริยา ฉุนจัตุรัส น.ส.มลิสา ยกถาวร และน.ส.เบญจมาส รสโสภา สำหรับความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ ขอบคุณ พี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทุกคนสำหรับความช่วยเหลือในการทำการวิจัย ขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาปฐพีวิทยา ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำต่างๆ

ขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ทุนสนับสนุนการค้นคว้าวิจัย

สุดท้ายขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้การสนับสนุนด้านการศึกษา และคอยเป็นกำลังใจให้เสมอมา

กัญจน์กรวลัย ฤทธิ์เรืองเดช

กันยายน 2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	4
การตรวจเอกสาร	5
อุปกรณ์และวิธีการ	43
อุปกรณ์	43
วิธีการ	44
ผลและวิจารณ์	57
สรุปและข้อเสนอแนะ	73
สรุป	73
ข้อเสนอแนะ	74
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	75
ภาคผนวก	82
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	98

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ความเข้มข้นต่อน้ำหนักแห้งของธาตุอาหารในมูลสัตว์ 4 ชนิด	16
2	การประเมินปริมาณการใช้ปุ๋ยพืชสดสามารถเพิ่มอินทรีย์วัตถุในกับดินในพื้นที่ 1 ไร่	17
3	ปริมาณมูลสัตว์ที่ได้จากการปศุสัตว์ ในปี 2547	18
4	ปริมาณวัสดุอินทรีย์จากพืชต่างๆ	19
5	ปริมาณวัสดุอินทรีย์ที่ได้จากพืชสวน ในปี 2547	19
6	มูลค่าการนำเข้าและส่งออกปุ๋ยอินทรีย์ของประเทศไทย	25
7	จำนวนบริษัทที่ยื่นเรื่องขอจดทะเบียนเป็นผู้ผลิตปุ๋ยอินทรีย์	45
8	ทุนจดทะเบียน อัตราส่วนปุ๋ยอินทรีย์ต่อผลิตภัณฑ์อื่น และลักษณะของปุ๋ยอินทรีย์	47
9	จังหวัดที่เก็บตัวอย่าง จำนวนบริษัท และจำนวนตัวอย่าง	48
10	ค่าวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์	60
11	ค่าความชื้นและค่าวิเคราะห์ลักษณะทางเคมีของตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์	62
12	คุณลักษณะที่ผ่านและไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ จำนวน 22 ตัวอย่าง	64
13	สรุปจำนวนและเปอร์เซ็นต์ของ ตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ที่ผ่านมาตรฐาน	66
14	ค่าความชื้นและค่าวิเคราะห์ลักษณะทางเคมีของวัตถุดิบ และปุ๋ยอินทรีย์ในแต่ละขั้นตอนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์แบบปั้นเม็ด	71
15	การผ่านและไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของวัตถุดิบ และปุ๋ยอินทรีย์ในแต่ละขั้นตอนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์แบบปั้นเม็ด	72

ตารางผนวกที่

1	ปริมาณไนโตรเจนในดินที่ระดับอินทรียวัตถุต่างๆ	83
2	ระดับของอินทรียวัตถุของพื้นที่ดินในประเทศไทย	83

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
3	ปริมาณธาตุอาหารหลัก (N, P_2O_5, K_2O) ในมูลสัตว์ชนิดต่างๆ	84
4	ปริมาณธาตุอาหารหลักของวัสดุอินทรีย์ที่ได้จากพืชหลัก 12 ชนิด ในปี 2547	85
5	ปริมาณธาตุอาหารหลักของวัสดุอินทรีย์ที่ได้จากพืชสวน ในปี 2547	86
6	ปริมาณธาตุอาหารหลักของวัตถุดิบที่เหลือจากโรงงาน	87
7	ค่า C/N ratio ของวัสดุแต่ละชนิดที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์	88
8	มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ ตามพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550	89
9	ปริมาณโลหะหนักที่อนุญาตให้มีในปุ๋ยอินทรีย์	90

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	องค์ประกอบของดินที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูก	7
2	กระบวนการสลายตัวของอินทรียวัตถุ	10
3	เครื่องตีป่นปุ๋ยอินทรีย์เครื่องร่อนปุ๋ย และเครื่องอบปุ๋ย	33
4	เครื่องบดหมูแบบแรงหมุน	34
5	เครื่องอัดเม็ดปุ๋ยแบบมินเซอร์	35
6	เครื่องอัดเม็ดปุ๋ย แบบ pellet mill	35
7	จานปั้นเม็ดปุ๋ย	36
8	ลักษณะของปุ๋ยอินทรีย์	46
9	กระบวนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์	49

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การประเมินลักษณะและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์ที่จำหน่ายในเขตภาคกลาง และผลของกระบวนการผลิตแบบปั้นเม็ดต่อคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์

Characterization and Quality Assessment of Commercial Organic Fertilizers in Central Thailand and Effects of Pelleting Process on Organic Fertilizer Properties

คำนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมเนื่องจากพื้นที่ของประเทศไทยประมาณร้อยละ 54 ใช้ในการเกษตร และประชากร 34 ล้านคนหรือร้อยละ 53 เป็นเกษตรกร ประกอบกับสินค้าเกษตรเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญของประเทศ และมีผลผลิตทางการเกษตรหลายรายการที่ส่งออกมากเป็นอันดับหนึ่งของโลก ทำให้การเกษตรมีบทบาทสำคัญทั้งในด้านความมั่นคงด้านอาหาร และความมั่นคงทางเศรษฐกิจของประเทศ ในการเกษตรกรรมดินถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมปริมาณและผลผลิตทางการเกษตรปัจจัยหนึ่ง แต่ในปัจจุบันพบว่าดินในประเทศไทยมีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับปานกลางถึงต่ำ เนื่องจากประเทศไทยอยู่ในเขตร้อนชื้น ซึ่งมีภูมิอากาศร้อนและฝนตกชุก ซึ่งเป็นสภาพที่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายอินทรียวัตถุ ทำให้อินทรียวัตถุสูญเสียไปจากดินได้ง่าย นอกจากนี้การไถพรวน การเก็บเกี่ยวผลผลิตออกจากพื้นที่และการทำการเกษตรโดยไม่มีการใส่อินทรียวัตถุเพิ่มเติม ล้วนเป็นสาเหตุที่ทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินลดลงอย่างรวดเร็ว จึงทำให้ดินที่ใช้เพาะปลูกโดยทั่วไปมีปัญหาเกี่ยวกับความอุดมสมบูรณ์ของดิน ทั้งทางด้านเคมี ฟิสิกส์ และชีวภาพ เป็นสาเหตุที่ทำให้ผลผลิตเฉลี่ยของพืชหลายชนิดค่อนข้างต่ำ เช่น ในปี 2552/2553 ผลผลิตเฉลี่ยทั่วประเทศของข้าวนาปรัง สับปะรด และปาล์มน้ำมัน มีเพียง 9.58 1.96 และ 9.23 กก./ไร่ ตามลำดับ จึงเห็นได้ว่าการปรับปรุงบำรุงดินเป็นลู่ทางสำคัญที่จะเพิ่มศักยภาพด้านการเกษตรของไทยให้สามารถแข่งขันกับต่างประเทศได้ ซึ่งแนวทางในการแก้ปัญหาดินที่มีอินทรียวัตถุต่ำจะกระทำโดยการใส่วัสดุอินทรีย์ และปุ๋ยอินทรีย์ลงไปในดิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปุ๋ยอินทรีย์ หมายถึง ปุ๋ยที่ได้หรือทำมาจากวัสดุอินทรีย์ซึ่งผลิตด้วยกรรมวิธีทำให้ชื้น สับ หมัก บด ร่อน สกัด หรือด้วยวิธีการอื่น และวัสดุอินทรีย์ถูกย่อยสลายสมบูรณ์ด้วยจุลินทรีย์ แต่ไม่ใช่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยชีวภาพ หน้าที่หลักของปุ๋ยอินทรีย์ คือ การปรับปรุงสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ การทำให้ดินโปร่ง ร่วนซุย ให้ธาตุอาหารพืชค่อนข้างครบถ้วนและสมดุลดี ทั้งธาตุอาหารหลักและจุลธาตุหรือธาตุอาหารเสริม แต่ปุ๋ยอินทรีย์ส่วนใหญ่จะมีธาตุอาหารพืชอยู่ในปริมาณต่ำ เกษตรกรจำเป็นต้องใช้ในปริมาณมากเมื่อใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพียงชนิดเดียว ปัจจุบันมีการส่งเสริมให้เห็นถึงความสำคัญของปุ๋ยอินทรีย์ และส่งเสริมให้มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์มากขึ้น ทำให้มีการผลิตปุ๋ยอินทรีย์เพื่อการค้าเกิดขึ้น ซึ่งปัจจุบันการผลิตปุ๋ยอินทรีย์เพื่อการค้าในประเทศไทยเติบโตและขยายตัวอย่างรวดเร็ว โดยมีโรงงานผลิตปุ๋ยอินทรีย์ตั้งแต่ขนาดเล็กระดับชุมชน ขนาดกลาง และเป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ จากการสำรวจของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (สศก.) ในปี 2551 พบว่ามีโรงงานผลิตปุ๋ยอินทรีย์เพื่อการค้าในประเทศไทย ไม่น้อยกว่า 500 แห่ง เพื่อให้การผลิตและจำหน่ายปุ๋ยอินทรีย์ ถูกต้อง มีมาตรฐาน และเป็นการรักษาผลประโยชน์ของเกษตรกร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์จึงได้เสนอพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) ปี 2550 และได้ประกาศในพระราชกิจจานุเบกษา เมื่อวันที่ 11 มกราคม 2551 เพื่อควบคุมมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ โดยกรมวิชาการเกษตรได้ออกประกาศเกณฑ์การขึ้นทะเบียนของปุ๋ยอินทรีย์ ได้แบ่งปุ๋ยอินทรีย์ออกเป็น 2 ชนิด คือปุ๋ยอินทรีย์ชนิดที่เป็นของเหลว และไม่เป็นของเหลว

การผลิตปุ๋ยอินทรีย์เพื่อการค้าในประเทศไทยส่วนใหญ่จะเป็นการผลิตแบบปุ๋ยหมัก โดยนำเอาวัสดุอินทรีย์ชนิดต่างๆ มาผ่านกระบวนการย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์จนแปรสภาพไปจากรูปเดิม ซึ่งกรรมวิธีการผลิต วัตถุและเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์จะมีหลากหลาย เช่น ผลิตปุ๋ยอินทรีย์ชนิดผง ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด ปุ๋ยอินทรีย์ปั้นเม็ด และปุ๋ยอินทรีย์น้ำ อย่างไรก็ตามพบว่าปุ๋ยอินทรีย์ชนิดผงไม่เป็นที่นิยมสำหรับเกษตร ขณะที่ปุ๋ยอินทรีย์เม็ดเป็นที่นิยมสำหรับเกษตรมาก เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์เม็ดใช้ง่าย สะดวก ประหยัดเวลา และสามารถใช้กับอุปกรณ์เครื่องพ่นปุ๋ยได้ ผู้ผลิตปุ๋ยอินทรีย์จึงผลิตปุ๋ยอินทรีย์เม็ดเพื่อตอบสนองความต้องการของเกษตรกร แต่ผู้ประกอบการพบว่าในการนำปุ๋ยอินทรีย์มาผลิตเป็นลักษณะเม็ดหรือปั้นเม็ดนั้น อาจจะมีผลทำให้สมบัติของปุ๋ยอินทรีย์บางประการไม่เป็นไปตามข้อกำหนดตามหลักเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ อาจเนื่องมาจากการสูญเสียคุณลักษณะบางประการที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการนำเอาตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดมาทำการประเมินถึงลักษณะทางกายภาพ และคุณสมบัติทางเคมีตามมาตรฐานการขอขึ้นทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร และศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ในขั้นตอนการผลิตแบบปั้นเม็ด เพื่อนำข้อมูลและความรู้ดังกล่าวไปประกอบการให้ข้อมูลมาตรฐานและคุณภาพของปุ๋ยอินทรีย์ เป็นข้อมูลความรู้และข่าวสารให้แก่เกษตรกรไทยที่จะนำไปสู่การประกอบการตัดสินใจซื้อ และใช้ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์แต่ละชนิด และยังเป็นการสร้างความรู้ความเข้าใจให้ผู้ประกอบการในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ที่มีคุณภาพ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อประเมินลักษณะและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์ที่จำหน่ายในเขตภาคกลาง

2. เพื่อศึกษาผลของกระบวนการผลิตแบบปั้นเม็ดต่อคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์

3. เพื่อศึกษาหาแนวทางในการปรับปรุงการผลิต และการเลือกใช้วัตถุดิบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

1. ความสำคัญของดิน

ดิน คือ วัตถุที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ จากการสลายตัวของหินและแร่ รวมกับซากพืชซากสัตว์ที่เน่าเปื่อยผุพัง (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) ในการปลูกพืชเพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดีนั้น ดินเป็นปัจจัยที่สำคัญปัจจัยหนึ่งต่อการเจริญเติบโตของพืช บทบาทของดินต่อการเจริญเติบโตของพืชมีดังนี้ (Brady, 2008)

1. เป็นที่ให้รากพืชเกาะยึดเหนี่ยว เพื่อให้ลำต้นของพืชยืนต้นได้อย่างมั่นคงแข็งแรง ขณะที่พืชเจริญเติบโต และสามารถต้านทานต่อลมและฝน ทำให้พืชไม่ล้มหรือโค่นง่าย

2. เป็นแหล่งเก็บกักน้ำและอากาศสำหรับพืช โดยน้ำฝนจะถูกดูดซับในช่องว่างของดินที่มีขนาด เล็กกว่า 50 ไมโครเมตร ส่วนช่องว่างที่มีขนาดใหญ่กว่า 50 ไมโครเมตร จะเป็นช่องว่างที่เก็บอากาศซึ่งรากพืชจะใช้ในกระบวนการหายใจ

3. เป็นแหล่งของธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยส่วนมากจะอยู่ในรูปของสารละลายในดิน ส่วนที่เหลือจะอยู่ในรูปของไอออนที่แลกเปลี่ยนได้ซึ่งจะถูกดูดซับอยู่ที่ผิวของคอลลอยด์ดิน

4. ช่วยควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสมสำหรับรากพืช โดยช่วยป้องกันรากพืชไม่ให้ได้รับอันตรายจากอุณหภูมิที่สูงเกินไปเนื่องจากแสงแดด

5. แหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตในดินขนาดใหญ่ ได้แก่ ไส้เดือน กิ้งกือ ซึ่งจะมีบทบาทในการย่อยสลายซากพืชซากสัตว์ให้มีขนาดเล็ก นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตในดินที่มีขนาดเล็ก ได้แก่ แบคทีเรีย รา และแอคทิโนมัยซีท ซึ่งจะมีบทบาทในการย่อยสลายซากพืชซากสัตว์ที่มีขนาดเล็กเพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโต และเป็นการเพิ่มอินทรียวัตถุในดิน รวมทั้งปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่พืช

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. ป้องกันรากพืชจากสารพิษ แหล่งของสารพิษอาจเกิดได้หลายทาง ได้แก่ จากกิจกรรมของมนุษย์ จากรากพืชหรือจากจุลินทรีย์ ดินสามารถป้องกันรากพืชจากสารพิษได้ โดยกระบวนการสลายตัวของสารพิษในดิน ที่สารพิษถูกเปลี่ยนรูปไปเป็นแก๊สและระเหยไปจากดิน

2. องค์ประกอบของดิน

องค์ประกอบของดินแบ่งได้เป็น 4 ส่วน คือ อนินทรียวัตถุ อินทรียวัตถุ น้ำ และ อากาศ โดยแต่ละส่วนจะมีลักษณะและบทบาทต่อการเจริญเติบโตของพืชแตกต่างกัน ดังนี้ (Brady, 2008)

1. อนินทรียวัตถุ หรือแร่ธาตุ เป็นส่วนที่เกิดจากชิ้นเล็กชิ้นน้อยของแร่และหินต่างๆ ที่สลายตัวโดยทางเคมี ทางฟิสิกส์ และทางชีวเคมี ซึ่งจะมีอยู่ประมาณ 45% โดยปริมาตร ในส่วนที่เป็นแร่ธาตุนี้จะประกอบด้วยอนุภาค 3 ชนิด ด้วยกัน คือ อนุภาคทราย อนุภาคทรายแป้ง อนุภาคดินเหนียว อนุภาคทรายมีขนาดใหญ่ที่สุด รองลงมาคือทรายแป้ง และดินเหนียวมีขนาดเล็กที่สุด ดินเหนียวจะแตกต่างจากอนุภาคทรายและทรายแป้งเพราะจะมีธาตุอาหารอยู่ในปริมาณมาก เนื้อดินก็ถูกกำหนดด้วยอนุภาคดินทั้ง 3 ชนิดนี้

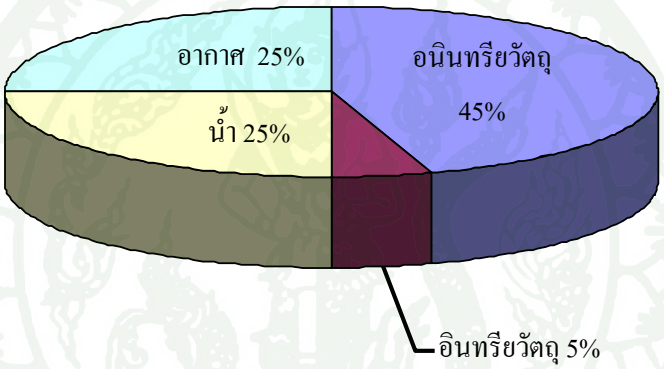
2. อินทรียวัตถุ เป็นส่วนที่เกิดจากการสลายตัวของเศษเหลือของพืชและสัตว์ที่ทับถมอยู่บนดิน ซึ่งจะมีอยู่ประมาณ 5% โดยปริมาตร สำหรับดินทั่วๆไปอาจพบอินทรียวัตถุอยู่ประมาณ 2-5% โดยปริมาตร อินทรียวัตถุในดินมีความสำคัญมากเนื่องจากเป็นองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อองค์ประกอบอื่นๆ ของดินทั้งในทางตรงและทางอ้อม รวมทั้งอินทรียวัตถุมีการเปลี่ยนแปลงได้ง่าย ในส่วนนี้ของดินยังรวมถึงสิ่งมีชีวิตต่างๆ ได้แก่ สัตว์และจุลินทรีย์ดิน สำหรับจุลินทรีย์ดินประกอบไปด้วยแบคทีเรีย ราและแอคทิโนไมซีต ซึ่งทำหน้าที่ย่อยสลายสารอินทรีย์และขับเคลื่อนวงจรธาตุอาหารต่างๆในดิน

3. น้ำ พบอยู่ในช่องระหว่างเม็ดดินหรืออนุภาคดิน ที่เรียกว่าช่องหรือที่ว่าง ซึ่งดินควรจะมีน้ำประมาณ 25% โดยปริมาตรช่วยในการละลายธาตุอาหารต่างๆที่มีอยู่ในดิน และช่วยในการดูดและเคลื่อนย้ายธาตุอาหารพืช

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. อากาศ อยู่ในที่ว่างระหว่างก้อนดินหรืออนุภาคดินโดยทั่วไปดินที่เหมาะแก่การเจริญของรากพืชจะมีอากาศประมาณ 25% โดยปริมาตร ช่วยในการละลายธาตุอาหารต่างๆที่มีอยู่ในดิน และช่วยในการดูดและเคลื่อนย้ายธาตุอาหารพืช

ดินที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกควรประกอบด้วย น้ำ ร้อยละ 25 อากาศ ร้อยละ 25 อนินทรียวัตถุ ร้อยละ 45 และอินทรียวัตถุ ร้อยละ 5 (สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน, 2551) ในการปรับปรุงโครงสร้างของดิน และการเพิ่มอินทรียวัตถุในดินเพื่อให้เหมาะสมต่อการเพาะปลูกนั้น สามารถทำได้โดยการใส่วัสดุอินทรีย์ และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ลงไปในดิน



ภาพที่ 1 องค์ประกอบของดินที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูก

ที่มา: สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน (2551)

3. สมบัติของดิน

สมบัติของดินที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืชมีทั้งด้านฟิสิกส์ เคมีและชีวภาพดังนี้

1. สมบัติทางฟิสิกส์ ได้แก่ เนื้อดิน โครงสร้างดิน ความหนาแน่น การอุ้มน้ำและการถ่ายเทอากาศ สำหรับโครงสร้างดินเกิดจากการรวมตัวหรือการเกาะกันของอนุภาคทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว ทั้งเนื้อดินและโครงสร้างจะเป็นตัวกำหนดช่องว่างสำหรับอากาศและน้ำในดิน ความทนทานต่อการสึกกร่อน ความยากง่ายต่อการไถพรวน และการชอนไชของรากพืช อย่างไรก็ตาม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เนื้อดินจะเป็นสมบัติของดินที่ไม่เปลี่ยนแปลงหรือเปลี่ยนแปลงได้ยากมาก แต่โครงสร้างดินเปลี่ยนแปลงได้ง่าย สามารถปรับปรุงให้ดีและมีเสถียรภาพ หรือถูกทำลายได้หากไถพรวนมากเกินไปหรืออินทรียวัตถุในดินลดลง ดินที่มีโครงสร้างดีจะเป็นดินที่เหมาะสมต่อการปลูกพืช

2. สมบัติทางเคมีและความอุดมสมบูรณ์ของดิน เช่น สภาพกรด-ด่าง ความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารและอำนาจในการตรึงธาตุอาหาร ซึ่งเป็นสมบัติที่เกี่ยวข้องกับความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดิน สำหรับธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชและพืชได้มาจากดินคือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน เหล็ก ทองแดง แมงกานีส สังกะสี โบรอน โมลิบดีนัม คลอรีนและนิกเกิล

3. สมบัติทางชีวภาพ เป็นสมบัติของดินที่เกี่ยวข้องกับชนิด ประชากรและกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน การใช้ปุ๋ยชีวภาพหรือจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์อื่นๆ เป็นการปรับสมดุลของจุลินทรีย์ดินให้เหมาะสมและเอื้อต่อการเจริญเติบโตของพืช

4. อินทรียวัตถุในดิน

อินทรียวัตถุในดิน หมายถึงสิ่งที่ได้จากการย่อยสลายของซากพืช ซากสัตว์ หรือสิ่งมีชีวิตอื่นๆ รวมทั้งอินทรียสารที่รากพืชปลดปล่อยออกมา เซลล์จุลินทรีย์และสารอินทรีย์ที่สังเคราะห์ขึ้นมาใหม่ อินทรียวัตถุในดิน สามารถแบ่งได้เป็นสองส่วน คือ ส่วนที่เป็นสารฮิวมิก (humic substances) ซึ่งจะมีปริมาณร้อยละ 60 ถึงร้อยละ 80 ของอินทรียวัตถุในดิน และส่วนที่ไม่ใช่สารฮิวมิก (nonhumic substances) ซึ่งจะมีร้อยละ 20 ถึงร้อยละ 40 ของอินทรียวัตถุในดิน โดยส่วนที่เป็นสารฮิวมิกจะเป็นส่วนที่มีโครงสร้างซับซ้อน และคงทนต่อการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ โครงสร้างประกอบด้วยสารประกอบอะโรมาติก (aromatic compound) ทำให้สลายตัวยาก สารฮิวมิกแบ่งได้เป็น 3 ส่วน คือ ฮิวมิน กรดฟุลวิก และกรดฮิวมิก สารฮิวมินเป็นสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลมากที่สุด มีสีเข้ม ไม่ละลายในกรดและด่าง และทนทานต่อการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ กรดฮิวมิก มีสีน้ำตาลเข้มถึงดำ ละลายในด่างแต่ไม่ละลายในกรด กรดฟุลวิกมีน้ำหนัก โมเลกุลน้อยที่สุด มีสีอ่อน ละลายทั้งในกรดและด่าง และง่ายต่อการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ เมื่อนำไปละลายใน NaOH หรือ $Na_4P_2O_7$ ส่วนที่ไม่ละลายใน NaOH หรือ $Na_4P_2O_7$ คือ ฮิวมิน ส่วนของกรดฮิวมิกกับกรดฟุลวิกจะละลายใน ใน NaOH หรือ $Na_4P_2O_7$ ซึ่งเมื่อนำไปปรับ pH ให้เป็นกรด ส่วนของกรดฮิวมิกจะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตกตะกอนออกมา ในขณะที่กรดฟุลวิกจะยังคงละลายอยู่ในสารละลาย (Brady, 2008) สำหรับส่วนที่ไม่ใช่สารฮิวมิก ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต กรดอะมิโน จะเป็นส่วนที่มีโครงสร้างโมเลกุลไม่ซับซ้อนจึงย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ได้ง่ายกว่า แต่ยังพบในปริมาณที่ค่อนข้างมากในดิน เนื่องจากส่วนใหญ่จะเข้าไปยึดเกาะกับอนุภาคของดินเหนียว หรือทำปฏิกิริยากับประจุบวกของโลหะบางชนิด เช่น เหล็ก ทองแดง หรืออาจทำหน้าที่เป็นสารเชื่อมเม็ดดิน ทำให้สลายตัวได้ยากขึ้น

4.1 แหล่งที่มาของอินทรียวัตถุในดิน

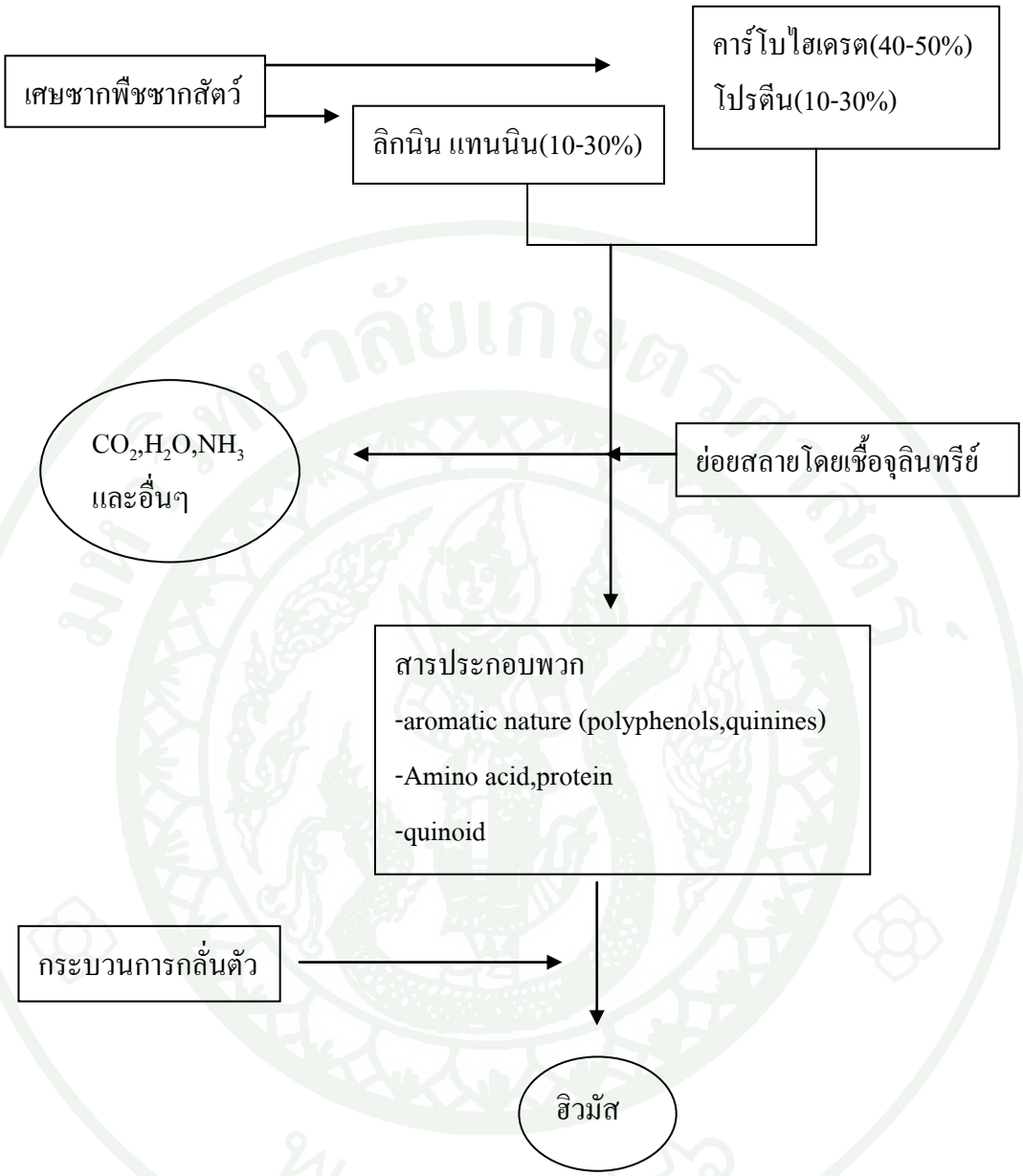
แหล่งที่มาของอินทรียวัตถุในดินอาจได้มาจากซากพืชและซากสัตว์ที่สลายตัวโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ ชิ้นส่วนของพืชที่ไถกลบลงไปในดินหรือตอซังของพืชที่เหลือหลังจากเก็บเกี่ยวผลิตผลแล้ว หรืออาจเป็นพืชที่ปลูกขึ้นเพื่อไถกลบโดยเฉพาะ อินทรียวัตถุในดินอาจได้จากการสลายตัวของสิ่งขับถ่ายทั้งหลาย เช่น อุจจาระ นอกจากนี้ยังได้จากการสลายตัวของปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักที่ใส่ลงไปในดิน หรือจากเซลล์ของจุลินทรีย์ดิน

4.2 การสลายตัวของอินทรียวัตถุ

เมื่อซากพืชซากสัตว์ถูกใส่ลงไปในดินจะถูกย่อยจนมีขนาดเล็กโดยสิ่งมีชีวิตในดิน เช่น ไส้เดือน หลังจากนั้นจะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ดิน จุลินทรีย์เหล่านี้จะทำหน้าที่ย่อยสลายสารอินทรีย์ในดินเพื่อใช้สารเหล่านั้นสำหรับเป็นแหล่งอาหารและพลังงาน โดยจะปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยให้สารอินทรีย์มีขนาดเล็กลงแล้วจึงดูดซึมสารอินทรีย์เข้าไปในเซลล์เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงาน ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการย่อยสลาย คือ มีออกซิเจนเพียงพอ กระบวนการย่อยสลายจะเกิดคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ ธาตุอาหาร และสารฮิวมิก ซึ่งเป็นสารที่มีรูปร่างไม่แน่นอน มีสีน้ำตาล หรือสีน้ำตาลดำ เป็นสารที่คงทนต่อการสลายตัว มักเกาะยึดอยู่กับเซลล์ของจุลินทรีย์ หรืออนุภาคดินเหนียว (ประสพ, 2542)

แหล่งที่มาของอินทรียวัตถุในดินส่วนใหญ่ได้มาจากพืชเป็นหลัก ซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อระดับปริมาณอินทรียวัตถุในดิน การย่อยสลายของอินทรียวัตถุจะเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วในสภาพที่มีอากาศ ผลของการสลายตัวของอินทรียวัตถุจะได้ธาตุอาหารพืชและธาตุอาหารจุลินทรีย์ และฮิวมัส ดังแสดงไว้ในภาพที่ 2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 2 กระบวนการสลายตัวของอินทรียวัตถุ

ที่มา: สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน (2551)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.3 สมบัติโดยทั่วไปและบทบาทของอินทรียวัตถุในดิน

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2548) ได้รวบรวมสมบัติโดยทั่วไปและบทบาทของอินทรียวัตถุในดินไว้ ดังนี้

4.3.1 สีดิน อินทรียวัตถุในดินมีสีน้ำตาลเข้มถึงดำ เนื่องจากสารฮิวมิกที่ได้จากการสลายตัวของอินทรียวัตถุมีสีน้ำตาลเข้ม ดินที่มีอินทรียวัตถุสูงจึงมีสีคล้ำ

4.3.2 อุณหภูมิดิน เนื่องจากอินทรียวัตถุมีพื้นที่ผิวมาก จึงสามารถเก็บความร้อนได้มาก ซึ่งจะช่วยให้รากพืชไม่ได้รับผลกระทบจากอุณหภูมิดินที่สูงขึ้นเนื่องจากความร้อนแสงแดด

4.3.3 โครงสร้างของดิน อินทรียวัตถุจะทำหน้าที่เป็นสารเชื่อมให้เม็ดดินจับตัวกันเป็นโครงสร้างที่เสถียร จึงช่วยส่งเสริมการเกิดเม็ดดิน ทำให้ดินมีโครงสร้างแข็งแรง มีความร่วนซุย การระบายน้ำและอากาศดี (Edmeades, 2003; Claire *et al*., 2011) และช่วยให้ดินมีความสามารถในการอุ้มน้ำดีขึ้น เนื่องจากอินทรียวัตถุมีความสามารถในการดูดซับน้ำสูง คือ 6-20 เท่าของน้ำหนัก เพราะเป็นอนุภาค มีขนาดเล็ก ลักษณะเป็นสารคอลลอยด์ และมีลักษณะโครงสร้างคล้ายฟองน้ำ จึงสามารถดูดซับน้ำได้ดี

4.3.4 ความสามารถในการดูดซับประจุบวกและประจุลบของดิน เนื่องจากอินทรียวัตถุมีประจุลบอยู่เป็นจำนวนมาก จึงมีความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารซึ่งส่วนใหญ่มีประจุบวก ดินจึงมีความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารพืชสูง

4.3.5 การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของดิน เนื่องจากอินทรียวัตถุมีประจุลบเป็นจำนวนมาก จึงทำให้มีความสามารถในการดูดซับประจุบวกได้สูง ดินที่มีอินทรียวัตถุสูงจึงมีความต้านทานการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของดินได้ดี โดยจะเกิดปฏิกิริยาดังนี้

$$\text{Adsorbed } H^{+} \text{ (reserved acidity)} \longleftrightarrow \text{Soil solution } H^{+} \text{ (active acidity)}$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อใส่สารที่เป็นกรดหรือด่างลงไปในดิน ปฏิกิริยานี้จะเกิดขึ้น กรดหรือด่างจึงมีโอกาสที่จะสะสมอยู่ในสารละลายดิน (soil solution) น้อยมาก ค่า pH ของดินจึงเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

4.3.6 เป็นแหล่งธาตุอาหารพืช เมื่ออินทรียวัตถุถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ ธาตุอาหารพืชที่เป็นองค์ประกอบของสารอินทรีย์ จะถูกปลดปล่อยออกมาให้พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยเฉพาะไนโตรเจน ซึ่งเมื่อดินมีอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้น ดินก็จะมีปริมาณไนโตรเจนมากขึ้นด้วย เนื่องจากไนโตรเจนได้มาจากอินทรียวัตถุในดินถึงร้อยละ 95

4.3.7 เป็นแหล่งอาหารและพลังงานของจุลินทรีย์ดิน สารอินทรีย์เป็นแหล่งอาหารและพลังงานที่สำคัญของจุลินทรีย์ดิน การใส่อินทรียวัตถุในดิน จึงทำให้จุลินทรีย์ในดินมีปริมาณเพิ่มขึ้น โดยจุลินทรีย์ดินจะทำการย่อยสลายซากพืชซากสัตว์ ช่วยในการปลดปล่อยสารอินทรีย์ซึ่งเป็นแหล่งของธาตุอาหารให้พืชนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป (Johnson, 2003)

4.4 ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณอินทรียวัตถุในดิน

ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ประกอบด้วยปัจจัยต่างๆ ดังนี้

4.4.1 พืชพรรณที่ปกคลุมดิน พืชแต่ละชนิดมีความสามารถในการเจริญเติบโตและชีวมวลไม่เท่ากัน ดินที่มีพืชขึ้นปกคลุมต่างชนิดกัน จึงมีปริมาณอินทรียวัตถุต่างกันด้วย เช่น ดินทุ่งหญ้า จะมีปริมาณอินทรียวัตถุสูงกว่าดินที่ใช้ในการทำการเกษตรส่วนใหญ่ เช่น ข้าวโพด เนื่องจากหญ้าเป็นพืชที่มีระบบรากหนาแน่นและแพร่กระจายมากกว่า นอกจากนี้องค์ประกอบของพืชแต่ละชนิดก็มีส่วนกำหนดปริมาณอินทรียวัตถุในดิน โดยพืชที่มีเซลลูโลสและลิกนินเป็นองค์ประกอบสูงจะถูกย่อยสลายได้ยาก และมีส่วนที่เหลือเป็นอินทรียวัตถุสูงกว่าพืชที่มีเซลลูโลสและลิกนินเป็นองค์ประกอบน้อยกว่า ดังนั้นความหนาแน่นและชนิดของพืชที่ปลูกจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (อรพิน, 2551)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.4.2 ภูมิอากาศ เช่น อุณหภูมิ ปริมาณฝนและการกระจายของฝน โดยฝนที่ตกชุกและอุณหภูมิที่สูงจะเป็นสภาพที่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายอินทรียวัตถุ ทำให้อินทรียวัตถุหมดไปจากดินอย่างรวดเร็ว ดินจึงมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ (อรพิน, 2551)

4.4.3 สมบัติของดิน จะมีผลต่อการทำงานของจุลินทรีย์ดิน จึงมีผลต่อปริมาณอินทรียวัตถุในดินด้วย อรวรรณ (2551) ได้สรุปปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1) เนื้อดิน จะมีผลโดยตรงต่อปริมาณอินทรียวัตถุในดิน โดยดินเนื้อหยาบ มีการระบายอากาศดี จุลินทรีย์จะสามารถย่อยสลายอินทรียสารได้เร็ว ส่วนดินเนื้อละเอียดการระบายอากาศไม่ดีนักเมื่อเทียบกับดินเนื้อหยาบ และดินเนื้อละเอียดสามารถเก็บน้ำและธาตุอาหารพืชได้มากกว่า พืชสามารถเจริญเติบโตได้ดี จึงมีปริมาณอินทรียวัตถุมากกว่าดินเนื้อหยาบ

2) ค่า pH ของดิน ในดินที่มีค่า pH สูงหรือต่ำเกินไป จะยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ อัตราการย่อยสลายจึงเกิดได้ช้ากว่าดินที่มีค่า pH เป็นกลาง นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับชนิดของจุลินทรีย์ด้วย โดยแบคทีเรียและแอคติโนมัยซีทสามารถเจริญได้ดีในดินที่มีค่า pH เป็นกรดอ่อนกลาง จนถึงด่างอ่อน หาก pH ต่ำกว่า 5.5 กิจกรรมของแบคทีเรียและแอคติโนมัยซีทจะลดลง ส่วนราจะสามารถเจริญเติบโตในสภาพที่เป็นกรดได้มากกว่าแบคทีเรียและแอคติโนมัยซีท สำหรับค่า pH ที่เหมาะสมสำหรับการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยทั่วไปจะอยู่ในช่วง 5.5-7.5

3) ความชื้นของดิน น้ำในดินมีผลต่อการทำงานของจุลินทรีย์ โดยเกี่ยวข้องกับการทำงานของเอมไซน์ เป็นที่อยู่อาศัยของจุลินทรีย์และช่วยในการเคลื่อนที่ของจุลินทรีย์ นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับการระบายอากาศของดิน ในดินที่มีปริมาณน้ำมาก ความชื้นในดินสูง การระบายอากาศไม่ดี การย่อยสลายของอินทรียวัตถุจะเกิดได้ช้า โดยความชื้นที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์จะอยู่ที่ร้อยละ 80 ของความสามารถในการอุ้มน้ำของสารอินทรีย์ชนิดนั้น

4.4.4 ระบบการทำการเกษตร การทำการเพาะปลูกส่วนใหญ่มักทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินลดลง เนื่องจากมีการนำเอาผลผลิตและเศษซากพืชออกจากพื้นที่ นอกจากนี้ยังมีหลายกิจกรรมที่เร่งการสลายตัวของอินทรียวัตถุ เช่น การไถพรวนดิน ทำให้ดินมีการระบายอากาศ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และการดูดซับน้ำดีขึ้น กิจกรรมของจุลินทรีย์จึงดำเนินได้ดีขึ้น การให้น้ำชลประทาน การทำให้ดินแห้งและชื้นสลับกันเป็นการเร่งการย่อยสลายของอินทรียวัตถุ นอกจากนี้การใส่ปูนยังทำให้กิจกรรมของไส้เดือนดิน แอคติโนมัยซีท และสัตว์ขนาดใหญ่ในดินดำเนินได้ดีขึ้น จึงเป็นการเร่งการสลายของอินทรียวัตถุ (อรพิน, 2551)

4.6 อินทรียวัตถุของดินในประเทศไทย

จากการสำรวจของสำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน กรมพัฒนาที่ดิน ในปี พ.ศ. 2551 พบว่า ดินในประเทศไทยส่วนใหญ่มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างต่ำ โดยเป็นดินที่มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับปานกลางร้อยละ 65 และเป็นดินที่มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำถึงร้อยละ 20 ของพื้นที่ทั้งหมด เนื่องจากดินมีวัตถุต้นกำเนิดเป็นพวกหินทราย มีเนื้อหยาบ การสะสมของอินทรียวัตถุน้อยกว่าดินเนื้อละเอียด อีกสาเหตุหนึ่งมาจากสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยซึ่งอยู่ในเขตร้อนชื้นและมีปริมาณฝนมาก โดยสภาพภูมิอากาศที่ร้อนชื้นจะเหมาะสมกับการเจริญของจุลินทรีย์ การย่อยสลายอินทรียวัตถุโดยจุลินทรีย์จึงเป็นไปอย่างรวดเร็ว สำหรับปริมาณฝนที่มาก ทำให้หน้าดินที่มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงถูกชะล้างโดยน้ำฝน นอกจากนี้การเกษตรกรรมก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินลดลง การทำการเพาะปลูกติดต่อกันเป็นเวลานานโดยไม่มีการเพิ่มอินทรียวัตถุให้กับดิน ก็ทำให้ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำเช่นกัน (อรพิน, 2551)

4.7 การรักษาระดับอินทรียวัตถุในดิน

ดินที่มีอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมาก คือต่ำกว่าร้อยละ 0.5 และร้อยละ 0.5 ถึง 1.0 มีความจำเป็นต้องเพิ่มอินทรียวัตถุเป็นจำนวนมาก ดินที่มีอินทรียวัตถุอยู่ในระดับปานกลาง คือ ร้อยละ 1.5-2.5 ควรมีการเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดิน (สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน, 2551) เนื่องจากดินในประเทศไทยส่วนใหญ่มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในเกณฑ์ปานกลางถึงค่อนข้างต่ำ จึงควรมีการรักษาระดับอินทรียวัตถุในดิน โดยการทำการเกษตรแบบอนุรักษ์ เช่น ลดการไถพรวนให้น้อยที่สุด และเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุให้กับดิน โดยนำวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร เช่น เศษพืช มูลสัตว์ ใส่ลงไปในดิน อีกวิธีหนึ่งคือ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ให้กับดิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. ปุ๋ยอินทรีย์

ตาม พรบ.ปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2550 ปุ๋ย หมายถึง สารอินทรีย์ อินทรียสังเคราะห์ อนินทรีย์ หรือจุลินทรีย์ ไม่ว่าจะเกิดขึ้นโดยธรรมชาติหรือทำขึ้นก็ตาม สำหรับใช้เป็นธาตุอาหารพืชได้ไม่ว่าโดยวิธีใด หรือทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี กายภาพ หรือชีวภาพในดิน เพื่อบำรุงความเติบโตแก่พืช

ปุ๋ยอินทรีย์ หมายถึง ปุ๋ยที่ได้หรือทำมาจากวัสดุอินทรีย์ ซึ่งผลิตด้วยกรรมวิธีทำให้ชื้น สับ หมัก บด ร่อน สกัด หรือด้วยวิธีการอื่น และวัสดุอินทรีย์ถูกย่อยสลายสมบูรณ์ด้วยจุลินทรีย์ แต่ไม่ใช่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยชีวภาพ

5.1 ความสำคัญของปุ๋ยอินทรีย์

ความอุดมสมบูรณ์ของดินเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการทำการเกษตร แต่เนื่องจากปัจจุบันเกษตรกรนิยมใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร และมีการใช้ปุ๋ยเคมีเป็นเวลานาน ทำให้ความอุดมสมบูรณ์และโครงสร้างของดินสูญเสียไป นอกจากนี้ยังทำให้ต้นทุนการผลิตสูง เนื่องจากปุ๋ยเคมีมีราคาแพง การใช้ปุ๋ยอินทรีย์จึงเป็นทางเลือกหนึ่งซึ่งจะช่วยในการปรับปรุงบำรุงดินและเป็นการลดต้นทุนการผลิต และรักษาสภาพสิ่งแวดล้อม

5.2 ประเภทของปุ๋ยอินทรีย์ แบ่งได้เป็น 3 ชนิด คือ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยพืชสด

5.2.1 ปุ๋ยคอก (manure) คือ มูลของสัตว์ต่างๆ เช่น เป็ด หมู โค กระบือที่ขับถ่ายและสะสมตามพื้นคอก มูลสัตว์ดังกล่าวอาจมีวัสดุรองคอก หรือปัสสาวะผสมอยู่ด้วย มูลและน้ำล้างคอกที่รวมอยู่ในบ่อเก็บน้ำทิ้ง รวมทั้งตะกอนของมูลสัตว์จากบ่อแก๊สชีวภาพ (ยงยุทธและคณะ, 2551) ธาตุอาหารในปุ๋ยคอก ประกอบไปด้วยธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และจุลธาตุ อย่างไรก็ตามความเข้มข้นหรือปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยคอกที่ได้จากสัตว์ต่างๆ จะมีปริมาณธาตุอาหารแตกต่างกัน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยคอกนอกจากขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์แล้วยังขึ้นอยู่กับคุณภาพอาหารที่ใช้เลี้ยงสัตว์ด้วย รวมทั้งสภาพการเก็บรักษาปุ๋ยคอก มูลสัตว์ที่ได้จากคอกสามารถนำไปใส่ในแปลงพืชได้ทันที แต่หากใส่ในปริมาณมากหรือใกล้ต้นพืชมากเกินจะทำให้เกิด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อันตรายต่อพืชได้ เนื่องจากความร้อนและสารอินทรีย์บางชนิดที่เกิดจากกระบวนการสลายตัวของมูลสัตว์ ในบางครั้งจึงมีการหมักมูลสัตว์เพื่อแปรรูปสารอินทรีย์ในมูลสัตว์ให้เป็นสารฮิวมิกซึ่งเป็นรูปที่เหมาะสมต่อการใช้ การหมักมูลสัตว์นั้นจะแตกต่างจากการทำปุ๋ยหมัก เนื่องจากจะเห็นได้ว่าการทำปุ๋ยหมักใช้ซากพืชเป็นองค์ประกอบหลัก และอาจมีส่วนผสมของมูลสัตว์บางส่วน ขณะที่การหมักมูลสัตว์จะมีมูลสัตว์เป็นองค์ประกอบหลัก

ตารางที่ 1 ความเข้มข้นต่อน้ำหนักแห้งของธาตุอาหารในมูลสัตว์ 4 ชนิด

น้ำ/แร่ธาตุ	โคนม	โคเนื้อ	ไก่	สุกร
น้ำ,%	75	80	35	72
N,%	2.4	1.9	4.4	2.1
P,%	0.7	0.7	2.1	0.8
K,%	2.1	2.0	2.6	1.2
Ca,%	1.4	1.3	2.3	1.6
Mg,%	0.8	0.7	1.0	0.3
S,%	0.3	0.5	0.6	0.3
Fe, มก./กก.	1,800	5,000	1,000	1,000
Mn, มก./กก.	165	40	413	182
Zn, มก./กก.	165	8	480	390
Cu, มก./กก.	30	2	172	150
B, มก./กก.	20	14	40	75
Mo, มก./กก.	-	1	0.7	0.6

ที่มา: Brady and Weil (2008)

5.2.2 ปุ๋ยหมัก (compost) คือ ปุ๋ยที่ได้จากการหมักซากพืช ซากสัตว์ หรือขยะอินทรีย์ โดยวัสดุอินทรีย์เหล่านี้จะสลายตัวผุพังโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ การผลิตปุ๋ยหมักนั้นจะต้องเอาวัสดุอินทรีย์ดังกล่าวมากองรวมกัน และให้ความชื้นในระดับที่เหมาะสม ปล่อยให้ย่อยสลาย จนเปลี่ยนเป็นขุยสีดำหรือน้ำตาลเข้ม มีลักษณะยุ่ย และร่วนซุย (ยงยุทธและคณะ, 2551) ปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์จะมีสมบัติคล้ายกับอินทรียวัตถุในดิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.2.3 ปุ๋ยพืชสด (green manure) คือ ปุ๋ยที่ได้จากพืชที่ปลูกขึ้นเพื่อไถกลบลงในพื้นที่นั้น พืชที่ปลูกเรียกว่า พืชปุ๋ยสด อายุของพืชปุ๋ยสดนี้จะต้องเป็นระยะที่เหมาะสมจึงทำการไถกลบ คือไม่อ่อนหรือแก่เกินไป พืชที่นำมาเป็นพืชปุ๋ยสดอาจเป็นพืชตระกูลถั่วหรือไม่ใช่พืชตระกูลถั่วก็ได้ แต่โดยส่วนใหญ่นิยมใช้พืชตระกูลถั่วมากกว่า เนื่องจากพืชตระกูลจะมีแบคทีเรียไรโซเบียมที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้ ทำให้เป็นการช่วยเพิ่มธาตุไนโตรเจนให้แก่ในดินบริเวณนั้น สำหรับซากพืชจะช่วยบำรุงดินและเป็นประโยชน์ต่อพืชตามมา พืชที่ใช้เป็นปุ๋ยพืชสด กรมพัฒนาที่ดินได้แนะนำพืชตระกูลถั่วที่ควรใช้ทำปุ๋ยพืชสดในการบำรุงดินและอนุรักษ์ดิน 7 ชนิด ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การประเมินปริมาณการใช้ปุ๋ยพืชสดสามารถเพิ่มอินทรีย์วัตถุในกับดินในพื้นที่ 1 ไร่

ชนิดพืช	น้ำหนักสด (กิโลกรัมต่อไร่)	น้ำหนักแห้ง (กิโลกรัมต่อไร่)	ปริมาณอินทรียวัตถุที่เพิ่ม (เปอร์เซ็นต์ต่อไร่)
ปอเทือง	2,500-3,000	500-840	0.15-0.25
ถั่วพร้า	2,500-3,000	500-840	0.15-0.26
ถั่วพุ่ม	1,500-2,400	300-672	0.08-0.19
ถั่วมะแฮะ	2,000-2,500	400-700	0.13-0.24
โสนอัฟริกัน	2,000-4,000	400-1,120	0.10-0.28
โสนอินเดีย	2,000-3,500	400-980	0.12-0.29
โสนจีนแดง	1,500-2,000	300-560	0.09-0.16
โสนคางคก	1,500-3,000	300-840	0.08-0.23

ที่มา: สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน (2551)

5.3 แหล่งที่มาของปุ๋ยอินทรีย์

ในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์สามารถใช้วัตถุดิบในการผลิตได้หลายประเภท ซึ่งแหล่งที่มาของวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ มีดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.3.1 มูลสัตว์ต่างๆ สัตว์ที่เป็นหลักในการทำปศุสัตว์ของประเทศไทย ประกอบด้วย โคเนื้อ โคนม กระบือ ไก่ เป็ด และสุกร จากการสำรวจของสำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร (2547) พบว่า มีปริมาณมูลสัตว์รวมทั้งสิ้น 35 ล้านตัน โดยเป็นมูลกระบือมากที่สุด คือ 14 ล้านตัน สำหรับมูลเป็ดมีปริมาณน้อยที่สุด คือ 0.17 ล้านตัน คิดเป็นร้อยละ 0.48 ดังแสดงในตารางที่ 3

ปุ๋ยมูลสัตว์แต่ละชนิดมีลักษณะและปริมาณธาตุอาหารต่างกัน สำหรับมูลโคกระบือมีปริมาณธาตุอาหารต่ำเมื่อเทียบกับมูลสัตว์ชนิดอื่น ก่อนนำไปใช้ควรนำไปหมักก่อน เนื่องจากอาจมีเศษวัชพืชปนอยู่

ตารางที่ 3 ปริมาณมูลสัตว์ที่ได้จากการปศุสัตว์ ในปี 2547

ชนิดของมูลสัตว์	ปริมาณ (ล้านตัน)	ร้อยละ
มูลกระบือ	14	40
มูลโคเนื้อ	10	29
มูลโคนม	2	6
มูลสุกร	6	17
มูลไก่	1	5
มูลเป็ด	0.17	0.48

ที่มา: สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร (2548 ข)

5.3.2 วัสดุอินทรีย์ที่ได้จากพืช พืชหลักที่ปลูกในประเทศไทย ประกอบด้วย ข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ถั่วเขียว เป็นต้น พบว่าวัสดุอินทรีย์ที่ได้จากข้าวมีปริมาณมากที่สุด คือ 349 ล้านตัน คิดเป็นร้อยละ 58 ดังแสดงในตารางที่ 4 นอกจากนี้ยังมีวัสดุอินทรีย์ที่ได้จากพืชสวน โดยเป็นวัสดุอินทรีย์ที่ได้จากปาล์มน้ำมันมากที่สุด คือ 84 ล้านตัน คิดเป็นร้อยละ 88 ดังแสดงในตารางที่ 4 และตารางที่ 5

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 ปริมาณวัสดุอินทรีย์จากพืชต่างๆ

พืชไร่	ล้านตัน	พืชสวนและไม้ยืนต้น	ล้านตัน
ข้าว	349.2	ยางพารา	155.6
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	55.3	ปาล์มน้ำมัน	84.8
อ้อย	9.3	สับปะรด	8.1
ถั่วเขียว	6.7	มะม่วง	1.5
มันสำปะหลัง	4.7	กล้วย	1.4
ข้าวโพดฝักอ่อน	4.5	น้อยหน่า	1.4
ถั่วลิสง	0.8	ลำไย	1.2

ที่มา: สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร (2548 ข)

ตารางที่ 5 ปริมาณวัสดุอินทรีย์ที่ได้จากพืชสวน ในปี 2547

ชนิดของพืช	ปริมาณ (ล้านตัน)	ร้อยละ
กล้วย	1.38	1.45
ขนุน	1.04	1.08
น้อยหน่า	1.39	1.45
ปาล์มน้ำมัน	84	88.30
มะขาม	0.68	0.71
มะม่วง	1.45	1.51
ลำไย	1.22	1.28
ลิ้นจี่	0.27	0.29
ส้มเขียวหวาน	0.18	0.19
ส้มโอ	0.20	0.21

ที่มา: สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร (2548 ข)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.3.3 ผลพลอยได้จากโรงงานฆ่าสัตว์และโรงงานแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร ผลพลอยได้จากโรงงานฆ่าสัตว์ เช่น เลือด เนื้อ หนัง จะมีปริมาณไนโตรเจนที่ค่อนข้างสูง โดยหนังป่นมีปริมาณไนโตรเจนถึงร้อยละ 14.10 ส่วนกระดูกป่นจะมีปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสสูง โดยมีปริมาณแคลเซียมถึงร้อยละ 21.99 และฟอสฟอรัสร้อยละ 20.75 (อรรณพ, 2548) จึงนิยมนำกระดูกป่นไปผสมในวัสดุที่ใช้ปักชำหรือตอนต้นไม้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548)

ผลพลอยได้จากโรงงานแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร เช่น กากละหุ่ง กากเมล็ดนุ่น และกากผงชูรส สามารถนำมาใช้เป็นปุ๋ยได้เนื่องจากมีปริมาณไนโตรเจนสูง ส่วนผลพลอยได้บางชนิด เช่น แกลบและกากอ้อยป่น ต้องนำมาเติมธาตุอาหารที่พืชยังขาดลงไป และหมักให้เปื่อยยุ่ยก่อน จึงเหมาะสมที่จะนำมาเป็นปุ๋ย (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548)

5.3.4 ตะกอนน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมหลายประเภทมีอินทรีย์สารปะปนเป็นจำนวนมาก สามารถนำไปแยกโดยการตกตะกอน ซึ่งตะกอนนี้จะมีปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสค่อนข้างสูง จากการทดลองของซบรี (2542) พบว่าตะกอนน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม มีปริมาณไนโตรเจนร้อยละ 1.56 ปริมาณฟอสฟอรัสร้อยละ 1.05 และปริมาณโพแทสเซียมร้อยละ 0.30 และจากการทดลองของอัมริตา (2553) พบว่า ตะกอนน้ำเสียจากโรงงานผลิตเบียร์ มีปริมาณไนโตรเจนร้อยละ 4.11 ปริมาณฟอสฟอรัสร้อยละ 2.24 และปริมาณโพแทสเซียมร้อยละ 0.50

5.4 ประโยชน์ของปุ๋ยอินทรีย์

5.4.1 ทำให้โครงสร้างดินดีขึ้น ช่วยเพิ่มช่องว่างระหว่างเม็ดดิน และเพิ่มออกซิเจนในดิน เนื่องจากอินทรียวัตถุจะทำหน้าที่เป็นสารเชื่อมอนุภาคดิน อินทรียวัตถุจะทำหน้าที่เป็นสารเชื่อมให้เม็ดดินจับตัวกันเป็นโครงสร้างที่เสถียร จึงช่วยส่งเสริมการเกิดเม็ดดิน ทำให้ดินมีโครงสร้างแข็งแรง มีความร่วนซุย การระบายน้ำและอากาศดี (อรพิน, 2551)

สุภัทตรา (2545) ศึกษาผลของปุ๋ยมูลโคและปุ๋ยอินทรีย์ต่อสมบัติของดินที่ใช้ปลูกท้อ พบว่า ดินที่มีการใส่ปุ๋ยมูลโคอย่างเดียว มีความหนาแน่นรวมต่ำกว่าดินที่มีการใส่ปุ๋ยเคมี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ร่วมกับปุ๋ยมูลโค และดินที่ใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยมูลโคก็มีความหนาแน่นรวมต่ำกว่าดินที่ใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ซึ่งแสดงว่าปุ๋ยมูลโคช่วยทำให้โครงสร้างของดินดีขึ้น ดินโปร่ง ร่วนซุยมากขึ้น

5.4.2 เพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน เนื่องจากอินทรียวัตถุมีพื้นที่ผิวมาก จึงทำให้สามารถอุ้มน้ำได้เกิน 20 เท่าของน้ำหนักตัว ดินที่มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงจึงมีสามารถเก็บน้ำไว้ใน ดินได้มาก ซึ่งจะมีผลต่อการนำไปใช้ประโยชน์ของพืช (สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน, 2551)

5.4.3 เพิ่มความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน ช่วยเพิ่มความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารพืช อินทรียวัตถุในดินมีทั้งประจุไฟฟ้าบวกและลบ ที่จะช่วยดูดซับธาตุอาหารพืชในรูปของไอออนหรือประจุ เช่น เมื่อเราใส่ธาตุอาหารพืชในรูปของไนเตรท (NO^{3-}) ซึ่งมีประจุไฟฟ้าเป็นลบ ปุ๋ยอินทรีย์ก็จะดูดซับไว้ไม่ให้ถูกชะไปกับน้ำ ซึ่งจะช่วยลดการสูญเสียธาตุอาหารพืช มีการศึกษาผลของปุ๋ยอินทรีย์กับสมบัติของดิน พบว่า ในดินที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัวและปุ๋ยมูลไก่เป็นระยะเวลา 1 ปี จะมีความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนเพิ่มขึ้นทั้งดินบนและดินล่าง โดยในดินบน ที่มีการใส่ปุ๋ยมูลวัว ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนเพิ่มขึ้นจาก 35.56 เซนติโมลต่อกิโลกรัม เป็น 41.75 เซนติโมลต่อกิโลกรัม สำหรับในดินล่าง ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนเพิ่มขึ้นจาก 38.59 เซนติโมลต่อกิโลกรัม เป็น 40.22 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ส่วนการใส่ปุ๋ยมูลไก่ในดินบน ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนเพิ่มขึ้นจาก 34.37 เซนติโมลต่อกิโลกรัม เป็น 41.25 เซนติโมลต่อกิโลกรัม ในดินล่างค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนเพิ่มขึ้นจาก 35.38 เซนติโมลต่อกิโลกรัม เป็น 40.12 เซนติโมลต่อกิโลกรัม (โกศล, 2551)

5.4.4 ลดความเป็นพิษของธาตุบางชนิด เช่น อะลูมิเนียม แมงกานีส และโซเดียม เนื่องจากฮิวมัสจะรวมตัวกับธาตุเหล่านี้เป็นสารประกอบเชิงซ้อนอยู่ในรูปที่ไม่ละลายน้ำ จึงลดความเป็นพิษของธาตุเหล่านี้ลง (สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน, 2551) นอกจากนี้ยังลดความเป็นพิษของสารฆ่าแมลง โดยจากการทดลองของ Li *et al.* (2004) พบว่าในดินที่ใส่อินทรียวัตถุซึ่งสกัดจากปุ๋ยอินทรีย์ มีการดูดซับ Chlorpyrifos และ Naphthalene ลดลง

5.4.5 การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของดิน เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์มีอินทรียวัตถุซึ่งมีคุณสมบัติช่วยให้ดินมีความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH มากขึ้น การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ลงไปในดินจึงช่วยให้ดินมีความต้านทานการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของดินได้ดี (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.4.6 ช่วยเพิ่มอินทรียวัตถุให้กับดิน จากการทดลองของ Xu *et al*. (2008) ในดินที่ใช้ปลูกข้าว พบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว ปริมาณอินทรียวัตถุในดินเพิ่มขึ้นร้อยละ 6.5 การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยคอก ปริมาณอินทรียวัตถุในดินเพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 18 สำหรับดินที่ใส่ปุ๋ยคอกเพียงอย่างเดียวมีปริมาณอินทรียวัตถุในดินเพิ่มขึ้นร้อยละ 37 สำหรับดินที่ใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวแต่มีปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นเนื่องจากส่วนที่เหลือของรากข้าวในดิน

พรเพ็ญ (2551) ศึกษาผลของปุ๋ยหมักในการปรับปรุงคุณสมบัติของดิน พบว่าในดินที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ มีปริมาณอินทรียวัตถุร้อยละ 1.36 สำหรับดินที่มีการใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวมีปริมาณอินทรียวัตถุร้อยละ 2.01 ส่วนปุ๋ยหมักกากอ้อย ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส และปุ๋ยหมักกากตะกอนน้ำเสีย มีปริมาณอินทรียวัตถุร้อยละ 1.90 1.89 และ 1.88 ตามลำดับ

5.4.7 เป็นแหล่งอาหารของพืช จากการทดลองของ Moyin-Jesu *et al*. (2008) พบว่าดินที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ มีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับตำรับควบคุม และยังช่วยเพิ่มธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียมให้แก่ดินด้วย นอกจากนี้ยังช่วยให้การดูดธาตุอาหารของพืชดีขึ้น โดยจากการทดลองของ Zhou *et al.* (2003) พบว่า ข้าวมีการดูดธาตุไนโตรเจนดีขึ้นเมื่อใส่ปุ๋ยคอกร่วมกับปุ๋ยเคมี

5.4.8 เป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ดินและสิ่งมีชีวิตในดิน เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์มีองค์ประกอบหลักเป็นสารประกอบคาร์บอน ซึ่งเป็นสารอาหารที่สำคัญของจุลินทรีย์ จึงทำให้จุลินทรีย์บางชนิดเจริญเติบโตได้ดีขึ้น ทำให้เกิดการย่อยสลายของอินทรียวัตถุ จึงช่วยให้ธาตุอาหารพืชถูกปลดปล่อยออกมา (อำนาจ, 2548) นอกจากนี้ยังพบว่าในดินที่มีการใส่ปุ๋ยคอก ปริมาณไส้เดือนดินจะมีมากกว่าในดินที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว (Wenju *et al*., 2009)

5.5. ข้อจำกัดของปุ๋ยอินทรีย์

5.5.1 ธาตุอาหารมีปริมาณน้อยกว่าปุ๋ยเคมีที่มีปริมาณเท่ากัน ทำให้ต้องใช้ในปริมาณมากจึงจะให้ธาตุอาหารเพียงพอแก่พืช จึงเสียค่าใช้จ่ายเป็นค่าปุ๋ย และค่าขนส่งสูงกว่าปุ๋ยเคมี (สุวพันธ์, 2548)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.5.2 ธาตุอาหารไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่ใช้ผลิต สำหรับปุ๋ยคอก ปริมาณธาตุอาหารยังขึ้นอยู่กับชนิดของมูลสัตว์ด้วยโดยสัตว์ที่บริโภคสัตว์เป็นอาหาร เช่น แมลง ปลา จะมีธาตุอาหารมากกว่าสัตว์ที่บริโภคพืชเป็นอาหาร เช่น โค ม้า เป็นต้น (มุกดา, 2543)

5.5.3 ปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากโรงงานอุตสาหกรรม อาจมีธาตุโลหะหนักหรือสารพิษติดมา เช่น กระดาษบางชนิดที่มีการพิมพ์ด้วยหมึกพิมพ์ที่มีโลหะหนัก เช่น หนังสือพิมพ์ หรือแบตเตอรี่รถยนต์ที่มีสารตะกั่วเป็นตัวให้กระแสไฟฟ้า เป็นต้น (อำนาจ, 2548) จากการทดลองของวรกาย ในปี 2541 พบว่า ตะกอนน้ำเสียชุมชนเมืองเพชรบุรี มีปริมาณตะกั่ว 69.90 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และปริมาณแคดเมียม 2.22 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ดังนั้นก่อนนำมาใช้เป็นปุ๋ยจึงควรนำมาวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักก่อน และควรใช้กับไม้ดอกไม้ประดับเพื่อการขยายพันธุ์พืชเท่านั้น เพื่อไม่ให้ธาตุโลหะหนักเหล่านั้นเข้าไปสู่วงจรอาหารของมนุษย์และสัตว์ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548)

5.6 การใช้ปุ๋ยอินทรีย์กับพืชชนิดต่างๆ

ปุ๋ยอินทรีย์เมื่อใส่ลงไปในดินแล้วจะมีการสลายตัวและปลดปล่อยธาตุอาหารพืชอย่างช้าๆ โดยเมื่อใส่ลงไปในดินแล้ว ส่วนหนึ่งจะถูกจุลินทรีย์ย่อยสลายแล้วปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่พืช ส่วนที่เหลือจะตกค้างอยู่ในดินซึ่งจะสลายตัวแล้วปลดปล่อยธาตุอาหารในปีถัดไป นอกจากให้ธาตุอาหารแก่พืชแล้ว ปุ๋ยอินทรีย์ยังสามารถปรับปรุงสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของดินให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช (Johnson, 2003) ปุ๋ยอินทรีย์สามารถใช้กับพืชหลายชนิด และกับดินทุกประเภท ขึ้นอยู่กับสภาพดิน อากาศ พื้นที่ปลูก และคุณภาพของปุ๋ยอินทรีย์ด้วย ซึ่งวิธีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์กับพืชชนิดต่างๆมีดังนี้ (มุกดา, 2543)

5.6.1 การใช้ปุ๋ยอินทรีย์กับพืชผัก พืชผักเป็นพืชอายุสั้นและมีการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว จึงต้องการธาตุอาหารที่มากในระยะเวลาที่สั้น การใส่ปุ๋ยอินทรีย์จึงควรใส่แบบหว่านและไถกลบ เช่น พริกใส่ปุ๋ยมูลสัตว์ในอัตรา 3–4 ตัน/ไร่ เป็นต้น

5.6.2 การใช้ปุ๋ยอินทรีย์กับพืชไร่และนาข้าว ในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางจะใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในอัตรา 1-2 ตัน/ไร่/ ปี สำหรับดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำจะใช้ในอัตราที่มากขึ้นคือ 2-3 ตัน/ไร่/ปี โดยหว่านให้กระจายสม่ำเสมอ แล้วไถคราดกลบ ควรใส่ปุ๋ยก่อนปลูก 1–3 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อป้องกันการเกิดสารพิษ สำหรับปุ๋ยพืชสด ถ้าเป็นโสนและปอเทือง ควรไถกลบขณะที่ต้นยังอ่อน ส่วนพืชตระกูลถั่วควรทำหลังเก็บผลผลิตแล้ว

5.6.3 การใช้ปุ๋ยอินทรีย์กับไม้ผลและไม้ยืนต้น ไม้ผลและไม้ยืนต้นเป็นพืชที่มีอายุยาว มีระบบรากลึก การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ควรใส่หลังเก็บเกี่ยวผลผลิต สำหรับพืชปลูกใหม่ควรใส่โดยใช้รองก้นหลุม ซึ่งเป็นวิธีที่ประหยัดมีและประสิทธิภาพ ไม้ผลขนาดเล็กจะใช้ในอัตรา 15–25 กิโลกรัม/หลุม ที่ความกว้าง ยาว และลึก 50 เซนติเมตร โดยผสมกับดินที่ขุดจากหลุมในอัตราส่วน 1:2-3 แล้วใส่กลับไปในหลุม เพื่อเตรียมปลูกพืชต่อไป ส่วนไม้ผลยืนต้นที่โตแล้วมีวิธีใส่สองวิธี วิธีแรก คือ ใส่โดยการขุดหลุมหรือร่องรอบรัศมีทรงพุ่มที่ขุดลึกประมาณ 30 เซนติเมตร และแบ่งปุ๋ยอินทรีย์บางส่วนมาหว่านบางๆบริเวณทรงพุ่ม เพื่อเป็นอาหารของรากที่อยู่บริเวณผิวดิน อีกวิธีคือ การคลุมดินบริเวณทรงพุ่มโดยรอบโคนต้น ซึ่งวิธีนี้นิยมใช้กับปุ๋ยอินทรีย์ที่มีค่า C/N ratio สูง และสลายตัวช้า เช่น การใช้ปุ๋ยหมักทะลายปาล์มในปาล์มน้ำมัน

5.6.4 การใช้ปุ๋ยอินทรีย์กับไม้ดอกไม้ประดับ การปลูกในแปลงสามารถใช้ปุ๋ยอินทรีย์หว่านคลุมแปลงหนาประมาณ 1-3 นิ้ว แล้วผสมคลุกเคล้ากับดิน สำหรับการปลูกในกระถาง สามารถใช้ปุ๋ยหมัก 1 ส่วน ต่อดินร่วน 2 ส่วน ถ้าเป็นดินเหนียวจะใช้ปุ๋ยหมัก 1 ส่วน ต่อดินเหนียว 4 ส่วน โดยไม่ควรผสมปุ๋ยหมักในอัตราส่วนที่สูง เพราะจะทำให้วัสดุปลูกแห้งเร็วเกินไป และวัสดุปลูกจะยุบตัวมาก นอกจากนี้ปุ๋ยหมักยังสามารถนำมาเป็นวัสดุสำหรับเพาะหรือปลูกต้นกล้าได้อีกด้วย โดยใช้ปุ๋ยหมัก 1 ส่วน ทราย 1 ส่วน และดินร่วน 2 ส่วน เพื่อให้วัสดุปลูกร่วนซุยและถ่ายเทอากาศดี เหมาะแก่การเจริญของรากพืช

6. อุตสาหกรรมปุ๋ยอินทรีย์

ความต้องการปุ๋ยอินทรีย์ของประเทศไทยมีมากกว่าปริมาณที่ผลิตได้ จึงมีการนำเข้าปุ๋ยอินทรีย์ ทั้งที่ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมน่าจะมีปริมาณวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์เพียงพอ ปัจจุบันจึงมีนโยบายส่งเสริมให้เกษตรกรผลิตปุ๋ยอินทรีย์ใช้เอง และส่งเสริมภาคเอกชนในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์เพื่อการค้า ซึ่งเป็นการนำเอาวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้อย่างคุ้มค่า และช่วยลดการนำเข้าปุ๋ยเคมี จากการสำรวจของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ พบว่า เกษตรกรใช้จ่ายใน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การซื้อปุ๋ยอินทรีย์ประมาณ 250 บาทต่อครัวเรือน โดยเกษตรกรมีความต้องการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ 543,807 ตัน หรือคิดเป็นร้อยละ 13.6 ของความต้องการใช้ปุ๋ยของเกษตรกร

การนำเข้าปุ๋ยอินทรีย์ ในปี 2544-2547 ประเทศไทยมีแนวโน้มการนำเข้าปุ๋ยอินทรีย์ลดลง เนื่องจากการแพร่ระบาดของโรคไข้หวัดนกและโรควัวบ้าในปศุสัตว์ ทำให้ปริมาณการนำเข้าปุ๋ยอินทรีย์จากสัตว์ลดลงอย่างมาก ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 มูลค่าการนำเข้าและส่งออกปุ๋ยอินทรีย์ของประเทศไทย

ปี	มูลค่าการนำเข้า (ล้านบาท)	มูลค่าการส่งออก (ล้านบาท)
2544	21.75	5.46
2545	21.02	8.15
2546	15.01	101.25
2547	10.18	161.27
2548	13.27	28.74
2549	15.37	37.93

ที่มา: กรมศุลกากร (2554)

7. กระบวนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์

การผลิตปุ๋ยอินทรีย์มีทั้งการผลิตเพื่อใช้เอง ซึ่งสามารถทำได้เองเนื่องจากไม่ต้องอาศัยอุปกรณ์มากนัก และการผลิตเพื่อการค้าที่มีเครื่องจักรกลเข้ามาเกี่ยวข้อง ในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์เพื่อการค้านั้น จะเริ่มจากการนำวัตถุดิบมากองรวมกัน แล้วจึงนำเข้าสู่กระบวนการหมัก เมื่อกระบวนการหมักสมบูรณ์แล้วจึงนำไปร่อนผ่านตะแกรงเพื่อแยกขนาดปุ๋ย และบรรจุใส่กระสอบเพื่อนำไปขายต่อไป สำหรับบางบริษัทจะมีการนำปุ๋ยอินทรีย์ไปผ่านกระบวนการอัดเม็ดหรือปั้นเม็ดก่อนบรรจุกระสอบ เนื่องจากสะดวกต่อการขนส่ง และเป็นที่นิยมของเกษตรกร สำหรับขั้นตอนในการหมักและการอัดเม็ดหรือปั้นเม็ดเพื่อผลิตปุ๋ยอินทรีย์ มีดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7.1 กระบวนการหมักในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์

กระบวนการหมักในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์จะเกิดกระบวนการย่อยสลายอินทรียวัตถุคล้ายกับกระบวนการที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ แต่เป็นกระบวนการที่เกิดโดยการจัดการของมนุษย์ การหมักจะนำเศษพืชหรือมูลสัตว์มาหมักโดยการกองซ้อนกันบนพื้นดินหรืออยู่ในหลุม เศษพืชหรือมูลสัตว์ที่นำมาหมักนั้นจะผ่านกระบวนการย่อยสลาย จนแปรสภาพไปจากรูปเดิมโดยกิจกรรมจุลินทรีย์ จนกระทั่งได้อินทรียวัตถุมีสีน้ำตาลปนดำ และมีอัตราส่วนของสารประกอบคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ต่ำ เมื่อกระบวนการย่อยสลายเศษพืชและวัสดุเสร็จสมบูรณ์ ก็จะได้ปุ๋ยหมักสำหรับใช้ในการปรับปรุงและบำรุงดิน

7.1.1 วิธีการกองปุ๋ยหมัก

การกองปุ๋ยหมักสามารถทำได้ทั้งการกองบนพื้น และการกองในหลุม ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์และสภาพพื้นที่ โดยมีวิธีการกอง ดังนี้ (สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน, 2551)

1) การกองบนพื้น ข้อดีของวิธีการนี้คือประหยัด สามารถทำได้โดยการนำวัสดุมากองบนพื้นซึ่งอาจเป็นพื้นดิน หรือพื้นซีเมนต์ แต่จะต้องมีพื้นที่เพียงพอในการกองปุ๋ยหมัก พื้นที่ที่กองอาจทำเป็นคอกไม้ เพื่อความเป็นสัดส่วนและป้องกันสัตว์เลี้ยงมารบกวน โดยควรกองวัสดุเพียงครึ่งหนึ่งของคอกไม้ เพื่อเวลากลับกองปุ๋ยหมักจะได้พลิกกองปุ๋ยหมักไปอีกด้านหนึ่งของคอกนั้น การกองปุ๋ยหมักสามารถทำได้ทั้งการกองกลางแจ้งและในโรงเรือน แต่การกองในโรงเรือนมีข้อดีคือ น้ำจะระเหยออกจากกองปุ๋ยหมักน้อยกว่าการกองกลางแจ้ง จึงช่วยประหยัดน้ำที่ต้องรดแก่กองปุ๋ยหมัก และธาตุอาหารในกองปุ๋ยหมักไม่เสียไปจากการถูกฝนชะล้าง

2) การกองในหลุม การนำกองปุ๋ยหมักไปกองในหลุมมีวัตถุประสงค์เพื่อรักษาความชื้นในกองปุ๋ยหมัก และสะดวกในการหมัก ลักษณะหลุมควรเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 2×4×1 เมตร หรือ 3×6×1 เมตร อาจกองบนพื้นดินหรือพื้นซีเมนต์ และกองกลางแจ้งหรือในโรงเรือนขึ้นอยู่กับเกษตรกร การกองปุ๋ยหมักควรกองไว้ด้านใดด้านหนึ่งของหลุมเพื่อความสะดวกเวลากลับกองปุ๋ยหมัก และควรมีการระบายน้ำเวลาที่มีน้ำในกองปุ๋ยหมักมากเกินไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7.1.2 วัสดุที่ใช้ในการหมัก

วัสดุที่ใช้ในการหมักมีหลายวิธี ขึ้นอยู่กับความต้องการของเกษตรกร โดยสามารถแบ่งได้เป็น 5 วิธี ดังนี้ (สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน, 2551)

1) การหมักแบบใช้เศษพืชอย่างเดียว ขนาดของกองควรมีความกว้าง 2-3 เมตร สูง 1-1.5 เมตร ความยาวของกองขึ้นอยู่กับวัสดุที่นำมาหมัก เมื่อนำเศษพืชมากองรวมกันแล้วย่ำกองเศษพืชให้แน่น รดน้ำให้ชุ่ม หลังจากนั้นนำดินมาไว้บนกองปุ๋ยหมักให้หนาประมาณ 1-2 นิ้ว การกองปุ๋ยหมักวิธีนี้อาจใช้เวลานาน เนื่องจากไม่มีการเติมปัจจัยที่ช่วยเร่งการย่อยสลายของจุลินทรีย์ ดินที่นำมาใช้ในวิธีนี้จึงควรเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ เพื่อเป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ที่ช่วยในการย่อยสลาย

2) การหมักแบบใช้เศษพืชและมูลสัตว์ การกองปุ๋ยหมักวิธีนี้จะใช้เศษพืชและมูลสัตว์ในอัตราส่วนเศษพืช:มูลสัตว์ เท่ากับ 100:20 โดยน้ำหนัก แต่อาจเพิ่มปริมาณมูลสัตว์ ในกรณีที่มีมูลสัตว์มาก ซึ่งจะช่วยในการย่อยสลายของจุลินทรีย์และเพิ่มปริมาณธาตุอาหารในกองปุ๋ยหมักด้วย การกองจะนำเศษพืชมากองให้กว้าง 2-3 เมตร สูง 30-40 เซนติเมตร เมื่อนำมากองแล้ว ย่ำกองเศษพืชให้แน่น รดน้ำให้ชุ่ม นำมูลสัตว์มาโรยที่ผิวหน้า หลังจากนั้นนำเศษพืชมากองอีกชั้นหนึ่งโดยทำเหมือนชั้นแรก การกองจะทำประมาณ 3-4 ชั้น

3) การหมักแบบใช้เศษพืช มูลสัตว์ และปุ๋ยไนโตรเจน การผสมปุ๋ยไนโตรเจนเพื่อเป็นแหล่งอาหารและพลังงานของจุลินทรีย์ ซึ่งจะช่วยให้กระบวนการย่อยสลายเร็วขึ้น และเป็นการเพิ่มปริมาณธาตุไนโตรเจนให้แก่ปุ๋ยหมักอีกด้วย การกองจะใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 2 กิโลกรัมต่อเศษพืช 1 ตัน ดังนั้นการกองปุ๋ยหมักวิธีนี้จะใช้อัตราส่วนของ เศษพืช:มูลสัตว์:ปุ๋ยไนโตรเจน เท่ากับ 100:20:0.2 การกองจะทำเหมือนข้อ 2 โดยนำเศษพืชมากองรวมกัน นำมูลสัตว์มาโรยที่ผิวหน้า จากนั้นนำปุ๋ยไนโตรเจนมาโรยที่มูลสัตว์ให้ทั่ว

4) การหมักโดยผสมสารเร่งประเภทจุลินทรีย์ วิธีการกองจะเหมือนข้อ 3) แต่จะใส่สารเร่งประเภทจุลินทรีย์ ซึ่งจะมีจุลินทรีย์พวกเชื้อราและแอคติโนมัยซีส ช่วยให้การย่อยสลายรวดเร็วขึ้น การกองวิธีนี้เมื่อนำเศษพืชมากองและโรยมูลสัตว์กับปุ๋ยไนโตรเจนแล้ว จะโรยสารเร่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประเภทจุลินทรีย์ หลังจากนั้นจึงค่อยนำเศษพืชมากองเป็นชั้นต่อไป แต่หากวัสดุที่ใช้มีขนาดเล็ก เช่น ขุยมะพร้าว แกลบ การกองอาจไม่ต้องทำเป็นชั้น โดยการกองจะผสมคลุกเคล้าเศษพืช มูลสัตว์ ปุ๋ยไนโตรเจน และสารเร่งประเภทจุลินทรีย์ให้เข้ากัน

5) การกองปุ๋ยหมักโดยวิธีการต่อเชื้อ การกองปุ๋ยหมักวิธีนี้จะนำปุ๋ยหมักที่ได้มาใช้เป็นต้นตอเชื้อจุลินทรีย์สำหรับปุ๋ยหมักกองต่อไป โดยควรใช้วัสดุจากกองปุ๋ยหมักที่ 15 วัน เนื่องจากจุลินทรีย์จะเพิ่มจำนวนสูงสุด 15 วันแรก ดังนั้นการกองวิธีนี้จึงไม่จำเป็นต้องใส่สารเร่งประเภทจุลินทรีย์ทุกครั้ง ซึ่งจะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการผลิตปุ๋ย การกองจะใช้เศษพืช 1 ตัน ผสมปุ๋ยหมักกองเดิม 200 กิโลกรัม และปุ๋ยไนโตรเจน 2 กิโลกรัม การกองปุ๋ยหมักเหมือนข้อ 3 และต้องดูแลให้ความชื้นของกองปุ๋ยหมักเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

7.1.3 กิจกรรมที่เกิดขึ้นในกระบวนการหมัก

กระบวนการหมักจะประกอบด้วย 3 ระยะ (Larry, 2005) คือ

ระยะที่ 1 Mesophillic phase ช่วง 2-3 วันแรก อุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักจะใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศ จะพบจุลินทรีย์ที่เติบโตได้ดีที่อุณหภูมิปานกลาง ได้แก่ แบคทีเรียพวก *Pseudomonas* sp. *Achromobacter* sp. และเชื้อราพวก *Alternaria* sp.

ระยะที่ 2 Thermophillic phase อุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักจะอยู่ในช่วง 45-65 องศาเซลเซียส ซึ่งระยะนี้อาจใช้เวลา 2-3 วัน หรืออาจใช้เวลา 2-3 เดือน จุลินทรีย์ที่พบจะเป็นพวกที่เจริญได้ดีที่อุณหภูมิสูง ได้แก่ แบคทีเรียพวก *Micrococcus* sp. *Bacillus* sp. นอกจากนี้ยังพบเชื้อราพวก *Aspergillus* sp. และ *Mucor* sp.

ระยะที่ 3 Cooling or Maturation phase อุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักจะลดลง เนื่องจากการย่อยสลายสมบูรณ์ การหมักจะใช้เวลา 2-3 เดือน ซึ่งระยะเวลาไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้และประสิทธิภาพของกระบวนการหมัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7.1.4 หลักในการพิจารณาว่ากระบวนการหมักเสร็จสมบูรณ์แล้ว

การพิจารณาว่ากระบวนการหมักปุ๋ยเสร็จสมบูรณ์แล้ว จะพิจารณาจากลักษณะทางกายภาพและลักษณะทางเคมีของปุ๋ยหมัก ซึ่งปุ๋ยที่ผ่านกระบวนการหมักที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว จะมีลักษณะทางกายภาพและเคมีดังนี้ (สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน, 2551)

ลักษณะทางกายภาพของปุ๋ยหมักจะมีสีน้ำตาลเข้มถึงดำ มีความอ่อนนุ่ม ยุ่ย และขาดออกจากกันได้ง่าย ไม่มีกลิ่นเหม็นหรือฉุน อุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักจะลดลงใกล้เคียงกับภายนอก นอกจากนี้ยังอาจมีพืชเจริญอยู่บนกองปุ๋ยหมัก

สำหรับลักษณะทางเคมีของปุ๋ยหมัก ในการหมักวัสดุอินทรีย์ ค่า pH จะเปลี่ยนไปตามระยะเวลาการหมัก ค่า pH ควรอยู่ระหว่าง 6.0-7.5 สำหรับค่า C/N ratio ควรเท่ากับหรือต่ำกว่า 20:1

7.1.5 ปัจจัยที่ควบคุมการย่อยสลายในกองปุ๋ยหมัก

1) วัสดุที่ใช้ทำปุ๋ยหมัก วัสดุที่ใช้ทำปุ๋ยหมัก มีผลต่อการย่อยสลาย ได้แก่ ขนาดของวัสดุ ความสดของวัสดุ และค่า C/N ratio เป็นต้น

2) ขนาดของวัสดุ วัสดุที่มีขนาดเล็ก การผสมคลุกเคล้าทำได้ทั่วถึง มีพื้นที่ผิวสัมผัสมาก ทำให้ถูกย่อยสลายได้ง่ายกว่าวัสดุที่มีขนาดใหญ่ ส่วนวัสดุที่มีขนาดใหญ่ เมื่อนำมากองจะมีช่องว่างภายในมาก กองปุ๋ยจะแห้งง่าย ความร้อนในกองปุ๋ยจะหายได้เร็ว ทำให้กองปุ๋ยไม่ร้อนเท่าที่ควร กระบวนการย่อยสลายจะเกิดขึ้นช้า (อานุภาพ, 2541) ขนาดของวัสดุที่เหมาะสมควรมีเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 1.3-7.6 เซนติเมตร (US.EPA, 1995)

3) ความสดของวัสดุ วัสดุที่ทำจากพืช นิยมใช้เศษพืชที่แห้ง เนื่องจากพืชสดจะมีปริมาณน้ำมาก การระบายอากาศไม่ดี อาจเน่าเสียและมีกลิ่นเหม็นได้ หากจะใช้พืชสดควรนำมาตากให้แห้งก่อน 2-3 วัน เพื่อให้น้ำระเหยออกจากวัสดุ (สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน, 2551)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4) ค่า pH วัสดุที่นำมาทำปุ๋ยหมักควรมีค่า pH อยู่ในช่วง 5.5-8.0 เนื่องจากค่า pH ที่สูงเกินไปอาจทำให้ไนโตรเจนสูญเสียไปในรูปของก๊าซแอมโมเนียมเนื่องจากกระบวนการ ammonia volatilization ในช่วงแรกของกระบวนการหมักเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น (De Bertoldi *et al*., 1983)

5) ค่า C/N ratio เป็นปัจจัยสำคัญในการย่อยสลาย เนื่องจากจุลินทรีย์ต้องใช้คาร์บอนและไนโตรเจนในการเจริญเติบโต หากวัสดุที่นำมาใช้ในการหมักมีค่า C/N ratio สูง จะมีลิกนินเป็นองค์ประกอบในปริมาณมาก และจุลินทรีย์จะมีข้อจำกัดในการเจริญเติบโตเนื่องจากขาดไนโตรเจน การย่อยสลายจึงยาก และใช้เวลานาน แต่หากค่า C/N ratio ต่ำ จะเกิดการสูญเสียไนโตรเจนในรูปของก๊าซแอมโมเนีย โดยกระบวนการ ammonification (ภาวนา, 2549) ถ้าค่า C/N ratio ของวัสดุอยู่ในช่วง 25:1-35:1 การย่อยสลายจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด แต่ถ้าค่า C/N ratio มีค่าเกิน 35:1 กระบวนการย่อยสลายจะเกิดได้ช้า ส่วนถ้าวัสดุมีค่า C/N ratio ต่ำกว่า 20:1 จะเกิดการสูญเสียไนโตรเจนในรูปของก๊าซแอมโมเนียมในระหว่างกระบวนการหมัก (Martins and Dewes, 1992)

6) ความชื้น ในกระบวนการหมักปุ๋ยจะทำให้กองปุ๋ยมีอุณหภูมิสูง น้ำระเหยออกจากกองปุ๋ยตลอดเวลา จึงต้องคอยเติมน้ำในกองปุ๋ยหมักอยู่เสมอ เนื่องจากถ้าความชื้นต่ำกระบวนการย่อยสลายจะเกิดได้ช้า แต่ถ้าความชื้นมากเกินไป การระบายอากาศไม่ดี เกิดสภาพขาดอากาศ ทำให้การย่อยสลายเกิดได้ช้าเช่นกัน (สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน, 2551) ความชื้นที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วงร้อยละ 40 ถึง 80 ส่วนการย่อยสลายวัสดุที่มีเส้นใย และความหนาแน่นต่ำ เช่น ฟางข้าว ความชื้นที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วงร้อยละ 75 ถึงร้อยละ 90 สำหรับเศษหญ้า เศษอาหาร ความชื้นที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วงร้อยละ 50 ถึงร้อยละ 60 เท่านั้น (Kutzner, 2000)

7) อุณหภูมิ หากอุณหภูมิสูงเกิน 70 องศาเซลเซียส จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ทำให้การย่อยสลายลดลง โดยอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมัก ขึ้นอยู่กับชนิดและลักษณะของวัสดุที่นำมาใช้ทำปุ๋ยหมัก โดยวัสดุที่มีขนาดใหญ่ ได้แก่ ฟางข้าว จะมีอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักอยู่ที่ 45-50 องศาเซลเซียส ส่วนวัสดุที่มีขนาดเล็ก ได้แก่ เศษปอ จะมีอุณหภูมิประมาณ 40 องศาเซลเซียส (สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน, 2551)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8) การระบายอากาศ ออกซิเจนมีความจำเป็นในกระบวนการหมัก เนื่องจากจุลินทรีย์ต้องใช้ออกซิเจนในการหายใจ และการระบายอากาศยังเป็นการระบายความร้อนที่เกิดจากกระบวนการหมัก (Kutzner, 2000) การระบายอากาศสามารถทำได้โดยการกลับกองปุ๋ย (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548)

7.1.6 ขั้นตอนการหมัก

1) ขั้นตอนการหมักจะเริ่มจากนำวัตถุดิบมากองรวมกัน ซึ่งวัตถุดิบที่ใช้จะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับแหล่งที่ตั้งของบริษัทที่ผลิตปุ๋ยอินทรีย์มีวัสดุเหลือทิ้งประเภทใดมาก

2) หลังจากนั้นทำการคลุมกองปุ๋ยหมักด้วยพลาสติกเพื่อป้องกันน้ำฝน รดน้ำ และคอยกลับกองปุ๋ยหมัก เพื่อควบคุมความชื้น และอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักให้เหมาะสม การรดน้ำควรทำอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้ความชื้นภายในกองปุ๋ยหมักเหมาะสม คือ ประมาณ ร้อยละ 50-60 โดยน้ำหนัก เนื่องจากถ้าปุ๋ยหมักมีความชื้นน้อยเกินไปกระบวนการย่อยสลายจะเกิดช้า แต่ถ้าความชื้นมากเกินไป จะเกิดสภาพขาดออกซิเจน ทำให้กระบวนการย่อยสลายเกิดช้าเช่นกัน ในทางปฏิบัติสามารถสังเกตจากกองปุ๋ยหมักไม่แห้งหรือแฉะเกินไป และสามารถตรวจสอบได้โดยหยิบวัสดุในกองปุ๋ยหมักมาบีบดู (สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน, 2551)

3) การกลับกองปุ๋ยหมักควรปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอเช่นกัน เนื่องจากถ้าอุณหภูมิสูงเกิน 70 องศาเซลเซียส จุลินทรีย์จะตายหรือหยุดชะงักการเจริญเติบโต ระยะเวลาในการกลับกองปุ๋ยหมักควรปฏิบัติประมาณอาทิตย์ละครั้ง (สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน, 2551)

4) นำปุ๋ยหมักไปตากให้แห้ง โดยนำไปตากบนลานให้มีความหนาประมาณ 10-15 เซนติเมตร จนความชื้นลดลงเหลือประมาณร้อยละ 35 แล้วจึงนำเข้าเครื่องร่อนที่มีตะแกรงขนาดรูเปิด 12.5x12.5 มิลลิเมตร เพื่อแยกเม็ดปุ๋ยที่มีขนาดใหญ่ออก จนได้เม็ดปุ๋ยที่มีขนาดสม่ำเสมอ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7.1.7 ประโยชน์ที่ได้จากการหมัก

1) การหมักปุ๋ยช่วยลดความชื้น อุณหภูมิ และความเป็นพิษของสารบางอย่าง เช่น H_2S และเพื่อขจัดกลิ่นในกองปุ๋ยหมัก (สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน, 2551)

2) อุณหภูมิที่สูงในระหว่างกระบวนการหมักช่วยทำลายจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคพืช และทำลายไข่ของแมลงและเมล็ดวัชพืชที่ติดมากับกองปุ๋ยด้วย (Larry, 2005) โดยจากการทดลองของเสียงแจ๋ว (2527) พบว่า การกองปุ๋ยหมักจากต้นพืชที่เป็นโรคบางชนิด ได้แก่ เชื้อรา *Helminthosporium maydis*. ซึ่งเป็นสาเหตุโรคใบไหม้ของข้าวโพด เชื้อรา *Curvularia lunata*. สาเหตุของโรคใบจุดของข้าวโพด และเชื้อรา *Collectotrichum dermatium*. var.truncatum สาเหตุของโรคแอนแทรคโนสของถั่วเหลือง มีปริมาณลดลง เนื่องจากอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักที่สูงถึง 70 องศาเซลเซียส ทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้

3) ปุ๋ยหมักที่ผ่านกระบวนการหมักที่สมบูรณ์แล้ว จะช่วยลดกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคพืช เช่น ราที่เป็นสาเหตุของโรคเน่า (damping off) ได้ (ภาวนา, 2549)

7.2 กระบวนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์เม็ด

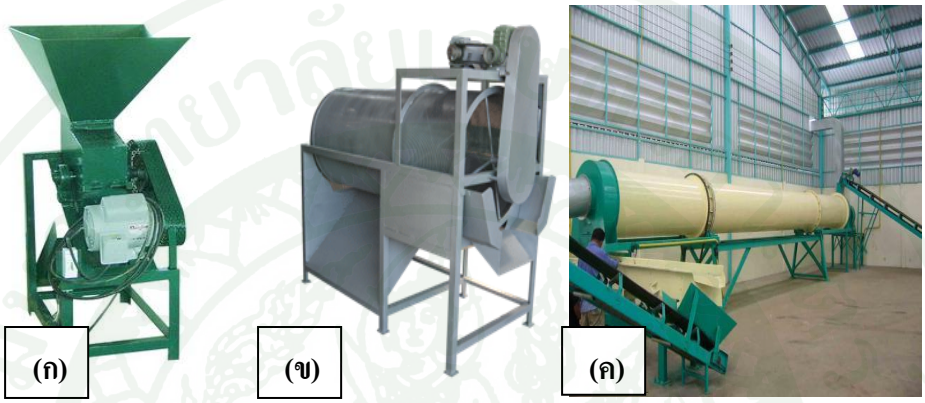
7.2.1 วัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์เม็ด

เนื่องจากวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์มีปริมาณธาตุอาหารน้อย ผู้ผลิตจึงนิยมนำวัตถุดิบอื่นมาผสมร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ เพื่อช่วยในการเพิ่มธาตุอาหาร และช่วยปรับสภาพดินให้มีความเหมาะสมต่อการเพาะปลูก โดยวัตถุดิบที่สามารถเติมไปในกระบวนการปั้นเม็ดมีหลายชนิด ซึ่งแต่ละชนิดก็มีธาตุอาหารและความสามารถในการปรับปรุงคุณสมบัติของดินต่างกัน ผู้ผลิตอาจเลือกใช้อย่างเดียวหรือหลายอย่างรวมกัน วัตถุดิบอื่นที่นำมาใช้ในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ ได้แก่ กากชูรส มูลค้างคาว ยิปซัม โดโลไมต์ เป็นต้น (เชาว์วัช, 2551)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7.2.2 เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์เม็ด

ในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์เม็ด เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต ประกอบด้วย เครื่องตีป่น เครื่องร่อนปุ๋ย เครื่องอัดหรือปั้นเม็ดปุ๋ย และเครื่องอบลมร้อนและเย็น



ภาพที่ 3 (ก) เครื่องตีป่นปุ๋ยอินทรีย์ (ข) เครื่องร่อนปุ๋ย และ (ค) เครื่องอบปุ๋ย

ที่มา: บุญส่ง อินดัสทรี แอนด์ ซัพพลาย (2554)

ในขั้นตอนการปั้นหรืออัดเม็ดปุ๋ย เครื่องจักรที่ใช้อาจใช้เครื่องอัดเม็ดปุ๋ยหรือเครื่องปั้นเม็ดปุ๋ย ปุ๋ยที่ได้จากเครื่องอัดเม็ดจะมีลักษณะเป็นท่อน ปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากเครื่องปั้นเม็ดปุ๋ยจะมีลักษณะกลม ซึ่งเครื่องแต่ละชนิดจะมีการทำงานต่างกัน ดังนี้ (มงคล, 2551)

1) เครื่องอัดเม็ดปุ๋ย

โดยเครื่องอัดเม็ดปุ๋ยแบ่งเป็นเครื่องบดหมูแบบแรงหมุน เครื่องอัดเม็ดปุ๋ยแบบมินเซอร์ และเครื่องอัดเม็ดปุ๋ยแบบ pellet mill

เครื่องบดหมูแบบแรงหมุน เป็นเครื่องสำหรับบดหมู สามารถนำมาใช้ในการอัดเม็ดปุ๋ยอินทรีย์ได้ การทำงานจะมีเกลียวที่นำวัตถุดิบอัดกับแป้นที่มีรูพรุน ปุ๋ยที่ออกมาจะมี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลักษณะเป็นเส้น จากนั้นจึงใช้พายปาดให้ปุ้ยแยกเป็นเม็ดออกมาเอง เครื่องทำงานโดยอาศัยกำลังคนในการหมุน อัตราการผลิตจึงไม่แน่นอน

ภาพที่ 4 เครื่องบดหมูแบบแรงหมุน

ที่มา: ร้านโง้ว ฮวด หยู (2554)

เครื่องอัดเม็ดปุ้ยแบบมินเซอร์ เป็นเครื่องบดและอัดเม็ดอาหารสัตว์ที่สามารถปรับเปลี่ยนเป็นเครื่องอัดเม็ดปุ้ยได้ วัตถุดิบจะถูกลำเลียงไปตามเกลียวอัดภายในแล้วออกมาสู่หน้าแป้นที่มีรูพรุน ขนาดของเม็ดปุ้ยจะขึ้นกับขนาดรูพรุนที่หน้าแป้น ในกระบวนการอัดนี้ในเครื่องจะมีแรงเสียดทานเกิดขึ้น จึงควรทำให้วัตถุดิบมีความชื้นประมาณร้อยละ 30 ก่อนนำเข้าเครื่อง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 5 เครื่องอัดเม็ดปุ๋ยแบบมินเซอร์

ที่มา: นิรนาม (2551)

เครื่องอัดเม็ดปุ๋ย แบบ pellet mill เครื่องนี้จะมีการทำงานที่ซับซ้อนมากกว่าเครื่องอัดแบบมินเซอร์ โดยที่ภายในจะมีการผ่านไอน้ำเพิ่มความชื้นให้กับวัตถุดิบก่อนที่จะส่งไปยังส่วนอัดเม็ด ในตัวเครื่องมีลูกกลิ้งสองตัวซึ่งหมุนไปทางเดียวกันทำหน้าที่บดอัดวัตถุดิบ หลังจากนั้นวัตถุดิบจะไหลผ่านแป้นด้านข้างที่มีรูพรุนออกมา และมีใบมีดตัดปุ๋ยให้เป็นเม็ดโดยอัตโนมัติ

ภาพที่ 6 เครื่องอัดเม็ดปุ๋ย แบบ pellet mill

ที่มา: บริษัท น่ำเฮงคอนสตรัคชัน อิควิปเมนท์ จำกัด (2551)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2) เครื่องปั้นเม็ดปุ๋ย

ในการปั้นเม็ดปุ๋ยจะใช้จานปั้นเม็ด ส่วนประกอบของจานปั้นเม็ดจะมีฐานสำหรับตั้งตัวจาน ด้านหลังจะมีมอเตอร์เป็นต้นกำลังในการหมุนจาน ท้องจานเป็นที่สำหรับใส่วัตถุดิบในการปั้นเม็ด วัตถุดิบจะไหลไปปั้นอยู่ในส่วนของวงกลมด้านใน เมื่อปั้นเป็นเม็ดแล้วจึงไหลไปสู่วงกลมด้านนอก แล้วไหลออกนอกจาน จานปั้นเม็ดนี้จะผลิตปุ๋ยอินทรีย์ได้มากกว่าเครื่องอัดเม็ดเพราะสามารถทำงานได้ต่อเนื่อง

ภาพที่ 7 จานปั้นเม็ดปุ๋ย

ที่มา: http:// www.thaitechho.net

7.2.3 ขั้นตอนการอัดเม็ดหรือปั้นเม็ด

ปุ๋ยอินทรีย์ที่ดีที่สุดคือปุ๋ยผง เพราะสามารถคงคุณภาพไว้ได้ แต่ใช้งานยากเลอะเทอะ เกษตรกรจึงนิยมใช้ปุ๋ยเม็ดมากกว่า การทำเม็ดมี 2 วิธี คือ อัดเม็ดกับการปั้นเม็ด การอัดเม็ดก็ต้องใช้เครื่องอัดเม็ด จริงๆ อัดออกมาเป็นเส้นๆ แล้วทำให้หักเป็นท่อนสั้น ส่วนการปั้นเม็ดจะใช้วิธีนำปุ๋ยผงขึ้นไปหมุนบนจานเอียงๆ เมื่อจานหมุนปุ๋ยเม็ดจะกลิ้งไปกลิ้งมาและจับเป็นเม็ดๆ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้ (มงคล, 2551)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1) การผสมวัตถุดิบ เนื่องจากวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์มีปริมาณธาตุอาหารน้อย ผู้ผลิตจึงนิยมนำวัตถุดิบอื่น ได้แก่ สารปรับปรุงดิน หรือแร่ธาตุอื่นๆ เพื่อช่วยในการเพิ่มธาตุอาหาร และช่วยปรับสภาพดินให้มีความเหมาะสมต่อการเพาะปลูก

2) การตีป่นวัตถุดิบ นำวัตถุดิบลำเลียงผ่านสายพานไปยังเครื่องตีป่น เพื่อให้วัตถุดิบมีขนาดเล็กลง ง่ายต่อการนำไปปั้นเม็ด

3) แยกวัตถุดิบที่มีขนาดละเอียดและหยาบออกจากกัน โดยวัตถุดิบจะถูกลำเลียงไปสู่เครื่องร่อน ซึ่งจะมีตะแกรงสำหรับแยกวัตถุดิบที่มีขนาดละเอียดและวัตถุดิบที่มีขนาดหยาบ วัตถุดิบที่มีขนาดละเอียดจะนำไปเตรียมปั้นเม็ด ส่วนวัตถุดิบที่มีขนาดหยาบจะนำไปตีป่นอีกครั้งหนึ่ง

4) การปั้นหรืออัดเม็ดปุ๋ย วัตถุดิบจะถูกลำเลียงต่อไปยังเครื่องอัดเม็ดหรือจานปั้นเม็ดปุ๋ย โดยจะมีเครื่องฉีดคอยผสมน้ำ เพื่อให้เนื้อปุ๋ยเกาะตัวเป็นเม็ด

5) นำไปตากหรืออบให้ปุ๋ยอินทรีย์มีความชื้นลดลงประมาณ 10-20% สำหรับบางบริษัทจะใช้เครื่องอบปุ๋ยอินทรีย์ โดยปุ๋ยอินทรีย์จะถูกลำเลียงเข้าสู่ท่ออบ ซึ่งจะเริ่มด้วยการอบร้อนผ่านท่อด้านบน หลังจากนั้นปุ๋ยอินทรีย์จะถูกลำเลียงสู่ท่ออบเย็นด้านล่าง

8. คุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์หลังผ่านกระบวนการอัดหรือปั้นเม็ด

จากการทดลองของอนุสรณ์ (2544) พบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุและไนโตรเจนทั้งหมดในดินหลังเก็บเกี่ยวข้าวโพด ดินที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในรูปปั้นเม็ดมีปริมาณอินทรียวัตถุและไนโตรเจนทั้งหมดสูงกว่าดินที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในรูปไม่ปั้นเม็ด สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมขึ้นอยู่กับอัตราการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ โดยพบว่า เมื่อใส่ในอัตรา 2 ตัน/ไร่ ดินที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในรูปไม่ปั้นเม็ดจะมีปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมตกค้างอยู่ในดินสูงกว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในรูปปั้นเม็ด แต่เมื่อใส่ในอัตรา 4 ตัน/ไร่ พบว่า ดินที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในรูปปั้นเม็ดจะมีปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมตกค้างอยู่ในดินสูงกว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในรูปไม่ปั้นเม็ด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นอกจากนี้ยังพบว่า ปุ๋ยอัดเม็ดสามารถสลายตัวปลดปล่อยไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียได้มากกว่าปุ๋ยในรูปก้อนและผง ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Hadas *et al.* (1990) ได้มีการศึกษารูปแบบของปุ๋ยคอกต่อความเป็นประโยชน์ของแอมโมเนียมในดินที่บ่มในห้องปฏิบัติการ พบว่าหลังบ่มดินเป็นเวลา 7 วัน ดินที่ใส่ปุ๋ยคอกแบบปั้นเม็ดมีปริมาณแอมโมเนียมสูงที่สุด ส่วนดินที่ใส่ในรูปแบบก้อนมีปริมาณแอมโมเนียมน้อยที่สุด แต่หลังจากบ่มดินเป็นเวลา 60 วัน ดินที่ใส่ปุ๋ยคอกแบบก้อนมีปริมาณแอมโมเนียมสูงที่สุด ส่วนดินที่ใส่ปุ๋ยคอกแบบผงมีปริมาณแอมโมเนียมน้อยที่สุด

9. การขอขึ้นทะเบียนเป็นผู้ผลิตปุ๋ยอินทรีย์

เนื่องจากปัจจุบันมีบริษัทผลิตปุ๋ยอินทรีย์เป็นจำนวนมาก และปุ๋ยอินทรีย์แต่ละชนิดก็มีคุณภาพแตกต่างกัน กรมวิชาการเกษตรจึงได้กำหนดให้ผู้ผลิตปุ๋ยอินทรีย์เพื่อการค้าต้องทำการขึ้นทะเบียน และตรวจสอบคุณภาพของปุ๋ยอินทรีย์ โดยมีขั้นตอนการขอขึ้นทะเบียน ดังนี้ (ราชกิจจานุเบกษา, 2551)

ผู้ผลิตปุ๋ยอินทรีย์เพื่อการค้าที่ประสงค์จะให้กรมวิชาการเกษตรรับรองการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ให้ยื่นแบบคำขอพร้อมทั้งรายละเอียดตามที่กำหนดในแบบ ท.อ.1 พร้อมตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ 1 กิโลกรัม ที่สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร ในกรณีที่อยู่นอกเขตกรุงเทพมหานคร ให้ยื่นคำขอต่อเจ้าพนักงานที่สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1-8 ศูนย์บริการวิชาการด้านพืชและปัจจัยการผลิต และศูนย์วิจัยฯสังกัดกรมวิชาการเกษตร

เมื่อเจ้าหน้าที่รับคำขอ ให้ตรวจเอกสาร ถ้าครบถ้วน ให้ดำเนินการตรวจสอบมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ เมื่อปรากฏว่าผู้ขอได้ทำการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ถูกต้องตามมาตรฐานของกรมวิชาการเกษตร ให้นำเสนออธิการบดีกรมวิชาการเกษตรเพื่อออกหนังสือสำคัญรับรองการผลิตปุ๋ย (ท.อ.3)

ผู้ได้รับการรับรองการผลิตปุ๋ยอินทรีย์มาตรฐานตามแบบ ท.อ.3 จะต้องปฏิบัติในเรื่องมาตรฐานฉลากและบรรจุภัณฑ์ โดยฉลากต้องแสดงชื่อทางการค้าและมีคำว่าปุ๋ยอินทรีย์ เครื่องหมายการค้าหรือเครื่องหมายอื่นใด ซึ่งแสดงที่ภาชนะหรือหีบห่อบรรจุปุ๋ยอินทรีย์ น้ำหนัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สุทธิของปุ๋ยอินทรีย์ตามระบบเมตริก ชื่อผู้ผลิต สถานที่ทำการและที่ตั้งสถานที่ผลิตปุ๋ยอินทรีย์เพื่อการค้า

10. มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์

มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ที่กรมวิชาการเกษตรได้กำหนดไว้ในพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 มีดังนี้

1. ขนาดปุ๋ย ไม่เกิน 12.5×12.5 มิลลิเมตร ปุ๋ยอินทรีย์ที่มีขนาดใหญ่จะยากต่อการนำไปหว่านในแปลง ส่วนปุ๋ยอินทรีย์ที่เล็กจนเป็นผงละเอียดก็ไม่เหมาะที่จะนำไปใช้ เนื่องจากจะเป็นตัวเก็บน้ำ ทำให้วัชพืชงอกได้ (นรีลักษณ์, 2548)

2. ความชื้น ไม่เกินร้อยละ 30 เนื่องจากหากปุ๋ยอินทรีย์ชื้นมากเกินไปจะทำให้มีปัญหาในการขนส่งและเสียค่าใช่จ่ายมาก (นรีลักษณ์, 2548)

3. ปริมาณหินและกรวด ขนาดใหญ่กว่า 5 มิลลิเมตรไม่เกินร้อยละ 2 เนื่องจากไม่มีประโยชน์ต่อพืช (สุนันทา, 2549)

4. พลาสติก แก้ว วัสดุมีคม และโลหะอื่นๆ ต้องไม่พบ เนื่องจากอาจทำให้เกิดอันตรายต่อผู้นำไปใช้ได้ (นรีลักษณ์, 2548)

5. ปริมาณอินทรียวัตถุ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 ในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์หากมีการใส่วัสดุอื่นที่ไม่ใช่วัสดุอินทรีย์ในปริมาณมากเกินไป จะทำให้ร้อยละอินทรียวัตถุในปุ๋ยอินทรีย์ลดลง (สุริยา, 2549)

6. ความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ในช่วง 5.5-8.5 ในการหมักวัตถุดิบเพื่อผลิตปุ๋ยอินทรีย์ ความเป็นกรด-ด่างจะเปลี่ยนไปตามระยะเวลาการหมัก ในระยะแรกค่าความเป็นกรด-ด่างของปุ๋ยจะเป็นกรด เมื่อกระบวนการหมักสมบูรณ์ ความเป็นกรด-ด่างของปุ๋ยจะอยู่ในช่วง 7.5-8.5 ซึ่งเหมาะสมต่อการนำไปใช้ เนื่องจากถ้าค่าความเป็นกรด-ด่างสูงเกินไป จะทำให้ไนโตรเจนในปุ๋ย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หายไป โดยเปลี่ยนเป็นก๊าซแอมโมเนีย ส่วนถ้าค่าความเป็นกรด-ด่าง ต่ำเกินไป จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์จะหยุดกิจกรรม ส่วนจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุโรคพืชจะทำงานได้ดีขึ้น (Larry, 2005)

7. อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ไม่เกิน 20:1 เนื่องจากค่า C/N ratio เป็นตัวชี้วัดการแปรสภาพของปุ๋ยอินทรีย์ โดยปุ๋ยอินทรีย์ที่แปรสภาพสมบูรณ์แล้วจะมีค่า C/N ratio ต่ำกว่า 20:1 ซึ่งเมื่อใส่ลงไปในดินแล้วจะมีการปลดปล่อยไนโตรเจนให้กับดิน (mineralization) แต่หากปุ๋ยอินทรีย์มีค่า C/N ratio เกิน 20:1 เมื่อมีการใส่ลงไปในดินจะเกิดการย่อยสลายต่อไป ทำให้จุลินทรีย์ในดินดึงไนโตรเจนจากดินไปใช้ (immobilization) ทำให้ดินขาดไนโตนเจนได้ (อรพิน, 2551)

8. ค่าการนำไฟฟ้า ไม่เกิน 10 เดซิซีเมนส์/เมตร ในปุ๋ยหมักทั่วไปจะมีค่าการนำไฟฟ้าไม่เกิน 3.5 เดซิซีเมน/เมตร ส่วนปุ๋ยอินทรีย์ที่ทำจากมูลสัตว์ จะมีค่าการนำไฟฟ้าไม่เกิน 6 เดซิซีเมนส์/เมตร (นรีลักษณ์, 2548)

9. การย่อยสลายสมบูรณ์ โดยวัดจากดัชนีความงอกของเมล็ดมากกว่าร้อยละ 80 วิธีนี้เป็นวิธีการวัดสารพิษที่มีต่อพืช เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์ที่ย่อยสลายไม่สมบูรณ์ จะมีกรดอินทรีย์ประเภท phenolic compounds ซึ่งมีผลต่อการงอกของเมล็ดและความยาวของรากพืช (สุนันทา, 2549)

10. ปริมาณธาตุอาหารหลัก โดยทั่วไปปุ๋ยอินทรีย์จะมีปริมาณธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองเกือบครบ แต่จะมีอยู่ในปริมาณน้อยและมีปริมาณแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตปุ๋ย (นรีลักษณ์, 2548)

11. ปริมาณโลหะหนัก ไม่เกินที่รัฐมนตรีกำหนด รายละเอียดดังแสดงในตารางผนวกที่ 9

11. วิธีการวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร

วิธีการวิเคราะห์ปุ๋ยของกรมวิชาการเกษตร มีดังนี้ (สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร, 2548ก)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. การวิเคราะห์ขนาดปุ๋ย โดยวิธี Dry screen analysis โดยการร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐาน ขนาดรูเปิด 12.5x12.5 มิลลิเมตร หากมีปุ๋ยอินทรีย์ที่ไม่สามารถผ่านตะแกรงได้ให้บันทึกน้ำหนัก และนำไปคำนวณหาร้อยละของปุ๋ยอินทรีย์ที่ไม่สามารถผ่านตะแกรงได้

2. การตรวจสอบพลาสติก แก้ว วัสดุมีคม โลหะอื่นๆ นำตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ ปริมาณไม่น้อยกว่า 1 กิโลกรัม เทลงในถาดอลูมิเนียม หรือพลาสติกขนาดใหญ่ที่เตรียมไว้ ตรวจหาพลาสติก แก้ว วัสดุมีคม และโลหะอื่นๆ

3. การวิเคราะห์ความชื้น โดยการชั่งน้ำหนักปุ๋ยอินทรีย์ก่อนอบและหลังอบ ไปคำนวณหาความชื้นของปุ๋ยอินทรีย์

4. การวิเคราะห์ pH ใช้อัตราส่วนของปุ๋ยอินทรีย์:น้ำ เท่ากับ 1:2 แล้วจึงนำไปวัดค่า pH ด้วยเครื่อง pH meter

5. การวิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ใช้อัตราส่วนของปุ๋ยอินทรีย์:น้ำ เท่ากับ 1:10 แล้วจึงนำไปวัดค่า EC ด้วยเครื่อง conductivity meter

6. การวิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุ และอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน ประยุกต์ใช้วิธีของ Walkley and Black (1965)

7. การวิเคราะห์การย่อยสลายเสร็จสมบูรณ์โดยวิธีทดสอบดัชนีการงอกของเมล็ด นำข้อมูลจำนวนเมล็ดที่งอก และวัดความยาวของรากแล้วหาค่าเฉลี่ย แล้วจึงนำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ด

8. การวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N) โดยใช้ Kjeldahl Method ย่อยตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ด้วย H_2SO_4 เข้มข้น แล้วนำสารละลายที่ได้ไปกลั่นหาปริมาณไนโตรเจน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

9. การวิเคราะห์ฟอสฟอรัส (P_2O_5) ย่อยตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ด้วยกรดผสม $HClO_4$ กับ HNO_3 อัตราส่วน 1:1 ทำให้เกิดสีกับสารละลาย Ammonium metavanadate (Barton' s solution) วัดปริมาณด้วยเครื่อง UV-Spectrophotometer

10. การวิเคราะห์โพแทสเซียม (K_2O) โดยวิธี Flame Photometer เปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐาน โดยย่อยตัวอย่างปุ๋ยที่ด้วยกรดผสม HNO_3 (conc.) กับ $HClO_4$ (conc.) อัตราส่วน 1:1 นำไปวัดด้วยเครื่อง atomic absorbtion spectrophototometer เปรียบเทียบความเข้มข้นกับสารละลายมาตรฐาน 0–25 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ที่เตรียมไว้ แล้วนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณโพแทสเซียม (K_2O)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์
2. เครื่องชั่งไฟฟ้า
3. ตู้อบ
4. Desiccator
5. เครื่องเขย่า (Shaker)
6. เมล็ดผักกาดเขียวปลี ที่มีความงอกไม่ต่ำกว่า ร้อยละ 95
7. UV-Spectrophotometer
8. Digestion block
9. Atomic Absorption Spectrophotometer
10. เครื่องแก้วที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ Volumetic flask และ Erlenmeyer flask

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีการ

1. การเก็บตัวอย่าง

1.1 การเก็บตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

1.1.1 การสำรวจข้อมูล

สำรวจข้อมูลบริษัทที่ยื่นเรื่องขอเป็นผู้ผลิตปุ๋ยอินทรีย์เพื่อการค้า จากเว็บไซต์ของสำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร (http://doa.go.th/ard/index.php., 19 มี.ค. 2550) ซึ่งจากการสำรวจข้อมูล พบว่าบริษัทที่จดทะเบียนการค้าจากกระทรวงพาณิชย์ได้ทำการขอขึ้นทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์ต่อกรมวิชาการเกษตร ปี พ.ศ. 2549 มีทั้งหมด 73 บริษัท จาก 14 จังหวัดในภาคกลางของประเทศไทย ดังแสดงในตารางที่ 7

สำรวจข้อมูลทุนจดทะเบียนของแต่ละบริษัท จากกระทรวงพาณิชย์ (http://www.dbd.go.th/regis/comsearch.phtml., 9 เม.ย. 2552) พบว่าบริษัทที่จดทะเบียนการค้าจากกระทรวงพาณิชย์ขอขึ้นทะเบียนผลิตปุ๋ยอินทรีย์ต่อกรมวิชาการเกษตร ในภาคกลางของประเทศไทยมีทั้งหมด 73 บริษัท จาก 14 จังหวัด ดังแสดงในตารางที่ 8 โดยพบว่าจังหวัดนครปฐมเป็นจังหวัดที่มีบริษัทผลิตปุ๋ยอินทรีย์ที่ยื่นเรื่องขอจดทะเบียนมากที่สุด คือ 19 บริษัท โดยมีทุนจดทะเบียนระหว่าง 110,000,000-100,000 บาท อยุธยา 12 บริษัท ทุนจดทะเบียนระหว่าง 20,000,000–200,000 บาท สุพรรณบุรี 11 บริษัท ทุนจดทะเบียนระหว่าง 20,000,000–400,000 บาท นนทบุรี 7 บริษัท ทุนจดทะเบียนระหว่าง 50,000,000-1,000,000 บาท สระบุรี 6 บริษัท ทุนจดทะเบียนระหว่าง 11,000,000-100,000 บาท ปทุมธานี 5 บริษัท ทุนจดทะเบียนระหว่าง 2,000,000-1,000,000 บาท ลพบุรี 4 บริษัท ทุนจดทะเบียนระหว่าง 4,800,000-3,000,000 บาท สุโขทัยและกรุงเทพ จังหวัดละ 2 บริษัท ทุนจดทะเบียนระหว่าง 40,000,000-1,000,000 บาท นครสวรรค์ พิจิตร สมุทรสาคร สิงห์บุรี และอ่างทอง จังหวัดละ 1 บริษัท ทุนจดทะเบียนระหว่าง 3,000,000-600,000 บาท

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 จำนวนบริษัทที่ยื่นเรื่องขอจดทะเบียนเป็นผู้ผลิตปุ๋ยอินทรีย์

ลำดับ	จังหวัด	จำนวนบริษัท
1.	กรุงเทพมหานคร	2
2.	นครปฐม	19
3.	นครสวรรค์	1
4.	นนทบุรี	7
5.	ปทุมธานี	5
6.	พิจิตร	1
7.	พระนครศรีอยุธยา	12
8.	ลพบุรี	4
9.	สมุทรสาคร	1
10.	สระบุรี	6
11.	สิงห์บุรี	1
12.	สุพรรณบุรี	11
13.	สุโขทัย	2
14.	อ่างทอง	1
	รวม	73

ที่มา: สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร (2550)

1.1.2 การสุ่มเก็บตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์

การเก็บตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์แบบยกกระสอบโดยเลือกเก็บตัวอย่างจากข้อมูลทุนจดทะเบียนของบริษัทปุ๋ยอินทรีย์ในแต่ละจังหวัดของภาคกลางในประเทศ โดยสุ่มเก็บตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์โดยเลือกจากบริษัทที่มีทุนจดทะเบียนสูงกว่าบริษัทอื่นในแต่ละจังหวัด และบริษัทที่มีผลิตภัณฑ์ที่เป็นปุ๋ยอินทรีย์มากกว่าผลิตภัณฑ์อื่น

ทำการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นในตลาด 3 แห่ง ซึ่งเป็นแหล่งวัสดุเคมีเพื่อการเกษตร ปุ๋ยและอุปกรณ์การเกษตรที่สำคัญ ได้แก่ ตลาดนัดจตุจักร เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โดยทำการสำรวจวันพุธของสัปดาห์อันเป็นวันขายต้นไม้ ตลาดข้างองค์การตลาดเพื่อการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร ตลาดนัดจตุจักร 2 เขต ทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร โดยทำการสำรวจวันเสาร์ซึ่งเป็นวันที่มีการขายต้นไม้มาก

หลังจากนั้นจึงทำการเก็บตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ที่จำหน่ายในเขตภาคกลางของประเทศไทย เพื่อนำมาวิเคราะห์และประเมินลักษณะกายภาพและสมบัติทางเคมี โดยได้ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างจากบริษัทที่ยื่นเรื่องขอจดทะเบียนเป็นผู้ผลิตปุ๋ยอินทรีย์และมีทุนจดทะเบียนสูงสุดในแต่ละจังหวัดของภาคกลาง แต่เนื่องจากในการออกพื้นที่สำรวจปุ๋ยอินทรีย์ที่มีการขายตามท้องตลาดพบว่าถึงแม้ว่าบริษัทจะมีทุนจดทะเบียนสูง แต่ไม่พบการวางขายตามท้องตลาด ดังนั้นจึงทำการเก็บตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ที่มีความนิยมในท้องตลาดร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ที่บริษัทมีทุนจดทะเบียนสูงในแต่ละจังหวัดด้วย ได้ตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ จำนวน 22 ตัวอย่าง (OR1-OR22) จาก 19 บริษัท ใน 10 จังหวัดภาคกลางของประเทศไทย รายละเอียดดังแสดงตารางที่ 9 โดยตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ที่เก็บมามีทั้งปุ๋ยอินทรีย์ที่มีลักษณะเป็นผง และปุ๋ยอินทรีย์ที่ปั้นเม็ด ดังแสดงในตารางที่ 8

ภาพที่ 8 ลักษณะของปุ๋ยอินทรีย์ (1) ผง (2) อัดเม็ดเป็นท่อน (3) ปั้นเม็ดเป็นก้อนกลม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 ทุนจดทะเบียน อัตราส่วนปุ๋ยอินทรีย์ต่อผลิตภัณฑ์อื่น และลักษณะของปุ๋ยอินทรีย์

แหล่งที่มา	บริษัท	ตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์	ทุนจดทะเบียน (บาท)	ลักษณะปุ๋ยอินทรีย์
นครปฐม	NP1	OR02	9,000,000 บาท	เม็ด
	NP2	OR04	3,000,000 บาท	เม็ด
ลพบุรี	LP1	OR01	(ไม่ทราบทุนจดทะเบียน)	ผง
นนทบุรี	NB1	OR05	10,000,000 บาท	เม็ด
	NB2	OR04	1,000,000 บาท	เม็ด
ปทุมธานี	PN1	OR08	1,000,000 บาท	เม็ด
	PN2	OR09	2,000,000 บาท	เม็ด
	PN3	OR11	1,400,000 บาท	เม็ด
	PN4	OR12	1,000,000 บาท	ผง
อยุธยา	AY1	OR03	20,000,000 บาท	เม็ด
	AY2	OR10	15,000,000 บาท	เม็ด
กรุงเทพมหานคร	BK1	OR06	1,000,000 บาท	เม็ด
สระบุรี	SB1	OR15	100,000 บาท	เม็ด
	SB2	OR18	1,000,000 บาท	เม็ด
สุพรรณบุรี	SP1	OR07	20,000,000 บาท	ผง
	SP2	OR17	5,000,000 บาท	เม็ด
	SP3	OR19	1,000,000 บาท	เม็ด
สุโขทัย	ST1	OR20	30,000,000 บาท	เม็ด
สมุทรสาคร	SK1	OR22	1,000,000 บาท	เม็ด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 จังหวัดที่เก็บตัวอย่าง จำนวนบริษัท และจำนวนตัวอย่าง

จังหวัด	จำนวนบริษัท	จำนวนตัวอย่าง
นครปฐม	2	2
ลพบุรี	1	1
นนทบุรี	2	3
ปทุมธานี	4	6
อยุธยา	2	2
กรุงเทพมหานคร	1	1
สระบุรี	2	2
สุพรรณบุรี	3	3
สุโขทัย	1	1
สมุทรสาคร	1	1

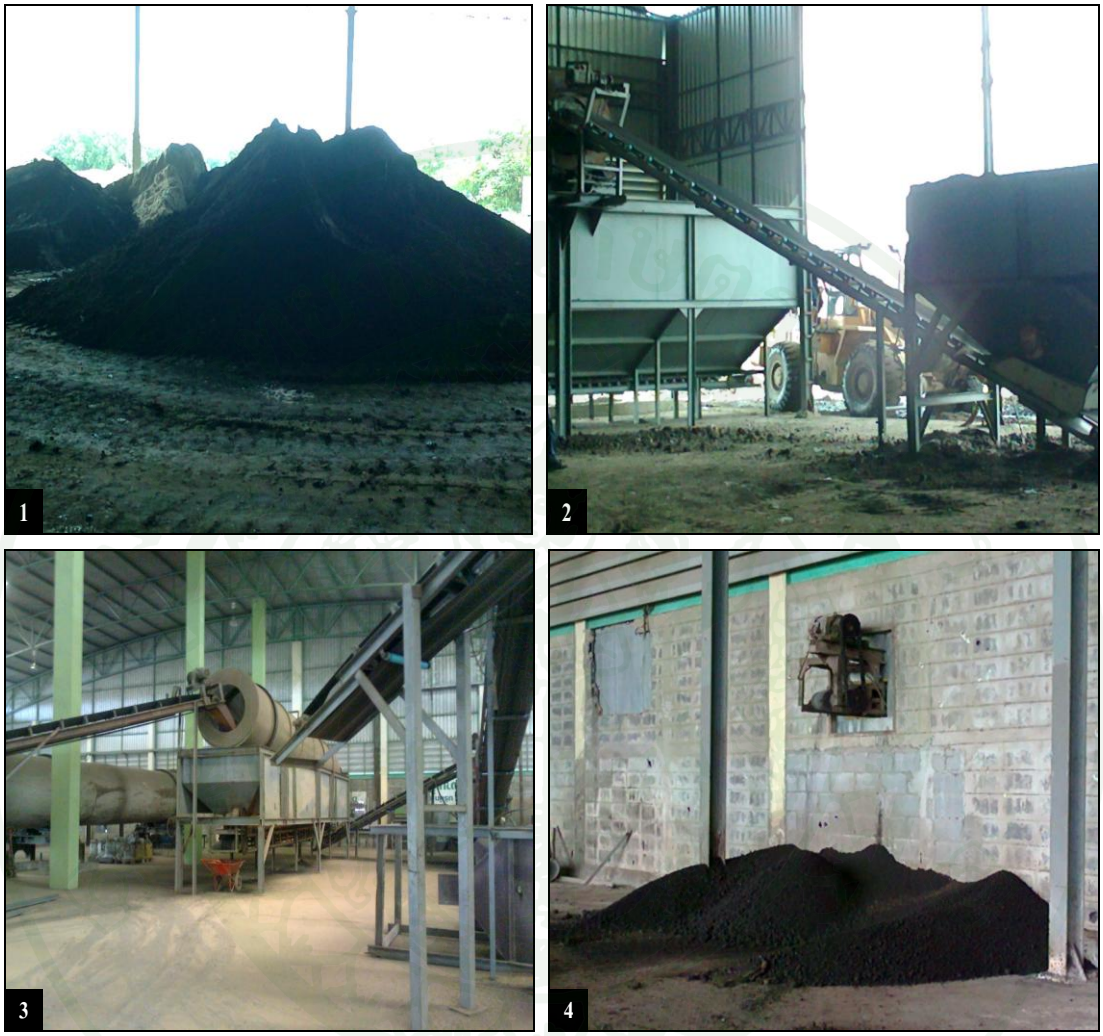
1.2 การเก็บตัวอย่างวัสดุอินทรีย์ และปุ๋ยอินทรีย์ในขั้นตอนการผลิต

เก็บตัวอย่างของวัสดุอินทรีย์ และปุ๋ยอินทรีย์ในขั้นตอนการปั้นเม็ดได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัทปุ๋ยแห่งหนึ่ง โดยการเก็บตัวอย่างวัสดุอินทรีย์ที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ และตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ก่อนการปั้นเม็ด หลังการปั้นเม็ด และหลังผ่านขั้นตอนการอบเม็ดปุ๋ย โดยแบ่งเก็บจากแต่ละกองที่บริษัทได้ทำการแยกไว้ในแต่ละขั้นตอนของการปั้นเม็ด ได้ตัวอย่างดังนี้

ตัวอย่าง 1 วัสดุอินทรีย์ชนิดที่ 1
ตัวอย่าง 2 วัสดุอินทรีย์ชนิดที่ 2
ตัวอย่าง 3 ปุ๋ยอินทรีย์หลังผสมวัสดุเติม (วัสดุเติม คือ หินฟอสเฟต เคโอลีน โดโลไมต์ ยิปซัม และกำมะถัน)
ตัวอย่าง 4 ปุ๋ยอินทรีย์หลังร่อนผ่านตะแกรง
ตัวอย่าง 5 ปุ๋ยอินทรีย์ที่ผ่านการปั้นเม็ดก่อนการอบ
ตัวอย่าง 6 ปุ๋ยอินทรีย์ที่ผ่านการปั้นเม็ดหลังการอบด้วยความร้อน
ตัวอย่าง 7 ปุ๋ยอินทรีย์ที่ผ่านการปั้นเม็ดหลังการเป่าเย็น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตัวอย่าง 8 ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์



ภาพที่ 9 กระบวนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากบริษัทที่ทำการเก็บตัวอย่าง (1) วัตถุดิบผสมสารเคมี (2) ลำเลียงปุ๋ยอินทรีย์ขึ้นจานปั้นเม็ด (3) ลำเลียงปุ๋ยอินทรีย์เข้าเครื่องอบ(4) การคัดแยกขนาดปุ๋ยอินทรีย์

2. การวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์

วิเคราะห์ตามวิธีการของกรมวิชาการเกษตร แบ่งเป็นการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมี การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ ประกอบด้วย ขนาดปุ๋ย ความชื้น ปริมาณหินและกรวด การตรวจหาพลาสติก แก้ว วัสดุมีคม และโลหะอื่นๆ สำหรับการวิเคราะห์คุณสมบัติทาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เคมี ประกอบด้วย ค่า pH ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ปริมาณอินทรียวัตถุ อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) อัตราการย่อยสลายสมบูรณ์โดยวัดจากดัชนีความงอกของเมล็ด และปริมาณธาตุอาหารหลัก

ตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ที่เก็บมาจะแบ่งเป็นสามส่วน โดยส่วนแรกจะนำมาวิเคราะห์ขนาดปุ๋ย ความชื้น และอัตราการย่อยสลายสมบูรณ์ ส่วนที่สองนำไปตากในที่ร่มให้แห้งแล้วนำไปวิเคราะห์หาค่า pH และการนำไฟฟ้า (EC) สำหรับตัวอย่างอีกส่วนหนึ่งนำไปตากในที่ร่มให้แห้ง แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นนำไปวิเคราะห์หาปริมาณอินทรียวัตถุ อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน และปริมาณธาตุอาหารหลัก คือ ไนโตรเจน(Total N) ฟอสฟอรัส (P_2O_5) และ โพแทสเซียม (K_2O) ซึ่งวิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ ดังนี้

2.1 การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ

2.1.1 ขนาดของปุ๋ยอินทรีย์

Dry screen analysis เป็นการแยกขนาดปุ๋ยอินทรีย์โดยร่อนตะแกรงแบบแห้ง โดยชั่งตัวอย่างปุ๋ยที่ยังไม่ผ่านการอบและบดประมาณ 100 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ ขนาด 500 มิลลิลิตร จดบันทึกน้ำหนักไว้ จากนั้นเตรียมตะแกรงร่อนขนาดรูเปิด 12.5x12.5 มิลลิเมตร จัดตะแกรงให้ด้านล่างสุดเป็นชั้นรองรับปุ๋ยอินทรีย์ ชั้นถัดมาเป็นตะแกรงร่อนที่มีขนาดรูตะแกรง 12.5x12.5 มิลลิเมตร และด้านบนสุดเป็นฝาปิดตะแกรง จากนั้นนำปุ๋ยอินทรีย์ที่ชั่งน้ำหนักแล้ว เทใส่ในตะแกรงร่อนพร้อมกับปิดฝา เขย่าไปทางซ้ายและขวาสลับกัน จนกระทั่งปุ๋ยอินทรีย์ผ่านตะแกรงไปอยู่ในชั้นล่างสุดหมดแล้ว จึงหยุดเขย่า (ใช้เวลาประมาณ 5 นาที) หากยังพบปุ๋ยอินทรีย์ที่ไม่สามารถผ่านตะแกรงเหลืออยู่ ไม่ว่าจะทำการเขย่าตะแกรงหรือใช้มือขยี้เนื้อปุ๋ยแล้วก็ไม่สามารถผ่านตะแกรงไปได้ ก็ให้ชั่งน้ำหนักปุ๋ยส่วนที่เหลืออยู่นั้น จดบันทึกแล้วนำไปคำนวณหาร้อยละของปุ๋ยอินทรีย์ที่ไม่สามารถผ่านตะแกรงได้ดังสมการ (กลุ่มงานวิเคราะห์ปุ๋ย, 2541; Horwith and Latimer, 2005)

$$\text{ร้อยละของขนาดปุ๋ย} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนแยกขนาด-น้ำหนักหลังแยกขนาด}}{\text{น้ำหนักก่อนแยกขนาด}} \times 100$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1.2 ปริมาณหินและกรวด

ชั่งตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ที่ยังไม่ผ่านการอบและบดประมาณ 100 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 1,000 มิลลิลิตร เติมน้ำลงไปในบีกเกอร์ให้ท่วมปุ๋ย ใช้มือขยี้ก้อนปุ๋ยเพื่อให้เนื้อปุ๋ยละลายแยกตัวออกจากกัน หินและกรวดจะตกลงไปอยู่บริเวณก้นบีกเกอร์ (หากเนื้อปุ๋ยยังไม่สามารถละลายแยกตัวออกจากกันดี ให้ตั้งทิ้งไว้ค้างคืน) จากนั้นจึงค่อยๆเทสารละลายปุ๋ยผ่านตะแกรงร่อนมาตรฐานขนาดรูเปิด 5 มิลลิเมตร ใช้น้ำชะล้างผ่านตะแกรงร่อนหลายๆหน จนได้สิ่งที่เหลืออยู่บนตะแกรง คือ หินและกรวด ซึ่งมีขนาดโตกว่า 5 มิลลิเมตร จากนั้นถ่ายหินและกรวดที่ได้ใส่ลงในกระดาษกรองเบอร์ 1 ซึ่งผ่านการอบจนมีน้ำหนักคงที่และชั่งน้ำหนักไว้เรียบร้อยแล้ว นำกระดาษกรองบรรจุหินและกรวด ไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดระยะเวลานำออกมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็นใน desicator ชั่งน้ำหนัก บันทึกผล แล้วนำไปคำนวณดังสมการ (Horwitz, 2000)

$$\text{ร้อยละของหินและกรวด} = \frac{\text{น้ำหนักหินและกรวดหลังอบ-น้ำหนักกระดาษกรอง}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์}} \times 100$$

2.1.3 การตรวจหาพลาสติก แก้ว วัสดุมีคม และโลหะอื่นๆ

นำตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์จำนวน 1 กิโลกรัม เทใส่ในถาดพลาสติกที่เตรียมไว้ตรวจหาพลาสติก แก้ว วัสดุมีคม หรือโลหะอื่น ที่ปนอยู่ในเนื้อปุ๋ยอินทรีย์ (สำนักวิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร, 2548ก; The National Institute of Agro-environmental Sciences, 1987)

2.1.4 ความชื้น

นำตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ที่ยังไม่ผ่านการบดหรืออบ มาชั่งด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง ให้มีน้ำหนักประมาณ 5 กรัม แล้วนำปุ๋ยใส่ในบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร ที่อบจนน้ำหนักคงที่ และทราบน้ำหนัก แล้วบันทึกน้ำหนักไว้ นำบีกเกอร์พร้อมตัวอย่างปุ๋ยไปอบในตู้อบ ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาให้นำปุ๋ยออกมาใส่ใน Desiccator ทิ้งไว้ให้เย็น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แล้วชั่งน้ำหนักปุ๋ยหลังอบ (กลุ่มงานวิเคราะห์ปุ๋ย, 2541; The National Institute of Agro-environmental Sciences, 1987)

$$\text{ร้อยละของความชื้น} = \frac{(\text{น้ำหนักปุ๋ยอินทรีย์ก่อนอบ} - \text{น้ำหนักปุ๋ยอินทรีย์หลังอบ})}{\text{น้ำหนักปุ๋ยอินทรีย์ก่อนอบ}} \times 100$$

2.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

2.2.1 ค่า pH

ชั่งตัวอย่างปุ๋ย 10 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร (อัตราส่วนของปุ๋ย:น้ำ เท่ากับ 1:2) คนด้วยแท่งแก้ว ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที จากนั้นนำไปวัดค่า pH ด้วยเครื่อง pH meter (กลุ่มงานวิเคราะห์ปุ๋ย, 2541)

2.2.2 อินทรียวัตถุ และอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน

ชั่งตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 ชั่วโมงจำนวน 0.1 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร เติม $K_2Cr_2O_7$ ความเข้มข้น 1 นอร์มอล จำนวน10 มิลลิลิตร และ H_2SO_4 (conc.) 10 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ข้ามคืนแล้วจึงเติมน้ำ กลั่นปรับปริมาตรให้มีปริมาตร 100 มิลลิลิตร จากนั้นเติม O–phenanthroline ferrous sulfate 10 หยด แล้วนำไปไตเตรทด้วย $FeSO_4.7H_2O$ ความเข้มข้น 0.5 นอร์มอล จนได้สารละลายสีเขียวและเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลปนแดงเมื่อถึงจุดยุติ แล้วนำไปคำนวณดังสมการ (Bibham, 1996; Walkley and Black, 1934)

$$\text{ร้อยละของอินทรีย์คาร์บอน} = \frac{0.3896 \times N \times B(C-D)}{AC}$$

A = น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)

B = ปริมาตรของ $K_2Cr_2O_7$ ความเข้มข้น 1 นอร์มอล ที่เติมลงไปในตัวอย่าง และ Blank (มิลลิลิตร)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

C = ปริมาตรของ $FeSO_4.7H_2O$ ความเข้มข้น 0.5 นอร์มอล ที่ titrate พอดีกับ $K_2Cr_2O_7$ ใน Blank (มิลลิลิตร)

D = ปริมาตรของ $FeSO_4.7H_2O$ ความเข้มข้น 0.5 นอร์มอล ที่ titrate พอดีกับ $K_2Cr_2O_7$ ในตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

N = ความเข้มข้นเป็นนอร์มอลของสารละลายมาตรฐาน $K_2Cr_2O_7$

ร้อยละของอินทรียวัตถุ (OM) = ร้อยละของ OC×1.7214

อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) = (ร้อยละของ OC)/Total Nitrogen

ชั่งตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ 5 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) 125 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร แล้วนำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าเป็นเวลา 30 นาที กรองผ่านกระดาษกรองเบอร์1 ลงในบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร นำไปวัดค่า EC ด้วยเครื่อง conductivity meter (Jackson, 1958)

2.2.4 การทดสอบการย่อยสลายเสร็จสมบูรณ์ โดยวิธีทดสอบดัชนีการงอกของเมล็ด

สกัดสารละลายปุ๋ยอินทรีย์ โดยชั่งตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ใส่ในน้ำกลั่นอัตราส่วน 1:10 (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) เขย่าที่ความเร็ว 180 รอบ/นาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วกรองด้วยกระดาษกรอง จากนั้นใส่น้ำสกัดปุ๋ยอินทรีย์ในจานเพาะจานละ 3 มิลลิลิตร สำหรับตำรับควบคุมใส่น้ำกลั่นจานละ 3 มิลลิลิตร โดยจานเพาะมีเมล็ดจำนวน 10 เมล็ดต่อจาน บ่มจานเพาะเมล็ดไว้ในที่มืดอุณหภูมิระหว่าง 28–30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง บันทึกข้อมูลจำนวนเมล็ดที่งอกทั้งหมดต่อจาน และวัดความยาวของรากของเมล็ดที่งอกทั้งหมด แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณหาดัชนีการงอกของเมล็ดดังสมการ (กลุ่มงานวิเคราะห์ปุ๋ย, 2541)

$$\text{ดัชนีการงอกของเมล็ด} = \frac{A \times B \times 100}{C \times D}$$

A = ร้อยละของเมล็ดที่งอกในจานเพาะที่เติมน้ำสกัดปุ๋ยอินทรีย์

B = ความยาวรากเฉลี่ยในจานเพาะที่เติมน้ำสกัดปุ๋ยอินทรีย์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

C = ร้อยละของเมล็ดที่งอกในจานเพาะที่เติมน้ำกลั่น

D = ความยาวรากเฉลี่ยในจานเพาะที่เติมน้ำกลั่น

2.2.5 ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N)

ชั่งตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ 0.03 กรัม เติม Salicylic acid 0.3 กรัม และ 98% H_2SO_4 4 มิลลิลิตร นำไป digest ครั้งแรก จะได้สารละลายสีน้ำตาล ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วเติม mixed catalyst ($CuSO_4$ และ K_2SO_4 อัตราส่วน 1:9) 0.9 กรัม หลังจากนั้นนำไป digest ครั้งที่สอง จนได้สารละลายใส ทิ้งไว้ให้เย็น เติมน้ำกลั่น 35 มิลลิลิตร และ NaOH ความเข้มข้น 0.5 นอร์มอล 10 มิลลิลิตร นำไปกลั่น แล้วจึงนำไปไตเตรทกับ HCl ความเข้มข้น 0.2 นอร์มอล จนสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีชมพู แล้วจึงนำไปคำนวณหาปริมาณไนโตรเจนจากสมการ (กลุ่มงานวิเคราะห์ปุ๋ย, 2541)

$$\text{ร้อยละของ N} = \frac{A \times B \times 1.4007}{C}$$

A = ความเข้มข้นของ HCl เป็นนอร์มอล

B = ปริมาณ HCl ที่ใช้ในการไตเตรท (มิลลิลิตร)

C = น้ำหนักของปุ๋ยอินทรีย์ (กรัม)

2.2.6 ฟอสฟอรัส (P_2O_5)

ชั่งตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ที่ผ่านการบดและอบแล้ว ประมาณ 0.3 กรัมใส่ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 125 มิลลิลิตร เติมกรดผสม 70%$HClO_4$ และ 70%HNO_3 อัตราส่วน 1:1 ประมาณ 20 มิลลิลิตร นำไป digest บน Digestion block ที่อุณหภูมิ 220 องศาเซลเซียส จนกระทั่งมีควันสีขาวเกิดขึ้นเหนือสารละลายหรือสารละลายมีสีใส ซึ่งใช้เวลาประมาณ 2-3 ชั่วโมง จากนั้นยกลงจากเตา ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

นำสารละลายที่ย่อยสมบูรณ์แล้ว ถ่ายใส่ขวดวัดปริมาตร (Volumetric flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร ล้างตะกอนที่ติดอยู่ข้างขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ออกให้หมด ปรับปริมาตรเป็น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

250 มิลลิลิตร จากนั้นปิเปตสารละลายตัวอย่าง 2 มิลลิลิตร ใส่ในขวดวัดปริมาตร (Volumetric flask) ขนาด 100 มิลลิลิตรเติม Molybdovanadate reagent 10 มิลลิลิตร (1/10 ของปริมาตรสุดท้าย) ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ 30 นาที สำหรับสารละลายมาตรฐานความเข้มข้น 0 1 2 3 4 และ5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ที่เตรียมไว้ก็ดำเนินการ develop สีเช่นเดียวกัน พร้อมกับสารละลายตัวอย่าง จากนั้นนำสารละลายไปวัดความเข้มของสีด้วยเครื่อง UV Spectrophotometer ที่ 420 นาโนเมตร อ่านค่า %Absorbance (%A) นำค่าที่วัดได้จากสารละลายมาตรฐานไปเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฟอสฟอรัสและ %A อ่านค่าความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในตัวอย่างจาก Standard curve แล้วนำไปคำนวณหาปริมาณฟอสฟอรัส (P_2O_5) ดังสมการ (กลุ่มงานวิเคราะห์ปุ๋ย, 2541; Horwith and Latimer, 2005)

$$\text{ร้อยละของ P} = \frac{\text{มิลลิกรัม P/กิโลกรัม จากกราฟ } V_1 \times V_2 \times 100}{A \times V_3 \times 10^6}$$

A = น้ำหนักตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ (กรัม)

V_1 = ปริมาตรของสารละลายก่อนปรับด้วยน้ำกลั่น (มิลลิลิตร)

V_2 = ปริมาตรของสารละลายหลังปรับด้วยน้ำกลั่นแล้ว (มิลลิลิตร)

V_3 = ปริมาตรของสารละลายที่ปิเปต (มิลลิลิตร)

$$\text{ร้อยละของ } P_2O_5 = \frac{P \times (2 \times \text{น้ำหนักโมเลกุลของ P}) + (5 \times \text{น้ำหนักโมเลกุลของ O})}{2 \times \text{น้ำหนักโมเลกุลของ P}}$$

2.2.7 โพแทสเซียม (K_2O)

ชั่งตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ 0.5 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) 250 มิลลิลิตร เติมกรดผสม 70%HNO_3 (conc.) กับ 70%$HClO_4$ (conc.) อัตราส่วน 1:1 ปริมาตร 20 มิลลิลิตร นำไป digest บน Digestion blockที่อุณหภูมิ 220 องศาเซลเซียส จนเกิดควันสีขาว ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ถ่ายตัวอย่างใส่ขวดวัดปริมาตร (Volumetric flask) ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน กรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปิเปตสารละลายตัวอย่าง ให้มีความเข้มข้นอยู่ในช่วงสารละลายมาตรฐานที่เตรียมไว้ (0-25 มิลลิกรัม K/กิโลกรัม) ใส่ลงในขวดวัดปริมาตร (Volumetric flask) 100 มิลลิลิตร เติมสารละลาย Suppressor 10 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน นำไปวัดด้วยเครื่อง atomic absorbtion spectrophototometer เปรียบเทียบความเข้มข้นกับสารละลายมาตรฐาน K 0-25 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ที่เตรียมไว้ แล้วนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณโพแทสเซียม (K_2O) ดังสมการ (กลุ่มงานวิเคราะห์ปุ๋ย, 2541; Horwith, 2000)

ร้อยละของ K_2O = 1.2046×(มิลลิกรัม K/กิโลกรัม)×dilution factor×100

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

1. การวิเคราะห์ตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

1. การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ

การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ พบว่าตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ 21 ตัวอย่าง ผ่านมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตามพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) 2550 กล่าวคือ เมื่อทำการตรวจสอบขนาดปุ๋ยอินทรีย์ด้วยวิธี dry screen analysis ไม่พบปุ๋ยอินทรีย์ที่ไม่สามารถผ่านตะแกรงได้ ไม่พบปริมาณหิน กรวด ที่มีขนาดตั้งแต่ 5 มิลลิเมตร ขึ้นไป และไม่พบพลาสติก แก้ว วัสดุมีคม หรือโลหะอื่น ๆ ปะปนอยู่ในตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ และมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 30 ของน้ำหนัก ยกเว้นตัวอย่าง OR21 ที่มีความชื้นร้อยละ 56 (ตารางที่ 10)

แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาปริมาณของความชื้นในปุ๋ยโดยการสังเกตตัวอย่าง OR21 ไม่น่าจะมีความชื้นถึงร้อยละ 56 เนื่องจากตัวอย่างปุ๋ยมีลักษณะที่ค่อนข้างแห้ง แต่อาจเป็นผลเนื่องจากการวิเคราะห์หาความชื้นเป็นวิธีการใช้ความร้อนในการอบ สารบางอย่างที่ระเหยได้ง่ายในตัวปุ๋ยอาจสูญเสียไปในระหว่างการอบ ทำให้การน้ำหนักของปุ๋ยก่อนและหลังอบมีค่าที่แตกต่างกัน แต่ไม่ใช่ปริมาณความชื้นที่หายไป

2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

2.1 ค่า pH มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์กำหนดให้มีค่า pH อยู่ในช่วง 5.5-8.5 จากการศึกษาพบตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์มีค่า pH อยู่ระหว่าง 6.3-7.9 (ตารางที่ 11) จึงถือว่าตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 22 ตัวอย่าง (ตารางที่ 12) ผ่านเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์

2.2 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์กำหนดให้มีค่าการนำไฟฟ้า หรือปริมาณเกลือที่ละลายได้ไม่เกิน 10 เดซิซีเมนส์/เมตร ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 22 ตัวอย่าง มีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 0.67-16.23 เดซิซีเมนส์/เมตร โดยมีปุ๋ยอินทรีย์จำนวน 13 ตัวอย่าง ที่ผ่านมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (ตารางที่ 11 และ 12)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3 อัตราการย่อยสลายเสร็จสมบูรณ์ มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์กำหนดให้มีค่าดัชนีการงอกไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ที่นำมาทดสอบมีดัชนีการงอกของเมล็ดอยู่ในช่วงร้อยละ 9-127 พบว่ามีปุ๋ยอินทรีย์จำนวน 11 ตัวอย่าง ที่ผ่านมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (ตารางที่ 11 และ 12)

2.4 ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์กำหนดให้มีปริมาณอินทรียวัตถุรับรองไม่ต่ำกว่าร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก จากการศึกษาพบว่าตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์มีค่าอินทรียวัตถุอยู่ในช่วงร้อยละ 1 ถึงร้อยละ 44 และมีตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์จำนวน 4 ตัวอย่าง ที่ผ่านมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ คือ OR1 OR3 OR7 และ OR19 ที่มีปริมาณอินทรียวัตถุ 44 30 23 และ 32 ตามลำดับ โดยปุ๋ยอินทรีย์ OR1 และ OR7 เป็นแบบผง และ OR3 และ OR19 เป็นแบบเม็ด (ตารางที่ 11 และ 12)

2.5 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์กำหนดให้มีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนได้ไม่เกิน 20:1 จากการศึกษาพบตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์มีค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนอยู่ในช่วง 2:1 ถึง 256:1 โดยมีตัวอย่างปุ๋ยจำนวน 12 ตัวอย่างที่ผ่านมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (ตารางที่ 11 และ 12)

2.6 ปริมาณธาตุอาหารหลัก ปริมาณธาตุอาหารหลักตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์กำหนดให้มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.0 โดยน้ำหนัก ฟอสเฟตทั้งหมด (total P_2O_5) และโพแทสทั้งหมด (total K_2O) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 ของน้ำหนัก หรือมีปริมาณธาตุอาหารหลักรวมกันไม่ต่ำกว่าร้อยละ 2.0 โดยน้ำหนัก (ตารางที่ 11 และ 12)

2.6.1 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen) ตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ที่นำมาศึกษามีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ในช่วงร้อยละ 0.04-0.65 โดยน้ำหนัก จึงทำให้ปุ๋ยอินทรีย์ทุกตัวอย่างมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดไม่ผ่านมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (ตารางที่ 11 และ 12)

2.6.2 ปริมาณฟอสเฟตทั้งหมด (total P_2O_5) ตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ที่นำมาศึกษามีปริมาณฟอสเฟตทั้งหมด อยู่ในช่วงร้อยละ 0 ถึงร้อยละ 5.84 โดยน้ำหนัก ดังนั้นจึงมีตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์จำนวน 17 ตัวอย่างที่ผ่านมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (ตารางที่ 11 และ 12)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.6.3 ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (total K_2O) ตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ที่นำมาศึกษามีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดอยู่ในช่วงร้อยละ 0.31 ถึงร้อยละ 3.17 โดยน้ำหนัก ดังนั้นจึงมีตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์จำนวน 17 ตัวอย่างที่ผ่านมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (ตารางที่ 11 และ 12)

2.6.4 ปริมาณธาตุอาหารหลักรวม จากการศึกษาพบตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์มีปริมาณธาตุอาหารหลักรวมกันอยู่ในช่วงร้อยละ 0.5 ถึงร้อยละ 8.9 ดังนั้นจึงมีตัวอย่างปุ๋ยจำนวน 17 ตัวอย่างที่ผ่านมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (ตารางที่ 11 และ 12)

จากการศึกษาพบว่า ปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมดของปุ๋ยอินทรีย์มีค่าต่ำ ขณะที่ปริมาณฟอสเฟตทั้งหมดและปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด ของปุ๋ยอินทรีย์ส่วนใหญ่ (17 ตัวอย่าง) มีค่าสูงกว่ามาตรฐาน อาจเป็นผลมาจากวัตถุดิบที่นำมาผลิตปุ๋ยอินทรีย์

โดยสรุปตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ที่ทำการศึกษาจำนวน 22 ตัวอย่าง ไม่มีตัวอย่างใดผ่านมาตรฐานของลักษณะทางเคมีทั้งหมดที่ศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่ง มาตรฐานปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด สำหรับปริมาณอินทรียวัตถุมีตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ที่ผ่านมาตรฐานเพียงร้อยละ 18 (ตารางที่ 13) จึงทำการเก็บวัสดุอินทรีย์และปุ๋ยอินทรีย์ในแต่ละขั้นตอนการผลิต เพื่อหาสาเหตุการไม่ผ่านมาตรฐานของปุ๋ยอินทรีย์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 ค่าวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์

ลำดับ	จังหวัด	ตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์	ชนิดปุ๋ย	ขนาดปุ๋ย (mm.)	ปริมาณหินกรวด	พลาสติก แก้ว วัสดุมีคม และโลหะอื่นๆ	ความชื้น (ร้อยละ)
1	ลพบุรี	OR01	ผง	น้อยกว่า 12.5x12.5 mm.	ไม่พบ	ไม่พบ	10±0.20
2	นครปฐม	OR02	เม็ด	น้อยกว่า 12.5x12.5 mm.	ไม่พบ	ไม่พบ	8±0.12
3	นนทบุรี	OR03	เม็ด	น้อยกว่า 12.5x12.5 mm.	ไม่พบ	ไม่พบ	19±0.10
4	กทม.	OR04	เม็ด	น้อยกว่า 12.5x12.5 mm.	ไม่พบ	ไม่พบ	3±0.06
5	สุพรรณบุรี	OR05	ผง	น้อยกว่า 12.5x12.5 mm.	ไม่พบ	ไม่พบ	4±0.12
6	สุพรรณบุรี	OR06	เม็ด	น้อยกว่า 12.5x12.5 mm.	ไม่พบ	ไม่พบ	7±0.10
7	สุพรรณบุรี	OR07	ผง	น้อยกว่า 12.5x12.5 mm.	ไม่พบ	ไม่พบ	16±0.24
8	ปทุมธานี	OR08	เม็ด	น้อยกว่า 12.5x12.5 mm.	ไม่พบ	ไม่พบ	1±0.04
9	ปทุมธานี	OR09	เม็ด	น้อยกว่า 12.5x12.5 mm.	ไม่พบ	ไม่พบ	3±0.02
10	ปทุมธานี	OR10	เม็ด	น้อยกว่า 12.5x12.5 mm.	ไม่พบ	ไม่พบ	15±0.27
11	ปทุมธานี	OR11	เม็ด	น้อยกว่า 12.5x12.5 mm.	ไม่พบ	ไม่พบ	3±0.01

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ลำดับ	จังหวัด	ตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์	ชนิดปุ๋ย	ขนาดปุ๋ย (mm.)	ปริมาณหินกรวด	พลาสติก แก้ว วัสดุมีคม และโลหะอื่นๆ	ความชื้น (ร้อยละ)
12	ปทุมธานี	OR12	เม็ด	น้อยกว่า 12.5x12.5 mm.	ไม่พบ	ไม่พบ	2±0.06
13	ปทุมธานี	OR13	เม็ด	น้อยกว่า 12.5x12.5 mm.	ไม่พบ	ไม่พบ	3±0.04
14	อยุธยา	OR14	เม็ด	น้อยกว่า 12.5x12.5 mm.	ไม่พบ	ไม่พบ	3±0.09
15	อยุธยา	OR15	เม็ด	น้อยกว่า 12.5x12.5 mm.	ไม่พบ	ไม่พบ	4±0.24
16	นนทบุรี	OR16	เม็ด	น้อยกว่า 12.5x12.5 mm.	ไม่พบ	ไม่พบ	2±0.07
17	นนทบุรี	OR17	เม็ด	น้อยกว่า 12.5x12.5 mm.	ไม่พบ	ไม่พบ	3±0.05
18	สระบุรี	OR18	เม็ด	น้อยกว่า 12.5x12.5 mm.	ไม่พบ	ไม่พบ	3±0.12
19	สระบุรี	OR19	เม็ด	น้อยกว่า 12.5x12.5 mm.	ไม่พบ	ไม่พบ	8±0.06
20	สุโขทัย	OR20	เม็ด	น้อยกว่า 12.5x12.5 mm.	ไม่พบ	ไม่พบ	6±0.19
21	สมุทรสาคร	OR21	เม็ด	น้อยกว่า 12.5x12.5 mm.	ไม่พบ	ไม่พบ	56±0.53
22	สมุทรปราการ	OR22	เม็ด	น้อยกว่า 12.5x12.5 mm.	ไม่พบ	ไม่พบ	21±0.31

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 11 ค่าความชื้นและค่าวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์

ตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์	pH	EC (เดซิซีเมนส์/เมตร)	อัตราการย่อยสลาย	OM (ร้อยละ)	C/N ratio	Total N	P_2O_5	K_2O	รวม NPK
						(ร้อยละ)			
OR01	7.9±0.5	4.37±0.15	ไม่สมบูรณ์(GI=30±2)	44±2.5	256:1	0.10±0.02	0.83±0.11	2.41±0.26	3.3
OR02	7.2±0.1	2.79±0.10	สมบูรณ์(GI=108±6)	4±0.2	8:1	0.36±0.01	0	0.76±0.04	1.1
OR03	6.5±0.0	10.69±0.21	ไม่สมบูรณ์(GI=54±1)	30±5.3	132:1	0.13±0.00	4.44±0.85	3.17±0.47	7.7
OR04	7.4±0.1	4.78±0.04	สมบูรณ์(GI=105±10)	4±0.5	29:1	0.09±0.00	1.04±0.08	1.07±0.09	2.2
OR05	7.1±0.0	7.70±0.23	สมบูรณ์(GI=105±4)	3±0.3	21:1	0.09±0.00	1.05±0.03	1.53±0.03	2.7
OR06	7.1±0.7	14.64±0.24	ไม่สมบูรณ์(GI=44±5)	5±0.5	12:1	0.26±0.04	0.65±0.02	1.44±0.03	2.4
OR07	7.4±0.0	1.89±0.07	สมบูรณ์(GI=96±9)	23±0.5	24:1	0.54±0.01	3.94±0.05	0.35±0.01	4.8
OR08	6.6±0.0	13.87±0.14	ไม่สมบูรณ์(GI=43±8)	2±0.9	2:1	0.56±0.03	0	0.67±0.07	1.2
OR09	6.3±0.0	15.98±0.44	ไม่สมบูรณ์(GI=19±2)	3±0.1	2:1	0.65 ±0.01	0.75±0.02	1.73±0.21	3.1
OR10	7.5±0.0	4.39±0.24	สมบูรณ์(GI=101±12)	12±0.4	17:1	0.39±0.06	3.55±0.55	0.61±0.03	4.6
OR11	6.9±0.1	16.23±0.42	ไม่สมบูรณ์(GI=9±1)	6±0.2	10:1	0.31±0.05	0.52±0.02	1.80±0.12	2.6
OR12	6.8±0.0	15.66±0.63	ไม่สมบูรณ์(GI=18±1)	3±0.1	5:1	0.30±0.06	0.60±0.03	0.67±0.01	1.6
OR13	7.0±0.1	14.45±1.12	ไม่สมบูรณ์(GI=35±0)	6±0.2	12:1	0.29±0.03	2.80±0.00	0.85±0.02	3.9
OR14	7.0±0.0	13.60±0.09	ไม่สมบูรณ์(GI=23±1)	8±0.5	12:1	0.35±0.00	2.17±0.14	0.76 ±0.03	3.3
OR15	7.2±0.1	2.83±0.10	สมบูรณ์(GI=123±12)	10±0.0	46:1	0.14±0.02	2.34±0.32	0.31±0.02	2.8
OR16	6.6±0.0	2.97±0.02	สมบูรณ์(GI=110±11)	6±0.0	16:1	0.22±0.00	2.20±0.32	0.47±0.04	2.9

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 11 (ต่อ)

ตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์	pH	EC (เดซิซีเมนส์/เมตร)	อัตราการย่อยสลาย	OM (ร้อยละ)	C/N ratio	Total N	P_2O_5	K_2O	รวม NPK
						(ร้อยละ)			
OR17	7.1±0.05	4.16±0.07	สมบูรณ์(GI=101±4)	1±0.0	18:1	0.04±0.00	0	0.46±0.02	0.5
OR18	7.6±0.04	0.67±0.04	สมบูรณ์(GI=111±9)	10±0.1	55:1	0.11±0.02	0	0.40±0.02	0.5
OR19	6.9±0.01	2.54±0.20	สมบูรณ์(GI=127±9)	32±2.8	61:1	0.31±0.04	5.84±0.20	2.83±0.02	8.9
OR20	7.5±0.01	6.21±0.04	ไม่สมบูรณ์(GI=59±8)	3±0.7	18:1	0.13±0.00	0.22±0.01	2.53±0.17	2.9
OR21	7.5±0.05	1.72±0.05	สมบูรณ์(GI=93±9)	18±1.4	24:1	0.43±0.07	1.09±0.01	1.61±0.14	3.1
OR22	7.7±0.01	10.32±0.25	ไม่สมบูรณ์(GI=72±10)	13±0.5	27:1	0.42±0.02	1.16±0.03	1.66±0.05	3.2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 คุณลักษณะที่ผ่านและไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์จำนวน 22 ตัวอย่าง

ตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์	ชนิดปุ๋ยอินทรีย์	ขนาด	ปริมาณหินกรวด	พลาสติก แก้ว วัสดุมีคม และโลหะอื่นๆ	ความชื้น	pH	EC	อัตราการย่อยสลาย	OM	C/N ratio	Total N	P_2O_5	K_2O	รวม NPK
OR01	ผง	√	√	√	√	√	√	X	√	X	X	√	√	√
OR02	เม็ด	√	√	√	√	√	√	√	X	√	X	X	√	X
OR03	เม็ด	√	√	√	√	√	X	X	√	X	X	√	√	√
OR04	เม็ด	√	√	√	√	√	√	√	X	X	X	√	√	√
OR05	ผง	√	√	√	√	√	√	√	X	X	X	√	√	√
OR06	เม็ด	√	√	√	√	√	X	X	X	√	X	√	√	√
OR07	ผง	√	√	√	√	√	√	√	√	X	X	√	X	√
OR08	เม็ด	√	√	√	√	√	X	X	X	√	X	X	√	X
OR09	เม็ด	√	√	√	√	√	X	X	X	√	X	√	√	√
OR10	เม็ด	√	√	√	√	√	√	√	X	√	X	√	√	√
OR11	เม็ด	√	√	√	√	√	X	X	X	√	X	√	√	√
OR12	เม็ด	√	√	√	√	√	X	X	X	√	X	√	√	X
OR13	เม็ด	√	√	√	√	√	X	X	X	√	X	√	√	√
OR14	เม็ด	√	√	√	√	√	X	X	X	√	X	√	√	√
OR15	เม็ด	√	√	√	√	√	√	√	X	X	X	√	X	√
OR16	เม็ด	√	√	√	√	√	√	√	X	√	x	√	x	√

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์	ชนิดปุ๋ยอินทรีย์	ขนาด	ปริมาณหินกรวด	พลาสติก แก้ว วัสดุมีคม และโลหะอื่นๆ	ความชื้น	pH	EC	อัตราการย่อยสลาย	OM	C/N ratio	Total N	P_2O_5	K_2O	รวม NPK
OR17	เม็ด	√	√	√	√	√	√	√	X	√	X	X	X	X
OR18	เม็ด	√	√	√	√	√	√	√	X	X	X	X	X	X
OR19	เม็ด	√	√	√	√	√	√	√	√	X	X	√	√	√
OR20	เม็ด	√	√	√	√	√	√	X	X	√	X	X	√	√
OR21	เม็ด	√	√	√	X	√	√	√	X	X	X	√	√	√
OR22	เม็ด	√	√	√	√	√	X	X	X	X	X	√	√	√

หมายเหตุ: เครื่องหมาย √ หมายถึงผ่านเกณฑ์มาตรฐานและ เครื่องหมาย X หมายถึงไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 13 สรุปจำนวนและเปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ที่ผ่านมาตรฐาน

ลักษณะของปุ๋ยอินทรีย์	จำนวนตัวอย่างที่ผ่านมาตรฐาน	% ของตัวอย่างที่ผ่าน
ขนาดปุ๋ย	22	100
ปริมาณหินและกรวด	22	100
พลาสติก แก้ว วัสดุมีคม และโลหะอื่นๆ	22	100
ความชื้น	21	95
pH	22	100
EC	13	59
อัตราการย่อยสลาย	11	50
อินทรียวัตถุ	4	18
C/N ratio	12	54
Total N	0	0
P_2O_5	17	54
K_2O	17	54
ธาตุอาหารรวม	17	54

2 การวิเคราะห์วัสดุอินทรีย์ และปุ๋ยอินทรีย์ในแต่ละขั้นตอนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์

1. การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ

1.1 การวิเคราะห์ลักษณะของวัตถุดิบ

การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างวัสดุอินทรีย์ และปุ๋ยอินทรีย์ในแต่ละขั้นตอนการผลิต พบว่าปุ๋ยอินทรีย์ในแต่ละขั้นตอนการผลิตมีขนาดปุ๋ย ปริมาณหินและกรวด ร้อยละของความชื้น และพลาสติก แก้ว วัสดุมีคม โลหะอื่นๆที่ปะปนอยู่ในตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์อยู่ในระดับที่กำหนดในมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตามพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) 2550 (ตารางที่ 15)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 สมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ในแต่ละขั้นตอนการผลิตปุ๋ย

จากการศึกษาพบว่าใน ขั้นตอนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์มีแนวโน้มทำให้ความชื้นลดลงตามลำดับ ยกเว้นขั้นตอนการปั้นเม็ดพบว่าปุ๋ยอินทรีย์ที่ผ่านการปั้นเม็ดก่อนการอบมีความชื้นประมาณร้อยละ 31 เนื่องจากในกระบวนการปั้นเม็ดจะมีการเติมน้ำหรือของเหลวลงไปในปุ๋ยอินทรีย์เพื่อให้สามารถปั้นเม็ดปุ๋ยได้ แต่เมื่อผ่านการอบแล้ว ปุ๋ยอินทรีย์จะมีความชื้นลดลง โดยเหลือความชื้นร้อยละ 23 ทั้งหลังการอบด้วยความร้อนและการเป่าเย็น โดยภาพรวมจะเห็นได้ว่าในกระบวนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์แบบปั้นเม็ดไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ (ตารางที่ 14)

2. การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

2.1 ค่า pH วัสดุอินทรีย์ และปุ๋ยอินทรีย์ในแต่ละขั้นตอนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์มีค่า pH อยู่ในช่วง 7.3-8.8 (ตารางที่ 14) พบว่าวัสดุอินทรีย์ชนิดที่ 1 และ 2 มีค่า pH ต่างกัน คือ 8.8 และ 7.3 แต่เมื่อผ่านกระบวนการผสมวัสดุเติม มี pH เท่ากับ 8.4 และเมื่อผ่านการร่อนผ่านตะแกรง การปั้นเม็ด การอบด้วยความร้อน การเป่าเย็น มีค่า pH อยู่ในช่วง 7.5-8.2 ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐาน (ตารางที่ 15)

2.2 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) วัสดุอินทรีย์ และปุ๋ยอินทรีย์ในแต่ละขั้นตอนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์มีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 0.98-8.68 เดซิซีเมนส์/เมตร (ตารางที่ 14) ซึ่งผ่านมาตรฐานในทุกตัวอย่างหรือทุกขั้นตอนการผลิต (ตารางที่ 15) อย่างไรก็ตามพบว่าวัสดุอินทรีย์ชนิดที่ 1 และ 2 มีค่าการนำไฟฟ้าแตกต่างกันมาก คือ 0.98 และ 8.68 แต่เมื่อผ่านกระบวนการผสมวัสดุเติม จะมีค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 3.99 และเมื่อผ่านขั้นตอนการร่อนผ่านตะแกรง การปั้นเม็ด การอบด้วยความร้อน การเป่าเย็น มีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ที่ประมาณ 4.0

2.3 อัตราการย่อยสลายสมบูรณ์ จะวัดจากดัชนีการงอกของเมล็ด โดยถ้ามีค่าดัชนีการงอกของเมล็ดพืชไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ถือว่าปุ๋ยอินทรีย์ชนิดนั้นมีอัตราการย่อยสลายสมบูรณ์ จากการศึกษาพบว่า วัสดุอินทรีย์ที่นำมาผลิตปุ๋ยอินทรีย์มีค่าดัชนีการงอกของเมล็ดที่แตกต่างกันมาก คือ ชนิดที่ 1 มีค่าดัชนีการงอกของเมล็ดอยู่ที่ร้อยละ 110 ขณะที่ชนิดที่ 2 มีค่าดัชนีการงอกของเมล็ดอยู่ที่ร้อยละ 25 จากนั้นเมื่อผ่านการผสมวัสดุเติม จะมีค่าดัชนีการงอกของเมล็ดเท่ากับร้อยละ 49 และ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อผ่านขั้นตอนการร่อนผ่านตะแกรงจนถึงผ่านการปั้นเม็ดหลังการเป่าลมเย็น จะมีค่าดัชนีการงอกของเมล็ดอยู่ในช่วงร้อยละ 53 ถึงร้อยละ 59 (ตารางที่ 14) จะเห็นได้ว่าวัสดุอินทรีย์นำมาใช้เป็นปัจจัยสำคัญต่อค่าดัชนีการงอกของเมล็ด ที่เป็นตัวชี้วัดอัตราการย่อยสลายสมบูรณ์ เนื่องจากการวัดดัชนีการงอกของเมล็ดพืชจะมีค่ามากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับสารที่ละลายออกมาจากปุ๋ยอินทรีย์ ในการผสมวัสดุอินทรีย์ชนิดที่ 1 และ 2 เข้าด้วยอาจทำให้สารที่ยับยั้งการงอกของเมล็ดพืชถูกเจือจางไป ทำให้ค่าดัชนีการงอกของเมล็ดพืชมีค่าสูงขึ้น แต่สารในวัสดุอินทรีย์ที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ก็ยังส่งผลอย่างมาก

2.4 ปริมาณอินทรียวัตถุ ตัวอย่างวัสดุอินทรีย์ และปุ๋ยอินทรีย์ในแต่ละขั้นตอนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์มีค่าอินทรียวัตถุอยู่ในช่วงร้อยละ 9 ถึงร้อยละ 25 (ตารางที่ 14) โดยน้ำหนัก จะเห็นได้ว่าวัสดุอินทรีย์ที่นำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ จึงทำให้ปุ๋ยอินทรีย์ในแต่ละขั้นตอนการผลิตไม่ผ่านมาตรฐานในทุกตัวอย่าง (ตารางที่ 15) โดยวัสดุอินทรีย์ชนิดที่ 1 และ ชนิดที่ 2 มีค่าอินทรียวัตถุอยู่ที่ร้อยละ 10 และ 25 และเมื่อผ่านขั้นตอนการผสมทำให้มีค่าอินทรียวัตถุเท่ากับ 9 และปริมาณอินทรียวัตถุจะอยู่ที่ประมาณร้อยละ 10 ในทุกขั้นตอนของกระบวนการผลิต จะเห็นได้ว่าวัสดุอินทรีย์นำมาใช้เป็นปัจจัยสำคัญต่อปริมาณอินทรียวัตถุในปุ๋ยอินทรีย์เช่นกัน

2.5 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ตัวอย่างวัสดุอินทรีย์ และปุ๋ยอินทรีย์ในแต่ละขั้นตอนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ มีค่าC/N ratio อยู่ในช่วง 9:1 และ 30:1 (ตารางที่ 14) ซึ่ง ค่า C/N ratio ในวัสดุอินทรีย์มีค่าต่ำ จึงทำให้ตัวอย่างในแต่ละขั้นตอนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์มีค่า C/N ratio อยู่ในระดับต่ำ และมีค่าเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในแต่ละขั้นตอนผลิต ผลจากการใช้วัตถุดิบที่มีค่า C/N ratio ต่ำ ทำให้ปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตมีค่า C/N ratio ต่ำด้วย ตามหลักวิชาการแล้ว ค่า C/N ratio ต่ำ จะสอดคล้องกับกระบวนการย่อยสลายสมบูรณ์ กล่าวคือ ถ้ามีค่า C/N ratio ต่ำแสดงว่ากระบวนการย่อยสลายก็เกิดขึ้นสมบูรณ์ และโดยทั่วไปค่า C/N ratio ในปุ๋ยอินทรีย์เท่ากับ 20:1 ถือว่าเป็นค่าที่เมื่อนำปุ๋ยอินทรีย์ไปใช้จะไม่ทำให้เกิดกระบวนการอิมโมบิไลเซชันของจุลินทรีย์ (immobilization) ข้อแนะนำโดยทั่วไปจึงให้ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่มีค่า C/N ratio ที่ระดับ 20:1 แต่จากการศึกษาพบว่า ค่า C/N ratio ไม่สอดคล้องกับการย่อยสลาย อาจเป็นผลเนื่องมาจากในวิธีการที่ใช้วิเคราะห์ หรืออาจมา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากมีการเติมสารต่างๆ เข้าไปในกระบวนการผลิต ทำให้มีผลต่อค่าดัชนีการงอกของเมล็ดพืชส่งผลให้มีการย่อยสลายเสร็จสมบูรณ์ไม่สอดคล้องกับค่า C/N ratio

2.6 ปริมาณธาตุอาหารหลัก

2.6.1 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen) วัสดุอินทรีย์ และปุ๋ยอินทรีย์ในแต่ละขั้นตอนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์มีไนโตรเจนอยู่ระหว่างร้อยละ 0.40-0.52 ของน้ำหนัก (ตารางที่ 14) จึงทำให้มีค่าไนโตรเจนต่ำกว่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ในทุกตัวอย่าง เนื่องจากวัสดุอินทรีย์ที่นำมาผลิตทั้งสองชนิดมีปริมาณไนโตรเจนต่ำ คือ ร้อยละ 0.52 และ 0.49 ดังนั้นปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตได้จึงทำให้มีปริมาณไนโตรเจนต่ำ และไม่ผ่านมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (ตารางที่ 15)

2.6.2 ปริมาณฟอสเฟตทั้งหมด (total P_2O_5) วัสดุอินทรีย์ และปุ๋ยอินทรีย์ในแต่ละขั้นตอนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์มีค่าฟอสฟอรัสอยู่ในช่วงร้อยละ 0.96 ถึงร้อยละ 1.64 ของน้ำหนัก (ตารางที่ 14) เนื่องจากวัสดุอินทรีย์ทั้งสองชนิดที่นำมาผลิตมีค่าฟอสฟอรัสสูง คือ ร้อยละ 1.38 และ 0.96 และพบว่าในแต่ละขั้นตอนการผลิตมีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสสูงกว่าเดิม เนื่องจากปริมาณความชื้นของปุ๋ยอินทรีย์ที่ลดลงในกระบวนการผลิต ดังนั้นปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตได้จึงทำให้มีปริมาณฟอสฟอรัสผ่านมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (ตารางที่ 15)

2.6.3 ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (total K_2O) วัสดุอินทรีย์ และปุ๋ยอินทรีย์ในแต่ละขั้นตอนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์มีค่าโพแทสเซียมอยู่ในช่วงร้อยละ 0.35 ถึงร้อยละ 0.61 ของน้ำหนัก (ตารางที่ 14) และพบว่าในแต่ละขั้นตอนการผลิตมีผลทำให้ปริมาณโพแทสเซียมเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อยเท่านั้น ปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตมีปริมาณโพแทสเซียมประมาณร้อยละ 0.61 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าเกณฑ์มาตรฐานเล็กน้อย ดังนั้นปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตได้จึงถือว่าไม่ผ่านมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ (ตารางที่ 15)

2.6.4 ปริมาณธาตุอาหารหลักรวม วัสดุอินทรีย์ และปุ๋ยอินทรีย์ในแต่ละขั้นตอนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์มีปริมาณธาตุอาหารหลักรวมกันอยู่ในช่วงร้อยละ 1.8 ถึงร้อยละ 2.51 โดยน้ำหนัก (ตารางที่ 14) พบว่าวัสดุอินทรีย์ชนิดที่ 1 และ 2 มีปริมาณธาตุอาหารหลักรวมร้อยละ 2.48 และ 1.8 ตามลำดับ และเมื่อผ่านกระบวนการผสมวัสดุเติมแล้วมีค่าเป็น 1.85 หลังจากผ่านกระบวนการร่อนแล้วมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 2.35 หลังจากนั้นเมื่อผ่านขั้นตอนการปั้นเม็ดและเป็น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์ พบว่าปริมาณธาตุอาหารรวมสูงขึ้นกว่าเดิม เนื่องจากปริมาณฟอสฟอรัสที่สูงขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 ค่าความชื้นและค่าวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของวัตถุดิบ และปุ๋ยอินทรีย์ในแต่ละขั้นตอนผลิตปุ๋ยอินทรีย์แบบปั้นเม็ด

ตัวอย่าง	ชนิดปุ๋ยอินทรีย์	ความชื้น (ร้อยละ)	pH	EC (เดซิซีเมนส์/เมตร)	อัตราการย่อยสลาย	OM (ร้อยละ)	C/N ratio	Total N	P_2O_5	K_2O	รวม NPK
								(ร้อยละ)			
1	วัสดุอินทรีย์ชนิดที่ 1	34 ±1.55	8.8±0.21	0.98±0.04	สมบูรณ์(GI=110±3)	10±0.3	11:1	0.52±0.08	1.38±0.12	0.58±0.00	2.48
2	วัสดุอินทรีย์ชนิดที่ 2	34 ±3.69	7.3±0.04	8.68±0.11	ไม่สมบูรณ์(GI=25±1)	25±0.3	30:1	0.49±0.02	0.96±0.14	0.35±0.01	1.80
3	ปุ๋ยอินทรีย์หลังผสมวัสดุเติม	29 ±0.93	8.4±0.03	3.99±0.07	ไม่สมบูรณ์(GI=49±2)	9±0.4	9:1	0.44±0.02	1.02±0.14	0.39±0.01	1.85
4	ปุ๋ยอินทรีย์หลังร่อนผ่านตะแกรง	28 ±0.15	8.2±0.05	3.95±0.12	ไม่สมบูรณ์(GI=53±9)	10±0.9	14:1	0.42±0.02	1.54±0.15	0.39±0.01	2.35
5	ปุ๋ยอินทรีย์ที่ผ่านการปั้นเม็ดก่อนการอบ	31 ±0.15	8.1±0.03	4.12±0.03	ไม่สมบูรณ์(GI=62±2)	11±0.1	15:1	0.41±0.03	1.22±0.16	0.44±0.01	2.07
6	ปุ๋ยอินทรีย์ที่ผ่านการปั้นเม็ดหลังการอบด้วยความร้อน	23 ±0.46	8.1±0.00	4.12±0.03	ไม่สมบูรณ์(GI=59±2)	11±1.5	16:1	0.40±0.00	1.64±0.38	0.47±0.02	2.51
7	ปุ๋ยอินทรีย์ที่ผ่านการปั้นเม็ดหลังการเป่าเย็น	23 ±2.31	7.9±0.05	4.22±0.02	ไม่สมบูรณ์(GI=59±1)	11±0.2	12:1	0.50±0.07	1.32±0.20	0.48±0.03	2.30
8	ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์	15±0.27	7.5±0.05	4.3±0.24	สมบูรณ์(GI=59±12)	11±0.4	17:1	0.39±0.06	1.65±0.55	0.61±0.33	4.6

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 15 การผ่านและไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของวัตถุดิบ และปุ๋ยอินทรีย์ในแต่ละขั้นตอนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์แบบปั้นเม็ด

ตัวอย่าง	ชนิดปุ๋ยอินทรีย์	ขนาด	ปริมาณหินกรวด	พลาสติก แก้ว วัสดุมีคม และโลหะอื่นๆ	ความชื้น	pH	EC	อัตราการย่อยสลาย	OM	C/N ratio	Total N	P_2O_5	K_2O	รวม NPK
1	วัสดุอินทรีย์ชนิดที่ 1	√	√	√	X	X	√	√	X	√	X	√	√	√
2	วัสดุอินทรีย์ชนิดที่ 2	√	√	√	X	√	√	X	√	X	X	√	X	X
3	ปุ๋ยอินทรีย์หลังผสมวัสดุเติม	√	√	√	√	√	√	X	X	√	X	√	X	X
4	ปุ๋ยอินทรีย์หลังร่อนผ่านตะแกรง	√	√	√	√	√	√	X	X	√	X	√	X	√
5	ปุ๋ยอินทรีย์ที่ผ่านการปั้นเม็ดก่อนการอบ	√	√	√	X	√	√	X	X	√	X	√	X	√
6	ปุ๋ยอินทรีย์ที่ผ่านการปั้นเม็ดหลังการอบด้วยความร้อน	√	√	√	√	√	√	X	X	√	X	√	X	√
7	ปุ๋ยอินทรีย์ที่ผ่านการปั้นเม็ดหลังการเป่าเย็น	√	√	√	√	√	√	X	X	√	X	√	X	√
8	ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์	√	√	√	√	√	√	X	X	√	X	√	√	√

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. การวิเคราะห์ตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด

1.1 ตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ที่ศึกษามีสมบัติทางกายภาพผ่านมาตรฐานทุกตัวอย่าง ยกเว้นความชื้น ซึ่งมีเพียงตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ 1 ตัวอย่างที่ไม่ผ่านมาตรฐาน

1.2 ตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ที่ศึกษามีสมบัติทางเคมีดังนี้ ตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ทุกตัวอย่างมีค่า pH ผ่านมาตรฐาน สำหรับค่าการนำไฟฟ้า อัตราการย่อยสลายเสร็จสมบูรณ์ ร้อยละของอินทรียวัตถุ อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด โพแทสเซียมทั้งหมด และปริมาณธาตุอาหารหลักรวม ผ่านมาตรฐานจำนวน 13 11 4 12 0 17 17 และ 17 ตัวอย่าง ตามลำดับ

1.3 ตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ 82 เปอร์เซ็นต์ ไม่ผ่านมาตรฐานร้อยละของอินทรียวัตถุ และปุ๋ยอินทรีย์ทุกตัวอย่างมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ไม่ผ่านมาตรฐาน

2. การวิเคราะห์วัสดุอินทรีย์ และปุ๋ยอินทรีย์ในแต่ละขั้นตอนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์

2.1 กระบวนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์แบบปั้นเม็ดในแต่ละขั้นตอนไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ และสมบัติทางเคมีของปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตได้ ยกเว้นปริมาณฟอสฟอรัสและธาตุอาหารรวมที่เพิ่มขึ้นในผลิตภัณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์

2.2 ปริมาณธาตุอาหารในวัสดุอินทรีย์ที่นำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์แบบปั้นเม็ดมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตได้อย่างมาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาครั้งนี้ จากการวิเคราะห์ตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ที่จำหน่ายตามท้องตลาด ได้มีการสุ่มเก็บตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตในเขตภาคกลางมาศึกษาเพียง 22 ตัวอย่าง การศึกษาต่อไปในอนาคตควรมีการสุ่มเก็บตัวอย่างให้มีจำนวนมากขึ้น เพื่อที่จะได้เห็นภาพรวมคุณภาพของปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตและจำหน่ายในประเทศได้ดียิ่งขึ้น

สำหรับการศึกษาในกระบวนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์แบบปั้นเม็ด พบว่า ขั้นตอนในกระบวนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์แบบปั้นเม็ดมีผลต่อสมบัติทางเคมีของปุ๋ยอินทรีย์น้อย อย่างไรก็ตาม การศึกษาในครั้งนี้ทำการศึกษาขั้นตอนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ของโรงงานเพียงโรงงานเดียว ดังนั้น การศึกษาในอนาคตควรจะทำการศึกษาเปรียบเทียบโรงงานผลิตปุ๋ยอินทรีย์ที่มีระบบการผลิตที่แตกต่างกัน เช่น มีช่วงอุณหภูมิและระยะเวลาของการอบลมร้อนที่ต่างกัน เนื่องจากบางโรงงานใช้ท่ออบลมร้อนสั้น บางโรงงานใช้ท่อยาว นอกจากนี้ ชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการอบลมร้อนก็มีความแตกต่าง บางโรงงานใช้แกลบ บางโรงงานใช้แก๊สเป็นแหล่งเชื้อเพลิง หรือแม้แต่ชนิดของวัตถุดิบที่นำมาใช้ทำปุ๋ยอินทรีย์ก็มีความแตกต่างกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กระทรวงพาณิชย์. 2552. **การค้นหาและจองชื่อนิติบุคคล.** แหล่งที่มา: http://www.dbd.go.th/regis/comsearch.phtml, 9 เม.ย. 2552.

กรมวิชาการเกษตร. 2548. **ปุ๋ยอินทรีย์ การผลิต การใช้ มาตรฐานและคุณภาพ**. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมศุลกากร. 2554. **สถานการณ์ปุ๋ยอินทรีย์.** แหล่งที่มา: http://www.customsclinic.org, 10 ม.ค. 2554.

กลุ่มงานวิเคราะห์ปุ๋ย. 2541. **คู่มือวิธีวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์.** กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

โกศล เคนทะ. 2551. **อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อสมบัติดินบางประการและผลผลิตชาจีน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เชาว์วัช หนูทอง. 2551. การผลิตปุ๋ยอินทรีย์ปั้นเม็ด, น. 15-17. *ใน* มงคล ต๊ะอุ่น, สมบูรณ์ ประภาพรรณพงษ์, เชาวรัตน์ หนูทอง และ ณัฐภูมิ สุดแก้ว**. คู่มือการผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด-ปั้นเม็ด.** พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์เกษตรธรรมชาติ, กรุงเทพฯ.

ซบรี หะยีหมัด. 2542. **ผลของการใช้กากตะกอนน้ำเสียและปุ๋ยเคมีที่มีต่อคุณสมบัติของดินและการให้ผลผลิตของถั่วเขียวที่ปลูกในชุดดินจันทึก.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พรเพ็ญ โพธิ์ทอง. 2551. **การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักในการปรับปรุงสมบัติและการดูดซับธาตุอาหารพืชของชุดดินกำแพงแสน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภาวนา ลิกขนานนท์. 2549. ปุ๋ยหมัก, น. 68-116. *ใน* กรมวิชาการเกษตร. **คู่มือปุ๋ยอินทรีย์ (ฉบับนักวิชาการ)**. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

มุกดา สุขสวัสดิ์. 2543. **ปุ๋ยและการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ.** สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

มงคล ต๊ะอุ่น. 2551. ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดและปั้นเม็ด, น. 15-17. *ใน* มงคล ต๊ะอุ่น, สมบูรณ์ ประภาพรรณพงษ์, เชาวรัตน์ หนูทอง และ ณัฐภูมิ สุดแก้ว**. คู่มือการผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด-ปั้นเม็ด.** พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์เกษตรธรรมชาติ, กรุงเทพฯ.

ยงยุทธ โอสถสภา, อรรถศิษย์ วงศ์มณีโรจน์ และชวลิต ฮงประยูร. 2551. **ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน.** ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ราชกิจจานุเบกษา. 2550. เล่มที่ 125 ตอนที่ 7 ก, หน้า 2.

ร้านโง้ว ฮวด หยู. 2554. **เครื่องบดแบบใช้มือหมุน.** แหล่งที่มา: http://www.ngawhuatyoo.4t.com, 20 พ.ย.2554.

วรกาย อุส่าห์. 2541. **ปริมาณธาตุอาหารและโลหะหนักในพืชที่ปลูกโดยใช้วัสดุปลูกผสมระหว่างตะกอนน้ำเสียและดินในท้องที่จังหวัดเพชรบุรี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุนันทา ชมภูนิช. 2549. ทำอย่างไรเมื่อต้องการขอรับรองมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์. **วารสารเกษตรธรรมชาติ** 9(3): 36-37.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สุภัทตรา นุชนารถ. 2545. **ผลของปุ๋ยมูลโคและปุ๋ยอินทรีย์ต่อสมบัติของดินที่ใช้ปลูกท้อและผลผลิตของท้อพันธุ์ EarliGrande.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุวพันธ์ รัตนรัต. 2548. บทบาทและความสำคัญของปุ๋ยอินทรีย์, น. 68-116. *ใน* กรมวิชาการเกษตร. **คู่มือปุ๋ยอินทรีย์(ฉบับนักวิชาการ)**. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

สุริยา สาสนรักกิจ. 2549. **คู่มือเทคโนโลยีการผลิตและโรงงานต้นแบบผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง.** พิมพ์ครั้งที่ 1 ห้างหุ้นส่วนจำกัดอรุณการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร. 2550. **ผู้แจ้งขอเป็นผู้ผลิตปุ๋ยอินทรีย์เพื่อการค้า.** แหล่งที่มา: http://www.doa.go.th/ard/index.php., 19 มี.ค.2550.

สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน. 2551. **การจัดการอินทรียวัตถุเพื่อปรับปรุงบำรุงดินและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน.** สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. 2548ก. **คู่มือการวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์.** พิมพ์ครั้งที่ 1 ควิกปริ๊นออฟเซ้ท, กรุงเทพฯ.

_____. 2548ข. **วัสดุอินทรีย์และปุ๋ยคอกในพื้นที่ทำการเกษตร.** พิมพ์ครั้งที่ 1 ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

เสียงแจ๋ว พิริยพฤนต์. 2527. **การอยู่รอดของเชื้อราสาเหตุโรคพืชบางชนิดระหว่างและหลังจากการทำปุ๋ยหมักของเศษพืชเป็นโรค**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิรนาม. 2551. **เครื่องอัดเม็ดปุ๋ยแบบมินเซอร์.** แหล่งที่มา: http://www.farmkaset.org, 20 พ.ย. 2554.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นรีลักษณ์ ชูวรเวช. 2548. **เอกสารวิชาการ เรื่องควรรู้เกี่ยวกับปุ๋ยอินทรีย์**. สำนักวิจัยพัฒนาการผลิตทางการเกตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

บริษัท โชคมันตะ เจริญ เอ็นจิเนีย จำกัด. 2551**. จานปั้นเม็ดปุ๋ย.** แหล่งที่มา: http://www.thaitechno.net, 20 พ.ย.2554.

บริษัท น่ำเฮงคอนสตรัคชัน อิควิปเมนท์ จำกัด. 2551. **เครื่องอัดเม็ดปุ๋ย.** แหล่งที่มา: http://www.namheng1.tarad.com, 20 พ.ย.2554.

บุญส่ง อินดัสทรี แอนด์ ซัพพลาย. 2554. **เครื่องตีป่นปุ๋ยอินทรีย์.** แหล่งที่มา: http://www.weloveshopping.com, 20 พ.ย.2554.

ประสพ วีระกรพานิช. 2542. อินทรียวัตถุในดิน, น. 12-32.*ใน* กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร. **เอกสารวิชาการ ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

อรพิน โปกุล. 2551. **ปุ๋ยอินทรีย์.** พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์วุฒิสาส์น, นครศรีธรรมราช.

อรรณพ ตันสกุล. 2548. การผลิตปุ๋ยอินทรีย์เชิงอุตสาหกรรม. **วารสารดินและปุ๋ย** 27: 65-67

อรวรรณ ฉัตรสีรุ้ง. 2551. **ความอุดมสมบูรณ์ของดิน.** ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษ์ศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

อัมริตา คชภักดี. 2553. **การใช้ตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเบียร์เพื่อเป็นปุ๋ยสำหรับผักคะน้าและผักกาดขาวปลี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อนุสรณ์ เทียนศิริฤกษ์. 2544. **การศึกษาอิทธิพลของการอัดเม็ด วิธีใส่ และเวลาในการใส่ปุ๋ยมูลไก่ต่อผลผลิตและการดึงดูดธาตุอาหารของข้าวโพด และต่อสมบัติของดิน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อานุภาพ แก้วกอง. 2541. **การผลิตปุ๋ยหมักจากเศษหญ้า เศษใบไม้แห้งและกากตะกอนน้ำเสียด้วยวิธีกองแบบมีการระบายอากาศ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อำนาจ สุวรรณฤทธิ์. 2548. **ปุ๋ยกับการเกษตรและสิ่งแวดล้อม.** ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Bibhham, J.M. 1996. **Method of Soil Analysis**. Society of America,Inc. American Society of Agronomy, Inc. Madison, Wisconsin.

Brady, N. C. and R.R. weil. 2008. **The Nature and properties of soil.** Pearson Education Inc., New Jersey.

Claire, G. ,L Vidal-beaudet, V. Caubel , S. Charpentier. 2011. Improvement of soil structure formation by degradation of coarse organic matter. **Geoderma** (10657): 1-12.

De Bertoldi, M., G. Vallini and A. Pera. 1983. The biology of composting: A review. **Waste Manage. Res.** 1: 157-176.

Edmeades D. C. 2003. Nutrient cycling in Agroecosystems : A review. **The long term effects of manures and fertilizers on soil productivity and quality.** 66: 165-180.

Hadas, A., B.B. Yosef and R. Portnoy. 1990. Extractabillity of phosphorus in manure pellets enriched with fertilizer phosphorus. **Soil. Sci. Soc. Amer. J**. 54:443-448.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Horwith, W.(ed.). 2000. **Official Method of Analysis of AOAC International.** 17th Ed. AOAC International Inc., Gaithersberg, MD.

Horwith, W. and Latimer, G.E. (eds.). 2005. **Official Method of Analysis of AOAC International.** 18th Ed. AOAC International Inc., Gaithersberg, MD.

Jackson, M.L. 1958. **Soluble Salt Analysis for Soils and Waters**. Englewaed Cliffs Inc.,N.J.

Johnson Falen, C.L. 2003**. Crop production and soil management series**. University of Alaska.

Kutzner, H. J. 2000. Microbiology of composting, pp.128-147. *In* J. Winter (eds.), **Biotechnology,** vol. 11c Environmental process III solid waste and waste gas treatment, preparation of drinking water Weinheim: Wiley-VCH.

Larry, M.Z. 2005. Composition of Organic Wastes, p. 587-604. *In* M. S. David *et al.*, **principles and application of soil microbiology**. Pearson Education Inc.

Li, K., B. Xing and W. Torello. 2004. Effect of organic fertilizers derived dissolved organic matter on pesticide sorption and leaching. **Environmental pollution** (134): 187-194.

Martins, O. and T. Dewes. 1992. Loss of nitrogenous compounds during composting of animal wastes. **Bioresour. Technol.** 42: 103-111.

Moyin-Jesu, G. ,E.I., C.O.Adeofun. 2008. Comparative evaluation of different organic fertilizer on the soil fertility, leaf mineral composition and growth performance of mango seeding. **Emir Food Agric.** 20(1): 18-30.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

The National Institute of Agro-environmental Sciences. 1987. **Official Method of Analysis of fertilizers.** Foundation Norin Kosaikai, Tsukuba-shi, Ibaraki-ken.

U.S. Environment Protection Egency. 1995. **Composting: Yard and Municipal Solid Waste.**, Technomic publishing, Lancaster.

Walkley, A. and I.A. Black. 1934. An Examination Digestion Method for Determining Soil Organic Matter and Propose Modification of the Chromic Acid Titration Method. **Soil Science** 37:29-37

Wenju, L., Y.L. Lou, Q. Li, S. Zhong, X. Zhang, J.K. Wang. 2009. Nematode faunal response to long-term application of nitrogen fertilizer and organic manure in Northeast China**. Soil Biology & Biochemistry** (41): 883-890.

Xu, M.G., L. Dong-Chu, L. Ju-mei, Q. Dao Zhu, K Yaki and Y. Hosen. 2008. Effect of organic manure application with chemical fertilizers on nutrient absorption and yield of rice in Hunan of Southern China. **Agricultuture Sciences in China** 7(10): 1245-1252.

Zhou, W.J.,K.R. Wang, G.Y. Zhang. 2003. Some effects of inorganic fertilizer and recycled crop nutrients on soil nitrogen supply and paddy rice production in the red earth region of china**. Acta Ecologica Sinica:** 914-922.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 ปริมาณไนโตรเจนในดินที่ระดับอินทรียวัตถุต่างๆ

อินทรียวัตถุในดิน (ร้อยละ)	ปริมาณไนโตรเจน (กก./ไร่)
0.5	90
1.0	180
2.0	360
3.0	540
4.0	720
5.0	900

ที่มา: สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน กรมพัฒนาที่ดิน (2551)

ตารางผนวกที่ 2 ระดับของอินทรียวัตถุของพื้นที่ดินในประเทศไทย

ปริมาณอินทรียวัตถุ (ร้อยละ)	ระดับ	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละของพื้นที่ทั้งหมด
<0.5	ต่ำมาก	1,122,439	0.50
0.5-1.0	ต่ำ	22,160,155	9.89
1.0-1.5	ค่อนข้างต่ำ	45,250,335	20.20
1.5-2.5	ปานกลาง	146,366,064	65.35
2.5-3.5	ค่อนข้างสูง	4,553,894	2.03
3.5-4.5	สูง	4,489,757	2.02
>4.5	สูงมาก	-	-

ที่มา: สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน กรมพัฒนาที่ดิน (2551)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 3 ปริมาณธาตุอาหารหลัก (N,P_2O_5,K_2O) ในมูลสัตว์ชนิดต่างๆ

มูลสัตว์	N (ร้อยละ)	P_2O_5 (ร้อยละ)	K_2O (ร้อยละ)
มูลกระบือ	1.27	0.23	0.22
มูลโคเนื้อ	0.64	0.21	2.13
มูลโคนม	1.72	0.85	2.13
มูลสุกร	2.80	1.36	1.18
มูลไก่	3.77	1.89	1.76
มูลเป็ด	2.15	1.33	1.15

ที่มา: สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร (2548ข)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 4 ปริมาณธาตุอาหารหลักของวัสดุอินทรีย์ที่ได้จากพืชหลัก 12 ชนิด ในปี 2547

ชนิดของพืช	N (ร้อยละ)	P_2O_5 (ร้อยละ)	K_2O (ร้อยละ)
ฟางข้าว	0.87	0.14	1.05
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	1.47	0.56	1.56
ถั่วเขียว	2.00	0.91	5.21
ถั่วเหลือง	3.40	1.19	1.36
มันสำปะหลังโรงงาน	2.70	1.15	1.29
สับปะรด	1.15	0.15	1.52
อ้อย	1.39	0.22	1.35
ข้าวโพดฝักอ่อน	2.37	0.38	2.06
มะพร้าว	1.03	0.09	0.73
ทานตะวัน	1.78	0.09	2.36
ยางพารา	2.27	0.19	0.59
ถั่วลิสง	2.38	0.26	1.66

ที่มา: สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร (2548ข)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 5 ปริมาณธาตุอาหารหลักของวัสดุอินทรีย์ที่ได้จากพืชสวน ในปี 2547

ชนิดของพืช	N (ร้อยละ)	P_2O_5 (ร้อยละ)	K_2O (ร้อยละ)
กระท้อน	1.39	0.08	1.03
กล้วย	1.35	1.65	1.48
กาแฟ	2.47	0.11	1.12
ขนุน	1.74	0.14	1.24
เงาะ	1.61	0.17	0.64
ชมพู่	1.29	0.12	1.24
ทุเรียน	2.20	0.27	2.78
น้อยหน่า	2.57	0.12	1.34
ปาล์มน้ำมัน	1.49	0.09	0.64
ฝรั่ง	1.64	0.13	0.89
มะขาม	2.00	0.14	0.75
มะนาว	2.45	0.27	1.96
มะปราง	1.14	0.11	0.91
มะม่วง	1.36	0.10	0.78
มะละกอ	2.55	0.40	2.02
มังคุด	2.00	0.15	1.50
ลองกอง	2.64	0.19	3.30
ละมุด	1.17	0.05	0.72
ลำไย	1.74	0.24	1.06
ลิ้นจี่	1.38	0.11	0.47
ส้มเขียวหวาน	2.20	0.18	2.38
ส้มโอ	2.36	0.16	2.06

ที่มา: สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร (2548ข)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 6 ปริมาณธาตุอาหารหลักของวัตถุดิบที่เหลือจากโรงงาน

ชนิดของวัตถุดิบ	N (ร้อยละ)	P_2O_5 (ร้อยละ)	K_2O (ร้อยละ)
หนังปน	14.10	3.45	0.01
กระดูกป่น	5.99	20.75	0.09
กากผงชูรส	3.18	0.16	1.05
กากอ้อย	0.40	0.15	0.44
ขุยมะพร้าว	0.36	0.05	2.94
แกลบ	0.36	0.09	1.08

ที่มา: อรรณพ (2548)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 7 ค่า C/N ratio ของวัสดุแต่ละชนิดที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์

ชนิด	ค่า C/N ratio
มูลไก่ไข่	26:1
มูลไก่เนื้อ	20:1
มูลโคกระบือ	18:1
มูลม้า	25:1
หญ้าคา	60:1
หญ้าขน	15:1
ถั่วลาย	15:1
ปอเทือง	23:1
ต้นมันสำปะหลัง	29:1
ซังข้าวโพด	112:1
แกลบ	111-152:1
ฟางข้าว	40-89:1
ขี้เลื่อย	200-500:1

ที่มา: กรมวิชาการเกษตร (2548ข)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 8 มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ ตามพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550

ลักษณะ	ข้อกำหนด
ขนาดปุ๋ย	ไม่เกิน 12.5×12.5 มิลลิเมตร
ความชื้น	ไม่เกินร้อยละ 30
ปริมาณหินและกรวด	ขนาดใหญ่กว่า 5 มิลลิเมตร ไม่เกินร้อยละ 2
พลาสติก แก้ว วัสดุมีคม และโลหะอื่นๆ	ต้องไม่พบ
อินทรียวัตถุ (OM)	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 20
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	5.5-8.5
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio)	ไม่เกิน 20:1
ค่าการนำไฟฟ้า (EC)	ไม่เกิน 10 เดซิซีเมน/เมตร
การย่อยสลายสมบูรณ์วัดจากดัชนีการงอกของเมล็ด	ดัชนีการงอกของเมล็ดมากกว่าร้อยละ 80
ปริมาณธาตุอาหารหลัก	
ไนโตรเจน (Total N)	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.0
ฟอสฟอรัส (P_2O_5)	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5
โพแทสเซียม (K_2O)	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5
	หรือรวมกันไม่น้อยกว่าร้อยละ 2.0
ปริมาณโลหะหนัก	ไม่เกินที่รัฐมนตรีกำหนด

ที่มา: ราชกิจจานุเบกษา (2550)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 9 ปริมาณโลหะหนักที่อนุญาตให้มีในปุ๋ยอินทรีย์

ชนิดของโลหะหนัก	ข้อกำหนด
สารหนู	ไม่เกิน 50 มิลลิกรัม/กิโลกรัม
แคดเมียม	ไม่เกิน 5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม
โครเมียม	ไม่เกิน 300 มิลลิกรัม/กิโลกรัม
ทองแดง	ไม่เกิน 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม
ตะกั่ว	ไม่เกิน 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม
ปรอท	ไม่เกิน 2 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

ที่มา: กรมวิชาการเกษตร (2548)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประกาศกรมวิชาการเกษตร

เรื่อง การขอขึ้นทะเบียน การออกใบสำคัญการขึ้นทะเบียน การขอแก้ไขรายการทะเบียน และการแก้ไขรายการทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์ ตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ.2518 พ.ศ.2551

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 38 แห่งพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ.2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2550 อันเป็นพระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา 29 ประกอบกับมาตรา 33 มาตรา 41 มาตรา 43 และมาตรา 45 ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย บัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย อธิบดีกรมวิชาการเกษตรโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการปุ๋ย ออกประกาศกำหนดไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ให้ผู้รับใบอนุญาตผลิตปุ๋ยอินทรีย์เพื่อการค้า หรือผู้รับใบอนุญาตนำเข้าปุ๋ย ซึ่งประสงค์จะผลิตหรือนำเข้าปุ๋ยอินทรีย์นอกจากปุ๋ยที่รัฐมนตรีกำหนดตามมาตรา 34(5) ต้องนำปุ๋ยอินทรีย์ชนิดนั้น มาขึ้นทะเบียนตามมาตรา 35 แห่งพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ.2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2550 โดยให้ยื่นคำขอขึ้นทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์ตามแบบ ท.อ.1 ท้ายประกาศนี้ พร้อมส่งมอบตัวอย่างภาชนะบรรจุหรือภาพถ่ายภาชนะบรรจุ ตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ที่ขอขึ้นทะเบียน และเอกสารหลักฐานให้ครบถ้วนตามที่ระบุไว้ในแบบ ท.อ.1 รวม 1 ชุด ต่อพนักงานเจ้าหน้าที่ ณ สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

ข้อ 2 ให้พนักงานเจ้าหน้าที่พิจารณาขึ้นทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์ในกรณีดังต่อไปนี้

(1) ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดที่ไม่เป็นของเหลว

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.0 ของน้ำหนัก ฟอสเฟตทั้งหมด (Total P_2O_5) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 ของน้ำหนัก และโพแทสทั้งหมด (Total K_2O) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 ของน้ำหนัก หรือมีปริมาณธาตุอาหารหลักรวมกันไม่ต่ำกว่าร้อยละ 2.0 ของน้ำหนัก

ปริมาณอินทรียวัตถุรับรอง (Organic Matter) ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 20 ของน้ำหนัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ไม่เกิน 20:1
ปริมาณเกลือ (NaCl) ไม่เกินร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก
ขนาดของปุ๋ย ไม่เกิน 12.5x12.5 มิลลิเมตร
ปริมาณหิน กรวด ขนาดตั้งแต่ 5 มิลลิเมตรขึ้นไป ไม่เกินร้อยละ 2 ของน้ำหนัก
ความชื้น ไม่เกินร้อยละ 30 ของน้ำหนัก
ต้องไม่พบพลาสติก แก้ว วัสดุมีคม หรือโลหะอื่นๆ
ปริมาณสารพิษไม่เกินกว่าที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด

(2) ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดที่เป็นของเหลว

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.0 ของน้ำหนัก ฟอสเฟตทั้งหมด (Total P_2O_5) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 ของน้ำหนัก และโพแทสทั้งหมด (Total K_2O) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 ของน้ำหนัก หรือมีปริมาณธาตุอาหารหลักรวมกันไม่ต่ำกว่าร้อยละ 2.0 ของน้ำหนัก

ปริมาณอินทรียวัตถุรับรอง (Organic Matter) ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 10 ของน้ำหนัก
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ไม่เกิน 20:1
ปริมาณเกลือ (NaCl) ไม่เกินร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก
ปริมาณสารพิษไม่เกินกว่าที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด

(3) ปุ๋ยอินทรีย์ที่นำเข้ามาในราชอาณาจักร ต้องอยู่ในเงื่อนไขการอนุญาตให้นำเข้าตามกฎหมายว่าด้วยกักพืช

(4) ปุ๋ยอินทรีย์ที่นำเข้ามาในราชอาณาจักรที่นำมาขึ้นทะเบียน และประสงค์จะนำปุ๋ยอินทรีย์นั้นไปแบ่งบรรจุ ให้ใช้ผลการวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์ฉบับเดียวกันได้เมื่อยื่นคำขอขึ้นทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์ต่อเนื่องในคราวเดียวกัน

(5) เครื่องหมายการค้าที่ใช้ในการขึ้นทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์ ต้องเป็นเครื่องหมายการค้าที่ได้รับการจดทะเบียนไว้กับกระทรวงพาณิชย์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อ 3 เมื่อพนักงานเจ้าหน้าที่ได้รับคำขอและหลักฐานตามข้อ 1 แล้ว ให้ส่งคำขอและหลักฐานให้คณะอนุกรรมการพิจารณาการขอขึ้นทะเบียนปุ๋ยเพื่อพิจารณาตรวจสอบ และรายงานผลการตรวจสอบพร้อมกับความเห็นต่ออธิบดีกรมวิชาการเกษตร เพื่อพิจารณาสั่งการต่อไป

ข้อ 4 เมื่ออธิบดีกรมวิชาการเกษตร เห็นสมควรอนุญาตให้ผู้ขอขึ้นทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์ชนิดใด ให้ออกใบสำคัญการขึ้นทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์ตามแบบ ท.อ.3 ท้ายประกาศนี้

ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดใดที่คณะกรรมการปุ๋ยเห็นว่าไม่สมควรอนุญาตให้ขึ้นทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์ ให้พนักงานเจ้าหน้าที่แจ้งเป็นหนังสือให้ผู้ขอขึ้นทะเบียนทราบโดยมิชักช้า

ข้อ 5 ใบสำคัญการขึ้นทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์ 1 ฉบับ ให้ใช้ได้กับปุ๋ยอินทรีย์ 1 ชื่อการค้า 1 เครื่องหมายการค้า

ข้อ 6 ผู้รับใบสำคัญการขึ้นทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งประสงค์จะแก้ไขรายการในทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์ตามที่ได้ขึ้นทะเบียนไว้ ให้ยื่นขอแก้ไขรายการในทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์ เป็นหนังสือชี้แจงรายละเอียดพร้อมกับใบสำคัญการขึ้นทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์ที่ขอแก้ไขนั้นต่อพนักงานเจ้าหน้าที่ ณ สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

เมื่อพนักงานเจ้าหน้าที่ตรวจสอบแล้ว ให้รายงานผลการตรวจสอบพร้อมกับความเห็นต่ออธิบดีกรมวิชาการเกษตรเพื่อพิจารณาสั่งการต่อไป เมื่ออธิบดีกรมวิชาการเกษตรเห็นสมควรอนุญาตให้แก้ไขเปลี่ยนแปลงรายการในใบสำคัญการขึ้นทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์ได้ ให้สั่งการให้พนักงานเจ้าหน้าที่ดำเนินการต่อไปได้

ข้อ 7 การพิจารณาอนุญาตให้แก้ไขเปลี่ยนแปลงรายการในใบสำคัญการขึ้นทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์ ให้ดำเนินการตามข้อ 3 และข้อ 4 โดยอนุโลม

ข้อ 8 ผู้ซึ่งยื่นคำขอขึ้นทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์ที่อธิบดีได้อนุมัติให้ขึ้นทะเบียนแล้ว หากผู้ยื่นคำขอไม่มาติดต่อขอรับใบสำคัญการขึ้นทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์คำขอดังกล่าว ภายใน 60 วัน นับแต่วันยื่น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำขอขึ้นทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์ ให้ถือว่าผู้ยื่นคำขอขึ้นทะเบียนสละสิทธิ์ในการขึ้นทะเบียนตามคำขอขึ้นทะเบียนนั้น

ข้อ 9 ให้พนักงานเจ้าหน้าที่เรียกเก็บค่าธรรมเนียมจากผู้ขอขึ้นทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์ตามอัตราที่กำหนดไว้ในกฎกระทรวง ก่อนที่จะมอบใบสำคัญการขึ้นทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์ให้แก่ผู้ขอขึ้นทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์

ประกาศฉบับนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 29 พฤษภาคม พ.ศ.2551
เมทนี สุคนธรักษ์
อธิบดีกรมวิชาการเกษตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำขอขึ้นทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์

เขียนที่.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ข้าพเจ้า.....อายุ.....ปี สัญชาติ.....

บัตรประจำตัวเลขที่.....ออกให้ ณ...

ใบสำคัญประจำตัวคนต่างด้าวเลขที่.....ออกให้ ณ.....

อยู่บ้านเลขที่.....หมู่ที่.....ซอย.....

ถนน.....ตำบล/แขวง.....

อำเภอ/เขต.....จังหวัด.....โทรศัพท์.....

ซึ่งเป็นผู้ดำเนินกิจการ/ผู้รับมอบอำนาจ ของ (ชื่อนิติบุคล/ร้าน).....

เลขประจำตัวผู้เสียภาษีอากรของนิติบุคล/ร้าน.....

ทะเบียนการค้า/ทะเบียนพาณิชย์ เลขที่.....ออกให้ ณ .....

สำนักงานเลขที่.....หมู่ที่.....ซอย.....

ถนน.....ตำบล/แขวง.....

อำเภอ/เขต.....จังหวัด.....โทรศัพท์.....

เป็นผู้ได้รับใบอนุญาตเกี่ยวกับปุ๋ยอินทรีย์ มีความประสงค์ขอขึ้นทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์ ในฐานะ

☐ นำเข้าปุ๋ย ใบอนุญาตนำเข้าปุ๋ย เลขที่.....

☐ ผลิตปุ๋ยอินทรีย์เพื่อการค้า ☐ ผลิต ใบอนุญาตผลิตปุ๋ยอินทรีย์เพื่อการค้า เลขที่.....

☐ แบ่งบรรจุ

โดยมีรายการปุ๋ยอินทรีย์ที่ขอขึ้นทะเบียน และส่งเอกสารแนบคำขอดังต่อไปนี้.-

<u>1.รายการปุ๋ยอินทรีย์ที่ขอขึ้นทะเบียน</u>

1.1 ชื่อการค้า.....

1.2 เครื่องหมายการค้า(ตรา).....ทะเบียนเครื่องหมายการค้า.....

1.3 ปริมาณอินทรียวัตถุ.....

1.4 ลักษณะของปุ๋ยอินทรีย์ (เม็ด/อัดเม็ด/ผง/น้ำ).....

1.5 ชื่อและปริมาณของวัตถุอันเป็นส่วนประกอบของปุ๋ยอินทรีย์.....

1.6 ชื่อและปริมาณของวัตถุหรือสิ่งผสมอื่นๆในปุ๋ยอินทรีย์ (ร้อยละของน้ำหนัก).....

1.7 ชื่อและปริมาณของสารเป็นพิษที่ผสมในปุ๋ยอินทรีย์.....

1.8 ขนาดบรรจุต่อหน่วย (ตามระบบเมตริก) และชนิดภาชนะบรรจุ.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.9 วิธีการวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์.....

1.10 ชื่อผู้ผลิตและสถานที่ผลิตปุ๋ยอินทรีย์.....

สั่งปุ๋ยอินทรีย์จาก (กรณีผลิตปุ๋ยอินทรีย์เพื่อการค้าแบบแบ่งบรรจุ).....

2. หลักฐานแนบคำขอทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์ที่ส่ง

☐ ตัวอย่างฉลากปุ๋ยอินทรีย์และข้อความที่แสดงในฉลาก (ถ้ามี)...

☐ ต้นฉบับรายงานผลการวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์ไม่เกิน 6 เดือนนับแต่วันรายงานผลวิเคราะห์

☐ กรรมวิธีการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ของผู้ผลิตโดยย่อ

☐ เอกสารกำกับปุ๋ยอินทรีย์ (คำแนะนำการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ วิธีใช้ อัตราที่ใช้ ข้อควรระวัง ฯลฯ) (ถ้ามี)

☐ ตัวอย่างหรือภาพถ่ายภาชนะหีบห่อบรรจุปุ๋ยอินทรีย์ (ถ้ามี)

☐ ตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ที่ขอขึ้นทะเบียน (ถ้ามี)

☐ เอกสารอื่นๆ (ถ้ามี)

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า รายการปุ๋ยอินทรีย์ที่ขอขึ้นทะเบียน หลักฐานที่แนบและตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ที่ส่งตามคำขอฯข้างต้นเป็นความจริงทุกประการ และขอรับรองว่าเป็นเจ้าของเครื่องหมายการค้า หรือเป็นผู้ได้รับอนุญาตให้ใช้เครื่องหมายการค้าดังกล่าวข้างต้นจริง หากเป็นการละเมิดหรือล่วงสิทธิในชื่อ และ/หรือ เครื่องหมายการค้าของผู้อื่น ข้าพเจ้าขอยอมรับผิดแต่เพียงผู้เดียว

(ลงลายมือชื่อ).....ผู้ขอขึ้นทะเบียน

(.....)

ประทับตราบริษัท/ห้าง/ร้าน (ถ้ามี)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบสำคัญการขึ้นทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์

ตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ.2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2550
ใบสำคัญการขึ้นทะเบียนเลขที่...../.....กรมวิชาการเกษตร

ใบสำคัญฉบับนี้ให้ไว้แก่.....

ซึ่งมีใบอนุญาต.....เลขที่.....

เพื่อแสดงว่าปุ๋ยอินทรีย์ตามใบสำคัญนี้ได้ขึ้นทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์ตามมาตรา 35 แห่งพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ.2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2550 โดยมีรายการดังต่อไปนี้.-

ชื่อการค้า.....เครื่องหมายการค้า.....
ปริมาณอินทรียวัตถุ.....
ลักษณะของปุ๋ยอินทรีย์.....
ขนาดบรรจุต่อหน่วย และวัตถุที่ใช้ทำเป็นภาชนะบรรจุ.....
วัตถุอันเป็นส่วนประกอบของปุ๋ยอินทรีย์.....
ชื่อและปริมาณของสารเป็นพิษ.....
ชื่อผู้ผลิตและสถานที่ผลิตปุ๋ยอินทรีย์.....

ใบสำคัญการขึ้นทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์ฉบับนี้ออกให้เมื่อวันที่...เดือน...พ.ศ....และให้ใช้ได้จนถึงวันที่...เดือน...พ.ศ....

(ลายมือชื่อ).....พนักงานเจ้าหน้าที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ	นางสาวกัญจน์กรวลัย ฤทธิ์เรืองเดช
เกิดวันที่	23 เมษายน 2529
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนวิจัยมหาบัณฑิต สกว. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์