การผลิตวัสดุปรับปรุงดินจากเศษอาหารและผักตบชวาด้วยกรรมวิธีดีไฮเดรชั่น

The Production of Soil Improvement Materials from Food Waste and Water Hyacinth by Dehydration Process

ธัญลักษณ์ เพ็งสุมา

ภควดี ละมั่งทอง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2562

การผลิตวัสดุปรับปรุงดินจากเศษอาหารและผักตบชวาด้วยกรรมวิธีดีไฮเดรชั่น

The Production of Soil Improvement Materials from Food Waste and Water Hyacinth by Dehydration Process

ธัญลักษณ์ เพ็งสุมา

ภควดี ละมั่งทอง

ปริญญานิพนธ์เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อปริญญานิพนธ์	การผลิตวัสดุปรับปรุงดินจากเศษอาหารและผักตบชวาด้วยกรรมวิธีดีไฮเดรชั่น
ชื่อ – นามสกุล	ธัญลักษณ์ เพ็งสุมา
	ภควดี ละมั่งทอง
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ
คณะ	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.คณาวุฒิ อินทร์แก้ว

คณะกรรมการสอบได้ให้ความเห็นชอบปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว

..... ประธาน
(ดร.วรินธร บุญยะโรจน์)

..... กรรมการ
(ดร.ศุภชัย หิรัญศุภโชติ)

..... กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา
(ดร.คณาวุฒิ อินทร์แก้ว)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อนุมัติให้นับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อปริญญานิพนธ์ การผลิตวัสดุปรับปรุงดินจากเศษอาหารและผักตบชวาด้วยกรรมวิธีดีไฮเดรชั่น
ชื่อ – นามสกุล ธัญลักษณ์ เพ็งสุมา
ภควดี ละมั่งทอง
สาขาวิชา วิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ
คณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ปีการศึกษา 2562

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตวัสดุปรับปรุงดินจากเศษอาหารและผักตบชวาด้วยกรรมวิธีดีไฮเดรชั่น ในการทดลองแบ่งวิธีการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) การศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการแปรสภาพเศษอาหารและผักตบชวาไปเป็นวัสดุปรับปรุงดินโดยกำหนดอุณหภูมิ คือ 100 องศาเซลเซียส 150 องศาเซลเซียสและ 200 องศาเซลเซียสในระยะเวลา 1 ชั่วโมง 2 ชั่วโมง และ 3 ชั่วโมงตามลำดับ 2) ศึกษาปริมาณธาตุอาหารในวัสดุทั้งก่อนและหลังการปรับปรุง ซึ่งดินที่ใช้ในการทดลองนำมาจากตำบลไทรม้า จังหวัดนนทบุรี โดยมีพารามิเตอร์ที่ใช้ในการประเมินความสามารถในการปรับปรุงดิน คือ ค่าความชื้น ค่าความเป็นกรด - ด่าง ค่าการนำไฟฟ้าในดิน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด และปริมาณอินทรียวัตถุ ผลการศึกษาพบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบเศษอาหารเพื่อนำมาปรับปรุงคุณภาพดิน คือ 150 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง และอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบผักตบชวา คือ 200 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 ชั่วโมง เมื่อนำมาปรับปรุงคุณภาพดิน พบว่า วัสดุปรับปรุงดินจากเศษอาหารและผักตบชวาทำให้การระบายน้ำในดินดีขึ้น ดินมีความร่วนซุยมากขึ้นและทำให้ค่าความเป็นกรด – ด่าง มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น โดยดินก่อนปรับปรุงมีค่าความเป็นกรด – ด่าง เท่ากับ 5.2 หลังปรับปรุงมีค่าความเป็นกรด – ด่าง เท่ากับ 5.4 อีกทั้งพบว่า การนำไฟฟ้าของดินมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.72 mS/cm เป็น 14.78 mS/cm ซึ่งสัมพันธ์ปริมาณกับธาตุอาหารหลักของพืช คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นภายหลังการเติมวัสดุปรับปรุงดิน

คำสำคัญ : เศษอาหาร ผักตบชวา ดีไฮเดรชั่น การปรับปรุงคุณภาพดิน

Thesis Title	The Production of Soil Improvement Materials from Food Waste and Water Hyacinth by Dehydration Process
Author	Thanyaluk Pengsuma Phakawadi Lamangthong
Degree	Bachelor of Science
Major Program	Environmental Science and Natural Resources
Faculty	Science and Technology
Academic Year	2019

ABSTRACT

The purpose of this study is to produce the soil improvement materials from food waste and water hyacinth by using a dehydration process. The experiments were divided into two parts : 1) the study of the optimum temperature and time for converting food waste and water hyacinths to soil improvement materials by determining the temperatures of 100 ℃, 150 ℃ and 200℃ in the periods of 1 hour, 2 hours and 3 hours, respectively 2) the study of nutrient content in the materials before and after mixing into the soil for 5 days. The soil used in the experiment was sampled from Sai Ma Subdistrict, Nonthaburi Province. The parameters used to evaluate the ability to improve the soil quality were soil moisture, pH, electro conductivity, total nitrogen, total phosphorus, total potassium and organic matter. The results showed that the optimum temperature for drying the food waste was 150℃ for 2 hours and the optimum temperature for drying the water hyacinth was 200℃ for 3 hours. When the materials were mixed into soil it found that the soil drainage was improved. Mixing the materials into soil could increase the pH value from 5.2 to 5.4 and increase the electrical conductivity from 0.72 mS/cm to 14.78 mS/cm. Besides, the plant nutrients including Nitrogen, phosphorus and potassium also increased after adding soil improvement materials.

Keywords : Food waste, Water hyacinth, Dehydration, Soil improvement

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาและความอนุเคราะห์อย่างดีจากคณาจารย์หลายท่าน ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ดร.คณาวุฒิ อินทร์แก้ว อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ดร.วรินธร บุญยะโรจน์ ประธานกรรมการ และ ดร.ศุภชัย หิรัญศุภโชติ กรรมการสอบปริญญานิพนธ์ ที่ช่วยเหลือให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะ ตลอดจนตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จนเรียบร้อยสมบูรณ์ ซึ่งผู้วิจัยต้องกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณอาจารย์มาโนช หลักฐานดี หัวหน้าสาขาวิชาวิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ คณาจารย์และเจ้าหน้าที่คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ทำวิจัยตลอดจนให้ความรู้ทางวิชาการและวิชาชีพแก่คณะผู้วิจัย

ขอขอบคุณทุนสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ในการสนับสนุนทุนวิจัยจากโครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่ ประจำงบประมาณ พ.ศ. 2563

ขอขอบคุณกรมชลประทานที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ใช้ห้องปฏิบัติการตลอดจนเครื่องมือในการวิเคราะห์ตัวอย่าง

สุดท้ายคณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่เมตตาอบรมสั่งสอนและเลี้ยงดู ตลอดจนมิตรสหายทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการศึกษาวิจัย จนปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เรียบร้อยสมบูรณ์

ธัญลักษณ์ เพ็งสุมา
ภควดี ละมั่งทอง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(ก)
ABSTRACT	(ข)
กิตติกรรมประกาศ	(ค)
สารบัญ	(ง)
สารบัญภาพ	(ฉ)
สารบัญตาราง	(ซ)
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา	3
1.4 กรอบแนวคิด	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ	5
1.7 คำสำคัญ	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 เกษตรในเมือง	6
2.2 เกษตรอินทรีย์	7
2.3 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับดิน	8
2.4 การเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้กับดิน	13
2.5 การปรับปรุงดิน	13
2.6 ผับตบชวา	16
2.7 เศษอาหาร	18
2.8 ดีไฮเดรชั่น	19
2.9 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	20
บทที่ 3 วิธีดำเนินการ	
3.1 รูปแบบงานวิจัย	22
3.2 อุปกรณ์และสารเคมี	22
3.3 ขั้นตอนการวิจัย	23

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการอภิปรายผล

4.1 ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการแปรสภาพเศษอาหารและผักตบชวาด้วยกรรมวิธีดีไฮเดรชั่น 29

4.2 ผลการทดสอบความสามารถของเศษอาหารและผักตบชวาในการปรับปรุงคุณภาพดิน 32

4.3 การอภิปรายผล 37

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย 41

5.2 ข้อเสนอแนะ 42

เอกสารอ้างอิง 44

ภาคผนวก 44

ภาคผนวก ก การเตรียมตัวอย่างเศษอาหารและผักตบชวาสำหรับการทดลอง 45

ภาคผนวก ข การเตรียมตัวอย่างดินสำหรับการทดลอง 53

ภาคผนวก ค วิธีวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ 60

ภาคผนวก ง ผลการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ 74

ประวัติการศึกษา

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพ 1.1 กรอบแนวคิดของงานวิจัย	4
ภาพ 2.1 ผักตบชวา	17
ภาพ 2.2 เศษอาหาร	18
ภาพ 3.1 ตู้ตากแห้งที่ใช้ในการทดลอง	24
ภาพ 3.2 การตากเศษอาหารด้วยตู้ตากแห้ง	25
ภาพ 3.3 การตากผักตบชวา	25
ภาพ 4.1 ลักษณะทางกายภาพของเศษอาหารที่ผ่านการแปรสภาพด้วยอุณหภูมิและเวลาที่แตกต่างกัน	30
ภาพ 4.2 ลักษณะทางกายภาพของผักตบชวาที่ผ่านการแปรสภาพด้วยอุณหภูมิและเวลาที่แตกต่างกัน	31
ภาพ 4.3 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดทั้งหมดในตัวอย่างดิน	34
ภาพ 4.4 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดทั้งหมดในตัวอย่างดิน	35
ภาพ 4.5 ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดทั้งหมดในตัวอย่างดิน	35
ภาพ 4.6 ปริมาณอินทรียวัตถุในตัวอย่างดิน	36
ภาพภาคผนวก ก1 การกรองเศษอาหารเพื่อแยกน้ำออก	46
ภาพภาคผนวก ก2 การตากเศษอาหาร	47
ภาพภาคผนวก ก3 พื้นที่เก็บผักตบชวา	47
ภาพภาคผนวก ก4 การล้างผักตบชวา	48
ภาพภาคผนวก ก5 การสับผักตบชวาให้มีขนาดเล็กลง	48
ภาพภาคผนวก ก6 การตากผักตบชวา	49
ภาพภาคผนวก ข1 ลักษณะหน้าดินของตัวอย่างดินที่ใช้ในการทดลอง	54
ภาพภาคผนวก ข2 การเก็บตัวอย่างดิน	55
ภาพภาคผนวก ข3 การตากดินไว้ในที่ร่มเป็นเวลา 48 ชั่วโมง	56
ภาพภาคผนวก ข4 ครกหินที่ใช้ในการลดขนาดดินตัวอย่าง	56
ภาพภาคผนวก ข5 การคัดขนาดตัวอย่างดินที่บดแล้วด้วยตะแกรงร่อนขนาด 200 ไมครอน	57
ภาพภาคผนวก ข6 ตัวอย่างดินที่ผ่านการคัดขนาดแล้ว น้ำหนัก 3 กิโลกรัม	58

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพภาคผนวก ข7 การเติมวัสดุปรับปรุงดินจากเศษอาหารและผักตบชวา 58
ภาพภาคผนวก ข8 ดินที่ผ่านการคลุกด้วยวัสดุปรับปรุงดินจากเศษอาหารและผักตบชวา 59
ภาพภาคผนวก ค1 ตัวอย่างดินก่อนอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส 62
ภาพภาคผนวก ค2 ตัวอย่างดินที่กวนด้วยน้ำกลั่นตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง 63
ภาพภาคผนวก ค3 การตรวจวัด pH ดินด้วย pH meter 63
ภาพภาคผนวก ค4 เครื่องสกัดตัวอย่างดิน 64
ภาพภาคผนวก ค5 การตรวจวัดค่า Electrical Conductivity 65

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 2.1 ค่าความเป็นกรด – ด่าง 9
ตาราง 2.2 ค่าบ่งชี้ความเค็มในดินด้วยค่าการนำไฟฟ้าและผลกระทบของความเค็มในดินต่อพืช 11
ตาราง 2.3 บ่งชี้ระดับอินทรียวัตถุในดิน 12
ตาราง 3.1 ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้วิเคราะห์ตัวอย่าง 27
ตาราง 4.1 ค่าเฉลี่ยร้อยละน้ำหนักคงเหลือของเศษอาหารจากการแปรสภาพที่อุณหภูมิและเวลาแตกต่างกัน 28
ตาราง 4.2 ค่าเฉลี่ยร้อยละปริมาณความชื้นของผักตบชวาจากการแปรสภาพที่อุณหภูมิและเวลาแตกต่างกัน 29
ตาราง 4.3 ค่าเฉลี่ยร้อยละปริมาณความชื้นของของดินก่อนและหลังการปรับปรุงคุณภาพด้วยเศษอาหารและผักตบชวา 32
ตาราง 4.4 ค่าเฉลี่ย pH ก่อนและหลังการปรับปรุงคุณภาพดินจากเศษอาหารและผักตบชวา 33
ตาราง 4.5 ค่าการนำไฟฟ้าก่อนและหลังการปรับปรุงคุณภาพดินจากเศษอาหารและผักตบชวา 33
ตารางภาคผนวก ก1 การแปรสภาพเศษอาหารและผักตบชวาด้วยอุณหภูมิและเวลาที่แตกต่างกัน 50
ตารางภาคผนวก ก2 ค่าความชื้นที่ได้จากการอบเศษอาหารที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 51
ตารางภาคผนวก ก3 ค่าความชื้นที่ได้จากการอบเศษอาหารที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส 51
ตารางภาคผนวก ก4 ค่าความชื้นที่ได้จากการอบเศษอาหารที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส 51
ตารางภาคผนวก ก5 ค่าความชื้นที่ได้จากการอบผักตบชวาที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 52
ตารางภาคผนวก ก6 ค่าความชื้นที่ได้จากการอบผักตบชวาที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส 52
ตารางภาคผนวก ก7 ค่าความชื้นที่ได้จากการอบผักตบชวาที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส 52

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบันการทำเกษตรกรรมในเมืองเป็นสิ่งที่กำลังได้รับความสนใจเป็นอย่างมากและมีการปฏิบัติกันอย่างจริงจังและกว้างขวางในระดับนานาชาติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมืองใหญ่ที่สำคัญในระดับโลก ตัวอย่างเช่น นิวยอร์ค ลอนดอน ปารีส และโตเกียว ที่ประชาชนได้ใช้พื้นที่ว่างเปล่าที่หาได้ในเมือง เช่น ดาดฟ้าหรือพื้นที่ข้างอาคาร เพื่อปลูกพืชผัก หรือแม้แต่การเลี้ยงสัตว์ (วุฒิพงษ์, 2563) ในประเทศไทยการทำเกษตรกรรมในเมืองสามารถพบกระจายอยู่ในพื้นที่เมืองทั่วไปเช่นกัน โดยมีรูปแบบการใช้พื้นที่ที่หลากหลาย เช่น การปลูกผักกระถางตามคอนโดมิเนียม การสร้างสวนผักหลังบ้าน การปลูกในสวนผักของหมู่บ้านหรือชุมชน การปลูกสวนผักตามโรงเรียนหรือมหาวิทยาลัย การปลูกผักตามข้างทาง เป็นต้น อาจกล่าวได้ว่า การทำเกษตรในเมืองสามารถทำได้หลายระดับ ตั้งแต่การทำเกษตรในเมืองขนาดเล็กที่มุ่งเน้นการดำรงชีวิตการทำสวนและการเลี้ยงปศุสัตว์กึ่งพาณิชย์ขนาดเล็ก ไปจนถึงธุรกิจพาณิชย์ขนาดกลางและขนาดใหญ่ (de Zeeuw, Van Veenhuizen, & Dubbeling, 2011)

การทำเกษตรกรรมในเมืองก่อให้เกิดประโยชน์ในหลาย ๆ ด้าน ซึ่งสามารถสรุปได้เป็น 3 มิติ คือ 1) มิติทางสังคม การทำเกษตรกรรมในเมืองทำให้มีผลผลิตที่ปลอดภัยจากสารเคมีโดยการปลูกผักทานเองจะช่วยให้คนเมืองมีสุขภาพที่ดีจากการบริโภคอาหารที่ปลอดภัย มีอาหารที่เพียงพอเกิดความมั่นคงทางอาหาร ลดค่าใช้จ่ายจากการซื้ออาหารหรือวัตถุดิบตามท้องตลาด อีกทั้งการมีพื้นที่เกษตรในเมืองช่วยดึงดูดให้คนเมืองเข้ามาพบปะและสร้างปฏิสัมพันธ์ร่วมกันในชุมชน ทำให้เกิดความเข้มแข็งภายในชุมชน (Cabannes, 2019) 2) มิติทางสิ่งแวดล้อม การทำเกษตรกรรมในเมืองช่วยให้เมืองเกิดความเขียวขจี เป็นการสร้างพื้นที่สีเขียวในเมืองที่สามารถพักผ่อนหย่อนใจ ปรับแต่งภูมิทัศน์ ก่อให้เกิดความร่มรื่น เกิดภูมิอากาศที่ร่มเย็นมากกว่าภายในตึกอาคารหรือพื้นที่เปิดโล่ง อีกทั้งการนำเศษอาหารและขยะมาทำเป็นปุ๋ยหมักมีส่วนช่วยในการแก้ปัญหาการจัดการขยะ ช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก และช่วยให้สภาพแวดล้อมดีขึ้น 3) มิติด้านเศรษฐกิจ พื้นที่เกษตรในเมืองหลายแห่งสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตและนำมาขายสร้างรายได้ สร้างอาชีพให้แก่ผู้ปลูกได้ บางแห่งสามารถพัฒนาจนเป็นกิจการก่อให้เกิดการจ้างงาน และเกิดการเชื่อมโยงต่อภาคธุรกิจอื่น เช่น บรรจุภัณฑ์และการขนส่ง เป็นต้น (Cabannes, 2019)

ในการทำเกษตรกรรมในเมือง สิ่งสำคัญที่ขาดไม่ได้คือดินปลูกและวัสดุปรับปรุงดินที่ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์เหมาะในการปลูกพืชให้เจริญเติบโตและให้ผลผลิตที่ดีโดยวัสดุปรับปรุงดินสำหรับ

เกษตรในเมืองสามารถนำมาได้จากหลายแหล่ง เช่น วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร โรงงานอุตสาหกรรม ครัวเรือนและวัชพืช (การปรับปรุงดิน, 2563) ซึ่งวัสดุจากแหล่งเหล่านี้หากไม่นำมาใช้ประโยชน์อาจจะทำให้เกิดมลพิษต่อสภาพแวดล้อมได้ ตัวอย่างเช่น เศษอาหารและผักตบชวา เป็นต้น

จากรายงานของกรมควบคุมมลพิษ ปี พ.ศ. 2560 พบว่า มีปริมาณขยะอินทรีย์จากเศษอาหารมากถึง 17.56 ล้านตัน คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 64 ของขยะมูลฝอยทั้งหมด หรือ 254 กิโลกรัมต่อคนต่อปี (เดือนเด่น, 2562) โดยเศษอาหารที่กลายเป็นขยะตกค้างเหล่านี้ปะปนไปกับขยะมูลฝอยอื่นๆ เป็นต้นเหตุให้เกิดปัญหาแหล่งเพาะพันธุ์ของหนูและแมลงวันซึ่งเป็นพาหะนำโรคที่มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน มูลฝอยตกค้างและการเก็บขยะมูลฝอยที่มีเศษอาหารไม่หมดทำให้เกิดกลิ่นเหม็นรบกวนเป็นเหตุรำคาญ ทำให้เกิดความไม่น่าดูและส่งผลเสียต่อสภาพแวดล้อม (กรมควบคุมมลพิษ, 2563) โดยเศษอาหารอาจเจือปนแหล่งน้ำและทำให้เกิดน้ำเสีย อีกทั้งก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการย่อยสลายเศษอาหารก็มีส่วนที่ทำให้เกิดสภาวะโลกร้อน ส่วนผักตบชวาเป็นวัชพืชที่มีปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมมายาวนานเนื่องจากมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว โดยผักตบชวา 2 ต้น สามารถแตกต้นใหม่ได้ 30 ต้น ภายในเวลา 20 วัน ก่อให้เกิดปัญหาต่อการสัญจรทางน้ำ กีดขวางการระบายน้ำจนก่อให้เกิดปัญหาน้ำเน่าเสียส่งกลิ่นเหม็นรบกวนชุมชนบริเวณใกล้เคียง (ทินพันธุ์, 2558) อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าเศษอาหารและผักตบชวาจะมีส่วนที่ก่อให้เกิดปัญหาทางสิ่งแวดล้อม แต่ก็เป็นวัสดุที่มีศักยภาพที่จะสามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ คณะผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำขยะเศษอาหารและผักตบชวามาพัฒนาให้เกิดประโยชน์โดยนำมาแปรสภาพด้วยกรรมวิธีดีไฮเดรชั่นให้เป็นวัสดุปรับปรุงดินซึ่งเป็นอีกหนึ่งวิธีที่ช่วยลดปริมาณขยะและของเสีย เป็นการหมุนเวียนธาตุอาหาร อีกทั้งยังเป็นนวัตกรรมทางเลือกที่สามารถนำไปต่อยอดทางการเกษตรและเพิ่มพูนองค์ความรู้สำหรับการปรับปรุงคุณภาพดินต่อไปได้

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการแปรสภาพเศษอาหารและผักตบชวา

1.2.2 เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุปรับปรุงดินที่ได้จากเศษอาหารและผักตบชวา

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 ศึกษาอุณหภูมิและเวลาในการแปรสภาพเศษอาหารและผักตบชวา โดยกำหนดอุณหภูมิที่ 100 องศาเซลเซียส 150 องศาเซลเซียส และ 200 องศาเซลเซียส ระยะเวลาที่ 1 ชั่วโมง 2 ชั่วโมง และ 3 ชั่วโมง

1.3.2 ที่มาของเศษอาหารในการทดลองเป็นเศษอาหารจากโรงอาหารของสถาบันการศึกษา โดยในการศึกษาครั้งนี้ใช้เศษอาหารจากโรงอาหารศูนย์พระนครเหนือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

1.3.3 ผักตบชวาที่นำมาศึกษาได้มาจาก คลองหมู่บ้าน พฤกษา 3 ตำบลพิมลราช อำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี

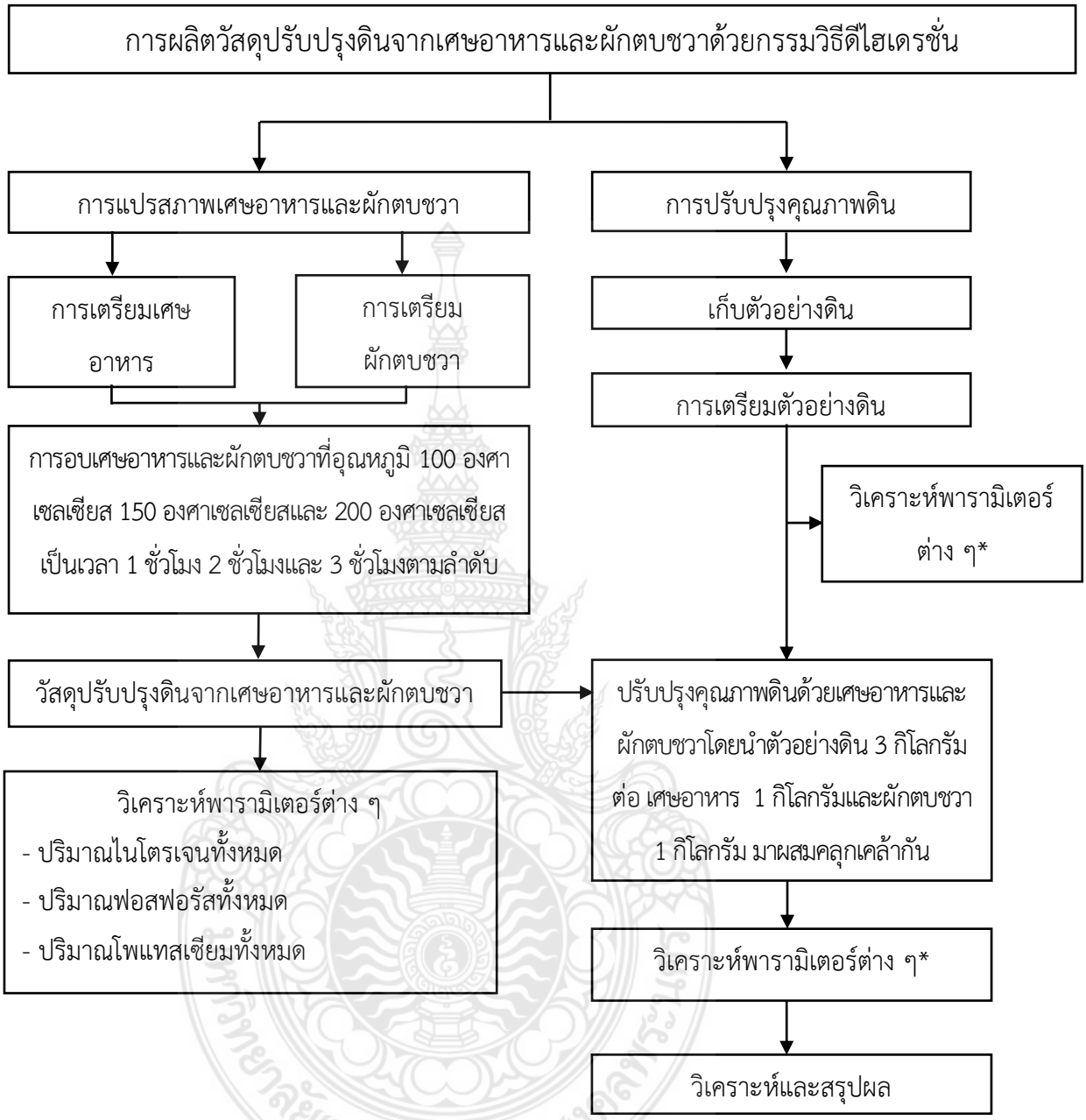
1.3.4 สถานที่ทำการทดลอง คือ ห้องปฏิบัติการคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และห้องปฏิบัติการฝ่ายดินด้านวิทยาศาสตร์ สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน

1.3.5 คุณสมบัติที่ใช้ในการเปรียบเทียบเศษอาหารและผักตบชวาทั้งก่อนและหลังการแปรสภาพ คือ ความชื้น ค่าความเป็นกรด – ด่าง ค่าการนำไฟฟ้า ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด โพแทสเซียมทั้งหมด และปริมาณอินทรียวัตถุ

1.3.6 ศึกษาการปรับปรุงคุณภาพดินด้วยการคลุกเคล้าวัสดุปรับปรุงดินในอัตราส่วน 3:1:1 และบ่มเป็นระยะเวลา 5 วัน

1.4 กรอบแนวคิด

ในการวิจัยครั้งนี้คณะผู้จัดทำมุ่งเน้นถึงการพัฒนาวัสดุปรับปรุงดินด้วยวัสดุเหลือทิ้งจากครัวเรือนและวัชพืชโดยการแปรสภาพที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 150 องศาเซลเซียส และ 200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 2 ชั่วโมง และ 3 ชั่วโมง ตามลำดับ จากนั้นนำวัสดุที่ได้จากการแปรสภาพที่อุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมไปปรับปรุงและวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ ได้แก่ ค่าความเป็นกรด – ด่าง ค่าความชื้น ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณอินทรียวัตถุ ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และโพแทสเซียมทั้งหมด เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติก่อนและหลังการปรับปรุงคุณภาพดิน ซึ่งกรอบแนวความคิดในการวิจัยครั้งนี้ **ดังภาพ 1.1**



*<u>หมายเหตุ</u> พารามิเตอร์ต่าง ๆ ในการวิเคราะห์ตัวอย่างดินประกอบด้วย ค่าความเป็นกรด – ด่าง ค่าความชื้น ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณอินทรียวัตถุ ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมดและโพแทสเซียมทั้งหมด

ภาพ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ทราบถึงอุณหภูมิที่เหมาะสมในการแปรสภาพเศษอาหารและผักตบชวา

1.5.2 ทราบคุณสมบัติของวัสดุปรับปรุงดินที่ได้จากการแปรสภาพเศษอาหารและผักตบชวา

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 เศษอาหาร คือ ขยะอาหารหรือเศษอินทรีย์ที่เหลือจากการบริโภค สามารถเกิดการเน่าเสียและย่อยสลายได้เร็ว

1.6.2 กระบวนการดีไฮเดรชั่น คือ การลดความชื้นหรือการอบแห้งวัสดุโดยการระเหยน้ำเป็นส่วนใหญ่ออกจากวัสดุเพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เช่น รา แบคทีเรีย เพื่อช่วยในการชะลอการเน่าเสียของวัสดุ

1.6.3 การปรับปรุงคุณภาพดิน คือ การทำให้คุณภาพดินดีขึ้นด้วยการผสมเศษอาหารและผักตบชวาหลังจากการแปรสภาพเป็นวัสดุปรับปรุงดิน

1.7 คำสำคัญ

ภาษาไทย : เศษอาหาร ผักตบชวา ดีไฮเดรชั่น การปรับปรุงคุณภาพดิน

English : Food waste, Water hyacinth, Dehydration, Soil improvement

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

คณะผู้จัดทำได้ทำการศึกษาค้นคว้าแนวคิด เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสำหรับเกษตรกรรม ปริมาณธาตุอาหารในดิน และวัสดุปรับปรุงดินจากเศษอาหารและผักตบชวาด้วยกรรมวิธีดีไฮเดรชั่นโดยครอบคลุมหัวข้อดังต่อไปนี้

2.1 เกษตรกรรมในเมือง

2.2 เกษตรกรรมอินทรีย์

2.3 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับดิน

2.4 การเพิ่มความอุดมสมบูรณ์

2.5 การปรับปรุงดิน

2.6 ผักตบชวา

2.7 เศษอาหาร

2.8 กรรมวิธีดีไฮเดรชั่น

2.9 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เกษตรกรรมในเมือง

เกษตรในเมือง หมายถึง การเพาะปลูกพืช เลี้ยงสัตว์และเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในพื้นที่เมืองและรอบ ๆ พื้นที่เมือง รวมถึงการจัดการและจำหน่ายผลิตภัณฑ์อาหาร ผลิตภัณฑ์ยา เส้นใย และเชื้อเพลิงที่ได้จากพืชและสัตว์ด้วยวิธีการเกษตร โดยรักษาทรัพยากรธรรมชาติ ใช้วิธีนำกลับมาใช้ใหม่และรีไซเคิลขยะในพื้นที่เมือง (อริสา, 2560) การทำเกษตรในเมืองมีหลายระดับตั้งแต่การทำเกษตรในเมืองขนาดเล็กที่มุ่งเน้นการดำรงชีวิต การทำสวนและการเลี้ยงปศุสัตว์กึ่งพาณิชย์ขนาดเล็ก ไปจนถึงธุรกิจพาณิชย์ขนาดกลางและขนาดใหญ่ ในหลายเมืองของประเทศกำลังพัฒนามีการเพาะปลูกสำหรับบริโภคในครอบครัวด้วยวิธีเกษตรในเมืองเป็นจำนวนมาก โดยชาวบ้านที่ยากจนหลายครัวเรือนปลูกพืชไว้บริโภคเองและนำไปขายที่ตลาดเพื่อสร้างรายได้เพิ่ม (อริสา, 2560)

นอกจากนี้ เกษตรกรรมในเมืองยังสามารถช่วยลดปัญหาทางด้านสภาวะแวดล้อมของเมืองได้แก่ มลภาวะและภัยพิบัติ โดยขยะอินทรีย์ที่เป็นปัญหามลภาวะของเมืองนั้นสามารถนำมาทำเป็น

ปุ๋ยหมักเพื่อใช้ในการทางเกษตรกรรมในเมืองได้ ซึ่งจะช่วยลดปริมาณขยะโดยรวมได้ (วุฒิพงษ์, 2563) ตัวอย่างเช่น โครงการอะกริส เซโจ (Agris Seijo) เขตเซตากายา (Setagaya) ของกรุงโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น ตั้งอยู่บริเวณตรงข้ามสถานีรถไฟเซโจกาคุเอนมาเอะ (Seijo Gakuenmae) ซึ่งแต่เดิมพื้นที่นี้เป็นทางรถไฟสายโอดาคิว (Odakyu) ภายหลังได้มีการปรับทางรถไฟในช่วงนี้ให้เป็นทางลอดใต้ดินเพื่อลดเสียงรบกวนต่อชุมชนข้างเคียง ส่วนด้านบนโครงสร้างหลังคาของทางลอดรถไฟเป็นที่ว่างที่สามารถพัฒนาเป็นพื้นที่สีเขียวได้ แต่ด้วยข้อจำกัดของพื้นที่ที่ต้องไม่มีน้ำหนักมากและต้องไม่เป็นที่สาธารณะที่อาจรบกวนชุมชนข้างเคียงได้จึงเกิดเป็นพื้นที่เกษตรกรรมในเมืองเพื่อตอบสนองความต้องการของคนเมืองที่ต้องการทำเกษตรกรรม เป็นต้น (วุฒิพงษ์, 2563) การทำเกษตรในเมืองมีหลายรูปแบบหนึ่งที่เป็นที่นิยมอย่างมากคือเกษตรกรรมอินทรีย์ ดังหัวข้อ 2.2

2.2 เกษตรกรรมอินทรีย์

เกษตรอินทรีย์ (Organic farming) คือ การทำการเกษตรที่ไม่ใช้ยาฆ่าแมลง ปุ๋ยเคมี และมีกระบวนการที่ทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้น ช่วยฟื้นฟูคุณภาพของสภาพแวดล้อมและระบบนิเวศของธรรมชาติ สหพันธ์เกษตรอินทรีย์นานาชาติ (International Federation of Organic Agriculture Movements: IFOAM) ได้ให้คำจัดความของเกษตรอินทรีย์ไว้ว่า “เป็นระบบการผลิตอาหารและเส้นใยด้วยความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อม สังคมและเศรษฐกิจ โดยเน้นที่การปรับปรุงบำรุงดิน การเคารพต่อศักยภาพทางธรรมชาติของพืช สัตว์และนิเวศการเกษตร” เกษตรอินทรีย์จึงลดการใช้ปัจจัยการผลิตจากภายนอก และหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีสังเคราะห์ เช่น ปุ๋ย สารกำจัดศัตรูพืชและเวชภัณฑ์สำหรับสัตว์ (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2559)

2.2.1 ความเป็นมาของเกษตรอินทรีย์

เกษตรอินทรีย์เกิดมาพร้อมกับวิวัฒนาการมนุษยชาติตั้งแต่สมัยเริ่มแรกที่มนุษย์รู้จักวิธีการเพาะปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์เมื่อประมาณ 10,000 ปีมาแล้ว โดยอาศัยหลักการพึ่งพิงธรรมชาติและหมุนเวียนการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุด (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2559) ส่วนความเป็นมาของเกษตรอินทรีย์ในประเทศไทย รัฐบาลได้กำหนดเกษตรอินทรีย์เป็นวาระแห่งชาติ โดยให้ทุกส่วนราชการ ร่วมปฏิบัติอย่างจริงจังและต่อเนื่องเพื่อดำเนินการปรับเปลี่ยนระบบการผลิต ที่พึ่งพาการใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมี มาเป็นการพึ่งตนเองในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ ตามแนวเศรษฐกิจพอเพียงของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว โดยคำนึงถึงทุกมิติ ดังนั้นรัฐบาลจึงได้กำหนดแผนบูรณาการการพัฒนาเกษตรอินทรีย์ขึ้นระหว่าง

ปี พ.ศ. 2549 - 2552 เพื่อเป็นกรอบแผนยุทธศาสตร์ในการดำเนินงานของภาครัฐและเอกชน (โครงการฝึกอบรมพัฒนาเกษตรอินทรีย์, 2551)

2.3 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับดิน

ดิน คือ วัตถุธรรมชาติที่เกิดขึ้นจากการผุพังสลายตัวของหิน และแร่ต่าง ๆ ผสมคลุกเคล้ารวมกับอินทรียวัตถุหรืออินทรียสารที่ได้จากการสลายตัวของเศษซากพืช และสัตว์จนเป็นเนื้อเดียวกัน มีลักษณะรวมกันเป็นชั้นทำให้ดินเป็นปัจจัยสำคัญต่อการปลูกพืช เนื่องจากมีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช (โอภาส, 2558) รายละเอียดเกี่ยวกับธาตุอาหารพืชในดินและการวิเคราะห์ตรวจสอบดินทางเคมี มีดังนี้

2.3.1 ธาตุอาหารพืชในดิน

2.3.1.1 ไนโตรเจน เป็นธาตุที่สำคัญและเป็นธาตุอาหารหลักที่พืชต้องการเป็นปริมาณมากและจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช เมื่อไนโตรเจนในดินมีปริมาณพอเหมาะแก่ความต้องการของพืช จะส่งเสริมให้พืชตั้งได้รวดเร็วในระยะแรกของการเจริญเติบโตทำให้ลำต้น กิ่งก้าน และใบเจริญเติบโตได้ดี และยังเป็นองค์ประกอบของกรดอะมิโน โปรตีน คลอโรฟิลล์กรดนิวคลีอิก และเอนไซม์ในพืช ช่วยในการเพิ่มปริมาณโปรตีนและผลผลิตพืชที่ให้เมล็ดและผล (ศิริพร, 2557)

2.3.1.2 ฟอสฟอรัส เป็นธาตุอาหารหลักที่พืชต้องการเป็นปริมาณมากธาตุหนึ่ง และจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นและการแพร่กระจายของรากในระยะแรกของการเจริญเติบโต การออกดอกออกผลและสร้างเมล็ดของพืชช่วยในการสังเคราะห์โปรตีนและสารอินทรีย์ที่สำคัญในพืช เป็นองค์ประกอบของสารที่ทำหน้าที่ถ่ายทอดพลังงานในกระบวนการต่าง ๆ เช่น การสังเคราะห์แสงและการหายใจ พืชสามารถดูดฟอสฟอรัสไปใช้ได้ในรูป $H_2PO_{4^-}$ และฟอสฟอรัสในรูป HPO_{4^-} ในดินจะมีฟอสฟอรัสต่ำมาก เมื่อเทียบกับปริมาณไนโตรเจนและโพแทสเซียม โดยเฉลี่ยแล้วในดินมีฟอสฟอรัสเพียงร้อยละ 0.05 ดินชั้นบนของดินนาในประเทศไทยมีฟอสฟอรัสโดยเฉลี่ยร้อยละ 0.02 (ศิริพร, 2557)

2.3.1.3 โพแทสเซียม เป็นธาตุอาหารหลักในที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช มีส่วนสำคัญสำหรับกระบวนการต่าง ๆ ของเซลล์พืช ช่วยในการสังเคราะห์น้ำตาลและแป้งและการเคลื่อนย้ายแป้งและน้ำตาลจากใบไปยังผล เกี่ยวโยงกับกระบวนการสังเคราะห์แสงและการหายใจ การเพิ่มปริมาณกรดอินทรีย์และไนโตรเจนที่ใช้ในกระบวนการสร้างโปรตีนที่เป็นโครงสร้างของ

เอนไซม์ ทำให้พืชแข็งแรงสามารถต้านทานโรคและส่งเสริมคุณภาพของผลผลิต ทั้งนี้โพแทสเซียมในดินที่พืชนำเอาไปใช้ในประโยชน์ได้นั้นมีวัตถุต้นกำเนิดจากการสลายตัวของหินและแร่มากมายหลายชนิดในดิน โพแทสเซียมที่อยู่ในอนุมูลบวก หรือโพแทสเซียมไอออน (K^+) เท่านั้นที่พืชสามารถดูดไปใช้เป็นประโยชน์ได้ (ศิริพร, 2557)

2.3.2 การวิเคราะห์ตรวจสอบดินทางเคมี

1) การวิเคราะห์ความเป็นกรด - ด่างของดิน

ความเป็นกรด หรือ ความเป็นด่าง ของดินเป็นสมบัติที่สำคัญที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการทางเคมีและชีวภาพในดินที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของพืชความเป็นกรดหรือความเป็นด่างของดินเกี่ยวข้องกับ Hydrogen Ion (H^+) และ Hydroxyl Ion (OH^-) ในสารละลายดิน (Soil solution) โดยปกติในสารละลายดินจะมีไอออนทั้งสองชนิดนี้ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553) โดยมีเกณฑ์ (ตาราง 2.1) คือ

ถ้ามี $H^+ > OH^-$ ดินมีปฏิกิริยาเป็นกรด เรียกดินกรด

ถ้ามี $H^+ < OH^-$ ดินมีปฏิกิริยาเป็นด่าง เรียกดินด่าง

ถ้ามี $H^+ = OH^-$ ดินมีปฏิกิริยาเป็นกลาง เรียกดินเป็นกลาง

ตาราง 2.1 ค่าความเป็นกรด - ด่าง

ระดับ	**ช่วง pH (ดิน : น้ำ 1:1)**
กรดรุนแรงมากที่สุด	< 3.5
กรดรุนแรงมาก	3.5 – 4.4
กรดจัดมาก	4.5 – 5.0
กรดจัด	5.1 – 5.5
กรดปานกลาง	5.6 – 6.0
กรดเล็กน้อย	6.1 – 6.5
เป็นกลาง	6.6 – 7.3
ด่างอ่อน	7.4 – 7.8
ด่างปานกลาง	7.9 – 8.4
ด่างจัด	8.5 – 9.0
ด่างจัดมาก	> 9.0

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2553)

2) การวัดค่าการนำไฟฟ้าของดิน (Electrical conductivity : EC)

ในดินมีเกลือที่ละลายได้อยู่หลายชนิด บางชนิดละลายได้ดี เช่น NaCl, $CaCl_2$, $NaHCO_3$ และ N_2SO_4 เป็นต้น บางชนิดละลายได้เพียงบางส่วน เช่น $CaSO_4$ การวัดค่าการนำไฟฟ้าของดินจึงเป็นการประเมินปริมาณเกลือที่ละลายได้ของดินและค่าที่ได้ยังใช้เป็นตัวกำหนดระดับความเค็มของดินด้วย ทั้งนี้ปริมาณธาตุอาหารในดินก็มีส่วนที่ส่งผลต่อค่าการนำไฟฟ้าของดินเนื่องจากธาตุอาหารที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้มีอยู่ในรูปของไอออน การวัดค่าการนำไฟฟ้าของดินใช้วิธีวัดในสารละลายของดินกับน้ำ อัตราส่วนระหว่างดินต่อน้ำอาจแตกต่างกันแล้วแต่ห้องปฏิบัติการแต่ละแห่ง แต่ที่นิยมใช้มักเป็น 1:5 หรือ เรียกว่า $EC_{1:5}$ หรือใช้วัดเมื่อทำให้ดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (Saturated paste) และวัดในสารละลายที่สกัดได้ เรียกว่า EC Extract (EC_e) จะใช้สัดส่วนของดินต่อน้ำเท่าใดก็ตามจะต้องระบุสัดส่วนนั้นไว้ด้วยทุกครั้งที่รายงานผล

ค่า EC_e หรือ Electrical conductivity เป็นค่าที่ได้เมื่อสภาวะของดินต่อน้ำใกล้เคียงกับสภาพการอุ้มน้ำที่มีความจุสนาม (Field capacity) ซึ่งต่างกับค่า $EC_{1:5}$ ซึ่งใช้น้ำมากกว่าน้ำหลายเท่า ทำให้เปรียบเทียบกับสภาพของดินตามธรรมชาติไม่ได้ ดังนั้น ค่า EC_e จึงมีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของพืชมากกว่าค่า $EC_{1:5}$ หน่วยของค่า EC_e ที่นิยมใช้มี EC x 10^{-3} mS/cm (dS/m) และ EC x 10^{-6} µS/m ทั้งนี้ค่า EC_e ของสารละลายเกลือจะเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิของสารละลายเพิ่มขึ้นโดยจะเพิ่มขึ้น ประมาณร้อยละ 2 เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น °C ดังนั้น อุณหภูมิมาตรฐานเมื่อรายงานค่า EC_e คือ 25 °C ดังตาราง 2.2 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553)

ตาราง 2.2 ค่าบ่งชี้ความเค็มในดินด้วยค่าการนำไฟฟ้าและผลกระทบของความเค็มในดินต่อพืช

EC_e (dS/m)	**เกลือในดิน (%)**	**ระดับความเค็มของดิน**	**ผลกระทบต่อพืช**
2	<0.1	ไม่เค็ม	ไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช
2-4	0.1-0.2	เค็มเล็กน้อย	มีผลต่อพืชที่ไม่ทนความเค็ม
4-8	0.2-0.4	เค็มปานกลาง	จำกัดการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิด
8-16	0.4-0.8	เค็มจัด	พืชทนเค็มเท่านั้นที่ยังเจริญเติบโตได้ดี

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2553)

3) การวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด

ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณมาก ดินที่ใช้เพื่อการเพาะปลูกโดยทั่วไปมักมีไนโตรเจนไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช นอกจากนี้พืชสามารถใช้ประโยชน์โดยตรงได้เฉพาะกรณีที่ไนโตรเจนอยู่ในรูปแอมโมเนียม (NH^{4+}) หรือไนเตรต (NO^{3-}) เท่านั้น ในขณะที่ไนโตรเจนในดินส่วนใหญ่อยู่ในรูปสารประกอบอินทรีย์ ซึ่งจะต้องรอให้จุลินทรีย์ย่อยสลายก่อน จึงใช้วิธีวิเคราะห์ Kjeldahl method โดยการกลั่นแอมโมเนีย (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553)

4) การวิเคราะห์ฟอสฟอรัสทั้งหมด

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารพืชธาตุหนึ่งที่พืชต้องการเป็นปริมาณมากและจะมีอยู่ในดินต่ำมากโดยมีค่าเฉลี่ยเพียงร้อยละ 0.06 เมื่อเทียบกับไนโตรเจนที่มีร้อยละ 0.14 และโพแทสเซียมร้อยละ 0.83 ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินอยู่ในรูปอนุมูลฟอสเฟต คือ $H_2PO_4^-$ และ HPO_4^- ซึ่งได้จากกระบวนการแปรสภาพของอินทรียวัตถุและจากการละลายของสารประกอบ ฟอสเฟตต่าง ๆ ในดินออกมาอยู่ในสารละลายดิน ซึ่งอยู่ในสภาพสมดุลกัน เมื่อพืชดูดดึงฟอสเฟตในสารละลายดินไปใช้จะทำให้ปริมาณในส่วนนี้ลดลง ฟอสเฟตในดินจะถูกปลดปล่อยออกมาเพื่อชดเชย ซึ่งอัตราการสลายตัวของฟอสเฟตจะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับชนิดของสารประกอบฟอสเฟตในดิน วิธีวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อทราบปริมาณฟอสฟอรัส หลักการนิยมใช้เครื่อง Spectrophotometer ในการวิเคราะห์ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553)

5) การวิเคราะห์โพแทสเซียมทั้งหมด

โพแทสเซียมในดินส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของแร่ (Minerals) เช่น แร่ไมก้า (Biolite, Muscovite) เฟลสปาร์ (Orthoclases, Microclines) เป็นต้น แร่เหล่านี้เมื่อโครงสร้างของดินถูกทำลาย หรือเปลี่ยนแปลงชนิดแร่ จะปลดปล่อย K^+ ออกมาได้โดยปริมาณที่เป็นประโยชน์ของโพแทสเซียม คือ Exchangeable K^+ ซึ่งจะมีปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่าง เช่น CEC ปริมาณแร่ดินเหนียวหรือประเภทเนื้อดิน ฯลฯ โดยโพแทสเซียมในดินที่พืชจะนำไปใช้ได้นั้นส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของ Exchangeable K^+ และ K^+ ในสารละลายดิน วิธีวิเคราะห์โพแทสเซียมที่บอกได้ว่าในดินมีระดับโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ คือ หลักการวิเคราะห์นิยมใช้ เครื่อง Flame Spectrophotometer (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553)

6) การวิเคราะห์อินทรียวัตถุของดิน

คาร์บอนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของอินทรียวัตถุ ดังนั้นในการหาปริมาณอินทรียวัตถุในดินจึงใช้วิธีวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนโดยการใช้สารเคมีทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นกับคาร์บอนในอินทรีย์วัตถุในดินแล้วคำนวณปริมาณคาร์บอนในอินทรีย์วัตถุจากปริมาณของสารเคมีที่ใช้ในปฏิกิริยา เมื่อทราบปริมาณคาร์บอนแล้วสามารถนำมาคำนวณเป็นปริมาณอินทรีย์วัตถุโดยประมาณได้ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553)

ตาราง 2.3 บ่งชี้ระดับอินทรียวัตถุในดิน

ระดับ (rating)	**พิสัย (ร้อยละ)**
ต่ำมาก	< 0.5
ต่ำ	0.5 – 1.0
ค่อนข้างต่ำ	1.0 – 1.5
ปานกลาง	1.5 – 2.5
ค่อนข้างสูง	2.5 – 3.5
สูง	3.5 – 4.5
สูงมาก	> 4.5

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2553)

7) การวิเคราะห์ค่าความชื้นในดิน

โดยทั่วไปดินประกอบด้วย 3 สถานะ คือส่วนที่เป็นของแข็งหรือเนื้อดินที่ประกอบไปด้วยแร่ (mineral matter) และสารอินทรีย์วัตถุ (organic matter) ส่วนที่เป็นของเหลวที่ประกอบด้วยน้ำ ส่วนที่เป็นก๊าซที่ประกอบด้วย อากาศ และไอน้ำ ดังนั้นส่วนที่เป็นของเหลวหรือน้ำในดินจะเป็นความชื้นในดิน (soil moisture) คือ ปริมาณน้ำที่ถูกอนุภาคของดินถูกยึดไว้ ทำหน้าที่แทรกซึมลงในดินยังคงค้างอยู่ตามช่องของเนื้อดิน ถ้าในส่วนของช่องว่างในดินมีน้ำอยู่เต็มไม่มีก๊าซอยู่เรียกว่า ดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ แต่ถ้าช่องว่างของดินมีทั้งน้ำและก๊าซอยู่เรียกว่า ดินไม่อิ่มตัว ในทางปฏิบัติหาความชื้นของดินได้จากนำตัวอย่างดินที่มีขนาดน้ำหนักมากพอไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 – 105 องศาเซลเซียส เป็นระเวลา 8 – 24 ชั่วโมง แล้วคิดความชื้นของดินเป็นสัดส่วนต่อน้ำหนักดินแห้งเป็นเปอร์เซนต์ (ศฤคารภาษิต, 2563)

2.4 การเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้กับดิน

ความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Soil fertility) เป็นสิ่งบ่งชี้ถึงผลิตภาพดิน (Soil productivity) เป็นความสามารถของดินในการให้ผลผลิตพืชภายใต้การจัดการแบบหนึ่งหรือระบบหนึ่ง คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2548) ได้ให้นิยามความอุดมสมบูรณ์ของดินว่า หมายถึง ความสามารถของดินในการให้ธาตุอาหารที่จำเป็นเพื่อการเจริญเติบโตของพืช กล่าวคือ เมื่อธาตุอาหารในดินที่อยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มีปริมาณที่พอเหมาะและสมดุล จะช่วยให้พืชมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตที่ดี การรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินจึงถือเป็นสิ่งที่ควรคำนึงถึง โดยเฉพาะในพื้นที่ทำการเพาะปลูกทางการเกษตรเพื่อการค้า การใช้ประโยชน์ที่ดินจากอดีตจนถึงปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงมากมาย ทั้งเกิดจากธรรมชาติและกิจกรรมของมนุษย์ ส่งผลให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลง เห็นได้จากการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินทั้งทางเคมี กายภาพ และชีวภาพ เช่น ปริมาณอินทรียวัตถุลดลง ส่งผลให้ดินมีความสามารถในการดูดยึดธาตุอาหารพืชในดินลดลง ความสามารถในการอุ้มน้ำลดลง ความหนาแน่นรวมของดินสูงขึ้น ความพรุนของดินลดลง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2563 ก) โดยการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ทำได้โดยวิธีการปรับปรุงดินดังหัวข้อ 2.5

2.5 การปรับปรุงดิน

การปรับปรุงบำรุงดิน หมายถึง การพัฒนาที่ดินที่ไม่เหมาะสมต่อการเกษตรให้สามารถใช้ทำการเพาะปลูกให้เจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ตามปกติหรือปรับปรุงบำรุงดินให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์เหมาะในการปลูกพืชให้เจริญเติบโตและให้ผลผลิตดีอย่างยั่งยืน การทำการเกษตรติดต่อกันเป็นระยะเวลานานโดยขาดการปรับปรุงบำรุงดิน เช่น การเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดิน จะส่งผลต่อสมบัติของดินทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ทำให้ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยหลักการปรับปรุงบำรุงดิน คือ การจัดการเพื่อมุ่งสู่การทำให้ดินอยู่ในสภาพที่เหมาะสมสำหรับพืชที่ต้องการปลูก ในดินเดียวกันหากปลูกพืชต่างชนิดกัน อาจจะมีรายละเอียดของการปรับปรุงดินต่างกัน ดั้งนั้นควรมีการตรวจสอบดินและวิเคราะห์ดินซึ่งจะนำไปสู่วิธีการปรับปรุงบำรุงดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2563 ก)

การนำที่ดินไปใช้ประโยชน์เพื่อทำการเกษตรอย่างต่อเนื่องเป็นยะเวลานาน โดยขาดการจัดการที่ถูกวิธีและขาดการดแลรักษาที่เหมาะสมจะทำให้ดินเกิดความเสื่อมโทรม ขาดอินทรียวัตถุ เนื้อดินแน่นทึบ ดินมีสภาพเป็นกรดจัด และความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ทำให้พืชที่ปลูกให้ผลผลิตลดลง ดังนั้นจำเป็นต้องทำการปรับปรุงบำรุงดินให้มีสภาพเหมาะสมต่อการปลูก เพื่อเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น

โดยปรับปรุงดินทั้งด้านกายภาพ เคมีและชีวภาพ ตลอดจนเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้สูงขึ้น (กรมพัฒนาที่ดิน, 2563 ข)

2.5.1 วิธีการปรับปรุงบำรุงดิน

วิธีการปรับปรุงบำรุงดินสามารถทำได้หลายวิธี ดังนี้

2.5.1.1 การปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของดิน

การปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของดินที่สำคัญ คือ การปรับปรุงเนื้อดิน ซึ่งแม้จะต้องใช้เวลาและปรับปรุงได้ยาก แต่เป็นสิ่งสำคัญยิ่งต่อการเจริญเติบโตพืช โดยเฉพาะดินทรายที่ไม่อุ้มน้ำและธาตุอาหารน้อย ดินทรายปรับปรุงได้ด้วยการเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุ เพราะอินทรียวัตถุจะทำหน้าที่เป็นสารเชื่อมเม็ดดินให้เกาะติดกัน ทำให้ช่องว่างระหว่างเม็ดดินมีขนาดเล็กลง และอินทรียวัตถุเองสามารถอุ้มน้ำได้ประมาณ 6 - 20 เท่าของน้ำหนัก ดังนั้นการใส่อินทรียวัตถุจึงช่วยเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำและธาตุอาหารในดินทราย ในทางตรงข้ามดินเหนียวอุ้มน้ำและธาตุอาหารไว้ด้วยแรงยึดเหนี่ยวมากจนกระทั่งรากพืชไม่สามารถดูดใช้ได้ ด้วยมีช่องว่างระหว่างเม็ดดินขนาดเล็ก ดังนั้นจึงต้องปรับปรุงด้วยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ เพื่อเพิ่มช่องว่างระหว่างเม็ดดินให้ใหญ่ขึ้น เพื่อให้น้ำและธาตุอาหารถูกปลดปล่อยออกมาได้ง่ายขึ้น (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2559)

2.5.1.2 การปรับปรุงคุณสมบัติทางเคมีของดิน

การปรับปรุงคุณสมบัติทางเคมีดิน เป็นการปรับปรุงดินให้มีสภาพเป็นกรดเล็กน้อยถึงกลาง หรือมีค่าความเป็นกรด – ด่าง ระหว่าง 6 - 7 ซึ่งเปลี่ยนสภาพที่ธาตุอาหารพืชสามารถละลายน้ำได้ดีและเป็นประโยชน์ต่อพืชมากที่สุด ดินหากมีคุณสมบัติทางเคมีไม่เหมาะสมแม้จะมีปริมาณธาตุอาหารมากเพียงใดพืชก็ไม่สามารถนำไปใช้ได้ ดังนั้น ในการปรับปรุงดินต้องปรับปรุงคุณสมบัติทางเคมีก่อนเป็นอันดับแรก วัสดุที่ใช้ในการปรับปรุงดินกรดให้มีสภาพเป็นกลาง เช่น หินปูนบด ปูนขาว โดโลไมด์ ขี้เถ้า และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ เป็นต้น หากดินมีสภาพเป็นด่างปรับปรุงให้มีสภาพเป็นกลางได้ด้วยยิปซัม และฉีดพ่นด้วยน้ำหมักอย่างต่อเนื่อง (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2559)

2.5.1.3 การปรับปรุงปริมาณธาตุอาหารพืชในดิน

การปรับปรุงปริมาณธาตุอาหารพืชในดิน หมายถึง การเพิ่มปริมาณธาตุอาหารพืชลงไปในดินให้เพียงพอต่อความต้องการของพืช (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2559) เนื่องจากธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม ดินมักจะมีไม่พอประกอบกับพืชดึงดูดจากดินขึ้นมาใช้แต่ละครั้งเป็นปริมาณมาก จึงทำให้ดินสูญเสียธาตุเหล่านี้ (สรสิทธิ์, 2537) โดยวัสดุที่เป็นแหล่งของธาตุอาหารพืช เรียกว่า ปุ๋ย โดยปุ๋ยแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1) การปรับปรุงบำรุงดินด้วยปุ๋ยแร่ธาตุ แบ่งออก เป็น 2 กลุ่ม

- กลุ่มที่ 1 ปุ๋ยแร่ธาตุที่ได้จากหินและแร่ธรรมชาติ คือ หินฟอสเฟต และแร่ซิลไวท์ เช่น ปุ๋ยโพแทสเซียม ฯลฯ

- กลุ่มที่ 2 ปุ๋ยแร่ธาตุที่ได้จากการผลิตโดยวิธีการทางเคมี เช่น ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต ฯลฯ ปุ๋ยแร่ธาตุทั้ง 2 กลุ่มนี้ จะช่วยเพิ่มปริมาณธาตุอาหารให้ดินตามระยะเวลาที่พืชต้องการ เพื่อนำไปสร้างการเจริญเติบโตและผลผลิตได้ทันความต้องการของพืช

2) การปรับปรุงบำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยหมักใช้เพื่อเพิ่มหรือยกระดับปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ช่วยปรับปรุงโครงสร้างดินให้ดีขึ้น ทำให้ดินมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชมากยิ่งขึ้น

3) การปรับปรุงบำรุงดินด้วยปุ๋ยชีวภาพ (Biofertilizer) เป็นปุ๋ยที่ได้จากวัสดุที่มีจุลินทรีย์ที่มีชีวิต ซึ่งเป็นตัวช่วยสร้างหรือปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ให้กับพืช แยกตามชนิดของจุลินทรีย์ ดังนี้

3.1) จุลินทรีย์ที่ให้ธาตุไนโตรเจน เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่ตรึงไนโตรเจนจากอากาศ เพื่อให้พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ จุลินทรีย์ในกลุ่มนี้ เช่น *Azotobacter sp., Bacillus sp.* สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน เชื้อไรโซเบียม ฯลฯ

3.2) จุลินทรีย์ที่ให้ธาตุฟอสฟอรัส เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่ละลายสารประกอบฟอสเฟตให้เป็นประโยชน์และพืชสามารถนำไปใช้ได้ จุลินทรีย์ในกลุ่มนี้ เช่น *Flavobacterium sp., Pseudomonas sp.* ฯลฯ และกลุ่มจุลินทรีย์ที่ช่วยละลายและดูดซับธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ให้กับพืชมากขึ้น เช่น เชื้อราไมโคไรซ่า (Mycorrhiza)

3.3) จุลินทรีย์ที่ให้ธาตุโพแทสเซียม เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่ปลดปล่อยกรดออกมา เพื่อละลาย แร่ในกลุ่มไมก้า และแร่ในกลุ่มเฟลด์ปาร์ จุลินทรีย์ในกลุ่มนี้ เช่น *Bacillus* ช่วยเปลี่ยนธาตุโพแทสเซียมให้อยู่ในรูปที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้

3.4) จุลินทรีย์ที่ผลิตฮอร์โมน เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่ผลิตฮอร์โมนและวิตามิน ซึ่งเป็นสารช่วยกระตุ้นให้พืชเจริญเติบโตได้ดียิ่งขึ้น จุลินทรีย์ในกลุ่มนี้ เช่น *Azospirillum, Azotobacter* และ *Bacillus*

4) การปรับปรุงบำรุงดินด้วยการไถกลบตอซัง เป็นการเพิ่มอินทรียวัตถุให้แก่ดิน ช่วยปรับปรุงบำรุงดินทั้งด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพของดินก่อให้เกิดผลดี ดังนี้

4.1) ปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดิน ช่วยทำให้ดินโปร่ง ร่วนซุย ง่ายต่อการเตรียมดิน การระบายอากาศในดินเพิ่มขึ้น การซึมผ่านของน้ำและการอุ้มน้ำของดินดีขึ้น

4.2) ปรับปรุงสมบัติทางเคมีของดิน ช่วยให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ ด้วยการเพิ่มธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และจุลธาตุให้แก่ดิน ซึ่งธาตุอาหารเหล่านี้จะปลดปล่อยสู่ดิน จึงเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ระยะยาว

4.3) ปรับปรุงสมบัติทางชีวภาพของดิน ช่วยทำให้ปริมาณและกิจกรรมจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในดินให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (กรมพัฒนาที่ดิน, 2563 ข)

2.6 ผักตบชวา

ผักตบชวา เป็นวัชพืชน้ำ มีความสูงประมาณ 30 – 90 เซนติเมตร ใบเป็นใบเดี่ยวรูปไข่หรือเกือบกลม ก้านใบพอง ภายในมีรูพรุนคล้ายฟองน้ำช่วยในการพยุงลำต้นให้ลอยน้ำได้ ขยายพันธุ์ได้ทั้งแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ ผักตบชวา 2 ต้น สามารถแตกใบและเจริญเติบโตเป็นต้นใหม่ได้ 30 ต้น ภายในเวลา 20 วัน สามารถขยายครอบคลุมผิวน้ำได้อัตราร้อยละ 8 ต่อวัน โดยมีการประเมินได้ว่าผักตบชวาจะสามารถแพร่กระจายเพิ่มเป็น 1 ล้านต้น ภายในระยะเวลา 1 ปี (ทินพันธุ์, 2558)

ภาพ 2.1 ผักตบชวา

ปี 2444 ได้มีการนำผักตบชวาเข้ามาจากประเทศอินโดนีเซียเข้ามาปลูกในวังสระประทุม เพราะเห็นว่าดอกผักตบชวาสวยงามสามารถใช้ประดับสระได้ดี แต่ภายหลังเกิดน้ำท่วมวังสระประทุม ผักตบชวาหลุดลอยออกไปสู่ลำคลองภายนอก แล้วเริ่มระบาดไปตามที่ต่าง ๆ อย่างรวดเร็วจนถึงปี 2456 จึงได้มีพระราชบัญญัติสำหรับผักตบชวาออกมา เพื่อให้ภาครัฐบาลและเอกชนหาวิธีกำจัดผักตบชวาจากแหล่งน้ำธรรมชาติแต่ไม่ค่อยได้ผลจึงหาแนวทางในการนำผักตบชวามาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ ผักตบชวาสามารถนำมาใช้ได้หลายลักษณะ เช่น เป็นอาหารสัตว์ ใช้เป็นวัสดุในการเพาะเห็ดฟาง เพาะชำต้นไม้ ใช้ผลิตก๊าซธรรมชาติ ใช้ผลิตปุ๋ยจำหน่ายได้ทั้งตลาดท้องถิ่นและตลาดกลาง เป็นการสร้างรายได้ให้แก่ชุมชนเนื่องจากต้นทุนการผลิตค่อนข้างต่ำ สามารถการช่วยลดมลภาวะทางน้ำอีกทางหนึ่งด้วย (นพพล, 2563)

2.6.1 ผลกระทบที่เกิดจากผักตบชวา มีดังนี้

1) ด้านการชลประทาน ผักตบชวาทำให้การพัฒนาแหล่งน้ำไม่ได้ผลไปตามเป้าหมาย เนื่องจากการทำให้อัตราการไหลของน้ำลดลงประมาณร้อยละ 40 และขัดขวางการระบายน้ำ

2) ด้านการผลิตไฟฟ้า ผักตบชวาจะลดอายุการใช้งานเขื่อน เนื่องจากการตกตะกอนทำให้ตื้นเขิน นอกจากนี้ยังทำให้ปริมาณน้ำลดลง เนื่องจากการระเหยน้ำของผักตบชวามากกว่าปกติสูงถึง 3 - 5 เท่า

3) การท่องเที่ยว แหล่งท่องเที่ยวทางน้ำต่าง ๆ ถ้ามีผักตบชวาขึ้นอยู่อย่างหนาแน่น จะทำให้การพัฒนาสถานที่นั้น ๆ เป็นแหล่งท่องเที่ยวเป็นไปได้ยาก เพราะผักตบชวามีส่วนในการทำลายความสวยงามของแหล่งน้ำต่าง ๆ และยังไปรบกวนกิจกรรมอื่น ๆ ในขณะพักผ่อนหย่อนใจในแหล่งน้ำนั้น ๆ อีกด้วย เช่น การลงเรือท่องเที่ยว การว่ายน้ำ ตกปลา เป็นต้น

4) การเศรษฐกิจและสังคม เมื่อการพัฒนาแหล่งน้ำไม่ได้ผลเต็มตามเป้าหมาย การเพาะปลูกซึ่งต้องอาศัยน้ำก็ย่อมจะได้ผลผลิตน้อยลงกว่าที่ควรจะเป็น ทำให้รายได้ลดลง ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญอย่างยิ่งที่จะทำให้แผนพัฒนาประเทศไม่ได้ผลตามที่มุ่งหมาย และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแหล่งน้ำ ก็ต้องเสียค่าใช้จ่ายจากงบประมาณแผ่นดินปีละหลายสิบล้านบาทเพื่อใช้ในการกำจัดวัชพืชน้ำเหล่านี้ ส่วนในด้านความเดือดร้อนรำคาญของประชาชนที่ได้รับอันเนื่องมาจากสาเหตุของผักตบชวา ก็ไม่สามารถประเมินเป็นตัวเงินได้ ดังตัวอย่าง เช่น ที่ผู้อยู่อาศัยตามเรือแพต้องประสบความเดือดร้อนจากผักตบชวาเป็นประจำโดยเฉพาะในฤดูน้ำหลากที่ทำให้การสัญจรเป็นไปด้วยความยากลำบาก และบางครั้งเมื่อแพผักตบชวาที่ลอยมาปะทะกับเรือนแพ ก็อาจทำให้เรือนแพพังเสียหายได้ (นพพล, 2563)

2.6.2 การใช้ประโยชน์จากผักตบชวาในด้านการเกษตร

เนื่องจากพบว่าผักตบชวามีธาตุโพแทสเซียมสูง รองลงมาคือ ธาตุฟอสฟอรัสและธาตุไนโตรเจน จึงมีการนำเอาผักตบชวามาใช้ทำปุ๋ยหรือใช้คลุมต้นไม้เพื่อให้เกิดความชุ่มชื่น เนื่องจากคุณสมบัติการอุ้มน้ำได้ดี (โพธิ์แสง, 2563)

2.7 เศษอาหาร

เศษอาหาร หรือ ขยะเศษอาหาร **ดังภาพ 2.2** คือ ขยะเศษอาหารที่เหลือทิ้งจากครัวเรือน จากอาหารที่เหลือจากการรับประทานเป็นขยะที่เน่าเสียส่งกลิ่นเน่าเหม็น และเป็นที่สะสมของเชื้อโรค ย่อยสลายเน่าเปื่อยง่าย มีความชื้นสูง

ภาพ 2.2 เศษอาหาร

ประเทศไทยซึ่งมีปริมาณขยะมูลฝอยเพิ่มขึ้นทุกปี มีรายงานว่าปริมาณขยะมูลฝอยกว่า 26.77 ล้านตัน ซึ่งในปริมาณนี้มีขยะอาหารมากถึงร้อยละ 64 เฉพาะในกรุงเทพฯ มีปริมาณขยะมูลฝอย 9,000 ตัน/วัน ในจำนวนนี้มีขยะอาหารมากถึงร้อยละ 50 โดยปกติแล้วการกำจัดขยะอาหารสามารถทำได้หลายวิธี การนำไปบริจาคให้ผู้ยากไร้ การนำไปทำเป็นอาหารสัตว์ การนำไปหมักเพื่อทำเป็นก๊าซหุงต้ม การแปรสภาพเพื่อเป็นวัสดุปรับปรุงดินประกอบหน้าดิน ซึ่งบางประเทศใช้วิธีส่งขยะอาหารเหล่านี้ เข้าเครื่องบด-อบเพื่อกำจัดแทนการฝังกลบ ช่วยลดปัญหาเรื่องกลิ่นรบกวน แหล่งเพาะเชื้อโรค และผลลัพธ์ที่ได้ยังสามารถนำกลับคืนสู่ธรรมชาติ ใช้ปรับปรุงดินสำหรับเพาะปลูก (ธเนศน์, 2559)

2.8 กรรมวิธีดีไฮเดรชั่น (Dehydration)

ดีไฮเดรชั่น คือ การลดความชื้นหรือการอบแห้ง เป็นการระเหยส่วนประกอบที่เป็นน้ำส่วนใหญ่ออกจากผลผลิตเพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เช่น รา แบคทีเรีย และยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์ (Enzyme) หรือชะลอปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ เศษอาหารในระดับครัวเรือนซึ่งมีปริมาณการผลิตไม่มากนิยมการลดความร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานความร้อนที่ไม่มีค่าใช้จ่าย ส่วนในระดับอุตสาหกรรมซึ่งปริมาณการผลิตมาก นิยมใช้แหล่งพลังงานที่สามารถควบคุมได้ง่าย เช่น แก๊สหุงต้ม น้ำมัน เชื้อเพลิง พลังงานไฟฟ้า เป็นต้น (ระวิน, 2556) การทำให้แห้งด้วยกรรมวิธีดีไฮเดรชั่น สามารถทำได้ 3 วิธี ดังนี้

2.8.1 การทำแห้งด้วยแสงแดด (Sun drying) เป็นวิธเก่าแก่ที่ใช้กันมาตั้งแต่โบราณ โดยการนำวัสดุที่ต้องการให้แห้งไปตากให้แห้งโดยใช้แสงแดด วิธีนี้ประหยัดพลังงานความร้อน

2.8.2 การทำแห้งด้วยความร้อน (Hot air drying) วิธีนี้เป็นการนำวิธีตากแห้งแสงแดดมาปรับปรุงโดยใช้อุปกรณ์เข้าช่วยเพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์จำนวนมากแห้งตามที่ต้องการและมีความชื้นสม่ำเสมอ ผลิตภัณฑ์ที่ตากแห้งโดยวิธีนี้จะสะอาดลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ได้ดีกว่าการตากแดด

2.8.3 การทำแห้งด้วยความเย็น (Freeze drying) หรือการแช่เข็ง ทำให้แห้งในสุญญากาศเป็นวิธีการทำให้แห้งโดยการระเหิด (Sublimation) (พัฒนิบูลย์, 2557)

2.9 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธันวดี ศรีธาวิรัตน์ (2547) ได้ทำการศึกษากระบวนการทำปุ๋ยหมักจากเศษอาหารร่วมกับเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร คือ เศษผัก ผักตบชวาและฟางข้าว โดยการศึกษาได้แบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ 1) การศึกษาองค์ประกอบของเศษอาหารและวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร 2) การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทำปุ๋ยหมัก 3) การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เคมีและชีวภาพ และ 4) การศึกษาปริมาณธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมัก ในกระบวนการทำปุ๋ยหมักได้ควบคุมค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน เริ่มต้นประมาณ 30 และควบคุมความชื้นตลอดระยะเวลาการหมักให้อยู่ในช่วงร้อยละ 50 – 60 จากการศึกษาคุณสมบัติของเศษอาหารและวัสดุหมัก พบว่าปริมาณเศษอาหารต่อวัสดุหมักที่เหมาะสมเท่ากับ 1:4 โดยได้ติดตามการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เคมี และชีวภาพที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการทำปุ๋ยหมัก การวิเคราะห์ปริมาณธาตุในปุ๋ยหมัก พบว่าปุ๋ยหมักที่ได้จากผักตบชวามีปริมาณไนโตรเจนสูงสุดคือร้อยละ 2.70 ส่วนเศษผักและฟางข้าวมีค่าเท่ากับร้อยละ 2.18 และ 1.77 โดยปุ๋ยหมักทุกชุดการทดลองมีค่าไนโตรเจนสูงกว่ามาตรฐาน และพบว่ามีปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมต่ำกว่ามาตรฐานปุ๋ยของกรมพัฒนาที่ดิน

สุภา อุ่นสกุล (2549) ได้ทำการทดลองนำเศษอาหารมาหมัก โดยวิธีใส่ลงในถังพลาสติกขนาด 10 ลิตร ที่มีกระถางรองก้นเพื่อมิให้น้ำขัง แล้วเปรียบเทียบระหว่าง 3 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มควบคุมไม่เติมอะไรเลย 2) กลุ่มที่เติม ปุ๋ยคอก 100 กรัมต่อเศษอาหาร 1 กิโลกรัม และกลุ่มที่ 3 เติมหัวเชื้อปุ๋ยหมัก 100 กรัมต่อเศษอาหาร 1 กิโลกรัม พบว่า เศษอาหารที่หมักด้วยหัวเชื้อปุ๋ยหมัก ย่อยสลายได้เร็ว (2 สัปดาห์) และ ไม่มีกลิ่นรบกวน รองลงมาคือกลุ่มที่หมักด้วยปุ๋ยคอก (3 สัปดาห์) และกลุ่มควบคุม (5 สัปดาห์) ตามลำดับ แต่ทั้ง 2 กลุ่มนี้มีกลิ่นเหม็นเน่า จากการส่งตัวอย่างปุ๋ยที่หมักด้วยหัวเชื้อ ไปที่กรมวิทยาศาสตร์บริการพบว่า ประกอบด้วยธาตุอาหาร ไนโตรเจน ร้อยละ 2.5 ฟอสเฟตทั้งหมด ร้อยละ 2.1 ฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์คำนวณเป็น ร้อยล่ะ 1.9 โพแทสเซียมที่ละลายน้ำคำนวณเป็น ร้อยละ 0.2 คาร์บอนร้อยละ 40.3 อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน 16:1

นิวัตร ธาตุอินจันทร์ (2557) ได้ศึกษาการผลิตปุ๋ยหมักเศษอาหาร โดยอาศัยการย่อยสลายเศษอาหารที่เกิดจากจุลินทรีย์ ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ 1) เศษอาหาร เป็นเศษอาหารที่เหลือจากการบริโภคในครัวเรือน เศษอาหารที่เหลือหรือเสียจากร้านอาหาร โรงอาหารเช่น เศษข้าว เปลือกผลไม้ เปลือกไข่ กระดาษชำระ ก้างปลา เศษหมู ขนมปัง ฯลฯ หากเศษอาหารที่มีขนาดใหญ่ควรสับให้มีขนาดเล็กลงเสียก่อน เศษอาหารที่ใช้เฉพาะในส่วนที่เป็นกาก ควรแยกน้ำที่อยู่ในเศษอาหารออกก่อน 2) จุลินทรีย์ ต้องเป็นจุลินทรีย์ประเภทที่ใช้ออกซิเจน เนื่องจากจุลินทรีย์ประเภทนี้จะไม่ส่งกลิ่นเหม็นไม่ก่อให้เกิดน้ำเสีย แหล่ง จุลินทรีย์ที่หาได้ง่ายและมีความเหมาะสมคือมีอยู่ในมูลสัตว์ทุกชนิด

เช่น มูลโค มูลไก่ มูลม้า มีจำนวนจุลินทรีย์มาก หลายประเภท เช่น รา แบคทีเรีย ช่วยให้กระบวนการย่อยสลายของเศษอาหารกลายเป็นปุ๋ยหมักเร็วขึ้น มีธาตุไนโตรเจนที่มีความจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตและสร้างเซลล์ของจุลินทรีย์ด้วย 3) ใบไม้ เศษของใบไม้จะช่วยให้เศษอาหารมีความโปร่งพรุน ไม่อัดแน่นเกินไป มีธาตุคาร์บอนที่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตและสร้างเซลล์ของจุลินทรีย์ จากการวิจัยทั้ง 3 ส่วนนี้พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมคือ 1:1:1 โดยปริมาตร

เฉลิมชัย แพะคำ และคณะ (2557) ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติและธาตุอาหารหลักของพืชจากปุ๋ยหมักผักตบชวาที่ย่อยสลาย โดยเชื้อรา Trichoderma sp. ไอโซเลท UPPY19 โดยทำการหมักและสุ่มเก็บตัวอย่างปุ๋ยหมักผักตบชวา (10, 20, 30, 40,50 และ 60 วัน) พบว่า ความเป็นกรด-ด่าง ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณอินทรียวัตถุ อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณของธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ธาตุโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ มีค่าเท่ากับ 9.00, 5.00 ds/m, 52.73%, 47.29, 21.03 g/kg, 46.65 mg/kg และ 33.67 mg/kg ตามลำดับ

Sotiropoulos et al. (2015) ได้เสนอแนวทางใหม่ในการจัดการเศษอาหารจากครัวเรือนโดยใช้กระบวนการดีไฮเดรชั่นด้วยเครื่องขนาดเล็กที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ดำเนินการทดลองโดยศึกษาในกรุงเอเธนส์จำนวน 25 ครัวเรือน เป็นระยะเวลา 8 เดือน ผลการศึกษาพบว่า กระบวนการดีไฮเดรชั่นสามารถลดความชื้นของเศษอาหารได้ถึงร้อยละ 70 โดยปริมาตร และเศษอาหารที่ผ่านกระบวนการแล้ว สามารถลดปัญหาเรื่องกลิ่น ง่ายต่อการจัดการ และลดความถี่ในการเก็บรวบรวมไปทิ้ง ในด้านคุณสมบัติของวัสดุที่ได้พบว่าสามารถเป็นทางเลือกในการนำไปแปรรูปเป็นวัตถุที่มีมูลค่าเพิ่มและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ไบโอเอทานอล ไบโอแกส พลังงาน หรือปุ๋ยอินทรีย์ ได้เป็นอย่างดี

อัญชณา อุประกูล และคณะ (2563) ได้ทำการศึกษาตู้อบผักตบชวาด้วยลมร้อน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิ และเวลาที่มีผลต่ออัตราการ อบแห้ง และพลังงานที่ใช้ในกระบวนการไล่ความชื้นจากผักตบชวา พบว่า ตู้อบด้วยลมร้อนที่คณะผู้วิจัยพัฒนาขึ้นสามารถทำการกำจัดความชื้นออกจากผักตบชวาแทนการตากแดดซึ่งเป็นกระบวนการที่ใช้เวลาในการกำจัดความชื้นนาน ดังนั้นการใช้ตู้อบลมร้อนสามารถลดระยะเวลาในการกำจัดความชื้นลงและสามารถทำการอบแห้งได้ในทุกช่วงสภาวะอากาศ โดยในการวิจัยได้ศึกษาอุณหภูมิ 3 ช่วงอุณหภูมิคือ 40°C, 50°C และ 60°C และเวลาที่ศึกษาในการอบที่ 4, 5 และ 6 ชั่วโมง จากผลการศึกษาพบว่าทั้งอุณหภูมิและเวลามีผลต่อการอัตราการอบแห้ง โดยสภาวะที่เหมาะสมในการอบไล่ความชื้นของผักตบชวา พบว่าอุณหภูมิ 50°C และเวลาที่ใช้ในการอบอยู่ที่ 4 ชั่วโมง ได้ผักตบชวาไม่แห้งกรอบเกินไปโดยเหมาะสำหรับการนำไปทำเครื่องจักรสาน

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการ

3.1 รูปแบบงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยทดลอง (Experimental research) ดำเนินการ ณ ห้องปฏิบัติการสาขาวิชาวิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และห้องปฏิบัติการฝ่ายดินด้านวิทยาศาสตร์ สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน ตัวอย่างเศษอาหารได้มาจาก โรงอาหารศูนย์พระนครเหนือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ตัวอย่างผักตบชวาได้มาจาก หมู่บ้านพฤกษา 3 ตำบลพิมลราช อำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี ดำเนินการทดลองโดยเปรียบเทียบข้อมูลการวิเคราะห์ชุดทดลองกับชุดควบคุม โดยในทุกการทดลองดำเนินการ 3 ซ้ำ เพื่อค่าเฉลี่ยของข้อมูล

3.2 อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย

3.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

3.2.1.1 เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง

3.2.1.2 เครื่องชั่งแบบหยาบ

3.2.1.3 เครื่องตู้อบลมร้อน ยี่ห้อ Memmert รุ่น UFE 6006

3.2.1.4 บีกเกอร์

3.2.1.5 ขวดชมพู่

3.2.1.6 กระบอกตวง

3.2.1.7 pH meter

3.2.1.8 EC soil meter

3.2.2 สารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย

3.2.2.1 Ammonium fluoride solution

3.2.2.2 Hydrochloric acid solution

3.2.2.3 Standard potassium dihydrogen phosphate Solution

3.2.2.4 Potassium antimony solution

3.2.2.5 Ammonium molybdate solution

3.2.2.6 Ascorbic acid solution

3.2.2.7 Dinitrophenol

3.2.2.8 Catalyst mixture

3.2.2.9 Na_2SO_4

3.2.2.10 Boric acid – indicator solution

3.2.2.11 Methyl red

3.2.2.12 ethanol

3.2.2.13 Sodium hydroxide

3.2.2.14 Na_2CO_3

3.2.2.15 Ammonium acetate

3.2.2.16 Gracial acetic

3.2.2.17 EDTA

3.2.2.18 Eriochrome black

3.2.2.19 $K_2Cr_2O_7$

3.2.2.20 $FeSO_4$

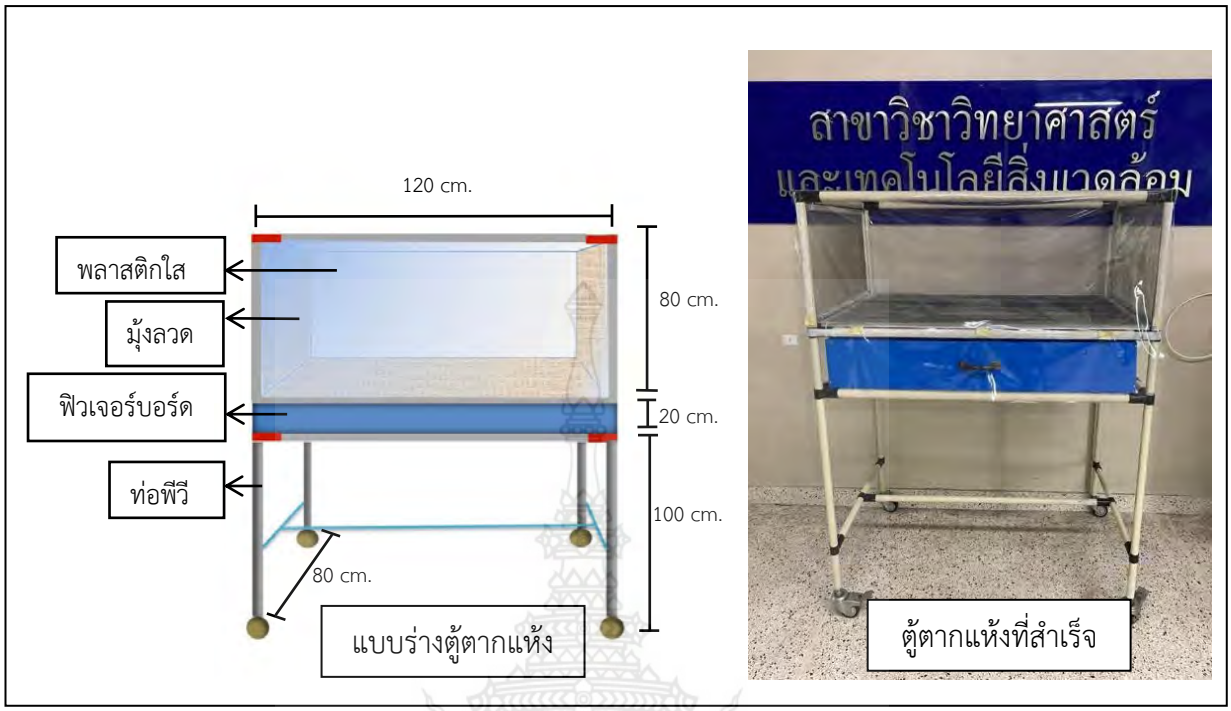
3.2.2.21 Diphenylamine

3.2.2.22 H_3PO_4

3.3 ขั้นตอนการวิจัย

3.3.1 การออกแบบและจัดทำตู้ตากแห้ง

ดำเนินการออกแบบและจัดทำตู้ตากแห้ง ซึ่งเป็นตู้สำหรับกรรมวิธีดีไฮเดรชั่นเบื้องต้น เพื่อลดความชื้นออกจากตัวอย่างเศษอาหาร โดยอาศัยความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์และกระแสลมระเหยความชื้นออกจากตัวอย่าง ซึ่งในการออกแบบและจัดทำตู้เน้นวัสดุที่จัดทำได้ง่าย เช่น ท่อพีวีซี มุ้งลวด และพลาสติกใส ออกแบบตามลักษณะโปร่งสามารถกันแมลงเข้าไปวางไข่และมีถาดรับรองน้ำจากเศษอาหาร **ดังภาพ 3.1**



ภาพ 3.1 ตู้ตากแห้งที่ใช้ในการทดลอง

3.3.2 การเตรียมตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

3.3.2.1 การเตรียมตัวอย่างเศษอาหาร

เก็บเศษอาหารจากโรงอาหารศูนย์พระนครเหนือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จำนวน 4 กิโลกรัม กรองเศษอาหารด้วยตะกร้าแล้วนำมาตากแดดที่ตู้ตากแห้งเป็นเวลา 2 วัน เพื่อให้ตัวอย่างเกิดกระบวนการดีไฮเดรชั่นเบื้องต้น **ดังภาพ 3.2**

ภาพ 3.2 การตากเศษอาหารด้วยตู้ตากแห้ง

3.3.2.2 การเตรียมตัวอย่างผักตบชวา

ผักตบชวาที่ใช้ในการศึกษาเป็นตัวอย่างที่ได้มาจาก หมู่บ้านพฤกษา 3 ตำบลพิมลราช อำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี ดำเนินการเตรียมตัวอย่างโดยนำผักตบชวาที่ล้างทำความสะอาดแล้วนำมาสับให้มีขนาด 1 นิ้ว และทำการตากเพื่อลดความชื้นเบื้องต้นเป็นระยะเวลา 5 วัน **ดังภาพ 3.3**

ภาพ 3.3 การตากผักตบชวา

3.3.3 การศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการแปรสภาพเศษอาหารและผักตบชวาเป็นวัสดุปรับปรุงดิน

นำเศษอาหารที่ผ่านการตาก 2 วัน และผักตบชวาที่ผ่านการตาก 5 วัน ไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 150 องศาเซลเซียส และ 200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 2 ชั่วโมง และ 3 ชั่วโมง ตามลำดับ (ดังตารางภาคผนวก ก) จากนั้นนำน้ำหนักหลังการอบมาคำนวณหาความชื้นภายหลังการอบ แล้วพิจารณาเลือกอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมสำหรับการแปรสภาพจากค่าความชื้นที่หายไปและลักษณะของวัสดุที่ได้ โดยนำตัวอย่างที่เหมาะสมได้จากการทดลองนี้จะถูกนำไปใช้ในขั้นตอนต่อไป

3.3.4 การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในเศษอาหารและผักตบชวา

เมื่อได้ตัวอย่างเศษอาหารและผักตบชวาจากข้อ 3.3.3 ที่มีลักษณะทางกายภาพที่เหมาะสมสำหรับการนำไปเป็นวัสดุปรับปรุงดินให้นำตัวอย่างไปวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลักของพืช คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม **ดังตาราง 3.1**

3.3.5 การทดสอบผลการปรับปรุงคุณภาพดินด้วยเศษอาหารและผักตบชวา

ทำการเก็บตัวอย่างดิน เพื่อนำมาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและทางเคมี และใช้ในการทดลองโดยเตรียมดินที่เก็บจากพื้นที่ ตำบลไทรม้า อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี ตามขั้นตอนในภาคผนวก ข นำตัวอย่างดินก่อนการทดลองไปวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ **ดังตาราง 3.1** หลังจากนั้นนำตัวอย่างดิน 3 กิโลกรัม เศษอาหารและผักตบชวาที่ผ่านการแปรสภาพแล้วอย่างละ 1 กิโลกรัม มาคลุกเค้าให้เป็นเนื้อเดียวกันเก็บไว้ในภาชนะที่ปิดฝาสนิทเป็นเวลา 7 วัน แล้วนำตัวอย่างดินหลังการปรับปรุงมาวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ **ดังตาราง 3.1**

ตาราง 3.1 ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้วิเคราะห์ตัวอย่าง

พารามิเตอร์	**วิธีการวิเคราะห์**	**หน่วย**
ความเป็นกรด-ด่าง	pH meter	-
ความนำไฟฟ้า	Electrical conductivity meter	mS/cm
ความชื้น	Drying meter	ร้อยละ
ปริมาณอินทรียวัตถุ	Walkley and Black	ร้อยละ
ไนโตรเจนทั้งหมด	Macro - Kjeldahl	mg/kg
ฟอสฟอรัสทั้งหมด	Digest & Ascorbic	mg/kg
โพแทสเซียมทั้งหมด	AA - Direct	mg/kg

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการอภิปรายผล

การผลิตวัสดุปรับปรุงดินจากเศษอาหารและผักตบชวาด้วยกรรมวิธีดีไฮเดรชั่น ได้แบ่งวิธีการศึกษาออกเป็น 2 ส่วนคือ 1) การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการแปรสภาพ เศษอาหารและผักตบชวา และ 2) การทดสอบความสามารถของเศษอาหารและผักตบในการปรับปรุงคุณภาพดิน โดยมีผลการศึกษาดังนี้

4.1 ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการแปรสภาพเศษอาหารและผักตบชวาด้วยกรรมวิธีดีไฮเดรชั่น

การอบเศษอาหารและผักตบชวาเป็นกระบวนการสำคัญในการแปรสภาพไปเป็นวัสดุปรับปรุงดิน เนื่องจากเป็นกระบวนการที่ช่วยลดระยะเวลาในการกำจัดความชื้นและสามารถทำช่วยยับยั้งจุลินทรีย์ไม่ให้เจริญเติบโตจนเป็นเหตุให้เกิดความเน่าเสีย โดยงานวิจัยได้ศึกษาอุณหภูมิการแปรสภาพที่ คือ 100 องศาเซลเซียส 150 องศาเซลเซียส และ 200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 2 ชั่วโมง และ 3 ชั่วโมง ตามลำดับ ผลการศึกษา ดัง**ตาราง 4.1** และ **ตาราง 4.2** ตามลำดับ

ตาราง 4.1 ค่าเฉลี่ยร้อยละน้ำหนักคงเหลือของเศษอาหารจากการแปรสภาพที่อุณหภูมิและเวลาแตกต่างกัน (n = 3)

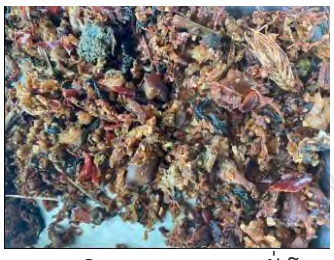
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ระยะเวลา (ชั่วโมง)		
	1	2	3
100	98	94	90
150	96	92	88
200	90	74	64

ตาราง 4.2 ค่าเฉลี่ยร้อยละปริมาณความชื้นของผักตบชวาจากการแปรสภาพอุณหภูมิและเวลาแตกต่างกัน (n = 3)

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ระยะเวลา (ชั่วโมง)		
	1	2	3
100	90	86	82
150	84	80	76
200	72	60	38

จาก**ตาราง 4.1 และ 4.2** พบว่า เมื่อแปรสภาพเศษอาหารและผักตบชวาด้วยอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะทำให้ปริมาณค่าเฉลี่ยร้อยละน้ำหนักคงเหลือลดลงและเมื่อใช้ระยะเวลาการอบที่นานขึ้นก็ยิ่งทำให้ปริมาณค่าเฉลี่ยร้อยละปริมาณน้ำหนักคงเหลือยิ่งลดลง กล่าวคือ มีความแห้งเพิ่มมากขึ้นมวลสูญหายไปมากขึ้น โดยลักษณะของวัสดุที่ได้จากกระบวนการดีไฮเดรชั่นของเศษอาหารที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ยังคงมีร้อยละน้ำหนักคงเหลือสูงเกินกว่าร้อยละ 80 อีกทั้งทำให้เศษอาหารยังเปียกโดยเฉพาะส่วนที่ยังอยู่ภายใน ขณะที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียสทำให้เศษอาหารมีปริมาณน้ำหนักคงเหลือต่ำกว่าร้อยละ 75 ขณะที่การอบเป็นระยะเวลานานกว่า 1 ชั่วโมงทำให้เศษอาหารบางส่วนไหม้เกรียมมีกลิ่นฉุน เมื่อพิจารณาจากลักษณะทางกายภาพของเศษอาหารในภาพรวม (ดังภาพ 4.1) พบว่า อุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการแปรสภาพเศษอาหารด้วยกรรมวิธีดีไฮเดรชั่น คือ อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง ซึ่งจะทำให้วัสดุมีลักษณะมีสีน้ำตาลแห้งกรอบ ปริมาณน้ำหนักคงเหลืออยู่ที่ร้อยละ 80

สำหรับลักษณะของวัสดุที่ได้จากผักตบชวา พบว่า จากกระบวนการดีไฮเดรชั่นของผักตบชวา โดยลักษณะของวัสดุที่ได้จากกระบวนการดีไฮเดรชั่นของผักตบชวาที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ยังคงมีร้อยละน้ำหนักคงเหลือสูงเกินกว่าร้อยละ 80 อีกทั้งทำให้ผักตบชวายังมีความชื้นไม่แห้งสนิท ขณะที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส ทำให้เศษอาหารมีปริมาณน้ำหนักคงเหลือต่ำกว่าร้อยละ 40 ขณะที่การอบเป็นระยะเวลานานกว่า 2 ชั่วโมง ทำให้ผักตบชวามีความแห้ง และกรอบ เมื่อพิจารณาจากลักษณะทางกายภาพของผักตบชวาในภาพรวม (ดังภาพ 4.2) พบว่า อุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการแปรสภาพเศษอาหารด้วยกรรมวิธีดีไฮเดรชั่น คือ อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง ซึ่งจะทำให้วัสดุมีลักษณะมีสีน้ำตาลเข้ม แห้งกรอบ ปริมาณน้ำหนักคงเหลืออยู่ที่ร้อยละ 40

 อุณหภูมิ 100 ℃ เวลา 1 ชั่วโมง ลักษณะทางกายภาพ: วัสดุแห้งเป็นบางส่วน ยังมีความชื้นสูงมาก	 อุณหภูมิ 100 ℃ เวลา 2 ชั่วโมง ลักษณะทางกายภาพ: วัสดุแห้งเป็นบางส่วน ความชื้นสูง	 อุณหภูมิ 100 ℃ เวลา 3 ชั่วโมง ลักษณะทางกายภาพ: วัสดุแห้งแต่ยังมีความเหนียว ความชื้นสูง
 อุณหภูมิ 150 ℃ เวลา 1 ชั่วโมง ลักษณะทางกายภาพ: วัสดุแห้งแต่ยังมีความเหนียว ความชื้นเริ่มน้อย	 อุณหภูมิ 150 ℃ เวลา 2 ชั่วโมง ลักษณะทางกายภาพ: วัสดุแห้งทั่วเกือบทั้งหมด มีความกรอบ ความชื้นน้อย	 อุณหภูมิ 150 ℃ เวลา 3 ชั่วโมง ลักษณะทางกายภาพ: วัสดุแห้งมีความกรอบแต่เริ่มไหม้เป็นบางส่วน ความชื้นน้อย
 อุณหภูมิ 200 ℃ เวลา 1 ชั่วโมง ลักษณะทางกายภาพ: วัสดุเริ่มไหม้บริเวณขอบ ตรงกลางแห้งแต่มีความเหนียวและมีความชื้น	 อุณหภูมิ 200 ℃ เวลา 2 ชั่วโมง ลักษณะทางกายภาพ: วัสดุเริ่มไหม้บริเวณขอบ ตรงกลางแห้งแต่มีความเหนียวและมีความชื้น	 อุณหภูมิ 200 ℃ เวลา 3 ชั่วโมง ลักษณะทางกายภาพ: วัสดุเริ่มไหม้มากขึ้น ตรงกลางแห้งแต่ยังมี

ภาพ 4.1 ลักษณะทางกายภาพของเศษอาหารที่ผ่านการแปรสภาพด้วยอุณหภูมิและระยะเวลาที่แตกต่างกัน

 อุณหภูมิ 100 ℃ เวลา 1 ชั่วโมง ลักษณะทางกายภาพ: วัสดุไม่แห้ง มีความชื้นสูงมาก	 อุณหภูมิ 100 ℃ เวลา 2 ชั่วโมง ลักษณะทางกายภาพ: วัสดุไม่แห้ง มีความชื้นสูงมาก	 อุณหภูมิ 100 ℃ เวลา 3 ชั่วโมง ลักษณะทางกายภาพ: วัสดุเริ่มแห้งบางส่วน แต่ยังมีความเหนียวและมีความชื้นสูง
 อุณหภูมิ 150 ℃ เวลา 1 ชั่วโมง ลักษณะทางกายภาพ: วัสดุเริ่มแห้ง มีความชื้นสูง	 อุณหภูมิ 150 ℃ เวลา 2 ชั่วโมง ลักษณะทางกายภาพ: วัสดุเริ่มแห้ง มีความชื้นสูง	 อุณหภูมิ 150 ℃ เวลา 3 ชั่วโมง ลักษณะทางกายภาพ: วัสดุเริ่มแห้งทั่วเกือบทั้งหมดแต่ยังมีความเหนียวและมีความชื้นลดลง
 อุณหภูมิ 200 ℃ เวลา 1 ชั่วโมง ลักษณะทางกายภาพ: วัสดุเริ่มแห้งกรอบบางส่วน ความชื้นลดลง	 อุณหภูมิ 200 ℃ เวลา 2 ชั่วโมง ลักษณะทางกายภาพ: วัสดุเริ่มแห้งกรอบ ความชื้นลดลงมาก	 อุณหภูมิ 200 ℃ เวลา 3 ชั่วโมง ลักษณะทางกายภาพ: วัสดุแห้งกรอบทั้งหมด ความชื้นลดลงมาก

ภาพ 4.2 ลักษณะทางกายภาพของผักตบชวาที่ผ่านการแปรสภาพด้วยอุณหภูมิและระยะเวลาที่แตกต่างกัน

4.2 ผลการทดสอบความสามารถของเศษอาหารและผักตบชวาในการปรับปรุงคุณภาพดิน

4.2.1 ค่าความชื้นดิน

การทดสอบความสามารถของเศษอาหารและผักตบชวาในการปรับปรุงคุณภาพดิน พิจารณาจากค่าความชื้นได้ผลการศึกษาดังนี้ ดินก่อนปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยความชื้นร้อยละ 4.01 และดินหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยความชื้นร้อยละ 4.05 ผลที่ได้แสดง**ดังตารางที่ 4.3**

ตาราง 4.3 ค่าเฉลี่ยความชื้นของตัวอย่างดินก่อนและหลังการปรับปรุงคุณภาพด้วยเศษอาหารและผักตบชวา

ตัวอย่างดิน	ค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้น (ร้อยละ)
ดินก่อนปรับปรุง	4.01
ดินหลังปรับปรุง	4.05

จาก**ตาราง 4.3** จะเห็นได้ว่า ดินก่อนและหลังปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยความชื้น เท่ากับร้อยละ 4.01 และ 4.05 ตามลำดับ จากค่าข้างต้นแสดงให้เห็นว่าวัสดุปรับปรุงดินด้วยเศษอาหารและผักตบชวาทำให้ค่าความชื้นเปลี่ยนแปลงขึ้นในปริมาณเล็กน้อย

4.2.2 ค่าความเป็นกรด – ด่าง

การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด - ด่างในดินจะแสดงให้เห็นถึงสมบัติที่มีอิทธิพลต่อขบวนการทางเคมีและชีวภาพในดินที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของพืช ผลการวิเคราะห์แสดงดัง**ตาราง 4.4**

ตาราง 4.4 ค่าเฉลี่ย pH ก่อนและหลังการปรับปรุงคุณภาพดินด้วยเศษอาหารและผักตบชวา

ตัวอย่างดิน	ค่าความเป็นกรด - ด่าง
ดินก่อนปรับปรุง	5.2
ดินหลังปรับปรุง	5.4

จาก**ตาราง 4.4** พบว่า ธาตุอาหารดินก่อนปรับปรุงคุณภาพดินมีค่าความเป็นกรด - ด่าง เท่ากับ 5.2 ซึ่งอยู่ในระดับความเป็นกรด ดินเหลังปรับปรุงคุณภาพดินมีค่าความเป็นกรด - ด่าง เท่ากับ 5.4 ซึ่งมีสภาพเป็นกรดเช่นกัน ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าวัสดุปรับปรุงดินจากเศษอาหารและผักตบชวาทำให้ค่าความเป็นกรด - ด่าง เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น แต่มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย

4.2.3 การนำไฟฟ้าในดิน

การวิเคราะห์การนำไฟฟ้าในดินเป็นการประเมินปริมาณเกลือที่ละลายได้ของดิน ซึ่งค่าที่ได้ใช้เป็นตัวกำหนดระดับความเค็มของดิน หรือไอออนของธาตุอาหารที่ละลายในดินก่อนและหลังปรับปรุงดิน แสดงได้ดังตาราง 4.5

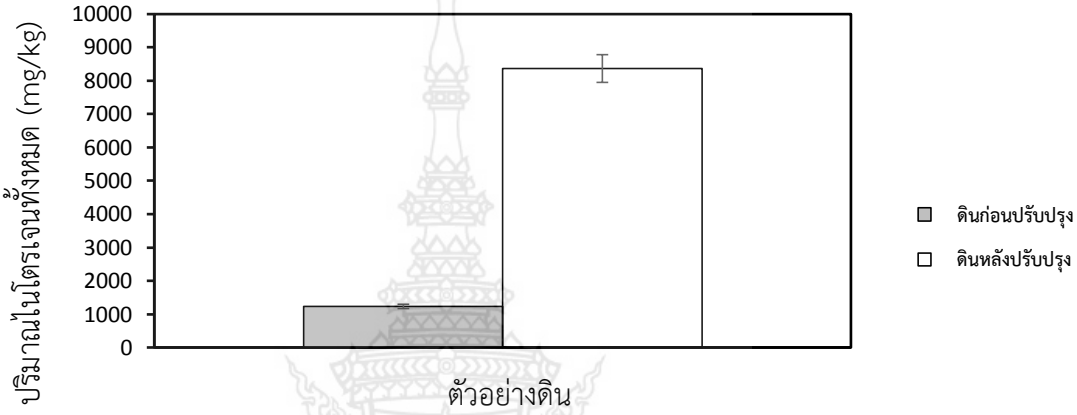
ตาราง 4.5 ค่าการนำไฟฟ้าก่อนและหลังการปรับปรุงคุณภาพดินด้วยเศษอาหารและผักตบชวา

ตัวอย่างดิน	ค่าเฉลี่ยการนำไฟฟ้า (mS/cm)
ดินก่อนปรับปรุง	0.72
ดินหลังปรับปรุง	14.78

จาก**ตาราง 4.5** พบว่า ดินก่อนปรับปรุงคุณภาพดินมีความสามารถในการนำไฟฟ้าเท่ากับ 0.72 mS/m ซึ่งไม่มีความเค็ม หลังปรับปรุงคุณภาพดินด้วยเศษอาหารและผักตบชวาเท่ากับ 14.78 mS/m ซึ่งมีความเค็มมาก ผลดังกล่าวทำให้ทราบว่า หลังการปรับปรุงด้วยเศษอาหารและผักตบชวาทำให้การนำไฟฟ้าของดินเพิ่มขึ้นและทำให้ความเค็มเพิ่มขึ้นด้วย

4.2.4 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด

ไนโตรเจนทั้งหมดเป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการเพื่อเพิ่มปริมาณโปรตีนให้แก่พืช ช่วยให้พืชมีสีเขียวเร่งการเจริญเติบโตทางใบและลำต้น ซึ่งในการทดลองได้ทำการเปรียบเทียบว่าการเติมเศษอาหารมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินหรือไม่ ซึ่งผลการศึกษาแสดง**ดังภาพ 4.3**

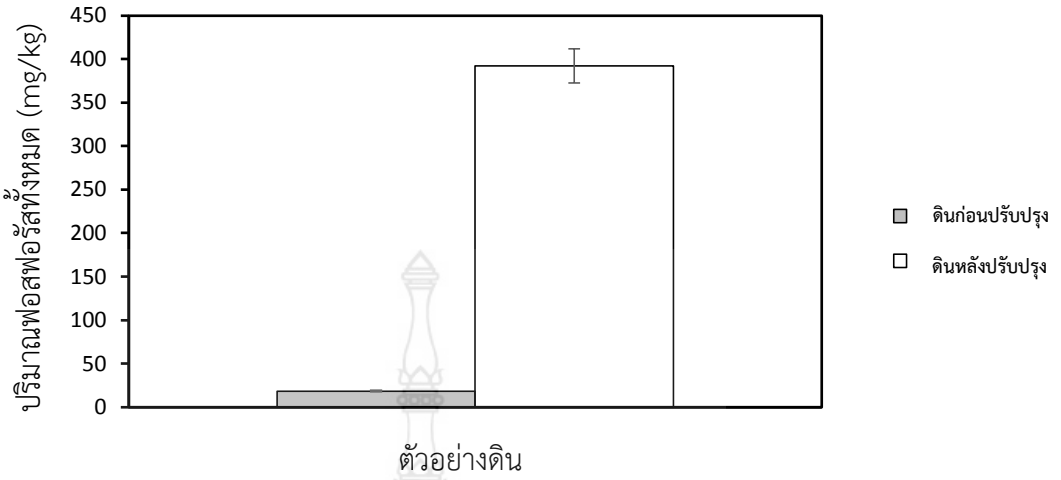


ภาพ 4.3 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในตัวอย่างดิน

จาก**ภาพ 4.3** พบว่า ดินก่อนและหลังปรับปรุงด้วยเศษอาหารและผักตบชวามีค่าไนโตรเจนทั้งหมด คือ 1243 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และ 8365 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าเศษอาหารและผักตบชวามีผลทำให้ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินเพิ่มขึ้นอย่างมาก โดยในการทดลองพบว่าเพิ่มขึ้นประมาณ 8 เท่า

4.2.5 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด

ฟอสฟอรัสทั้งหมดเป็นธาตุที่พืชต้องการเป็นอย่างมาก เพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตของรากพืช และช่วยเร่งการสุกแก่ของพืชให้เร็วขึ้น เร่งการออกดอกและการสร้างเมล็ดพืช ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินก่อนและหลังการปรับปรุงแสดง**ดังภาพ 4.2**

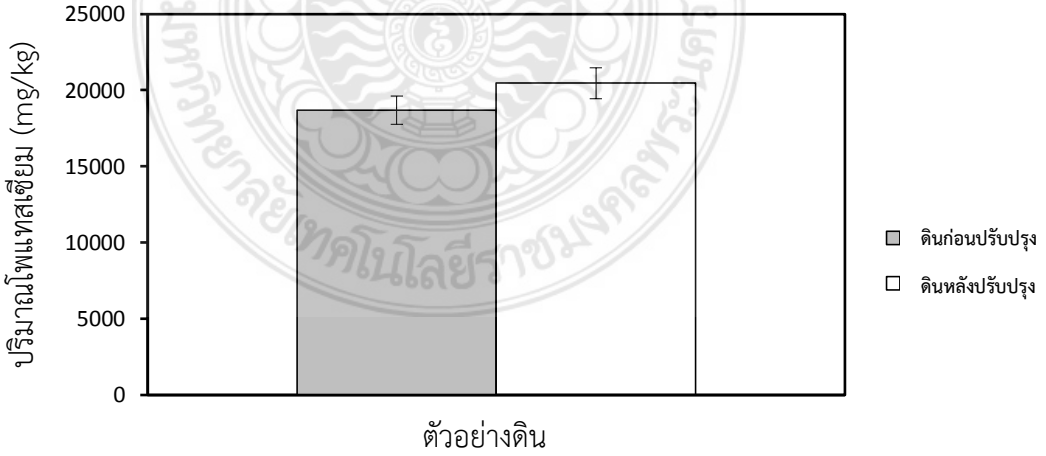


ภาพ 4.4 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในตัวอย่างดิน

จาก**ภาพ 4.4** ดินก่อนและหลังปรับปรุงด้วยเศษอาหารและผักตบชวา พบว่ามีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด คือ 18.4 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และ 392 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ แสดงให้เห็นได้ว่าค่าปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดเพิ่มขึ้นอย่างมาก โดยในการทดลองเพิ่มขึ้นประมาณ 16 เท่า

4.2.6 ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด

โพแทสเซียมทั้งหมดเป็นธาตุอาหารหลักที่พืชต้องการใช้ในการช่วยสังเคราะห์แป้งและน้ำตาลในพืช ช่วยเคลื่อนย้ายแป้งและน้ำตาลจากใบไปสู่ผล และช่วยให้ผลเจริญเติบโตเร็วต้านทานต่อโรคและแมลง อีกทั้งยังควบคุมระบบหายใจและการเปิดปิดใบของพืช ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดดินก่อนและหลังการปรับปรุงดิน แสดงดัง**ภาพ 4.5**

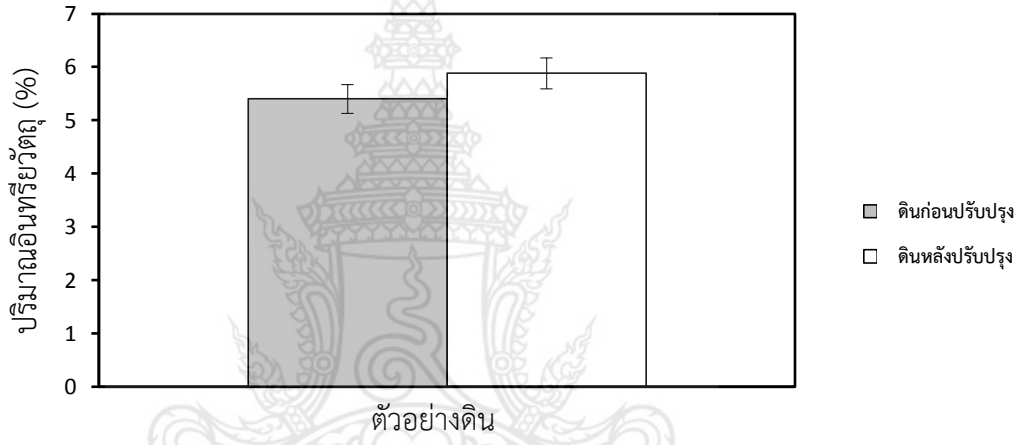


ภาพ 4.5 ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดในตัวอย่างดิน

จาก**ภาพ 4.5** ดินก่อนและหลังปรับปรุงด้วยเศษอาหารและผักตบชวา พบว่ามีปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด 18692 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และ 20458 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ แสดงให้เห็นได้ว่าค่าปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดเพิ่มขึ้นอย่างมาก โดยในการทดลองเพิ่มขึ้นประมาณ 1 เท่า

4.2.7 ปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic Matter)

อินทรียวัตถุในดิน มีความสำคัญต่อการปลูกพืชเนื่องจากเป็นที่สะสมธาตุอาหารพืช และยังทำให้ดินมีการถ่ายเทอากาศ อุ้มน้ำได้ดี ผลการวิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน แสดงดัง **ภาพ 4.6**



ภาพที่ 4.6 ปริมาณอินทรียวัตถุในตัวอย่างดิน

จาก**ภาพ 4.6** ดินก่อนและหลังปรับปรุงด้วยเศษอาหารและผักตบชวา พบว่าปริมาณอินทรียวัตถุก่อนปรับปรุงร้อยละ 5.40 และหลังปรับปรุงร้อยละ 5.88 ตามลำดับ ตามลำดับ แสดงให้เห็นได้ว่าค่าปริมาณอินทรียวัตถุทั้งหมดเพิ่มขึ้น แต่มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย

4.3 การอภิปลายผลการทดลอง

4.9.1 ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการแปรสภาพเศษอาหารและผักตบชวาด้วยกรรมวิธีดีไฮเดรชั่น

จากการวิเคราะห์เศษอาหารและผักตบชวาที่อุณหภูมิต่าง ๆ คือ 100 องศาเซลเซียส 150 องศาเซลเซียส และ 200 องศาเซลเซียส ผลการศึกษาอุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการแปรสภาพเศษอาหารด้วยกรรมวิธีดีไฮเดรชั่น คือ อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง และอุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการแปรสภาพเศษอาหารด้วยกรรมวิธีดีไฮเดรชั่น คือ อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง การอบด้วยอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะได้ปริมาณความชื้นที่แตกต่างกัน หากมีการใช้อุณหภูมิที่สูงมากก็จะยิ่งมีการสิ้นเปลืองพลังงานมาก จึงอาจจำเป็นที่จะต้องมีการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนเพื่อใช้พิจารณาว่าอุณหภูมิเท่าใดจึงจะเหมาะสมที่สุดในการผลิต

4.9.2 ผลการทดสอบความสามารถของเศษอาหารและผักตบชวาในการปรับปรุงคุณภาพดิน

4.9.2.1 ค่าความชื้น

จากผลการทดลองนี้พบว่าทำให้ค่าความชื้นของคงที่เป็นเช่นนี้อาจมีสาเหตุมาจากดินก่อนปรับปรุงมีความชื้นเบื้องต้นที่ดี ดังนั้นเมื่อเติมเศษอาหารและผักตบชวาเพื่อปรับปรุงดินไม่เพิ่มหรือลดปริมาณความชื้นของดินแสดงให้เห็นว่าวัสดุปรับปรุงดินจากเศษอาหารและผักตบชวาค่าความชื้นเปลี่ยนแปลงขึ้นในปริมาณเล็กน้อย

4.9.2.3 ค่าความเป็นกรด - ด่าง

เมื่อเติมวัสดุปรับปรุงดินจากเศษอาหารและผักตบชวาลงในตัวอย่างดิน จะไม่ทำให้การเติมวัตถุที่มีองค์ประกอบของเศษอาหารและผักตบชวาลงไปในดินจะทำให้ค่าความเป็นกรด - ด่างของดินไม่มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งจากการทดลองพบว่า ดินทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงด้วยวัสดุปรับปรุงดิน ค่าความเป็นกรด - ด่าง เพิ่มขึ้นเล็กน้อยและเมื่อเทียบค่าความเป็นกรด - ด่าง กับค่ามาตรฐานของกรมพัฒนาที่ดินพบว่าดินมีความเป็นกรด (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553)

4.9.2.4 การนำไฟฟ้าในดิน

จากการวิเคราะห์การนำไฟฟ้าในดินที่แสดงให้เห็นว่าดินหลังปรับปรุงมีค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากการวัดค่าการนำไฟฟ้าของดินเป็นการประเมินปริมาณเกลือที่ละลายได้ในดินซึ่งค่านี้สามารถใช้เป็นตัวกำหนดระดับความเค็มของดินได้ ดังนั้นหลังการปรับปรุงดินด้วยเศษอาหารและผักตบชวาทำให้การนำไฟฟ้าของดินเพิ่มขึ้นและทำให้ความเค็มเพิ่มขึ้นด้วย จึงเหมาะสมเพื่อใช้ในการปรังปรุงคุณภาพดินที่ใช้ในการปลูกพืชที่ทนความเค็มได้ดี

4.9.2.5 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด

จากการวิเคราะห์ไนโตรเจน แสดงให้เห็นว่าดินหลังจากปรับปรุงด้วยเศษอาหารและผักตบชวาแล้วมีค่าไนโตรเจนทั้งหมดเพิ่มขึ้นอย่างมาก เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานความสูงต่ำของค่าวิเคราะห์ทางเคมีของดินพบว่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์สูงมาก (กรมชลประทาน, 2563)

4.9.2.6 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด

จากผลการวิเคราะห์ซึ่งพบว่าวัสดุปรับปรุงดินมีค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดเพิ่มขึ้นอย่างมาก เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานความสูงต่ำของค่าวิเคราะห์ทางเคมีของดินพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์สูงมาก (กรมชลประทาน, 2563)

4.9.2.7 ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด

จากผลการวิเคราะห์ส่งผลให้ปริมาณ โพแทสเซียมทั้งหมดในดินเพิ่มขึ้นอย่างมาก เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานความสูงต่ำของค่าวิเคราะห์ทางเคมีของดินพบว่าปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์สูงมาก (กรมชลประทาน, 2563)

4.9.2.8 ปริมาณอินทรียวัตถุ

จากการวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์แสดงให้เห็นว่าดินก่อนและหลังการปรับปรุงมีค่าเพิ่มขึ้นในปริมาณน้อย เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานความสูงต่ำของค่าวิเคราะห์ทางเคมีของดินพบว่าปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในเกณฑ์สูง (กรมชลประทาน, 2563) จะเห็นได้ว่าการปรับปรุงดินเศษอาหารและผักตบชวามีผลต่อปริมาณธาตุอาหารหลักในดินทั้งไนโตรเจน โพแทสเซียม และฟอสฟอรัส ดังนั้นสามารถประยุกต์ใช้เศษอาหารและผักตบชวาเป็นวัสดุปรับปรุงดินเพื่อการปรับปรุงดินทางการเกษตรได้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยเรื่อง การผลิตวัสดุปรับปรุงดินจากเศษอาหารและผักตบชวาด้วนกรรมวิธีดีไฮเดรชั่น ซึ่งสามารถสรุปผลได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการแปรสภาพเศษอาหารและผักตบชวาด้วยกรรมวิธีดีไฮเดรชั่น

ผลของอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการแปรสภาพ พบว่า การอบเศษอาหารและผักตบชวาด้วยอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะทำให้ปริมาณค่าเฉลี่ยร้อยละน้ำหนักคงเหลือลดลง และเมื่อใช้ระยะเวลาการอบที่นานขึ้นก็ยิ่งทำให้ปริมาณค่าเฉลี่ยร้อยละปริมาณน้ำหนักคงเหลือยิ่งลดลงด้วย อุณหภูมิที่มีปริมาณความชื้นและเวลาเหมาะสมมากที่สุดในการนำมาปรับปรุงคุณภาพดินของเศษอาหารคือ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง สำหรับอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการนำมาปรับปรุงคุณภาพดินของผักตบชวา คือ 200 องศาเซลเซียสเวลา 3 ชั่วโมง

5.1.2 ผลการทดสอบความสามารถของเศษอาหารและผักตบชวาในการปรับปรุงคุณภาพดิน

จากการปรับปรุงคุณภาพดินด้วยเศษอาหารและผักตบชวา เพื่อเปรียบเทียบดินก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงค่าความชื้นก่อนและหลังการปรับปรุงมีค่าร้อยละ 4.01 และร้อยละ 4.05 ตามลำดับ ดังนั้นค่าความชื้นมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นในปริมาณน้อย และค่าความเป็นกรด - ด่าง ของการปรับปรุงดินก่อนและหลังการปรับปรับปรุง พบว่า ดินมีสภาวะเป็นกรด มีค่าความเป็นกรด - ด่าง เท่ากับ 5.2 และ 5.4 ตามลำดับ ส่วนค่าการนำไฟฟ้า พบว่า ดินก่อนและหลังการปรับปรุง มีค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นปริมาณมาก โดยมีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ที่ 0.72 mS/cm และ 14.78 mS/cm ตามลำดับ นอกจากนี้ปริมาณธาตุอาหารในดินก่อนและหลังการปรับปรุงด้วยเศษอาหารและผักตบชวา มีค่าปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเพิ่มขึ้นอย่างมากโดยมีค่า ไนโตรเจน เท่ากับ 1248 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และ 8365 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ มีค่าฟอสฟอรัส เท่ากับ 18.4 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และมีค่าโพแทสเซียม เท่ากับ 18692 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และ 20458 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนในปริมาณค่าอินทรียวัตถุดินก่อนและหลังการปรับปรุง พบว่า มีค่าปริมาณอินทรียวัตถุร้อยละ 5.04 และร้อยละ 5.88 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้น แต่มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ดังนั้นวัสดุปรับปรุงดินด้วยเศษอาหารและผักตบชวาด้วยกรรมวิธีดีไฮเดรชั่นจึงเหมาะสมในการปรับปรุงดินในลักษณะการเพิ่มธาตุอาหารในดิน

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในการศึกษาประสิทธิภาพในการปรับปรุงคุณภาพดินจากเศษอาหารและผักตบชวา ควรมีการศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของธาตุอาหารในดินเพิ่มเติม กล่าวคือ ควรเพิ่มเติมพารามิเตอร์ในส่วนของธาตุอาหารรองที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น แคลเซียมและแมกนีเซียม ความหนาแน่นของดิน เป็นต้น

5.2.2 ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมความแตกต่างของเศษอาหารและผักตบชวาต่อปริมาณธาตุอาหารในแต่ละอุณหภูมิ

5.2.3 ควรมีการปรับสัดส่วนการผสมของเศษอาหารหลังการแปรสภาพเนื่องจากค่าความนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นมากอาจเป็นเหตุทำให้ดินเค็มมากจนส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

5.2.4 ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงพลังงานที่ใช้ในการอบเศษอาหารและผักตบชวา เพื่อหาจุดคุ้มทุนในการผลิต

เอกสารอ้างอิง

กรมชลประทาน. 2563. **เกณฑ์มาตรฐานความสูงต่ำของค่าวิเคราะห์ทางเคมีของดิน.**

กรมพัฒนาที่ดิน. 2553. **กระบวนการวิเคราะห์ตรวจสอบดินทางเคมี.**

กรมพัฒนาที่ดิน. 2563 ก. **ข้อมูลการจัดการดิน.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://www.ldd.go.th, 23 กุมภาพันธ์ 2563.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2563 ข. **คำแนะนำการปรับปรุงบำรุงดิน เพื่อเพิ่มผลผลิตอย่างยั่งยืน.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://www.ldd.go.th, 23 กุมภาพันธ์ 2563.

กรมควบคุมมลพิษ. 2563. **ขยะมูลฝอย.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : www.pcd.go.th, 17 มกราคม 2563.

ข้อมูลการจัดการดิน. 2563. **การปรับปรุงดิน.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : www.ldd.go.th, 24 มกราคม 2563.

โครงการฝึกอบรมพัฒนาเกษตรอินทรีย์. 2551. **โครงการฝึกอบรมเกษตรอินทรีย์.**

จอมภัค คลังระหัด และคณะ. 2560. **ปัจจัยความสำเร็จสวนเกษตรของคนเมือง. การบริหารกิจการสาธารณะภายใต้ประเทศไทย** 4.0. : 813.

เฉลิมชัย แพะคำและคณะ. 2563. **การศึกษาปริมาณธาตุอาหารพืชจากปุ๋ยหมักผักตบชวาที่ย่อยสลาย.** แก่นเกษตร : 42

เดือนเด่น นิคมบริรักษ์. 2562. **การศึกษาแนวทางบริหารจัดการอาหารส่วนเกิน.** ผลงานวิจัยและรายงานบริหารจัดการอาหารส่วนเกิน. : 42 - 43

ทินพันธ์ เนตรแพ. 2558. **ชลธีวิทยา. สำนักพิมพ์แห้งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.**

นพพล เกตุประสาท. 2563. **ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://clgc.agri.kps.ku.ac.th, 23 กุมภาพันธ์ 2563.

นิวัตร ธาตุอินจันทร์. 2557. **การผลิตปุ๋ยหมักจากเศษอาหาร.** วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

ธเนศน์ นุ่มมั่น. 2559. **มลพิษจากอาหารเหลือ.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : https://www.posttoday.com, 9 กุมภาพันธ์ 2563.

ธันวดี ศรีธาวิรัตน์. 2547. **การศึกษากระบวนการปุ๋ยหมักจากเศษอาหารร่วมกับเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร.** วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.

ภูษิต โพธิแสง. 2563. **ผักตบชวา พืชพิสดาร กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : https://www.mhesi.go.th, 23 กุมภาพันธ์ 2563.

ระวิน สืบค้า. 2556. **เทคโนโลยีการลดความชื้น.** วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ปีที่ 23. ฉบับที่ 2. : 501 - 502

วุฒิพงษ์ ทวีวงศ์. 2563. **เกษตรกรรมใน: รูปแบบและประสบการณ์จากโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น ออนไลน์.** (ภาควิชาภูมิสถาปัตยกรรม) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริพร กาทอง. 2557. **การหาปริมาณธาตุอาหารหลักในปุ๋ยน้ำ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาดิน. 2562. **การเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์สำหรับการเพาะปลูก**. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์**.**

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 2559. **การตรวจวิเคราะห์และปรับปรุงดิน การควบคุมโรคพืช และการเก็บเมล็ดพันธุ์พืชพื้นบ้าน. การวิเคราะห์และปรับปรุงดินเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร.** กระทรวงอุดมการณ์ศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม.

สถาบันการวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย. 2562. **การศึกษาแนวทางบริหารจัดการอาหารส่วนเกินเพื่อลดปัญหาขยะอาหารที่เหมาะสมกับประเทศไทย.**

สรสิทธิ์. 2537. ดินและปุ๋ย. **การประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติ ครั้งที่ 5 ประจำปี 2560**

สุภา อุ่นสกุล. 2549. **การผลิตปุ๋ยหมักจากเศษอาหาร.** วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยราช-ภัฏวไลยอลงกรณ์.

อัชณา อุประกูลและคณะ. 2558. **การอบแห้งผักตบชวาโดยใช้ระบบปั๊มความร้อน.** วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ปีที่ 2. ฉบับที่ 1. : 35 – 36

อริสา รอดอ่วม. 2560. **เกษตรกรรมในเมือง.** วิทยานิพนธ์ทางสถาปัตยกรรม. มหาวิทยาลัยศรีปทุม.

อนุรัตน์ ศฤคารภาษิต. 2563. **ค่าความชื้นในดินที่เป็นประโยชน์ต่อพืช.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://www.arcims.tmd.go.th**,** 19 มกราคม 2563.

อาทิตยา พัฒนิบูลย์ และคณะ. 2557. **เทคโนโลยีการอบแห้ง.** ภาควิชาวิศวกรรมเคมี. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Cabannes. 2019. Thaicityfarm. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://www.thaicityfarm.com, 21 กุมภาพันธ์ 2563.

Sotiropoulos A., Malamis D., Loizidou M. 2015. **Dehydartion of Domestic food waste at source as an Alternative approach for food waste management.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้ จาก :http://link.springer.com, 21 กุมภาพันธ์ 2563.

Van Veenhuizen, Dubbeling de Zeeuw. 2011. **The role of urban agriculture in building resilient cities in developing countries.** The Journal of Agricultural Science.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การเตรียมตัวอย่างเศษอาหารและผักตบชวาสำหรับการทดลอง

ภาคผนวก ก

การเตรียมตัวอย่างเศษอาหารและผักตบชวาสำหรับการทดลอง

1. การเตรียมตัวอย่างเศษอาหาร

อุปกรณ์

1. ถัง 15 ลิตร
2. ตะกร้า
3. ตู้ตากแห้ง

วิธีการ

1.1 นำเศษอาหารที่จะใช้ในการทดลองมากรองด้วยตะกร้า เพื่อแยกน้ำออก ดังแสดงใน **ภาพภาคผนวก ก1**

ภาพภาคผนวก ก1 การกรองเศษอาหารเพื่อแยกน้ำออก

1.2 นำเศษอาหารที่ผ่านการกรองเพื่อแยกน้ำออกแล้วไปตากในตู้ตากแห้งเป็นเวลา 2 วัน ดัง**ภาพภาคผนวก ก2**

ภาพภาคผนวก ก2 การตากเศษอาหาร

2. การเตรียมตัวอย่างผักตบชวา

อุปกรณ์

1. มีด
2. เขียง
3. ผ้าใบ

วิธีการ

2.1 เก็บตัวอย่างผักตบชวาจาก คลองหมู่บ้านพฤกษา 3 ตำบลพิมลราช อำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี เพื่อใช้ในการทดลอง

ภาพภาคผนวก ก3 พื้นที่เก็บผักตบชวา คลองหมู่บ้านพฤกษา 3 ตำบลพิมลราช อำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี

2.2 ทำการล้างโคลนและสิ่งปนเปื้อนออกจากรากและลำต้นของผักตบชวา ดัง**ภาพภาคผนวก ก4**

ภาพภาคผนวก ก4 การล้างผักตบชวา

2.3 นำผักตบชวามาสับให้มีขนาดประมาณ 1 นิ้ว ด้วยมีดและเขียง ดัง**ภาพภาคผนวก ก5**

ภาพภาคผนวก ก5 การสับผักตบชวาให้มีขนาดเล็กลง

2.4 นำผักตบชวาที่ทำการสับแล้วมาตากแดดบนผ้าใบ เป็นเวลา 5 วัน ดัง**ภาพภาคผนวก ก6**

ภาพภาคผนวก ก6 การตากผักตบชวาด้วยแสงแดด เป็นเวลา 5 วัน

3. การแปรสภาพเศษอาหารและผักตบชวาด้วยกรรมวิธีดีไฮเดรชั่น

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งหยาบ
2. ถาดสแตนเลส
3. ตู้อบลมร้อน Hot air oven

วิธีการ

3.1 นำเศษอาหารและผักตบชวาหลังจากการตากเบื้องต้นแล้วอย่างละ 500 กรัม มาใส่ถาดสแตนเลสเพื่อเตรียมนำเข้าตู้อบ

ตารางภาคผนวก ก1 การแปรสภาพเศษอาหารและผักตบชวาด้วยอุณหภูมิและเวลาที่แตกต่างกัน

การทดลองที่	ตัวอย่าง	น้ำหนัก (g)	อุณหภูมิ (°C)	เวลา (ชั่วโมง)
1	เศษอาหาร	500	100	1
2	เศษอาหาร	500	100	2
3	เศษอาหาร	500	100	3
4	เศษอาหาร	500	150	1
5	เศษอาหาร	500	150	2
6	เศษอาหาร	500	150	3
7	เศษอาหาร	500	200	1
8	เศษอาหาร	500	200	2
9	เศษอาหาร	500	200	3
10	ผักตบชวา	500	100	1
11	ผักตบชวา	500	100	2
12	ผักตบชวา	500	100	3
13	ผักตบชวา	500	150	1
14	ผักตบชวา	500	150	2
15	ผักตบชวา	500	150	3
16	ผักตบชวา	500	200	1
17	ผักตบชวา	500	200	2
18	ผักตบชวา	500	200	3

3.4 การแปรสภาพเศษอาหารและผักตบชวา

ตารางภาคผนวก ก2 ค่าความชื้นที่ได้จากการอบเศษอาหารที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส

ตัวอย่างที่	น้ำหนักเศษอาหาร (g)		ค่าความชื้น (%)
	ก่อนอบ	หลังหลังอบ	
1 (1 ชั่วโมง)	500	490	2
2 (2 ชั่วโมง)	500	470	6
3 (3 ชั่วโมง)	500	450	10

ตารางภาคผนวก ก3 ค่าความชื้นที่ได้จากการอบเศษอาหารที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส

ตัวอย่าง	น้ำหนักเศษอาหาร (g)		ค่าความชื้น (%)
	ก่อนอบ	หลังหลังอบ	
1 (1 ชั่วโมง)	500	480	4
2 (2 ชั่วโมง)	500	460	8
3 (3 ชั่วโมง)	500	440	12

ตารางภาคผนวก ก4 ค่าความชื้นที่ได้จากการอบเศษอาหารที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส

ตัวอย่าง	น้ำหนักเศษอาหาร (g)		ค่าความชื้น (%)
	ก่อนอบ	หลังหลังอบ	
1 (1 ชั่วโมง)	500	450	10
2 (2 ชั่วโมง)	500	370	26
3 (3 ชั่วโมง)	500	320	36

ตารางภาคผนวก ก5 ค่าความชื้นที่ได้จากการอบผักตบชวาที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส

ตัวอย่าง	น้ำหนักผักตบชวา (g)		ค่าความชื้น (%)
	ก่อนอบ	หลังหลังอบ	
1 (1 ชั่วโมง)	500	450	10
2 (2 ชั่วโมง)	500	430	14
3 (3 ชั่วโมง)	500	410	18

ตารางภาคผนวก ก6 ค่าความชื้นที่ได้จากการอบผักตบชวาที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส

ตัวอย่าง	น้ำหนักผักตบชวา (g)		ค่าความชื้น (%)
	ก่อนอบ	หลังหลังอบ	
1 (1 ชั่วโมง)	500	420	16
2 (2 ชั่วโมง)	500	400	20
3 (3 ชั่วโมง)	500	380	24

ตารางภาคผนวก ก7 ค่าความชื้นที่ได้จากการอบผักตบชวาที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส

ตัวอย่าง	น้ำหนักผักตบชวา (g)		ค่าความชื้น (%)
	ก่อนอบ	หลังหลังอบ	
1 (1 ชั่วโมง)	500	360	28
2 (2 ชั่วโมง)	500	300	40
3 (3 ชั่วโมง)	500	190	62

ภาคผนวก ข

การเตรียมตัวอย่างดินสำหรับการทดลอง

ภาคผนวก ข

การเตรียมตัวอย่างดินสำหรับการทดลอง

1. เก็บตัวอย่างดิน

อุปกรณ์

1. จอบ
2. พลั่ว
4. ผ้าใบขนาด 20x30 เซนติเมตร
5. ถังขนาด 15 ลิตร

วิธีการ

1.1 เลือกพื้นที่เป้าหมายการเก็บตัวอย่างดิน เพื่อนำมาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี และใช้ในการทดลองโดยลักษณะดินที่มีพืชปกคุมน้อย หน้าดินแน่นและขาดความร่วนซุยในเขตอำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี

ภาพภาคผนวก ข1 ลักษณะหน้าดินของตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

1.2 เก็บตัวอย่างดินโดยใช้พลั่วขุดดินเป็นรูปตัว V ให้มีความลึก 15 เซนติเมตร นำดินในหลุมออกให้หมด ดัง**ภาพภาคผนวก ข2**

ภาพภาคผนวก ข2 การเก็บตัวอย่างดิน

1.3 นำตัวอย่างดินที่ได้เก็บไว้ในภาชนะที่มิดชิดเพื่อนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

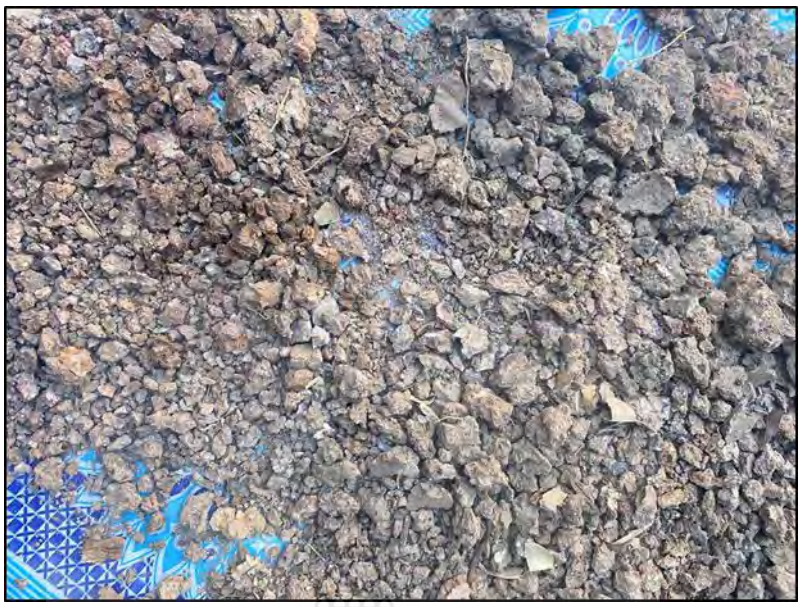
2. การเตรียมตัวอย่างดินสำหรับการทดลอง

อุปกรณ์

1. ผ้าใบขนาด 1.5×2 เมตร
2. ครกหิน
3. ตะแกรงร่อนขนาด 200 ไมครอน
4. ภาชนะสำหรับใส่ตัวอย่างที่เตรียมแล้ว

วิธีการ

2.1 นำตัวอย่างดินทั้งหมดมาเกลี่ยบนผ้าใบและตากในที่ร่มเป็นเวลา 48 ชั่วโมง ดัง**ภาพภาคผนวก ข3**



ภาพภาคผนวก ข3 การตากดินไว้ในที่ร่มเป็นเวลา 48 ชั่วโมง

2.2 นำตัวอย่างดินที่มีขนาดใหญ่เกินไปมาลดขนาดด้วยครกหิน ดัง**ภาพภาคผนวก ข4**

ภาพภาคผนวก ข4 ครกหินที่ใช้ในการลดขนาดดินตัวอย่าง

2.3 นำตัวอย่างดินที่ผ่านการลดขนาดมาคัดขนาดด้วยตะแกรงร่อนขนาด 200 ไมครอน ดัง**ภาพภาคผนวก ข5**

ภาพภาคผนวก ข5 การคัดขนาดตัวอย่างดินที่บดแล้วด้วยตะแกรงร่อนขนาด 200 ไมครอน

2.4 เก็บตัวอย่างดินไว้ในภาชนะที่ปิดมิดชิดสำหรับในการวิเคราะห์และทดลองต่อไป

3. การปรับปรุงคุณภาพดินด้วยวัสดุปรับปรุงดินจากเศษอาหารและผักตบชวา

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งหยาบ
2. ถัง 15 ลิตร
3. ตัวอย่างดิน
4. วัสดุปรับปรุงดินที่ใช้ในการแปรสภาพมาจากเศษอาหารและผักตบชวา

วิธีการ

3.1 ชั่งตัวอย่างดินที่ผ่านการคัดขนาดแล้วหนัก 3 กิโลกรัม ใส่ในถัง 15 ลิตร ดัง**ภาพภาคผนวก ข6**

ภาพภาคผนวก ข6 ตัวอย่างดินที่ผ่านการคัดขนาดแล้วน้ำหนัก 3 กิโลกรัม

3.2 ชั่งวัสดุปรับปรุงดินจากเศษอาหารและผักตบชวาอย่างละ 1 กิโลกรัมกรัมแล้วเติมลงในถังที่มีตัวอย่างดินที่เตรียมไว้ในข้อ 2.1 ดัง**ภาพภาคผนวก ข7**

ภาพภาคผนวก ข7 เติมวัสดุปรับปรุงดินจากเศษอาหารและผักตบชวา

3.3 คลุกเคล้าดินและวัสดุปรับปรุงดินให้เข้ากัน ดัง**ภาพภาคผนวก ข8**

3.4 ทิ้งไว้ในภาชนะที่ปิดสนิทเป็นเวลา 5 วัน เพื่อเป็นการบ่มดิน

ภาพภาคผนวก ข8 ดินที่ผ่านการคลุกด้วยวัสดุปรับปรุงดินจากเศษอาหารและผักตบชวา

ภาคผนวก ค

วิธีวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ

ภาคผนวก ค

วิธีวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ

1. การหาความชื้นในดิน

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งไฟฟ้าความละเอียด 4 ตำแหน่ง
2. ถ้วยกระเบื้อง
3. ตู้อบ Hot air oven

วิธีการ

1.1 ชั่งตัวอย่างดินเปล่าและดินผสมอย่างละ 4 กรัม

1.2 นำตัวอย่างดินสำหรับการทดลองไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ดังภาพภาคผนวก ค1

1.3 นำภาชนะที่อบแล้วตั้งทิ้งไว้ในตู้ดูดความชื้น

1.4 นำภาชนะไปชั่งน้ำหนักจดบันทึกหลังการอบ

1.5 นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่หายไป **ดังสมการที่ 1**

สมการที่ 1 การคำนวณค่าความชื้น

$$\text{Moisture (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักดินชื้น (กรัม)} - \text{น้ำหนักดินแห้ง (กรัม)}}{\text{น้ำหนักดินแห้ง (กรัม)}} \times 100$$

ภาพภาคผนวก ค1 ตัวอย่างดินก่อนอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส

2. การวัดค่า pH

อุปกรณ์

1. เครื่องสกัดตัวอย่างดิน
2. ขวดแก้ว
3. pH meter

วิธีการ

2.1 ชั่งดินประมาณ 100 กรัม

2.2 เติมน้ำกลั่นและกวนดินจนดินกับน้ำกลั่นเป็นเนื้อเดียวกัน ตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง เพื่อให้ดินเกิดการอิ่มตัว ดัง**ภาพภาคผนวก ค2**

ภาพภาคผนวก ค2 ตัวอย่างดินที่กวนด้วยน้ำกลั่น ตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง

2.3 วัดตัวอย่างดินด้วย pH meter ดังแสดงใน**ภาพภาคผนวก ค3**

ภาพภาคผนวก ค3 การตรวจวัด pH ดินด้วย pH meter

2.4 จดบันทึกค่าที่อ่านได้

3. การวัดความเค็มของดินจากคุณสมบัติการนำไฟฟ้าในดิน

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งไฟฟ้าความละเอียด 4 ตำแหน่ง
2. เครื่องสกัดตัวอย่างดิน
5. เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า

วิธีการ

3.1 นำดินที่ได้จากการกวนทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง มาทำการย่อยที่เครื่องสกัดตัวอย่างดิน แสดงดัง**ภาพภาคผนวก ค4**

ภาพภาคผนวก ค4 เครื่องสกัดตัวอย่างดิน

3.2 วัดตัวอย่างด้วยเครื่อง Electrical conductivity meter ดังแสดงใน**ภาพภาคผนวก ค5**

ภาพภาคผนวก ค5 การตรวจวัดค่า Electrical conductivity

3.3 จดบันทึกค่าที่อ่านได้

4. การวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งไฟฟ้าความละเอียด 4 ตำแหน่ง
2. ขวดรูปชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตร
3. Hot plate
4. ขาตั้งและตัวจับบิวเรตต์
5. กระบอกตวงขนาด 50 มิลลิลิตร
6. หลอดหยด
7. ปิเปต

สารเคมี

1. ภูไมท์ (Pumice)
2. โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3)
3. กรดบอริกเข้มข้น (conc. H_3BO_3)
4. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น (conc.H_2SO_{43})
5. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)
6. ตัวเร่งปฏิกิริยา Catalyst

การเตรียมสารเคมี

1. เตรียมตัวเร่งปฏิกิริยาโดยการชั่งโพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) 100 กรัมลงในบีกเกอร์ 200 มิลลิลิตร เติมคอปเปอร์ซัลเฟตเพนตะไฮเดรต ($CuSO_4 .5H_2O$) 10 กรัม และ ซีลีเนียม (Se) 1 กรัม จากนั้นใช้แท่งแก้วคนสารกวนให้สารเป็นเนื้อเดียวกัน

วิธีการ

4.1 ชั่งน้ำหนักดิน 2 กรัมใส่ขวดรูปชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตร

4.2 เติมสารผสมตัวเร่งปฏิกิริยา 10 กรัมและกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 30 มิลลิลิตร

4.3 ทำการไดเจสโดยเปิด Hot plate ให้ร้อนพร้อมหมุนขวดรูปชมพู่ทุก ๆ 10 นาทีเป็นเวลา 20 นาที

4.4 ทิ้งไว้ให้อุณหภูมิลดลงเท่าอุณหภูมิห้อง

4.5 เติมน้ำกลั่นปริมาณ 200 มิลลิลิตร

4.6 เติมกรดบอริกความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ 50 มิลลิลิตร และภูไมท์ 10 มิลลิกรัม

4.7 หล่อขวดรูปชมพู่ด้วยน้ำเย็น ค่อย ๆ เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 150 มิลลิลิตร อย่างช้า ๆ

4.8 ทำการกลั่นสารละลายจนเหลือปริมาตร 150 มิลิลิตร

4.9 ทิ้งไว้ให้อุณหภูมิลดลงเท่าอุณหภูมิห้อง

4.10 ทำการไทเทรตสารละลายที่กลั่นได้ด้วยกรดซัลฟิวริกเข้มข้นจนเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วง

4.11 จดบันทึกปริมาณสารที่ใช้ในการไทเทรต

4.12 นำไปคำนวณหาปริมาณของไนโตรเจนได้ดังสมการที่ 2 ต่อไปนี้

สมการที่ 2 การคำนวณปริมาณไนโตรเจน

$$\%\text{nitrogen} = \frac{(A - E) \times C \times 1.4}{D}$$

เมื่อ A = ปริมาตรของกรดที่ใช้กับตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

E = ปริมาณของกรดที่ใช้กับ Blank (มิลลิลิตร)

C = ความเข้มข้นของกรด (นอร์มอล)

D = น้ำหนักของตัวอย่างดิน (กรัม)

5. การวิเคราะห์ฟอสฟอรัสทั้งหมด

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งไฟฟ้าความละเอียด 4 ตำแหน่ง
2. ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร
3. ขวดรูปชมพู่ขนาด 25 มิลลิลิตร
4. กระจกนาฬิกา
5. หลอกแก้วทดลองขนาด 250 มิลลิลิตร
6. กระดาษกรองเบอร์ 42
7. Hot plate
8. หลอดหยด
9. ปิเปต
10. เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (UV-Spectrophotometer)
11. ตู้ดูดควัน (Hood)

สารเคมี

1. โมโนโพแทสเซียมฟอสเฟต (KH_2PO_4)
2. น้ำยาวานาโดมอลิบเดท (Vanadomolybdate)
3. กรดเปอร์คลอริกเข้มข้น (conc.$HClO_4$)
4. กรดไนตริกเข้มข้น (conc.HNO_3)

การเตรียมสารเคมี

1. สารละลายฟอสฟอรัสมาตรฐาน (Standard phosphorus หรือ Stock standard solution) 50 มิลลิกรัม/ลิตร เตรียมโดยชั่ง โมโนโพแทสเซียมฟอสเฟต (KH_2PO_4) ซึ่งผ่านการอบแห้งที่ อุณหภูมิ 105 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง โดยชั่ง 0.2195 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร จะได้สารละลายซึ่งมีฟอสฟอรัสอยู่ 50 มิลลิกรัม/ลิตร หรือจะเตรียมเป็นสารละลายฟอสฟอรัส 1000 มิลลิกรัม/ลิตรก็ได้ โดยชั่งโมโนโพแทสเซียมฟอสเฟต (KH_2PO_4) 4.393 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร เก็บ ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 °C เมื่อจะใช้เป็นสารละลายมาตรฐานก็เตรียมสารละลายฟอสฟอรัส 50 หรือ 100 มิลลิกรัม/ลิตร โดยวิธีเจือจางได้ตามต้องการ

2. เตรียมวานาโดมอลิบเดท (Vanadomolybdate) โดยชั่งแอมโมเนียมโมลิบเดท ((Ammonium molybdate) $(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$)) 25 กรัม ในน้ำกลั่น 400 มิลลิลิตร

แอมโมเนียมเมตาวานาเดท (Ammonium meta vanadate – NH_4VO_3) 1.25 กรัม ในน้ำกลั่นที่อุ่นให้ร้อน 300 มิลลิลิตร ทิ้งให้เย็นแล้วเติมกรด HNO_3 เข้มข้น ลงไป 250 มิลลิลิตร จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 1,000 มิลลิลิตร

วิธีการ

5.1 ชั่งตัวอย่างที่ดิน 1 กรัม ด้วยเครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง ใส่ลงในขวดแก้วรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร

5.2 เติมกรดไนตริกเข้มข้น 10 มิลลิกรัม และกรดเปอร์คลอริกเข้มข้น 5 มิลลิลิตร

5.3 นำขึ้นตั้ง Hot plate ซึ่งวางอยู่ในตู้ดูดควัน ปิดขวดแก้วรูปชมพู่นั้นด้วยกระจกนาฬิกา ย่อยตัวอย่างที่อุณหภูมิ 150 ℃

5.4 รอจนกว่าควันสีน้ำตาลเริ่มจางหายไปควันจะเริ่มเป็นสีขาวเร่งอุณหภูมิเป็น 220 ℃ ถ้าใช้เวลาในการย่อยนานกว่าประมาณ 30 นาที) ระวังอย่าให้สารละลายตัวอย่างแห่ง (ถ้าเกือบจะแห้งให้ยกลงจากเตาทิ้งให้เย็นในตู้ดูดควัน แล้วเติมกรดเล็กน้อยประมาณ 3-5 มิลลิลิตร แล้วย่อยต่อไป)

5.5 ใช้เวลาย่อยประมาณ 3-4 ชั่วโมงแล้วแต่ปริมาณเซลลูโลสของตัวอย่างย่อยจนกระทั่งตัวอย่างเป็นสารละลายใสและมีตะกอนขาวขุ่นของ Silica

5.6 ใช้น้ำอุ่นฉีดล้างภายใน ขวดรูปชมพูโดยรอบ โดยรอบพร้อมทั้งกระจกนาฬิการะวังอย่าให้น้ำกระเด็นออกจากขวดล้างตรงใต้ฝากระจกนาฬิกาลงไปด้วย ใส่ขวดปริมาตร 100 มิลลิลิตร ผ่านกระดาษ กรองทำซ้ำหลายครั้งจนได้ปริมาณสารละลาย 80-90 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ปิดจุกเขย่าให้เข้ากัน เก็บไว้สำหรับวิเคราะห์หาธาตุโพแทสเซียมต่อไป

5.7 ทำการย่อยสลายตัวอย่างด้วย Digestion block โดยชั่งตัวอย่างในทำนองเดียวกับวิธีใช้เตานำความร้อนแต่ใส่ในหลอดแก้วสำหรับการย่อย (Digestion tube) ขนาด 250 มิลลิลิตร

5.8 เติมกรดไนตริกเข้มข้น 10 มิลลิลิตร และกรดเปอร์คลอริกเข้มข้น 5 มิลลิลิตร

5.9 วางหลอดแก้วในเตาย่อย ซึ่งวางอยู่ในตู้ดูดควันที่ 150 ℃ ระยะแรกจะมีควันสี น้ำตาลเกิดขึ้นเร่งอุณหภูมิเป็น 220 ℃ เป็นเวลาประมาณ 1 ชั่วโมงเมื่อควันเปลี่ยนเป็นสีขาวให้ ตรวจดูตัวอย่างในหลอด ถ้าเปลี่ยนเป็นสารละลายใสแล้วแสดงว่าการย่อยเสร็จสมบูรณ์นำหลอดแก้วออกจากเตาย่อย วางในช่องใส่หลอด ที่เตรียมไว้ รอจนตู้ดูดควันไปจนหมด

5.10 เมื่อตัวอย่างเย็นใช้น้ำฉีดล้างตัวอย่างข้าง ๆ หลอด กรองลงในขวดวัดปริมาตร จนได้ 100 มิลลิลิตร ปิดจุกแล้วเขย่าให้เข้ากันเก็บไว้ สำหรับวิเคราะห์หาฟอสฟอรัส ต่อไป

5.11 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน โดยปิเปต 0, 1, 2, 3 และ 4 มิลลิลิตร จากสารละลาย ฟอสฟอรัสมาตรฐาน 50 มิลลิกรัม/ลิตร ใส่ใน ขวดรูปชมพู่ขนาด 25 มิลลิลิตร เติมน้ำยา

วานาโดมอลิบเดท 5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้เป็น 25 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน เพื่อเตรียมความเข้มข้นของ ฟอสฟอรัส เป็น 0, 2, 4, 6, 8 มิลลิกรัม/ลิตร

5.12 การเตรียมสารละลายตัวอย่างโดยดูดสารละลายตัวอย่าง 5 มิลลิลิตร ที่ผ่านกระบวนการย่อยสลายลงใน ขวดรูปชมพู่ขนาด 25 มิลลิลิตร เติมน้ำยาวานาโดมอลิบเดท 5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้เป็น 25 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น เขย่าให้เข้ากัน และตั้งทิ้งไว้ให้เกิดสีสมบูรณ์อย่างน้อย 30 นาที

5.13 ก่อนการวัดให้อุ่นเครื่อง UV-Spectrophotometer ไว้ประมาณ 30 นาที ตั้งความยาวคลื่น (Wavelength) ของเครื่องที่ 420 นาโนเมตร ทำกราฟมาตรฐานจากสารละลายมาตรฐาน 0, 2, 4, 6, 8 มิลลิกรัม/ลิตร ก่อนแล้วจึงวัด Blank พร้อมทั้งตัวอย่างอ้างอิงและตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์

5.14 วัดความเข้มข้นของสีในสารละลายตัวอย่างด้วยเครื่อง UV- Spectrophotometer ความเข้มของสีจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัส จดบันทึกค่าที่อ่านได้

5.15 นำไปคำนวณดังสมการที่ 3 ต่อไปนี้

สมการที่ 3 การคำนวณปริมาณฟอสฟอรัส

$$\%P = \frac{r \times 100 \times d.f. \times 100}{10^6}$$

เมื่อ r = ค่าที่อ่านได้จากเครื่องหน่วยเป็น ppm

d.f. = Dilution Factor เช่น 25/5 หรือ 25/1

S = น้ำหนักตัวอย่างที่ชั่ง

ถ้าต้องการผลวิเคราะห์ในรูปของ P_2O_5 ใช้ Factor 2.2914 คูณค่า P ที่ได้

6. การวิเคราะห์โพแทสเซียมทั้งหมด

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งไฟฟ้าความละเอียด 4 ตำแหน่ง
2. ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร
3. ขวดรูปชมพู่ขนาด 25 มิลลิลิตร
4. กระจกนาฬิกา
5. หลอกแก้วทดลองขนาด 250 มิลลิลิตร
6. กระดาษกรองเบอร์ 42
7. Hot plate

8. หลอดหยด

9. ปิเปต

10. เครื่อง Flame Spectrophotometer

11. ตู้ดูดควัน (Hood)

สารเคมี

1. กรดเปอร์คลอริกเข้มข้น (conc.$HClO_4$)

2. กรดไนตริกเข้มข้น (conc.HNO_3)

3. โพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl)

วิธีทำ

6.1 ชั่งตัวอย่างที่ดิน 1 กรัม ด้วยเครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง ใส่ลงในขวดแก้วรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร

6.2 เติมกรดไนตริกเข้มข้น 10 มิลลิลิตร และกรดเปอร์คลอริกเข้มข้น 5 มิลลิลิตร

6.3 นำขึ้นตั้ง Hot plate ซึ่งวางอยู่ในตู้ดูดควัน ปิดขวดแก้วรูปชมพู่นั้นด้วยกระจกนาฬิกา ย่อยตัวอย่างที่อุณหภูมิ 150 ℃

6.4 รอจนกว่าควันสีน้ำตาลเริ่มจางหายไปควันจะเริ่มเป็นสีขาวเร่งอุณหภูมิเป็น 220 ℃ ถ้าใช้เวลาในการย่อยนานกว่าประมาณ 30 นาที) ระวังอย่าให้สารละลายตัวอย่างแห้ง (ถ้าเกือบจะแห้งให้ยกลงจากเตาทิ้งให้เย็นในตู้ดูดควัน แล้วเติมกรดเล็กน้อยประมาณ 3-5 มิลลิลิตร แล้วย่อยต่อไป)

6.5 ใช้เวลาย่อยประมาณ 3-4 ชั่วโมงแล้วแต่ปริมาณเซลลูโลสของตัวอย่าง ย่อยจนกระทั่งตัวอย่างเป็นสารละลายใสและมีตะกอนขาวขุ่นของซิลิกา

6.6 ใช้น้ำอุ่นฉีดล้างภายใน ขวดรูปชมพูโดยรอบ โดยรอบพร้อมทั้งกระจกนาฬิการะวังอย่าให้น้ำกระเด็นออกจากขวดล้างตรงใต้ฝากระจกนาฬิกาลงไปด้วย ใส่ขวดปริมาตร 100 มิลลิลิตร ผ่านกระดาษ กรองทำซ้ำหลายครั้งจนได้ปริมาณสารละลาย 80-90 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ปิดจุกเขย่าให้เข้ากัน เก็บไว้สำหรับวิเคราะห์หาธาตุโพแทสเซียมต่อไป

6.7 ทำการย่อยสลายตัวอย่างด้วย Digestion Block โดยชั่งตัวอย่างในทำนองเดียวกับวิธีใช้เตานำความร้อนแต่ใส่ในหลอดแก้วสำหรับการย่อย ขนาด 250 มิลลิลิตร

6.8 เติมกรดไนตริกเข้มข้น 10 มิลลิลิตร และกรดเปอร์คลอริกเข้มข้น 5 มิลลิลิตร

6.9 วางหลอดแก้วในเตาย่อย ซึ่งวางอยู่ในตู้ดูดควันที่ 150 ℃ ระยะแรกจะมีควันสี น้ำตาลเกิดขึ้นเร่งอุณหภูมิเป็น 220 ℃ เป็นเวลาประมาณ 1 ชั่วโมงเมื่อควันเปลี่ยนเป็นสีขาวให้ ตรวจดู

ตัวอย่างในหลอด ถ้าเปลี่ยนเป็นสารละลายใสแล้วแสดงว่าการย่อยเสร็จสมบูรณ์ นำหลอดแก้วออกจากเตาย่อย วางในช่องใส่หลอด ที่เตรียมไว้ รอจนตู้ดูดควันไปจนหมด

6.10 เมื่อตัวอย่างเย็นใช้น้ำฉีดล้างตัวอย่างข้าง ๆ หลอด กรองลงในขวดวัดปริมาตร จนได้ 100 มิลลิลิตร ปิดจุกแล้วเขย่าให้เข้ากันเก็บไว้ สำหรับวิเคราะห์หาธาตุโพแทสเซียมต่อไป

6.11เตรียม Stock standard solution (1000 ppm K) โดยชั่งโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ที่ผ่านการอบแห้งที่ 110 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง 1.9067 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร เติมกรดไนตริกเข้มข้นลงไป 12 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น เก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 °C เพื่อไว้เตรียมสารละลายมาตรฐานที่มีความเข้มข้น 100 ppm K โดยการปิเปต 10 มิลลิลิตร จาก Stock solution 1000 ppm K ลงใน ขวดรูปชมพู่ขนาด 100 มล. ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

6.12 การเจือจางสารละลายมาตรฐาน ประกอบด้วยโพแทสเซียมที่มีความ เข้มข้นเป็น 0, 2, 4, 6 และ 8 ppm

6.13 การวัดค่าความเข้มข้นของโพแทสเซียมในสารละลายตัวอย่าง เปิดเครื่อง Flame Spectrophotometer ก่อนปฏิบัติงานประมาณ 30 นาทีเจือจางสารละลาย ตัวอย่างด้วยน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:10 วัดความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเพื่อเปรียบเทียบกับปริมาณโพแทสเซียมในสารละลายตัวอย่าง ถ้าค่าที่อ่านได้จากสารละลายตัวอย่างมีค่าเกินมาตรฐานต้องเจือจางสารละลายตัวอย่างด้วยน้ำกลั่น เป็น 1:20 หรือมากกว่านั้นตามความเหมาะสม

6.14 จดบันทึกค่าที่อ่านได้และนำมาคำนวณดังสมการที่ 4 ต่อไปนี้

สมการที่ 4 การคำนวณปริมาณโพแทสเซียม

$$\%K = \frac{r \times 100 \times d.f. \times 100}{10^6 S}$$

เมื่อ r = ค่าที่อ่านได้จากเครื่องหน่วยเป็น ppm

d.f. = Dilution factor ควรจะเป็น 10/1 หรือ 20/1 หรือมากกว่า ถ้าไม่ได้เจือจางสารละลาย ตัดค่า d.f. ออกไป

S = น้ำหนักตัวอย่างที่ชั่ง

ถ้าต้องการผลวิเคราะห์ในรูปของ K_2O ใช้ Factor 1.205 คูณค่า K ที่ได้

7. การวิเคราะห์อินทรีย์วัตถุ

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เครื่องชั่งอย่างละเอียด
2. ปิเปต 10 มิลลิลิตร
3. บิวเรต 50 มิลลิลิตร
4. Erlenmeyer flask 500 มิลลิลิตร
5. กระบอกตวง

สารละลายและน้ำยา

1. สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไดโครเมต ($K_2Cr_2O_3$) ความเข้มข้น 1.0 N. ซึ่งเป็นสารละลายมาตรฐานปฐมภูมิ (Primary standard) ชั่งโพแทสเซียมยมไดโครเมต ซึ่งอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมงและปล่อยให้เย็นในตู้ดูดความชื้นแล้วนำมาชั่งได้น้ำหนัก 49.04 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น ให้มีปริมาตรทั้งหมด 1000 ลบ.ซม.

2. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น (H_2SO_4)

3. สารละลายเฟอรัสซัลเฟต 0.5 นอร์มอล โดยใช้ Fe $(NH_4)_2(SO_4)$ 6 H_2O 196.1 1 กรัม ละลายในน้ำกลั่น เติม H_2SO_4 เข้มข้น 15 มล. ทาให้เย็นปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

4. Diphenylamine Indicator โดยใช้ diphenylamine 0.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 20 มล. และกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 100 มล.

5. กรดฟอสฟอริกเข้มข้น (H_3PO_4)

วิธีการ

7.1 ชั่งตัวอย่างดินที่บดไว้แล้วอย่างละเอียด (ผ่านตะแกรง 0.25 มิลลิเมตร.) 0.5-2 กรัม แล้วแต่ดินตัวอย่างมีอินทรีย์วัตถุมากหรือน้อย ใส่ลงใน erlenmeyer flask 500 มิลลิลิตร

7.2 เติมสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไดโครเมต 1.0 N. ลงไป 10 มล. โดยใช้ปิเปตแกว่ง flask เพื่อให้น้ำยาและดินเข้ากัน

7.3 เติมกรดซัลฟุริกเข้มข้น 20 มิลลิลิตร แกว่ง flask เพื่อให้น้ำยากับดินเข้ากันประมาณ 1-2 นาที แล้วตั้งไวให้ ทำปฏิกิริยากันเป็นเวลา 30 นาที

7.4 ใส่น้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นในอุณหภูมิห้อง

7.5 เติมกรดฟอสฟอริกเข้มข้น (H_3PO_4) 10 มิลลิลิตร และหยด indicator 10 หยด เขย่าให้เข้ากัน

7.6 ไตเตรทด้วยสารละลายเฟอรัสซัลเฟตจนกระทั่งสีของ suspension เปลี่ยนจากสี dull green เป็น brilliant green จดปริมาณของสารละลายเฟอรัสซัลเฟตที่ใช้

7.7 ทำ blank เช่นเดียวกบข้อ 2 ถึงข้อ 6 จดปริมาณของสารละลายเฟอรัสซัลเฟตที่ใช้ไว้คำนวณ normality ที่แท้จริงของสารละลายเฟอรัสซัลเฟต **ดังสมการที่ 5**

สมการที่ 5 การคำนวณปริมาณอินทรียวัตถุ

$$\% \text{ Organic matter} = \frac{(S-T) \times 6.708}{S \times \text{Weight of oven dried soils}}$$

เมื่อ S = ml. ferrous solution ของ blank

T = ml. ferrous solution ของ sample

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ

ผลการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมดและโพแทสเซียมทั้งหมดของเศษอาหารและผักตบชวา

Environment & Laboratory Co., Ltd.
40 Soi Liangmueangnonthaburi 13, Talad Kwan, Mueang, Nonthaburi 11000
Tel . 0-2969-0714, 0-2969-0130-1, 0-2526-1149 Fax · 0-2969-0715
Website : www.envilab.com E-mail : service@envilab.com

EnviLab

Analysis Report

Customer Name : ภคาดี ถะมังทอง
Address : -
-
Tel : 089-175-1397 Fax: -

Page 1 of 1
Report No: 200217094

Sampling Source : -
: -
Sampling Date : -
Received Date : 17-Feb-20
Testing Date : Feb 19-20,2020
Sampling Method : Grab
Sampling By : Customer
Approved Date : 25-Feb-20

Item	Unit	Method of Analysis	Result	
Sample Name			ดินแปลง	ดินผสม
Sampling Type			-	-
Analysis No.			200217094	200217095
Sampling Time			-	-
Physical Appearance			Brown soil	Brown soil
Nitrogen Total	mg/kg TN	Macro - Kjeldahl	1,248	8,365
Total Phosphorus	mg/kg TP	Digest & Ascorbic	18.4	392
Potassium	mg/kg K	AA-Direct	18,692	20,458

Remark :

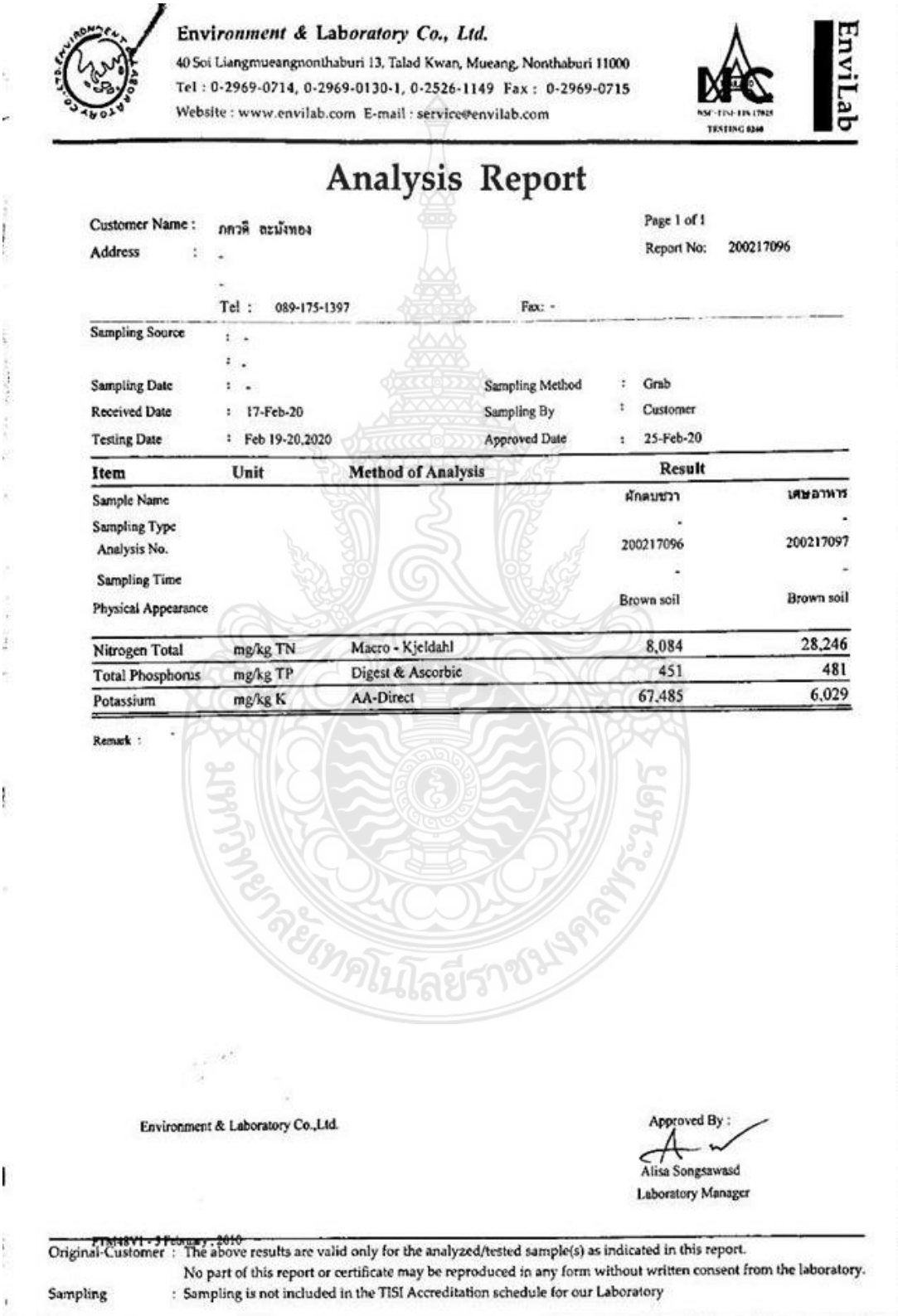
Environment & Laboratory Co.,Ltd.

Approved By :
Alisa Songsawasd
Laboratory Manager

FTM4EV1 5 February, 2019

Original-Customer : The above results are valid only for the analyzed/tested sample(s) as indicated in this report.
No part of this report or certificate may be reproduced in any form without written consent from the laboratory.
Sampling : Sampling is not included in the TISI Accreditation schedule for our Laboratory

ผลการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมดและโพแทสเซียมทั้งหมดของดินก่อนและหลังการปรับปรุง



Environment & Laboratory Co., Ltd.
40 Soi Liangmueangnonthaburi 13, Talad Kwan, Mueang, Nonthaburi 11000
Tel : 0-2969-0714, 0-2969-0130-1, 0-2526-1149 Fax : 0-2969-0715
Website : www.envilab.com E-mail : service@envilab.com

EnviLab

Analysis Report

Customer Name : ภควดี ตะมังทอง
Address : -
-
Tel : 089-175-1397 Fax: -

Page 1 of 1
Report No: 200217096

Sampling Source : -
: -
Sampling Date : -
Received Date : 17-Feb-20
Testing Date : Feb 19-20,2020
Sampling Method : Grab
Sampling By : Customer
Approved Date : 25-Feb-20

Item	Unit	Method of Analysis	Result	
Sample Name			ผักตบชวา	เศษอาหาร
Sampling Type			-	-
Analysis No.			200217096	200217097
Sampling Time			-	-
Physical Appearance			Brown soil	Brown soil
Nitrogen Total	mg/kg TN	Macro - Kjeldahl	8,084	28,246
Total Phosphorus	mg/kg TP	Digest & Ascorbic	451	481
Potassium	mg/kg K	AA-Direct	67,485	6,029

Remark :

Environment & Laboratory Co.,Ltd.

Approved By :
Alisa Songsawasd
Laboratory Manager

FTM48V1 - 3 February, 2010
Original-Customer : The above results are valid only for the analyzed/tested sample(s) as indicated in this report.
No part of this report or certificate may be reproduced in any form without written consent from the laboratory.
Sampling : Sampling is not included in the TISI Accreditation schedule for our Laboratory

ประวัติการศึกษา

ชื่อ-นามสกุล นางสาวธัญลักษณ์ เพ็งสุมา

วันเดือนปีเกิด 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2541

ภูมิลำเนา อำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี

ประวัติการศึกษา

2552	ประถมศึกษา	โรงเรียนอำนวยเวทย์ สุพรรณบุรี
2555	มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนนันทนวรวิทย์ นนทบุรี
2559	มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนศรีบุญยานนท์ นนทบุรี
2563	ปริญญาตรี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กรุงเทพมหานคร

ทุนการศึกษา

ทุนอุดหนุนงบประมาณจากโครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ประวัติการศึกษา

ชื่อ-นามสกุล นางสาวภควดี ละมั่งทอง

วันเดือนปีเกิด 12 กันยายน พ.ศ. 2540

ภูมิลำเนา เขตบางซื่อ จังหวัดกรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา

2552	ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดประดู่ธรรมาธิปัตย์ กรุงเทพมหานคร
2555	มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนวัดราชาธิวาส กรุงเทพมหานคร
2559	มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนวัดราชาธิวาส กรุงเทพมหานคร
2563	ปริญญาตรี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กรุงเทพมหานคร

ทุนการศึกษา

ทุนอุดหนุนงบประมาณจากโครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร