

รายงานผลงานเรื่องเติมการทดลองที่สิ้นสุด ปีงบประมาณ 2558

ชุดโครงการวิจัย	ปัจจัยการผลิตทางการเกษตร	
โครงการวิจัย	การพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์พืชและปัจจัยการผลิตทางการเกษตร	
กิจกรรม	พัฒนาเทคนิคระบบการตรวจวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ปุ๋ย	
กิจกรรมย่อย	-	
ชื่อการทดลอง	ศึกษาความสัมพันธ์ของค่าความเป็นกรดต่าง และค่าการนำไฟฟ้าของปุ๋ยอินทรีย์ที่มีต่อดัชนีความงอก The study correlation of pH and Electric Conductivity of Organic Fertilizer on Germination Index	
คณะผู้ดำเนินงาน		
หัวหน้าการทดลอง	นางสาวศุภากร ดวนใหญ่	กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กปผ.
ผู้ร่วมงาน	นางสาวจิริยา วงศ์ตรี	กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กปผ.
	นางสาวปรียาภรณ์ บุญขจาย	กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กปผ.
	นางสงกรานต์ มะลิสอน	กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กปผ.
	นางสาววรรณรัตน์ ชุตติบุตร	กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กปผ.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของค่าความเป็นกรด-ต่าง และค่าการนำไฟฟ้าที่มีต่อดัชนีความงอกในปุ๋ยอินทรีย์ เพื่อให้ได้ทราบความสัมพันธ์ของแต่ละปัจจัย และสามารถทำนายดัชนีความงอกได้จากค่าความเป็นกรด-ต่าง และค่าการนำไฟฟ้าได้ โดยทดสอบปัจจัย 2 ได้แก่ ปัจจัยที่ 1 ค่าความเป็นกรด-ต่าง (pH) มี 6 ระดับ คือ 1) ต่ำกว่า 4.0 , 2) 4.1-5.0 , 3) 5.1-6.0, 4) 6.1-7.0, 5) 7.1-8.0 และ 6) มากกว่า 8.0 ปัจจัยที่ 2 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มี 2 ระดับ คือ 1) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร และ 2) มากกว่า 10 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ และวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple regression) เพื่อหาสมการพยากรณ์ดัชนีความงอก ผลการวิจัย พบว่า ค่าความเป็นกรด-ต่างที่เหมาะสมของปุ๋ยอินทรีย์ ควรอยู่ในช่วง 5.1-8.0 ส่วนค่าการนำไฟฟ้าที่เหมาะสมของปุ๋ยอินทรีย์ ควรมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ พบว่า ค่าความเป็นกรด-ต่างของปุ๋ยอินทรีย์ ไม่มีความสัมพันธ์กับดัชนีความงอก ส่วนค่าการนำไฟฟ้าของปุ๋ยอินทรีย์ มีความสัมพันธ์กับดัชนีความงอก แสดงว่า ดัชนีความงอกจะเพิ่มขึ้นเมื่อค่าการนำไฟฟ้าลดลง และสมการพยากรณ์เขียนในรูปคะแนนดิบคือ $Y=78.845-2.032 (EC)$ นั่นคือ ค่าการนำไฟฟ้ามีอิทธิพลต่อดัชนีความงอก 18.5 เปอร์เซ็นต์ และอีก 81.5 เปอร์เซ็นต์ เป็นอิทธิพลจากปัจจัย และค่าการนำไฟฟ้าสามารถอธิบายความแปรปรวนของดัชนีความงอกได้ 18.4 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นสมการพยากรณ์ที่ได้จึงไม่เหมาะที่จะนำมาพยากรณ์ดัชนีการงอก

Abstract

The purpose of this research to study the effects of pH and electric conductivity of organic fertilizer on germination index and to study the relationship of each factor which can predict germination index by pH and electric conductivity. Test by 2 factors , the first factor, pH has 6 levels: 1) lower than 4.0, 2) 4.1-5.0, 3) 5.1-6.0, 4) 6.1-7.0, 5) 7.1-8.0 and 6) more than 8.0 And the second factor electric conductivity (EC) has two levels: 1) less than or equal 10 dS/m⁻¹ and 2) more than 10 dS/m⁻¹. The data were analyzed statistical variance and multiple regression. The results of the research were as: 1) The factor influencing the germination index were electric conductivity 2) The pH of organic fertilizer appropriate was range 5.1-8.0 3) The electric conductivity of organic fertilizer appropriate was less than or equal 10 dS/m⁻¹ and 4) The predictive equation in the raw-score form: $Y=78.845-2.032 (EC)$. Electric conductivity was influence on germination index 18.5%. Another 81.5 % are influenced by factors. Electric conductivity was variance of the germination index 18.4 %. The predictive equation is unsuitable to be predictive germination index.

คำนำ

ดัชนีความงอกในปุ๋ยอินทรีย์เป็นรายการวิเคราะห์ที่กรมวิชาการเกษตรกำหนดให้ผู้ประกอบการที่ประสงค์จะขอขึ้นทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์ต้องทำการวิเคราะห์ทุกครั้ง พร้อมกับรายการอื่นๆ ที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เพื่อใช้ในการพิจารณาว่าการย่อยสลายของปุ๋ยอินทรีย์นั้นสมบูรณ์หรือไม่ แม้ว่าการวัดการย่อยสลายเสร็จสมบูรณ์ของปุ๋ยอินทรีย์สามารถประเมินได้หลายวิธี ได้แก่ อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) อัตราส่วนแอมโมเนียมต่อไนเตรท ($\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ ratio) ดัชนีการเกิดฮิวมัส (Humification index) ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (Cation-Exchange Capacity, CEC) และดัชนีความงอก (Germination Index, GI) อย่างไรก็ตามวิธีการทดสอบดัชนีความงอกของเมล็ด (Germination Index) เป็นวิธีที่มีขั้นตอนไม่ซับซ้อน ได้ผลรวดเร็ว และสามารถปรับใช้ได้ทั้งในห้องปฏิบัติการ ตลอดจนผู้ผลิตและผู้ใช้ปุ๋ยอินทรีย์โดยตรง ซึ่งดัชนีความงอกเป็นวิธีที่สามารถชี้วัดถึงสารที่เป็นพิษต่อพืช (Phytotoxic substance) ที่ตกค้างอยู่ในปุ๋ยอินทรีย์ (Tiquia and Tam, 1998) ที่เกิดจากการย่อยสลายที่ไม่สมบูรณ์ของปุ๋ยอินทรีย์ ได้แก่ แอมโมเนียม เอทาลีนออกไซด์ (Jiménez and Garcia, 1989) กรดอินทรีย์โซ่สั้น (Short chain organic acid) เช่น กรดอะซิติก กรดบิวทีริก และกรดโพรปิโอนิก (ยงยุทธ และคณะ, 2556) โดยการทดสอบการย่อยสลายเสร็จสมบูรณ์ของปุ๋ยอินทรีย์ ด้วยวิธีดัชนีความงอกโดยนำปุ๋ยอินทรีย์มาสกัดสารอินทรีย์ในปุ๋ยหมักด้วยน้ำเพื่อละลายเกลือ กรดอินทรีย์ และสารที่เป็นพิษอื่นๆ ที่

ละลายน้ำได้ออกมาอยู่ในรูปของสารละลาย ซึ่งหากปุ๋ยอินทรีย์มีสารพิษเหล่านี้เป็นองค์ประกอบในปริมาณมาก จะมีผลโดยตรงต่อการงอกและความยาวของรากพืช (Radicle length) ที่ใช้ทดสอบ ดังนั้นดัชนีความงอกจึงมีความสำคัญในการแสดงถึงคุณภาพของปุ๋ยอินทรีย์ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าการนำไฟฟ้าที่มีต่อดัชนีความงอกในปุ๋ยอินทรีย์ เพื่อให้ได้ทราบความสัมพันธ์ของแต่ละปัจจัย และสามารถทำนายดัชนีความงอกได้จากค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าการนำไฟฟ้าได้

วิธีดำเนินการ

1. อุปกรณ์

- 1.1 ตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์
- 1.2 เครื่องชั่ง ทศนิยม 2 ตำแหน่ง
- 1.3 เครื่องเขย่า (Shaker)
- 1.4 ตู้บ่มเพาะเชื้อ (Incubator)
- 1.5 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)
- 1.6 เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity meter)
- 1.7 ปิเปต ขนาด 3 มิลลิลิตร
- 1.8 จานเพาะเชื้อ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 90 มิลลิเมตร
- 1.9 กระดาษกรองเบอร์ 1 และ 42
- 1.10 เมล็ดผักกาดเขียววางตุ้ง ความงอกไม่ต่ำกว่าร้อยละ 75
- 1.11 เครื่องแก้วและวัสดุอื่นๆ ที่ใช้ในการทดลอง

2. วิธีการ

2.1 แผนการทดลอง –

2.2 กรรมวิธี

ประกอบด้วย 2 ปัจจัย ได้แก่

- ปัจจัยที่ 1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) มี 6 ระดับ คือ 1) ต่ำกว่า 4.0 , 2) 4.1-5.0 , 3) 5.1-6.0 , 4) 6.1-7.0, 5) 7.1-8.0 และ 6) มากกว่า 8.0

- ปัจจัยที่ 2 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มี 2 ระดับ คือ 1) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร และ 2) มากกว่า 10 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร

2.3 วิธีการสกัดสารละลายปุ๋ยอินทรีย์ (คู่มือวิธีวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์, 2551)

โดยนำตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ที่มีระดับค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 6 ระดับไว้แก่ ต่ำกว่า 4.0, 4.1-5.0, 5.1-6.0, 6.1-7.0, 7.1-8.0 และมากกว่า 8.0 ที่มีค่าการนำไฟฟ้า (EC) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร และมากกว่า 10 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร โดยชั่งตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ 10 กรัมใส่ในขวด เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร (อัตราส่วนของปุ๋ยต่อน้ำ 1:10) เขย่าด้วยเครื่องเขย่าความเร็ว 180 ครั้งต่อนาที นาน 1 ชั่วโมง แล้วกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42

2.4 วิธีทดสอบ

2.4.1 ดูดสารละลายปุ๋ยด้วยปิเปตขนาด 3 มิลลิลิตร ใส่ลงบนกระดาษกรองเบอร์ 42 ในจานเพาะเชื้อ จานละ 3 มิลลิลิตร ตัวอย่างละ 4 ซ้ำ จากนั้นวางเมล็ดพืช 10 เมล็ดต่อจานเพาะเชื้อ โดยให้แต่ละเมล็ดมีระยะห่างเท่าๆ กัน

2.4.2 คุณน้ำกลั่นด้วยปิเปตขนาด 3 มิลลิลิตร ใส่ลงบนกระดาษกรองเบอร์ 42 ในจานเพาะเชื้อ จานเพาะดำรับควบคุมจานละ 3 มิลลิลิตร จำนวน 4 ซ้ำ จากนั้นวางเมล็ดพืช 10 เมล็ดต่อจานเพาะเชื้อ โดยให้แต่ละเมล็ดมีระยะห่างเท่าๆ กัน

2.4.3 ห่อจานเพาะเมล็ดด้วยพลาสติกห่ออาหาร

2.4.4 บ่มจานเพาะเมล็ดไว้ในตู้บ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 29 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง

2.4.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล ดังต่อไปนี้

2.4.5.1 ค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดที่งอกทั้งหมดต่อจานเพาะ (หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์)

2.4.5.2 ค่าเฉลี่ยของความยาวของรากเมล็ดที่งอกทั้งหมด (หน่วยเป็นเซนติเมตร)

2.4.3 การคำนวณ

$$\text{ดัชนีการงอก} = \frac{\text{เปอร์เซ็นต์ความงอกดำรับน้ำสกัดปุ๋ย} \times \text{ความยาวดำรับน้ำสกัดปุ๋ย}}{\text{เปอร์เซ็นต์ความงอกดำรับควบคุม} \times \text{ความยาวดำรับควบคุม}} \times 100$$

2.5 นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ เพื่อหาค่า F-value ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แล้วเปรียบเทียบหาความแตกต่างโดยใช้ Duncan's New multiple Range Test (DMRT) และวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple regression) เพื่อหาสมการพยากรณ์ดัชนีความงอก จากตัวแปรต้น ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (EC)

3. เวลาและสถานที่

ระยะเวลา

เริ่มต้น ตุลาคม 2556

สิ้นสุด กันยายน 2558

สถานที่ทำการทดลอง

กลุ่มงานวิจัยระบบตรวจสอบคุณภาพปุ๋ย กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กปผ.

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการสำรวจเก็บรวบรวมตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์จำนวนทั้งหมด 729 ตัวอย่าง ลักษณะของตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์มี 3 แบบได้แก่ แบบผงหรือลักษณะเดิมของวัสดุส่วนประกอบ แบบปั้นเม็ด และแบบอัดเม็ด พบว่าตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์มีค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 2.7-13.0 และค่าการนำไฟฟ้ามีค่าอยู่ในช่วง 0.3-24.8 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของดัชนีความงอกที่ระดับความเป็นกรด-ด่างทั้ง 4 ระดับ ที่มีค่าการนำไฟฟ้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร (ตารางที่ 1) พบว่า ระดับความเป็นกรด-ด่าง 5.1-6.0 มีดัชนีความงอกสูงที่สุด คือ 80.9 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างกันกับที่ระดับความเป็นกรด-ด่าง 7.1-8.0 แต่แตกต่างกันกับระดับความเป็นกรด-ด่าง 6.1-7.0 และที่ระดับความเป็นกรด-ด่าง มากกว่า 8.0 ซึ่งดัชนีความงอกเท่ากับ

74.4, 62.0 และ 66.7 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ จากตารางที่ 1 ไม่มีผลวิเคราะห์ความแปรปรวนที่ระดับความเป็น
กรด-ด่าง น้อยกว่า 4 และ 4.1-5.0 เนื่องจากตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ที่ระดับความเป็นกรด-ด่างดังกล่าวมีจำนวน
ตัวอย่างน้อยมากไม่เพียงพอสำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ตารางที่ 1 ดัชนีความงอกที่ระดับความเป็นกรด-ด่างทั้ง 4 ระดับ ที่มีค่าการนำไฟฟ้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร

pH	Germination Index ^{1/} (%)
5.1-6.0	80.9 a
6.1-7.0	62.0 c
7.1-8.0	74.4 ab
> 8.0	66.7 bc

^{1/} Means within a column followed by a same letter are not significantly difference at the $p \leq 0.05$ by DMRT.

ตารางที่ 2 ดัชนีความงอกที่ระดับความเป็นกรด-ด่างทั้ง 3 ระดับ ที่มีค่าการนำไฟฟ้ามากกว่า 10 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร

pH	Germination Index ^{1/} (%)
6.1-7.0	19.8 a
7.1-8.0	27.1 a
> 8.0	17.1 a

^{1/} Means within a column followed by a same letter are not significantly difference at the $p \leq 0.05$ by DMRT.

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของดัชนีความงอก ที่ระดับความเป็นกรด-ด่างทั้ง 3 ระดับ ที่มีค่าการนำไฟฟ้ามากกว่า 10 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร (ตารางที่ 2) พบว่า ความเป็นกรด-ด่างทั้ง 3 ระดับ มีดัชนีความงอกไม่แตกต่างกัน คือ ระดับความเป็นกรด-ด่าง 6.1-7.0 ,7.1-8.0 และ มากกว่า 8.0 มีดัชนีความงอกเท่ากับ 19.8, 27.1 และ 17.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากตารางที่ 2 ไม่มีผลวิเคราะห์ความแปรปรวนที่ระดับความเป็นกรด-ด่างน้อยกว่า 4, 4.1-5.0 และ 5.1-6.0 เนื่องจากตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ที่ระดับความเป็นกรด-ด่าง ดังกล่าวมีจำนวนตัวอย่างน้อยมาก ไม่เพียงพอสำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวน

จากผลวิเคราะห์ความแปรปรวนของดัชนีความงอก ที่ระดับความเป็นกรด-ด่างทั้ง 4 ระดับ ที่มีค่าการนำไฟฟ้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร เห็นได้ว่าช่วงความเป็นกรด-ด่างที่มีดัชนีความงอกสูงที่สุดคือ 5.1-6.0 แต่จากการทดสอบตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ ส่วนใหญ่ปุ๋ยอินทรีย์มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 7.1-8.0 คิดเป็น 58.0 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาอีก 20.18 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นปุ๋ยอินทรีย์มีค่าความเป็นกรด-ด่างในช่วง 6.1-7.0 จากจำนวนตัวอย่างทั้งหมด อย่างไรก็ตามจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของดัชนีความงอก ค่าความเป็นกรด-ด่างในช่วง 5.1-6.0 มีดัชนีความงอกไม่แตกต่างกับค่าความเป็นกรด-ด่างในช่วง 7.1-8.0 ดังนั้นปุ๋ยอินทรีย์ที่ย่อยสลายเสร็จสมบูรณ์แล้ว ควรมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 5.1-8.0 และมีค่าการนำไฟฟ้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร

ส่วนผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของดัชนีความงอกที่ระดับความเป็นกรด-ด่างทั้ง 3 ระดับ ที่มีค่าการนำไฟฟ้ามากกว่า 10 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร เห็นได้ว่า ตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ที่มีค่าการนำไฟฟ้ามากกว่า 10 เดซิซีเมนต์ต่อเมตรทุกระดับความเป็นกรด-ด่าง มีดัชนีความงอกไม่ผ่านเกณฑ์ตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2557 (ราชกิจจานุเบกษา, 2557) ซึ่งระบุว่าปุ๋ยอินทรีย์ต้องมีค่าการนำไฟฟ้าไม่เกิน 10 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ซึ่งส่วนใหญ่ปุ๋ยหมักจะมีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 1.0-10.0 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร (US Composting Council, n.d.: online) ซึ่งค่าการนำไฟฟ้าเป็นค่าเกลือที่ละลายน้ำ ถ้ามีปริมาณเกลือที่ละลายน้ำในปริมาณมากจะมีผลยับยั้งการงอกของเมล็ดพืช ซึ่งสอดคล้องกับ Dimambro *et al.*, (2007) รายงานว่าระดับค่าการนำไฟฟ้าของปุ๋ยหมักควรไม่เกิน 2.5 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ถ้าค่าการนำไฟฟ้ามากกว่า 2.5 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ทำให้การงอกและการเจริญเติบโตของพืชลดลง หากตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์มีค่าการนำไฟฟ้า 5.3 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร มีผลยับยั้งการงอกของเมล็ดผักกาดหอมและกะหล่ำปลี (Brito, 1999) และหากค่าการนำไฟฟ้า 9.0 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร จะเป็นอันตรายต่อเมล็ดและเจริญเติบโตของต้นมะเขือเทศ (Castillo *et al.*, 2004)

ตารางที่ 3 สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม

Model	pH	EC	GI
pH	1.000		
EC	-0.081	1.000	
GI	0.062	-0.043**	1.000

** Significant at $p \leq 0.01$

จากผลวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม พบว่า ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มีความสัมพันธ์กับดัชนีความงอก (GI) $r = 0.430$ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่างไม่มีความสัมพันธ์กับดัชนีความงอก จากตารางที่ 3 เห็นได้ว่า ค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นด้วยกันมีค่าต่ำ $r = -0.081$ จึงไม่เกิดปัญหาตัวแปรต้นสัมพันธ์กันเอง (multicollinearity) นั่นคือ ค่า $r > 0.65$ ถ้าใช้เกณฑ์ของ Burn และ Grove (1993) และถ้าใช้เกณฑ์ของ Stevens (1992) ค่า $r > 0.80$ ดังนั้นตัวแปรต้นเหมาะที่จะนำไปวิเคราะห์ในโมเดลสมการถดถอยพหุคูณต่อไป

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)

Model	df	SS	MS	F	Sig.
Regression	1	155226.028	155226.028	164.873	0.000
Residual	725	682580.641	941.491		

Total	726	837806.669
-------	-----	------------

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณระหว่างค่าการนำไฟฟ้ากับดัชนีความงอก

ตัวแปร	Unstandardized		Standardized	t	Sig.
	Coefficients		Coefficients		
	B	Std.Error	Beta		
(Constant)	76.845	1.397		55.017**	0.000
EC	-2.032	0.158	-0.43	-12.84**	0.000
R= 0.430		R ² = 0.185	R ² adj = 0.184	SE=30.684	

** Significant at $p \leq 0.01$

จากผลการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณระหว่างค่าการนำไฟฟ้ากับดัชนีความงอก ด้วยวิธี Stepwise พบว่าค่าการนำไฟฟ้าที่รวมพยากรณ์ดัชนีความงอกของปุ๋ยอินทรีย์ ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) เท่ากับ 0.430 มีอิทธิพลต่อดัชนีความงอก (R^2) 18.5 เปอร์เซ็นต์และสัมประสิทธิ์การทำนายที่ปรับแก้ (Adjusted R Square) ซึ่งเป็นค่าปรับแก้ของ R Square พบว่า ค่าการนำไฟฟ้าสามารถอธิบายความแปรปรวนของดัชนีความงอกได้ 18.4 เปอร์เซ็นต์ และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสมการถดถอย (SE) เท่ากับ 30.684

จากตารางที่ 5 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยในรูปแบบคะแนนดิบ (b) และสัมประสิทธิ์การถดถอยในรูปแบบคะแนนมาตรฐาน (Beta หรือ β) จากการทดสอบนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย พบว่า มี 1 ตัวแปรที่สามารถอธิบายดัชนีความงอกได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 โดยตัวแปรค่าการนำไฟฟ้า มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ -2.032 นั้นหมายความว่า ดัชนีความงอกเปลี่ยนแปลงลดลง 2.032 หน่วย เมื่อค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้น 1 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร และดัชนีความงอกเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น 2.032 หน่วย เมื่อค่าการนำไฟฟ้าลดลง 1 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ซึ่งสามารถเขียนสมการพยากรณ์ในรูปแบบคะแนนดิบได้ดังนี้ $GI = 78.845 - 2.032 (EC)$

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาครั้งนี้ สรุปได้ว่า

1. ค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมของปุ๋ยอินทรีย์ ควรอยู่ในช่วง 5.1-8.0
2. ค่าการนำไฟฟ้าที่เหมาะสมของปุ๋ยอินทรีย์ ควรมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร
3. ค่าความเป็นกรด-ด่างของปุ๋ยอินทรีย์ ไม่มีความสัมพันธ์กับดัชนีความงอก
4. ค่าการนำไฟฟ้าของปุ๋ยอินทรีย์ มีความสัมพันธ์กับดัชนีความงอก แสดงว่าดัชนีความงอกจะเพิ่มขึ้น

เมื่อค่าการนำไฟฟ้าลดลง

5. สมการพยากรณ์ดัชนีความงอกที่ได้ ค่าการนำไฟฟ้ามีอิทธิพลต่อดัชนีความงอกเพียง 18.5 เปอร์เซ็นต์ และอีก 81.5 เปอร์เซ็นต์ เป็นอิทธิพลจากปัจจัย และค่าการนำไฟฟ้าสามารถอธิบายความแปรปรวนของดัชนีความงอกได้เพียง 18.4 เปอร์เซ็นต์ อีกทั้งค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสมการถดถอยสูงถึง 30.684 จึงทำให้สมการพยากรณ์มีความน่าเชื่อถือน้อย ดังนั้นสมการพยากรณ์ที่ได้จึงไม่เหมาะที่จะนำมาพยากรณ์ดัชนีการงอก

ข้อเสนอแนะ

จากสมการพยากรณ์ดัชนีความงอกที่ได้ ทำให้ทราบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าการนำไฟฟ้าเป็นเพียงปัจจัยส่วนหนึ่ง ซึ่งมีอิทธิพลต่อดัชนีความงอก ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาปัจจัยอื่นๆ ของปุ๋ยอินทรีย์ที่มีผลต่อดัชนีความงอก เช่น ความชื้น (Moisture) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic matter) อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ปริมาณโลหะหนัก เป็นต้น เพื่อให้ได้สมการที่สามารถพยากรณ์ดัชนีความงอกได้แม่นยำมากยิ่งขึ้น

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ผู้ผลิตปุ๋ยอินทรีย์สามารถนำค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าการนำไฟฟ้า ไปใช้ในการทดสอบดัชนีความงอกของปุ๋ยอินทรีย์ได้เบื้องต้น

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2551. คู่มือวิธีวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์. กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- ยงยุทธ โอสภสสกา, อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และ ชวลิต ฮงประยูร. 2556. ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน. พิมพ์ครั้งที่ 3. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ราชกิจจานุเบกษา. 2557. ประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่อง กำหนดเกณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2557. เล่มที่ 131 ตอนพิเศษ 29 ง หน้า 4. วันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2557.
- Brito, L.M. 1999. Lettuce (*Lactuca sativa* L.) and cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *Capitata* L.) growth in soil mixed with municipal solid waste compost and paper mill sludge composted with bark. *Acta Hort* 563: 131-135.
- Burns, N. and S. Grove. 1993. The practice of nursing research: conduct, critique and utilization (2nd ed). W.B.Saunders: Philadelphia, Pennsylvania, USA.
- Castillo, J.E., F. Herrera, R.J. Lopez-Bellido, F.J. Lopez-Bellido and E.J. Lopez-Bellido. 2004. Municipal Soil waste (MSW) compost as a tomato transplant medium. *Compost Sci. Utiliz* 12: 86-92.
- Dimambro, M.E., R.D. Lillywhite and C.R. Rahn. 2007. The physical, chemical and microbial characteristics of biodegradable municipal waste derived composts. *Compost Sci. Utiliz* 15: 243-252.
- Jimenez, E.I. and V.P. Garcia . 1989. Comparison of three techniques for estimating Phytotoxicity in Municipal solid waste compost *Biological wastes* 27: 115 -42.

Stevens, J.P. 1992. Applied Multivariate Statistics for the Social Sciences (2nd edition). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Tiquia S.M. and F.Y. Tam. 1998. Elimination of phytotoxicity during co-composting of spent pig-manure sawdust litter and pig sludge. *Biores Technol* 65: 43-49.

US Composting Council. (n.d.). Evaluating compost quality. Retrieved January 1, 2016, from <http://www.compostingcouncil.org/section.cfm?id=39>.