

รายงานผลงานเรื่องเติมการทดลองสิ้นสุด ปี 2558

- | | |
|---------------------------------|--|
| 1. ชุดโครงการวิจัย | วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร |
| 2. โครงการวิจัย
กิจกรรมที่ 2 | การพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์พืชและปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
การวิจัยและพัฒนาวิธีวิเคราะห์เพื่อให้ได้วิธีใหม่ที่รวดเร็ว แม่นยำ ปลอดภัยและ
รักษาสิ่งแวดล้อม |
| กิจกรรมย่อยที่ 2.2 | การพัฒนาชุดทดสอบอย่างง่าย เพื่อใช้ตรวจสอบคุณสมบัติเบื้องต้นของพืชและ
ปัจจัยการผลิต |
| 3. ชื่อการทดลอง(ภาษาไทย) | วิจัยและพัฒนาชุดตรวจสอบ ความต้องการปุ๋ยของดิน |
| | ชื่อการทดลอง(ภาษาอังกฤษ) The development of Lime requirement test kit for soil analysis |
| 4. คณะผู้ดำเนินงาน | |
| ชื่อหัวหน้าโครงการ | นางจิตติมา ยถาภูษานนท์ สังกัด กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร |
| หัวหน้าการทดลอง | นางพจมาลย์ ภู่สาร สังกัด สังกัด กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กปผ. |
| ผู้ร่วมงาน | นางสาวจรีรัตน์ กุศลวิริยะวงศ์ สังกัด กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กปผ.
นางสาวญาณธิดา จิตต์สะอาด สังกัด กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กปผ.
นางสาวจิตติรัตน์ ชูชาติ สังกัด กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กปผ.
นางสาวเจนจิรา เทเวศร์วรกุล สังกัด กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กปผ. |

5. บทคัดย่อ

การวิจัยและพัฒนาชุดตรวจสอบความต้องการปุ๋ยของดินดำเนินการโดยวิเคราะห์หาค่าความต้องการปุ๋ยของดิน เปรียบเทียบระหว่างชุดตรวจสอบที่ได้พัฒนาขึ้น กับการหาค่าความต้องการปุ๋ยของดินตามวิธีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ โดยแบ่งตามลักษณะเนื้อดิน คือ ดินทราย ดินร่วน และดินเหนียว พบว่า ค่าความต้องการปุ๋ยของดินของชุดตรวจสอบที่ได้พัฒนาขึ้น มีความสัมพันธ์กันโดยตรงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับค่าความต้องการปุ๋ยของดินตามวิธีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ โดยค่า r เท่ากับ 0.893, 0.894 และ 0.899 ตามลำดับ จึงดำเนินการเตรียมชุดตรวจสอบที่มีตัวอย่างดินทั้ง 3 ชนิด คือ ดินทราย ดินร่วน และดินเหนียวชนิดดินละ 5 ตัวอย่างซึ่งมีค่าความต้องการปุ๋ยแตกต่างกัน พบว่าความถูกต้องของค่าความต้องการปุ๋ยของตัวอย่างดินทั้ง 3 ชนิด จากการทดสอบของบุคคลทั่วไป 5 คน ถูกต้องร้อยละ 80 และได้ทำการวิเคราะห์หาค่าความต้องการปุ๋ยของดินระหว่างทำในห้องปฏิบัติการกับชุดตรวจสอบความต้องการปุ๋ยของดินที่ได้พัฒนาขึ้น กับตัวอย่างดินที่เกษตรกรมาขอรับบริการ 45 คน พบว่าความถูกต้องของค่าความต้องการปุ๋ยของตัวอย่างดินทั้ง 3 ชนิด จากการวิเคราะห์ด้วยชุดตรวจสอบที่ได้พัฒนาขึ้น ถูกต้องร้อยละ 70

Abstract

The development of Lime requirement test kit for soil analysis was conducted at Chemical Research Group laboratory. The objectives of this research were to develop the test kit for all type of soil as sandy soils, loamy soils and clayey soils for a simply and rapidly in the field. The analysis results of the test kit were compared with those of the standard method using correlation analysis. The results showed that there was a positive relationship between the results of the test kit and those of the standard method. The correlation coefficient (r) of sandy soils, loamy soils and clayey soils were 0.893, 0.894 and 0.899 respectively, indicated that the test kit had high accurately result more than 80%, The result found that the test kit can be used for all type of soils in field. Meanwhile Research in field from 45 farmers has shown that the accuracy analysis of test kit had high accurately result 70% which was in the acceptable result. It can be concluded that the results of lime requirement analysis for soil from the test kit was accurated.

6. คำนำ

ความเป็นกรดของดินตามธรรมชาติจำกัดและลดศักยภาพในการผลิตพืชหลายชนิด ดังนั้นการปรับปรุงดินกรดให้มีค่า pH สูงขึ้นเพื่อเพิ่มผลผลิตพืชที่เกษตรกรนิยมใช้กันมากคือการใช้วัสดุปูน ซึ่งวิธีการวิเคราะห์ความต้องการปูนของดินในห้องปฏิบัติการ ใช้วิธีวิเคราะห์ Woodruff buffer (Woodruff, 1948) ซึ่งอย่างน้อยต้องใช้เวลา 1 ชั่วโมงในการวิเคราะห์ และนอกจากตัวน้ำยาบัพเฟอร์แล้วยังต้องมี pH meter เป็นเครื่องมือที่สำคัญ รวมทั้งผู้ทำการวิเคราะห์จะต้องมีความรู้ทางเคมี และมีประสบการณ์ จึงจะทำให้ผลการวิเคราะห์ถูกต้องและน่าเชื่อถือ จึงได้ทำการวิจัยและพัฒนาชุดตรวจสอบความต้องการปูนของดิน ที่เป็นวิธีที่ง่าย สะดวกรวดเร็ว ผลการวิเคราะห์ถูกต้อง ใช้อุปกรณ์ที่มีการใช้งานง่าย ที่สำคัญคือ บุคคลที่จะทำการวิเคราะห์ไม่ต้องมีความรู้ และประสบการณ์ทางเคมีมาก่อน ดังนั้นการวิจัยนี้เป็นการพัฒนาเครื่องมือในการวัดความต้องการปูนของดิน ที่สามารถนำไปใช้ในสถานที่จริง คือ ไร่นา ได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และมีความถูกต้องแม่นยำ

7. วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. เครื่อง pH meter
2. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง
3. ตัวอย่างดิน
4. IRM (Internal Reference Material)
5. กระจกพลาสติกใส เบอร์ 3 มีฝาเกลียวปิด
6. กระจกฉีดยาพลาสติก (Syringe) ขนาด 1.0 มล., 3.0 มล., 5 มล. และ 10 มล.
7. ช้อนพลาสติกใช้ตักดิน

8. แผ่นอลูมิเนียม ใช้สำหรับปาดดินออกจากหน้าซ็อน
9. แผ่นแถบสีมาตรฐานวัด pH ดิน

สารเคมี

1. ปูนขาวแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3)
2. Bromcresal Green
3. Bromcresal Purple
4. Bromthymol Blue
5. น้ำยาเปลี่ยนสี Mixed Indicator วัด pH ช่วง 3.0-8.0 บรรจุในขวดหยด ขนาด 30 มล.
6. น้ำยาสกัด เบอร์ 1 ได้แก่ สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ บรรจุในขวดพลาสติกขนาด 120 มล.
7. para nitrophenol
8. calcium acetate
9. Hydrochlorides
10. Sodium chlorides

วิธีการ

1. คัดเลือกตัวอย่างดิน โดยวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน และเนื้อดินที่เกษตรกรนำมาส่งวิเคราะห์ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ตามคู่มือวิธีวิเคราะห์ดินทางเคมีและฟิสิกส์
2. นำตัวอย่างดินมาทำการทดสอบโดยเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ระหว่างผลปฏิบัติการกับที่ได้จากชุดตรวจสอบ
3. ทำการวิเคราะห์ค่าความต้องการปุ๋ยของดินระหว่างทำในห้องปฏิบัติการกับชุดตรวจสอบความต้องการปุ๋ยของดินที่ได้พัฒนาขึ้น กับตัวอย่างดินที่คัดเลือกมา กับบุคคลคนทั่วไป 5 คน ทั้งหมด 15 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ คำนวณออกมาเป็นค่าเฉลี่ยต่อ 1 ตัวอย่าง รวมเป็น 45 ค่าวิเคราะห์
4. ทำการวิเคราะห์ค่าความต้องการปุ๋ยของดินระหว่างทำในห้องปฏิบัติการกับชุดตรวจสอบความต้องการปุ๋ยของดินที่ได้พัฒนาขึ้น กับตัวอย่างดินที่เกษตรกรมาขอรับบริการ 45 คน โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 5 ตัวอย่าง ทั้งหมด 15 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ คำนวณออกมาเป็นค่าเฉลี่ยต่อ 1 ตัวอย่าง รวมเป็น 225 ค่าวิเคราะห์
5. จัดทำรูปแบบชุดตรวจสอบความต้องการปุ๋ยของดินให้น่าเชื่อถือ

เวลาและสถานที่

เวลา	1 ตุลาคม 2553 – 30 กันยายน 2558
สถานที่	ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน กลุ่มงานวิจัยระบบตรวจสอบคุณภาพดินและน้ำ กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

8. ผลและวิจารณ์ผลการวิเคราะห์

1. คัดเลือกตัวอย่างดิน โดยวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน และเนื้อดินที่เกษตรกรนำมาส่งวิเคราะห์ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ตามคู่มือวิธีวิเคราะห์ดินทางเคมีและฟิสิกส์

แบ่งตามชนิดเนื้อดิน 3 ชนิด คือ ดินทราย ดินร่วน ดินเหนียว กลุ่มละ 7 ตัวอย่าง และดินมีคุณสมบัติเป็นกรด (pH น้อยกว่า 6.0) ตามตารางที่ 1-3 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ดินกลุ่มดินทราย ที่ได้รับการคัดเลือก

Sand 50-59% Silt 0-10 % Clay 31-50 %

Sand 50-59% Silt 11-20 % Clay 21-39 %

Sand 50-59% Silt 21-30 % Clay 11-29 %

Sand 50-59% Silt 31-40 % Clay 1-19 %

Sand 60-69% Silt 0-10 % Clay 21-40 %

Sand 60-69% Silt 11-20 % Clay 11-29 %

Sand 60-69% Silt 21-30 % Clay 1-9 %

Sand 70-79% Silt 0-10 % Clay 11-30 %

Sand 70-79% Silt 11-20 % Clay 1-19 %

Sand 70-79% Silt 21-30 % Clay 0-9 %

Sand 80-89% Silt 0-10 % Clay 1-20 %

Sand 80-89% Silt 11-20 % Clay 0-9 %

Sand 90-99% Silt 0-10 % Clay 0-10 %

ตารางที่ 2 ดินกลุ่มดินร่วน ที่ได้รับการคัดเลือก

Silt 40-49% Sand 0-10 % Clay 41-60 %

Silt 40-49% Sand 11-20 % Clay 31-49 %

Silt 40-49% Sand 21-30 % Clay 21-39 %

Silt 40-49% Sand 31-40 % Clay 11-29 %

Silt 40-49% Sand 41-50 % Clay 1-19 %

Silt 50-59% Sand 0-10 % Clay 31-50 %

Silt 50-59% Sand 11-20 % Clay 21-39 %

Silt 50-59% Sand 21-30 % Clay 11-29 %

Silt 50-59% Sand 31-40 % Clay 1-19 %

Silt 60-69% Sand 0-10 % Clay 21-40 %

Silt 60-69% Sand 11-20 % Clay 11-29 %

Silt 60-69% Sand 21-30 % Clay 1-9 %

Silt 70-79% Sand 0-10 % Clay 11-30 %

Silt 70-79% Sand 11-20 % Clay 1-19 %

Silt 80-89% Sand 0-10 % Clay 1-20 %

ตารางที่ 3 ดินกลุ่มดินเหนียว ที่ได้รับการคัดเลือก

Clay 50-59% Silt 0-10 % Sand 31-50 %

Clay 50-59% Silt 11-20 % Sand 21-39 %

Clay 50-59% Silt 21-30 % Sand 11-29 %

Clay 50-59% Silt 31-40 % Sand 1-19 %

Clay 60-69% Silt 0-10 % Sand 21-40 %

Clay 60-69% Silt 11-20 % Sand 11-29 %

Clay 60-69% Silt 21-30 % Sand 1-9 %

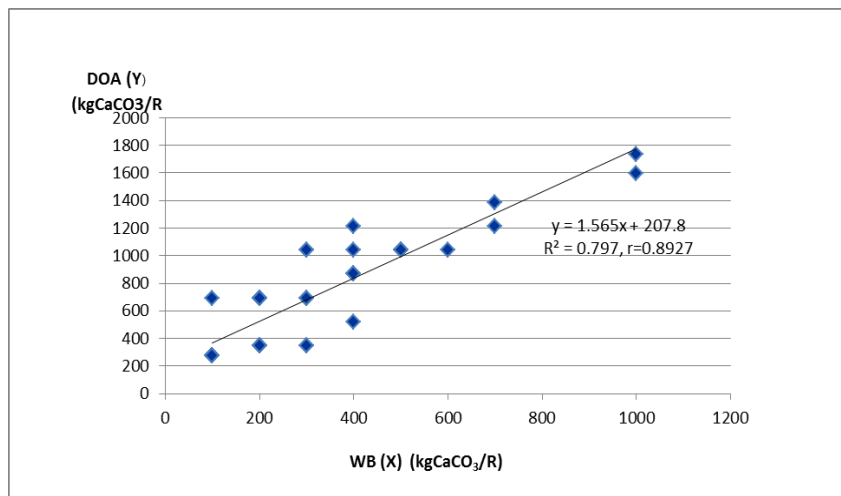
Clay 70-79% Silt 0-10 % Sand 11-30 %

Clay 70-79% Silt 11-20 % Sand 1-19 %

Clay 70-79% Silt 21-30 % Sand 0-9 %

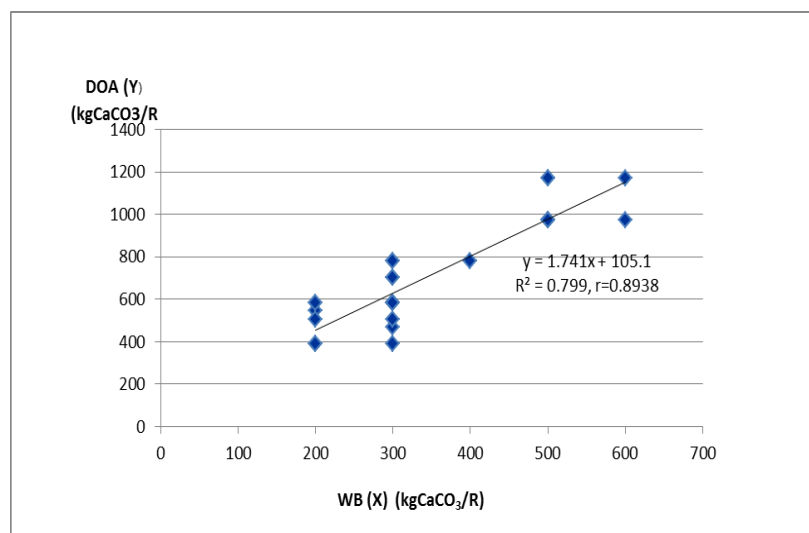
2. นำตัวอย่างดินมาทำการทดสอบโดยเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ระหว่างผลปฏิบัติการกับที่ได้จากชุดตรวจสอบ

ภาพที่ 1 แสดงค่าความต้องการปูนของดินทรายที่วิเคราะห์โดยชุดตรวจสอบที่ได้พัฒนาขึ้น (DOA) มีความสัมพันธ์กันโดยตรงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ กับ ค่าความต้องการปูนของดินตามวิธีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ (Woodruff buffer) (WB) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (The coefficient of correlation, r) เท่ากับ 0.8927



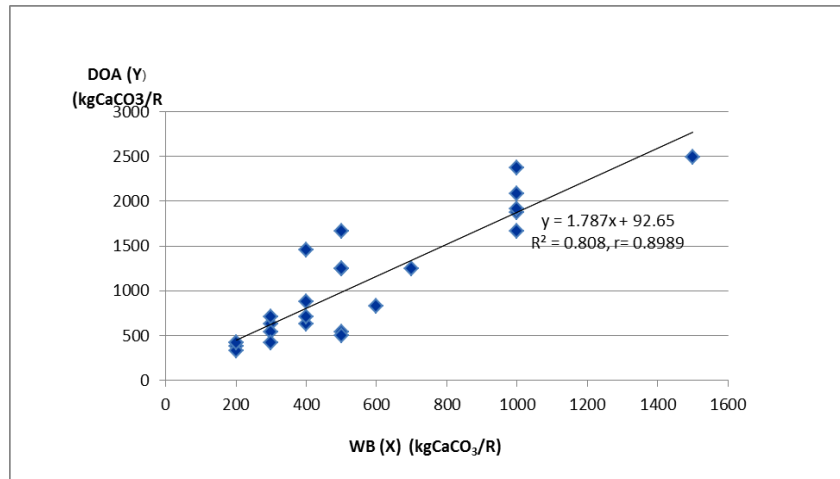
ภาพที่ 1 แสดงค่าสหสัมพันธ์ (r) ระหว่างค่าความต้องการปูนของดินทราย ด้วยวิธี Woodruff กับค่าความต้องการปูนด้วยชุดทดสอบปูนอย่างรวดเร็วที่พัฒนาขึ้น (DOA)

ภาพที่ 2 แสดงค่าความต้องการปูนของดินร่วนที่วิเคราะห์โดยชุดตรวจสอบที่ได้พัฒนาขึ้น (DOA) มีความสัมพันธ์กันโดยตรงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับ ค่าความต้องการปูนของดินตามวิธีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ (Woodruff buffer) (WB) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (The coefficient of correlation, r) เท่ากับ 0.893



ภาพที่ 2 แสดงค่าสหสัมพันธ์ (r) ระหว่างค่าความต้องการปูนของดินร่วน ด้วยวิธี Woodruff กับค่าความต้องการปูนด้วยชุดทดสอบปูนอย่างรวดเร็วจังหวัดพัฒนาขึ้น (DOA)

ภาพที่ 3 แสดงค่าความต้องการปูนของดินเหนียวที่วิเคราะห์โดยชุดตรวจสอบที่ได้พัฒนาขึ้น (DOA) มีความสัมพันธ์กันโดยตรงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับ ค่าความต้องการปูนของดินตามวิธีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ (Woodruff buffer) (WB) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (The coefficient of correlation, r) เท่ากับ 0.8989



ภาพที่ 3 แสดงค่าสหสัมพันธ์ (r) ระหว่างค่าความต้องการปูนของดินเหนียว ด้วยวิธี Woodruff กับค่าความต้องการปูนด้วยชุดทดสอบปูนอย่างรวดเร็วจังหวัดพัฒนาขึ้น (DOA)

จากการเปรียบเทียบค่าสหสัมพันธ์ (r) ระหว่างค่าความต้องการปูนของดินทั้ง 3 ชนิด ด้วยวิธี Woodruff กับค่าความต้องการปูนด้วยชุดทดสอบปูนอย่างรวดเร็วจังหวัดพัฒนาขึ้น (DOA) พบว่า เมื่อเรียงลำดับค่าสหสัมพันธ์ จากมากไปน้อย คือ เท่ากับ 0.893, 0.894 และ 0.899 ตามลำดับ ในตัวอย่างดินทราย ดินร่วน และดินเหนียว คือ ดินเหนียว มีค่าสหสัมพันธ์มากที่สุด คือมีความถูกต้องแม่นยำมากที่สุด ดินร่วนรองลงมา และดินทรายน้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนายสมชาย และคณะ (2539)

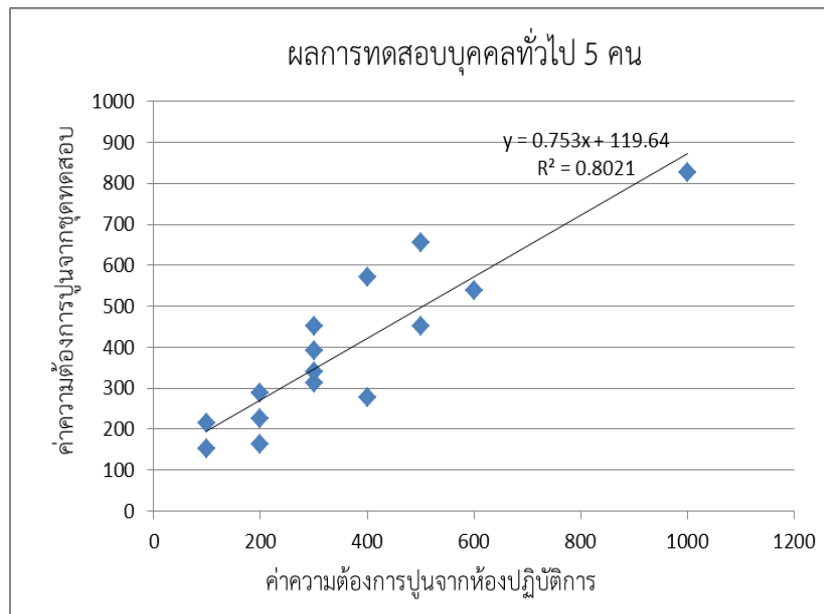
3. ทำการวิเคราะห์ค่าความต้องการปูนของดินระหว่างทำในห้องปฏิบัติการกับชุดตรวจสอบความต้องการปูนของดินที่ได้พัฒนาขึ้น กับตัวอย่างดินที่คัดเลือกมา กับบุคคลคนทั่วไป 5 คน ทั้งหมด 15 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ คำนวณออกมาเป็นค่าเฉลี่ยต่อ 1 ตัวอย่าง รวมเป็น 45 ค่าวิเคราะห์

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบค่าความต้องการปูน (LR) ของดิน ระหว่างค่าที่จัดจาก pH meter ด้วยวิธี Woodruff กับค่าที่วัดจากชุดทดสอบปูนอย่างรวดเร็วจังหวัดพัฒนาขึ้น (DOA) โดยบุคคลคนทั่วไป 5 คน แต่ละคนวัด ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ คำนวณออกมาเป็นค่าเฉลี่ยต่อ 1 ตัวอย่าง

LR	LR DOA					เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	
200	354	250	187	177	478	289
400	770	832	416	416	416	570

300	478	499	291	374	312	391
100	104	146	478	135	208	214
100	187	135	187	83	166	152
600	605	488	332	585	683	538
300	332	254	312	273	390	312
500	488	488	410	390	488	452
200	254	312	234	137	195	226
300	527	527	234	585	390	452
300	400	348	261	174	522	341
1000	1044	1096	783	522	696	828
500	696	609	574	696	696	654
200	174	209	209	139	87	164
400	348	452	244	174	174	278

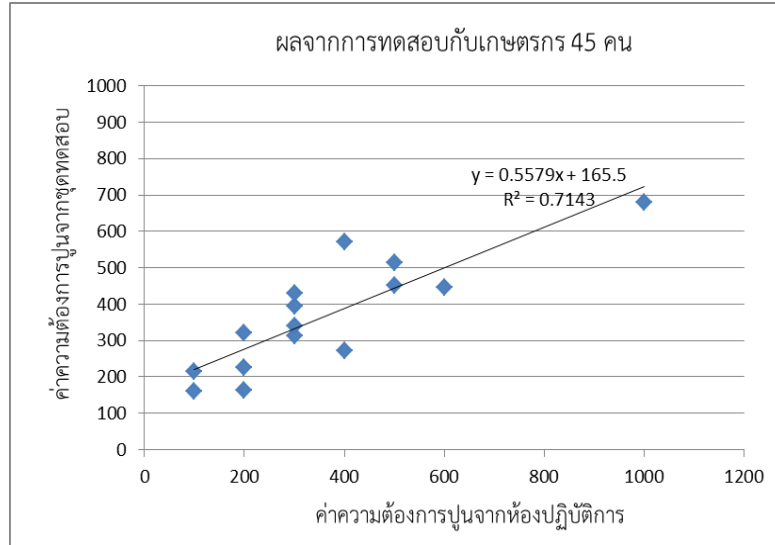
นำตารางที่ 4 มาคำนวณหาค่า R^2 ได้ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แสดงค่า R^2 ระหว่างค่าความต้องการปูนของดินทั้ง 3 ชนิด ด้วยวิธี Woodruff กับค่าความต้องการปูนด้วยชุดทดสอบปูนอย่างรวดเร็วที่พัฒนาขึ้น (DOA) โดยบุคคลคนทั่วไป 5 คน แต่ละคนวัดตัวอย่างละ 3 ซ้ำ จำนวนออกมาเป็นค่าเฉลี่ยต่อ 1 ตัวอย่าง

ภาพที่ 4 แสดงค่าความต้องการปูนของดินทั้ง 3 ชนิดที่วิเคราะห์โดยชุดตรวจสอบที่ได้พัฒนาขึ้น (DOA) โดยบุคคลคนทั่วไป 5 คน แต่ละคนวัดตัวอย่างละ 3 ซ้ำ จำนวนออกมาเป็นค่าเฉลี่ยต่อ 1 ตัวอย่าง มีความสัมพันธ์กันโดยตรงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับ ค่าความต้องการปูนของดินตามวิธีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ (Woodruff buffer) (WB) คือ มีความถูกต้องร้อยละ 80

4. ทำการวิเคราะห์ค่าความต้องการปูนของดินระหว่างทำในห้องปฏิบัติการกับชุดตรวจสอบความต้องการปูนของดินที่ได้พัฒนาขึ้น กับตัวอย่างดินที่เกษตรกรมาขอรับบริการ 45 คน โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 5 ตัวอย่าง ทั้งหมด 15 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ คำนวณออกมาเป็นค่าเฉลี่ยต่อ 1 ตัวอย่าง รวมเป็น 225 ค่าวิเคราะห์ แสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แสดงค่า R^2 ระหว่างค่าความต้องการปูนของดินทั้ง 3 ชนิด ด้วยวิธี Woodruff กับค่าความต้องการปูนด้วยชุดทดสอบปูนอย่างรวดเร็วที่พัฒนาขึ้น (DOA) โดยเกษตรกร 45 คน

ภาพที่ 5 แสดงค่าความต้องการปูนของดินทั้ง 3 ชนิดที่วิเคราะห์โดยชุดตรวจสอบที่ได้พัฒนาขึ้น (DOA) โดยเกษตรกร 45 คน มีความสัมพันธ์กันโดยตรงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับ ค่าความต้องการปูนของดินตามวิธีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ (Woodruff buffer) (WB) คือ มีความถูกต้องร้อยละ 70

5. จัดทำรูปแบบชุดตรวจสอบความต้องการปูนของดินให้น่าเชื่อถือ



9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ได้ชุดตรวจสอบความต้องการปูนของดิน เมื่อนำไปใช้กับตัวอย่างดินทั้ง 3 ชนิด คือ ดินทราย ดินร่วน และดินเหนียวชนิดดินละ 5 ตัวอย่างซึ่งมีค่าความต้องการปูนแตกต่างกัน พบว่าความถูกต้องของค่าความต้องการปูนของตัวอย่างดินทั้ง 3 ชนิด จากการทดสอบของบุคคลทั่วไป 5 คน ถูกต้องร้อยละ 80 และได้ทำการวิเคราะห์ค่าความต้องการปูนของดินระหว่างทำในห้องปฏิบัติการกับชุดตรวจสอบความต้องการปูนของดินที่ได้พัฒนาขึ้น กับตัวอย่างดินที่เกษตรกรมาขอรับบริการ 45 คน พบว่าความถูกต้องของค่าความต้องการปูนของตัวอย่างดินทั้ง 3 ชนิด จากการวิเคราะห์ด้วยชุดตรวจสอบที่ได้พัฒนาขึ้น ถูกต้องร้อยละ 70

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ได้ชุดตรวจสอบความต้องการปูนของดิน ที่เป็นวิธีที่ง่าย สะดวกรวดเร็ว ผลการวิเคราะห์ถูกต้อง ใช้อุปกรณ์ที่มีการใช้งานง่าย ที่สำคัญคือ บุคคลที่จะทำการวิเคราะห์ไม่ต้องมีความรู้ และประสบการณ์ทางเคมีมาก่อน ดังนั้นการวิจัยนี้เป็นการพัฒนาเครื่องมือในการวัดความต้องการปูนของดิน ที่สามารถนำไปใช้ในสถานที่จริงคือ ไร่นา ได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และมีความถูกต้องแม่นยำ

12. เอกสารอ้างอิง

กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี. 2553. คู่มือวิเคราะห์ดินทางเคมีและฟิสิกส์. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทาง

การเกษตร.กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.

สมชาย กริธาภิรมย์ 2539 การพัฒนาชุดตรวจสอบแบบรวดเร็ว เพื่อการวิเคราะห์ค่าความต้องการปูนของดิน

ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ