

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

1. ชุดโครงการ : วิจัยและพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตทางการเกษตรตามมาตรฐานสากล
2. โครงการ : วิจัยและพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ ปุ๋ย พีช ดิน และน้ำ
กิจกรรมที่ 1 : พัฒนาเทคนิคระบบการตรวจวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ปุ๋ย
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : การทดสอบความเสถียรของปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในปุ๋ยเคมี

ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Stability Studies of Nitrogen Phosphorus and Potassium in Chemical Fertilizer

4. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง	นางรัตนาภรณ์ คชวงศ์	สังกัด	กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กปผ.
ผู้ร่วมงาน	นางสาววรรณรัตน์ ชุติบุตร	สังกัด	กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กปผ.
	นางสาวอาธิยา ปุ่นประโคน	สังกัด	กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กปผ.
	นางสาวศุภากร ดวนใหญ่	สังกัด	กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กปผ.
	นางสาวนันทกานต์ ขุนโหร	สังกัด	กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กปผ.

5. บทคัดย่อ

ศึกษาความเสถียรของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมดและโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ ในปุ๋ยเคมีเชิงเดี่ยว ปุ๋ยเคมีเชิงประกอบ ปุ๋ยผสมแบบปั้นเม็ดและปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้า รวม 16 สูตร โดยทดสอบความเสถียรของตัวอย่างปุ๋ยภายใต้สภาวะควบคุมในระยะยาวและผลของอุณหภูมิต่อความเสถียรของตัวอย่างปุ๋ยในระยะสั้น โดยนำผลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารมาทดสอบด้วยสถิติ Regression analysis โดยใช้ตัวแบบวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่ายเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและปริมาณธาตุอาหารของตัวอย่างปุ๋ยแต่ละสูตร ประเมินจากค่าสถิติ t พบว่า $|t| \leq t_{\alpha/2, n-2}$ และประเมินความแปรปรวน โดยใช้สถิติ F พบว่า $p\text{-value} \geq \alpha$ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แสดงว่าเวลาและปริมาณธาตุอาหารไม่มีความสัมพันธ์กัน ตัวอย่างปุ๋ยทั้ง 16 สูตร จึงมีความเสถียรภายใต้สภาวะการเก็บรักษาทั้งในตู้ดูดความชื้นและที่อุณหภูมิห้องตลอดอายุ 36 เดือน และมีความเสถียรภายใต้สภาวะของการทดสอบที่อุณหภูมิ 40, 55, 75 และ 85 °C ในช่วงเวลา 8 สัปดาห์ โดยสามารถประมาณค่าความไม่แน่นอนของการหาค่าความเสถียรในระยะยาวเพื่อใช้กำหนดช่วงความเข้มข้นของปริมาณธาตุอาหารในตัวอย่างปุ๋ยตลอดอายุการเก็บรักษาได้

คำสำคัญ : ปุ๋ยเคมี ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ความเสถียร

The stability studies of total nitrogen, total phosphorus and water soluble potassium of raw material fertilizers compound fertilizer and bulk blending fertilizer for 16 formulas. The stability testing of samples by storage conditions in long-term stability and temperature

conditions in short-term stability by analyzed the element concentrations then evaluation of trend analysis by regression analysis. Find the relations between time and element concentrations by simple linear regression model. The result of F-test show that the p-value $\geq \alpha$ and the t-test show that the $|t| \leq t_{\alpha/2, n-2}$ at confidence level 95%. The estimation is non significance for chemical fertilizer 16 formulas and stable in storage conditions at desiccator and room temperature in 36 months and temperature conditions at 40, 55, 75 and 85 °C in 8 weeks. The fertilizer samples were stability throughout the study period and calculate the uncertainty of the long term stability to determine the range of element concentrations in fertilizer samples throughout the shelf life.

Keyword : Chemical fertilizer Nitrogen Phosphorus Potassium Stability

6. คำนำ

การเก็บรักษาปุ๋ยเคมีให้คงคุณภาพก่อนถึงมือเกษตรกรนั้นผู้ประกอบการควรป้องกันปัจจัยของสภาวะแวดล้อมที่จะทำให้ปุ๋ยเคมีเสื่อมคุณภาพไป โดยมีหลักการง่ายๆ คือ ป้องกันไม่ให้ถูกความร้อนและป้องกันไม่ให้เกิดความชื้น (วิเชียร, 2548) เนื่องจากประเทศไทยเป็นเมืองร้อนลักษณะทั่วไปของปุ๋ยเคมีที่เสื่อมคุณภาพคือการจับตัวเป็นก้อน (caking) โดยกลไกการจับตัวเป็นก้อนของเม็ดปุ๋ยมีสาเหตุจากปัจจัยต่างๆ ได้แก่ แรกกดทับ อุณหภูมิ และความชื้น เป็นต้น เมื่ออุณหภูมิอากาศสูงขึ้นก็จะมีผลต่อความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศและค่าความชื้นสัมพัทธ์วิกฤตของปุ๋ย ทำให้ปุ๋ยดูดความชื้นและจับตัวเป็นก้อนง่ายขึ้น (มุกดา, 2544 ; ยงยุทธและคณะ, 2554) ซึ่งเป็นลักษณะกายภาพที่มีผลให้การใส่ปุ๋ยในพื้นที่เพาะปลูกไม่สะดวก เช่น ปุ๋ยยูเรียซึ่งมีความชื้นสัมพัทธ์วิกฤต 81%RH (Relative Humidity) ที่ 20°C และมีความชื้นสัมพัทธ์วิกฤตเท่ากับ 73%RH ที่ 30°C แสดงว่าหากโรงเก็บปุ๋ยมีอุณหภูมิ 20°C อากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์มากกว่าหรือเท่ากับ 81%RH จะทำให้ปุ๋ยยูเรียดูดความชื้นจากการมีน้ำเข้าสู่องค์ประกอบทางเคมี แต่หากอุณหภูมิสูงขึ้นเป็น 30°C ปุ๋ยยูเรียจะเกิดการดูดความชื้นตั้งแต่ความชื้นสัมพัทธ์มากกว่าหรือเท่ากับ 73%RH เท่านั้น ทั้งนี้หากมีการนำปุ๋ยเคมีต่างๆ มาผสมกันค่าความชื้นสัมพัทธ์วิกฤตนี้จะมีค่าต่ำลงหรือดูดความชื้นได้ง่ายขึ้นนั่นเอง (ยงยุทธและคณะ, 2554)

นอกจากสมบัติทางกายภาพของปุ๋ยที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงได้เนื่องจากปัจจัยต่างๆ แล้วนั้นปริมาณธาตุอาหารของปุ๋ยเคมีดังกล่าวก็อาจจะเกิดความเปลี่ยนแปลงไปด้วยเช่นกัน โดยการดำเนินคดีในชั้นศาลตาม พ.ร.บ.ปุ๋ย มักมีข้อโต้แย้งถึงผลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารรับรองที่ไม่ตรงตามสูตรว่าเป็นผลกระทบจากสภาพแวดล้อมในการเก็บตัวอย่าง การศึกษาวิจัยจึงดำเนินการขึ้นเพื่อพิสูจน์ความมีเสถียรภาพของปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยเคมีจากการศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิและระยะเวลาที่มีต่อปริมาณธาตุอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจนทั้งหมด (Total nitrogen :TN) ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total phosphorus :TP₂O₅) และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ (Water soluble potassium :WK₂O) เพื่อเป็นข้อมูลในการชี้แจงข้อโต้แย้งดังกล่าว

การทดสอบความเปลี่ยนแปลงของปริมาณธาตุอาหารโดยประเมินความเสถียรของปริมาณธาตุอาหารรับรองในปุ๋ยเคมี สามารถนำไปประมาณค่าความไม่แน่นอนที่เกิดจากความไม่เสถียร เมื่อเก็บไว้ภายใต้

สถานะที่ต้องการศึกษาตามระยะเวลาที่กำหนดได้ ซึ่งใช้หลักการของการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) มาเป็นเครื่องมือทางสถิติที่มีการนำมาประยุกต์ใช้ในการประมวลผลข้อมูลทางการวิจัยค่อนข้างมาก เช่น การทดสอบคุณภาพน้ำยางในด้านความเสถียรต่อแรงกล (Mechanical Stability Time :MST) (ฉลอง, 2555) หรือการประเมินความเสถียรของวัสดุอ้างอิงหรือวัสดุอ้างอิงรับรองตามข้อกำหนด ISO GUIDE 35 (2006) ซึ่งจากหลักการของ Regression Analysis สามารถประยุกต์ใช้เพื่อทดสอบความเสถียรระยะยาว (storage conditions, long-term stability) หมายถึง ความเสถียรภายใต้สภาวะการเก็บรักษาที่กำหนดซึ่งจะแสดงถึงวันหมดอายุ (shelf life) หรือวันเสียสภาพของสาร (life time) และการทดสอบความเสถียรระยะสั้น (temperature conditions, short-term stability) หมายถึง ความเสถียรภายใต้สภาวะของการทดสอบที่อุณหภูมิระดับต่างๆ ในช่วงเวลาสั้นๆ (ดุชฎี และ จันทรัตน์, 2552 ; จันทรัตน์, 2557)

7. วิธีดำเนินการ

- อุปกรณ์

- 1) เครื่องมือและวัสดุวิทยาศาสตร์
- 2) เครื่องชั่งไฟฟ้า ทศนิยม 2 ตำแหน่ง
- 3) เครื่องชั่งไฟฟ้า ทศนิยม 4 ตำแหน่ง
- 4) ตู้ดูดความชื้น (desiccator)
- 5) ตู้อบไอร้อน (hot air oven)
- 6) True Spec N
- 7) UV-Vis Spectrophotometer
- 8) Flame Photometer
- 9) เครื่องแก้วและวัสดุอื่นๆ ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์
- 10) ขวดแก้วฝาอลูมิเนียมสำหรับบรรจุตัวอย่าง
- 11) สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด
- 12) สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด
- 13) สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ
- 14) ตัวอย่างปุ๋ย
 - ปุ๋ยเชิงเดี่ยวและปุ๋ยเชิงประกอบ 6 สูตร
 - ปุ๋ยเชิงผสมแบบปั้นเม็ด 5 สูตร
 ปุ๋ยเชิงผสมแบบคลุกเคล้า 5 สูตร

- วิธีการ

- 1) เตรียมตัวอย่างปุ๋ยเคมีที่ใช้ทดสอบสำหรับการทดลอง โดยแบ่งตัวอย่างปุ๋ยเคมีสูตรต่างๆ ใส่ขวดบรรจุตัวอย่าง ได้แก่ ปุ๋ยเชิงเดี่ยวและปุ๋ยเชิงประกอบ 6 สูตร ปุ๋ยเชิงผสมแบบปั้นเม็ด 5 สูตร และปุ๋ยเชิงผสมแบบคลุกเคล้า 5 สูตร
- 2) การศึกษาความเสถียรของตัวอย่างปุ๋ยภายใต้สภาวะควบคุมในระยะยาว (The long-term stability)

นำขวดบรรจุตัวอย่างปุ๋ยเคมี 16 สูตร แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุมซึ่งเก็บในตู้ดูดความชื้นที่อุณหภูมิ 20-30°C ความชื้น 5-8%RH และกลุ่มทดสอบซึ่งเก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 0, 6, 12, 18, 24, 30, 36 เดือน โดยสุ่มตัวอย่างแต่ละสูตรตามเวลาที่กำหนดมาทดสอบครั้งละ 2 ขวด นำตัวอย่างแต่ละขวดมาบดด้วยเครื่องบดตัวอย่างปุ๋ยและร่อนผ่านตะแกรง 40 เมช

 - 2.1) วิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (TN) ฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP_2O_5) และ โพแทสเซียมที่ละลายน้ำ (WK_2O) ตามวิธีวิเคราะห์ของกลุ่มงานวิจัยระบบตรวจสอบคุณภาพปุ๋ย โดยทำการวิเคราะห์ทั้ง 2 ขวด แต่ละขวดทดสอบ 2 ซ้ำ พร้อมทั้งบันทึกลักษณะทางกายภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงไป

2.2) วิเคราะห์ทางสถิติ Regression Analysis ตาม ISO Guide 35

2.2.1) สร้างสมการความถดถอยเชิงเส้น (Simple Linear Regression) และแผนภาพการกระจาย (Scatter Diagram) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (X) และตัวแปรตาม (Y)
 ตัวแบบการวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่าย (Simple Linear Regression Analysis)

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \epsilon_i \quad i = 1, 2, 3, \dots, n$$

เมื่อ Y_i คือ ค่าสังเกตของตัวแปรตามจากหน่วยที่ i

X_i คือ ค่าสังเกตของตัวแปรอิสระจากหน่วยที่ i

β_0 คือ จุดตัดแกน Y

β_1 คือ สัมประสิทธิ์การถดถอย (regression coefficient) หรือ ความชันของเส้นถดถอย

ϵ_i คือ ความคลาดเคลื่อน

2.2.2) ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (X) และตัวแปรตาม (Y)

โดยทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ β_1 สำหรับการทดสอบความเสถียร

2.2.2.1) การวิเคราะห์การถดถอยด้วยค่าสถิติ t

สมมติฐานที่ต้องการทดสอบ $H_0 : \beta_1 = 0$

$H_1 : \beta_1 \neq 0$

สถิติทดสอบ
$$t = \frac{|b_1|}{S(b_1)}$$

Slope

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

SD of slope

$$s(b_1) = \frac{s}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}}$$

ขอบเขตปฏิเสธ H_0 : จะปฏิเสธ H_0 เมื่อ $|t| > t_{\alpha/2, n-2}$

สรุปผล : ถ้าปฏิเสธ H_0 คือยอมรับ $H_1 : \beta_1 \neq 0$ แสดงว่าความชันของเส้นถดถอยไม่เป็นศูนย์
 ตัวอย่างปุ๋ยไม่มีความเสถียร ถ้ายอมรับ $H_0 : \beta_1 = 0$ แสดงว่าความชันของเส้น
 ถดถอยเป็นศูนย์ตัวอย่างปุ๋ยมีความเสถียร

2.2.2.2) การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบ F จากตาราง Regression

คำนวณค่าเฉลี่ยและวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบแบบ F ที่องศาความเป็น
 อิสระ (df) 1 และ n-2 ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

ตารางที่ 1 Analysis of variance table for linear regression

Source of variation	df	SS	MS	F
Regression	1	Regression Sum of Square : SSR	MSR = SSR/1	F=MSR/MSE

Residual	n-2	Error Sum of Square : SSE	MSE = SSE/(n-2)
Total	n-1	Total Sum of Square : SST	

สถิติทดสอบ
$$F = \frac{MSR}{MSE}$$

เมื่อ $F > F_{1-\alpha(1, n-2)}$ หรือ $p\text{-value} < \alpha$ แสดงว่าตัวอย่างปุ๋ยไม่มีความเสถียร

$F < F_{1-\alpha(1, n-2)}$ หรือ $p\text{-value} > \alpha$ แสดงว่าตัวอย่างปุ๋ยมีความเสถียร

2.3) การประมาณค่าความไม่แน่นอนที่เกิดจากความไม่เสถียรของตัวอย่าง (Long Term Stability) เมื่อพบว่าตัวอย่างปุ๋ยมีความเสถียรหรือไม่มีความเสถียรเกิดขึ้นเมื่อเวลาเปลี่ยนไป สามารถประมาณค่าความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นได้

จากสูตร
$$U_{lts} = S_b \times t$$

U_{lts} คือ ค่าความไม่แน่นอนที่เกิดจากความไม่เสถียรของตัวอย่างปุ๋ย (%TN, %P₂O₅, %K₂O)

S_b คือ ค่าความไม่แน่นอนที่เกิดจากความชัน

t คือ ระยะเวลาที่ทดสอบ (เดือน)

3) การศึกษาผลของอุณหภูมิต่อความเสถียรของตัวอย่างปุ๋ยในระยะสั้น (The short-term stability)

นำขวดบรรจุตัวอย่างปุ๋ยเคมี 16 สูตร อบในตู้อบอากาศร้อน (hot air oven) ที่ระดับอุณหภูมิ 40, 55, 75 และ 85 °C เป็นเวลา 0, 2, 4, 6, 8 สัปดาห์ โดยสุ่มตัวอย่างแต่ละสูตรตามเวลาที่กำหนดมาทดสอบครั้งละ 2 ขวด นำตัวอย่างแต่ละขวดมาบดด้วยเครื่องบดตัวอย่างปุ๋ยและร่อนผ่านตะแกรง 40 เมช

3.1) วิเคราะห์หาปริมาณ TN, TP₂O₅ และ WK₂O ตามเวลาที่กำหนด โดยทำการวิเคราะห์ทั้ง 2 ขวด แต่ละขวดทดสอบ 2 ซ้ำ พร้อมทั้งบันทึกลักษณะทางกายภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงไป

3.2) วิเคราะห์ทางสถิติ ตามข้อ 2.2

4) สรุปและรายงานผลการทดลอง

- เวลาและสถานที่ ตุลาคม 2559 - กันยายน 2561 ณ ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยระบบตรวจสอบคุณภาพปุ๋ย กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

1) ตัวอย่างปุ๋ยเคมีที่ใช้ทดสอบสำหรับการทดลอง ได้แก่ ปุ๋ยเชิงเดี่ยวและปุ๋ยเชิงประกอบ 6 ตัวอย่าง ปุ๋ยเชิงผสมแบบปั่นเม็ด 5 ตัวอย่าง และปุ๋ยเชิงผสมแบบคลุกเคล้า 5 ตัวอย่าง รวม 16 สูตร ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ชนิดและลักษณะของตัวอย่างปุ๋ยเคมีที่นำมาทดสอบ

หมายเลขตัวอย่าง	ชนิด	สูตร	ส่วนประกอบ	ลักษณะ
1	ปุ๋ยเชิงเดี่ยว/เชิงประกอบ	46-0-0	ยูเรีย	เม็ดสีขาว
2	ปุ๋ยเชิงเดี่ยว/เชิงประกอบ	21-0-0	แอมโมเนียมซัลเฟต	เม็ดสีขาว
3	ปุ๋ยเชิงเดี่ยว/เชิงประกอบ	21-0-0	แอมโมเนียมซัลเฟต	เม็ดสีน้ำตาล
4	ปุ๋ยเชิงเดี่ยว/เชิงประกอบ	18-46-0	ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต	เม็ดสีเหลือง
5	ปุ๋ยเชิงเดี่ยว/เชิงประกอบ	18-46-0	ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต	เม็ดสีดำ
6	ปุ๋ยเชิงเดี่ยว/เชิงประกอบ	0-0-60	โพแทสเซียมคลอไรด์	เม็ดสีแดง
7	ปุ๋ยผสมแบบปั้นเม็ด	16-20-0	ไม่ระบุ	เม็ดสีเทา
8	ปุ๋ยผสมแบบปั้นเม็ด	16-12-8	ไม่ระบุ	เม็ดสีน้ำตาล
9	ปุ๋ยผสมแบบปั้นเม็ด	15-15-15	ไม่ระบุ	เม็ดสีชมพูอ่อน
10	ปุ๋ยผสมแบบปั้นเม็ด	16-16-16	ไม่ระบุ	เม็ดสีฟ้า
11	ปุ๋ยผสมแบบปั้นเม็ด	24-7-7	ไม่ระบุ	เม็ดสีฟ้าอ่อน
12	ปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้า	12-24-12	ไม่ระบุ	เม็ดสีเหลือง ชมพู เขียว
13	ปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้า	8-24-24	ไม่ระบุ	เม็ดสีเหลือง เทา เขียว
14	ปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้า	16-20-0	ยูเรีย, ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต	เม็ดสีดำ ขาว
15	ปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้า	9-24-24	ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต, โพแทสเซียมคลอไรด์	เม็ดสีดำ แดง
16	ปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้า	19-19-19	ยูเรีย, ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต, โพแทสเซียมคลอไรด์	เม็ดสีขาว แดง เหลือง

2) การศึกษาความเสถียรของตัวอย่างปุ๋ยภายใต้สภาวะควบคุมในระยะยาว (The long-term stability)

จากการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมดและโพแทสเซียมที่ละลายน้ำของตัวอย่างปุ๋ยเคมี 16 สูตร ตลอดระยะเวลา 36 เดือน ของตัวอย่างกลุ่มควบคุมซึ่งเก็บในตู้ดูดความชื้นที่อุณหภูมิ 20-30°C ความชื้น 5-8 %RH และกลุ่มทดสอบซึ่งเก็บที่อุณหภูมิห้อง 15-35°C ความชื้น 35-95 %RH พบว่า ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ Regression Analysis ของตัวอย่างปุ๋ยทั้ง 16 สูตร ทั้งสองกลุ่ม มีความชันของเส้นถดถอยเป็นศูนย์ ($|t| \leq t_{\alpha/2, n-2}$) และวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบ F จากตาราง Regression มีค่า p-value $\geq \alpha$ แสดงว่าปริมาณธาตุอาหารของตัวอย่างปุ๋ยมีความเสถียรตลอดอายุ 36 เดือน โดยแสดงค่าความไม่แน่นอนที่เกิดจากความเสถียรของตัวอย่างปุ๋ย (U_{ITS}) ในตารางที่ 3 และ 4 ตามลำดับ

การบันทึกลักษณะทางกายภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงไป พบว่า ตัวอย่างลำดับที่ 9 ปุ๋ยผสมแบบปั้นเม็ด สูตร 15-15-15 ซึ่งเก็บที่อุณหภูมิห้อง 15-35°C ความชื้น 35-95 %RH มีลักษณะเม็ดปุ๋ยแตกร้าวและกลายเป็นฝุ่นบางส่วนหลังจากเก็บในอุณหภูมิห้องนาน 24 เดือน ส่วนตัวอย่างอื่นๆ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบความเสถียรของปริมาณธาตุอาหารของปุ๋ยเคมีที่เก็บรักษาในตู้ดูดความชื้น ระยะเวลา 0-36 เดือน

หมายเลข ตัวอย่าง	ธาตุ อาหาร	เวลา (เดือน)							ค่าเฉลี่ย	Simple Linear Regression Model $Y_i = B_0 + B_1 X_i + \varepsilon_i$	Statistical significance				U _{ts} (%)	
		0	6	12	18	24	30	36			t	F-Test		สรุป		
												$t_{\alpha/2, n-2} = 2.57$	$\alpha=0.05$			
1	%TN	46.52	46.23	46.25	46.52	45.78	46.80	47.08	46.45	$Y = 46.20 + 0.014X$	1.06	NS	0.34	NS	เสถียร	0.47
2	%TN	21.20	21.19	21.00	21.16	21.04	21.10	21.33	21.15	$Y = 21.12 + 0.002X$	0.43	NS	0.69	NS	เสถียร	0.13
3	%TN	21.13	21.15	21.10	21.05	20.95	20.95	21.41	21.10	$Y = 21.07 + 0.002X$	0.32	NS	0.76	NS	เสถียร	0.19
4	%TN	17.74	17.60	17.66	17.64	17.53	17.65	17.86	17.67	$Y = 17.63 + 0.002X$	0.57	NS	0.59	NS	เสถียร	0.12
	%TP2O5	46.61	46.17	46.63	46.54	46.69	45.70	46.83	46.45	$Y = 46.47 - 0.001X$	0.09	NS	0.93	NS	เสถียร	0.48
5	%TN	17.94	17.87	17.92	17.91	17.80	18.00	18.14	17.94	$Y = 17.86 + 0.004X$	1.41	NS	0.22	NS	เสถียร	0.11
	%TP2O5	46.15	46.09	46.93	46.21	46.33	46.95	46.63	46.47	$Y = 46.19 + 0.015X$	1.43	NS	0.21	NS	เสถียร	0.39
6	%WK2O	60.80	61.20	60.96	60.51	60.00	60.35	60.70	60.65	$Y = 60.96 - 0.018X$	1.56	NS	0.18	NS	เสถียร	0.41
7	%TN	16.29	16.34	16.21	16.19	16.35	16.00	16.27	16.23	$Y = 16.30 - 0.004X$	0.94	NS	0.39	NS	เสถียร	0.14
	%TP2O5	20.32	20.37	20.49	20.09	20.56	20.10	20.41	20.33	$Y = 20.35 - 0.001X$	0.20	NS	0.85	NS	เสถียร	0.22
8	%TN	15.75	15.65	15.95	15.78	15.87	15.70	15.99	15.81	$Y = 15.74 + 0.004X$	1.10	NS	0.32	NS	เสถียร	0.14
	%TP2O5	12.24	12.20	12.40	12.37	12.38	12.48	12.30	12.33	$Y = 12.26 + 0.004X$	1.52	NS	0.19	NS	เสถียร	0.10
	%WK2O	8.00	8.30	8.22	8.19	8.10	8.20	8.20	8.17	$Y = 8.14 + 0.002X$	0.53	NS	0.62	NS	เสถียร	0.12
9	%TN	15.62	15.40	15.95	15.67	15.89	15.65	15.99	15.74	$Y = 15.57 + 0.009X$	1.52	NS	0.19	NS	เสถียร	0.22
	%TP2O5	15.26	15.32	15.29	15.30	15.26	15.24	15.54	15.31	$Y = 15.25 + 0.003X$	1.20	NS	0.28	NS	เสถียร	0.11
	%WK2O	15.10	15.00	15.20	15.72	15.20	15.70	15.45	15.34	$Y = 15.07 + 0.0146X$	1.96	NS	0.11	NS	เสถียร	0.27
10	%TN	16.46	16.39	16.71	16.54	16.54	16.35	16.86	16.55	$Y = 16.45 + 0.01X$	0.98	NS	0.37	NS	เสถียร	0.21
	%TP2O5	15.76	15.70	16.13	15.87	16.01	16.13	16.05	15.95	$Y = 15.78 + 0.01X$	2.23	NS	0.08	NS	เสถียร	0.15
	%WK2O	16.85	16.75	17.38	16.83	16.85	17.00	17.25	16.99	$Y = 16.86 + 0.007X$	0.91	NS	0.40	NS	เสถียร	0.28

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบความเสถียรของปริมาณธาตุอาหารของปุ๋ยเคมีที่เก็บรักษาในตู้ดูดความชื้น ระยะเวลา 0-36 เดือน

หมายเลข ตัวอย่าง	ธาตุ อาหาร	เวลา (เดือน)							ค่าเฉลี่ย	Simple Linear Regression Model $Y_i = B_0 + B_1 X_i + \varepsilon_i$	Statistical significance					U _{lts}
		0	6	12	18	24	30	36			t		F-Test		สรุป	
											$t_{\alpha/2, n-2} = 2.57$	NS	$\alpha = 0.05$	NS		
11	%TN	23.90	23.48	23.72	24.09	24.28	23.90	24.18	23.94	$Y = 23.69 + 0.013 X$	1.80	NS	0.13	NS	เสถียร	0.27
	%TP2O5	6.66	6.70	6.41	6.71	6.83	6.70	6.77	6.68	$Y = 6.60 + 0.005 X$	1.13	NS	0.31	NS	เสถียร	0.15
	%WK2O	6.75	6.65	7.19	6.67	6.40	7.00	7.15	6.83	$Y = 6.71 + 0.007 X$	0.69	NS	0.52	NS	เสถียร	0.35
12	%TN	15.37	15.40	15.29	15.43	15.56	15.45	15.46	15.42	$Y = 15.36 + 0.00 X$	1.56	NS	0.18	NS	เสถียร	0.09
	%TP2O5	26.26	26.81	27.55	26.09	28.12	27.55	26.86	27.03	$Y = 26.62 + 0.023 X$	0.98	NS	0.37	NS	เสถียร	0.84
	%WK2O	15.80	15.55	15.50	15.48	15.25	15.15	15.60	15.47	$Y = 15.65 - 0.010 X$	1.61	NS	0.17	NS	เสถียร	0.22
13	%TN	9.77	9.77	9.89	9.82	9.91	9.80	9.83	9.83	$Y = 9.80 + 0.002 X$	0.92	NS	0.40	NS	เสถียร	0.06
	%TP2O5	26.44	26.46	26.87	26.29	26.22	26.54	26.81	26.52	$Y = 26.45 + 0.004 X$	0.43	NS	0.68	NS	เสถียร	0.30
	%WK2O	26.15	25.90	25.95	26.19	26.00	26.05	26.05	26.04	$Y = 26.03 + 0.000 X$	0.09	NS	0.93	NS	เสถียร	0.13
14	%TN	16.92	16.52	18.08	17.58	17.26	17.75	16.91	17.29	$Y = 17.12 + 0.01 X$	0.52	NS	0.63	NS	เสถียร	0.66
	%TP2O5	20.73	20.93	21.32	20.11	20.80	21.00	20.38	20.75	$Y = 20.90 - 0.008 X$	0.63	NS	0.55	NS	เสถียร	0.48
15	%TN	9.23	9.56	10.06	9.25	10.01	9.50	9.19	9.54	$Y = 9.57 - 0.00 X$	0.13	NS	0.90	NS	เสถียร	0.45
	%TP2O5	23.11	23.57	25.33	23.97	25.68	24.48	24.36	24.35	$Y = 23.72 + 0.035 X$	1.28	NS	0.26	NS	เสถียร	0.99
	%WK2O	26.25	25.40	22.60	24.74	23.10	24.75	25.55	24.63	$Y = 24.94 - 0.017 X$	0.38	NS	0.72	NS	เสถียร	1.62
16	%TN	19.18	18.26	19.25	18.13	18.88	18.25	19.17	18.73	$Y = 18.78 - 0.002 X$	0.15	NS	0.89	NS	เสถียร	0.62
	%TP2O5	19.88	19.98	17.65	18.57	18.10	18.89	19.58	18.95	$Y = 19.23 - 0.016 X$	0.52	NS	0.63	NS	เสถียร	1.09
	%WK2O	19.65	21.05	22.18	22.84	21.85	21.85	21.00	21.49	$Y = 20.92 + 0.032 X$	0.97	NS	0.38	NS	เสถียร	1.17

หมายเหตุ NS หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบความเสถียรของปริมาณธาตุอาหารของปุ๋ยเคมีที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง ระยะเวลา 0-36 เดือน

หมายเลข ตัวอย่าง	ธาตุ อาหาร	เวลา (เดือน)							ค่าเฉลี่ย	Simple Linear Regression Model $Y_i = B_0 + B_1 X_i + \varepsilon_i$	Statistical significance				U_{ts}	
		0	6	12	18	24	30	36			t		F-Test	สรุป		
											$t_{\alpha/2, n-2} = 2.57$	$\alpha = 0.05$				
1	%TN	46.5	46.35	46.31	46.61	46.11	46.75	46.82	46.49	$Y_i = 46.33 + 0.009 X_i$	1.15	NS	0.30	NS	เสถียร	0.28
2	%TN	21.2	21.24	21.06	21.19	21.00	21.20	21.36	21.18	$Y_i = 21.14 + 0.002 X_i$	0.49	NS	0.64	NS	เสถียร	0.14
3	%TN	21.1	21.13	21.10	21.12	20.94	21.15	21.29	21.12	$Y_i = 21.08 + 0.002 X_i$	0.65	NS	0.54	NS	เสถียร	0.12
4	%TN	17.7	17.65	17.55	17.58	17.47	17.45	17.64	17.58	$Y_i = 17.66 - 0.004 X_i$	1.56	NS	0.18	NS	เสถียร	0.10
	%TP2O5	46.6	46.27	46.84	46.07	46.44	46.50	46.82	46.50	$Y_i = 46.43 + 0.004 X_i$	0.42	NS	0.69	NS	เสถียร	0.34
5	%TN	17.9	18.00	17.83	17.88	17.65	17.85	17.85	17.86	$Y_i = 17.94 - 0.005 X_i$	1.43	NS	0.21	NS	เสถียร	0.11
	%TP2O5	46.1	46.19	46.84	46.51	46.58	46.01	46.55	46.40	$Y_i = 46.34 + 0.003 X_i$	0.34	NS	0.75	NS	เสถียร	0.36
6	%WK2O	60.8	60.25	60.51	60.45	60.40	61.15	60.00	60.51	$Y_i = 60.58 - 0.004 X_i$	0.33	NS	0.76	NS	เสถียร	0.46
7	%TN	16.2	16.28	16.30	16.09	15.91	16.10	16.15	16.16	$Y_i = 16.29 - 0.007 X_i$	1.90	NS	0.12	NS	เสถียร	0.14
	%TP2O5	20.3	20.25	20.41	20.02	20.40	20.20	20.28	20.27	$Y_i = 20.29 - 0.001 X_i$	0.29	NS	0.79	NS	เสถียร	0.16
8	%TN	15.7	15.75	15.74	15.65	15.29	15.75	15.67	15.66	$Y_i = 15.73 - 0.004 X_i$	0.75	NS	0.49	NS	เสถียร	0.19
	%TP2O5	12.2	12.22	12.55	12.15	12.59	12.52	12.42	12.38	$Y_i = 12.26 + 0.007 X_i$	1.33	NS	0.24	NS	เสถียร	0.19
	%WK2O	8.00	8.25	8.08	8.24	7.95	8.15	8.40	8.15	$Y_i = 8.06 + 0.005 X_i$	1.06	NS	0.34	NS	เสถียร	0.18
9	%TN	15.6	15.61	15.91	15.73	15.36	15.95	15.47	15.67	$Y_i = 15.70 - 0.002 X_i$	0.25	NS	0.81	NS	เสถียร	0.27
	%TP2O5	15.2	15.16	15.26	14.81	14.83	15.21	15.12	15.09	$Y_i = 15.17 - 0.004 X_i$	0.70	NS	0.52	NS	เสถียร	0.23
	%WK2O	15.1	15.40	15.59	15.81	15.50	15.10	15.05	15.36	$Y_i = 15.45 - 0.005 X_i$	0.51	NS	0.63	NS	เสถียร	0.35
10	%TN	16.4	16.48	16.44	16.51	16.15	16.60	16.71	16.48	$Y_i = 16.41 + 0.004 X_i$	0.72	NS	0.50	NS	เสถียร	0.20
	%TP2O5	15.7	15.96	16.16	15.55	15.57	15.68	15.98	15.81	$Y_i = 15.86 - 0.003 X_i$	0.39	NS	0.71	NS	เสถียร	0.28
	%WK2O	16.8	16.90	16.75	16.93	16.85	17.15	16.70	16.88	$Y_i = 16.86 + 0.001 X_i$	0.18	NS	0.86	NS	เสถียร	0.18

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบความเสถียรของปริมาณธาตุอาหารของปุ๋ยเคมีที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง ระยะเวลา 0-36 เดือน

หมายเลข ตัวอย่าง	ธาตุ อาหาร	เวลา (เดือน)							ค่าเฉลี่ย	Simple Linear Regression Model $Y_i = B_0 + B_1 X_i + \varepsilon_i$	Statistical Significance				U_{ts}	
		0	6	12	18	24	30	36			t	F-Test		สรุป		
												$t_{\alpha/2, n-2} = 2.57$	$\alpha = 0.05$			
11	%TN	23.9	23.88	23.60	23.44	23.30	24.00	24.14	23.75	$Y_i = 23.68 + 0.004 X_i$	0.37	NS	0.73	NS	เสถียร	0.38
	%TP2O5	6.66	6.61	6.66	6.61	6.66	6.73	6.75	6.67	$Y_i = 6.61 + 0.003 X_i$	2.37	NS	0.06	NS	เสถียร	0.05
	%WK2O	6.75	7.00	7.24	6.97	6.65	6.75	6.85	6.89	$Y_i = 6.97 - 0.005 X_i$	0.72	NS	0.51	NS	เสถียร	0.24
12	%TN	15.3	15.20	15.62	15.30	15.26	15.60	15.45	15.40	$Y_i = 15.33 + 0.004 X_i$	0.71	NS	0.51	NS	เสถียร	0.19
	%TP2O5	26.2	27.02	27.02	26.72	26.20	27.08	27.56	26.84	$Y_i = 26.49 + 0.019 X_i$	1.32	NS	0.24	NS	เสถียร	0.52
	%WK2O	15.8	15.25	15.44	15.52	15.70	15.30	15.20	15.46	$Y_i = 15.61 - 0.009 X_i$	1.24	NS	0.27	NS	เสถียร	0.25
13	%TN	9.77	9.85	9.75	9.68	9.77	9.75	9.56	9.73	$Y_i = 9.82 - 0.005 X_i$	2.04	NS	0.10	NS	เสถียร	0.09
	%TP2O5	26.4	26.60	26.73	26.47	26.86	26.20	26.56	26.55	$Y_i = 26.58 - 0.001 X_i$	0.25	NS	0.81	NS	เสถียร	0.26
	%WK2O	26.1	26.10	26.33	25.97	25.80	25.95	25.80	26.01	$Y_i = 26.22 - 0.011 X_i$	2.54	NS	0.05	NS	เสถียร	0.16
14	%TN	16.9	17.80	17.06	16.48	17.03	16.50	16.90	16.96	$Y_i = 17.25 - 0.016 X_i$	1.20	NS	0.28	NS	เสถียร	0.48
	%TP2O5	20.7	20.42	19.75	19.58	20.62	20.08	20.91	20.30	$Y_i = 20.22 + 0.004 X_i$	0.25	NS	0.81	NS	เสถียร	0.62
15	%TN	9.23	9.30	9.16	9.27	9.27	9.25	8.84	9.19	$Y_i = 9.31 - 0.007 X_i$	1.51	NS	0.19	NS	เสถียร	0.17
	%TP2O5	23.1	24.79	24.01	23.65	23.93	24.29	23.38	23.88	$Y_i = 23.91 - 0.002 X_i$	0.08	NS	0.94	NS	เสถียร	0.70
	%WK2O	26.2	24.30	26.63	24.53	24.15	25.40	26.00	25.32	$Y_i = 25.43 - 0.006 X_i$	0.18	NS	0.87	NS	เสถียร	1.25
16	%TN	19.1	17.97	18.59	18.77	18.24	18.15	19.39	18.61	$Y_i = 18.54 + 0.004 X_i$	0.20	NS	0.85	NS	เสถียร	0.66
	%TP2O5	19.8	18.41	18.09	18.16	18.79	20.14	19.04	18.93	$Y_i = 18.75 + 0.010 X_i$	0.35	NS	0.74	NS	เสถียร	1.00
	%WK2O	19.6	20.90	22.14	21.24	21.40	20.80	19.75	20.84	$Y_i = 20.91 - 0.004 X_i$	0.12	NS	0.91	NS	เสถียร	1.10

หมายเหตุ NS หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3) การศึกษาผลของอุณหภูมิต่อความเสถียรของตัวอย่างปุ๋ยในระยะสั้น (The short-term stability)

จากการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมดและโพแทสเซียมทั้งหมด ของตัวอย่างปุ๋ยเคมี 16 สูตร ที่ระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ Regression Analysis ของตัวอย่างปุ๋ยทั้ง 16 สูตร มีความชันของเส้นถดถอยเป็นศูนย์ ($|t| \leq t_{\alpha/2, n-2}$) และวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบ F จากตาราง Regression มีค่า p-value $\geq \alpha$ แสดงว่าปริมาณธาตุอาหารของตัวอย่างปุ๋ยมีความเสถียรของตัวอย่างเก็บในตู้อบอากาศร้อนที่อุณหภูมิ 40, 55, 75 และ 85 °C ดังในตารางที่ 6 7 และ 8 ตามลำดับ

การบันทึกลักษณะทางกายภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงไปพบว่า ตัวอย่างลำดับที่ 1, 4, 8, 11 และ 16 มีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เมื่อเก็บในตู้อบอากาศร้อนที่อุณหภูมิ 85 °C เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างปุ๋ยที่เปลี่ยนแปลงเมื่อเก็บในตู้อบอากาศร้อนที่อุณหภูมิ 85 °C

หมายเลข ตัวอย่าง	ชนิด/สูตร	ส่วนประกอบ	ลักษณะก่อนอบ	ลักษณะหลังอบ
1	ปุ๋ยเชิงเดี่ยว/เชิงประกอบ 46-0-0	ยูเรีย	เม็ดสีขาว	เม็ดสีขาว จับตัวเป็นก้อนบางส่วน
4	ปุ๋ยเชิงเดี่ยว/เชิงประกอบ 18-46-0	ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต	เม็ดสีเหลือง	เม็ดสีเทา จับตัวเป็นก้อนบางส่วน
8	ปุ๋ยผสมแบบปั้นเม็ด 16-12-8	ไม่ระบุ	เม็ดสีน้ำตาล	เม็ดสีน้ำตาล จับตัวเป็นก้อนบางส่วน
11	ปุ๋ยผสมแบบปั้นเม็ด 24-7-7	ไม่ระบุ	เม็ดสีฟ้าอ่อน	เม็ดสีฟ้า ขาว จับตัวเป็นก้อนทั้งหมด
16	ปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้า 19-19-19	ยูเรีย ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต โพแทสเซียมคลอไรด์	เม็ดสีขาว แดง เหลือง	เม็ดสีขาว แดง เทา จับตัวเป็นก้อนทั้งหมด

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบความเสถียรของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (%TN) ในปุ๋ยเคมี ที่เก็บในอุณหภูมิ 40 55 70 85°C เป็นเวลา 8 สัปดาห์

หมายเลข ตัวอย่าง	ตัวอย่างปุ๋ย		อุณหภูมิ	เวลา (สัปดาห์)					ค่าเฉลี่ย	Simple Linear	Statistical Significance			สรุป	
	ชนิด	สูตร		0	2	4	6	8		Regression Model	t		F-Test		
										$Y_i = B_0 + B_1 X_i + \varepsilon_i$	$t_{\alpha/2, n-2} = 3.18$	$\alpha = 0.05$			
1	ปุ๋ยเชิงเดี่ยว/ เชิงประกอบ	46-0-0	40°C	46.52	46.71	46.47	46.76	46.43	46.58	$Y = 46.6020 - 0.0063X$	0.24	NS	0.83	NS	เสถียร
			55°C	46.52	46.59	46.13	45.93	46.29	46.29	$Y = 46.5165 - 0.0563X$	1.47	NS	0.24	NS	เสถียร
			70°C	46.52	46.38	46.17	46.30	46.33	46.34	$Y = 46.4325 - 0.0229X$	1.20	NS	0.32	NS	เสถียร
			85°C	46.52	46.33	46.69	46.34	46.28	46.43	$Y = 46.5255 - 0.0238X$	0.86	NS	0.45	NS	เสถียร
2	ปุ๋ยเชิงเดี่ยว/ เชิงประกอบ	21-0-0	40°C	21.22	21.33	21.21	21.32	21.18	21.25	$Y = 21.2635 - 0.0036X$	0.30	NS	0.78	NS	เสถียร
			55°C	21.22	21.21	21.03	20.87	21.04	21.07	$Y = 21.2100 - 0.0346X$	2.07	NS	0.13	NS	เสถียร
			70°C	21.22	21.03	21.11	21.02	21.14	21.10	$Y = 21.1360 - 0.0083X$	0.59	NS	0.60	NS	เสถียร
			85°C	21.22	21.21	21.48	21.00	21.06	21.19	$Y = 21.2970 - 0.0260X$	0.84	NS	0.46	NS	เสถียร
3	ปุ๋ยเชิงเดี่ยว/ เชิงประกอบ	21-0-0	40°C	21.22	21.29	21.11	21.30	21.17	21.22	$Y = 21.2335 - 0.0046X$	0.32	NS	0.77	NS	เสถียร
			55°C	21.22	21.12	20.98	21.02	20.99	21.07	$Y = 21.18 - 0.0288X$	3.13	NS	0.05	NS	เสถียร
			70°C	21.22	20.98	20.94	20.95	21.07	21.03	$Y = 21.0995 - 0.0169X$	0.89	NS	0.44	NS	เสถียร
			85°C	21.22	21.18	21.47	20.97	21.03	21.18	$Y = 21.2935 - 0.0295X$	0.94	NS	0.42	NS	เสถียร
4	ปุ๋ยเชิงเดี่ยว/ เชิงประกอบ	18-46-0	40°C	17.74	17.70	17.52	17.71	17.53	17.64	$Y = 17.7175 - 0.0199X$	1.33	NS	0.28	NS	เสถียร
			55°C	17.74	17.67	17.77	17.46	17.47	17.62	$Y = 17.7670 - 0.0366X$	2.26	NS	0.11	NS	เสถียร
			70°C	17.74	17.62	17.65	17.64	17.78	17.68	$Y = 17.6595 - 0.0063X$	0.49	NS	0.66	NS	เสถียร
			85°C	17.74	17.77	18.15	17.75	17.69	17.82	$Y = 17.8415 - 0.0060X$	0.17	NS	0.87	NS	เสถียร
5	ปุ๋ยเชิงเดี่ยว/ เชิงประกอบ	18-46-0	40°C	17.96	18.13	17.94	18.24	18.09	18.07	$Y = 17.9930 + 0.0191X$	0.94	NS	0.41	NS	เสถียร
			55°C	17.96	18.18	18.23	17.79	17.93	18.02	$Y = 18.1050 - 0.0219X$	0.71	NS	0.53	NS	เสถียร
			70°C	17.96	17.98	17.89	17.87	18.07	17.95	$Y = 17.9315 - 0.0053X$	0.38	NS	0.73	NS	เสถียร
			85°C	17.96	18.10	18.40	18.08	18.05	18.11	$Y = 18.0800 + 0.0085X$	0.28	NS	0.79	NS	เสถียร

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบความเสถียรของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (%TN) ในปุ๋ยเคมี ที่เก็บในอุณหภูมิ 40 55 70 85°C เป็นเวลา 8 สัปดาห์ (ต่อ)

หมายเลข ตัวอย่าง	ตัวอย่างปุ๋ย		อุณหภูมิ	เวลา (สัปดาห์)					ค่าเฉลี่ย	Simple Linear Regression Model $Y_i = B_0 + B_1 X_i + \varepsilon_i$	Statistical Significance			สรุป	
	ชนิด	สูตร		0	2	4	6	8			t $t_{\alpha/2, n-2}=3.18$	F-Test $\alpha=0.05$			
7	ปุ๋ยผสม แบบปั้นเม็ด	16-20-0	40°C	16.30	16.16	16.05	16.26	16.15	16.18	$Y = 16.2230-0.0104X$	0.61	NS	0.58	NS	เสถียร
			55°C	16.30	16.18	16.18	15.44	15.66	15.95	$Y = 16.3560-0.1014X$	2.73	NS	0.07	NS	เสถียร
			70°C	16.30	15.98	16.16	16.11	16.12	16.13	$Y = 16.1780-0.0115X$	0.57	NS	0.61	NS	เสถียร
			85°C	16.30	16.04	16.49	16.18	16.15	16.23	$Y = 16.2625-0.0080X$	0.26	NS	0.81	NS	เสถียร
8	ปุ๋ยผสม แบบปั้นเม็ด	16-12-8	40°C	15.75	16.17	15.90	16.18	16.00	15.99	$Y = 15.8995+0.0249X$	0.83	NS	0.47	NS	เสถียร
			55°C	15.75	15.82	15.93	15.35	15.43	15.65	$Y = 15.8775-0.0558X$	1.67	NS	0.19	NS	เสถียร
			70°C	15.75	15.86	16.09	16.09	16.03	15.96	$Y = 15.8050+0.0393X$	2.47	NS	0.09	NS	เสถียร
			85°C	15.75	16.00	16.34	15.96	15.88	15.99	$Y = 15.9420+0.0114X$	0.29	NS	0.79	NS	เสถียร
9	ปุ๋ยผสม แบบปั้นเม็ด	15-15-15	40°C	15.60	15.81	15.66	15.96	15.65	15.74	$Y = 15.6875+0.0121X$	0.47	NS	0.67	NS	เสถียร
			55°C	15.60	15.65	15.81	15.77	15.66	15.70	$Y = 15.649+0.0123X$	0.84	NS	0.46	NS	เสถียร
			70°C	15.60	15.62	15.58	15.62	15.69	15.62	$Y = 15.5860+0.0088X$	1.62	NS	0.20	NS	เสถียร
			85°C	15.60	15.66	16.22	15.82	15.73	15.81	$Y = 15.7215+0.0209X$	0.48	NS	0.66	NS	เสถียร
10	ปุ๋ยผสม แบบปั้นเม็ด	16-16-16	40°C	16.47	16.66	16.49	16.70	16.49	16.56	$Y = 16.5440+0.0043X$	0.21	NS	0.84	NS	เสถียร
			55°C	16.47	16.53	16.69	16.17	16.37	16.45	$Y = 16.5565-0.0279X$	0.89	NS	0.44	NS	เสถียร
			70°C	16.46	16.28	16.33	16.31	16.53	16.38	$Y = 16.3490+0.0080X$	0.41	NS	0.71	NS	เสถียร
			85°C	16.47	16.55	17.00	16.51	16.48	16.60	$Y = 16.6000-0.0001X$	0.00	NS	0.99	NS	เสถียร
11	ปุ๋ยผสม แบบปั้นเม็ด	24-7-7	40°C	23.90	24.17	24.15	24.06	24.03	24.06	$Y = 24.0290+0.0079X$	0.40	NS	0.71	NS	เสถียร
			55°C	23.90	23.91	24.18	23.74	23.55	23.86	$Y = 24.0250-0.0425X$	1.24	NS	0.30	NS	เสถียร
			70°C	23.90	23.73	23.58	23.32	23.98	23.70	$Y = 23.7495-0.0128X$	0.27	NS	0.81	NS	เสถียร
			85°C	23.90	23.62	23.81	23.79	23.66	23.75	$Y = 23.8160-0.0158X$	0.84	NS	0.46	NS	เสถียร
12	ปุ๋ยผสม แบบปั้นเม็ด	12-24-12	40°C	15.35	15.32	15.44	15.54	15.35	15.40	$Y = 15.3550+0.0111X$	0.73	NS	0.52	NS	เสถียร
			55°C	15.35	15.56	15.61	15.39	15.47	15.48	$Y = 15.4635-0.0033X$	0.16	NS	0.88	NS	เสถียร
			70°C	15.35	15.34	15.63	15.56	15.65	15.50	$Y = 15.3410+0.0405X$	2.80	NS	0.07	NS	เสถียร
			85°C	15.35	15.89	15.79	15.72	15.76	15.70	$Y = 15.5715+0.0325X$	0.99	NS	0.39	NS	เสถียร

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบความเสถียรของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (%TN) ในปุ๋ยเคมี ที่เก็บในอุณหภูมิ 40 55 70 85°C เป็นเวลา 8 สัปดาห์ (ต่อ)

หมายเลข ตัวอย่าง	ตัวอย่างปุ๋ย		อุณหภูมิ	เวลา (สัปดาห์)					ค่าเฉลี่ย	Simple Linear	Statistical Significance			สรุป	
	ชนิด	สูตร		0	2	4	6	8		Regression Model	t	F-Test			
									$Y_i = B_0 + B_1 X_i + \varepsilon_i$	$t_{\alpha/2, n-2} = 3.18$	$\alpha = 0.05$				
13	ปุ๋ยผสม แบบคลุกเคล้า	8-24-24	40°C	9.80	9.88	9.79	9.85	9.77	9.82	$Y = 9.8365 - 0.0045X$	0.58	NS	0.61	NS	เสถียร
			55°C	9.80	9.86	9.89	9.72	9.72	9.80	$Y = 9.8570 - 0.0154X$	1.36	NS	0.27	NS	เสถียร
			70°C	9.80	9.71	9.76	9.62	9.71	9.72	$Y = 9.7745 - 0.0133X$	1.41	NS	0.25	NS	เสถียร
			85°C	9.80	9.61	9.74	9.86	9.76	9.75	$Y = 9.7175 + 0.0084X$	0.24	NS	0.64	NS	เสถียร
14	ปุ๋ยผสม แบบคลุกเคล้า	16-20-0	40°C	16.92	17.53	17.18	17.53	16.80	17.19	$Y = 17.2435 - 0.0125X$	0.20	NS	0.85	NS	เสถียร
			55°C	16.92	18.16	17.46	17.60	17.67	17.56	$Y = 17.3720 - 0.0468X$	0.61	NS	0.58	NS	เสถียร
			70°C	16.92	17.71	17.27	17.72	17.67	17.46	$Y = 17.1565 + 0.0755X$	1.58	NS	0.21	NS	เสถียร
			85°C	16.92	16.74	18.43	17.33	18.39	17.56	$Y = 16.8570 + 0.1765X$	1.67	NS	0.19	NS	เสถียร
15	ปุ๋ยผสม แบบคลุกเคล้า	9-24-24	40°C	9.23	9.39	9.15	9.36	9.56	9.34	$Y = 9.2135 - 0.0311X$	1.42	NS	0.25	NS	เสถียร
			55°C	9.23	9.90	9.58	9.56	9.78	9.61	$Y = 9.4595 - 0.0374X$	0.90	NS	0.43	NS	เสถียร
			70°C	9.23	9.13	9.35	10.19	9.37	9.45	$Y = 9.1850 + 0.0664X$	0.53	NS	0.39	NS	เสถียร
			85°C	9.23	8.89	9.50	9.65	9.11	9.28	$Y = 9.1710 + 0.0263X$	0.49	NS	0.65	NS	เสถียร
16	ปุ๋ยผสม แบบคลุกเคล้า	19-19-19	40°C	19.17	18.98	18.29	19.21	18.32	18.79	$Y = 19.0870 - 0.0740X$	1.04	NS	0.37	NS	เสถียร
			55°C	19.17	19.07	19.85	19.18	18.92	19.24	$Y = 19.3155 - 0.0196X$	0.30	NS	0.78	NS	เสถียร
			70°C	19.17	18.58	18.88	18.93	18.75	18.86	$Y = 18.9575 - 0.0243X$	0.64	NS	0.57	NS	เสถียร
			85°C	19.17	18.95	19.80	19.27	18.74	19.19	$Y = 19.2930 - 0.0266X$	0.37	NS	0.73	NS	เสถียร

หมายเหตุ NS หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบความเสถียรของปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (%TP₂O₅) ในปุ๋ยเคมี ที่เก็บในอุณหภูมิ 40 55 70 85°C เป็นเวลา 8 สัปดาห์

หมายเลข ตัวอย่าง	ตัวอย่างปุ๋ย		อุณหภูมิ	เวลา (สัปดาห์)					ค่าเฉลี่ย	Simple Linear	Statistical Significance				
	ชนิด	สูตร		0	2	4	6	8		Regression Model	t		F-Test		สรุป
									$Y_i = B_0 + B_1 X_i + \varepsilon_i$	$t_{\alpha/2, n-2} = 3.18$			$\alpha = 0.05$		
4	ปุ๋ยเชิงประกอบ		40°C	46.61	46.41	45.94	46.79	48.11	46.77	$Y = 46.0950 - 0.1689X$	1.52	NS	0.23	NS	เสถียร
			55°C	46.61	47.19	46.76	45.79	46.75	46.62	$Y = 46.8390 - 0.0553X$	0.63	NS	0.57	NS	เสถียร
			70°C	46.61	46.12	46.68	47.79	46.79	46.80	$Y = 46.3865 - 0.1025X$	1.08	NS	0.36	NS	เสถียร
			85°C	46.61	47.38	47.15	47.28	47.96	47.27	$Y = 46.7525 + 0.1304X$	2.77	NS	0.07	NS	เสถียร
5	ปุ๋ยเชิงประกอบ	18-46-0	40°C	46.15	46.45	46.44	46.35	46.55	46.39	$Y = 46.245 + 0.036X$	1.98	NS	0.14	NS	เสถียร
			55°C	46.15	47.22	47.11	47.17	47.01	46.93	$Y = 46.5985 - 0.0830X$	1.27	NS	0.29	NS	เสถียร
			70°C	46.15	46.18	46.95	47.62	46.50	46.68	$Y = 46.2535 - 0.1069X$	1.14	NS	0.34	NS	เสถียร
			85°C	46.15	47.11	47.01	46.34	47.34	46.79	$Y = 46.4675 + 0.0800X$	0.98	NS	0.40	NS	เสถียร
7	ปุ๋ยผสม แบบปั้นเม็ด	16-20-0	40°C	20.32	20.29	20.49	20.44	20.78	20.46	$Y = 20.2480 - 0.0536X$	3.12	NS	0.05	NS	เสถียร
			55°C	20.32	20.73	20.42	20.48	20.32	20.45	$Y = 20.4990 - 0.0121X$	0.41	NS	0.71	NS	เสถียร
			70°C	20.32	20.06	20.24	20.84	20.32	20.35	$Y = 20.1985 + 0.0389X$	0.82	NS	0.47	NS	เสถียร
			85°C	20.32	20.42	20.19	20.39	20.54	20.37	$Y = 20.2885 + 0.0205X$	1.00	NS	0.39	NS	เสถียร
8	ปุ๋ยผสม แบบปั้นเม็ด	16-12-8	40°C	12.24	12.28	12.49	12.38	12.99	12.48	$Y = 12.1535 + 0.0803X$	0.25	NS	0.08	NS	เสถียร
			55°C	12.24	12.26	12.63	12.31	12.29	12.34	$Y = 12.3115 - 0.0080X$	0.27	NS	0.80	NS	เสถียร
			70°C	12.24	12.47	12.57	12.83	12.50	12.52	$Y = 12.3430 + 0.0446X$	1.51	NS	0.22	NS	เสถียร
			85°C	12.24	12.18	12.16	12.39	12.20	12.23	$Y = 12.2055 + 0.0066X$	0.42	NS	0.70	NS	เสถียร
9	ปุ๋ยผสม แบบปั้นเม็ด	15-15-15	40°C	15.26	15.08	15.18	15.23	15.89	15.33	$Y = 15.0465 + 0.0706X$	1.68	NS	0.19	NS	เสถียร
			55°C	15.26	15.63	15.73	15.24	15.02	15.37	$Y = 15.5480 - 0.0434X$	0.92	NS	0.43	NS	เสถียร
			70°C	15.26	14.98	15.34	15.64	15.40	15.32	$Y = 15.1345 + 0.0469X$	1.36	NS	0.27	NS	เสถียร
			85°C	15.26	15.40	15.11	15.58	16.14	15.50	$Y = 15.1095 + 0.0973X$	2.07	NS	0.13	NS	เสถียร

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบความเสถียรของปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (%TP₂O₅) ในปุ๋ยเคมี ที่เก็บในอุณหภูมิ 40 55 70 85°C เป็นเวลา 8 สัปดาห์ (ต่อ)

หมายเลข ตัวอย่าง	ตัวอย่างปุ๋ย		อุณหภูมิ	เวลา (สัปดาห์)					ค่าเฉลี่ย	Simple Linear Regression Model $Y_i = B_0 + B_1 X_i + \varepsilon_i$	Statistical Significance			สรุป	
	ชนิด	สูตร		0	2	4	6	8			t	F-Test			
										$t_{\alpha/2, n-2}=3.18$		$\alpha=0.05$			
10	ปุ๋ยผสม แบบปั้นเม็ด		40°C	15.76	15.94	16.05	15.84	16.47	16.01	$Y = 15.7480+0.0688X$	1.98	NS	0.14	NS	เสถียร
			55°C	15.76	15.95	15.86	15.74	15.40	15.74	$Y = 15.9260-0.0469X$	1.74	NS	0.18	NS	เสถียร
			70°C	15.76	15.49	15.73	15.94	15.59	15.70	$Y = 15.6815+0.0049X$	0.16	NS	0.88	NS	เสถียร
			85°C	15.76	16.02	15.75	16.13	16.18	15.97	$Y = 15.7770+0.0474X$	1.88	NS	0.16	NS	เสถียร
11	ปุ๋ยผสม แบบปั้นเม็ด	24-7-7	40°C	6.66	6.67	6.64	6.65	7.05	6.73	$Y = 6.5765+0.0388X$	1.61	NS	0.21	NS	เสถียร
			55°C	6.66	6.80	6.82	6.77	6.75	6.76	$Y = 6.7275-0.0076X$	0.71	NS	0.53	NS	เสถียร
			70°C	6.66	6.58	6.70	6.74	6.72	6.68	$Y = 6.6205+0.0139X$	1.71	NS	0.19	NS	เสถียร
			85°C	6.66	6.66	6.54	6.58	6.66	6.62	$Y = 6.6330-0.0034X$	0.34	NS	0.76	NS	เสถียร
12	ปุ๋ยผสม แบบคลุกเคล้า	12-24-12	40°C	26.26	27.73	27.12	29.02	28.52	27.73	$Y = 26.5690+0.2901X$	2.65	NS	0.08	NS	เสถียร
			55°C	26.26	29.08	28.04	28.77	28.06	28.04	$Y = 27.3865-0.1640X$	0.93	NS	0.42	NS	เสถียร
			70°C	26.26	26.58	27.68	28.07	27.58	27.23	$Y = 26.4105+0.2060X$	2.70	NS	0.07	NS	เสถียร
			85°C	26.26	28.54	26.15	28.13	28.11	27.44	$Y = 26.7790+0.1645X$	0.89	NS	0.44	NS	เสถียร
13	ปุ๋ยผสม แบบคลุกเคล้า	8-24-24	40°C	26.44	26.58	26.17	26.07	26.68	26.39	$Y = 26.394 -0.0018X$	0.04	NS	0.97	NS	เสถียร
			55°C	26.44	27.50	27.04	26.78	26.46	26.84	$Y = 26.9770-0.0338X$	0.43	NS	0.69	NS	เสถียร
			70°C	26.44	26.52	26.27	27.13	26.23	26.51	$Y = 26.4775+0.0093X$	0.14	NS	0.89	NS	เสถียร
			85°C	26.44	26.69	26.21	26.55	26.78	26.53	$Y = 26.4260+0.0268X$	0.71	NS	0.52	NS	เสถียร
14	ปุ๋ยผสม แบบคลุกเคล้า	16-20-0	40°C	20.73	20.34	20.40	20.77	21.18	20.68	$Y = 20.4150+0.0666X$	1.39	NS	0.26	NS	เสถียร
			55°C	20.73	21.07	19.63	20.49	20.86	20.55	$Y = 20.6155-0.0152X$	0.15	NS	0.89	NS	เสถียร
			70°C	20.73	20.95	20.75	20.79	20.33	20.71	$Y = 20.8975-0.0475X$	1.52	NS	0.23	NS	เสถียร
			85°C	20.73	21.15	20.23	21.15	20.65	20.78	$Y = 20.8095-0.0071$	0.10	NS	0.93	NS	เสถียร

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบความเสถียรของปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (%TP₂O₅) ในปุ๋ยเคมี ที่เก็บในอุณหภูมิ 40 55 70 85°C เป็นเวลา 8 สัปดาห์ (ต่อ)

หมายเลข ตัวอย่าง	ตัวอย่างปุ๋ย		อุณหภูมิ	เวลา (สัปดาห์)					ค่าเฉลี่ย	Simple Linear Regression Model $Y_i = B_0 + B_1X_i + \varepsilon_i$	Statistical Significance			สรุป	
	ชนิด	ชนิด		0	2	4	6	8			t $t_{\alpha/2, n-2}=3.18$	F-Test $\alpha=0.05$			
15	ปุ๋ยผสม แบบคลุกเคล้า	9-24-24	40°C	23.11	24.37	23.90	24.41	25.50	24.26	$Y = 23.2900 - 0.2415X$	3.16	NS	0.05	NS	เสถียร
			55°C	23.11	25.84	24.89	25.23	25.20	24.85	$Y = 24.1365 + 0.1790X$	1.13	NS	0.34	NS	เสถียร
			70°C	23.11	24.49	24.42	26.61	24.26	24.58	$Y = 23.6905 + 0.2213X$	1.14	NS	0.34	NS	เสถียร
			85°C	23.11	24.23	24.55	25.04	24.61	24.31	$Y = 23.5430 + 0.1914X$	2.54	NS	0.08	NS	เสถียร
16	ปุ๋ยผสม แบบคลุกเคล้า	19-19-19	40°C	19.88	19.04	18.43	18.87	18.60	18.96	$Y = 19.5095 - 0.1370X$	2.07	NS	0.13	NS	เสถียร
			55°C	19.88	21.89	19.77	19.67	17.62	19.76	$Y = 21.1130 - 0.0073X$	1.72	NS	0.18	NS	เสถียร
			70°C	19.88	18.4	17.96	18.33	19.78	18.87	$Y = 18.9240 - 0.0140X$	0.09	NS	0.94	NS	เสถียร
			85°C	19.88	21.12	21.35	22.43	19.28	20.81	$Y = 20.7910 + 0.0048X$	0.02	NS	0.98	NS	เสถียร

หมายเหตุ NS หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 8 ผลการทดสอบความเสถียรของปริมาณโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ (%WK₂O) ในปุ๋ยเคมีที่เก็บในอุณหภูมิ 40 55 70 85°C เป็นเวลา 8 สัปดาห์

หมายเลข ตัวอย่าง	ตัวอย่างปุ๋ย		อุณหภูมิ	เวลา (สัปดาห์)					ค่าเฉลี่ย	Simple Linear	Statistical Significance			สรุป	
	ชนิด	สูตร		0	2	4	6	8		Regression Model	t	F-Test			
										$Y_i = B_0 + B_1 X_i + \varepsilon_i$	$t_{\alpha/2, n-2} = 3.18$	$\alpha = 0.05$			
6	ปุ๋ยเชิงเดี่ยว	0-0-60	40°C	60.80	61.61	62.90	61.12	61.62	61.61	$Y = 61.3785 + 0.0573X$	0.40	NS	0.71	NS	เสถียร
			55°C	60.80	60.73	61.52	60.89	60.72	60.93	$Y = 60.9335 - 0.0005X$	0.01	NS	0.99	NS	เสถียร
			70°C	60.80	61.68	61.25	61.35	60.65	61.14	$Y = 61.2705 - 0.0315X$	0.42	NS	0.70	NS	เสถียร
			85°C	60.80	62.00	61.73	61.22	61.52	61.45	$Y = 61.3210 - 0.0328X$	0.40	NS	0.72	NS	เสถียร
8	ปุ๋ยผสม แบบปั้นเม็ด	16-12-8	40°C	8.00	8.20	8.45	8.32	8.35	8.26	$Y = 8.0990 + 0.0411X$	2.00	NS	0.14	NS	เสถียร
			55°C	8.00	8.21	8.19	8.12	8.09	8.12	$Y = 8.1045 - 0.0041X$	0.27	NS	0.80	NS	เสถียร
			70°C	8.00	8.53	8.30	8.33	7.84	8.20	$Y = 8.3015 - 0.0258X$	0.54	NS	0.63	NS	เสถียร
			85°C	8.00	8.45	8.38	8.45	8.47	8.35	$Y = 8.1615 + 0.0469X$	1.95	NS	0.15	NS	เสถียร
9	ปุ๋ยผสม แบบปั้นเม็ด	15-15-15	40°C	15.10	15.38	15.47	15.36	15.37	15.34	$Y = 15.2320 + 0.0260X$	1.27	NS	0.29	NS	เสถียร
			55°C	15.10	15.10	15.45	15.24	15.47	15.27	$Y = 15.0965 - 0.0438X$	2.13	NS	0.12	NS	เสถียร
			70°C	15.10	15.73	15.48	15.40	15.22	15.38	$Y = 15.4005 - 0.0040X$	0.09	NS	0.93	NS	เสถียร
			85°C	15.10	15.48	15.40	15.39	15.12	15.30	$Y = 15.3055 - 0.0019X$	0.06	NS	0.96	NS	เสถียร
10	ปุ๋ยผสม แบบปั้นเม็ด	16-16-16	40°C	16.85	16.96	16.98	16.96	16.85	16.92	$Y = 16.9185 - 0.0001X$	0.01	NS	0.99	NS	เสถียร
			55°C	16.85	17.04	16.99	16.76	16.90	16.91	$Y = 16.9440 - 0.0093X$	0.48	NS	0.66	NS	เสถียร
			70°C	16.85	16.90	16.98	16.93	17.27	16.98	$Y = 16.8115 + 0.0430X$	2.52	NS	0.09	NS	เสถียร
			85°C	16.85	16.78	16.70	16.88	16.93	16.83	$Y = 16.7740 + 0.0133X$	0.90	NS	0.43	NS	เสถียร
11	ปุ๋ยผสม	24-7-7	40°C	6.75	6.85	6.89	7.00	6.60	6.81	$Y = 6.8455 - 0.0078X$	0.29	NS	0.79	NS	เสถียร

แบบปั้นเม็ด	55°C	6.75	6.74	6.62	6.59	6.82	6.70	$Y = 6.7045 - 0.0003X$	0.01	NS	0.99	NS	เสถียร
	70°C	6.75	6.75	6.60	6.92	6.53	6.71	$Y = 6.765 - 0.0138X$	0.51	NS	0.65	NS	เสถียร
	85°C	6.75	6.78	6.93	7.00	6.94	6.88	$Y = 6.7575 + 0.0300X$	3.05	NS	0.05	NS	เสถียร

ตารางที่ 8 ผลการทดสอบความเสถียรของปริมาณโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ (%WK₂O) ในปุ๋ยเคมีที่เก็บในอุณหภูมิ 40 55 70 85°C เป็นเวลา 8 สัปดาห์ (ต่อ)

หมายเลข	ตัวอย่างปุ๋ย		อุณหภูมิ	เวลา (สัปดาห์)					ค่าเฉลี่ย	Simple Linear Regression Model $Y_i = B_0 + B_1 X_i + \varepsilon_i$	Statistical Significance			สรุป		
	ตัวอย่าง	ชนิด		สูตร	0	2	4	6			8	t	F-Test		$\alpha=0.05$	
12	ปุ๋ยผสม	แบบคลุกเคล้า	12-24-12	40°C	15.80	15.11	15.48	14.45	15.06	15.18	$Y = 15.6065 - 0.1071X$	1.56	NS	0.22	NS	เสถียร
			55°C	15.80	15.63	13.55	16.38	14.67	15.21	$Y = 15.505 - 0.075X$	0.38	NS	0.73	NS	เสถียร	
			70°C	15.80	15.93	14.85	15.43	14.78	15.36	$Y = 15.8640 - 0.1270X$	2.03	NS	0.13	NS	เสถียร	
			85°C	15.80	14.70	15.60	14.75	14.66	15.10	$Y = 15.5490 - 0.1121X$	1.45	NS	0.24	NS	เสถียร	
13	ปุ๋ยผสม	แบบคลุกเคล้า	8-24-24	40°C	26.15	26.06	26.00	26.57	25.91	26.14	$Y = 26.1305 - 0.0014X$	0.03	NS	0.98	NS	เสถียร
			55°C	26.15	25.72	25.78	25.89	25.75	25.86	$Y = 25.9850 - 0.0323X$	1.23	NS	0.31	NS	เสถียร	
			70°C	26.15	26.43	26.10	26.38	26.16	26.24	$Y = 26.2480 - 0.0015X$	0.05	NS	0.96	NS	เสถียร	
			85°C	26.15	26.40	25.98	25.87	25.60	26.00	$Y = 26.3245 - 0.0813X$	2.90	NS	0.06	NS	เสถียร	
15	ปุ๋ยผสม	แบบคลุกเคล้า	9-24-24	40°C	26.25	25.53	25.36	25.82	24.57	25.51	$Y = 26.1225 - 0.1540X$	2.16	NS	0.12	NS	เสถียร
			55°C	26.25	25.63	24.73	24.03	25.31	25.19	$Y = 25.8840 - 0.1745X$	1.47	NS	0.24	NS	เสถียร	
			70°C	26.25	25.63	24.73	24.03	25.31	25.19	$Y = 25.8840 - 0.1745X$	1.47	NS	0.24	NS	เสถียร	
			85°C	26.25	24.83	24.73	23.91	24.88	24.92	$Y = 25.6500 - 0.1831X$	1.64	NS	0.20	NS	เสถียร	
16	ปุ๋ยผสม	แบบคลุกเคล้า	19-19-19	40°C	19.65	21.00	21.64	20.47	21.07	20.77	$Y = 20.3025 - 0.1156X$	0.97	NS	0.40	NS	เสถียร
			55°C	19.65	18.04	19.31	19.35	21.71	19.61	$Y = 18.5280 - 0.2708X$	1.47	NS	0.24	NS	เสถียร	
			70°C	19.65	21.75	21.80	21.25	20.99	21.09	$Y = 20.6520 + 0.1090X$	0.74	NS	0.51	NS	เสถียร	
			85°C	19.65	18.95	17.90	18.02	20.94	19.09	$Y = 18.7620 + 0.0826X$	0.37	NS	0.74	NS	เสถียร	

หมายเหตุ NS หมายถึง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ตัวอย่างปุ๋ยเคมีที่นำมาศึกษาความเสถียรภายใต้สภาวะควบคุมในระยะยาวและผลของอุณหภูมิต่อความเสถียรของปุ๋ยในระยะสั้น คือ ปุ๋ยเคมีเชิงเดี่ยวหรือปุ๋ยเคมีเชิงประกอบ ได้แก่ สูตร 46-0-0, 21-0-0, 18-46-0 และ 0-0-60 ปุ๋ยผสมแบบปั้นเม็ด ได้แก่ สูตร 16-20-0, 16-12-8, 15-15-15, 16-16-16 และ 24-7-7 ปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้า ได้แก่ สูตร 12-24-12, 8-24-24, 16-20-0, 9-24-24 และ 19-19-19 รวมทั้งหมด 16 สูตร มีความเสถียรของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ ภายใต้สภาวะควบคุมในระยะยาวที่ระยะเวลา 36 เดือน และมีความเสถียรภายใต้สภาวะอุณหภูมิ 40, 55, 70 และ 85°C ที่ระยะเวลา 8 สัปดาห์

ตัวอย่างปุ๋ยบางชนิดเกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพระหว่างการทดสอบ โดยเมื่อเก็บตัวอย่างปุ๋ยในสภาวะอุณหภูมิห้องนาน 24 เดือน ผิวน้ำปุ๋ยแตกกร้าวเมื่อบีบจะแตกเป็นผง จำนวน 1 ตัวอย่าง และปุ๋ยที่อยู่ในสภาวะอุณหภูมิ 85°C เป็นเวลา 8 สัปดาห์ มีการจับตัวเป็นก้อนและมีการเปลี่ยนสี 5 ตัวอย่าง และ 3 ตัวอย่าง ตามลำดับ

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

- 1) สามารถเชื่อมั่นถึงควมมีเสถียรภาพของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำในปุ๋ยเคมีตลอดอายุการเก็บรักษา 36 เดือน แม้อยู่ในสภาวะที่ไม่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น
- 2) สามารถเชื่อมั่นถึงควมมีเสถียรภาพของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำในปุ๋ยเคมีเมื่อตัวอย่างมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพไปหลังจากได้รับอุณหภูมิสูงในระยะเวลานั้น
- 3) ได้ข้อมูลยืนยันว่าปริมาณธาตุอาหารรับรองที่ไม่ตรงตามสูตรเนื่องผลกระทบจากสภาพแวดล้อมในการเก็บตัวอย่างมีโอกาสเกิดขึ้นได้เล็กน้อยเพียงใด โดยสามารถคำนวณค่าความไม่แน่นอนที่เกิดจากความไม่เสถียรของปริมาณธาตุอาหารที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลาได้

11. คำขอบคุณ

12. เอกสารอ้างอิง

จันทร์รัตน์ วรสรรพวิทย์. 2557. การศึกษาความเสถียรของวัสดุอ้างอิง/วัสดุอ้างอิงรับรอง โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอย. วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ ปีที่ 62 ฉบับที่ 194 : 26-29.

ฉลอง สีแก้วสีว. 2555. Regression Analysis / Correlation Analysis. Google Site

(<https://sites.google.com/site/mystatistics01/regression-correlation-analysis> 17 กรกฎาคม 2557)

คุษฎี มั่นความดี และ จันทร์รัตน์ วรสรรพวิทย์. 2552. เอกสารประกอบการฝึกอบรมตามแผนพัฒนาบุคลากรของกรมวิชาการเกษตร เรื่อง การผลิตวัสดุอ้างอิงและการสอบกลับได้. กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

พระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 และฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2550, 2551. ราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 125 ตอนที่ 7
(ลงวันที่ 11 มกราคม พ.ศ. 2551)

มุกดา สุขสวัสดิ์. 2544. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพมหานคร. 333 หน้า

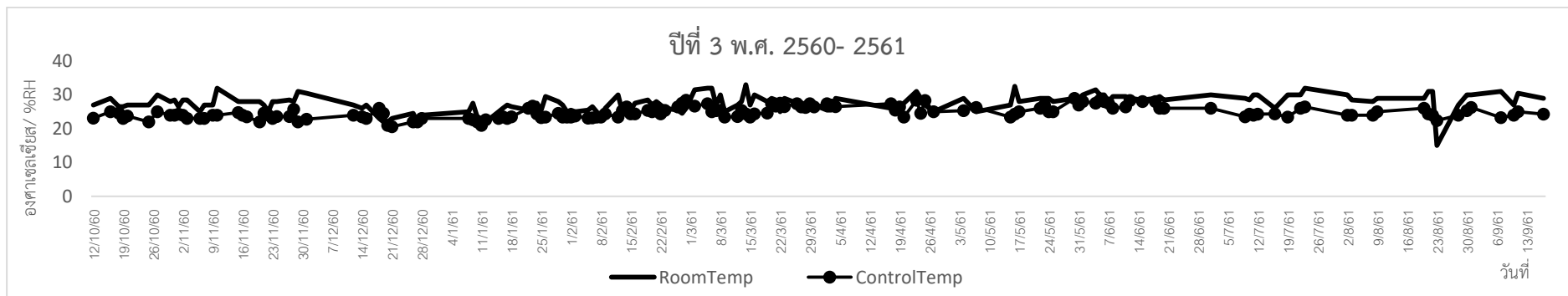
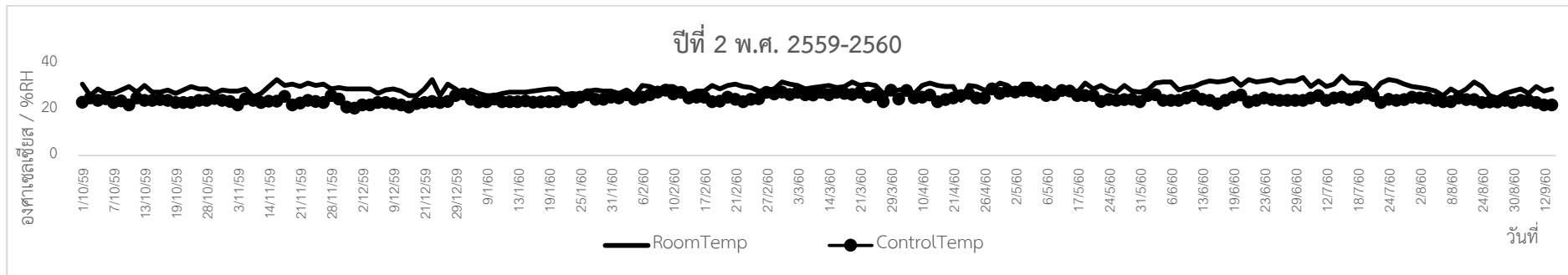
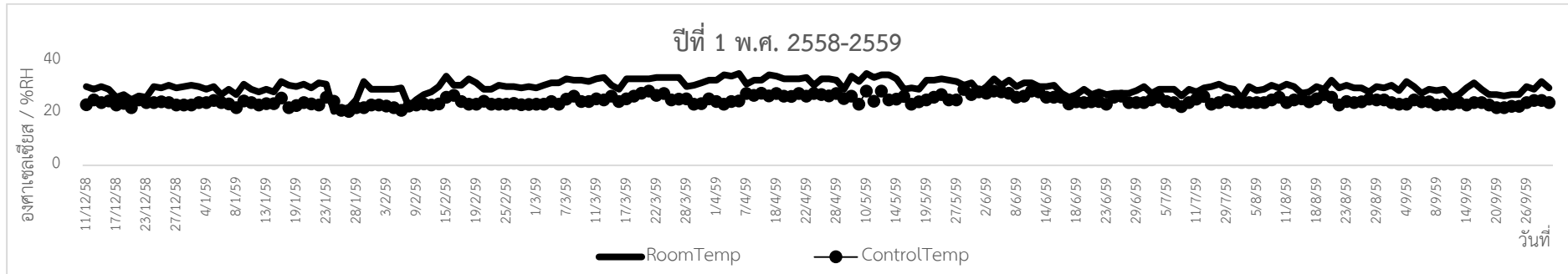
ยงยุทธ โอสดสภา อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์และชวลิต ฮงประยูร. 2554. ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน. สำนักพิมพ์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 519 หน้า

วิเชียร ฝอยพิกุล. 2548. เทคนิคและการใช้ดิน-ปุ๋ย-น้ำ. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ
สุรินทร์, สุรินทร์.

ISO Guide 35. 2006. Reference materials-General and statistical principle for certification, 3rd
Edition, ISO, Geneva, Switzerland.

13. ภาคผนวก

1) ความเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในตู้ดูดความชื้น (Control Temp) และ ห้องที่ทำการเก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง (Room Temp)



2) ความเปลี่ยนแปลงของความชื้นภายในตู้ดูดความชื้น (Control Moisture) และ ห้องที่ทำการเก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง (Room Moisture)

