

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด ปี 2555

1. ชุดโครงการวิจัย : วิจัยและพัฒนาพืชสมุนไพรและเครื่องเทศ
2. โครงการวิจัย : การศึกษาเทคนิคทางสถิติเพื่อใช้เป็นมาตรฐานสำหรับแปลงทดลองพืชสมุนไพรและเครื่องเทศ
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : การศึกษาเทคนิคทางสถิติเพื่อใช้เป็นมาตรฐานสำหรับแปลงทดลองอัญชัน
ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Study on Statistical Techniques for Butterfly Pea
(*Clitoria ternatea* L.) Standard Plot Size

4. คณะผู้ดำเนินงาน

| | | |
|-----------------|-------------------------|-----------------------------------------------|
| หัวหน้าการทดลอง | นางสาวอุไรวรรณ นาสพัฒน์ | สังกัด กองแผนงานและวิชาการ |
| ผู้ร่วมงาน | นางพุดนา รุ่งระวี | สังกัด กองแผนงานและวิชาการ |
| | นางจันทรา บดีศร | สังกัด กองแผนงานและวิชาการ |
| | นายไกรสร ตาวงศ์ | สังกัด กองแผนงานและวิชาการ |
| | นางสาวชลธิชา เตโซ | สังกัด กองแผนงานและวิชาการ |
| | นางวิสุทธิดา ศรีดวงโชติ | สังกัด กองแผนงานและวิชาการ |
| | นางเตือนใจ พุดซัง | สังกัด กองแผนงานและวิชาการ |
| | นายสมพร วนะสิทธิ์ | สังกัด กองแผนงานและวิชาการ |
| | นายจรัญ ดิษฐ์ไชยวงศ์ | สังกัดศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรจังหวัดพิจิตร |

5. บทคัดย่อ

การศึกษาเทคนิคทางสถิติเพื่อใช้เป็นมาตรฐานสำหรับแปลงทดลองอัญชัน ได้ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรจังหวัดพิจิตร ในปี 2554 และ ปี 2555 โดยปลูกอัญชันแบบ Uniformity trial ติดต่อกันเป็นผืนใหญ่ในเนื้อที่ประมาณ 1 ไร่ ระยะปลูกระหว่างแถว 1 เมตร ระหว่างต้น 1 เมตร จำนวน 52 แถวๆ ละ 28 หลุม ได้จำนวนต้นทั้งหมด 1,456 ต้น เก็บผลผลิตดอกอัญชันโดยเว้นแถวริมโดยรอบ 2 แถว ดังนั้นเก็บผลผลิตจำนวน 48 แถวๆ ละ 24 หลุมๆ ละ 1 ต้น ติดต่อกันรวม 1,152 ต้น โดย 1 ต้น คือ 1 หน่วยย่อย (basic unit) ซึ่งน้ำหนักดอกสดของแต่ละหน่วยย่อย นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยการนำน้ำหนักดอกสดทั้ง 1,152

หน่วยย่อยมาจัดเป็นรูปร่าง (shape) และขนาดแปลงทดลอง (plot size) ต่างๆ กันได้ 79 รูปร่าง 23 ขนาดแปลงทดลอง ในแต่ละรูปร่างคำนวณหาค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าความแปรปรวน (Variance) และค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of Variation : C.V.) และหาสมการความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแปลงทดลองให้เป็นแกน x กับค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนให้เป็นแกน y ซึ่งอยู่ในรูปสมการ $\hat{y} = ax^b$ การตัดสินใจเลือกขนาดแปลงทดลองที่เหมาะสมเพื่อใช้เป็นมาตรฐานคือพิจารณาจากช่วงที่เส้นสมการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด และพิจารณาควบคู่กับอัตราส่วนการเปลี่ยนแปลงของค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนกับขนาดแปลงทดลองที่เพิ่มขึ้นซึ่งมีค่าประมาณ 0.5 ในปี 2554 ได้สมการ $\hat{y} = 34.695x^{-0.148}$ และค่า $R^2 = 90.31\%$ ซึ่งผลการทดลองสรุปได้ว่าขนาดแปลงทดลองที่ใช้เป็นมาตรฐานสำหรับอายุชั้นคือไม่น้อยกว่า 9 ตารางเมตรเมตร มีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส ในปี 2555 ทำการทดลองซ้ำเพื่อยืนยันผล ดำเนินการเช่นเดียวกับปี 2554 ผลการทดลองได้สมการ $\hat{y} = 36.565x^{-0.107}$ และค่า $R^2 = 90.87\%$ มาตรฐานแปลงทดลองอายุชั้นไม่น้อยกว่า 8 ตารางเมตร มีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมมุมฉากใดๆ โดยผลการทดลองไม่สอดคล้องกับปีงบประมาณ 2554 ทั้งนี้เนื่องจากในปี 2555 ได้ทำการทดลองซ้ำในแปลงทดลองเดิมซึ่งมีการปลูกอายุชั้นแบบ Uniformity trial มาแล้ว 1 ปี ทำให้สภาพแปลงทดลองมีความสม่ำเสมอมากกว่าปี 2554 อีกทั้งสภาพแวดล้อมมีความแปรปรวนน้อย ดังนั้นถ้าในสภาพทั่วไปมาตรฐานแปลงทดลองอายุชั้นมีขนาดไม่น้อยกว่า 9 ตารางเมตร มีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส แต่ถ้าแปลงทดลองมีความสม่ำเสมอมาก (Uniformity) และสภาพแวดล้อมมีความแปรปรวนน้อย มาตรฐานแปลงทดลองอายุชั้นมีขนาดไม่น้อยกว่า 8 ตารางเมตร มีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมมุมฉากใดๆ ทั้งนี้ไม่รวมแถวริม

6. คำนำ

ในการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการทดลองพืชต่างๆ เช่น ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต จำเป็นที่จะต้องหามาตรฐานของขนาดและรูปร่างที่เหมาะสมของแปลงทดลองพืช เพื่อช่วยลดความแปรปรวนของงานทดลอง ซึ่งจะทำให้ผลการทดลองมีความถูกต้อง แม่นยำ ถ้าเก็บข้อมูลในพื้นที่ขนาดใหญ่เกินไปย่อมทำให้สิ้นเปลืองทรัพยากรทั้งงบประมาณ กำลังคน และเวลา แต่ถ้าเก็บขนาดเล็กเกินไปย่อมทำให้เกิดความแปรปรวนสูง ทำให้ผลการทดลองขาดความน่าเชื่อถือ โดยที่แต่ละพืชมีความแตกต่างกันทั้งทางด้านการเจริญเติบโต การให้ผลผลิต และลักษณะทางกายภาพของต้นพืช ทำให้ขนาดแปลงทดลองไม่เหมือนกัน ดังนั้นในการทำงานวิจัยนักวิจัยจึงควรกำหนดขนาดและรูปร่างของแปลงทดลองที่จะเก็บข้อมูลผลผลิตให้เหมาะสมกับชนิดพืชและประเภทของงานทดลองนั้นๆ ด้วย สำหรับพืชสมุนไพรได้มีการศึกษาขนาดและรูปร่างที่เหมาะสมเพื่อใช้เป็นมาตรฐานไว้หลายพืช เช่น ขนาดและรูปร่างที่เหมาะสมของแปลงทดลองฟ้าทะลายโจรควรมีขนาดไม่น้อยกว่า 5.76 ตารางเมตร มีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมมุมฉากไม่จำกัดรูปร่าง ขนาดและรูปร่างที่เหมาะสมของแปลงทดลองขมิ้นชันควรมีขนาดไม่

น้อยกว่า 11.2 ตารางเมตร มีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าค่อนข้างยาว และขนาดและรูปร่างที่เหมาะสมของแปลงทดลองพริกไม่ควรน้อยกว่า 10.2 ตารางเมตร มีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการเกษตร (2552) สำหรับอัญชันถือว่าเป็นพืชสมุนไพรที่มีความสำคัญมากชนิดหนึ่ง มีการดำเนินการวิจัยกันหลากหลายแต่ยังไม่มีการศึกษาถึงมาตรฐานแปลงทดลองอัญชัน จึงได้ดำเนินการศึกษามาตรฐานแปลงทดลอง เพื่อนักวิชาการจะได้นำผลงานไปใช้เป็นมาตรฐานแปลงทดลองเพื่อให้ผลงานวิจัยมีความถูกต้อง แม่นยำ สามารถเผยแพร่ได้ โดยดำเนินการที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรจังหวัดพิจิตร

7. วิธีดำเนินการ

7.1 สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

- เมล็ดพันธุ์อัญชัน
- ถูสำหรับใส่ผลผลิตดอกอัญชัน
- เครื่องชั่งน้ำหนัก
- แบบบันทึกข้อมูล
- เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับประมวลผล

7.2 แบบและวิธีการทดลอง -

7.3 วิธีการปฏิบัติการทดลอง

วิธีปลูก

ปลูกอัญชันแบบ Uniformity trial ติดต่อกันเป็นผืนใหญ่ในเนื้อที่ประมาณ 1 ไร่ ระยะปลูกระหว่างแถว 1 เมตร ระหว่างต้น 1 เมตร จำนวน 52 แถวๆ ละ 28 หลุม ได้จำนวนต้นทั้งหมด 1,456 ต้น เก็บผลผลิตดอกอัญชันโดยเว้นแถวริมโดยรอบ 2 แถว ดังนั้นเก็บผลผลิตจำนวน 48 แถวๆ ละ 24 หลุมๆ ละ 1 ต้นติดต่อกันรวม 1,152 ต้น โดย 1 ต้น คือ 1 หน่วยย่อย (basic unit) ซึ่งน้ำหนักดอกสดของแต่ละหน่วยย่อย นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

นำน้ำหนักดอกสดของอัญชันทั้ง 1,152 หน่วยย่อยมาจัดเป็นรูปร่าง (shape) และขนาดแปลงทดลอง (plot size) ต่างๆ กันได้ 79 รูปร่าง 23 ขนาด โดยขนาดแปลงทดลองที่เล็กสุดมีเนื้อที่ 1 ตารางเมตร และขนาดแปลงใหญ่สุดมีเนื้อที่ 576 ตารางเมตร ในแต่ละขนาดคำนวณค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าความแปรปรวน (Variance) ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of Variation : C.V.) และหาสมการถดถอย (Regression Equation) ของความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแปลงทดลองและค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน ซึ่งอยู่ในรูปสมการ $\hat{y} = aX^b$ เมื่อ \hat{y} = ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (C.V.) X = ขนาดแปลงทดลอง (plot size) a = ค่าคงที่ b = ค่าสัมประสิทธิ์ของรีเกรสชัน (Regression Coefficient) จากเส้นสมการความสัมพันธ์จะเป็นตัวตัดสินมาตรฐานของแปลงทดลองโดยพิจารณาจากจุดที่เส้นสมการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด และพิจารณาควบคู่กับอัตราส่วนการเปลี่ยนแปลงของค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนกับขนาดแปลงทดลองที่เพิ่มขึ้นซึ่งมีค่าประมาณ 0.5 สำหรับรูปร่างที่เหมาะสมของแปลงทดลองนำค่า Variance ของแปลงที่มีรูปร่างต่างๆ กันมาเปรียบเทียบกันโดยแบ่งเป็น 2 กรณีคือ กรณีที่ค่า Variance ที่จะเปรียบเทียบมี 2 ค่า ใช้ F - test ในการทดสอบและกรณีที่ค่า Variance ที่จะเปรียบเทียบมีมากกว่า 2 ค่าใช้ Bartlett's χ^2 Test ถ้าค่า Variance มีความแตกต่างกันทางสถิติแสดงว่ารูปร่างของแปลงทดลองมีความสำคัญ ต้องพิจารณาว่ารูปร่างแปลงทดลองขนาดใดมีค่า Variance น้อยที่สุดจะเลือกรูปร่างแปลงทดลองขนาดนั้นแต่ถ้าค่า Variance ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติแสดงว่ารูปร่างของแปลงทดลองจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมแบบใดก็ได้

สูตรที่ใช้คำนวณและสมมติฐานในการทดสอบ มีดังนี้คือ

$$\text{- ค่าเฉลี่ย (Mean : } \bar{x}) = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$$

$$\text{- ค่าความแปรปรวน (Variance : } S^2) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

$$\text{- ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of Variation : C.V.(%)) = \frac{\sqrt{S^2}}{\bar{x}} \times 100$$

เมื่อ x_i = ค่าของข้อมูลตัวอย่างที่ i ; n = ขนาดตัวอย่าง

- การทดสอบความเท่ากันของ Variance ในแต่ละรูปร่างที่ขนาดแปลงทดลองเดียวกัน

- กรณีที่มีค่า Variance ที่จะทดสอบมี 2 ค่า

$$\begin{aligned} & H_0 = \sigma_1^2 = \sigma_2^2 \\ \text{- สมมติฐาน} & \\ & H_1 = \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2 \end{aligned}$$

$$\text{- สถิติทดสอบ} \quad F = \frac{S_1^2}{S_2^2} ; S_1^2 > S_2^2, \quad \text{df.} = (n_1 - 1, n_2 - 1)$$

- กรณีที่มีค่า Variance ที่จะทดสอบมีมากกว่า 2 ค่า

$$\begin{aligned} & H_0 = \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_k^2 \\ \text{- สมมติฐาน} & \\ & H_1 = \sigma_i^2 \neq \sigma_j^2 ; i \neq j \end{aligned}$$

$$\text{- สถิติทดสอบ} \quad \chi^2 = \frac{(2.3026)(f)(k \log S_p^2 - \sum_{i=1}^k \log S_i^2)}{1 + [(k + 1)/ 3kf]}$$

เมื่อ $f = (n-1)$; $K =$ จำนวนค่าความแปรปรวนที่ต้องการทดสอบ ; $df = k - 1$

$S_i^2 =$ ความแปรปรวนจากประชากรที่ i ; $i = 1, 2, 3, \dots, k$

$$S_p^2 = \sum_{i=1}^k \frac{S_i^2}{k}$$

- การทดสอบความชัน (b) ของเส้นสมการถดถอย 2 เส้น (Homogeneity of Regression Coefficients)

$$\begin{aligned} & H_0 = \beta_1 = \beta_2 \\ \text{- สมมติฐาน} & \\ & H_1 = \beta_1 \neq \beta_2 \end{aligned}$$

$$\text{- สถิติทดสอบ} \quad t = \frac{b_1 - b_2}{\sqrt{S_p^2 \left(\frac{1}{\sum x_1^2} + \frac{1}{\sum x_2^2} \right)}}$$

เมื่อ
$$b = \frac{\sum xy}{\sum x^2}$$

$$S_p^2 = \frac{(n_1 - 2) S_{y.x}^2 (1) + (n_2 - 2) S_{y.x}^2 (2)}{n_1 + n_2 - 4}$$

$S_{y.x}^2 (1), S_{y.x}^2 (2)$ คือ residual mean square ของสมการเส้นที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

- | | |
|---------------------|-----------------------------------------|
| - การบันทึกข้อมูล | นำหน้กดอกสดอัญชัน |
| - เวลา | เริ่มต้น ปี 2554 – สิ้นสุด ปี 2555 |
| - สถานที่ทำการทดลอง | ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรจังหวัดพิจิตร |

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการนำนำหน้กดอกสดของอัญชันทั้ง 1,152 หน่วยย่อยมาจัดเป็นรูปร่าง (shape) และขนาดแปลงทดลอง (plot size) ต่างๆ กันได้ 79 รูปร่าง 23 ขนาด โดยขนาดแปลงทดลองที่เล็กสุดมีเนื้อที่ 1 ตารางเมตร และขนาดแปลงใหญ่สุดมีเนื้อที่ 576 ตารางเมตร ในแต่ละรูปร่างคำนวณหาค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าความแปรปรวน (Variance) และค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of Variation : C.V.) ในปี 2554 พบว่าค่า C.V. ของแปลงทดลองที่มีขนาดเล็กสุดจะมีค่าสูงและจะมีค่าลดลงเมื่อขนาดแปลงทดลองเพิ่มขึ้น โดยขนาดแปลงทดลองที่มีขนาดเล็กสุดมีค่า C.V. = 40.04% และขนาดแปลงทดลองที่มีขนาดใหญ่สุดมีค่า C.V. = 16.89% การหาขนาดแปลงทดลองที่เหมาะสมพิจารณาจากเส้นสมการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแปลงทดลอง ซึ่งให้แทนเป็นแกน x กับค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน ซึ่งให้แทนเป็นแกน y ได้สมการ $\hat{y} = 34.695x^{-0.148}$ ค่า $R^2 = 90.31\%$ จากเส้นสมการถดถอย (Regression line) นำมาใช้เป็นตัวตัดสินใจในการพิจารณาหามาตรฐานแปลงทดลอง โดยพิจารณาจากจุดที่เส้นสมการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด (รูปที่ 1) และพิจารณาควบคู่กับ อัตราส่วนการเปลี่ยนแปลงของค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนกับขนาดแปลงทดลองที่เพิ่มขึ้นซึ่งมีค่าประมาณ 0.5

จากการศึกษาสรุปได้ว่ามาตรฐานแปลงทดลองอัญชันไม่ควรน้อยกว่า 9 ตารางเมตรซึ่งมี 1 รูปร่างคือ 3x3 (ม.ขม.) ดังนั้นรูปร่างแปลงทดลองเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ทั้งนี้ไม่รวมแถวริม (ตารางที่ 1,3)

ในปี 2555 ทำการทดลองซ้ำเพื่อยืนยันผล ดำเนินการเช่นเดียวกับปี 2554 ผลการศึกษาพบว่าแปลงทดลองที่มีขนาดเล็กสุดมีค่า C.V. = 36.94% และจะมีค่าลดลงเมื่อขนาดแปลงทดลองเพิ่มขึ้น โดยแปลงทดลองที่มีขนาดใหญ่สุดมีค่า C.V. = 16.07% และได้สมการความสัมพันธ์ระหว่างขนาดแปลงทดลองกับค่า C.V. คือ $\hat{y} = 36.565x^{-0.107}$ ค่า $R^2 = 90.87\%$ (รูปที่ 2) จากการศึกษารูปได้ว่ามาตรฐานแปลงทดลองสำหรับอัญชันไม่ควรน้อยกว่า 8 ตารางเมตร ซึ่งมี 4 รูปร่างคือ 1x8, 8x1, 2x4 และ 4x2 (ม.ขม.) วิธีหารูปร่างที่เหมาะสมของแปลงทดลองโดยการนำค่า Variance ของแปลงทดลองที่มีขนาดแปลงทดลองเท่ากับ 8 ตารางเมตร ทั้ง 4 รูปร่างมาเปรียบเทียบกันโดยใช้ Bartlett's χ^2 Test พบว่าค่า Variance ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังนั้นรูปร่างแปลงทดลองเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากใดๆ ทั้งนี้ไม่รวมแถวริม (ตารางที่ 2,4)

จากผลการทดลองทั้ง 2 ปีให้ผลไม่สอดคล้องกันทั้งนี้อาจเนื่องจากในปี 2555 ได้ทำการทดลองในแปลงทดลองเดิมซึ่งผ่านการปลูกอัญชันแบบ Uniformity trial มาแล้วในปี 2554 ทำให้สภาพแปลงทดลองมีความสม่ำเสมอและสภาพภูมิอากาศมีความแปรปรวนน้อยกว่า จึงทำให้ผลสรุปมาตรฐานแปลงทดลองในปี 2555 มีขนาดเล็กกว่าปี 2554 ดังนั้นเพื่อหาข้อสรุปว่าควรใช้มาตรฐานแปลงทดลองที่เหมาะสมเท่าใด ดำเนินการโดยทดสอบความชัน (Regression Coefficient : b) ของสมการถดถอยทั้ง 2 เส้น (2 ปี) ว่ามีความเหมือนกันหรือไม่ Homogeneity of Regression Coefficients (Gomez : 1984) ผลจากการทดสอบความชันของเส้นสมการถดถอย 2 ปี พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ นั่นคือเส้นสมการถดถอยทั้ง 2 เส้นขนานกัน (รูปที่ 3) สรุปได้ว่าถ้าในสภาพทั่วไปมาตรฐานแปลงทดลองอัญชันมีขนาดไม่น้อยกว่า 9 ตารางเมตร มีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส แต่ถ้าแปลงทดลองมีความสม่ำเสมอมาก (Uniformity) และสภาพแวดล้อมมีความแปรปรวนน้อย มาตรฐานแปลงทดลองอัญชันมีขนาดไม่น้อยกว่า 8 ตารางเมตร มีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมมุมฉากใดๆ ทั้งนี้ไม่รวมแถวริม

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ในสภาพทั่วไปมาตรฐานแปลงทดลองอัญชันมีขนาดไม่น้อยกว่า 9 ตารางเมตร มีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส ในสภาพแปลงทดลองที่มีความสม่ำเสมอมาก (Uniformity) และสภาพแวดล้อมมีความแปรปรวนน้อย มาตรฐานแปลงทดลองอัญชันมีขนาดไม่น้อยกว่า 8 ตารางเมตร มีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมมุมฉากใดๆ ทั้งนี้ไม่รวมแถวริม

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

นักวิชาการนำผลงานวิจัยไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการปฏิบัติงานวิจัยในแปลงทดลอง เพื่อให้ผลงานมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

11. คำขอบคุณ (ถ้ามี) : -

12. เอกสารอ้างอิง

กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการเกษตร. 2552. ขนาดและรูปร่างที่เหมาะสมในการเก็บข้อมูลของแปลง

ทดลองพืช. เทคนิคทางสถิติในการปฏิบัติงานวิจัยเกษตร. หน้า 11 – 16.

พุดนา รุ่งระวี. 2540. โปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ขนาดและรูปร่างแปลงทดลองพืช. บทความย่อ ปี 2540

กองแผนงานและวิชาการ กรมวิชาการเกษตร.

Gomez., K.A. and A.A. Gomez. (1984) Statistical Procedures for Agricultural Research. (2nd E.D.)

John Wiley and Son, Inc. USA. (pp 680).

13. ภาคผนวก

ตารางที่ 1 ขนาดและรูปร่างแปลงทดลอง ค่าความแปรปรวน ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน ของแปลง

ทดลองอัญชัน ปี 2554 ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรจังหวัดพิจิตร

| ขนาดแปลง ทดลอง (ตร.ม.) | รูปร่างแปลง ทดลอง (ม.×ม.) | Variance | F-Test | Bartlett's χ^2 test | C.V. (%) | C.V. เฉลี่ย (%) |
|---------------------------|------------------------------|----------|---------|-----------------------------|-------------|--------------------|
| 1 | 1×1 | 0.01 | - | - | 40.04 | 40.04 |
| 2 | 1×2 | 0.02 | 1.12 ns | | 31.88 | 32.80 |
| | 2×1 | 0.02 | | | 33.71 | |
| 3 | 1×3 | 0.04 | 1.18 ns | | 28.91 | 30.19 |
| | 3×1 | 0.04 | | | 31.46 | |
| 4 | 1×4 | 0.06 | | 0.02 ns | 27.56 | 28.54 |
| | 4×1 | 0.07 | | | 30.13 | |
| | 2×2 | 0.06 | | | 27.93 | |
| 6 | 1×6 | 0.10 | | 3.64 ns | 24.51 | 26.25 |
| | 6×1 | 0.14 | | | 28.10 | |
| | 2×3 | 0.12 | | | 25.93 | |
| | 3×2 | 0.12 | | | 26.44 | |
| 8 | 1×8 | 0.13 | | 10.73 * | 20.86 | 20.86 |
| | 8×1 | 0.23 | | | 27.24 | |
| | 2×4 | 0.19 | | | 25.08 | |
| | 4×2 | 0.20 | | | 25.72 | |
| 9 | 3×3 | 0.24 | | | 24.65 | 24.65 |

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* แตกต่างกันอย่างสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05

ตารางที่ 1 (ต่อ)

| ขนาดแปลง ทดลอง (ตร.ม.) | รูปร่างแปลง ทดลอง (ม.ขม.) | Variance | F-Test | Bartlett's χ^2 test | C.V. (%) | C.V. เฉลี่ย (%) |
|---------------------------|------------------------------|----------|---------|-----------------------------|-------------|--------------------|
| 12 | 1x12 | 0.33 | | 2.16 ns | 21.87 | 23.62 |
| | 12x1 | 0.43 | | | 25.07 | |
| | 2x6 | 0.36 | | | 22.77 | |
| | 6x2 | 0.40 | | | 24.04 | |
| | 3x4 | 0.40 | | | 24.01 | |
| | 4x3 | 0.40 | | | 23.97 | |
| 16 | 2x8 | 0.46 | | 4.33 ns | 19.40 | 22.74 |
| | 8x2 | 0.67 | | | 23.35 | |
| | 4x4 | 0.70 | | | 23.79 | |
| | 16x1 | 0.73 | | | 24.40 | |
| 18 | 3x6 | 0.73 | 1.09 ns | 21.66 | 22.15 | |
| | 6x3 | 0.80 | | 22.64 | | |
| 24 | 1x24 | 0.78 | | 7.19 ns | 16.80 | 20.93 |
| | 24x1 | 1.50 | | | 23.32 | |
| | 2x12 | 1.22 | | | 21.04 | |
| | 12x2 | 1.28 | | | 21.55 | |
| | 3x8 | 0.96 | | | 18.62 | |
| | 8x3 | 1.36 | | | 22.19 | |
| | 4x6 | 1.28 | | | 21.50 | |
| | 6x4 | 1.39 | | | 22.39 | |
| 32 | 4x8 | 1.68 | | 1.12 ns | 18.52 | 20.55 |
| | 8x4 | 2.40 | | | 22.10 | |
| | 16x2 | 2.17 | | | 21.02 | |

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 1 (ต่อ)

| ขนาดแปลง ทดลอง (ตร.ม.) | รูปร่างแปลง ทดลอง (ม.ขม.) | Variance | F-Test | Bartlett's χ^2 test | C.V. (%) | C.V. เฉลี่ย (%) |
|---------------------------|------------------------------|----------|---------|-----------------------------|-------------|--------------------|
| 36 | 3x12 | 2.55 | | 0.01 ns | 20.25 | 20.39 |
| | 12x3 | 2.61 | | | 20.50 | |
| | 6x6 | 2.59 | | | 20.41 | |
| 48 | 4x12 | 4.65 | | 2.51 ns | 20.50 | 19.18 |
| | 12x4 | 4.65 | | | 20.50 | |
| | 2x24 | 2.95 | | | 16.33 | |
| | 24x2 | 4.45 | | | 20.06 | |
| | 16x3 | 4.68 | | | 20.58 | |
| | 6x8 | 3.44 | | | 17.63 | |
| | 8x6 | 4.48 | | | 20.13 | |
| | 48x1 | 3.45 | | | 17.68 | |
| 64 | 8x8 | 6.01 | 1.39 ns | | 17.49 | 19.06 |
| | 16x4 | 8.36 | | | 20.63 | |
| 72 | 3x24 | 6.15 | | 0.93 ns | 15.72 | 18.46 |
| | 24x3 | 9.70 | | | 19.75 | |
| | 6x12 | 9.57 | | | 19.61 | |
| | 12x6 | 8.76 | | | 18.77 | |
| 96 | 8x12 | 16.98 | | 1.79 ns | 19.6 | 17.47 |
| | 12x8 | 12.24 | | | 16.64 | |
| | 4x24 | 11.35 | | | 16.02 | |
| | 24x4 | 17.10 | | | 19.67 | |
| | 16x6 | 15.60 | | | 18.78 | |
| | 48x2 | 8.79 | | | 14.10 | |

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 1 (ต่อ)

| ขนาดแปลง ทดลอง (ตร.ม.) | รูปร่างแปลง ทดลอง (ม.ขม.) | Variance | F-Test | Bartlett's χ^2 test | C.V. (%) | C.V. เฉลี่ย (%) |
|---------------------------|------------------------------|----------|---------|-----------------------------|-------------|--------------------|
| 128 | 16x8 | 20.61 | | | 16.19 | 16.19 |
| 144 | 6x24 | 23.30 | | .72 ns | 15.30 | 16.79 |
| | 24x6 | 34.00 | | | 18.48 | |
| | 12x12 | 35.71 | | | 18.94 | |
| | 48x3 | 20.76 | | | 14.44 | |
| 192 | 8x24 | 43.62 | | .40 ns | 15.70 | 16.33 |
| | 24x8 | 47.19 | | | 16.33 | |
| | 16x12 | 63.99 | | | 19.02 | |
| | 48x4 | 36.09 | | | 14.28 | |
| 288 | 12x24 | 98.40 | | .50 ns | 15.72 | 16.03 |
| | 24x12 | 154.12 | | | 19.68 | |
| | 48x6 | 64.12 | | | 12.69 | |
| 384 | 16x24 | 170.52 | 3.48 ns | | 15.52 | 11.93 |
| | 48x8 | 49.06 | | | 8.33 | |
| 576 | 24x24 | 538.25 | 1.43 ns | | 18.39 | 16.89 |
| | 48x12 | 377.30 | | | 15.39 | |

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 2 ขนาดและรูปร่างแปลงทดลอง ค่าความแปรปรวน ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน ของแปลง
ทดลองอัญชัน ปี 2555 ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรจังหวัดพิจิตร

| ขนาดแปลง ทดลอง (ตร.ม.) | รูปร่างแปลง ทดลอง (ม.ขม.) | Variance | F-Test | Bartlett's χ^2 test | C.V. (%) | C.V. เฉลี่ย (%) |
|---------------------------|------------------------------|----------|---------|-----------------------------|-------------|--------------------|
| 1 | 1x1 | 0.02 | | | 36.94 | 36.94 |
| 2 | 1x2 | 0.08 | 1.03 ns | | 33.03 | 33.26 |
| | 2x1 | 0.08 | | | 33.48 | |
| 3 | 1x3 | 0.16 | 1.05 ns | | 31.14 | 31.53 |
| | 3x1 | 0.17 | | | 31.92 | |
| 4 | 1x4 | 0.27 | | 0.31 ns | 30.11 | 30.70 |
| | 4x1 | 0.28 | | | 30.97 | |
| | 2x2 | 0.28 | | | 31.01 | |
| 6 | 1x6 | 0.54 | | 0.42 ns | 28.71 | 29.50 |
| | 6x1 | 0.58 | | | 29.72 | |
| | 2x3 | 0.57 | | | 29.54 | |
| | 3x2 | 0.59 | | | 30.04 | |
| 8 | 1x8 | 0.91 | | 0.44 ns | 27.93 | 28.84 |
| | 8x1 | 1.01 | | | 29.37 | |
| | 2x4 | 0.97 | | | 28.82 | |
| | 4x2 | 1.00 | | | 29.24 | |
| 9 | 3x3 | 1.23 | | | 28.84 | 28.84 |
| 12 | 1x12 | 1.66 | | 2.05 ns | 25.09 | 27.47 |
| | 12x1 | 1.94 | | | 27.14 | |
| | 2x6 | 2.01 | | | 27.61 | |
| | 6x2 | 2.14 | | | 28.51 | |
| | 3x4 | 2.11 | | | 28.28 | |
| | 4x3 | 2.09 | | | 28.16 | |

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 2 (ต่อ)

| ขนาดแปลง ทดลอง (ตร.ม.) | รูปร่างแปลง ทดลอง (ม.×ม.) | Variance | F-Test | Bartlett's χ^2 test | C.V. (%) | C.V. เฉลี่ย (%) |
|---------------------------|------------------------------|----------|---------|-----------------------------|-------------|--------------------|
| 16 | 2×8 | 3.41 | | 0.22 ns | 27.00 | 27.52 |
| | 8×2 | 3.76 | | | 28.36 | |
| | 4×4 | 3.58 | | | 27.65 | |
| | 16×1 | 3.43 | | | 27.07 | |
| 18 | 3×6 | 4.40 | 1.03 ns | | 27.25 | 27.45 |
| | 6×3 | 4.52 | | | 27.64 | |
| 24 | 1×24 | 5.58 | | 3.32 ns | 23.01 | 25.64 |
| | 24×1 | 5.71 | | | 23.30 | |
| | 2×12 | 6.20 | | | 24.26 | |
| | 12×2 | 7.37 | | | 26.46 | |
| | 3×8 | 7.55 | | | 26.78 | |
| | 8×3 | 7.97 | | | 27.51 | |
| | 4×6 | 7.49 | | | 26.67 | |
| | 6×4 | 7.76 | | | 27.15 | |
| 32 | 4×8 | 12.86 | | 0.04 ns | 26.21 | 26.68 |
| | 8×4 | 13.81 | | | 27.17 | |
| | 16×2 | 13.29 | | | 26.65 | |
| 36 | 3×12 | 13.76 | | 0.26 ns | 24.10 | 25.40 |
| | 12×3 | 15.71 | | | 25.75 | |
| | 6×6 | 16.46 | | | 26.36 | |

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 2 (ต่อ)

| ขนาดแปลง ทดลอง (ตร.ม.) | รูปร่างแปลง ทดลอง (ม.×ม.) | Variance | F-Test | Bartlett's χ^2 test | C.V. (%) | C.V. เฉลี่ย (%) |
|---------------------------|------------------------------|----------|---------|-----------------------------|-------------|--------------------|
| 48 | 2×24 | 21.26 | | 10.30 ns | 22.47 | 23.42 |
| | 24×2 | 22.30 | | | 23.01 | |
| | 4×12 | 23.32 | | | 23.53 | |
| | 12×4 | 27.61 | | | 25.61 | |
| | 6×8 | 28.63 | | | 26.07 | |
| | 8×6 | 29.18 | | | 26.32 | |
| | 16×3 | 28.47 | | | 26.00 | |
| | 48×1 | 8.62 | | | 14.31 | |
| 64 | 8×8 | 50.66 | 1.01 ns | | 26.01 | 26.07 |
| | 16×4 | 51.09 | | | 26.12 | |
| 72 | 3×24 | 47.86 | | 0.22 ns | 22.47 | 23.41 |
| | 24×3 | 48.02 | | | 22.51 | |
| | 6×12 | 53.21 | | | 23.70 | |
| | 12×6 | 58.96 | | | 24.94 | |
| 96 | 4×24 | 85.33 | | 4.31 ns | 22.51 | 22.27 |
| | 24×4 | 85.87 | | | 22.58 | |
| | 8×12 | 94.28 | | | 23.66 | |
| | 12×8 | 107.31 | | | 25.24 | |
| | 16×6 | 110.37 | | | 25.60 | |
| | 48×2 | 33.04 | | | 14.01 | |
| 128 | 16×8 | 200.76 | | | 25.89 | 25.89 |

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 2 (ต่อ)

| ขนาดแปลง ทดลอง (ตร.ม.) | รูปร่างแปลง ทดลอง (ม.×ม.) | Variance | F-Test | Bartlett's χ^2 test | C.V. (%) | C.V. เฉลี่ย (%) |
|---------------------------|------------------------------|----------|----------|-----------------------------|-------------|--------------------|
| 144 | 6×24 | 195.71 | | 2.40 ns | 22.72 | 20.30 |
| | 24×6 | 185.75 | | | 22.14 | |
| | 12×12 | 203.11 | | | 23.15 | |
| | 48×3 | 65.83 | | | 13.18 | |
| 192 | 8×24 | 367.03 | | 1.81 ns | 23.34 | 20.94 |
| | 24×8 | 360.86 | | | 23.14 | |
| | 16×12 | 386.27 | | | 23.94 | |
| | 48×4 | 119.48 | | | 13.32 | |
| 288 | 12×24 | 853.95 | | 1.14 ns | 23.73 | 19.09 |
| | 24×12 | 690.10 | | | 21.34 | |
| | 48×6 | 225.45 | | | 12.19 | |
| 384 | 16×24 | 1793.73 | 3.37 ns | | 25.80 | 19.93 |
| | 48×8 | 531.72 | | | 14.05 | |
| 576 | 24×24 | 3675.70 | 10.72 ns | | 24.62 | 16.07 |
| | 48×12 | 342.81 | | | 7.52 | |

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 3 ขนาดแปลงทดลอง ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (C.V.) ค่า E(C.V.) และค่าอัตราส่วนการเปลี่ยนแปลงของค่า C.V. ปี 2554 ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรจังหวัดพิจิตร

| ลำดับที่ (i) | ขนาดแปลงทดลอง (ตร.ม.) | C.V. เฉลี่ย (%) | E(C.V. (%)) | อัตราส่วนการเปลี่ยนแปลง ⁽¹⁾ |
|--------------|-----------------------|-----------------|--------------|----------------------------------------|
| 1 | 1 | 40.04 | 34.69 | - |
| 2 | 2 | 32.80 | 31.30 | 3.39 |
| 3 | 3 | 30.19 | 29.48 | 1.83 |
| 4 | 4 | 28.54 | 28.24 | 1.23 |
| 5 | 6 | 26.25 | 26.60 | 0.82 |
| 6 | 8 | 20.86 | 25.48 | 0.56 |
| 7 | 9 | 24.65 | 25.04 | 0.44 |
| 8 | 12 | 23.62 | 24.00 | 0.35 |
| 9 | 16 | 22.74 | 22.99 | 0.25 |
| 10 | 18 | 22.15 | 22.60 | 0.20 |
| 11 | 24 | 20.93 | 21.65 | 0.16 |
| 12 | 32 | 20.55 | 20.75 | 0.11 |
| 13 | 36 | 20.39 | 20.39 | 0.09 |
| 14 | 48 | 19.18 | 19.54 | 0.07 |
| 15 | 64 | 19.06 | 18.72 | 0.05 |
| 16 | 72 | 18.46 | 18.39 | 0.04 |
| 17 | 96 | 17.47 | 17.63 | 0.03 |
| 18 | 128 | 16.19 | 16.89 | 0.02 |
| 19 | 144 | 16.79 | 16.60 | 0.02 |
| 20 | 192 | 16.33 | 15.90 | 0.01 |
| 21 | 288 | 16.03 | 14.98 | 0.01 |

| | | | | |
|----|-----|-------|-------|------|
| 22 | 384 | 11.93 | 14.35 | 0.01 |
| 23 | 576 | 16.89 | 13.51 | 0.00 |

E(C.V.(%)) คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน ที่คำนวณจากสมการ $\hat{y} = 34.695x^{-0.148}$

(1) คำนวณจาก $[E(C.V. (\%)) \text{ ที่ } i - E(C.V. (\%)) \text{ ที่ } i+1] / (\text{ขนาดแปลงทดลองที่ } i - \text{ขนาดแปลงทดลองที่ } i+1)$

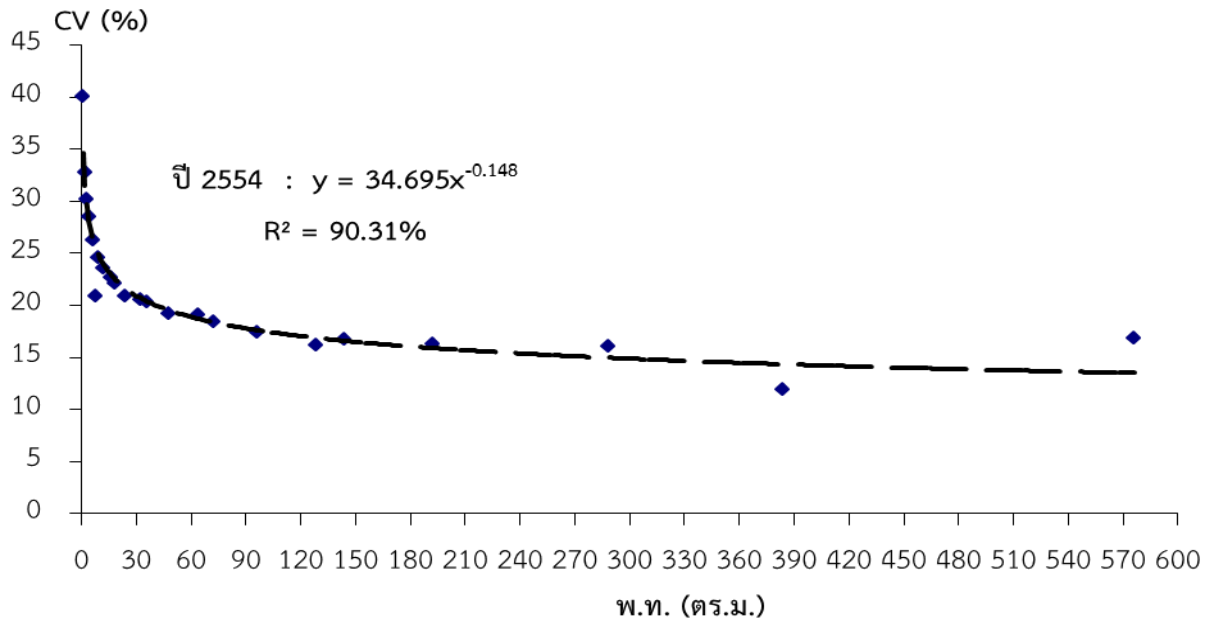
ตารางที่ 4 ขนาดแปลงทดลอง ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (C.V.) ค่า E(C.V.) และค่าอัตราส่วนการเปลี่ยนแปลงของ C.V. ปี 2555 ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรจังหวัดพิจิตร

| ลำดับที่ (i) | ขนาดแปลงทดลอง (ตร.ม.) | C.V.เฉลี่ย(%) | E(C.V.(%)) | อัตราส่วนการเปลี่ยนแปลง ⁽¹⁾ |
|--------------|-----------------------|---------------|--------------|----------------------------------------|
| 1 | 1 | 36.94 | 36.56 | - |
| 2 | 2 | 33.26 | 33.95 | 2.61 |
| 3 | 3 | 31.53 | 32.52 | 1.44 |
| 4 | 4 | 30.70 | 31.53 | 0.98 |
| 5 | 6 | 29.50 | 30.19 | 0.67 |
| 6 | 8 | 28.84 | 29.28 | 0.46 |
| 7 | 9 | 28.84 | 28.91 | 0.37 |
| 8 | 12 | 27.47 | 28.04 | 0.29 |
| 9 | 16 | 27.52 | 27.19 | 0.21 |
| 10 | 18 | 27.45 | 26.85 | 0.17 |
| 11 | 24 | 25.64 | 26.04 | 0.14 |
| 12 | 32 | 26.68 | 25.25 | 0.10 |
| 13 | 36 | 25.40 | 24.93 | 0.08 |
| 14 | 48 | 23.42 | 24.18 | 0.06 |
| 15 | 64 | 26.07 | 23.45 | 0.05 |
| 16 | 72 | 23.41 | 23.16 | 0.04 |
| 17 | 96 | 22.27 | 22.45 | 0.03 |
| 18 | 128 | 25.89 | 21.77 | 0.02 |
| 19 | 144 | 20.30 | 21.50 | 0.02 |
| 20 | 192 | 20.94 | 20.85 | 0.01 |

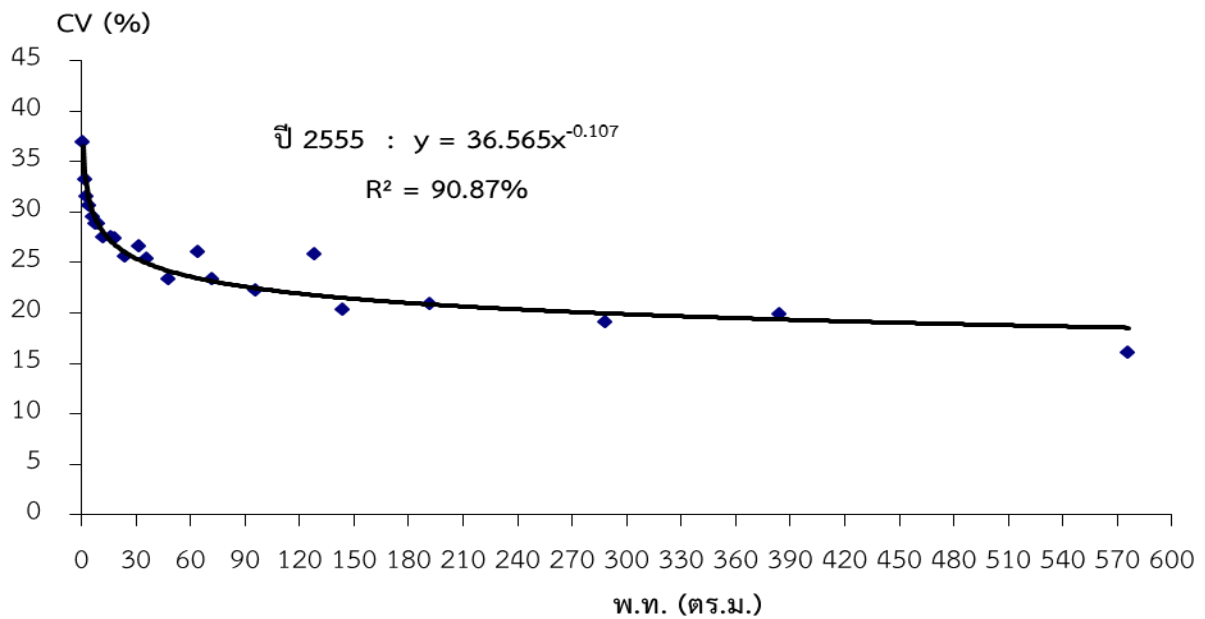
| | | | | |
|----|-----|-------|-------|------|
| 21 | 288 | 19.09 | 19.97 | 0.01 |
| 22 | 384 | 19.93 | 19.36 | 0.01 |
| 23 | 576 | 16.07 | 18.54 | 0.00 |

E(C.V.(%)) คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนที่คำนวณจากสมการ $\hat{y} = 36.565x^{-0.107}$

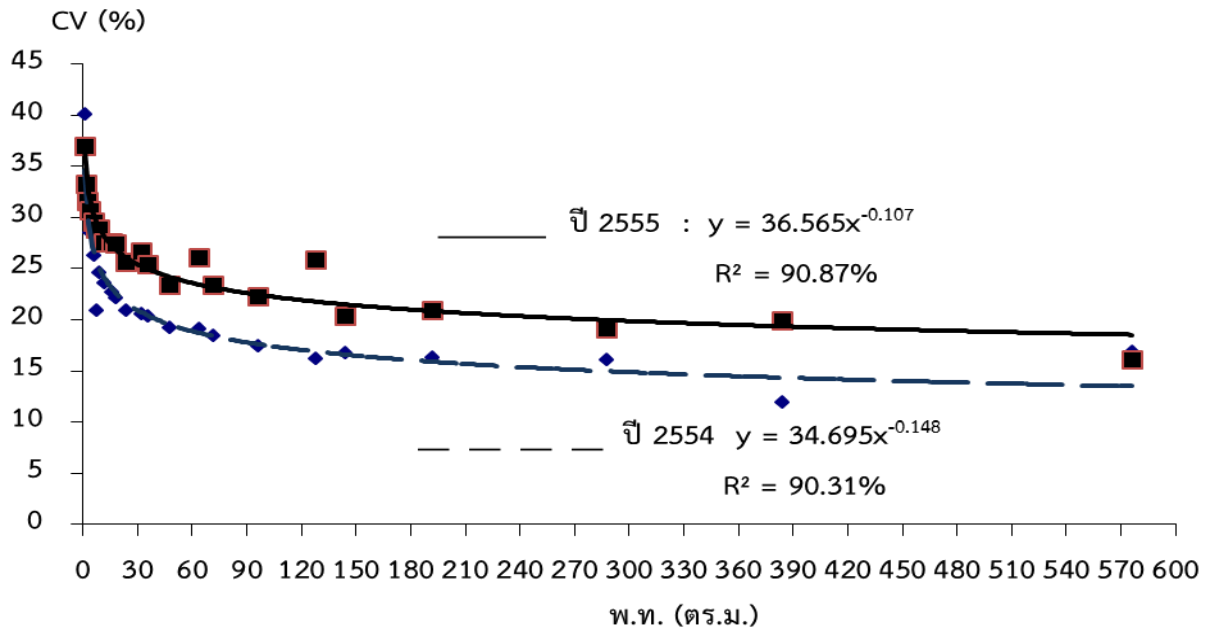
(1) คำนวณจาก [E(C.V.(%)) ที่ i - E(C.V.(%)) ที่ i+1] / (ขนาดแปลงทดลองที่ i - ขนาดแปลงทดลองที่ i+1)



รูปที่ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดแปลงทดลองและค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของ
 ใช้น้ำหนักดอกสดอ้อยชัน ปี 2554 ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรจังหวัดพิจิตร



รูปที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดแปลงทดลองและค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของ
 น้ำหนักดอกสดอ้อยชัน ปี 2555 ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรจังหวัดพิจิตร



รูปที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดแปลงทดลองและค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของ
 น้ำหนักดอกสดอ้อยชันปี 2554 และ ปี 2555 ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรจังหวัดพิจิตร

