

รายงานผลงานเรื่องเติมการทดลองที่สิ้นสุด

1. ชุดโครงการวิจัย : วิจัยและพัฒนาพืชสมุนไพรและเครื่องเทศ
2. โครงการวิจัย : การศึกษาเทคนิคทางสถิติเพื่อใช้เป็นมาตรฐานสำหรับแปลงทดลองพืชสมุนไพรและเครื่องเทศ
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : การศึกษาเทคนิคทางสถิติเพื่อใช้เป็นมาตรฐานสำหรับแปลงทดลองมะระขึ้นนก

ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ): Study on Statistical Techniques for Local Bitter Gourd Standard Plot Size

4. คณะผู้ดำเนินงาน

| | | |
|-----------------|-------------------------|--|
| หัวหน้าการทดลอง | : นางพุดนา รุ่งระวี | สังกัดกองแผนงานและวิชาการ |
| ผู้ร่วมงาน | นางจันทรา บดีศร | สังกัดกองแผนงานและวิชาการ |
| | นางสาวไรรวรรณ นาสพัฒน์ | สังกัดกองแผนงานและวิชาการ |
| | นางสาวชลธิชา เตโซ | สังกัดกองแผนงานและวิชาการ |
| | นายไกรสร ตาวงค์ | สังกัดกองแผนงานและวิชาการ |
| | นางวิสุทธิดา ศรีดวงโชติ | สังกัดกองแผนงานและวิชาการ |
| | นางเตือนใจ พุดซัง | สังกัดกองแผนงานและวิชาการ |
| | นายสมพร วนะสิทธิ์ | สังกัดกองแผนงานและวิชาการ |
| | นายจรัญ ดิษฐไชยวงศ์ | สังกัดศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร |

5. บทคัดย่อ

การศึกษาเทคนิคทางสถิติเพื่อใช้เป็นมาตรฐานสำหรับแปลงทดลองมะระขึ้นนก ซึ่งได้ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรจังหวัดพิจิตร ตั้งแต่ปี 2554-2555 ในพื้นที่ประมาณ 1 ไร่ โดยปลูกมะระขึ้นนกพันธุ์พื้นเมืองแบบ Uniformity trial ติดต่อกันเป็นผืนใหญ่ ระยะปลูก 1x1 เมตร จำนวน 52 แถว ๆ ละ 28 หลุม ๆ ละ 1 ต้น จำนวนทั้งหมด 1,456 ต้น เก็บเกี่ยวผลผลิตวันแฉกริมโดยรอบ 2 แถว ได้จำนวนต้นทั้งหมด 1,152 ต้น กำหนดให้ 1 ต้น คือหนึ่งหน่วยย่อย (basic unit) ชั่งน้ำหนักผลผลิตสดแต่ละหน่วยย่อย นำข้อมูลที่ได้ทั้ง 1,152 หน่วยย่อยมาจัดเป็นรูปร่าง (shape) และขนาดแปลงทดลอง (plot size) ต่าง ๆ กันได้ 79 รูปร่าง 23

ขนาดแปลงทดลอง หาค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าความแปรปรวน (Variance) ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of Variation : C.V.) และหาสมการความสัมพันธ์ระหว่างขนาดแปลงทดลองกับค่า C.V. (%) ซึ่งได้สมการ $\hat{y} = 33.442 \times -0.438$ $R^2 = 96.73\%$ การตัดสินใจขนาดแปลงทดลองที่ใช้เป็นมาตรฐานคือ เส้นสมการมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด ซึ่งได้ว่าขนาดแปลงทดลองที่ใช้เป็นมาตรฐาน คือ 12 ตารางเมตร และที่ขนาดแปลงนี้นำไปพิจารณาว่ารูปร่างแปลงควรเป็นรูปร่างใด โดยใช้ค่า Variance ของแต่ละรูปร่างมาทดสอบความเท่ากัน (Homogeneity of Variance) โดยใช้ค่าสถิติ F-test และ $\chi^2 - test$ ซึ่งพบว่าค่า Variance ของแต่ละรูปร่างไม่แตกต่างกัน นั่นคือรูปร่างของแปลงทดลองเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากใด ๆ ที่มีขนาดแปลงทดลอง 12 ตารางเมตร

ในปี 2555 ทำการทดลองซ้ำเพื่อยืนยันผลโดยดำเนินการเช่นเดียวกับปี 2554 สรุปได้ว่า มาตรฐานของขนาดแปลงทดลองไม่น้อยกว่า 6 ตารางเมตร รูปร่างแปลงทดลองเป็นสี่เหลี่ยมมุมฉากใด ๆ ผลจากการศึกษา 2 ปี ให้ผลไม่สอดคล้องกันทั้งนี้เนื่องจากปี 2555 ได้ทำการทดลองซ้ำในแปลงทดลองเดิมซึ่งมีการปลูกพืชแบบ Uniformity trial มาแล้ว 1 ปี ดังนั้นจึงมีผลต่อเนื่องมาในปี 2555 ทำให้สภาพแปลงทดลองมีความสม่ำเสมอกว่าปี 2554 อีกทั้งสภาพแวดล้อมมีความแปรปรวนน้อย ดังนั้นผู้วิจัยจะนำข้อมูลไปใช้ถ้าไม่แน่ใจกับความสม่ำเสมอพื้นที่ปลูกควรใช้แปลงทดลองไม่น้อยกว่า 12 ตารางเมตร รูปร่างสี่เหลี่ยมมุมฉากแต่ถ้าเป็นแปลงที่มีความสม่ำเสมอมากและสภาพแวดล้อมมีความแปรปรวนน้อยใช้ขนาดแปลง 9 ตารางเมตร

6. คำนำ

ในการเก็บข้อมูลงานทดลองพืชต่าง ๆ ในแปลงทดลอง เช่น ผลผลิต การเจริญเติบโตของพืช เป็นต้น ข้อมูลเหล่านี้จะต้องมีความถูกต้อง แม่นยำ เพราะถ้าผู้วิจัยทำแปลงทดลองขนาดเล็กเกินไป ข้อมูลจากแปลงทดลองนั้นเมื่อนำมาประเมินผลผลิตเป็นกิโลกรัม/ไร่ จะทำให้ผลลัพธ์ของการประเมินอาจจะน้อยหรือมากเกินไป ความเป็นจริง ซึ่งก่อให้เกิดความผิดพลาดในการสรุปผลงานวิจัยและการนำไปใช้ ในขณะที่ผู้ทำการวิจัยใช้แปลงทดลองที่มีขนาดใหญ่เกินไปจะทำให้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด คือ งบประมาณ แรงงาน เวลา สิ้นเปลืองโดยไม่จำเป็น การหามาตรฐานของขนาดและรูปร่างแปลงทดลองจึงเป็นสิ่งจำเป็นเบื้องต้นสำหรับงานทดลองพืช โดยเฉพาะในแปลงทดลองพืช การใช้ขนาดและรูปร่างที่ต่างกันมีผลทำให้ความแปรปรวนระหว่างแปลงแตกต่างกัน และยังมีผลทำให้คลาดเคลื่อนในการทดลองต่ำลงถ้าใช้ขนาดและรูปร่างที่เหมาะสม ซึ่งมีผลต่อการสรุปผลงานวิจัย ดังนั้นจึงมีการนำเทคนิคทางสถิติมาผสมผสานกับงานวิจัยด้านพืชเพื่อศึกษาหามาตรฐานแปลงทดลองสมุนไพรโดยที่ กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์การเกษตร (2552) ได้ศึกษาหาขนาดและรูปร่างที่เหมาะสมของแปลงทดลองฟ้าทะลายโจร โดยสรุปว่าขนาดแปลงไม่ควรน้อยกว่า 5.76 ตารางเมตร เป็นสี่เหลี่ยมมุมฉากไม่จำกัดรูปร่าง ขนาดและรูปร่างที่เหมาะสมของแปลงทดลองขมิ้นชัน พบว่าขนาดแปลงทดลองที่เหมาะสมไม่ควรน้อยกว่า 11.2 ตารางเมตร เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าค่อนข้างยาว ขนาดและรูปร่างที่เหมาะสมของแปลงทดลองพริกไม่น้อย

กว่า 10.2 ตารางเมตร รูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า สำหรับมะระขึ้นกเป็นพืชสมุนไพรที่มีการดำเนินงานวิจัยกันหลากหลาย แต่ยังไม่มีการศึกษาถึงมาตรฐานแปลงทดลองของมะระขึ้นก จึงได้ดำเนินการศึกษาหามาตรฐานแปลงทดลองมะระขึ้นก โดยดำเนินการที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรจังหวัดพิจิตร นักวิจัยนำผลงานไปใช้เป็นมาตรฐานแปลงทดลอง เพื่อให้ผลงานวิจัยมีความถูกต้อง แม่นยำ สามารถเผยแพร่ได้

7. วิธีดำเนินการ

สิ่งที่ใช้ในการทดลอง : เมล็ดมะระขึ้นกพันธุ์พื้นเมือง
เครื่องชั่งน้ำหนัก
แบบบันทึกข้อมูล
โปรแกรมทางสถิติเพื่อการประมวลผล

แบบและวิธีการทดลอง :-

วิธีปฏิบัติการ

ในปี 2554 ปลูกมะระขึ้นกพันธุ์พื้นเมืองแบบ Uniformity trial คือการปลูกพืชในพื้นที่เดียวกัน ระยะปลูก จำนวนต้น/หลุม การดูแลรักษาสม่ำเสมอทั่วทั้งแปลง และอยู่ในสภาพแวดล้อมเดียวกัน ติดต่อกันเป็นผืนใหญ่ ระยะปลูก 1x1 เมตร จำนวน 52 แถว ๆ ละ 28 หลุม ๆ ละ 1 ต้น เก็บเกี่ยวผลผลิตสด เว้นแถวริมโดยรอบ 2 แถว ดังนั้นเก็บผลผลิตจำนวน 48 แถว ๆ ละ 24 หลุม โดยกำหนดให้ 1 ต้น คือ 1 หน่วยย่อย (basic unit) จำนวนทั้งสิ้น 1,152 หน่วยย่อย ชั่งน้ำหนักทุกหน่วยย่อย แล้วนำมาจัดเป็นขนาดแปลงทดลองและรูปร่างต่าง ๆ กัน ได้ทั้งสิ้น 23 ขนาด 79 รูปร่าง คำนวณหา

ค่าเฉลี่ย (Mean)

$$Mean = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

ค่าความแปรปรวน (Variance)

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

ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient Of Variation : C.V.) ของแต่ละขนาดและรูปร่าง

$$\text{C.V.}(\%) = \frac{\sqrt{\text{variance}}}{\text{mean}} \times 100$$

หาสมการการถดถอย (Regression Equation) ของความสัมพันธ์ระหว่างขนาดแปลงทดลองและค่า C.V. ซึ่งอยู่ในรูป

$$\hat{y} = ax^b$$

\hat{y} = ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน

X = ขนาดแปลงทดลองขนาดต่าง ๆ กัน

a = ค่าคงที่

b = ค่าสัมประสิทธิ์ของรีเกรสชัน (Regression Coefficient)

จากเส้นสมการความสัมพันธ์จะเป็นตัวตัดสินมาตรฐานแปลงทดลอง โดยพิจารณาจากจุดที่เส้นสมการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด และพิจารณาควบคู่กับอัตราการเปลี่ยนแปลงระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนกับขนาดแปลงทดลองสำหรับรูปร่างแปลงทดลอง จะพิจารณาจากขนาดแปลงทดลองที่ได้ กล่าวข้างต้น นำค่า Variance ของรูปร่างที่ต่างกันมาทดสอบความเหมือนกันของ Variance (Homogeneity of Variance) ซึ่งมี 2 ลักษณะ คือ ถ้าทดสอบความเหมือนกันของ Variance 2 ประชากร ใช้สถิติ F-test ถ้าทดสอบความเหมือนกันของ Variance มากกว่า 2 ประชากรใช้สถิติ Bartlette's χ^2 โดยมีสมมุติฐานและสูตรดังนี้

กรณีการทดสอบความเหมือนกันของ Variance 2 ประชากร

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$H_a : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

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

$$\text{เมื่อ } S_1^2 > S_2^2$$

กรณีการทดสอบความเหมือนกันของ Variance มากกว่า 2 ประชากร

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \dots = \sigma_k^2$$

$$H_a : \sigma_i^2 \neq \sigma_j^2 \quad i \neq j$$

$$\chi^2 = \frac{2.303}{c} \left[f \log MSE - \sum_{i=1}^k f_i \log S_i^2 \right]$$

โดยมี $df. = k-1$

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^k (n-1)s_i^2}{n-1}$$

$$f = \sum_{i=1}^k f_i$$

$f_i = n_i - 1$ เมื่อ n_i =ขนาดของตัวอย่าง i

$$c = 1 + \frac{1}{3(k+1)} \left[\sum_{i=1}^k \frac{1}{f_i} - \frac{1}{f} \right]$$

เมื่อ k = จำนวนของค่าความแปรปรวนที่นำมาทดสอบ

กรณีเปรียบเทียบความเหมือนกันของ Variance ถ้า Variance ไม่แตกต่างกันสรุปได้ว่ารูปร่างแปลงทดลองเป็นรูปร่างสี่เหลี่ยมมุมฉากใด ๆ แต่ถ้า Variance มีความแตกต่างกัน (Heterogeneity of Variance) แสดงว่ารูปร่างแปลงทดลองมีความสำคัญ โดยจะตัดสินใจเลือกรูปร่างแปลงที่มีความแปรปรวนต่ำที่สุด และในปี 2555 ได้ดำเนินการทดลองซ้ำเพื่อยืนยันผล โดยดำเนินการเช่นเดียวกับปี 2554

การทดสอบความชันของสมการ 2 เส้น (Homogeneity of Regression Coefficients)

สมมติฐานของการทดสอบความชัน ของเส้นสมการถดถอย 2 เส้น

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2$$

$$H_a : \beta_1 \neq \beta_2$$

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

เมื่อค่า b และ S_p^2

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

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

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

เวลา : การดำเนินการปี 2554 - 2555 ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรจังหวัดพิจิตร

8.ผลการทดลอง

จากการนำข้อมูลน้ำหนักผลผลิตสดมะระขึ้นกจำนวน 1,152 หน่วยย่อย โดย 1 หน่วยย่อย (basic unit) มีขนาด 1 ตารางเมตร นำมาจัดเป็นขนาดแปลงต่าง ๆ กันได้จำนวนทั้งสิ้น 23 ขนาดแปลง และรูปร่าง 79 รูปร่าง เพราะในขนาดแปลงที่เท่ากันอาจมีหลายรูปร่าง แต่ละรูปร่างคำนวณหาค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าความแปรปรวน (Variance) ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (C.V.) และหาค่าสมการถดถอย (Regression Equation) ของความสัมพันธ์ระหว่างแปลงทดลองกับค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (ตารางที่ 1-2)

ปี 2554 สมการการถดถอยของความสัมพันธ์ระหว่างขนาดแปลงทดลองขนาดต่าง ๆ กันกับค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (รูปภาพที่ 1)

$$\hat{y}_{2554} = 33.442 \times -0.438 \quad (R^2 = 96.73\%)$$

จากเส้นสมการการถดถอย (Regression Line) นำมาใช้เป็นตัวตัดสินในการพิจารณามาตรฐานแปลงทดลอง โดยพิจารณาจากจุดที่เส้นสมการมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด โดยพิจารณาควบคู่กับอัตราส่วนการเปลี่ยนแปลงของค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนกับขนาดแปลงทดลอง (ตารางที่ 3-4) ซึ่งสรุปได้ว่ามาตรฐานแปลงทดลอง มีขนาด 12 ตารางเมตร เมื่อทดสอบความเหมือนของ Variance พบว่าไม่แตกต่างกัน นั่นคือ มีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมมุมฉากใด ๆ

ปี 2555 ได้ทำการทดลองซ้ำเพื่อยืนยันผล และให้เกิดความเที่ยงตรง แม่นยำ โดยดำเนินการเช่นเดียวกับ ปี 2554 สรุปได้ว่าสมการของความสัมพันธ์ระหว่างขนาดแปลงทดลอง กับค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (รูปภาพที่ 2)

$$\hat{y}_{2555} = 22.286 \times -0.159 \quad (R^2 = 98.09\%)$$

มาตรฐานแปลงทดลอง มีขนาด 6 ตารางเมตร โดยมีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมมุมฉากใด ๆ

จากการศึกษา 2 ปี พบว่าขนาดแปลงทดลองไม่สอดคล้องกันทั้งนี้อาจเนื่องจากปี 2555 ได้ดำเนินการในแปลงทดลองเดิม ซึ่งผ่านการปลูกพืชแบบ uniformity trial มาแล้ว 1 ปี ทำให้มีสภาพแปลงทดลองที่มีความสม่ำเสมอ และสภาพแวดล้อม ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิมีความแปรปรวนน้อยกว่าปี 2554 จึงทำให้ผลสรุปมาตรฐานแปลงทดลองขนาดเล็กกว่าปี 2554

ดังนั้นเพื่อหาข้อสรุปว่า มาตรฐานแปลงทดลองที่เหมาะสมควรเป็นเท่าใด จึงทำการทดสอบความชัน (Regression Coefficient : b) ของเส้นสมการถดถอยทั้ง 2 เส้น (2 ปี) ว่ามีความเหมือนกันหรือไม่ โดยใช้วิธีการทดสอบ Homogeneity of Regression Coefficients

จากการทดสอบความชัน (b) ของเส้นสมการถดถอย 2 ปี พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ นั่นคือ เส้นสมการถดถอยทั้ง 2 ปีขนานกัน (Gomez) สรุปได้ว่าถ้าในสภาพแปลงทดลองปกติ หรือมีความแปรปรวนของดินและสภาพแวดล้อม มาตรฐานแปลงทดลองไม่น้อยกว่า 12 ตารางเมตร แต่ถ้าสภาพแปลงทดลองมีความสม่ำเสมอมาก (Uniformity) และสภาพแวดล้อมมีความแปรปรวนน้อย ให้ใช้มาตรฐานแปลงทดลองขนาดเล็กกว่า 9 ตารางเมตร ทั้งนี้ไม่รวมแถวริม (ตารางที่ 5)

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ในสภาพทั่วไปมาตรฐานแปลงทดลองมะระขึ้นก็มีขนาดไม่น้อยกว่า 12 ตารางเมตร เป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากใด ๆ ในสภาพที่แปลงทดลองมีความสม่ำเสมอมาก (Uniformity) และสภาพแวดล้อมมีความแปรปรวนน้อย มาตรฐานแปลงทดลองมะระขึ้นก็มีขนาดไม่น้อยกว่า 9 ตารางเมตร เป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากใด ๆ ทั้งนี้ไม่รวมแถวริม

10. การนำผลงานไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานแปลงทดลองมะระขึ้น นักวิชาการสามารถนำผลงานไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการปฏิบัติงานวิจัยในแปลงทดลอง เพื่อให้ผลงานมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

11. คำขอบคุณ.-

12. เอกสารอ้างอิง

กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. (2552) เทคนิคทางสถิติในการปฏิบัติงานวิจัยเกษตร.

พิมพ์ครั้งที่ 3. 46 หน้า.

ประชุม สุวดี. 2527. การวิเคราะห์เชิงสถิติ. เล่ม 1. คณะสถิติประยุกต์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

381 หน้า.

พุดนา รุ่งระวี. 2540. โปรแกรมวิเคราะห์ขนาดและรูปร่างแปลงทดลองพืช. บทคัดย่อ ปี 2540 กองแผนงาน
และวิชาการ กรมวิชาการเกษตร.

Gomez. A.A. and A.A. Gomez 1984. Statistical Procedures for Agricultural Research, 2nd ed. John
Wiley and Sons, Inc. New York. 680 pp.

13. ภาคผนวก

ตารางที่ 1 ขนาดและรูปร่างแปลงทดลอง ค่าเฉลี่ย ความความแปรปรวน ของรูปร่างแปลงทดลอง ปี 2554
ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรจังหวัดพิจิตร

| ขนาดแปลง ทดลอง (ตาราง เมตร) | รูปร่างแปลง (กว้างxยาว) | ค่าเฉลี่ย | ค่าความ แปรปรวน | F | χ^2 | C.V. (%) |
|-----------------------------------|----------------------------|-----------|--------------------|--------------------|--------------------|----------|
| 1 | 1x1 | 1.160 | 0.111 | - | - | 28.69 |
| 2 | 1x2 | 2.314 | 0.246 | - | - | 21.40 |
| | 2x1 | | 0.299 | 1.21 ^{ns} | | 23.60 |
| 3 | 1x3 | 3.479 | 0.365 | - | - | 17.38 |
| | 3x1 | | 0.537 | 1.47 ^{ns} | | 21.07 |
| 4 | 1x4 | 4.639 | 0.565 | - | 6.87 ^{ns} | 16.21 |
| | 2x2 | | 0.679 | | | 17.77 |
| | 4x1 | | 0.771 | | | 18.93 |
| 6 | 1x6 | 6.958 | 0.789 | - | 11.86* | 12.77 |
| | 2x3 | | 0.994 | | | 14.33 |
| | 3x2 | | 1.147 | | | 15.39 |
| | 6x1 | | 1.272 | | | 16.21 |

ตารางที่ 1 (ต่อ)

| ขนาดแปลง ทดลอง (ตาราง เมตร) | รูปร่างแปลง (กว้างxยาว) | ค่าเฉลี่ย | ค่าความ แปรปรวน | F | χ^2 | C.V. (%) |
|-----------------------------------|----------------------------|-----------|--------------------|---|----------|----------|
|-----------------------------------|----------------------------|-----------|--------------------|---|----------|----------|

| เมตร) | | | | | | |
|-------|------|--------|-------|--------------------|---------------------|-------|
| 8 | 1x8 | 9.277 | 1.105 | | 11.87* | 11.33 |
| | 2x4 | | 1.589 | | | 13.59 |
| | 4x2 | | 1.695 | | | 14.03 |
| | 8x1 | | 1.951 | | | 15.06 |
| 9 | 3x3 | 10.437 | 1.768 | | - | 12.74 |
| 12 | 1x12 | 13.916 | 1.722 | | 11.02 ^{ns} | 9.43 |
| | 2x6 | | 2.223 | | | 10.71 |
| | 3x4 | | 2.788 | | | 12.00 |
| | 4x3 | | 2.422 | | | 11.18 |
| | 6x2 | | 2.688 | | | 11.78 |
| | 12x1 | | 3.280 | | | 13.02 |
| 16 | 2x8 | 18.554 | 3.108 | | 2.62 ^{ns} | 9.50 |
| | 4x4 | | 4.075 | | | 10.88 |
| | 8x2 | | 4.236 | | | 11.09 |
| | 16x1 | | 4.456 | | | 11.38 |
| 18 | 3x6 | 20.874 | 3.381 | 1.35 ^{ns} | | 8.81 |
| | 6x3 | | 4.561 | | | 10.23 |
| 24 | 1x24 | 27.831 | 3.272 | | 13.41 ^{ns} | 6.50 |
| | 2x12 | | 4.520 | | | 7.64 |
| | 3x8 | | 5.360 | | | 8.32 |
| | 4x6 | | 5.137 | | | 8.14 |
| | 6x4 | | 6.702 | | | 9.30 |
| | 8x3 | | 6.159 | | | 8.92 |
| | 12x2 | | 7.602 | | | 9.91 |
| | 24x1 | | 8.039 | | | 10.19 |

ตารางที่ 1 (ต่อ)

| ขนาดแปลง ทดลอง (ตาราง เมตร) | รูปร่างแปลง (กว้างxยาว) | ค่าเฉลี่ย | ค่าความ แปรปรวน | F | χ^2 | C.V. (%) |
|-----------------------------------|----------------------------|-----------|--------------------|--------------------|--------------------|----------|
| 32 | 4x8 | 37.109 | 8.356 | | 0.84 ^{ns} | 7.79 |
| | 8x4 | | 10.245 | | | 8.63 |
| | 16x2 | | 11.392 | | | 9.10 |
| 36 | 3x12 | 41.747 | 7.863 | | 0.90 ^{ns} | 6.72 |
| | 6x6 | | 8.660 | | | 7.05 |
| | 12x3 | | 10.949 | | | 7.93 |
| 48 | 2x24 | 55.663 | 6.906 | | 9.11 ^{ns} | 4.72 |
| | 4x12 | | 11.815 | | | 6.18 |
| | 6x8 | | 14.489 | | | 6.84 |
| | 8x6 | | 10.988 | | | 5.96 |
| | 12x4 | | 19.329 | | | 7.90 |
| | 16x3 | | 14.085 | | | 6.74 |
| | 24x2 | | 17.505 | | | 7.52 |
| | 48x1 | | 20.366 | | | 8.11 |
| 64 | 8x8 | 74.217 | 18.596 | 1.47 ^{ns} | | 5.18 |
| | 16x4 | | 27.361 | | | 7.05 |
| 72 | 3x24 | 83.494 | 8.371 | | 4.57 ^{ns} | 3.47 |
| | 6x12 | | 21.126 | | | 5.50 |
| | 12x6 | | 24.750 | | | 5.96 |
| | 24x3 | | 21.658 | | | 5.57 |

ตารางที่ 1 (ต่อ)

| ขนาดแปลง ทดลอง (ตาราง เมตร) | รูปร่างแปลง (กว้างxยาว) | ค่าเฉลี่ย | ค่าความ แปรปรวน | F | χ^2 | C.V. (%) |
|-----------------------------------|----------------------------|-----------|--------------------|--------------------|--------------------|----------|
| 96 | 4x24 | 111.326 | 12.306 | | 6.18 ^{ns} | 3.15 |
| | 8x12 | | 26.353 | | | 4.61 |
| | 12x8 | | 46.911 | | | 6.15 |
| | 16x6 | | 32.388 | | | 5.11 |
| | 24x4 | | 40.123 | | | 5.69 |
| | 48x2 | | 51.835 | | | 6.47 |
| 128 | 16x8 | 148.435 | 59.863 | - | | 5.21 |
| 144 | 6x24 | 166.989 | 20.651 | | 3.45 ^{ns} | 2.72 |
| | 12x12 | | 62.497 | | | 4.73 |
| | 24x6 | | 26.656 | | | 3.09 |
| | 48x3 | | 69.252 | | | 4.98 |
| 192 | 8x24 | 222.652 | 22.833 | | 4.54 ^{ns} | 2.15 |
| | 16x12 | | 73.147 | | | 3.84 |
| | 24x8 | | 41.907 | | | 2.91 |
| | 48x4 | | 156.27 | | | 5.61 |
| 288 | 12x24 | 333.978 | 46.403 | | 0.49 ^{ns} | 2.04 |
| | 24x12 | | 47.174 | | | 2.06 |
| | 48x6 | | 96.982 | | | 2.95 |
| 384 | 16x24 | 445.304 | 42.209 | 4.24 ^{ns} | | 1.46 |
| | 48x8 | | 179.11 | | | 3.01 |
| 576 | 24x24 | 667.956 | 2.609 | 101.68* | | 0.24 |
| | 48x12 | | 265.28 | | | 2.44 |

ตารางที่ 2 ขนาดและรูปร่างแปลงทดลอง ค่าเฉลี่ย ค่าความแปรปรวน ของรูปร่างแปลงทดลอง ปี 2555
ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรจังหวัดพิจิตร

| ขนาดแปลง ทดลอง (ตาราง เมตร) | รูปร่างแปลง (กว้างxยาว) | ค่าเฉลี่ย | ค่าความ แปรปรวน | F | χ^2 | C.V.(%) |
|-----------------------------------|----------------------------|-----------|--------------------|--------------------|---------------------|---------|
| 1 | 1x1 | 1.663 | 0.150 | | | 23.31 |
| 2 | 1x2 | 3.326 | 0.435 | 1.05 ^{ns} | - | 19.82 |
| | 2x1 | | 0.457 | | | 20.32 |
| 3 | 1x3 | 4.989 | 0.806 | 1.05 ^{ns} | - | 17.99 |
| | 3x1 | | 0.888 | | | 18.89 |
| 4 | 1x4 | 6.652 | 1.348 | | 0.113 ^{ns} | 17.45 |
| | 2x2 | | 1.386 | | | 17.70 |
| | 4x1 | | 1.400 | | | 17.79 |
| 6 | 1x6 | 9.978 | 2.637 | | 0.308 ^{ns} | 16.27 |
| | 2x3 | | 2.651 | | | 16.32 |
| | 3x2 | | 2.832 | | | 16.87 |
| | 6x1 | | 2.725 | | | 16.54 |
| 8 | 1x8 | 13.304 | 4.534 | | 0.281 ^{ns} | 16.01 |
| | 2x4 | | 4.566 | | | 16.06 |
| | 4x2 | | 4.577 | | | 16.08 |
| | 8x1 | | 4.240 | | | 15.48 |
| 9 | 3x3 | 14.967 | 5.434 | - | - | 15.57 |

ตารางที่ 2 (ต่อ)

| ขนาดแปลง ทดลอง (ตาราง เมตร) | รูปร่างแปลง (กว้างxยาว) | ค่าเฉลี่ย | ค่าความ แปรปรวน | F | χ^2 | C.V.(%) |
|-----------------------------------|----------------------------|-----------|--------------------|--------------------|---------------------|---------|
| 12 | 1x12 | 19.956 | 8.017 | | 1.213 ^{ns} | 14.19 |
| | 2x6 | | 9.020 | | | 15.05 |
| | 3x4 | | 9.401 | | | 15.36 |
| | 4x3 | | 8.792 | | | 14.86 |
| | 6x2 | | 9.147 | | | 15.16 |
| | 12x1 | | 7.901 | | | 14.09 |
| 16 | 2x8 | 26.608 | 15.681 | | 1.882 ^{ns} | 14.88 |
| | 4x4 | | 15.440 | | | 14.77 |
| | 8x2 | | 14.833 | | | 14.47 |
| | 16x1 | | 11.708 | | | 12.86 |
| 18 | 3x6 | 29.934 | 18.618 | 1.01 ^{ns} | | 14.41 |
| | 6x3 | | 18.456 | | | 14.35 |
| 24 | 1x24 | 39.912 | 21.746 | | 2.96 ^{ns} | 11.68 |
| | 2x12 | | 27.528 | | | 13.15 |
| | 3x8 | | 32.382 | | | 14.26 |
| | 4x6 | | 30.474 | | | 13.83 |
| | 6x4 | | 31.666 | | | 14.10 |
| | 8x3 | | 28.998 | | | 13.49 |
| | 12x2 | | 27.883 | | | 13.23 |
| | 24x1 | | 24.111 | | | 12.30 |
| 32 | 4x8 | 53.217 | 53.809 | | 0.60 ^{ns} | 13.78 |
| | 8x4 | | 51.941 | | | 13.54 |
| | 16x2 | | 42.054 | | | 12.19 |

ตารางที่ 2 (ต่อ)

| ขนาดแปลง ทดลอง (ตาราง เมตร) | รูปร่างแปลง (กว้างxยาว) | ค่าเฉลี่ย | ค่าความ แปรปรวน | F | χ^2 | C.V.(%) |
|-----------------------------------|----------------------------|-----------|--------------------|--------------------|--------------------|---------|
| 36 | 3x12 | 59.869 | 55.286 | | 0.24 ^{ns} | 12.42 |
| | 6x6 | | 64.510 | | | 13.42 |
| | 12x3 | | 55.631 | | | 12.46 |
| 48 | 2x24 | 79.825 | 72.667 | | 3.54 ^{ns} | 10.68 |
| | 4x12 | | 91.715 | | | 12.00 |
| | 6x8 | | 112.795 | | | 13.30 |
| | 8x6 | | 102.150 | | | 12.66 |
| | 12x4 | | 99.335 | | | 12.49 |
| | 16x3 | | 81.723 | | | 11.32 |
| | 24x2 | | 88.333 | | | 11.77 |
| | 48x1 | | 56.852 | | | 9.45 |
| 64 | 8x8 | 106.433 | 186.956 | 1.27 ^{ns} | | 12.85 |
| | 16x4 | | 146.568 | | | 11.37 |
| 72 | 3x24 | 119.738 | 138.881 | | 0.54 ^{ns} | 9.84 |
| | 6x12 | | 193.247 | | | 11.61 |
| | 12x6 | | 197.668 | | | 11.74 |
| | 24x3 | | 176.062 | | | 11.08 |
| 96 | 4x24 | 159.650 | 225.547 | | 1.19 ^{ns} | 9.41 |
| | 8x12 | | 318.356 | | | 11.18 |
| | 12x8 | | 363.703 | | | 11.95 |
| | 16x6 | | 292.820 | | | 10.72 |
| | 24x4 | | 319.930 | | | 11.20 |
| | 48x2 | | 210.819 | | | 9.09 |

| | | | | | | |
|-----|------|---------|---------|--|---|-------|
| 128 | 16x8 | 212.867 | 543.587 | | - | 10.96 |
|-----|------|---------|---------|--|---|-------|

ตารางที่ 2 (ต่อ)

| ขนาดแปลง ทดลอง (ตาราง เมตร) | รูปร่างแปลง (กว้างxยาว) | ค่าเฉลี่ย | ค่าความ แปรปรวน | F | χ^2 | C.V.(%) |
|-----------------------------------|----------------------------|-----------|--------------------|--------------------|--------------------|---------|
| 144 | 6x24 | 239.475 | 474.662 | | 0.78 ^{ns} | 9.10 |
| | 12x12 | | 667.101 | | | 10.79 |
| | 24x6 | | 674.435 | | | 10.84 |
| | 48x3 | | 374.285 | | | 8.08 |
| 192 | 8x24 | 319.300 | 759.086 | | 0.39 ^{ns} | 8.63 |
| | 16x12 | | 931.635 | | | 9.56 |
| | 24x8 | | 1238.514 | | | 11.02 |
| | 48x4 | | 756.119 | | | 8.61 |
| 288 | 12x24 | 478.950 | 1657.003 | | 0.24 ^{ns} | 8.50 |
| | 24x12 | | 2702.150 | | | 10.85 |
| | 48x6 | | 1575.344 | | | 8.29 |
| 384 | 16x24 | 638.600 | 2015.826 | 1.55 ^{ns} | | 7.03 |
| | 48x8 | | 3127.383 | | | 8.76 |
| 576 | 24x24 | 957.900 | 9102.378 | 1.28 ^{ns} | | 9.96 |
| | 48x12 | | 7101.102 | | | 8.80 |

ตารางที่ 3 ขนาดแปลงทดลอง ค่า E (C.V.(%)) และค่าอัตราการเปลี่ยนแปลง ปี 2554

| ขนาดแปลงทดลอง (ตารางเมตร) | E (C.V.(%)) | อัตราการเปลี่ยนแปลง($E(C.V.(%))_i - E(C.V.(%))_{i+1}$) $\frac{\quad}{\text{ขนาดแปลงทดลองที่ } i - \text{ขนาดแปลงทดลองที่ } i+1}$ |
|------------------------------|-------------|---|
| 1 | 33.442 | - |
| 2 | 24.685 | 8.757 |
| 3 | 20.668 | 4.017 |
| 4 | 18.222 | 2.446 |
| 6 | 15.257 | 1.482 |
| 8 | 13.450 | 0.904 |
| 9 | 12.774 | 0.676 |
| 12 | 11.262 | 0.504 |
| 16 | 9.928 | 0.333 |
| 18 | 9.429 | 0.249 |
| 24 | 8.313 | 0.186 |
| 32 | 7.328 | 0.123 |
| 36 | 6.960 | 0.092 |

| | | |
|----|-------|-------|
| 48 | 6.136 | 0.069 |
| 64 | 5.410 | 0.045 |

ตารางที่ 4 ขนาดแปลงทดลอง ค่า E (C.V.(%)) และค่าอัตราส่วนการเปลี่ยนแปลง ปี 2555

| ขนาดแปลงทดลอง (ตารางเมตร) | E (C.V.(%)) | อัตราส่วนการเปลี่ยนแปลง $\frac{E(C.V.(%))_i - E(C.V.(%))_{i+1}}{\text{ขนาดแปลงทดลองที่ } i - \text{ขนาดแปลงทดลองที่ } i+1}$ |
|------------------------------|-------------|---|
| 1 | 22.286 | - |
| 2 | 19.965 | 2.321 |
| 3 | 18.721 | 1.244 |
| 4 | 17.885 | 0.835 |
| 6 | 16.771 | 0.557 |
| 8 | 16.022 | 0.374 |
| 9 | 15.726 | 0.297 |
| 12 | 15.024 | 0.234 |
| 16 | 14.353 | 0.168 |
| 18 | 14.089 | 0.132 |
| 24 | 13.459 | 0.105 |

| | | |
|----|--------|-------|
| 32 | 12.858 | 0.075 |
| 36 | 12.620 | 0.059 |
| 48 | 12.057 | 0.047 |
| 64 | 11.519 | 0.034 |

ตารางที่ 5 มาตรฐานและแปลงทดลองมะระขึ้นก

| สภาพพื้นที่ปลูก/ สภาพแวดล้อม | มาตรฐานของขนาดแปลง (ตารางเมตร) | รูปร่าง |
|---------------------------------|-----------------------------------|--|
| มีความสม่ำเสมอ | 9 | 3x3 |
| ความแปรปรวนน้อย | | |
| ปกติทั่วไป | 12 | 1x12 2x6 3x4 4x3 6x2 12x1 |

หมายเหตุ : มาตรฐานของขนาดแปลงเป็นขนาดที่ใช้เก็บข้อมูลโดยที่ไม่รวมแถวริม โดยจำนวนแถวริมขึ้นอยู่กับผู้วิจัยว่าทำการศึกษาด้านไหน



