

ผลของขนาดหัวพันธุ์ต่อความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้ากระชาย

Effect of Seed Rhizome Sizes on Germination and Growth of *Bosenbergia rotunda* Seedlings

ปริญญา พลจันทร์^{1*}, ภาณุมาศ ฤทธิไชย¹ และ เยาวพา จิระเกียรติกุล¹
Parinya Poljan^{1*}, Panumart Ritichai¹ and Yaowapha Jirakiattikul¹

บทคัดย่อ

กระชาย (*Bosenbergia rotunda*) เป็นพืชสมุนไพรที่นำเหง้าและรากสะสมอาหารมาใช้รักษาโรคต่างๆ เช่น โรคกระเพาะอาหาร ท้องอืด กลากเคลื่อน และโรคเสื่อมสมรรถภาพทางเพศ ขนาดของหัวพันธุ์ที่ใช้ปลูกมีบทบาทสำคัญต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชหัว ดังนั้นการทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของหัวพันธุ์ขนาดต่างๆ ต่อความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้ากระชาย โดยใช้หัวพันธุ์ 3 ขนาด คือ หัวพันธุ์ขนาดเล็ก กลาง และใหญ่ ซึ่งมีความกว้าง 0.91 ± 0.09 , 1.04 ± 0.09 และ 1.47 ± 0.15 ซม. ความยาว 1.37 ± 0.13 , 1.73 ± 0.20 และ 2.36 ± 0.29 ซม. น้ำหนักสด 0.77 ± 0.15 , 1.39 ± 0.27 และ 3.29 ± 0.65 กรัม ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่า หัวพันธุ์ขนาดใหญ่มีความงอกสูงสุดเท่ากับ $78.00\pm 7.12\%$ และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับหัวพันธุ์ขนาดกลางที่มีความงอก $72.00\pm 3.65\%$ หัวพันธุ์ขนาดเล็กงอกเร็วที่สุดมีระยะเวลาเฉลี่ยในการงอกเท่ากับ 39.72 ± 1.78 วัน ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับหัวพันธุ์ขนาดกลางที่มีระยะเวลาเฉลี่ยในการงอกเท่ากับ 41.30 ± 1.56 วัน ส่วนการเจริญเติบโตของต้นกล้าที่อายุ 60 วัน หลังเพาะ พบว่าหัวพันธุ์ทั้ง 3 ขนาด มีการเจริญเติบโตของต้นกล้าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นการปลูกกระชาย จึงควรใช้หัวพันธุ์ขนาดกลาง

คำสำคัญ: กระชาย, เหง้า, ความงอก, การเจริญเติบโต

Abstract

Bosenbergia rotunda is an herbal plant which its rhizomes and storage roots are used as medical treatments for gastritis, flatulence, ringworm and erectile dysfunction. The seed rhizome sizes play crucial role on germination and growth of rhizomatous plants. Therefore, this study intended to investigate the effect of seed rhizome sizes on germination and growth of *Bosenbergia rotunda* seedlings. The experiment was carried out by three sizes of seed rhizome as small, medium and large that had different width (0.91 ± 0.09 , 1.04 ± 0.09 and 1.47 ± 0.15 cm, respectively), length (1.37 ± 0.13 , 1.73 ± 0.20 and 2.36 ± 0.29 cm, respectively) and fresh weight (0.77 ± 0.15 , 1.39 ± 0.27 and 3.29 ± 0.65 g, respectively). The results showed that large rhizome had the highest germination ($78.00\pm 7.12\%$) without significantly different from medium size ($72.00\pm 3.65\%$). Small rhizome had the fastest germinated with mean time to germination (MTG) of 39.72 ± 1.78 days and without significantly different from medium size with MTG of 41.30 ± 1.56 days. Seedling growth at 60 days after planting was not significantly different regardless of seed rhizome sizes. Hence, the medium seed rhizome size was appropriate for *Bosenbergia rotunda* cultivation.

Keywords: *Bosenbergia rotunda*, rhizome, germination, growth

คำนำ

กระชาย (*Bosenbergia rotunda*) เป็นพืชสมุนไพรในวงศ์ Zingiberaceae มีถิ่นกำเนิดในประเทศจีนและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (ชนวิวัฒน์, 2558) เหง้าและรากสะสมอาหารของกระชายสามารถนำมาใช้ในการประกอบอาหารเป็นเครื่องเทศ รวมทั้งใช้เป็นสมุนไพรรักษาโรคต่างๆ เช่น เหง้านำมาใช้รักษาโรคในช่องปาก แก้กึ่งท้องอืด ขับระดูขาว แก้ใจสั้น แก้ปวดมวนท้อง แก้บิด และบำรุงกำลัง รากช่วยรักษาโรคกลากเกลื้อน แก้กามตายดำ บำรุงกำหนัด เป็นยาอายุวัฒนะ และช่วยกระตุ้นหัวใจ (มนตรี, 2553) ในปัจจุบันได้มีการนำเหง้าและรากสะสมอาหารของกระชายมาแปรรูปเป็นเครื่องดื่ม

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปทุมธานี 12120

¹ Department of Agricultural Technology, Faculty of Science and Technology, Thammasat University, Pathumthani 12120

* Corresponding author: benzaga@hotmail.com

และแคบซูลกระชายเพื่อใช้บริโภคเป็นยาบำรุงร่างกาย นอกจากนี้เหงายังมีฤทธิ์ต้านการอักเสบ ด้านอนุมูลอิสระ รักษาโรคกระเพาะอาหาร รักษาบาดแผล และช่วยเพิ่มสมรรถภาพทางเพศ (Chong *et al.*, 2012)

ขนาดของหัวพันธุ์เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญในการปลูกพืชหัว โดยทั่วไปพืชที่สะสมอาหารในลำต้นใต้ดินส่วนที่นำมาใช้ประโยชน์และส่วนที่ขยายพันธุ์จะเป็นส่วนเดียวกัน ซึ่งการปลูกโดยใช้หัวพันธุ์ขนาดใหญ่จะทำให้ส่วนที่นำมาใช้ประโยชน์มีปริมาณลดลง ส่วนการปลูกด้วยหัวพันธุ์ขนาดเล็กอาจมีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชหัวชนิดนั้นๆ เนื่องจากขนาดหัวพันธุ์มีความสัมพันธ์กับปริมาณอาหารสะสมภายในหัว โดยหัวพันธุ์ขนาดใหญ่มีอาหารสะสมในปริมาณมาก จึงส่งผลให้มีความงอก การเจริญเติบโตลำต้นเหนือดินและผลผลิตสูงกว่าหัวพันธุ์ขนาดเล็ก (มานอนชัย และคณะ, 2552) เช่น การปลูกแก่นตะวัน (สนั่น และคณะ, 2549) และ *Dioscorea rotundata* (Law-Ogbomo and Reminson, 2009) ด้วยหัวพันธุ์ขนาดใหญ่มีความงอกสูงกว่าการปลูกด้วยหัวพันธุ์ขนาดเล็กหรือการปลูกซิง (Hailemichael and Tesfaye, 2008; Mahender *et al.*, 2015) และขมิ้นชัน (Angami *et al.*, 2017) โดยใช้หัวพันธุ์ขนาดใหญ่ส่งผลให้พืชมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงกว่าการใช้หัวพันธุ์ขนาดเล็ก อย่างไรก็ตามยังไม่มีรายงานในกระชาย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของหัวพันธุ์ขนาดต่างๆ ต่อความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้ากระชาย

อุปกรณ์และวิธีการ

นำหัวพันธุ์กระชายเก็บเกี่ยวในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2562 จากจังหวัดลพบุรี เลือกเหง้าที่สมบูรณ์ ไม่มีบาดแผล และการเข้าทำลายของโรคและแมลง นำมาตัดส่วนของรากออก จากนั้นนำมาแยกขนาดของหัวออกเป็น 3 ขนาด คือ เล็ก กลาง และใหญ่ ซึ่งมีความกว้าง 0.91 ± 0.09 1.04 ± 0.09 และ 1.47 ± 0.15 ซม. ความยาว 1.37 ± 0.13 1.73 ± 0.20 และ 2.36 ± 0.29 ซม. น้ำหนักสด 0.77 ± 0.15 1.39 ± 0.27 และ 3.29 ± 0.65 กรัม ตามลำดับ แต่ละขนาดมี 4 ซ้ำ ซ้ำละ 50 หัว นำหัวพันธุ์ไปแช่ในน้ำปูนแดง อัตรา 500 กรัม ต่อน้ำ 30 ลิตร นาน 30 นาที เพื่อป้องกันเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ จากนั้นล้างให้แห้ง แล้วนำหัวพันธุ์มาเพาะในกระบะเพาะขนาด $30 \times 45 \times 15$ ซม. ใช้หัวพันธุ์จำนวน 50 หัวต่อกระบะเพาะ วัสดุเพาะเป็นดินผสม ผึ่งหัวพันธุ์สักประมาณ 2 ชม. วางในโรงเรือนพรางแสง 50% ให้น้ำสม่ำเสมอและกำจัดวัชพืชตลอดระยะเวลาการทดลอง โดยเริ่มเพาะเมื่อเดือนเมษายน พ.ศ. 2562 ณ โรงเรือนสาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต วางแผนการทดลองแบบ CRD บันทึกข้อมูลดังนี้

1) ความงอก บันทึกความงอกเมื่อลำต้นเหนือดินมีความสูงมากกว่า 2 ซม. ขึ้นไป โดยทำการบันทึกข้อมูลทุกๆ 2 วัน เป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 60 วัน คำนวณเปอร์เซ็นต์ความงอกและระยะเวลาเฉลี่ยในการงอก (mean time to germination; MTG) (Geneve, 2005) จากสูตร

$$\text{ความงอก (\%)} = (\text{จำนวนหัวที่งอก/จำนวนหัวทั้งหมด}) \times 100$$

$$\text{MTG (วัน)} = \frac{\sum T_i N_i}{\sum N_i}$$

เมื่อ N_i คือ จำนวนต้นที่งอกในแต่ละวันหลังเพาะ และ T_i คือ ระยะเวลาหลังเพาะ

2) การเจริญเติบโตของต้นกล้า บันทึกความสูงต้น (ซม.) และเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น (ซม.) เมื่ออายุ 60 วัน หลังเพาะ โดยทำการสุ่มวัดตัวอย่าง 10 ต้นต่อซ้ำ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ วิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละทรีทเมนต์ โดยวิธี Duncan's Multiple Range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

ผล

1. ความงอก

หัวพันธุ์แต่ละขนาดเริ่มงอกในระยะเวลาใกล้เคียงกัน โดยหัวพันธุ์ขนาดกลางเริ่มงอกเมื่ออายุ 22 วันหลังเพาะ ส่วนหัวพันธุ์ขนาดเล็กและใหญ่เริ่มงอกเมื่ออายุ 24 วันหลังเพาะ (Figure 1) หลังจากนั้นหัวพันธุ์แต่ละขนาดมีความงอกเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ เมื่ออายุ 30 วันหลังเพาะเป็นต้นไป หัวพันธุ์ทั้ง 3 ขนาดมีความงอกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและที่อายุ 60 วันหลังเพาะพบว่าหัวพันธุ์แต่ละขนาดมีความงอกสูงสุดและมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยหัวพันธุ์ขนาดใหญ่มีความงอกสูงสุด $78.00 \pm 7.12\%$ แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับหัวพันธุ์ขนาดกลางที่มีความงอก $72.00 \pm 3.65\%$ ส่วนหัวพันธุ์ขนาดเล็กมีความงอกต่ำสุด $56.00 \pm 8.49\%$ (Table 1)

สำหรับระยะเวลาเฉลี่ยในการงอกหัวพันธุ์แต่ละขนาดมีระยะเวลาเฉลี่ยในการงอกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยหัวพันธุ์ขนาดเล็กมีระยะเวลาเฉลี่ยในการงอกเร็วที่สุด 39.72 ± 1.78 วัน แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับหัวพันธุ์ขนาดกลางที่มีระยะเวลาเฉลี่ยในการงอก 41.30 ± 1.56 วัน ส่วนหัวพันธุ์ขนาดใหญ่งอกช้าที่สุด 45.83 ± 1.73 วัน (Table 1)

2. การเจริญเติบโตของต้นกล้า

ต้นกล้าที่ปลูกจากหัวพันธุ์ขนาดเล็ก กลาง และใหญ่ มีความสูงต้นและเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีความสูงต้นอยู่ในช่วง 7.64 ± 1.41 ถึง 9.08 ± 1.26 ซม. และเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นอยู่ในช่วง 0.61 ± 0.09 ถึง 0.68 ± 0.06 ซม. (Table 1)

วิจารณ์

ขนาดของหัวพันธุ์ที่ใช้ปลูกมีบทบาทสำคัญต่อความงอกของกระชาย โดยหัวพันธุ์ขนาดใหญ่มีความงอกสูงกว่าหัวพันธุ์ขนาดเล็กแต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับหัวพันธุ์ขนาดกลาง อาจเป็นเพราะหัวพันธุ์ขนาดใหญ่และขนาดกลางมีอาหารสะสมในปริมาณที่มากและเพียงพอต่อการงอกของเหง้า จึงทำให้มีความงอกสูงกว่าหัวพันธุ์ขนาดเล็ก (มาโนชญ์ และคณะ, 2552; Hossain *et al.*, 2005) ผลการทดลองนี้ให้ผลสอดคล้องกับการทดลองในแก่นตะวัน โดยการปลูกแก่นตะวันด้วยหัวพันธุ์ขนาดใหญ่มีความงอกสูงกว่าการปลูกด้วยหัวพันธุ์ขนาดเล็ก (สนั่น และคณะ, 2549) เช่นเดียวกับ *Dioscorea rotundata* ที่ปลูกโดยหัวพันธุ์ขนาดใหญ่ที่มีน้ำหนัก 250 กรัม สามารถงอกได้ดีกว่าการปลูกด้วยหัวพันธุ์ขนาดเล็กที่มีน้ำหนัก 25 กรัม (Law-Ogbomo and Reminson, 2009) สำหรับความเร็วในการงอก พบว่า กระชายที่ปลูกด้วยหัวพันธุ์ขนาดเล็กและขนาดกลางงอกได้เร็วกว่าหัวพันธุ์ขนาดใหญ่ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Law-Ogbomo and Reminson (2009) ที่รายงานว่าขนาดหัวพันธุ์ที่ใหญ่ขึ้นส่งผลให้มีระยะเวลาในการงอกที่นานขึ้น โดยการปลูก *D. rotundata* ด้วยหัวพันธุ์ขนาดเล็กที่มีน้ำหนัก 25 กรัม งอกได้เร็วกว่าการปลูกด้วยหัวพันธุ์ขนาดใหญ่ที่มีน้ำหนัก 250 กรัม แต่แตกต่างจากซิงที่ปลูกด้วยหัวพันธุ์ขนาดใหญ่ น้ำหนัก 30 กรัม พบว่างอกเร็วที่สุด 12.73 ± 0.26 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับหัวพันธุ์ขนาดเล็ก น้ำหนัก 20 กรัม ใช้ระยะเวลาในการงอก 15.33 ± 0.26 วัน (Mahender *et al.*, 2015)

ต้นกล้ากระชายที่เพาะจากหัวพันธุ์แต่ละขนาดมีความสูงต้นและเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นไม่แตกต่างกันทางสถิติที่อายุ 60 วันหลังเพาะ แสดงให้เห็นว่า ปริมาณอาหารสะสมในหัวพันธุ์กระชายไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้า อาจเป็นเพราะหัวพันธุ์ที่ใช้ในการทดลองนี้มีน้ำหนักเบา (น้ำหนัก 0.77 ถึง 3.29 กรัม) ขนาดเล็ก (ความกว้างหัวพันธุ์ 0.91-1.47 ซม.) ซึ่งแตกต่างจากการทดลองในพืชหัวชนิดอื่น เช่น การปลูกซิงด้วยหัวพันธุ์ขนาดใหญ่ที่มีน้ำหนัก 40 กรัม ส่งผลให้มีความสูงต้นสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับหัวพันธุ์ขนาด 20 และ 30 กรัม (Mahender *et al.*, 2015) หรือ *Globba rosea* (หงส์เหิน) ที่ปลูกโดยใช้หัวชนิด bulbil ขนาดใหญ่ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.36-0.40 ซม. มีการเจริญเติบโตของลำต้นและใบดีกว่าต้นที่ปลูกโดยใช้ bulbil ขนาดเล็กที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.21-0.25 ซม. (นิตยา และฉันทนา, 2545) นอกจากนี้ซิงที่ปลูกโดยใช้หัวพันธุ์ขนาดใหญ่ น้ำหนัก 32 กรัม มีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงกว่าการใช้หัวพันธุ์ขนาดเล็กที่มีน้ำหนัก 4, 8 และ 16 กรัม (Hailemichael and Tesfaye, 2008) และในขมิ้นชันที่ปลูกโดยหัวพันธุ์ขนาดใหญ่ที่มีน้ำหนัก 50-60 กรัม มีความสูงต้นและเส้นรอบวงของลำต้นมากกว่าการปลูกโดยใช้หัวพันธุ์ขนาดเล็กที่มีน้ำหนัก 10-20 กรัม (Angami *et al.*, 2017)

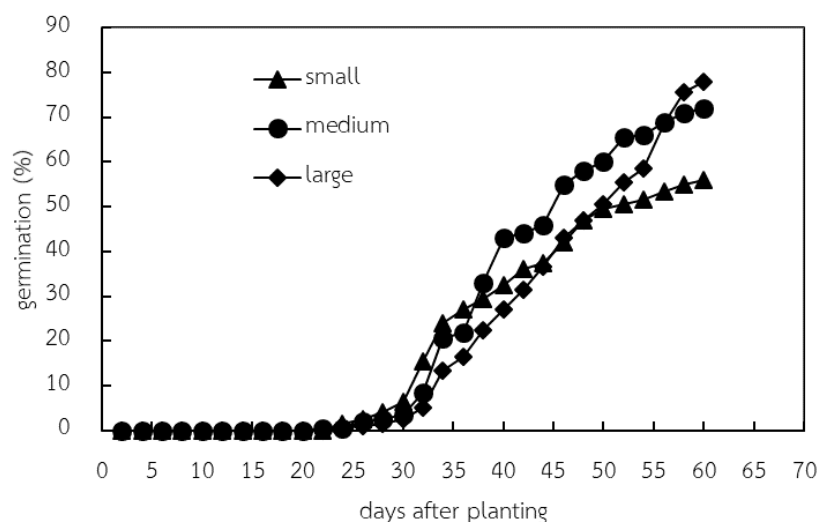


Figure 1 Effect of seed rhizome sizes on cumulative germination of *Bosenbergia rotunda*.

Table 1 Effect of seed rhizome size on germination percentage, mean time to germination (MTG), stem height and stem diameter of *Bosenbergia rotunda* at 60 days after planting.

seed rhizome size	germination (%)	MTG (days)	stem height (cm)	stem diameter (cm)
small	56.00±8.49 ^b	39.72±1.78 ^b	7.64±1.41	0.61±0.09
medium	72.00±3.65 ^a	41.30±1.56 ^b	9.08±1.26	0.67±0.11
large	78.00±7.12 ^a	45.83±1.73 ^a	8.78±1.14	0.68±0.06
F-test	*	*	ns	ns
CV (%)	9.8	4.0	14.9	13.4

Means with the same column followed by the same letter are not significantly different according to DMRT.

ns = non-significant, *significant at $P < 0.05$

สรุป

การปลูกกระชายควรใช้หัวพันธุ์ขนาดกลาง (ความกว้าง 1.04 ± 0.09 ซม. ความยาว 1.73 ± 0.20 ซม. และน้ำหนัก 1.39 ± 0.27 กรัม) เนื่องจากมีความงอกสูง และงอกได้เร็ว แต่ขนาดของหัวพันธุ์ไม่มีผลการเจริญเติบโตของต้นกล้ากระชายเมื่ออายุ 60 วันหลังเพาะ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนบัณฑิตเรียนดีเพื่อศึกษาต่อระดับบัณฑิตศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 (ตามบันทึกข้อตกลงเลขที่ ทบ. 22/2561)

เอกสารอ้างอิง

- ธนวัฒน์ นาวาไพศาล. 2558. การปลูกพืชสมุนไพรร. เกษตรสยาม, กรุงเทพฯ.
- นิตยา มงคลรัตนสิทธิ์ และ ฉันทนา สุวรรณธาดา. 2545. ผลของขนาดหัวต่อการเจริญเติบโตของ *Globba rosea* Gagnep. วารสารเกษตร 18 (2): 124-128.
- มนตรี แสนสุข. 2553. ยากันครีว ตะไคร้ กระชาย. แพลนบี, กรุงเทพฯ.
- มาโนชญ์ กุลพฤกษ์, ชัยวัฒน์ มครเทศ และ เสวก พงษ์สำราญ. 2552. สภาพปลูกและขนาดหัวพันธุ์ที่มีผลต่อผลผลิตกลอย. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา 14 (1): 70-79.
- สนั่น จอกลอย, รัชณี พุทธา, รัชกร มีแก้ว, วิลาวรรณ ตูลา และ ถวัลย์ เกษมาลา. 2549. อิทธิพลของการใช้ส่วนขยายพันธุ์ต่อการงอก การเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของแก่นตะวัน (*Helianthus tuberosus* L.). วารสารแก่นเกษตร 34 (2): 151-156.
- Angami, T., H. Kalita, L. Touthang, A. Chandra, H.L. Devi, S. Baruah, B. Bamand and A. Khatoun. 2017. Assessing the suitability of turmeric seed rhizome sizes on biometric and qualitative traits under mid hill conditions. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences* 5: 631-635.
- Chong, T.E., L.Y. Kee, C.C. Fei, H.C. Han, W.S. Ming, C.T.L. Ping, F.G. Teck, N. Khalid, N.A. Rahman, S.A. Karsani, S. Othman, R. Othman and R. Yusof. 2012. *Boesenbergia rotunda*: From ethnomedicine to drug discovery. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* 10: 1-25.
- Geneve, R.L., 2005. Vigour testing in flower seeds. pp. 311-332. In McDonald, M.B. and F.Y. Kwong, eds. *Flower Seeds Biology and Technology*. CABI Publishing, Massachusetts.
- Hailemichael, G. and K. Tesfaye. 2008. The effects of seed rhizome size on the growth, yield and economic return of ginger (*Zingiber officinale* Rosc.). *Asian Journal of Plant Sciences* 7: 213-217.
- Hossain, M.A., Y. Ishimine, H. Akamine and K. Motomura. 2005. Effects of seed rhizome size on growth and yield of turmeric (*Curcuma longa* L.). *Plant Production Science* 8: 86-94.
- Law-Ogbomo, K.E. and S.U. Reminson. 2009. Influence of minisett size on dry matter accumulation and fresh tuber yield of white Guinea yam (*Dioscorea rotundata*). *Annals of Applied Biology* 155: 201-206.

Mahender, B., P.S.S. Reddy, G.T. Sivaram, M. Balakrishna and B. Prathap. 2015. Effect of seed rhizome size and plant spacing on growth, yield and quality of ginger (*Zingiber officinale* rosc.) under coconut cropping system. Plant Archives 15: 769-744.