

ผลของวิธีการให้ปุ๋ยทางใบต่อการเติบโตของกล้วยไม้แวนดา

Effects of Foliar Fertilizer Application on Growth of *Vanda* Orchid

กมลชนก เลิศไพรวัน¹ กนกวรรณ ปัญจะมา^{1,3} ชัยอาทิตย์ อินคำ^{2,3} และ โสระยา ร่วมรังษี^{1,3*}

Kamonchanok Lerdpraivun¹, Kanokwan Panjama^{1,3}, Chaiartid Inkham^{2,3}

and Soraya Ruamrungsri^{1,3*}

¹ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

¹Department of Plant and Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

²หน่วยวิจัยธาตุอาหารพืชและการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

²Plant Nutrition and Hydroponics Research Unit, Science and Technology Research Institute,

Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

³ศูนย์บริการพัฒนาขยายพันธุ์ไม้ดอกไม้ผลบ้านไร่อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อ. หางดง จ. เชียงใหม่ 50230

³H.M. The King Initiative Centre for Flower and Fruit Propagation, Hang Dong, Chiang Mai 50230

*Corresponding author: Email: sorayaruamrung@gmail.com

(Received: 9 April 2019; Accepted: 19 September 2019)

Abstract: *Vanda* is a potential orchid for export whereas it is long vase-life and good color which fascinated to customers. Fertilizer is an important factor to stimulate the growth of *Vanda* for high quality production. This experiment aimed to study the effects of appropriated fertilizer application on the growth of *Vanda* Pat Delight. The experimental design was completely randomized design (CRD) with 5 treatments and 20 replications per treatment, i.e. T1) use fertilizer grade 21-21-21 year round, T2) 13-27-27 year round, T3) 21-21-21 for 2 times then 13-27-27 for 3 times, T4) 21-21-21 for 4 times then 13-27-27 for 1 times and T5) no fertilizer use. The fertilizer concentration was 60 g/20 L of water. The application was done by spraying once a week with 100 ml of fertilizer per plant. The results showed that the fertilizer grade 21-21-21 for 4 times then 13-27-27 for 1 time (T4) was not significant difference on the number of leaf pairs and leaf greenness when compared with 21-21-21 year round (T1) which could increase plant height at 37.6 cm but had the smallest flowering percentage at 70 percent. In contrast to T4 which had 100 percent flowering and the highest on number of flowers per plant, the inflorescence length, flower diameter but was not significant with T1. However, it was significant difference with the control group. Therefore it should be concluded that fertilizer application by using 21-21-21 for 4 times then 13-27-27 for 1 time was optimum for promote plant growth and quality of flower.

Keywords: Orchid, *Vanda*, flowering, growth, fertilizer application

บทคัดย่อ: แวนดาเป็นกล้วยไม้ที่มีศักยภาพในการส่งออก เนื่องจากมีอายุการปักแจกันนานและมีราคาสูงมีสี่ส่วยเป็นที่ดึงดูดสายตาผู้บริโภค ในการผลิตแวนดาให้มีคุณภาพสูงนั้น ปุ๋ยเป็นปัจจัยสำคัญในการกระตุ้นการเติบโต การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการให้ปุ๋ยที่มีความเหมาะสมต่อการเติบโตของกล้วยไม้แวนดา Pat Delight โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 5 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 20 ต้น โดยให้พืชได้รับปุ๋ยที่ต่างกัน ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1 ให้ปุ๋ยเกรด 21-21-21 ตลอดปี, กรรมวิธีที่ 2 ให้ปุ๋ยเกรด 13-27-27 ตลอดปี, กรรมวิธีที่ 3 ให้ปุ๋ยเกรด 21-21-21 จำนวน 2 ครั้ง สลับกับให้ ปุ๋ยเกรด 13-27-27 จำนวน 3 ครั้ง ตลอดปี, กรรมวิธีที่ 4 ให้ปุ๋ยเกรด 21-21-21 จำนวน 4 ครั้ง สลับกับให้ปุ๋ยเกรด 13-27-27 จำนวน 1 ครั้ง ตลอดปี กรรมวิธีที่ 5 ไม่ได้รับปุ๋ย (ให้น้ำอย่างเดียว) พบว่าตามกรรมวิธีที่กำหนด ในอัตรา 60 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ครั้งละ 100 มิลลิลิตรต่อต้น ผลการทดลองพบว่า การให้ปุ๋ยเกรด 21-21-21 จำนวน 4 ครั้ง สลับกับให้ปุ๋ยเกรด 13-27-27 จำนวน 1 ครั้ง (กรรมวิธีที่ 4) มีจำนวนคูใบและค่าความเสียหายของใบไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเทียบกับการให้ปุ๋ยเกรด 21-21-21 ตลอดปี (กรรมวิธีที่ 1) ซึ่งความสูงต้นมากที่สุดเฉลี่ย 37.6 เซนติเมตร และมีเปอร์เซ็นต์การออกดอกน้อยที่สุดที่ 70 เปอร์เซ็นต์ แต่กรรมวิธีที่ 4 มีเปอร์เซ็นต์การออกดอก 100 เปอร์เซ็นต์ และมีจำนวนดอกต่อช่อ, ความยาวก้านช่อดอก และเส้นผ่านศูนย์กลางดอกมากที่สุด ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 1 แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุม ดังนั้นการให้ปุ๋ยเกรด 21-21-21 จำนวน 4 ครั้ง สลับกับ ปุ๋ยเกรด 13-27-27 จำนวน 1 ครั้ง จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมทำให้พืชมีการเจริญเติบโต และมีคุณภาพดอกดี

คำสำคัญ: กล้วยไม้ แวนดา การออกดอก การเติบโต วิธีการให้ปุ๋ย

คำนำ

กล้วยไม้จัดเป็นพืชดอกที่มีความหลากหลายมากที่สุดในโลก และมีการปลูกเลี้ยงมาเป็นเวลานาน ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกดอกกล้วยไม้เป็นอันดับหนึ่งของโลก มีการส่งออกเดือนมกราคม-ธันวาคม ปี พ.ศ. 2561 ทั้งประเภทตัดดอกและกระถาง มูลค่ารวมประมาณ 2,727 ล้านบาท โดยมีตลาดส่งออกสำคัญ ได้แก่ ญี่ปุ่น สาธารณรัฐประชาชนจีน สหรัฐอเมริกา เวียดนาม และสหภาพยุโรป แหล่งผลิตที่สำคัญคือ นครปฐม สมุทรสาคร กรุงเทพมหานคร ราชบุรี และนนทบุรี ไทยส่งออกกล้วยไม้หลายสกุล ได้แก่ หวาย ม็อคคาร่า อะแรนดา ซิมบิเดียม และแวนดา เป็นต้น (Bureau of Agricultural and Industrial Trade Promotion, 2562) แวนดาเป็นสินค้าส่งออกที่มีศักยภาพ เนื่องจากเป็นไม้ดอกที่มีความสวยงาม สีสันหลากหลาย และมีอายุการปักแจกันนาน ในการผลิตแวนดาให้มีคุณภาพสูงมีปัจจัยการผลิตหลายประการที่ต้องคำนึงถึง เกษตรกรผู้ปลูกจำเป็นต้องมีกระบวนการที่ควรปฏิบัติในการปลูก ดูแลรักษา การจัดการการผลิตที่ดี เช่น การเลือกพื้นที่ปลูกที่เหมาะสม การสร้างโรงเรือนที่โปร่ง มีการระบายอากาศดี

มีสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนทั้ง แสงประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิอยู่ในช่วง 25-35 องศาเซลเซียส และ ความชื้นประมาณ 60-80 เปอร์เซ็นต์ (Thammasiri, 2004) ซึ่งเหมาะสมกับความต้องการของพืช ดินพันธุ์ที่แข็งแรงปราศจากโรคและแมลง การใช้วัสดุปลูกและระยะปลูกที่ถูกต้องและเหมาะสม การตรวจสอบคุณภาพน้ำ และปรับคุณภาพน้ำ การจัดบันทึกข้อมูลการปฏิบัติ การป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่ถูกต้อง การเก็บเกี่ยวดอกกล้วยไม้ ในระยะที่เหมาะสม และการใช้ปุ๋ยอย่างถูกต้อง (Suwanro, 2017) ซึ่งจะเห็นได้ว่าการใช้ปุ๋ยอย่างถูกต้องเป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งในการทำให้อายุกล้วยไม้เจริญเติบโตอย่างมีคุณภาพ กล้วยไม้แต่ละชนิดมีความต้องการปุ๋ยที่แตกต่างกันไป ในการผลิตกล้วยไม้แวนดา ผู้ปลูกนิยมให้ปุ๋ยที่มี ไนโตรเจนสูงเพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตทางลำต้น จากนั้นจึงให้ปุ๋ยที่มีฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียมสูงเพื่อกระตุ้นการออกดอก (Stewart, 2000) จากการศึกษาอัตราการใช้ปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตทางลำต้นและการเจริญด้านสืบพันธุ์ของ *Dendrobium* cv. Red Emperor 'Prince' พบว่าการใช้ ไนโตรเจนเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับฟอสฟอรัสเข้มข้น 25 มิลลิกรัมต่อลิตร และโพแทสเซียมเข้มข้น 100

มิลลิกรัมต่อลิตรเป็นระดับที่เหมาะสมกับพืช (Bichsel *et al.*, 2008) การทดลองของ Panjama *et al.* (2017) ในแวนดาถูกผสม พบว่าการให้น้ำไนโตรเจนที่ 400 มิลลิกรัมต่อลิตร พืชมีอัตราการเติบโตทางลำต้นมากกว่ากรรมวิธีที่ให้น้ำไนโตรเจนที่ 0 และ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนการให้น้ำในสวนกล้วยไม้ที่นิยมพ่นมีอยู่ 3 เกรด คือ เกรด 20-20-20 ใช้ตั้งแต่ไม้นิ้ว จนถึงระยะออกดอก เกรด 10-52-17 ใช้กระตุ้นการเกิดช่อดอก และเกรด 16-21-27 สำหรับการเจริญเติบโตและคุณภาพดอก (Supakamnurd, 2017) อย่างไรก็ตามข้อมูลในการจัดการปุ๋ยที่เหมาะสมยังมีไม่มากนัก ตลอดจนไม่มีวิธีการที่แน่นอน รวมถึงไม่มีรายงานทางวิชาการถึงผลของการให้น้ำที่แตกต่างกันตามระยะการเจริญเติบโตของแวนดา ดังนั้นงานทดลองในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของวิธีการให้น้ำที่แตกต่างกันต่อการเติบโตของกล้วยไม้แวนดาเพื่อการผลิตที่มีคุณภาพต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

คัดเลือกแวนดาพันธุ์ Pat Delight ที่มีอายุต้นและขนาดต้นสม่ำเสมอ และมีการออกดอกมาแล้ว 1 ครั้ง ปลูกในโรงเรือนพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มแสงเฉลี่ย 120.61 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที โดยให้พืชได้รับปุ๋ยเกรดละลายน้ำเกรดต่างกันตามกรรมวิธีที่กำหนด ในอัตรา 60 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร วางแผนการ

ทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design: CRD) ประกอบด้วย 5 กรรมวิธี กรรมวิธี ละ 20 ซ้ำ จำนวน 1 ต้นต่อ 1 ซ้ำ ดังนี้

- กรรมวิธีที่ 1 ให้น้ำเกรด 21-21-21 ตลอดปี
- กรรมวิธีที่ 2 ให้น้ำเกรด 13-27-27 ตลอดปี
- กรรมวิธีที่ 3 ให้น้ำเกรด 21-21-21 จำนวน 2 ครั้ง (สัปดาห์ที่ 1 และ 2) สลับกับให้น้ำเกรด 13-27-27 จำนวน 3 ครั้ง (สัปดาห์ที่ 3, 4 และ 5) ต่อเนื่องกันตลอดปี
- กรรมวิธีที่ 4 ให้น้ำเกรด 21-21-21 จำนวน 4 ครั้ง (สัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4) จากนั้นสลับกับให้น้ำเกรด 13-27-27 จำนวน 1 ครั้ง (สัปดาห์ที่ 5) ต่อเนื่องกันตลอดปี
- กรรมวิธีที่ 5 ไม่ได้รับน้ำ (ให้น้ำ deionized อย่างเดียว)

ในแต่ละกรรมวิธีพืชจะได้รับน้ำตาม Table 1 ทุกการทดลองให้น้ำโดยการพ่นทางใบ ครั้งละ 100 มิลลิตรต่อต้น ผสมสารจับใบ (0.1% Tween 20) 10 มิลลิตรต่อสารละลาย 10 ลิตร ปรึบความเป็นกรดต่างของสารละลายปุ๋ยให้มี ค่า 6.0 เท่ากันทุกกรรมวิธี การทดลองให้น้ำทั้งหมด 52 ครั้ง ในแต่ละกรรมวิธี โดยเริ่มตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน 2560 - 31 พฤษภาคม 2561

ทำการบันทึกผลการทดลองดังนี้ 1) บันทึกการเจริญเติบโตทุก 1 เดือน ได้แก่ ความสูงต้น วัดจากโคนถึงปลายยอด (เซนติเมตร) และจำนวนคูใบ ต่อต้น

Table 1. Amount of applied nutrient and fertilizer costs of *Vanda* 'Pat Delight' after 12 months of fertilizer application

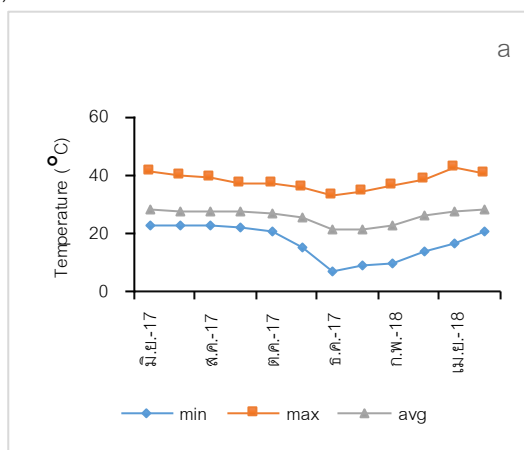
Treatment	Amount of applied nutrients (g/plant/year)			Fertilizer cost (bath/plant/year)
	N	P	K	
1. 21N-21P ₂ O ₅ -21K ₂ O year round	3.28	1.43	2.72	1.64
2. 13N-27P ₂ O ₅ -27K ₂ O year round	2.03	1.84	3.49	1.72
3. 21N-21P ₂ O ₅ -21K ₂ O for 2 times then 13N-27P ₂ O ₅ -27K ₂ O for 3 times ¹	2.51	1.68	3.19	1.69
4. 21N-21P ₂ O ₅ -21K ₂ O for 4 times then 13N-27P ₂ O ₅ -27K ₂ O for 1 time ¹	3.04	1.51	2.87	1.65
5. Control (only water supply)	0	0	0	0

¹ Alternative application in all year round

2) คุณภาพดอก ได้แก่ เปอร์เซ็นต์การออกดอก จำนวนดอกต่อต้น ความยาวก้านช่อดอก (เซนติเมตร) ความยาวช่อดอก (เซนติเมตร) เส้นผ่านศูนย์กลางดอก (เซนติเมตร) และจำนวนวันตั้งแต่เริ่มให้กรรมวิธีจนถึงดอกแรกบาน 3) ข้อมูลอุณหภูมิโรงเรือน (องศาเซลเซียส) และความเข้มแสง (ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที) โดยเครื่อง Data loggers ยี่ห้อ HOBO รุ่น UA-002-64 4) ค่าความเขียวของใบวัดด้วยเครื่อง chlorophyll meter (ยี่ห้อ Konica Minolta รุ่น SPAD-502 Plus)

การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร ทำการสุ่มตัวอย่างพืชหลังการทำการทดลองนาน 1 ปี โดยแยกเป็น 3 ส่วน ใบ ราก และลำต้น ล้างทำความสะอาดด้วยน้ำกลั่น ซับให้แห้ง ชั่งน้ำหนักสด จากนั้นนำตัวอย่างพืชไปอบแห้ง ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ชั่งน้ำหนักแห้งแล้วจึงนำไปบดให้ละเอียดก่อนนำไปวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารต่าง ๆ ได้แก่ 1) ไนโตรเจนรวม โดยวิธีการ Kjeldahl และทำให้เกิดสีด้วยวิธีการ modified indolphanol (Ohyama *et al.*, 1991) 2) ฟอสฟอรัส โดยวิธีการ ammonium molybdate (Davidescu and Davidescu, 1972) และ 3) โพแทสเซียม โดยวิธีการ atomic absorption spectrophotometry (Mizukoshi *et al.*, 1994)

วิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยโปรแกรม Statistic 8 (SXW Tallahassee, FL, USA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลโดยใช้ค่า least significant difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์



ผลการศึกษาและวิจารณ์

สภาพแวดล้อมในโรงเรือน

จากการบันทึกค่าอุณหภูมิ และความเข้มแสง ตลอดระยะเวลาที่ทำการวิจัย พบว่าอุณหภูมิภายในโรงเรือนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 26 องศาเซลเซียส มีค่าอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ในเดือนธันวาคมเฉลี่ย 21.4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสูงสุดอยู่ในเดือนมิถุนายนมีค่าเฉลี่ย 28.4 องศาเซลเซียส ความเข้มแสงเฉลี่ย 120.61 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ความเข้มแสงสูงสุดอยู่ในเดือนมิถุนายนเฉลี่ย 175.60 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที และความเข้มแสงต่ำสุดอยู่ในเดือนมกราคม มีค่าเฉลี่ย 75.40 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที (Figure 1)

การเจริญเติบโต

ความสูงต้น (เซนติเมตร)

หลังจากการให้ปุ๋ยนาน 1 ปีพบว่า การได้รับปุ๋ยเกรด 21-21-21 อัตรา 60 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร (กรรมวิธีที่ 1) ทำให้พืชมีความสูงต้นเฉลี่ย 37.6 เซนติเมตร ซึ่งมากกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกรรมวิธีควบคุม (กรรมวิธีที่ 5) มีความสูงต้นน้อยกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เฉลี่ย 27.4 เซนติเมตร (Table 2) ซึ่งการให้ปุ๋ยกรรมวิธีที่ 1 พืชได้รับธาตุไนโตรเจนมากกว่ากรรมวิธีอื่น (Table 1) ซึ่งธาตุไนโตรเจนมีบทบาทสำคัญต่อพืชในการกระตุ้นการแบ่งเซลล์ การขยายขนาดเซลล์ ดังนั้นการให้ปุ๋ยไนโตรเจนใน

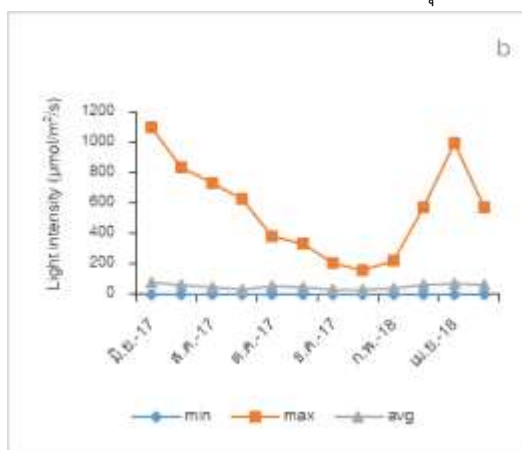


Figure 1. Monthly temperature (°C) (a) and light intensity ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) (b) in greenhouse during June 2017 to May 2018

Table 2. Effects of fertilizer application on plant height, number of leaf pairs and leaf greenness of *Vanda* 'Pat Delight' at 12 months after fertilizer application (MAF)

Treatment	Plant height ¹ (cm)	No. of leaf pairs ¹	Leaf greenness ¹ (SPAD unit)
1. 21N-21P ₂ O ₅ -21K ₂ O year round	37.6 a	12 a	79.23 a
2. 13N-27P ₂ O ₅ -27K ₂ O year round	34.2 b	11 a	77.17 a
3. 21N-21P ₂ O ₅ -21K ₂ O for 2 times then 13N-27P ₂ O ₅ -27K ₂ O for 3 times ²	34.5 b	12 a	77.54 a
4. 21N-21P ₂ O ₅ -21K ₂ O for 4 times then 13N-27P ₂ O ₅ -27K ₂ O for 1 time ²	35.2 b	12 a	76.23 a
5. Control (only water supply)	27.4 c	10 b	60.89 b
LSD _{0.05}	2.27	0.75	4.99
CV (%)	6.63	6.45	3.70

¹ Means within the same column followed by different letters are significantly different according to LSD test at $P \leq 0.05$

² Alternative application in all year round

ปริมาณมาก จึงช่วยส่งเสริมให้พืชเจริญทางกิ่งและใบมากขึ้นรวมทั้งมีการเจริญเติบโตทางลำต้นมาก (Sruamsiri, 2011) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Panjama *et al.* (2017) พบว่าการให้น้ำโตรเจนที่ 400 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณ 50 มิลลิตรต่อต้น มีแนวโน้มทำให้แวนดา Ratchaburi Fuchs-Katsura มีการเติบโตทางลำต้นและปริมาณธาตุอาหารในพืชมากกว่ากรรมวิธีที่ได้รับความเข้มข้นของไนโตรเจนน้อยกว่า

จำนวนคูใบ

หลังจากการให้น้ำนาน 1 ปีพบว่า กรรมวิธีที่ 1-4 มีจำนวนคูใบ 11-12 คูใบ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนในกรรมวิธีที่ 5 ซึ่งเป็นกรรมวิธีควบคุม มีจำนวนคูใบน้อยกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเฉลี่ย 10 คูใบ (Table 2) ซึ่งในกรรมวิธีที่ 1-4 มีปริมาณปุ๋ยมากกว่ากรรมวิธีที่ 5 (Table 1) โดยเฉพาะอย่างยิ่งไนโตรเจน Ichihashi (2003) รายงานว่าในกล้วยไม้ฟาแลนอปซิสพันธุ์ [Shirayukihime x (Musashino x White Dream)] ที่ให้ไนโตรเจนความเข้มข้น 280 และ 140 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณ 300 มิลลิตรต่อต้น มีการเพิ่มขึ้นของใบ 2.0 และ 1.7 ใบต่อสัปดาห์ตามลำดับ ส่วนในกรรมวิธีที่ให้น้ำเพียงอย่างเดียวมีการเพิ่มขึ้นของใบเพียง 0.2 ใบต่อสัปดาห์

ค่าความเขียวของใบ

หลังจากการให้น้ำนาน 1 ปีพบว่า การได้รับปุ๋ยในกรรมวิธีที่ 1-4 ทำให้พืชมีค่าความเขียวของใบไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ย 79.23, 77.17, 77.54 และ 76.23 ตามลำดับ และกรรมวิธีควบคุมมีค่าความเขียวของใบน้อยกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเฉลี่ย 60.89 SPAD unit (Table 2) ทั้งนี้เนื่องจากกรรมวิธีที่ 1-4 มีปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนมากกว่ากรรมวิธีที่ 5 ซึ่งธาตุไนโตรเจนเกี่ยวข้องโดยตรงกับการสังเคราะห์คลอโรพลาสต์และคลอโรฟิลล์ เมื่อพืชขาดธาตุไนโตรเจนการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์น้อยลง รงควัสดุสีเหลืองจึงแสดงให้เห็นด้วยตาเปล่า (Sruamsiri, 2011) Higgaki and Imamura (1987) ศึกษาผลของ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในแวนดา Miss Joaquim พบว่า การขาดธาตุไนโตรเจนทำให้พืชแสดงอาการเหลืองที่ใบและลำต้น และการขาดโพแทสเซียมทำให้เกิดอาการใบเหลืองเช่นกัน ส่วนการขาดฟอสฟอรัสทำให้เกิดอาการปลายใบสีม่วง นอกจากนี้ยังพบว่าการขาดไนโตรเจนร่วมกับฟอสฟอรัสทำให้เกิดใบเหลืองเช่นกัน

การออกดอก

จากการศึกษาผลของวิธีการให้น้ำต่อการออกดอกของกล้วยไม้แวนดาพันธุ์ Pat Delight พบว่าเปอร์เซ็นต์การออกดอกในกรรมวิธีที่ 4 และ 5 มีค่าเฉลี่ย 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในกรรมวิธีที่ 2 และ 3 มีการออกดอก

89 และ 95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ กรรมวิธีที่ 1 มีการออกดอกน้อยที่สุด 70 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังพบว่าในกรรมวิธีที่ 5 (กรรมวิธีควบคุม) ยังมีการออกดอกเร็วที่สุดใช้เวลาเฉลี่ย 41 วัน เมื่อนับตั้งแต่เริ่มแทงช่อจนกระทั่งดอกแรกบาน และใช้เวลา 111 วัน ตั้งแต่เริ่มได้รับกรรมวิธีทดลองจนกระทั่งดอกแรกบาน ส่วนในกรรมวิธีที่ 1, 2, 3, 4 ใช้เวลา 272, 217, 208, 276 วัน ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 3) การให้น้ำโตรเจนที่มากเกินไปอาจมีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของตาข้าง ทำให้ผลผลิตลดลง รวมถึงอาจมีผลทำให้การออกดอกล่าช้า (Sruamsiri, 2011) ซึ่ง Bichsel *et al.* (2008) พบว่าการให้น้ำโตรเจนในอัตราสูงเป็นสาเหตุทำให้กล้วยไม้หวายออกดอกไม่ดี ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการให้น้ำปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราสูงและต่อเนื่องยาวนาน ทำให้ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและระยะการเจริญเติบโตเต็มที่ของลำลูกกล้วยล่าช้าไป จึงอาจไปยับยั้งการเกิดตาดอก และนอกจากนั้น Chang *et al.* (2010) ได้ศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยในกล้วยไม้ *Doritaenopsis* 'I-Hsin Madame' พบว่าการให้น้ำปุ๋ยกรด 30-10-20 ทำให้ระยะเวลาการแทงช่อดอกและระยะเวลาในการบานของดอก ยืดออกไปนานกว่าการใช้ปุ๋ยกรด 5-20-20 และ 10-30-20 เช่นเดียวกับการศึกษา

ของ Lin *et al.* (2019) ที่พบว่ากล้วยไม้ฟาแลนนอปซิส Sogo Lotte 'F2510' ที่ได้รับไนโตรเจนในอัตราสูง มีระยะเวลาในการแทงช่อดอก และระยะเวลาที่ดอกแรกบานช้ากว่ากรรมวิธีที่ไม่ได้รับไนโตรเจน

คุณภาพดอก

ผลการทดลองพบว่าจำนวนดอกต่อช่อในกรรมวิธีที่ 5 (กรรมวิธีควบคุม) มีจำนวนดอกต่อช่อน้อยที่สุดที่ 6 ดอก และมีค่าเฉลี่ยความยาวก้านช่อดอก และเส้นผ่านศูนย์กลางดอก 25.2 และ 10.5 ตามลำดับ ส่วนในกรรมวิธีที่ 1, 2, 3, 4 พบว่าค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ดังกล่าวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 4) โดยทั่วไปแล้ว คุณภาพดอกแวนดา Pat Delight ที่ตลาดต้องการ จะมีจำนวนดอกต่อช่อ ตั้งแต่ ≥ 7 ดอกต่อช่อ (ขนาด M, ราคาช่อละ 45 บาท) จนถึง ≥ 12 ดอกต่อช่อ (ขนาด LL, ราคาช่อละ 60 บาท) ยิ่งจำนวนดอกมากก็จะได้อายุที่สูงขึ้น ซึ่งจำนวนดอกต่อช่อจะแปรผันตามความยาวช่อดอก และมีขนาดดอกประมาณ 10.5 เซนติเมตรขึ้นไป จากการทดลองจะเห็นได้ว่า ความยาวช่อดอกและขนาดดอก ในกรรมวิธีที่ได้รับปุ๋ยถึงแม้จะไม่มีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ก็มีแนวโน้มที่ดีกว่ากรรมวิธีที่ไม่ได้รับปุ๋ย โดยเฉพาะแวนดาที่ได้รับปุ๋ย

Table 3. Effects of fertilizer application on flowering of *Vanda* 'Pat Delight' at 12 months after fertilizer application (MAF)

Treatment	Percent of flowering ³ (%)	No. of days from emerge to flowering ¹ (days)	No. of days from starting treatment to flowering ¹ (days)
1. 21N-21P ₂ O ₅ -21K ₂ O year round	70	46 ab	272 a
2. 13N-27P ₂ O ₅ -27K ₂ O year round	89	43 ab	217 a
3. 21N-21P ₂ O ₅ -21K ₂ O for 2 times then 13N-27P ₂ O ₅ -27K ₂ O for 3 times ²	95	45 ab	208 a
4. 21N-21P ₂ O ₅ -21K ₂ O for 4 times then 13N-27P ₂ O ₅ -27K ₂ O for 1 time ²	100	49 a	276 a
5. Control (only water supply)	100	41 b	111 b
LSD _{0.05}	-	6.15	74.98
CV (%)	-	17.55	44.12

¹ Means within the same column followed by different letters are significantly different according to LSD test at $P \leq 0.05$

² Alternative application in all year round

³ Data has showed by observation in 20 replications per treatment

ตามกรรมวิธีที่ 4 มีแนวโน้มที่ดีกว่าแวนดาที่ได้รับปุ๋ยตามกรรมวิธีอื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Hew *et al.* (2002) ที่พบว่า การให้น้ำโตรเจนทุกอัตราความเข้มข้นร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 200 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ต่อปี และปุ๋ยโพแทสเซียมอัตรา 275 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ต่อปี สามารถเพิ่มผลผลิตและขนาดดอกที่ใหญ่ขึ้นในแวนดา Miss Joaqium

ผลของการให้ปุ๋ยต่อปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน

ผลของการวิเคราะห์ธาตุไนโตรเจนพบว่า 1 ปี หลังจากให้กรรมวิธี การได้รับปุ๋ยเกรด 21-21-21 จำนวน 2 ครั้ง สลับกับปุ๋ยเกรด 13-27-27 จำนวน 3 ครั้ง (กรรมวิธีที่ 3) ทำให้มีปริมาณไนโตรเจนในใบมากกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เฉลี่ย 312.45 มิลลิกรัมต่อต้น ส่วนกรรมวิธีควบคุม (ไม่ได้รับปุ๋ย) มีปริมาณไนโตรเจนในใบน้อยที่สุดเฉลี่ย 157.01 มิลลิกรัมต่อต้น ส่วนปริมาณไนโตรเจนในรากกรรมวิธีที่ 1 มีปริมาณไนโตรเจนในรากมากที่สุดเฉลี่ย 326.86 มิลลิกรัมต่อต้น สำหรับปริมาณไนโตรเจนในลำต้นพบว่ากรรมวิธีที่ 1 และ 3 มีปริมาณไนโตรเจนมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเฉลี่ย 59.76 และ 60.44 มิลลิกรัมต่อต้น และกรรมวิธีควบคุมมีปริมาณไนโตรเจนในลำต้นน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเฉลี่ย 26.82 มิลลิกรัมต่อต้น (Table 5) ธาตุไนโตรเจนมี

บทบาทสำคัญต่อพืชในการกระตุ้นการแบ่งเซลล์ การขยายขนาดเซลล์ (Sruamsiri, 2011) โพแทสเซียมส่งเสริมการนำเข้าของไนโตรเจนในพืช โดยปริมาณโพแทสเซียมที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต ส่งผลให้การนำเข้าไนโตรดของพืชมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Ali *et al.*, 1987)

ฟอสฟอรัส

ปริมาณฟอสฟอรัสหลังได้รับกรรมวิธีทดลองนาน 1 ปี พบว่ากรรมวิธีที่ 3 มีปริมาณฟอสฟอรัสในใบมากกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเฉลี่ย 45.85 มิลลิกรัมต่อต้น ส่วนกรรมวิธีที่มีปริมาณฟอสฟอรัสน้อยที่สุดคือกรรมวิธีควบคุมมีค่าเฉลี่ย 4.59 มิลลิกรัมต่อต้น สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสในราก พบว่ากรรมวิธีที่ 1 และ 2 มีปริมาณฟอสฟอรัสมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเฉลี่ย 30.03 และ 28.09 มิลลิกรัมต่อต้น และในกรรมวิธีควบคุมมีปริมาณฟอสฟอรัสในรากน้อยที่สุดเฉลี่ย 2.19 มิลลิกรัมต่อต้น ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสในลำต้นพบว่ากรรมวิธีที่ 2 และ 3 มีปริมาณฟอสฟอรัสมากที่สุดที่ 5.94 และ 5.86 มิลลิกรัมต่อต้น และในกรรมวิธีควบคุมมีปริมาณฟอสฟอรัสในลำต้นน้อยที่สุดเฉลี่ย 0.96 มิลลิกรัมต่อต้น (Table 6) ซึ่งการได้รับปุ๋ย ส่งผลให้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสใน ใบ ราก และลำต้นของแวนดา มีปริมาณมากกว่ากรรมวิธีควบคุม ทั้งนี้อาจเนื่องจากการได้รับธาตุอาหารส่งเสริมการเติบโตของราก ซึ่งทำให้รากมี

Table 4. Effects of fertilizer application on flowering quality of *Vanda* 'Pat Delight' at 12 months after fertilizer application (MAF)

Treatment	No. of flowers/plant ¹	Peduncle length ¹ (cm)	Inflorescence length ¹ (cm)	Flower diameter ¹ (cm)
1. 21N-21P ₂ O ₅ -21K ₂ O year round	8 a	20.0 ab	29.4 ab	10.7 ab
2. 13N-27P ₂ O ₅ -27K ₂ O year round	8 a	19.3 ab	28.3 ab	10.8 ab
3. 21N-21P ₂ O ₅ -21K ₂ O for 2 times then 13N-27P ₂ O ₅ -27K ₂ O for 3 times ²	8 a	19.0 b	27.1 bc	10.7 ab
4. 21N-21P ₂ O ₅ -21K ₂ O for 4 times then 13N-27P ₂ O ₅ -27K ₂ O for 1 time ²	8 a	20.8 a	30.1 a	11.0 a
5. Control (only water supply)	6 b	19.4 ab	25.2 c	10.5 b
LSD _{0.05}	0.74	1.72	2.36	0.41
CV (%)	12.55	11.1	10.71	4.85

¹ Means within the same column followed by different letters are significantly different according to LSD test at $P \leq 0.05$

² Alternative application in all year round

Table 5. Effects of fertilizer application on nitrogen content in leaves, roots and stems of *Vanda* 'Pat Delight' at 12 months after fertilizer application (MAF)

Treatment	N content ¹ (mg/plant)		
	Leaves	Roots	Stem
1. 21N-21P ₂ O ₅ -21K ₂ O year round	280.13 b	326.86 a	59.76 a
2. 13N-27P ₂ O ₅ -27K ₂ O year round	208.21 c	174.34 c	33.77 c
3. 21N-21P ₂ O ₅ -21K ₂ O for 2 times then 13N-27P ₂ O ₅ -27K ₂ O for 3 times ²	312.45 a	280.88 b	60.44 a
4. 21N-21P ₂ O ₅ -21K ₂ O for 4 times then 13N-27P ₂ O ₅ -27K ₂ O for 1 time ²	168.03 d	197.58 c	53.08 b
5. Control (only water supply)	157.01 d	200.78 c	26.82 d
LSD _{0.05}	14.29	29.71	3.95
CV (%)	3.49	6.92	4.64

¹ Means within the same column followed by different letters are significantly different according to LSD test at $P \leq 0.05$ ² Alternative application in all year roundTable 6. Effects of fertilizer application on phosphorus content in leaves, roots and stems of *Vanda* 'Pat Delight' at 12 months after fertilizer application (MAF)

Treatment	P content ¹ (mg/plant)		
	Leaves	Roots	Stem
1. 21N-21P ₂ O ₅ -21K ₂ O year round	38.95 b	30.03 a	4.37 b
2. 13N-27P ₂ O ₅ -27K ₂ O year round	28.54 c	28.09 a	5.94 a
3. 21N-21P ₂ O ₅ -21K ₂ O for 2 times then 13N-27P ₂ O ₅ -27K ₂ O for 3 times ²	45.85 a	19.92 b	5.86 a
4. 21N-21P ₂ O ₅ -21K ₂ O for 4 times then 13N-27P ₂ O ₅ -27K ₂ O for 1 time ²	13.42 d	10.92 c	2.15 c
5. Control (only water supply)	4.59 e	2.19 d	0.96 d
LSD _{0.05}	4.44	2.87	0.70
CV (%)	9.28	8.65	10.00

¹ Means within the same column followed by different letters are significantly different according to LSD test at $P \leq 0.05$ ² Alternative application in all year round

ความสามารถในการนำเข้าและเคลื่อนย้ายฟอสฟอรัสได้ในพืช (Fageria, 2014)

โพแทสเซียม

ปริมาณโพแทสเซียมหลังได้รับกรรมวิธีทดลองนาน 1 ปี พบว่ากรรมวิธีที่ 3 มีปริมาณโพแทสเซียมในใบมากกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเฉลี่ย 193.21 มิลลิกรัมต่อต้น และในกรรมวิธีที่ 2 มีปริมาณโพแทสเซียมในใบที่น้อยที่สุดเฉลี่ย 97.44 มิลลิกรัมต่อต้น แต่ก็ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 1, 4

และกรรมวิธีควบคุม สำหรับปริมาณโพแทสเซียมในรากในกรรมวิธีที่ 1 มีค่ามากที่สุดเฉลี่ย 112.51 มิลลิกรัมต่อต้น และในกรรมวิธีควบคุมมีปริมาณโพแทสเซียมในรากที่น้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เฉลี่ย 48.1 มิลลิกรัมต่อต้น ส่วนปริมาณโพแทสเซียมในลำต้นพบว่า กรรมวิธีที่ 1 และ 3 มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด 19.56 และ 17.99 มิลลิกรัมต่อต้น ตามลำดับ และกรรมวิธีควบคุมมีปริมาณโพแทสเซียมในลำต้นที่น้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเฉลี่ย 8.34 มิลลิกรัมต่อต้น (Table 7) โดยระดับของไนโตรเจนและโพแทสเซียม

Table 7. Effects of fertilizer application on potassium content in leaves, roots and stems of Vanda 'Pat Delight' at 12 months after fertilizer application (MAF)

Treatment	K content ¹ (mg/plant)		
	Leaves	Roots	Stem
1. 21N-21P ₂ O ₅ -21K ₂ O year round	122.71 b	112.51 a	19.56 a
2. 13N-27P ₂ O ₅ -27K ₂ O year round	97.44 b	77.33 bc	13.66 b
3. 21N-21P ₂ O ₅ -21K ₂ O for 2 times then 13N-27P ₂ O ₅ -27K ₂ O for 3 times ²	193.21 a	79.54 b	17.99 a
4. 21N-21P ₂ O ₅ -21K ₂ O for 4 times then 13N-27P ₂ O ₅ -27K ₂ O for 1 time ²	106.60 b	53.61 cd	14.86 b
5. Control (only water supply)	99.19 b	48.71 d	8.34 c
LSD _{0.05}	41.64	24.27	2.78
CV (%)	18.48	17.95	10.28

¹ Means within the same column followed by different letters are significantly different according to LSD test at $P \leq 0.05$

² Alternative application in all year round

ที่สูงขึ้น ทำให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในเนื้อเยื่อพืชสูงขึ้น (Kidsadawanich, 2005) ซึ่งการเพิ่มขึ้นของไนโตรเจนทำให้การนำเข้าโพแทสเซียมมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยจะขึ้นกับปริมาณโพแทสเซียมที่เหมาะสมในสารละลาย (Fageria, 2014)

สรุป

จากผลการทดลองวิธีการให้ปุ๋ยทางใบที่มีผลต่อการเจริญเติบโตทางลำต้น การออกดอก และปริมาณธาตุอาหารในส่วนต่างๆ ของกล้วยไม้แวนดา พบว่าการให้ปุ๋ยทางใบโดยใช้ปุ๋ยเกรด 21-21-21 อัตราความเข้มข้น 60 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร จำนวน 4 ครั้ง สลับกับปุ๋ยเกรด 13-27-27 อัตราความเข้มข้น 60 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร จำนวน 1 ครั้ง ในอัตราครั้งละ 100 มิลลิลิตรต่อต้น ชีดพ่นสลับต่อเนื่องตลอดทั้งปี ทำให้กล้วยไม้แวนดามีการเจริญเติบโต และมีเปอร์เซ็นต์การออกดอกและคุณภาพดอกดี จึงแนะนำให้เกษตรกรใช้ปุ๋ยตามวิธีการดังกล่าว ในการผลิตกล้วยไม้แวนดาที่มีคุณภาพดี

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสวนสวนนันท ออคิตส์ จังหวัดราชบุรี ที่ให้การสนับสนุนพันธุ์กล้วยไม้ที่ใช้ในการทดลอง และศูนย์บริการการพัฒนาขยายพันธุ์ไม้ดอกไม้ผลบ้านไร่ อันเนื่องมาจากพระราชดำริที่สนับสนุนสถานที่ทำการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- Ali, A.A., M. Ikeda and Y. Yamada. 1987. Effect of the supply of potassium, calcium, and magnesium on the absorption, translocation, and assimilation of ammonium- and nitrate-nitrogen in wheat plants. *Soil Science and Plant Nutrition* 33(4): 585-594.
- Bichsel, R.G., T.W. Starman and Y.T. Wang. 2008. Nitrogen, phosphorus and potassium requirements for optimizing growth and flowering of the nobile *Dendrobium* as a potted orchid. *HortScience* 43(2): 328-332.
- Boonkorkaew, P., J. Tiampayotom, P. Triboon, K. Kaewtrakulpong, N. Phromchana and S.

- Ratanathip. 2010. Biological Property List: Thai Orchid. Biodiversity-Based Economy Development Office, Bangkok. 175 p. (in Thai)
- Bureau of Agricultural and Industrial Trade Promotion. 2019. Orchid goods. (Online). Available: http://www.ditp.go.th/ditp_web61/article_sub_view.php?filename=contents_at tach/539560/539560.pdf&title=539560&cate=743&d=0 (7 August, 2019). (in Thai)
- Chang, K.H., R.Y. Wu and T.F. Hsieh. 2010. Effects of fertilizer formulations on flowering of *Doritaenopsis* 'I-Hsin Madame' in gradational nutrition management. *Acta Horticulture* 878: 346-354.
- Davidescu, D. and V. Davidescu. 1972. Evaluation of Fertility by Plant and Soil Analysis. Abacus Press, Kent, U.K. 560 p.
- Fageria, N.K. 2014. Nitrogen Management in Crop Production. CRC Press, New York. 436 p.
- Hew, C.S., T.W. Yam, J. Arditti and A.D. Krikorian. 2002. Biology of *Vanda* Miss Joaquim. Singapore University Press, Singapore. 259 p.
- Higaki, T., J.S. Imamura. 1987. NPK requirements of *Vanda* Miss Joaquim orchid plants. University of Hawaii, Honolulu, HI. 5 p.
- Ichihachi, S. 2003. Effects of nitrogen application on leaf growth, inflorescence development and flowering in *Phalaenopsis*. *Bulletin of Education, Aichi University* 52: 35-42.
- Kidsadawanich, H. 2005. Effect of nitrogen phosphorus and potassium on growth and development of *Freesia* spp. M.S. Thesis. Chiang Mai University, Chiang Mai. 120 p. (in Thai)
- Lin, J.A., H. Susilo, J.Y. Lei and Y.C.A. Chang. 2019. Effects of fertilizer nitrogen shortly before forcing through flowering on carbon-nitrogen composition and flowering of *Phalaenopsis*. *Scientia Horticulturae* 252: 61-70.
- Mizukoshi, K., T. Nishiwaki, N. Ohtake, R. Minagawa, K. Kobayashi, T. Ikarashi and T. Ohyama. 1994. Determination of tungstate concentration in plant materials by HNO_3 - HClO_4 digestion and colorimetric method using thiocyanate. *Bulletin Faculty of Agriculture, Niigata University* 46: 51-56.
- Supakamnurd, N. 2017. Orchid Production Technology. Horticulture Reserch Institute, Bangkok. 156 p. (in Thai)
- Ohyama, T., M. Ito, K. Kobayashi, S. Araki, S. Yasuyoshi, O. Sasaki, T. Yamazaki, K. Sayoma, R. Tamemura, Y. Izuno and T. Ikarashi. 1991. Analytical procedures of N, P, K contents in plant and manure materials using H_2SO_4 - H_2O_2 Kjeldahl digestion method. *Bulletin Faculty of Agriculture, Niigata University* 43: 111-120.
- Panjama, K., C. Inkham and S. Ruamrungsri. 2018. Effects of nitrogen levels on growth and nutrition content of *Vanda* hybrid. *Journal of Agriculture* 34(1): 1-10. (in Thai)
- Sruamsiri, P. 2011. Nutrients in Horticulture Production. Wanida Printing, Chiang Mai. 326 p. (in Thai)
- Stewart, J. 2000. Orchids. Revised ed. Timber Press, Inc., Portland, Oregon. 124 p.
- Suwanro, T. 2017. Quality of orchid production. (Online). Available: <http://www.agriman.doae.go.th> (May 26, 2017). (in Thai)
- Thammasiri, K. 2004. Orchid Production Technology. Amarin Printing & Publishing, Bangkok. 283 p. (in Thai)