อิทธิพลของสาร paclobutazol ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตมันสำปะหลัง

Effect of paclobutazol on growth and yield of cassava (*Manihot esculenta* Crantz)

อรุณี พรมคำบุตร[1*], บุปผา สิมมา[2] และ อนันต์ พลธานี[2]

Arunee Promkhambut[1*], Buppha Simma[2] and Anan Polthanee[2]

บทคัดย่อ: การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาการเจริญเติบโต และผลผลิตของมันสำปะหลังเมื่อได้รับสาร paclobutazol (PBZ) ทำการทดลองในกระถางวางแผนทดลองแบบ Complete Randomized Design จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 3 กรรมวิธี คือ กรรมวิธีควบคุม (Control) ใส่ปุ๋ยเกรด 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่ (T1) การพ่นสาร PBZ (15%) ทางใบที่อัตรา 1000 ppm เมื่อ 30 และ 90 วันหลังปลูก (T2) และกรรมวิธี T1+T2 (T3) ผลการศึกษาพบว่าการพ่นสาร PBZ อย่างเดียว มีแนวโน้มทำให้น้ำหนักหัวสดเพิ่มขึ้น 49.4, 38.9, 26.1 และ 26.9 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุ 90, 120, 150 และ 180 วันหลังปลูก ตามลำดับ จากกรรมวิธีใส่ปุ๋ยอย่างเดียว รวมทั้งน้ำหนักหัวแห้งและปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลัง โดยมีผลทำให้ความสูงต้นเพิ่มขึ้น แต่ทำให้จำนวนกิ่งต่อต้น จำนวนใบต่อต้น และพื้นที่ใบลดลง แต่มีแนวโน้มเพิ่มจำนวนหัวมันสำปะหลังที่ระยะการสะสมน้ำหนักหัวช่วงแรกและเพิ่มขนาดหัวมันสำปะหลัง เนื่องจากการกระตุ้นให้มีการ partitioning น้ำหนักแห้งจากส่วนเหนือดินคือลำต้นและใบไปยังหัวได้มากกว่ากรรมวิธีอื่น ดังนั้น การพ่น PBZ อาจเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพแป้งในหัวมันสำปะหลัง อย่างไรก็ตาม จำเป็นที่จะต้องทำการศึกษาในสภาพแปลง รวมทั้งศึกษาผลกระทบจากสารตกค้างในผลผลิต และในสภาพแวดล้อม ก่อนนำไปแนะนำให้กับเกษตรกร

คำสำคัญ: สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช, paclobutazol, partitioning, ปริมาณแป้ง, triazole

ABSTRACT: The objectives of this study were to investigate growth and yield responses of cassava subjected to paclobutazol (PBZ). A pot experiment arranged in Complete Randomized Design with 3 replications was used. Treatments consisted of; control: chemical fertilizer of 15-15-15 of N-P_2O_5-K_2O at the rate of 50 kg/rai (T1), foliar application of PBZ at 1000 ppm at 30 and 90 days after planting (DAP) (T2) and T1+T2 (T3). The results showed that foliar application of PBZ alone tended to increase tuber fresh weight of cassava to 49.4, 38.9, 26.1 and 26.9 % at 90, 120, 150 and 180 DAP, respectively compared with T1. It also tended to increase tuber dry weight and starch content. Application of PBZ alone increased plant height but reduced number of branch/plant, leaf number/plant and leaf area. However, it was found that PBZ had a tendency to increase root number at early root expansion stage and increased root diameter. This might be due to the promotion of dry matter partitioning from aboveground parts, stem and leaf, to tuber of PBZ treated plants. Therefore, PBZ is an alternative for improving cassava yield and quality. Nevertheless, field experiments as well as residue assessment in products and environment need to be examined before recommending to farmers.

Keywords: Plant growth regulator, paclobutazol, partitioning, starch content, triazole

[1] หลักสูตรเกษตรเชิงระบบ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
Program on System Approaches in Agriculture, Faculty of Agriculture, Khon Kean University

[2] สาขาพืชไร่ ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
Agronomy Section, Department of Plant Science and Agricultural Resources, Faculty of Agriculture, Khon Kean University

* Corresponding author: arunee@kku.ac.th

บทนำ

ความต้องการใช้มันสำปะหลังทั้งในประเทศและส่งออก มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการนำไปผลิตเอทานอลอย่างไรก็ตาม เนื่องจากพื้นที่มีจำกัด และการปลูกมันสำปะหลังติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน ดินสูญเสียความสมดุลของอาหาร ทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังทั้งประเทศยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำ คือ 3.4 ตันต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) นอกจากนี้ ยังพบว่าในปัจจุบันเกษตรกรบางส่วนที่ข้าวเสียหายจากภัยแล้งได้เปลี่ยนมาปลูกมันสำปะหลังแทนข้าวโดยเฉพาะในนาดอน (อนันต์ และ อรุณี, 2556) มักประสบปัญหาผลผลิตและปริมาณแป้งต่ำ เนื่องจากเวลาปลูกสั้นเพียง 5-7 เดือน การเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังต่อพื้นที่โดยการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช โดยเฉพาะสารในกลุ่ม Triazole ซึ่งเป็นสารเคมีในการกำจัดเชื้อราและมีคุณสมบัติเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช ซึ่งสามารถหาซื้อได้ง่าย และราคาถูก จึงน่าจะเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาของเกษตรกรได้

สารในกลุ่ม Triazole เป็นสารที่มีฤทธิ์เป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช (Plant growth retardant) มีการศึกษาอย่างแพร่หลายในการควบคุมการออกดอกและติดผลของไม้ผล โดยเฉพาะ paclobutazol (PBZ) เช่น มะม่วง (Benjawan et al., 2006) ส้มโอ (Phadung et al., 2011) และการศึกษาเพื่อเพิ่มผลผลิตและปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลัง (Li et al., 2008) โดย Gomathinayagam et al. (2007) พบว่า เมื่อใช้สาร Triadimefon ซึ่งเป็นสารในกลุ่มTriazole รดลงดิน สามารถเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลัง และปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลังให้สูงขึ้นจากกรรมวิธีควบคุมสูงถึง 22% และ 15% ตามลำดับ เนื่องจากสารในกลุ่ม Triazole มีผลต่อการยับยั้งการสร้าง ฮอร์โมน gibberellins ทำให้ลดการยืดยาว และแบ่งตัวของเซลล์ของส่วนเหนือดิน แต่กระตุ้นการสร้างฮอร์โมน cytokinins และ abscisic acid (Porlingis and Petridou, 1996) ทำให้มีการสร้างหัวเร็วขึ้น (Tekalign and Hammes, 2005) และกระตุ้นการสะสมน้ำหนักแห้งในหัว (Symone et al., 1990) ในมันฝรั่งไม่พบว่าการใช้สาร PBZ แบบพ่นทางใบและรดลงดินทำให้ผลผลิตแตกต่างกัน (Tekalign and Hammes, 2005) ในประเทศไทย ยังไม่มีการศึกษาถึงอิทธิพลของสาร PBZ ในมันสำปะหลังโดยเฉพาะกรรมวิธีการฉีดพ่นทางใบซึ่งเป็นวิธีที่สะดวกสำหรับเกษตรกร มาก่อน ดังนั้น การศึกษานี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาการเจริญเติบโต และผลผลิตของมันสำปะหลังเมื่อได้รับสาร PBZ เปรียบเทียบกับกรรมวิธีการใส่ปุ๋ย และการใช้สารเคมีร่วมกับปุ๋ย

วิธีการศึกษา

ทำการทดลองในกระถาง ระหว่างเดือนมกราคม ถึงกรกฎาคม พ.ศ. 2556 ที่หมวดพืชไร่ ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น วางแผนทดลองแบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 3 กรรมวิธี คือ (1) กรรมวิธีควบคุม (Control) ซึ่งใส่ปุ๋ยเกรด 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่ ที่อายุ 1 เดือนหลังปลูก (T1) (2) การพ่นสาร paclobutazol (PBZ) (15%) ทางใบที่อัตรา 1000 ppm เมื่อมันสำปะหลังอายุ 30 และ 90 วันหลังปลูก (T2) (Li et al., 2008) และ (3) กรรมวิธีT1+T2 (T3) ใช้มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ปลูกในกระถางซีเมนต์ จำนวน 1 ต้นต่อกระถาง ที่มีความสูงของท่อ 45 ซม. และเส้นผ่านศูนย์กลาง 45 ซม. วางไว้กลางแจ้ง บรรจุด้วยดินน้ำหนัก 378 กก./กระถาง ดินเป็นดินทราย มีค่า pH 5.46 Organic matter 0.5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 0.0156 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 34.07มก./กก. และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 40.59 มก./กก. ในระหว่างการทดลองให้น้ำทุกกระถางเท่าๆ กัน ทุก 3 วัน ในช่วงเดือนแรก และให้น้ำทุกวันในเดือนต่อๆ มา การทดลองมีทั้งหมด 4 ชุดการทดลอง เพื่อเก็บตัวอย่างเมื่อมันสำปะหลังอายุ 90, 120, 150 และ 180 วันหลังปลูก (DAP)

บันทึกข้อมูลความสูง จำนวนใบ จำนวนกิ่งของมันสำปะหลัง และความเขียวของใบ (SPAD value) โดยใช้ SPAD meter (Minolta, Japan) เมื่อมันสำปะหลังอายุ 30, 60, 90, 120, 150 และ 180DAP และที่อายุ 90, 120, 150 และ 180DAP เก็บข้อมูล พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งหัว ท่อนพันธุ์ ใบ และลำต้น โดยเก็บจำนวน 1 ต้นต่อหนึ่งซ้ำ เพื่อนำมาคำนวณหา ค่า dry matter partitioning ของแต่ละส่วนของพืช ตามกรรมวิธีของ Henshaw et al. (2007) ด้วยการหารน้ำหนักแห้งของแต่ละส่วนของพืชด้วยน้ำหนักแห้งของต้นทั้งหมด และนับจำนวนหัวต่อต้น จากนั้นสุ่มหัวมันสำปะหลังจำนวน 5 หัวต่อต้น เพื่อวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง และความยาวหัว บันทึกน้ำหนักสดหัว และน้ำหนักแห้งหัวต่อต้น และคำนวณหาปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลังเบื้องต้นตามกรรมวิธีของ Grace (1977) โดยใช้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งหัว ลบด้วย 7.3 วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธี Analysis of Variance และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละกรรมวิธีโดยใช้ LSD โดยใช้โปรแกรม Statistix 10 (Analytical Software, USA)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การเจริญเติบโตของส่วนเหนือดิน

ความสูง

การพ่นสาร PBZ ที่ความเข้มข้น 1000 ppm อย่างเดียวทำให้มันสำปะหลังมีความสูงมากกว่ากรรมวิธีอื่นทุกอายุ โดยที่อายุ 90 และ 120 DAP การพ่น PBZ และ มีผลทำให้ความสูงของมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันทางสถิติ (**Figure 1**) ซึ่งผลการศึกษาดังกล่าวขัดแย้งกับการศึกษาที่ผ่านมาซึ่งพบว่าการพ่นสาร PBZ ที่ความเข้มข้น 500 และ 1000 ppm ทำให้มันสำปะหลังมีลำต้นเตี้ย (Li et al., 2008) ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากพันธุ์มันสำปะหลังที่ใช้แตกต่างกัน สุรทิน (2553) พบว่า องุ่นต่างพันธุ์กันตอบสนองต่ออัตรา PBZ ที่ใช้แตกต่างกัน และ ในเขตร้อนชื้น การสังเคราะห์ gibberellins เกิดขึ้นได้เร็ว การฉีดพ่นสาร PBZ ในแต่ละครั้งจะยับยั้งการสร้าง gibberellins ได้เพียง 2 สัปดาห์เท่านั้น (Sansavini, 1986) สาร PBZ จะเคลื่อนย้ายได้ดีในท่อ Xylem (Wang et al., 1986) ทำให้การนิยมให้สารแบบรดลงดิน (Gomathinayagam et al., 2007) อย่างไรก็ตาม การพ่น PBZ ทางใบสามารถลดความสูงและการเจริญเติบโตส่วนเหนือดินของมันสำปะหลังได้ เมื่อใช้ที่ความเข้มข้นสูง (Medina et al., 2012)

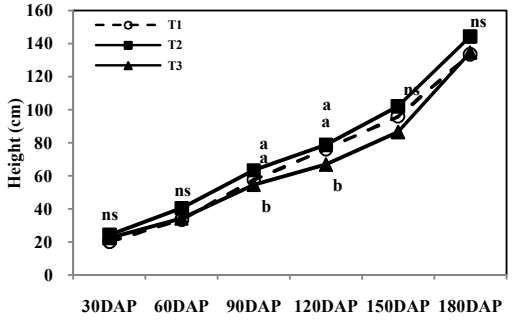

Figure 1 Height of cassava grown under different managements. Control (T1) =Fertilizer application of 15-15-15 N-P_2O_5-K_2O at the rate of 50 kg/rai, T2 = Foliar spray of PBZ at 1000 ppm and T3 = Foliar spray of PBZ at 1000 ppm and fertilizer application of 15-15-15 N-P_2O_5-K_2O at the rate of 50 kg/rai. DAP= days after planting. Means in the same DAP followed by the same letter are not significantly different at P<0.05, ns= not significant.

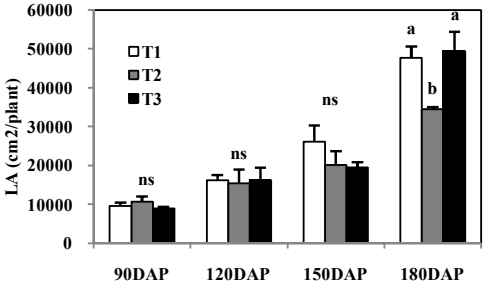

Figure 2 Leaf area (cm^2/plant) of cassava grown under different managements. Control (T2) =Fertilizer application of 15-15-15 N-P_2O_5-K_2O at the rate of 50 kg/rai, T2 = Foliar spray of PBZ at 1000 ppm and T3 = Foliar spray of PBZ at 1000 ppm and fertilizer application of 15-15-15 N-P_2O_5-K_2O at the rate of 50 kg/rai. DAP= days after planting. Meansin the same DAP followed by the same letter are not significantly different at P<0.05, ns= not significant.

จำนวนกิ่งต่อต้น จำนวนใบต่อต้น และ SPAD value

ทั้ง 3 กรรมวิธีไม่มีผลทำให้จำนวนกิ่งต่อต้น จำนวนใบต่อต้น และSPAD value ของมันสำปะหลังที่อายุต่างๆ แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่ามันสำปะหลังที่ได้รับสาร PBZ อย่างเดียว มีจำนวนกิ่งต่อต้น และจำนวนใบต่อต้นต่ำสุด (ไม่ได้แสดงข้อมูล) แสดงให้เห็นว่า ถึงแม้มันสำปะหลังจะมีความสูงเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับสาร PBZ แต่การเจริญเติบโตของส่วนเหนือดินมีแนวโน้มที่จะถูกจำกัด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสารในกลุ่ม Triazole ยับยั้งการสร้างฮอร์โมน gibberellins ซึ่งมีบทบาทต่อการยืดยาวของเซลล์ในต้น และใบ (Barrett, 2001) จากการศึกษาไม่พบว่าการใช้สาร PBZ ทำให้ใบมีความเขียวเพิ่มขึ้น (ไม่ได้แสดงข้อมูล) ซึ่งขัดแย้งกับการศึกษาของ Li et al. (2008) ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะจำนวนครั้งหรืออัตราที่ใช้ในการทดลองต่ำ

พื้นที่ใบต่อต้น

เมื่อมันสำปะหลังอายุ 180 DAP พบว่า เมื่อได้รับสาร PBZ อย่างเดียว ทำให้พื้นที่ใบต่ำกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (**Figure 2**) พื้นที่ใบที่ลดลงอาจเป็นผลมาจากจำนวนกิ่งต่อต้น และจำนวนใบต่อต้นของกรรมวิธีดังกล่าวที่มีแนวโน้มต่ำสุด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Gomathinayagamet al. (2007) ซึ่งพบว่าพื้นที่ใบต่อต้นของมันสำปะหลังลดลงอย่างต่อเนื่องเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม ทั้งนี้เพราะ สารในกลุ่ม Triazole จำกัดการขยายตัวของใบมันสำปะหลัง (Gomathinayagamet al., 2007) ซึ่งอาจเป็นผลมาจาก การกระตุ้นระดับ ABA ในต้นพืชให้สูงขึ้น โดย Triazole (Asami et al., 2000) ซึ่ง ABA มีผลยับยั้งการสังเคราะห์ GA ทำให้การแบ่งเซลล์ และการ

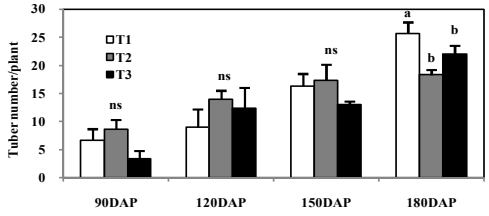

Figure 3 Tuber number per plant of cassava grown under different managements. Control (T1) =Fertilizer application of 15-15-15 N-P_2O_5-K_2O at the rate of 50 kg/rai, T2 = Foliar spray of PBZ at 1000 ppm and T3 = Foliar spray of PBZ at 1000 ppm and fertilizer application of 15-15-15 N-P_2O_5-K_2O at the rate of 50 kg/rai. DAP= days after planting. Means in the same DAP followed by the same letter are not significantly different at P<0.05, ns= not significant

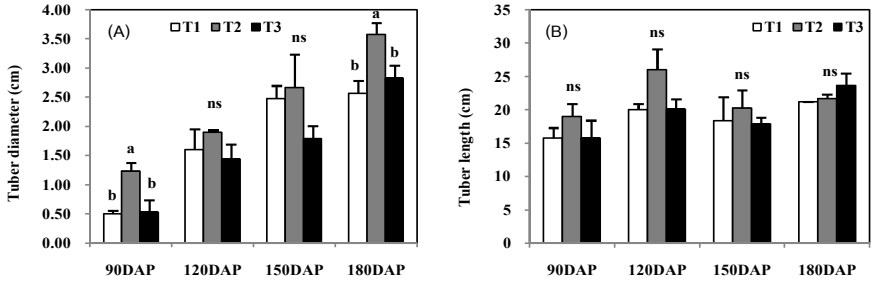

Figure 4 Tuber diameter (cm) (A) and tuber length (cm) (B) of cassava grown under different managements. Control (T1) =Fertilizer application of 15-15-15 N-P_2O_5-K_2O at the rate of 50 kg/rai, T2 = Foliar spray of PBZ at 1000 ppm and T3 = Foliar spray of PBZ at 1000 ppm and fertilizer application of 15-15-15 N-P_2O_5-K_2O at the rate of 50 kg/rai. DAP= days after planting. Means in the same DAP followed by the same letter are not significantly different at P<0.05, ns= not significant

การเจริญเติบโตของหัวมันสำปะหลัง จำนวนหัวต่อต้น เส้นผ่าศูนย์กลาง และความยาวหัว

เมื่อมันสำปะหลังอายุ 90, 120, และ 150 DAP มีแนวโน้มว่าเมื่อได้รับสาร PBZ อย่างเดียว มันสำปะหลังมีจำนวนหัวต่อต้นสูงสุด อย่างไรก็ตาม ที่อายุ 180 DAP พบว่า จำนวนหัวต่อต้นของกรรมวิธีที่ได้รับ PBZ มีจำนวนหัวลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม (**Figure 3**) ชี้ให้เห็นว่า เมื่อมันสำปะหลังได้รับสาร PBZ อย่างเดียวมีแนวโน้มกระตุ้นการสร้างหัวในช่วง อายุ 90-150 DAP และพบว่าการใช้ สาร PBZ อย่างเดียวมีผลทำให้ขนาดของหัวมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นจากกรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อมันสำปะหลังอายุ 90 และ 180 DAP และมีแนวโน้มเพิ่มขนาดหัวมันที่อายุอื่นๆ ด้วย (**Figure 4A**) สารในกลุ่ม Triazole ทำให้ปริมาณ cytokinins ในพืชเพิ่มขึ้น (Porlingis and Petridou, 1996) ซึ่งส่งเสริมให้เกิดการแบ่งเซลล์ และเพิ่ม sink strength (Taize and Zieger, 2002) การใช้ PBZ ไม่มีผลต่อความยาวของหัวมันสำปะหลัง (**Figure 4B**) อาจเป็นผลมาจากการชดเชยกับขนาดของหัวที่เพิ่มขึ้น

น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งหัว

เมื่อมันสำปะหลังอายุ 90 DAP พบว่า ทั้ง 3 กรรมวิธีทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งหัวของมันสำปะหลังแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยพบว่าการพ่นสาร PBZ อย่างเดียวทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งหัวของมันสำปะหลังสูงสุดแต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม (**Figure 5A and 5B**) อย่างไรก็ตาม ที่อายุ 120, 150 และ 180 DAP มีแนวโน้มว่าการพ่นสาร PBZ อย่างเดียวทำให้ผลผลิตหัวสูงสุดทุกช่วงอายุ โดยน้ำหนักหัวสดต่อต้นของมันสำปะหลังที่พ่นด้วย PBZ อย่างเดียวสูงกว่ากรรมวิธีควบคุม 49.4, 38.9, 26.1 และ 26.9 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุ 90, 120, 150 และ 180 DAP ตามลำดับ จากการศึกษานี้ อาจกล่าวได้ว่าการใช้สาร PBZ ทำให้ขนาดของหัวเพิ่มขึ้น ส่งผลให้น้ำหนักหัวเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Li et al. (2008) ซึ่งพบว่าการพ่นสาร PBZ ทำให้ผลผลิตหัวสดเพิ่มขึ้น 26.7 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อรดสารในกลุ่ม triazole ทำให้ผลผลิตหัวสดมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นสูงถึง 32.2 เปอร์เซ็นต์ (Gomathinayagamet al., 2007) อาจเพราะ PBZ จำกัดการเจริญเติบโตในส่วนเหนือดิน จึงทำให้มีการเคลื่อนย้าย assimilates มาสะสมไว้ที่หัว เมื่อใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับการพ่นสาร PBZ ไม่มีผลทำให้น้ำหนักหัวสดและแห้งเพิ่มขึ้น ทั้งนี้การใช้ทั้งสองอย่างร่วมกันอาจมีอิทธิพลขัดแย้งกัน แสดงให้เห็นว่า การพ่นสาร PBZ อาจไม่เพิ่มการดูดใช้ธาตุอาหาร อย่างไรก็ตาม จำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ดังกล่าว

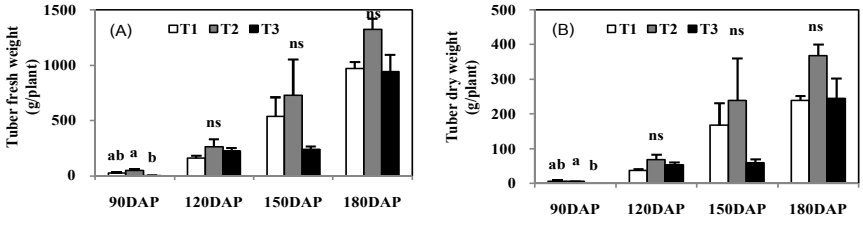

Figure 5 Tuber fresh weight (g/plant (A) and tuber dry weight (g/plant) (B) of cassava grown under different managements. Control (T1) =Fertilizer application of 15-15-15 N-P_2O_5-K_2O at the rate of 50 kg/rai, T2 = Foliar spray of PBZ at 1000 ppm and T3 = Foliar spray of PBZ at 1000 ppm and fertilizer application of 15-15-15 N-P_2O_5-K_2O at the rate of 50 kg/rai. DAP= days after planting. At 90 DAP, means in the same DAP followed by the same letter of tuber fresh weight are not significantly different at $P<0.01$ and of tuber dry weight are not significantly different at $P<0.05$ and, ns= not significant

ปริมาณแป้งในหัว

เนื่องจากการศึกษานี้เป็นการศึกษาเบื้องต้น จึงใช้วิธีการคำนวณปริมาณแป้งในทางทฤษฎีที่ศึกษาไว้โดย Grace (1977) ซึ่งพบว่าทั้ง 3 กรรมวิธีไม่มีผลทำให้ปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลังแตกต่างกันทางสถิติ ที่อายุ 120, 150 และ 180 DAP การพ่นสาร PBZ อย่างเดียวมีแนวโน้มให้ปริมาณแป้งสูงสุด (**Figure 6**) จากการศึกษาของ Gomathinayagamet al. (2007) และ Li et al. (2008) พบว่าปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น 18.8- 21.1 และ 22.4-38.3 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม ตามลำดับ ซึ่งเป็นผลมาจาก cytokinin ทำให้มีกิจกรรมของ invertase enzyme เพิ่มสูงขึ้น (Gomathinayagamet al., 2007) ซึ่ง invertase enzyme จะมีบทบาทในการขนส่ง sucrose ไปสู่ sink (Roitsch and Ehne, 2000) และการเพิ่มกิจกรรมของ carbohydrate metabolising enzymes เช่น starch phosphorylase หรือ sucrose synthase (Gomathinayagamet al., 2007) ซึ่งส่งผลต่อการสะสมแป้ง และสร้างแป้ง การเพิ่มขึ้นของปริมาณแป้งในหัวอย่างรวดเร็ว เมื่อมันสำปะหลังอายุ 120 วัน สอดคล้องกับน้ำหนักแห้งหัวที่เพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าวิธีการคำนวณปริมาณแป้งที่ใช้สอดคล้องกับการสะสมแป้งในหัวมันสำปะหลัง การเพิ่มขึ้นของปริมาณแป้งและน้ำหนักแห้งหัวอย่างรวดเร็วที่อายุ 120 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับที่อายุ 90 DAP สอดคล้องกับการเริ่มสะสมแป้งของมันสำปะหลัง (Alves, 2002)

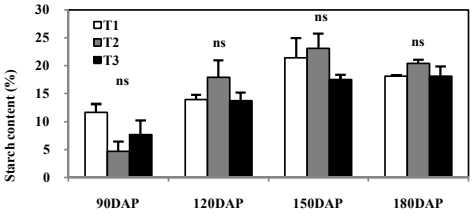

Figure 6 Starch content of cassava roots grown under different managements. Control (T1) =Fertilizer application of 15-15-15 N-P_2O_5-K_2O at the rate of 50 kg/rai, T2 = Foliar spray of PBZ at 1000 ppm and T3 = Foliar spray of PBZ at 1000 ppm an /rai. DAP= days after planting. ns= not signi

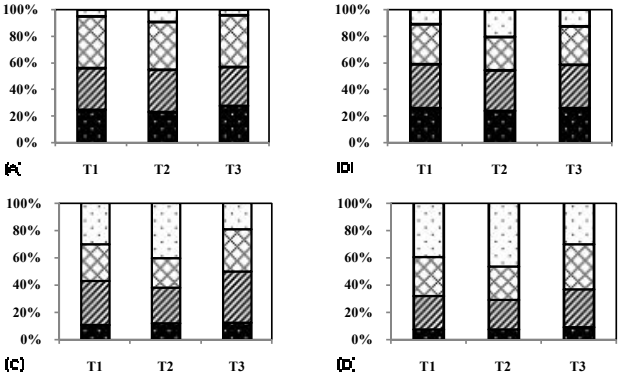

Figure 7 Dry matter partitioning of cassava grown under different managements at 90 day after planting (DAP) (A), 120 DAP (B), 150DAP (C) and 180 DAP (D). Control (T1) =Fertilizer application of 15-15-15 N-P_2O_5-K_2O at the rate of 50 kg/rai, T2 = Foliar spray of PBZ at 1000 ppm and T3 = Foliar spray of PBZ at 1000 ppm and fertilizer application of 15-15-15 N-P_2O_5-K_2O at the rate of 50 kg/rai. Dry matter partition included planting material (dark bar with white spot), stem (slash bar), leaf (crossing hatch), tuber (bars with dark spots). Dry matter partitioning is defined as plant part dry weight/total plant dry weight

การแบ่งสันปันส่วนน้ำหนักแห้ง (Dry matter partitioning)

เมื่ออายุเพิ่มขึ้นอาหารสะสมจะถูกเคลื่อนย้ายออกจากท่อนพันธุ์ ลำต้น และใบ ไปสะสมไว้ในหัวมากขึ้น กรรมวิธีการพ่นสาร PBZ อย่างเดียวทำให้มีการสะสมน้ำหนักแห้งในหัวมันสำปะหลังที่อายุ 90, 120, 150 และ 180 DAP มากกว่ากรรมวิธีอื่น ทั้งนี้เป็นผลมาจากการลดการ partitioning น้ำหนักแห้งไปที่ลำต้น และใบ (Figure 7) ซึ่งสอดคล้องกับจำนวนใบต่อต้น จำนวนกิ่งต่อต้น และพื้นที่ใบของกรรมวิธีการพ่นสาร PBZ อย่างเดียวซึ่งต่ำกว่ากรรมวิธีอื่น เนื่องจากอิทธิพลของสารในกลุ่ม Triazole ทำให้ cytokinins และ abscisic acid เพิ่มขึ้น ซึ่งทำให้เอ็นไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและเคลื่อนย้ายน้ำตาลเพิ่มขึ้น ดังที่กล่าวไว้ข้างต้น

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า การพ่นสาร PBZ อย่างเดียวมีแนวโน้มทำให้น้ำหนักหัวสดและแห้ง รวมทั้งปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นจากกรรมวิธีใส่ปุ๋ยอย่างเดียว หรือการใส่ทั้งสองอย่างรวมกัน โดยมีผลทำให้ความสูงต้นเพิ่มขึ้น แต่ทำให้จำนวนกิ่งต่อต้น จำนวนใบต่อต้น พื้นที่ใบลดลง แต่มีแนวโน้มเพิ่มจำนวนหัวที่ระยะ90-150 วันหลังปลูก และเพิ่มขนาดหัวมันสำปะหลัง เนื่องจาก กรรมวิธีดังกล่าว กระตุ้นให้มีการ partitioning น้ำหนักแห้งจากส่วนเหนือดินคือลำต้นและใบไปยังหัวได้มากกว่ากรรมวิธีอื่น ดังนั้น การพ่น PBZ ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์คล้ายฮอร์โมนพืช มีราคาถูกและหาซื้อได้ง่าย อาจเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพแป้งในหัวมันสำปะหลัง อย่างไรก็ตาม จำเป็นที่จะต้องทำการศึกษาในสภาพแปลง รวมทั้งศึกษาผลกระทบจากสารตกค้างในผลผลิต และในสภาพแวดล้อม ก่อนนำไปแนะนำให้กับเกษตรกร

เอกสารอ้างอิง

สุรทิน ใจดี. 2553. ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อผลผลิตและคุณภาพขององุ่นรับประทานผลสดในเขตร้อนชื้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. สถิติทางการเกษตรของประเทศไทย ปี 2555. แหล่งข้อมูล: http://www.oae.go.th/download/download_journal/yearbook55.pdf. ค้นเมื่อ 11 พฤษภาคม 2556.

อนันต์ พลธานี และอรุณี พรมคำบุตร. 2556. ปัญหาภัยแล้งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. สารเกษตรเชิงระบบ. 2(1):1-11.

Alves, A.A.C. 2002. Cassava botany, and physiology. P. 67-89. In: Hillocks, R.J., J.M. Thresh, and A.C. Bellotti. Cassava: Biology, Production and Utilization. CAB Publishing. NY.

Asami, A., Y.K. Min, N. Nagata, K. Yamagishi, S. Takatsuto, S. Fujioka, N. Murofushi, I. Yamagushi, and S. Yoshida. 2000. Characterization of brassinazole, a triazole-type brassinosteroid, a biosynthesis inhibitor. Plant Physiol. 123: 93-100.

Barrett, J. 2001. Mechanism of action. P. 32-41. In: M. L. Gaston. Tips on Regulating Growth of Floriculture Crops. Services Inc., OH.

Benjawan, C., P. Chutichudat, K. Boontiang, and T. Chanaboon. 2006. Effect of Chemical Paclobutrazol on Fruit Development, Quality and Fruit Yield of Kaew Mango (*Mangiferaindica*L.) in Northeast Thailand. Pak. J. Biol. Sci. 9: 717-722.

Gomathinayagam, M., C.A. Jaleel, G.M.A. Lakshmanan, and R. Panneerselvam. 2007. Changes in carbohydrates metabolism by triazole growth regulators in cassava (*Manihotesculenta*Crantz); effect on tuber production and quality. C.R. Biologies. 330: 644-655.

Grace, M.R. 1977. Cassava processing.FAO Plant Production and Protection Series No. 3. Available: http://www.fao.org/docrep/x5032e/x5032E00.htm#Contents. Accessed Dec. 11, 2012.

Henshaw, T. L., R. A. Gilbert, J. M. S. Scholberg, and T. R. Sinclair. 2007. Soya Bean (Glycine max L. Merr.) Genotype Response to Early-season Flooding: II. Aboveground Growth and Biomass. J. Agron. Crop Sci. 193: 189—197.

Li Ying-wen, Chen Zhong-nan, ZouGui-cai, Wang Qun-fang, and Cheng Wo-xin. 2008. Effects of paclobutrazol on the yield and starch content of cassava. Guangxi Agricultural Sciences. 2008-03. Available: http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-GXNY200803006.htm. Accessed Jul. 10, 2012.

Medina, R., A. Burgos (, V. Difranco, L. Mroginski, and P. Cenóz. 2012. Effects of chlorocholine chloride and paclobutrazol on cassava (Crantz cv. Rocha) plant growth and tuberous root quality. Agriscientia. 24: 51-58.

Phadung, T., K. Krisanapook, and L. Phavaphutanon. 2011. Paclobutrazol, water stress and nitrogen induced flowering in'Khao Nam Phueng' Pummelo. Kasetsart J. (Nat. Sci.). 45: 189 – 200.

Porlingis, I.C., and M.K. Petridou. 1996. Promotion of adventitious root formation in mungbean cutting by four triazole growth retardants. J. Hortic. Sci. 71: 573-579.

Roitsch, T., and R. Ehne. 2000. Regulation of source/sink relations by cytokinins. Plant Growth Regul. 32: 359-367.

Taize, L., and E. Zeiger. 2002. Plant Physiology. 3rd Edition. Sinauer Associates, MA.

Tekalign, T., and P.S. Hammes. 2005. Growth and biomass production in potato grown in the hot tropics as influenced by paclobutrazol. Plant Growth Regul. 45: 37–46.

Wang, S.Y., T. Sun, and M. Faust., 1986. Translocation of paclobutrazol, a gibberellin biosynthesis inhibitor, in apple seedlings. Plant Physiol. 82: 11-14.