

วิชาสัมมนา (1201-480)

ผลของสารพาโคลบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและปริมาณแป้งของมัน
สำปะหลัง

Effect of Paclobutrazol on Growth, Yield and Starch Content of
Cassava

โดย

นางสาวรัตนติยากร บริบาล

รหัสนักศึกษา 61120041191

อาจารย์ที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาวดี แก้วระหัน

ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ภาคการศึกษาที่ 1/2564
วันที่ 15 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2564

หลักสูตร : วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเกษตรศาสตร์
วิชา : 1201 480 สัมมนา
ปีการศึกษา : ภาคการศึกษาต้น ปี 2564 (1/2564)
ชื่อเรื่อง : ผลของสารพาโคลบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและปริมาณ
แป้งของมันสำปะหลัง
: Effect of Paclobutrazol on Growth, Yield and Starch Content
of Cassava
โดย : นางสาวรัตนติยากร บริบาล รหัสนักศึกษา 61120041191
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาวดี แก้วระหัน

บทคัดย่อ

มันสำปะหลังเป็นพืชที่มีปริมาณแป้งสูง (Carbohydrate-rich crops) ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในหลายด้าน จึงทำให้ความต้องการมันสำปะหลังในตลาดโลกเติบโตอย่างต่อเนื่อง แต่ผลผลิตต่อไร่ที่เกษตรกรได้ในปัจจุบันยังต่ำกว่าศักยภาพที่จะสามารถผลิตได้ วัตถุประสงค์การทำสัมมนาในครั้งนี้เพื่อรวบรวมข้อมูลผลของสารพาโคลบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและปริมาณแป้งของมันสำปะหลัง พบว่าการใส่สารควบคุมการเจริญเติบโตพาโคลบิวทราโซลนั้นสามารถใส่ได้ทั้งทางดิน โดยวิธีการราดโคนต้นมันสำปะหลัง โดยการราดครั้งเดียวที่อายุ 30 หรือ 90 หรือ 135 หรือ 210 วันหลังปลูก หรือราดหลายครั้ง ที่อายุ 90 วันหลังปลูก และ 135 วันหลังปลูก และวิธีการฉีดพ่นทางใบ จะพบการตอบสนองที่ดีเมื่อทำการฉีดพ่นทางใบในช่วงอายุ 8-9 เดือนหลังปลูก ในอัตรา 500 มิลลิกรัมต่อลิตร (ทั้งวิธีการราด และการฉีดพ่น) มีผลทำให้ความสูงของมันสำปะหลังลดลง น้ำหนักหัวต่อต้นและผลผลิตต่อไร่สูงสุด สามารถเพิ่มปริมาณเปอร์เซ็นต์แป้งได้ดีที่สุด ดังนั้นการใช้สารพาโคลบิวทราโซลในการปลูกมันสำปะหลัง ควรเลือกวิธีการให้สาร ช่วงเวลา และอัตราที่เหมาะสม จะสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตและปริมาณแป้งของมันสำปะหลังได้ดีกว่าไม่ใช้สาร แต่การตอบสนองต่อสารนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์ของมันสำปะหลังด้วย

คำสำคัญ: มันสำปะหลัง สารพาโคลบิวทราโซล การเจริญเติบโต ผลผลิต ปริมาณแป้ง

บทนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชที่มีปริมาณแป้งสูง (Carbohydrate-rich crops) ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์เป็นอาหารมนุษย์ อาหารเลี้ยงสัตว์ วัตถุดิบในการผลิตเอทานอลเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน และใช้ในภาคอุตสาหกรรม ในช่วงหลายปีที่ผ่านมามันสำปะหลังมีราคาถูกกว่าพืชอาหารที่ให้แป้งประเภทอื่น อีกทั้งยังสามารถใช้เป็นวัตถุดิบในภาคอุตสาหกรรมต่างๆทำให้ความต้องการมันสำปะหลังในตลาดโลกเติบโตต่อเนื่อง ส่งผลให้มันสำปะหลังเป็นพืชอาหารที่มีความสำคัญเป็นอันดับ 5 ของโลก รองจากข้าวสาลี ข้าวโพด ข้าวเจ้าและมันฝรั่ง สำหรับประเทศไทยได้ขยายพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังอย่างต่อเนื่องเพื่อรองรับการเติบโตของอุตสาหกรรมแปรรูปมันสำปะหลังตามความต้องการของตลาดส่งออก ในปี พ.ศ. 2562 พื้นที่เพาะปลูกมีขนาด 8.7 ล้านไร่ ให้ผลผลิตมันสำปะหลังประมาณ 31.1 ล้านตัน (ชัยวัช, 2563) แหล่งผลิตส่วนใหญ่อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยปี พ.ศ. 2563 มีพื้นที่ปลูกประมาณ 5.33 ล้านไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563) ทั้งนี้ เนื่องจากมันสำปะหลังเป็นพืชที่ปรับตัวได้ดีกับสภาพดิน และภูมิอากาศของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อย่างไรก็ตามผลผลิตต่อไร่ที่เกษตรกรได้ในปัจจุบันยังต่ำกว่าศักยภาพที่จะสามารถผลิตเพิ่มขึ้นได้อีก ถ้ามีการจัดการที่ดี เช่น การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2554) การคัดเลือกพันธุ์ที่เหมาะสม (วัฒน์ และคณะ, 2551) และการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตพาโคลบิวทราโซล (อรุณี และคณะ, 2557)

สารพาโคลบิวทราโซลเป็นสารชะลอการเจริญเติบโตของพืช ส่วนใหญ่มีการศึกษาการใช้สารพาโคลบิวทราโซลกับไม้ยืนต้น เช่น การใช้สารพาโคลบิวทราโซลในการยับยั้งการแตกใบอ่อนและการเจริญเติบโตของผลทุเรียน (เลิศชัย และคณะ, 2563) และยังมีการศึกษาการใช้สารพาโคลบิวทราโซลกับมันสำปะหลัง (อรุณี และคณะ, 2557) ดังนั้นสมมติฐานข้อนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมข้อมูลผลของสารพาโคลบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและปริมาณแป้งของมันสำปะหลัง

มันสำปะหลัง

มันสำปะหลัง (ชื่อวิทยาศาสตร์: *Manihot esculenta* (L.) Crantz) เป็นพืชหัวชนิดหนึ่งมีชื่อเรียกกันทั่วไปในภาษาอังกฤษว่า Cassava หรือ Tapioca มันสำปะหลังเป็นไม้พุ่มยืนต้นมีอายุอยู่ได้หลายปี การปลูกมันสำปะหลังจะใช้ส่วนของลำต้นตัดเป็นท่อนปักไปในดิน ตรงบริเวณรอยตัดที่ปักอยู่ในดินจะแตกเป็นราก ฝอย หลังจากปลูกได้ประมาณ 2 เดือนรากจะค่อยๆสะสมแป้ง และมีขนาดโตขึ้น เรียกว่าหัวมันสำปะหลัง และจะสามารถเก็บเกี่ยวหัวมันสำปะหลังหลังจาก 6 เดือน ผ่านไปแล้วโดยจะยืดอายุเก็บเกี่ยวไปได้ถึง 16 เดือน โดยส่วนตาทิ้งอยู่ด้านข้างท่อน มันจะเจริญเติบโตออกมาเป็นลำต้นต่อไป

การเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง

แบ่งออกเป็น 5 ระยะดังนี้

1. ระยะแตกตา ช่วงอายุ 5-15 วัน
2. ระยะสร้างเนื้อเยื่อใบและราก ช่วงอายุ 15 วันถึง 3 เดือน ซึ่งในช่วงหนึ่งเดือนแรกนี้ เนื่องจากเนื้อเยื่อใบยังพัฒนาไม่ได้เต็มที่ การเจริญเติบโตของมันสำปะหลังในระยะนี้ จึงมีใช้จากการสังเคราะห์แสง แต่นำอาหารสะสมในส่วนของท่อนพันธุ์มันสำปะหลังเอง และในช่วง 2-3 เดือน จะเริ่มมีการสะสมแป้งในราก
3. ระยะการเจริญทางลำต้นและใบ ช่วงอายุ 3-6 เดือน ซึ่งช่วงอายุ 4-5 เดือนมันสำปะหลังจะมีพื้นที่ที่สังเคราะห์แสงได้เต็มประสิทธิภาพมากที่สุด และการสะสมแป้งที่รากก็ยังกำหนดควบคู่กันไป
4. ระยะสะสมอาหารที่หัว ช่วงอายุ 6-10 เดือน เนื่องจากไม่มีการเจริญเติบโตทางลำต้นเพิ่มมากนัก ต้นเริ่มสะสมกลีโคลินทำให้แข็งแรงมากขึ้น ใบบางส่วนจะร่วงเพื่อลดการสูญเสีย น้ำ อัตราการสะสมอาหารที่รากในระยะนี้จะเพิ่มมากขึ้น
5. ระยะพักตัว ช่วงอายุ 10-12 เดือน ซึ่งจะมีผลผลิตคงที่

ปัจจัยหลักในการเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลัง

การผลิตมันสำปะหลังให้ได้คุณภาพ ควรให้ความสำคัญกับการเพาะปลูก ปัจจัยในการเพาะปลูกมันสำปะหลังเพื่อให้ได้คุณภาพ ผลผลิตหัวใหญ่ น้ำหนักดี เปอร์เซ็นต์แป้งสูง ควรคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ดังนี้

การเลือกพันธุ์มันสำปะหลัง ควรเลือกพันธุ์ให้เหมาะสมกับพื้นที่ปลูก เช่น ดินร่วนเหนียวควรปลูกพันธุ์ระยะ 5 ระยะ 72 และระยะ 7 ส่วนดินร่วนทรายควรปลูกพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ระยะ 90 หัวบัง 60 และระยะ 9

การเตรียมดิน ควรไถครั้งแรกให้ลึกที่สุดด้วยพล 3 หรือ พล 4 เท่านั้น ควรไถตะไคร้ในขณะที่ดินมีความชื้นพอเหมาะ ห้ามไถตะไคร้ด้วยพล 7 เพราะจะไถได้ไม่ลึก การไถตะไคร้จะเพิ่มความสามารถในการเก็บกักความชื้นของดินได้มากขึ้นและมันสำปะหลังลงหัวได้ง่าย จากนั้น ตากหน้าดินเพื่อให้วัชพืชตาย ถ้าเป็นดินร่วนเหนียวควรไถแปรครั้งที่สองเพื่อย่อยดินด้วยพล 7 และตามด้วยการยกร่องพร้อมปลูก ส่วนดินร่วนทรายไม่จำเป็นต้องไถแปรครั้งที่สองด้วยพล 7 สามารถยก

ร่องพร้อมปลูกได้เลย ในกรณีที่เหมาะสมสามารถหาปุ๋ยอินทรีย์ได้ ควรหว่านปุ๋ยอินทรีย์ก่อนไถตะ ปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้ได้ผล คือ ปุ๋ยมูลไก่ 500-1,000 กิโลกรัมต่อไร่ หรือ กากมันวัสดุเหลือจากโรงงานแบ่ง 1-2 ตันต่อไร่

การเลือกฤดูปลูก ควรจัดวันปลูกเพื่อให้ช่วงอายุ 3-12 เดือนของมันสำปะหลังได้รับน้ำฝนมากที่สุด โดยในช่วงแรก คือ ตั้งแต่ 1 -3 เดือนของการปลูกมันสำปะหลัง ต้องการน้ำน้อยเพื่อการเจริญเติบโต ดังนั้นมันสำปะหลังจะให้ผลผลิตสูงสุดเมื่อปลูกในช่วงฤดูร้อน (กุมภาพันธ์-มีนาคม) รองลงมา คือ ลีนฤศฝน (เมษายน- พฤษภาคม) และปลายฤดูฝน (ตุลาคม-พฤศจิกายน) แต่การปลูกในช่วงฤดูร้อนและปลายฤดูฝนมีข้อจำกัดของปริมาณน้ำฝนค่อนข้างน้อย มีผลต่อการงอกของท่อนพันธุ์

การปลูกที่ถูกต้อง ควรเลือกต้นพันธุ์ที่มีอายุ 10-12 เดือน จะให้ความงอกสูงที่สุดโดยเลือกต้นพันธุ์ที่แข็งแรง มีตาถี่ ขนาดโตพอสมควร ต้องตัดท่อนปลูกด้วยมีดที่คมเพื่อมิให้ท่อนปลูกชำรุด ยาวไม่ต่ำกว่า 20 เซนติเมตร ปลูกปักตรงให้ลึก 2 ใน 3 ของความยาวท่อนปลูก ในดินร่วนเหนียว ควรใช้ระยะแถวกว้าง 1.20 เมตร ระยะปลูกตั้งแต่ 0.50-1.00 เมตร และในดินร่วนทราย ควรใช้ระยะแถวแคบ 0.80 เมตร ระยะปลูกตั้งแต่ 0.50-0.80 เมตร

กำจัดวัชพืช มันสำปะหลังใช้เวลาประมาณ 3 เดือนหลังจากปลูก เพื่อสร้างพุ่มใบให้คลุมพื้นที่ระหว่างร่องทั้งหมดดังนั้นภายในช่วง 3 เดือนแรกถือว่าเป็นช่วงวิกฤตของมันสำปะหลัง ต้องดูแลรักษาให้มันสำปะหลังปลอดภัย ถ้าปล่อยให้ วัชพืชแข่งขันกับมันสำปะหลัง มันสำปะหลังจะแคระแกร็นมีผลให้ผลผลิตลดลงมาก การกำจัดวัชพืชสามารถเลือกทำแบบผสมผสาน โดยใช้จอบถาง รดไถเดินตามแถวระหว่างร่อง ใช้สารเคมีประเภทคลุมก่อนวัชพืชงอกหรือสารเคมีฆ่าหลังวัชพืชงอก สารเคมีประเภท คลุมใช้ได้ผลเฉพาะการปลูกต้นฤดูฝนเท่านั้น สารเคมีประเภทฆ่า โดยเฉพาะห้ามใช้ ไกลโฟเซตในขณะที่มันสำปะหลังต้นเล็กอยู่ เพราะ มีผลทำให้ชะงักการเจริญเติบโต การใส่ปุ๋ยเคมีควรเลือกใช้ปุ๋ยเคมีอัตราส่วน 2 : 1 : 2 ปุ๋ยเคมีที่แนะนำ คือ 15-7-18 หรือ 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ โดย ใส่ปุ๋ย 2 ข้างลำต้นรัศมีพุ่มใบแล้วกลับ ใส่ปุ๋ยครั้งเดียวเมื่ออายุ 1 เดือนหลังจากปลูก หลักสำคัญก็คือ ต้องใส่ปุ๋ยเคมีในขณะที่ดินมีความชื้นและต้องกลับปุ๋ยด้วย ถ้าไม่กลับปุ๋ยอาจสูญเสียปุ๋ยมากเกินไป 50 เปอร์เซ็นต์

การเก็บเกี่ยว ควรเลือกเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังในช่วงที่เหมาะสมตั้งแต่อายุ 10-18 เดือน ควรเว้นการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังในช่วงฝนแรก คือ ตั้งแต่เดือนเมษายนถึงมิถุนายน เนื่องจากมันสำปะหลังแตกใบอ่อน จะให้เปอร์เซ็นต์แป้งต่ำ

การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตในการผลิตพืช

มีการนำสารควบคุมการเจริญเติบโตมาใช้ในการผลิตพืชหลายจุดประสงค์ เช่น การควบคุมทรงพุ่มพืชมีการนำสาร กลุ่มชะลอการเจริญเติบโตของพืช โดยเฉพาะในไม้ดอกไม้ประดับสารนี้ช่วยลดความสูงของต้นได้ เช่น คาร์เนชั่น คริสต์มาส พืชเนียบ ดาวเรือง สารที่นิยมใช้ในการลดความสูงของต้นไม้ดอกไม้ประดับ คือ แอนซิมิดอล ในประเทศไทยเคยมีการใช้เคมีโบไซด์ และแอนซิมิดอล เพื่อลดความสูงของต้นดาวเรือง คาวกระจาย พืชเนียบ ที่ปลูกในกระถาง พบว่าได้ผลโดยต้นที่ได้รับสารจะมีปล้องสั้นลงรูปทรงกะทัดรัด แต่ขนาดดอก และจำนวนดอกไม่ได้ลดลง สำหรับสารกลุ่มแคมิ

ไนไซด์ สามารถเพิ่มผลผลิตพืชผักหลายชนิด เช่น การใช้เคมีไนไซด์กับ แครอท แรดิช ผักกาดขาวปลี กะหล่ำปลี ผักกาดเขียวปลี กะหล่ำดาว (Brussel sprout) อย่างไรก็ตาม การใช้สารนี้อาจมีผลทำให้ผลผลิตของพืชบางชนิดลดลงเนื่องมาจากการใช้สาร เช่น กะหล่ำดอก แตงกวา ผักกาดหอม เป็นต้น เนื่องจากสารเหล่านี้มีผลยับยั้งการเจริญเติบโตโดยตรง อย่างไรก็ตาม การทดลองดังกล่าวนี้ทำขึ้นในต่างประเทศทั้งสิ้น ซึ่งสารเคมีไนไซด์อาจใช้ไม่ได้ในสภาพแวดล้อม ของประเทศไทย

สำหรับคลอมีควอท (chlormequat) เป็นสารที่ใช้กันมาก โดยใช้ในการผลิตไม้ผลและป้องกันการหักล้มของต้นธัญพืช เช่น ข้าว ข้าวสาลี และเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลัง การให้สารคลอมีควอทแก่พืชทำได้โดยการราดสารละลายลงดินหรือพ่นบนใบพืชโดยตรง การให้สารทางใบอาจก่อให้เกิด อาการเหลืองซีดของใบในระยะแรก แต่สามารถกลับเป็นปกติได้ในภายหลัง สารกลุ่มชะลอการเจริญเติบโตมีอยู่หลายกลุ่ม ซึ่งสารชะลอการเจริญเติบโตที่ใช้กันอย่าง แพร่หลายในการควบคุมทรงพุ่ม คือ สารพาโคลบิวทราโซล

สารพาโคลบิวทราโซล (paclobutrazol; PB2) มีชื่อทางเคมีว่า (2RS,3RS)-1-(4-chlorophenyl)-4, 4-dimethyl-2-(1H-1,2,4-triazol-1-yl) pentan-3-ol จัดเป็นสารกลุ่มชะลอการเจริญเติบโตของพืชที่ยับยั้งการสังเคราะห์จิบเบอเรลลินนิยมใช้กับมะม่วงและพืชไร่ ทั้งยังเป็นสาร กำจัดเชื้อรากลุ่มไตรอะโซล ทำให้ออกลูกเร็วและเพิ่มการผลิตเมล็ดในพืช มีการใช้แช่เมล็ดเพื่อลดการงอกและการเจริญของต้นกล้า ได้มีการใช้ในการจัดสวนเพื่อลดการเจริญเติบโตของยอด ซึ่งใช้ได้ผลดีกับไม้พุ่มและไม้ยืนต้นให้มีความต้านทานต่อเชื้อราและแบคทีเรียเพิ่มขึ้น และยังเพิ่มการพัฒนาของราก การตอบสนองของพืชต่อพาโคลบิวทราโซลบริเวณที่ได้รับสารส่วนใหญ่คือบริเวณยอดอ่อน ส่วนใบแก่และลำต้นพืชจะได้รับสารน้อยมาก สารพาโคลบิวทราโซล เคลื่อนที่ได้ดีในท่อน้ำ (xylem) ไม่เคลื่อนย้ายในท่ออาหาร (phloem) เมื่อพืชได้รับพาโคลบิวทราโซล จะมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสรีรวิทยา และกระบวนการทางชีวเคมีเกิดขึ้น มีผลทำให้การเจริญเติบโตและการขยายตัวของเซลล์ลดลง ซึ่งเกิดการยับยั้งการแบ่งเซลล์ที่บริเวณใต้ปลายยอด (subapical meristem) และมีผลทำให้ชะลอการยืดตัวของลำต้น และกลไกการทำงานของสารชะลอการเจริญเติบโตมีผลต่อการยับยั้งการสังเคราะห์สารจิบเบอเรลลิน โดยเข้าไปขัดขวางหรือยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์จิบเบอเรลลินของพืชในขั้นตอนต่าง ๆ คือ ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาให้สารเจอรานิล เจอรานีออลฟอสโฟสเฟตไปเป็นสารโคพาลิลฟอสโฟสเฟต และขัดขวางการออกซิเดชันในกระบวนการสังเคราะห์จิบเบอเรลลิน เข้าไปยับยั้งการออกซิเดชันสารครูรีนไปเป็นสารครูรีโนอิกแอซิด (Kaurenoic acid) ในกระบวนการสังเคราะห์จิบเบอเรลลิน สารพาโคลบิวทราโซลสามารถให้แกต้นพืชได้ด้วยวิธีต่าง ๆ เช่น การพ่นทางใบ ให้ทางดิน ฉีดเข้าลำต้น และการทาสารที่ลำต้น ซึ่งการเลือกใช้วิธีการให้สารแก่พืชขึ้นกับความเหมาะสมและความสะดวกต่อไป สำหรับการให้สารโดยวิธีการราดลงดินนั้น พืชสามารถดูดซึมสารได้ดี โดยรากพืชจะดูดซึมสารไปพร้อม ๆ กับน้ำและธาตุอาหารต่าง ๆ ไปสู่ส่วนบนของต้นพืช สำหรับการศึกษาการใช้พาโคลบิวทราโซลที่ระยะการเจริญเติบโตและระดับความเข้มข้นต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและคุณภาพแป้งในมัน

สำปะหลัง โดยการรดบนพื้นดินที่มีความชื้น พบว่าการใช้พาโคลบิวทราโซลที่ ความเข้มข้น 10, 20 และ 30 ppm ไม่ทำให้คุณภาพแป้งในหัวมันสำปะหลังแตกต่างกันเมื่อเทียบกับไม่ใช้พาโคลบิวทราโซล แต่การใช้พาโคลบิวทราโซลรดบนพื้นดินที่ระยะการเจริญเติบโต 210 วัน หลังปลูก ทำให้ผลผลิตหัวมันสำปะหลัง และคุณภาพแป้งสูงกว่าที่ระยะการเจริญเติบโตที่ 90 และ 150 วันหลังปลูก นอกจากนี้การศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลังเมื่อได้รับสารพาโคลบิวทราโซลโดยการพ่นสารทางใบ พบว่าการพ่นสารพาโคลบิวทราโซลความเข้มข้น 1,000 ppm เพียงอย่างเดียวที่อายุ 30 และ 60 วันหลังปลูก โดยเมื่อเก็บเกี่ยวอายุ 90, 120, 150 และ 180 วันหลังปลูก มีแนวโน้มทำให้น้ำหนักหัวสดเพิ่มขึ้น 49.4, 38.9, 26.1 และ 26.9 เปอร์เซ็นต์ (อรุณี และคณะ, 2557) การศึกษาผลของสาร Chlorocholine chloride (CCC) และพาโคลบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพผลผลิตของมันสำปะหลัง โดยการพ่นสารทางใบอายุ 46 วันหลังปลูก พบว่าทั้ง CCC และ พาโคลบิวทราโซล ทำให้ต้นพืชมีความยาวกิ่งแรกลดลง น้ำหนักต้นสด จำนวนหัวมันสำปะหลังและ น้ำหนักหัวสดลดลง และยังพบว่าฮอร์โมนทั้งสองมีผลทำให้ปริมาณแป้งเพิ่มขึ้นเล็กน้อยที่ความเข้มข้น 45 ppm (Medina et al., 2012)

การเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังด้วยการใช้สารพาโคลบิวทราโซล

จาวภา และ ชนิตา (2562) ได้ศึกษาผลของการใส่สารควบคุมการเจริญเติบโตพาโคลบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณแป้งของมันสำปะหลังที่ปลูกโดยอาศัยน้ำฝน ใช้แผนการทดลอง Split plot design จำนวน 4 ซ้ำ Main plot ได้แก่ พันธุ์มันสำปะหลัง 2 สายพันธุ์ (CMR 33-38-48 และ เกษตรศาสตร์ 50) Sub-plot ได้แก่ ความเข้มข้นของสารพาโคลบิวทราโซล 3 อัตรา (0, 500, และ 1000 มิลลิกรัมต่อต้น) ผลการทดลองพบว่า การใส่สารพาโคลบิวทราโซลทุกอัตราทำให้ความสูงของต้นมันสำปะหลังลดลง การใส่สารพาโคลบิวทราโซล 500 มิลลิกรัมต่อต้น ละลายในน้ำ 1 ลิตร รดที่โคนต้นหลังปลูก 1 เดือน ให้ผลผลิตหัวสดต่อไร่สูงกว่าที่ไม่มีการใส่สารพาโคลบิวทราโซล (ควบคุม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผลผลิตเพิ่มขึ้น 23 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์แป้งของหัวมันสำปะหลังแตกต่างกันทางสถิติ การใส่สารพาโคลบิวทราโซลไม่มีผลทำให้ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลัง 2 พันธุ์มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 1 ผลของ Pachlobutrazol ที่อัตราความเข้มข้นแตกต่างกันต่อความสูงของต้น น้ำหนักใบแห้ง จำนวนหัวและน้ำหนักหัวแห้งต่อต้นของมันสำปะหลังสองพันธุ์เมื่ออายุ 3 6 และ 9 เดือนหลังปลูก

Treatment	ความสูงต้น (เซนติเมตร)			น้ำหนักใบแห้ง (มิลลิกรัม/ต้น)			จำนวนหัวต่อต้น			น้ำหนักหัวแห้ง (กรัม/ต้น)		
	3	6	9	3	6	9	3	6	9	3	6	9
	เดือน			เดือน			เดือน			เดือน		
พันธุ์ (C)												
CMR 33-38-48	90.1	166.9	174.7	31.7	96.7	41.4	5.17	9.97	9.80	53.8	1042.5	1846.7
เกษตรศาสตร์ 50	93.4	189.4	192.9	38.5	113.1	60.4	5.00	9.36	9.81	74.4	1176.1	1966.1
อัตราความเข้มข้น PBZ (P)												
500 มิลลิกรัม	88.5 b	179.9 b	159.3 b	35.8	115.4	46.6	5.19	10.94	11.96	73.2	1224.1 a	2116.2 a
1000 มิลลิกรัม	71.9 c	169.1 c	165.8 b	29.1	111.7	43.4	4.75	9.33	9.94	69.9	1066.3 b	1777.1 b
No PBZ (ควบคุม)	114.9 a	200.5 a	226.1 a	40.4	87.6	47.7	5.30	7.71	8.53	59.4	1037.4 b	1825.9 b
F-test												
C	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
P	**	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*
C x P	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

** = ข้อมูลมีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.01 ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* = ข้อมูลมีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

ที่มา : ดัดแปลงจาก จาวภา และชนิดา (2562)

ตารางที่ 2 ผลของ Pachlobutrazol ที่อัตราความเข้มข้นแตกต่างกันต่อผลผลิตหัวสดและปริมาณแป้งของมันสำปะหลังสองพันธุ์เมื่ออายุ 9 เดือนหลังปลูก

Treatment	ผลผลิตหัวสด (ตัน/ไร่)	ปริมาณแป้ง (%)
พันธุ์ (C)		
CMR 33-38-48	7.79	25.08
เกษตรศาสตร์ 50	8.49	25.62
อัตราความเข้มข้น PBZ (P)		
500 มิลลิกรัม	9.15 a	26.15
1000 มิลลิกรัม	7.80 b	24.11
No PBZ (ควบคุม)	7.46 b	26.10
F-test		
C	ns	ns
P	*	ns
C x P	ns	ns

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* = ข้อมูลมีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

ที่มา : ดัดแปลงจาก จาวภา และชนิดา (2562)

Polthanee et al. (2019) ได้ศึกษาผลของระยะเวลาการใช้พาโคลบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโตผลผลิตและปริมาณแป้งของมันสำปะหลัง 2 สายพันธุ์ โดยใช้แผนการทดลอง Split plot design จำนวน 4 ซ้ำ Main plot ได้แก่ พันธุ์มันสำปะหลัง 2 สายพันธุ์ (CMR และ RY-7) Sub plot ได้แก่ ระยะเวลาการใช้พาโคลบิวทราโซล 3 ครั้ง ได้แก่ (90, 135 วันหลังปลูก และใส่ 2 ครั้งที่ 90 และ 135 วันหลังปลูก) เมื่อเปรียบเทียบกับ การไม่ใส่พาโคลบิวทราโซล (ควบคุม) พบว่าการใส่พาโคลบิวทราโซลทั้งหมดทำให้ความสูงของต้นลดลง การใส่พาโคลบิวทราโซลที่ 135 วันหลังปลูกหรือ ใส่ 2 ครั้งที่ 90 และ 135 วันหลังปลูกสามารถเพิ่มจำนวนใบต่อต้นและดัชนีพื้นที่ใบ การใส่พาโคลบิวทราโซลที่ 135 วันหลังปลูกทำให้ผลผลิตหัวสดสูงสุดโดยเพิ่มขึ้นจากการไม่ใส่สารพาโคลบิวทราโซล (ควบคุม) 46 เปอร์เซ็นต์ การใส่พาโคลบิวทราโซล 2 ครั้งที่ 90 และ 135 วันหลังปลูก ทำให้ปริมาณแป้งสูงสุด ในการทดลองนี้พันธุ์มันสำปะหลัง 2 สายพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณแป้งของมันสำปะหลัง

ตารางที่ 3 ความสูงต้น น้ำหนักใบแห้ง จำนวนใบ ดัชนีพื้นที่ใบ น้ำหนักหัวสด ผลผลิตหัวสดและปริมาณแป้งของมันสำปะหลังที่ระยะเวลาใช้สารพาโคลบิวทราโซลแตกต่างกัน

Treatment	ความสูงต้น (เซนติเมตร)	น้ำหนักใบแห้ง (มิลลิกรัม/ต้น)	จำนวนใบ (มิลลิกรัม/ต้น)	ดัชนี พื้นที่ใบ	น้ำหนักหัวสด (กิโลกรัม/ต้น)	ผลผลิตหัวสด (ตัน/เฮกตาร์)	ปริมาณ แป้ง (%)
พันธุ์ (C)							
CMR	172.3	117.1	209.3	6.6	3.4	33.1	27.8
YR-7	155.5	135.1	172.4	6.3	2.9	27.5	28.4
ระยะเวลาการใช้พาโคลบิวทราโซล (T)							
90 วันหลังปลูก	161.5 b	112.3	177.3 ab	6.2 ab	3.0 ab	29.4 ab	26.6 c
135 วันหลังปลูก	154.7 b	118.8	194.8 a	6.8 a	3.9 a	35.6 a	28.8 b
90+135 วันหลังปลูก	149.3 b	175.5	221.1 a	7.4 a	3.1 ab	30.6 ab	30.6 a
No PBZ (ควบคุม)	190.5 a	97.5	170.2 b	5.5 b	2.4 b	24.4 b	26.4 c
F-test							
C	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
T	*	ns	*	*	*	*	*
C x T	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* = ข้อมูลมีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

ที่มา : ดัดแปลงจาก Polthanee et al. (2019)

ดวงกมล (2562) ได้ศึกษาผลของพาโคลบิวทราโซลและไกลโฟเซต ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและปริมาณแป้งของมันสำปะหลัง ทดสอบใน 2 ฤดูระหว่างปี 2559-2561 โดยใช้มันสำปะหลัง 2 พันธุ์ (ระยะยong 72 และห้วยบง 80) แต่ละพันธุ์วางแผนการทดลองแบบ Split plot จำนวน 3 ซ้ำ โดย Main plot คือ อายุของมันสำปะหลังที่พ่นสารควบคุมการเจริญเติบโต (6 และ 8 เดือนหลังปลูก) และ Sub-plot คือความเข้มข้นของสารพาโคลบิวทราโซลและไกลโฟเซต โดยมีความเข้มข้นสาร 500 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร เปรียบเทียบกับการไม่พ่นสาร ซึ่งพบว่าพาโคลบิวทราโซลและไกลโฟเซต ส่งผลให้มันสำปะหลังทั้งสองพันธุ์มีความสูงต้นและความยาวยอดน้อยกว่าการไม่พ่นสาร และการพ่นสารเมื่อมันสำปะหลังอายุ 8 เดือน ส่งผลให้ทั้งสองพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์แป้งสูงกว่าการพ่นที่อายุ 6 เดือน อย่างไรก็ตามผลผลิตของมันสำปะหลังไม่มีความแตกต่างกันเมื่อพ่นสารที่อายุต่างกัน สำหรับการใช้ความเข้มข้นสารที่ต่างกัน ไม่ทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังแตกต่างกัน แต่พาโคลบิวทราโซล 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้พันธุ์ระยะยong 72 มีเปอร์เซ็นต์แป้งสูง

ตารางที่ 4 ผลของพาโคลบิวทราโซลและไกลโฟเซตต่อความสูงต้นที่เพิ่มขึ้น น้ำหนักหัวสด และเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 และพันธุ์ห้วยบง 80 (ฤดูที่ 1)

Treatment	ความสูงที่เพิ่มขึ้น (ซม.)				น้ำหนักหัวสด (กก./ไร่)				เปอร์เซ็นต์แป้ง (%)			
	ระยอง 72		ห้วยบง 80		ระยอง 72		ห้วยบง 80		ระยอง 72		ห้วยบง 80	
	1 MAS ²	2 MAS	1 MAS ²	2 MA S	11 เดือน	12 เดือน	11 เดือน	12 เดือน	11 เดือน	12 เดือน	11 เดือน	12 เดือน
อายุมันสำปะหลัง (A)												
6 เดือน	24.4	46.7	22.7a	43.8	9,219	9,516	5,802	7,262	27.1b	27.3b	26.7b	27.7b
8 เดือน	20.2	40.8	18.2b	38.4	10,088	10,176	6,604a	7,688	27.5a	28.0a	27.9a	28.3a
สารควบคุมการเจริญเติบโต (B)												
ไม่พ่นสาร	29.1a	53.6a	26.2a	47.2	8,748	9,040	5,310c	6,350b	26.5c	27.0c	26.1c	26.9c
พาโคลบิวทราโซล 500 มก./ลิตร	23.4ab	46.9b	21.5ab	43.2	10,260	10,570	6,836a	7,920a	27.7a	28.5a	27.6ab	28.5a
พาโคลบิวทราโซล 1000 มก./ลิตร	18.4b	37.6c	18.2b	38.8	10,040	10,280	6,360ab	7,860a	27.3b	27.4b	27.6ab	28.2b
ไกลโฟเซต 500 มก./ลิตร	22.1b	43.0b	19.2b	39.9	9,920	9,960	6,540ab	7,674a	27.6a	27.7ab	28.1a	28.3ab
ไกลโฟเซต 1000 มก./ลิตร	18.5b	37.4c	17.2b	36.3	9,300	9,380	5,970bc	7,570a	27.3b	27.6b	27.1b	28.2b
A	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	**	*	**	*
B	*	**	*	ns	ns	ns	**	**	**	**	**	**
A x B	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	18.0	7.2	16.5	11.3	11.8	11.3	21.7	18.6	0.5	0.7	1.8	0.4

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 ** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01

MAS = อายุเดือนหลังการพ่นสารควบคุมการเจริญเติบโต

ที่มา : ดัดแปลงจาก จาวภา และชนิดา (2562)

การทดสอบในฤดูที่ 2 ปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 72 และห้วยบง 80 โดยวางแผนการทดลองแบบ Split plot ซึ่งมี Main plot คือระยะการพ่นสารทางใบมันสำปะหลังที่อายุ 7, 8 และ 9 เดือนหลังปลูก Sub-plot คือความเข้มข้นของสารพาโคลบิวทราโซล 4 ระดับ (500, 750, 1,000 และ 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร) และไกลโฟเซต 4 ระดับคือ (250, 500, 750 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร) เปรียบเทียบกับการไม่พ่นสาร บันทึกข้อมูลความสูง ความเขียวใบ ผลผลิต และเปอร์เซ็นต์แป้ง ซึ่งพบว่าการพ่นสารเมื่ออายุ 9 เดือนส่งผลให้มันสำปะหลังทั้งสองพันธุ์มีผลผลิตและเปอร์เซ็นต์แป้งสูงที่สุด แต่มีความสูงต้นน้อยที่สุด สำหรับการใช้ความเข้มข้นสารที่แตกต่างกัน พบว่าในพันธุ์ระยอง 72 มีผลผลิตสูงที่สุดเมื่อใช้พาโคลบิวทราโซล 500 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่พันธุ์ห้วยบง 80 ให้ผลผลิตสูง

เมื่อใช้พาโคลบิวทราโซล 500 และ 750 มิลลิกรัมต่อลิตร ผลการทดลองยังพบว่าการใช้สารพาโคลบิวทราโซล 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้พันธุ์ระยะยง 72 มีเปอร์เซ็นต์แบ่งสูงกว่าความเข้มข้นในระดับอื่นๆ และสูงกว่าการใช้ไกลโฟเซต แต่ในพันธุ์ห้วยบง 80 ไม่พบว่าเปอร์เซ็นต์แบ่งต่างกันเมื่อใช้กับความเข้มข้นสารต่างกัน

ตารางที่ 5 ผลของพาโคลบิวทราโซลและไกลโฟเซตต่อความสูงต้นที่เพิ่มขึ้น น้ำหนักหัวสด และเปอร์เซ็นต์แบ่งของมันสำปะหลังพันธุ์ระยะยง 72 และพันธุ์ห้วยบง 80 (ฤดูที่ 2)

Treatment	ความสูงที่เพิ่มขึ้น (ซม.)				น้ำหนักหัวสด (กก./ไร่)				เปอร์เซ็นต์แบ่ง (%)			
	ระยะยง 72		ห้วยบง 80		ระยะยง 72		ห้วยบง 80		ระยะยง 72		ห้วยบง 80	
	1 MAS ²	2 MAS	1 MAS ²	2 MAS	11 เดือน	12 เดือน	11 เดือน	12 เดือน	11 เดือน	12 เดือน	11 เดือน	12 เดือน
อายุมันสำปะหลัง (A)												
7 เดือน	19.8a	39.8a	19.0a	39.8a	5,349c	9,081c	4,969c	5,971c	27.3b	27.3c	27.3c	27.6c
8 เดือน	19.2b	39.2b	18.0b	39.1b	6,523b	9,533b	5,821b	6,542b	27.6a	27.7b	27.6b	27.9b
9 เดือน	18.9c	38.6c	17.4c	38.5c	6,899a	10,286a	6,358a	7,215a	27.9a	28.0a	28.1a	28.3a
สารควบคุมการเจริญเติบโต (B)												
ไม่พ่นสาร	21.4a	42.0a	21.5a	41.9a	5,587c	8,838e	5,136c	5,918f	26.8c	26.9c	26.6e	26.8e
พาโคลบิวทราโซล 500 มก./ลิตร	20.6b	40.5b	19.9b	40.7b	6,804a	10,380a	6,093a	7,095a	28.0a	28.1a	28.3a	28.5a
พาโคลบิวทราโซล 750 มก./ลิตร	20.1b	39.7bc	18.8c	39.9bc	6,505ab	10,053ab	6,064a	6,958a	27.9a	28.0a	28.1ab	28.3ab
พาโคลบิวทราโซล 1,000 มก./ลิตร	19.4c	38.9cd	17.2e	38.6de	6,412ab	9,740bc	5,760ab	6,831abc	27.8a	27.9a	28.0abc	28.1bc
พาโคลบิวทราโซล 1,500 มก./ลิตร	17.7e	37.3ef	15.8f	37.1f	6,169ab	9,534bcd	5,637b	6,695bcd	27.8a	27.8a	27.5cd	27.9cd
ไกลโฟเซต 250 มก./ลิตร	20.2b	40.2b	19.6b	40.0bc	6,448ab	9,935ab	5,808ab	6,635bcd	27.7ab	27.8ab	27.9abcd	28.3ab
ไกลโฟเซต 500 มก./ลิตร	19.4c	39.1c	18.0d	39.3cd	6,367ab	9,933ab	5,735ab	6,486cde	27.7ab	27.7ab	27.8bcd	28.0c
ไกลโฟเซต 500 มก./ลิตร	18.3d	38.1de	16.8e	38.0e	6,097bc	9,169cde	5,725ab	6,358de	27.5ab	27.6ab	27.5cd	27.9cd
ไกลโฟเซต 1,000 มก./ลิตร	16.6f	37.0f	15.5f	36.7f	5,933bc	9,119de	5,489bc	6,206ef	27.2bc	27.3bc	27.4d	27.7d
A	*	*	*	*	*	**	**	*	*	**	**	**
B	**	**	**	*	*	**	**	**	**	**	**	**
A x B	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	Ns
CV (%)	2.3	1.9	2.2	1.7	7.8	5.0	5.3	4.2	1.7	1.4	1.2	0.7

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ * = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 ** = มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.01

MAS = อายุเดือนหลังการพ่นสารควบคุมการเจริญเติบโต

ที่มา : ดัดแปลงจาก จาวภา และชนิดา (2562)

สรุป

การใส่สารควบคุมการเจริญเติบโตพาโคลบิวทราโซลนั้นสามารถใส่ได้ทั้งทางดิน โดยวิธีการราดโคนต้นมันสำปะหลัง โดยการราดครั้งเดียวที่อายุ 30 หรือ 90 หรือ 135 หรือ 210 วันหลังปลูก หรือราดหลายครั้ง ที่อายุ 90 วันหลังปลูก และ 135 วันหลังปลูก และวิธีการฉีดพ่นทางใบ จะพบการตอบสนองที่ดีเมื่อทำการฉีดพ่นทางใบในช่วงอายุ 8-9 เดือนหลังปลูก ในอัตรา 500 มิลลิกรัมต่อลิตร (ทั้งวิธีการราด และการฉีดพ่น) มีผลทำให้ความสูงของมันสำปะหลังลดลง น้ำหนักหัวต่อต้น และผลผลิตต่อไร่สูงสุด สามารถเพิ่มปริมาณเปอร์เซ็นต์แป้งได้ดีที่สุด

ดังนั้นการใช้สารพาโคลบิวทราโซลในการปลูกมันสำปะหลัง ควรเลือกวิธีการให้สารช่วงเวลา และอัตราที่เหมาะสม จะสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตและปริมาณแป้งของมันสำปะหลังได้ดีกว่าไม่ใช้สาร แต่การตอบสนองต่อสารนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์ของมันสำปะหลังด้วย

บรรณานุกรม

- จาวภา ศิริการ และ ชนิดา. 2562. ผลของอัตราสารควบคุมการเจริญเติบโตพาโคลบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโตผลผลิต และปริมาณแป้งของมันสำปะหลังที่ปลูกโดยอาศัยน้ำฝน. วารสารสำนักบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 27(2): 15-24.
- ชัยวัช ไชวเจริญสุข. 2563. อุตสาหกรรรมมันสำปะหลัง. (<https://www.krungsri.com/th>). 3 สิงหาคม 2564.
- ดวงกมล เดชดอน. 2562. ผลของสารพาโคลบิวทราโซลและไกลโฟเซต ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และ ปริมาณแป้งของมันสำปะหลัง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. นครราชสีมา.
- ปณิธิ ยองประยูร ภัคจี คงศีล ญัฐธิดา พุ่มมี และ ปัทมา ทองพิทักษ์. 2558. การเจริญเติบโตของ มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ในพื้นที่แล้งในจังหวัดกาญจนบุรี. ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53 ในวันที่ 3-6 กุมภาพันธ์ 2558 ณ กรุงเทพฯ. หน้า 523-530.
- มะลิวรรณ นาสี. 2557. ผลของเมพิควอทคลอไรด์ คลอร์มีควอทคลอไรด์ และพาโคลบิวทราโซลต่อ สรีระวิทยาการออกดอกของมะม่วงพันธุ์ดอกไม้สีทอง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.
- เลิศชัย จิตรอารี ปริญนันท์ สิทธิจินดาร์ และ วิกันยา ประทุมยศ. 2563. ผลของการพ่นพาโคลบิวทราโซลในทุเรียนระยะติดผลต่อการยับยั้งการแตกใบอ่อนและการเจริญเติบโตของผลทุเรียน. วารสารวิจัยไร่ไพพรรณี 14(3): 121-127.
- วัฒน์ วัฒนานนท์ อัจฉรา ลิมศิลา เพียงเพ็ญ ศรวัต และ โรนฮาร์ด เฮาเลอร์. 2551. การคัดเลือก พันธุ์สำปะหลังที่ให้ผลผลิตใบสูงใช้เป็นแหล่งโปรตีนสำหรับการผลิตอาหารสัตว์. วารสารวิชาการเกษตร 26(2): 117-129.
- สถาบันวิจัยพืชไร่. 2554. ดิน น้ำ และการจัดการปลูกมันสำปะหลัง. โครงการเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังโดยการกระจายพันธุ์ดี และการขยายท่อนพันธุ์สะอาด. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร: 24 หน้า.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2563. สารสนเทศเศรษฐกิจการเกษตรสินค้าปี 2563. (<https://www.oae.go.th/>). 3 สิงหาคม 2564.
- อรุณี พรหมคำบุตร บุปผา สิมมา และ อนันต์ พลธานี. 2557. อิทธิพลของสาร paclobutazol ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลัง. เกษตร 42(ฉบับพิเศษ 1): 485-492.
- โอภาส บุญเส็ง. 2550. การเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลัง เพื่อรองรับโรงงานผลิตเอทานอล. กสิกร 80(2): 14-20.

- Medina, R., Burgos (ex aequo), A., Difranco, V., Mroginski, L., and Cenóz, P. 2012. Effects of chlorocholine chloride and paclobutrazol on cassava (*Manihot esculenta* Crantz cv. Rocha) plant growth and tuberous root quality. *Agriscientia*. 209: 51–58.
- Polthanee, A., Manuta, P., and Sirikan, J. 2019. Effect of Paclobutrazol Application on Growth, Yield and Starch Content of Two Cassava Cultivars under Rainfed Condition of Northeastern, Thailand. *Indian Journal of Agricultural Research*. 53(6): 723-727.