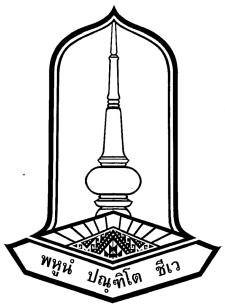


อิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อผลผลิตและคุณภาพของหัวมันสำปะหลัง

สงัด ปัญญาพฤกษ์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร
สิงหาคม 2557

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Mahasarakham University

อิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อผลผลิตและคุณภาพของหัวมันสำปะหลัง

สงัด ปัญญาพฤกษ์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร
สิงหาคม 2557

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Mahasarakham University

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ นายสงัด ปัญญาพฤกษ์ แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รศ.ดร.ศิริธร ศิริอมรพรรณ) (กรรมการบัณฑิตศึกษาประจำคณะ)

..... กรรมการ
(ดร.วรรทณา สินศิริ) (ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์)

..... กรรมการ
(ผศ.ดร.นริศ สินศิริ) (กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์)

..... กรรมการ
(ดร.พนิดา อริมัตสึ) (กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์)

..... กรรมการ
(ศ.ดร.อนันต์ พลธานี) (ผู้ทรงคุณวุฒิ)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

....
(รศ.ดร.อนุชิตา มุ่งงาม) (ศ.ดร.ประดิษฐ์ เทอดทูล)
คณบดีคณะเทคโนโลยี คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
วันที่ 8 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2557

Mahasarakham University

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลือจาก อาจารย์ ดร.วรรทณา สินศิริ ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นริศ สินศิริ กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.พนิดา อริมัตสึ กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริธร ศิริอมรพรรณ ประธานกรรมการสอบ และ ศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ พลธานี ผู้ทรงคุณวุฒิ

ขอขอบคุณคณาจารย์และบุคลากรคณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ขอขอบคุณคณะผู้บริหารและบุคลากรคณาจารย์คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ตลอดจนนักศึกษาร่วมรุ่นและนักศึกษาที่ให้ความอนุเคราะห์ในการปฏิบัติงานและดำเนินการวิจัย

ขอขอบคุณคณะลูกหลาน “จางวางเอกพระยาพฤติคุณธนะเชษ” เจ้าเมืองอำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่นทุกท่าน และสมาชิกครอบครัว “ปัญญาพฤกษ์” ทุกคน ที่คอยช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้ตลอดมา

ประโยชน์และคุณค่าจากงานวิจัยนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา-มารดา ครู-อาจารย์ ที่มีส่วนให้ชีวิตและปัญญาแก่ผู้วิจัยจนประสบผลสำเร็จ

สงัด ปัญญาพฤกษ์

Mahasarakham University

ชื่อเรื่อง อิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อผลผลิตและคุณภาพของหัวมันสำปะหลัง

ผู้วิจัย นายสงัด ปัญญาพฤกษ์

ปริญญา ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต **สาขาวิชา** เทคโนโลยีการเกษตร

กรรมการควบคุม อาจารย์ ดร.วรรทณา สินศิริ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นริศ สินศิริ

อาจารย์ ดร.พนิดา อริมัตสึ

มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2557

บทคัดย่อ

มันสำปะหลัง เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยทั้งในแง่ที่เป็นอาหารมนุษย์ อาหารสัตว์ พืชพลังงาน และการใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ การเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังให้เพียงพอกับความต้องการใช้ในประเทศและการส่งออก โดยมุ่งเน้นให้ความสำคัญการปรับปรุงพันธุ์และการจัดการสภาพแวดล้อม เพื่อเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ แนวทางหนึ่งที่เป็นแนวทางใหม่ ในการเพิ่มผลผลิตของมันสำปะหลังโดยการแก้ไขข้อจำกัดที่ถูกกำหนดโดยพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม คือ การนำเอาสารควบคุมการเจริญเติบโต (Plant Growth Regulator) มาใช้ในการจัดการเพื่อการควบคุมและเปลี่ยนแปลง การเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช

การวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ส่วนที่ 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของชนิด ระดับความเข้มข้นและอิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและคุณภาพของหัวมันสำปะหลัง วางแผนการทดลองแบบ 3X4 Factorial in RCBD จำนวน 4 ซ้ำมี 2 ปัจจัยคือ ปัจจัยที่ 1ใช้สาร Mepiquat chloride (MC) 3 อัตราได้แก่ 0,10 และ 20 ppm และปัจจัยที่ 2 ใช้สาร Paclobutrazol (PBZ) 4 อัตราได้แก่ 0,10,20 และ 30 ppm ผลการทดลองพบว่า สารควบคุมการเจริญเติบโตทั้ง 2 ชนิดยับยั้งการเจริญเติบโตด้านความสูงของมันสำปะหลังตั้งแต่อายุ 240 วันหลังปลูกเป็นต้นไป และการใส่ MC ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm ให้จำนวนหัว 11.43 และ 10.31 หัวต่อต้น และน้ำหนักสดหัว 5804.2 และ 6807.5 กรัมต่อต้นที่ช่วงอายุ 240 และ 280 วันหลังปลูกตามลำดับ และเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของราก และอัตราการเจริญเติบโตมันสำปะหลังเท่ากับ 26.75, 22.94 และ 7.68, 6.23 กรัม/ตรม./วัน ในช่วงอายุการเก็บผลผลิต 200-240 และ 240-280 วันหลังปลูก ตามลำดับ สูงกว่าตำรับการทดลองอื่น การใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm ให้จำนวนหัว 11.00 และ 9.67 หัวต่อต้น และน้ำหนักหัวสด 5083.3, 6491.7 กรัมต่อต้นที่ช่วงอายุ 240 และ 280

Mahasarakham University

วันหลังปลูกตามลำดับ และเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของราก และอัตราการเจริญเติบโตมันสำปะหลังเท่ากับ 29.34, 21.30 และ7.76, 9.16 กรัม/ตรม./วัน ในช่วงอายุการเก็บผลผลิต 200-240 และ 240-280 วันหลังปลูก ตามลำดับ สูงกว่าตำรับการทดลองอื่น และอิทธิพลร่วมของ MC ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm ร่วมกับ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm ให้อัตราการเจริญเติบโตของราก อัตราการเจริญเติบโตมันสำปะหลังในช่วงอายุการเก็บผลผลิต 200-240 วันหลังปลูกสูงสุด และให้น้ำหนักหัวสดสูงสุดที่อายุการเก็บผลผลิต 240 และ 280 วัน การใส่ MC และ PBZ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ของแป้งมันสำปะหลังแตกต่างกันซึ่งจะส่งผลดีต่ออุตสาหกรรมอาหารด้วย

ส่วนที่ 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาช่วงเวลาการใส่และระดับความเข้มข้นสารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตหัวมันสำปะหลัง วางแผนการทดลองแบบ 3 x 4 Factorial in RCBD จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วยปัจจัยที่ 1 ช่วงเวลาการใส่ Paclobutrazole (PBZ) ที่อายุ 90,150 และ 210 วันหลังปลูก และปัจจัยที่ 2 ระดับความเข้มข้นของ PBZ ที่ 0,10,20 และ 30 ppm ผลการทดลองพบว่า การใส่สาร PBZ ที่ช่วงเวลาหลังปลูกต่างกันมีผลทำให้ความสูงของมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันทางสถิติทุกอายุการเก็บเกี่ยว การใส่สาร PBZ ที่ 90 วันหลังปลูก ให้ความสูงต่ำที่สุด การใส่สารPBZ ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันมีผลทำให้ความสูงของมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันทางสถิติที่อายุ 200, 240 และ 280 วันหลังปลูก การใส่สาร PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm ทำให้ความสูงของมันสำปะหลังต่ำสุด และในการเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลังที่อายุ 240 วัน พบว่า การใส่ PBZ ที่ 90 วันหลังปลูกจะให้ผลผลิตน้ำหนักหัวสด 5279.2 กรัม/ต้น สูงกว่าตำรับการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm จะให้น้ำหนักหัวสดสูงสุด ที่ 5172.2 กรัม/ต้น

ส่วนที่ 3 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดของสารควบคุมการเจริญเติบโตและระยะเวลาการเก็บผลผลิตต่อการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง วางแผนการทดลองแบบ 4 x 4 Factorial in RCBD จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วยปัจจัยที่ 1 ตำรับทดลองควบคุม และการใส่ PBZ, MC, PBZ+MC ที่ 10 ppm และปัจจัยที่ 2 การเก็บผลผลิตที่อายุ 8, 9, 10 และ11 เดือน พบว่าการเก็บผลผลิตมันสำประหลังที่อายุ 9 เดือนตำรับทดลองที่ใส่ PBZ จะให้ผลผลิตหัวสดสูงสุดที่ 3835 กรัมต่อต้น การเก็บผลผลิตที่อายุ 8 เดือน จะให้ปริมาณแป้งในหัวสดสูงสุดที่ 31.40 % และตำรับทดลองที่ใส่ PBZ+MC และเก็บผลผลิตที่อายุ 8 เดือน จะให้ปริมาณแป้งในหัวสดสูงสุด 37.5%

คำสำคัญ : มันสำปะหลังสารควบคุมการเจริญเติบโต, อัตราการเจริญเติบโตของพืช, ดัชนีเก็บเกี่ยว, คุณภาพหัว

Mahasarakham University

TITLE Effect of Plant Growth Regulators on Tuber Yield and Quality of Cassava

AUTHOR Mr. Sa-ngad Panyapruek

DEGREE Doctor of Philosophy **MAJOR** Agricultural Technology

COMMITTEE Dr.Wattana Sinsiri

Asst. Prof. Dr.Narit Sinsiri

Dr.Panida Arimatsu

UNIVERSITY Mahasarakham University **YEAR** 2014

ABSTRACT

Cassava is an important economic crop of Thailand. It used for human food, animal feed, energy crop and others. With high demand of cassava using in the country and for export, an increasing yield per unit of land area by focus on genetic improvement and crop management have been practiced. The new method is possibly to increase the tuber yield by using plant growth regulator for control crop growth and development. This research divided into three parts. The first part was to study the effect of different types of plant growth regulator on growth, tuber yield and tuber quality. A field experiment of 3X4 Factorial in RCBD with 4 replications was used in this study. The factor A of two types of plant growth regulator; mepiquat chloride (MC) and Paclobutrazol (PBZ), and the factor B of four concentrations level; 0, 10, 20 and 30 ppm were assigned in this study. The results found that two types of plant growth regulator inhibited plant height of cassava beginning at 240 days after planting (DAP). MC applied at 10 ppm gave the maximum number of tuber 11.43 and 10.31 tuber/plant, and tuber fresh weight 5804.2 and 6807.5 gm per plant at 240 and 280 DAP, respectively. The tuber growth rate and crop growth rate increased by 26.75, 22.94 and 7.68, 6.23 gm/m^2/day during period 200-240 and 240-280 DAP, respectively. PBZ applied at 10 ppm gave the maximum number of tuber 11.00 and 9.67 tuber/plant, and tuber fresh weight 5083.3, 6491.7 gm/plant at 240 and 280 DAP, respectively. PBZ applied at 10 ppm increased tuber growth rate and crop growth rate 29.34, 21.30 and 7.7, 9.16 gm/m^2/day during the period 200-240 and 240-280 DAP, respectively. For MC combined with PBZ treatment, MC applied at rate of 10 ppm combined with PBZ at rate of 10 ppm provided the

Mahasarakham University

maximum tuber growth rate and crop growth rate during the period 200-240 DAP. MC combined with PBZ produced the highest tuber fresh weight at harvest 240 and 280 DAP. The application of combining two types of plant growth regulator improved different physic-chemical properties of the starch, providing various advantage for food industry.

The second part was to investigate the application time and plant growth regulator concentration on growth and tuber yield of cassava. The field experiment, 3x4 Factorial in RCBD with four replications was used in this study. The factor A of timing PBZ application; 90, 150 and 210 DAP, and the factor B of PBZ concentration; 0, 10, 20 and 30 ppm were assigned in this study. The results showed that PBZ applied at different timing was significantly affected on plant height for all harvest dates. The PBZ applied at 90 DAP gave the lowest in plant height. The PBZ applied at different concentration showed any significant difference on plant height at 200, 240 and 280 DAP. The PBZ applied at 20 ppm gave the minimum in plant height. At 240 DAP, PBZ applied at 90 DAP produced the maximum tuber fresh weight 5279.2 gm/plant. PBZ applied at rate of 10 ppm gave the highest tuber fresh weight 5172.2 gm/plant.

The third part was to investigate the effect of plant growth regulator types and harvesting time on growth and yield of cassava. The field experiment, 4x4 Factorial in RCBD, with four replications was used in this study. The factor A of plant growth regulator types; PBZ, MC, PBZxMC at 10 ppm and control; and the factor B of harvesting time 8, 9, 10 and 11 months after planting (MAP) were assigned in this study. The results found that PBZ applied at 9 MAP gave the maximum tuber yield 3835 gm/plant. The cassava harvested at 8 MAP provided the maximum starch content 31.40%. The application of combining PBZ and MC at 10 ppm gave the highest starch content 37.5% at 8 MAP.

Keywords : cassava, plant growth regulator, crop growth rate, harvest index, tuber quality

Mahasarakham University

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญภาพประกอบ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ภูมิหลัง	1
1.2 ความมุ่งหมายของงานวิจัย	3
1.3 สมมุติฐานของการวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับของการวิจัย	4
1.5 ขอบเขตของการวิจัย	4
บทที่ 2 ปริทัศน์เอกสารข้อมูล	6
2.1 มันสำปะหลัง	6
2.2 การจำแนกพันธุ์	6
2.3 การเจริญเติบโตและพัฒนาการของมันสำปะหลัง	9
2.4 ปัญหาที่สำคัญในการผลิตมันสำปะหลังของประเทศไทย	10
2.5 ปัจจัยที่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลัง	11
2.6 การเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังโดยการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต	17
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	25
3.1 การศึกษาที่ 1 ศึกษาชนิด ระดับความเข้มข้น และอิทธิพลร่วมของ สารควบคุมการเจริญเติบโต (plant growth regulators) ที่มีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของผลผลิตของมันสำปะหลัง	25
3.2 การศึกษาที่ 2 ศึกษาระดับความเข้มข้นและช่วงเวลาการใส่สารควบคุม การเจริญเติบโต ที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของมันสำปะหลัง	28

Mahasarakham University

หน้า

3.3 การศึกษาที่ 3 ศึกษาระยะเวลาการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง ที่ได้รับชนิดสารควบคุมการเจริญเติบโตที่ระดับความเข้มข้น ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลัง 30
บทที่ 4 ผลการวิจัย 32
4.1 การศึกษาที่ 1 ศึกษาชนิด ระดับความเข้มข้นและอิทธิพลร่วมของ สารควบคุมการเจริญเติบโต (plant growth regulators) ที่มีต่อการ เจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของผลผลิตของมันสำปะหลัง 32
4.2 การศึกษาที่ 2 ศึกษาระดับความเข้มข้นและช่วงเวลาการใส่สารควบคุม การเจริญเติบโต ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลัง 80
4.3 การศึกษาที่ 3 ศึกษาระยะเวลาการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่ได้รับชนิด สารควบคุมการเจริญเติบโตที่ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการ เจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลัง 116
บทที่ 5 อภิปรายผลการศึกษา 129
บทที่ 6 สรุปผล และข้อเสนอแนะ 134
6.1 สรุปผล 134
6.2 ข้อเสนอแนะ 137
เอกสารอ้างอิง 138
ประวัติย่อผู้วิจัย 145

Mahasarakham University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ผลของชนิด ระดับความเข้มข้น และอิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโต (plant growth regulators) ที่มีต่อการเจริญเติบโตด้านความสูง (เซนติเมตร) ของมันสำปะหลัง 34
ตารางที่ 2 ผลของชนิด ระดับความเข้มข้นและอิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโต (plant growth regulators) ที่มีต่อการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักสดส่วนเหนือดินทั้งหมด (กรัมต่อต้น) ของมันสำปะหลัง 39
ตารางที่ 3 ผลของชนิด ระดับความเข้มข้นและอิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโต (plant growth regulators) ที่มีต่อการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักสดส่วนเหนือดินทั้งหมด (กรัมต่อต้น) ของมันสำปะหลัง 43
ตารางที่ 4 ผลของชนิด ระดับความเข้มข้นและอิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโต (plant growth regulators) ที่มีต่ออัตราการเจริญเติบโตของราก (Root growth rate) (กรัม/ตรม./วัน) ของมันสำปะหลัง 47
ตารางที่ 5 ผลของชนิด ระดับความเข้มข้นและอิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโต (plant growth regulators) ที่มีต่ออัตราการเจริญเติบโต (crop growth rate) (กรัม/ตรม./วัน) ของมันสำปะหลัง 52
ตารางที่ 6 ผลของชนิด ระดับความเข้มข้นและอิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโต (plant growth regulators) ที่มีต่ออัตราการเจริญเติบโตของราก (root growth rate) (กรัม/ตรม./วัน) ของมันสำปะหลัง 58
ตารางที่ 7 ผลของชนิด ระดับความเข้มข้นและอิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโต (plant growth regulators) ที่มีต่อดัชนีเก็บเกี่ยว (Harvest index;HI) ของมันสำปะหลัง 63
ตารางที่ 8 ผลของชนิด ระดับความเข้มข้นและอิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโต (plant growth regulators) ต่อดัชนีพื้นที่ใบ (leaf area index; LAI) ของมันสำปะหลัง 67
ตารางที่ 9 ผลของชนิด ระดับความเข้มข้นและอิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโต (plant growth regulators) ต่อคุณภาพผลผลิตของมันสำปะหลัง 74

Mahasarakham University

หน้า

ตารางที่ 10 ผลของชนิด ระดับความเข้มข้นและอิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโต (plant growth regulators) ที่มีต่อคุณภาพผลผลิตของมันสำปะหลัง 79
ตารางที่ 11 ผลของช่วงเวลาการใส่และระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต paclobutrazol (PBZ) ต่อการเจริญเติบโตด้านความสูง (stem length ; เซนติเมตร) ของมันสำปะหลัง 71
ตารางที่ 12 ผลของช่วงเวลาการใส่และระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต paclobutrazol (PBZ) ต่อการเจริญเติบโตด้านจำนวนหัวต่อต้น (root number per plant) ของมันสำปะหลัง 86
ตารางที่ 13 ผลของช่วงเวลาการใส่และระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต paclobutrazol (PBZ) ต่อการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักสดหัวต่อต้น (root fresh weight) ของมันสำปะหลัง 90
ตารางที่ 14 ผลของช่วงเวลาการใส่และระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต paclobutrazol (PBZ) ต่อดัชนีพื้นที่ใบ (leaf area index; LAI) ของมันสำปะหลัง 94
ตารางที่ 15 ผลของช่วงเวลาการใส่และระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต paclobutrazol (PBZ) ต่อการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักสดรวม (Total biomass fresh Weight) ของมันสำปะหลัง 98
ตารางที่ 16 ผลของช่วงเวลาการใส่และระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต paclobutrazol (PBZ) ต่อการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักแห้งรวมต่อต้น (total biomass dry weight) ของมันสำปะหลัง 104
ตารางที่ 17 ผลของช่วงเวลาการใส่และระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต paclobutrazol (PBZ) ต่อดัชนีการเก็บเกี่ยว (harvest index; HI) 106
ตารางที่ 18 ผลของช่วงเวลาการใส่และระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต paclobutrazol (PBZ) ต่ออัตราการเจริญเติบโต (crop growth rate; CGR) ของมันสำปะหลัง 110
ตารางที่ 19 ผลของช่วงเวลาการใส่และระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต paclobutrazol (PBZ) ต่ออัตราการเจริญเติบโตของราก (root growth rate ; RGR) และปริมาณแป้งในหัวสด (starch content ; %) ของมันสำปะหลัง 114

Mahasarakham University

หน้า

ตารางที่ 20 ผลของชนิดสารควบคุมการเจริญเติบโตและช่วงเวลาการเก็บผลผลิตของมันสำปะหลังต่อการเจริญเติบโตด้านความสูง (stem length ; เซนติเมตร) น้ำหนักสดส่วนเหนือดิน (shoot biomass fresh weight ; กรัมต่อต้น) น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน (shoot biomass dry weight ; กรัมต่อต้น) และดัชนีพื้นที่ใบ (leaf area index ; LAI) 119

ตารางที่ 21 ผลของชนิดสารควบคุมการเจริญเติบโตและช่วงเวลาการเก็บผลผลิตของมันสำปะหลังต่อการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักหัวสด (tuber fresh weight ; กรัมต่อต้น) น้ำหนักแห้งหัว (tuber dry weight ; กรัมต่อต้น) และปริมาณแป้งในหัวสด (% starch countents) 126

Mahasarakham University

สารบัญภาพประกอบ

หน้า

ภาพที่ 1 อิทธิพลของ cytokinin ในการควบคุม sink strength 23
ภาพที่ 2 (A) ผลของ MC ต่อการเจริญเติบโตด้านความสูง (ซม.) ของมันสำปะหลัง ในช่วงอายุต่างๆ 35
ภาพที่ 2 (B) ผลของ PBZ ต่อการเจริญเติบโตด้านความสูง (ซม.) ของมันสำปะหลัง ในช่วงอายุต่างๆ 35
ภาพที่ 2 (C) อิทธิพลร่วมของ MC และ PBZ ต่อการเจริญเติบโตด้านความสูง (ซม.) ของมันสำปะหลังในช่วงอายุต่างๆ 35
ภาพที่ 3 อิทธิพลร่วมของ mepiquat chloride (MC) และ paclobutrazol (PBZ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อความสูงของมันสำปะหลังที่ช่วงอายุการเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน 37
ภาพที่ 4 อิทธิพลร่วมของ mepiquat chloride (MC) และ paclobutrazol (PBZ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อน้ำหนักสดส่วนเหนือดินของมันสำปะหลัง ที่ช่วงอายุการเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน 41
ภาพที่ 5 อิทธิพลร่วมของ mepiquat chloride (MC) และ paclobutrazol (PBZ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อจำนวนหัวต่อต้นของมันสำปะหลังที่ช่วงอายุการเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน 45
ภาพที่ 6 อิทธิพลร่วมของ mepiquat chloride (MC) และ paclobutrazol (PBZ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อน้ำหนักสดหัวต่อต้นของมันสำปะหลังที่ช่วงอายุการเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน 49
ภาพที่ 7 (A) ผลของ MC ต่ออัตราการเจริญเติบโต (กรัม/ตารางเมตร/วัน) ของมันสำปะหลัง ในช่วงอายุต่างๆ 53
ภาพที่ 7 (B) ผลของ PBZ ต่ออัตราการเจริญเติบโต (กรัม/ตารางเมตร/วัน) ของมันสำปะหลัง ในช่วงอายุต่างๆ 53
ภาพที่ 7 (C) อิทธิพลร่วมของ MC และ PBZ ต่ออัตราการเจริญเติบโต (กรัม/ตารางเมตร/วัน) ของมันสำปะหลังในช่วงอายุต่างๆ 54
ภาพที่ 8 อิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโต (plant growth regulators) ต่ออัตราการเจริญเติบโต (crop growth rate) (กรัม/ตรม./วัน) ของมันสำปะหลัง 56

Mahasarakham University

หน้า

ภาพที่ 9 (A) ผลของ MC ต่ออัตราการเจริญเติบโตของราก (กรัม/ตารางเมตร/วัน) ของมันสำปะหลังในช่วงอายุต่างๆ 59
ภาพที่ 9 (B) ผลของ PBZ ต่ออัตราการเจริญเติบโตของราก (กรัม/ตารางเมตร/วัน) ของมันสำปะหลังในช่วงอายุต่างๆ 59
ภาพที่ 9 (C) อิทธิพลร่วมของ MC และ PBZ ต่ออัตราการเจริญเติบโตของราก (กรัม/ตารางเมตร/วัน) ของมันสำปะหลังในช่วงอายุต่างๆ 60
ภาพที่ 10 อิทธิพลร่วมของ mepiquat chloride (MC) และ paclobutrazol (PBZ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่ออัตราการเจริญเติบโตของรากมันสำปะหลังที่ช่วงอายุการเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน 61
ภาพที่ 11 อิทธิพลร่วมของ mepiquat chloride (MC) และ paclobutrazol (PBZ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อดัชนีเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลังที่อายุ 280 วันหลังปลูก 65
ภาพที่ 12 อิทธิพลร่วมของ mepiquat chloride (MC) และ paclobutrazol (PBZ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อดัชนีพื้นที่ใบของมันสำปะหลังที่ช่วงอายุการเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน 69
ภาพที่ 13 อิทธิพลร่วมของ mepiquat chloride(MC) และ paclobutrazol (PBZ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อการละลายของแป้งมันสำปะหลังที่อายุ 280 วันหลังปลูก 70
ภาพที่ 14 อิทธิพลร่วมของ mepiquat chloride (MC) และ paclobutrazol (PBZ) ที่ระดับความเข้มข้น ต่างๆ ต่อค่าอุณหภูมิที่ทำให้แป้งเริ่มพองตัวหรือเริ่มมีความหนืด 71
ภาพที่ 15 อิทธิพลร่วมของ mepiquat chloride (MC) และ paclobutrazol (PBZ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อความหนืดสูงสุดของแป้งมันสำปะหลังที่อายุ 280 วันหลังปลูก 72
ภาพที่ 16 อิทธิพลร่วมของ mepiquat chloride (MC) และ paclobutrazol (PBZ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อค่าความหนืดต่ำสุดของแป้งมันสำปะหลังที่อายุ 280 วันหลังปลูก 73

Mahasarakham University

หน้า

ภาพที่ 17 อิทธิพลร่วมของ mepiquat chloride (MC) และ paclobutrazol (PBZ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อค่าความหนืดสุดท้ายของแป้งมันสำปะหลัง ที่อายุ 280 วันหลังปลูก 75
ภาพที่ 18 อิทธิพลร่วมของ mepiquat chloride (MC) และ paclobutrazol (PBZ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อค่าความหนืดเมื่อแป้งยุบตัวของมันสำปะหลัง ที่อายุ 280 วันหลังปลูก 76
ภาพที่ 19 อิทธิพลร่วมของ mepiquat chloride (MC) และ paclobutrazol (PBZ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อค่าความหนืดเมื่อแป้งคืนตัวของแป้งมันสำปะหลัง ที่อายุ 280 วันหลังปลูก 77
ภาพที่ 20 อิทธิพลร่วมของ mepiquat chloride (MC) และ paclobutrazol (PBZ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อปริมาณแป้งในหัวสดของมันสำปะหลัง ที่อายุ 280 วันหลังปลูก 78
ภาพที่ 21 (A)ผลของช่วงเวลาการใส่ PBZ ต่อความสูงต้น (ซม.) ของมันสำปะหลัง 82
ภาพที่ 21 (B)ผลของระดับความเข้มข้นของ PBZ ต่อความสูงต้น (ซม.) ของมันสำปะหลัง 82
ภาพที่ 22 อิทธิพลร่วมของช่วงเวลาการใส่และระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต paclobutrazol (PBZ) ต่อการเจริญเติบโตด้านความสูงของมันสำปะหลัง 84
ภาพที่ 23 อิทธิพลร่วมของช่วงเวลาการใส่และระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต paclobutrazol (PBZ) ต่อจำนวนหัวต่อต้นของมันสำปะหลัง 88
ภาพที่ 24 อิทธิพลร่วมของช่วงเวลาการใส่และระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต paclobutrazol (PBZ) ต่อการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักสดหัว (กรัมต่อต้น) ของมันสำปะหลัง 92
ภาพที่ 25 อิทธิพลร่วมของช่วงเวลาการใส่และระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต paclobutrazol (PBZ) ต่อดัชนีพื้นที่ใบของมันสำปะหลัง 96
ภาพที่ 26 อิทธิพลร่วมของช่วงเวลาการใส่และระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต paclobutrazol (PBZ) ด้านน้ำหนักสดรวม (กรัมต่อต้น) ของมันสำปะหลัง 100

Mahasarakham University

หน้า

ภาพที่ 27 อิทธิพลร่วมของช่วงเวลาการใส่และระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต paclobutrazol (PBZ) ด้านน้ำหนักแห้งรวม (กรัมต่อต้น) ของมันสำปะหลัง 103
ภาพที่ 28 อิทธิพลร่วมของช่วงเวลาการใส่และระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต paclobutrazol (PBZ) ต่อดัชนีเก็บเกี่ยวของ มันสำปะหลัง 108
ภาพที่ 29 อิทธิพลร่วมของช่วงเวลาการใส่และระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต paclobutrazol (PBZ) ต่ออัตราการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง 112
ภาพที่ 30 อิทธิพลร่วมของช่วงเวลาการใส่และระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต paclobutrazol (PBZ) ต่ออัตราการเจริญเติบโตของรากมันสำปะหลัง 116
ภาพที่ 31 (A)ชนิดขอควบคุมการเจริญเติบโตต่อความสูงต้นของมันสำปะหลัง (ซม.) 117
ภาพที่ 31 (B)อิทธิพลของช่วงเวลาการเก็บผลผลิตต่อความสูงของมันสำปะหลัง (ซม.) 117
ภาพที่ 31 (C)อิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโตและช่วงเวลาการเก็บผลผลิตต่อความสูงมันสำปะหลัง (ซม.) 120
ภาพที่ 32 อิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโตและช่วงเวลาการเก็บผลผลิตต่อน้ำหนักสดส่วนเหนือดิน (กรัมต่อต้น) ของมันสำปะหลัง 121
ภาพที่ 33 อิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโตและช่วงเวลาการเก็บผลผลิตต่อน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน (กรัมต่อต้น) ของมันสำปะหลัง 122
ภาพที่ 34 อิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโตและช่วงเวลาการเก็บผลผลิตต่อค่าดัชนีพื้นที่ใบของมันสำปะหลัง 123
ภาพที่ 35 อิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโตและช่วงเวลาการเก็บผลผลิตต่อน้ำหนักหัวสด (กรัมต่อต้น) ของมันสำปะหลัง 124
ภาพที่ 36 อิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโตและช่วงเวลาการเก็บผลผลิตต่อน้ำหนักแห้งหัว (กรัมต่อต้น) ของมันสำปะหลัง 127
ภาพที่ 37 อิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโตและช่วงเวลาการเก็บผลผลิตต่อปริมาณแป้งในหัวสด (%) ของมันสำปะหลัง 128

Mahasarakham University

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ภูมิหลัง

มันสำปะหลัง (*Manihot esculenta* Crantz.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ มีชื่อสามัญหลายภาษา เช่น cassava, yucca, mandioca, manioc หรือ tapioca จัดเป็นพืชหัวชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญในแง่ทั้งที่เป็นอาหารมนุษย์ อาหารสัตว์ พืชพลังงาน และการใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ (Bottema and Henry, 1990) มีถิ่นกำเนิดในเขตประเทศลาตินอเมริกา ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง (*Manihot esculenta* Crantz.) ทั้งประเทศประมาณ 7.91 ล้านไร่ ให้ผลผลิตมันสำปะหลังหัวสด 26.60 ล้านตันต่อปี ผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 3.36 ตันต่อไร่ มีปริมาณผลผลิตเป็นลำดับที่ 4 ของโลก รองจากประเทศไนจีเรีย บราซิลและอินโดนีเซีย ปริมาณผลผลิตใช้ในประเทศเพียง 25% และส่งออกถึง 75% การส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังของประเทศไทยเป็นอันดับ 1 ของโลก โดยมีส่วนแบ่งการตลาดของโลกถึง 79.56% (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) จากแนวโน้มความต้องการใช้มันสำปะหลังในอุตสาหกรรมต่อเนื่องสูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากวิกฤติพลังงานของโลกที่ผ่านมาทุกประเทศทั่วโลกมุ่งเน้นการผลิตพลังงานทดแทนจากพืชมากขึ้น การผลิตพลังงานทดแทนจากมันสำปะหลังเป็นแนวทางหนึ่งที่รัฐบาลไทยให้ความสำคัญ โดยในปัจจุบันรัฐบาลได้อนุมัติสร้างโรงงานผลิตเอทานอลถึง 49 โรงงาน มีกำลังการผลิตรวมกันทั้งสิ้น 11 ล้านลิตรต่อวัน เมื่อทุกโรงงานดำเนินการผลิตจะก่อให้เกิดความต้องการผลผลิตมันสำปะหลังสดถึง 15 ล้านตันต่อปี ประกอบกับสาธารณรัฐประชาชนจีนมีการขยายอุตสาหกรรมผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังมากขึ้น และการนำข้าวโพดไปผลิตเอทานอล เพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนในประเทศสหรัฐอเมริกาและยุโรป ทำให้มีความต้องการมันสำปะหลังเพื่อไปทดแทนข้าวโพดในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ และในปัจจุบันมันสำปะหลังเป็นพืชอาหารหลักที่สำคัญต่อความมั่นคงด้านอาหารของประชากรในทวีปแอฟริกา ซึ่งจากสถิติการส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังในปี 2555 มีมากถึง 7.8 ล้านตัน เปรียบเทียบเท่ากับหัวมันสำปะหลังสด 25 ล้านตัน รวมถึงความต้องการการใช้มันสำปะหลังในการผลิตอาหารสัตว์ภายในประเทศประมาณ 10 ล้านตัน และสัญญาการส่งออกมันอัดเม็ดแข็งกับสหภาพยุโรปปีละ 5.25 ล้านตัน เท่ากับหัวมันสำปะหลังสด 12.75 ล้านตัน ดังนั้น ความต้องการทั้งในและต่างประเทศมีแนวโน้มว่าจะมีมากกว่า 40 ล้านตันต่อปี

Mahasarakham University

การเพิ่มปริมาณผลผลิตมันสำปะหลังให้เพียงพอกับความต้องการใช้ในประเทศและการส่งออก มุ่งให้ความสำคัญที่การปรับปรุงพันธุ์และการจัดการสิ่งแวดล้อม เพื่อเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ เนื่องจากข้อจำกัดในการขยายพื้นที่ปลูก ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อการเพาะปลูกพืชอาหารอื่นๆ โดยผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของมันสำปะหลังของไทยยังอยู่ในระดับที่ต่ำ สาเหตุสำคัญพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง มีความอุดมสมบูรณ์ ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณธาตุอาหารหลัก (N-P-K) และดินมีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ โดยเฉพาะพื้นที่ปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นพื้นที่เพาะปลูกมากที่สุดในประเทศ

ดังนั้น แนวทางในการเพิ่มผลผลิตสำปะหลังต่อพื้นที่ให้สูงขึ้น ให้เพียงพอกับความต้องการใช้ที่มีเพิ่มขึ้นในอนาคต จึงมีความสำคัญในการผลิตมันสำปะหลัง โดยทั่วไปการเจริญเติบโตและผลผลิตมันสำปะหลังจะถูกกำหนดด้วยปัจจัยที่สำคัญ 2 อย่างคือ พันธุ์และสภาพแวดล้อม องค์ประกอบของผลผลิตที่มีบทบาทสำคัญในการเพิ่มผลผลิต คือ จำนวนราก (root number) และขนาดของราก (root size) โดยจำนวนรากหรือจำนวนหัว มีผลต่อผลผลิตหัวสดมันสำปะหลังถึง 65% ในขณะที่หัวขนาดใหญ่ (large size root) มีผลต่อผลผลิต 27% (Aina *et al*., 2007) ซึ่งพฤกษศาสตร์ของมันสำปะหลังจะมีรากฝอยมากกว่า 50 ราก และรากฝอยจะพัฒนาไปเป็นรากสะสมอาหารได้มากน้อยขึ้นอยู่กับการเคลื่อนย้ายน้ำตาลและสภาพแวดล้อม (โอภาษ บุญเส็ง, 2551)

อย่างไรก็ตามแนวทางหนึ่งที่เปิดโอกาสใหม่ๆ ในการเพิ่มผลผลิตของมันสำปะหลังโดยการแก้ไขอุปสรรคที่ถูกกำหนดโดยพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม (Gomathinayagam *et al*., 2007) คือ การนำเอาสารควบคุมการเจริญเติบโต (Plant Growth Regulator) มาใช้ในการผลิตพืช เพื่อการควบคุมและเปลี่ยนแปลง การเจริญเติบโตและพัฒนาการ รวมทั้งคุณภาพและปริมาณผลผลิตของพืช มีการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตในพืชกันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะไม้ผลและไม้ดอก การศึกษาในมันสำปะหลังพบว่า การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกลุ่ม Triazole คือ triadimefon (TDM) และ hexaconazole (HEX) สามารถเพิ่มผลผลิตและเปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังได้ (Gomathinayagam *et al*., 2007) เนื่องจากมันสำปะหลังเป็นพืชอายุยาว มีพัฒนาการเจริญเติบโตในแต่ละระยะแตกต่างกันการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตในระยะที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะระยะที่มันสำปะหลังเริ่มสะสมแป้งและอัตราในการใช้สารแตกต่างกัน จึงน่าจะเป็นแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้สารควบคุมการเจริญเติบ

ประกอบกับสาร pacobutrazole เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตที่เกษตรกรนิยมใช้เพิ่มผลผลิตในพืชพวกไม้ผลนอกฤดูกาล มีจำหน่ายโดยทั่วไปและราคาไม่แพง รวมทั้ง Paclobutrazol ($C_{15}H_{20}ClN_3O$) ยังเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตที่ ทำให้พืชทนทานต่อสภาวะความแห้งแล้ง และทนทานต่อการเข้าทำลายของเชื้อราและแบคทีเรียด้วย นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้สาร CPPU (N-(2-chloro-4-pyridyl)-N'- urea และสาร paclobutrazol (PP333) มีผลทำให้มันสำปะหลังมีผลผลิตเพิ่มขึ้น

Mahasarakham University

และมีปริมาณแป้งเพิ่มมากขึ้นมันสำปะหลังที่ไม่ได้รับสารโดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้สาร CPPU ที่ฉีดสเปร์ยพร้อมการให้น้ำในพันธ์Nanzhi199สามารถทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 105.22 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณแป้งเพิ่มขึ้น 36.49% เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ได้รับสารเช่นเดียวกับการให้ PP333 ทางใบแก่มันสำปะหลังพันธุ์ Nanzhi199สามารถทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นสูงกว่าไม่ใช้สารเท่ากับ 7.2 เปอร์เซ็นต์ แต่พันธุ์ GR911 สามารถเพิ่มปริมาณแป้งสูงกว่าไม่ใช้สารถึง 44.72 เปอร์เซ็นต์ (Quing-song and Xiao-hui, 2011) ดังนั้น การศึกษานี้จึงมุ่งที่ศึกษาถึงอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อผลผลิตและคุณภาพของหัวมันสำปะหลังสายพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ในชุดดินยโสธร

1.2 ความมุ่งหมายของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาชนิด ระดับความเข้มข้น และอิทธิพลร่วมระหว่างสารควบคุมการเจริญเติบโต (plant growth regulators) ที่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิต และคุณภาพของผลผลิตมันสำปะหลัง
2. เพื่อศึกษาระดับความเข้มข้น ระยะเวลาการใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต (plant growth regulators) ที่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลัง
3. เพื่อศึกษาอายุการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังหลังจากที่ได้รับสารควบคุมการเจริญเติบโต (plant growth regulators) ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการเพิ่มผลผลิต ผลผลิตมันสำปะหลัง

1.3 สมมุติฐานของการวิจัย

1. ชนิด ระดับความเข้มข้น ของสารควบคุมการเจริญเติบโต (plant growth regulators) แตกต่างกันมีผลต่อการเพิ่มผลผลิต และคุณภาพของผลผลิตมันสำปะหลังได้แตกต่างกัน
2. ระดับความเข้มข้น ระยะเวลาการใส่สารควบคุมการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันที่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังได้แตกต่างกัน
3. อายุการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่แตกต่างกัน หลังจากที่ได้รับสารควบคุมการเจริญเติบโตที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาที่เหมาะสมมีผลต่อการเพิ่มผลผลิตของผลผลิตมันสำปะหลังได้แตกต่างกัน

Mahasarakham University

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับของการวิจัย

1. ทราบถึงอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโต มีผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของผลผลิตของมันสำปะหลัง

2. ทราบถึงชนิด และระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของผลผลิตของมันสำปะหลัง

3. เป็นเทคโนโลยีใหม่ในการพัฒนาการเพิ่มผลผลิต และคุณภาพของผลผลิตของมันสำปะหลังต่อพื้นที่

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

ในการทำการวิจัยครั้งนี้ ทำการศึกษาโดยใช้ชนิดและระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต 2 ชนิดที่นิยมใช้ของเกษตรกรโดยทั่วไปคือ Paclobutrazol และ Mepiquat chloride ที่มีผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลผลิตของมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และทำการศึกษาในสภาพไร่และเรือนทดลอง

1. มันสำปะหลัง (*Manihot esculenta* Crantz.) มันสำปะหลัง ในภาษาไทยเคยเรียกว่า มันไม้ มันสำโรง หรือมันสำปะหลัง แต่ปัจจุบันนิยมเรียกว่ามันสำปะหลัง มีชื่อสามัญว่า cassava manihot manioc tapical tapioca อเมริกาใต้ เรียกว่า yucca ภาษาโปรตุเกสในบราซิล เรียกว่า mandioca และแถบแอฟริกาที่พูดภาษาฝรั่งเศส เรียกว่า manioc นักวิทยาศาสตร์ได้จัดมันสำปะหลังไว้เป็นหมวดหมู่ดังนี้ Division Tracheophyta, Class Dicotyledonae, Order Ceraniales, Family Euphobiaceae, Genus Manihot และ Species esculenta Crantz ส่วนชื่อ M. utilissima Pohl. เป็นชื่อเดิมซึ่งปัจจุบันไม่นิยมใช้

2. Paclobutrazol ($C_{15}H_{20}ClN_3O$) จัดเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มีคุณสมบัติเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช (Growth retardant) และเป็นสารควบคุมเชื้อราในกลุ่ม triazol มีคุณสมบัติยับยั้งการสังเคราะห์ gibberrellin มีผลทำให้ vegetative growth ของพืชลดลง ส่งเสริมการออกดอก และเพิ่มปริมาณดอกของไม้ผล เช่น มะม่วง หรือไม้ยืนต้น เช่น ยูคาลิปตัส และกระตุ้นการเจริญเติบโตของราก ลดความยาวของลำต้น และเพิ่มความหนาของลำต้น ในมะเขือเทศ (Berova and Zlatev, 2000) แครอท (Gopi *et al*., 2007) การใช้สารในกลุ่ม Triazole คือ triadimefon (TDM) และ hexaconazole (HEX) ยังพบว่าสามารถเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังได้ (Gomathinayagam *et al*., 2007) นอกจากนี้ การใช้ paclobutrazol ยังทำให้พืชทนทานต่อสภาวะ

Mahasarakham University

ความแห้งแล้ง และทนทานต่อการเข้าทำลายของเชื้อราและแบคทีเรียด้วย โดยการใช้ทั่วไปนิยมราดลงบนพื้นดิน ให้พืชดูดเอาไปใช้ผ่านทาง xylem หรือการพ่นทางใบในพืชบางชนิด (http://en.wikipedia.org/wiki/Paclobutrazol) การใช้ paclobutrazol มีผลทำให้เพิ่มประสิทธิภาพการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช เพิ่ม water balance ในต้นพืช (Berova and Zlatev, 2000) และเพิ่มปริมาณ chlorophyll ในใบพืช (Fletcher and Hofstra, 1988)

3. Mepiquat chloride ($C_7H_{16}ClN$) เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มีคุณสมบัติเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช (Growth retardant) มีคุณสมบัติยับยั้งการสังเคราะห์ gibberrellin ลดการยืดยาวของเซลล์ แต่ไม่มีผลต่อการแบ่งเซลล์ มีผลทำให้ลดการเจริญเติบโตของลำต้นและใบ ทำให้พืชมีต้นสั้นและลำต้นหนา เพิ่มความเขียวและความหนาของใบ ทำให้พืชทนทานต่อการหักล้ม ความแห้งแล้ง ความหนาวเย็น และ alkaline ใช้ในฝ้าย พืชผักต่างๆ องุ่น มะม่วง ยาสูบ และไม้ใบไม้ประดับต่างๆ นอกจากนี้ยังใช้กับพืชไร่ต่างๆ เช่น ข้าวสาลี ไรย์ และข้าวโอ๊ต

Mahasarakham University

บทที่ 2

ปริทัศน์เอกสารข้อมูล

2.1 มันสำปะหลัง

มันสำปะหลังเป็นพืชใน Genus *Manihot* มีหลายชนิด บางชนิดสามารถใช้เป็นอาหารได้ พืชเศรษฐกิจอื่นๆ ที่อยู่ใน Family เดียวกันกับมันสำปะหลัง ได้แก่ ยางพาราและละหุ่ง สำหรับมันสำปะหลังที่ปลูกในปัจจุบันมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Manihot esculenta* Crantz สมัยก่อนมันสำปะหลังแบ่งเป็นชนิดหวานและขม ซึ่ง *M. esculenta* เป็นชนิดหวาน ส่วน *M. palmata* หรือ *M.dulcis* เป็นชนิดขม แต่ปัจจุบัน *M. esculenta* แบ่งเป็น 2 ชนิด ได้แก่ ชนิดหวาน (sweet type) มีปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคต่ำ และชนิดขม (bitter type) มีปริมาณกรดไฮโดรไซยานิคสูงแตกต่างกันตามพันธุ์ (กรมวิชาการเกษตร, 2547) ส่วนชนิดอื่นๆ ที่เป็นพันธุ์ป่า เช่น *M.flabellifora, M. peruviana M. glaziovii, M. chlorostica, M. asculifolia* และ *M. michaelis* เป็นต้น (Columbo et al., 2000)

2.2 การจำแนกพันธุ์

2.2.1 จำแนกตามประโยชน์การใช้งาน

มันสำปะหลังที่ปลูกในประเทศไทย แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

1. พันธุ์ที่ใช้ประดับ นิยมปลูกตามบ้านเพื่อความสวยงาม เนื่องจากใบมีแถบสีขาวและเหลืองกระจายไปตามความยาวของใบจึงเรียกว่ามันด่าง อีกชนิดหนึ่งเป็นพันธุ์ป่า มีลักษณะเป็นพุ่มไม้ขนาดกลางถึงใหญ่ ใช้ปลูกเพื่อให้ร่มเงา พบมากแถบจังหวัดชลบุรีและระยอง

2. พันธุ์ชนิดหวาน ใช้เป็นอาหารมนุษย์ โดยนำมาเชื่อม ต้ม ปิ้ง หรือเผา ไม่มีรสขม เนื่องจากมีปริมาณ HCN ต่ำ พบในประเทศไทยมี 3 พันธุ์ได้แก่ มันสวน มันห้านาที หรือก้านแดง และระยอง 2 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่กรมวิชาการเกษตรปรับปรุงขึ้นมาใช้สำหรับทอดเป็นแผ่นบางเช่นเดียวกับ potato chip

3. พันธุ์ชนิดขม พันธุ์นี้มีพื้นที่ปลูกมากที่สุดหลายล้านไร่ เป็นพันธุ์ที่ปลูกส่งเข้าโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อผลิตเป็นมันเส้น มันอัดเม็ด และแป้ง แต่เดิมปลูกพันธุ์เดียวคือพันธุ์ดั้งเดิมที่มีผู้นำเข้ามาในประเทศเป็นเวลานาน ผ่านการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดีจนจัดเป็นพันธุ์พื้นเมือง ต่อมากรมวิชาการเกษตรได้ทำการคัดเลือกพันธุ์จากแหล่งปลูกทั่วไป พบว่า พันธุ์ที่ปลูกใน

Mahasarakham University

จังหวัดระยองให้ผลผลิตมากที่สุด จึงตั้งชื่อใหม่ว่าพันธุ์ระยอง 1 ลักษณะทรงต้นสูงใหญ่แข็งแรง ความงอกดี เก็บต้นไว้ทำพันธุ์ได้นานประมาณ 45 วัน (ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง สถาบันวิจัยพืชไร่, 2537) ให้ผลผลิตค่อนข้างสูง ต้านทานต่อโรคและแมลงได้ดีแต่มีเปอร์เซ็นต์แป้งต่ำ ต่อมามีการพัฒนาปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลัง โดยหน่วยงานของราชการอย่างน้อยสองแห่งที่ดำเนินการในเรื่องนี้ หน่วยงานแรกคือกรมวิชาการเกษตร โดยศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง ฉะนั้นพันธุ์ใหม่ๆ จึงใช้ชื่อว่าพันธุ์ระยอง เช่น ระยอง 1 ระยอง 3 ระยอง 5 ระยอง 60 ระยอง 72 ระยอง 90 ส่วนอีกหน่วยงานหนึ่งคือ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มีสถาบันวิจัยอยู่ที่อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี จึงใช้ชื่อพันธุ์ใหม่ว่า พันธุ์ศรีราชา 1 และเกษตรศาสตร์ 50 ซึ่งตั้งชื่อเพื่อเป็นการร่วมฉลองในโอกาสที่มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ก่อตั้งครบรอบ 50 ปี ใน พ.ศ. 2536 และพันธุ์ใหม่ล่าสุดคือพันธุ์ห้วยบง 60

2.2.2 จำแนกตามลักษณะทางพฤกษศาสตร์

มันสำปะหลังมีราก 2 ชนิด ได้แก่ รากจริง (true or wiry root) และรากสะสม (modified or storage root) รากจริงเจริญไปทางลึกมากกว่าด้านข้าง เป็นรากยึดเหนี่ยวและหาอาหารให้แก่ต้น ส่วนรากสะสมเจริญเติบโตไปทางด้านข้างรอบๆ ต้นเป็นส่วนมาก (กรมวิชาการเกษตร, 2529) เมื่อนำท่อนพันธุ์มันสำปะหลังไปปลูกจะมีรากพิเศษ (adventitious root) งอกจากแคมเบียม (cambium) ตรงรอยตัด รากจากตา รากจากรอยแผลเป็นของก้านใบ (leaf scar) และรากที่เกิดจากส่วนโคนของยอดที่งอกขึ้นมา หลังจากปลูกประมาณ 2 ถึง 3 เดือน จะเริ่มสะสมอาหารที่ราก ทำให้รากขยายใหญ่ขึ้นเป็นหัว ซึ่งเกิดจากการสะสมแป้งในเซลล์ที่เรียกว่าพาเรนไคมา (parenchyma) ต้นหนึ่งๆ อาจมี 5 ถึง 20 หัว โดยมีจำนวน รูปร่าง ขนาด และน้ำหนักหัวแตกต่างไปตามพันธุ์ บางพันธุ์หัวยาว บางพันธุ์หัวกลมป้อมสั้น ภายในหัวมีแป้งสะสมอยู่ 10 ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ มีสีแตกต่างไปตามพันธุ์ ตั้งแต่ขาวครีมไปจนถึงเหลือง เมื่อตัดหัวมันสำปะหลังตามขวางจะเห็นว่าประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

1. ผิวหรือเปลือกนอก (periderm) เป็นเยื่อบางชั้นนอกสุดเป็น cork layer ความหนา ลักษณะเรียบ-ขรุขระ สีผิวนอกของหัวมันสำปะหลังแตกต่างกันออกไป ได้แก่ สีน้ำตาล และสีน้ำตาลเข้ม

2. เปลือกชั้นใน (cortical region) อยู่ถัดผิวเข้ามา มีความหนาประมาณ 0.1-0.3 ซม. ส่วนมากมีสีขาว ชมพู อาจมีสีน้ำตาลอ่อน เปลือกประกอบด้วยชั้นของเซลล์ชนิดต่างๆ ได้แก่ สเกลอเรนไคมา พาเรนไคมา ในชั้นคอร์เท็กซ์ และโฟลแอม เวสเซล เปลือกชั้นในนี้เรียกว่า คอร์เท็กซ์ เมื่อรวมกับ periderm เรียกว่าเปลือก (peel)

Mahasarakham University

3. เนื้อหรือส่วนแกนกลาง (large central pith) เป็นส่วนประกอบส่วนใหญ่ของหัวมันสำปะหลังทั้งหมด มีการสะสมแป้งและใช้เป็นอาหารได้ ประกอบด้วยเซลล์ชนิดต่างๆ ได้แก่ พาเรนไคมา และกลุ่มของเนื้อเยื่อลำเลียง เนื้อมีสีต่างๆ เช่น ขาว ครีม เหลือง และชมพู

ลำต้น มันสำปะหลังเป็นไม้พุ่ม มีอายุได้หลายปี (shrubby perennial crop) ความสูงของต้นแตกต่างกันตามพันธุ์และสภาพแวดล้อม อาจสูง 1 ถึง 5 เมตร ทุกส่วนของต้นมียางสีขาว (ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง สถาบันพืชไร่ระยอง, 2537) มีทั้งไม่แตกกิ่ง (unbranched) แตก 2 กิ่ง (dichotomus branching) แตก 3 กิ่ง (trichotomus branching) แต่ไม่เกิน 4 กิ่ง ครั้งแรกเรียก primary branch ครั้งที่ 2 เรียก secondary branch หรืออาจมีมากถึงครั้งที่ 7 บางพันธุ์แตกกิ่งครั้งที่ 1 ต่ำเมื่ออายุน้อยหรืออายุมาก ต้นมันสำปะหลังจัดเป็นพวกไม้เนื้ออ่อน ไส้กลางของต้น (pith) มีขนาดใหญ่ เป็นผลให้ต้นเปราะ หักง่าย ส่วนต้นที่แก่ไส้กลาง (pith) มีขนาดเล็กกว่าส่วนที่ยังอ่อน สีของลำต้นแตกต่างกัน ยอดมักเป็นสีเขียว ส่วนที่ต่ำลงมามีสีแตกต่างกันไป เช่น สีเขียวเงิน สีเทาเงิน สีเหลือง จนถึงสีน้ำตาล เปลือกบางลอกออกง่าย ต้นที่แก่เมื่อใบร่วงจะทำให้เกิดรอยแผลเป็นของก้านใบ (leaf scar) ระยะห่างระหว่างรอยแผล เรียกปล้อง (storey length) แตกต่างกันตามพันธุ์และระยะเวลาที่พืชเติบโต ในช่วงฤดูฝนการเจริญเติบโตเร็ว จะมีปล้องยาวซึ่งตรงกันตามพันธุ์ และระยะเวลาที่พืชเติบโตมีน้อย จะมีปล้องสั้นหรือถี่ และมีตา (bud) สามารถงอกออกเป็นต้นใหม่ได้เมื่อตัดต้นที่มีตาไปปลูก ขนาดของต้นขึ้นอยู่กับพันธุ์ สภาพแวดล้อมและอายุของต้น โดยเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นประมาณ 3 ถึง 6 ซม. (กรมวิชาการเกษตร, 2529)

ใบ เป็นแบบเดี่ยว (simple leaf) แผ่นใบ (lamina) ประกอบด้วยแฉกใบ (lobe) มีลักษณะลึกแบบฝ่ามือ (palmate) ตามปกติใบมีถึง 9 แฉก ใบที่อยู่ใกล้ช่อดอกมีขนาดเล็ก และมีจำนวนแฉกน้อย มักมีเพียง 1 ถึง 3 แฉก เท่านั้น รูปร่างของแฉกแตกต่างกันในแต่ละพันธุ์ เส้นใบ (midrib) สีแตกต่างกันตามพันธุ์ ก้านใบ (pertioles) ติดอยู่กับฐานของแผ่นใบเป็นรูปตัววี (v) พยุงให้แผ่นใบอยู่ในแนวราบ ก้านยาวประมาณ 5-30 ซม. ยาวกว่าแผ่นใบ ก้านใบมีสีแตกต่างกันตั้งแต่ขาวสีหม่นจนถึงสีแดง ก้านใบอยู่ติดกับลำต้นโดยเรียงวนรอบลำต้นแบบเป็นเกลียว (spiral) ลักษณะต่างๆ ของใบต่างๆ จำนวนแฉก รูปร่างของแฉก ความยาว ความกว้างของแฉก สีของก้านใบ และสีของใบอ่อน-ใบแก่ สามารถใช้จำแนกพันธุ์ได้

ดอก มันสำปะหลังเป็นพืชที่มีทั้งดอกเพศผู้ (staminate flower) และดอกเพศเมีย (pistillate flower) ที่แยกดอกกัน แต่อยู่ในช่อดอก (inflorescence) เดียวกัน ช่อดอกเป็นแบบช่อดอกรวม (panicle) โดยเกิดตรงจุดที่แตกกิ่งบริเวณยอดของต้น (apical branch) พันธุ์ที่ไม่แตกกิ่ง จึงไม่มีช่อดอก ดอกเพศผู้เกิดอยู่ที่ส่วนบนของช่อดอก มีกลีบเลี้ยง (sepal) แต่ละดอกมีเกสรเพศผู้จำนวน 10 เกสร จัดเรียงกันเป็น 2 วง วงในมี 5 เกสร และมีลักษณะสั้น วงนอกมี 5 เกสร และมีลักษณะยาวกว่าวงใน เกสรแยกกัน ดอกเพศผู้มีก้านดอก (pedicel) ยาว 0.5 ถึง 1.0 ซม. ดอกเพศผู้บานหลังดอก

Mahasarakham University

เพศเมียประมาณ 7 ถึง 10 วัน สำหรับดอกเพศเมียซึ่งเกิดอยู่ที่ส่วนล่างของช่อดอก โดยทั่วไปมีขนาดใหญ่กว่าดอกเพศผู้ ประกอบด้วยกลีบเลี้ยง 5 กลีบ ไม่มีกลีบดอก (petal) รังไข่ (ovary) แบ่งเป็น 3 คาร์เพล (carpal) แต่ละส่วนมี 1 ออวุล (ovule) ดอกตัวผู้และดอกเพศเมียเริ่มบานเวลาประมาณ 12.00 น. ดอกเพศเมียมีระยะที่เหมาะสมต่อการผสมพันธุ์ประมาณ 24 ชั่วโมง ตั้งแต่เริ่มบาน ส่วนละอองเรณู (pollen) จะร่วงหมดในเวลาเดียวกัน การผสมตามธรรมชาติของมันสำปะหลังมักเกิดจากแมลงและลมเป็นตัวนำพาละอองเรณูไปตกบนยอดเกสรเพศเมีย (stigma) ของดอกเพศเมีย เป็นผลให้เกิดการถ่ายละอองเรณู (pollination) ขึ้นหลังจากนั้นประมาณ 8 ถึง 19 ชั่วโมง จึงเกิดการผสมพันธุ์ (fertilization)

ผลและเมล็ด หลังจากเกิดการผสมพันธุ์แล้วไข่ก็เจริญเป็นผล ผลมันสำปะหลังเป็นแบบผลแห้งแตก (capsule) ผลโตเต็มที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.25 ซม. ประกอบด้วย 3 ช่อง (locule) แต่ละช่องมีเมล็ดอยู่ภายใน 1 เมล็ด แต่ละผลมี 6 ปีก ผลแก่เต็มที่ประมาณ 2 ถึง 3 เดือนหลังจากการผสมพันธุ์ เมื่อผลแก่เต็มที่จะแตกและดีดเมล็ดกระจายออกไป (dehiscent) เมล็ดมีสีน้ำตาลลายดำขนาดกว้างประมาณ 0.75 ซม. หนา 0.5 ซม. และ ยาว 1 ซม. (กรมวิชาการเกษตร, 2529)

2.3 การเจริญเติบโตและพัฒนาการของมันสำปะหลัง

มันสำปะหลังเป็นพืชที่มีอายุยาวนาน (perennial crop) และการเจริญเติบโตถูกกำหนดด้วยหลายปัจจัย เช่น พันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม จึงเป็นการยากที่จะจำแนกระยะการเจริญเติบโตอย่างชัดเจน โดยทั่วไปภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม CIAT (1975) แบ่งช่วงการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังออกเป็น 5 ระยะ คือ

2.3.1 ระยะที่หน่อเริ่มงอก (ประมาณ 1-15 วันหลังปลูก)

ในช่วง 5-7 วันหลังปลูก รากฝอย หรือ adventitious root จะงอกออกมาจากเนื้อเยื่อแคมเบียม (cambium) ที่ผิวด้านล่างของท่อนพันธุ์และตาที่อยู่ใต้ดิน ในช่วง 10-12 วันหลังปลูก หน่อแรกที่งอกออกมาจะมีการสร้างใบเล็กๆ และการสร้างจำนวนหน่อจะเสร็จสมบูรณ์ภายใน 15 วันหลังปลูก

2.3.2 ระยะที่เริ่มมีการพัฒนาใบและสร้างระบบราก (ประมาณ 15-90 วันหลังปลูก)

เมื่อมันสำปะหลังมีอายุประมาณ 30 วันหลังปลูก ใบมันสำประหลังจะเจริญเติบโตและแผ่ขยายเต็มที่ หลังจากนั้นรากฝอย (adventitious root) จะมีการเจริญเติบโตมากกว่า adventitious root จะหยั่งรากลึกลงในดินประมาณ 90-50 เซนติเมตร เพื่อทำหน้าที่ดูดน้ำและธาตุอาหาร ในช่วงระยะเวลา 60-90 วันหลังปลูก จะมี adventitious root บางส่วนกลายเป็นรากสะสมอาหารประมาณ 3-14 ราก และยังคงมีหน้าที่ในการดูดน้ำและธาตุอาหารด้วย

Mahasarakham University

2.3.3 ระยะพัฒนาการของลำต้นและใบ (ประมาณ 90-150 วันหลังปลูก)

ที่ระยะการเจริญเติบโตในช่วงนี้ มันสำปะหลังจะมีอัตราการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบสูง มันสำปะหลังจะมีการสร้างกิ่งและใบจำนวนมาก ในช่วงนี้มันสำปะหลังจะมีขนาดของพุ่มใบใหญ่และมีการเก็บสะสมน้ำหนักแห้งของใบและลำต้นมากที่สุด การรับแสงของใบมันสำปะหลังจะไม่เต็มที่ เนื่องจากมีการบังใบ

2.3.4 ระยะที่เคลื่อนย้ายแป้งไปสู่ราก (ประมาณ 150-300 วันหลังปลูก)

ที่ระยะนี้จะมีการแบ่งสันปันส่วนสารที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสง (photosynthates) ไป สู่รากมากขึ้น ทำให้ปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลังเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว

2.3.5 ระยะพักตัว (ประมาณ 300-360 วันหลังปลูก)

มันสำปะหลังจะมีการสร้างใบลดลงและมีการร่วงของใบมากขึ้น แต่การเคลื่อนย้ายแป้งไปยังรากจะยังคงดำเนินต่อไป ขึ้นกับสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิและปริมาณน้ำฝน

2.4 ปัญหาที่สำคัญในการผลิตมันสำปะหลังของประเทศไทย

ประเทศไทยมีการส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังเป็นอันดับ 1 ของโลก และมีส่วนแบ่งการตลาดของโลกถึง 79.56% (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) แต่อย่างไรก็ตามประเทศไทยยังมีคู่แข่งทางการตลาดที่สำคัญ เช่น เวียดนามและอินโดนีเซีย ปัญหาสำคัญที่ทำให้การผลิตมันสำปะหลังในประเทศไทย คือ ผลผลิตต่อพื้นที่ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ (3.36 ตันต่อไร่) แม้เมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตเฉลี่ยของโลก (1.9 ตันต่อไร่) จะยังคงอยู่ในเกณฑ์ที่สูงกว่า และผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ยังสูงกว่าประเทศไนจีเรีย (1.9 ตันต่อไร่) ที่มีพื้นที่และปริมาณในการผลิตสูงกว่า (70% และ 90% ตามลำดับ) รวมทั้งบราซิล (ผลผลิตเฉลี่ย 2.2 ตันต่อไร่, พื้นที่เก็บเกี่ยวมากกว่าไทย 90%) แต่ผลผลิตได้ในปริมาณเท่ากันกับบราซิล ซึ่งหมายถึงความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีการผลิตของไทย แต่เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอินเดีย ซึ่งมีผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่สูงถึง 5 ตันต่อไร่ และเมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตที่ได้จากแปลงที่มีการจัดการที่ดี เช่นในแปลงทดลอง (11,000 กิโลกรัมต่อไร่ หรือประมาณ 70 ตันต่อเฮกแตร์ (El-Sharkawy et al., 1990) ชี้ให้เห็นว่าประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศที่อยู่ในเขตร้อนชื้นเช่นเดียวกับอินเดีย สามารถเพิ่มผลผลิตต่อไร่ในระดับ 5,000-10,000 กิโลกรัมต่อไร่ได้ แต่ทั้งนี้เนื่องมาจากพื้นที่ที่ปลูกมันสำปะหลังโดยส่วนใหญ่เป็นดินกรด เนื้อหยาบ มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ โดยเฉพาะมีปริมาณอินทรียวัตถุและปริมาณธาตุอาหารหลัก (N-P-K) มีความสามารถในการอุ้มน้ำ ความคงทนของเม็ดดินที่ต่ำ และง่ายต่อการสูญเสียของดินโดยกระบวนการทางธรรมชาติแบบต่างๆ ได้ง่าย (สมเจตน์ จันทวัฒน์, 2537) โดยเฉพาะพื้นที่ปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ถึงแม้จะมี

Mahasarakham University

พื้นที่ในการผลิตมากที่สุดในประเทศ (ประมาณ 55% ของพื้นที่การผลิตทั้งประเทศ (สำนักงานเศรษฐกิจการ เกษตร, 2555)) และสามารถให้ผลผลิตมันสำปะหลังได้ถึง 15 ล้านตัน ในปีเพาะปลูก 2554/2555 แต่ผลผลิตต่อไร่ต่ำกว่าภาคอื่นๆ กล่าวคือ มีผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ 3.4 ตันต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับภาคกลางที่มีผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ 3.6 ตันต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นดินทราย (sand) ดินร่วนปนทราย (loamy sand) หรือดินร่วนปนทราย (sandy loam) ที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (เพิ่มพูน กีรติกสิกร, 2527) แม้มันสำปะหลังจะสามารถปรับตัวได้ดีในสภาพดังกล่าว แต่เมื่อเกษตรกรปลูกมันสำปะหลังซ้ำที่เดิมและปลูกติดต่อกันหลายปี โดยไม่มีการใส่ปุ๋ยเคมีหรือใส่ในอัตราต่ำ และขาดการปรับปรุงบำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ จะทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังลดลงอย่างรวดเร็ว (Sittibusaya et al., 1987) ทั้งนี้เป็นผลมาจากเกษตรกรส่วนใหญ่ที่ปลูกมันสำปะหลังมีความยากจน ทำให้การลงทุนเพื่อซื้อปุ๋ยเคมีเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตและการจัดการในการให้ปุ๋ยอินทรีย์ต้องอาศัยเวลาและแรงงานรวมทั้งต้นทุนเพิ่มมากขึ้น เกษตรกรส่วนใหญ่ในประเทศไทยจึงนิยมปลูกมันสำปะหลังที่ไม่มีการจัดการที่ดีและทำให้ผลผลิตต่ำ และการผลิตยังเป็นระบบที่อาศัยน้ำฝนเป็นหลักทำให้บางช่วงของการเจริญเติบโต โดยเฉพาะช่วงแรกของการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังกระทบแล้ง ทำให้ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารลดลงและผลผลิตลดลง นอกจากนี้ประเทศไทยยังมีข้อจำกัดในการขยายพื้นที่ปลูกด้วย แม้จากการายงานของมูลนิธิพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย (2550) ที่พบว่าพื้นที่เก็บเกี่ยวมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น 1.41 % ในปี 2549/2550 แต่จะเห็นได้ว่าเป็นผลมาจากราคาที่เพิ่มขึ้นทำให้เกษตรกรหันมาเพาะปลูกมันสำปะหลังเพิ่มมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามเพื่อหลีกเลี่ยงการแย่งพื้นที่ในการผลิตพืชชนิดอื่นโดยเฉพาะพืชอาหาร การเพิ่มผลผลิตต่อไร่จึงเป็นเป้าหมายในการเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังของประเทศไทยและในอีกหลายประเทศผู้ผลิตทั่วโลก จากการสำรวจมันสำปะหลังปี 2553/2554, 2554/2555 และ 2555/2556 พบว่า ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของมันสำปะหลังที่ผลิตได้ในประเทศไทยเพิ่มขึ้น กล่าวคือ 3,088 3,362 และ 3,485 กิโลกรัมต่อไร่ (มูลนิธิพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย, 2555) นอกจากนี้ ปัญหาสำคัญอีกอย่างหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังต่อพื้นที่ในประเทศไทยคือการกระจายพันธุ์ดียังไม่ทั่วถึง เกษตรกรเข้าถึงแหล่งพันธุ์ได้ยาก ทำให้มีการใช้พันธุ์เดิมซ้ำหลายปีและขาดการจัดการที่ดี นำไปสู่ผลผลิตต่อพื้นที่ที่ลดลง

2.5 ปัจจัยที่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลัง

เนื่องจากความต้องการใช้ประโยชน์จากมันสำปะหลังที่เพิ่มทั้งในและต่างประเทศ ประเทศไทยในฐานะที่เป็นประเทศที่ผลิตและส่งออกมันสำปะหลังทั้งในรูปหัวมันสด แป้งและผลิตภัณฑ์รายใหญ่ของโลก จำเป็นที่จะต้องพัฒนาและปรับปรุงให้การผลิตมันสำปะหลังเพิ่มมากขึ้น เพื่อให้

Mahasarakham University

เพียงพอกับความต้องการ การเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังจะถูกกำหนดด้วยปัจจัยที่สำคัญ 2 อย่าง คือ พันธุ์และสภาพแวดล้อมหรือการจัดการ โดยการเพิ่มผลผลิตจะให้ความสำคัญที่การเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่เป็นหลักแนวทางในการเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังต่อไร่สามารถปฏิบัติได้ดังต่อไปนี้

2.5.1 การเลือกใช้พันธุ์

การเลือกใช้พันธุ์ดีจะมีผลต่อการเพิ่มผลผลิตต่อไร่ได้เป็นอย่างมาก โดยพันธุ์ที่เลือกใช้ควรเป็นพันธุ์ที่ปรับตัวได้ดีกับสภาพแวดล้อม สามารถงอกและมีอัตราการอยู่รอดสูง การเจริญเติบโตดี สามารถคลุมวัชพืชได้ดี ทรงต้นดี อายุการเก็บต้นพันธุ์หลังการเก็บเกี่ยวได้นาน ให้ผลผลิตหัวสดและปริมาณแป้งสูง การปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังในประเทศไทยเริ่มจากการใช้พันธุ์ที่มีในท้องถิ่นเป็นหลัก (Sriroth et al., 2001) โดยเริ่มระหว่างทศวรรษที่ 60s-70s โดยพันธุ์ที่ได้รับการปรับปรุงพันธ์และเพาะปลูกอย่างแพร่หลาย คือ พันธุ์ระยอง 1 ซึ่งได้รับการปล่อยพันธุ์ในปี คศ. 1975 และหลังจากนั้นการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังในประเทศไทยได้รับความร่วมมือกับ The Centro International de Agricultural Tropical (CIAT) ซึ่งมีสำนักงานใหญ่ที่ประเทศโคลัมเบีย ในการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลัง โดยวัตถุประสงค์ของการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังของไทยจะให้ความสำคัญที่ การเพิ่มปริมาณแป้ง ซึ่งเป็นผลมาจากการเพิ่มผลผลิตหัวสดและปริมาณแป้งในแง่ของน้ำหนักแห้ง นอกจาก นี้ยังรวมถึงการปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้มีอายุการเก็บเกี่ยวสั้น (early harvest time) มีลักษณะพันธุ์ดี (good plant type) คุณภาพของท่อนพันธุ์ที่ดี (good stake quality) มีลักษณะรูปร่างหัวที่ดี (good root shape) เช่น หัวมีสีขาว และ การปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้มันสำปะหลังต้านทานต่อโรคและแมลงโดยการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังในประเทศไทยจะเป็นวิธีมาตรฐานทั่วไป กล่าวคือ ใช้การผสมเกสรเพื่อผลิตต้นลูกผสมแล้วค่อยขยายพันธุ์ด้วยท่อนพันธุ์ต่อไป

การปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังโดย CIAT ร่วมกับศูนย์วิจัยพืชไร่ระยองในระหว่างปี 1982-1997 ชี้ให้เห็นว่ามีผลทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นถึง 50% เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ดั้งเดิม คือ ระยอง 1 โดยเป็นผลมาจากการเพิ่มน้ำหนักหัวสด (fresh root) 30% และ การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักแห้งของหัว (root dry matter content) 15% และในน้ำหนักหัวสดที่เพิ่มขึ้น 30% เป็นผลมาจากน้ำหนักแห้ง (biomass) ที่เพิ่มขึ้น 25% ในขณะที่ดัชนีการเก็บเกี่ยว (harvest index : yield/biomass) ไม่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลัง (Kawano, 2003) แต่อย่างไรก็ตามจากการศึกษาของ Aina et al. (2007) ในการเปรียบเทียบพันธุ์มันสำปะหลังในประเทศไนจีเรีย ชี้ให้เห็นว่าดัชนีการเก็บเกี่ยวเป็นลักษณะสำคัญที่ใช้ในการคัดเลือกพันธุ์มันสำปะหลังที่ให้ผลผลิตสูง โดยพันธุ์ที่มีค่าสัมประสิทธิ์เกี่ยวกับลักษณะของราก (root character) เช่น จำนวนราก (root number) และขนาดของราก (root size) จะมีความสัมพันธ์กับผลผลิตมันสำปะหลังมากกว่าพันธุ์ที่มีส่วนเหนือดินสูง (shoot character) หรือพันธุ์ที่มีการพัฒนาการของใบสูง แต่อย่างไรก็ตามการที่พืชจะสามารถให้

Mahasarakham University

ผลผลิตสูงนั้น จำเป็นต้องมีทั้ง source (แหล่งที่มีการสังเคราะห์ด้วยแสง, ใบ) และ sink (บริเวณที่เป็นแหล่งสะสมอาหาร) ในสัดส่วนที่เหมาะสม (Evan, 1975) ดังนั้น จึงมีความพยายามในการศึกษาวิจัยเพื่อปรับปรุงให้มันสำปะหลังมีทั้งจำนวนรากและใบมาก เพื่อเป็นการเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลัง โดยหนึ่งวิธีในการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังเพื่อให้ได้ลักษณะดังกล่าว คือ การทาบกิ่งระหว่างพันธุ์ที่มี adventitious root มากกับพันธุ์ที่มีใบมาก โดยเริ่มมีการปฏิบัติอย่างแพร่หลายในประเทศอินโดนีเซีย เรียกวิธีการดังกล่าวว่า Mukibat system (Bruijn and Guritno, 1990) ซึ่งเริ่มแรกเป็นการปฏิบัติโดยเกษตรกรที่ชื่อ Mukibatl ที่อาศัยอยู่ในแถบเกาะชวาตะวันออก โดยเป็นการทาบกิ่งระหว่าง *Manihot glaziovii* กับมันสำปะหลังที่ปลูกทั่วไป *Manihot esculenta* ซึ่งทำให้ผลผลิตหัวเพิ่มขึ้นอย่างมาก และต่อมาในปี 1974 ก็มีความร่วมมือกันระหว่างภาครัฐและเกษตรกรในการศึกษาระบบ Mukibat จากการศึกษาวิจัยของมหาวิทยาลัย Brawijawa พบว่า การปลูกมันสำปะหลังโดยใช้ระบบ Mukibat ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นถึง 30% ในขณะที่ Sitompul et al. (1982) อ้างว่าทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นถึง 100% โดยสาเหตุที่ทำให้มันสำปะหลังที่ผลิตโดยระบบ Mukibat เพิ่มขึ้นนั้น เป็นผลมาจากในช่วงหน้าร้อนมันสำปะหลังมีการรวงของใบน้อย ทำให้มีการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงและดูดน้ำและแร่ธาตุสูงกว่าระบบดั้งเดิม รวมทั้งบริเวณที่ทำการทดลองยังเป็นพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงและมีความชื้นสูง อันเป็นผลเนื่องมาจากอยู่ใกล้แม่น้ำ ดังนั้น ผลผลิตจากวิธีการดังกล่าวยังมีความแปรปรวนไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับพื้นที่ที่ปลูกหรือสภาพแวดล้อมเป็นหลัก โดยทั่วไประบบ Mukibat นั้น สามารถทำได้โดยการตัดส่วนยอด (scion) ที่มีความยาวประมาณ 10-15 เซนติเมตร มาทาบกับกิ่งที่เป็นต้นตอ (stock) ที่มีความยาวประมาณ 20-30 เซนติเมตร และมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2-4 เซนติเมตร โดยต้นตอและส่วนยอดที่นำมาต่อกันต้องมีขนาดเท่ากัน จากนั้นตัดทั้งสองส่วนที่จะนำมาทาบต่อกันให้เฉียงและทาบให้ติดกัน สามารถใช้ไม้ไผ่ทาบช่วยให้กิ่งทั้งสองต่อกันแน่นขึ้นจากนั้นมัดให้แน่น และชำไว้ในที่ร่ม ประมาณ 8 วันจะมีหน่องอกออกมา โดยถ้าเป็นหน่อที่มาจากต้นตอให้ลิดทิ้ง เหลือไว้เฉพาะหน่อที่งอกมาจากกิ่งทาบส่วนยอด (scion) เมื่อหน่อมีความยาวประมาณ 2 เซนติเมตร สามารถย้ายปลูกในแปลงได้ โดยควรเป็นหลุมปลูกที่มีการให้ปุ๋ยอินทรีย์รองก้นหลุม และเพื่อเป็นการประหยัดเวลาและแรงงาน สามารถใช้หน่อที่งอกมาเป็นท่อนพันธุ์ได้ แต่ไม่ควรใช้เกิน 3 รุ่น เพราะจะทำให้ไส้ในหัวแข็ง แม้ระบบ Mukibat สามารถเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังได้ แต่ในอินโดนีเซียพบว่าระบบ Mukibat ไม่ได้การยอมรับอย่างแพร่หลายรวมทั้งในต่างประเทศ ทั้งนี้ อาจเป็นผลมาจากความต้องการทั้งเวลาและแรงงานในการจัดการ และระบบ Mukibat ยังต้องการการศึกษาวิจัยต่อไปเพื่อให้การปฏิบัติประหยัดเวลาและแรงงานรวมทั้งให้ผลผลิตมีเสถียรภาพ (stability)

Mahasarakham University

2.5.2 การเลือกใช้ท่อนพันธุ์

ท่อนพันธุ์ (stake) ที่ใช้ปลูกมีความสำคัญกับความสามารถในการตั้งตัวของหน่อมันสำปะหลังที่งอกขึ้นมาใหม่และมีผลต่อเนื่องไปถึงผลผลิต โดยเฉพาะมีผลต่อปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในท่อนพันธุ์ (Okeke, 1994) และปริมาณแป้งที่มีอยู่ในท่อนพันธ์ CAIT (1988) รายงานว่า หน่อที่เกิดใหม่ของท่อนพันธุ์จะมีความสัมพันธ์กับปริมาณแป้งที่มีอยู่ในท่อนพันธุ์ ทั้งนี้ เนื่องจากหลังจากปลูกประมาณ 20 วัน การเจริญเติบโตของหน่อจะอาศัยเพียงธาตุอาหารที่สะสมอยู่ในท่อนพันธุ์เท่านั้น โดยหลังจากที่หน่อเริ่มมีใบและรากแรกหรือประมาณ 3 อาทิตย์หลังปลูก พืชจะสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตได้ แต่อย่างไรตามหน่อของมันสำปะหลังจะยังคงใช้ประโยชน์ธาตุอาหารที่สะสมอยู่ในท่อนพันธุ์ต่อไปจนกระทั่ง 90 วันหลังปลูก (Molina and Sharkawy, 1995) ดังนั้น ความสมบูรณ์ของท่อนพันธุ์จึงมีความสำคัญกับการผลิตมันสำปะหลังเป็นอย่างมาก ความอุดมสมบูรณ์ของท่อนพันธุ์ขึ้นกับขนาดหรือความยาวของท่อนพันธุ์ อายุของท่อนพันธุ์ และปริมาณธาตุอาหารหรือความสมบูรณ์ที่มีอยู่ในต้นมันสำปะหลังก่อนที่จะมาเป็นท่อนพันธุ์

ความยาวของท่อนพันธุ์ จะมีความสัมพันธ์กับปริมาณธาตุอาหารและแป้งที่สะสมอยู่ในท่อนพันธุ์ มีการรายงานว่ายิ่งท่อนพันธุ์มีความยาวมาก ยิ่งทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกและการเจริญเติบโตของหน่อดียิ่งขึ้น ถ้าท่อนพันธุ์มีความยาว 5 เซนติเมตร จะทำให้หน่อมีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดเพียง 60% และเมื่อท่อนพันธุ์มีความยาวเพิ่มขึ้นเป็น 15 เซนติเมตร จะทำให้หน่อมีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดถึง 84% และถ้าความยาวเพิ่มขึ้นเป็น 20 เซนติเมตร จะทำให้หน่อมีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดเป็น 95% แต่อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาขนาดความยาวของท่อนพันธุ์จาก 10-30 เซนติเมตร พบว่าท่อนพันธุ์ปลูกมันสำปะหลังควรมีความยาวประมาณ 15-20 เซนติเมตร จะทำให้มันสำปะหลังมีผลผลิตสูงถึง 3.43และ 3.62 ตันต่อไร่ ในขณะที่ท่อนพันธุ์ที่มีความยาว 25และ 30 เซนติเมตร กลับทำให้ผลผลิตมีเพียง 3.08 และ 3.13 ตันต่อไร่ ซึ่งน้อยกว่าการใช้ท่อนพันธุ์ขนาดความยาว 10 เซนติเมตร ที่มีผลผลิตต่อไร่สูงถึง 3.34 ตันต่อไร่ (สมพงษ์ กาทอง, 2537) ทั้งนี้ การตัดท่อนพันธุ์ที่ยาวมากกว่าปกติจะทำให้สิ้นเปลืองท่อนพันธุ์และยากต่อการจัดการ เช่น การกำจัดวัชพืช การไถกลบโคน เป็นต้น

อายุของท่อนพันธุ์จะมีผลต่อการงอกใหม่ของหน่อ เนื่องจากปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในท่อนพันธุ์และเนื้อเยื่อเจริญที่จะงอกเป็นหน่อใหม่ สมพงษ์ กาทอง (2537) รายงานว่า ควรตัดท่อนพันธุ์จากต้นที่มีอายุตั้งแต่ 8 เดือนขึ้นไป แต่ไม่ควรเกิน 18 เดือน โดยถ้าตัดท่อนพันธุ์อายุ 12 เดือน ขนาด 10-15 เซนติเมตร จะได้ท่อนพันธุ์จำนวน 18-27 ท่อน และมีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอด 77-88 % ส่วนความสมบูรณ์ของต้นก่อนที่จะตัดมาเป็นท่อนพันธุ์นั้น Monila and Sharkawy (1995) ได้ศึกษาถึงอิทธิพลของปริมาณปุ๋ย N, P และ K 5 อัตราที่ใส่ให้กับแปลงที่จะใช้ต้นเป็นท่อนพันธุ์ต่อปริมาณแป้ง reducing sugar และ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (total sugar) ในท่อนพันธุ์ที่มีความยาว

Mahasarakham University

20 เซนติเมตรและมีอายุ 10 เดือน และ เปอร์เซ็นต์การงอกของหน่อ พบว่า ปริมาณแป้ง reducing sugar และ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (total sugar) ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างอัตราปุ๋ยทั้ง 5 อัตรา แต่มีผลต่อการงอกของหน่อ โดยพบว่า แปลงที่มีการให้ปุ๋ยที่มีโพแทสเซียมในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ หรือ 16 กิโลกรัมต่อไร่ จะทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกสูงถึง 97-98% เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงที่มีการให้ปุ๋ย N และ P แต่ไม่ให้ K ซึ่งท่อนพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์การงอกเพียง 77% และเมื่อนำท่อนพันธุ์ปลูกในแปลงที่มีการให้ปุ๋ย N, P และ K (50, 43 และ 83 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์) พบว่า แปลงปลูกที่มีการใส่ปุ๋ยให้ผลผลิตสูงกว่าแปลงปลูกที่ไม่มีการให้ปุ๋ย 6 ตันต่อเฮกแตร์ สำหรับท่อนพันธุ์ที่มาจากแปลงที่ให้ปุ๋ย N, P and K (100, 100 and 100 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์) ในขณะที่ท่อนพันธุ์ที่มาจากแปลงที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยจะให้ผลผลิตในแปลงปลูกที่มีการให้ปุ๋ยมากกว่าแปลงที่ไม่ให้ปุ๋ยเพียง 5.6 ตันต่อเฮกแตร์ ในกรณีที่เปรียบเทียบระหว่างท่อนพันธ์ที่มาจากแปลงที่ให้ปุ๋ยและไม่ให้ปุ๋ย พบว่า เมื่อท่อนพันธุ์ที่มีการให้ปุ๋ยและปลูกในแปลงที่ไม่มีปุ๋ยเลย ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 27% เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ท่อนพันธุ์ที่มาจากแปลงไม่ใส่ปุ๋ยแต่ปลูกในแปลงที่มีการให้ปุ๋ย (24.2 ตันต่อเฮกแตร์และ 19.0 ตันต่อเฮกแตร์)

2.5.3 การกำหนดระยะปลูกหรือจำนวนประชากรต่อพื้นที่

การเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลัง โดยการเพิ่มจำนวนต้นหรือประชากรต่อไร่เป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสมและยั่งยืน เกษตรกรสามารถนำไปปฏิบัติได้ง่าย สะดวก และรวดเร็ว (สมลักษณ์ จูฑังคะ และ คณะ, 2548) ระยะปลูกที่เหมาะสมในการเพิ่มผลผลิตสูงสุด โดยทั่วไปจะแตกต่างกันขึ้นกับลักษณะทางพันธุกรรมของมันสำปะหลังแต่ละชนิดและสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินที่ปลูก เมื่อประมาณปี 2510-2512 พันธุ์มันสำปะหลังที่แนะนำให้เกษตรกรปลูกคือ พันธุ์ระยอง 1 จากการทดลองปลูกที่ระยะถี่มาก 60 x 60 เซนติเมตร หรือ 4,444 ต้นต่อไร่ หรือระยะห่างมาก 150 x 150 เซนติเมตร หรือ 1,111 ต้นต่อไร่ ผลผลิตมันสำปะหลังไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ระยะ 100 x 100 เซนติเมตร หรือ 1,600 ต้นต่อไร่ มีแนวโน้มว่าสามารถให้ผลผลิตสูงสุด (สมพงษ์ กาทอง, 2537) และในปี 2528 มีพันธุ์มันสำปะหลังพันธุ์ใหม่ คือ ระยอง 3 จากการทดลองหาจำนวนต้นต่อไร่ที่เหมาะสมพบว่า สามารถปลูกได้โดยมีจำนวนต้นต่อไร่ 1,600-2,900 ต้น คือระยะ 100 x 100 เซนติเมตร หรือ 100 x 66 เซนติเมตร (สมพงษ์ กาทอง, 2537)

อานนท์ มลิพันธ์ และคณะ (2548) ได้ทำการศึกษาหาระยะปลูกและจำนวนประชากรที่เหมาะสมสำหรับสำหรับมันสำปะลังพันธุ์ระยอง 5 ระยอง 72 ระยอง 90 และเกษตรศาสตร์ 50 ที่ระยะปลูก 75 x 25 เซนติเมตร จำนวนประชากร 8,533 ต้นต่อไร่ ระยะปลูก 75 x 50 เซนติเมตร จำนวนประชากร 4,266 ต้นต่อไร่ ระยะปลูก 75 x 55 เซนติเมตร จำนวนประชากร 2,844 ต้นต่อไร่ ระยะปลูก 75 x 100 เซนติเมตร จำนวนประชากร 2,133 ต้นต่อไร่ และระยะปลูก 75 x 125 เซนติเมตร จำนวนประชากร 1,706 ต้นต่อไร่ พบว่า ระยะปลูกหรือจำนวนประชากรต่อไร่มีผล

Mahasarakham University

ทำให้ผลผลิตหัวสดมันสำปะหลังแตกต่างกันทางสถิติ โดยระยะปลูก 75 x 55 เซนติเมตรหรือ จำนวนประชากร 2,844 ต้นต่อไร่ มีผลทำให้ผลลิตมันสำปะหลังสูงสุด คือ 10,917 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับระยะปลูกที่มีประชากรต่อไร่สูงอื่นๆ ในขณะที่ระยะปลูกที่ห่างที่สุดระยะปลูก คือ 75 x 125 เซนติเมตรหรือ จำนวนประชากร 1,706 ต้นต่อไร่ให้ผลผลิตต่ำสุด คือ 6,890 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่พันธุ์มันสำปะหลังต่างพันธุ์กันผลผลิตไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ระยอง 72 และเกษตรศาสตร์ 50 มีแนวโน้มให้ผลผลิตมากที่สุดคือ 10,556 และ 10,248 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ดังนั้น จะเห็นได้ว่า โดยส่วนใหญ่ ระยะปลูกที่เกษตรกรเชื่อว่าการปลูกห่างจะทำให้ได้ผลผลิตมากขึ้น เพราะทำให้หัวมีขนาดใหญ่ จึงไม่ใช่แนวคิดที่ถูกต้องเสมอไป แต่อย่างไรก็ตามเกษตรกรเองก็มีภูมิปัญญาท้องถิ่นในการพิจารณาเลือกระยะปลูกให้เหมาะสมกับพื้นที่ด้วยแนวคิดที่ว่า “ดินเลวปลูกถี่ ดินดีปลูกห่าง” ซึ่งเป็นการชดเชย (compensation) ผลผลิตในกรณีที่พื้นที่ปลูกมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำด้วยการเพิ่มจำนวนประชากรต่อพื้นที่

2.5.4 การเพิ่มจำนวนและขนาดรากสะสมอาหาร

มันสำปะหลังมีหัวเป็นลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจ ดังนั้น องค์ประกอบองค์ผลผลิตที่มีบทบาทสำคัญในการเพิ่มผลผลิต คือ จำนวนราก (root number) และขนาดของราก (root size) ดังการศึกษาของ Aina และคณะ (2007) ที่ชี้ให้เห็นว่า จำนวนรากหรือจำนวนหัว มีผลต่อผลผลิตหัวสดมันสำปะหลังถึง 65%

ในขณะที่หัวขนาดใหญ่ (large size root) มีผลต่อผลผลิต 27% ส่วนหัวที่มีขนาดเล็ก (small size root) ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 45% เกษตรกรในประเทศไทยได้พยายามหาเทคนิคในการเพิ่มจำนวนรากต่อท่อนพันธุ์ให้มากขึ้น ทั้งในแง่การจัดการท่อนพันธุ์และการเพิ่มจำนวนรากโดยการใช้ฮอร์โมนเร่งรากที่มีขายในท้องตลาดและการใช้ภูมิปัญญาชาวบ้านโดยการหมักมูลสุกร เทคนิคการใช้ท่อนพันธุ์ปลูก สามารถทำได้โดยการปลูกมันสำปะหลังให้ออกหัวแบบคอนโค แบบคอนโดสามเหลี่ยม และแบบคอนโคพวงร้อย ซึ่งมีการอ้างว่าสามารถเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังให้ได้ 30 ตันต่อไร่ โดย แบบที่ 1 การปลูกให้ออกหัวแบบคอนโค ใช้ท่อนพันธุ์ส่วนที่เป็นลำต้นตัดแบบโคนตรง ปกติเกษตรกรมักตัดแบบโคนเฉียง 45 องศา โดยเฉือนเอาตาข้างท่อนพันธุ์จากด้านล่างออก 7 ตา เพื่อให้ได้หัวที่เกิดจากฐานรอบโคน 9 หัว และข้างลำต้นที่เฉือนเอาตาออกอีก 7 หัว เรียงเป็นชั้นคล้ายคอนโคมิเนียม ส่วนแบบที่ 2 การปลูกให้ออกหัวแบบคอนโคสามเหลี่ยม ใช้ท่อนพันธุ์ส่วนที่เป็นลำต้นที่มีกิ่งสามง่ามแรก (primary branch) ติดอยู่ด้วยปลูก โดยเฉือนเอาตาข้างท่อนพันธุ์จากด้านล่างออก 7 ตา และเฉือนเอาตาข้างส่วนที่เป็นกิ่งออกกิ่งละ 2 ตา เพื่อให้ได้หัวที่เกิดจากตาข้างกิ่งเพิ่มขึ้นอีก 6 หัว เรียงเป็นชั้นคล้ายคอนโคมิเนียมสามเหลี่ยม และแบบที่ 3 การปลูกให้ออกหัวแบบคอนโคพวงร้อย ใช้ท่อนพันธุ์คล้ายกับการปลูกแบบคอนโดสามเหลี่ยม แต่เป็นลำต้นที่มีกิ่งสามง่ามที่สอง (secondary branch) ติดอยู่ด้วยปลูก โดยมีความเชื่อว่าส่วนที่เป็นกิ่งสามง่ามที่สองอยู่ใกล้ยอด เป็นกิ่ง

Mahasarakham University

ที่อ่อนกว่ากิ่งสามง่ามแรกของลำต้นจะเจริญเติบโตได้เร็วและให้ผลผลิตดีกว่า การปลูกทั้งสามแบบใช้ท่อนปลูกยาว 90 เซนติเมตร ปลูกปักตรง โดยให้ส่วนที่เฉือนตาออกทั้งส่วนที่อยู่ด้านข้างลำต้นและกิ่งอยู่ใต้ดิน

แต่อย่างไรก็ตามในทางพฤกษศาสตร์นั้นรากฝอย (adventitious roots) ของมันสำปะหลังจะเกิดขึ้นที่เพอริไซเคิล (pericycle) อยู่บริเวณรอยแผลระหว่างเปลือกกับเนื้อไม้ของท่อนปลูก นอกจากนี้รากฝอยยังเกิดที่ตาของท่อนปลูกอีกด้วย รากฝอยที่เกิดจากรอยแผลที่โคนของท่อนปลูกมีมากกว่า 50 ราก ส่วนรากฝอยที่เกิดจากรอยแผลที่ตามีน้อยมากเมื่อเปรียบกับรอยแผลที่โคนของท่อนปลูก ดังนั้น การที่รากฝอยจะพัฒนาเป็นหัวสะสมแป้งเป็นจำนวนมากน้อยขึ้นอยู่กับการเคลื่อนย้ายน้ำตาลและสภาพแวดล้อมโดยเฉพาะความแน่นของดินที่ใช้ปลูก รากฝอยที่เกิดจากรอยแผลที่โคนท่อนปลูกจะพัฒนาเป็นหัวสะสมอาหารได้ดีกว่ารากฝอยที่เกิดจากรอยแผลที่ตา หัวที่เกิดจากรอยแผลที่ตาจะมีขนาดเล็กกว่าหัวที่เกิดจากรอยแผลที่โคนท่อนปลูกมาก และเสี่ยงที่จะเป็นหัวที่ลอยโผล่พื้นดิน เป็นหัวแคระแกรนไม่โต มีแป้งน้อย ในกรณีที่เกิดปัญหาหัวเน่ารากฝอยที่เหลือสามารถพัฒนาเป็นหัวสะสมอาหารขึ้นมาใหม่ได้อีก

ดังนั้น จึงไม่มีความจำเป็นต้องเฉือนเอาตาข้างของลำต้นและตาข้างของกิ่งสามง่ามออกเพื่อทำให้เกิดหัวสะสมอาหารเพิ่มขึ้นมาอีก (โอภาษ บุญเส็ง, 2551) ซึ่งเป็นการยากต่อการปฏิบัติและการปลูกในสภาพไร่ที่มีความชื้นในดิน เป็นปัจจัยจำกัดต่อการงอกของท่อนปลูกมันสำปะหลัง รากฝอยที่เกิดจากรอยแผลที่โคนของท่อนปลูกก็มีมากเพียงพอที่จะพัฒนาเป็นหัวสะสมอาหารได้ นอกจากนี้หัวที่เกิดจากโคนท่อนปลูกจะออกรอบโคน สะดวกต่อการเก็บเกี่ยว และหัวขาดยากเมื่อมีการขุดถอนหัวมันสำปะหลัง (โอภาษ บุญเส็ง, 2551) ในขณะที่การเพิ่มจำนวนรากด้วยการใช้ฮอร์โมนเร่งราก โอภาษ บุญเส็ง (2551) กล่าวว่า การปลูกมันสำปะหลังโดยปกติไม่จำเป็นต้องใช้ฮอร์โมนเร่งการเกิดของราก เนื่องจากตามปกติที่รอยแผลของโคนท่อนปลูกจะเกิดรากฝอยมากกว่า 50 รากตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้น แต่ควรเลือกใช้ท่อนพันธุ์ปลูกที่ดี คือ ท่อนพันธุ์ที่อายุระหว่าง 8-12 เดือนและปลูกในดินที่มีความชื้นพอเหมาะก็เพียงพอต่อการเกิดของรากแล้ว

2.6 การเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังโดยการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต

สารควบคุมการเจริญเติบโตหรือฮอร์โมนพืช หมายถึง สารที่สร้างขึ้นภายในต้นพืชหรือสังเคราะห์ขึ้นในภาคอุตสาหกรรมและใช้ในปริมาณที่น้อย แต่มีผลต่อพัฒนาการและการเจริญเติบโตของพืช มีการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตในพืชเศรษฐกิจกันอย่างแพร่หลาย เช่น Gibberellins ในพืชพวกองุ่น สับปะรด มะม่วง เป็นต้น

Mahasarakham University

หัวมันสำปะหลังเป็นลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจ ดังนั้น องค์ประกอบของผลผลิตที่มีบทบาทสำคัญในการเพิ่มผลผลิต คือ จำนวนราก (root number) และขนาดของราก (root size) จากการศึกษาของ Aina *et al.* (2107) ที่ชี้ให้เห็นว่าจำนวนรากหรือจำนวนหัว มีผลต่อผลผลิตหัวสดมันสำปะหลังถึง 65% ในขณะที่หัวขนาดใหญ่ (large size root) มีผลต่อผลผลิต 27% ส่วนหัวที่มีขนาดเล็ก (small size root) ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 45%

การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต เพื่อเพิ่มปริมาณรากให้เปลี่ยนเป็นรากสะสมอาหารจึงมีความสำคัญ ทั้งนี้ เพราะโดยปกติท่อนพันธุ์จะสร้างรากฝอยที่เกิดจากรอยแผลที่โคนของท่อนปลูกมากกว่า 50 ราก และการที่รากฝอยจะพัฒนาเป็นหัวสะสมแป้งเป็นจำนวนมากน้อย ขึ้นอยู่กับการเคลื่อนย้ายน้ำตาลและสภาพแวดล้อม (โอภาษ บุญเส็ง, 2551)

การเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของพืชหัวโดยการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต โดยเฉพาะสารประกอบจำพวก Triazole ซึ่งเป็นสารประกอบกลุ่มใหญ่ที่สุดและสำคัญที่สุดที่มีการใช้อย่างแพร่หลายในแง่ของการเป็นสารเคมีกำจัดเชื้อรา (Siegel, 1981; Fletcher *et al*., 2100) และสารในกลุ่ม Triazole ยังเป็นสารที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในบรรดาสารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีอยู่อย่างแพร่หลาย และใช้สารในปริมาณน้อย (Gilley and Fletcher, 1997) นอกจากการใช้ประโยชน์ในด้านควบคุมเชื้อรา ยังใช้ประโยชน์ในการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพในพืชหลายชนิด เช่น ในมันฝรั่ง (Fischer *et al*., 2008) แครอท (Gopi *et al*., 2007) และ ผักกาดหัว (Kishorekumar *et al*., 2006)

สาร Triazole อาจมีบทบาททั้งในการกำกับสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช หรือมีผลต่อสมดุลของสารควบคุมการเจริญเติบโตในต้นพืช หรือการเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชโดยตรง นอกจากนี้ยังมีผลต่ออัตราการสังเคราะห์แสง กิจกรรมของ enzyme lipid peroxidation และองค์ประกอบผลผลิตของพืชหลายชนิด (Kishorekumar *et al*., 2006) การตอบสนองต่อสารควบคุมการเจริญเติบโตอาจจะแตกต่างกันไป ขึ้นกับชนิดพืช พันธุ์พืช อายุ สภาพแวดล้อม ลักษณะทางสรีรวิทยาและธาตุอาหาร ระยะการเจริญเติบโต และความสมดุลของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีอยู่ในต้นพืชเอง (Zhou *et al*., 1993)

2.6.1 อิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของมันสำปะหลัง

2.6.1.1 อิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการเจริญเติบโต และผลผลิต

ในการศึกษาของ Gomathinayagam *et al.* (2007) ได้ใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตพวก Triazole คือ triadimefon (TDM) และ hexaconazole (HEX) ในการปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ H-226 และให้สารละลาย TDM ความเข้มข้น 20 ppm และ HEX ความเข้มข้น 15 ppm พร้อมกับการให้น้ำที่อายุ 25, 45, 65 และ 100 วันหลังปลูก เปรียบเทียบกับมันสำปะหลังที่ให้

Mahasarakham University

น้ำเพียงอย่างเดียวเป็นชุดควบคุม (control) พบว่า ทั้ง TDM และ HEX มีผลทำให้การเจริญเติบโตส่วนเหนือดินของพืชลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับ control ความสูงของมันสำปะหลังในช่วงอายุ 150 ถึง 240 วันจะต่ำกว่า (control) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการได้รับ TDM ทำให้ความสูงของมันสำปะหลังต่ำกว่าการได้รับ HEX

นอกจากนี้ความยาวของข้อเมื่อได้รับ TDM และ HEX จะมีความยาวของข้อลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับ control และความยาวของข้อจะลดลงเรื่อยๆ และมากที่สุดที่อายุ 240 วัน โดยลดลง 19% และ 17% ตามลำดับ และ TDM ทำให้ความยาวข้อลดลงมากกว่า HEX ในด้านจำนวนใบ การได้รับ TDM และ HEX มีผลทำให้จำนวนใบน้อยกว่า control อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ช่วงอายุ 150 วันถึง 240 วัน หรือเป็นช่วงที่พืชเริ่มมีการสะสมอาหาร และจำนวนใบที่ลดลงจะแสดงผลมากที่สุดในระยะที่พืชมีการสะสมอาหารสูงสุดโดยพบว่าการได้รับ TDM มีพื้นที่ใบน้อยกว่า การให้ HEX ในแง่ของน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของลำต้นและใบของมันสำปะหลัง พบว่าน้ำนักแห้งและน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นตามอายุของพืชทั้งใน control และ พืชที่ได้รับ Triazole โดย Triazole ทำให้น้ำหนักสดของลำต้นเพิ่มขึ้นที่ช่วงการเจริญเติบโต 90 และ 150 วัน

แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพืชมีอายุ 150 จนถึงเก็บเกี่ยว กลับพบว่า Triazole ทำให้น้ำหนักสดของลำต้นลดลง โดยการให้ HEX และ TDM มี น้ำหนักสดของลำต้นและใบต่ำกว่า control กล่าวคือมีน้ำหนักสดลำต้นและใบต่ำกว่า control 11%, 24% ในกรณีได้รับ HEX และ 7% และ 21% ในกรณีได้รับ TDM ที่อายุ 240 วันตามลำดับ และทำนองเดียวกันกับในน้ำหนักแห้งของลำต้นและใบ โดยพบว่าการให้ Triazole จะมีน้ำหนักแห้งต้นต่ำกว่า control ตั้งแต่พืชอายุ 90 วันจนถึงเก็บเกี่ยว และมีอิทธิพลตั้งแต่พืชอายุ 150 วัน

ในกรณีของน้ำหนักแห้งใบและพบว่า HEX มีผลทำให้น้ำหนักแห้งของลำต้นและน้ำหนักแห้งของใบลดต่ำกว่าการได้รับ TDM กล่าวคือ 6% และ 18% ในกรณีของ HEX และ 3% และ 17% ในกรณีของ TDM ที่อายุ 240 วันตามลำดับ การศึกษาเป็นทำนองเดียวกันกับ Kishorekumar *et al.* (2007) ที่พบว่า TDM มีผลทำให้การเจริญเติบโตส่วนเหนือดินลดต่ำกว่าการได้รับ HEX ใน ผักกาดหัว หรือ Chinese potato

อิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อผลผลิต ในแง่น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งหัวมันสำปะหลัง พบว่า การได้รับ Triazole ทำให้น้ำหนักหัวสดและน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับ control และจะเพิ่มขึ้นมากที่ระยะเก็บเกี่ยว โดยพบว่า TDM ทำให้น้ำหัวสดและแห้งเพิ่มขึ้นมากกว่า HEX กล่าวคือ TDM และ HEX ทำให้น้ำหนักหัวสดเพิ่มขึ้น 32% และ 31% เมื่อเปรียบเทียบกับ control ตามลำดับในขณะที่ TDM และ HEX ทำให้น้ำหนักหัวแห้งเพิ่มขึ้น 34% และ 31% เมื่อเปรียบเทียบกับ control ตามลำดับ

Mahasarakham University

นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้สาร CPPU N- (2-chloro-4-pyridyl) -N'-urea และสาร paclobutrazol (PP333) มีผลทำให้มันสำปะหลังมีผลผลิตเพิ่มขึ้นและมีปริมาณแป้งเพิ่มมากขึ้นมันสำปะหลังที่ไม่ได้รับสารโดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้สาร CPPU ที่ฉีดสเปร์ยพร้อมการให้น้ำในพันธ์ Nanzhi199 สามารถทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 105.22 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณแป้งเพิ่มขึ้น 36.49% เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ได้รับสารเช่นเดียวกับการให้ PP333 ทางใบแก่มันสำปะหลังพันธุ์ Nanzhi199 สามารถทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นสูงกว่าไม่ใช้สารเท่ากับ 7.2 เปอร์เซ็นต์ แต่พันธุ์ GR911 สามารถเพิ่มปริมาณแป้งสูงกว่าไม่ใช้สารถึง 44.72 เปอร์เซ็นต์ (Quing-song and Xiao-hui, 2011)

นอกจากการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตพวก Triazole ในการเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังแล้ว ยังพบว่ายังมีการใช้ Triazole พวก paclobutrazole (PBZ) และ hexaconazole (HEX) ในการเพิ่มผลผลิตของแครอท โดย Gopi *et al*. (2007) ได้ทดลองใช้ paclobutrazole (PBZ) และ hexaconazole (HEX) ในความเข็มข้น 20 mg ต่อน้ำ 1 ลิตร(ppm) ต่อพืชหนึ่งต้น ที่อายุ 15, 30 และ 45 วันหลังปลูก การเก็บผลผลิตของพืชที่อายุ 60 วันหลังปลูก พบว่า PBZ และ HEX ทำให้น้ำหนักหัวสดและแห้ง รวมทั้งน้ำหนักแห้งใบเพิ่มขึ้นมากกว่า control โดย HEX มีผลทำให้น้ำหนักหัวสดและแห้งรวมทั้งน้ำหนักแห้งใบเพิ่มขึ้นมากกว่า PBZ

การใช้ Triazole พืชหัวในอินเดีย คือ Elephant Foot Yam ซึ่งพบว่าสามารถเพิ่มความยาวของราก น้ำหนักแห้งของหัว และความชื้นของหัวพืชได้มากกว่า control และพบว่ามีผลยับยั้งการเจริญเติบโตส่วนเหนือดิน เช่น ความยาวของก้านใบ และพื้นที่ใบ เช่นเดียวกับมันสำปะหลัง (Gopi *et al*., 2005) และ การให้ TDM จะได้ผลผลิตสูงสุด

2.6.1.2 อิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อคุณภาพของมันสำปะหลัง

การปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังในประเทศไทย มุ่งให้ความสำคัญกับการเพิ่มปริมาณแป้งเป็นสำคัญ อันเป็นผลมาจากการเพิ่มผลผลิตน้ำหนักสดหัว (Sriroth *et al*., 2101) ซึ่งแป้งจากมันสำปะหลังมีการใช้ประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อมในอุตสาหกรรมต่างๆ มากมาย เนื่องจากแป้งมันสำปะหลังมีความบริสุทธ์สูง มีต้นทุนการผลิตต่ำ และมีคุณสมบัติเฉพาะตัว เช่น เป็นแป้งเปียกที่มีความใสและมีความเหนียวสูง (Sriroth *et al*., 2001) ดังนั้น เปอร์เซนต์แป้งหรือปริมาณแป้งจึงเป็นลักษณะสำคัญที่นักปรับปรุงพันธุ์ให้ความสำคัญ เพราะแป้งคือผลิตภัณฑ์ที่จะถูกนำไปใช้เป็นอาหารโดยตรงต่อมนุษย์ เช่น ประเทศแถบแอฟริกาและในอุตสาหกรรมต่อเนื่องต่างๆ ปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลังจะถูกกำหนดด้วยลักษณะทางพันธุกรรมเป็นหลัก และอิทธิพลของสภาพแวดล้อมโดยเฉพาะสภาพแวดล้อมก่อนที่จะเก็บเกี่ยว (Defloor *et al*., 1998a; Sriroth *et al*., 2101) การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตในการปลูกมันสำปะหลัง พบว่า สามารถเพิ่มปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลัง ดังการศึกษาของ Gomathinaayagam *et al.* (2007) โดยพบว่าปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นตามอายุของพืช และพบว่าในมันสำปะหลังที่ได้รับ Triazole ปริมาณแป้งจะเพิ่มขึ้น

Mahasarakham University

ตั้งแต่ที่ระยะที่เริ่มมีการสร้างหัวจนถึงระยะเก็บเกี่ยว โดย TDM มีผลทำให้ปริมาณแป้งเพิ่มขึ้นมากกว่า HEX มากกว่า control 21% และ19% ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า ปริมาณแป้งในใบมันสำปะหลังยังเพิ่มขึ้นอีกด้วย

Gopi และคณะ (2007) พบว่า คุณภาพของแครอทในแง่ของปริมาณแป้งและน้ำตาลเมื่อได้รับอิทธิพลของ Triazole ในรูปของ PBZ และ HEX ทำให้ปริมาณแป้งและน้ำตาลในใบและหัวของแครอทเพิ่มมากขึ้นจาก control

นอกจากนี้จากการศึกษาของ Gopi *et al.* (2007) ยังพบว่า Triazole ยังสามารถเพิ่มปริมาณ โปรตีน amino acid และ proline ในใบและหัวของแครอทด้วย ซึ่งพบว่า การให้ Triazole จะทำให้พืชสามารถทนทานต่อสภาวะการขาดน้ำได้ จากการปรับตัวแบบ osmotic adjustment โดยการเพิ่มปริมาณ amino acid และ proline ในใบและหัว ทำให้ค่า water potential ต่ำ และสามารถ uptake น้ำได้ในสภาวะขาดน้ำ และการเพิ่มขึ้นของปริมาณโปรตีนก็สะท้อนให้เห็นว่าคุณภาพของหัวของแครอทที่ได้รับ Triazole ดีกว่า control

2.6.2 กลไกของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของมันสำปะหลัง

2.6.2.1 กลไกของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการเจริญเติบโต และผลผลิต

จากการรายงานของ Gomathinayagamc และคณะ (2007) และอีกหลายงานทดลองข้างต้น พบว่า สารควบคุมการเจริญเติบโตพวก Triazole มีผลทำให้การเจริญเติบโตส่วนเหนือดินของพืชลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับ control โดยเฉพาะทางด้านความสูงของต้น ความยาวของข้อ จำนวนใบและพื้นที่ใบ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากอิทธิพลของ Triazole ที่มีผลยับยั้งการสังเคราะห์ฮอร์โมน gibberellins (GA) ที่ควบคุมการการแบ่งเซลล์และการยืดยาวของข้อปล้องที่ meristematic cell (Taize and Zeinger, 2002) อิทธิพลของ Triazole ที่มีผลยับยั้งการสังเคราะห์ GA มีการศึกษาพบในพืชพวก *Cuberbita maxima* (Isumi *et al*., 1987)

อิทธิพลของ Triazole ในแง่ของการยับยั้งการยืดยาวของเซลล์แสดงให้เห็นจากการทดลอง การให้ brassinozole ซึ่งเป็นสารประกอบพวก Triazole ชนิดหนึ่งกับ Arabidopsis และพบว่า brassinozole มีผลทำให้เซลล์ขยายขนาดขึ้นและความยาวของเซลล์ลดลง เมื่อเทียบกับ Arabidopsis ที่ไม่ได้รับ brassinozole (Asami *et al*., 2000) นอกจากนี้ Triazole ยังทำให้จำนวนเซลล์ ความยาว และความกว้างของ xylem cells ลดลง (Fletcher et al., 2000) ซึ่งอาจส่งผลให้ความสูงของพืชลดลง รวมทั้งการสร้างใบใหม่ในมันสำปะหลัง การลดลงของพื้นที่ใบยังอาจเป็นผลมาจากอิทธิพลของ Triazole ในแง่ของการกระตุ้นระดับ ABA ในต้นพืชให้สูงขึ้น (Asami *et al*., 2000) ซึ่ง ABA มีผลยับยั้งการสังเคราะห์ GA (Taize and Zeiger, 2002) จึงส่งผลให้ความสูงและการยืดยาวของข้อลดลง รวมทั้ง การแบ่งเซลล์และการขยายขนาดของเซลล์โดยอิทธิพลของ GA ลดลง และส่งผล

Mahasarakham University

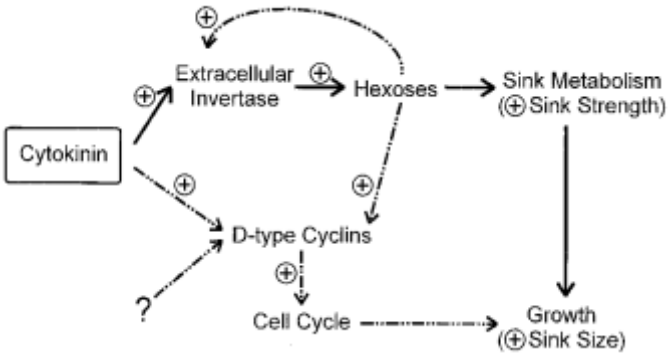
ต่อการสะสมน้ำหนักแห้งทำให้ น้ำหนักแห้งและน้ำหนักสดลดลง ดังนั้น Triazole จึงมีผลยับยั้งการเจริญของส่วนเหนือดินของพืช

ในแง่ของผลผลิตหัวของมันสำปะหลังและพืชหัวอื่นๆ พบว่า Triazole ทำให้ผลผลิต หัวสดและน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้น ซึ่งพืชแต่ละชนิดตอบสนองต่อ Triazole ต่างชนิดกัน เช่น มันสำปะหลัง และ Elephant Foot Yam อิทธิพล TDM มีผลทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นมากที่สุด ในขณะที่แครอท HEX ทำให้ผลผลิตหัวเพิ่มขึ้น ชี้ให้เห็นว่าการเลือกใช้ชนิดของ Triazole มีบทบาทสำคัญในการเพิ่มผลผลิตพืชแต่ละชนิด

ผลผลิตของพืชหัวที่เพิ่มขึ้นเมื่อได้รับ Triazole อาจเป็นผลมาจาก Triazole มีผลในการเพิ่มปริมาณ cytokinin ในต้นพืช (Porlingis and Petridou, 1996) โดย cytokinin มีผลทำให้เนื้อเยื่อเจริญมีการแบ่งเซลล์เพิ่มมากขึ้น (Taize and Zieger, 2102) และมีบทบาทสำคัญในการกำหนด sink strength (ความสามารถในการควบคุมปริมาณ carbohydrate ที่จะถูกนำเข้ามาสะสมไว้ใน sink และ ความสามารถในการควบคุมการส่งออก carbohydrate จาก sink) โดย cytokinin จะกระตุ้นให้มีการสร้าง extracellular invertase enzyme ซึ่งจะนำ น้ำตาลไปสะสมไว้ที่ sink มากขึ้น ในขณะเดียวกัน invertase ที่ถูกกระตุ้นโดย cytokinin ยังมีผลต่อการเพิ่มขนาดของ sink โดยทำให้มีการขยายขนาดเพิ่มขึ้น (sink size) เนื่องจากการแบ่งเซลล์ของ sink โดย sucrose signaling จากกิจกรรมของ invertase enzymes (Roitsch and Ehne, 2000)

จากการทดลองของ Gomathinayagam และคณะ (2007) ชี้ให้เห็นว่า TDM และ HEX มีผลทำให้ใบและหัวมันสำปะหลังมีปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้น โดยปริมาณน้ำตาลจะเพิ่มสูงที่ระยะ 180 วันหลังปลูกและคงที่จนถึงระยะเก็บเกี่ยว 240 วันหลังปลูก โดย TDM ทำให้ปริมาณน้ำตาลในใบและหัวสูงขึ้นจาก control ถึง 110% ปริมาณน้ำตาลที่เพิ่มขึ้นเป็นผลมาจากการที่ทั้ง TDM และ HEX มีผลทำให้กิจกรรมของเอ็นไซม์ที่เปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาล (invertase enzyme) เพิ่มสูงขึ้นถึง 135% ในใบ และ ประมาณ 130% ในหัวมันสำปะหลัง เมื่อมันสำปะหลังได้รับ TDM และมีผลต่อการเพิ่มกิจกรรมของเอ็นไซม์ที่ทำหน้าที่สังเคราะห์ sucrose (sucrose synthase) โดยเพิ่มขึ้นถึง 150% ที่ระยะเก็บเกี่ยว ซึ่ง enzymes เหล่านี้เป็นผลมาจากการเพิ่มปริมาณ cytokinin ในต้นพืชดังที่กล่าวข้างต้น และทำให้เกิดการ partition สารที่ได้จากการสังเคราะห์แสง (assimilates) ไปสู่หัวมากขึ้น ส่งผลให้สามารถเพิ่มผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ได้ (Fletcher *et al*., 2000) โดยความสามารถในการ partition สารที่ได้จากการสังเคราะห์แสง (assimilates) ไปสู่หัวเกิดจากความต้องการ assimilates หรือ sink strength ที่สูงของส่วนหัวมากกว่าส่วนเหนือดิน ดังจะเห็นได้จากการเจริญเติบโตของส่วนเหนือดินที่ลดลงมากใน TDM ทำให้น้ำหนักแห้งและน้ำหนักสดของหัวเพิ่มมากขึ้น

Mahasarakham University



ที่มา : Roitsch และ Ehne (2000)

ภาพที่ 1 อิทธิพลของ cytokinin ในการควบคุม sink strength

ผลผลิตของมันสำปะหลังที่เพิ่มขึ้นจากการให้ Triazole จากการทดลองของ Gomathi- nayagam และคณะ (2007) พบว่าเป็นผลมาจากการยับยั้งการยืดยาวของหัว ซึ่งอาจเป็นผลมาจากกิจกรรมของ GA ที่ถูกยับยั้ง โดยปริมาณ ABA ที่เพิ่มขึ้น ดังที่กล่าวข้างต้น และการขยายขนาดของเซลล์หรือการเพิ่มจำนวนเซลล์ของหัวจากอิทธิพลของ cytokinin ในระยะเก็บเกี่ยว ความยาวของหัวจะลดลง แต่น้ำหนักหัวสดและแห้ง จะเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับ control ในขณะที่ใน Elephant Foot Yam ความยาวรากจะเพิ่มขึ้นเมื่อพืชได้รับ Triazole ซึ่งอาจเป็นผลมาจากความแตกต่างทางพันธุกรรมของพืช

2.6.2.2 กลไกของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อคุณภาพของหัว

การให้ Triazole แก่พืชพบว่ามีผลทำให้ปริมาณแป้งในใบและหัวมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น โดย TDM ทำให้ปริมาณแป้งในหัวเพิ่มขึ้น 21% และ HEX ทำให้ปริมาณแป้งในหัวเพิ่มขึ้น 19% ปริมาณแป้งที่เพิ่มขึ้นอาจเป็นผลมาจาก Triazole กระตุ้นให้มีการสร้าง cytokinin เพิ่มขึ้น และ cytokinin ทำให้มีกิจกรรมของ invertase enzyme เพิ่มสูงขึ้น ดังกล่าวข้างต้น และ invertase enzyme จะมีบทบาทในการขนส่ง sucrose ไปสู่ sink (Roitsch and Ehne, 2000) โดย invertase enzyme ยังมีบทบาทในการลำเลียง sucrose เป็นระยะไกลๆ ได้ โดยการสร้าง sucrose concentration gradient (ความต่างศักย์ของความเข้มข้นของน้ำตาล) ระหว่าง phloem loading (phloem companion cell) และ phloem unloading (companion cell of sink cell) (Cuadrado *et al*., 2001) ดังนั้น ปริมาณแป้งและน้ำตาลที่เพิ่มขึ้นในหัวมันสำปะหลัง จึงอาจเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของกิจกรรมของ invertase enzyme ทำให้มีน้ำตาลถูกลำเลียงมาที่ sink มากขึ้น และปริมาณ ABA ที่เพิ่มขึ้นโดย Triazole อาจมีผลทำให้อัตราการเคลื่อนย้าย sucrose ออกจาก phloem เข้าสู่ sink เพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณน้ำตาลถูกเคลื่อนย้ายไปสะสมในหัวมากขึ้น (Gomathinayagam *et al*., 2007) นอกจากนี้ ปริมาณแป้งที่เพิ่มขึ้น

Mahasarakham University

ยังอาจเป็นผลมาจากกิจกรรมของ starch phosphorylase enzyme ที่เพิ่มขึ้น โดย TDM และ HEX เพิ่มกิจกรรมของ starch phosphorylase enzyme อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในหัวมันสำปะหลังที่ระยะที่เริ่มมีการสะสมแป้งในหัวมันสำปะหลัง (180 วันหลังงอก) จนถึงระยะเก็บเกี่ยว (Gomathinayagam *et al*., 2007) โดย starch phosphorylase enzyme จะมีความสำคัญต่อการสะสมแป้งที่หัว เช่นเดียวกับกิจกรรมของ starch phosphorylase enzyme ที่พบในเมล็ดของถั่ว (Van Berkel *et al*., 1991)

Mahasarakham University

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีผลต่อผลผลิตและคุณภาพของมันสำปะหลัง ได้แบ่งออกเป็น 3 การศึกษา ดังนี้

การศึกษาที่ 1 ศึกษาชนิด ระดับความเข้มข้น และอิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโต (plant growth regulators) ที่มีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของผลผลิตของมันสำปะหลัง

การศึกษาที่ 2 ศึกษาระดับความเข้มข้นและช่วงเวลาการใส่สารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของมันสำปะหลัง

การศึกษาที่ 3 ศึกษาระยะเวลาการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่ได้รับชนิดสารควบคุมการเจริญเติบโตที่ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลัง

โดยมีวิธีดำเนินการวิจัยผู้วิจัยได้นำเสนอตามลำดับขั้น ดังนี้

1. เขตกรรมและการใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต
2. การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การศึกษาที่ 1 ศึกษาชนิด ระดับความเข้มข้น และอิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโต (plant growth regulators) ที่มีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของผลผลิตของมันสำปะหลัง

3.1.1 เขตกรรมและการใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต

ในการศึกษาถึงชนิด ระดับความเข้มข้น และอิทธิพลร่วมของการใส่สารควบคุมการเจริญ เติบโต 2 ชนิด คือ Paclobutrazol ($C_{15}H_{20}ClN_3O$) และ Mepiquat chloride ($C_7H_{16}ClN$) ที่มีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของผลผลิตของมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ที่ปลูกในชุดดินยโสธร (Yasothon series: Yt; Fine-loamy, siliceous, semiactive, isohyperthermic Typic Paleustults) ณ หมวดดินและปุ๋ย และ ห้องปฏิบัติการสรีรวิทยาของพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น และห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี และศูนย์เครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ในระหว่างเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 - เดือนธันวาคม พ.ศ. 2553

Mahasarakham University

วางแผนการทดลองแบบ 3 x 4 Factorial in RCBD จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 2 ปัจจัย ในการศึกษา คือ ปัจจัยที่ 1 ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต Mepiquat chloride (MC) 3 ระดับคือระดับความเข้มข้น 0 ppm, 10 ppm และ 20 ppm ปัจจัยที่ 2 ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต Paclobutrazol (PBZ) 4 ระดับ คือระดับความเข้มข้น 0 ppm, 10 ppm, 20 ppm และ 30 ppm

ขนาดแปลงทดลอง กว้าง 3 เมตร และยาว 7 เมตร เตรียมดินที่ความลึกประมาณ 25-30 เซนติเมตร ระยะปลูกระหว่างแถว 100 เซนติเมตร ระหว่างต้น 100 เซนติเมตร และเตรียมหลุมปลูกขนาดกว้าง 50 เซนติเมตร ยาว 50 เซนติเมตรตามความลึกของหน้าดิน คลุกเคล้าปุ๋ยคอกในอัตรา 3,000 กิโลกรัมต่อไร่ ให้สม่ำเสมอกันก่อนปลูก 7 วัน

วิธีการปลูกมันสำปะหลังแบบปักตรง โดยเตรียมท่อนพันธุ์มันสำปะหลังขนาดความยาว ประมาณ 25 เซนติเมตร มีจำนวนตามากกว่า 10 ตาต่อ 1 ท่อนพันธุ์ โดยปักท่อนพันธุ์ลึกลงไปในดินประมาณ 15 เซนติเมตร ทำการกำจัดวัชพืชโดยวิธีเขตกรรม 2 ครั้ง ที่อายุมันสำปะหลังประมาณ 30 - 45 วันหลังการปลูก และมีอายุได้ประมาณ 60 - 70 วัน หลังการปลูก โดยไม่กระทบกระเทือนต่อการเจริญเติบโตของพืช

การใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต เมื่อมันสำปะหลังอายุ 90, 110, 130 และ 150 วัน หลังปลูกตามวิธีการของ Gomathinayagam และคณะ (2007) พร้อมกับการให้น้ำชลประทานที่ระดับความชื้น field capacity (ชุดดินยโสธรมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ระดับ field capacity ที่ 12 เปอร์เซ็นต์) ในกรรมวิธีที่ต้องใส่สารละลายควบคุมการเจริญเติบโตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ตามตำรับการทดลองที่กำหนด

3.1.2 การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การเก็บข้อมูลผลผลิตโดยสุ่มตัวอย่างต้นพืชจำนวน 1 ต้นต่อแปลงทดลอง ที่อายุ 120, 160, 200, 240, 280 และ 320 วันหลังปลูก โดยแยกใบ ต้น ราก และ หัว เพื่อวิเคราะห์การเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณแป้ง วัดพื้นที่ใบโดย Automatic leaf area meter รุ่น AAC – 400 (Hayashi-Denko co,Ltd., Tokyo, Japan) และปริมาณแป้งในหัวสด (starch content) วิธีหาทำโดยการสุ่มหัวสดของมันสำปะหลังจำนวน 5 กิโลกรัม นำตัวอย่างมาวัดโดยเครื่องมือวัดปริมาณแป้งในหัวสดของ Reiman scale balance ที่กรมวิชาการเกษตรแนะนำ ซึ่งเครื่องชั่งประเภทนี้สามารถอ่านค่าปริมาณแป้งในหัวสดและน้ำหนักหัวสดของมันสำปะหลังในน้ำ จากนั้นนำมาคำนวณหาปริมาณมันแห้งในหัวสด (root dry matter content; RDMC) โดยสมการของ Umemura และคณะ (1983) (RDMC = 1.583 (ความถ่วงจำเพาะของหัว) – 1.42) ศึกษาการละลายของแป้งโดยวิธีดัดแปลงจากวิธีการของ Schoch (1964) และศึกษาการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้ง โดยใช้เครื่อง Rapid Visco Analyzer (RVA) รุ่น 4D (Newport Scientific Pty.Ltd, 1995) ได้แก่ 1) อุณหภูมิ (^{o}C) ที่ทำให้แป้งเริ่มพองตัว (pasting

Mahasarakham University

temperature) 2) ความหนืดเมื่อแป้งพองตัวสูงสุด (peak viscosity) 3) ความหนืดเมื่อแป้งคงตัว (trough viscosity) 4) ความหนืดเมื่อแป้งเย็นตัว (final viscosity) 5) ความหนืดเมื่อแป้งยุบตัว (breakdown) 6) ความหนืดเมื่อแป้งคืนตัว (setback) สำหรับค่าความหนืดเมื่อแป้งยุบตัว (breakdown) และความหนืดเมื่อแป้งคืนตัว (setback) คำนวณได้ดังนี้ Breakdown = peak viscosity - trough viscosity และSetback = final viscosity - trough viscosity

เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิตมันสำปะหลัง ตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ในวิธีการทดลอง ข้อมูลที่ศึกษามี ดังนี้ คือ

1. ดัชนีพื้นที่ใบ (leaf area index; LAI) คือ อัตราส่วนของพื้นที่ใบทั้งหมดต่อพื้นที่ดินที่ปกคลุมอยู่ (Radford, 1967) สามารถคำนวณได้จากสูตรดังนี้

LAI = พื้นที่ใบ / พื้นที่ปลูก

2. อัตราการเจริญเติบโตของพืช (crop growth rate; CGR) คือ น้ำหนักแห้งของพืชที่เปลี่ยนแปลงไปต่อหน่วยเวลา (Radford, 1967) สามารถคำนวณได้จากสูตร ดังนี้

$$CGR = dw / dt.1/A = (W_2 - W_1) / (t_2 - t_1) \times A$$

3. อัตราการเจริญเติบโตของราก (root growth rate; RGR) คือ น้ำหนักแห้งของรากที่เปลี่ยนแปลงไปต่อหน่วยเวลา (Radford, 1964) สามารถคำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$RGR = dr / dt.1/A = (R_2 - R_1) / (t_2 - t_1) \times A$$

4. ผลผลิตพืชทั้งหมด (total biomass) ในรูปน้ำหนักสด คำนวณโดยรวมน้ำหนักของใบ ต้น และหัวของมันสำปะหลัง

5. ผลผลิตหัวสด (fresh root yield)

6. ปริมาณแป้งในหัวสด (starch content)

RDMC = 1.583 (ความถ่วงจำเพาะของหัว) – 1.42

7. ดัชนีเก็บเกี่ยว (harvest index; HI) คำนวณจากอัตราส่วนระหว่างผลผลิตหัวสดกับผลผลิตพืชทั้งหมดของมันสำปะหลัง

สถิติที่ใช้คือ F- test สำหรับวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way Analysis of Variance) โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA)

Mahasarakham University

3.2 การศึกษาที่ 2 ศึกษาระดับความเข้มข้นและช่วงเวลาการใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลัง

3.2.1 เขตกรรมและการใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต

ในการศึกษาระดับความเข้มข้นและช่วงเวลาการใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ที่ปลูกในชุดดินยโสธร (Yasothon series: Yt; Fine-loamy, siliceous, semiactive, isohyperthermic Typic Paleustults) ณ หมวดดินและปุ๋ย และ ห้องปฏิบัติการสรีรวิทยาของพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ระหว่างเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2553- เดือนธันวาคม พ.ศ. 2554

จากการศึกษาที่ 1 พบว่าการใส่ paclobutrazole และ mepiquat chloride ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน มีผลทำให้จำนวนหัวและน้ำหนักสดหัวมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันทางสถิติ การใส่สารทั้งสองชนิดที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm มีผลทำให้จำนวนหัวและน้ำหนักสดหัวสูงมากที่สุด และกรรมวิธีใส่สาร paclobutrazole ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆเพิ่มจำนวนหัวและน้ำหนักสดหัวมันสำปะหลังอย่างมีนัยสำคัญ ในการศึกษาที่ 2 จึงได้เลือกสารควบคุมการเจริญเติบโต paclobutrazole เพื่อศึกษาถึงระดับความเข็มข้นและช่วงเวลาการใส่ที่เหมาะสม

วางแผนการทดลองแบบ 3 x 4 Factorial in RCBD จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 2 ปัจจัยในการศึกษา คือ ปัจจัยที่ 1 ช่วงเวลาการใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต pacobutrazole ที่อายุ 90, 150 และ210 วันหลังปลูก ปัจจัยที่ 2 ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต Paclobutrazol (PBZ) 4 ระดับ คือระดับความเข้มข้น 0 ppm, 10 ppm, 20 ppm และ 30 ppm

ขนาดแปลงทดลอง กว้าง 3 เมตร และยาว 7 เมตร เตรียมดินที่ความลึกประมาณ 25-30 เซนติเมตร ระยะปลูกระหว่างแถว 100 เซนติเมตร ระหว่างต้น 100 เซนติเมตร และเตรียมหลุมปลูกขนาดกว้าง 50 เซนติเมตร ยาว 50 เซนติเมตรตามความลึกของหน้าดิน คลุกเคล้าปุ๋ยคอกในอัตรา 3000 กิโลกรัมต่อไร่ให้สม่ำเสมอกันก่อนปลูก 7 วัน

วิธีการปลูกมันสำปะหลังแบบปักตรง โดยเตรียมท่อนพันธุ์มันสำปะหลังขนาดความยาว ประมาณ 25 เซนติเมตร มีจำนวนตามากกว่า 10 ตาต่อ 1 ท่อนพันธุ์ โดยปักท่อนพันธุ์ลึกลงไปในดินประมาณ 15 เซนติเมตร ทำการกำจัดวัชพืชโดยวิธีเขตกรรม 2 ครั้ง ที่อายุมันสำปะหลังประมาณ 30 -45 วันหลังการปลูก และมีอายุได้ประมาณ 60 -70 วัน หลังการปลูกโดยไม่กระทบกระเทือนต่อการเจริญเติบโตของพืช

Mahasarakham University

การใส่สารควบคุมการเจริญเติบโตเมื่อมันสำปะหลังอายุ 90, 150 และ 210 วันหลังปลูก ตามวิธีการของ Gomathinayagam และคณะ (2007) ซึ่งช่วงเวลาการให้แตกต่างกันตามตำรับทดลองที่กำหนด พร้อมกับการให้น้ำชลประทานที่ระดับความชื้น field capacity (ชุดดินยโสธรมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ระดับ field capacity ที่ 12 เปอร์เซ็นต์) ในกรรมวิธีที่ต้องใส่สารควบคุมการเจริญเติบโตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ตามตำรับการทดลองที่กำหนด

3.2.2 การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การเก็บข้อมูลผลผลิตโดยสุ่มตัวอย่างต้นพืชจำนวน 1 ต้นต่อแปลงทดลอง ที่อายุ 120, 160, 200, 240 และ 280 วันหลังปลูก โดยแยกใบ ต้น ราก และ หัว เพื่อวิเคราะห์การเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณแป้ง วัดพื้นที่ใบโดย Automatic leaf area meter รุ่น AAC – 400 (Hayashi-Denko co,Ltd., Tokyo, Japan) และปริมาณแป้งในหัวสด (starch content) วิธีหาทำโดยการสุ่มหัวสดของมันสำปะหลังจำนวน 5 กิโลกรัม นำตัวอย่างมาวัดโดยเครื่องมือวัดปริมาณแป้งในหัวสดของ Reiman scale balance ที่กรมวิชาการเกษตรแนะนำ ซึ่งเครื่องชั่งประเภทนี้สามารถอ่านค่าปริมาณแป้งในหัวสดและน้ำหนักหัวสดของมันสำปะหลังในน้ำ จากนั้นนำมาคำนวณหาปริมาณมันแห้งในหัวสด (root dry matter content; RDMC) โดยสมการของ Umemura และคณะ (1983) (RDMC = 1.583 (ความถ่วงจำเพาะของหัว) – 1.42)

เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิตมันสำปะหลังตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ ข้อมูลที่ศึกษามีดังนี้คือ

1. ดัชนีพื้นที่ใบ (leaf area index; LAI) คือ อัตราส่วนของพื้นที่ใบทั้งหมดต่อพื้นที่ดินที่ปกคลุมอยู่ (Radford, 1967) สามารถคำนวณได้จากสูตรดังนี้

LAI = พื้นที่ใบ / พื้นที่ปลูก

2. อัตราการเจริญเติบโตของพืช (crop growth rate; CGR) คือ น้ำหนักแห้งของพืชที่เปลี่ยนแปลงไปต่อหน่วยเวลา (Radford, 1967) สามารถคำนวณได้จากสูตร ดังนี้

$$CGR = dw / dt.1/A = (W_2 - W_1) / (t_2 - t_1) \times A$$

3. อัตราการเจริญเติบโตของราก (root growth rate; RGR) คือ น้ำหนักแห้งของรากที่เปลี่ยนแปลงไปต่อหน่วยเวลา (Radford, 1964) สามารถคำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$RGR = dr / dt.1/A = (R_2 - R_1) / (t_2 - t_1) \times A$$

4. ผลผลิตพืชทั้งหมด (total biomass) ในรูปน้ำหนักสด คำนวณโดยรวมน้ำหนักของใบ ต้น และหัวของมันสำปะหลัง

5. ผลผลิตหัวสด (fresh root yield)

6. ปริมาณแป้งในหัวสด (starch content)

RDMC = 1.583 (ความถ่วงจำเพาะของหัว) – 1.42

Mahasarakham University

7. ดัชนีเก็บเกี่ยว (harvest index; HI) คำนวณจากอัตราส่วนระหว่างผลผลิตหัวสดกับผลผลิตพืชทั้งหมดของมันสำปะหลัง

สถิติที่ใช้ คือ F- test สำหรับวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way Analysis of Variance) โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA)

3.3 การศึกษาที่ 3 การศึกษาระยะเวลาการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่ได้รับชนิดสารควบคุมการเจริญเติบโตที่ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของมันสำปะหลัง

3.3.1 เขตกรรมและการใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต

ในการศึกษาถึงระยะเวลาการเก็บเกี่ยวร่วมกับชนิด ระดับความเข้มข้น และอิทธิพลร่วมของการใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต 2 ชนิดคือ Paclobutrazol ($C_{15}H_{20}ClN_3O$) และ Mepiquat chloride ($C_7H_{16}ClN$) ที่มีต่อการเจริญเติบโตและของผลผลิตของมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ที่ปลูกในชุดดินยโสธร (Yasothon series: Yt; Fine-loamy, siliceous, semiactive, isohyperthermic Typic Paleustults) ณ สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 5 ขอนแก่น ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น และห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี และศูนย์เครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ในระหว่างเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2553- เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2554

วางแผนการทดลองแบบ 4 x 4 Factorial in RCBD จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 2 ปัจจัยในการศึกษา คือ ปัจจัยที่ 1 ประกอบด้วย 1) ตำรับทดลองควบคุม 2) ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต Paclobutrazol (PBZ) ระดับความเข้มข้น 10 ppm 3) ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต mepiquat chloride (MC) ระดับความ เข้มข้น 10 ppm 4) ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต Paclobutrazol (PBZ) 10 ppm ร่วมกับ mepiquat chloride (MC) 10 ppm ปัจจัยที่ 2 ช่วงอายุในการเก็บผลผลิต 1) อายุ 8 เดือนหลังปลูก 2) อายุ 9 เดือนหลังปลูก 3) อายุ 10 เดือนหลังปลูก 4) อายุ 11 เดือนหลังปลูก

ขนาดแปลงทดลอง กว้าง 5 เมตร และยาว 7 เมตร เตรียมดินที่ความลึกประมาณ 25-30 เซนติเมตร ระยะปลูกระหว่างแถว 100 เซนติเมตร ระหว่างต้น 100 เซนติเมตร คลุกเคล้าปุ๋ยคอกในแถวปลูกในอัตรา 3000 กิโลกรัมต่อไร่ให้สม่ำเสมอกันก่อนปลูก 7 วัน

วิธีการปลูกมันสำปะหลังแบบปักตรง โดยเตรียมท่อนพันธุ์มันสำปะหลังขนาดความยาว ประมาณ 25 เซนติเมตร มีจำนวนตามากกว่า 10 ตาต่อ 1 ท่อนพันธุ์ โดยปักท่อนพันธุ์ลึกลงไปในดินประมาณ 15 เซนติเมตร ทำการกำจัดวัชพืชโดยวิธีเขตกรรม 2 ครั้ง ที่อายุมันสำปะหลังประมาณ 30 -45 วันหลังการปลูก และมีอายุได้ประมาณ 60 -70 วัน หลังการปลูก โดยไม่กระทบกระเทือนต่อการเจริญเติบโตของพืช

Mahasarakham University

การใส่สารควบคุมการเจริญเติบโตเมื่อมันสำปะหลังอายุ 90, 110, 130 และ 150 วันหลังปลูกตามวิธีการของ Gomathinayagam และคณะ (2007) ในกรรมวิธีที่ต้องใส่สารละลายควบคุมการเจริญเติบโตที่ระดับความเข้มข้นต่างๆตามตำรับการทดลองที่กำหนด

3.3.2 การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การเก็บข้อมูลผลผลิตโดยสุ่มตัวอย่างต้นพืชจำนวน 14 ต้นต่อแปลงทดลอง ที่อายุ 8, 9, 10, และ 11 เดือนหลังปลูก โดยแยกใบ ต้น ราก และ หัว เพื่อวิเคราะห์การเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณแป้ง วัดพื้นที่ใบโดย Automatic leaf area meter รุ่น AAC – 400 (Hayashi- Denko co,Ltd., Tokyo, Japan) และปริมาณแป้งในหัวสด (starch content) วิธีหาทำโดยการสุ่มหัวสดของมันสำปะหลังจำนวน 5 กิโลกรัม นำตัวอย่างมาวัดโดยเครื่องมือวัดปริมาณแป้งในหัวสดของ Reiman scale balance ที่กรมวิชาการเกษตรแนะนำ ซึ่งเครื่องชั่งประเภทนี้สามารถอ่านค่าปริมาณแป้งในหัวสดและน้ำหนักหัวสดของมันสำปะหลังในน้ำ จากนั้นนำมาคำนวณหาปริมาณมันแห้งในหัวสด (root dry matter content; RDMC) โดยสมการของ Umemura และคณะ (1983) (RDMC = 1.583 (ความถ่วงจำเพาะของหัว) – 1.42)

เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิตมันสำปะหลัง ตามระยะเวลาที่กำหนด ข้อมูลที่ศึกษามีดังนี้คือ

1. ดัชนีพื้นที่ใบ (leaf area index; LAI) คือ อัตราส่วนของพื้นที่ใบทั้งหมดต่อพื้นที่ดินที่ปกคลุมอยู่ (Radford, 1967) สามารถคำนวณได้จากสูตรดังนี้

LAI = พื้นที่ใบ / พื้นที่ปลูก

2. ผลผลิตพืชทั้งหมด (total biomass) ในรูปน้ำหนักสด คำนวณโดยรวมน้ำหนักของใบ ต้น และหัวของมันสำปะหลัง

3. ผลผลิตหัวสด (fresh root yield)

4. ปริมาณแป้งในหัวสด (starch content)

RDMC = 1.583 (ความถ่วงจำเพาะของหัว) – 1.42

สถิติที่ใช้คือ F- test สำหรับวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way Analysis of Variance) โดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA)

Mahasarakham University

บทที่ 4

ผลการวิจัย

จากการศึกษาอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีผลต่อผลผลิตและคุณภาพของมันสำปะหลัง มีผลการศึกษา ดังนี้

4.1 การศึกษาที่ 1 ศึกษาชนิด ระดับความเข้มข้น และอิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโต (plant growth regulators) ที่มีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของผลผลิตของมันสำปะหลัง

4.1.1 ผลของชนิด ระดับความเข้มข้นและอิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโต (plant growth regulators) ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลัง

การศึกษาชนิด ระดับความเข้มข้น และอิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโต mepiquat chloride (MC) ที่ระดับความเข้มข้น 10, 20 ppm และ paclobutrazol (PBZ) ที่ระดับความเข้มข้น 10, 20 และ 30 ppm พร้อมกับการให้น้ำแก่มันสำปะหลังที่อายุ 90, 110, 130 และ 150 วันหลังปลูก เปรียบเทียบกับมันสำปะหลังที่ให้น้ำเพียงอย่างเดียวเป็นตำรับทดลองควบคุม (Control) ต่อการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 พบว่า

1. ความสูง (Stem length)

จากผลการศึกษาชนิด ระดับความเข้มข้น และอิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโต ต่อการเจริญเติบโตด้านความสูง ของมันสำปะหลัง พบว่าสารควบคุมการเจริญเติบโตมีผลยับยั้งความสูงของมันสำปะหลัง ในการเก็บผลผลิตที่อายุ 120 และ 160 วัน ตำรับทดลองควบคุมที่ใส่ MC ในระดับความเข้มข้นต่างๆเปรียบเทียบตำรับทดลองควบคุมให้ความสูงของมันสำปะหลังไม่แตกต่างกันในทางสถิติ แต่จะมีผลยับยั้งความสูงของมันสำปะหลังแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่อายุการเก็บเกี่ยว 200, 240, 280 และ 320 วัน ตำรับทดลองควบคุมจะให้ความสูงมันสำปะหลังที่อายุการเก็บผลผลิต 280 และ 320 วัน ที่ 211.25 และ 234.56 เซนติเมตรตามลำดับ สูงกว่าตำรับทดลองที่ใส่ MC อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใส่ MC มีความเข้มข้น 20 ppm จะแสดงผลยับยั้งความสูงของมันสำปะหลังมากสุดในช่วงอายุการเก็บผลผลิต 120, 160, 240, 280 และ 320 วัน (ภาพที่ 2 (A) และตารางที่ 1)

Mahasarakham University

การใส่ paclobutrazol (PBZ) มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตด้านความสูงของมันสำปะหลัง แสดงในตารางที่ 1 และภาพที่ 2 (B) พบว่า ความสูงของมันสำปะหลังในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีแนวโน้มต่ำกว่าตำรับทดลองควบคุม และการใส่ PBZ ให้ความสูงของมันสำปะหลังต่ำกว่าตำรับทดลองควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในช่วงอายุ 200, 240, 280 และ 320 วันหลังปลูก โดยตำรับทดลองควบคุมจะให้ความสูงที่ 178.58, 214.25, 220.83 และ 241.33 เซนติเมตรตามลำดับ การเก็บผลผลิตที่อายุ 200 วันหลังปลูก ในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 30 ppm จะให้ความสูงต่ำสุดที่ 159.00 เซนติเมตรและตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm จะให้ความสูงมันสำปะหลังต่ำสุดที่อายุ 240, 280 และ 320 วันหลังปลูกที่ 162.50, 174.17 และ 195.67 เซนติเมตรตามลำดับ

อิทธิพลร่วมของ MC และ PBZ มีผลยับยั้งการเจริญเติบโตด้านความสูงของมันสำปะหลังแต่ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ดังแสดงใน ตารางที่ 1 และภาพที่ 2 (C) การเก็บผลผลิตที่อายุ 120 วัน พบว่าตำรับทดลองที่ใส่ MC 0 ppm ร่วมกับ PBZ 10 ppm มีความสูงสูงสุด และตำรับทดลองที่ใส่ MC 20 ppm ร่วมกับ PBZ 20 ppm มีความสูงมันสำปะหลังต่ำสุด (ภาพที่ 3(A)) การเก็บผลผลิตที่อายุ 160 วัน เมื่อเปรียบเทียบความสูงมันสำปะหลังในตำรับทดลองที่ใส่ MC 0 ppm ร่วมกับ PBZ ทุกระดับความเข้มข้นนั้น พบว่าการใส่ MC 0 ppm ร่วมกับ PBZ 0 ppm (ตำรับทดลองควบคุม) จะแสดงความสูงมันสำปะหลังสูงกว่าตำรับทดลองอื่นที่ใส่ PBZ ในระดับความเข้มข้นต่างๆ และพบว่าตำรับทดลองที่ใส่ MC 10 ppm ร่วมกับ PBZ 10 ppm มีความสูงสูงสุด และตำรับทดลองที่ใส่ MC 10 ppm ร่วมกับ PBZ 30 ppm มีความสูงมันสำปะหลังต่ำสุด (ภาพที่ 3(B)) การเก็บผลผลิตที่อายุ 200 วัน พบว่าตำรับทดลองที่ใส่ MC 10 ppm ร่วมกับ PBZ 0 ppm มีความสูงมันสำปะหลังสูงสุด และตำรับทดลองที่ใส่ MC 0 ppm ร่วมกับ PBZ 30 ppm มีความสูงต่ำสุด (ภาพที่ 3(C)) การเก็บผลผลิตที่อายุ 240 วันตำรับทดลองที่ใส่ MC 10 ppm ร่วมกับ PBZ 0 ppm มีความสูงสูงสุด และความสูงมันสำปะหลังในตำรับทดลองที่ใส่ MC 0 ppm ร่วมกับ PBZ 20 ppm จะต่ำสุด (ภาพที่ 3(D)) การเก็บผลผลิตที่อายุ 280 วันในตำรับทดลองควบคุม (MC 0 ppm ร่วมกับ PBZ 10 ppm) จะให้ความสูงมันสำปะหลังสูงสุด และตำรับทดลองที่ใส่ MC 0 ppm ร่วมกับ PBZ 20 ppm มีความสูงมันสำปะหลังต่ำสุด (ภาพที่ 3(E)) และในการเก็บผลผลิตมันสำปะหลังที่อายุ 320 วันตำรับทดลองควบคุม (MC 0 ppm ร่วมกับ PBZ 0 ppm) และตำรับทดลองที่ใส่ MC 20 ppm ร่วมกับ PBZ 0 ppm จะให้ความสูงมันสำปะหลังสูงสุด และตำรับทดลองที่ใส่ MC 0 ppm ร่วมกับ PBZ 20 ppm จะมีความสูงต่ำสุด (ภาพที่ 3(F)) จากอิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโตทั้งสองชนิด พบว่ามีผลยับยั้งความสูงของมันสำปะหลังทุกตำรับทดลองและมีแนวโน้มยับยั้งความสูงต่ำกว่าตำรับทดลองควบคุมตั้งแต่อายุมันสำปะหลัง 240 วันหลังปลูกเป็นต้นไป

Mahasarakham University

ตารางที่ 1 ผลของชนิด ระดับความเข้มข้น และอิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโต (plant growth regulators) ที่มีต่อการเจริญเติบโตด้านความสูง (เซนติเมตร) ของมันสำปะหลัง

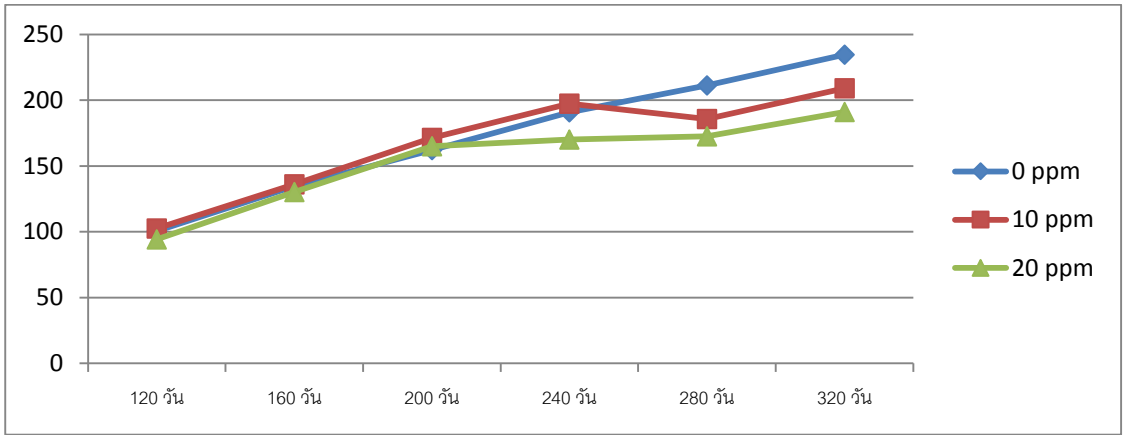
	อายุการเก็บเกี่ยว (วัน)					
	120	160	200	240	280	320
MC (A)						
0 ppm	100.56	134.62	162.06 b	190.88 ab	211.25 a	234.56 a
10 ppm	102.50	136.13	181.37 a	197.25 a	185.63 ab	209.00 ab
20 ppm	94.31	130.25	165.00 b	170.13 b	172.50 b	191.00 b
F-test	ns	ns	*	*	*	**
PBZ (B)						
0 ppm	99.42	135.92 a	178.58 a	214.25 a	220.83 a	241.33 a
10 ppm	100.92	143.25 a	176.33 a	190.50 ab	185.00 b	205.58 b
20 ppm	96.58	133.83 a	164.00 ab	162.50 c	174.17 b	195.67 b
30 ppm	99.58	121.67 b	159.00 b	177.08 bc	179.17 b	203.50 b
F-test	ns	**	*	**	*	*
A x B						
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	13.09	10.85	11.34	15.98	19.41	17.48

*, ** indicate significant at P$\leq$ 0.05, 0.01 and ns not significant.

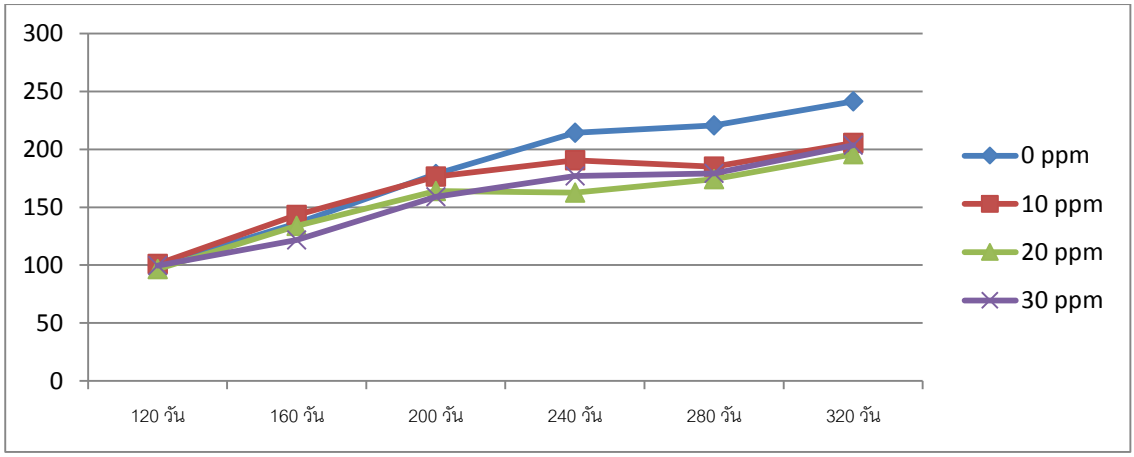
Means within a column followed by the same letters are significantly different.

MC=mepiquat chloride, PBZ= paclobutrazol

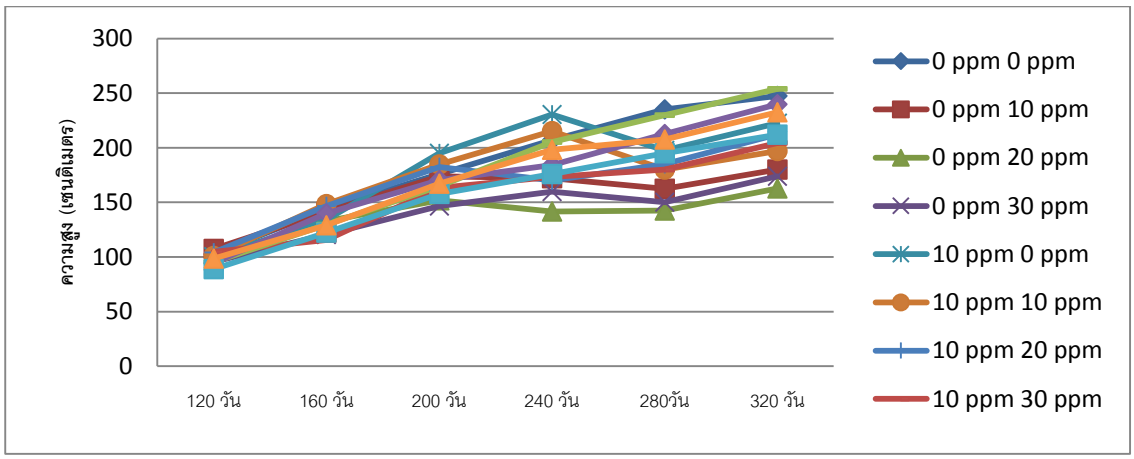
Mahasarakham University



ภาพที่ 2 (A) ผลของ MC ต่อการเจริญเติบโตด้านความสูง (ซม.) ของมันสำปะหลังในช่วงอายุต่างๆ

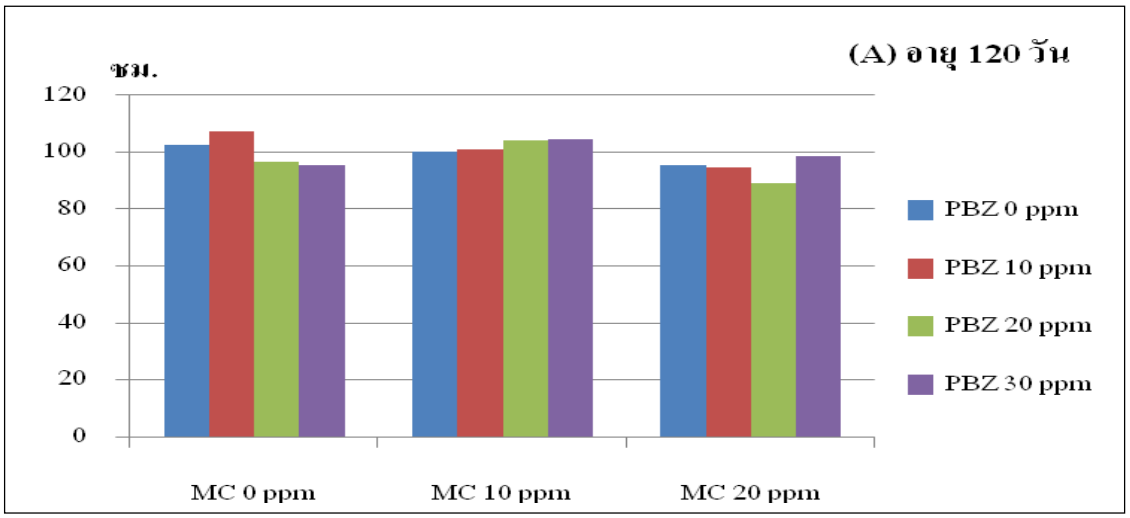


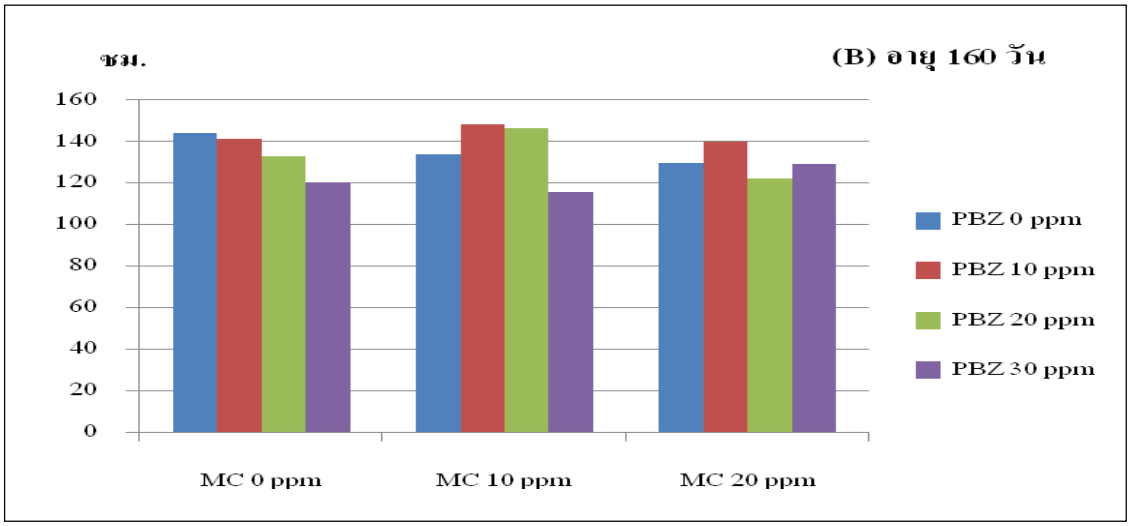
ภาพที่ 2 (B) ผลของ PBZ ต่อการเจริญเติบโตด้านความสูง (ซม.) ของมันสำปะหลังในช่วงอายุต่างๆ

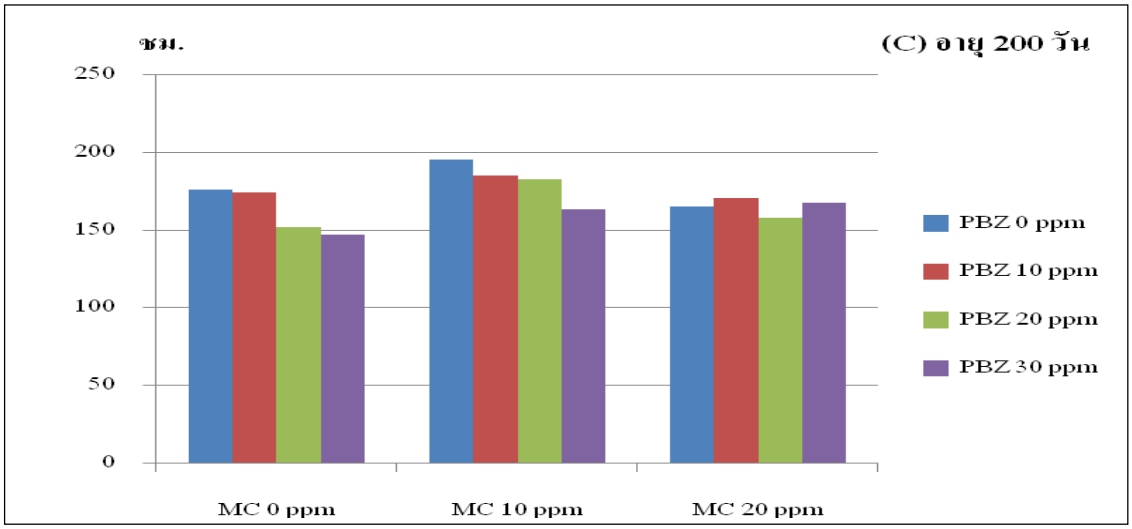


ภาพที่ 2 (C) อิทธิพลร่วมของ MC และ PBZ ต่อการเจริญเติบโตด้านความสูง (ซม.) ของมันสำปะหลังในช่วงอายุต่างๆ

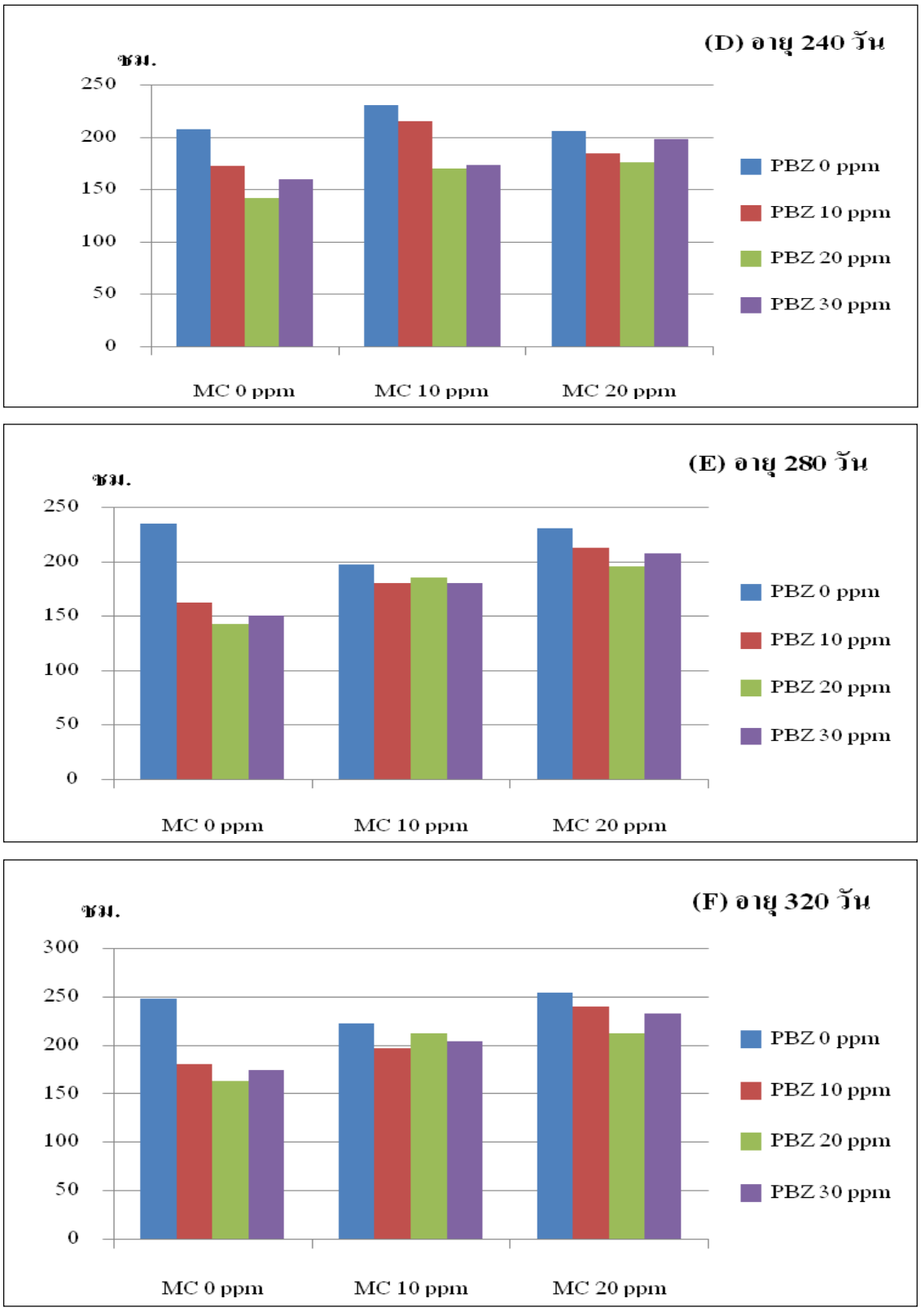
Mahasarakham University







Mahasarakham University



ภาพที่ 3 อิทธิพลร่วมของ mepiquat chloride(MC) และ paclobutrazol (PBZ) ที่ระดับความต่างๆ ต่อความสูงของมันสำปะหลังที่ช่วงอายุการเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน

Mahasarakham University

2. น้ำหนักสดส่วนเหนือดิน ใบ และต้น (Leaf and stem fresh weight)

การใส่ mepiquat chloride (MC) และ paclobutrazol (PBZ) ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน มีผลทำให้น้ำหนักสดใบและต้นของมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันทางสถิติ จากตารางที่ 2 พบว่า การใส่ MC ที่ระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน มีผลทำให้น้ำหนักสดใบและต้นของมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทุกช่วงอายุของการเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง การใส่ MC ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm (ตารางที่ 2) มีแนวโน้มให้ค่าน้ำหนักส่วนเหนือดินของมันสำปะหลังสูงสุดในช่วงอายุ 120, 200, 240 และ 280 วันหลังปลูกที่น้ำหนัก 2393, 6235.9, 8750.6 และ 12146 กรัมต่อต้นตามลำดับ และในช่วงอายุการเก็บผลผลิตที่ 200 วัน เป็นต้นไป การใส่ MC ที่ระดับความเข้มข้น 10 และ 20 ppm มีแนวโน้มให้ค่าน้ำหนักสดส่วนเหนือดินสูงกว่าตำรับทดลอง ควบคุม และค่าน้ำหนักสดส่วนเหนือดินของมันสำปะหลังทุกตำรับทดลองที่อายุ 320 วันหลังปลูก มีแนวโน้มลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับการเก็บผลผลิตที่อายุ 280 วัน

การใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน มีผลทำให้น้ำหนักสดส่วนเหนือดินทั้งใบและต้นของมันสำปะหลังมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ช่วงอายุการเก็บเกี่ยว 160, 200 และ240 วันหลังปลูก และไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติในช่วงอายุ 120, 280 และ 320 วันหลังปลูก การใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ให้ค่าน้ำหนักสดส่วนเหนือดินต่ำกว่าตำรับทดลองควบคุมในช่วงอายุ 280 และ 320 วันหลังปลูก และค่าน้ำหนักสดส่วนเหนือดินของมันสำปะหลังทุกตำรับทดลองที่อายุ 320 วันหลังปลูก มีแนวโน้มลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับการเก็บผลผลิตที่อายุ 280 วัน (ตารางที่ 2)

อิทธิพลร่วมของการใส่ MC และ PBZ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ให้ค่าน้ำหนักสดส่วนเหนือดินทั้งใบและต้นของมันสำปะหลังแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติที่ช่วงอายุ 120 , 160, 200 และ 240 วันหลังปลูก การเก็บผลผลิตที่ช่วงอายุ 120 วันหลังปลูก พบว่าในตำรับทดลองที่ใส่ MC 10 ppm ร่วมกับ PBZ 20 ppm จะให้ค่าน้ำหนักสดส่วนเหนือดินทั้งใบและต้นสูงสุด การเก็บผลผลิตที่ช่วงอายุ 160 วันหลังปลูกในตำรับทดลองที่ใส่ MC 20 ppm ร่วมกับ PBZ 10 ppm จะให้ค่าน้ำหนักสดส่วนเหนือดินทั้งใบและต้นสูงสุด การเก็บผลผลิตที่ช่วงอายุ 200 วันหลังปลูกตำรับทดลองที่ใส่ MC 10 ppm ร่วมกับ PBZ 30 ppm จะให้ค่าน้ำหนักสดส่วนเหนือดินทั้งใบและต้นสูงสุด และการเก็บผลผลิตที่ช่วงอายุ 240 วันหลังปลูกในตำรับทดลองที่ใส่ MC 10 ppm ร่วมกับ PBZ 10 ppm จะให้ค่าน้ำหนักสดส่วนเหนือดินทั้งใบและต้นสูงสุด และจากผลการศึกษาการเก็บผลผลิตที่ช่วงอายุ 280 และ 320 วันหลังปลูกจะให้ค่าน้ำหนักสดส่วนเหนือดินทั้งใบและต้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ การเก็บผลผลิตที่ช่วงอายุ 280 วันหลังปลูกในตำรับทดลองที่ใส่ MC 10 ppm ร่วมกับ PBZ 0 ppm มีแนวโน้มให้ค่าน้ำหนักสดส่วนเหนือดินทั้งใบและต้นสูงสุด และการเก็บผลผลิตที่ช่วง

Mahasarakham University

อายุ 320 วันหลังปลูกตำรับทดลองที่ใส่ MC 10 ppm ร่วมกับ PBZ 0 ppm มีแนวโน้มให้ค่าน้ำหนักสดส่วนเหนือดินทั้งใบและต้นสูงสุด (ตารางที่ 2 และภาพที่ 4 (A,B,C,D,E,F))

ตารางที่ 2 ผลของชนิด ระดับความเข้มข้นและอิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโต (plant growth regulators) ที่มีต่อการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักสดส่วนเหนือดินทั้งหมด (กรัมต่อต้น) ของมันสำปะหลัง

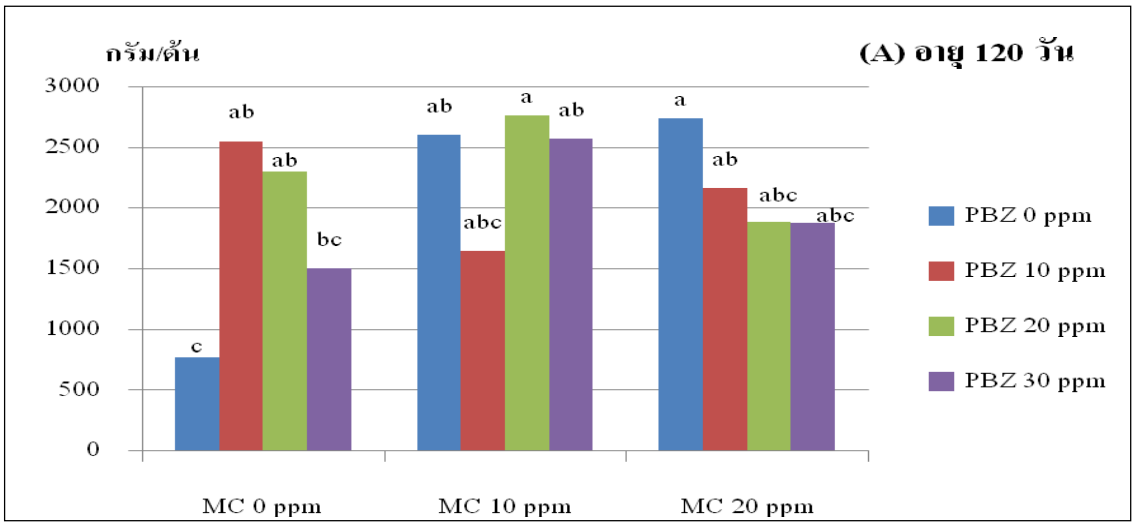
	อายุการเก็บเกี่ยว (วัน)					
	120	160	200	240	280	320
MC (A)						
0 ppm	1782.0 b	3221.0 ab	3543.6 b	5932.0 b	8268.0 b	8171.3 b
10 ppm	2393.0 a	2882.7 b	6235.9 a	8750.6 a	12146 a	9219.8 ab
20 ppm	2167.0 ab	3913.8 a	6175.8 a	5626.9 b	10317 a	9835.5 a
F-test	*	*	**	**	**	*
PBZ (B)						
0 ppm	2037.7	3299.0 b	4318.2 b	6766.1 b	11477	9558.6
10 ppm	2118.0	4349.0 a	4571.2 b	8189.2 a	10348	8500.9
20 ppm	2316.5	2632.0 b	5157.1 b	7620.6 ab	9345.0	9325.0
30 ppm	1985.5	3076.8 b	6227.1 a	6503.5 b	9805.0	8917.7
F-test	ns	**	**	**	ns	ns
A x B						
F-test	*	*	**	**	ns	ns
CV (%)	36.94	33.23	27.36	26.90	25.43	24.75

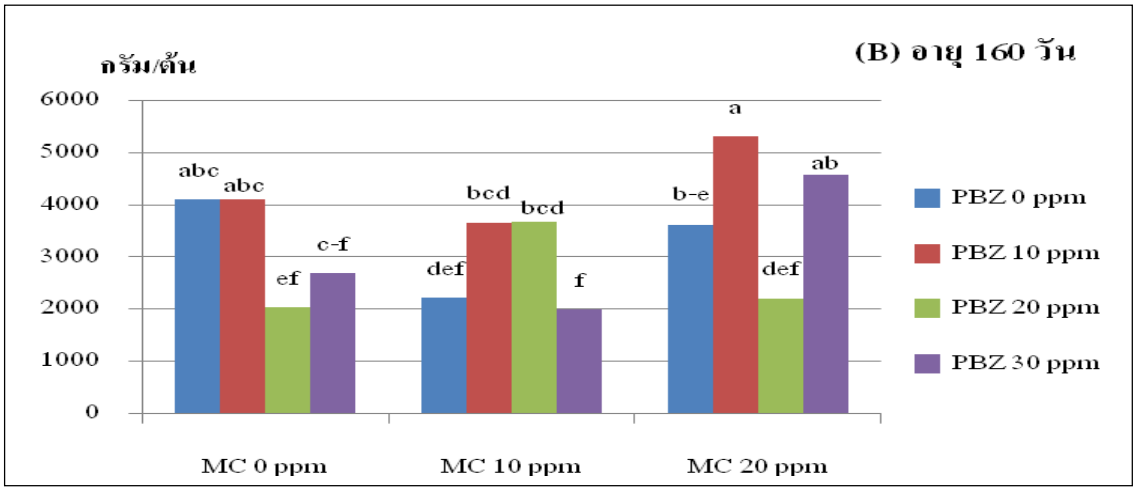
*, ** indicate significant at P$\leq$ 0.05, 0.01 and ns not significant.

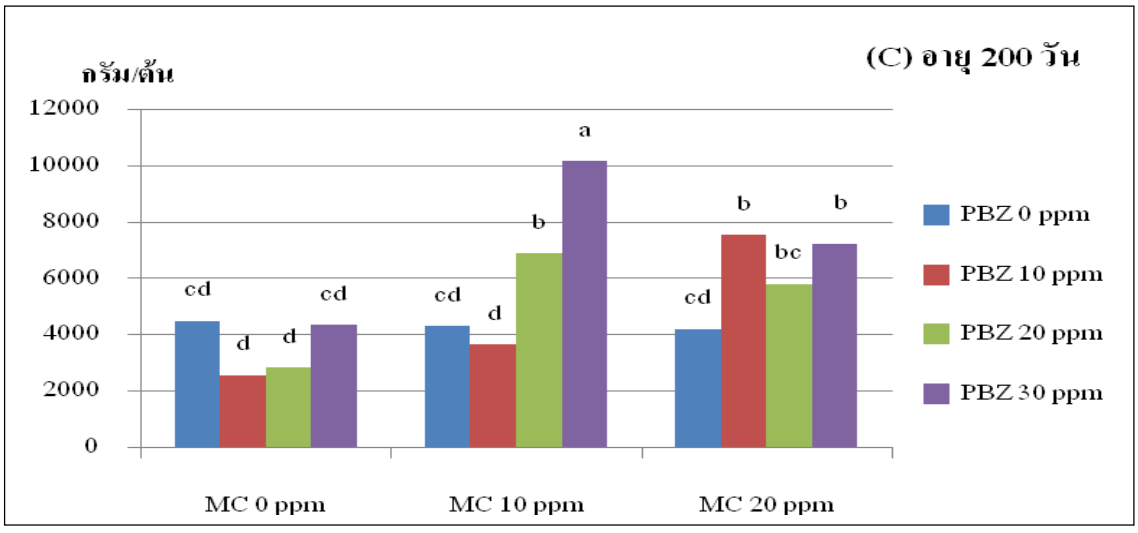
Means within a column followed by the same letters are significantly different.

MC=mepiquat chloride, PBZ= paclobutrazol

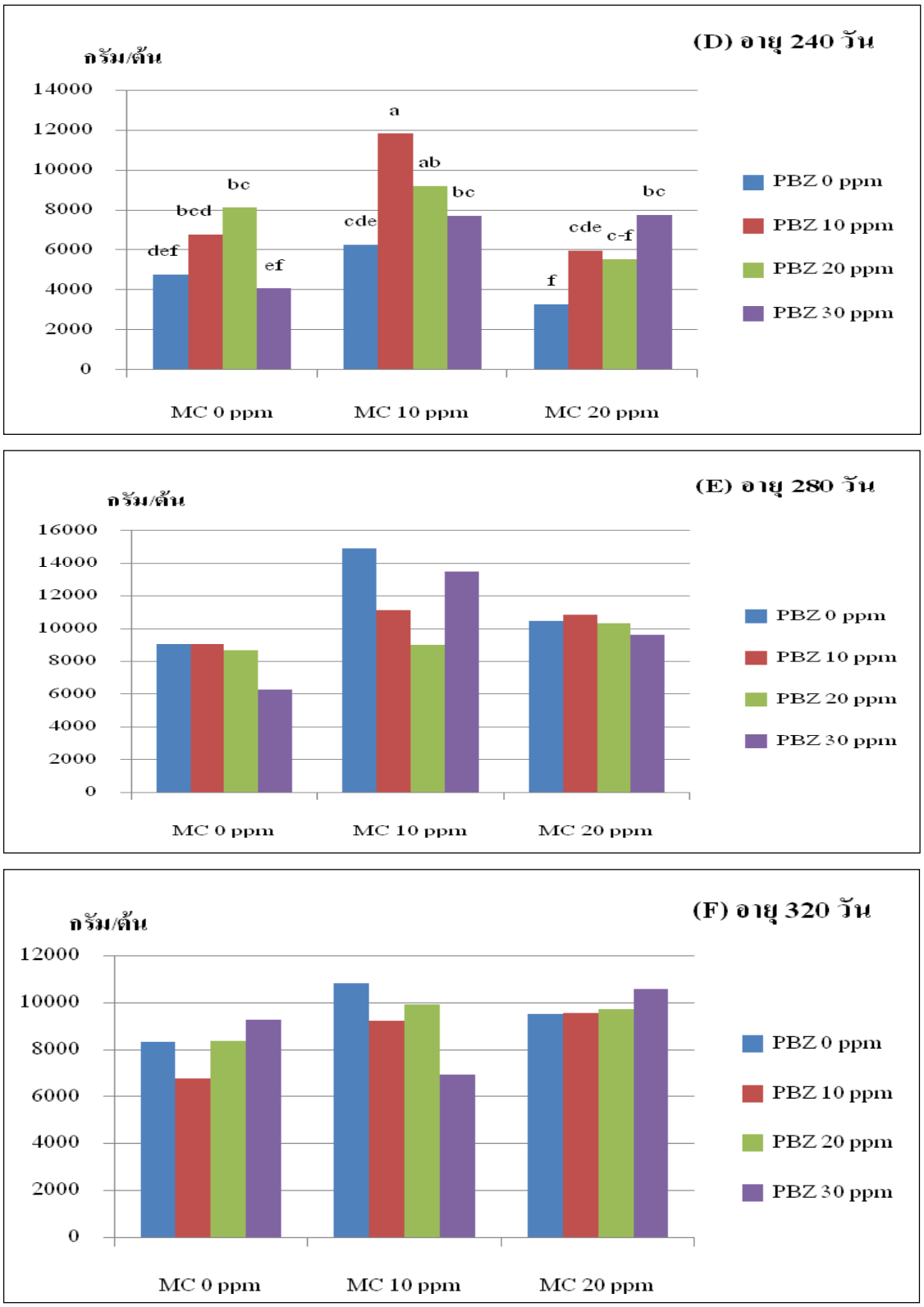
Mahasarakham University







Mahasarakham University



ภาพที่ 4 อิทธิพลร่วมของ mepiquat chloride (MC) และ paclobutrazol (PBZ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อน้ำหนักสดส่วนเหนือดินของมันสำปะหลังที่ช่วงอายุการเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน

Mahasarakham University

3. จำนวนหัวต่อต้น (Tuber number per plant)

ผลการศึกษาชนิด ระดับความเข้มข้น และอิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโต (plant growth regulators) mepiquat chloride (MC) และ paclobutrazol (PBZ) ต่อการเจริญเติบโตผลผลิตของมันสำปะหลังด้านจำนวนหัวต่อต้นแสดงในตารางที่ 3 พบว่า จำนวนหัวของมันสำปะหลังในตำรับทดลองที่ใส่ MC ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีจำนวนหัวต่อต้นแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญในทางสถิติเมื่อเก็บผลผลิตที่อายุ 160 และ 240 วันหลังปลูก และการเก็บผลผลิตในช่วงอายุ 120, 200, 280 และ 320 วันหลังปลูก จะให้ผลผลิตจำนวนหัวต่อต้นไม่แตกต่างกันในทางสถิติกับตำรับทดลองควบคุม และการเก็บผลผลิตที่อายุ 240, 280 และ 320 วันหลังปลูก ในตำรับทดลองที่ใส่ MC 10 ppm จะให้ผลผลิตจำนวนหัวต่อต้นสูงสุดที่ 11.43, 10.31 และ 11.5 หัวต่อต้นตามลำดับ

การใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต PBZ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เพิ่มจำนวนหัวต่อต้นของมันสำปะหลังแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญในทางสถิติเมื่อเก็บผลผลิตที่อายุ 120, 160 และ 240 วันหลังปลูก โดยการใส่ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm ให้จำนวนหัวสูงที่สุดที่ 9.67, 12.25 และ 11.00 หัวต่อต้นตามลำดับ และการเก็บผลผลิตที่ 200, 280 และ 320 วันหลังปลูกจะให้จำนวนหัวต่อต้นไม่แตกต่างกันในทางสถิติ (ตารางที่ 3)

อิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโต mepiquat chloride และ paclobutrazol ต่อจำนวนหัวต่อต้นของมันสำปะหลังแสดงในภาพที่ 5 (A,B,C,D,E และ F) พบว่าการเก็บผลผลิตที่อายุ 120 และ 160 วันหลังปลูกให้จำนวนหัวต่อต้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในตำรับทดลองที่ใส่ MC 0 ppm ร่วมกับ PBZ 10 ppm ให้จำนวนหัวต่อต้นสูงสุด และการเก็บผลผลิตที่อายุ 200, 240, 280 และ 320 วันหลังปลูกจะให้จำนวนหัวสดต่อต้นไม่แตกต่างกันในทางสถิติ การเก็บผลผลิตที่อายุ 200 วันหลังปลูก ในตำรับทดลองที่ใส่ MC 0 ppm ร่วมกับ PBZ 30 ppm และ MC 10 ppm ร่วมกับ PBZ 30 ppm มีแนวโน้มให้จำนวนหัวสดต่อต้นสูงสุด การเก็บผลผลิตที่อายุ 240 วันหลังปลูก ในตำรับทดลองที่ใส่ MC 0 ppm ร่วมกับ PBZ 10 ppm และ MC 10 ppm ร่วมกับ PBZ 10 และ 20 ppm มีแนวโน้มให้จำนวนหัวสดต่อต้นสูงสุด การเก็บผลผลิตที่อายุ 280 วันหลังปลูก ในตำรับทดลองที่ใส่ MC 10 ppm ร่วมกับ PBZ 30 ppm มีแนวโน้มให้จำนวนหัวสดต่อต้นสูงสุด และการเก็บผลผลิตที่อายุ 320 วันหลังปลูก ในตำรับทดลองที่ใส่ MC 10 ppm ร่วมกับ PBZ 0 ppm มีแนวโน้มให้จำนวนหัวสดต่อต้นสูงสุด

Mahasarakham University

ตารางที่ 3 ผลของชนิด ระดับความเข้มข้นและอิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโต (plant growth regulators) ที่มีต่อการเจริญเติบโตด้านจำนวนหัวต่อต้น (tuber number per plant) ของมันสำปะหลัง

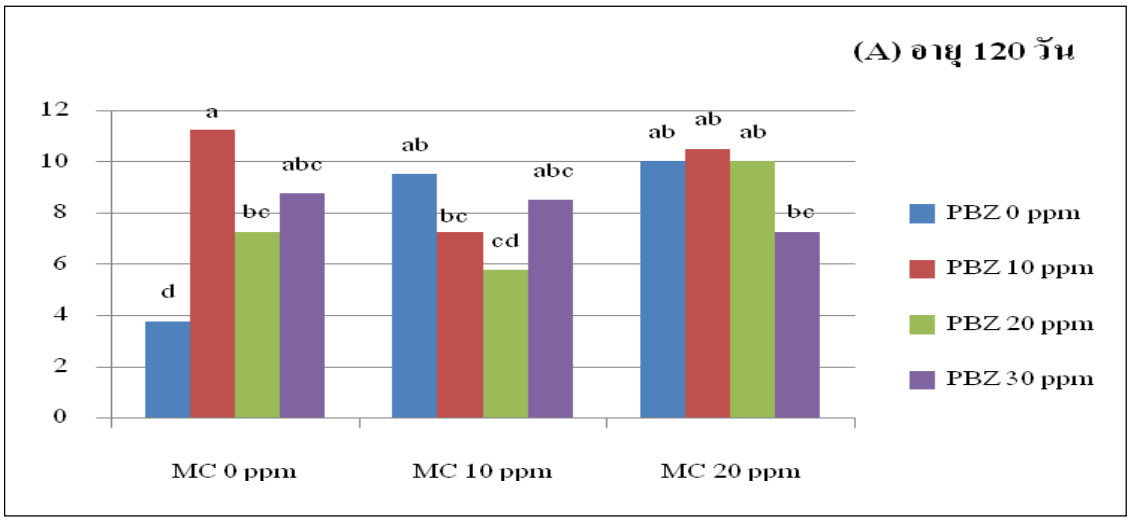
	อายุการเก็บเกี่ยว (วัน)					
	120	160	200	240	280	320
MC (A)						
0 ppm	7.75	11.37 a	9.56	9.18 b	8.81	9.12
10 ppm	7.75	8.56 b	9.37	11.43 a	10.31	11.5
20 ppm	9.43	9.68 ab	8.75	7.43 c	10.06	10
F-test	ns	*	ns	**	ns	ns
PBZ (B)						
0 ppm	7.75 ab	8.58 b	8.67	7.67 b	10.00	10.92
10 ppm	9.67 a	12.25 a	8.33	11.00 a	9.67	9.67
20 ppm	7.67 b	9.91 ab	9.41	9.25 ab	8.83	10.5
30 ppm	8.17 ab	8.75 b	10.5	9.50 ab	10.42	9.83
F-test	*	*	ns	*	ns	ns
A x B						
F-test	**	**	ns	ns	ns	ns
CV (%)	28.94	31.36	39.19	24.58	34.96	31.97

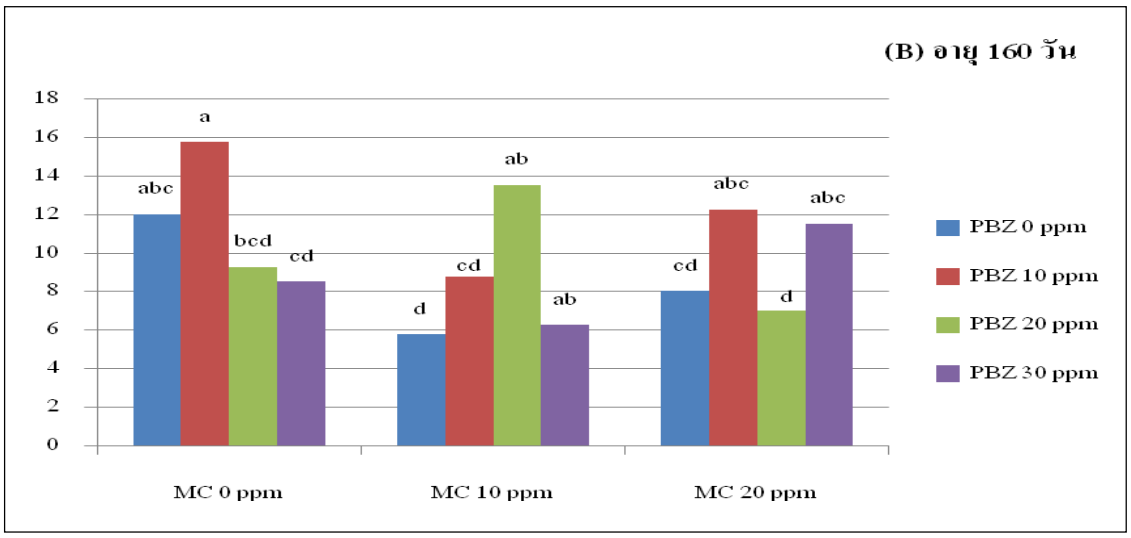
*, ** indicate significant at P$\leq$ 0.05, 0.01 and ns not significant.

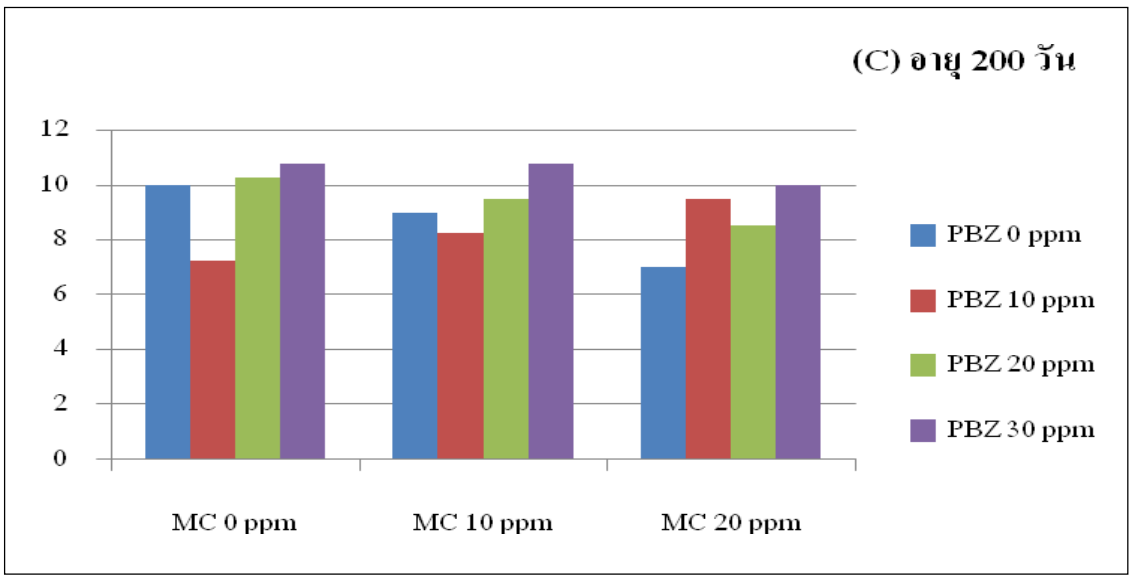
Means within a column followed by the same letters are significantly different.

MC=mepiquat chloride, PBZ= paclobutrazol

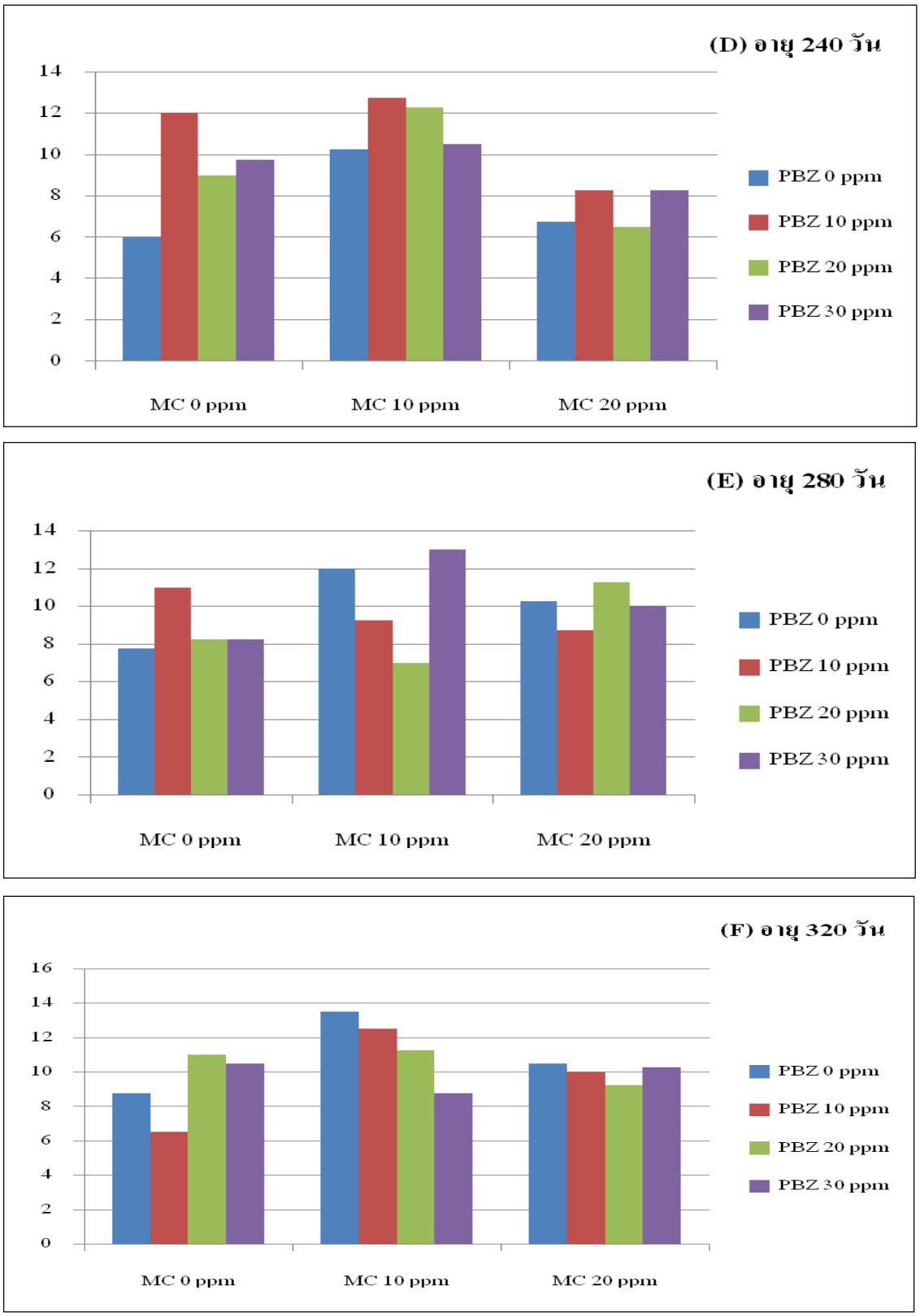
Mahasarakham University







Mahasarakham University



ภาพที่ 5 อิทธิพลร่วมของ mepiquat chloride (MC) และ paclobutrazol (PBZ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อจำนวนหัวต่อต้นของมันสำปะหลังที่ช่วงอายุการเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน

Mahasarakham University

4. น้ำหนักหัวสด (Tuber fresh weight)

จากผลการศึกษาแสดงในตารางที่ 4 พบว่าการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักสดหัวของมันสำปะหลังที่ใส่ MC ในระดับความเข้มข้นต่างๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติเมื่อเก็บผลผลิตที่ช่วงอายุ 120 ถึง 280 วันหลังปลูก โดยตำรับทดลองที่ใส่ MC ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บผลผลิตที่อายุ 120, 200, 240 และ 280 วันหลังปลูก จะให้ผลผลิตน้ำหนักหัวสดมันสำปะหลังสูงกว่าตำรับทดลองควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่น้ำหนัก 1182.9, 4091.8, 5804.2 และ 6807.5 กรัมต่อต้นตามลำดับ และการเก็บผลผลิตที่อายุ 160 วันหลังปลูกในตำรับทดลองที่ใส่ MC ที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm จะให้ผลผลิตน้ำหนักหัวสดมันสำปะหลังสูงกว่าตำรับทดลองควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่น้ำหนัก 2521.9 กรัมต่อต้น และการเก็บผลผลิตที่อายุ 320 วันหลังปลูก พบว่าการใส่ MC ที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm จะให้ผลผลิตน้ำหนักหัวสดมันสำปะหลังสูงสุดที่ 7839.6 กรัมต่อต้น

จากตารางที่ 4 พบว่าสารควบคุมการเจริญเติบโต PBZ มีอิทธิพลต่อน้ำหนักหัวสดของมันสำปะหลัง การเก็บผลผลิตมันสำปะหลังที่อายุ 160, 200 และ 240 วันหลังปลูก จะให้น้ำหนักหัวสดต่อต้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการเก็บผลผลิตที่อายุ 160 วันหลังปลูกในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ระดับความเข้มข้น 10 ppm จะให้ปริมาณน้ำหนักหัวสดต่อต้นสูงสุดที่ 2505.4 กรัมต่อต้น การเก็บผลผลิตที่อายุ 200 วันหลังปลูก ในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ในระดับความเข้มข้น 30 ppm จะให้ปริมาณน้ำหนักหัวสดต่อต้นสูงสุดที่ 4353.2 กรัมต่อต้น การเก็บผลผลิตที่อายุ 240 วันหลังปลูก ในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm จะให้ปริมาณน้ำหนักหัวสดต่อต้นสูงสุดที่ 5322.2 กรัมต่อต้น และการเก็บผลผลิตที่อายุ 280 และ 320 วันหลังปลูก จะให้น้ำหนักสดหัวต่อต้นไม่แตกต่างกันในทางสถิติ แต่การเก็บผลผลิตที่อายุ 280 วันหลังปลูก ในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ระดับความเข้มข้น 10 ppm จะให้ปริมาณน้ำหนักสดหัวต่อต้น 6491.7 กรัมต่อต้น สูงกว่าตำรับทดลองอื่น และการเก็บผลผลิตที่อายุ 320 วันหลังปลูก ในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ระดับความเข้มข้น 30 ppm จะให้ปริมาณน้ำหนักสดหัวต่อต้นสูงสุดที่ 8527.8 กรัมต่อต้น

อิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโต mepiquat chloride (MC) และ paclobutrazol (PBZ) ต่อน้ำหนักหัวสดของมันสำปะหลังแสดงในตารางที่ 4 และภาพที่ 6 (A,B,C,D,E และ F) พบว่าการเก็บผลผลิตที่อายุ 120, 160 และ 200 วันหลังปลูก ให้น้ำหนักสดหัวต่อต้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเก็บผลผลิตที่อายุ 120 วันหลังปลูกในตำรับทดลองที่ใส่ MC 10 ppm ร่วมกับ PBZ 20 ppm ให้น้ำหนักสดหัวต่อต้นสูงสุด การเก็บผลผลิตที่อายุ 160 วันหลังปลูกในตำรับทดลองที่ใส่ MC 20 ppm ร่วมกับ PBZ 0 ppm ให้น้ำหนักสดหัวต่อต้นสูงสุด และการเก็บผลผลิตที่อายุ 200 วันหลังปลูกในตำรับทดลองที่ใส่ MC 10 ppm ร่วมกับ PBZ 30 ppm ให้น้ำหนักสดหัวต่อต้นสูงสุด สำหรับการเก็บผลผลิตที่อายุ 240, 280 และ 320 วันหลังปลูกจะให้

Mahasarakham University

น้ำหนักหัวสดต่อต้นไม่แตกต่างกันในทางสถิติ การเก็บผลผลิตที่อายุ 240 วันหลังปลูก ในตำรับทดลองที่ใส่ MC 10 ppm ร่วมกับ PBZ 10 และ 20 ppm มีแนวโน้มให้น้ำหนักหัวสดต่อต้นสูงสุด การเก็บผลผลิตที่อายุ 280 วันหลังปลูก ในตำรับทดลองที่ใส่ MC 10 ppm ร่วมกับ PBZ 10 ppm และ MC 20 ppm ร่วมกับ PBZ 20 ppm มีแนวโน้มให้น้ำหนักหัวสดต่อต้นสูงสุด และการเก็บผลผลิตที่อายุ 320 วันหลังปลูก ในตำรับทดลองที่ใส่ MC 20 ppm ร่วมกับ PBZ 30 ppm มีแนวโน้มให้น้ำหนักหัวสดต่อต้นสูงสุด

ตารางที่ 4 ผลของชนิด ระดับความเข้มข้นและอิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโต (plant growth regulators) ที่มีต่อการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักหัวสด (tuber fresh weight) (กรัมต่อต้น) ของมันสำปะหลัง

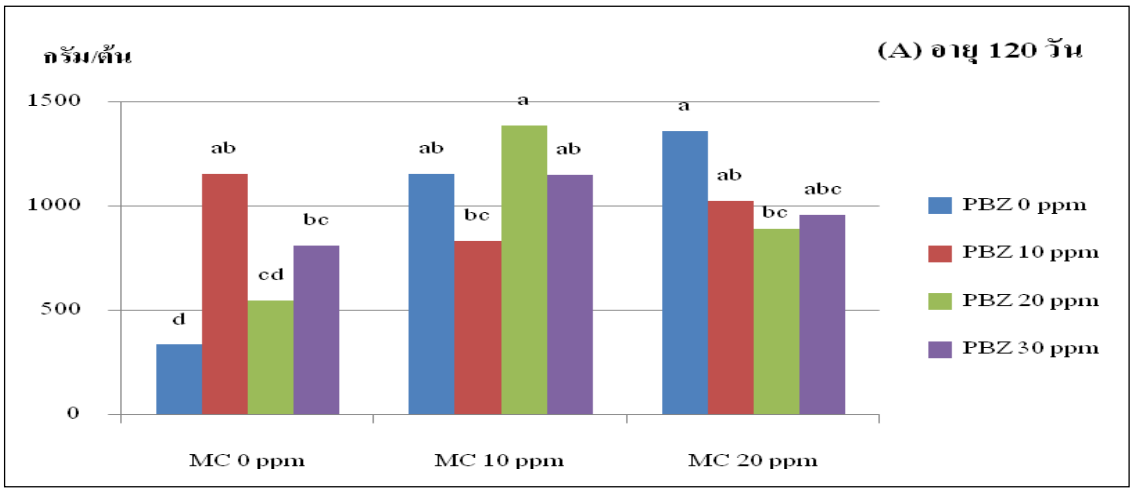
	อายุการเก็บเกี่ยว (วัน)					
	120	160	200	240	280	320
MC (A)						
0 ppm	710.9 b	1874.9 b	2231.3 b	4410.4 b	5250.0 b	6192.7
10 ppm	1182.9 a	1571.5 b	4091.8 a	5804.2 a	6807.5 a	7800.1
20 ppm	1058.7 a	2521.9 a	3812.3 a	3852.1 b	6650.0ab	7839.6
F-test	**	**	**	**	*	ns
PBZ (B)						
0 ppm	1018.4	2256.1 a	3232.9 b	3502.8 b	5981.7	6137.5
10 ppm	1003.8	2505.4 a	3704.5 ab	5083.3 a	6491.7	6662.5
20 ppm	972.8	2406.8 b	3223.3 b	5322.2 a	6304.2	6981.9
30 ppm	941.7	1789.5 b	4353.2 a	4847.2 a	6165.8	8527.8
F-test	ns	**	**	*	ns	ns
A x B						
F-test	**	**	**	ns	ns	ns
CV (%)	33.37	23.42	25.31	29.26	26.60	30.75

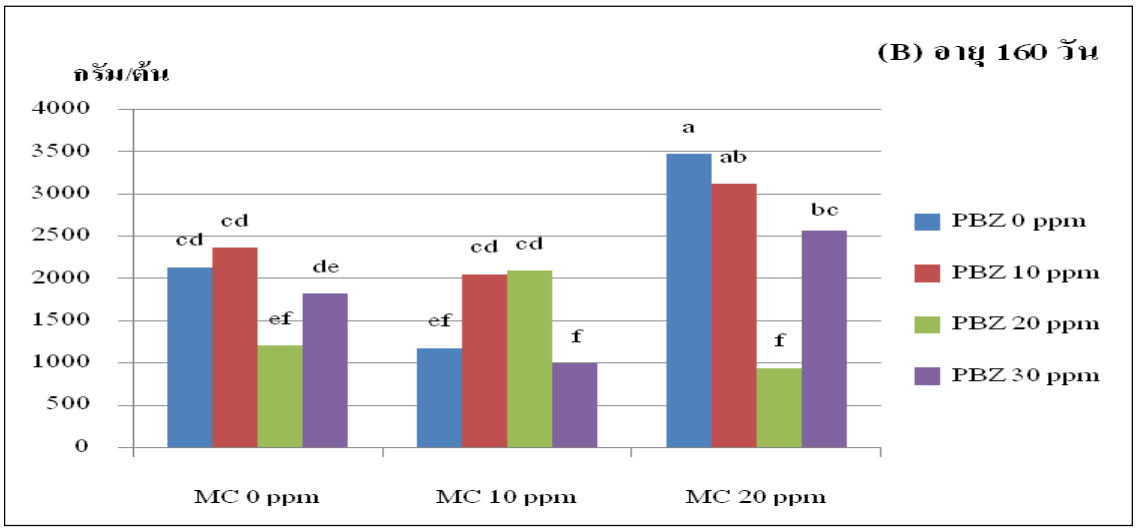
*, ** indicate significant at P≤ 0.05, 0.01 and ns not significant.

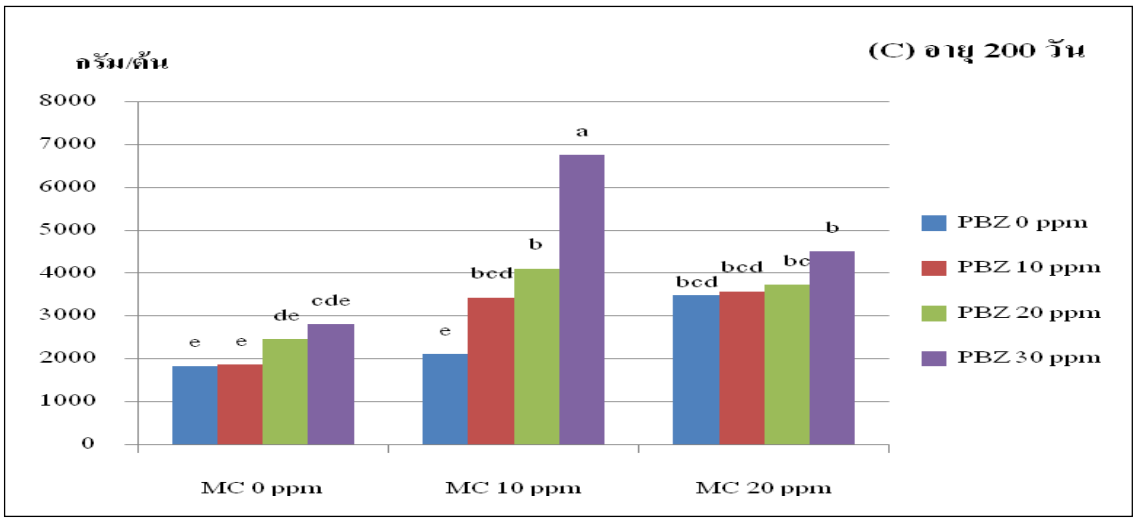
Means within a column followed by the same letters are significantly different.

MC=mepiquat chloride, PBZ= paclobutrazol

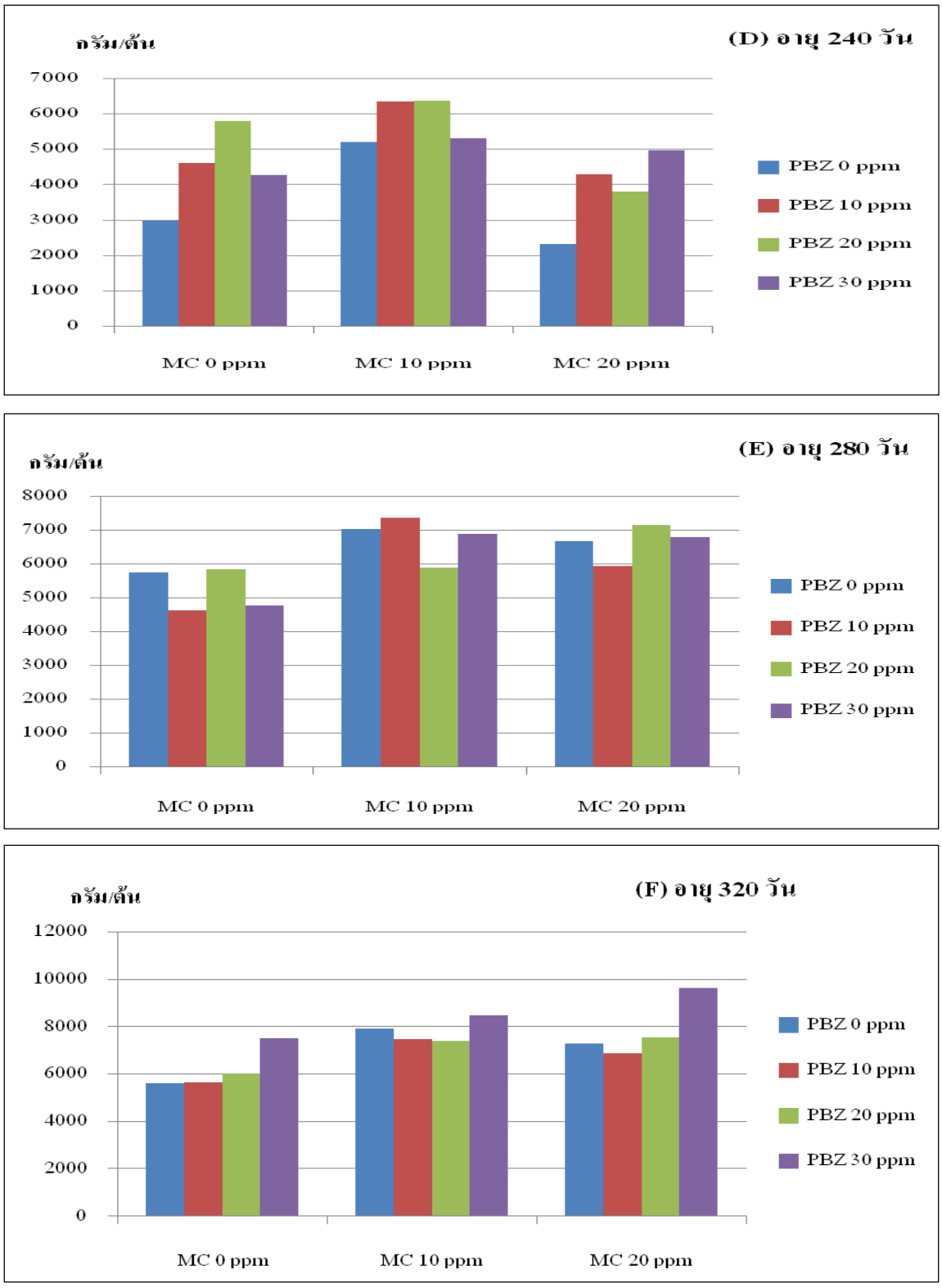
Mahasarakham University







Mahasarakham University



ภาพที่ 6 อิทธิพลร่วมของ mepiquat chloride (MC) และ paclobutrazol (PBZ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อน้ำหนักสดหัวต่อต้นของมันสำปะหลังที่ช่วงอายุการเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน

Mahasarakham University

5. อัตราการเจริญเติบโต (Crop growth rate)

ชนิด ความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตมีอิทธิพลต่ออัตราการเจริญเติบโต หรืออัตราการสะสมน้ำหนักแห้งต่อวันของมันสำปะหลัง จากตารางที่ 5 พบว่าในช่วงอายุ 160 ถึง 320 วันหลังปลูกการใส่ Mepiquat chloride (MC) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มันสำปะหลังจะมีอัตราการเจริญเติบโตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใส่ MC ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm จะให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นตั้งแต่อายุ 120 วันหลังปลูกเป็นต้นไปและมีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดที่ช่วงอายุ 240 วันหลังปลูกโดยในช่วงอายุ 160 – 200 วันหลังปลูก มีค่าเท่ากับ 7.19 กรัม/ตรม./วัน และในช่วงอายุ 200 – 240 วันหลังปลูกเท่ากับ 7.68 กรัม/ตรม./วัน สูงกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังจากนั้นอัตราการเจริญเติบโตก็จะลดลง สำหรับการเจริญเติบโตที่ช่วงอายุ 240 – 280 วันหลังปลูก (ภาพที่ 7(A)) ตำรับทดลองที่ใส่ MC ที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm จะให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด ที่ 9.09 กรัม/ตรม./วัน สูงกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากตารางแสดงให้เห็นถึงอัตราการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังในตำรับทดลองที่ใส่ MC ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ลดลงในช่วงอายุ 280 – 320 วันหลังปลูก ซึ่งค่าอัตราการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง ในตำรับทดลองที่ใส่ MC ในระดับความเข้มข้นต่างๆ มีผลต่อเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักส่วนเหนือดินและน้ำหนักหัวของมันสำปะหลังในตารางที่ 2 และ 4

อิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโต paclobutrazol (PBZ) ต่ออัตราการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังแสดงในตารางที่ 5 พบว่าในช่วงอายุ 120 ถึง 280 วันหลังปลูก ตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ในระดับความเข้มข้นต่างๆ ให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเก็บผลผลิตในช่วงอายุ 160-200 วันหลังปลูก ในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 30 ppm จะให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดที่ 7.65 กรัม/ตรม./วัน สูงกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และในช่วงอายุ 200-240 วันและ 240-280 วันหลังปลูก ตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ในระดับความเข้มข้น 10 ppm จะให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดที่ 7.76 กรัม/ตรม./วัน และ 9.16 กรัม/ตรม./วัน ตามลำดับ สูงกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่7 (B)) จากตารางจะพบว่าอิทธิพลของสาร PBZ เพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังตั้งแต่อายุ 120 วันหลังปลูกเป็นต้นไปและมีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดที่ช่วงอายุ 240 วัน และ 280 วันหลังปลูกแตกต่างกันไปในแต่ละตำรับทดลองหลังจากนั้นอัตราการเจริญจะลดลงในช่วงอายุ 280 – 320 วันหลังปลูก

อิทธิพลร่วมของชนิด ความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต MC และ PBZ ต่ออัตราการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง พบว่าในช่วงอายุ 120-160, 160-200 และ 200-240 วันหลังปลูก ให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและในช่วงอายุ 240-280

Mahasarakham University

และ 280-320 วันหลังปลูก ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ การเก็บผลผลิตระหว่างช่วงอายุ 120-160 วันหลังปลูกในตำรับทดลองควบคุม รวมทั้งตำรับทดลองที่ใส่ MC 10 ppm ร่วมกับ PBZ 10 ppm และตำรับทดลองที่ใส่ MC 20 ppm ร่วมกับ PBZ 10 และ 30 ppm ให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังสูงสุดไม่แตกต่างกันในทางสถิติ (ตารางที่ 5 ภาพที่ 7 (C) และภาพที่ 8 (A))

การเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง ระหว่างช่วงอายุ 160-200 วันหลังปลูกในตำรับทดลองที่ใส่ MC 10 ppm ร่วมกับ PBZ 30 ppm ให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังสูงสุด (ภาพที่ 8 (B)) และระหว่างช่วงอายุ 200-240 วันหลังปลูกในตำรับทดลองที่ใส่ MC 10 ppm ร่วมกับ PBZ 10 ppm ให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังสูงสุดและตำรับทดลองควบคุมจะให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตต่ำสุด (ภาพที่ 8 (C)) อัตราการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังในช่วงอายุ 240-280 วันหลังปลูกในตำรับทดลองที่ใส่ MC 20 ppm ร่วมกับ PBZ 0 ppm ให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังสูงสุด และในช่วงอายุ 280-320 วันหลังปลูกในตำรับทดลองที่ใส่ MC 0 ppm ร่วมกับ PBZ 20 ppm ให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังสูงสุด (ภาพที่ 8 (D,E))

Mahasarakham University

ตารางที่ 5 ผลของชนิด ระดับความเข้มข้นและอิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโต (plant growth regulators) ที่มีต่ออัตราการเจริญเติบโต (crop growth rate) (กรัม/ตรม./วัน) ของมันสำปะหลัง

	ช่วงอายุการเก็บเกี่ยว (วัน)				
	120-160	160-200	200-240	240-280	280-320
MC (A)					
0 ppm	3.99	3.53 b	6.38 ab	4.44 b	5.76 a
10 ppm	3.45	7.19 a	7.68 a	6.23 b	3.15 b
20 ppm	4.69	4.89 b	4.66 b	9.09 a	3.85 b
F-test	ns	**	**	**	**
PBZ (B)					
0 ppm	4.37 a	4.03 b	3.98 b	5.44 b	4.56
10 ppm	5.05 a	4.18 b	7.76 a	9.16 a	4.13
20 ppm	1.98 b	4.95 b	5.60 b	6.34 b	4.69
30 ppm	4.76 a	7.65 a	7.63 a	5.41 b	3.64
F-test	*	**	**	*	ns
A x B					
F-test	**	**	**	ns	ns
CV (%)	36.06	37.44	38.48	37.31	29.01

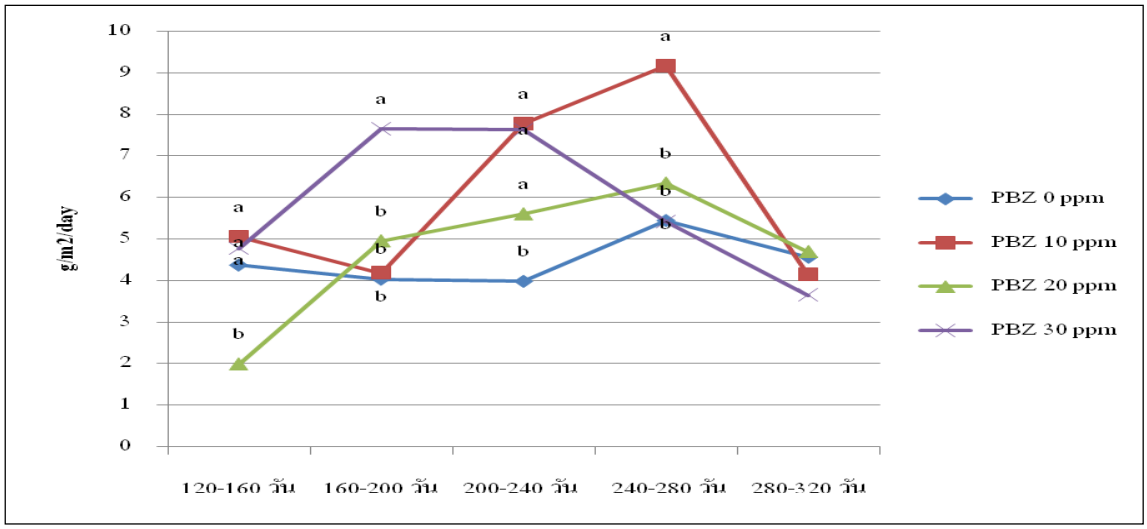
*, ** indicate significant at P$\leq$ 0.05, 0.01 and ns not significant.

Means within a column followed by the same letters are significantly different.

PBZ= paclobutrazol, MC=mepiquat chloride

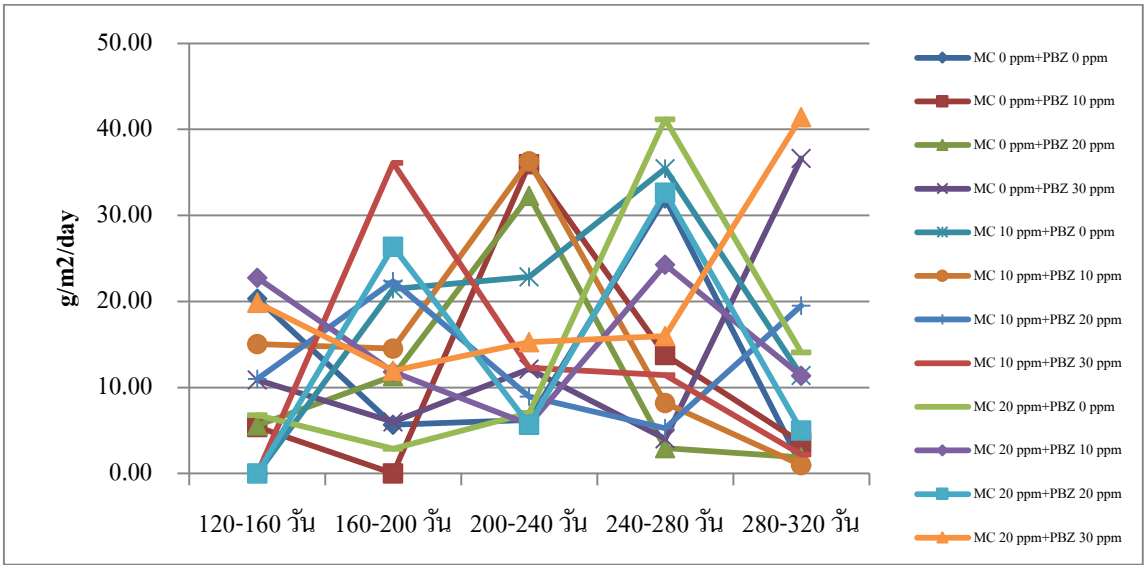
Mahasarakham University

ภาพที่ 7 (A) ผลของ MC ต่ออัตราการเจริญเติบโต (กรัม/ตารางเมตร/วัน) ของมันสำปะหลังในช่วงอายุต่างๆ

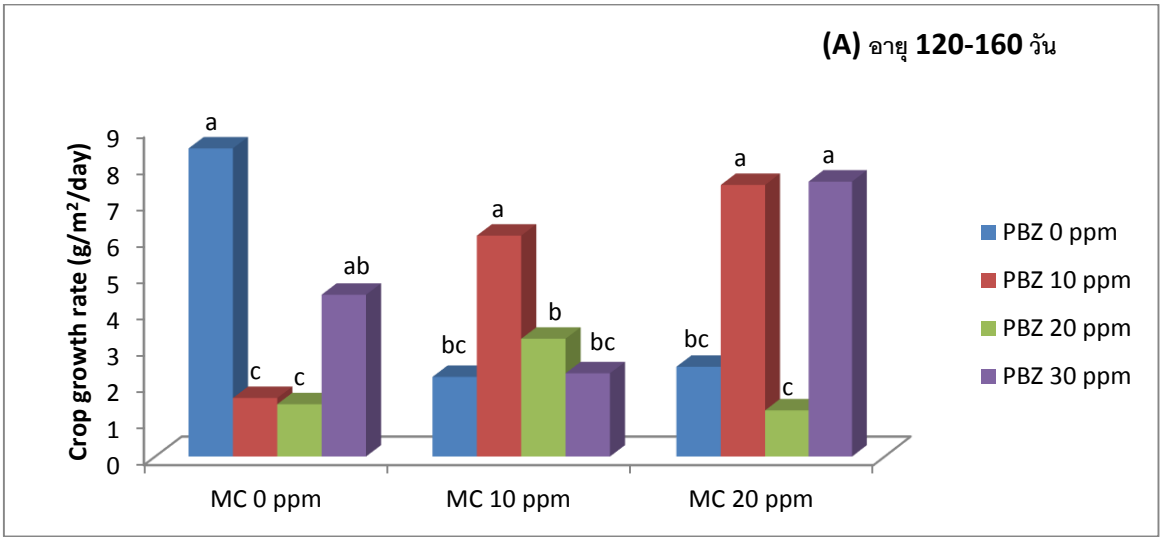


ภาพที่ 7 (B) ผลของ PBZ ต่ออัตราการเจริญเติบโต (กรัม/ตารางเมตร/วัน) ของมันสำปะหลังในช่วงอายุต่างๆ

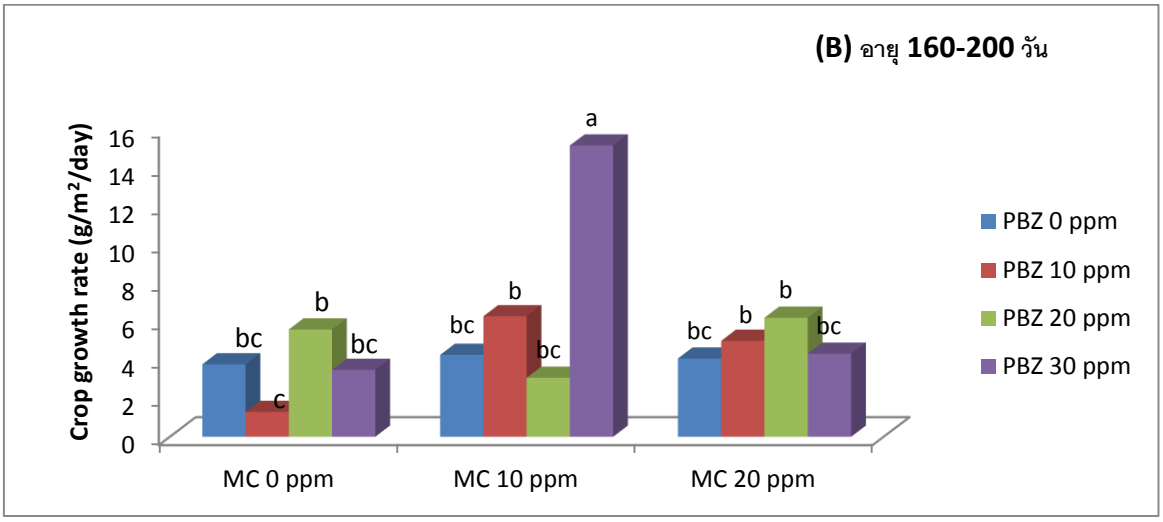
Mahasarakham University

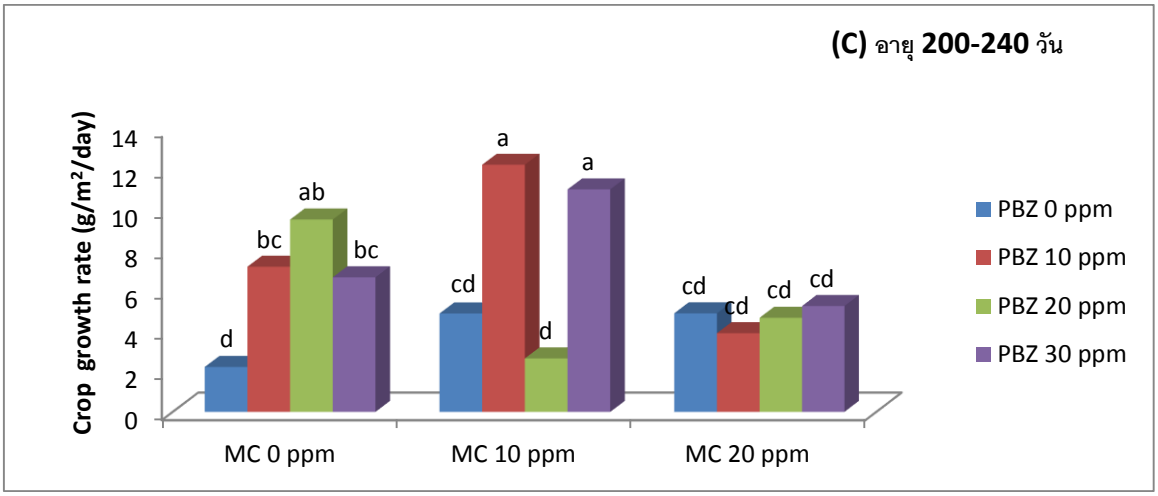


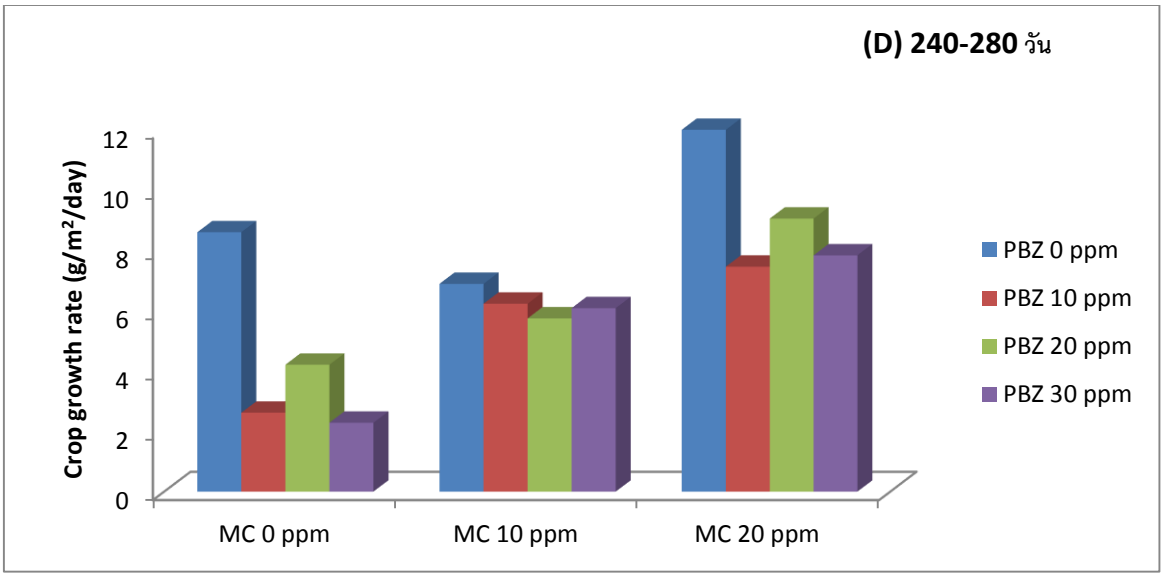
ภาพที่ 7 (C) อิทธิพลร่วมของ MC และ PBZ ต่ออัตราการเจริญเติบโต (กรัม/ตารางเมตร/วัน) ของมันสำปะหลังในช่วงอายุต่างๆ



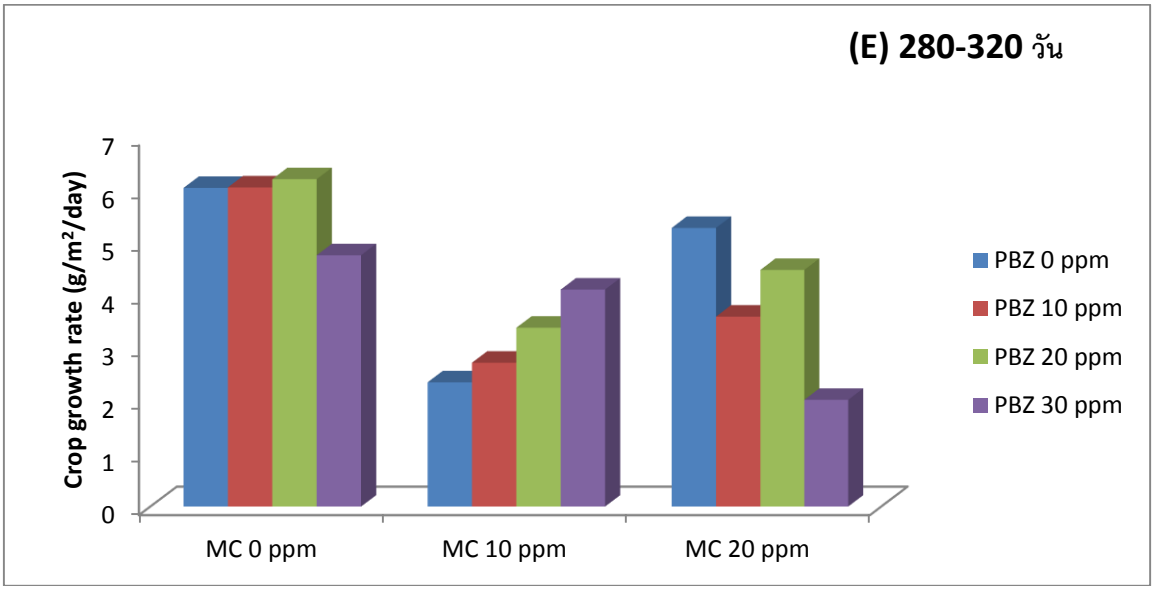
Mahasarakham University







Mahasarakham University



ภาพที่ 8 อิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโต (plant growth regulators) ต่ออัตราการเจริญเติบโต(crop growth rate) (กรัม/ตรม./วัน) ของมันสำปะหลัง (ต่อ)

6. อัตราการเจริญเติบโตของราก (Root growth rate)

ผลของชนิด ความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่ออัตราการเจริญเติบโตของราก แสดงในตารางที่ 6 การใส่ mepiquat chloride (MC) ในระดับความเข้มข้นต่างๆ มีอิทธิพลต่ออัตราการเจริญเติบโตของราก การใส่ MC ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm จะให้อัตราการเจริญเติบโตของรากสูงสุดที่ช่วงอายุการเก็บเกี่ยว 160-200 วัน และ 200-240 วันหลังปลูก ที่ระดับ 12.09 กรัม/ตรม./วัน และ 26.75 กรัม/ตรม./วัน ตามลำดับ สูงกว่าตำรับทดลองควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 9 (A)) และในช่วงอายุการเก็บเกี่ยวที่ 240-280 วัน และ 280-320 วันหลังปลูก การใส่ MC ที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm จะให้อัตราการเจริญเติบโตของรากสูงสุด ที่ระดับ 23.33 และ 24.61 กรัม/ตรม./วัน ตามลำดับ สูงกว่าตำรับทดลองควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ในทำนองเดียวกันในตารางที่ 6 และ ภาพที่ 9 (A) พบว่า paclobutrazol (PBZ) เพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของรากสูงกว่าตำรับทดลองควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในช่วงการเก็บเกี่ยวที่ช่วงอายุ 160-200, 200-240 และ 280-320 วันหลังปลูก การใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm จะเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของรากสูงสุดในช่วงอายุ 120-160 วัน, 200- 240 วัน และ 240-280 วันหลังปลูก ในอัตรา 10.60, 29.34 และ 21.30 กรัม/ตรม./วัน ตามลำดับ ในกรณีการใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm จะเพิ่มอัตราการเจริญเติมโตของรากมากที่สุดที่ช่วงอายุ 160-200 วันและ 280-320 วันหลังปลูก ในอัตรา 20.13 และ 20.27 กรัม/ตรม./วัน ตามลำดับ และการใส่ PBZ ที่ระดับความ

Mahasarakham University

เข้มข้น 30 ppm จะให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตของรากสูงสูดที่ช่วงอายุ 160-200 และ280-320 วันหลังปลูก ที่ระดับ 14.16 และ 23.50 กรัม/ตรม./วัน ตามลำดับ สูงกว่าตำรับทดลองควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อิทธิพลร่วมของสาร mepiquat chloride (MC) และ paclobutrazol (PBZ) แสดงผลต่อค่าอัตราการเจริญเติบโตของรากในช่วงอายุ 120-240 วันหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และไม่พบความแตกต่างในทางสถิติ ในช่วงการเจริญเติบโตของรากที่ช่วงอายุ 240 ถึง 320 วันหลังปลูก (ตารางที่ 6 และภาพที่ 9 (C))) จากภาพที่ 10 (A) การเจริญเติบโตของมันสำปะหลังที่ช่วงอายุ 120-160 วันหลังปลูก ในตำรับทดลองที่ใส่ MC 20 ppm ร่วมกับ PBZ 10 ppm ให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตของรากสูงสุด สูงกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง ระหว่างช่วงอายุ 160-200 วันหลังปลูกในตำรับทดลองที่ใส่ MC 10 ppm ร่วมกับ PBZ 30 ppm ให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตของรากสูงสุด (ภาพที่ 10 (B)) และระหว่างช่วงอายุ 200-240 วันหลังปลูกในตำรับทดลองที่ใส่ MC 10 ppm ร่วมกับ PBZ 10 ppm ให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตของรากสูงสุด (ภาพที่ 10 (C)) อัตราการเจริญเติบโตของรากในช่วงอายุ 240-280 วันหลังปลูกในตำรับทดลองที่ใส่ MC 20 ppm ร่วมกับ PBZ 0 ppm ให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตของรากสูงสุด และในช่วงอายุ 280-320 วันหลังปลูกในตำรับทดลองที่ใส่ MC 20 ppm ร่วมกับ PBZ 30 ppm ให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตของรากสูงสุด (ภาพที่ 10 (D,E))

Mahasarakham University

ตารางที่ 6 ผลของชนิด ระดับความเข้มข้น และอิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโต (plant growth regulators) ที่มีต่ออัตราการเจริญเติบโตของราก (root growth rate) (กรัม/ตรม./วัน) ของ มันสำปะหลัง

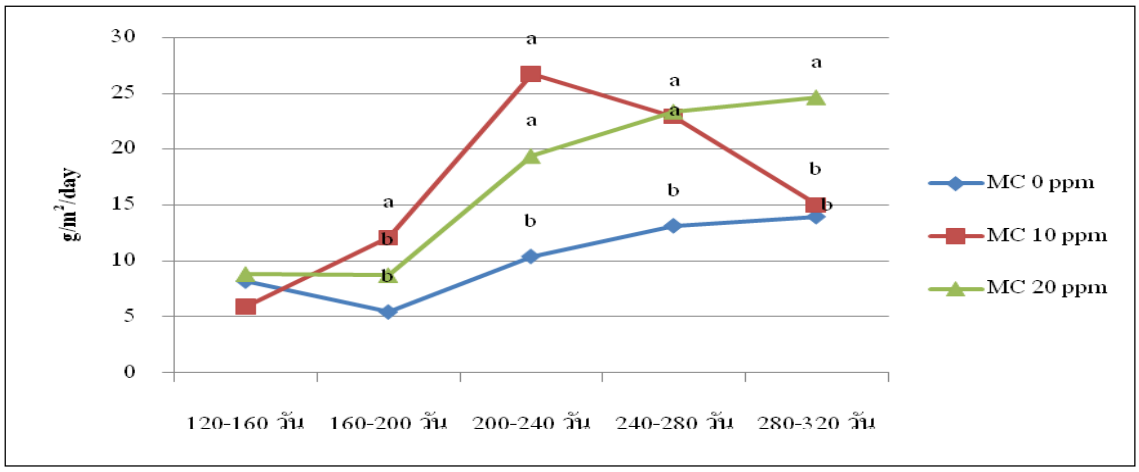
	ช่วงอายุการเก็บเกี่ยว (วัน)				
	120-160	160-200	200-240	240-280	280-320
MC (A)					
0 ppm	8.19	5.42 b	10.40 b	13.15 b	13.97 b
10 ppm	5.91	12.09 a	26.75 a	22.94 a	15.02 b
20 ppm	8.87	8.77 b	19.39 a	23.33 a	24.61 a
F-test	*	**	**	**	*
PBZ (B)					
0 ppm	7.54 ab	7.96 b	10.48 b	13.42	13.71 b
10 ppm	10.60 a	13.95 a	29.34 a	21.30	14.00 b
20 ppm	5.61 b	8.98 b	20.13 ab	14.62	20.27 ab
30 ppm	6.86 ab	14.16 a	15.44 b	16.54	23.50 a
F-test	*	**	**	ns	*
A x B					
F-test	*	**	**	ns	ns
CV (%)	31.44	34.76	39.03	34.11	37.96

*, ** indicate significant at $P \leq 0.05$, 0.01 and ns not significant.

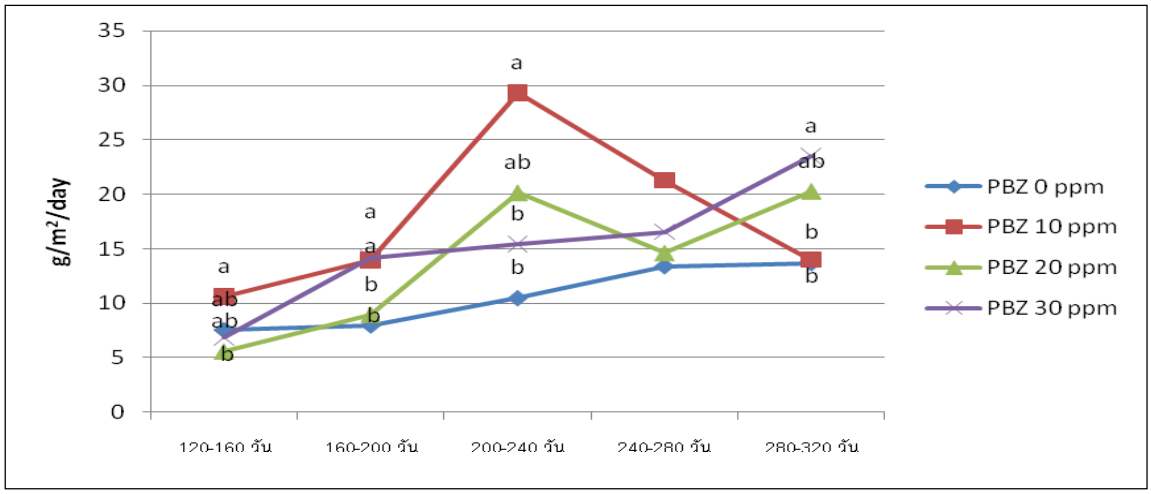
Means within a column followed by the same letters are significantly different.

PBZ= paclobutrazol, MC=mepiquat chloride

Mahasarakham University

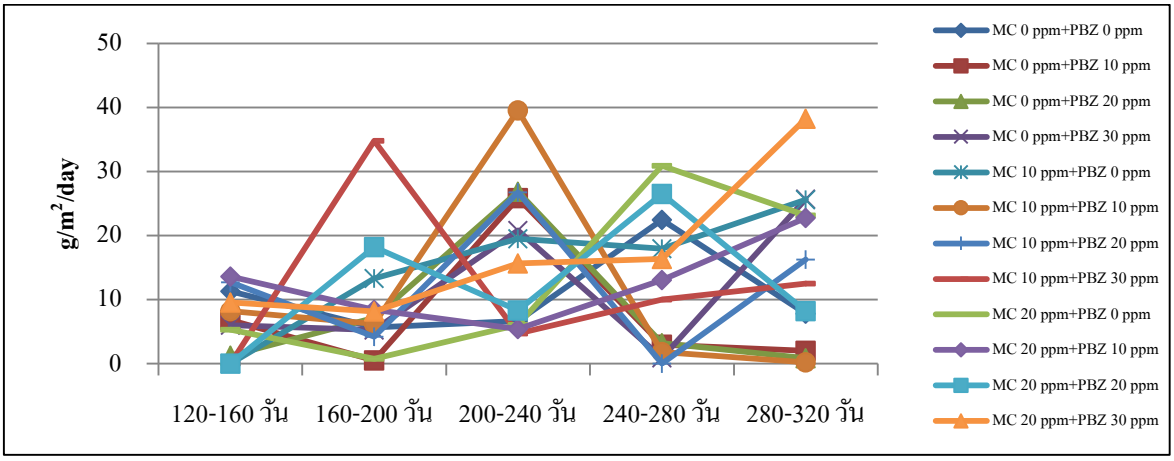


ภาพที่ 9 (A) ผลของ MC ต่ออัตราการเจริญเติบโตของรากมันสำปะหลัง (กรัม/ตารางเมตร/วัน) ที่ระยะ ต่างกัน

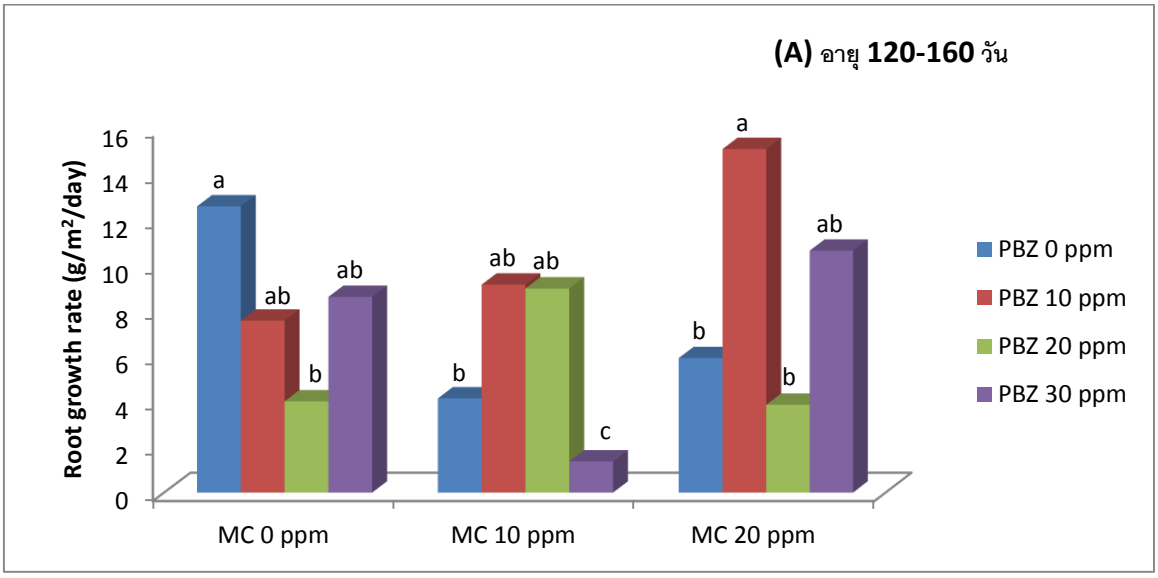


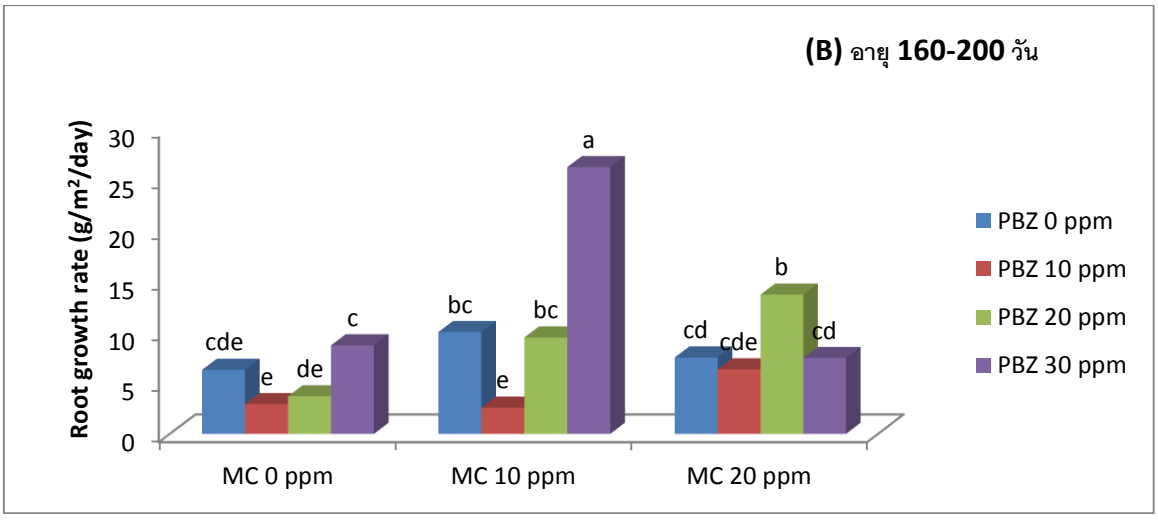
ภาพที่ 9 (B) ผลของ PBZ ต่ออัตราการเจริญเติบโตของรากมันสำปะหลัง (กรัม/ตารางเมตร/วัน) ที่ระยะต่างกัน

Mahasarakham University

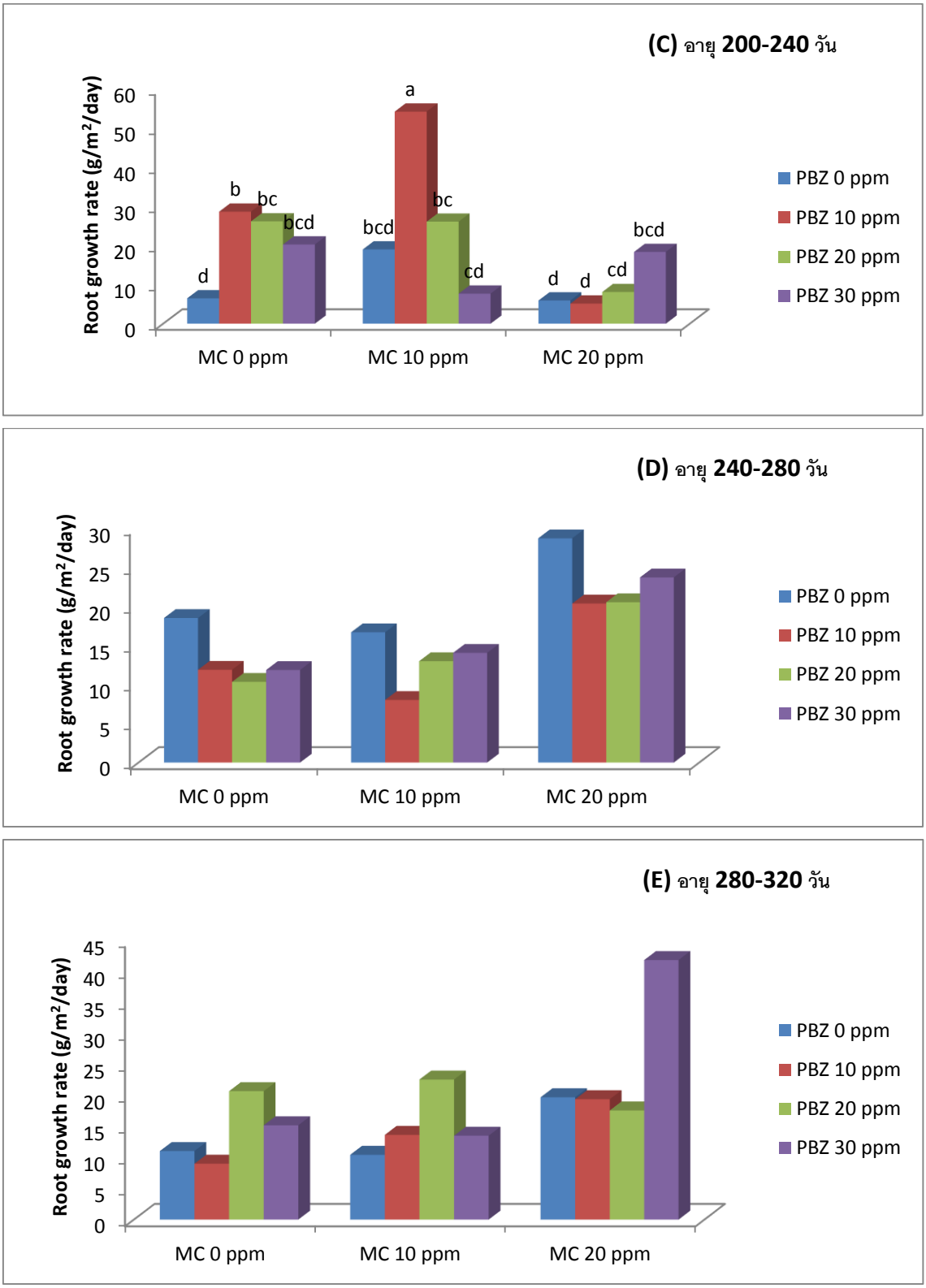


ภาพที่ 9 (C) อิทธิพลร่วมของ CM และ PBZ ต่ออัตราการเจริญเติบโตของรากมันสำปะหลัง (กรัม/ตารางเมตร/วัน) ที่ระยะต่างกัน





Mahasarakham University



ภาพที่ 10 อิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโต (plant growth regulators) ต่ออัตราการเจริญเติบโตของราก (root growth rate) (กรัม/ตรม./วัน) ของมันสำปะหลัง

Mahasarakham University

7. ดัชนีเก็บเกี่ยว (Harvest index ; HI)

ผลของชนิด ความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต mepiquat chloride (MC) และ paclobutrazol (PBZ) ต่อค่าดัชนีเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลังแสดงในตารางที่ 7 พบว่า การเก็บผลผลิตมันสำปะหลังในช่วงอายุต่างๆในตำรับทดลองที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต MC ระดับความเข้มข้นต่างๆจะให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวไม่แตกต่างกันในทางสถิติกับตำรับทดลองควบคุม การเก็บผลผลิตที่อายุ 120, 160 และ 200 วันหลังปลูกจะให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวที่ต่ำในช่วงระหว่าง 0.50-0.59 โดยการเก็บผลผลิตที่อายุ 120 วันหลังปลูกในตำรับทดลองที่ใส่ MC ในระดับความเข้มข้น 20 ppm จะให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวสูงสุดที่ 0.59 การเก็บผลผลิตที่อายุ 160 วันหลังปลูกในตำรับทดลองควบคุมจะให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวสูงสุดที่ 0.57 และการเก็บผลผลิตที่อายุ 200 วันหลังปลูกในตำรับทดลองที่ใส่ MC ในระดับความเข้มข้น 20 ppm และตำรับทดลองควบคุมจะให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวสูงสุดที่ 0.58 ส่วนการเก็บผลผลิตที่อายุ 240, 280 และ 320 วันหลังปลูกจะให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวที่สูงอยู่ในช่วงระหว่าง 0.69-0.81 โดยการเก็บผลผลิตที่อายุ 240 และ 280 วันหลังปลูกในตำรับทดลองที่ใส่ MC ในระดับความเข้มข้น 10 ppm จะให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวสูงสุดที่ 0.81 และ 0.73 ตามลำดับ และการเก็บผลผลิตที่อายุ 320 วันหลังปลูกในตำรับทดลองที่ใส่ MC ในระดับความเข้มข้น 20 ppm จะให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวสูงสุดที่ 0.81

อิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโต paclobutrazol (PBZ) ต่อค่าดัชนีเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง เป็นไปทำนองเดียวกับการใส่ MC พบว่าในช่วงอายุการเก็บผลผลิตที่ 120 ถึง 200 วันหลังปลูกจะให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวที่ต่ำมีค่าระหว่าง 0.41-0.60 และค่าดัชนีเก็บเกี่ยวจะสูงขึ้นในช่วงอายุการผลผลิตที่ 240 ถึง 320 วันหลังปลูก โดยการเก็บผลผลิตที่อายุ 120 วันหลังปลูก ตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 20 และ 30 ppm จะให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวสูงสุดที่ 0.60 การเก็บผลผลิตที่อายุ 160 วันหลังปลูก ตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm จะให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวสูงสุดที่ 0.60 สูงกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และในการเก็บผลผลิตที่อายุ 200 วันหลังปลูก ตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 30 ppm จะให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวสูงสุดที่ 0.59 และการเก็บผลผลิตที่อายุ 240 และ 320 วันหลังปลูก ตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 30 ppm ให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวสูงสุดที่ 0.79 และ 0.85 ตามลำดับและช่วงอายุ 280 วันหลังปลูก ตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm ให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวสูงสุดที่ 0.70 โดยในช่วงอายุการเก็บผลผลิตที่ 240, 280 และ 320 วัน จะให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวไม่แตกต่างกันในทางสถิติ (ตารางที่ 7)

อิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโต MC และ PBZ ให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวไม่แตกต่างกันในทางสถิติทุกช่วงอายุการเก็บผลผลิต (ตารางที่ 7 และภาพที่ 11 (A,B,C,D,E และ F)) การเก็บผลผลิตที่อายุ 120 วันหลังปลูก ตำรับทดลองที่ใส่ MC 0 ppm ร่วมกับ PBZ 20 ppm มีแนวโน้มให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวสูงสุด การเก็บผลผลิตที่อายุ 160 วันหลังปลูก ตำรับทดลองที่ใส่ MC 0 ppm ร่วมกับ PBZ 10 ppm มีแนวโน้มให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวสูงสุด การเก็บผลผลิตที่อายุ 200 วันหลังปลูก

Mahasarakham University

ตำรับทดลองที่ใส่ MC 10 ppm ร่วมกับ PBZ 30 ppm มีแนวโน้มให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวสูงสุด การเก็บผลผลิตที่อายุ 240 วันหลังปลูก ตำรับทดลองที่ใส่ MC 0 ppm ร่วมกับ PBZ 30 ppm มีแนวโน้มให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวสูงสุด การเก็บผลผลิตที่อายุ 280 วันหลังปลูก ตำรับทดลองที่ใส่ MC 10 ppm ร่วมกับ PBZ 30 ppm มีแนวโน้มให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวสูงสุด และการเก็บผลผลิตที่อายุ 320 วันหลังปลูก ตำรับทดลองที่ใส่ MC 20 ppm ร่วมกับ PBZ 0 ppm มีแนวโน้มให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวสูงสุด

ตารางที่ 7 ผลของชนิด ระดับความเข้มข้นและอิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโต (plant growth regulators) ที่มีต่อดัชนีเก็บเกี่ยว (harvest index; HI) ของมันสำปะหลัง

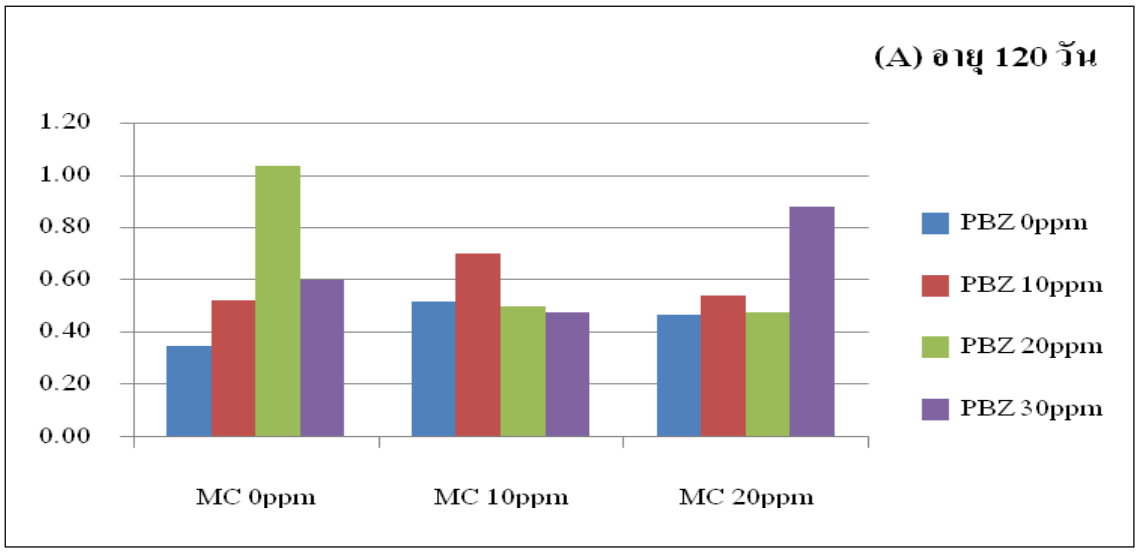
	อายุการเก็บเกี่ยว (วัน)					
	120	160	200	240	280	320
MC (A)						
0 ppm	0.50	0.57	0.58	0.76	0.69	0.76
10 ppm	0.55	0.53	0.56	0.81	0.73	0.77
20 ppm	0.59	0.50	0.58	0.73	0.70	0.81
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PBZ (B)						
0 ppm	0.41	0.51 ab	0.57	0.73	0.68	0.71
10 ppm	0.56	0.60 a	0.55	0.76	0.70	0.76
20 ppm	0.60	0.52 ab	0.58	0.73	0.68	0.78
30 ppm	0.60	0.49 b	0.59	0.79	0.69	0.85
F-test	ns	*	ns	ns	ns	ns
A x B						
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	36.45	21.32	16.91	20.31	15.56	11.86

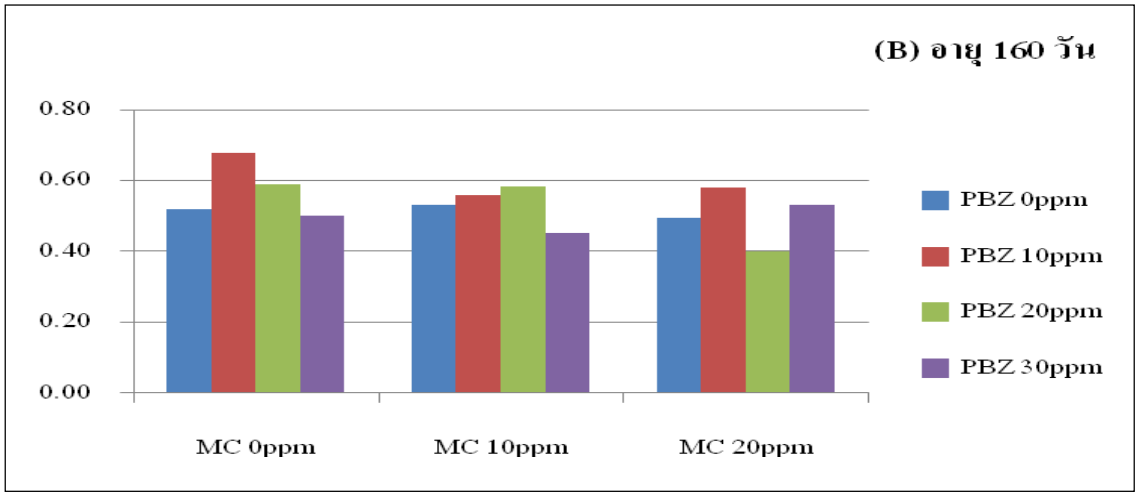
*, ** indicate significant at P$\leq$ 0.05, 0.01 and ns not significant.

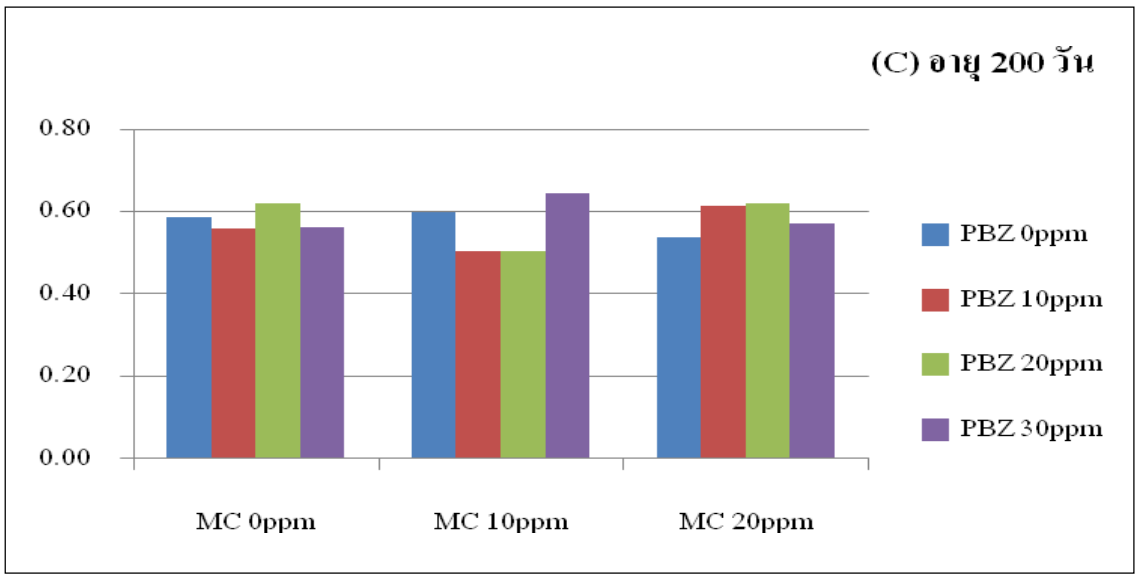
Means within a column followed by the same letters are significantly different.

PBZ= paclobutrazol, MC=mepiquat chloride

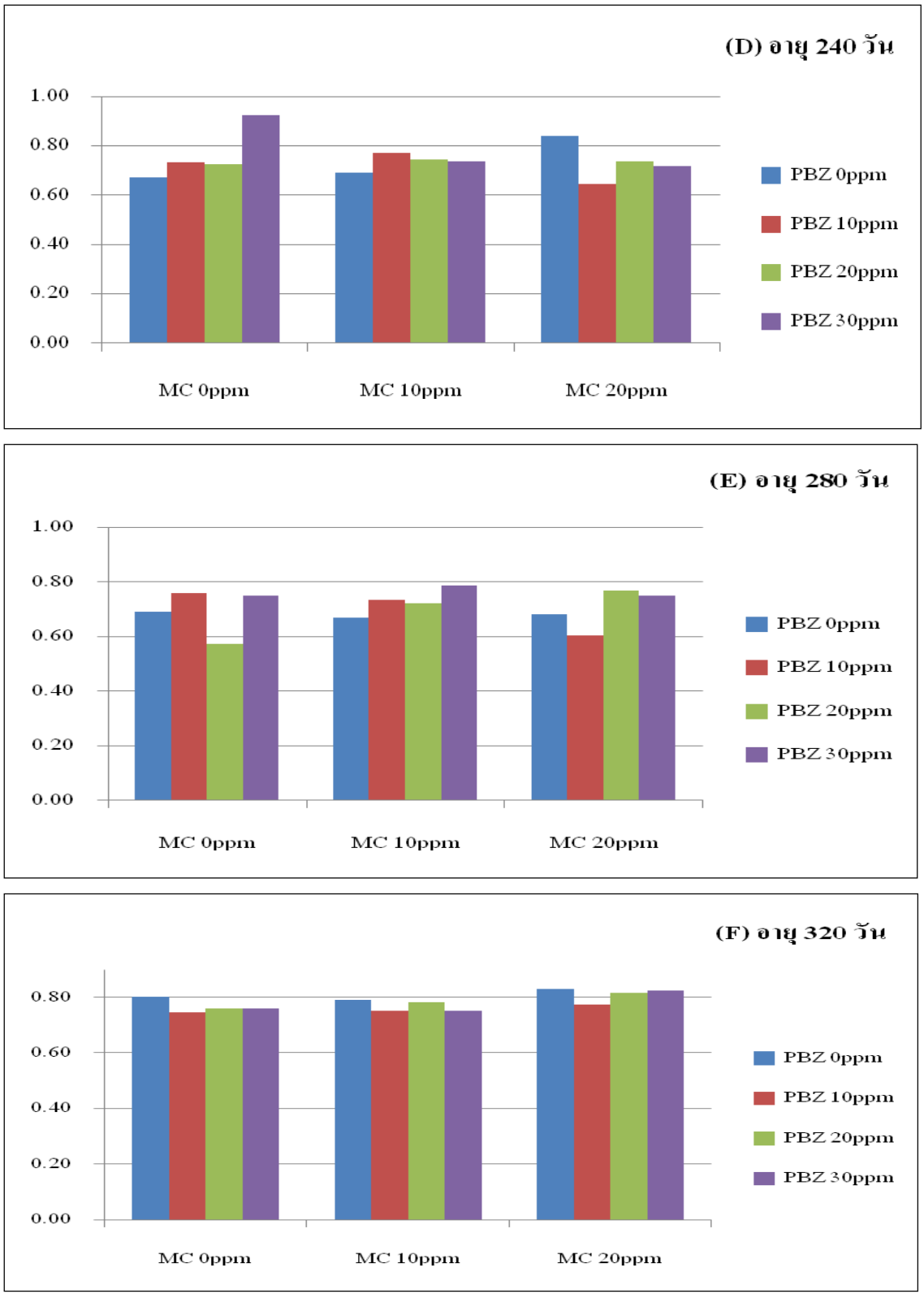
Mahasarakham University







Mahasarakham University



ภาพที่ 11 อิทธิพลร่วมของ mepiquat chloride (MC) และ paclobutrazol (PBZ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อดัชนีเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลังที่ช่วงอายุการเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน

Mahasarakham University

8. ชนีพื้นที่ใบ (leaf area index ; LAI)

ผลการศึกษาค่าดัชนีพื้นที่ใบของมันสำปะหลังเมื่อได้รับอิทธิพลของชนิด ความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตแสดงในตารางที่ 8 พบว่าการใส่ mepiquat chloride (MC) ในระดับความเข้มข้น 10 และ 20 ppm เพิ่มค่าดัชนีพื้นที่ใบของมันสำปะหลังตามช่วงอายุการเจริญเติบโตของพืชที่เพิ่มขึ้น และการใส่ MC มีผลทำให้ดัชนีพื้นที่ใบของมันสำปะหลังที่ช่วงอายุการเก็บเกี่ยวผลผลิต 120, 200, 280, และ 320 วันหลังปลูก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใส่ MC ที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm จะให้ค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงสุดที่ 1.70, 2.79, 3.77 และ 3.67 ตามลำดับ

การใส่ paclobutrazol (PBZ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ที่ผลทำให้ค่าดัชนีพื้นที่ใบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ช่วงอายุ 120, 200 และ 240 วันหลังปลูก การใส่ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm จะให้ค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงสุดที่อายุ 120, 160 และ 240 วันหลังปลูก และการใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm จะให้ค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงสุดที่อายุ 320 วันและการใส่ที่ระดับความเข้มข้น 30 ppm จะให้ค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงสุดที่อายุ 200 วันหลังปลูก โดยตำรับทดลองควบคุมจะให้ค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงสุดที่อายุ 280 วันหลังปลูก (ตารางที่ 8)

อิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโต MC และ PBZ ให้ค่าดัชนีพื้นที่ใบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่อายุการเก็บผลผลิต 120, 200 และ240 วันหลังปลูก โดยการเก็บผลผลิตที่ 120 วันหลังปลูก ตำรับทดลองที่ใส่ MC 20 ppm ร่วมกับ PBZ 0 ppm ให้ค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงสุด การเก็บผลผลิตที่ 160 วันหลังปลูก ตำรับทดลองที่ใส่ MC 20 ppm ร่วมกับ PBZ 10 ppm ให้ค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงสุด การเก็บผลผลิตที่ 200 วันหลังปลูก ตำรับทดลองที่ใส่ MC 10 ppm ร่วมกับ PBZ 30 ppm ให้ค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงสุด การเก็บผลผลิตที่ 240 วันหลังปลูก ตำรับทดลองที่ใส่ MC 10 ppm ร่วมกับ PBZ 10 ppm ให้ค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงสุด การเก็บผลผลิตที่ 280 วันหลังปลูก ตำรับทดลองที่ใส่ MC 20 ppm ร่วมกับ PBZ 0 ppm ให้ค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงสุด และการเก็บผลผลิตที่ 320 วันหลังปลูก ตำรับทดลองที่ใส่ MC 20 ppm ร่วมกับ PBZ 30 ppm ให้ค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงสุด (ตารางที่ 8 และภาพที่ 12 (A,B,C,D,E และ F))

Mahasarakham University

ตารางที่ 8 ผลของชนิด ระดับความเข้มข้นและอิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโต (plant growth regulators) ต่อดัชนีพื้นที่ใบ (leaf area index; LAI) ของมันสำปะหลัง

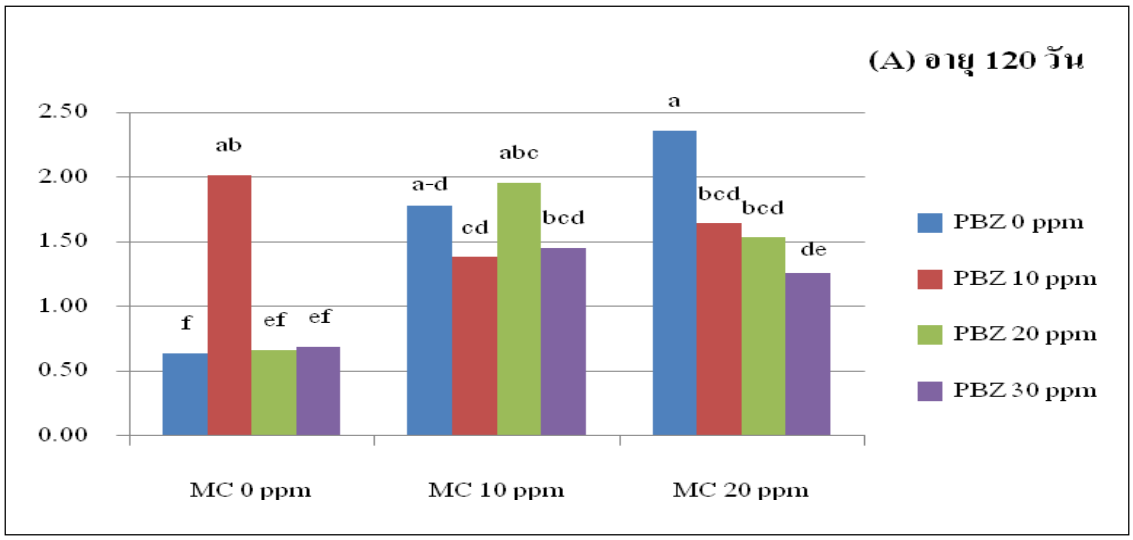
	อายุการเก็บเกี่ยว (วัน)					
	120	160	200	240	280	320
MC (A)						
0 ppm	1.00 b	1.72	1.40 b	2.60	2.47 b	2.50 b
10 ppm	1.64 a	2.05	2.42 a	2.77	3.72 a	3.54 a
20 ppm	1.70 a	2.40	2.79 a	2.24	3.77 a	3.67 a
F-test	**	ns	**	ns	**	**
PBZ (B)						
0 ppm	1.59 a	2.00	1.89 b	1.74 b	3.70	2.97
10 ppm	1.68 a	2.38	2.03 b	3.17 a	3.23	3.31
20 ppm	1.38 ab	1.91	2.03 b	2.67 a	3.24	3.46
30 ppm	1.33 b	1.94	2.85 a	2.57 a	3.11	3.23
F-test	*	ns	*	**	ns	ns
A x B						
F-test	**	ns	*	**	ns	ns
CV (%)	29.50	47.40	37.67	32.71	33.25	25.87

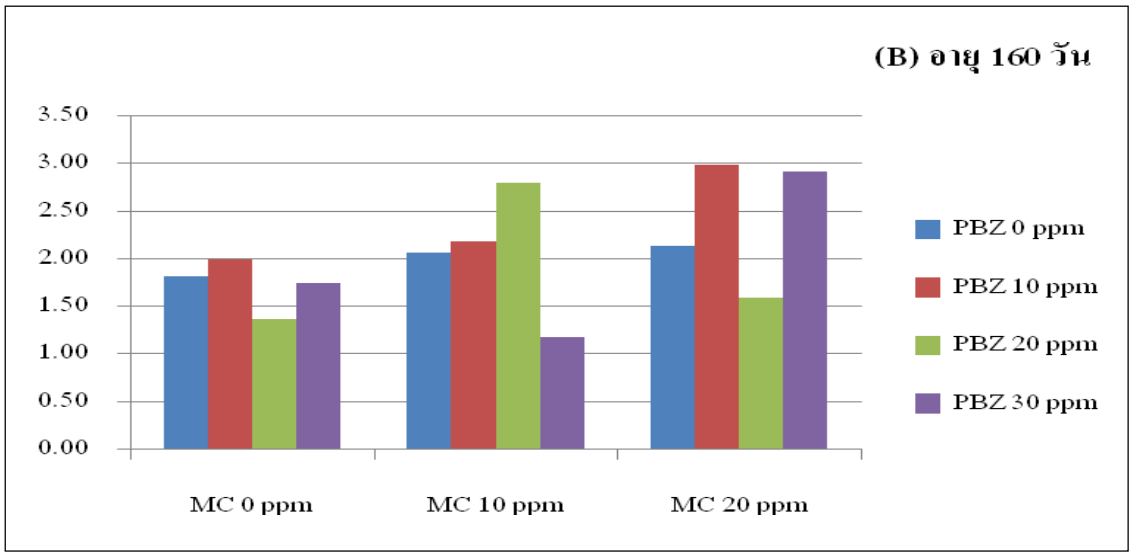
*, ** indicate significant at $P \leq 0.05, 0.01$ and ns not significant.

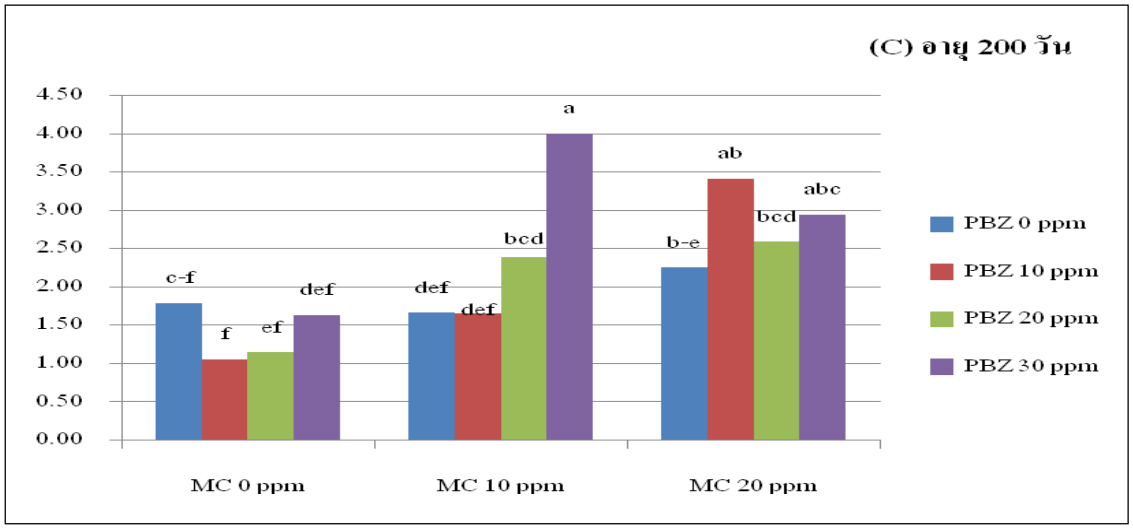
Means within a column followed by the same letters are significantly different.

PBZ= paclobutrazol, MC=mepiquat chloride

Mahasarakham University







Mahasarakham University

ภาพที่ 12 อิทธิพลร่วมของ mepiquat chloride (MC) และ paclobutrazol (PBZ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อดัชนีพื้นที่ใบของมันสำปะหลังที่ช่วงอายุการเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน

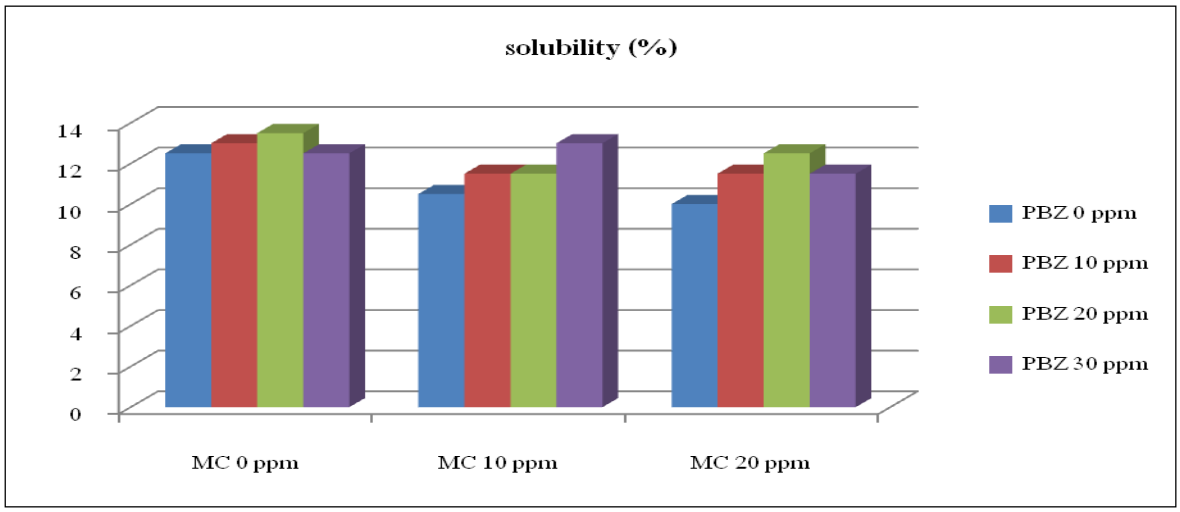
Mahasarakham University

4.1.2 ผลของชนิด ระดับความเข้มข้น และอิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโต (plant growth regulators) ที่มีต่อคุณภาพผลผลิตของมันสำปะหลัง

4.1.2.1 การละลายของแป้ง (solubility)

จากการศึกษาถึงผลผลิตแป้งที่สกัดได้ แสดงในตารางที่ 9 พบว่า เปอร์เซ็นต์การละลายของแป้งมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ที่ได้รับอิทธิพลจากการใส่สารควบคุมการเจริญเติบโตทั้ง 2 ชนิด ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ตำรับทดลองที่ใส่ mepiquat chloride (MC) ในระดับความเข้มข้นต่างๆ ให้ค่าการละลายของแป้งต่ำกว่าตำรับทดลองควบคุม การใส่ MC ที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm ให้ค่าการละลายของแป้ง 11.37 % ต่ำกว่าตำรับทดลองควบคุมที่ให้ค่าการละลายของแป้ง 12.87 % การใส่ paclobutrazol (PBZ) ในระดับความเข้มข้นต่างๆ จะให้ค่าการละลายของแป้งสูงกว่าในตำรับทดลองควบคุม โดยการใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm จะให้ค่าการละลายของแป้งสูงสุดที่ 12.50 % และในตำรับทดลองควบคุมจะให้ค่าการละลายของแป้งต่ำสุดที่ 11.00 %

อิทธิพลร่วมของ mepiquat chloride(MC) และ paclobutrazol(PBZ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆต่อค่าการละลายของแป้งมันสำปะหลังที่อายุ 280 วันหลังปลูกพบว่าตำรับทดลองที่ใส่ MC 0 ppm ร่วมกับ PBZ 20 ppm ให้ค่าการละลายของแป้งสูงสุด และตำรับทดลองที่ใส่ MC 0 ppm ร่วมกับ PBZ 10 ppm และตำรับทดลองที่ใส่ MC 10 ppm ร่วมกับ PBZ 30 ppm จะให้ค่าการละลายของแป้งลำดับรองลงมา (ภาพที่ 13)



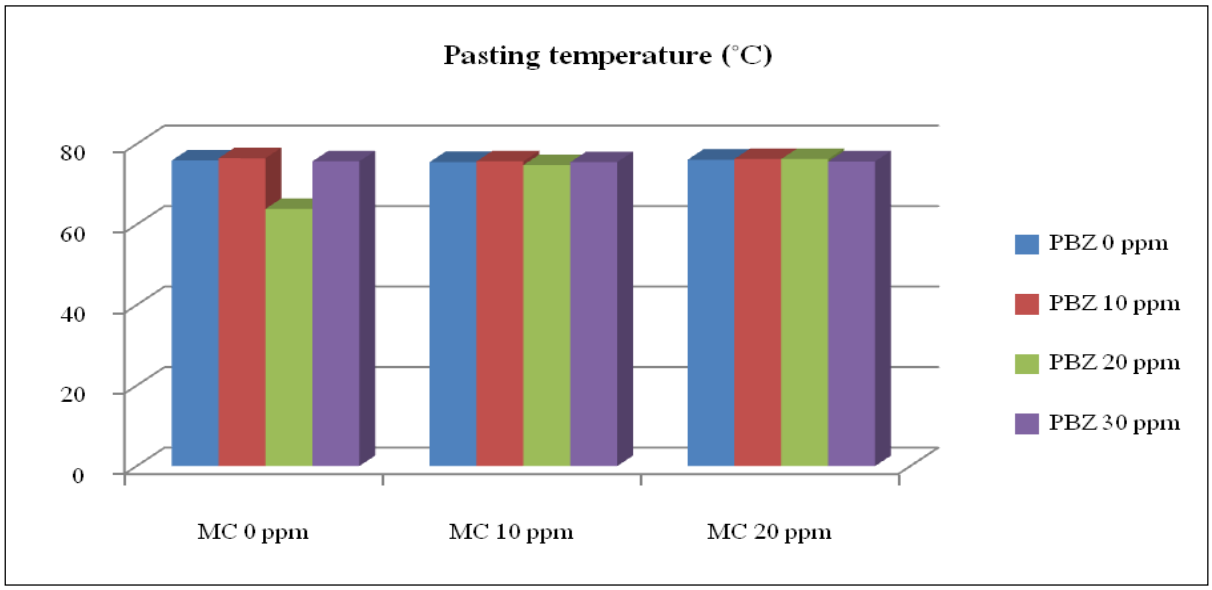
ภาพที่ 13 อิทธิพลร่วมของ mepiquat chloride(MC) และ paclobutrazol (PBZ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อการละลายของแป้งมันสำปะหลังที่อายุ 280 วันหลังปลูก

Mahasarakham University

4.1.2.2 อุณหภูมิที่ทำให้แป้งเริ่มพองตัวหรือเริ่มมีความหนืด (pasting temperature)

จากตารางที่ 9 อุณหภูมิที่ทำให้แป้งเริ่มพองตัวหรือเริ่มมีความหนืด (pasting temperature) พบว่าแป้งที่ได้จากตำรับทดลองที่ใส่ mepiquat chloride (MC) ให้ค่าอุณหภูมิที่ทำให้แป้งเริ่มพองตัวสูงกว่าแป้งที่ได้จากตำรับทดลองควบคุม โดยแป้งในตำรับทดลองที่ใส่ MC ในระดับความเข้มข้น 20 ppm ใช้อุณหภูมิสูงสุดที่ 76.08 °C และตำรับทดลองควบคุมให้อุณหภูมิต่ำสุดที่ 73.00 °C เพื่อทำให้แป้งเริ่มพองตัว โดยแตกต่างกันกับแป้งที่ได้จากตำรับทดลองที่การใส่ paclobutrozol (PBZ) จะใช้อุณหภูมิเพื่อทำให้แป้งเริ่มพองตัวต่ำกว่าตำรับทดลองควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm จะใช้ค่าอุณหภูมิที่ทำให้แป้งเริ่มพองตัวต่ำสุดที่ 71.70 °C และตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm ให้อุณหภูมิสูงสุดที่ 76.20 °C

อิทธิพลร่วมของ mepiquat chloride(MC) และ paclobutrazol(PBZ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆต่อค่าอุณหภูมิที่ทำให้แป้งเริ่มพองตัวหรือเริ่มมีความหนืดของแป้งมันสำปะหลังที่อายุ 280 วันหลังปลูกพบว่าตำรับทดลองที่ใส่ MC 0 ppm ร่วมกับ PBZ 10 ppm ให้ค่าอุณหภูมิที่ทำให้แป้งเริ่มพองตัวหรือเริ่มมีความหนืด ของแป้งสูงสุด และตำรับทดลองที่ใส่ MC 0 ppm ร่วมกับ PBZ 20 ppm จะให้ค่าอุณหภูมิที่ทำให้แป้งเริ่มพองตัวหรือเริ่มมีความหนืดของแป้งต่ำสุด (ภาพที่ 14)



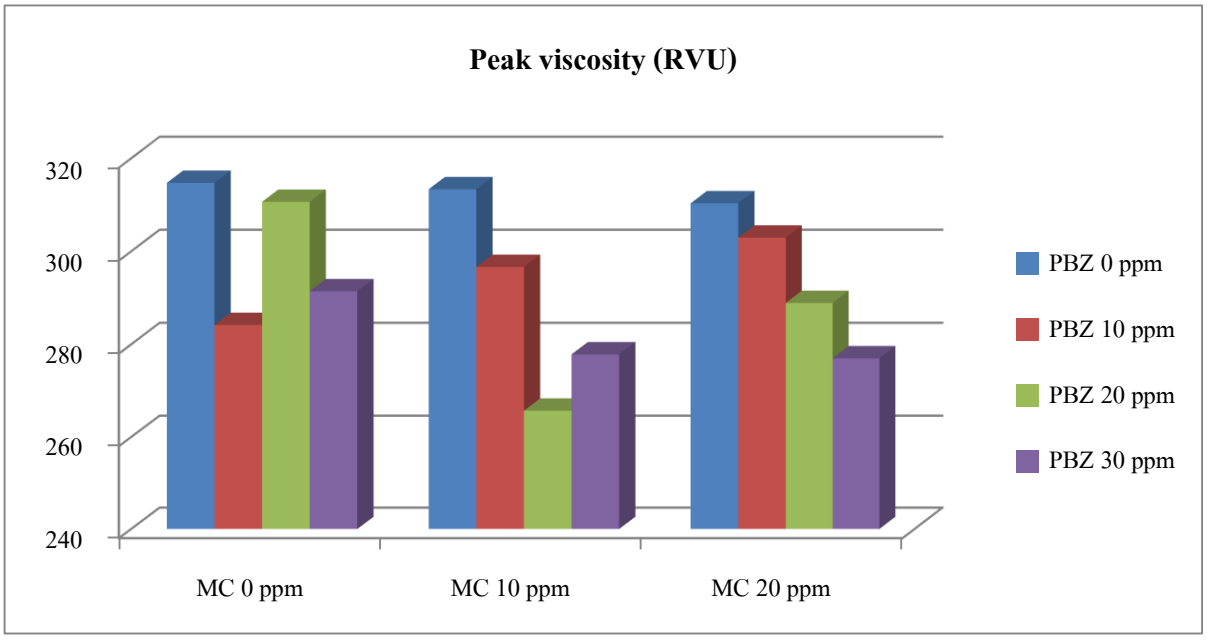
ภาพที่ 14 อิทธิพลร่วมของ mepiquat chloride (MC) และ paclobutrazol (PBZ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อค่าอุณหภูมิที่ทำให้แป้งเริ่มพองตัวหรือเริ่มมีความหนืด

Mahasarakham University

4.1.2.3 ความหนืดสูงสุด (peak viscosity)

อิทธิพลของ mepiquat chloride (MC) ให้ค่าความหนืดสูงสุดของแป้ง ไม่แตกต่างกันในทางสถิติกับตำรับทดลองควบคุม โดยตำรับทดลองควบคุมจะให้ค่าความหนืดสูงสุดที่ 300.24 RVU การใส่ MC ที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm ให้แป้งที่มีความหนืดสูงสุดที่ 294.79 RVU สูงกว่าการใส่ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และแป้งที่ได้จากตำรับทดลองที่ใส่ paclobutrazol (PBZ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เปรียบเทียบกับตำรับทดลองควบคุมให้แป้งที่มีค่า peak viscosity แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตำรับทดลองควบคุมจะให้แป้งที่มีค่า peak viscosity สูงสุดที่ 312.8 RVU รองลงมาคือตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 10, 20 และ 30 ppm ตามลำดับ (ตารางที่ 9)

อิทธิพลร่วมของ mepiquat chloride(MC) และ paclobutrazol(PBZ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อค่าความหนืดสูงสุดของแป้งมันสำปะหลังที่อายุ 280 วันหลังปลูกพบว่าตำรับทดลองควบคุมที่ไม่ใส่ MC และ PBZ ให้ค่าความหนืดสูงสุดของแป้งสูงสุด และตำรับทดลองที่ใส่ MC 10 ppm ร่วมกับ PBZ 20 ppm จะให้ค่าความหนืดสูงสุดของแป้งต่ำสุด (ภาพที่ 15)



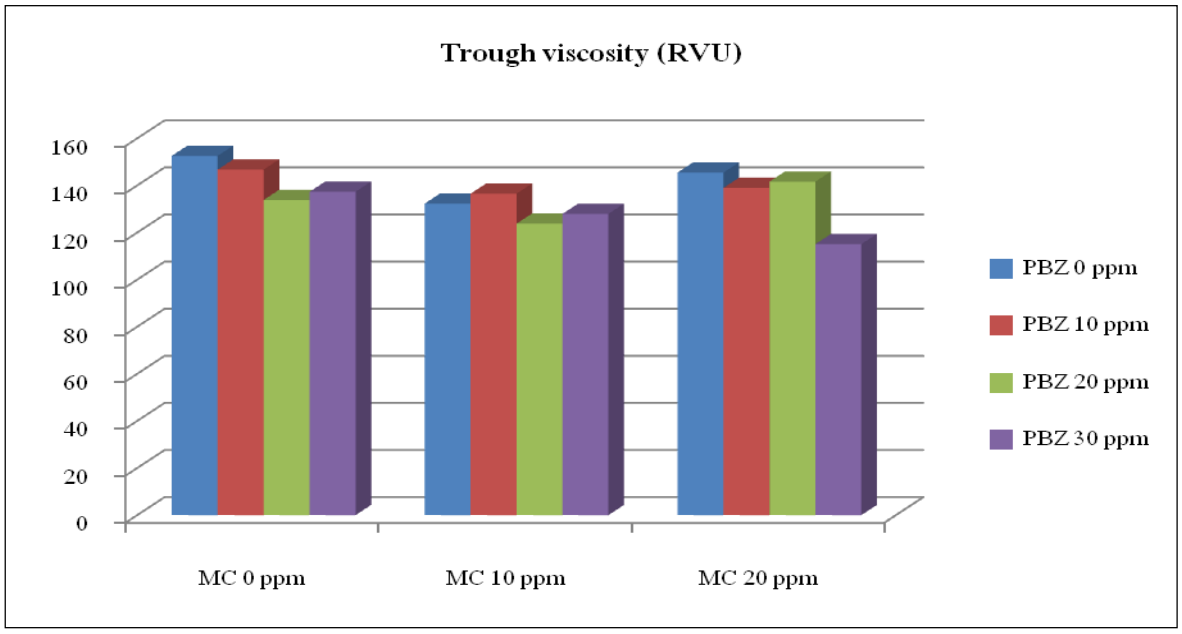
ภาพที่ 15 อิทธิพลร่วมของ mepiquat chloride (MC) และ paclobutrazol (PBZ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อค่าความหนืดสูงสุดของแป้งมันสำปะหลังที่อายุ 280 วันหลังปลูก

Mahasarakham University

4.1.2.4 ความหนืดต่ำสุด (trough viscosity)

จากตารางที่ 9 พบว่าค่าความหนืดต่ำสุด หรือ trough viscosity ของแป้งในตำรับทดลองที่ได้รับ mepiquat chloride(MC) และ paclobutrazoe(PBZ) และตำรับทดลองควบคุมไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ในตำรับทดลองที่ได้รับ MC ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm จะให้ค่า trough viscosity ของแป้งต่ำสุด ต่ำกว่าตำรับทดลองควบคุม ในทำนองเดียวกันการใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆให้แป้งที่มีค่า trough viscosity ต่ำกว่าตำรับทดลองควบคุมโดยการใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 10, 20 และ30 ppm. ให้แป้งที่มีค่า trough viscosityเท่ากับ 140.72, 133.07 และ 126.78 RVU ต่ำกว่าตำรับทดลองควบคุมที่ให้ค่าค่า trough viscosityเท่ากับ 143.41 RVU

อิทธิพลร่วมของ mepiquat chloride(MC) และ paclobutrazol(PBZ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อค่าความหนืดต่ำสุดของแป้งมันสำปะหลังที่อายุ 280 วันหลังปลูกพบว่าตำรับทดลองควบคุมที่ไม่ใส่ MC และ PBZ ให้ค่าความหนืดต่ำสุดของแป้งสูงสุด และตำรับทดลองที่ใส่ MC 20 ppm ร่วมกับ PBZ 30 ppm จะให้ค่าความหนืดต่ำสุดของแป้งต่ำสุด (ภาพที่ 16)



ภาพที่ 16 อิทธิพลร่วมของ mepiquat chloride (MC) และ paclobutrazol (PBZ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อค่าความหนืดต่ำสุดของแป้งมันสำปะหลังที่อายุ 280 วันหลังปลูก

Mahasarakham University

ตารางที่ 9 ผลของชนิด ระดับความเข้มข้นและอิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโต (plant growth regulators) ต่อคุณภาพผลผลิตของมันสำปะหลัง

Treatment	Solubility (%)	Pasting temperature (°C)	Peak viscosity (RVU)	Trough viscosity (RVU)
MC (A)				
0 ppm	12.87	73.00	300.24	142.60
10 ppm	11.62	75.38	288.40	130.12
20 ppm	11.37	76.08	294.79	135.27
F-test	Ns	ns	ns	ns
PBZ (B)				
0 ppm	11.00	75.90 a	312.8 a	143.41
10 ppm	12.00	76.20 a	294.6 ab	140.72
20 ppm	12.50	71.70 b	288.4 ab	133.07
30 ppm	12.33	75.60 a	282.1 b	126.78
F-test	Ns	*	*	ns
AXB				
F-test	Ns	ns	ns	ns
CV (%)	27.5	6.2	11.9	16.3

*, ** indicate significant at P≤ 0.05, 0.01 and ns not significant.

Means within a column followed by the same letters are significantly different.

PBZ= paclobutrazol, MC=mepiquat chloride

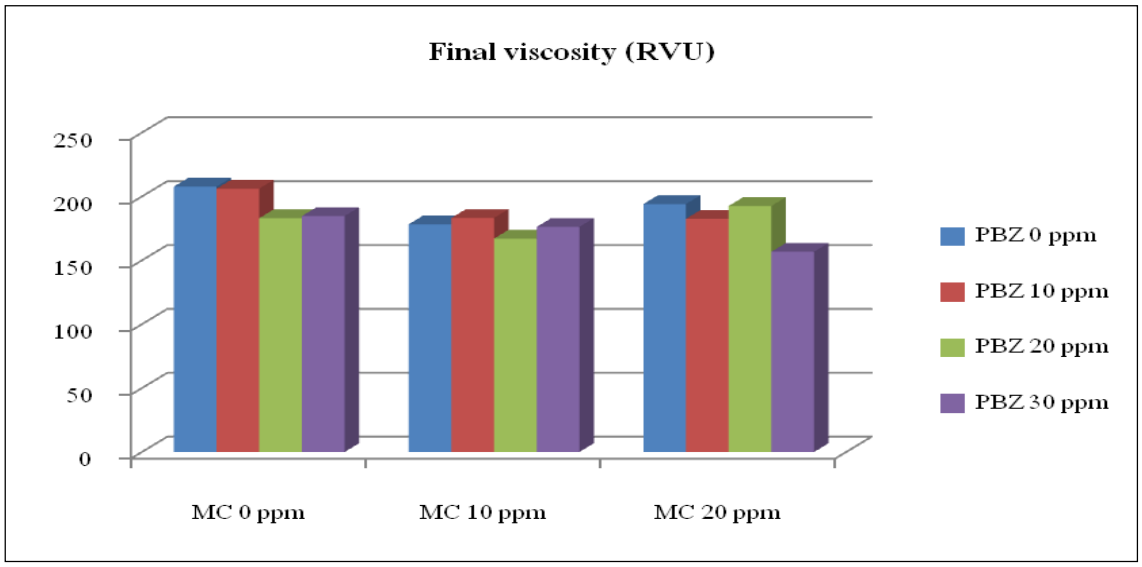
4.1.2.5 ความหนืดสุดท้าย (final viscosity)

จากผลการศึกษาในตารางที่ 10 พบว่า ความหนืดสุดท้ายหรือ final viscosity ของแป้งในตำรับทดลองควบคุมจะให้ค่าความหนืดสุดท้ายสูงสุด แต่ไม่แตกต่างกันในทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับทดลองที่ได้รับ mepiquat chloride (MC) และ paclobutrazol (PBZ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ โดยแป้งในตำรับทดลองที่ใส่ MC ที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm ให้แป้งที่มีความหนืดสุดท้ายสูงกว่าตำรับทดลองที่ใส่ MC ในระดับความเข้มข้น 10 ppm ในกรณีตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ในระดับความเข้มข้น 10 ppm ให้แป้งที่มีค่าความหนืดสุดท้ายสูงกว่าตำรับทดลองที่ได้รับที่ระดับ

Mahasarakham University

ความเข้มข้น 20 และ 30 ppm ตามลำดับ แต่ทุกตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ในระดับความเข้มข้นต่างๆ ให้ค่าความหนืดสุดท้ายต่ำกว่าตำรับทดลองควบคุม

อิทธิพลร่วมของ mepiquat chloride (MC) และ paclobutrazol (PBZ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อค่าความหนืดสุดท้ายของแป้งมันสำปะหลังที่อายุ 280 วันหลังปลูกให้ค่าไม่แตกต่างกันในทางสถิติ พบว่าตำรับทดลองควบคุมที่ไม่ใส่ MC และ PBZ ให้ค่าความหนืดสุดท้ายของแป้งสูงสุด และตำรับทดลองที่ใส่ MC 0 ppm ร่วมกับ PBZ 10 ppm จะให้ค่าความหนืดสุดท้ายของแป้งลำดับรองลงมา และตำรับทดลองที่ใส่ MC 20 ppm ร่วมกับ PBZ 30 ppm จะให้ค่าความหนืดสุดท้ายของแป้งต่ำสุด (ภาพที่ 17)



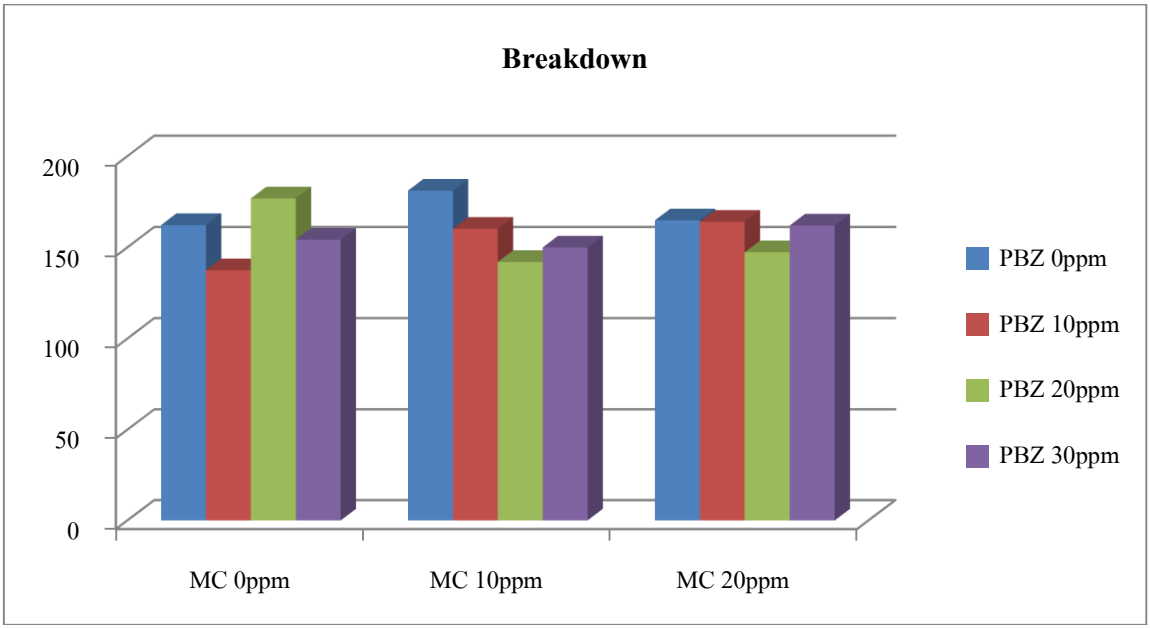
ภาพที่ 17 อิทธิพลร่วมของ mepiquat chloride (MC) และ paclobutrazol (PBZ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อค่าความหนืดสุดท้ายของแป้งมันสำปะหลังที่อายุ 280 วันหลังปลูก

4.1.2.6 ความหนืดเมื่อแป้งยุบตัว (breakdown)

ความหนืดเมื่อแป้งยุบตัวหรือ breakdown ของมันสำปะหลังในตำรับทดลองที่ได้รับ mepiquat chloride (MC) ในระดับความเข้มข้นต่างๆ ให้ค่า breakdown สูงกว่าตำรับทดลองควบคุม ตำรับทดลองที่ได้รับ MC ที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm ให้แป้งที่มีค่า breakdown สูงสุดที่ 159.52 ความหนืดเมื่อแป้งยุบตัวของมันสำปะหลังในตำรับทดลองที่ได้รับ paclobutrazol (PBZ) จะได้แป้งที่มีค่า breakdown ต่ำกว่าตำรับทดลองควบคุม ตำรับทดลองที่ได้รับ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm จะให้แป้งที่มีค่า breakdown ต่ำสุดที่ 153.88 ต่ำกว่าตำรับทดลองที่ได้รับ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 30 และ 20 ppm ตามลำดับ (ตารางที่ 10)

Mahasarakham University

อิทธิพลร่วมของ mepiquat chloride (MC) และ paclobutrazol (PBZ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อค่าความหนืดเมื่อแป้งยุบตัวของแป้งมันสำปะหลังที่อายุ 280 วันหลังปลูกให้ค่าไม่แตกต่างกันในทางสถิติ พบว่าตำรับทดลองที่ใส่ MC 10 ppm และ PBZ 0 ppm ให้ค่าความหนืดเมื่อแป้งยุบตัวสูงสุด และตำรับทดลองที่ใส่ MC 0 ppm ร่วมกับ PBZ 20 ppm จะให้ค่าความหนืดเมื่อแป้งยุบตัวลำดับรองลงมา และตำรับทดลองที่ใส่ MC 0 ppm ร่วมกับ PBZ 10 ppm จะให้ค่าความหนืดเมื่อแป้งยุบตัวต่ำสุด (ภาพที่ 18)



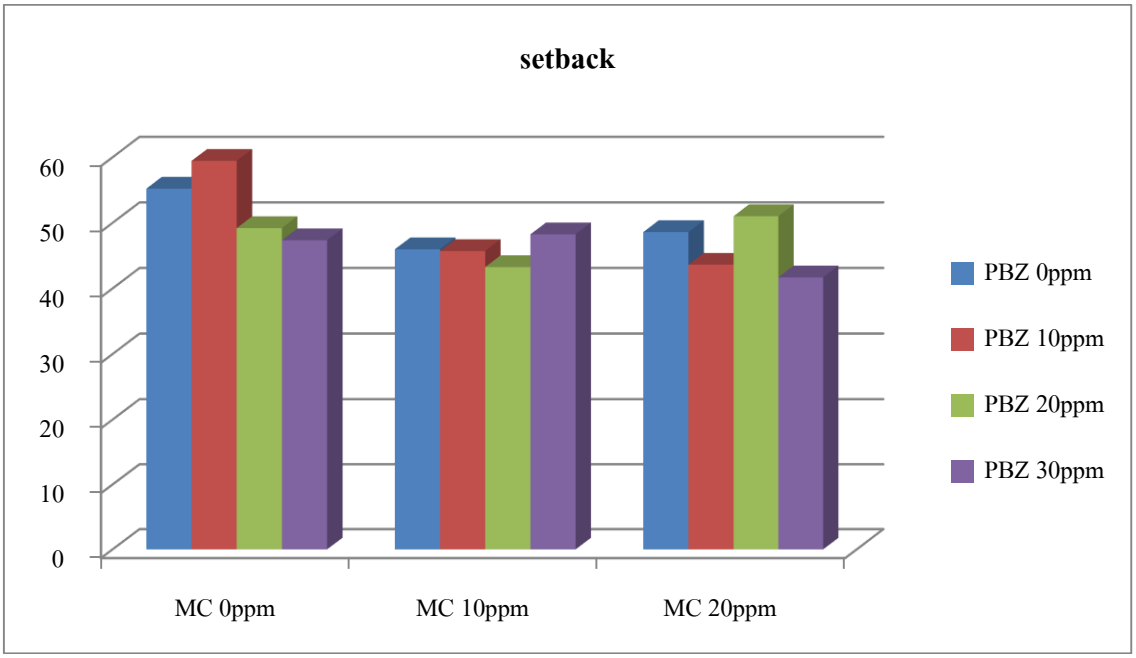
ภาพที่ 18 อิทธิพลร่วมของ mepiquat chloride (MC) และ paclobutrazol (PBZ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อค่าความหนืดเมื่อแป้งยุบตัวของมันสำปะหลังที่อายุ 280 วันหลังปลูก

4.1.2.7 ความหนืดเมื่อแป้งคืนตัว (setback viscosity)

ผลของชนิดและความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต mepiquat chloride (MC) ต่อคุณภาพผลผลิตมันสำปะหลังในด้านความหนืดเมื่อแป้งคืนตัว (setback viscosity) พบว่า มันสำปะหลังในตำรับทดลองที่ได้รับ MC ที่ระดับความเข้มข้น 10 และ 20 ppm ให้แป้งที่มีค่า setback viscosity ต่ำกว่าแป้งที่ได้ในตำรับทดลองควบคุม การใส่ MC ที่ความเข้มข้น 10 ppm จะให้แป้งที่มีค่า setback viscosity ต่ำสุดในทำนองเดียวกันมันสำปะหลังในตำรับทดลองนี้ได้รับ paclobutrazol (PBZ) ในระดับความเข้มข้นต่างๆ จะให้แป้งที่มีค่า setback viscosity ต่ำกว่าค่า setback viscosity ของแป้งในตำรับทดลองควบคุม การได้รับ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 30 ppm จะให้แป้งที่มีค่า setback viscosity ต่ำสุด (ตารางที่ 10)

Mahasarakham University

อิทธิพลร่วมของ mepiquat chloride (MC) และ paclobutrazol (PBZ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อค่าความหนืดเมื่อแป้งคืนตัวของแป้งมันสำปะหลังที่อายุ 280 วันให้ค่าไม่แตกต่างกันในทางสถิติ พบว่าตำรับทดลองที่ใส่ MC 0 ppm ร่วมกับ PBZ 10 ppm ให้ค่าความหนืดเมื่อแป้งคืนตัวสูงสุด และตำรับทดลองที่ใส่ MC 20 ppm ร่วมกับ PBZ 30 ppm จะให้ค่าความหนืดเมื่อแป้งคืนตัวต่ำสุด (ภาพที่ 19)



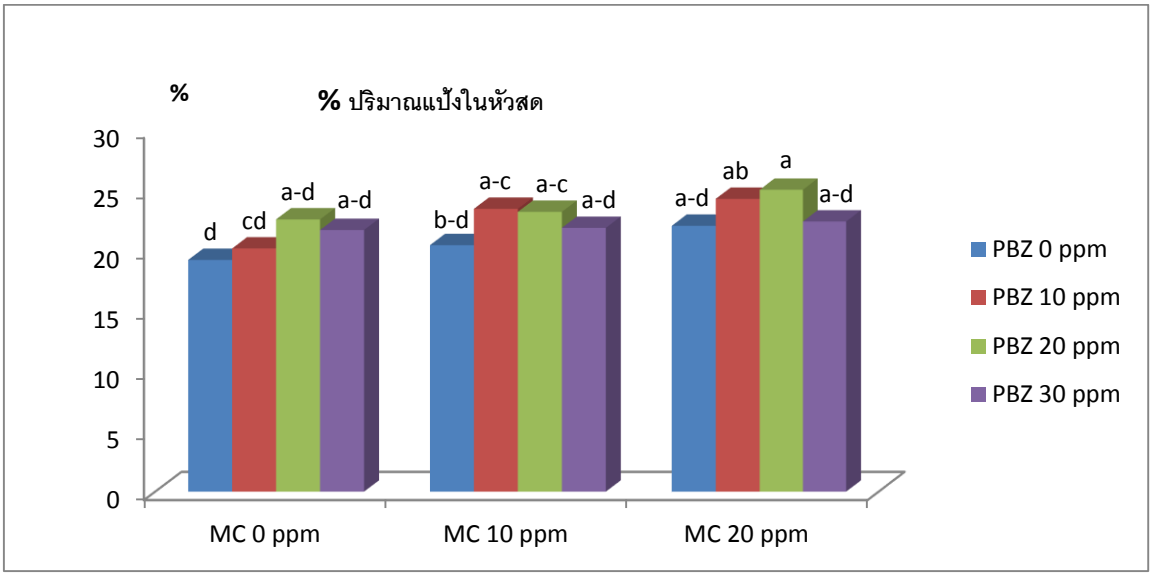
ภาพที่ 19 อิทธิพลร่วมของ mepiquat chloride (MC) และ paclobutrazol (PBZ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อค่าความหนืดเมื่อแป้งคืนตัวของแป้งมันสำปะหลังที่อายุ 280 วันหลังปลูก

4.1.2.8 ปริมาณแป้งในหัวสด (starch contents)

ผลของระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต mepiquot chloride (MC) ส่งผลต่อปริมาณแป้งในหัวสดของมันสำปะหลังอายุเก็บเกี่ยว 280 วันหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใส่ MC ที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm. ให้ปริมาณแป้งในหัวสดสูงสุดที่ 23.44 % และตำรับทดลองควบคุมจะให้ปริมาณแป้งในหัวสดต่ำสุดที่ 20.91% และการใส่ paclobutrazol (PBZ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ให้ปริมาณแป้งในหัวสดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm จะให้ปริมาณแป้งในหัวสุดสูงสุดที่ 23.60% และตำรับทดลองควบคุมจะให้ปริมาณแป้งในหัวสดต่ำสุดที่ 20.57% (ตารางที่ 10)

Mahasarakham University

อิทธิพลร่วมของ mepiquat chloride (MC) และ paclobutrazol (PBZ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อปริมาณแป้งในหัวสดของมันสำปะหลังที่อายุ 280 วันหลังปลูกให้ค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่าตำรับทดลองที่ใส่ MC 20 ppm ร่วมกับ PBZ 20 ppm ให้ปริมาณแป้งในหัวสดสูงสุด และตำรับทดลองควบคุมที่ไม่ใส่ MC ร่วมกับ PBZ จะให้ปริมาณแป้งในหัวสดต่ำสุด (ภาพที่ 20)



ภาพที่ 20 อิทธิพลร่วมของ mepiquat chloride (MC) และ paclobutrazol (PBZ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อปริมาณแป้งในหัวสดของมันสำปะหลังที่อายุ 280 วันหลังปลูก

Mahasarakham University

ตารางที่ 10 ผลของชนิด ระดับความเข้มข้นและอิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโต (plant growth regulators) ที่มีต่อคุณภาพผลผลิตของมันสำปะหลัง

Treatment	Final viscosity (RVU)	Breakdown	Setback	% starch contents
MC (A)				
0 ppm	195.42	157.64	52.82 a	20.91 b
10 ppm	176.17	158.28	46.05 b	22.24 ab
20 ppm	181.52	159.52	46.25 b	23.44 a
F-test	ns	ns	*	*
PBZ (B)				
0 ppm	193.38	169.39	49.97	20.57 b
10 ppm	190.65	153.88	49.96	22.63 ab
20 ppm	180.90	155.33	47.83	23.60 a
30 ppm	172.54	155.32	45.76	21.99 ab
F-test	ns	ns	ns	*
AXB				
F-test	ns	ns	ns	*
CV (%)	15.7	17.1	18.4	12.33

*, ** indicate significant at P$\leq$ 0.05, 0.01 and ns not significant.

Means within a column followed by the same letters are significantly different.

PBZ= paclobutrazol, MC=mepiquat chloride

Mahasarakham University

4.2 การศึกษาที่ 2 ศึกษาระดับความเข้มข้นและช่วงเวลาการใส่สารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลัง

4.2.1 ความสูง (Stem length)

ผลของช่วงเวลาการใส่และระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต paclobutra-zol (PBZ) มีอิทธิพลต่อความสูงของมันสำปะหลัง จากผลการศึกษาในตารางที่ 11 และภาพที่ 19 (A) พบว่า ในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ 90 วันหลังปลูก ส่งผลยับยั้งความสูงของมันสำปะหลังในการเก็บผลผลิตที่อายุ 120 วัน และ 160 วันหลังปลูก การเก็บผลผลิตมันสำปะหลังที่อายุ 200 วัน พบว่า ตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ 90 วันหลังปลูก และที่ 150 วันหลังปลูก พบว่ายับยั้งความสูงมันสำปะหลังต่ำกว่าตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ 210 วันหลังปลูก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการเก็บผลผลิตมันสำปะหลังที่อายุ 240 วัน และ 280 วันหลังปลูก พบว่าตำรับทดลองที่การใส่ PBZ ที่ช่วงเวลาหลังปลูก 210 วัน จะให้ความสูงของมันสำปะหลังสูงสุดที่ 217.6 และ 211.3 เซนติเมตร ตามลำดับ และการใส่ PBZ ที่ 90 วันหลังปลูก จะให้ความสูงมันสำปะหลังต่ำสุดที่ 159.6 และ 172.5 เซนติเมตรโดยการใส่ PBZ ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน มีอิทธิพลต่อความสูงของมันสำปะหลังแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากตารางที่ 11 พบว่า การใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตด้านความสูงของมันสำปะหลังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในการเก็บผลผลิตที่ช่วงอายุ 200, 240 และ 280 วันหลังปลูก ตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มขัน 20 ppm จะยับยั้งความสูงมันสำปะหลังให้ค่าต่ำสุด (ภาพที่ 21 (B)) ที่ 144.3, 164.6 และ 174.2 เซนติเมตรตามลำดับ และตำรับทดลองควบคุมจะให้ค่าความสูงมันสำปะหลังสูงสุดที่ 188.3, 216.2 และ 229.2 เซนติเมตร ตามลำดับ

จากตารางที่ 11 ไม่พบอิทธิพลร่วมของช่วงเวลาการใส่และระดับความเข้มข้นของ PBZ ต่อค่าความสูงของมันสำปะหลัง การเก็บผลผลิตมันสำปะหลังที่อายุ 120 วันหลังปลูก พบว่าตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ความเข้มข้น 30 ppm ที่ 150 วันหลังปลูก จะมีความสูงมากที่สุด (ภาพที่ 22 (A)) การเก็บผลผลิตมันสำปะหลังที่อายุ 160 วันหลังปลูก พบว่าตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ความเข้มข้น 0 ppm ที่ 150 วันหลังปลูก จะมีความสูงมากที่สุด (ภาพที่ 22 (B)) การเก็บผลผลิตมันสำปะหลังที่อายุ 200 และ 240 วันหลังปลูก พบว่าตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ความเข้มข้น 0 ppm ที่ 210 วันหลังปลูก มันสำปะหลังมีแนวโน้มสูงที่สุด (ภาพที่ 22 (C,D)) และการเก็บผลผลิตมันสำปะหลังที่อายุ 280 วันหลังปลูก พบว่าตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ความเข้มข้น 0 ppm ที่ 90,150 และ 210 วันหลังปลูก จะมีแนวโน้มให้ความสูงมันสำปะหลังสูงที่สุด (ภาพที่ 22 (E))

Mahasarakham University

ตารางที่ 11 ผลของช่วงเวลาการใส่และระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต paclobutrazol (PBZ) ต่อการเจริญเติบโตด้านความสูง (stem length) (เซนติเมตร) ของมันสำปะหลัง

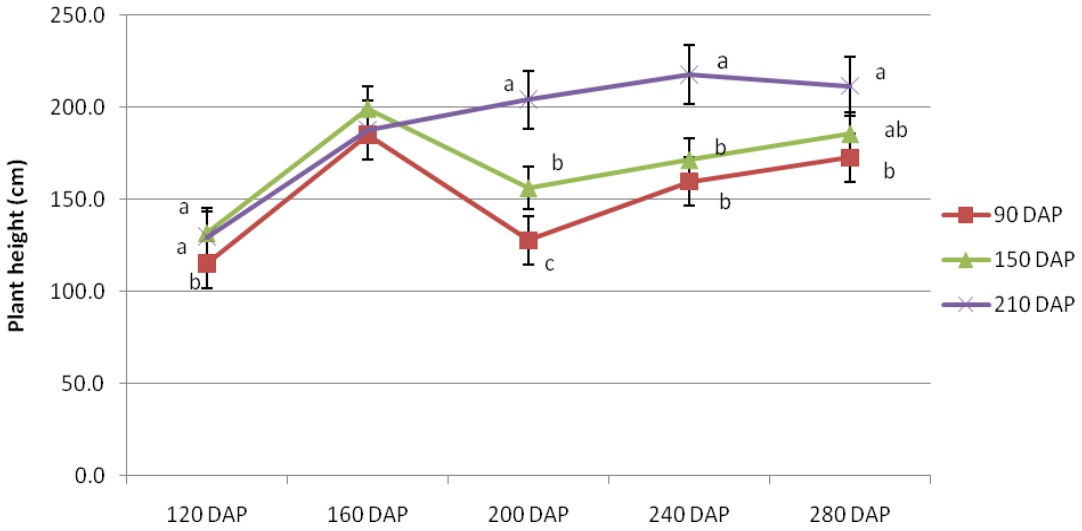
ตำรับทดลอง	ความสูง (เซนติเมตร)				
	120 DAP	160 DAP	200 DAP	240 DAP	280 DAP
			DAP (วัน) (A)		
90	115.0 b	185.1	127.6 c	159.6 b	172.5 b
150	131.7 a	199.4	156.1 b	171.4 b	185.6 ab
210	129.5 a	187.8	203.9 a	217.6 a	211.3 a
F-test	*	ns	**	**	*
			PBZ (ppm) (B)		
0	118.1	189.6	188.3 a	216.2 a	229.2 a
10	127.3	191.7	160.8 ab	174.8 b	176.7 b
20	126.1	190.5	144.3 b	164.6 b	174.2 b
30	130.1	191.2	156.7 b	175.9 b	179.2 b
F-test	ns	ns	*	**	**
AXB					
F-test	ns	ns	ns	ns	Ns
CV (%)	15.29	12.19	23.35	19.93	21.98

*, ** indicate significant at P$\leq$ 0.05, 0.01 and ns not significant.

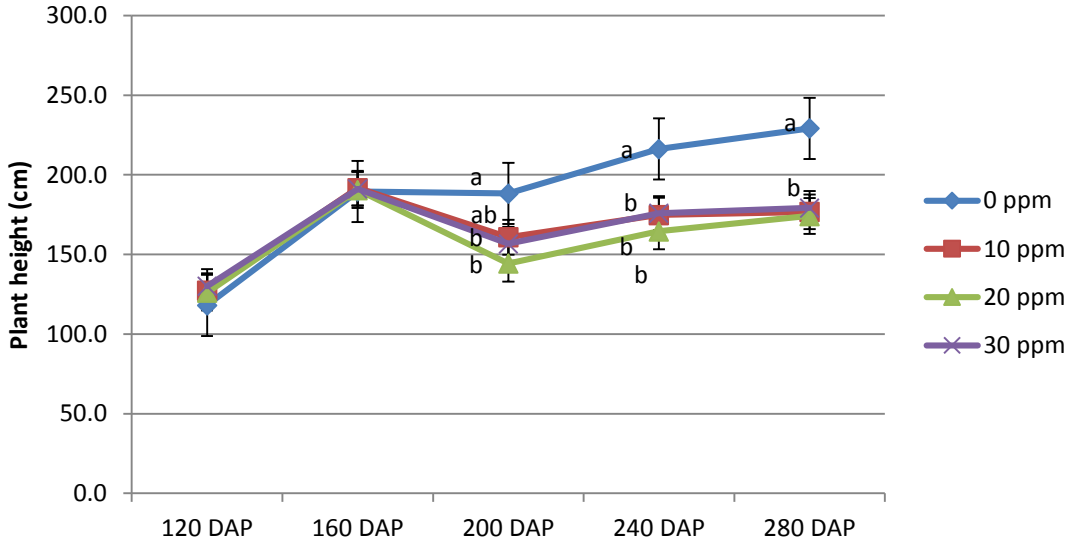
Means within a column followed by the same letters are significantly different.

DAP=day after planting; PBZ= paclobutrazol

Mahasarakham University

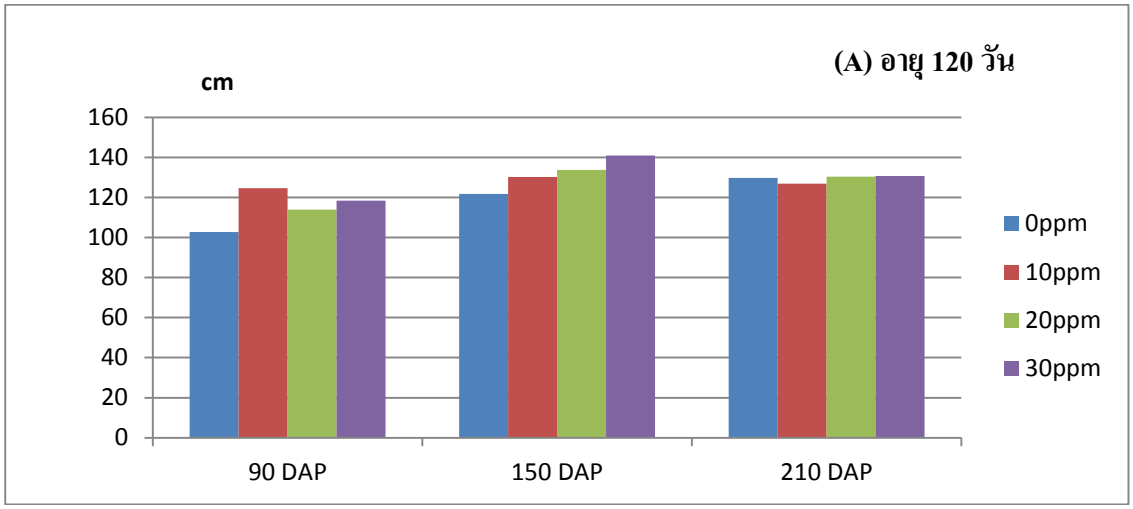


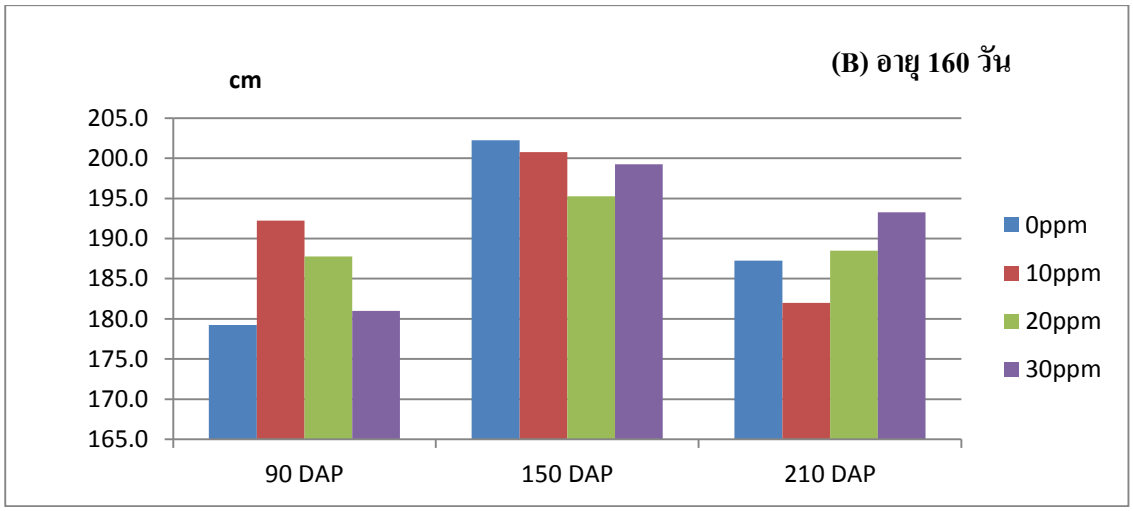
ภาพที่ 21 (A) ผลของช่วงเวลาการใส่ PBZ ต่อความสูงต้น (ซม.) ของมันสำปะหลัง

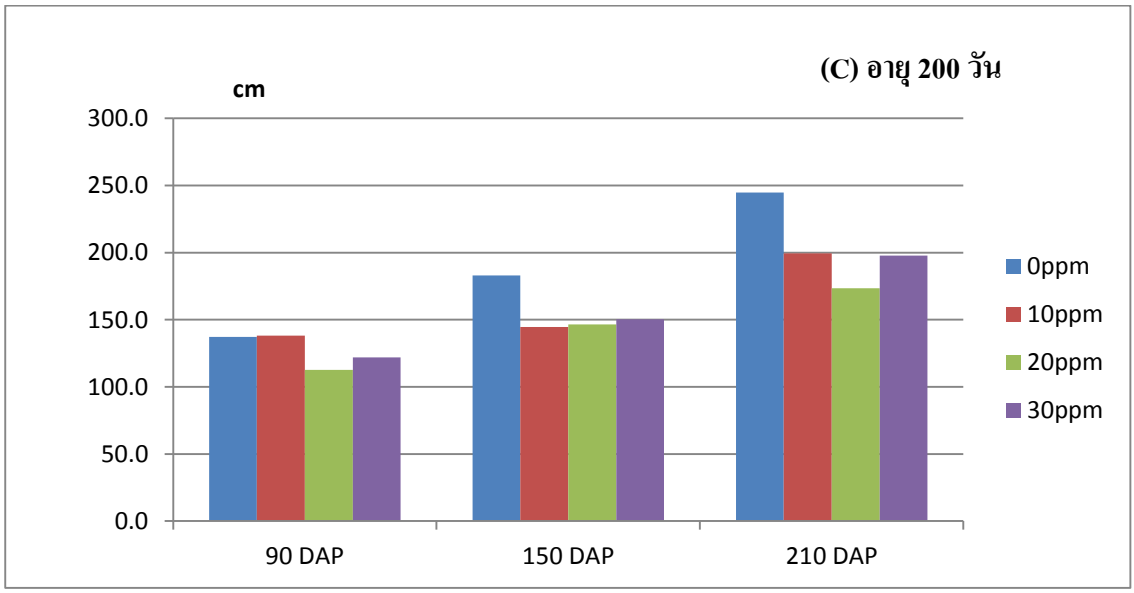


ภาพที่ 21 (B) ผลของระดับความเข้มข้นของ PBZ ต่อความสูงต้น (ซม.) ของมันสำปะหลัง

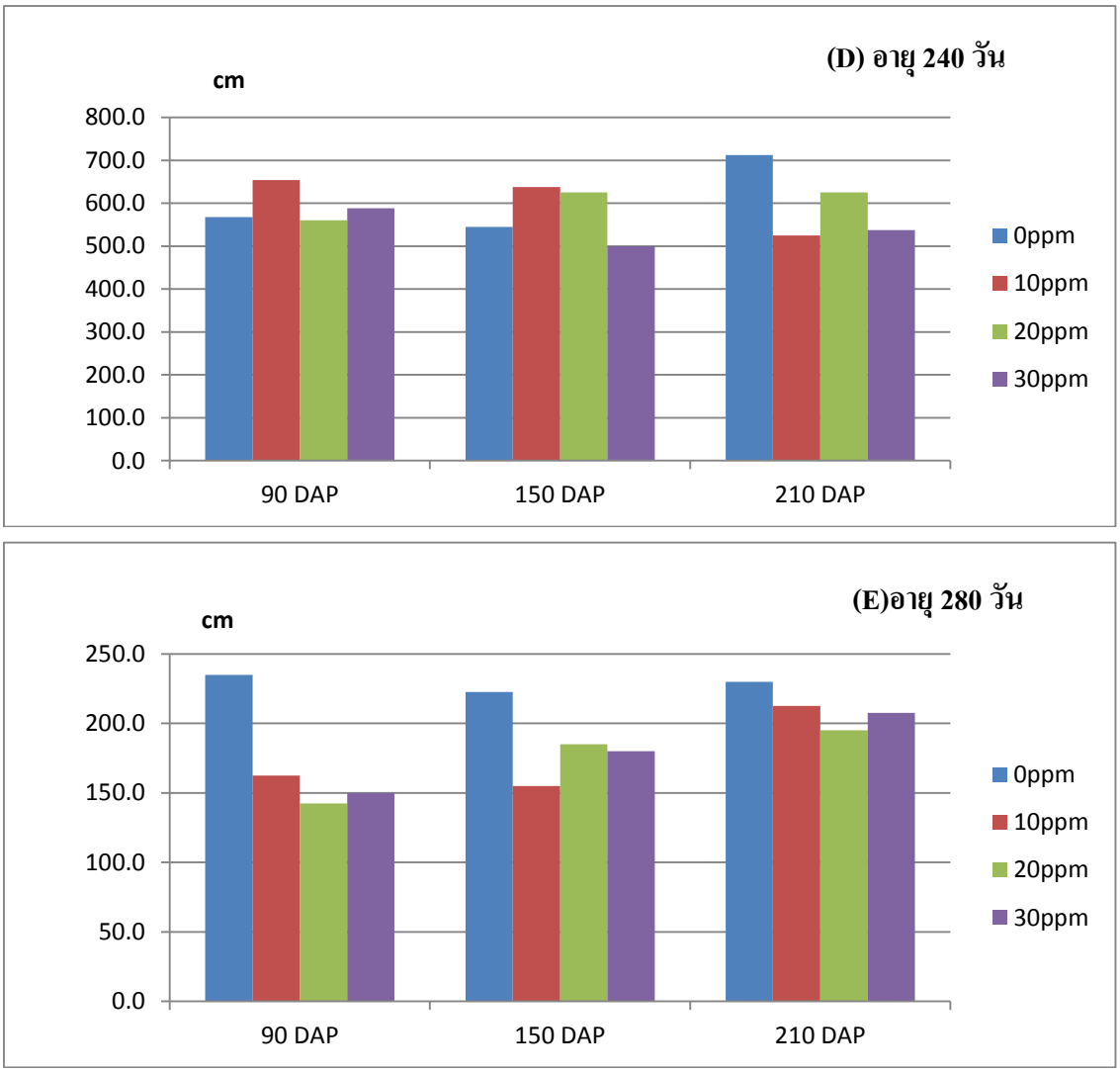
Mahasarakham University







Mahasarakham University



ภาพที่ 22 อิทธิพลร่วมของช่วงเวลาการใส่และระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต paclobutrazol (PBZ) ต่อการเจริญเติบโตด้านความสูงของมันสำปะหลัง

4.2.2 จำนวนหัวต่อต้น (Tuber number per plant)

จากผลการศึกษาในตารางที่ 12 พบว่า การใส่ PBZ ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน เพิ่มจำนวนหัวต่อต้นมันสำปะหลังในช่วงเวลาการเก็บผลผลิตที่ 200 และ 240 วันหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการเก็บผลผลิตที่อายุ 200 วันหลังปลูก ในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ 90 และ 150 วันหลังปลูก ให้จำนวนหัวสูงสุดที่ 12 หัวต่อต้นเท่ากัน และการเก็บผลผลิตที่อายุ 240 วัน ในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ 210 วันหลังปลูก วัน จะให้จำนวนหัวสูงสุดที่ 11 หัวต่อต้น ส่วนการเก็บผลผลิตที่อายุ 280 วัน พบว่าในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ 150 วันหลังปลูก จะให้จำนวนหัวสูงสุดที่ 12 หัวต่อต้น

Mahasarakham University

อิทธิพลของระดับความเข้มข้นของ PBZ เพิ่มจำนวนหัวต่อต้นในการผลผลิตที่อายุ 120, 160 และ 280 วันหลังปลูกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 30 ppm จะเพิ่มจำนวนหัวสูงสุดที่ 11, 11 และ 13 หัวต่อต้น ตามลำดับ และจากผลการศึกษาในตาราง ที่ 12 พบว่าทุกตำรับการทดลองที่ใส่ PBZ จะเพิ่มจำนวนหัวต่อต้นสูงกว่าตำรับทดลองควบคุม และการเก็บผลผลิตที่อายุ 200 วันหลังปลูก พบว่าตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ทุกระดับความเข้มข้น จะให้จำนวนหัวที่ 11 หัวต่อต้น สูงกว่าตำรับทดลองควบคุม และอิทธิผลร่วมของช่วงเวลาการใส่กับระดับความเข้มข้นของสาร PBZ เพิ่มจำนวนหัวต่อต้นของมันสำปะหลังแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสถิติที่อายุการเก็บผลผลิต 160 วัน และจำนวนหัวต่อต้นในการเก็บผลผลิตในช่วงเวลาอื่นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ การเก็บผลผลิตที่อายุ 120 วันหลังปลูก ตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ความเข้มข้น 10 ppm ใน 210 วันหลังปลูก ให้จำนวนหัวต่อต้นสูงสุด การเก็บผลผลิตที่อายุ 160 วันหลังปลูก ตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ความเข้มข้น 20, 30 ppm ที่ 90 วันหลังปลูก และตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ความเข้มข้น 10 ppm ที่ 150 วันหลังปลูก รวมทั้งตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ความเข้มข้น 20 ppm ที่ 210 วันหลังปลูก ให้จำนวนหัวต่อต้นไม่แตกต่างกันในทางสถิติ การเก็บผลผลิตที่อายุ 200 วันหลังปลูกในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ความเข้มข้น 10 ppm ที่ 210 วันหลังปลูก ให้จำนวนหัวต่อต้นสูงสุด และการเก็บผลผลิตที่อายุ 240 วันหลังปลูก ในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ความเข้มข้น 20 ppm ที่ 150 วันหลังปลูก และตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ความเข้มข้น 0 ppm ที่ 210 วันหลังปลูก มีแนวโน้มให้จำนวนหัวต่อต้นสูงสุด ทำนองเดี่ยวกันกับการเก็บผลผลิตที่อายุ 280 วันหลังปลูกในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ความเข้มข้น 0 ppm ที่ 150 วันหลังปลูก และตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ความเข้มข้น 10 ppm ที่ 150 วันหลังปลูก มีแนวโน้มให้จำนวนหัวต่อต้นสูงสุด (ภาพที่ 23 (A,B,C,D และ E))

Mahasarakham University

ตารางที่ 12 ผลของช่วงเวลาการใส่และระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต paclobutrazol (PBZ) ต่อการเจริญเติบโตด้านจำนวนหัวต่อต้น (root number per plant) ของมันสำปะหลัง

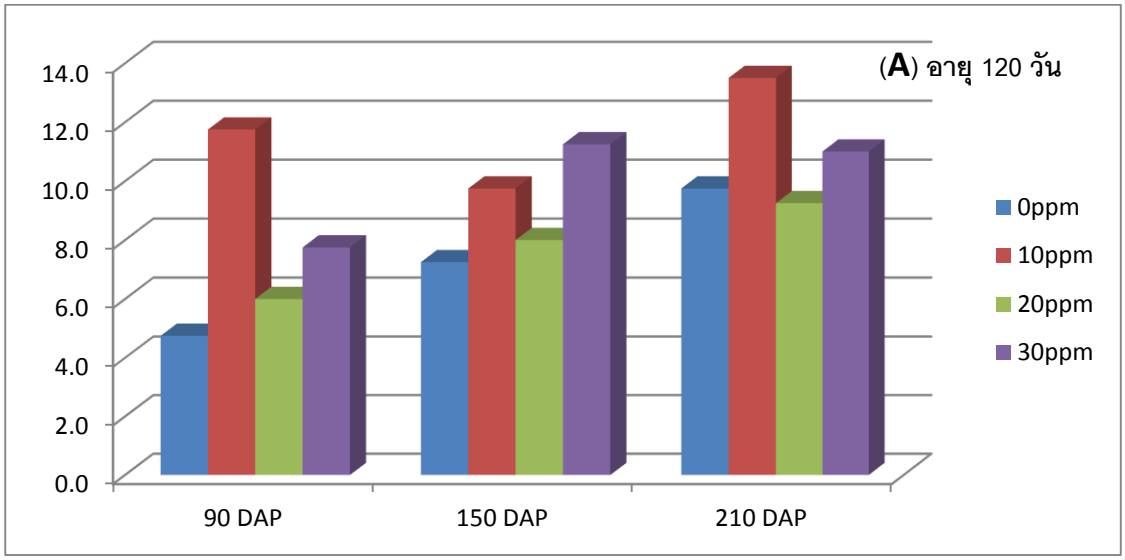
ตำรับทดลอง	จำนวนหัวต่อต้น				
	120 DAP	160 DAP	200 DAP	240 DAP	280 DAP
DAP (วัน) A)					
90	7.6 b	9.0	9.0 b	9.0 b	10.0
150	9.1 ab	9.0	12.0 a	9.0 ab	12.0
210	10.9 a	11.0	12.0 a	11.0 a	11.0
F-test	**	ns	*	*	ns
PBZ (ppm) (B)					
0	7.0 b	7.0 b	10.0	9.0	9.0 b
10	12.0 b	10.0 a	11.0	9.0	10.0 ab
20	8.0 b	11.0 a	11.0	11.0	11.0 ab
30	10.0 a	11.0 a	11.0	9.0	13.0 a
F-test	**	*	ns	ns	*
AXB					
F-test	ns	**	ns	ns	ns
CV (%)	29.0	32.0	32.0	29.0	31.0

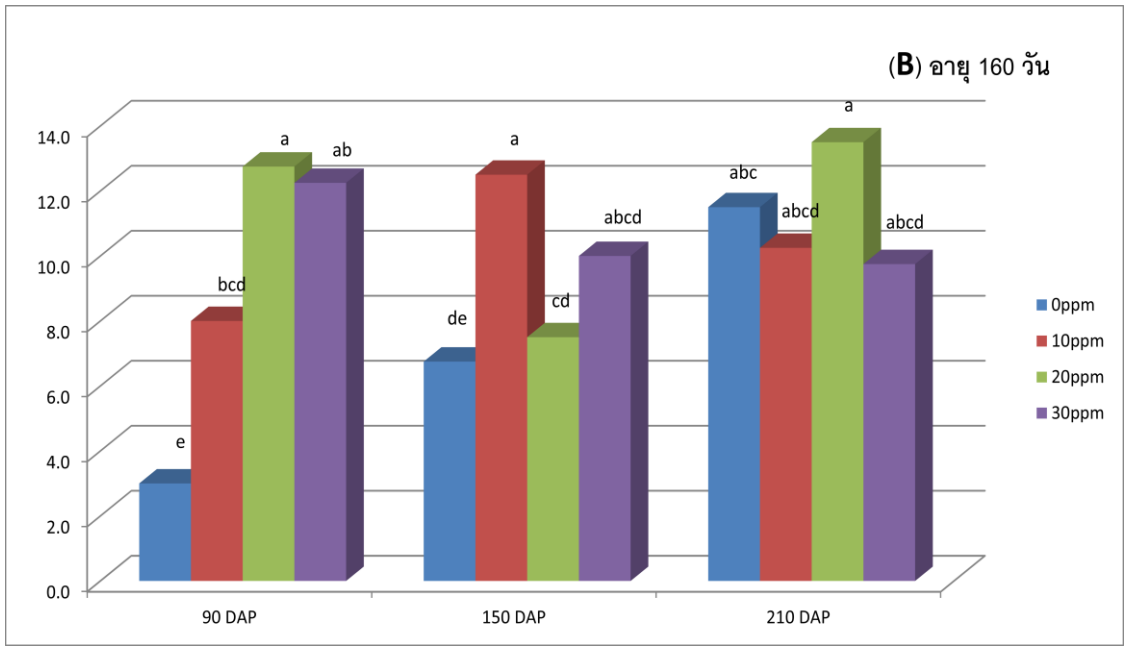
*, ** indicate significant at P$\leq$ 0.05, 0.01 and ns not significant.

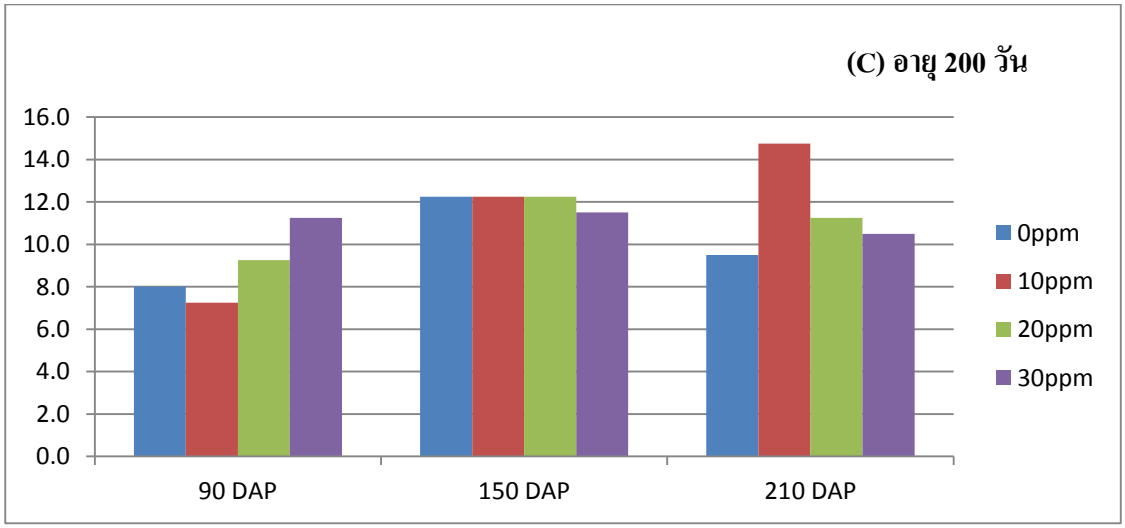
Means within a column followed by the same letters are significantly different.

DAP=day after planting; PBZ= paclobutrazol

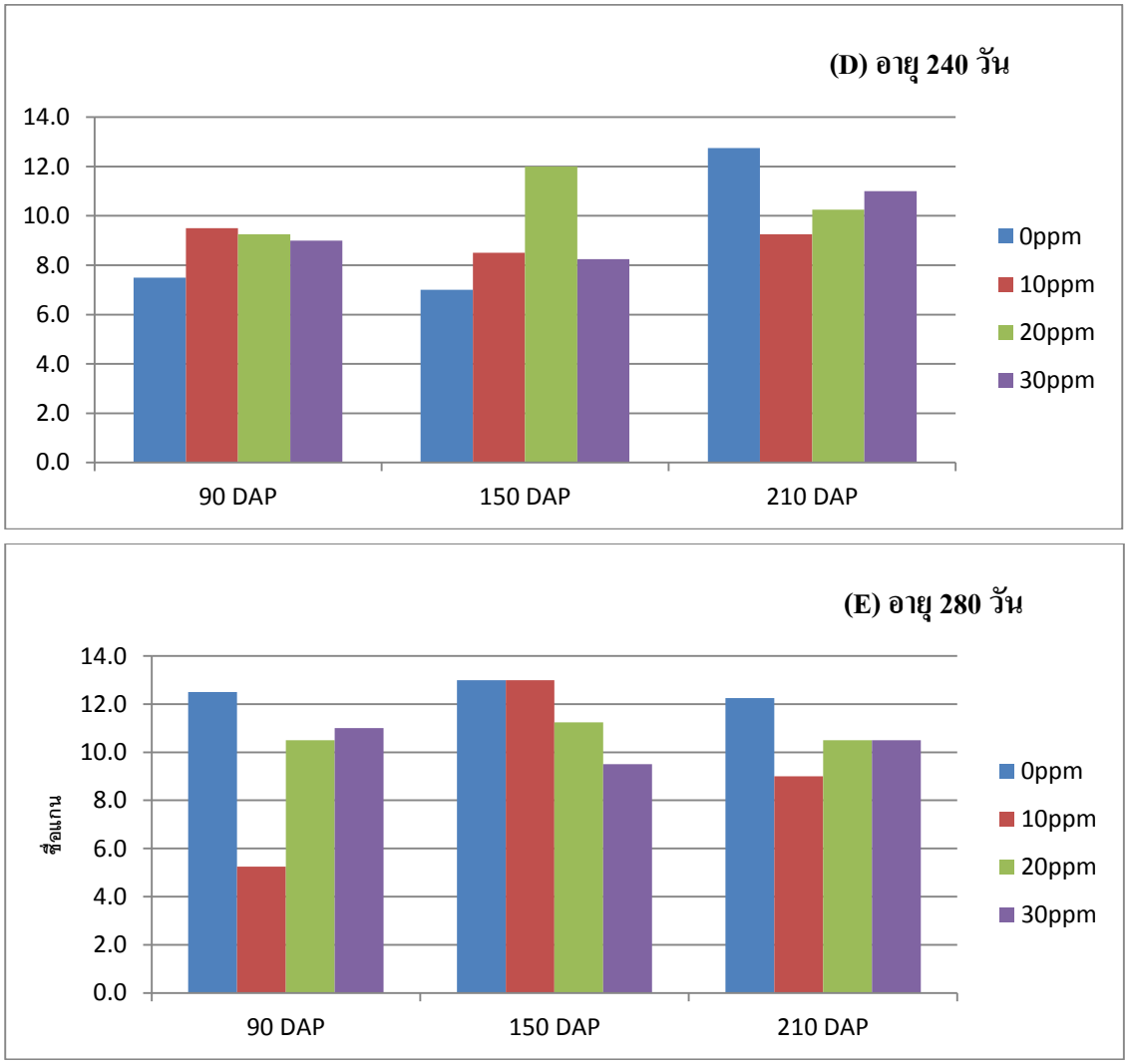
Mahasarakham University







Mahasarakham University



ภาพที่ 23 อิทธิพลร่วมของช่วงเวลาการใส่และระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต paclobutrazol (PBZ) ต่อจำนวนหัวต่อต้นของมันสำปะหลัง

4.2.3 น้ำหนักหัวสด (tuber fresh weight)

ผลของช่วงเวลาการใส่และระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต PBZ เพิ่มน้ำหนักหัวสดของมันสำปะหลังแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเก็บผลผลิตที่อายุ 120, 160 และ 240 วันหลังปลูก จากตารางที่ 13 ในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ 90 วันและ 210 วันหลังปลูก ให้น้ำหนักหัวสดของมันสำปะหลังทุกช่วงอายุการเก็บผลผลิตมากกว่าตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ 150 วันหลังปลูก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเก็บผลผลิตที่อายุ 240 และ 280 วันหลังปลูกการใส่ PBZ ที่ 90 วันหลังปลูก ให้ผลผลิตน้ำหนักหัวสด 5279.2 และ 4770.8 กรัมต่อต้นและการใส่ PBZ ที่ 210 วันหลังปลูก ให้ผลผลิตน้ำหนักหัวสด 4572.9 และ 4964.6 กรัมต่อต้นตามลำดับ

Mahasarakham University

การใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ให้ปริมาณน้ำหนักหัวสดแตกต่างกันในทางสถิติในการเก็บผลผลิตที่อายุ 120, 160 และ 200 วันหลังปลูก การใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm ให้ปริมาณน้ำหนักหัวสดสูงสุดที่การเก็บผลผลิตที่อายุ 120, 160 และ 240 วันหลังปลูกที่น้ำหนัก 1195.7, 2887.1 และ 5172.2 กรัมต่อต้นตามลำดับ การใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm ให้ปริมาณน้ำหนักหัวสดสูงสุดที่การเก็บผลผลิตที่อายุ 200 วันหลังปลูกที่น้ำหนัก 5068.9 กรัมต่อต้น และการใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 30 ppm ให้ปริมาณน้ำหนักหัวสดสูงสุดที่การเก็บผลผลิตที่อายุ 280 วันหลังปลูกที่น้ำหนัก 5797.2 กรัมต่อต้น (ตารางที่ 13) และตำรับทดลองควบคุมจะให้ปริมาณน้ำหนักหัวสดต่อต้นต่ำกว่าตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ทุกช่วงอายุการเก็บผลผลิต

จากตารางที่ 13 พบว่า การใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในช่วงเวลาต่างกันให้ผลผลิตน้ำหนักหัวสดแตกต่างกันในทางสถิติที่อายุการเก็บผลผลิต 160, 200 และ 200 วัน และการเก็บผลผลิตในช่วงเวลาอื่นแสดงผลไม่แตกต่างกันในทางสถิติ จากภาพที่ 22 (A) การเก็บผลผลิตที่อายุ 120 วันหลังปลูก พบว่าตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ความเข้มข้น 10 ppm ที่ 90 วันหลังปลูก มีแนวโน้มให้ค่าน้ำหนักหัวสดสูงสุด และการเก็บผลผลิตที่อายุ 160 วันหลังปลูก ในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ความเข้มข้น 30 ppm ที่ 210 วันหลังปลูก ให้ผลผลิตน้ำหนักหัวสดสูงสุดแตกต่างกับตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ (ภาพที่ 24 (B)) การเก็บผลผลิตที่อายุ 200 วันหลังปลูก ในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ความเข้มข้น 20 ppm ที่ 210 วันหลังปลูก ให้ผลผลิตน้ำหนักหัวสดสูงกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ (ภาพที่ 24 (C)) การเก็บผลผลิตที่อายุ 240 วันหลังปลูก ในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ความเข้มข้น 30 ppm ที่ 210 วันหลังปลูก ให้ผลผลิตน้ำหนักหัวสดสูงกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ (ภาพที่ 24 (D)) และการเก็บผลผลิตที่อายุ 280 วันหลังปลูก ในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ความเข้มข้น 10 ppm ที่ 210 วันหลังปลูก มีแนวโน้มให้ค่าน้ำหนักหัวสดสูงกว่าตำรับทดลองอื่น (ภาพที่ 24 (E))

Mahasarakham University

ตารางที่ 13 ผลของช่วงเวลาการใส่และระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต paclobutrazol (PBZ) ต่อการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักหัวสดต่อต้น (root fresh weight) ของมันสำปะหลัง

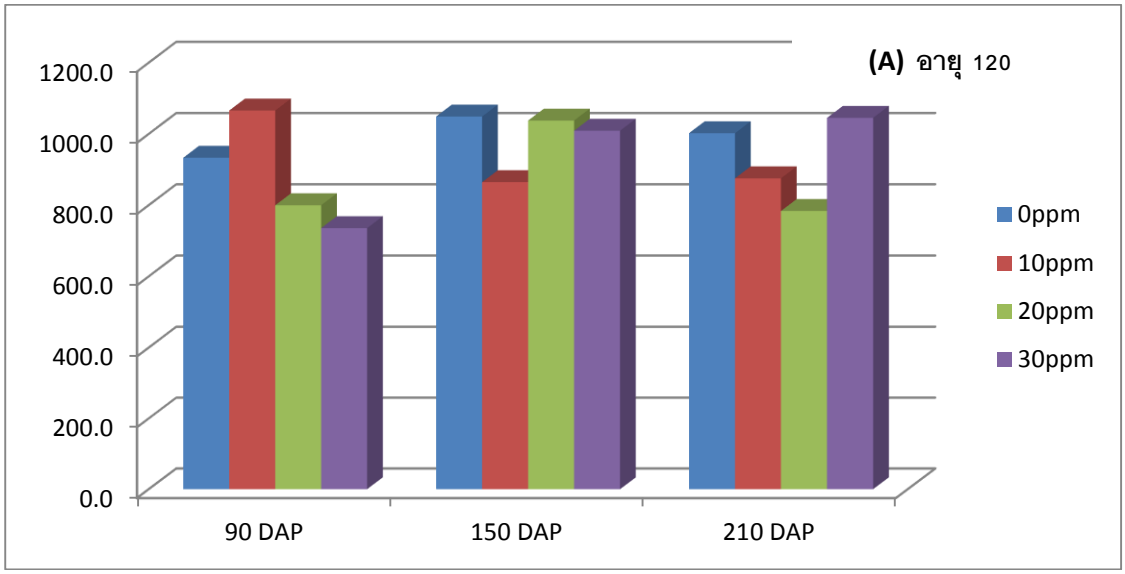
ตำรับทดลอง	น้ำหนักหัวสดต่อต้น (กรัมต่อต้น)				
	120 DAP	160 DAP	200 DAP	240 DAP	280 DAP
			DAP (วัน) (A)		
90	935.6 ab	2522.1 ab	4004.2	5279.2 a	4572.9
150	791.3 b	2415.2 b	3763.3	3905.2 b	3835.4
210	1072.8 a	2904.9 a	4037.5	4770.8 ab	4964.6
F-test	**	**	ns	**	ns
			PBZ (ppm) (B)		
0	710.0 b	2589.1 ab	3483.3 b	4447.2	3480.6 b
10	1195.7 a	2887.1 a	3716.7 b	5172.2	3877.8 b
20	734.7 b	2660.2 ab	5068.9 a	4919.4	4675.0 ab
30	1181.2 a	2319.8 b	4273.9 ab	5068.1	5797.2 a
F-test	**	*	*	ns	*
AXB					
F-test	ns	**	*	*	ns
CV (%)	25.71	22.08	30.14	35.15	39.0

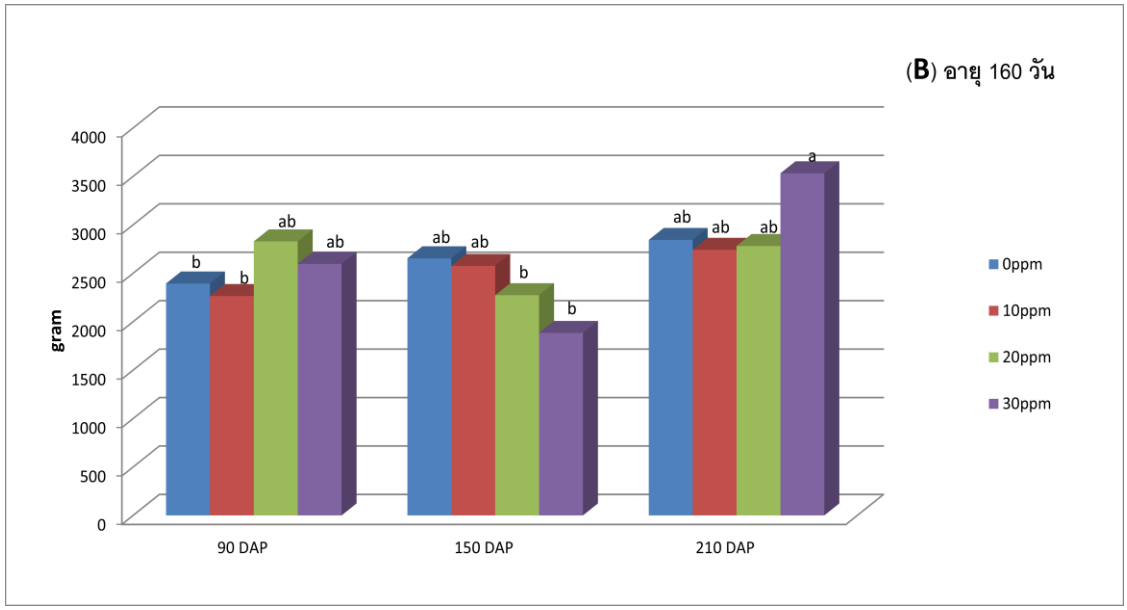
*, ** indicate significant at P$\leq$ 0.05, 0.01 and ns not significant.

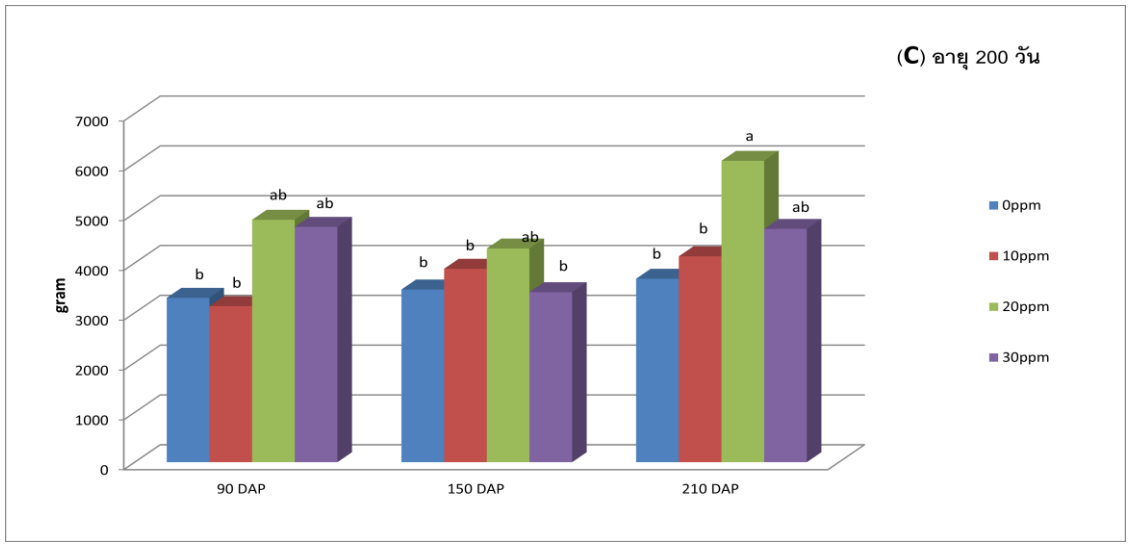
Means within a column followed by the same letters are significantly different.

DAP=day after planting; PBZ= paclobutrazol

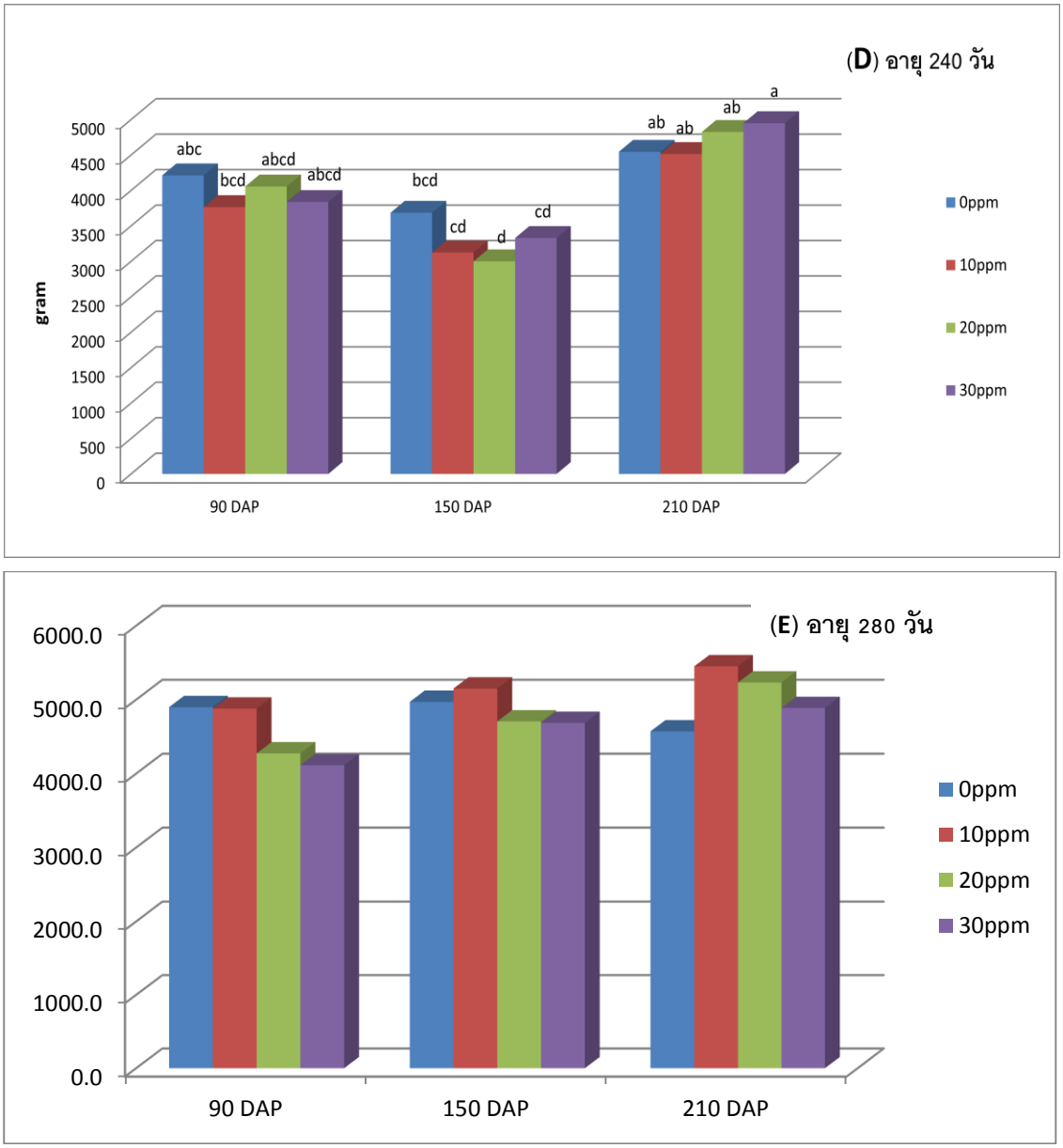
Mahasarakham University







Mahasarakham University



ภาพที่ 24 อิทธิพลร่วมของช่วงเวลาการใส่และระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต paclobutrazol (PBZ) ต่อน้ำหนักสดหัวต่อต้นของมันสำปะหลัง

4.2.4 ดัชนีพื้นที่ใบ (Lear area index, LAI)

ช่วงเวลาการใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต มีอิทธิพลต่อค่าดัชนีพื้นที่ใบ (LAI) ของมันสำปะหลัง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่อายุการเก็บผลผลิต 120, 160, 200 และ 240 วันหลังปลูก การเก็บผลผลิตที่อายุ 120 วัน ในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ 150 วันหลังปลูก จะให้ค่า LAI สูงสุดที่ 4.48 การเก็บผลผลิตที่อายุ 160 วันหลังปลูก การใส่ PBZ ที่ 90 วันหลังปลูก จะให้ค่า LAI ที่ 3.32 สูงกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และผลของการใส่ PBZ ที่ 210 วันหลังปลูก

Mahasarakham University

มีผลทำให้ค่า LAI ของมันสำปะหลังที่อายุ 200, 240 และ 280 วันหลังปลูก สูงสุดที่ 3.5, 3.8 และ 3.9 อิทธิพลของช่วงเวลาการใส่ PBZ ที่ 90 วันหลังปลูก พบว่า จะให้ค่า LAI ลดลงในช่วงอายุ 120 ถึง 160 วันหลังปลูก โดยมีค่าต่ำสุดที่ช่วงอายุการเก็บผลผลิต 200 วันหลังปลูก แล้วหลังจากนั้นค่า LAI ก็จะเพิ่มขึ้นตามอายุของพืชที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 14)

จากตารางที่ 14 พบว่า ตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ให้ค่า LAI ของมันสำปะหลังแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่อายุการเก็บผลผลิตที่ 120, 200 และ 240 วันหลังปลูก และค่า LAI ในการเก็บผลผลิตที่อายุ 160 และ 280 วันหลังปลูก ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm ให้ค่า LAI สูงสุดที่อายุการเก็บผลผลิต 120 และ 280 วันหลังปลูก และตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm ให้ค่า LAI สูงสุดที่อายุการเก็บผลผลิต 160, 200 และ 240 วันหลังปลูก จากการศึกษา พบว่า ตำรับทดลองควบคุมที่ไม่ใส่ PBZ ให้ค่า LAI เพิ่มขึ้น ตามอายุของพืชและให้ค่าสูงสุดที่อายุการเก็บผลผลิต 280 วันหลังปลูก

ช่วงเวลาการใส่มีอิทธิพลร่วมกับระดับความเข้มเข้นของ PBZ ต่อค่าดัชนีพื้นที่ใบของมันสำปะหลังดังแสดงในตารางที่ 14 และภาพที่ 25 (A,B,C,D และ E) การเก็บผลผลิตมันสำปะหลังที่อายุ 120, 200 และ 280 วันหลังปลูกให้ค่าดัชนีพื้นที่ใบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใส่ PBZ ที่ความเข้มข้น 30 ppm ที่ 150 วันหลังปลูก ให้ค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงสุดแตกต่างกับตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติและการใส่ PBZ ที่ความเข้มข้น 20 ppm ที่ 210 วันหลังปลูก ให้ค่าดัชนีพื้นที่ใบต่ำสุดเมื่อเก็บผลผลิตที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ภาพที่ 25(A)) การเก็บผลผลิตที่อายุ 160 วันหลังปลูก ในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ความเข้มข้น 20 ppm ที่ 210 วันหลังปลูก มีแนวโน้มให้ค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงกว่าตำรับทดลองอื่น(ภาพที่ 25(B)) การเก็บผลผลิตที่อายุ 200 วันหลังปลูก ในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ความเข้มข้น 20 ppm ที่ 210 วันหลังปลูก ให้ค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ(ภาพที่ 25(C)) การเก็บผลผลิตที่อายุ 240 วันหลังปลูก ในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ความเข้มข้น 20 ppm ที่ 210 วันหลังปลูก มีแนวโน้มให้ค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงกว่าตำรับทดลองอื่น(ภาพที่ 25(D)) และการเก็บผลผลิตที่อายุ 280 วันหลังปลูก ในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ความเข้มข้น 20 ppm ที่ 90 วันหลังปลูก และในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ความเข้มข้น 10 ppm ที่ 210 วันหลังปลูก รวมทั้งตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ความเข้มข้น 30 ppm ที่ 210 วันหลังปลูก ให้ค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ (ภาพที่ 25(E))

Mahasarakham University

ตารางที่ 14 ผลของช่วงเวลาการใส่และระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต paclobutrazol (PBZ) ต่อดัชนีพื้นที่ใบ (leaf area index; LAI) ของมันสำปะหลัง

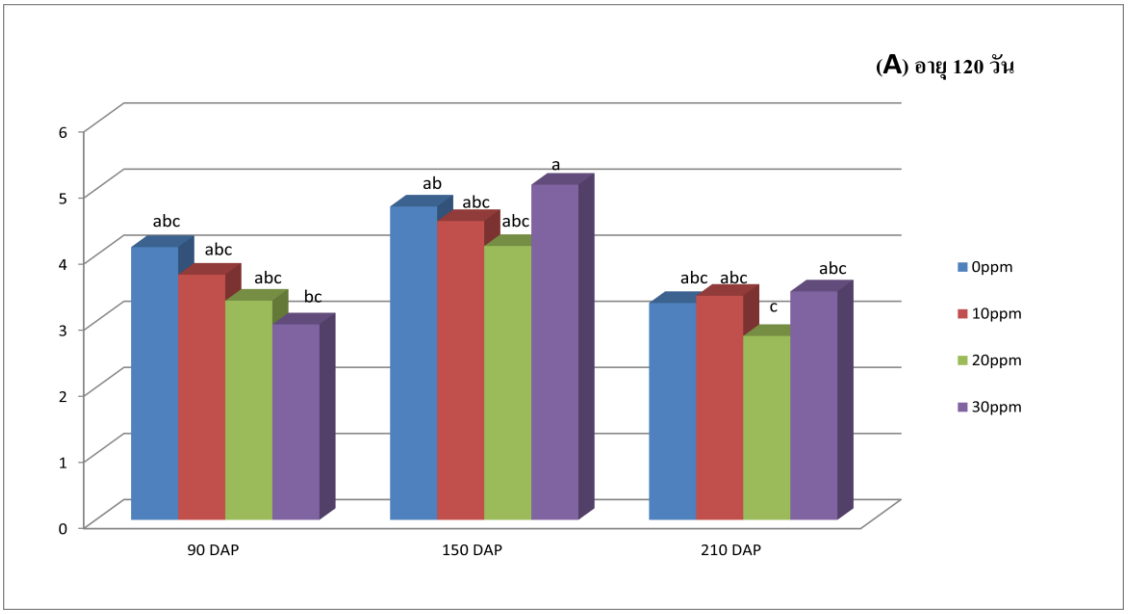
ตำรับทดลอง	ดัชนีพื้นที่ใบ				
	120 DAP	160 DAP	200 DAP	240 DAP	280 DAP
DAP (วัน) (A)					
90	3.82 a	3.32 a	2.3 b	3.3 ab	3.7
150	4.48 a	3.31 b	3.0 a	2.89 b	3.3
210	3.6 b	2.40 b	3.5 a	3.8 a	3.9
F-test	**	*	**	*	ns
PBZ (ppm) (B)					
0	3.81 ab	2.61	2.8 ab	3.38 ab	3.8
10	4.67 a	2.67	2.9 ab	2.77 b	3.8
20	3.13 b	2.98	3.4 a	3.86 a	3.5
30	3.55 b	2.45	2.6 b	3.32 ab	3.3
F-test	**	ns	*	*	ns
AXB					
F-test	*	ns	**	ns	*
CV (%)	27.78	32.07	29.0	26.7	25.0

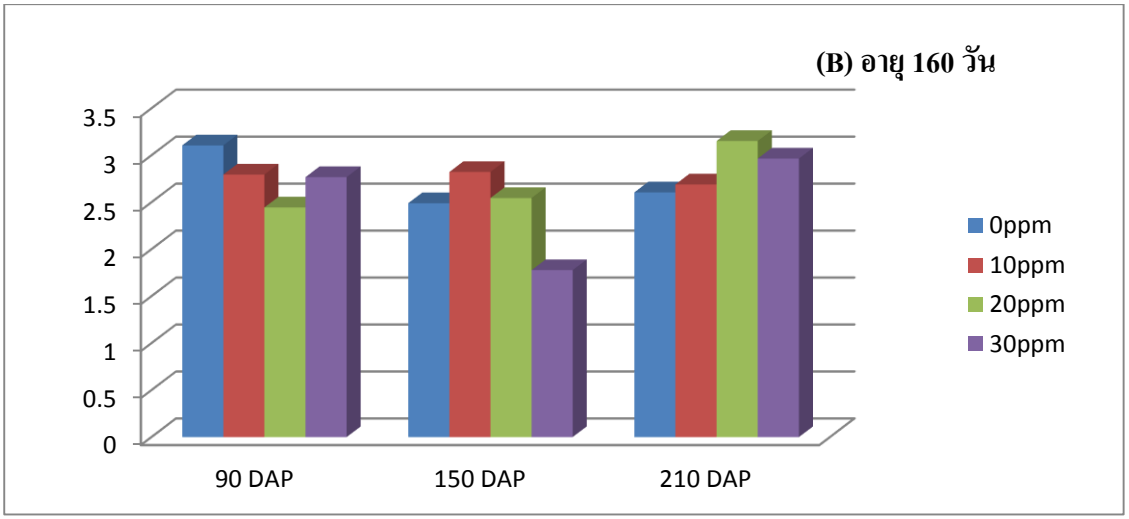
*, ** indicate significant at P$\leq$ 0.05, 0.01 and ns not significant.

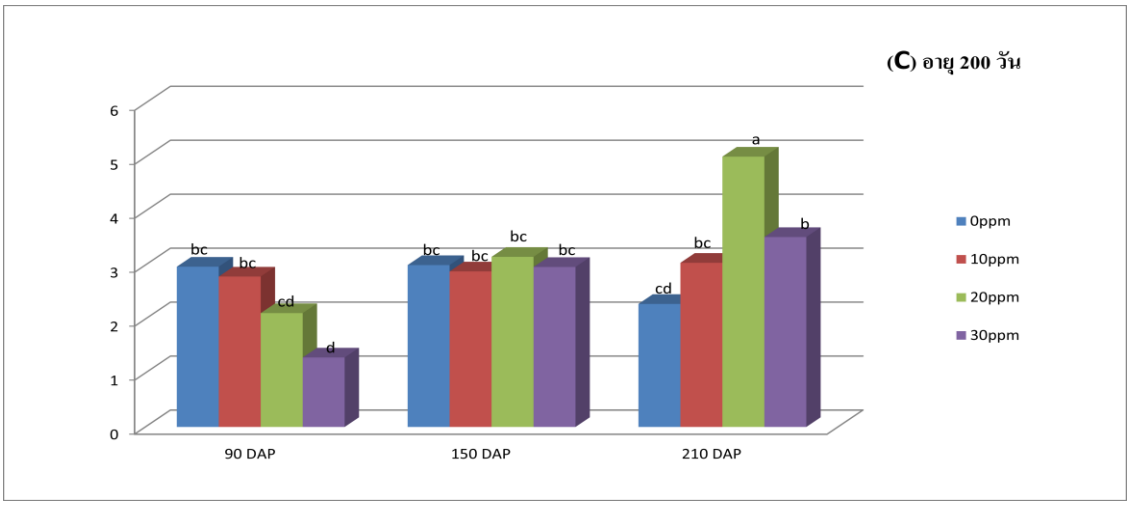
Means within a column followed by the same letters are significantly different.

DAP=day after planting; PBZ= paclobutrazol

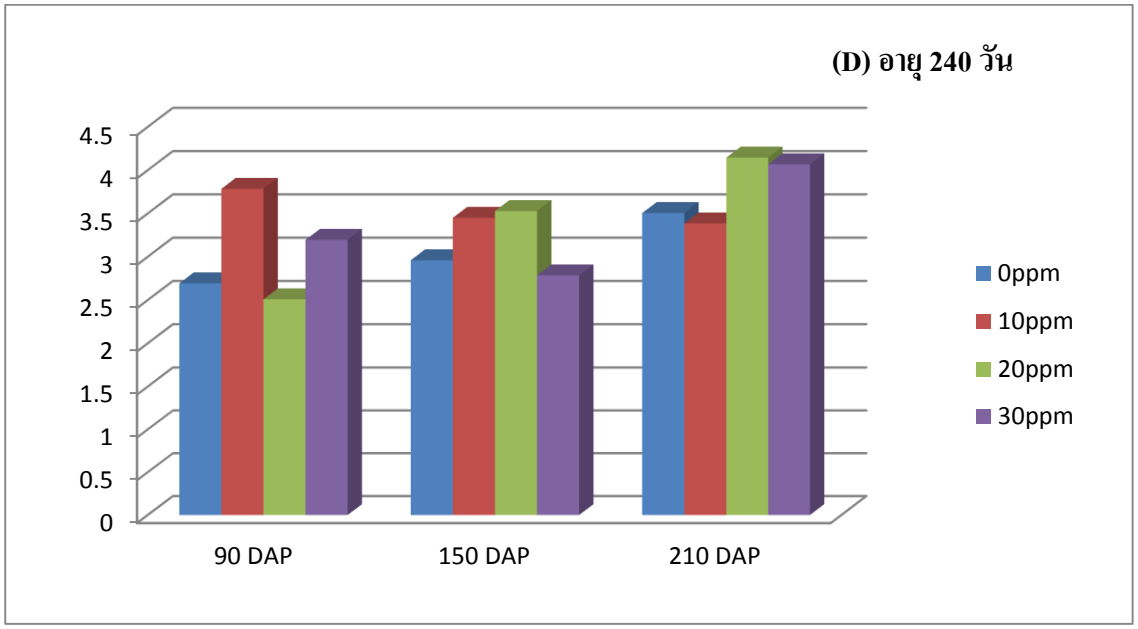
Mahasarakham University

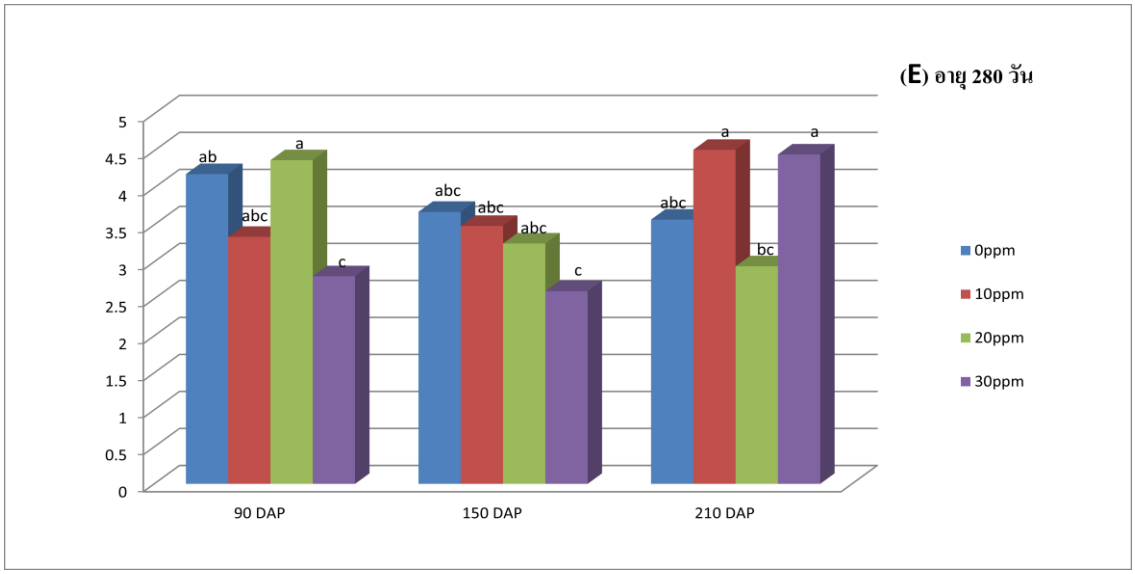






Mahasarakham University





ภาพที่ 25 อิทธิพลร่วมของช่วงเวลาการใส่และระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต paclobutrazol (PBZ) ต่อดัชนีพื้นที่ใบของมันสำปะหลัง (ต่อ)

4.2.5 น้ำหนักสดรวมทั้งหมด (total biomass fresh weight)

การศึกษาถึงช่วงเวลาการใส่และระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักสดรวมทั้งหมดของมันสำปะหลัง พบว่าการเก็บผลผลิตมันสำปะหลังที่ช่วงอายุต่างๆในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ในช่วงเวลาต่างกันให้น้ำหนักสดรวมทั้งหมด ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ และทุกตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ในช่วงเวลาต่างกันจะเพิ่มค่าน้ำหนักสดรวมของพืช

Mahasarakham University

ตามอายุที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 15) การใส่ PBZ ที่ 90 วันหลังปลูก จะให้ปริมาณน้ำหนักสดรวมทั้งหมดสูงสุดในการเก็บผลผลิตที่อายุ 120, 240 และ 280 วันหลังปลูกที่ 2520.5, 9243.7 และ 9728.4 กรัมต่อต้นตามลำดับ และการใส่ PBZ ที่ 210 วันหลังปลูก จะให้ปริมาณน้ำหนักสดรวมทั้งหมดสูงสุดในการเก็บผลผลิตที่อายุ 160, 200 และ 240 วันหลังปลูกที่ 5324.3, 8501.3 และ 9268.5 กรัมต่อต้นตามลำดับ

ผลของระดับความเข้มข้นของ PBZ ต่อการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักสดรวมของมันสำปะหลัง แสดงในตารางที่ 15 การเก็บผลผลิตของมันสำปะหลังที่อายุ 120, 160, 200 และ 280 วันหลังปลูก ให้ค่าน้ำหนักสดรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเก็บผลผลิตที่อายุ 120 และ 240 วันหลังปลูกในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ 10 ppm ให้ค่าน้ำหนักสดรวมของพืชสูงสุดที่ 2,748 และ 9343.1 กรัมต่อต้นตามลำดับ และการใส่ PBZ ความเข้มข้น 20 ppm ให้ค่าน้ำหนักสดรวมของพืชสูงสุดที่ 8,264.1 และ 9,141.9 กรัมต่อต้น เมื่อเก็บผลผลิตที่ 160 และ 200 วันหลังปลูก และการใส่ PBZ ที่ความเข้มข้น 30 ppm ให้ค่าน้ำหนักสดรวมของพืชสูงสุดที่ 11,131 กรัมต่อต้น เมื่อเก็บผลผลิตที่อายุ 280 วันหลังปลูก

จากการศึกษาอิทธิพลร่วมของช่วงเวลาการใส่กับระดับความเข้มข้นของ PBZ ให้น้ำหนักสดรวมของมันสำปะหลังแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเก็บผลผลิตที่อายุ 120, 160 และ 200 วัน ดังแสดงในตารางที่ 15 และภาพที่ 26 (A,B,C,D และ E) การใส่ PBZ ที่ความเข้มข้น 10 ppm ที่ 90 วันหลังปลูก ให้ค่าน้ำหนักสดรวมของมันสำปะหลังสูงกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติเมื่อเก็บผลผลิตที่อายุ 120 วันหลังปลูก (ภาพที่ 26 (A)) การเก็บผลผลิตที่อายุ 160 วันหลังปลูก ในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ความเข้มข้น 20 ppm ในช่วงเวลาหลังปลูก 90 วันและในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ความเข้มข้น 10 ppm ที่ 150 วันหลังปลูก รวมทั้งตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ความเข้มข้น 0 ppm ที่ 210 วันหลังปลูก ให้ค่าน้ำหนักสดรวมของมันสำปะหลังสูงกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ (ภาพที่ 26 (B)) การเก็บผลผลิตที่อายุ 200 วันหลังปลูก ในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ความเข้มข้น 20 ppm ที่ 210 วันหลังปลูก ให้ค่าน้ำหนักสดรวมของมันสำปะหลังสูงกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ (ภาพที่ 26 (C)) การเก็บผลผลิตที่อายุ 240 วันหลังปลูก ในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ความเข้มข้น 30 ppm ที่ 210 วันหลังปลูก มีแนวโน้มให้ค่าน้ำหนักสดรวมของมันสำปะหลังสูงกว่าตำรับทดลองอื่น (ภาพที่ 26 (D)) และการเก็บผลผลิตที่อายุ 280 วันหลังปลูก ในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ความเข้มข้น 0 ppm ที่ 90 และ 150 วันหลังปลูก รวมทั้งตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ความเข้มข้น 30 ppm ที่ 210 วันหลังปลูก มีแนวโน้มให้ค่าน้ำหนักสดรวมของมันสำปะหลังสูงกว่าตำรับทดลองอื่น (ภาพที่ 26 (E))

Mahasarakham University

ตารางที่ 15 ผลของช่วงเวลาการใส่และระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต paclobutrazol (PBZ) ต่อการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักสดรวม (total biomass fresh weight) ของมันสำปะหลัง

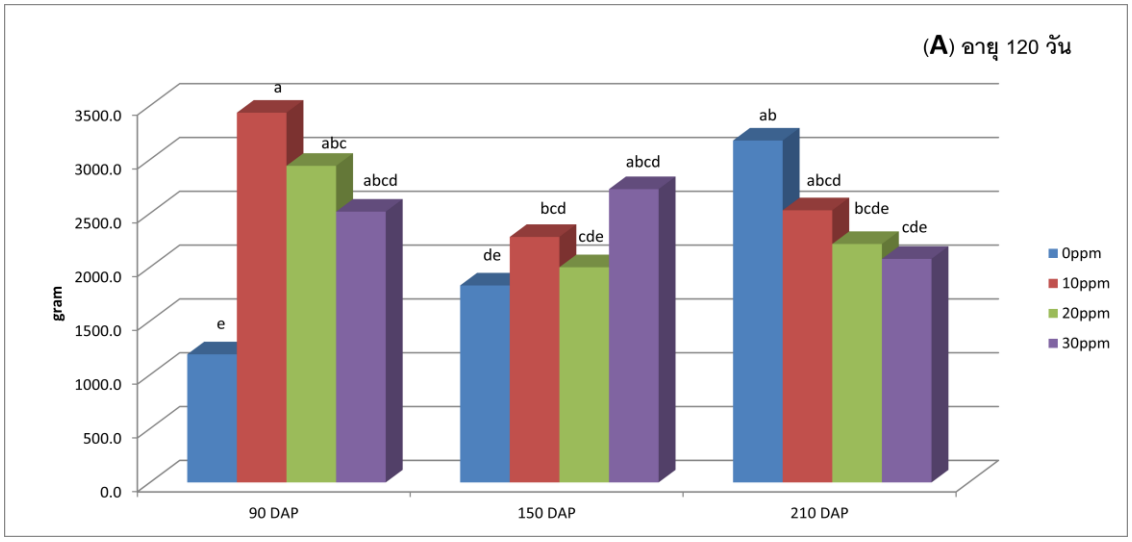
ตำรับทดลอง	น้ำหนักสดรวม				
	120 DAP	160 DAP	200 DAP	240 DAP	280 DAP
DAP (วัน) (A)					
90	2520.5	4997.3	7368.3	9243.70	9728.4
150	2208.7	4505.6	8197.1	7939.6	8700
210	2499.1	5324.3	8501.3	9268.50	9493.6
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
PBZ (ppm) (B)					
0	2065.5 b	4169.7 b	7596.4 ab	8693.1	9100.0 b
10	2748.0 a	5456.2 a	7249.6 b	9343.1	8278.0 b
20	2385.3 ab	8264.1 a	9141.9 a	8096.9	8721.0 b
30	2439.0 ab	4879.7 ab	8101.0 ab	9136.1	11131.0 a
F-test	*	*	*	ns	*
AXB					
F-test	**	*	*	ns	ns
CV (%)	30	26.3	25.30	26.3	25.53

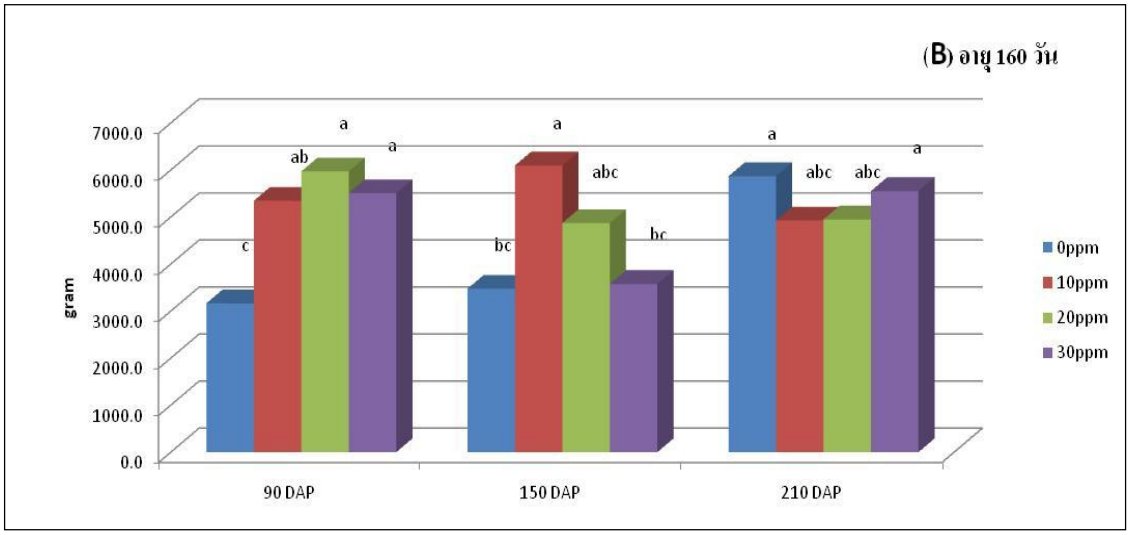
*, ** indicate significant at P≤ 0.05, 0.01 and ns not significant.

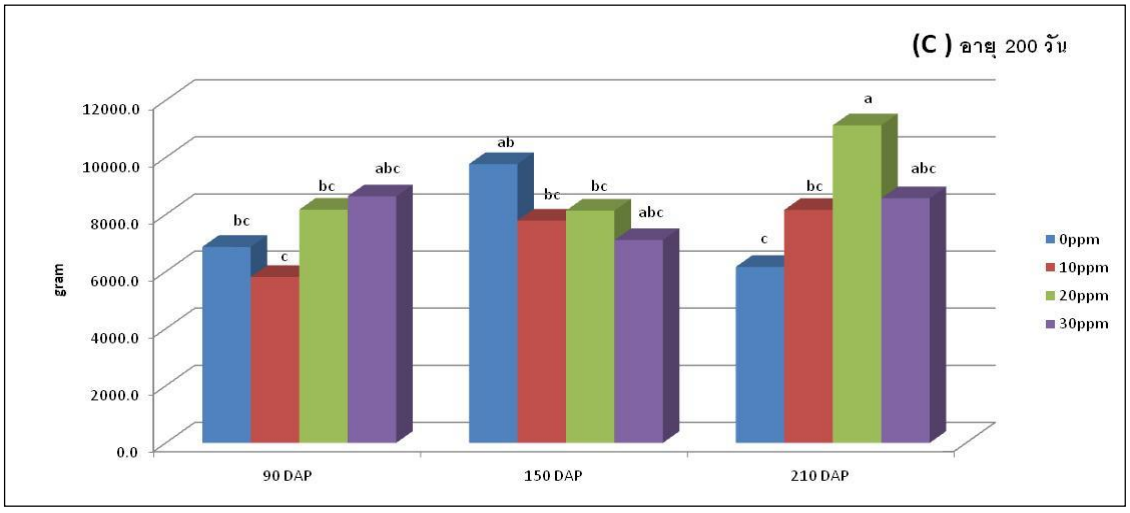
Means within a column followed by the same letters are significantly different.

DAP=day after planting; PBZ= paclobutrazol

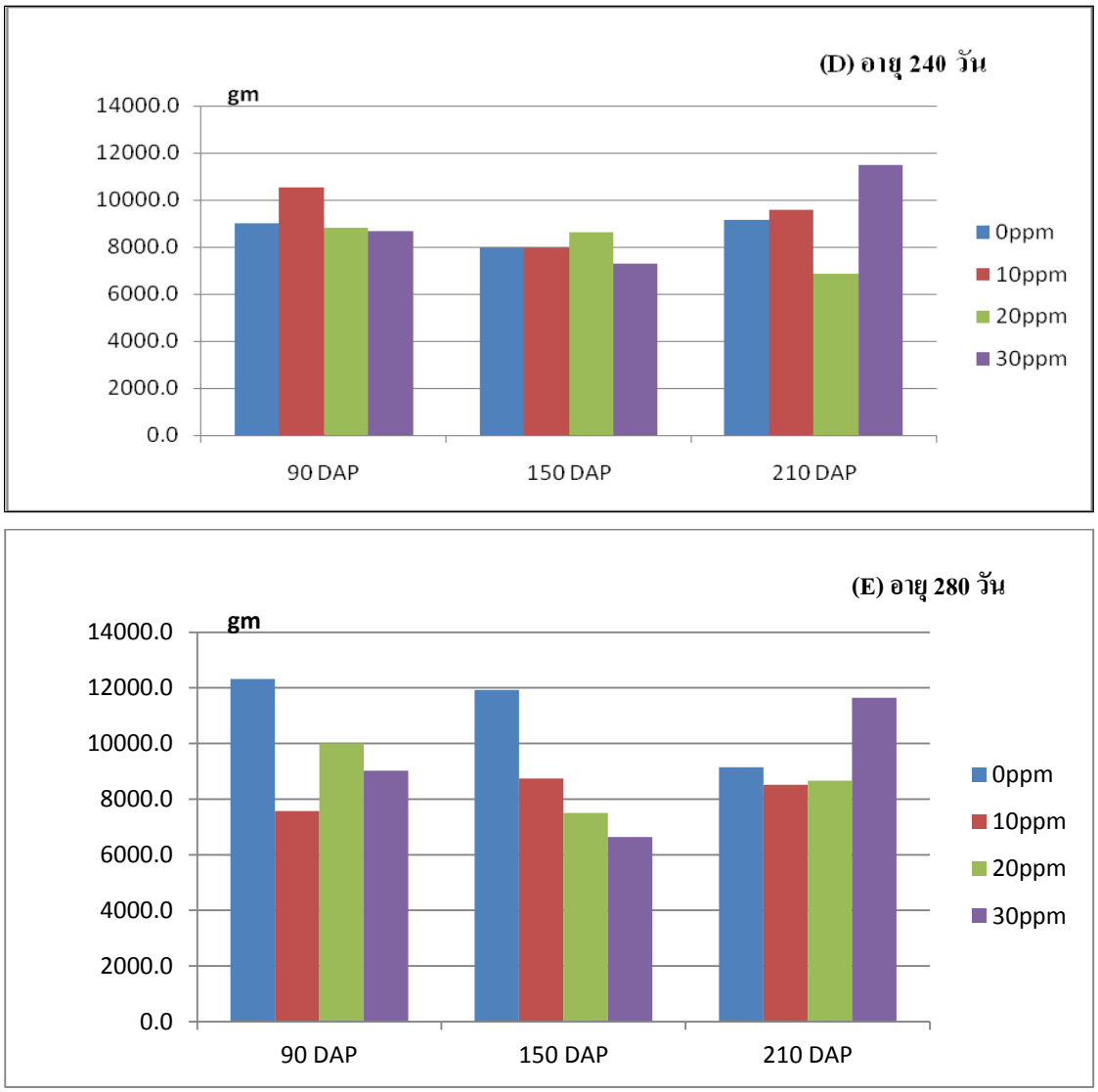
Mahasarakham University







Mahasarakham University



ภาพที่ 26 อิทธิพลร่วมของช่วงเวลาการใส่และระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต paclobutrazol (PBZ) ต่อการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักสดรวม (กรัมต่อต้น) ของมันสำปะหลัง

4.2.6 น้ำหนักแห้งรวม (total biomass dry weight)

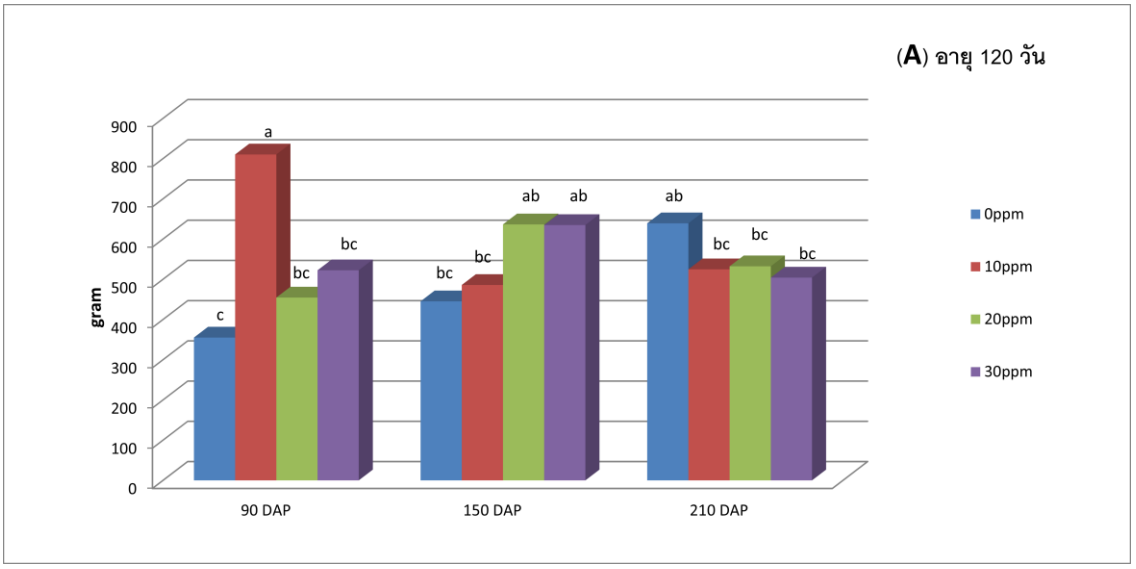
การศึกษาถึงช่วงเวลาการใส่ PBZ ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักแห้งรวมของมันสำปะหลังแสดงในตารางที่ 16 น้ำหนักแห้งรวมของมันสำปะหลังในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ 90, 150 และ 210 วันหลังปลูก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเก็บผลผลิตที่อายุ 200 และ 240 วันหลังปลูก โดยตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ 150 และ 210 วันหลังปลูก ให้ปริมาณน้ำหนักแห้งของพืชสูงสุดที่ 2699.0 และ 2357.9 กรัมต่อต้นตามลำดับ การเก็บผลผลิตที่อายุ 120, 160 และ 280 วันหลังปลูก ให้ปริมาณน้ำหนักแห้งรวมของพืชไม่แตกต่างกันในทางสถิติ

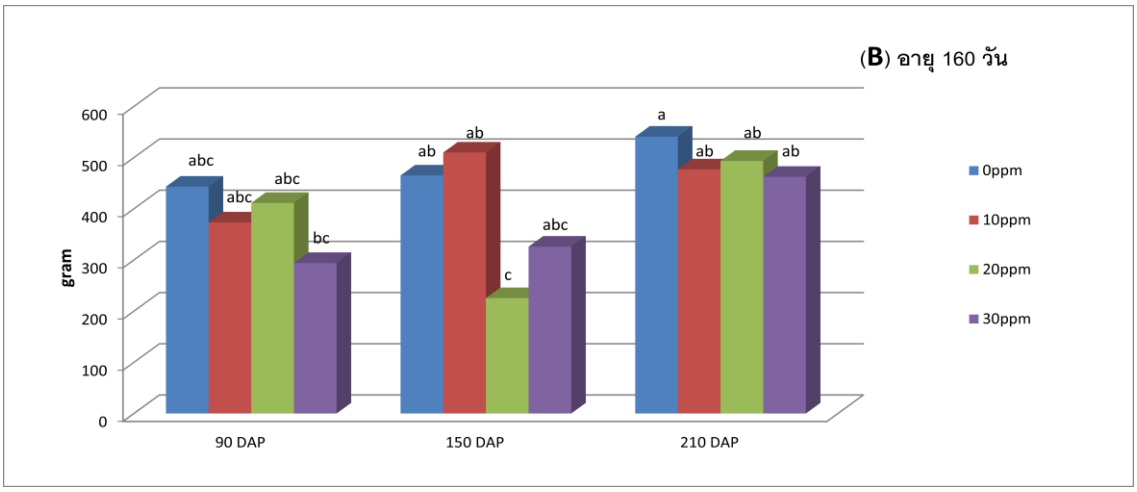
Mahasarakham University

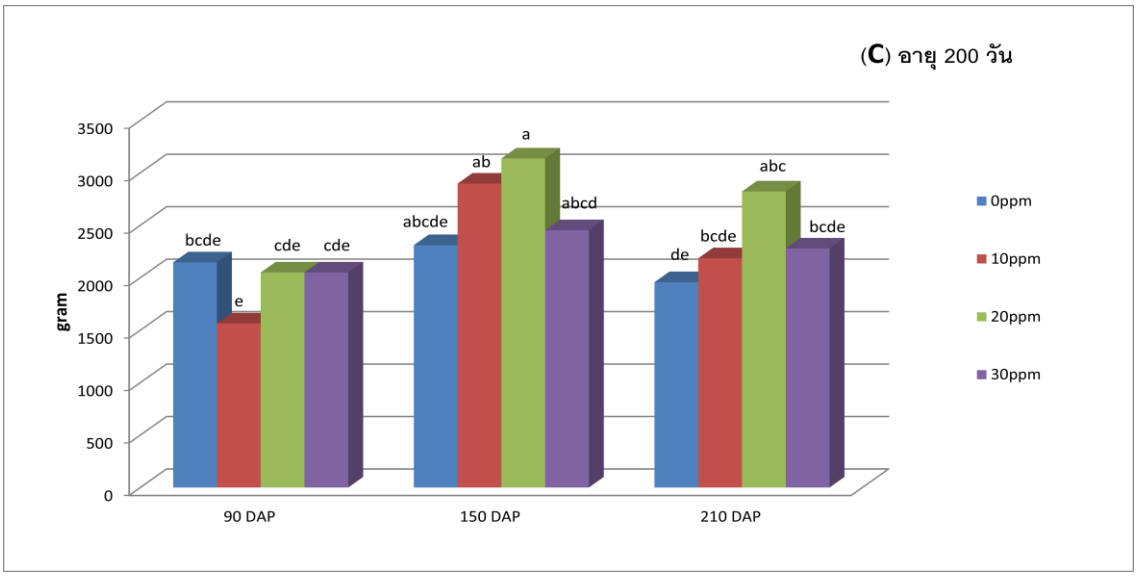
การใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มีผลต่อปริมาณน้ำหนักแห้งรวมของมันสำปะหลังที่เก็บผลผลิตที่อายุ 160, 200 และ 240 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเก็บผลผลิตที่อายุ 160 วัน ตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm ให้ปริมาณน้ำหนักแห้งรวมของพืชสูงสุดที่ 1200.8 กรัมต่อต้น และการเก็บผลผลิตที่อายุ 200 วัน ตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm ให้ปริมาณน้ำหนักแห้งรวมของพืชสูงสุดที่ 2669.5 กรัมต่อต้น และการเก็บผลผลิตที่อายุ 240 วัน ตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 30 ppm จะให้ปริมาณน้ำหนักแห้งรวมของพืช 2382 กรัมต่อต้น สูงกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการเก็บผลผลิตที่อายุ 280 วัน พบว่าตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm จะให้ปริมาณน้ำหนักแห้งรวมของพืชสูงสุดที่ 2416.4 กรัมต่อต้น(ตารางที่ 16)

จากตารางที่ 16 พบว่า การใส่ PBZ ในระดับความเข้มข้นต่างๆ ในช่วงเวลาที่ต่างกัน มีผลทำให้ปริมาณน้ำหนักแห้งรวมของพืชแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในช่วงอายุการเก็บผลผลิตที่ 120, 160, 200 และ 240 วัน จากภาพที่ 27 (A) การเก็บผลผลิตที่อายุ 120 วันหลังปลูกพบว่า การใส่ PBZ ที่ความเข้มข้น 10 ppm ที่ 90 วันหลังปลูก ให้ค่าน้ำหนักแห้งรวมของมันสำปะหลังสูงกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ การเก็บผลผลิตที่อายุ 160 วันหลังปลูก ในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ความเข้มข้น 0 ppm ที่ 210 วันหลังปลูก และในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ความเข้มข้น 10 ppm ที่ 150 วันหลังปลูก ให้ค่าน้ำหนักแห้งรวมของมันสำปะหลังสูงกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ (ภาพที่ 27 (B)) การเก็บผลผลิตที่อายุ 200 วันหลังปลูก ในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ความเข้มข้น 20 ppm ที่ 150 วันหลังปลูก ให้ค่าน้ำหนักแห้งรวมของมันสำปะหลังสูงกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ (ภาพที่ 27 (C)) การเก็บผลผลิตที่อายุ 240 วันหลังปลูก ในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ความเข้มข้น 20 ppm ที่ 210 วันหลังปลูก ให้ค่าน้ำหนักแห้งรวมของมันสำปะหลังสูงกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ (ภาพที่ 27 (D)) และการเก็บผลผลิตที่อายุ 280 วันหลังปลูก พบว่าใส่ PBZ ที่ความเข้มข้น 10 ppm ที่ 150 วันหลังปลูก และตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ความเข้มข้น 20 ppm ที่ 210 วันหลังปลูก มีแนวโน้มให้ค่าน้ำหนักแห้งรวมของมันสำปะหลังสูงกว่าตำรับทดลองอื่น (ภาพที่ 27 (E))

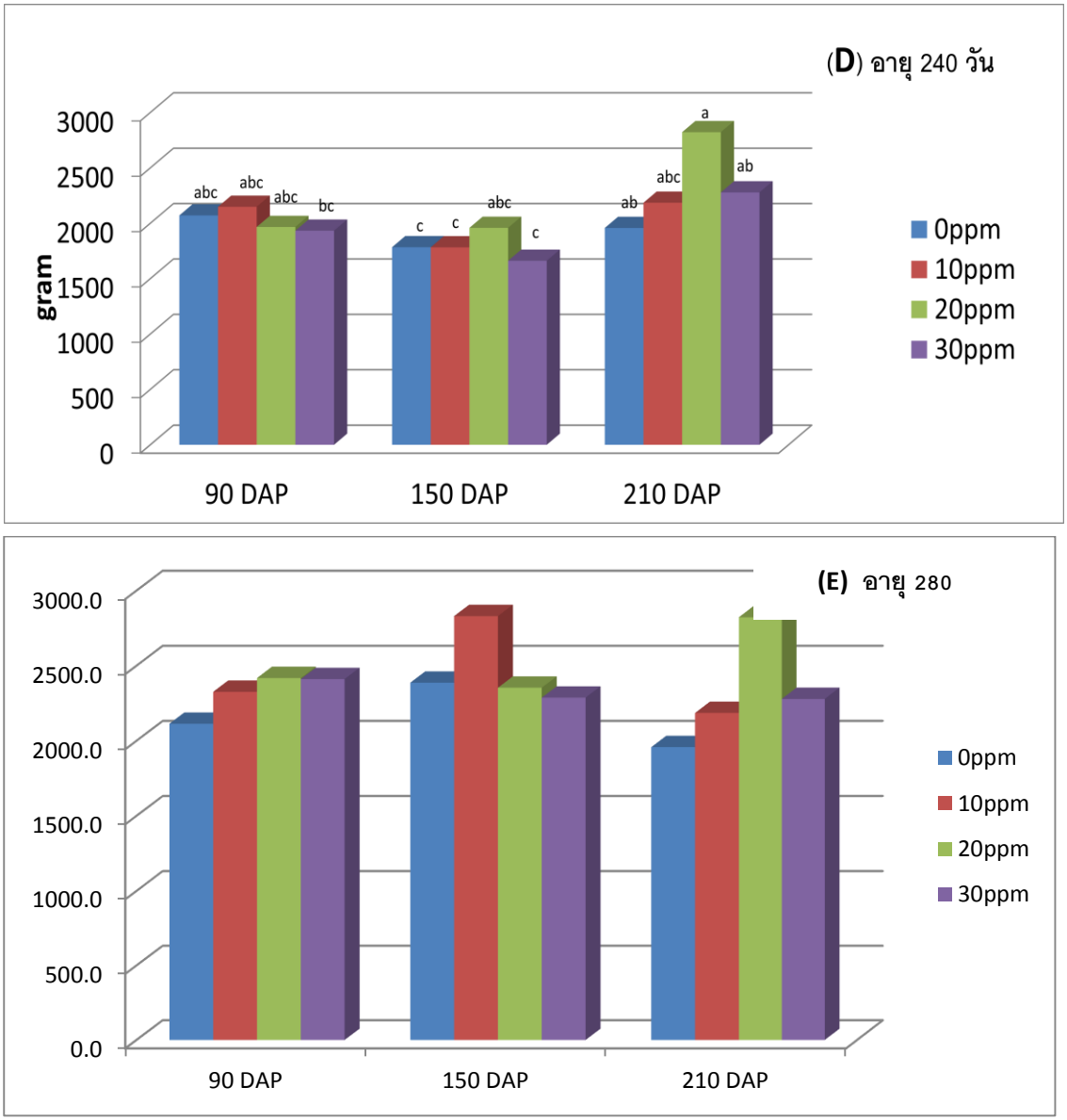
Mahasarakham University







Mahasarakham University



ภาพที่ 27 อิทธิพลร่วมของช่วงเวลาการใส่และระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต paclobutrazol (PBZ) ต่อการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักแห้งรวม (กรัมต่อต้น) ของมันสำปะหลัง (ต่อ)

Mahasarakham University

ตารางที่ 16 ผลของช่วงเวลาการใส่และระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต paclobutrazol (PBZ) ต่อการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักแห้งรวมต่อต้น (total biomass dry weight) ของมันสำปะหลัง

ตำรับทดลอง	น้ำหนักแห้งรวมต่อต้น (กรัมต่อต้น)				
	120 DAP	160 DAP	200 DAP	240 DAP	280 DAP
DAP (วัน) (A)					
90	535.6	1119.3	1952.4 b	1816.0 c	2215.2
150	550.5	1024	2699.0 a	2087.7 b	2446
210	550	1089.8	2310.8 ab	2357.9 a	2469.6
F-test	ns	ns	*	**	ns
PBZ (ppm) (B)					
0	479.8	898.4 b	2137.8 b	1891.5 b	2225.4
10	606.9	1186.2 a	2215.4 ab	1874.2 b	2384.7
20	541.1	1200.8 a	2669.5 a	2201.1 a	2481.3
30	553.8	1025.3 ab	2260.2 ab	2382.0 a	2416.4
F-test	ns	*	*	**	Ns
AXB					
F-test	*	*	*	**	ns
CV (%)	31.0	29.4	26.5	17.47	17.36

*, ** indicate significant at P≤ 0.05, 0.01 and ns not significant.

Means within a column followed by the same letters are significantly different.

DAP=day after planting; PBZ= paclobutrazol

4.2.7 ดัชนีเก็บเกี่ยว (Harvest index, HI)

จากการศึกษาพบว่าดัชนีเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่อายุ 120, 200, 240 และ 280 วันหลังปลูก ในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ในช่วงเวลาต่างๆ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ 150 วันหลังปลูก จะให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยว 0.54 ในการเก็บผลผลิตที่อายุ 240 วันหลังปลูก และการเก็บผลผลิตที่อายุ 120, 200 และ280 วันหลังปลูกตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ 210 วันหลังปลูก จะให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวสูงสุดที่ 0.49, 0.52 และ 0.48 ตามลำดับ สูงกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 17

Mahasarakham University

การใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่อายุการเก็บเกี่ยว 200, 240 และ 280 วันหลังปลูก การเก็บผลผลิตที่อายุ 200 วันหลังปลูก ตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 10 และ 20 ppm ให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวสูงสุดที่ 0.51 เท่ากันและการเก็บผลผลิตที่อายุ 240 วันหลังปลูก ตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 30 ppm จะให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวสูงสุดที่ 0.57 สำหรับการเก็บผลผลิตที่อายุ 280 วันหลังปลูก ตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm ให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวสูงสุดที่ระดับ 0.49 (ตารางที่ 17)

อิทธิพลร่วมของช่วงเวลาการใส่ PBZ ในระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อค่าดัชนีเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลัง พบว่าการเก็บผลผลิตที่อายุ 120 และ 160 วันหลังปลูกในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 30 ppm ที่ 210 วันหลังปลูก มีแนวโน้มให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวสูงกว่าตำรับทดลองอื่น (ภาพที่ 28 (A,B)) และการเก็บผลผลิตที่อายุ 200, 240 และ 280 วันหลังปลูกให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเก็บผลผลิตที่อายุ 200 วันหลังปลูก ในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ความเข้มข้น 20 ppm ที่ 90 วันหลังปลูก ให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวสูงกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ (ภาพที่ 28 (C)) และการเก็บผลผลิตที่อายุ 240 วันหลังปลูก ในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ความเข้มข้น 30 ppm ที่ 210 วันหลังปลูก ให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวสูงสุด (ภาพที่ 28 (D)) และการเก็บผลผลิตที่อายุ 280 วันหลังปลูก ในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ความเข้มข้น 0 ppm ที่ 210 วันหลังปลูก ให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวสูงสุด (ภาพที่ 28 (D))

Mahasarakham University

ตารางที่ 17 ผลของช่วงเวลาการใส่และระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต paclobutrazol (PBZ) ต่อดัชนีการเก็บเกี่ยว (harvest index; HI) ของมันสำปะหลัง

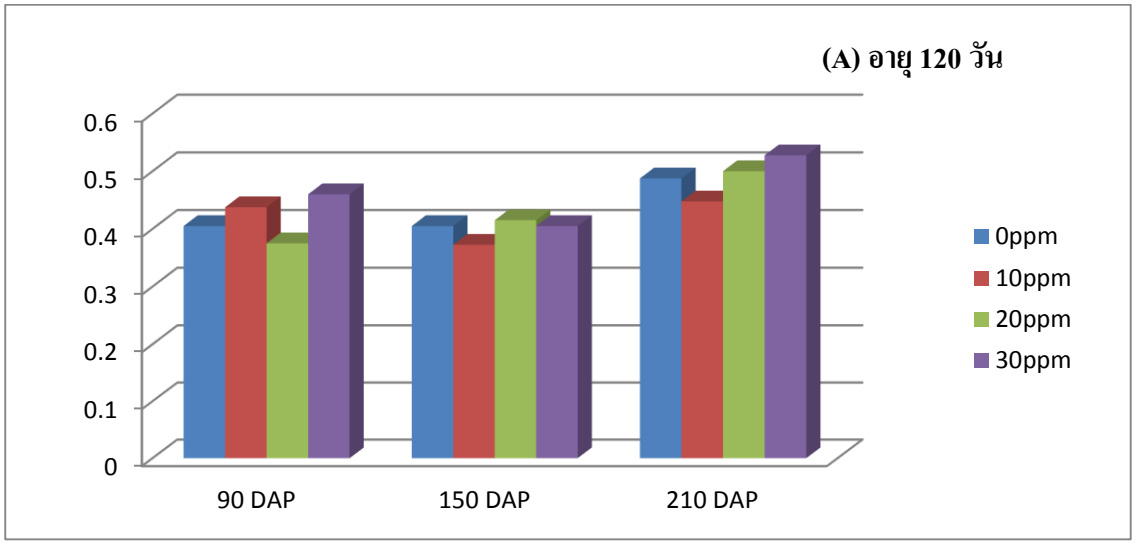
ตำรับทดลอง	ดัชนีการเก็บเกี่ยว				
	120 DAP	160 DAP	200 DAP	240 DAP	280 DAP
DAP (วัน) (A)					
90	0.42 b	0.36	0.51 a	0.49 ab	0.40 b
150	0.04 b	0.37	0.42 b	0.54 a	0.44 ab
210	0.49 a	0.42	0.52 a	0.46 b	0.48 a
F-test	**	ns	**	**	*
PBZ (ppm) (B)					
0	0.43	0.36	0.42 b	0.45 b	0.39 c
10	0.42	0.38	0.51 a	0.43 b	0.42 bc
20	0.43	0.40	0.51 a	0.54 ab	0.49 a
30	0.46	0.40	0.49 a	0.57 a	0.45 ab
F-test	ns	ns	**	**	*
AXB					
F-test	ns	ns	*	**	**
CV (%)	17.60	22.80	14.20	13.78	15.77

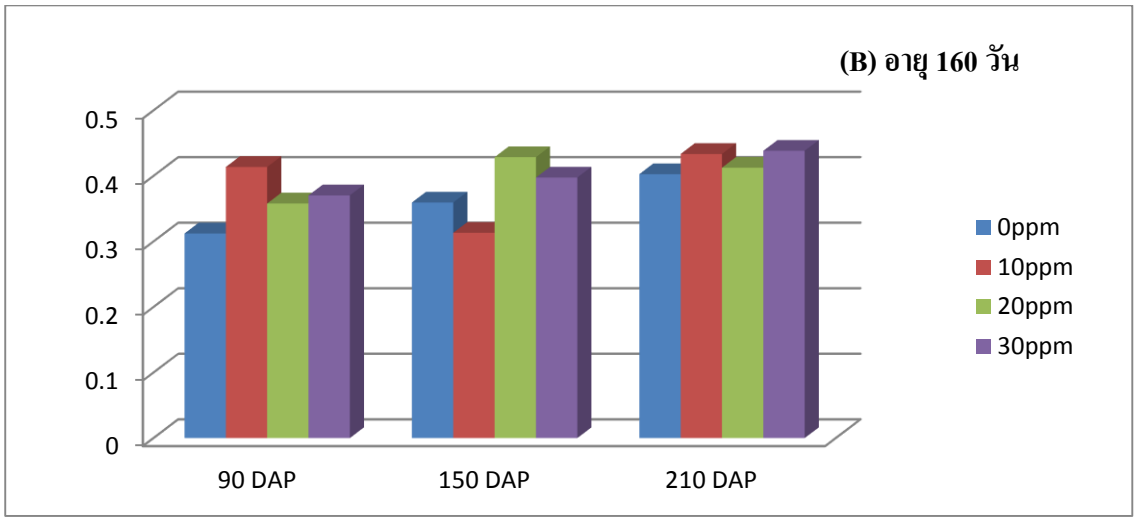
*, ** indicate significant at P$\leq$ 0.05, 0.01 and ns not significant.

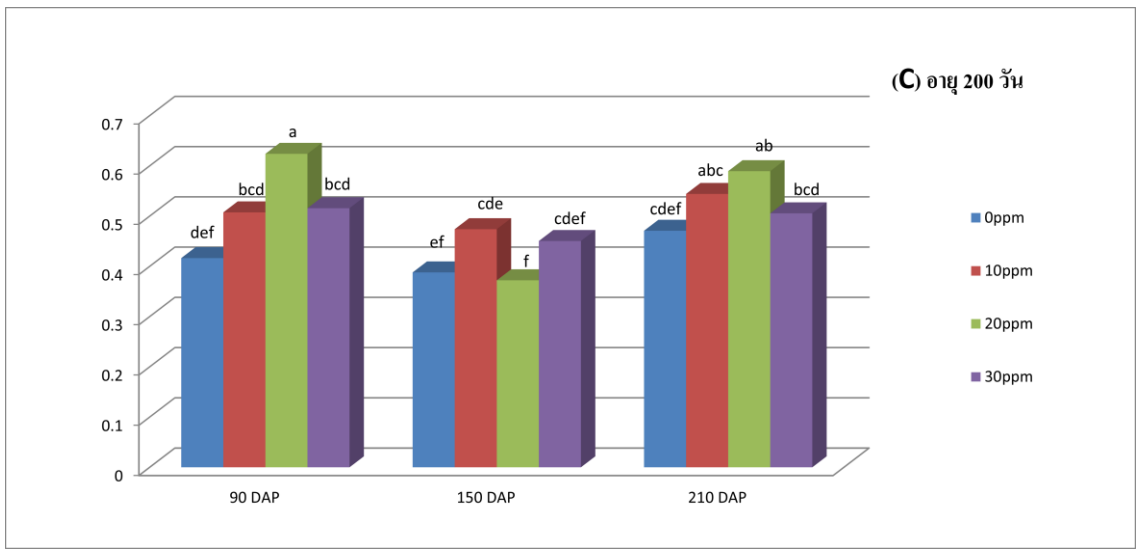
Means within a column followed by the same letters are significantly different.

DAP=day after planting; PBZ= paclobutrazol

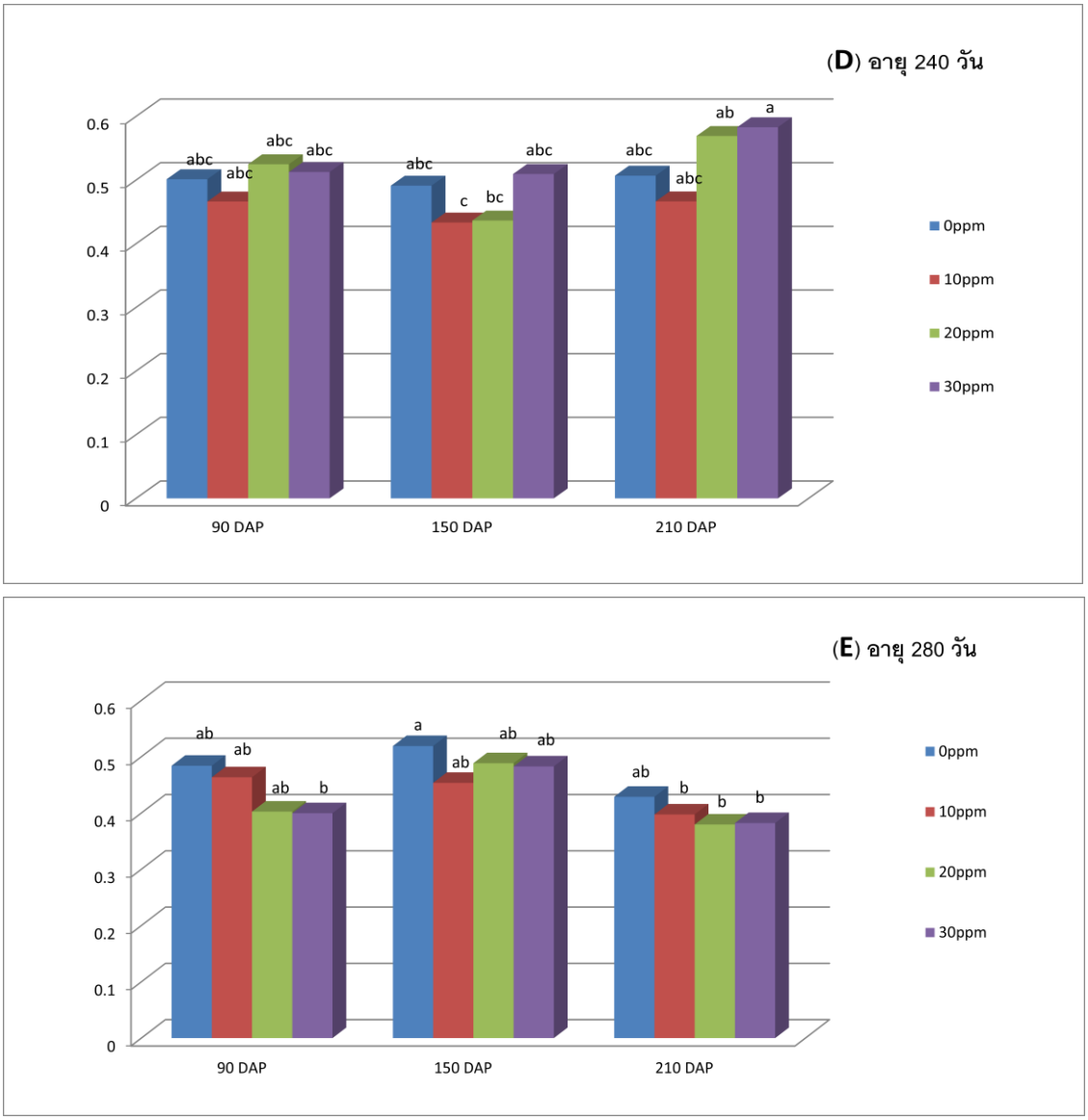
Mahasarakham University







Mahasarakham University



ภาพที่ 28 อิทธิพลร่วมของช่วงเวลาการใส่และระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต paclobutrazol (PBZ) ต่อดัชนีเก็บเกี่ยวของมันสำปะหลัง

4.2.8 อัตราการเจริญเติบโต (Crop growth rat ; CGR)

อัตราการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังที่ได้รับอิทธิพลจากช่วงเวลาการใส่ PBZ ในระดับความเข้มข้นต่างๆ แสดงในตารางที่ 18 อัตราการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังในช่วงอายุ 120-160 วันหลังปลูก ในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ในช่วงเวลาต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ การใส่ PBZ ที่ 90 วันหลังปลูก จะให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด 13.8 กรัม/ตรม./วัน อัตราการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังที่ช่วงอายุ 160-200, 200-240 และ 240-280 วันหลังปลูก มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใส่ PBZ ที่ 150 วันหลังปลูก จะให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตในช่วง

Mahasarakham University

อายุ 160-200 วัน และ 240-280 วันหลังปลูกสูงสุดที่ 20.3 และ 10.11 กรัม/ตรม./วัน และการใส่ PBZ ที่ 210 วันหลังปลูก จะให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตในช่วงอายุ 200-240 วันหลังปลูกสูงสุดที่ 18.67 กรัม/ตรม./วัน

ระดับความเข้มข้นของ PBZ ให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ช่วงอายุ 160-200 วัน และ 240-280 วันหลังปลูก จากตารางที่ 18 การใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm ให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดที่ 22.0 และ 15.88 กรัม/ตรม./วัน ที่ช่วงอายุ 160-200 และ 200-240 วันหลังปลูกตามลำดับ และการใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 30 ppm จะให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดที่ 8.74 กรัม/ตรม./วัน ที่ช่วงอายุ 240-280 วันหลังปลูก และในช่วงอายุ 200-240 วันหลังปลูกมันสำปะหลังทุกตำรับทดลองที่ได้รับ PBZ ในระดับความเข้มข้นต่างๆจะให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตในระดับสูง

อิทธิพลร่วมของช่วงเวลาการใส่ PBZ ในระดับความเข้มข้นต่างๆ ให้ค่าอัตราการเจริญ เติบโตของมันสำปะหลังแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ช่วงอายุ 120-160 วัน และ 160-200 วันหลังปลูก จากภาพที่ 29 (A) แสดงผลอัตราการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังในช่วงอายุ 120-160 วันหลังปลูก พบว่าตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm ที่ 150วันหลังปลูก ให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในทำนองเดียวกันตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm ที่ 150 วันหลังปลูก ให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตในช่วงอายุ 160-200 วันหลังปลูก สูงกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 29 (B)) และพบว่าการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังในช่วงอายุ 200-240 วันหลังปลูกซึ่งแสดงในภาพที่ 29 (C) มีค่าอัตราการเจริญเติบโตสูงเกือบทุกตำรับการทดลอง และตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm ที่ 210 วันหลังปลูก มีแนวโน้มให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด และจากภาพที่ 29 (D) อัตราการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังในช่วงอายุ 240-280 วันหลังปลูกในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm ที่ 150 วันหลังปลูก มีแนวโน้มให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด และจะพบว่าค่าอัตราการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังในช่วงอายุ 240-280 วันหลังปลูกมีแนวโน้มลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังในช่วงอายุ 200-240 วันหลังปลูก

Mahasarakham University

ตารางที่ 18 ผลของช่วงเวลาการใส่และระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต paclobutrazol (PBZ) ต่ออัตราการเจริญเติบโต (crop growth rate; CGR) ของมันสำปะหลัง

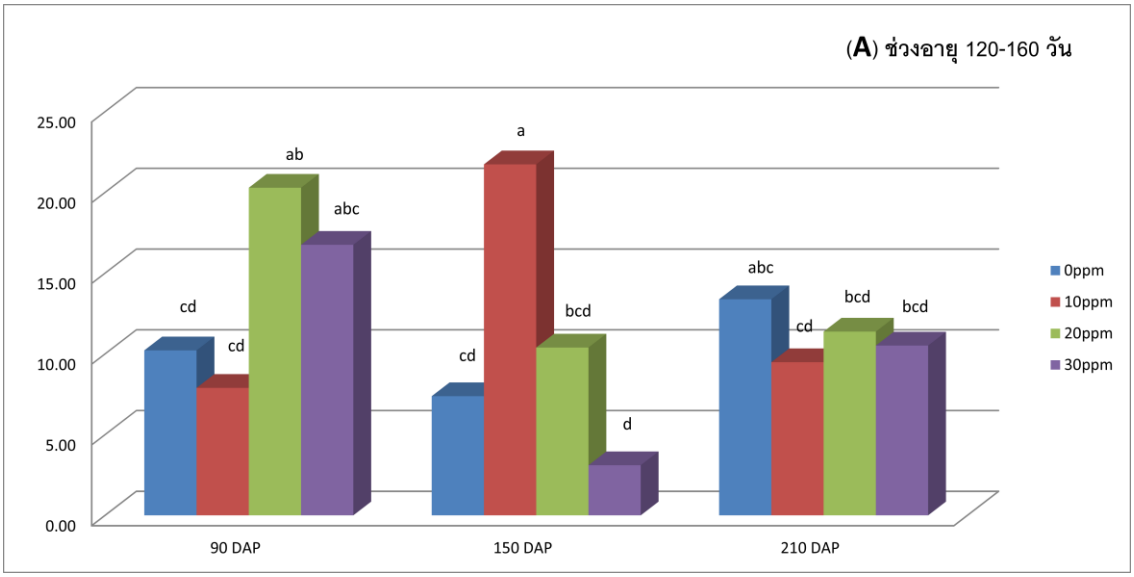
ตำรับทดลอง	อัตราการเจริญเติบโต			
	120-160 DAP	160-200DAP	200-240 DAP	240-280 DAP
DAP (วัน) (A)				
90	13.8	7.7 b	13.54 b	7.86 b
150	10.7	20.3 a	14.30 b	10.11 a
210	11.2	15.2 b	18.67 a	2.79 c
F-test	ns	*	**	**
PBZ (ppm) (B)				
0	10.3	11.5 b	15.4	5.50 b
10	13.4	22.0 a	15.88	5.90 b
20	14.0	19.5 ab	15.2	5.55 ab
30	10.1	18.0 ab	15.5	8.74 a
F-test	ns	*	ns	*
AXB				
F-test	**	*	ns	ns
CV (%)	37.9	44.0	28.61	41.59

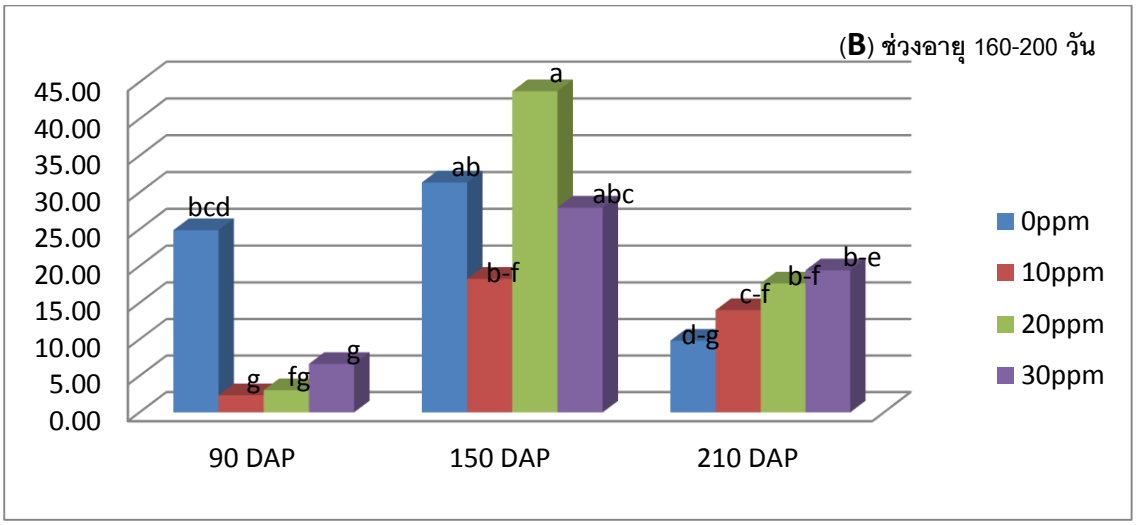
*, ** indicate significant at P$\leq$ 0.05, 0.01 and ns not significant.

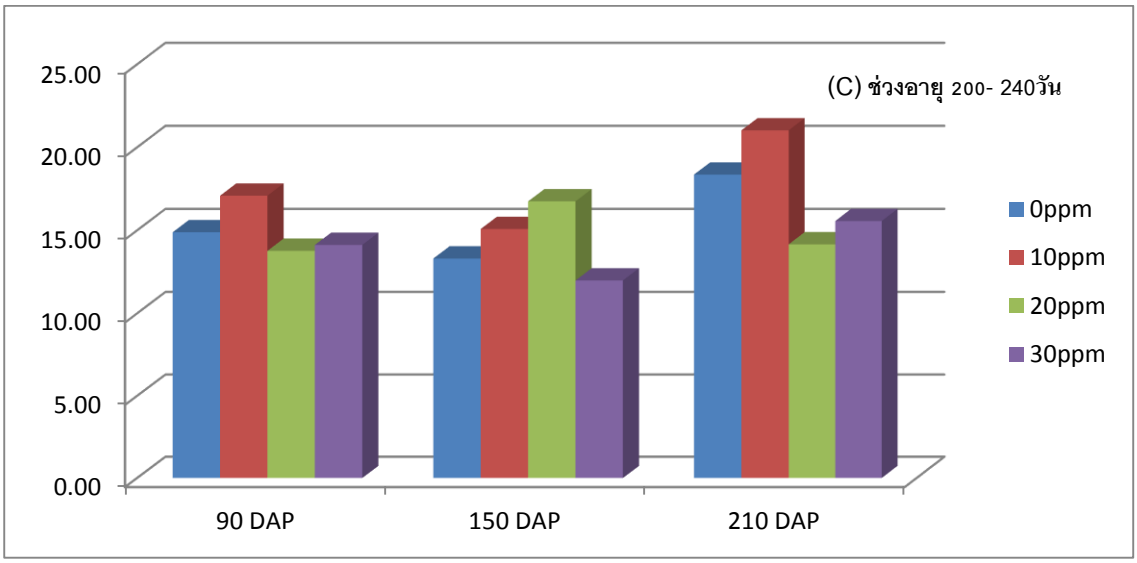
Means within a column followed by the same letters are significantly different.

DAP=day after planting; PBZ= paclobutrazol

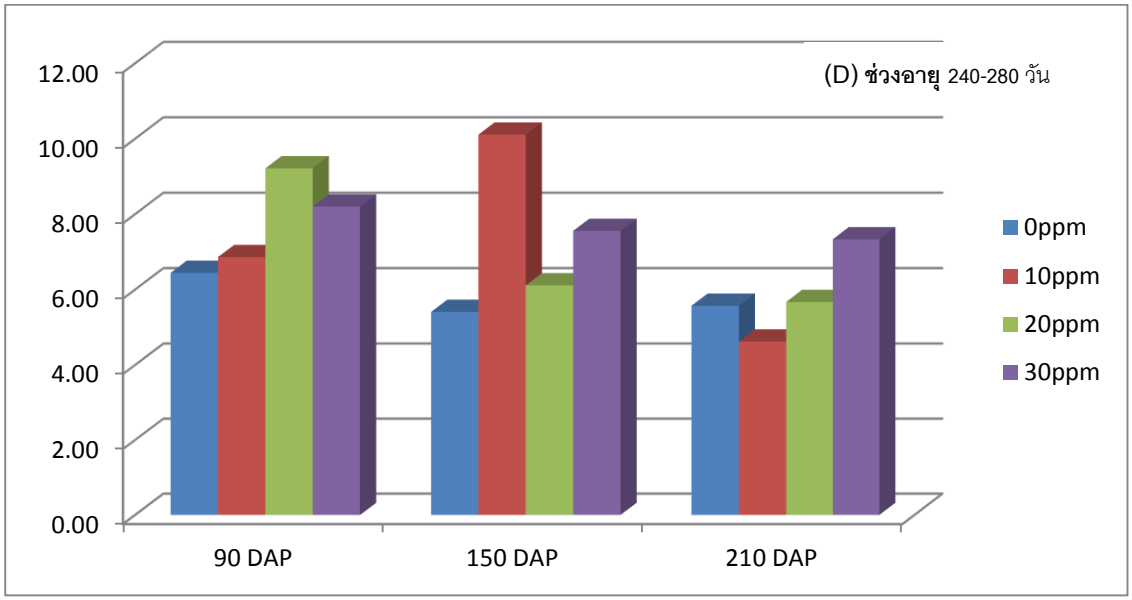
Mahasarakham University







Mahasarakham University



ภาพที่ 29 อิทธิพลร่วมของช่วงเวลาการใส่และระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต paclobutrazol (PBZ) ต่ออัตราการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง

4.2.9 อัตราการเจริญเติบโตของราก (root growth rate : RGR)

อัตราการเจริญเติบโตของรากแสดงในตารางที่ 19 พบว่า ปัจจัยของช่วงเวลาการใส่ PBZ ให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตของรากในช่วงอายุ 120-160 วัน และ 160-200 วัน ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ การใส่ PBZ ที่ 210 วันหลังปลูก จะให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตของรากสูงสุด 9.29 และ 24.83 กรัม/ตรม./วัน ตามลำดับ และช่วงอายุ 200-240 และ 240-280 วันหลังปลูก ตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ 90 วันหลังปลูก จะให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตของรากที่ 37.18 และ 39.46 24.83 กรัม/ตรม./วัน ตามลำดับ สูงกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ระดับความเข้มข้นของ PBZ ให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตของรากแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทุกช่วงอายุการเก็บผลผลิต โดยตำรับทดลองควบคุมที่ไม่ใส่ PBZ จะให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตของรากต่ำสุด การเก็บผลผลิตที่ช่วงอายุ 120-160, 200-240 และ 240-280 วันหลังปลูก ตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 30 ppm ให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตของรากสูงสุดที่ 11.46, 37.50 และ 44.25 กรัม/ตรม./วันตามลำดับ และการเก็บผลผลิตที่ช่วงอายุ 160-200 วันหลังปลูก ตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm จะให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตของรากสูงสุดที่ 27.74 กรัม/ตรม./วัน(ตารางที่ 19)

Mahasarakham University

อิทธิพลร่วมของช่วงเวลาการใส่ PBZ ในระดับความเข้มข้นต่างๆ ให้ค่าอัตราการเจริญ เติบโตของรากแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ช่วงอายุ 240-280 วันหลังปลูก และจากภาพที่ 30 (A) แสดงผลอัตราการเจริญเติบโตของรากในช่วงอายุ 120-160 วันหลังปลูก พบว่าตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 30 ppm ที่ 90, 150 และ 210 วันหลังปลูก มีแนวโน้มให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตของรากสูงสุด ในทำนองเดียวกันการเก็บผลผลิตช่วงอายุ 160-200 วันหลังปลูก พบว่าตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm ที่ 210 วันหลังปลูก มีแนวโน้มให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตของรากสูงสุด (ภาพที่ 30 (B)) และการเจริญเติบโตของรากในช่วงอายุ 200-240 วันหลังปลูก ในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ 90 วันหลังปลูก มีแนวโน้มให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตของรากสูงใกล้เคียงกัน(ภาพที่ 30 (C)) เช่นเดียวกัน การเก็บผลผลิตที่อายุ 240-280 วันหลังปลูก ตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 30 ppm วันหลังปลูก 210 วันหลังปลูก มีให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตของรากสูงสุด และตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ 90 วันหลังปลูก ให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตของรากสูงใกล้เคียงกัน (ภาพที่ 30 (D))

4.2.10 ปริมาณแป้งในหัวสด (Starch content; %)

จากการศึกษาปริมาณแป้งในหัวสดของมันสำปะหลังที่เก็บผลผลิตที่อายุ 280 วัน พบว่า การใส่ PBZ ในช่วงเวลาแตกต่างกัน ให้ค่าปริมาณแป้งในหัวสดแตกต่างกัน การใส่ PBZ ที่ 210 วันหลังปลูก ให้ค่าปริมาณแป้งในหัวสดสูงสุดที่ 21.1% แตกต่างกับตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm จะให้ค่าปริมาณแป้งในหัวสดสูงสุด และการใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในช่วงเวลาต่างกัน ให้ค่าปริมาณแป้งในหัวสดไม่แตกต่างกันในทางสถิติ (ตารางที่ 19)

Mahasarakham University

ตารางที่ 19 ผลของช่วงเวลาการใส่และระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต paclobutrazol (PBZ) ต่ออัตราการเจริญเติบโตของราก (root growth rate ; RGR) และปริมาณแป้งในหัวสด (starch content ; %) ของมันสำปะหลัง

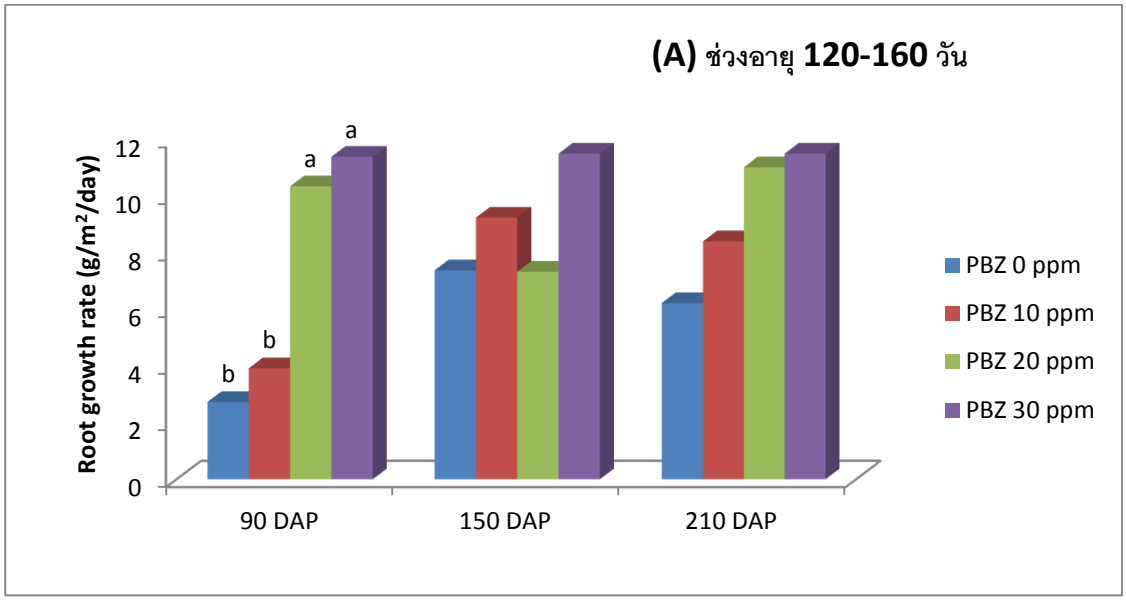
ตำรับทดลอง	อัตราการเจริญเติบโตของราก				ปริมาณแป้งในหัวสด (%)
	120-160 DAP	160-200DAP	200-240 DAP	240-280 DAP	280 DAP
DAP (days) (A)					
90	7.11	22.25	37.18 a	39.46 a	18.9 b
150	8.87	21.09	33.07 ab	37.89 a	20.1 ab
210	9.29	24.83	27.86 b	31.81 b	21.1 a
F-test	ns	ns	*	*	*
PBZ (ppm) (B)					
0	5.47 c	18.29 c	27.58 b	30.29 b	20.4
10	7.21 bc	19.90 bc	31.39 ab	34.67 b	20.0
20	9.57 ab	27.74 a	34.34 ab	36.34 b	20.5
30	11.46 a	25.72 ab	37.50	44.25 a	19.2
F-test	**	**	*	**	ns
AXB					
F-test	ns	ns	ns	*	ns
CV (%)	39.89	32.46	27.64	22.41	12.2

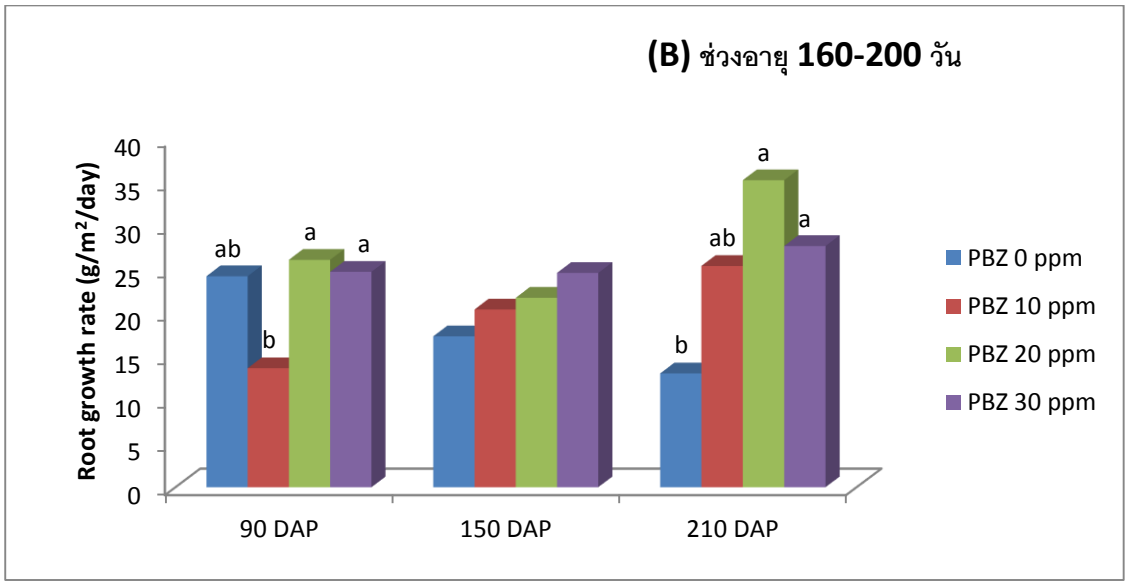
*, ** indicate significant at P$\leq$ 0.05, 0.01 and ns not significant.

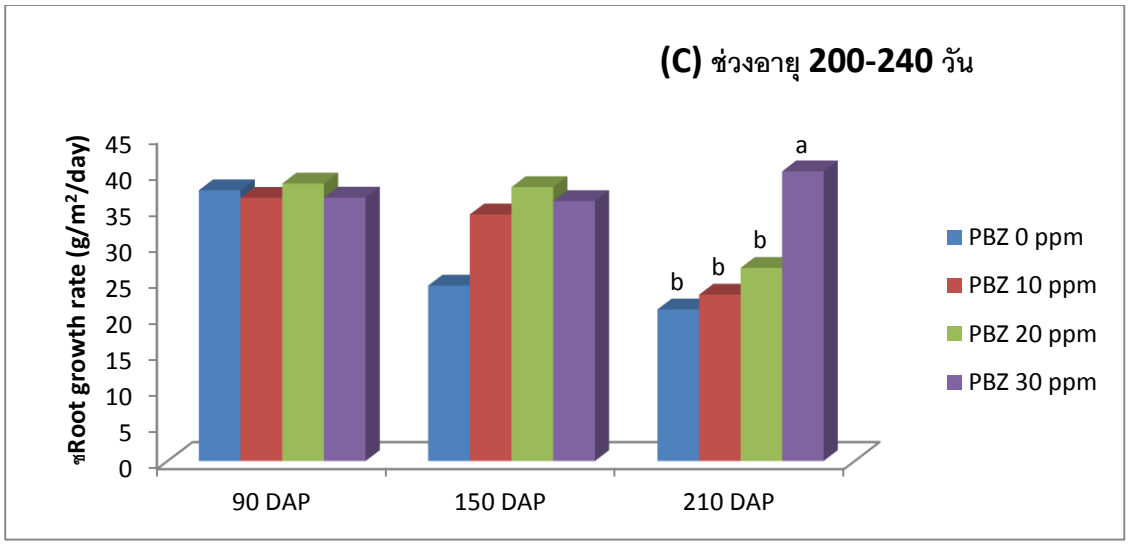
Means within a column followed by the same letters are significantly different.

DAP=day after planting; PBZ= paclobutrazol

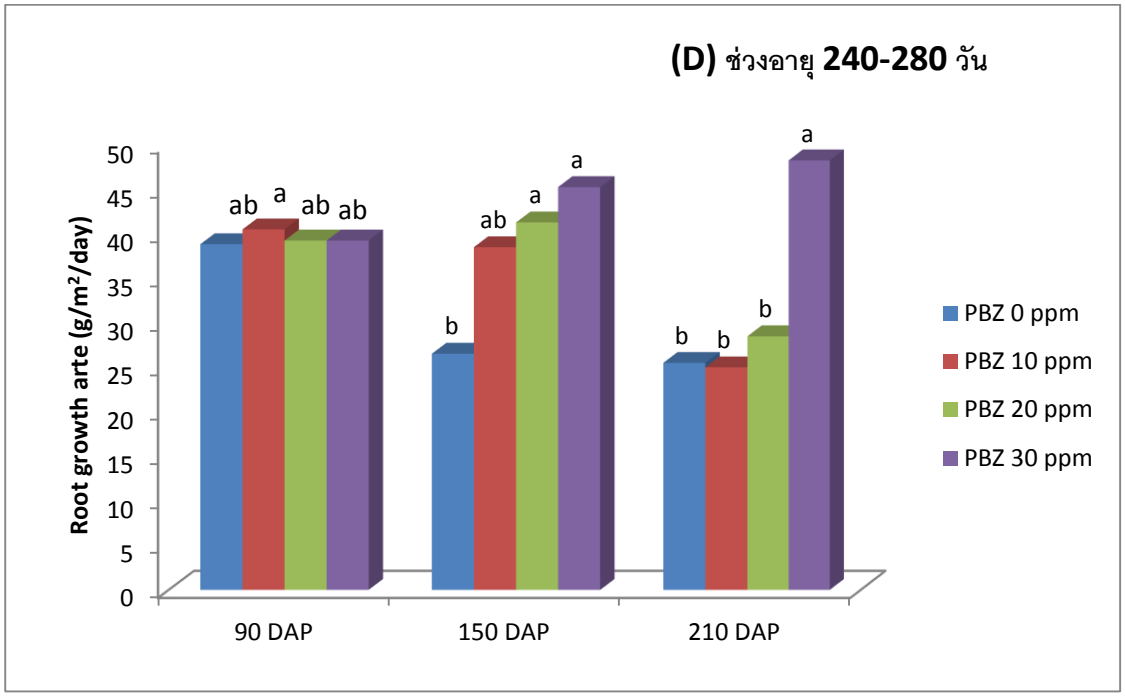
Mahasarakham University







Mahasarakham University



ภาพที่ 30 อิทธิพลร่วมของช่วงเวลาการใส่และระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต paclobutrazol (PBZ) ต่ออัตราการเจริญเติบโตของรากมันสำปะหลัง (ต่อ)

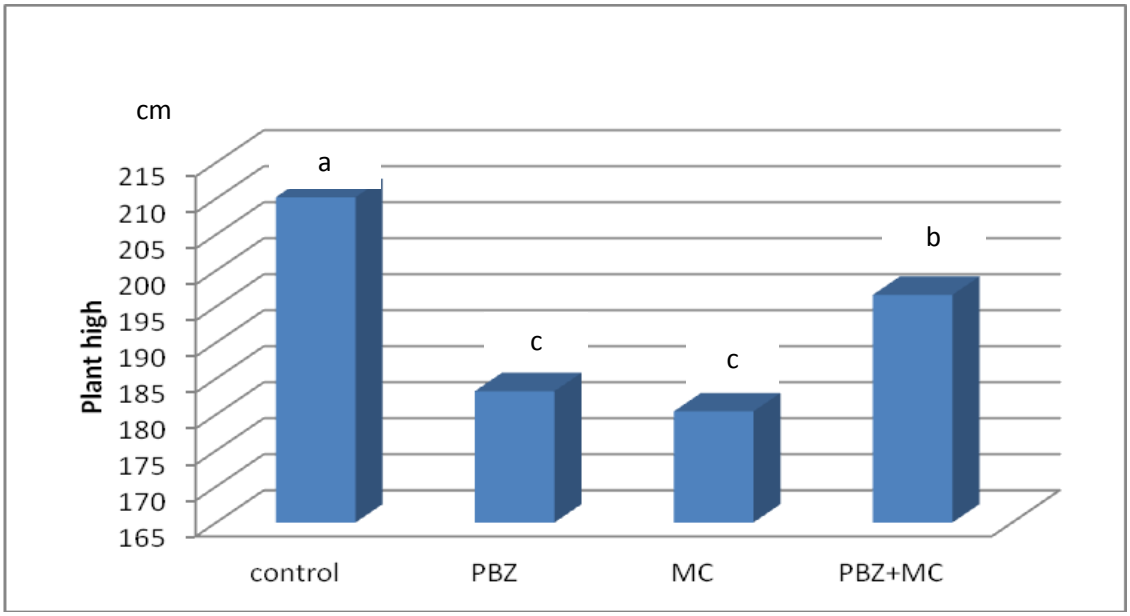
4.3 การศึกษาที่ 3 ศึกษาระยะเวลาการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่ได้รับชนิดสารควบคุมการเจริญเติบโตที่ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลัง

การศึกษาการเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลังในช่วงอายุที่กำหนด ในตำรับทดลองที่ได้รับชนิดของสารควบคุมการเจริญเติบโต paclobotrazol (PBZ), mepiquat chloride (MC) และ paclobotrazol (PBZ) ร่วมกับ mepiquat chloride (MC) ในระดับความเข้มข้น 10 ppm เปรียบเทียบกับตำรับทดลองควบคุม พบว่า

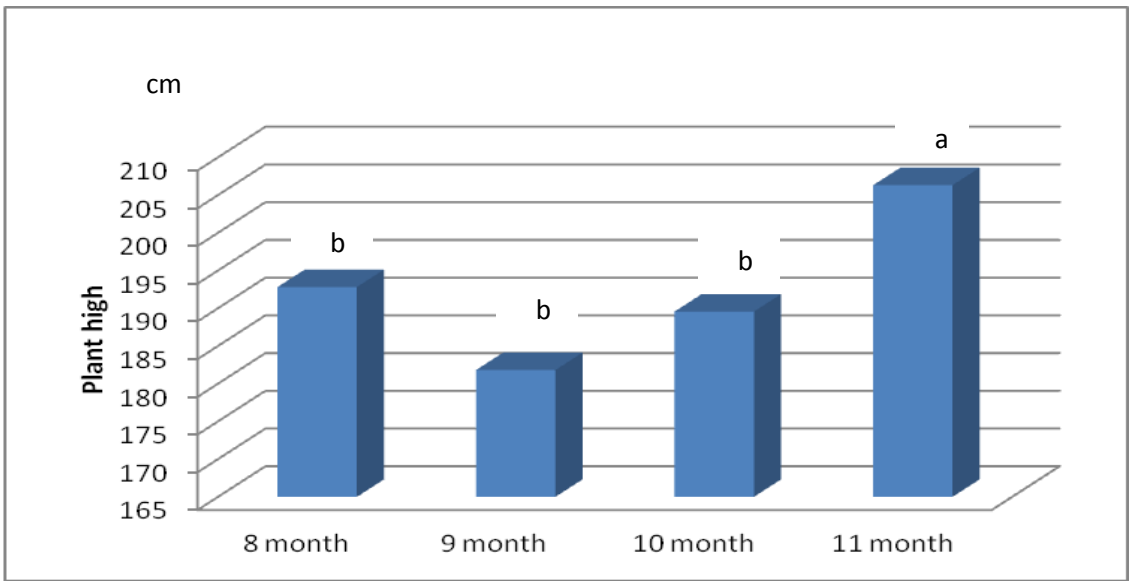
4.3.1 ความสูง (Stem length)

จากการศึกษาสารควบคุมการเจริญเติบโตมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตในด้านความสูงของมันสำปะหลัง ดังแสดงในตารางที่ 20 พบว่าการใส่ PBZ, MC และ PBZ+MC ให้ค่าความสูงมันสำปะหลังต่ำกว่าตำรับทดลองควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตำรับทดลองควบคุมจะให้ความสูงที่ 210.19 เซนติเมตร และตำรับทดลองที่ใส่ MC จะให้ค่าความสูงต่ำสุดที่ 180.44 เซนติเมตร (ตารางที่ 20 และ ภาพที่ 31 (A))

Mahasarakham University



ภาพที่ 31 (A) ชนิดขอควบคุมการเจริญเติบโตต่อความสูงต้นของมันสำปะหลัง (ซม.)



ภาพที่ 31 (B) อิทธิพลของช่วงเวลาการเก็บผลผลิตต่อความสูงของมันสำปะหลัง (ซม.)

การเก็บผลผลิตที่ช่วงอายุ 8, 9, 10 และ 11 เดือน ให้ค่าการเจริญเติบโตด้านความสูงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเก็บผลผลิตที่อายุ 11 เดือน จะให้ค่าความสูง 206.31 เซนติเมตร สูงกว่าการเก็บผลผลิตในช่วงเวลาอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการเก็บผลผลิตที่อายุ 9 เดือน ให้ค่าความสูงมันสำปะหลังต่ำสุดที่ 181.81 เซนติเมตร (ตารางที่ 20 และ ภาพที่ 31 (B))

Mahasarakham University

และความสูงของมันสำปะหลังในช่วงเก็บผลผลิตตามอายุที่กำหนดในตำรับทดลองที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน พบว่าความสูงของมันสำปะหลังในตำรับทดลองควบคุมที่เก็บผลผลิตในช่วงอายุที่กำหนดมีความสูงเพิ่มขึ้นตามอายุของการเก็บผลผลิตที่เพิ่มขึ้น การเก็บผลผลิตที่อายุ 11 เดือนมันสำปะหลังจะสูงกว่าการเก็บผลผลิตในช่วงเวลาอื่น การเก็บผลผลิตในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ พบว่าความสูงของมันสำปะหลังที่เก็บผลผลิตตอนอายุ 8 เดือนจะมีความสูงสูงสุดแตกต่างกับการเก็บผลผลิตในช่วงเวลาอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และความสูงของมันสำปะหลังจะต่ำสุดในช่วงการเก็บผลผลิตเดือนที่ 9 และ 10 และความสูงจะเพิ่มขึ้นในการการเก็บผลผลิตในเดือนที่ 11 ในกรณีตำรับทดลองที่ใส่ MC พบว่าจะยับยั้งความสูงของมันสำปะหลังในช่วงเดือนที่ 8 และ 9 และค่าความสูงของมันสำปะหลังจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในเดือนที่ 10 และ 11 แต่ให้ความสูงไม่แตกต่างกันในทางสถิติ การใส่ PBZ+MC จะมีอิทธิพลต่อความสูงของมันสำปะหลังทำนองเดียวกันกับการใส่ PBZ โดยจะยับยั้งความสูงของมันสำปะหลังต่ำสุดที่อายุ 9 เดือน และการเก็บผลผลิตที่อายุ 11 เดือนมันสำปะหลังจะสูงกว่าการเก็บผลผลิตในเดือนอื่น และพบว่าความสูงของมันสำปะหลังในตำรับทดลองควบคุมและเก็บผลผลิตที่อายุ 11 เดือน จะมีแนวโน้มสูงกว่าตำรับทดลองอื่น ดังแสดงในภาพที่ 31 (C)

Mahasarakham University

ตารางที่ 20 ผลของชนิดสารควบคุมการเจริญเติบโตและช่วงเวลาการเก็บผลผลิตของมันสำปะหลังต่อการเจริญเติบโตด้านความสูง (stem length ; เซนติเมตร) น้ำหนักสดส่วนเหนือดิน (shoot biomass fresh weight; กรัมต่อต้น) น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน (shoot biomass dry weight; กรัมต่อต้น) และดัชนีพื้นที่ใบ (leaf area index; LAI)

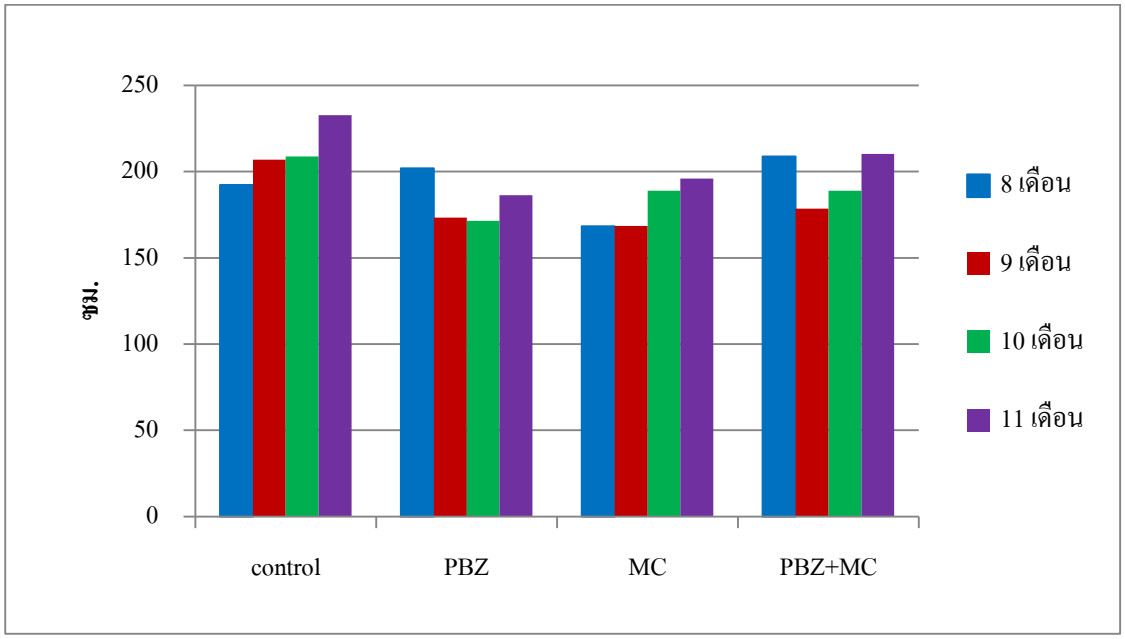
ตำรับทดลอง	ความสูง (ซม).	น้ำหนักสดส่วนเหนือดิน (กรัมต่อต้น)	น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน (กรัมต่อต้น)	ดัชนีพื้นที่ใบ
ระดับความเข้มข้น (A)				
control	210.19 a	2299.4 ab	898.02 a	0.792 b
PBZ	183.25 c	2569.4 a	955.89 a	1.168 a
MC	180.44 c	1921.3 b	688.81 b	1.112 a
PBZ+MC	196.63 b	2216.3 ab	810.45 ab	1.226 a
F-test	**	**	*	**
ช่วงอายุในการเก็บเกี่ยว (B)				
8 months	192.81 b	1965.6 b	713.98 b	0.81 c
9 months	181.81 b	2603.1 a	942.48 a	1.34 a
10 months	189.56 b	2468.7 a	806.29 ab	1.14 ab
11 months	206.31 a	1968.8 b	890.42 ab	1.00 bc
F-test	**	*	*	**
AXB				
F-test	ns	ns	ns	ns
CV (%)	9.32	29	33.29	34.14

*, ** indicate significant at P≤ 0.05, 0.01 and ns not significant.

Means within a column followed by the same letters are significantly different.

PBZ= paclobutrazol, MC=mepiquat chloride

Mahasarakham University



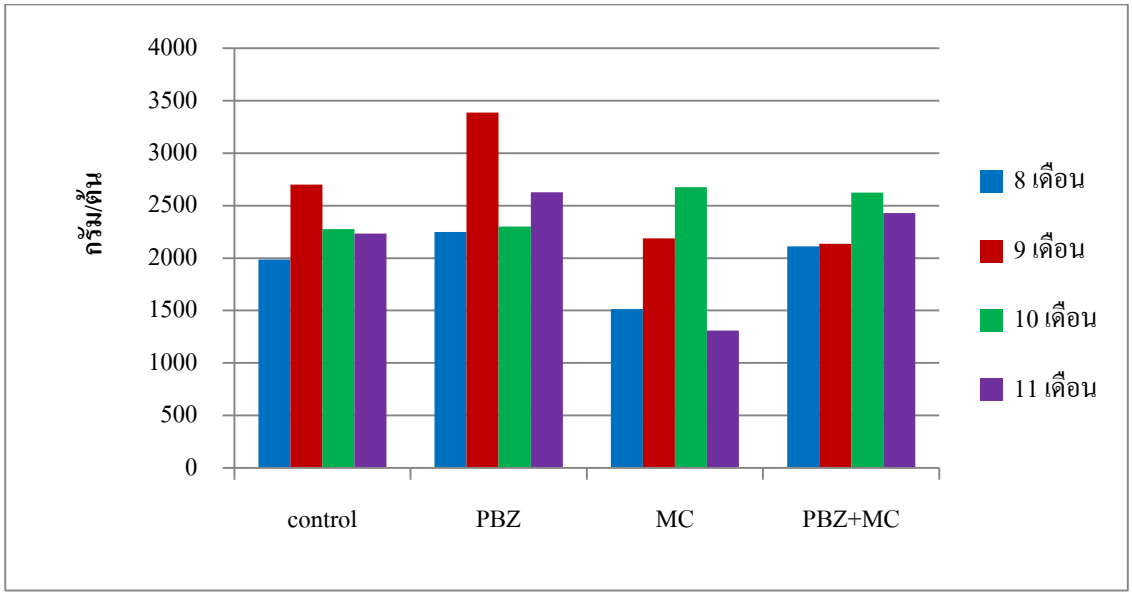
ภาพที่ 31 (C) อิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโตและช่วงเวลาการเก็บผลผลิตต่อความสูงมันสำปะหลัง (ซม.)

4.3.2 น้ำหนักสดส่วนเหนือดิน

จากผลการศึกษาการใส่ PBZ, MC และ PBZ + MC เปรียบเทียบกับตำรับทดลองควบคุมต่อน้ำหนักสดส่วนเหนือดินของมันสำปะหลัง พบว่าใส่ PBZ มีค่าการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักสดส่วนเหนือดินของมันสำปะหลังสูงสุดที่ 2569.4 กรัมต่อต้น สูงกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในตำรับทดลองควบคุม ตำรับทดลองที่ใส่ PBZ+MC และ MC ให้น้ำหนักสดส่วนเหนือดินของมันสำปะหลังที่ 2299.4, 2216.3 และ 1921.3 กรัมต่อต้น ตามลำดับ และพบว่าการเก็บผลผลิตที่อายุ 9 เดือน ให้ค่าน้ำหนักสดส่วนเหนือดินสูงสุดที่ 2603.1 กรัมต่อต้น สูงกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเก็บผลผลิตที่อายุ 8, 10 และ 11 เดือนให้น้ำหนักสดส่วนเหนือดินของมันสำปะหลังที่ 1965.6, 2468.7 และ 1968.8 กรัมต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 20)

จากผลการศึกษาไม่พบอิทธิพลร่วมของชนิดสารควบคุมการเจริญเติบโต และช่วงเวลาการเก็บผลผลิตของมันสำปะหลัง ดังแสดงในตารางที่ 20 แต่ค่าน้ำหนักสดส่วนเหนือดินของมันสำปะหลังจะเป็นไปทำนองเดี่ยวกันกับค่าน้ำหนักหัวสด โดยในตำรับทดลองควบคุมและตำรับทดลองที่ใส่ PBZ จะให้ค่าน้ำหนักสดส่วนเหนือดินสูงสุดเมื่อเก็บผลผลิตที่อายุ 9 เดือน และการใส่ MC และ PBZ+MC จะให้ ค่าน้ำหนักสดส่วนเหนือดินสูงสุดเมื่อเก็บผลผลิตที่อายุ 10 เดือน และการเก็บผลผลิตที่อายุ 9 เดือน ในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ จะมีแนวโน้มให้ค่าน้ำหนักสดส่วนเหนือดินสูงสุด (ภาพที่ 32)

Mahasarakham University



ภาพที่ 32 อิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโตและช่วงเวลาการเก็บผลผลิตต่อน้ำหนักสดส่วนเหนือดิน (กรัมต่อต้น) ของมันสำปะหลัง

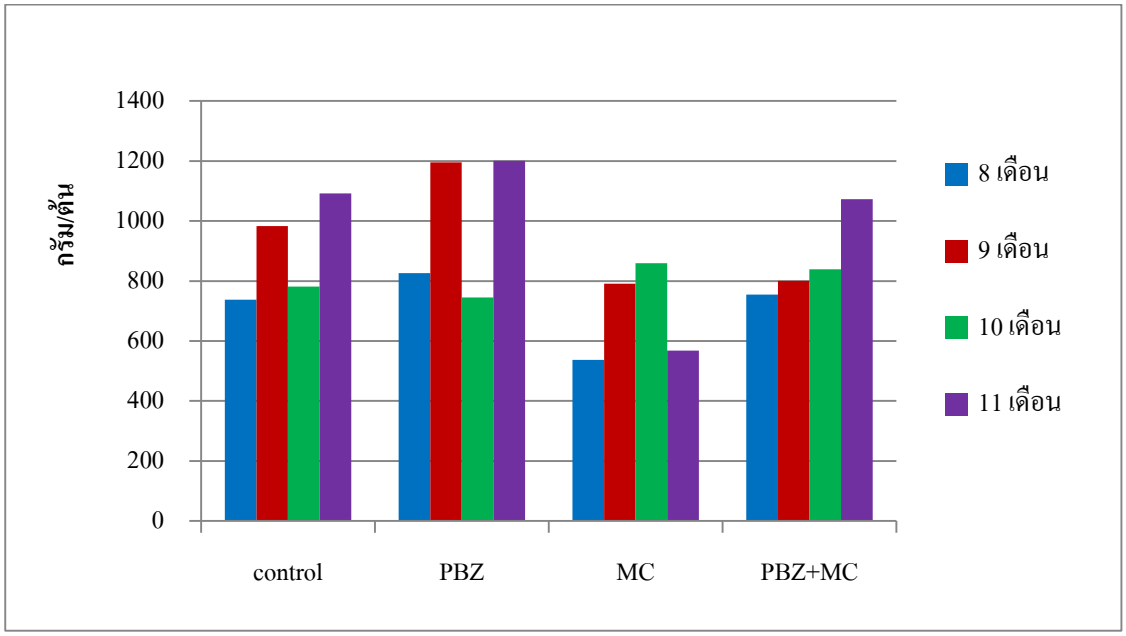
4.3.3 น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน (shoot biomass dry weight)

ผลการศึกษาในตารางที่ 20 การใส่ PBZ, MC และ PBZ+MC เปรียบเทียบกับตำรับทดลองควบคุมต่อน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของมันสำปะหลัง พบว่าใส่ PBZ มีค่าการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของมันสำปะหลังสูงสุดที่ 955.89 กรัมต่อต้น สูงกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในตำรับทดลองควบคุม ตำรับทดลองที่ใส่ PBZ+MC และ MC ให้น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของมันสำปะหลังที่ 898.02, 810.45 และ 688.81 กรัมต่อต้น ตามลำดับ และพบว่าการเก็บผลผลิตที่อายุ 9 เดือน ให้ค่าน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินสูงสุดที่ 942.48 กรัมต่อต้น สูงกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเก็บผลผลิตที่อายุ 8, 10 และ 11 เดือนให้น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของมันสำปะหลังที่ 713.98, 806.29 และ 890.42 กรัมต่อต้น ตามลำดับ

จากผลการศึกษาไม่พบอิทธิพลร่วมของชนิดสารควบคุมการเจริญเติบโต และช่วงเวลาการเก็บผลผลิตของมันสำปะหลัง ดังแสดงในตารางที่ 20 แต่ค่าน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของมันสำปะหลังจะเป็นไปทำนองเดียวกันกับค่าน้ำหนักแห้งหัวโดยในตำรับทดลองควบคุมจะให้ค่าน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินสูงสุดเมื่อเก็บผลผลิตที่อายุ 11 เดือน และอายุ 9 เดือนเป็นลำดับรองลงมา และตำรับทดลองที่ใส่ PBZ จะให้ค่าน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินมีแนวโน้มสูงกว่าตำรับทดลองอื่นเมื่อเก็บผลผลิตที่อายุ 9 และ 11 เดือน และการใส่ MC จะให้ค่าน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินสูงสุดเมื่อเก็บ

Mahasarakham University

ผลผลิตที่อายุ 10 เดือนและการใส่ PBZ+MC จะให้ ค่าน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินสูงสุดเมื่อเก็บผลผลิตที่อายุ 11 เดือน โดยพบว่าการเก็บผลผลิตมันสำปะหลังที่อายุ 9 และ 11 เดือน ในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ มีแนวโน้มให้ค่าน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินสูงกว่าตำรับทดลองอื่น (ภาพที่ 33)



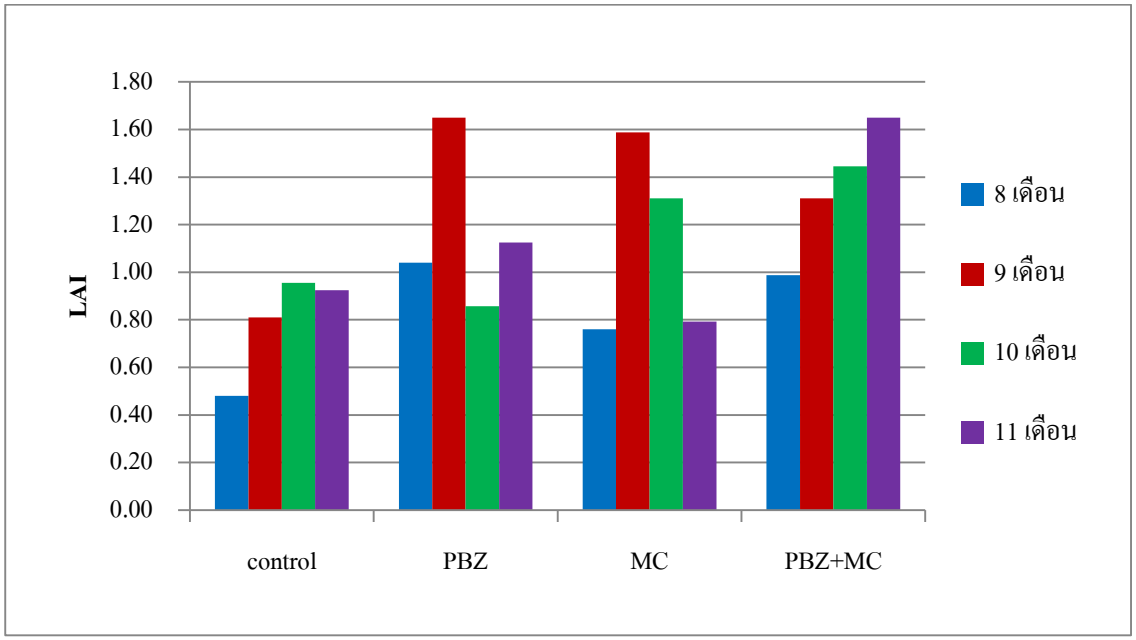
ภาพที่ 33 อิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโตและช่วงเวลาการเก็บผลผลิตต่อน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน (กรัมต่อต้น) ของมันสำปะหลัง

4.3.4 ดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf area index; LAI)

จากผลการศึกษาในตารางที่ 20 แสดงค่าดัชนีพื้นที่ใบของมันสำปะหลังที่ในตำรับทดลองที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโตเปรียบเทียบกับตับทดลองควบคุม พบว่าตำรับทดลองที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโตจะให้ค่าดัชนีพื้นที่ใบของพืชต่ำกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใส่ PBZ+MC จะให้ค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงสุดที่ 1.226 และการใส่ PBZ จะให้ค่าดัชนีพื้นที่ใบที่ 1.168ตำรับทดลองควบคุมจะให้ค่าดัชนีพื้นที่ใบต่ำสุดที่ 0.792 และในการเก็บผลผลิตมันสำปะหลังตามอายุที่กำหนดพบว่าให้ค่าดัชนีพื้นที่ใบของพืชแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเก็บผลผลิตมันสำปะหลังที่อายุ 9 เดือน จะให้ค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงสุดที่ 1.34 การเก็บผลผลิตมันสำปะหลังที่อายุ 8 เดือน จะให้ค่าดัชนีพื้นที่ใบต่ำสุดที่ 0.81

Mahasarakham University

จากการศึกษาถึงอิทธิพลร่วมของชนิดสารควบคุมการเจริญเติบโต และช่วงเวลาการเก็บผลผลิตของมันสำปะหลังพบว่าให้ค่าดัชนีพื้นที่ใบไม่แตกต่างกันในทางสถิติ การเก็บผลผลิตในตำรับทดลองควบคุมที่อายุ 10 เดือน มีแนวโน้มให้ค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงสุด การเก็บผลผลิตในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ และ MC ที่อายุ 9 เดือน มีแนวโน้มจะให้ค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงสุด และในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ+MC ที่อายุ 11 เดือนจะมีแนวโน้มให้ค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงสุด และเมื่อเปรียบเทียบทุกตำรับทดลอง พบว่า การเก็บผลผลิตมันสำปะหลังที่อายุ 9 เดือน ในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ และ MC และการเก็บผลผลิตที่อายุ 11 เดือน ในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ + MC จะมีแนวโน้มให้ค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงสุด (ภาพที่ 34)



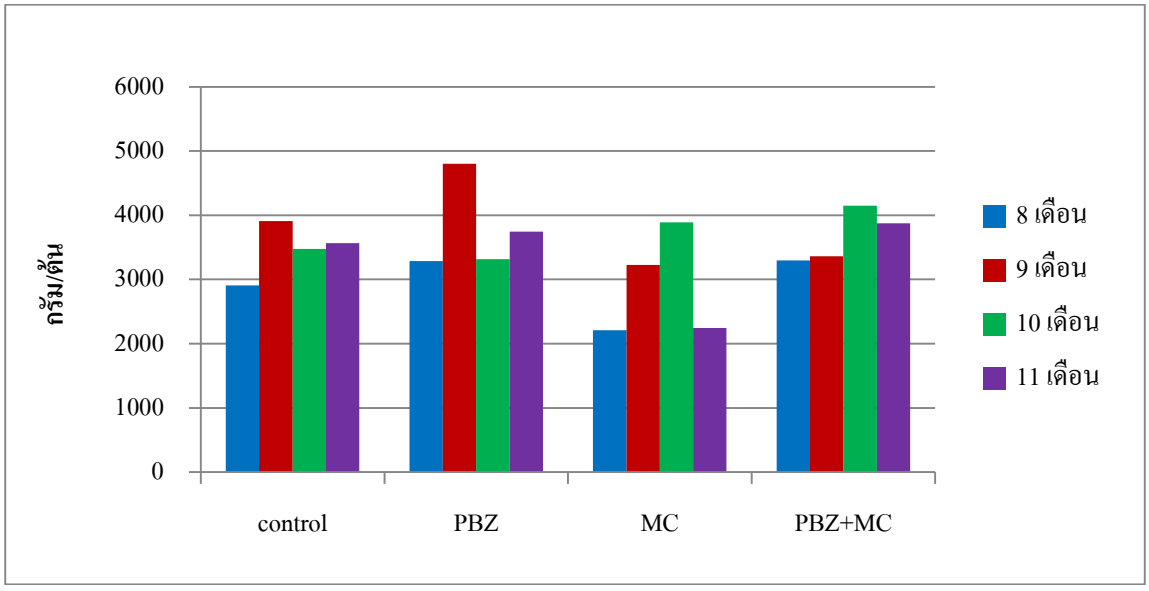
ภาพที่ 34 อิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโตและช่วงเวลาการเก็บผลผลิตต่อค่าดัชนีพื้นที่ใบของมันสำปะหลัง

4.3.5 น้ำหนักหัวสด (Tuber fresh weight)

ผลการศึกษาในตารางที่ 21 พบว่า น้ำหนักหัวสดมันสำปะหลังในตำรับทดลองที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต PBZ, MC และ PBZ+MC และตำรับทดลองควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ให้ค่าน้ำหนักหัวสดสูงสุดที่ 3693 กรัมต่อต้นและตำรับทดลองที่ใส่ MC ให้ค่าน้ำหนักสดต่ำสุดที่ 2892.2 กรัมต่อต้น และการเก็บผลผลิตมันสำปะหลังที่อายุแตกต่างกันให้ผลผลิตต่างกัน การเก็บผลผลิตที่อายุ 9 เดือน จะให้ผลผลิตน้ำหนักหัวสดสูงสุดที่ 3835 กรัมต่อต้น สูงกว่าการเก็บผลผลิตในช่วงเวลาอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเก็บผลผลิตที่อายุ

Mahasarakham University

10, 11 และ 8 เดือน จะให้ผลผลิตน้ำหนักหัวสดที่ 3707.5, 3158.1 และ 2912.2 กรัมต่อต้น ตามลำดับ และการเก็บผลผลิตของมันสำปะหลังตามอายุที่กำหนดในตำรับทดลองที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต PBZ, MC และ PBZ+MC และตำรับทดลองควบคุมให้ค่าน้ำหนักหัวสดไม่แตกต่างกันในทางสถิติ พบว่า ในตำรับทดลองควบคุมและในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ การเก็บผลผลิตมันสำปะหลังที่อายุ 9 เดือนจะให้ผลผลิตสูงสุดและการเก็บผลผลิตในตำรับทดลองที่ใส่ MC และ PBZ+MC ที่อายุ 10 เดือนจะให้ผลผลิตสูงสุด จากภาพที่ 35 พบว่า อิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโต PBZ และช่วงเวลาการเก็บผลผลิตมีแนวโน้มให้ผลผลิตน้ำหนักหัวสดมันสำปะหลังสูงสุด



ภาพที่ 35 อิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโตและช่วงเวลาการเก็บผลผลิตต่อน้ำหนักหัวสด (กรัมต่อต้น) ของมันสำปะหลัง

4.3.6 น้ำหนักแห้งหัว (tuber dry weight)

จากการศึกษา พบว่าน้ำหนักแห้งหัวมันสำปะหลังในตำรับทดลองที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต PBZ, MC และ PBZ+MC และตำรับทดลองควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ให้ค่าน้ำหนักแห้งหัวสูงสุดที่ 1303.7 กรัมต่อต้นและตำรับทดลองที่ใส่ MC ให้ค่าน้ำหนักแห้งหัวต่ำสุดที่ 977.8 กรัมต่อต้น และการเก็บผลผลิตมันสำปะหลังที่อายุแตกต่างกันให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งหัวแตกต่างกัน การเก็บผลผลิตที่อายุ 9 เดือน จะให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งหัวสูงสุดที่ 1336.8 กรัมต่อต้น สูงกว่าการเก็บผลผลิตในช่วงเวลาอื่นอย่างมีนัยสำคัญทาง

Mahasarakham University

สถิติ การเก็บผลผลิตที่อายุ 8, 10 และ 11 เดือน จะให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งหัวที่ 1031.6, 1157.9 และ 1226.6 กรัมต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 21)

และการเก็บผลผลิตของมันสำปะหลังตามอายุที่กำหนดในตำรับทดลองที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต PBZ, MC และ PBZ+MC และตำรับทดลองควบคุม พบว่าในตำรับทดลองควบคุมการเก็บผลผลิตมันสำปะหลังที่อายุ 11 เดือนจะให้ผลผลิตสูงสุด ในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ การเก็บผลผลิตมันสำปะหลังที่อายุ 9 เดือนจะให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งหัวสูงสุดและการเก็บผลผลิตในตำรับทดลองที่ใส่ MC ที่อายุ 10 เดือนจะให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งหัวสูงสุดและการใส่ PBZ+MC การเก็บผลผลิตมันสำปะหลังที่อายุ 11 เดือนจะให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งหัวสูงสุด จากภาพที่ 36 พบว่าอิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโต และช่วงเวลาการเก็บผลผลิตน้ำหนักแห้งหัวมันสำปะหลังไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยการเก็บผลผลิตมันสำปะหลังในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่อายุ 9 เดือนมีแนวโน้มให้ค่าน้ำหนักแห้งหัวสูงสุด

Mahasarakham University

ตารางที่ 21 ผลของชนิดสารควบคุมการเจริญเติบโตและช่วงเวลาการเก็บผลผลิตของมันสำปะหลังต่อการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักหัวสด (tuber fresh weight; กรัมต่อต้น) น้ำหนักแห้งหัว (tuber dry weight; กรัมต่อต้น) และปริมาณแป้งในหัวสด (% starch contents)

ตำรับทดลอง	น้ำหนักหัวสด (กรัมต่อต้น)	น้ำหนักแห้งหัว (กรัมต่อต้น)	ปริมาณแป้งในหัวสด (%)
ระดับความเข้มข้น (A)			
control	3474.0 ab	1258.1 a	26.43 a
PBZ	3693.0 a	1303.7 a	24.63 b
MC	2892.2 b	977.8 b	26.19 ab
PBZ+MC	3553.7 a	1213.3 ab	27.73 a
F-test	*	*	*
ช่วงอายุในการเก็บเกี่ยว (B)			
8 months	2912.2 c	1031.6 b	31.40 a
9 months	3835.0 a	1336.8 a	26.83 b
10 months	3707.5 ab	1157.9 ab	20.30 c
11 months	3158.1 bc	1226.6 ab	26.45 b
F-test	*	*	**
AXB			
F-test	ns	ns	**
CV (%)	25.71	29.42	9.55

*, ** indicate significant at P$\leq$ 0.05, 0.01 and ns not significant.

Means within a column followed by the same letters are significantly different.

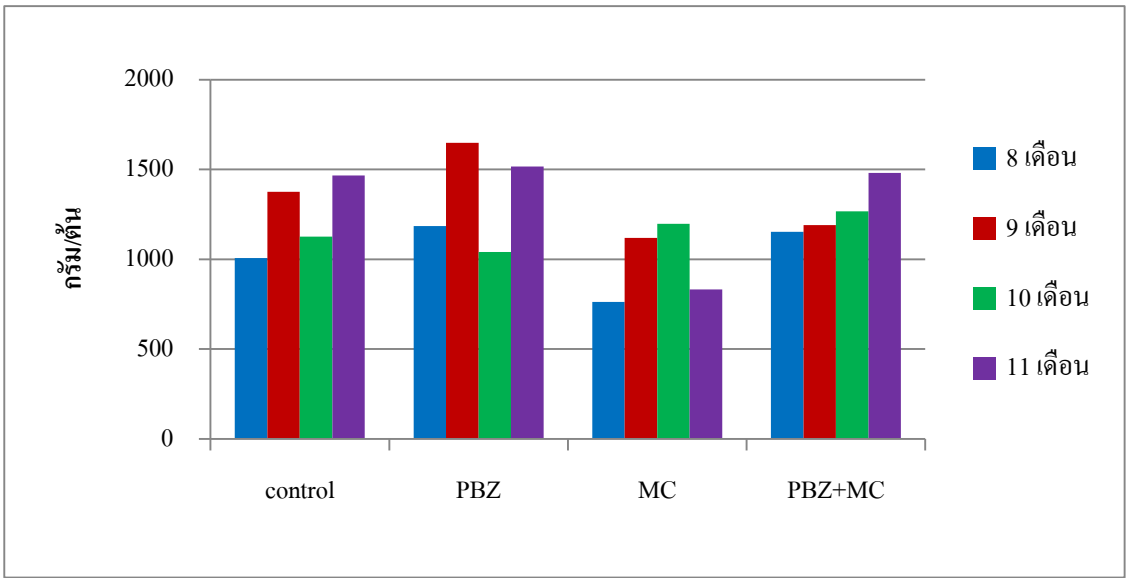
PBZ= paclobutrazol, MC= mepiquat chloride

4.3.7 ปริมาณแป้งในหัวสด (Starch content (%))

จากตารางที่ 21 ได้แสดงปริมาณแป้งในหัวสดของมันสำปะหลังในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ, MC และ PBZ+MC เปรียบเทียบกับตำรับทดลองควบคุม พบว่า การใส่ PBZ+MC จะให้ค่าปริมาณแป้งในหัวสดของมันสำปะหลังสูงสุดที่ 27.73% สูงกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและตำรับทดลองที่ใส่ PBZ, MC และตำรับทดลองควบคุมจะให้ค่าปริมาณแป้งในหัวสดของมันสำปะหลังที่ 24.63%, 26.19 และ 26.43 % ตามลำดับ และการเก็บผลผลิตมันสำปะหลังที่อายุ

Mahasarakham University

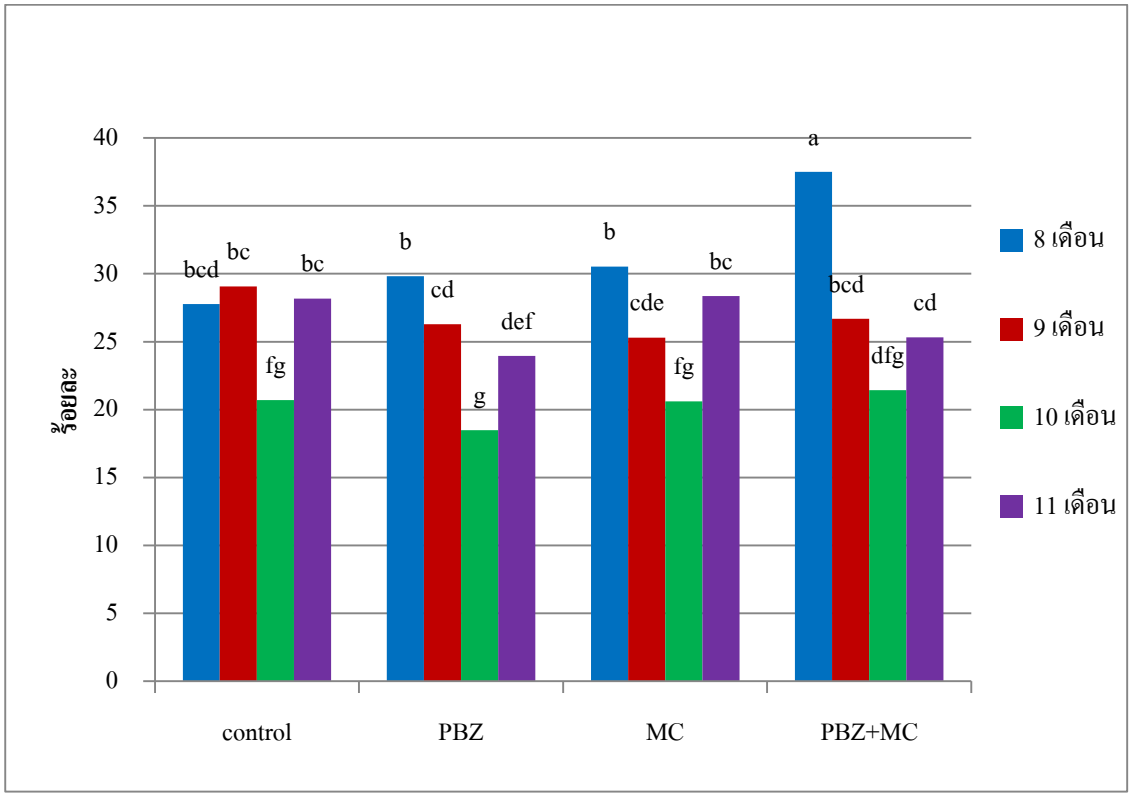
ต่างกันจะให้ค่าปริมาณแป้งในหัวสดแตกต่างกัน การเก็บผลผลิตที่อายุ 8 เดือน จะให้ค่าปริมาณแป้งในหัวสดสูงสุดที่ 31.40% สูงกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเก็บผลผลิตที่อายุ 9 เดือนจะให้ค่าปริมาณแป้งในหัวสดที่ 26.83 % การเก็บผลผลิตที่อายุ 10 เดือนจะให้ค่าปริมาณแป้งในหัวสดต่ำสุดที่ 20.30 %



ภาพที่ 36 อิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโตและช่วงเวลาการเก็บผลผลิตต่อน้ำหนักแห้งหัว (กรัมต่อต้น) ของมันสำปะหลัง

การเก็บผลผลิตมันสำปะหลังที่ช่วงอายุกำหนดในตำรับทดลองที่ใส่สารควบคุมการเจริญ เติบโต พบว่า ให้ค่าปริมาณแป้งในหัวมันสดแตกต่างกันอย่างมีนัย สำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 37) การเก็บผลผลิตมันสำปะหลังในตำรับทดลองควบคุมที่อายุ 9 เดือน จะให้ค่าปริมาณแป้งในหัวสดสูงสุด ในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ การเก็บผลผลิตที่อายุ 8 เดือนให้ค่าปริมาณแป้งในหัวสดสูงสุด รองลงมาคือการเก็บผลผลิตที่อายุ 9 เดือน ในตำรับทดลองที่ใส่ MC การเก็บผลผลิตที่อายุ 8 เดือนให้ค่าปริมาณแป้งในหัวสดสูงสุด รองลงมาคือการเก็บผลผลิตที่อายุ 11 เดือน และในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ+MC การเก็บผลผลิตที่อายุ 8 เดือนให้ค่าปริมาณแป้งในหัวสดสูงสุด รองลงมาคือการเก็บผลผลิตที่อายุ 9 เดือน โดยการเก็บผลผลิตที่อายุ 8 เดือนในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ+MC ให้ค่าปริมาณแป้งในหัวสดสูงกว่าตำรับทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Mahasarakham University



ภาพที่ 37 อิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโตและช่วงเวลาการเก็บผลผลิตต่อปริมาณแป้งในหัวสด (%) ของมันสำปะหลัง

Mahasarakham University

บทที่ 5

การอภิปรายผลการศึกษา

จากการศึกษาอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีผลต่อผลผลิตและคุณภาพของมันสำปะหลัง พบว่า

การเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลัง

การใส่ MC และ PBZ ในระดับความเข้มข้นต่างๆและการใส่ PBZ ที่ช่วงเวลาหลังปลูก 90 และ 150 วัน มีผลยับยั้งความสูงของมันสำปะหลังต่ำกว่าตำรับทดลองควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตั้งแต่อายุ 200 วันหลังปลูก และยับยั้งความสูงมันสำปะหลังต่ำสุดที่อายุการเก็บเกี่ยว 9 เดือน (ตารางที่ 1,11,20) และอิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโตทั้งสองชนิดในทุกตำรับทดลอง มีแนวโน้มยับยั้งความสูงมันสำปะหลังต่ำกว่าตำรับทดลองควบคุมตั้งแต่อายุ 240 วันหลังปลูกเป็นต้นไป (ภาพที่ 2 (C))

การใส่ MC และ PBZ ซึ่งเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่ม Triazole การใส่ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันจะมีผลยับยั้งความสูงของมันสำปะหลังแตกต่างกันและจากผลการศึกษาสอดคล้องกับรายงานของ Gomathinayagam et al. (2007) และอีกหลายงานทดลอง ที่พบว่าสารควบคุมการเจริญเติบโตพวก Triazole มีผลทำให้การเจริญเติบโตส่วนเหนือดินของพืชลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับ control โดยเฉพาะทางด้านความสูงของต้น ความยาวของข้อ จำนวนใบและพื้นที่ใบ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากอิทธิพลของ Triazole ที่มีผลยับยั้งการสังเคราะห์ฮอร์โมน gibberellins (GA) ที่ควบคุมการการแบ่งเซลล์และการยืดยาวของข้อปล้องที่ meristematic cell (Taize and Zeinger, 2002) อิทธิพลของ Triazole ที่มีผลยับยั้งการสังเคราะห์ GA มีการศึกษาพบในพืชพวก Cuberbita maxima (Isumi et al., 1987)

อิทธิพลของ Triazole ในแง่ของ การยับยั้งการยืดยาวของเซลล์แสดงให้เห็นจากการทดลอง การให้ brassinozole ซึ่งเป็นสารประกอบพวก Triazole ชนิดหนึ่งกับ Arabidopsis และพบว่า brassinozole มีผลทำให้เซลล์ขยายขนาดขึ้นและความยาวของเซลล์ลดลง เมื่อเทียบกับ Arabidopsis ที่ไม่ได้รับ brassinozole (Asami et al., 2000) นอกจากนี้ Triazole ยังทำให้จำนวนเซลล์ ความยาว และความกว้างของ xylem cells ลดลง (Fletcher et al., 2000) ซึ่งอาจส่งผลให้ความสูงของพืชลดลง รวมทั้งการสร้างใบใหม่ในมันสำปะหลัง การลดลงของพื้นที่ใบยังอาจเป็นผลมาจาก อิทธิพลของ Triazole ในแง่ของการกระตุ้นระดับ ABA ในต้นพืชให้สูงขึ้น (Asami et al., 2000) ซึ่ง ABA มีผลยับยั้งการสังเคราะห์ GA (Taize and Zeiger, 2002) จึงส่งผลให้ความสูงและการยืดยาวของข้อลดลง

Mahasarakham University

รวมทั้ง การแบ่งเซลล์และการขยายขนาดของเซลล์โดยอิทธิพลของ GA ลดลง และส่งผลต่อการสะสมน้ำหนักแห้งทำให้ น้ำหนักแห้งและน้ำหนักสดลดลง ดังนั้น Triazole จึงมีผลยับยั้งการเจริญของส่วนเหนือดินของพืช

และการศึกษาของ Gomathinayagam et al. (2007) ที่ใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตพวก Triazole คือ triadimefon (TDM) และ hexaconazole (HEX) ในการปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ H-226 และให้สารละลาย TDM ความเข้มข้น 20 ppm และ HEX ความเข็มข้น 15 ppm พร้อมกับการให้น้ำที่อายุ 25, 45, 65 และ 100 วันหลังปลูก เปรียบเทียบกับมันสำปะหลังที่ให้น้ำเพียงอย่างเดียวเป็นชุดควบคุม (control) พบว่าทั้ง TDM และ HEX มีผลทำให้การเจริญเติบโตส่วนเหนือดินของพืชลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับ control ความสูงของมันสำปะหลังในช่วงอายุ 150 ถึง 240 วันจะต่ำกว่า (control) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการได้รับ TDM ทำให้ความสูงของมันสำปะหลังต่ำกว่าการได้รับ HEX นอกจากนี้ความยาวของข้อเมื่อได้รับ TDM และ HEX จะมีความยาวของข้อลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับ control และความยาวของข้อจะลดลงเรื่อย ๆ และมากที่สุดที่อายุ 240 วัน

และจากผลการศึกษาการใส่ MC ที่ระดับความเข้มข้น 10 และ 20 ppm มีแนวโน้มให้ค่าน้ำหนักสดส่วนเหนือดินสูงกว่าตำรับทดลองควบคุม (ตารางที่ 2) การใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน มีผลทำให้น้ำหนักสดส่วนเหนือดินทั้งใบและต้นของมันสำปะหลังที่ช่วงอายุการเก็บเกี่ยว 120-240 วันหลังปลูกสูงกว่าตำรับทดลองควบคุม และการใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ให้ค่าน้ำหนักสดส่วนเหนือดินต่ำกว่าตำรับทดลองควบคุมในช่วงอายุ 280 และ 320 วันหลังปลูก (ตารางที่ 2) และอิทธิพลร่วมของการใส่ MC และ PBZ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆมีแนวโน้มให้ค่าน้ำหนักสดส่วนเหนือดินทั้งใบและต้นสูงกว่าตำรับทดลองควบคุม เป็นไปในทำนองเดียวกันกับน้ำหนักสดและแห้งส่วนเหนือดินในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ และ PBZ+MC ในการศึกษาการใส่สารควบคุมการเจริญเติบโตแต่ละชนิดและช่วงเวลาการเก็บผลผลิตตามเวลาที่กำหนดให้ค่าไม่แตกต่างกับตำรับทดลองควบคุม (ตารางที่ 20) สอดคล้องกับค่าน้ำหนักสดและแห้ง รวมของมันสำปะหลังในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ในระดับความเข้มข้นต่างกันที่ช่วงเวลาการใส่แตกต่างกันสูงกว่าตำรับทดลองควบคุมและจะมีแนวโนเทมให้ค่าตำกว่าตำรับทดลองที่อาหยุ 280 วันหลังปลูก (ตารางที่ 15, 16)

จากผลการศึกษาพบว่าการใส่ MC และ PBZ ส่งผลยับยั้งการเจริญเติบโตด้านความสูงแต่ไม่ส่งผลต่อค่าน้ำหนักสดส่วนเหนือดิน ยกเว้นการใส่ PBZ ที่ส่งผลต่อน้ำหนักสดส่วนเหนือดินที่อายุการเก็บเกี่ยว 280 วันเป็นต้นไป ซึ่งเป็นทำนองเดี่ยวกันกับการศึกษาของ Gomathinayagam et al. (2007) ที่ใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตพวก Triazole คือ triadimefon (TDM) และ hexaconazole (HEX) ในการปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ H-226 พบว่า น้ำนักแห้งและน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นตามอายุของพืชทั้งใน control และ พืชที่ได้รับ Triazole ทำให้น้ำหนักสดของลำต้นเพิ่มขึ้นที่ช่วงการเจริญเติบโต 90 และ 150 วัน แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพืชมีอายุ 150 จนถึงเก็บเกี่ยว กลับพบว่า Triazole ทำให้ น้ำหนักสด

Mahasarakham University

ของลำต้นลดลง โดยการให้ HEX และ TDM มี น้ำหนักสดของลำต้นและใบต่ำกว่า control กล่าวคือ มีน้ำหนักสดลำต้นและใบต่ำกว่า control 11%, 24% ในกรณีได้รับ HEX และ 7% และ 21% ในกรณีได้รับ TDM ที่อายุ 240 วันตามลำดับ และทำนองเดียวกันกับในน้ำหนักแห้งของลำต้นและใบ โดยพบว่าการให้ Triazole จะมีน้ำหนักแห้งต้นต่ำกว่า control ตั้งแต่พืชอายุ 90 วันจนถึงเก็บเกี่ยว และมีอิทธิพลตั้งแต่พืชอายุ 150 วัน

ผลของชนิด ระดับความเข้มข้นและอิทธิพลร่วมของ MC และ PBZ ส่งผลต่อจำนวนหัวต่อต้นและน้ำหนักหัวต่อต้นของมันสำปะหลังในการเก็บผลผลิตที่ 240, 280 และ 320 วันหลังปลูก การใส่ MC ในระดับความเข้มข้นต่างๆเพิ่มจำนวนหัวต่อต้น(ตารางที่ 3)ส่งผลต่อน้ำหนักหัวสดต่อต้น (ตารางที่ 4)และอัตราการเจริญเติบโตของราก (ตารางที่ 6) และอัตราการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง (ตารางที่ 5) เป็นไปทำนองเดียวกันกับการใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในการเก็บผลผลิตที่อายุ 240 วันหลังปลูก (ตารางที่ 3) และผลของช่วงเวลาการใส่ร่วมกับระดับความเข้มข้นของ PBZ ในตารางที่ 12 ส่งผลต่อการเพิ่มน้ำหนักหัวสดของมันสำปะหลัง(ตารางที่ 4, 13) และอัตราการเจริญเติบโตของราก(ตารางที่ 6,19)และอัตราการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง(ตารางที่ 5,18) ผลของระดับความเข้มข้นและอิทธิพลร่วมของ MC และ PBZ ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลังในการเก็บผลผลิตที่ 240, 280 และ 320 วันหลังปลูก ส่งผลต่อดัชนีเก็บเกี่ยวสูงกว่าช่วงอายุ 120-200 วันหลังปลูก (ตารางที่ 7)

องค์ประกอบของผลผลิตที่มีบทบาทสำคัญในการเพิ่มผลผลิตของมันสำปะหลัง คือ จำนวนรากหรือหัว (root number) และขนาดของราก (root size) จากการศึกษาของ Aina et al. (2107) ที่ชี้ให้เห็นว่า จำนวนรากหรือจำนวนหัว มีผลต่อผลผลิตหัวสดมันสำปะหลังถึง 65% ในขณะที่หัวขนาดใหญ่ (large size root) มีผลต่อผลผลิต 27% ส่วนหัวที่มีขนาดเล็ก (small size root) ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 45% การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต เพื่อเพิ่มปริมาณรากให้เปลี่ยนเป็นรากสะสมอาหารจึงมีความสำคัญ ทั้งนี้เพราะโดยปกติท่อนพันธุ์จะสร้างรากฝอยที่เกิดจากรอยแผลที่โคนของท่อนปลูกมากกว่า 50 ราก และการที่รากฝอยจะพัฒนาเป็นหัวสะสมแป้งเป็นจำนวนมากน้อยขึ้นอยู่กับการเคลื่อนย้ายน้ำตาลและสภาพแวดล้อม (โอภาษ บุญเส็ง, 2551)

อิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อผลผลิต ในแง่น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งหัวมันสำปะหลัง พบว่า การได้รับTriazole ทำให้น้ำหนักหัวสดและน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับ control และจะเพิ่มขึ้นมากที่ระยะเก็บเกี่ยว โดยพบว่า TDM ทำให้น้ำหัวสดและแห้งเพิ่มขึ้นมากกว่า HEX กล่าวคือ TDM และ HEX ทำให้น้ำหนักหัวสดเพิ่มขึ้น 32% และ 31% เมื่อเปรียบเทียบกับ control ตามลำดับในขณะที่ TDM และ HEX ทำให้น้ำหนักหัวแห้งเพิ่มขึ้น 34% และ 31% เมื่อเปรียบเทียบกับ control ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้สารCPPU (N-(2-chloro-4-pyridyl)-N'- urea และสาร paclobutrazol (PP333) มีผลทำให้มันสำปะหลังมีผลผลิตเพิ่มขึ้นสูงกว่ามัน

Mahasarakham University

สำปะหลังที่ไม่ได้รับสารโดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้สาร CPPU ที่ฉีดสเปร์ยพร้อมการให้น้ำในพันธ์ Nanzhi199 สามารถทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 105.22 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับการให้ PP333 ทางใบแก่มันสำปะหลังพันธุ์ Nanzhi199สามารถทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นสูงกว่าไม่ใช้สารเท่ากับ 7.2 เปอร์เซ็นต์ (Quing-song and Xiao-hui, 2011)

ผลผลิตของพืชหัวที่เพิ่มขึ้นเมื่อได้รับ Triazole อาจเป็นผลมาจาก Triazole มีผลในการเพิ่มปริมาณ cytokinin ในต้นพืช (Porlingis and Petridou, 1996) โดย cytokinin มีผลทำให้เนื้อเยื่อเจริญมีการแบ่งเซลล์เพิ่มมากขึ้น (Taize and Zieger, 2102) และมีบทบาทสำคัญในการกำหนด sink strength (ความสามารถในการควบคุมปริมาณ carbohydrate ที่จะถูกนำเข้ามาสะสมไว้ใน sink และความสามารถในการควบคุมการส่งออก carbohydrate จาก sink) โดย cytokinin จะกระตุ้นให้มีการสร้าง extracellular invertase enzyme ซึ่งจะนำ น้ำตาลไปสะสมไว้ที่ sink มากขึ้น ในขณะเดียวกัน invertase ที่ถูกกระตุ้นโดย cytokinin ยังมีผลต่อการเพิ่มขนาดของ sink โดยทำให้มีการขยายขนาดเพิ่มขึ้น (sink size) เนื่องจากการแบ่งเซลล์ของ sink โดย sucrose signaling จากกิจกรรมของ invertase enzymes (Roitsch and Ehne, 2000)

จากการทดลองของ Gomathinayagam et al. (2007) ชี้ให้เห็นว่า TDM และ HEX มีผลทำให้ใบและหัวมันสำปะหลังมีปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้น โดยปริมาณน้ำตาลจะเพิ่มสูงที่ระยะ 180 วันหลังปลูกและคงที่จนถึงระยะเก็บเกี่ยว 240 วันหลังปลูก โดย TDM ทำให้ปริมาณน้ำตาลในใบและหัวสูงขึ้นจาก control ถึง 110% ปริมาณน้ำตาลที่เพิ่มขึ้นเป็นผลมาจากการที่ทั้ง TDM และ HEX มีผลทำให้ กิจกรรมของเอ็นไซม์ที่เปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาล (invertase enzyme) เพิ่มสูงขึ้นถึง 135% ในใบและ ประมาณ 130% ในหัวมันสำปะหลัง เมื่อมันสำปะหลังได้รับ TDM และมีผลต่อการเพิ่มกิจกรรมของเอ็นไซม์ที่ทำหน้าที่สังเคราะห์ sucrose (sucrose synthase) โดยเพิ่มขึ้นถึง 150% ที่ระยะเก็บเกี่ยว ซึ่ง enzymes เหล่านี้เป็นผลมาจากการเพิ่มปริมาณ cytokinin ในต้นพืชดังที่กล่าวข้างต้น และทำให้เกิดการ partition สารที่ได้จากการสังเคราะห์แสง (assimilates) ไปสู่หัวมากขึ้น ส่งผลให้สามารถเพิ่มผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ได้ (Fletcher et al., 2000) โดยความสามารถในการ partition สารที่ได้จากการสังเคราะห์แสง (assimilates) ไปสู่หัวเกิดจากความต้องการ assimilates หรือ sink strength ที่สูงของส่วนหัวมากกว่าส่วนเหนือดิน ดังจะเห็นได้จากการเจริญเติบโตของส่วนเหนือดินที่ลดลงมากใน TDM ทำให้น้ำหนักแห้งและน้ำหนักสดของหัวเพิ่มมากขึ้น

คุณภาพผลผลิตของมันสำปะหลัง

จากการศึกษาอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช MC และ PBZ พบว่ามีผลต่อการยับยั้งความสูง และส่งผลต่อการยับยั้งการเจริญของส่วนเหนือดินและคุณภาพของหัวมันสำปะหลัง โดยคุณสมบัติของสารยับยั้งการเจริญเติบโตจะทำให้ปริมาณน้ำตาลหรือการเคลื่อนย้ายแป้งลงสู่หัวเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับ Quing-Song และ Xiao-Hui (2011) ที่ศึกษาการใช้สาร CPPU

Mahasarakham University

(N-(2-chloro-4-pyridyl)-N'-urea และสารpaclobutrazol (PP333) มีผลต่อการเพิ่มปริมาณแป้งทั้งนี้อาจเป็นเพราะสารควบคุมการเจริญเติบโตทั้งสองชนิดมีผลต่อการสร้างสาร secondary metabolite ซึ่งจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าค่าปริมาณแป้งในหัวสด (starch content) เพิ่มขึ้นซึ่งสัมพันธ์กับการใช้สารทั้งสองชนิด ซึ่งแป้งมันสำปะหลังมีองค์ประกอบของอะมิโลสและอะมิโลเพคตินโดยปริมาณของอะมิโลสและอะมิโลเพคตินเป็นตัวชี้วัดคุณภาพของแป้งปริมาณของอะมิโลสจะชี้ให้เห็นถึงค่าปริมาณอะมิโลเพคตินซึ่งมีผลต่อค่าการเปลี่ยนแปลงของลักษณะทางเคมี ซึ่งส่งสอดคล้องกับบทบาทสำคัญในการกำหนด sink strength หรือการควบคุมปริมาณคาร์โบไฮเดรทที่ถูกนำเข้ามาสะสมไว้ในแหล่งเก็บ (Roitsch and Ehne, 2000) อย่างไรก็ตามการใช้สารยับยั้งการเจริญเติบโต MC และ PBZ มีผลค่าของคุณภาพแป้งที่สำคัญ เช่น ค่า pasting temperature, peak viscosity, trough viscosity, breakdown viscosity และ setback viscosity ที่แตกต่างกัน จากการศึกษาดูคุณสมบัติดังกล่าวนี้สามารถใช้เป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมอาหารทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ เช่นค่า peak viscosity สูงและค่า setback viscosity ต่ำจะเป็นประโยชน์ต่ออาหารที่มีลักษณะเป็นครีมข้น หรือถ้าค่า peak viscosity ต่ำและค่า setback viscosity สูงจะเป็นประโยชน์ต่ออาหารที่มีลักษณะแข็งกรอบ ซึ่งค่า setback viscosity สูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับปริมาณและขนาดของอะมิโลสเป็นสำคัญ ถ้าแป้งมีปริมาณอะมิโลสสูงจะเกิดการคืนตัวเร็วเมื่อแป้งได้รับความเย็น (setback) (กล้าณรงค์ ศรีรอต และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ, 2543) จากโครงสร้างทางเคมีของสารทั้งสองชนิดมีความแตกต่างกันอาจส่งผลให้คุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ของแป้งแตกต่างไปจากเดิมในปริมาณสูงขึ้น ซึ่งจะมีความเหนียวเพิ่มขึ้นด้วย ทั้งนี้การเพิ่มขึ้นของปริมาณแป้งในหัวมันสำปะหลังภายหลังการใช้สารยับยั้งการเจริญเติบโตทั้งสองชนิดนั้น อาจส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของกิจกรรมของเอนไซม์ α-amylase ในระหว่างการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังได้ รวมทั้งพบว่าปริมาณมีแนวโน้มลดลงสัมพันธ์กับปริมาณอไมโลเพกตินสายสั้นเพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลต่อค่าความหนืด (peak viscosity) ที่เพิ่มสูงขึ้น (Jane et al, 1999 ; Danupol et al, 2013)

จากการศึกษาขั้นต้นสามารถแนะนำสู่การใช้ประโยชน์ในภาคอุตสาหกรรมอาหารที่ต้องการใช้แป้งมันสำปะหลังที่มีคุณสมบัติเฉพาะ ร่วมทั้งช่วยประหยัดต้นทุนในการแปรรูปมันสำปะหลังลงได้ด้วย

Mahasarakham University

บทที่ 6

สรุปผล และข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผล

6.1.1 การศึกษาที่ 1 ศึกษาชนิด ระดับความเข้มข้น และอิทธิพลร่วมของสารควบคุมการเจริญเติบโต (plant growth regulators) ที่มีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของผลผลิตของมันสำปะหลัง

จากการทดลอง พบว่า การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต mepiquat chloride (MC) และ paclobutrazol (PBZ) ยับยั้งความสูงของมันสำปะหลังตั้งแต่อายุ 240 วันหลังปลูกเป็นต้นไป และการใส่ MC ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm ให้จำนวนหัว 11.43 และ 10.31 หัวต่อต้น และน้ำหนักสดหัว 5804.2 และ 6807.5 กรัมต่อต้นที่ช่วงอายุ 240 และ 280 วันหลังปลูกตามลำดับ และเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของราก และอัตราการเจริญเติบโตมันสำปะหลังในช่วงอายุการเก็บผลผลิต 200-240และ 240-280 วันหลังปลูก ที่ 26.75, 22.94 และ 7.68, 6.23 กรัม/ตรม./วันตามลำดับ สูงกว่าตำรับทดลองอื่น และพบว่าการเก็บผลผลิตมันสำปะหลังในช่วงอายุ 240 และ 280 วัน ในตำรับทดลองที่ใส่ MC ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm จะให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวสูงสุดที่ 0.81 และ 0.73 ตามลำดับ และการเก็บผลผลิตที่อายุ 320 วันพบว่าตำรับทดลองที่ใส่ MC ที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm จะให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวสูงสุดที่ 0.81

การใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm ให้จำนวนหัว 11.00 และ 9.67 หัวต่อต้น และน้ำหนักสดหัว 5083.3, 6491.7 กรัมต่อต้นที่ช่วงอายุ 240 และ 280 วันหลังปลูกตามลำดับ และเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของราก และอัตราการเจริญเติบโตมันสำปะหลังในช่วงอายุการเก็บผลผลิต 200-240 และ 240-280 วันหลังปลูก ที่ 29.34, 21.30 และ 7.76, 9.16 กรัม/ตรม./วันตามลำดับ สูงกว่าตำรับทดลองอื่น และในการเก็บผลผลิตมันสำปะหลังที่ 320 วันตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ระดับความเข้มข้นต่างๆ จะให้ผลผลิตจำนวนหัวและน้ำหนักหัวสดไม่แตกต่างกันในทางสถิติ โดยการใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 30 ppm จะให้ปริมาณน้ำหนักสดรากสูงสุดที่ 8527.8 กรัมต่อต้นตามลำดับ และการเก็บผลผลิตที่อายุ 240 และ 320 วัน ตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 30 ppm ให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวสูงสุดที่ 0.79 และ 0.85 ตามลำดับและช่วงอายุ 280 วัน ตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm ให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวสูงสุดที่ 0.70

Mahasarakham University

และอิทธิพลร่วมของ MC และ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm จะให้น้ำหนักหัวสดสูงสุดที่อายุการเก็บผลผลิต 240 และ 280 วัน และให้อัตราการเจริญเติบโตของราก อัตราการเจริญเติบโตมันสำปะหลังที่ต่ำในช่วงการเจริญเติบโตด้านต้นและใบคือช่วงการเก็บผลผลิตที่ 120-160 วันและ 160-200 วัน และพบว่าค่าอัตราการเจริญเติบโตจะสูงในช่วงการสะสมแป้งของมันสำปะหลังที่ช่วงอายุ 200-240 วันและ 240–280 วัน หลังปลูก

ผลของระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต MC ส่งผลต่อปริมาณแป้งในหัวสดของมันสำปะหลังอายุเก็บเกี่ยว 280 วันหลังปลูก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใส่ MC ที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm. ให้ปริมาณแป้งในหัวสดสูงสุดที่ 23.44 % และตำรับทดลองควบคุมจะให้ปริมาณแป้งในหัวสดต่ำสุดที่ 20.91% และการใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ให้ปริมาณแป้งในหัวสดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm จะให้ปริมาณแป้งในหัวสุดสูงสุดที่ 23.60% และคุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ของแป้งมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ที่ได้รับอิทธิพลจากการใส่ MC ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ พบว่าการใส่ MC ที่ 20 ppm ให้ค่าการละลายของแป้ง 11.37 % ต่ำกว่าตำรับทดลองควบคุมที่ให้ค่าการละลายของแป้ง 12.87 % ใช้อุณหภูมิที่ทำให้แป้งเริ่มพองตัวสูงสุดที่ 76.08 °C สูงกว่าตำรับทดลองควบคุมที่ให้อุณหภูมิต่ำสุด 73.00 °C และให้แป้งที่มีความหนืดสูงสุดที่ 294.79 RVU สูงกว่าการใส่ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm ส่งผลต่อการให้ความหนืดต่ำสุดน้อยกว่าตำรับทดลองควบคุม และการใส่ MC ที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm ให้แป้งที่มีความหนืดสุดท้ายสูงกว่าตำรับทดลองที่ใส่ MC ในระดับความเข้มข้น 10 ppm แต่ต่ำกว่าตำรับทดลองควบคุม และ การใส่ MC ในระดับความเข้มข้นต่างๆ ให้ค่า breakdown สูงกว่าตำรับทดลองควบคุม ตำรับทดลองที่ได้รับ MC ที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm ให้แป้งที่มีค่า breakdown สูงสุดที่ 159.52 RVU และตำรับทดลองที่ได้รับ MC ที่ระดับความเข้มข้น 10 และ 20 ppm ให้แป้งที่มีค่า setback viscosity ต่ำกว่าแป้งที่ได้ในตำรับทดลองควบคุม การใส่ MC ที่ความเข้มข้น 10 ppm จะให้แป้งที่มีค่า setback viscosity ต่ำสุด

การใส่ PBZ ในระดับความเข้มข้นต่างๆ จะให้ค่าการละลายของแป้งสูงกว่าในตำรับทดลองควบคุม โดยการใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm จะให้ค่าการละลายของแป้งสูงสุดที่ 12.50 % และ จะใช้ค่าอุณหภูมิที่ทำให้แป้งเริ่มพองตัวต่ำสุดที่ 71.70 °C และตำรับทดลองควบคุมจะให้แป้งที่มีค่า ความหนืดสูงสุดที่ 312.8 RVU สูงกว่าตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้น 10, 20 และ 30 ppm ตามลำดับ ส่งผลต่อค่าความหนืดต่ำสุด ค่าความหนืดสุดท้าย ความหนืดเมื่อแป้งยุบตัวและความหนืดเมื่อแป้งคืนตัว ในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่ำกว่าตำรับทดลองควบคุม

Mahasarakham University

เปอร์เซ็นต์การละลายของแป้ง (solubility) มันสำปะหลังที่ได้รับอิทธิพลจากการใส่สารควบคุมการเจริญเติบโตทั้ง 2 ชนิด การใส่ MC 0 ppm ร่วมกับ PBZ 20 ppm ให้ค่าการละลายของแป้งสูงสุด และส่งผลให้ค่าอุณหภูมิที่ทำให้แป้งเริ่มพองตัวหรือเริ่มมีความหนืดของแป้งต่ำสุด อิทธิพลร่วมของ MC และ PBZ ไม่ส่งผลต่อค่าความหนืดสูงสุดของแป้งมันสำปะหลังโดยพบว่าการใส่ MC 0 ppm และ PBZ 20 ppm และ MC 10 และ 20 ppm ร่วมกับ PBZ 0 ppm จะให้ค่าความหนืดสูงสุดมากกว่าตำรับทดลองอื่น อิทธิพลของใส่ MC 20 ppm ร่วมกับ PBZ 30 ppm จะให้ค่าความหนืดต่ำสุดของแป้งต่ำสุด อิทธิพลของใส่ MC 0 ppm ร่วมกับ PBZ 10 ppm จะให้ค่าความหนืดสุดท้ายของแป้งสูงสุด ตำรับทดลองที่ได้รับ MC 0 ppm ร่วมกับ PBZ 20 ppm และ MC 10 ppm ร่วมกับ PBZ 0 ppm มีแนวโน้มให้ค่าความหนืดเมื่อแป้งยุบตัวสูงสุดและอิทธิพลของ MC 0 ppm ร่วมกับ PBZ 10 ppm ให้ค่าความหนืดเมื่อแป้งคืนตัวสูงสุด และตำรับทดลองที่ใส่ MC 20 ppm ร่วมกับ PBZ 30 ppm จะให้ค่าความหนืดเมื่อแป้งคืนตัวต่ำสุด

6.1.2 การศึกษาที่ 2 ศึกษาระดับความเข้มข้น และช่วงเวลาการใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต ที่มีผล ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลัง

ผลการทดลองพบว่า การใส่สาร PBZ เมื่อมันสำปะหลังอายุ 90 วันหลังปลูกยับยั้งความสูงของมันสำปะหลังทุกช่วงอายุอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่อายุ 280 วันหลังปลูก การใส่สาร PBZ ที่อายุ 90,150 และ 210 วัน ให้ความสูงของมัน 172.5, 185.6 และ 211.3 เซนติเมตร ตามลำดับ การใส่สาร PBZ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ทำให้ความสูงมันสำปะหลังมีค่าอยู่ระหว่าง 174.2 -179.2 เซนติเมตร และไม่พบปฏิสัมพันธุ์ระหว่างช่วงเวลาและอัตราสาร PBZ ต่อความสูงของมันสำปะหลังที่อายุ 280 วันหลังปลูก ไม่พบว่าช่วงเวลาการใส่สาร และอัตราการใส่สาร PBZ มีผลต่อดัชนีพื้นที่ใบโดยมีค่าอยู่ระหว่าง 3.3-3.8 แต่พบว่า การใส่สารที่อายุ 90 และ 150 วันหลังปลูกที่ระดับความเข้มข้นสูง 30 ppm ทำให้พื้นที่ใบต่ำสุด และการใส่สารที่อายุ 210 วัน ที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm ทำให้พื้นที่ใบต่ำสุด การใส่สารที่อายุ 90 วันหลังปลูกทำให้น้ำหนักแห้งรวมต่อต้น ต่ำสุดทุกช่วงอายุ โดยเฉพาะที่อายุ 200 และ 240 วันหลังปลูก โดยมีน้ำหนักแห้งทั้งหมดต่อต้น เป็น 1952.4 และ 1816.0 กรัมต่อต้น ตามลำดับ เปรียบเทียบกับน้ำหนักแห้งรวมต่อต้น เมื่อใส่สารที่ 210 วัน คือ 2310.8 และ 2357.9 กรัมต่อต้น ตามลำดับ การใส่สาร PBZ ที่อายุต่างๆไม่มีผลต่อจำนวนหัวต่อต้นที่อายุ 280 วันหลังปลูก โดยมีจำนวนหัวอยู่ระหว่าง 10-12 หัวต่อต้น ที่อายุ 280 วันหลังปลูก การใส่สาร PBZ อัตราต่างๆ ทำให้จำนวนหัวมันสำปะหลังต่อต้นเพิ่มสูงขึ้นจากกรรมวิธีควบคุม (9 หัวต่อต้น) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า 10, 11 และ 13 หัวต่อต้น เมื่อใส่สารที่ความเข้มข้น 10, 20 และ 30 ppm ตามลำดับ แต่ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใส่และอัตราสาร PBZ ต่อจำนวนหัวต่อต้น ที่อายุเก็บเกี่ยว 280 วัน น้ำหนักหัวสดมันสำปะหลังต่อต้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่า การใส่สารที่อายุ 90 และ 210 วัน ให้ผลผลิตหัวสดต่อต้นสูงสุดคือ 4572.9 และ 4964.6 กรัมต่อต้น

Mahasarakham University

ตามลำดับ ที่อายุ 280 วันหลังปลูก การใส่สารอัตรา 20 และ 30 ppm ทำให้น้ำหนักหัวสดต่อต้นสูงและไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ 4675.0 และ 5797.2 กรัมต่อต้น ตามลำดับ หรือเพิ่มขึ้น 34 และ 67 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม ตามลำดับ และไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างเวลาการใส่และอัตราการใส่สาร PBZ ต่อน้ำหนักหัวสดต่อต้น ที่อายุ 280 การใส่สารที่อายุ 150 วันหลังปลูกที่ความเข้มข้น 20 และ 30 ppm ให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวสูงกว่าการใส่สารที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm ที่ช่วง 240-280 วันหลังปลูก การใส่สารที่ 150 วันหลังปลูกให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด คือ 10.11 กรัม/ตรม./วัน ที่อายุ 280 วันหลังปลูก และพบว่าการใส่สารที่อายุ 90 วันหลังปลูก และที่ความเข้มข้น 20 และ30 ppm ให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่ากรรมวิธีควบคุม ที่ช่วงอายุ 200-240 และ 240-280 วันหลัง การใส่สารที่อายุ 210 วันหลังปลูก ที่ความเข้มข้น 30 ppm ให้ค่าอัตราการเจริญของรากสูงสุด การใส่สารที่อายุ 210 วันหลังปลูก ให้เปอร์เซ็นต์แป้งในหัวมันสำปะหลังสูงสุดคือ 21.1 เปอร์เซนต์ แต่ไม่พบว่าความเข้มข้นสาร และปฏิสัมพันธ์ของทั้งสองกรรมวิธีมีผลต่อเปอร์เซนต์แป้งในหัวมันสำปะหลัง โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 19.2-20.5 เปอร์เซนต์

6.1.3 การศึกษาที่ 3 ศึกษาระยะเวลาการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่ได้รับชนิดสารควบคุมการเจริญเติบโตที่ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันสำปะหลัง

จากการศึกษา พบว่าการเก็บผลผลิตมันสำประหลังในตำรับทดลองที่ใส่ PBZ จะให้ผลผลิตสูงสุดที่ 3693 และการเก็บผลผลิตที่อายุ 9 เดือน จะให้ผลผลิตสูงสุดที่ 3835 กรัมต่อต้น และอิทธิพลร่วมของการใส่ PBZ กับการเก็บผลผลิตที่อายุ 9 เดือน จะให้ผลผลิตสูงสุด และปริมาณแป้งในหัวสดในตำรับทดลองที่เก็บผลผลิตที่ 8 เดือน จะให้ปริมาณแป้งในหัวสดสูงสุดที่ 31.40% และตำรับทดลองที่ใส่ PBZ+MC กับการเก็บผลผลิตที่อายุ 8 เดือน มีปริมาณสูงสุด 31.40 % ตามลำดับ

6.2 ข้อเสนอแนะ

6.2.1 จากการศึกษาพบว่าควรทำการศึกษาถึงคุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ของแป้งทุกช่วงอายุในการเก็บผลผลิต เพื่อศึกษาถึงช่วงเวลาการเก็บผลผลิตที่ให้คุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ที่ดีที่สุดและเหมาะสมกับการใช้ประโยชน์ในแต่ละด้าน

6.2.2 ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงความเหมาะสมของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อมันสำปะหลังแต่ละพันธุ์เพื่อตอบสนองการใช้ประโยชน์ในแต่ละด้าน

6.2.3 ควรมีการศึกษาถึงการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตพืชไร่เศรษฐกิจอื่นๆ

Mahasarakham University

เอกสารอ้างอิง

Mahasarakham University

เอกสารอ้างอิง

กล้าณรงค์ ศรีรอต และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. (2543). *เทคโนโลยีของแป้ง*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จักรพงษ์ เจิมศิริ, สมภพ จงรวยทรัพย์, อนุชิต ทองกล่ำ, อนันต์ ทองภู และจินดารัตน์ ชื่นรุ่ง. (2549). "ผลการใช้สารปรับปรุงดินบางชนิดต่อสมบัติทางกายภาพของดินปลูกมันสำปะหลัง," ใน *เอกสารผลงานวิจัยมันสำปะหลัง ปี 2544-2546: ชุดโครงการวิจัยการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการใช้ประโยชน์มันสำปะหลัง*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร กองแผนงานและวิชาการ, หน้า 328-353.

จำลอง กกรัมย์, บุญเหลือ ศรีมุงคุณ, อำไพ ประเสริฐสุข และวงเดือน ประสมทอง. (2549). *การตอบสนองต่อปุ๋ยมูลไก่ของมันสำปะหลัง 4 พันธุ์ที่ปลูกในสภาพดินร่วนปนทราย*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร กองแผนงานและวิชาการ.

ชาญ ถิรพร และโชติ สิทธิบุศย์. (2537). "ดินและการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพในมันสำปะหลัง," ใน *เอกสารวิชาการ มันสำปะหลัง ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, หน้า 128-143.

โชติ สิทธิบุศย์, วิชัย นพอมรบดี, ประวัติ อุทโยภาศ, ชุมพล นาควิโรจน์ และ สนั่น รัตนานุกูล. (2519). "อิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตมันสำปะหลัง," *รายงานผลการทดลองและวิจัยประจำปี 2519*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร, หน้า 404-416.

โชติ สิทธิบุศย์, วิชัย นพอมรบดี, สนั่น รัตนานุกูล และ ชุมพล นาควิโรจน์. (2522). "อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและโพแทสเซียมที่มีต่อปริมาณแป้งและผลผลิตมันสำปะหลัง," *รายงานผลการทดลองและวิจัยประจำปี 2522*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร, หน้า 57-60.

โชติ สิทธิบุศย์, ชุมพล นาควิโรจน์ และ กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ. (2529). การปลูกพืชหมุนเวียนและการใช้ปุ๋ยเพื่อการผลิตมันสำปะหลังระยะยาว. ใน *เอกสารประชุมวิชาการครั้งที่ 4 เรื่อง "เราจะพัฒนาดินอีสานกันอย่างไร"*. สมาคมดินและปุ๋ยแห่งประเทศไทย ณ ห้องประชุมกรมวิชาการเกษตร บางเขน วันที่ 4 เมษายน 2529.

ดนัย ศุภหาร. (2537). "พฤกษศาตร์และพันธุ์ของมันสำปะหลัง," ใน *เอกสารวิชาการ มันสำปะหลัง ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, หน้า 14-30.

Mahasarakham University

มูลนิธิพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย. (2550). *การเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังพืชแห่งพลังงานทดแทน*. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.ku.ac.th/e-magazine/oct51/agri/agri2.htm [สืบค้นเมื่อ 9 มกราคม 2552].

ปิยะ ดวงพัตรา. (2537). "สารปรับปรุงดินทางกายภาพ," ใน *เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องสารปรับปรุงดินทางเกษตร ณ กรมวิชาการเกษตร 23 มีนาคม 2537*. กรุงเทพฯ: สมาคมดินและปุ๋ยแห่งประเทศไทย, หน้า. 1-29.

เพิ่มพูน กีรติกสิกร. (2527). *ดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย*. ขอนแก่น: คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ภูมิศักดิ์ อินทนนท์, มานัส ลอศิริกุล และประสิทธิ์ กาญจนา. (2542). การศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดในพื้นที่ดินทรายจัด. *เกษตรนเรศวร*. 4: 10-16.

สมเจตน์ จันทวัฒน์. (2537). *ทรัพยากรดินของประเทศไทย*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมพงษ์ กาทอง. (2537). การเขตกรรมมันสำปะหลัง. ใน *เอกสารวิชาการ มันสำปะหลัง*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร สถาบันวิจัยพืชไร่ ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง. หน้า 71-83.

สมลักษณ์ จูฑังคะ, อนุชิต ทองกล่ำ, อรรถพล บุญสิงห์ และ อิสรี เพาะปลูก. (2549). ความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับจำนวนประชากรต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตมันสำปะหลังในแหล่งปลูกภาคตะวันออก. ใน *เอกสารผลงานวิจัยมันสำปะหลัง ปี 2544-2546 ชุดโครงการวิจัยการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการใช้ประโยชน์มันสำปะหลัง*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร กองแผนงานและวิชาการ. หน้า 247-265.

สมสิทธิ์ จันทรักษ์, เมธี คำหุ่ง สุรนัย, รัมมะฉัตร และ สมใจ วีรวรรณ. (2548). ศึกษาการจัดการดินในการปลูกมันสำปะหลังโดยใช้ปุ๋ยพืชสด. ใน *เอกสารผลงานวิจัยมันสำปะหลัง ปี 2544-2546. ชุดโครงการวิจัยการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการใช้ประโยชน์มันสำปะหลัง*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร กองแผนงานและวิชาการ. หน้า 664-684.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2555). *ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร ปี 2555*. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ไสว พงษ์เก่า. (2534). *พืชเศรษฐกิจ*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แววตา วาสนานุกูล, สุภาพร จันรุ่งเรือง, ปรัชญา ธัญญาดี และปรีดี ดีรักษา. (2534). ปุ๋ยคอก. ใน *การปรับปรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ*. กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 85-95.

Mahasarakham University

อานนท์ มลิพันธ์, รัศมี มหาผล และ สมลักษณ์ จูฑังคะ. (2548). ความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และจำนวนประชากรต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตมันสำปะหลังในแหล่งปลูกภาคกลาง จังหวัดลพบุรี. ใน *เอกสารผลงานวิจัยมันสำปะหลัง ปี 2544-2546 ชุดโครงการวิจัยการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการใช้ประโยชน์มันสำปะหลัง*. กองแผนงานและวิชาการ กรมวิชาการ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 300-309.

โอภาษ บุญเสิ่ง. (2551). ปลูกมันสำปะหลังให้ได้ผลผลิตสูง...ควรทำอย่างไร. *เทคโนโลยีชาวบ้านมติชนบท* วันที่ 1 มีนาคม 2551.

Aina, O.O., Dixon, A.G.O. and Akininde, E.A. (2007). Genertic variability in cassava as it influences storage root yield in Nigeria. *Journal of biological Science*, 7, 765-770.

Alves, A.A.C. (2002). Cassava botany and physiology. In Hillock, R.J., Thresh, J.M. and A.C. Bellotti (eds.), *Cassava: Biology, Production and Utilization*. New York: CABI Publishing. p. 67–89.

Amanullah, M.M., Vaiyapuri, K., Sathyamoorthi, K., Pazhanivelan, S. and Alagesan, A. (2007). Nutrient uptake, tuber yield of cassava (*Manihot esculenta* Crantz.) and soil fertility as influenced by organic manures. *Journal of Agronomy*, 6, 183-187.

Asami, T., Min, Y.K., Nagata, N., Yamagishi, K., Takatsuto, S., Fujioka, S., Murofushi, N., Yamaguchi, I. and Yoshida, S. (2000). Characterization of brassinazole, a triazole-type brassinosteroid biosynthesis inhibitor. *Plant Physioly,* 123(1), 93–100; May.

Bottema, J.W.T. and Henry, G. (1990). History, current status and potential of cassava use in Asia. In: R. Howelered. *Cassava breeding, agronomy and utilization research in Asia.* pp.3-26. Bangkok: Thailand, CIAT.

Bruijn, G.H. and Guritno, B. (1975). *Farmers experimentation with cassava planting in Indonesia. CIAT (Centro International de Agricultura Tropical)*. Cassava production system. Centro International de Agriculture Tropical Annual Report.

Centro International de Agriculture Tropical (CIAT). (1988). *Cassava Program Annual Report for 1986*. Cali, Columbia: Centro International de Agriculture Tropical (CIAT).

Cock, J.H. (1982). Cassava: a basic energy source in the tropics. *Science*, 218, 755-762.

_____. (1985). Cassava: physiology basic. In Cock. J.H. and J.A. Reyes (eds.), *Cassava: Research Production and Utilization*. UNDP/CIAT, Cali, Columbia.

Mahasarakham University

Cuadrado, Y., Guerra, H., Martin, A.B., Gallego, P., Hitta, O. and Dorado, A. (2001). Differences in invertase activity in embryogenic and non embryogenic calli from *Medicago arborea*. *Plant Cell Tissues Organ Culture*, 67, 145-151.

Defloor, I., Swennen, R., Bokanga, M. and Delcour, J.A. (1998). Moisture stress during growth affects the breadmaking and gelatinization properties of cassava (*Manihot esculentas* Cranzt) flour. *Journal of Science, Food and Agriculture*, 76, 233-238.

El-Sharkawy, M.A., Cock, J.H., Lynam, J.K., Hernandez, A.D.P. and Cadavid, L.F. (1990). Relationship between biomass, root yield and single leaf photosynthesis in field grown cassava. *Field Crop Research*, 25, 183-201.

Evans, L.T. (1975). *Crop Physiology: Some Case Histories*. Cambridge: Cambridge University.

Fischer, L., Lipavska, H., Hausman, J.F. and Opatrny, Z. (2008). Morphological and molecular characterization of a spontaneous tuberizing potato mutant: an insight into the regulatory mechanisms of tuber induction. *BMC Plant Biology*, 8, 117-A.

Fletcher, R.A., Gilley, A., Sankhla, N. and Davies, T.M. (2000). Triazols as plant growth regulators and stress protectants. *Horticulture (review)*, 24, 56-138.

Gilley, A. and Fletcher, R.A. (1997). Relative efficiency of paclobutrazole, propiconazole and tetraconazole as stress protectants in wheat seedlings. *Plant Growth Regulator*, 21, 169-175.

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

Gopi, R., Sridharan, R., Somasundaram, R., Alagu lakshmanan, G.M. and Panneerselvam, R. (2005). Growth and photosynthetic characteristics as affected by triazole in *Amorphophallus campanulatus* Blum. Gen.APPL. *Plant Physiology*, 31, 171-180.

Izumi, T., Kamiya, Y., Sakurai, A., Oshio, H., and Takahashi, N. (1987). Studies of sites of action of a new plant growth retardant (E)-1-(4-chlorophenyl)-4-dimethyl-2-(1,2,4-triazol-1-Y1)-1-penten-3-ol (S-3307) and comparative effects of its stereo isomers in a cell-free system from *Cuburbita maxima*. *Plant Cell Physiology*, 26, 821-827.

Jane, J., Chen, Y.Y., Lee, L.F., McPherson, A.E., Wong, K.S., Radosavljevic, M. and Kasemsuwan, T. (1999). Effects of amylopectin branch chain length and amylose content on the gelatinization and pasting properties of starch. *Cereal Chem*, 76, 629-637.

Mahasarakham University

Juliano, B.O. (1985). Criteria and test for rice grain quality. In: Juliano, B.O. (Ed.), *Rice Chemistry and Technology*. American: Association of Cereal Chemists inc. St. Paul. MN. p. 443-513.

Kawano, K. (2003). Thirty years of cassava breeding for productivity- biological and social factors for success. *Crop Science*, 43, 1325-1335.

Ketthaisong, D., Suriharn, B., Tangwongchai, R. and Lertrat, K. (2013).Changes in physiochemical properties of waxy corn starches at different stages of harvesting. *Carbohydrate polymer*, 98(1), 241-248.

Kishorekumar, A., Jalee, C.A., Manivannan, P., Sankar, B., Sridharan, R., Somasundaram, R. and Panneerselvam, R. (2006). Diffential effects of hexaconazole and paclobutrazole on the foliage characteristics of chineses potato (*Solenostemon rotundifolius* Poir., J.K. Morton). *Acta Biology Szegediensis*, 50, 127-129.

Kishorekumar, A., Jalee, C.A., Manivannan, P., Sankar, B., Sridharan, R. and Panneerselvam, R. (2007). Comparative effects of different triazole compounds on growth, photosynthetic pigments and carbohydrate metabolism of *Solenostemon rotundifolius*. Colloids and Surfaces B: *Biointerfaces*, 60, 207-212.

Molina, J.L. and El-Sharkawy, M. (1995). Increasing crop productivity in cassava by fertilizing production of planting material. *Field Crop Research*, 44, 151-157.

Mulakul, P., Chongpraditnant, P., Virakornpanich, P. and Inoue, T. (1984). Change in soil Chemical and physical properties upon reclamation and cultivation of Sandy Red Yellow Podzolic. In, T. Inuoe et al., (eds.), *Dynamic behavior of organic matter and available nutrients in upland soils of Thailand* . A report of join research work between Thailand and Japan. Tropical Agricultural Research Center. Japan and Department of Agriculture Thailand. p 29-34.

Nassar, N.M.A. and Ortiz, R. (2006). Cassava improvement: challenges and impacts (review). *Journal of Agricultural Science*, 145, 163-171.

Okeke, J.E. (1994). Productivity and yield stability in cassava (*Manihot esculenta* Crantz) as affected by stake weight. *Journal of Agricultural Science*, 122, 61-66.

Porlingis, I.C. and Petridou, M.K. (1996). Promotion of adventitious root formation in mungbean cutting by four triazole growth retardants. *Journal of Horticultural Science*, 71, 573-579.

Mahasarakham University

Qing-song, Y. and Xiao-hui, C. 2011. Effect of CPPU and paclobutrazol on yield increase in cassava. *Journal of Southern Agriculture*, 42(6),594-598

Roitsch, T. and Ehne, R. (2000). Regulation of source/sink relations by cytokinins. *Plant Growth Regulator*, 32, 359-367.

Siegel, M.R. (1981). Sterol-inhibiting fungicides: Effects on sterol biosynthesis and site of action. *Plant Disease*, 65, 986-989.

Sitompul, S.M., and Bambang Gurítno. (1983). *Food stock supply with Mukibat cassava*. Malang: Faculty of Agriculture, Brawijaya University. Malang, Indonesla.

Sittibusaya, C., Narkviroj, C. and Tunmaphirom, D. (1987). Accomplishments and present status of cassava soil research in Thailand. *The Workshop on Cassava Breeding and Agronomy Research in Asia and Future Network Cooperation. 26-31 October 1987*, Rayong, Thailand. 14pp.

Sriroth, K., Piyachomkwan, K., Santisopasi, V. and Oates, C.G. (2001). Environmental conditions during root development: Drought constraint on cassava starch quality. *Euphytica*. 120, 95-101.

Suyamto, H. (1998). Potassium increase cassava yield on alfisol soils. Better *Crop International*, 12, 12-13.

Taize, L. and Zeiger, E. (2002). *Plant physiology*. 3th ed. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.

Van Berkel, J., Conrads-Strauch, J. and Steup, M. (1991). Glucan phosphorylase forms in cotyledons of *Pisum sativum* L. Localization developmental change, in vitro translation and processing. *Planta*, 185, 432-439.

Yamagushi and Yoshida, S. (2000). Characterization of brassinazole, a triazole-type brassinosteroid, a biosynthesis inhibitor. *Plant Physiology*, 123, 93-100.

Zhou, W.J., Shen, H.C. Xi, H.F. and Ye, Q.F. (1993). Studies on the regulation mechanism of paclobutrazol to the growth of rape plant. *Acta Agricultural University of Zhejiang*, 19, 316-320.

Mahasarakham University

ประวัติย่อผู้วิจัย

Mahasarakham University

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ นามสกุล	นายสงัด ปัญญาพฤกษ์
วัน เดือน ปี เกิด	วันที่ 10 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2505
จังหวัด และประเทศที่เกิด	จังหวัดลำพูน ประเทศไทย
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2527 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
	พ.ศ. 2540 ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาวิชาปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
	พ.ศ. 2557 ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (ปร.ด.) สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำแหน่ง สถานที่ทำงาน	นักบริหาร สำนักงานคณบดี คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ตำบลศิลา อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002
ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้	บ้านเลขที่ 123/690 หมู่ 16 ตำบลในเมือง อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40000

ผลงานวิจัย

เฉลิมชัย พาวัฒนา และสงัด ปัญญาพฤกษ์. (2545). “แบบจำลองคณิตศาสตร์ สมดุลน้ำในดินในพื้นที่เกษตรกรรมน้ำฝน,” เอกสารประกอบการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 8 โรงแรมโซฟิเทลราชาออคิด จังหวัดขอนแก่น. วันที่ 23-25 ตุลาคม 2545. หน้า 169-174.

เกษสุดา เดชภิมล สงัด ปัญญาพฤกษ์ ฐิติพร พิทยาวุธวินิจ ประสิทธิ์ ใจศิล และสุรศักดิ์ ประชันกาญจนา. (2542). “การเปลี่ยนแปลงสภาพทางนิเวศวิทยาในรอบปีของพื้นที่โคกภูตากา อำเภอภูเวียง จังหวัดขอนแก่น,” *แก่นเกษตร*. 27(4); 166-172, ตุลาคม-ธันวาคม.

จักรกฤษณ์ หอมจันทน์ และ สงัด ปัญญาพฤกษ์. (2541). “การศึกษาผลกระทบของปัจจัยภายนอกและปัจจัยทางชีวภาพ ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตเมล็ดของโสนขนวัชพืชตระกูลถั่วที่มีศักยภาพเพื่อใช้เป็นปุ๋ยพืชสด,” *ทำเนียบงานวิจัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. เล่ม 3*. หน้า 44-45.

Mahasarakham University

จักรกฤษณ์ หอมจันทน์ และ สงัด ปัญญาพฤกษ์. (2540). “การติดปมข้ามระหว่างวัชพืชตระกูล ถั่วและถั่วเศรษฐกิจ,” *วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น*. 2(2): 62-71, กรกฎาคม- ธันวาคม.

โครงการ Effect of EM, Residual incorporation and Mulching on Soil Fertility and Sugar Cane Yield. Presentration on the first APNAN Confennce of June 22-25, 1992 at institute of Kyusei Nature Faming Saraburi, Thailand

สุรศักดิ์ ประชันกาญจนา สงัด ปัญญาพฤกษ์ และ จักรกฤษณ์ หอมจันทน์. 2539. การศึกษาการใช้หิ่งเหยวัชพืชตระกูลถั่วเป็นปุ๋ยพืชสดในสภาพดินไร่. รายงานการวิจัย ทุนอุดหนุนการวิจัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 20 หน้า.

สุรศักดิ์ ประชันกาญจนา นิวัติ เหลืองชัยศรี สงัด ปัญญาพฤกษ์ และ จักรกฤษณ์ หอมจันทน์. 2536. การศึกษาเพื่อใช้วัชพืชตระกูลถั่วเป็นปุ๋ยพืชสด. สัมมนาเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อความยั่งยืนของการเกษตรและสิ่งแวดล้อมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ศูนย์ศึกษาค้นคว้าและพัฒนาเกษตรกรรมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น. วันที่ 13-15 มกราคม 2536. หน้า 227-235.

Mahasarakham University