

## รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด ปีงบประมาณ 2558

-----

1. **ชุดโครงการวิจัย** : ปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
2. **โครงการวิจัย** : การพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์พืชและปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
  - กิจกรรมที่ 1 : พัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ย พืช ดิน น้ำ สารอินทรีย์ สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช สารสกัด และวัตถุอันตรายทางการเกษตร
  - กิจกรรมย่อยที่ 3.2 : การพัฒนาระบบฐานความรู้เพื่อให้บริการและการจัดการองค์ความรู้ด้านดินน้ำ ปุ๋ย พืช
3. **ชื่อการทดลอง** : ศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความคงสภาพในการเก็บรักษาสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช
 

: The study of factors affecting storing stability of plant growth regulators
4. **คณะผู้ดำเนินงาน**

<b>หัวหน้าการทดลอง</b>	สุพิศสา ทองเขียว	สังกัด	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
<b>ผู้ร่วมงาน</b>	เพชรรัตน์ ศิริวิ	สังกัด	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
	มนต์ชัย อินทร์ทำอิฐ	สังกัด	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

### 5. บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยการศึกษาผลกระทบที่มีผลต่อความคงสภาพในการเก็บรักษาสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช โดยศึกษาผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาเป็นเวลา 24 เดือน เพื่อทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อความคงสภาพของสาร paclobutrazol 15% WP, 25% W/V SC และ 96% tech, gibberellic acid 2% W/V SL, 20% TB และ 90% min tech และ ethephon 5% PA, 48% W/V SL และ 70% min tech โดยเก็บตัวอย่างจำนวน 24 ตัวอย่าง ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และ อุณหภูมิห้อง จากนั้นวิเคราะห์ตัวอย่าง paclobutrazol ด้วยเทคนิค GC, gibberellic acid ด้วยเทคนิค HPLC และ วิเคราะห์ ethephon ด้วยวิธี tritration ตามลำดับ วิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์สารออกฤทธิ์หลังจากการเก็บรักษาทุก ๆ 3 เดือน ผลการทดลองพบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 เดือน ทำให้สารควบคุมการเจริญเติบโตพืชทุกชนิดและทุกสูตรความเข้มข้นที่ทำการศึกษามีความคงสภาพดี เปอร์เซ็นต์สารออกฤทธิ์อยู่ในเกณฑ์ยอมรับค่าคลาดเคลื่อน ซึ่งการศึกษานี้สามารถนำไปใช้ในการแนะนำกับผู้ประกอบการ ร้านค้า และเกษตรกรในการเก็บรักษาสารควบคุมการเจริญเติบโตพืชเหล่านี้ได้

### Abstract

The purpose of this research were to find out the factors which affect to stability of paclobutrazol 15% WP, 25% W/V SC and 96% tech, gibberellic acid 2% W/V SL, 20% TB and 90% min tech, ethephon 5% PA, 48% W/V SL and 70% min tech. Twenty-four sample were

stored at 0 degree celsius and room temperature after that analyzing the sample of paclobutrazol by GC technique, gibberellic acid by HPLC technique, and ethephon by tritration method respectively. The sample were determined percentage of active ingredient every three months. Results shown that storage at 0 degree celsius and room temperature for 24 months results in stability all kind of plant growth regulators and all level of intense. In addition, percentage of active ingredient complied with the criteria accepted tolerances. Farmers, shops and entrepreneur can implement and be recommended from this study in order to effectively store plant growth regulators.

## 6. คำนำ

paclobutrazol ethephon และ gibberellic acid เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (plant growth regulator) ที่สำคัญทางการเกษตร ซึ่งปัจจุบันเกษตรกรนิยมใช้สารเหล่านี้ในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรกันมากขึ้น paclobutrazol มีคุณสมบัติเป็นสารชะลอการเติบโตของพืช นิยมใช้กับมะม่วงและพีชไร้ ออกฤทธิ์ในทางตรงกันข้ามกับจิบเบอเรลลิน โดยยับยั้งการสังเคราะห์จิบเบอเรลลิน ลดการยืดตัวของปล้อง เพิ่มการเจริญเติบโตของราก เร่งให้เกิดดอก ส่วน ethephon เป็นสารที่สามารถปลดปล่อยก๊าซเอทิลีนออกมาได้และนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตรอย่างกว้างขวางและมีคุณสมบัติในการเร่งการสุก การแก่ของผลไม้ (Burg, 1965) และ gibberellic acid ใช้เป็นสารยืดช่อผล ขั้วผลในองุ่น ทูเรียน และกระตุ้นการแตกใบอ่อน ช่วยลดปัญหายอดสั้น ข้อสั้นของมะม่วง ซึ่งพืชสามารถสร้างขึ้นได้ในปริมาณน้อย และสารที่กล่าวข้างต้นเป็นสารอินทรีย์ที่มนุษย์สามารถสังเคราะห์ขึ้นเพื่อประโยชน์ทางการเกษตร

สารควบคุมการเจริญเติบโตพืชทั้งสามชนิดที่กล่าวข้างต้นเป็นสารเคมีที่มีการนำเข้ามามากกว่าสารควบคุมการเจริญเติบโตพืชชนิดอื่นๆ เช่นในปี 2555 มีการนำเข้าสาร paclobutrazol จำนวน 1,928,382 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่า 173 ล้านบาท รองลงมาคือ ethephon จำนวน 441,644 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่า 47 ล้านบาท และ gibberellic acid จำนวน 279 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่า 0.9 ล้านบาท ตามลำดับ ในปี 2556 มีการนำเข้าสาร paclobutrazol จำนวน 877,090 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่า 71.4 ล้านบาท ethephon จำนวน 168,328 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่า 19.7 ล้านบาท และ gibberellic acid จำนวน 3,308 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่า 1.8 ล้านบาท ตามลำดับ และในปี 2557 มีการนำเข้าสาร paclobutrazol จำนวน 1,285,511 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่า 107.5 ล้านบาท ethephon จำนวน 203,770 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่า 22.7 ล้านบาท และ gibberellic acid จำนวน 34 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่า 0.01 ล้านบาท ตามลำดับ (ข้อมูลการนำเข้าวัตถุดิบอันตราย สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร, 2555-2557) สารเคมีเหล่านี้จัดเป็นวัตถุดิบอันตรายชนิดที่ 3 ตาม พ.ร.บ. วัตถุอันตราย 2535 ที่จะต้องมีการควบคุมการนำเข้าและขึ้นทะเบียน ก่อนมีการวางจำหน่ายตามร้านค้าเคมีเกษตรทั่วประเทศ เกษตรกรที่นำสารดังกล่าวมาใช้ควรมีความรู้ด้านการจัดการกับผลิตภัณฑ์ในระหว่างการใช้และการเก็บรักษาภายหลังการใช้แล้ว การเก็บรักษาเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะทำให้สารเคมีมีความคงสภาพ และปริมาณสารออกฤทธิ์ไม่เกิดการสลายตัว ทั้งนี้ กลุ่มงานวิเคราะห์วิจัยพืช วัตถุเคมีการเกษตร และนิเวศวิทยาเทคนิคการเกษตร ได้ให้บริการวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ (active ingredient) ของตัวอย่างสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช และยังไม่ผู้ศึกษาในเรื่องนี้ ดังนั้นจึงมี

แนวทางที่จะศึกษาผลกระทบในการเก็บรักษาสารเคมีดังกล่าวภายหลังจากการเปิดใช้ โดยจะทดสอบปัจจัยที่มีผลต่อความคงสภาพ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น และระยะเวลาในการเก็บรักษาตัวอย่าง เพื่อเป็นข้อมูลซึ่งสามารถนำไปให้คำแนะนำวิธีการเก็บรักษาวัตถุเคมีการเกษตรแก่ผู้ประกอบการ เกษตรกร และผู้สนใจทั่วไป

## 7. วิธีดำเนินการ

### อุปกรณ์

1. เครื่อง High Performance Liquid Chromatograph (HPLC) ที่ติดตั้งตัวตรวจวัดชนิด Photodiode Array Detector (PDA)
2. เครื่อง Gas Chromatograph ติดตั้งตัวตรวจวัดชนิด Flame Ionization Detector ประกอบด้วยคอลัมน์ชนิด capillary (HP-5) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.32 มิลลิเมตร ความยาว 30 เมตร
3. เครื่องชั่งความละเอียดทศนิยม 5 ตำแหน่ง ที่ผ่านการสอบเทียบแล้ว
4. เครื่องอุลตราโซนิค
5. เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง
6. hot plate
7. อุปกรณ์การกรอง ได้แก่ suction เครื่องแก้ว และกระดาษกรอง ขนาด 0.2 และ 0.45 ไมโครเมตร
8. เครื่องแก้ว ได้แก่ volumetric flask class A ขนาด 10, 50 และ 100 มิลลิลิตร, volumetric pipette class A ขนาด 1, 2, 3, 4 และ 5 มิลลิลิตร, Beaker ขนาด 150 และ 250 มิลลิลิตร syringe filter ขนาด 0.45 ไมโครเมตร
9. vial ขนาด 2 และ 4 มิลลิลิตร

### สารเคมี

1. สารมาตรฐาน paclobutrazol, gibberellic acid
2. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ paclobutrazol 15% WP, 25% W/V SC และ 96% tech, gibberellic acid 2% W/V SL, 20% TB และ 90% min tech, ethephon 5% PA, 48% W/V SL และ 70% min tech
3. methanol ชนิด HPLC grade และ AR grade
4. ortho-phosphoric acid 85%
5. acetone ชนิด AR grade
6. sodium hydroxide ความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล

### วิธีการ

1. เก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช paclobutrazol, gibberellic และ ethephon จากตัวอย่างที่ได้จากการส่งมาวิเคราะห์ที่กลุ่มงานฯ รวมทั้งหมด 24 ตัวอย่าง โดยเตรียมตัวอย่างดังนี้
  - 1.1 นำตัวอย่างที่เก็บซึ่งมีลักษณะเป็นผง และ ของเหลว แต่ละตัวอย่างแยกออกเป็น 2 ส่วนเท่า ๆ กัน ใส่ในขวดสีชาขนาด 250 มิลลิลิตร ตัวอย่างละ 3 ขวด ให้ครบจำนวนเวลาที่วิเคราะห์ คือ 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 และ 24 เดือน
  - 1.2 ส่วนที่ 1 นำไปเก็บในตู้เย็นที่ควบคุมอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส

- 1.3 ส่วนที่ 2 นำไปเก็บที่อุณหภูมิห้อง
2. การวิเคราะห์ทางเคมี ได้แก่ วิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ paclobutrazol ด้วยเทคนิค GC-FID, gibberellic acid ด้วยเทคนิค HPLC-PDA และ ethephon ด้วยเทคนิค titration โดยมีขั้นตอนดังนี้
- 2.1 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน paclobutrazol ชั่งสารมาตรฐาน paclobutrazol ปริมาณ 0.050x กรัม ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ละลายด้วย acetone ปริมาตร 25 มิลลิลิตร นำไปละลายด้วยเครื่อง ultrasonic bath เป็นเวลา 5-10 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น ปิดฝาสารละลายปริมาตร 1, 2, 3, 4 และ 5 มิลลิลิตร ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 10 มิลลิลิตร ปรับปริมาตร ด้วย acetone ปิดฝา เขย่าให้เข้ากัน จะได้ความเข้มข้นของสารมาตรฐานอยู่ในช่วง 50-250 มิลลิกรัมต่อลิตร เทใส่ vial ขนาด 2 มิลลิลิตร นำไปฉีดด้วยเครื่อง GC
- 2.2 การเตรียมตัวอย่าง paclobutrazol ชั่งสารตัวอย่าง paclobutrazol ในปริมาณที่ได้จากการคำนวณความเข้มข้นจากเปอร์เซ็นต์สารออกฤทธิ์ ให้อยู่ในช่วงของกราฟมาตรฐาน ละลายด้วย acetone ปริมาตร 25 มิลลิลิตร นำไปละลายด้วยเครื่อง ultrasonic bath เป็นเวลา 5-10 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น เทใส่ vial ขนาด 2 มิลลิลิตร นำไปฉีดด้วยเครื่อง GC โดยปรับตั้งสภาวะการทำงานของเครื่อง GC ดังนี้

Detector	:	Flame Ionization Detector (FID)
Capillary column	:	HP-5, 30 m, 0.320 mm, 0.25 $\mu$ m
Column temperature	:	220 $^{\circ}$ C
Injection port temperature	:	250 $^{\circ}$ C
Detector temperature	:	300 $^{\circ}$ C
Carrier gas	:	He 2 ml/min
Gas detector	:	Hydrogen 45.0 ml/min, Air 350 ml/min
Make up gas	:	Nitrogen 45.0 ml/min
Injection volume	:	1.0 $\mu$ l

- 2.3 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน gibberellic acid ชั่งสารมาตรฐาน gibberellic acid ปริมาณ 0.050x กรัม ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ละลายด้วย methanol ปริมาตร 25 มิลลิลิตร นำไปละลายด้วยเครื่อง ultrasonic bath เป็นเวลา 5-10 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น ปิดฝาสารละลายปริมาตร 1, 2, 3, 4 และ 5 มิลลิลิตร ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 10 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วย 25% methanol pH 2.7 ปิดฝาแล้วเขย่าให้เข้ากัน จะได้ความเข้มข้นของสารมาตรฐานอยู่ในช่วง 100-500 มิลลิกรัมต่อลิตร กรองด้วย syringe filter ขนาด 0.45 ไมโครเมตร
- 2.4 การเตรียมสารตัวอย่าง gibberellic acid ชั่งสารตัวอย่าง gibberellic acid ในปริมาณที่ได้จากการคำนวณความเข้มข้นจากเปอร์เซ็นต์สารออกฤทธิ์ ให้อยู่ในช่วงของกราฟมาตรฐาน ละลายด้วย

methanol ปริมาตร 25 มิลลิลิตร นำไปละลายด้วยเครื่อง ultrasonic bath เป็นเวลา 5-10 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น ปิเปตสารละลายให้อยู่ในช่วงกลางของเส้นกราฟมาตรฐานแล้วปรับปริมาตรด้วย 25% methanol pH 2.7 กรองด้วย syringe filter ขนาด 0.45 ไมโครเมตร นำไปฉีดด้วยเครื่อง HPLC โดยปรับตั้งสภาวะการทำงานของเครื่อง HPLC ดังนี้

เครื่อง HPLC Water 600 Controller with In-line Degasser, 996 PDA-Detector, 717 plus Autosampler (600-717-996)

Column	:	$\mu$ Bondapak 10 $\mu$ m, C18, 3.9 x 300 mm.
Guard column	:	$\mu$ Bondapak 10 $\mu$ m, C18
Temperature	:	30 °C
Detector	:	PDA $\lambda$ 206 nm
Mobile phase	:	25% methanol pH 2.7
Flow rate	:	0.5 ml/min.
Injection volume	:	10 $\mu$ l

(ดัดแปลงวิธีการจาก Ehrenstorfer, 2004)

## 2.5 การวิเคราะห์ ethephon

- 2.5.1 ชั่งตัวอย่าง ethephon ที่นำมาวิเคราะห์ตรวจสอบให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน ประมาณ 0.1xxx-1.0xxx กรัม ใส่ลงใน beaker ขนาด 250 มิลลิลิตร (ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์) ในกรณีตัวอย่างมีลักษณะเป็นของเหลวใส และของเหลวข้นหนืดหรือมีลักษณะเป็นเจล ให้ปิเปตตัวอย่าง ethephon ให้ได้ปริมาตรที่แน่นอน ประมาณ 0.1-1.0 มิลลิลิตร ในกรณีที่ตัวอย่างเป็นของเหลวข้นหนืดหรือมีลักษณะเป็นเจล ให้นำตัวอย่างที่ปิเปตได้ไปชั่งเพื่อหาน้ำหนักที่แน่นอนก่อนนำไปวิเคราะห์
- 2.5.2 เติมน้ำกลั่นปริมาตร 100 มิลลิลิตร เขย่าให้ละลาย เติม thymol blue indicator 3-5 หยด ไทเทรตสารละลายตัวอย่างด้วยสารละลายมาตรฐาน 0.1 นอร์มอล NaOH ที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอน สารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินเมื่อถึงจุดยุติ (end point) ผลการไทเทรตครั้งแรกยังไม่นำมาใช้ในการคำนวณหาค่า ethephon (เพราะเป็นการไทเทรตเพื่อให้สารละลายตัวอย่างปลดปล่อยก๊าซเอทิลีนออกมา)
- 2.5.3 หลังจากนั้นต้มสารละลายให้เดือดบน hot plate สารละลายจะกลับมาเป็นสีเหลือง ตั้งทิ้งไว้เย็นที่อุณหภูมิห้องนำไปไทเทรต สารละลายจะกลับเป็นสีน้ำเงินเมื่อถึงจุดยุติ (end point) บันทึกปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไทเทรต

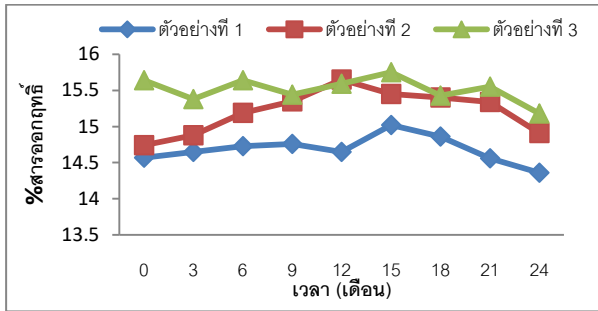
ระยะเวลา (เริ่มต้น-สิ้นสุด) ตุลาคม 2557 – กันยายน 2558

สถานที่ดำเนินงาน

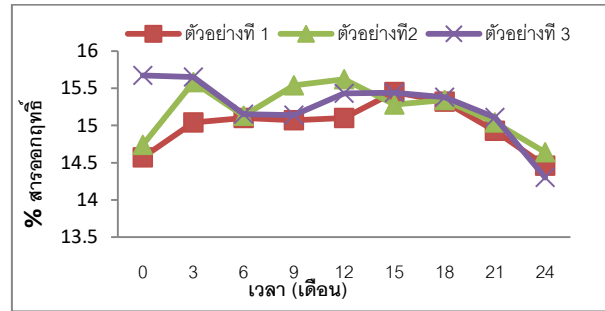
กลุ่มงานวิเคราะห์วิจัยพืช วัตถุประสงค์การเกษตรและนิเวศวิทยาเทคนิคการเกษตร กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี  
กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

## 8. ผลการทดลองและวิจารณ์

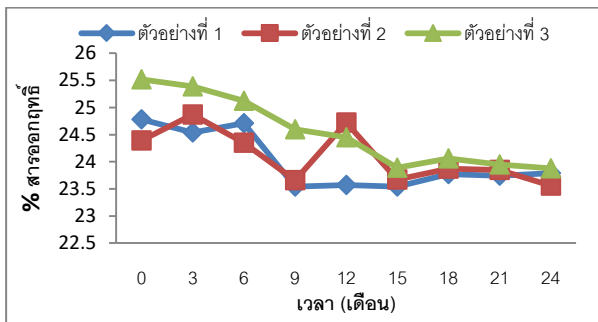
การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการคงสภาพในการเก็บรักษาสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช ซึ่งศึกษาผลของอุณหภูมิที่ 0 องศาเซลเซียส และ อุณหภูมิห้อง ระยะเวลาการเก็บรักษา นาน 24 เดือน เก็บตัวอย่างทั้งหมด 24 ตัวอย่าง วิเคราะห์หาปริมาณสารออกฤทธิ์ทุก ๆ 3 เดือน ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 1-3



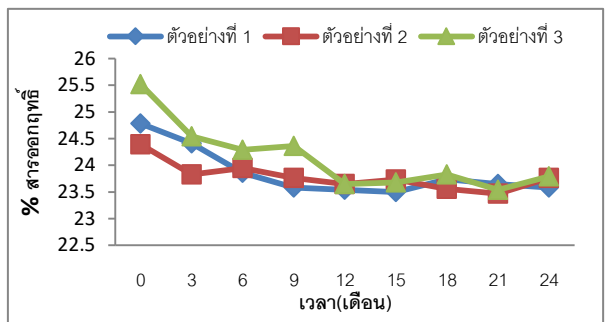
(ก)



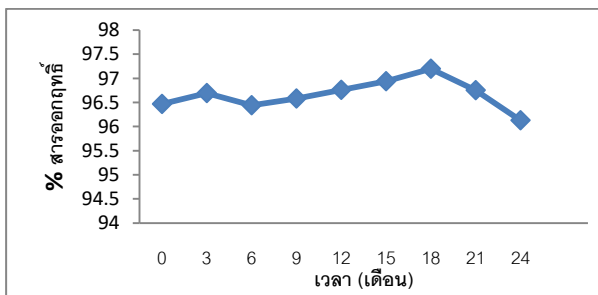
(A)



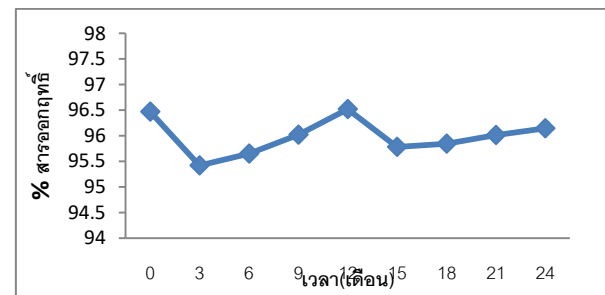
(ข)



(B)



(ค)



(C)

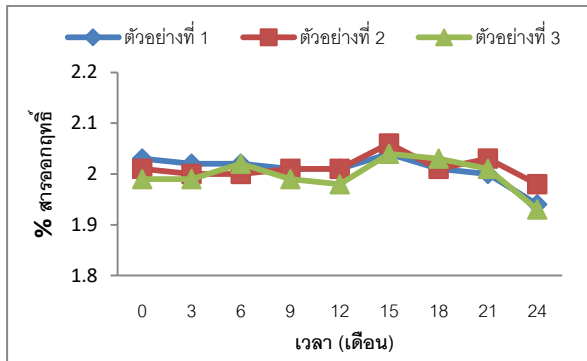
ภาพที่ 1 ปริมาณสารออกฤทธิ์ของ paclobutrazol แต่ละสูตรความเข้มข้นที่ระยะเวลาต่างๆ

อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส (ก) 15% WP (ข) 25% W/V SC (ค) 96% tech

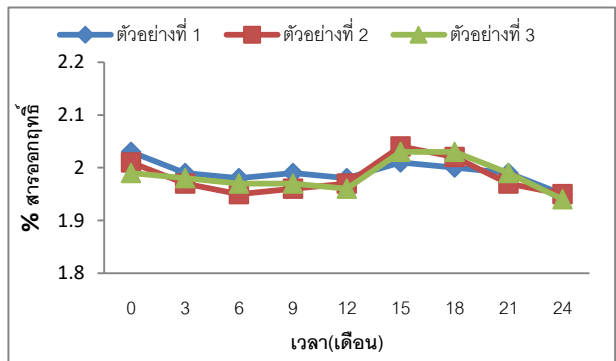
อุณหภูมิห้อง (A) 15% WP (B) 25% W/V SC (C) 96% tech

จากผลการวิเคราะห์ paclobutrazol ความเข้มข้น 15% WP, 25% W/V SC และ 96% tech จำนวน 7 ตัวอย่าง จากภาพที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบกราฟแสดงสารออกฤทธิ์ที่วิเคราะห์ได้กับการเก็บรักษาในอุณหภูมิ 0 องศา

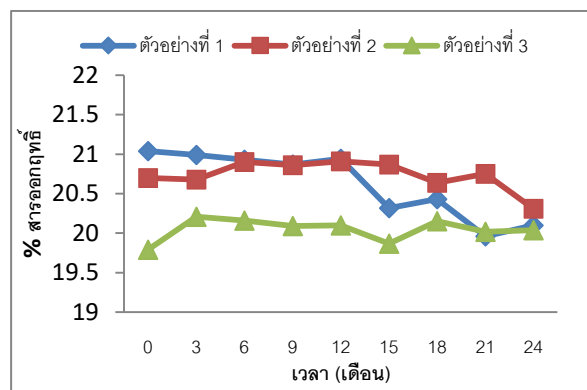
เซลเซียส และอุณหภูมิห้อง จะเห็นได้ว่าในช่วงเดือนที่ 15-24 เดือน ค่าการวิเคราะห์มีแนวโน้มลดลง แต่ทุกความเข้มข้นยังคงอยู่ในเกณฑ์กำหนดค่าคลาดเคลื่อน ดังนั้น สาร paclobutrazol ทุกสูตรความเข้มข้นที่ศึกษาจึงมีความคงสภาพดี



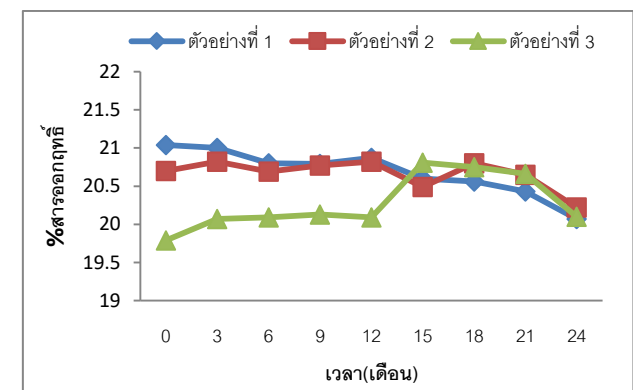
( ก )



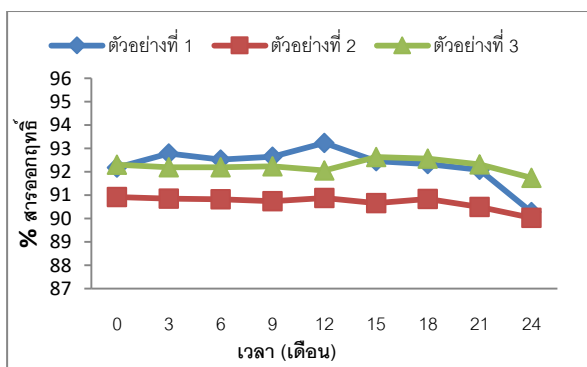
( ข )



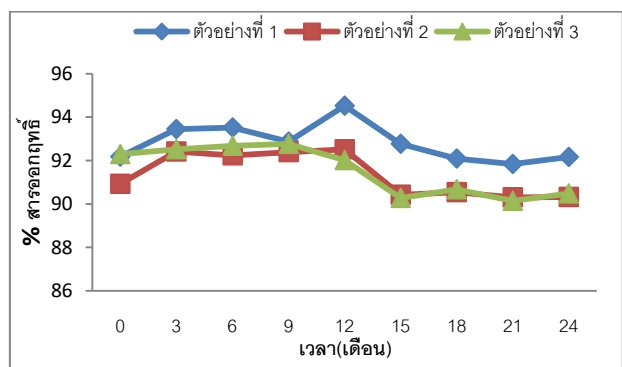
( ค )



( ง )



( จ )



( ฉ )

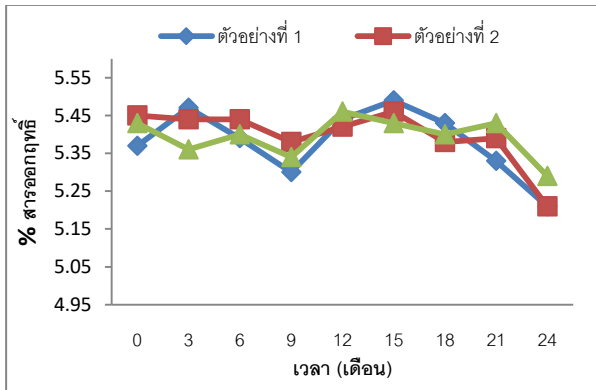
ภาพที่ 2 ปริมาณสารออกฤทธิ์ของ gibberellic acid แต่ละสูตรความเข้มข้นที่ระยะเวลาต่างๆ

อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส (ก) 2% W/V SL (ข) 20% TB (ค) 90% min tech

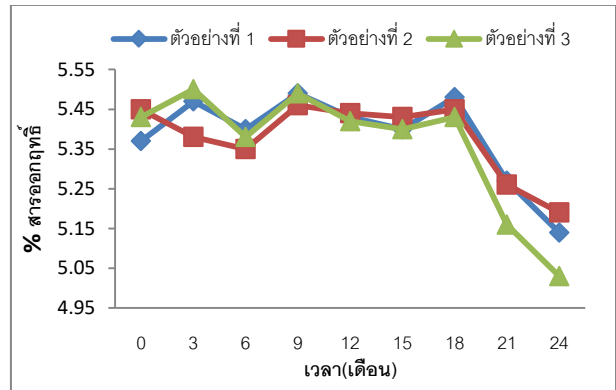
อุณหภูมิห้อง (A) 2% W/V SL (B) 20% TB (C) 90% min tech

จากภาพที่ 2 ผลการวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ gibberellic acid ความเข้มข้น 2% W/V SL, 20% TB และ 90% min tech จำนวน 9 ตัวอย่าง ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้องพบว่า ในช่วงเดือนที่ 0 ถึง

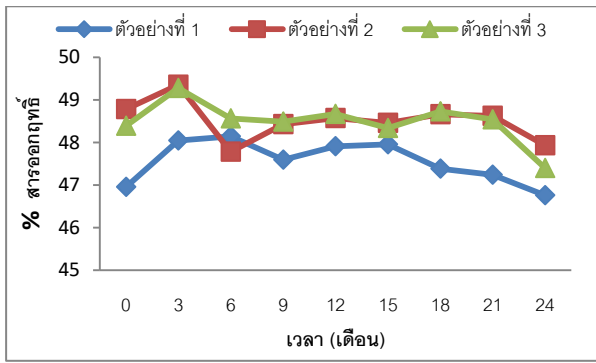
เดือนที่ 15 มีแนวโน้มคงที่ และมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยในช่วงเดือนที่ 18 ถึง 24 เดือน ค่าวิเคราะห์สารออกฤทธิ์  
 ทุกความเข้มข้นอยู่ในเกณฑ์กำหนดค่าคลาดเคลื่อน



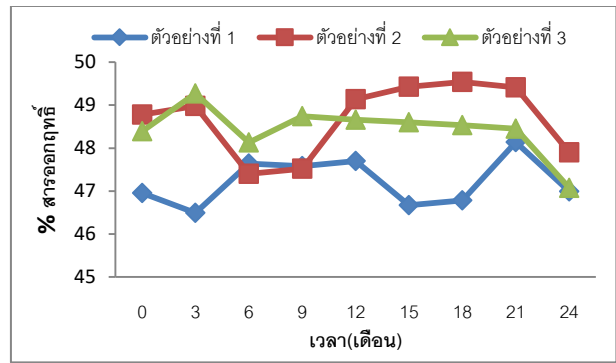
(ก)



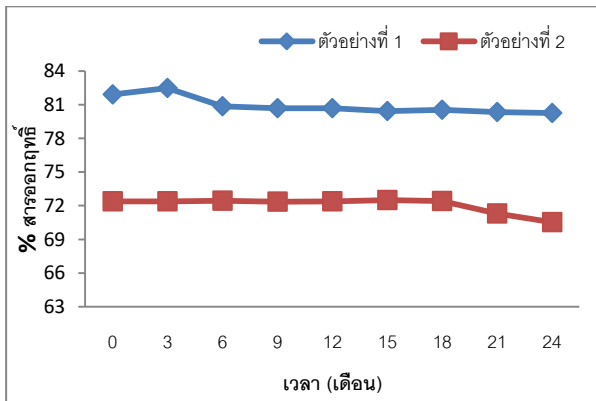
(A)



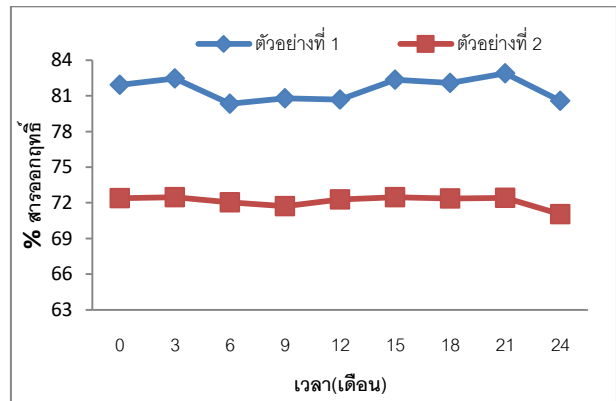
(ข)



(B)



(ค)



(C)

ภาพที่ 3 ปริมาณสารออกฤทธิ์ของ Ethephon แต่ละสูตรความเข้มข้นที่ระยะเวลาต่างๆ

อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส (ก) 5% PA (ข) 48% W/V SL (ค) 70% min tech

อุณหภูมิห้อง (A) 5% PA (B) 48% W/V SL (C) 70% min tech

จากภาพที่ 3 ผลวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ ethephon ความเข้มข้น 5% PA, 48% W/V SL และ 70% min tech จำนวน 8 ตัวอย่าง พบว่า ตัวอย่าง ethephon ความเข้มข้น 5% PA มีปริมาณสารออกฤทธิ์ที่มีแนวโน้ม



ลดลงอย่างเห็นได้ชัดในช่วงเดือนที่ 15-24 ที่เก็บในอุณหภูมิห้อง อาจเกิดจากลักษณะของตัวอย่างที่เป็นเจลและเมื่อเก็บไว้เป็นระยะเวลาานาน อาจทำให้เสื่อมคุณภาพ ทำให้สารออกฤทธิ์ลดลง ส่วนสูตรความเข้มข้นอื่นๆ ยังมีค่าวิเคราะห์คงที่ และยังอยู่ในเกณฑ์กำหนดค่าคลาดเคลื่อน

#### 9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความคงสภาพในการเก็บรักษาสาร paclobutrazol gibberrellic acid และ ethephon ในผลิตภัณฑ์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 24 เดือน จำนวน 24 ตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ทั้งหมดผ่านเกณฑ์กำหนดค่าคลาดเคลื่อน
2. สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช paclobutrazol, gibberrellic acid และ ethephon ในผลิตภัณฑ์มีความคงสภาพดีในระยะเวลาที่ทำการศึกษา 24 เดือน
3. จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลเพียงเล็กน้อยต่อสารออกฤทธิ์ของสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช paclobutrazol gibberrellic acid และ ethephon ในผลิตภัณฑ์ เนื่องจากสารออกฤทธิ์มีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บเป็นระยะเวลา 24 เดือน

#### 10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

เพื่อเป็นข้อมูลที่น่าสามารถนำไปให้คำแนะนำวิธีการเก็บรักษาสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช แก่ผู้ประกอบการ เกษตรกร และผู้สนใจทั่วไป

#### 11. เอกสารอ้างอิง

- สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร. 2557. ข้อมูลการนำเข้าวัตถุดิบอันตรายทางการเกษตร ปี 2555-2557. กรมวิชาการเกษตร. <http://www.doa.go.th/ard/index.php?> 21 เมษายน 2557
- กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2558. ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดเกณฑ์ค่าคลาดเคลื่อนจากปริมาณที่กำหนดไว้ของสารสำคัญในวัตถุดิบอันตรายที่กรมวิชาการเกษตรรับผิดชอบ พ.ศ. 2538. <http://dl.parliament.go.th> 23 สิงหาคม 2557
- Burg S. P. and E. A. Burg. 1965. Ethylene action and the ripening of fruits. Science 148: 1190-1196.
- White C.E. and A. Weissles. 1996 "Standard Method of Chemical Analysis. Vol. 111 A, Van, Nostrand
- Ehrenstorfer, 2004. Referance Materials for Residue Analysis of 1-Naphthyl acetic acid. Labor Dr. Ehrenstorfer-Schafers. Augsburg Germany
- William, M.M. and L.J. Edgerton. 1983. Vegetive Growth Control of Apple and Pear tree with ICI pp333 (paclobutrazol) a chemistry analog of Bayleion. Actar. Hor. 137 : 111-116.

## 12. ภาคผนวก

### วิธีการคำนวณ

$$\% \text{ Paclobutrazol} = \frac{\text{Concentration (ppm)} \times 100 \times 100}{\text{gm} \times 10^6}$$

เมื่อ Concentration คือ ความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างที่อ่านได้จาก calibration curve  
gm คือ น้ำหนักที่ทราบปริมาณแน่นอนของตัวอย่าง

$$\% \text{ Gibberellic acid} = \frac{R}{10^6} \times 10 \times \frac{100}{2} \times \frac{100}{W}$$

R = ความเข้มข้น (ppm) ที่อ่านได้จากเครื่อง

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

$$\% \text{ Ethephon} = \frac{\text{มิลลิลิตร NaOH} \times \text{Conc. NaOH (นอร์มอล)} \times 14.49}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

กำหนดเกณฑ์ค่าคลาดเคลื่อนจากปริมาณที่กำหนดไว้ของสารสำคัญในวัตถุอันตราย  
ที่กรมวิชาการเกษตรเป็นผู้รับผิดชอบ พ.ศ 2538

สาร	ความเข้มข้น	เกณฑ์กำหนด
paclobutrazol	15% WP	14.10-15.90
	25% W/V SC	23.75-26.25
	96% tech	93.50-98.50
gibberellic acid	2% W/V SL	1.50-2.50
	20% TB	18.80-21.20
	90% min tech	ไม่น้อยกว่า 90%
ethephon	5% PA	4.50-5.50
	48%W/V SL	45.60-50.40
	70% min tech	ไม่น้อยกว่า 70%