

## กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2556 ตลอดจนคณะกรรมการทุกท่านที่สละเวลาในการตรวจรายงานวิจัย ให้คำแนะนำและข้อชี้แนะต่างๆ ในการทำวิจัย และขอขอบคุณคณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี และศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยี หลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่ได้อำนวยความสะดวกในการใช้พื้นที่และเครื่องมือต่างๆ ในการทำวิจัย สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว และผู้ช่วยวิจัยทุกๆ คน ที่ให้ความช่วยเหลือในระหว่างการทำวิจัย คณะผู้วิจัยหวังว่าข้อมูลจากการศึกษาในครั้งนี้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่จะนำไปพัฒนาต่อยอดงานวิจัยที่เป็นประโยชน์ในการผลิตสับปรดฉายรังสีแกมมาเพื่อการส่งออกต่อไป

คณะผู้จัดทำ

21 มิถุนายน 2557

## บทคัดย่อ

สับปะรดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ผลผลิตที่ได้จำหน่ายทั้งในรูปผลสดและแปรรูปก่อนการส่งออก แต่ปัญหาหลักของการส่งออกผลสับปะรดสดไปจำหน่ายในต่างประเทศคือ การเกิดไส้สีน้ำตาล โดยเนื้อบริเวณแกนกลางผลจะปรากฏเป็นสีน้ำตาลในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (10 องศาเซลเซียส) และหากต้องการส่งออกผลสับปะรดสดไปจำหน่ายยังสหรัฐอเมริกาจำเป็นต้องผ่านกระบวนการฉายรังสีแกมมาเพื่อควบคุมแมลงศัตรูพืชก่อนขนส่งภายใต้อุณหภูมิต่ำ ซึ่งการฉายรังสีแกมมาทำให้ความรุนแรงของการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นศึกษาการจัดการก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวสับปะรดที่เหมาะสมจึงมีความจำเป็นเพื่อลดการเกิดไส้สีน้ำตาลของสับปะรดฉายรังสีแกมมา งานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาการให้ธาตุอาหารทางใบ ได้แก่ แคลเซียมคลอไรด์ โบรอน และซิลิกอน และศึกษาการใช้เทคโนโลยีภายหลังการเก็บเกี่ยว ได้แก่ การให้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ทางปลายก้านผลสับปะรด และการจุ่มผลสับปะรดด้วยสารเมทิลจัสโมเนท และกรดซาลิไซลิกก่อนนำไปฉายรังสีแกมมาปริมาณ 400-650 เกรย์ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95% พบว่า การฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์ ปริมาณ 1.5 กรัมต่อต้นเพียงอย่างเดียว หรือร่วมกับโบรอน ความเข้มข้น 0.4% (0.2 กรัมต่อต้น) ในระหว่างการพัฒนาของผล สามารถลดอาการไส้สีน้ำตาลและอาการฉ่ำน้ำในสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียได้ โดยไม่มีผลกระทบต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และสีของผลสับปะรด ในขณะที่การให้แคลเซียมคลอไรด์หลังการเก็บเกี่ยวทางก้านผลที่ความเข้มข้น 0.05 M นาน 1 วัน ก่อนนำไปฉายรังสีแกมมา สามารถลดการเกิดไส้สีน้ำตาลในผลสับปะรดได้นาน 14 วัน เมื่อทำการศึกษาผลของการให้แคลเซียมคลอไรด์กับผลสับปะรดที่เก็บเกี่ยวได้ในฤดูกาลที่แตกต่างกัน คือ นำผลสับปะรดที่พัฒนาในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝน มาให้แคลเซียมคลอไรด์ก่อนการฉายรังสีแกมมา พบว่า ผลสับปะรดฉายรังสีแกมมาที่ผ่านการจุ่มสารละลายแคลเซียมคลอไรด์มีแนวโน้มที่เกิดไส้สีน้ำตาลมากกว่าผลที่ไม่ได้จุ่มสารละลาย ผลสับปะรดที่พัฒนาในช่วงฤดูฝนมีแนวโน้มที่เกิดอาการไส้สีน้ำตาลน้อยกว่าผลที่พัฒนาในฤดูร้อน แต่พบว่าผลที่พัฒนาในฤดูร้อนมีปริมาณแคลเซียมในผลมากกว่าในฤดูฝน และผลสับปะรดมีปริมาณแคลเซียมในส่วนเนื้อใกล้เปลือกมีมากกว่าในส่วนของแกนผล อย่างไรก็ตามการให้แคลเซียมคลอไรด์และการฉายรังสีแกมมาไม่มีผลต่อกลิ่นและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในระหว่างเก็บรักษา แต่การฉายรังสีแกมมามีแนวโน้มที่จะทำให้ปริมาณกรดที่ไทเทรตลดลงมากกว่าผลที่ไม่ได้ฉายรังสี สำหรับการศึกษาค้นคว้าของผลสับปะรดในสารเมทิลจัสโมเนท ความเข้มข้น 0.5 mM เป็นเวลา 5 นาที สามารถลดการเกิดไส้สีน้ำตาลและการเกิดโรคได้ และไม่มีผลต่อคุณภาพในการรับประทาน แต่หากนำไปใช้ร่วมกับการฉายรังสีแกมมา พบว่าไม่สามารถลดการเกิดไส้สีน้ำตาลของสับปะรดฉายรังสีได้ ขณะที่การใช้กรดซาลิไซลิกร่วมกับการฉายรังสีแกมมาไม่สามารถลดอาการไส้สีน้ำตาลได้ และกรดซาลิไซลิกชักนำให้สับปะรดแสดงอาการไส้สีน้ำตาลมากขึ้น

**คำสำคัญ :** สับปะรด, อาการไส้สีน้ำตาล, อาการฉ่ำน้ำ, แคลเซียมคลอไรด์, โบรอน, ซิลิกอน, เมทิลจัสโมเนท, กรดซาลิไซลิก, รังสีแกมมา

## Abstract

Pineapple is an important economic crop of Thailand which is sold as the fresh produce and processed products before export. But the main problem of export the fresh pineapple fruit is internal browning symptom. Flesh tissue near the core develops browning symptom during storage at low temperature ( $10^{\circ}\text{C}$ ). Export pineapple to the USA must be treated with gamma irradiation to control unwanted living insect pests and then stored at low temperature for shipment. By the way, gamma irradiation induced the severity of internal browning. Thus, studying pre- and post-harvest management of pineapple was required to reduce the internal browning of gamma-irradiated 'Pattavia' pineapple fruit. The research was to investigate the effect of nutrients by foliar spraying with calcium chloride ( $\text{CaCl}_2$ ), boron, and silicon. The applications of  $\text{CaCl}_2$ , methyl jasmonate, and salicylic acid were used as post-harvest treatments in 400-650 Gy gamma irradiated pineapple fruit under the storage condition of  $10^{\circ}\text{C}$ , 90-95% RH. The results revealed that  $\text{CaCl}_2$  spraying at 1.5 g/plant) or combined with 0.4% boron (0.2 g/plant) reduced internal browning and the incidence of translucent flesh in pineapple without any effects on total soluble solids (TSS), titratable acidity (TA), and fruit color. Application of  $\text{CaCl}_2$  after harvest by dipping peduncles into  $\text{CaCl}_2$  solution at 0.05 M for 1 day before irradiation with gamma at 400-650 Gy could inhibit internal browning for 14 days. Moreover, the treatments of 0.5 M  $\text{CaCl}_2$  peduncle infiltration and subsequent gamma irradiation were applied to pineapple fruit developed in 2 different field conditions during rainy and summer seasons. Fruit were treated with  $\text{CaCl}_2$  showed higher generation of internal browning symptoms than untreated fruit. Browning symptoms in fruit developed during rainy season were lower than those of summer developing fruit. Fruit developed in summer season accumulated higher calcium content the other when flesh near the peel contained higher calcium elements to flesh near the core.  $\text{CaCl}_2$  and gamma irradiation did not affect flavor or TSS. However, the reduction of TA in irradiated fruit was higher than in non-irradiated fruit. Moreover, using methyl jasmonate at 0.5 mM for 5 min reduced internal browning and disease incidence in irradiated fruit. But the effect of salicylic acid was confuted when cooperated with gamma irradiation. The application of salicylic acid enhanced internal browning symptom development in irradiated fruit compared to untreated fruit.

**Keywords :** pineapple, internal browning, translucent symptom, calcium chloride, boron, silicon, methyl jasmonate, salicylic acid, gamma irradiation

# สารบัญเรื่อง

|   | หน้า |
|---|------|
| <b>ส่วนประกอบตอนต้น</b>   |      |
| กิตติกรรมประกาศ   | ก    |
| บทคัดย่อ  | ข    |
| Abstract  | ค    |
| สารบัญเรื่อง  | ง    |
| บทนำรวม   | ช    |
| ความสำคัญและที่มาของปัญหา   | ซ    |
| วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย   | ญ    |
| ความเชื่อมโยงระหว่างโครงการวิจัยย่อย  | ฎ    |
| สรุปผลการวิจัย (ภาพรวมทั้งโครงการ)  | ฏ    |
| ประโยชน์ที่ได้รับ   | ฉ    |
| หน่วยงานที่นำไปใช้ประโยชน์  | ค    |
| <b>ส่วนประกอบของเนื้อเรื่อง</b>   |      |
| <i>โครงการย่อยที่ 1 อิทธิพลของธาตุอาหารต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย</i> |      |
| บทคัดย่อ  | 1-ก  |
| Abstract  | 1-ข  |
| บทที่ 1 บทนำ  | 1-1  |
| 1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย  | 1-1  |
| 1.2 วัตถุประสงค์  | 1-2  |
| 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย   | 1-2  |
| 1.4 ทฤษฎีสมมติฐานและหรือกรอบแนวความคิดของงานวิจัย   | 1-2  |
| บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง   | 1-4  |
| 2.1 ลักษณะทั่วไปของสับปะรด  | 1-4  |
| 2.2 องค์ประกอบทางเคมี   | 1-5  |
| 2.3 ปริมาณการผลิตและมูลค่าการส่งออก   | 1-5  |
| 2.4 การเกิดอาการไส้สีน้ำตาลและอาการฉ่ำน้ำในสับปะรด  | 1-7  |
| 2.5 การชะลอการเกิดไส้สีน้ำตาลภายหลังการเก็บเกี่ยว   | 1-8  |
| 2.6 ผลของการใช้แคลเซียมและโบรอน ซิลิกอนเพื่อลดอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาของพืช                  | 1-9  |

|   | หน้า         |
|---|--------------|
| บทที่ 3 ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย   | 1-11         |
| 3.1 การเตรียมแปลงปลูกหน่อสับปะรด  | 1-11         |
| 3.2 การปลูกและการดูแลสับปะรด  | 1-11         |
| 3.3 การดำเนินการวิจัย   | 1-13         |
| - ศึกษาผลของการฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์ โบรอน ก่อนการเก็บเกี่ยวเพื่อลดอาการไส้<br>สีน้ำตาลในสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย             | 1-13         |
| - ศึกษาผลของการฉีดพ่นซิลิกอนก่อนการเก็บเกี่ยว เพื่อลดอาการไส้สีน้ำตาลใน<br>สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย                           | 1-14         |
| 3.4 วิธีการวิเคราะห์  | 1-15         |
| 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ  | 1-18         |
| 3.6 สถานที่ดำเนินการทดลอง   | 1-18         |
| บทที่ 4 ผลการวิจัย  | 1-19         |
| 4.1 ผลของการฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์และโบรอน ก่อนการเก็บเกี่ยวเพื่อลดอาการไส้สี<br>น้ำตาลในสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย              | 1-19         |
| 4.2 ผลของการฉีดพ่นซิลิกอนก่อนการเก็บเกี่ยว เพื่อลดอาการไส้สีน้ำตาลในสับปะรดพันธุ์<br>ปัตตาเวีย                              | 1-32         |
| บทที่ 5 อภิปรายและวิจารณ์ผล   | 1-43         |
| บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ<br>บรรณานุกรม   | 1-45<br>1-46 |
| <br><i>โครงการย่อยที่ 2 ผลของการใช้แคลเซียมคลอไรด์ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาสับปะรดที่<br/>    ได้รับการฉายรังสีแกมมา</i> |              |
| บทคัดย่อ  | 2-ก          |
| Abstract  | 2-ข          |
| บทที่ 1 บทนำ  | 2-1          |
| 1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย  | 2-1          |
| 1.2 วัตถุประสงค์  | 2-1          |
| 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย   | 2-2          |
| 1.4 ทฤษฎีสมมติฐานและหรือกรอบแนวความคิดของงานวิจัย   | 2-2          |
| บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง   | 2-3          |
| 2.1 ความสำคัญและลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของสับปะรด ‘ปัตตาเวีย’   | 2-3          |
| 2.2 ดัชนีการเก็บเกี่ยว  | 2-3          |
| 2.3 การเก็บเกี่ยวสับปะรด  | 2-4          |

|  | หน้า |
|--|------|
| 2.4 การปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยว   | 2-5  |
| 2.5 การเกิดอาการสะท้อนหนาวในสับปะรด  | 2-5  |
| 2.6 บทบาทของแคลเซียมต่อการลดอาการสะท้อนหนาว  | 2-6  |
| 2.7 การฉายรังสี  | 2-7  |
| บทที่ 3 ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย  | 2-10 |
| 3.1 การเตรียมผลิตผล  | 2-10 |
| 3.2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย   | 2-10 |
| - ผลของการให้แคลเซียมคลอไรด์กับหลังการเก็บเกี่ยวก่อนการฉายรังสีในการลดการเกิดไส้สีน้ำตาลของผลสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียระหว่างการเก็บรักษา                       | 2-10 |
| - การศึกษาอิทธิพลของการให้แคลเซียมคลอไรด์หลังการเก็บเกี่ยวก่อนการฉายรังสีในการลดการเกิดไส้สีน้ำตาลของผลสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียที่พัฒนาในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน   | 2-10 |
| 3.3 การบันทึกผลการทดลอง  | 2-11 |
| 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ   | 2-13 |
| บทที่ 4 ผลการวิจัย   | 2-14 |
| 4.1 ผลของการให้แคลเซียมคลอไรด์กับหลังการเก็บเกี่ยวก่อนการฉายรังสีในการลดการเกิดไส้สีน้ำตาลของผลสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียระหว่างการเก็บรักษา                     | 2-14 |
| 4.2 การศึกษาอิทธิพลของการให้แคลเซียมคลอไรด์หลังการเก็บเกี่ยวก่อนการฉายรังสีในการลดการเกิดไส้สีน้ำตาลของผลสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียที่พัฒนาในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน | 2-21 |
| บทที่ 5 อภิปรายและวิจารณ์ผล  | 2-34 |
| 5.1 ผลของการให้แคลเซียมคลอไรด์กับหลังการเก็บเกี่ยวก่อนการฉายรังสีในการลดการเกิดไส้สีน้ำตาลของผลสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียระหว่างการเก็บรักษา                     | 2-34 |
| 5.2 การศึกษาอิทธิพลของการให้แคลเซียมคลอไรด์หลังการเก็บเกี่ยวก่อนการฉายรังสีในการลดการเกิดไส้สีน้ำตาลของผลสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียที่พัฒนาในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน | 2-35 |
| บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ  | 2-37 |
| บรรณานุกรม   | 2-38 |
| ภาคผนวก (ตารางผลวิเคราะห์ทางสถิติ)   | 2-42 |

โครงการย่อยที่ 3 การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาและคุณภาพของสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียฉายรังสีแกมมา

|   |      |
|---|------|
| บทคัดย่อ  | 3-ก  |
| Abstract  | 3-ค  |
| บทที่ 1 บทนำ  | 3-1  |
| บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง   | 3-3  |
| 2.1 เมทิลจัสโมเนต (Methyl jasmonate; MeJA)  | 3-4  |
| 2.2 กรดซาลิไซลิก (Salicylic acid, SA)   | 3-6  |
| บทที่ 3 ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย   | 3-7  |
| 3.1 ศึกษาผลของการจุ่มเมทิลจัสโมเนต เพื่อลดอาการไส้สีน้ำตาลในผลสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียฉายรังสีแกมมา | 3-7  |
| 3.2 ศึกษาผลของการจุ่มกรดซาลิไซลิก เพื่อลดอาการไส้สีน้ำตาลในสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียฉายรังสีแกมมา    | 3-7  |
| 3.3 การบันทึกผลการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ   | 3-8  |
| บทที่ 4 ผลการวิจัย  | 3-13 |
| - ศึกษาผลของการจุ่มเมทิลจัสโมเนต เพื่อลดอาการไส้สีน้ำตาลในผลสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียฉายรังสีแกมมา   | 3-13 |
| - ศึกษาผลของการจุ่มกรดซาลิไซลิก เพื่อลดอาการไส้สีน้ำตาลในสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียฉายรังสีแกมมา      | 3-40 |
| บทที่ 5 อภิปรายและวิจารณ์ผล   | 3-64 |
| บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ   | 3-69 |
| บรรณานุกรม  | 3-71 |
| ภาคผนวก (ตารางผลวิเคราะห์ทางสถิติ)  | 3-80 |

ส่วนประกอบตอนท้าย

ชื่อหัวหน้าแผนและคณะผู้วิจัย

## บทนำของแผนงานวิจัย

### 1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา

สับปะรดเป็นผลไม้ที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกผลิตภัณฑ์สับปะรดรายใหญ่ที่สุดของโลก คิดเป็นร้อยละ 50 ของปริมาณการส่งออกทั้งหมด ในปี 2550 ประเทศไทยส่งออกสับปะรดสดประมาณ 2,826 ตัน มูลค่า 50.57 ล้านบาท ซึ่งน้อยกว่าร้อยละ 1 ของการส่งออกสับปะรด เนื่องจากการเก็บรักษาผลสับปะรดที่อุณหภูมิต่ำเป็นเวลานานมีผลทำให้เกิดความผิดปกติทางสรีรวิทยาที่เรียกว่าอาการสะท้านหนาว (Chilling injury) โดยบริเวณเนื้อในใกล้แกนกลางผลจะปรากฏสีน้ำตาลคล้ำและขยายออกรวมกันเป็นกลุ่มสีน้ำตาลที่มีขนาดใหญ่ขึ้น เรียกอาการผิดปกตินี้ว่า อาการไส้สีน้ำตาล (internal browning) และอาการดังกล่าวมักจะเกิดขึ้นในระหว่างการขนส่ง เช่น การส่งออกสับปะรดพันธุ์ตราดสีทองไปยังประเทศญี่ปุ่นโดยทางเรือ ซึ่งใช้เวลาประมาณ 20 วัน มักจะพบปัญหาการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลหลังจากการนำผลสับปะรดออกจากห้องเย็น (กรมวิชาการเกษตร, 2544) และสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 10 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3-4 สัปดาห์ จะปรากฏอาการไส้สีน้ำตาลเกิดขึ้นเมื่อย้ายมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (รัศมี, 2530; ปณิธาน, 2533) ส่วนสับปะรดพันธุ์ Sarawak เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10, 15 และ 20 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1, 2 และ 3 สัปดาห์ จากนั้นย้ายมาเก็บที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 สัปดาห์ แสดงอาการไส้สีน้ำตาลเกิดขึ้นและอาการจะรุนแรงมากขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้นโดยเฉพาะที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส (Abdullah และคณะ, 1987)

การฉายรังสีแกมมากับผลิตผลทางการเกษตรเป็นทางเลือกทางหนึ่งในการกำจัดโรคและแมลงที่ปนเปื้อนไปกับผลไม้สด โดยองค์การอาหารและยา (FDA) กระทรวงเกษตรของสหรัฐอเมริกา (USDA) ได้อนุญาตให้ใช้ได้ในปี พ.ศ. 2529 (สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ, 2540) นอกจากนี้การฉายรังสียังมีความปลอดภัยเนื่องจากไม่มีการตกค้างของสารเคมีและเป็นการลดการใช้สารเคมี จากความสำเร็จในการเจรจาเปิดตลาดผลไม้สดไปสหรัฐอเมริกาของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ในปี พ.ศ. 2550 จนถึงปัจจุบันประเทศไทยสามารถส่งออกผลไม้ฉายรังสีแกมมาไปยังประเทศสหรัฐอเมริกาได้ 7 ชนิด ได้แก่ ลิ้นจี่ ลำไย เงาะ มังคุด มะม่วง สับปะรด และแก้วมังกร แต่ในทางปฏิบัติประเทศไทยมีการส่งออกผลในการฉายรังสีแกมมาเพียง 3 ชนิด ได้แก่ มังคุด ลำไย และลิ้นจี่ ซึ่งในการประชุมคณะกรรมการสนับสนุน และติดตามดูแลการประสานงานการตรวจสอบสินค้าเกษตรก่อนการส่งออก สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ ครั้งที่ 2/2555 (วันที่ 22 มิถุนายน 2555) ผู้ประสานงานผลไม้ฉายรังสี (บริษัท บัดดี้โคโคไนท์ จำกัด) มีความประสงค์ที่จะขยายการส่งออกสับปะรดฉายรังสีแกมมาเพื่อเพิ่มปริมาณสินค้าฉายรังสีให้มากขึ้น ซึ่งจะทำให้ต้นทุนการฉายรังสีลดลง และเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันสินค้าเกษตรได้มากขึ้น อภิรติ และคณะ (2554) ได้ศึกษาผลของฉายรังสีแกมมาที่มีต่อคุณภาพของสับปะรดพันธุ์ตราดสีทองในระยะการสุกแก่ต่างๆ พบว่าระยะการสุกแก่ของสับปะรดมีผลต่อความรุนแรงของการเกิดไส้สีน้ำตาลในสับปะรด

ที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา โดยสับปะรดพันธุ์ตราดสีทองที่เก็บเกี่ยวช้า (สีเปลือกเหลืองมากกว่า 50% ของพื้นที่ผิว) แล้วนำมาฉายรังสีแกมมาปริมาณ 500 และ 1,000 เกรย์ ปรากฏอาการไส้สีน้ำตาลน้อยกว่าผลที่สุกแก่ไม่น้อยกว่า (สีเปลือกเหลืองมากกว่า 25% ของพื้นที่ผิว) และความรุนแรงของอาการเพิ่มขึ้นตามปริมาณรังสีแกมมาที่ได้รับ

จากการศึกษาที่ผ่านมาจะเห็นว่าปัจจัยหลังการเก็บเกี่ยวที่มีผลกระทบต่ออาการเกิดไส้สีน้ำตาลของสับปะรด เช่น ปริมาณรังสีแกมมา (อภิรดี และคณะ, 2554) อุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (รัศมี, 2530) และระยะการสุกแก่ของสับปะรด ดังนั้นการลดอาการไส้สีน้ำตาลในผลสับปะรดสามารถทำได้หลายกรรมวิธี เช่น จากการศึกษาของ Selvarajah และคณะ (2001) พบว่า 1-MCP ความเข้มข้น 0.1 ppm มีประสิทธิภาพในการควบคุมการเกิดไส้สีน้ำตาลของสับปะรดที่เก็บรักษาไว้ที่ 10 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4 วัน การศึกษาการใช้บรรจุภัณฑ์ในการเก็บรักษาสับปะรด พบว่าสับปะรดพันธุ์ตราดสีทองที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนจะมีการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลน้อยกว่าสับปะรดที่ไม่ได้บรรจุถุง (ทวีศักดิ์ และคณะ, 2544) อิซยาและจิงแท้ (2551) รายงานว่าสับปะรดที่มีปริมาณแคลเซียมในเนื้อสูง (กลุ่มพันธุ์ควีน) เกิดอาการไส้สีน้ำตาลน้อยกว่าสับปะรดที่มีปริมาณแคลเซียมในเนื้อต่ำกว่า (กลุ่มพันธุ์ Smooth Cayenne) และการจุ่มน้ำร้อนและการเคลือบผิวด้วย Sucrose fatty acid ester มีแนวโน้มลดการเกิดไส้สีน้ำตาลในผลสับปะรดพันธุ์ตราดสีทองแต่ไม่มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (อภิรดี และคณะ, 2555) นอกจากนี้ปัจจัยก่อนการเก็บเกี่ยวหรือการจัดการปุ๋ย สามารถลดการเกิดไส้สีน้ำตาลในสับปะรด เช่น Soares และคณะ (2005) รายงานว่า การให้ปุ๋ยโพแทสเซียม ( $K_2O$ ) จำนวน 16 กรัมต่อต้น สามารถลดอาการไส้สีน้ำตาลของสับปะรดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส ได้และผลสุกแก่ในระยะเปลือกเริ่มเปลี่ยนสี (color break) แสดงอาการไส้สีน้ำตาลน้อยกว่าผลที่สุกแก่หรือเปลือกเปลี่ยนเป็นสีเหลืองมากกว่า 50% การให้แคลเซียมกับต้นสับปะรดระหว่างการเพาะปลูกความเข้มข้น 1.3 กรัมต่อผล และเมื่อทำการเก็บเกี่ยวแล้วนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน พบว่าสามารถช่วยลดอาการไส้สีน้ำตาลลงได้ (Herath และคณะ, 2003) จากการรวบรวมเอกสารและงานทางวิชาการ พบว่า เมธิลจัสโมเนทและกรดซาลิไซลิก สามารถช่วยลดการเกิดสีน้ำตาลหรืออาการสะท้อนขาวได้ในผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น มะม่วง ฝรั่ง พริกหวาน ลำไย อะโวคาโด เกรพฟรุ๊ต มะละกอ แอปเปิ้ล และ loquat เป็นต้น (Gonzalez-Aguilar และคณะ, 2004; Meir และ คณะ, 1996; Gonzalez-Aguilar และคณะ, 2003; Duan และคณะ, 2007; Pristijono และคณะ, 2006)

จากข้อมูลดังกล่าวมาจะเห็นว่า การจัดการทั้งก่อนหรือภายหลังการเก็บเกี่ยวสับปะรดช่วยลดอาการไส้สีน้ำตาลได้อย่างไรก็ตามการศึกษาวิจัยเพื่อลดการเกิดไส้สีน้ำตาลในสับปะรดฉายรังสีแกมมาตั้งแต่ต้นน้ำไปถึงปลายน้ำยังไม่เคยมีปรากฏ ทำให้ขาดองค์ความรู้ด้านการบริหารจัดการก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวสับปะรดที่เหมาะสมเพื่อแนะนำให้กับเกษตรกรและผู้ประกอบการที่ต้องส่งออกสับปะรดฉายรังสีแกมมา ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่าการศึกษาวิธีการลดการเกิดไส้สีน้ำตาลในสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียฉายรังสีแกมมาจำเป็นต้องศึกษาวิธีการ

ปฏิบัติที่เหมาะสมทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว จึงจะเกิดผลสำเร็จและสามารถนำไปถ่ายทอดหรือเผยแพร่ให้กับเกษตรกรและผู้ส่งออกสับปะรดได้

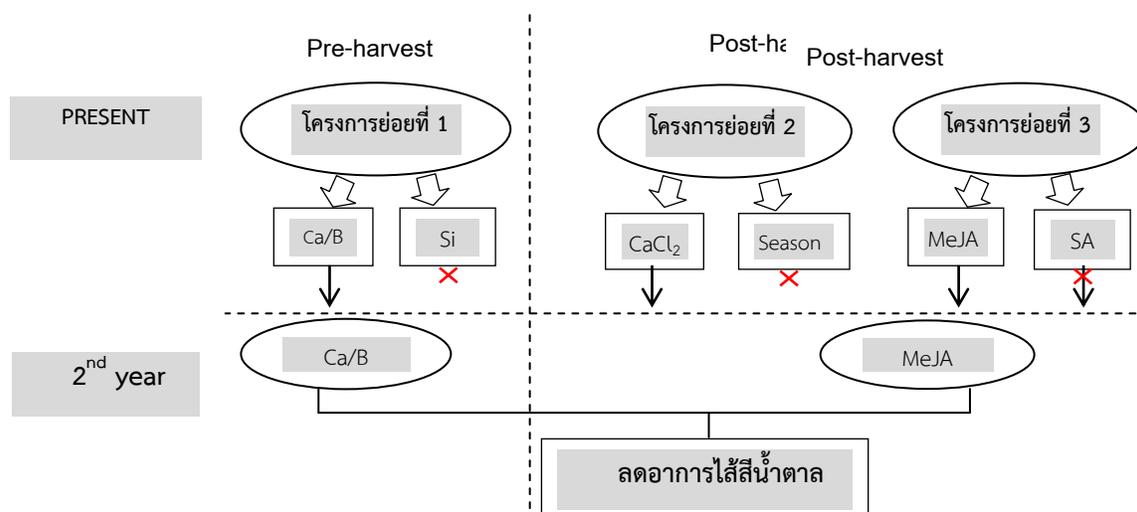
## 2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- ศึกษากรรมวิธีลดอาการไส้สีน้ำตาลของสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียฉายรังสีแกมมา

## 3. รายละเอียดความเชื่อมโยงระหว่างโครงการวิจัยย่อย

การพ่นสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ปริมาณ 1.5 กรัมต่อต้น เพียงอย่างเดียว หรือร่วมกับโบรอน ความเข้มข้น 0.4% ก่อนการเก็บเกี่ยว สามารถลดอาการไส้สีน้ำตาลและอาการฉ่ำน้ำในสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียได้ ส่วนการจุ่มผลสับปะรดในสารเมทิลจัสโมเนท ความเข้มข้น 0.5 mM นาน 5 นาที ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ช่วยลดการเกิดไส้สีน้ำตาลและโรคได้ แต่หากมีการใช้ร่วมกับการฉายรังสีแกมมา จะมีผลทำให้ประสิทธิภาพพลดลง สำหรับการให้แคลเซียมคลอไรด์กับผลสับปะรดภายหลังการเก็บเกี่ยวโดยการจุ่มปลายก้านพบว่าผลการทดลองที่ได้มีความแปรปรวน เนื่องจากผลการทดสอบที่ได้ในแต่ละครั้งแตกต่างกัน จึงยังไม่สามารถสรุปผลของการให้แคลเซียมคลอไรด์กับผลสับปะรดที่แน่ชัดได้

ดังนั้นหากนำการจัดการก่อนการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมโดยการพ่นสารแคลเซียมคลอไรด์ หรือสารแคลเซียมคลอไรด์ร่วมกับโบรอน มาใช้ร่วมกับการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม เช่น การจุ่มผลสับปะรดในสารเมทิลจัสโมเนท ความเข้มข้น 0.5 mM เป็นเวลา 5 นาที น่าจะสามารถลดการเกิดไส้สีน้ำตาลและการเกิดโรคของสับปะรดฉายรังสีแกมมาในระหว่างเก็บรักษาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95% ได้ นอกจากนี้การใช้สารแคลเซียมคลอไรด์ หรือสารแคลเซียมคลอไรด์ร่วมกับโบรอน พ่นสับปะรดในระหว่างการเจริญพัฒนาของผลร่วมกับการให้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ทางก้านผลภายหลังการเก็บเกี่ยว ที่ความเข้มข้น 0.05 M นาน 1 วัน ก่อนการฉายรังสีแกมมา ปริมาณ 400 เกรย์ มีแนวโน้มที่สามารถลดความเสียหายของสับปะรดฉายรังสีแกมมาได้



Ca คือ แคลเซียม, B คือ โบรอน, Si คือ ซิลิคอน

#### 4. สรุปผลการวิจัยของแผนงานวิจัย

จากการทดลองในครั้งนี้พบว่า การจัดการก่อนการเก็บเกี่ยวโดยการพ่นสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ปริมาณ 1.5 กรัมต่อต้น เพียงอย่างเดียว หรือร่วมกับโบรอน ความเข้มข้น 0.4% ในระหว่างการพัฒนาของผลสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียสามารถลดการเกิดไส้สีน้ำตาลและการรักษาคุณภาพของสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียในระหว่างการเก็บรักษาได้ ในขณะที่การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว โดยการจุ่มผลสับปะรดในสารเมทิลจัสโมเนท ความเข้มข้น 0.5 mM เป็นเวลา 5 นาที สามารถลดการเกิดไส้สีน้ำตาลและการเกิดโรคของสับปะรดฉายรังสีแกมมาในระหว่างเก็บรักษาได้ ดังนั้นหากมีการศึกษาและการจัดการอย่างเป็นระบบทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว (pre- and post-harvest) ที่เหมาะสม โดยการนำการจัดการก่อนการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมดังกล่าวมาบูรณาการใช้ร่วมกับการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมก็จะเป็นแนวทางที่สามารถช่วยแก้ไขปัญหาการเกิดไส้สีน้ำตาลของสับปะรดได้เป็นอย่างดี เช่น การศึกษาการพ่นสารละลายแคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว หรือร่วมกับโบรอนในระหว่างการพัฒนาของผลสับปะรด ร่วมกับการจุ่มผลสับปะรดที่เก็บเกี่ยวได้ในสารละลายเมทิลจัสโมเนท หรือการให้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ทางก้านผล น่าจะสามารถลดการเกิดไส้สีน้ำตาลและการเกิดโรคของสับปะรดฉายรังสีแกมมาในระหว่างเก็บรักษาได้

#### 5. ประโยชน์ที่ได้รับ

- 5.1 ทราบผลของการให้แคลเซียมคลอไรด์ โบรอน และซิลิคอนต่อการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลของสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย
- 5.2 ทราบผลของการใช้แคลเซียมคลอไรด์ เมทิลจัสโมเนท และกรดซาลิไซลิก ต่อการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลของสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียฉายรังสีแกมมา
- 5.3 ทราบผลของฤดูกาลปลูกต่อการเกิดไส้สีน้ำตาลของสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียฉายรังสีแกมมา
- 5.4 เป็นแนวทางในการจัดการก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อลดการเกิดไส้สีน้ำตาลของสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียฉายรังสีแกมมา

#### 6. หน่วยงานที่นำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

- 6.1 ภาครัฐ เช่น มหาวิทยาลัย กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
- 6.2 ภาคเอกชน เช่น บริษัทส่งออกต่างๆ