1. ชื่อแผนงานวิจัย : การลดความสูญเสียในผลิตผลเกษตรจากศัตรูพืชหลังการเก็บเกี่ยวและสารพิษจากรา

2. โครงการวิจัย : การลดความสูญเสียในผลิตผลเกษตรจากโรคพืชหลังการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีปลอดภัย

กิจกรรม : การควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวโดยผสมผสานวิธีการ

3. ชื่อการทดลอง : ศึกษาชนิดของเชื้อราที่ปนเปื้อนพริกขี้หนูระหว่างการเก็บรักษาและวิธีการควบคุม

: Study of fungal contamination of chili during storage and its control

4. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง : บุญญวดี จิระวุฒิ สังกัดกวป.

ผู้ร่วมงาน : วีรภรณ์ เดชนำบัญชาชัย สังกัดกวป.

5. **บทคัดย่อ**

ผลพริกบรรจุถาดโฟมหุ้มด้วยฟิล์ม หรือถุงพลาสติก ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 ^{o}C พบการปนเปื้อนของเชื้อราหลายชนิด คือ *Fusarium* sp., *Alternaria* sp., *Curvularia* sp. และ *Bipolaris* sp. สามารถเข้าทำลายผลพริกได้ทางบาดแผล งานวิจัยนี้เพื่อศึกษาหาสารกลุ่มปลอดภัย การใช้น้ำร้อน การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อราบนผลพริก พบว่าการใช้สารปลอดภัยมีประสิทธิภาพต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำร้อนและการเก็บที่อุณหภูมิต่ำการจุ่มผลพริกในน้ำร้อนอุณหภุมิ50 - 52 ^{o}C นาน 3 นาที และการเก็บผลพริกที่อุณหภูมิ 5 - 10 ^{o}C สามารถลดการเข้าทำลายของเชื้อรา *Fusarium* sp. และ*Alternaria* sp. ได้ดี ซึ่งทั้ง 2 วิธีนี้มีประสิทธิภาพสูงในการลดการปนเปื้อนของเชื้อราบนผลพริก การเก็บผลพริกที่อุณหภูมิ 10 ^{o}Cเป็นเวลา 14 วันไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อราที่ก้านของผลพริก แต่ถ้าต้องการเก็บผลพริกเป็นเวลา 21 และ 28 วัน ควรทำการจุ่มผลพริกในน้ำร้อนอุณหภูมิ 52°C นาน 3 นาที เก็บที่อุณหภูมิ 10 ^{o}Cจะช่วยลดการเกิดเชื้อราที่ก้านผลพริกได้ดี

คำหลัก:เชื้อรา การปนเปื้อน น้ำร้อน อุณหภูมิต่ำ การควบคุม

Abstract

The study investigated fungal contamination of chilies which were packed in foam punner and covered with PVC film or a plastic bag during storage at 15 ^{o}C. The discovered fungi were *Fusarium* sp., *Alternaria* sp., *Curvularia* sp.and *Bipolaris* sp. whose infection can occur through damaged to the skin of chili fruit. This research was conducted to study three methods to reduce the fungal contamination on chili fruit by GRAS compounds, hot water treatment and low temperature. The results showed that GRAS compounds are less effective than hot water treatment and low temperature. Hot water at 50 -52 ^{o}C for 3 min or storage at 5 – 10 ^{o}C had high ability to reduce the infection of *Fusarium* sp. or *Alternaria* sp. on chilli fruit compared with untreated fruit (control). Both methods were high efficiency for reducing contaminated fungi. The results obtained in this study showed that there was no fungi infection detected in chili fruits' peduncle kept at 10 ^{o}C for 14 days. Dipping chili fruits in hot water at 52 ^{o}C for 3 min reduced the incidence of fungal infection on chili peduncle and calyx after 21 and 28 days of storage at 10 ^{o}C.

Keywords: fungi, contamination, hot water, low temperature, control

6. คำนำ

พริก (Chili) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Capsicum* spp. อยู่ในวงศ์ Solanaceae พริกเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งการผลิตพริกเพื่อการส่งออกประสบปัญหาหลายประการ เช่น ผลเหี่ยวและอ่อนนิ่มเร็วเกิดจากการสูญเสียน้ำ ทำให้ผลพริกมีการเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็ว ขั้วผลมีสีดำ เมื่อเก็บผลพริกบรรจุถุงพลาสติกเก็บไว้ในห้องเย็นเป็นเวลานาน เพื่อรอการจำหน่ายหรือส่งออก ทำให้เกิดความชื้น สูง จะพบเส้นใยของเชื้อราเกิดขึ้นบนผลพริกบริเวณก้านจำนวนมาก และเข้าทำลายผลพริกทางบาดแผล ทำให้ผลพริกเสื่อมคุณภาพ

การควบคุมโรคของผักผลไม้หลังการเก็บเกี่ยวในปัจจุบัน มุ่งเน้นเรื่องความปลอดภัยของผู้บริโภคเป็นหลัก ผู้ผลิตให้ความสำคัญต่อการลดการใช้สารเคมีในขบวนการผลิตจึงได้มีการศึกษาวิจัยหาวิธีการอื่น ๆ มาใช้ในการควบคุม ได้แก่การใช้สารกลุ่มปลอดภัย (Generally recognized as safe, GRAS) เป็นสารเคมีที่ผ่านการรับรองโดยองค์การอาหารและยา (Food and Drug Administration, FAD) ว่าสามารถเติมไปในอาหารได้อย่างปลอดภัย (Anonymous, 2012) เช่น โปแตสเซียม ซอร์เบท เป็นวัตถุกันเสียในอาหาร โพรพิลพาราเบน เป็นวัตถุกันเสียในอาหาร ยา เครื่องสำอาง และ กรดออกซาลิก เป็นกรดอินทรีย์มีอยู่ทั่วไปในพืช การใช้น้ำร้อนเป็นการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคที่มีประสิทธิภาพ สามารถยับยั้งการงอกของสปอร์ของเชื้อรา และการเข้าทำลายแบบแฝงของเชื้อราที่บริเวณผิว หรือเนื้อเยื่อชั้นที่อยู่ใต้เปลือกของผลไม้หรือผัก ผลไม้และผักสามารถทนต่อการสัมผัสน้ำที่มีอุณหภูมิ 50-60 ^{o}C ได้นานถึง 10 นาที ซึ่งช่วงอุณหภูมินี้ในระยะเวลาที่สั้นกว่าสามารถควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคหลังเก็บเกี่ยวได้ (Barkai-Golan and Phillips. 1991) และการใช้อุณหภูมิต่ำเป็นการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ (จริงแท้, 2542) งานวิจัยนี้เพื่อศึกษาหาสารกลุ่มปลอดภัยร่วม การใช้น้ำร้อน การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ เพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อราบนผลพริก เป็นแนวทางในการลดการใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายต่อผู้ผลิต และผู้บริโภคแล้ว เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลพริกให้นานขึ้น และยังคงคุณภาพดี เพื่อเพิ่มศักยภาพในการส่งออกไปยังต่างประเทศได้อีกด้วย

7. วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. พริกขี้หนูแดง
2. สารปลอดภัย เช่น โพรพิลพาราเบน โปแตสเซียม ซอร์เบท กรดออกซาลิก เป็นต้น
3. สารเคมี เช่น โปรคลอราช คลอร็อกซ์ แอลกอฮอล์ เป็นต้น
4. ถาดโฟมหุ้มฟิล์มชนิดโพลิเอธิลีน (PE) ฟิล์มโพลิไวนิลคลอไรด์ (PVC)
5. อาหารเลี้ยงเชื้อรา Potato Dextrose Agar (PDA)
6. อุปกรณ์และเครื่องแก้ว เช่น จานเลี้ยงเชื้อ บีกเกอร์ กระบอกตวง ขวดแก้ว หลอดแก้ว ไมโครปิเปต เป็นต้น
7. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath)
8. เครื่องวัดสี (Colorimeter)
9. เครื่องชั่งดิจิตอล
10. เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (Digital refractometer ยี่ห้อ Atago รุ่น 10 PAL)
11. เครื่องวัดความแน่นเนื้อ(Texture analyzer ยี่ห้อ Chatillon รุ่น 10 LBF)
12. ตู้เย็นห้องเย็น

13. หม้อนึ่งความดันไอ (autoclave)
14. กล้องจุลทรรศน์และกล้องถ่ายรูป

วิธีการ

1. ศึกษาชนิดของเชื้อราที่ปนเปื้อนพริกขี้หนูในบรรจุภัณฑ์ขณะเก็บรักษา

นำพริกขี้หนูแดงเก็บในบรรจุภัณฑ์แบบต่างๆ เช่น ถาดโฟมหุ้มด้วยฟิล์มโพลิไวนิลคลอไรด์ (PVC), ถุงพลาสติกชนิดโพลิเอธิลีน (PE), ถุงพลาสติกยืดอายุการเก็บรักษาผักผลไม้เป็นต้น เก็บไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 15°C ตรวจเชื้อราที่มีการเจริญบนผลพริกในระหว่างเก็บรักษา

1.1 แยกเชื้อราที่พบบนผลพริกในระหว่างเก็บรักษา โดยนำพริกมาตัดเป็นชิ้นเล็กๆ นำไปแช่ในคลอร็อกซ์ความเข้มข้น 10% นาน 2 นาที ซับด้วยกระดาษที่ผ่านการฆ่าเชื้อให้แห้ง และวางลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อรา Potato dextrose agar (PDA) บ่มทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 5-7 วันจำแนกชนิดของเชื้อ ราที่ปนเปื้อนบนผลพริก เก็บเชื้อไว้ใน slant agar เพื่อใช้ในการทดสอบต่อไป

1.2 ทดสอบการเข้าทำลายของเชื้อราที่ปนเปื้อนบนผลพริก

นำเชื้อราที่แยกได้จากผลพริก ปลูกลงบนผลพริกที่ สมบูรณ์โดยทำแผลบนผลพริก บริเวณกลางผลลึกประมาณ 2 มม.โดยนำชิ้นวุ้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มม.วางคว่ำผิวหน้าวุ้นลงที่บริเวณ แผลนำมาเรียงใส่ตะกร้าพลาสติก คลุมด้วยถุงพลาสติกที่พ่นด้วยน้ำกลั่น เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเวลานำชิ้นวุ้นออก บรรจุผลพริกในถาดโฟม จำนวน 10 ผล/ถาด แล้วหุ้มด้วยฟิล์มยืดชนิด PE นำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 15 °C เป็นเวลา 14 วัน <u>บันทึกข้อมูล</u> ลักษณะการเข้าทำลายของเชื้อบนผลพริก

2. ทดสอบประสิทธิภาพของสารกลุ่มปลอดภัย เพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อราบนผลพริกขี้หนู

2.1 ทดสอบประสิทธิภาพของสารกลุ่มปลอดภัย ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราที่ปนเปื้อนบนผลพริกขี้หนู

ทดสอบประสิทธิภาพของสารกลุ่มปลอดภัยด้วยวิธี Poisoned food technique เตรียมอาหาร PDA ผสมกับสารให้ได้ความเข้มข้นของสาร 8 กรรมวิธี แล้วเทอาหารที่ผสมสารลงในจานเลี้ยงเชื้อ หลังจากนั้นเตรียมสปอร์แขวนลอยของเชื้อราที่ปนเปื้อนบนผลพริกขี้หนูแดง หยดสปอร์แขวนลอยของเชื้อรา 5 ไมโครลิตร ลงบนกระดาษกรองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มม.นำมาวางตรงกลางผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่ผสม สารบ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) เปรียบเทียบ 8 กรรมวิธี จำนวน 5 ซ้ำ

กรรมวิธีที่ 1	กรรมวิธีควบคุม (น้ำ)		กรรมวิธีที่ 5	โปแตสเซียม ซอร์เบท	250มก./ล.
กรรมวิธีที่ 2	โปรคลอราซ	500 มก./ล.	กรรมวิธีที่ 6	โปแตสเซียม ซอร์เบท	500 มก./ล.
กรรมวิธีที่ 3	โพรพิลพาราเบน	250มก./ล.	กรรมวิธีที่ 7	กรดออกซาลิก	100 มก./ล.
กรรมวิธีที่ 4	โพรพิลพาราเบน	500มก./ล.	กรรมวิธีที่ 8	กรดออกซาลิก	250 มก./ล.

<u>บันทึกข้อมูล</u>ผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา โดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อรานำค่าที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญโดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา = [(A – B) / A] x 100

A คือค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีเชื้อราที่เจริญบนอาหาร PDA (กรรมวิธีที่ 1 ควบคุม)

B คือค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีเชื้อราที่เจริญบนอาหาร PDA ผสมสารกรรมวิธีที่ 2-8

2.2 ทดสอบประสิทธิภาพของสารกลุ่มปลอดภัย เพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อราบนผลพริกขี้หนู

นำพริกขี้หนูแดงที่สมบูรณ์ ปลูกเชื้อราที่ปนเปื้อนบนผลพริก โดยทำแผลบนผลพริก บริเวณกลางผล ลึกประมาณ 2 มิลลิเมตร แล้วหยดสปอร์แขวงลอยของเชื้อรา 5 ไมโครลิตร นำมาเรียงใส่ตะกร้าพลาสติก คลุม

ด้วยถุงพลาสติกที่พ่นด้วยน้ำกลั่น เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมงหลังจากนั้นจุ่มผลพริกในสารละลายกลุ่มปลอดภัย เป็นเวลา 1 นาที ผึ่งผลพริกให้แห้ง บรรจุผลพริกในถาดโฟม จำนวน 10 ผล/ถาด แล้วหุ้มด้วยฟิล์มยืดชนิด PE เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 15 ^{o}C เป็นเวลา 14วันวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) เปรียบเทียบ 8 กรรมวิธี (เช่นเดียวกับข้อ 2.1) จำนวน 5 ซ้ำ บันทึกผลความรุนแรงของโรค (%) โดยวัดขนาดของแผลที่มีการเข้าทำลายของเชื้อรา

3. ทดสอบประสิทธิภาพของน้ำร้อน เพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อราบนผลพริกขี้หนู

3.1 ประสิทธิภาพของน้ำร้อนต่อการยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อราที่ปนเปื้อนบนผลพริกขี้หนู

เตรียมสปอร์แขวนลอยของเชื้อราที่ปนเปื้อนบนผลพริกขี้หนูใส่ในขวดแก้วขนาดเล็กขวดละ 1 มล. จุ่มในน้ำร้อนอุณหภูมิต่างๆเปรียบเทียบกับไม่จุ่มน้ำร้อน มาหยดลงบนอาหาร PDA ในจานเลี้ยงเชื้อ 1 0 ไมโครลิตรบนผิวหน้าอาหาร 5 จุด บ่มที่อุณหภูมิห้องวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) เปรียบเทียบ 8 กรรมวิธี จำนวน 5 ซ้ำ

กรรมวิธีที่ 1 กรรมวิธีควบคุม (น้ำ)	กรรมวิธีที่ 5 น้ำร้อน 52 ^{o}C เป็นเวลา 3 นาที
กรรมวิธีที่ 2 น้ำร้อน 50 ^{o}C เป็นเวลา 1 นาที	กรรมวิธีที่ 6 น้ำร้อน 55 ^{o}C เป็นเวลา30 วินาที
กรรมวิธีที่ 3 น้ำร้อน 50 ^{o}C เป็นเวลา 3 นาที	กรรมวิธีที่ 7 น้ำร้อน 55 ^{o}C เป็นเวลา 1 นาที
กรรมวิธีที่ 4 น้ำร้อน 52 ^{o}C เป็นเวลา 1 นาที	กรรมวิธีที่ 8 น้ำร้อน 57 ^{o}C เป็นเวลา 30 วินาที

<u>บันทึกข้อมูล</u> ตรวจนับเปอร์เซ็นต์การงอกของสปอร์เชื้อราที่ปนเปื้อนบนผลพริกขี้หนู (ระยะเวลาที่ใช้ตรวจการงอกของสปอร์ *Fusarium* sp. เป็นเวลา 5 ชั่วโมง, *Alternaria* sp.และ *Bipolaris* sp.เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และ *Curvularia* sp. เป็นเวลา1 ชั่วโมง)

3.2 ทดสอบประสิทธิภาพของน้ำร้อน เพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อราบนผลพริกขี้หนู

นำพริกขี้หนูแดงที่สมบูรณ์ ปลูกเชื้อรา ที่ปนเปื้อนบนผลพริก โดยทำแผลบนผลพริก แล้วหยดสปอร์แขวงลอยของเชื้อรา 5 ไมโครลิตร นำมาเรียงใส่ตะกร้าพลาสติก คลุมด้วยถุงพลาสติกที่พ่นด้วยน้ำกลั่น เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมงหลังจากนั้นจุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิต่างๆ ผึ่งให้แห้ง บรรจุผลพริกในถาดโฟม จำนวน 10 ผล/ถาด แล้วหุ้มด้วยฟิล์มยืดชนิด PE เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 15 ^{o}C เป็นเวลา 14วันวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) เปรียบเทียบ 8 กรรมวิธี (เช่นเดียวกับข้อ 3.1) จำนวน 5 ซ้ำบันทึกผลความรุนแรงของโรค (%) โดยวัดขนาดของแผลที่มีการเข้าทำลายของเชื้อรา

4. ทดสอบประสิทธิภาพของอุณหภูมิต่ำ เพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อราบนผลพริกขี้หนู

4.1 ทดสอบประสิทธิภาพของอุณหภูมิต่ำ ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราที่ปนเปื้อนบนผลพริกขี้หนู

เ ตรียมสปอร์แขวนลอยของเชื้อราที่ปนเปื้อนบนผลพริกขี้หนูแดง หยดสปอร์แขวนลอยของเชื้อราปริมาณ 5 ไมโครลิตร ลงบนกระดาษกรองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร นำมาวางตรงกลางผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ PDAบ่มในตู้เย็นที่อุณหภูมิต่ำเปรียบเทียบกับอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) เปรียบเทียบ 4 กรรมวิธี จำนวน 5 ซ้ำ

กรรมวิธีที่ 1 อุณหภูมิห้อง (กรรมวิธีควบคุม)	กรรมวิธีที่ 3 อุณหภูมิ 10 ^{o}C
กรรมวิธีที่ 2 อุณหภูมิ 15°C	กรรมวิธีที่ 4 อุณหภูมิ 5°C

<u>บันทึกข้อมูล</u> ผลการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา โดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อรานำค่าที่ได้มาคำนวณหาร้อยละของการยับยั้งการเจริญโดยใช้สูตร (เช่นเดียวกับข้อ 2.1)

4.2 ทดสอบประสิทธิภาพของอุณหภูมิต่ำเพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อราบนผลพริกขี้หนู

นำพริกขี้หนูแดงที่สมบูรณ์ ปลูกเชื้อราที่ปนเปื้อนบนผลพริก โดยทำแผลบนผลพริก แล้วหยดสปอร์แขวงลอยของเชื้อรา 5 ไมโครลิตร นำมาเรียงใส่ตะกร้าพลาสติก คลุมด้วยถุงพลาสติกที่พ่นด้วยน้ำกลั่น เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเวลา บรรจุผลพริกในถาดโฟม จำนวน 10 ผล/ถาด แล้วหุ้มด้วยฟิล์มยืดชนิด PE นำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5 และ 10 ^{o}C เปรียบเทียบกับอุณหภูมิ 15 ^{o}C เป็นเวลา 14 วัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) เปรียบเทียบ 3 กรรมวิธี จำนวน 5 ซ้ำ บันทึกผลความรุนแรงของโรค (%) โดยวัดขนาดของแผลที่มีการเข้าทำลายของเชื้อรา

5. ประสิทธิภาพของสารกลุ่มปลอดภัยร่วมกับน้ำร้อน เพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อราบนผลพริกขี้หนู

นำพริกขี้หนูแดงที่สมบูรณ์ ปลูกเชื้อรา ที่ปนเปื้อนบนผลพริก โดยทำแผลบนผลพริก แล้วหยดสปอร์แขวงลอยของเชื้อรา 5 ไมโครลิตร เรียงใส่ตะกร้าพลาสติก คลุมด้วยถุงพลาสติกที่พ่นด้วยน้ำกลั่น เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นจุ่มในสารละลายกลุ่มปลอดภัยที่มีประสิทธิภาพดี (จากผลการทดลองข้อ 2.2) ที่อุณหภูมิของน้ำร้อนที่มีประสิทธิภาพในการลดการปนเปื้อนของเชื้อราบนผลพริกขี้หนูสด (จากผลการทดลองข้อ 3.2) ผึ่งผลพริกให้แห้ง บรรจุผลพริกในถาดโฟม จำนวน 10 ผล/ถาด แล้วหุ้มด้วยฟิล์มยืดชนิด PE เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 15 ^{o}C เป็นเวลา 14วันวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) จำนวน 5 ซ้ำบันทึกผลความรุนแรงของโรค (%) โดยวัดขนาดของแผลที่มีการเข้าทำลายของเชื้อรา

6. ผลของการจุ่มผลพริกใน น้ำร้อน และเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ และลดการปนเปื้อนของเชื้อราบนผลพริกขี้หนู

นำพริกขี้หนูแดงที่สมบูรณ์ นำมาจุ่มในกรรมวิธีที่มีประสิทธิภาพดีในการลดการปนเปื้อนของเชื้อราบนผลพริกขี้หนูสด (จากผลการทดลองข้อ 5) ผึ่งผลพริกให้แห้ง บรรจุผลพริกในถาดโฟม จำนวน 10 ผล/ถาด แล้วหุ้มด้วยฟิล์มยืดชนิด PE เก็บไว้ที่อุณหภูมิที่สามารถลดการลดการปนเปื้อนของเชื้อราบนผลพริกขี้หนูสด (จากข้อ 4.2) เป็นเวลา 28 วันวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) จำนวน 5 ซ้ำ

<u>บันทึกข้อมูล</u> วันที่ 7 14 21 และ 28 ของการเก็บรักษา

1. จำนวนผลพริกที่มีเชื้อราที่ก้านผล (%)
2. คุณภาพของผลพริกขี้หนูหลังการเก็บรักษา

- การสูญเสียน้ำหนัก โดยชั่งน้ำหนักของผลพริกหวานก่อนและหลังการเก็บรักษา นำมาคำนวณเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากสูตร

$$\text{การสูญเสียน้ำหนัก (\%)} = \frac{\text{(น้ำหนักก่อนเก็บรักษา – น้ำหนักหลังเก็บรักษา)}}{\text{น้ำหนักก่อนเก็บรักษา}} \times 100$$

- การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลพริก ด้วยเครื่องวัดสี (Minolta Model DP-301) รายงานผลเป็นค่า ค่า L เป็นค่าที่รายงานถึงความสว่างของสี ค่า a เป็นค่าที่รายงานถึงการเปลี่ยนแปลงของสีในช่วงสีเขียว-แดง และ ค่า b เป็นค่าที่รายงานถึงการเปลี่ยนแปลงของสีในช่วงสีน้ำเงิน-เหลือง

เวลาและสถานที่ ตุลาคม 2558 – กันยายน 2560

กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน

กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ศึกษาชนิดของเชื้อราที่ปนเปื้อนพริกขี้หนูในบรรจุภัณฑ์ขณะเก็บรักษา

จากการตรวจการปนเปื้อนของเชื้อราบนผลพริกขี้หนูแดงที่เก็บจากแปลงปลูก จังหวัดนครราชสีมา ศีรสะเกษ และ อุบลราชธานี และซื้อจากตลาดสี่มุมเมือง (แหล่งปลูก จังหวัดกาญจนบุรี และลพบุรี) และตลาดไท (แหล่งปลูก จังหวัดตาก และอุบลราชธานี) แยกเชื้อรา ด้วยวิธี tissue transplating พบเชื้อรา *Alternaria* sp., *Curvularia* sp., *Fusarium* sp., *Bipolaris* sp., *Nigrospora* sp., *Phomopsis* sp. และ *Cladosporium* sp.

เมื่อนำเชื้อราที่ปนเปื้อนมาปลูกเชื้อลงบนผลพริก โดยวิธีการทำแผลบริเวณกลางผล แล้วนำชิ้นวุ้นของเชื้อราขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มม. วางคว่ำผิวหน้าลงที่บริเวณรอยแผล พบว่า เชื้อรา *Fusarium* sp. สามารถเข้าทำลายผลพริกทำให้เนื้อเยื่อยุบตัวเป็นบริเวณกว้าง มีเส้นใยสีขาวขึ้นบริเวณแผล แสดงอาการรุนแรงมากกว่าเชื้อราชนิดอื่น (Figure 1A) รองลงมาคือ เชื้อรา *Alternaria* sp. ทำให้เนื้อเยื่อยุบตัวเช่นเดียวกัน แต่มีขนาดแผลเล็กกว่าเชื้อรา *Fusarium* sp.(Figure 1B) เชื้อรา*Curvularia* sp. และ *Bipolaris* sp. บริเวณแผลมีการยุบตัวของเนื้อเยื่อเล็กน้อย ขอบแผลเป็นสีน้ำตาล ไม่รุนแรง (Figure 1C-D) ส่วนเชื้อรา *Nigrospora* sp., *Phomopsis* sp. และ *Cladosporium* sp. ไม่แสดงอาการ เนื้อเยื่อไม่ยุบตัว(Figure 1 E-G) เชื้อราที่ปนเปื้อนผลพริกมีอยู่ทั่วไปในแปลงปลูก สปอร์สามารถแพร่โดยลมและฝน โดยเฉพาะเชื้อรา *Fusarium* sp. สามารถเข้าทำลายผลพริกและแสดงอาการรุนแรงกว่าเชื้อราชนิดอื่น เป็นสาเหตุของโรคเหี่ยวของพริกอีกด้วย และมีรายงานว่าเชื้อรา *Fusarium* spp. และ *Alternaria alternata*สามารถเข้าทำลายภายในผลพริกตั้งแต่ระยะดอกหรือผลอ่อน เป็นสาเหตุของโรค internal rot พบเส้นใยเชื้อราบริเวณรอบๆ เมล็ด และ เยื่อแกนกลางสีขาว หรือรกพริก (placenta) (Halfon-Meiri *et al.,*1983; Frans *et al.,* 2017) ทำให้เชื้อราติดไปกับเมล็ดพริก (seed borne)

Figure 1 Colony and morphological structures in fungiand symptom on chilli

A) *Fusarium* sp.
B) *Alternaria* sp
C) *Curvularia* sp.
D) *Bipolaris*sp.
E) *Nigrospora*sp.
F) *Phomopsis*sp.
G) *Cladosporium*sp.

2. ทดสอบประสิทธิภาพของสารกลุ่มปลอดภัย เพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อราบนผลพริกขี้หนู

2.1 ทดสอบประสิทธิภาพของสารกลุ่มปลอดภัย ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราที่ปนเปื้อนบนผลพริกขี้หนู

สารปลอดภัย 3 ชนิด คือ โพรพิลพาราเบน โปแตสเซียม ซอร์เบท 250 และ 500 มก./ล. และกรดออกซาลิก 100 และ 250 มก./ล. มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของสปอร์เชื้อรา ปนเปื้อนบนผลพริกแดง (*Fusarium* sp., *Alternaria* sp., *Curvularia* sp. และ*Bipolaris* sp.)ได้แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (Table 1) โพรพิลพาราเบนสามารถยับยั้งการเจริญของสปอร์เชื้อราทั้ง 4 ชนิดคือ เชื้อรา *Fusarium* sp.*Alternaria* sp., *Curvularia* sp, และ *Bipolaris* sp. ได้สมบูรณ์ (100%)เช่นเดียวกับ โปรคลอราช 500 มิลลิกรัม/ลิตร รองลงมาคือ โปแตสเซียม ซอร์เบท 500 มก./ล. โดยยับยั้งเชื้อรา *Fusarium* sp., *Alternaria* sp., *Curvularia* sp. และ. *Bipolaris* sp.ได้ 90.82, 43.49, 100.00 และ 50.81 % ตามลำดับ ส่วนกรดออกซาลิกมีประสิทธิภาพน้อยที่สุดในการยับยั้งเชื้อราทั้ง 4 ชนิด (Table 1 and Figure 2) ใกล้เคียงกับการใช้โปแตสเซียมซอร์เบท 500 มก./ล. ในการยับยั้งเชื้อรา *Fusarium oxysporium* สาเหตุโรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอมได้ 100 % และกรดออกซาลิก 250 มก./ล.ยับยั้งได้ *F. oxysporium*ได้ 8.8 % (บุญญวดี, 2555)

Table1 Efficacy of GRAS compounds for the inhibition of spores growth of contaminated fungi on chilion potato dextrose agar kept at room temperature for 7 days

Treatment	Inhibition of spores growth(%)[1]			
	Fusarium sp.	*Alternaria* sp.	*Curvularia* sp.	*Bipolaris*sp.
prochloraz 500 mg/l	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a
propyl paraben250 mg/l	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a
propyl paraben500 mg/l	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a
potassium sorbate 250 mg/l	18.87 c	24.64 c	6.33 c	29.94 c
potassium sorbate 500mg/l	90.82 b	43.49 b	100.00 a	50.81 b
oxalic acid 100 mg/l	5.01 d	13.33 d	0.00 d	13.37 e
oxalic acid 250 mg/l	16.89 c	24.91 c	15.56 b	24.45 d
F-test	**	**	**	**
CV (%)	9.83	4.45	2.51	5.94

[1]Means in the same column, followed a common letters are not significantly different at the 5% level by DMRT

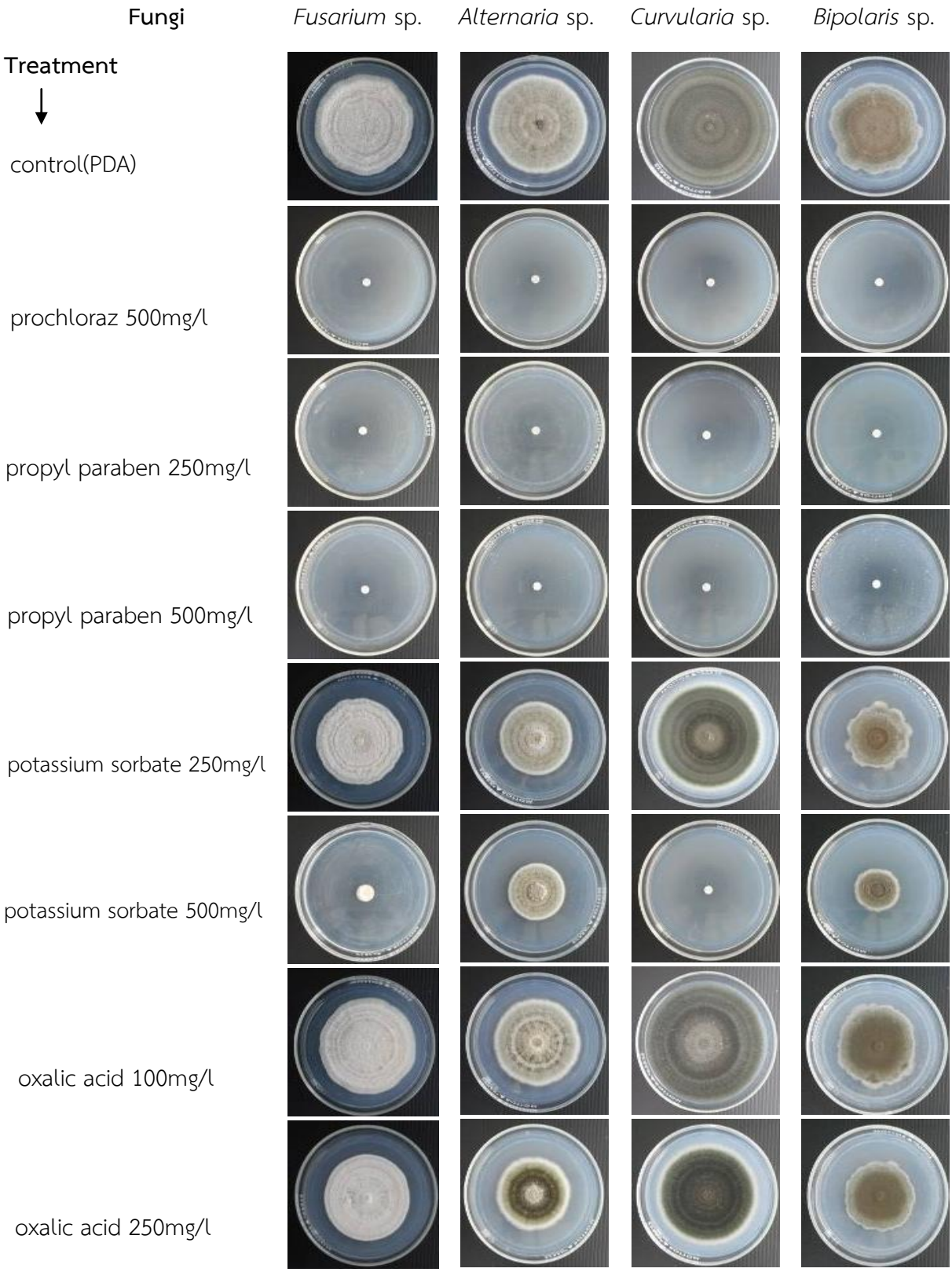

Figure 2 Efficacy of GRAS compounds for the inhibition of spores growth of contaminated fungi on chili kept at room temperature for 7 days

2.2 ทดสอบประสิทธิภาพของสารกลุ่มปลอดภัย เพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อราบนผลพริกขี้หนู

ทดสอบ ประสิทธิภาพของสารกลุ่มปลอดภัย 3 ชนิด คือ โพรพิลพาราเบน และ โปแตสเซียม ซอร์เบท ความเข้มข้น 250 และ 500 มก./ล. กรดออกซาลิกความเข้มข้น 100 และ 250 มก./ล.ในการลดการปนเปื้อนของเชื้อรา *Fusarium* sp. และ *Alternaria* sp. บนผลพริกแดง พบว่า สารกลุ่มปลอดภัยทั้ง3 ชนิด มีประสิทธิภาพต่ำในการลดการปนเปื้อนของเชื้อราทั้ง 2 ชนิด โดยการวัดขนาดแผลที่มีการเข้าทำลายของเชื้อรา *Fusarium* sp. และ *Alternaria* sp. และไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม (น้ำ) (Table 2)

โปแตสเซียม ซอร์เบท 250 มก./ล. มีประสิทธิภาพดีในการลดการปนเปื้อนของเชื้อรา *Fusarium* sp. และ *Alternaria* sp. โดยเปรียบเทียบจากขนาดแผลที่มีการเข้าทำลายของเชื้อรา *Fusarium* sp. และ *Alternaria* sp. มีขนาดแผลเฉลี่ย 0.5 4 และ 0.0 3 ซม. ตามลำดับ รองลงมาคือ กรดออกซาลิก 250 มก./ล. แต่อย่างไรก็ตามโปรคลอราชมีประสิทธิภาพสูงกว่า มีขนาดแผล 0.44 และ 0.02 ซม. ตามลำดับ (Table 2 and Figure 3-4) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Palou*et al.* (2002) พบว่า โปแตสเซียม ซอร์เบท สามารถควบคุมเชื้อรา *Penicillium digitatum* และ *Penicillium italicum* เป็นสาเหตุของโรคราสีเขียว ลดการเกิดโรคได้ 70-80 % โปแตสเซียม ซอร์เบทจะไปยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ โพลีกาแลคทูโรเนส (polygalacturonase) ของเชื้อรา *Monilinia laxa* ทำให้ลดการเกิดโรคเน่าสีน้ำตาล (brown rot) ของผลไม้ที่มีเมล็ดแข็ง เนื้อนุ่ม (stone fruit) ได้ถึง 80 เปอร์เซ็นต์ (Gregori *et al.*, 2008)

Table 2 Efficacy of GRAS compounds to reduce contaminated fungi on chili stored at 15°C For 14 days

Treatment	Symptom lesion[(1)](cm)	
	Fusarium sp.	*Alternaria* sp.
Control (water)	1.098	0.540
prochloraz500mg/l	0.438	0.020
propyl paraben 250mg/l	1.018	0.050
propyl paraben 500mg/l	1.148	0.060
potassium sorbate 250mg/l	0.544	0.028
potassium sorbate 500mg/l	0.836	0.042
oxalic acid 100mg/l	1.008	0.052
oxalic acid 250mg/l	0.686	0.036
CV (%)	49.51	51.78

Figure3 Efficacy of GRAS compounds for *Fusarium* sp. infection on chili stored at 15 °C for 14 days

A) control (water)
B) prochloraz 250mg/l
C) propyl paraben 250mg/l
D) propyl paraben500mg/l
E) potassium sorbate 250mg/l
F) potassium sorbate 500mg/l
G) oxalic acid 250mg/l
H) oxalic acid 500mg/l

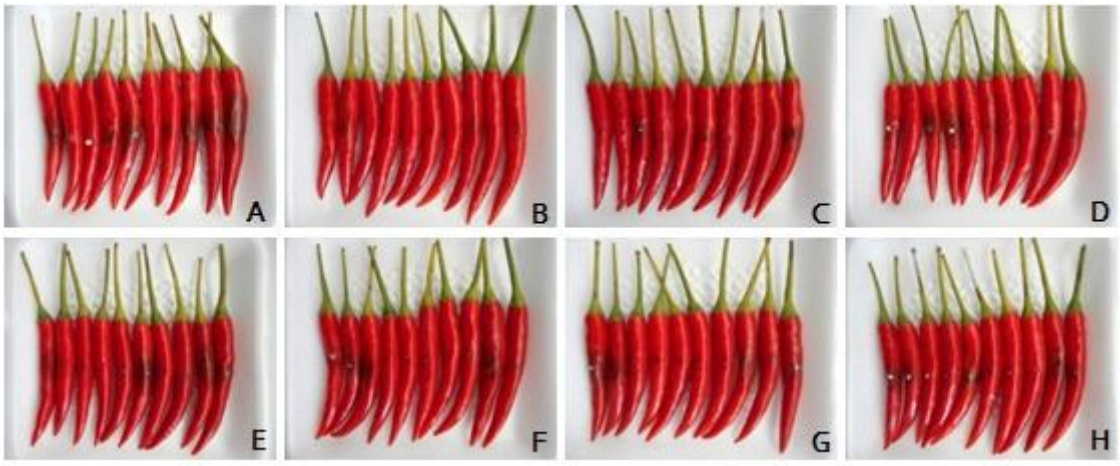

Figure4 Efficacy of GRAS compounds for *Alternaria* sp. infection on chili stored at 15 °C for 14 days

A) control (water)
B) prochloraz 250mg/l
C) propyl paraben 250mg/l
D) propyl paraben500mg/l
E) potassium sorbate 250mg/l
F) potassium sorbate 500mg/l
G) oxalic acid 250mg/l
H) oxalic acid 500mg/l

3. ทดสอบประสิทธิภาพของน้ำร้อน เพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อราบนผลพริกขี้หนู

3.1 ทดสอบประสิทธิภาพของน้ำร้อนต่อการยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อราที่ปนเปื้อนบนผลพริกขี้หนู

น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 5 2 55 และ 57 °C มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อรา *Fusarium* sp., *Alternaria* sp., *Curvularia* sp. และ *Bipolaris* sp.ได้แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (Table 3)

สปอร์ของเชื้อรา *Fusarium* sp. ที่ไม่ได้จุ่มน้ำร้อน (กรรมวิธีควบคุม) งอก หลังจากหยดสปอร์บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA บ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5 ชั่วโมง ส่วนสปอร์ของเชื้อราที่จุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิต่างๆ ทุกกรรมวิธีสปอร์ยังไม่งอก ยกเว้นที่จุ่มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 50°C เป็นเวลา 1 นาที มีการงอกของสปอร์ 29.60 % (Table3and Figure 5)

สปอร์ของเชื้อรา *Alternaria* sp. ที่ไม่ได้จุ่มน้ำร้อน (กรรมวิธีควบคุม) งอก หลังจากหยดสปอร์บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA บ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และพบว่าสปอร์ของเชื้อราที่จุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 50°Cเป็นเวลา 3 นาที น้ำร้อนอุณหภูมิ 52°C เป็นเวลา 1 และ3 นาที น้ำร้อนอุณหภูมิ 55°Cเป็นเวลา 1 นาที และน้ำร้อนอุณหภูมิ 57°C เป็นเวลา 30 วินาที มีการงอกของสปอร์น้อย ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 3and Figure 5)

สปอร์ของเชื้อรา *Curvularis*sp. ที่ไม่ได้จุ่มน้ำร้อน (กรรมวิธีควบคุม) งอก หลังจากหยดสปอร์บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA บ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และพบว่าสปอร์ของเชื้อราที่จุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 52°C เป็นเวลา 3 นาที และน้ำร้อนอุณหภูมิ 55°C เป็นเวลา 1 นาที มีการงอกของสปอร์เชื้อราน้อย มีการงอกของสปอร์เชื้อรา 65.00 และ 80.60 % ถึงแม้ว่าจะมีเปอร์เซ็นต์การงอกที่สูง แต่ลักษณะการงอกของสปอร์ จะงอก germ tube สั้นๆ ติดกับสปอร์เท่านั้น(Table 3and Figure 5)

สปอร์ของเชื้อรา *Bipolaris*sp. ที่ไม่ได้จุ่มน้ำร้อน (กรรมวิธีควบคุม) งอก หลังจากหยดสปอร์บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA บ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และพบว่าสปอร์ของเชื้อราที่จุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 55°C เป็นเวลา 1 นาที และน้ำร้อนอุณหภูมิ 52°C เป็นเวลา 3 นาที มีการงอกของสปอร์เชื้อราน้อย มีการงอกของสปอร์เชื้อรา 5.80 และ 6.40 % และลักษณะสปอร์ของเชื้อราที่งอก จะงอก germ tube สั้นๆ ติดกับสปอร์เท่านั้น (Table 3and Figure 5)

Table 3 Efficacy of hot water on spore germination of contaminated fungi on chili

Treatment	Spore germination(%)[1]			
	Fusarium sp.	*Alternaria* sp.	*Curvularia* sp.	*Bipolaris* sp.
control(room temperature)	87.80 c	81.20 d	93.80 e	94.40 e
hot water 50 °C for 1 min	29.60 b	18.00 c	91.60 de	92.00 e
hot water 50 °C for 3 min	0.00 a	2.80 a	85.40 bc	72.20 c
hot water 52°C for 1 min	0.00 a	6.80 ab	88.40 cde	85.00 d
hot water 52°C for 3 min	0.00 a	6.00 ab	65.00 a	6.40 a
hot water 55°C for 30 sec	0.00 a	11.20 b	90.60 cde	92.00 e
hot water 55°C for 1 min	0.00 a	6.80 ab	80.60 b	5.80 a
hot water 57°C for 30 sec	0.00 a	4.40 a	85.80 bcd	59.00 b
F-test	**	**	**	**
CV (%)	14.35	24.11	4.95	5.21

[1]Means in the same column, followed a common letters are not significantly different at the 5% level by DMRT

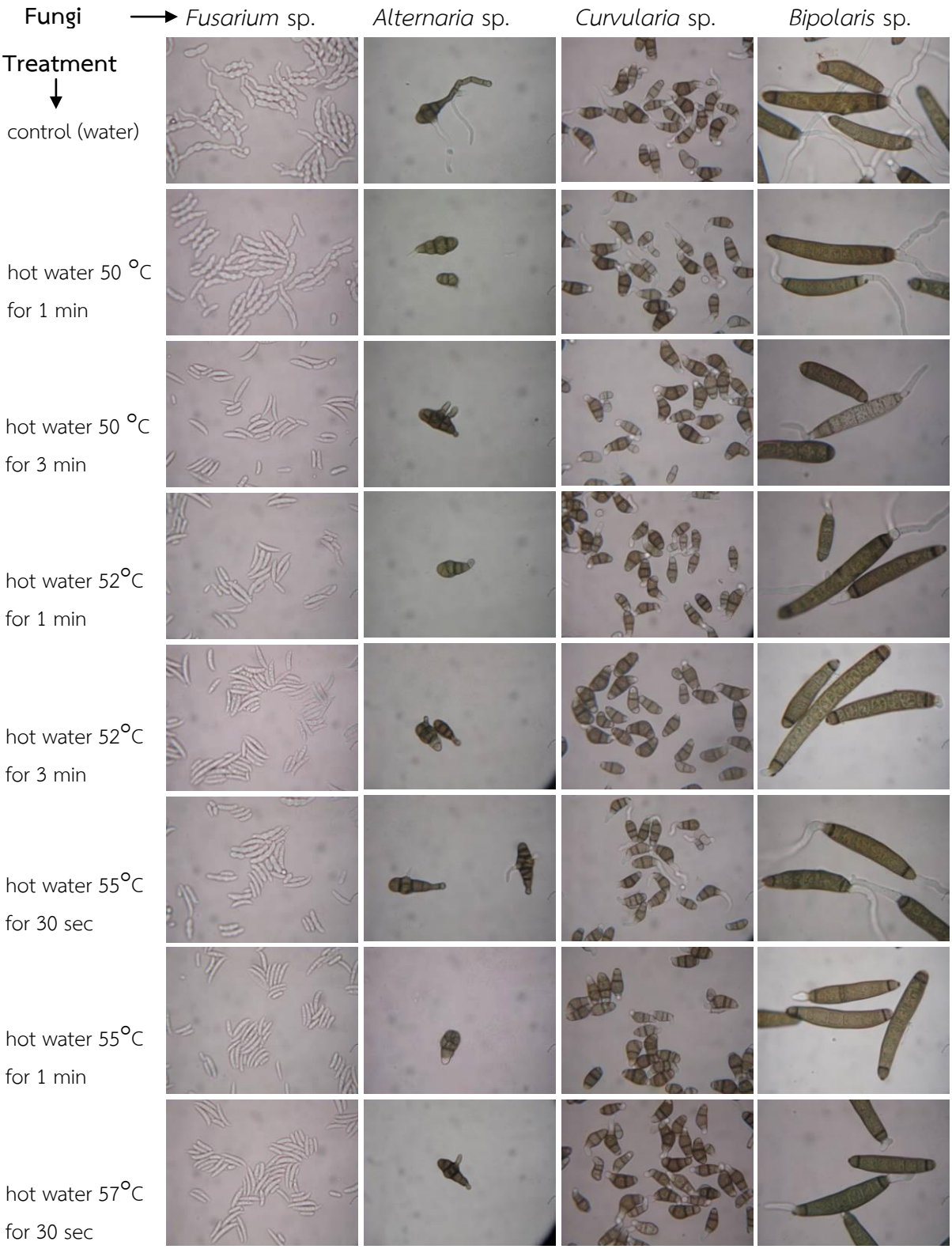

Figure 5 Efficacy of hot water on spore germination of contaminated fungi on chili

3.2 ทดสอบประสิทธิภาพของน้ำร้อน เพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อราบนผลพริกขี้หนู

การจุ่มผลพริกที่ปลูกเชื้อรา *Fusarium* sp. และ *Alternaria* sp. ในน้ำร้อน อุณหภูมิ 50 ^{o}C เป็นเวลา 3 นาที และอุณหภูมิ 52°C เป็นเวลา 3 นาที มีประสิทธิภาพดี ขนาดแผลที่มีการเข้าทำลายของเชื้อรา *Fusarium* sp. 0.22 และ 0.25 ซม. และขนาดแผลที่มีการเข้าทำลายของเชื้อรา *Alternaria* sp. 0.11 และ 0.5 ซม. (Table 4 and Figure 6-7) สามารถลดการเข้าทำลายของเชื้อราทั้งสองชนิดได้ดี และมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับผลพริกที่จุ่มน้ำ (อุณหภูมิห้อง) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Fellik *et al.* (1999) การจุ่มผลพริกในน้ำร้อนอุณหภูมิ 50°C นาน 3 นาที สามารถลดการเข้าทำลายของเชื้ยรา *Botrytis cinerea* และ *Alternaria alternate* ระหว่างการเก็บรักษา

จากผลการทดลองได้คัดเลือกกรรมวิธีที่มีประสิทธิภาพดี 2 กรรมวิธี คือ น้ำร้อนอุณหภูมิ 52 และ 50 ^{o}C เป็นเวลา 3 นาที เพื่อใช้ในการทดสอบขั้นต่อไป ถึงแม้ว่าการจุ่มผลพริกในน้ำร้อนอุณหภูมิ 57 ^{o}C เป็นเวลา 30 วินาที และ 52°C เป็นเวลา 1นาที มีขนาดแผลของการเข้าทำลายของเชื้อรา *Alternaria* sp. ที่เล็กกว่า แต่อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

Table 4 Efficacy of hot water treatment for fungi infection on chili stored at 15°C for 14 days

Treatment	Symptom lesion[(1)](cm)	
	Fusarium sp.	*Alternaria* sp.
control(water at room temperature)	0.66 bc	0.69 d
hot water 50 °C for1min	0.73 c	0.31 bc
hot water 50 °C for3min	0.22 a	0.11 ab
hot water 52°C for1min	0.51 abc	0.09 ab
hot water 52°C for3min	0.25 a	0.05 a
hot water 55°C for30sec	0.29 a	0.34 c
hot water 55°C for1min	0.32 a	0.13 abc
hot water 57°C for30sec	0.34 ab	0.02 a
F-test	**	**
CV (%)	57.00	72.47

[(1)]Means in the same column, followed a common letters are not significantly different at the 5% level by DMRT

Figure6 Efficacy of hot water treatment for *Fusarium* sp. infection on chili stored at 15 °C for 14 days

A) control (water)
B) hot water 50 °C for1min
C) hot water 50 °C for 3 min
D) hot water 52°C for 1min
E) hot water 52°C for 3 min
F) hot water 55°C for 30sec
G) hot water 55°C for1min
H) hot water 57°C for 30sec

Figure7 Efficacy of hot water treatment for*Alternaria* sp. infection on chili kept at 15 °C for 14 days

A) control (water)
B) hot water 50 °C for1min
C) hot water 50 °C for 3 min
D) hot water 52°C for 1min
E) hot water 52 °C for 3 min
F) hot water 55°C for 30sec
G) hot water 55°C for1min
H) hot water 57°C for 30sec

4. ทดสอบประสิทธิภาพของอุณหภูมิต่ำ เพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อราบนผลพริกขี้หนู

4.1 ทดสอบประสิทธิภาพของอุณหภูมิต่ำ ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราที่ปนเปื้อนบนผลพริกขี้หนู

ทดสอบประสิทธิภาพของอุณหภูมิต่ำ คือ 15 10 และ 5 ^{o}C เปรียบเทียบกับอุณหภูมิห้องในการยับยั้งการเจริญของสปอร์เชื้อราปนเปื้อนบนผลพริกแดง (*Fusarium* sp., *Alternaria* sp., *Curvularia* sp. และ *Bipolaris* sp.) พบว่าอุณหภูมิต่ำมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของสปอร์เชื้อรา ปนเปื้อนบนผลพริกแดงได้แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (Table5) อุณหภูมิ 5 ^{o}C สามารถยับยั้งการเจริญของสปอร์เชื้อรา 3 ชนิด คือ เชื้อรา *Fusarium* sp.,*Curvularia* sp, และ *Bipolaris* sp. ได้สมบูรณ์ (100%) ส่วนเชื้อรา *Alternaria* sp. ที่อุณหภูมิ 5°C สามารถเจริญได้เล็กน้อย รองลงมาคืออุณหภูมิ 10°C สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราทั้ง 4 ชนิดได้ 77.16 – 87.67 % (Table 5 and Figure 8) สอดคล้องกับรายงานการวิจัยของ Pose *et al.* (2009)อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการงอกของเชื้อรา *A. alternate* คือ 25 – 30 ^{o}C ในขณะที่อุณหภูมิต่ำสุด และสูงสุดของการงอกของสปอร์ คือ 5 ^{o}C และ 35 ^{o}C

Table5 Efficacy of low temperature for the inhibition of spores growth of contaminated fungi on chili on potato dextrose agar (PDA) for 7 days

Treatment	Inhibition of spores growth(%)[1]			
	Fusarium sp.	*Alternaria* sp.	*Curvularia* sp.	*Bipolaris* sp.
Kept at 15°C	64.48 c	66.76 c	68.00 c	39.89 c
Kept at 10°C	83.07 b	81.16 b	87.67 b	77.16 b
Kept at 5°C	100.00 a	88.24 a	100.00 a	100.00 a
F-test	**	**	**	**
CV (%)	3.03	2.13	0.99	3.39

[1]Means in the same column, followed a common letters are not significantly different at the 5% level by DMRT

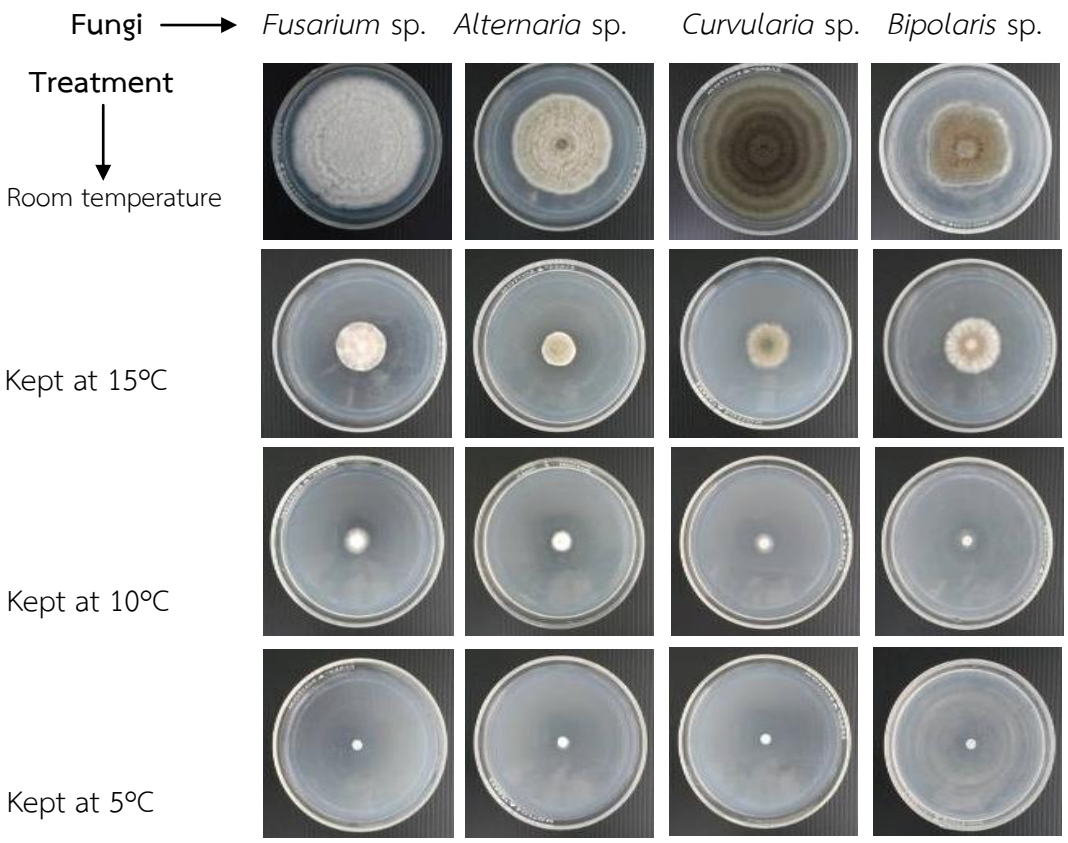

Figure 8 Efficacy of low temperature for the inhibition of spores growth of contaminated fungi of chili on potato dextrose agar (PDA) for 7 days

4.2 ทดสอบประสิทธิภาพของอุณหภูมิต่ำเพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อราบนผลพริกขี้หนู

ทดสอบประสิทธิภาพของอุณหภูมิต่ำ คือ 15 10 และ 5 ^{o}C ในการลดการ ปนเปื้อนของเชื้อรา *Fusarium* sp. และ *Alternaria* sp. บนผลพริกแดง พบว่า อุณหภูมิ 5 ^{o}C และ 10°C มีประสิทธิภาพในการลดการปนเปื้อนของเชื้อราทั้ง 2 ชนิด ได้ดีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีขนาดแผลเล็กจากการเข้าทำลายของเชื้อรา *Fusarium* sp. และ *Alternaria* sp. ที่อุณหภูมิ 5 ^{o}C และ 10°C มีขนาดแผล 0.04 - 0.21 ซม. (Table 6 and Figure 9) ตรงกับการทดสอบประสิทธิภาพของอุณหภูมิต่ำ ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราที่ปนเปื้อนบนผลพริกขี้หนูบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA

จากผลการทดลองนี้ เลือกอุณหภูมิ 10 ^{o}C (ใช้ในการทดลองข้อ 6) ซึ่งมีประสิทธิภาพดีในการลดการปนเปื้อนของเชื้อรา และประหยัดไฟกว่าการเลือกอุณหภูมิ 5 ^{o}C นอกจากนี้ถ้าอุณหภูมิต่ำมาก อาจทำให้ผลพริกเกิดอาการสะท้านหนาวได้

Table 6 Efficacy of low temperature to reduce contaminated fungi on chili for 14 days

Treatment	Symptom lesion[(1)](cm)	
	Fusarium sp.	*Alternaria* sp.
Kept at 15°C	1.60 b	1.18 b
Kept at 10°C	0.06 a	0.21 a
Kept at 5°C	0.05 a	0.04 a
F-test	**	**
CV (%)	39.59	64.10

[(1)]Means in the same column, followed a common letters are not significantly different at the 5% level by DMRT

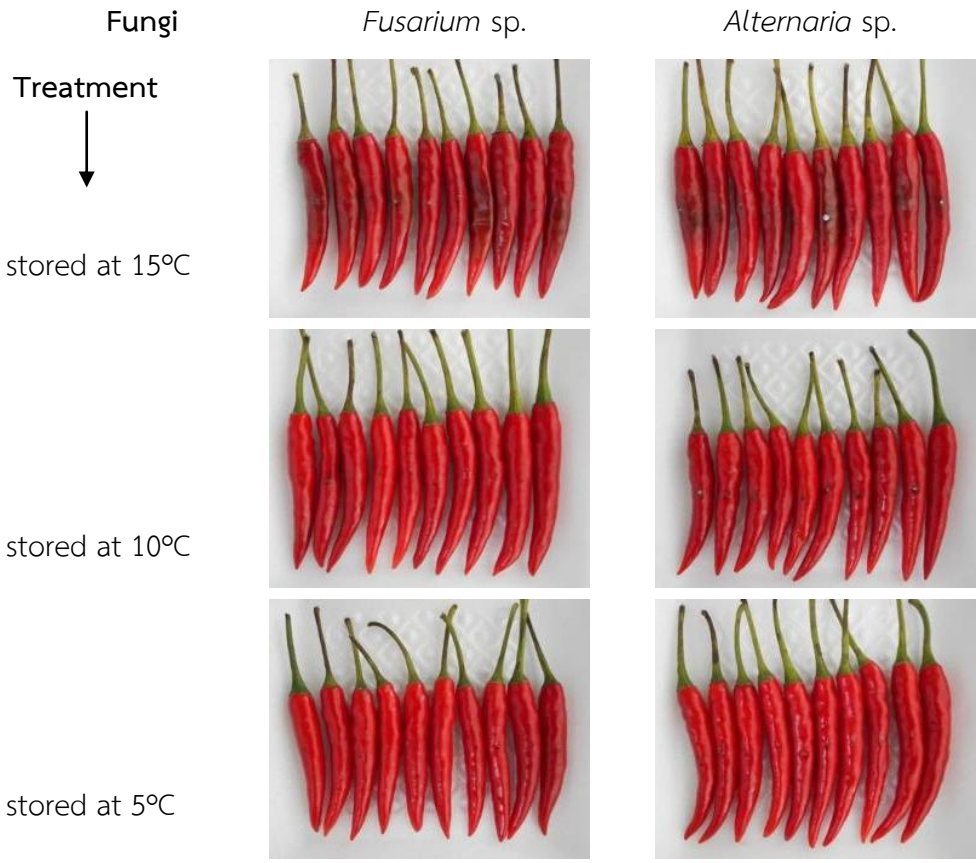

Figure 9 Efficacy of low temperature to reduce contaminated fungi infection for 14 days

5. ประสิทธิภาพของสารกลุ่มปลอดภัยร่วมกับน้ำร้อน เพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อราบนผลพริกขี้หนู

การจุ่มผลพริกขี้หนูแดงที่ปลูกเชื้อรา *Fusarium* sp. ในน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 และ 52 °C เป็นเวลา 3 นาที โปแตสเซียม ซอร์เบท 250 มก./ล. ที่อุณหภูมิ 50 และ 52 °Cเป็นเวลา 3 นาที และ กรดออกซาลิก 250 มก./ล. ที่อุณหภูมิ 50 และ 52 °C เป็นเวลา 3 นาที เก็บที่อุณหภูมิ 15 °C ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีขนาดแผลจากการเข้าทำลายของเชื้อรา *Fusarium* sp. 0.19-0.36 ซม. (Table 7 and Figure 10) แต่อย่างไรก็ตามทุก

กรรมวิธีมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม (น้ำ) และการใช้สารเคมีโปรคลอราช 500 มก./ล. มีการเข้าทำลายของเชื้อรา *Fusarium* sp. รุนแรงกว่า มีขนาดแผล 0.83 และ 1.03 ซม. ตามลำดับ

ส่วนผลพริกที่ปลูกเชื้อรา *Alternaria* sp.ที่จุ่มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 และ 52 °Cเป็นเวลา 3 นาที โปแตสเซียม ซอร์เบท 250 มก./ล. ที่อุณหภูมิ 50 และ 52 °C เป็นเวลา 3 นาที และ กรดออกซาลิก 250 มก./ล. ที่อุณหภูมิ 50 และ 52 °C เป็นเวลา 3 นาที เก็บที่อุณหภูมิ 15 °C พบว่า เชื้อรา *Alternaria* sp. ไม่เข้าทำลายผลพริก ไม่ทำให้เกิดแผล เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม (น้ำ) และการใช้สารเคมีโปรคลอราช 500 มก./ล. มีการเข้าทำลายของเชื้อรา *Alternaria* sp. มีขนาดแผล 0.36 และ 0.02 ซม. ตามลำดับ(Table 7and Figure 11)

จากผลการทดลองนี้ เลือกน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 และ 52°C เป็นเวลา 3 นาที (ใช้ในการทดลองข้อ 6) มีประสิทธิภาพดี เนื่องจากน้ำร้อนเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเข้าทำลายของเชื้อ *Fusarium* sp. และ *Alternaria* sp. จึงเป็นวิธีที่เพียงพอเพื่อลดการปนเปื้อนเชื้อราบนผลพริกขี้หนู

Table 7 Efficacy of hot water combimed with GRAS compounds to reduce contaminated fungi on chili storage at 15°C for 14 days

Treatment	Symptom lesion[(1)](cm)	
	Fusarium sp.	*Alternaria* sp.
control (water)	0.62 c	0.36
prochloraz 500 mg/l	0.35 b	0.02
hot water 50°C for3min	0.18 a	0.00
hot water 52°C for3min	0.15 a	0.00
potassium sorbate 250 mg/l at50°C for3min	0.20 ab	0.00
potassium sorbate 250 mg/l at52°C for3min	0.23 ab	0.00
oxalic acid 250 mg/l at50°C for3min	0.13 a	0.00
oxalic acid 250 mg/l at52°C for3min	0.17 a	0.00
F-test	**	**
CV (%)	49.69	143.17

[(1)]Means in the same column, followed a common letters are not significantly different at the 5% level by DMRT

Figure10 Efficacy of GRAS compounds and hot water treatment for *Fusarium* sp. Infection on chili stored at 15 °C for 14 days

A) control (water)
B) prochloraz 500 mg/l
C) hot water 50 °C for 3 min
D) hot water 52°C for3min
E) potassium sorbate 250mg/l at 50°C for 3 min
F) potassium sorbate 250mg/l at52°C for 3 min
G) oxalic acid 250mg/l at 50°C for 3 min
H) oxalic acid 250mg/l at 52°C for 3 min

Figure11 Efficacy of GRAS compounds and hot water treatment for *Alternaria* sp. Infection on chili stored at 15 °C for 14 days

A) control (water)
B) prochloraz 500 mg/l
C) hot water 50 °C for 3 min
D) hot water 52°C for3min
E) potassium sorbate 250mg/l at 50°C for 3 min
F) potassium sorbate 250mg/l at 52°C for 3 min
G) oxalic acid 250mg/l at 50°C for 3 min
H) oxalic acid 250mg/l at 52°C for 3 min

6. ผลของการจุ่มผลพริกในน้ำร้อน และเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ และลดการปนเปื้อนของเชื้อราบนผลพริกขี้หนู

การจุ่มผลพริกขี้หนูแดงในน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 และ 52 ^{o}C เป็นเวลา 3 นาที เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม (น้ำ) และการใช้สารเคมีโปรคลอราช 500 มก./ล. เก็บที่อุณหภูมิ 10 ^{o}C บันทึกการเกิดเชื้อราที่ก้านผลและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ หลังจากเก็บรักษาครบ 7 , 14, 21 และ 28 วัน พบว่าผลพริกเริ่มมีเชื้อราที่ก้านผลหลังจากการเก็บรักษา นาน 21 และ 28 วัน การเกิดเชื้อราที่ก้านผลของผลพริกมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ผลพริกที่จุ่มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 52 และ 50 ^{o}C เป็นเวลา 3 นาที มีการเกิดเชื้อราที่ก้านผล 0.83 และ 5.83 % หลังจากเก็บรักษาครบ 21 วัน และการเกิดเชื้อราที่ก้านผล 13.14 และ 25.83 % หลังจากเก็บรักษาครบ 28 วัน มีการเกิดเชื้อราที่ก้านของผลพริกน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมมีการเกิดเชื้อราที่ก้านผล 32.07 และ 62.80 % หลังจากเก็บรักษาครบ 21 และ 28 วัน (Table 8and Figure 12) สอดคล้องกับ การทดลองในข้อ 3.2 การใช้น้ำร้อนอุณหภูมิ 52 ^{o}Cและ 50 ^{o}C เป็นเวลา 3 นาที สามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อรา *Fusarium* sp. และ *Alternaria* sp. ได้ดี

Table 8 Effect of hot water on contaminated fungi on chilli storage at 15 ^{o}C for 7, 14, 21 and 28 days

treatment	Contamination fungi(%)			
	7 day	14 day	21 day	28 day
Control (water)	0.00	0.00	32.07 b	62.80 c
prochloraz 500 mg/l	0.00	0.00	0.00 a	2.50 a
hot water 50°C for3min	0.00	0.00	5.83 a	25.83 b
hot water 52°C for3min	0.00	0.00	0.83 a	13.14 a
F-test	-	-	**	**
CV (%)	-	-	109.32	30.26

(1)Means in the same column, followed a common letters are not significantly different at the 5% level by DMRT

การสูญเสียน้ำหนักของผลพริก หลังจากเก็บรักษาครบ 7 , 14 , 21 และ 28 วันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกกรรมวิธีแต่อย่างไรก็ตามมีค่าการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น (Table 9)สอดคล้องกับงานวิจัยของ Gonzalez *et al.* (1999) การจุ่มผลพริกหวานในน้ำร้อนอุณหภูมิ 53 °C หุ้มด้วย polyethylene film (20 x30 cm) เก็บที่อุณหภูมิ 8 °C เป็นเวลา 14 และ 28 วัน มีการสูญเสียน้ำหนัก 1.1 และ 1.3 % เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่หุ้มด้วย polyethylene film มีการสูญเสียน้ำหนัก 1.3 และ 1.4 % ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

Table9 Effect of hot water on weight loss of chilli storage at 15 °C for 7, 14, 21 and 28 days

treatment	Change of weight loss (%)			
	7 day	14 day	21 day	28 day
Control (water)	0.58	0.95	0.96	1.72
prochloraz 500 mg/l	0.50	1.06	0.97	1.52
hot water 50°C for3min	0.54	1.17	1.30	1.71
hot water 52°C for3min	0.66	1.05	1.21	1.68
CV (%)	25.09	18.55	23.33	27.56

การเปลี่ยนแปลงสีของผลพริก พบว่าการเปลี่ยนแปลงสีความสว่าง (L) และการเปลี่ยนแปลงค่าสีเขียว-แดง (a-value) ของผลพริกขี้หนูแดงที่จุ่มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 และ 52 °C เป็นเวลา 3 นาที ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม (น้ำ) ในทุกช่วงเวลาของการเก็บรักษา อยู่ในช่วง 31.88-34.72 (Table 10) ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าสีน้ำเงิน-เหลือง (b-value) มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเก็บรักษา นาน 28 วัน โดยผลพริกที่จุ่มน้ำร้อนอุณหภูมิ 52 °C เป็นเวลา 3 นาที มีค่า b-value มากที่สุด เท่ากับ 26.21 เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม (น้ำ) และการใช้สารเคมีโปรคลอราช 500 มก./ล. มีค่า b-value เท่ากับ 23.15 และ 22.40 ตามลำดับ (Table 10) เมื่อค่า b เป็นค่าบวก แสดงว่าอยู่ในช่วงสีเหลือง การเปลี่ยนแปลงสีในระหว่างการสุกของผล สามารถเป็นดัชนีชี้ให้ทราบถึงระยะการสุกได้ เมื่อผลแก่จัดหรือเริ่มสุก สีพื้นเดิม (Ground color) จะเริ่มซีดจางลงจากสีเขียวเข้ม เป็นสีเขียวที่อ่อนกว่า และเกิดสีทับ (Over color) สีต่างๆ เช่น สีเหลือง แดง ม่วง ฯลฯ ขึ้นแทนที่ ปรากฏการณ์เช่นนี้เกิดจากการเสื่อมสลายของคลอโรฟิลล์ (chlorophyll degradation) เป็นผลให้คาโรทีนอยด์ (Carotenoids) หรือรงควัตถุอื่น แสดงความเด่นขึ้นมา ทำให้ผลไม้มีสีเหลือง ซึ่งเป็นอาการของการชรา (สังคม, 2557) หรือการสุกแก่ที่เพิ่มขึ้น

Table10 Effect of hot water on color of chilli peel storage at 15 °C for 7, 14, 21 and 28 days

treatment	Change of color of peel											
	7 day			14 day			21 day			28 day		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
Control (water)	33.75	40.40	24.80	34.30a	40.42	24.74	31.88	40.31	24.97	33.26a	39.25ab	23.15b
prochloraz 500 mg/l	33.57	42.50	27.97	32.34b	41.66	27.01	31.58	39.99	24.99	29.99b	37.99b	22.40b
hot water 50°C for 3 min	33.83	41.37	26.62	33.05ab	40.30	24.98	32.60	42.08	27.72	32.30a	39.43ab	24.01ab
hot water 52 °C for 3 min	34.72	42.20	28.57	34.40a	40.52	25.47	33.65	42.04	27.02	33.31a	41.35a	26.21a
F-test	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	*
CV (%)	3.56	3.38	7.86	2.97	2.40	7.03	3.93	3.43	8.78	4.20	3.65	6.56

(1) Means in the same column, followed a common letters are not significantly different at the 5% level by DMRT

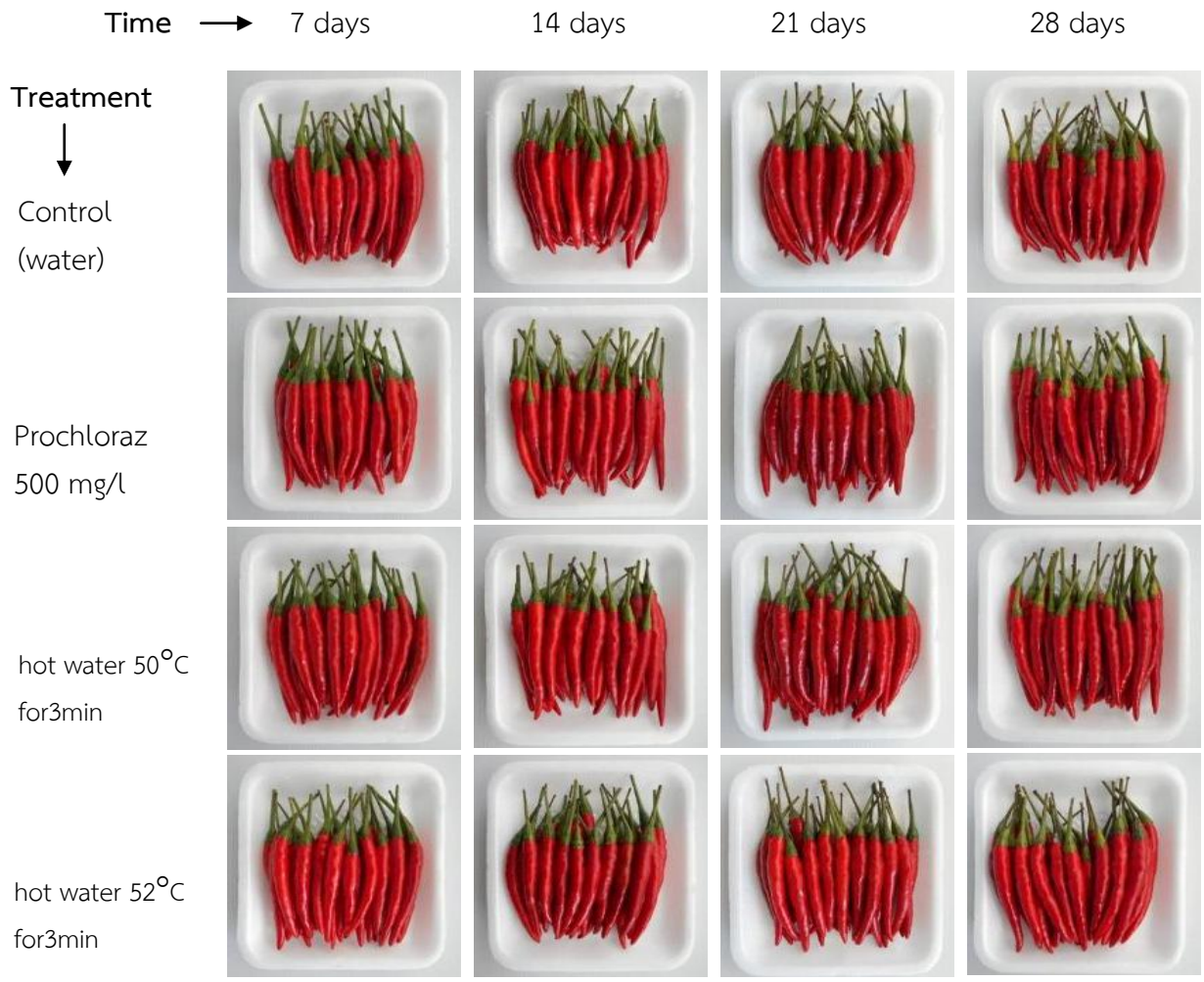

Figure12 Efficacy of hot water treatment and stored at 10 °C for 7, 14, 21 and 28 days

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

เชื้อราที่พบปนเปื้อนบนผลพริกขี้หนูแดงมี 7 ชนิด คือ *Alternaria* sp., *Curvularia* sp., *Fusarium* sp., *Bipolaris* sp., *Nigrospora* sp., *Phomopsis* sp. และ *Cladosporium* sp. และเชื้อราที่สามารถเข้าทำลายผลพริกได้เมื่อเกิดบาดแผล คือ *Fusarium* sp., *Alternaria* sp., *Bipolaris* sp. และ*Curvularia* sp.

วิธีการลดเชื้อราที่ปนเปื้อนพริกขี้หนูระหว่างการเก็บรักษาที่มีประสิทธิภาพดี คือ การจุ่มผลพริกในน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 ^{o}C นาน 3 นาที, อุณหภูมิ 52°C นาน 1-3 นาที, อุณหภูมิ 55 ^{o}C นาน 1 นาทีและ อุณหภูมิ 57°C นาน30 วินาทีมีขนาดแผลที่มีการเข้าทำลายของเชื้อรา *Fusarium* sp. 0.22 – 0.51 ซม. และมีขนาดแผลที่มีการเข้าทำลายของเชื้อรา *Alternaria* sp. 0.02 – 0.13 ซม.(อุณหภูมิสูงขึ้น จะใช้เวลาน้อยลง) และการเก็บรักษาผลพริกโดยการใช้อุณหภูมิ 5 ^{o}C และ 10°C มีประสิทธิภาพในการลดการปนเปื้อนของเชื้อราได้ดี มีขนาดแผลเล็กจากการเข้าทำลายของเชื้อรา *Fusarium* sp. และ *Alternaria* sp. 0.04 - 0.21 ซม. การเก็บผลพริกที่อุณหภูมิ 10 ^{o}C ไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อราบนผลพริก เมื่อเก็บรักษาผลพริกนาน 2 สัปดาห์ เมื่อต้องการเก็บรักษาผลพริกนานขึ้น ควรทำการจุ่มผลพริกในน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 - 52°C นาน 3 นาที เก็บที่อุณหภูมิ 10 ^{o}C สามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อราได้ดี และผลพริกยังคงมีคุณภาพดี

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. เชื้อราที่ปนเปื้อนผลพริกเป็นเชื้อราที่ติดมาจากแปลงปลูก เป็นข้อมูลพื้นฐาน เพื่อให้เกษตรกรมีการจัดการที่ดีตั้งแต่ในแปลงปลูกเพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อราบนผลพริก
2. การใช้น้ำร้อน และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ สามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อราบนผลพริกได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดการใช้สารเคมีที่เป็นอันตราย เป็นข้อมูลให้ผู้ประกอบการนำไปใช้

12. เอกสารอ้างอิง

จริงแท้ศิริพานิช. 2542. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 3. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 396 หน้า.

บุญญวดี จิระวุฒิ รัตตา สุทธยาคม อมรา ชินภูติ เสริมสุข สลักเพ็ชร์. 2555. โรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอมทองและการควบคุมโดยใช้สารปลอดภัย. www.doa.go.th/research/attachment.php?aid=13

สังคม เตชะวงศ์เสถียร. 2557. บทที่ 4 สรีรวิทยาการสุกของผล. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น. ag.kku.ac.th/suntec/113401/HortPhysiol-chapter%204_TXT.pdf 20/12/2560

Anonymous. 2012. Genetally Recognized as Safe (GRAS) Fda.gov. http://www.fda.gov/Food/FoodKngredientsPackaging/GenerallyRecognizedasSafeGRAS/default.htm. 6/9/2017

Barkai-Golan, R., Phillips, D.J., 1991. Postharvest heat treatment of fresh fruits and vegetables for decay control. Plant Dis. 75 :1085-1089.

Fellik E., Grinberg S., Alkalai S., Yekutieli O., Wiseblum A., Regev R., Beres H. & Bar-Lev E. 1999. A unique hot water treatment to improve storage quality of sweet pepper..Postharvest Biology and Technology.15 :25-32.

Frans M., R. Aerts, S. V. Laethem and J. Ceusters. 2017. Environmental effects on growth and sporulation of *Fusarium* spp. causing internal fruit rot in bell pepper. European Journal of Plant Pathology.149 :875-883.

Gonzalez-Aguilar G. A., R. Cruz and R. Baez.1999. Storage quality of bell peppers pretreated with hot water and polyethylene packaging. Journal of Food Quality 22 :287-299.

Gregori R, F.Borsetti, F.Neri, M. Mari and P. Bertolini. 2008. Effects of potassium sorbate on postharvest brown rot of stone fruit.J Food Prot.71 :1626-1631.

Halfon-Meiri A. and Rylski I. 1983. Internal mold caused in sweet pepper by *Alternaria alternate.* Phytopathology 73: 63-70.

Palou, L., J.Usall, J.L. Smilanick, M. J. Aguilar, and I. Vinas. 2002. Evaluation of food additives and low-toxicity compounds as alternative chemicals for the control of *Penicillium digitatum* and *Penicillium italicum* on citrus fruit. Pest Management Science.58 :459-466

Pose G., A. Patriarca, V. Pardo, V. Fernandez Pinto. 2009. Effect of water activity and temperature on growth of *Alternaria alternate* on a synthetic tomato medium. Int J Food Microbiol 135 :60-63.