รายงานโครงการวิจัย

การลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชและการรักษาคุณภาพของพริกชี้ฟ้า กะหล่ำปลี คะน้า มันฝรั่ง มะเขือเทศ

Using Minimum Chemical of Pest Control and Quality of Storing *Capsicum annnuum* Linn., Cabbage, Kale, Potato and Tomato

หัวหน้าโครงการวิจัย

นายอนุวัฒน์ รัตนชัย

Anuwat Rattanachai

กรมวิชาการเกษตร

ปี พ.ศ. 2564

รายงานโครงการวิจัย

การลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชและการรักษาคุณภาพของพริกชี้ฟ้า กะหล่ำปลี คะน้า มันฝรั่ง มะเขือเทศ

Using Minimum Chemical of Pest Control and Quality of Storing *Capsicum annnuum* Linn., Cabbage, Kale, Potato and Tomato

หัวหน้าโครงการวิจัย
นายอนุวัฒน์ รัตนชัย
Anuwat Rattanachai

กรมวิชาการเกษตร

ปี พ.ศ. 2564

คำปรารภ (Foreword หรือ Preface)

พืชผักเป็นพืชอาหารที่คนไทยนิยมนำมาใช้รับประทานกันมากเนื่องจากมีคุณค่าทางอาหารทั้งวิตามินและแร่ธาตุต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายสูง แต่ค่านิยมในการบริโภคผักนั้น มักจะเลือกบริโภคผักที่สวยงามไม่มีร่องรอยการทำลายของหนอนและแมลงศัตรูพืช จึงทำให้เกษตรกรที่ปลูกผักใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดแมลงฉีดพ่นในปริมาณที่มากเพื่อเป็นการแก้ปัญหาดังกล่าว ปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสำคัญกับความปลอดภัยของอาหาร ดังนั้นเกษตรกรควรหันมาทำการปลูกผักปลอกภัยจากสารพิษ โดยนำเอาวิธีการป้องกันและกำจัดศัตรูพืชหลายวิธีมาประยุกต์ใช้ร่วมกันเพื่อเป็นการทดแทนหรือลดปริมาณการใช้สารเคมีให้น้อยลง และเพื่อความปลอดภัยของเกษตรกร ผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม ปัญหาในการผลิตอยู่มาก ที่สำคัญคือสารพิษตกค้าง เนื่องจากพืชผักส่วนใหญ่มีศัตรูทำลายจำนวนมากจึงมีการใช้สารเคมีควบคุมศัตรูพืชสูง และปัญหาอื่นๆ เช่น ผลผลิตต่ำ และผลิตไม่ได้คุณภาพ ต้นทุนการผลิตสูง ปริมาณผลผลิตไม่สม่ำเสมอ การสูญเสียทั้งปริมาณและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวล้วนเป็นข้อจำกัดในการแข่งขันทั้งตลาดในประเทศและต่างประเทศ คุณภาพผลผลิตเป็นสิ่งสำคัญในการกำหนดราคาของสินค้าหากผลผลิตมีคุณภาพดีก็จะทำให้ได้ราคาดีและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค การรักษาคุณภาพผลผลิตให้มีคุณภาพดีจะต้องมีการจัดการที่ดีตั้งแต่ในแปลงปลูกจนกระทั่งถึงมือผู้บริโภค อันตรายที่มีผลกระทบต่อความปลอดภัยของผัก เกิดจากการปนเปื้อนของสารเคมี การปนเปื้อนทางชีวภาพ หรือทางกายภาพ โครงการวิจัยนี้เพื่อศึกษาการใช้กรดซาลิไซลิกในการป้องกันโรคแอนแทรคโนสของพริกชี้ฟ้า การลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชในผลิตกะหล่ำปลีโดยใช้วิธีแบบผสมผสานในโรงเรือนและสภาพแปลง ศึกษาการลดสารตกค้างในด้วยวิธีการล้างทำความสะอาด กะหล่ำปลี คะน้า พริกชี้ฟ้า และการเก็บรักษาเพื่อคุณภาพของ กะหล่ำปลี พริกชี้ฟ้า มันฝรั่ง มะเขือเทศ ให้เก็บรักษาได้นาน

ลงชื่อ

(นายอนุวัฒน์ รัตนชัย)
หัวหน้าโครงการวิจัย

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
ผู้วิจัย	ข
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	ค
บทนำ	1
บทคัดย่อ	5
1. กิจกรรมที่ 1 การใช้สารเคมีกลุ่มปลอดภัย ชีวภัณฑ์ ในการจัดการศัตรูพืชกับพริกชี้ฟ้าและกะหล่ำปลีในสภาพโรงเรือนและสภาพแปลง	7
2. กิจกรรมที่ 2 การลดสารเคมีกำจัดแมลงตกค้างและการรักษาคุณภาพของ พริกชี้ฟ้า กะหล่ำปลี คะน้า มันฝรั่ง มะเขือเทศ	28
บทสรุปและข้อเสนอแนะ	63
บรรณานุกรม	65
ภาคผนวก	72

กรมวิชาการเกษตร

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย ขอขอบคุณนักวิจัยในโครงการทุกท่านที่ร่วมทำงานวิจัย ถึงแม้งานวิจัยในโครงการวิจัยในแผนงานย่อยนี้จะอยู่ในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาด COVID-19 ขอบคุณคณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ให้การสนับสนุนเครื่องมือ ร่วมถึงสถานที่ดำเนินการทดลอง ขอขอบพระคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรราชบุรีที่ให้ความอนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์และต้นพริก ที่ให้ความอนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์และต้นพริกพันธุ์บางช้าง สำหรับใช้ในการทดลอง ในครั้งนี้

กรมวิชาการเกษตร

ผู้วิจัย

นายอนุวัฒน์ รัตนชัย	สถาบันวิจัยพืชสวน
นายวิศรุต สันม่าแอ	สถาบันวิจัยพืชสวน
นายทวีศักดิ์ แสงอุดม	สถาบันวิจัยพืชสวน
นางสาวทิวา บุบผาประเสริฐ	สถาบันวิจัยพืชสวน
นางสาวมนัสภร ฉิ่งวังตะกอ	สถาบันวิจัยพืชสวน
นางสาวอรทัย วงค์เมธา	ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน
นายอนุภพ เผือกผ่อง	ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน
นางสาวธารทิพย์ ภาสบุตร	สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
นางสาวเพราพิลาส ขาวสระแก้ว	กองพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าพืช
นางสาวผดุงรัตน์ ธูปเมือง	กองพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าพืช
นางริสา รัตนชัย	กองพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าพืช
รศ.ดร. วาริช ศรีละออง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ผศ.ดร.ณัฐชัย พงษ์ประเสริฐ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ผศ.ดร. สมศักดิ์ ครามโชติ	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
นายภาณุมาศ โคตรพงศ์	กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร
นางสาวงามพิศ สุดเสน่ห์	กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร
นางสาวทิวาพร ผดุง	กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

N NaOH = Normality ของสารละลายด่างมาตรฐาน

ml NaOH = ปริมาตร (ml) NaOH

V = ปริมาตรสารละลาย

W = น้ำหนักตัวอย่าง

AAE = Antioxidant activities

FW = น้ำหนักสด (fresh weight)

กรมวิชาการเกษตร

บทนำ

ที่มาและความสำคัญ/หลักการและเหตุผล

การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชมีความเสี่ยงต่อสุขภาพของทั้งเกษตรกรและผู้บริโภค และส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ในปี 2559 และ ปี 2560 ประเทศไทยมีการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตรสารกำจัดวัชพืช 125,596 ตันมูลค่า 9,688 ล้านบาท และ 148,979 ตัน มูลค่า 13,686 ล้านบาท ตามลำดับ สารกำจัดแมลง 16,056 ตัน มูลค่า 3,899 ล้านบาท และ 21,601 ตัน มูลค่า 6,166 ล้านบาท สารป้องกันและกำจัดโรคพืช 12,915 ตัน มูลค่า 4,503 ล้านบาทและ 19,923 ตัน มูลค่า 6,774 ล้านบาทตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรและกรมวิชาการเกษตร, 2561) จะเห็นได้ว่าการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตรมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

ความรู้เกี่ยวกับอันตรายของสารกำจัดศัตรูพืชที่มีต่อสุขภาพของเกษตรกรมีแนวโน้มที่จะก่อให้เกิดความตระหนักโดยมีแนวโน้มการปรับพฤติกรรมการใช้สารที่มีความถูกต้องและปลอดภัยต่อสุขภาพตนเองมากขึ้น อย่างไรก็ตามเกษตรกรยังมีทัศนคติในด้านการใช้สารกำจัดศัตรูพืชว่าเป็นสิ่งที่จำเป็นเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพตามความต้องการของตลาดและผู้บริโภค การปรับเปลี่ยนแนวทางการผลิตภาคการเกษตรให้เป็นแบบปลอดสารเคมีนั้นพบว่าปัจจัยสาเหตุที่ทำให้เกษตรกรยังคงใช้แนวทางการผลิตที่พึ่งพาสารเคมียังเกี่ยวข้องกับปัญหาด้านอื่นๆเช่นเศรษฐกิจแรงงานการจัดการแปลงและการจัดการศัตรูพืชรวมไปถึงการตลาด การลดการใช้สารเคมีสำหรับป้องกันกำจัดศัตรูพืชนอกจากส่งผลดีต่อสุขภาพของเกษตรกรและผู้บริโภค อีกทั้งลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และมีผลต่อความปลอดภัยด้านอาหาร เมื่อมีการใช้ลดลงการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตรก็ลดลงเช่นกันการผลิตสินค้าเกษตรมีการแข่งขันสูง ประกอบกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ซึ่งส่งผลให้การจัดการผลิตรวมทั้งเพิ่มมูลค่าผลผลิตให้มากขึ้น เกษตรกรจำเป็นต้องปรับตัวและเพิ่มศักยภาพการผลิตรวมทั้งเพิ่มมูลค่าผลผลิตให้มากขึ้นในสินค้าพืชผักก็เช่นกัน (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2558)

เกษตรกรผู้ปลูกพริก ประสบปัญหาโรคแอนแทรคโนสในระยะที่พริกออกผลทำให้พริกเสียหาย พริกมีโรคระบาดที่สำคัญ อาทิ โรคกุ้งแห้ง โรคเหี่ยว และโรคผลเน่า (จานุลักษณ์, 2541) ในช่วงพริกให้ผลผลิตจะเกิดโรคแอนแทรคโนสหรือโรคกุ้งแห้ง สาเหตุของโรคได้แก่ เชื้อ *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.), *Colletotrichum capsici* (Syd.) และ *Collectotrichum* spp. (อรพรรณ, 2551) การปลูกพริกและผลผลิตพริกได้รับความเสียหายเป็นอย่างมาก ซึ่งมีอาการและลักษณะแตกต่างขึ้นอยู่กับส่วนของโรค เช่น ในเนื้อเยื่อกลางผลอาจจะทะลุ เรียกอาการ Shot hole ในใบอ่อนจุดแผลอาจขยายลุกลามจนเกิดอาการใบไหม้เป็นสีน้ำตาล ได้แก่ แอนแทรคโนส ของกล้วย มะม่วง มะละกอ และโรคกุ้งแห้งผลเน่าของพริก (*Collectotrichum* spp.) (อภิรัชต์, 2558)

การป้องกันความเสียหายจึงใช้สารเคมีกำจัดโรคพืชเป็นจำนวนมาก การใช้สารเคมีในการป้องกันเพื่อผลิตผักให้ได้คุณภาพและปริมาณตามความต้องการของตลาดทำให้มีสารพิษตกค้างในผลผลิตและส่งผลต่อผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตามสินค้าผักจากประเทศไทยยังได้รับการแจ้งเตือนเรื่องปัญหาความปลอดภัยอาหารด้านพืชจากสหภาพยุโรปผ่านระบบเตือนภัยเร่งด่วน Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF) อย่างต่อเนื่องโดยปัญหาหลักที่มีการตรวจพบและแจ้งเตือนได้แก่ สารเคมีตกค้างวัสดุสัมผัสอาหาร สารเติมค่าอาหาร และการปนเปื้อนของวัตถุแปลกปลอม เชื้อจุลินทรีย์ในผักรวมอยู่ด้วยประกอบกับในปัจจุบันพืชผักยังเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศผู้ผลิตให้ความสำคัญกับการลดการใช้สารเคมีในกระบวนการผลิตตั้งแต่การปลูกจนถึงผู้บริโภค เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีที่มีอันตรายในการควบคุมโรคพืช จึงได้หาแนวทางและวิธีการอื่นๆ มาใช้ควบคุมโรคพืช ได้แก่ การใช้เชื้อจุลินทรีย์ปรปักษ์สารสกัดจากพืช สารกลุ่มปลอดภัยและสารกระตุ้นความต้านทาน มาทดแทนการใช้สารเคมีที่มีอันตรายต่อผู้ผลิตและผู้บริโภคที่ก่อให้เกิด

กรมวิชาการเกษตร

ปัญหาเรื่องสารพิษตกค้างในผลผลิตและสภาพแวดล้อม รวมถึงการผลิตพืชในโรงเรือน และการใช้สารเคมีที่ปลอดภัย

กรดซาลิไซลิก (salicylic acid) เป็นกรดอินทรีย์ที่เป็นอนุพันธ์ของสารฟีนอล สามารถผลิต และสังเคราะห์ได้จากธรรมชาติ และการสังเคราะห์ทางเคมี พบเป็นองค์ประกอบของพืชหลายชนิด เป็นสารที่นำมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง อาทิ ใช้เป็นส่วนผสมเครื่องสำอาง ใช้เคลือบรักษาผลิตภัณฑ์การเกษตร ใช้สำหรับการป้องกัน และกำจัดจุลินทรีย์ เป็นต้น Kolbe and Lauterma (1860) ได้สังเคราะห์กรดซาลิไซลิกได้จากสารฟีนอลมีลักษณะเป็นผลึกสีขาวหรือใสไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ซึ่งต่อมามีการขยายการผลิตมากขึ้นในระดับอุตสาหกรรม และมีใช้มากจนถึงปัจจุบัน

ไคโตซานเป็นโพลิเมอร์ธรรมชาติที่ได้จากอนุพันธ์ของไคติน ที่เป็นองค์ประกอบของเปลือกแข็งหุ้มจุลินทรีย์หลายชนิด หรือโครงสร้างแข็งของสัตว์จำพวกแมลง กุ้ง ปู สามารถย่อยสลายง่าย เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค อีกทั้งยังเป็นองค์ประกอบของไนโตรเจน ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช (สุวลี, 2544) ไคโตซานยังสามารถกระตุ้นการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับกลไกการป้องกันตัวของพืช เช่น ยีนที่สร้าง phenylalanine ammonialyase (PAL) (Young and Kauss, 1983) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สร้างสารประกอบฟีนอล เช่น ลิกนิน (lignin) ซึ่งเป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ และ phytoalexin ซึ่งมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ดังนั้นการให้ไคโตซานแก่พืช ส่งผลให้เซลล์พืชแข็งแรงและทนต่อการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรคและแมลงได้มากขึ้น (Shadihi *et al*., 1999)

ชีวภัณฑ์ไส้เดือนฝอยกำจัดแมลง หมายถึง ไส้เดือนฝอยที่ มีชีวิตและมีคุณสมบัติในการฆ่าแมลงได้หลายชนิดในเวลาไม่เกิน 24 ชั่วโมง สามารถผลิตขยายได้ในอาหารเทียมปริมาณมากๆ มีวิธีการนำไปใช้ที่ง่ายและสะดวก โดยการพ่นไปกับน้ำให้ถูกตัวแมลงระยะตัวหนอนและตัวเต็มวัย หรือใช้วิธีราดหรือคลุกดินในบริเวณที่มีแมลงศัตรูพืชระบาด รวมทั้งชีวภัณฑ์ไส้เดือนฝอยมีความปลอดภัยต่อพืช สัตว์เลือดอุ่น มนุษย์ และไม่มีมลพิษต่อสภาพแวดล้อมไส้เดือนฝอย Steinernema สายพันธุ์ไทย มีศักยภาพในการควบคุมแมลงได้หลายชนิด ได้แก่ แมลงในกลุ่มหนอนผีเสื้อ และกลุ่มหนอนด้วง เช่น หนอนใยผัก หนอนกระทู้หอม หนอนกระทู้ผัก หนอนเจาะสมอฝ้าย ด้วงหมัดผัก หนอนด้วงในฟาร์มไก่ ด้วงกุหลาบ หนอนด้วงแมลงนูนหลวง ตลอดจนมีศักยภาพในการใช้กำจัดปลวกในสวนผลไม้ สวนยางพารา สวนปาล์มน้ำมัน และปลวกทำลายกล้าไม้สวนป่านอกจากนั้น ไส้เดือนฝอยสายพันธุ์ไทยมีคุณสมบัติทนทานอุณหภูมิได้สูง 38 องศาเซลเซียส เหมาะสมที่จะนำมาใช้กำจัดแมลงในสภาพภูมิอากาศเขตร้อนเช่นประเทศไทย และยังเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณได้ง่ายในอาหารเทียมราคาถูก เกษตรกรสามารถเพาะเลี้ยงใช้เองได้ด้วยวัสดุ อุปกรณ์ไม่ยุ่งยากในการเตรียม ทำเองได้ง่าย และต้นทุนต่ำ (นุชนารถ, 2558)

ในปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีฟองก๊าซขนาดไมโครและนาโน (Micro- and Nano- bubbles, MNBs) มาประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในงานหลายด้าน เช่น การบำบัดน้ำเสีย การเกษตร ด้านสุขภาพ หรือแม้แต่ในกระบวนการผลิตอาหารและเครื่องดื่มที่ต้องการทำให้เกิดโฟม หรือเครื่องดื่มน้ำอัดลม เป็นต้น MNBs เป็นฟองก๊าซขนาดเล็ก ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 10 ถึง 200 นาโนเมตร คุณสมบัติเด่นของ MNBs คือมีพื้นที่ผิวจำเพาะสูง และมีความคงตัวอยู่ได้นานในตัวกลางที่เป็นของเหลว ซึ่งสามารถเพิ่มความสามารถในการละลายของก๊าซในของเหลว นอกจากนี้ในขณะที่ MNB เกิดการยุบตัวจะทำให้เกิดอนุมูลอิสระที่มีสาเหตุมากจากความหนาแน่นของไอออนที่บริเวณรอยต่อของก๊าซและของเหลวก่อนที่จะเกิดการยุบตัว (Eriksson and Ljunggren, 1999)

Super-cooling ความเย็นยิ่งยวด เป็นสภาวะที่อุณหภูมิของของเหลวลดต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง (freezing point) แต่ยังไม่มีผลึกน้ำแข็ง (ice crystal) (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2561) Super-cooling เป็นเทคนิคการแปร

รูปอาหารที่มีศักยภาพในการเพิ่มอายุการเก็บรักษาอาหารอย่างมีนัยสำคัญและเพื่อลดการสูญเสียผลิตภัณฑ์อาหารจากภาคการผลิตและการค้าปลีกของห่วงโซ่ความเย็น กระบวนการนี้ใช้อุณหภูมิในการจัดเก็บที่ต่ำกว่าจุดเยือกแข็งเริ่มแรกของอาหารโดยไม่มีการแช่แข็งของผลิตภัณฑ์ซึ่งจะรักษาคุณภาพที่เกี่ยวข้องกับอาหารสด ไม่ใช้กระบวนการแช่แข็งทำให้ระยะเวลาการผลิตลดลงจากการเก็บเกี่ยวถึงการส่งมอบจนถึงการค้าปลีกรวมทั้งการใช้พลังงานที่ลดลง (ไม่มีการกำจัดความร้อนที่แฝงจากแปลง) และเพื่อลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างการผลิตเมื่อเทียบกับการผลิตอาหารแช่แข็งตามมาตรฐาน (Stonehouse and Evans, 2015) ข้อดีของ Super Cooling System (SCS) การติดตั้งแผ่นระบายความร้อนแบบซุปเปอร์บนผนังด้านในของห้องสามารถทำงานพื้นที่ภายในตู้ได้ ซึ่งชุดควบคุมและแผ่น SCS (แผงควบคุม) สามารถติดตั้งได้ในระยะเวลาอันสั้น และสามารถติดตั้งได้ในตู้เย็นตู้แช่เย็นหลังจากติดตั้งแล้ว ต้นทุนลดลง ซึ่งการนำเทคนิค Super Cooling มาใช้ในการเก็บรักษากะหล่ำปลี สามารถเก็บได้นาน 55 วัน (Super cooling Labo, 2018)

มันฝรั่ง (Potato) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Solanum tuberosum* L. เป็นพืชอุตสาหกรรมที่สามารถทำรายได้สูงให้แก่เกษตรกรในเขตภาคเหนือ แหล่งผลิตที่สำคัญอยู่ที่จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดตาก เชียงราย พะเยา ลำพูน ลำปาง และบางพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น จังหวัดหนองคาย สกลนคร ปี 2560 พื้นที่ปลูกมันฝรั่งรวม 37,858 ไร่ ผลผลิตรวม 107,103 ตัน ผลผลิตต่อไร่เฉลี่ย 2,894 กิโลกรัม ปัจจุบันการขยายตัวอย่างรวดเร็วของอุตสาหกรรมแปรรูปมันฝรั่งในประเทศโดยเฉพาะมันฝรั่งทอดกรอบ (potato chip) ซึ่งนอกจากผลิตเพื่อจำหน่ายในประเทศ และบางส่วนยังส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560) เพื่อรักษาคุณภาพของหัวพันธุ์ และเพื่อให้เกษตรกรนำไปปลูกในฤดูกาลต่อไปโดยไม่มีการงอกของตา จะทำให้เกษตรกรได้รับประโยชน์มากซึ่งมันฝรั่งเป็นพืชที่มีอายุการเก็บรักษาในห้องเย็นได้ไม่เกิน 6 เดือน จะเกิดการงอกของตา การเก็บรักษาหัวพันธุ์ เนื่องจากหัวพันธุ์มันฝรั่งจะต้องเก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลา 6-8 เดือน เพื่อปลูกในฤดูต่อไป ควรเก็บรักษาหัวพันธุ์ไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียส หรือในห้องเย็นเก็บรักษาหัวพันธุ์ที่มีความชื้นร้อยละ 90-95 เพื่อชะลอการงอก (sprouting) โดยเก็บไว้ในตะกร้าพลาสติก เพื่อลดการบอบช้ำของหัวพันธุ์ ซึ่งปกติหัวพันธุ์มันฝรั่งจะงอกเมื่อพ้นระยะพักตัว (dormancy) ประมาณ 3 เดือน จากนั้นนำหัวพันธุ์ไปผึ่งในโรงเรือนเป็นชั้นบางๆ 1-2 ชั้น หลังจากผึ่งหัวพันธุ์ได้ 2 สัปดาห์ถึง 1 เดือน หัวพันธุ์จะมีหน่องอกแข็งแรงพร้อมที่จะนำไปปลูกลงแปลงเพื่อผลิตเป็นหัวพันธุ์ขยายต่อไป อย่างไรก็ตามถ้าเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่งในสภาพธรรมชาติหรือที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลานาน หัวพันธุ์จะแก่และเสื่อมไปในที่สุด อย่างไรก็ตามการเก็บเกี่ยวหัวพันธุ์มันฝรั่งที่อายุอ่อนเกินไป ทำให้อัตราการหายใจของหัวมันฝรั่งสูง เกิดความร้อนในระหว่างการเก็บรักษา ทำให้ผิวถลอกติดเชื้อโรคได้ง่าย (ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่, 2560) ดังนั้นการเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่งเพื่อให้คงคุณภาพดี เก็บรักษาได้นานขึ้น จึงจำเป็นต้องศึกษาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมในมันฝรั่งเพื่อใช้ทำหัวพันธุ์ต่อไป

แคลเซียมเป็นธาตุอาหารในกลุ่มธาตุที่ต้องการมาก (macro nutrient) มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชที่มีบทบาทสำคัญในโครงสร้างของผนังเซลล์ (cell wall) ในการเชื่อมเพกตินที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ทำให้เซลล์มีความแข็งแรง (structural rigidity) ปัญหาที่สำคัญของแคลเซียมในการเจริญเติบโตของพืชก็คือ แคลเซียมเป็นธาตุอาหารที่ไม่เคลื่อนย้ายในพืช การสะสมของแคลเซียมในพืชขึ้นกับการคายน้ำเป็นหลัก ใบพืชเป็นส่วนของพืชที่คายน้ำมากจึงมีแคลเซียมสะสมอยู่มาก ในขณะที่ผลเป็นบริเวณที่มีการคายน้ำน้อยจึงพบปัญหาการขาดแคลเซียมอยู่เสมอ ดังนั้นอาการขาดแคลเซียมในพืชกินผลมักแสดงออกที่ส่วนของผลเป็นหลักซึ่งมีผลต่อการอ่อนนุ่ม (softening) การเสื่อมสภาพ (senescence) และการเข้าทำลายของโรค

การพ่นแคลเซียมคลอไรด์ก่อนการเก็บเกี่ยวช่วยเพิ่มปริมาณแคลเซียมในเปลือกผลไม้ โดยแคลเซียมจะแทรกซึมผ่านชั้นอิพิเดอร์มิส (epidermis) ของผิวผลไม้เข้าไปอยู่ในส่วนประกอบของผนังเซลล์ ดังนั้นการพ่นแคลเซียมคลอไรด์ในความเข้มข้นที่เหมาะสมจึงช่วยเพิ่มปริมาณแคลเซียมในและรักษาคุณภาพของผลได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อได้วิธีการใช้กรดซาลิไซลิกในการป้องกันโรคแอนแทรคโนสของพริกชี้ฟ้าที่เกิดจากเชื้อ *Colletotrichum* sp.
2. เพื่อได้วิธีการลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชในผลิตกะหล่ำปลีโดยใช้วิธีแบบผสมผสานในโรงเรือนและสภาพแปลง
3. เพื่อได้วิธีการใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตในการล้างทำความสะอาดเพื่อลดสารตกค้างใน กะหล่ำปลี คะน้า พริกชี้ฟ้า
4. เพื่อได้วิธีการเก็บรักษาด้วยเทคนิคซุปเปอร์คูลิงค์ต่อคุณภาพของ กะหล่ำปลี พริกชี้ฟ้า มันฝรั่ง
5. เพื่อได้วิธีการให้แคลเซียมเพื่อรักษาคุณภาพและลดการเกิดโรคของมะเขือเทศในระหว่างการเก็บ

ขอบเขตการศึกษา

ศึกษาการใช้กรดซาลิไซลิกในการป้องกันโรคแอนแทรคโนสของพริกชี้ฟ้าที่เกิดจากเชื้อ *Colletotrichum* sp. การลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชในผลิตกะหล่ำปลีโดยใช้วิธีแบบผสมผสานในโรงเรือนและสภาพแปลง ศึกษาการลดสารตกค้างในด้วยวิธีการล้างทำความสะอาด กะหล่ำปลี คะน้า พริกชี้ฟ้า และการเก็บรักษาเพื่อคุณภาพของ กะหล่ำปลี พริกชี้ฟ้า มันฝรั่ง มะเขือเทศ ให้เก็บรักษาได้นาน

บทคัดย่อ

โครงการการลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชและการรักษาคุณภาพของพริกชี้ฟ้า กะหล่ำปลี คะน้า มันฝรั่ง มะเขือเทศ เพื่อได้วิธีการใช้กรดซาลิไซลิกในการป้องกันโรคแอนแทรคโนสของพริกชี้ฟ้าที่เกิดจากเชื้อ *Colletotrichum* sp. ลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชในการผลิตกะหล่ำปลีโดยใช้วิธีแบบผสมผสานในโรงเรือนและสภาพแปลง ได้วิธีการใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนตในการล้างทำความสะอาดเพื่อลดสารตกค้างใน กะหล่ำปลี คะน้า และพริกชี้ฟ้า ได้วิธีการเก็บรักษาด้วยเทคนิคซุปเปอร์คูลิงค์ต่อคุณภาพของ กะหล่ำปลี พริกชี้ฟ้า มันฝรั่ง เพื่อรักษาคุณภาพและลดการเกิดโรคของมะเขือเทศ เชอรี่ การใช้กรดซาลิไซลิกในการป้องกันโรคแอนแทรคโนสของพริกชี้ฟ้า วางแผนการทดลองแบบ RCBD 7 กรรมวิธี คือ พ่นคาร์เบนดาซิม 50% WP ที่ความเข้มข้น 1,000 ppm พ่นสารละลายกรดซาลิไซลิก ที่ความเข้มข้น 100 250 500 700 1,000 ppm และ พ่นน้ำเปล่า พบว่า ความเข้มข้น 250 ppm การใช้สารไคโตซานและการใช้สารชีวภัณฑ์ป้องกันและกำจัดหนอนและแมลงศัตรูพืช วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 4 ซ้ำ 5 กรรมวิธี พ่นไคโตซาน 100 200 500 ppmพ่นสารเคมี ตามวิธีเกษตรกร และ พ่นด้วยน้ำเปล่า พบว่ากรรมวิธีพ่นไคโตซาน 200 ppmต่อน้ำ 20 ลิตร +การใช้สารชีวภัณฑ์ BT +กาวดักแมลง ให้ผลการทดลองดีที่สุด มีขนาดหัว ในโรงเรือน 16.38 เซนติเมตร ในสภาพแปลงมีขนาด 17.15 เซนติเมตร น้ำหนักต่อหัวในโรงเรือน 0.83 กิโลกรัม และในสภาพแปลง 0.87 กิโลกรัม และนำเทคโนโลยีทดสอบแปลงเกษตรกร จำนวน 10 แปลง พบว่าใช้สารเคมีในการป้องกันและกำจัดหนอนและแมลงศัตรูกะหล่ำปลี และลดต้นทุนการผลิตได้ เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนนำมาใช้ในการทำความสะอาดพืชผัก นำผักมาล้างทำความสะอาดใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้น 100 500 1000 และ 1500 ppm ตามลำดับ

กรมวิชาการเกษตร

เปรียบเทียบกับ ไม่ได้ล้าง พบว่าที่ความเข้มข้น 100 ppm มีแนวโน้มในการลดปริมาณสารตกค้าง เมวินฟอส ไดอะซีนอน อีไทออน และโปรฟีโนฟอส ในคะน้าและพริกชี้ฟ้าได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่นๆ Supercooling คือ กระบวนการทำให้ของเหลวเย็นตัวลงต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง โดยไม่ทำให้ของเหลวกลายเป็นของแข็ง บันทึกผลและเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลง พบว่ากะหล่ำปลีเหี่ยว สูญเสียน้ำหนัก เกิดอาการสีน้ำตาลบริเวณปลายใบและเส้นใบ พริกชี้ฟ้า เก็บรักษาในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 5±2 องศาเซลเซียส เบื้องต้นพบว่าพริกชี้ฟ้ามีอาการเหี่ยวโดยเฉพาะที่ขั้วผล มีการเปลี่ยนแปลงสีจากสีแดงอ่อนเป็นสีแดงใน 7 วันแรกของการเก็บรักษา หลังจากนั้นสีผลมีสีแดงเข้มและเริ่มเหี่ยว บางผลพบการเกิดโรค มันฝรั่ง เก็บรักษาเบื้องต้นที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2 เดือน พบการงอกของหัวพันธุ์มันฝรั่งเกิดขึ้น การทดลองซุปเปอร์คูลิงค์ (super-cooling) ไม่สามารถดำเนินการทดลองต่อได้ เนื่องจากต้องใช้เครื่องมือนำเข้าจากต่างประเทศ จากสถานการณ์การแพร่ระบาดของ COVID-19 การพ่นแคลเซียมโบรอนให้มะเขือเทส มี 3 กรรมวิธี ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1 กรรมวิธีไม่พ่นแคลเซียมโบรอน (ควบคุม) กรรมวิธีที่ 2 แคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 0.25% และกรรมวิธีที่ 3 แคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 0.5% จำนวน 3 ครั้ง ในระยะ 30 40 50 วันหลังดอกบาน เก็บเกี่ยวผลผลิตในระยะผลสุกแก่เต็มที่ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน พบว่ามะเขือเทศที่ได้รับการแคลเซียมโบรอน ความเข้มข้น 0.25% ให้น้ำหนักผลต่อต้น ขนาดผล ค่าสีแดงผล ค่าความแน่นเนื้อผล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณไลโคปีน และปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูงสุด เมื่อนำมะเขือเทศไปเก็บรักษาเป็นเวลา 21 วัน

กรมวิชาการเกษตร

Abstract

The objectives of this project were obtaining a method of using salicylic acid of anthracnose prevention of cayenne pepper *Colletotrichum* sp., reducing chemicals for pesticides controlling in greenhouses and fields for cabbage production, micro-nano bubbles technology incorporated with sodium bicarbonate for washing on reducing residues of cabbage, chinese kale, and chili, the method of storage by supercooling technique was obtained for cabbage, chili and potato qualities, and calcium boron spraying was performed to maintain quality and reduce disease incidence of cherry tomatoes. Salicylic acid used for anthracnose prevention of chili. There were 7 treatments in 3 replications, namely salicylic acid spraying at concentrations 100, 250, 500, 700 and 1,000 ppm compared to the water and carbendazim 50% WP 1,000 ppm spraying. The result of the experiments, it was concluded that spraying of 250 ppm salicylic acid. Cabbage cultivation use chitosan compounds. The experimental design was RCBD, 4 replications, 5 treatments as follows: spray 100, 200, 500 ppm chitosan, and spray chemicals and spray water. The result show that the spay 200 ppm chitosan per 20 liters of water + biological agents BT+ insect trap glue is the best treatment. The average of head size in the greenhouses and fields are 16.38 and 17.15 cm, respectively. This method tested 10 plots of farmers. This method can be reduced the chemicals for pests preventing and reduced production costs. Micro-nano bubbles are minute bubbles with diameters on the micrometer and nanometer scale. The sodium bicarbonate at 100, 500, 1000, and 1500 ppm compared with the control sample. The results showed. the pesticides residues analysis 100 ppm was found to remove the residues of mevinphos, diazinon, ethion, prophenophos, and triazophos in kale and chili. Supercooling is the process of chilling a liquid below its freezing point, without it becoming solid. Pre-test research show that cabbage stored at 5±2 ºC for 1 month; wilt, weight loss, appear as numerous black or brown specks, black veins, and discolored curds. Chili stored at 5±2 ºC for 7 days; chili bacterial wilt, developed color, and senescence. stored at 4±2 ºC for 2 months; bud germinated. Potatoes stored at 4±2 ºC take around 6 months to germinate. The experimental about super-cooling cannot do it because COVID-19 pandemic. Calcium boron spraying was performed to maintain quality and reduce disease incidence of Princess 70 cherry tomatoes by using no spray, spray calcium boron at a concentration of 0.25% and 0.5% for 3 times within 30, 40 and 50 days after flowering. Simulated storage conditions at 10 ºC for 21 days showed that tomatoes treated with 0.25% calcium boron spray gave the highest of fruit weight per plant, fruit size, red fruit value, firmness value, soluble solids, lycopene and antioxidant content.

กิจกรรมที่ 1

การใช้สารเคมีกลุ่มปลอดภัย ชีวภัณฑ์ ในการจัดการศัตรูพืชกับพริกชี้ฟ้าและกะหล่ำปลีในสภาพโรงเรือนและสภาพแปลง

Using Chemical Safety group and Biological Substances for Pest Managements for Chili and Cabbage Production in Greenhouses and Fields

ชื่อผู้วิจัย

วิศรุต สันม่าแอ

Wisarute Sanmaerre

ทิวา บุบผาประเสริฐ

Thiva Bubpaprasert

ธารทิพย์ ภาสบุตร

Tharntip Bhasabutra

อนุวัฒน์ รัตนชัย

Anuwat Rattanachai

มนัสภร ฉิ่งวังตะกอ

Manatsaporn Chingvangtakor

คำสำคัญ (Key words)

โรคแอนแทรคโนส พริก คอลเลตโตตริกัม กรดซาลิไซลิก กะหล่ำปลี ไคโตซาน สารชีวภัณฑ์

anthracnose, chili, *Colletotrichum* sp., salicylic acid Cabbage, Chitosan, Biological Substances

กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ (Abstracts)

โรคแอนแทรคโนสหรือโรคกุ้ง เป็นโรคที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจอันดับหนึ่ง ทำความเสียหายให้กับเกษตรกรผู้ผลิตพริกในทุกพื้นที่ ผลผลิตลดลงมากกว่า 50 % เกษตรกรมีการใช้สารเคมีในปริมารสูงทำให้มีสารพิษตกค้างถึงผู้บริโภค การนำเอากรดซาลิไซลิกที่เป็นสารเคมีที่ปลอดภัยมาประยุกต์ใช้ในการป้องกันโรคดังกล่าวก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่ง ในการใช้กรดซาลิไซลิกในการป้องกันโรคแอนแทรคโนสของพริกชี้ฟ้า งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อได้วิธีการใช้กรดซาลิไซลิกในการป้องกันโรคแอนแทรคโนสของพริกชี้ฟ้าที่เกิดจากเชื้อ *Colletotrichum* sp. ดำเนินการที่โรงเรือนสวนเฉลิมพระเกียรติ 55 พรรษา จังหวัดกรุงเทพฯ ระหว่างเดือน ตุลาคม 2563 ถึง เดือนกันยายน 2564 วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ Randomized Complete Blocks Designs (RCBD) ประกอบด้วย 7 กรรมวิธี คือ พ่นคาร์เบนดาซิม 50% WP ที่ความเข้มข้น 1,000 ppm (ชุดควบคุม) พ่นสารละลายกรดซาลิไซลิก ที่ความเข้มข้น 100 250 500 700 1,000 ppm และ พ่นน้ำเปล่า (ชุดควบคุม) ผลการทดลอง พบว่า การใช้กรดซาลิไซลิกในการป้องกันโรคแอนแทรคโนสของพริกชี้ฟ้าที่เกิดจากเชื้อ *Colletotrichum* sp. พบว่ากรรมวิธีที่พ่นสารละลายกรดซาลิไซลิกที่ความเข้มข้น 100 250 500 700 1,000 ppm และกรรมวิธีพ่นสารเปรียบเทียบคาร์เบนดาซิม 50% WP ที่ความเข้มข้น 1,000 ppm พริกมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคแอนแทรคโนส ต่ำกว่าและแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่า การพ่นสารละลายกรดซาลิไซลิกที่ความเข้มข้น 100 250 500 700 1,000 ppm มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคแอนแทรคโน

สมากกว่า กับกรรมวิธีพ่นสารเปรียบเทียบคาร์เบนดาซิม 50% WP ที่ความเข้มข้น 1,000 ppm แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญและทุกกรรมวิธีไม่พบอาการผิดปกติต่อต้นพริก และความเข้มข้นของสารละลายกรดซาลิไซลิกในการป้องกันโรคแอนแทรคโนสพริกที่แนะนำ คือ 250 ppm ในปัจจุบัน กะหล่ำปลี (cabbage) *Brassica oleracea* L. var. *capitata* L. เป็นผักชนิดหนึ่งที่ผู้บริโภคนิยมรับประทานกันอย่างแพร่หลาย แต่ก็ปฏิเสธไม่ได้ว่ากะหล่ำปลีเป็นผักที่ค่อนข้างจะอันตรายสำหรับผู้บริโภค เนื่องจากมีการใช้สารเคมีในการป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูค่อนข้างรุนแรง จึงต้องหาแนวทางและวิธีการอื่นๆ ที่จะช่วยลดการใช้สารเคมีในกะหล่ำปลี การปลูกกะหล่ำปลีในโรงเรือนและการใช้สารไคโตซานที่มีประสิทธิภาพเพิ่มความแข็งแรงเพื่อทนต่อการเข้าทำทำลายของแมลงศัตรูพืชและการใช้สารชีวภัณฑ์ที่สามารถป้องกันและกำจัดหนอนและแมลงศัตรูพืชมาใช้เพื่อลดการใช้สารเคมีที่เป็นอันตราย วัตถุประสงค์ของการทดลองนี้เพื่อลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชในการผลิตกะหล่ำปลีโดยใช้วิธีแบบผสมผสานในโรงเรือนและสภาพแปลง มีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ 5 กรรมวิธี ดังนี้ กรรมวิธีที่ 1 พ่นไคโตซาน 100 ppm กรรมวิธีที่ 2 พ่นไคโตซาน 200 ppmกรรมวิธีที่ 3 พ่นไคโตซาน 500 ppm กรรมวิธีที่ 4 พ่นสารเคมี (control) ตามวิธีเกษตรกร กรรมวิธีที่ 5 พ่นด้วยน้ำเปล่า (Control) (ปีงบประมาณ 2562-2563) ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ พบว่ากรรมวิธีที่ 2 การพ่นไคโตซาน 200 ppmต่อน้ำ 20 ลิตร +การใช้สารชีวภัณฑ์ *Bacillus thuringiensis* (BT) +กาวดักแมลง ให้ผลการทดลองที่ดีที่สุด โดยมีขนาดหัว ในโรงเรือน 16.38 เซนติเมตร ในสภาพแปลงมีขนาด 17.15 เซนติเมตร น้ำหนักต่อหัวในโรงเรือน 0.83 กิโลกรัม และในสภาพแปลง 0.87 กิโลกรัม และเมื่อนำเทคโนโลยีที่ได้มาดำเนินการทดสอบในแปลงเกษตรกร (ปีงบประมาณ 2563-2564) จำนวน 10 แปลง ในอำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ พบว่าการใช้สารไคโตซานร่วมกับการใช้สารชีวภัณฑ์ และกาวดักแมลงเป็นเทคโนโลยีที่สามารถลดการใช้สารเคมีในการป้องกันและกำจัดหนอนและแมลงศัตรูกะหล่ำปลีได้ และยังช่วยเกษตรกรลดต้นทุนการผลิตได้อีกด้วย

กรมวิชาการเกษตร

Anthracnose of chili is the number one disease of economic importance. The yield was reduced by more than 50%. Farmers used high levels of chemicals that resulted in toxic residues to consumers. The use of a safe chemical salicylic acid to prevent the disease is another option. Salicylic acid used for anthracnose prevention of chili. The objective of this study was to obtain a method of using salicylic acid of anthracnose prevention of cayenne pepper. *Colletotrichum* sp. was conducted in greenhouse, The Garden in Honer of Her Royal Highness Pricess Maha Chakri Sririndhorn on her 55 th Birthday, Bangkok, between October, 2020 – September 2021. There were 7 treatments in 3 replications, namely salicylic acid spraying at concentrations 100, 250, 500, 700 and 1,000 ppm compared to the water and carbendazim 50% WP 1,000 ppm spraying. The results showed that the salicylic acid spraying concentrations processes at 100, 250, 500, 700, 1,000 ppm and compared carbendazim 50% WP 1,000 ppm spraying processes. Chili has a percentage of anthracnose incidence, lower and statistically significantly different from the control processes. Spraying processes at 100, 250, 500, 700, 1,000 ppm have a higher percentage of anthracnose compared to the carbendazim 50% WP 1,000 ppm spraying processes, there were statistically significantly different from all treatments showed no abnormal symptoms on the chili. From the result of the experiments, it was concluded that spraying of salicylic acid at concentration of 250 ppm was able to

prevention anthracnose of chili. Cabbage *Brassica oleracea L. var. capitata L.* is a vegetable that is widely eaten by consumers. Cabbage is used more chemicals to prevent of pests. Therefore, the using minimum chemical of pest control of cabbage production is important. Cabbage cultivation in greenhouses and fields use of effective chitosan compounds to increase the strength of cell for preventing the pests and use biological agents for preventing eliminate worms and pests The objective of this experiment is reducing chemicals for controlling pests. The objective of this study was reducing chemicals for pesticides controlling in greenhouses and fields for cabbage production. The experimental design was Randomized Complete Block Design (RCBD), 4 replications, 5 treatments as follows: treatment 1 spray 100 ppm chitosan, treatment 2 spray 200 ppm chitosan, treatment 3 spray 500 ppm chitosan, treatment 4 spray chemicals (control) according to the farmer's method, treatment 5 spray water (control) at the Agricultural Research Center at Phetchabun Heights (in 2019-2020). The result show that the treatment2 spay 200 ppm chitosan per 20 liters of water + use of biological agents *Bacillus thuringiensis* (BT)+ insect trap glue is the best treatment. The average of head size in the greenhouses and fields are 16.38 and 17.15 cm, respectively. In 2021-2022, Cabbage is used chitosan, biologics agent BT and glue traps 10 plots of farmers in Khao Kho District Phetchabun Province. The chitosan, biologics agent and glue traps using can be reduced the chemicals foe pests preventing. Moreover, this method is reduced production costs as well.

กรมวิชาการเกษตร

บทนำ (Introduction)

โรคแอนแทรคโนสหรือโรคกุ้งแห้งเป็นโรคที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจอันดับหนึ่ง สาเหตุเกิดจากเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* Penz.,*C. capsici* (Syd.) และ *C. pipperatum*) ทำความเสียหายให้แก่พริกเกือบทุกชนิดในทุกแหล่งปลูก ลักษณะอาการบนผลพริกเป็นจุดช้ำสีน้ำตาล เนื้อเยื่อบุ๋มยุบตัวเป็นวงกลมหรือวงรีรูปไข่ ถ้าเชื้อราเข้าระผลผลอ่อน ทำให้ผลบิดเบี้ยว คล้ายกุ้งแห้ง ชาวบ้านจึงมักเรียกว่า โรคกุ้งแห้งเมื่ออาการรุนแรงผลจะเน่าและร่วงไม่สามารถเก็บผลผลิตได้ ทำให้ผลิตลดลงเสียหายมากกว่า 50 % ส่งผลเสียหายต่อเศรษฐกิจอย่างสูง (ศิริพงษ์และพรพิมล, 2554) ซึ่งในปี 2562 มีรายงานว่ามีพื้นที่ปลูกพริกทั้งประเทศมีจำนวน 167,443 ไร่ ผลผลิตรวม 283,515 ตัน คิดเป็นมูลค่า 12,833.50 ล้านบาท (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2562) เกษตรกรจึงมักเลือกใช้วิธีการควบคุมโรคพืชโดยใช้สารเคมี ทำให้เกิดผลเสียโดยตรงต่อผู้ใช้และผู้บริโภค เกิดสารพิษตกค้างในผลผลิต และการปนเปื้อนของสารเคมีในสภาพแวดล้อมส่งผลต่อการกีดกันทางการค้า การส่งออกภายใต้เงื่อนไขข้อตกลงขององค์การการค้าโลก (WTO) การควบคุมโรคพืชโดยใช้สารเคมีที่ปลอดภัย จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหาดังกล่าว โดยเฉพาะการนำเอากรดซาลิไซลิกมาใช้ในการควบคุมโรคพืช ซึ่งเป็นกรดอินทรีย์ที่เป็นอนุพันธ์ของสารฟีนอลสามารถผลิต และสังเคราะห์ได้จากธรรมชาติ และการสังเคราะห์ทางเคมี พบเป็นองค์ประกอบของพืชหลายชนิด เป็นสารที่นำมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง อาทิ ใช้เป็นส่วนผสมเครื่องสำอาง ใช้เคลือบรักษาผลิตภัณฑ์การเกษตร ใช้สำหรับการป้องกัน และกำจัดจุลินทรีย์ กรดซาลิไซลิกได้จากสารฟีนอลมีลักษณะเป็นผลึกสีขาวหรือไสไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ซึ่งต่อมามีการขยายการผลิตมากขึ้นในระดับอุตสาหกรรม และมีใช้มากจนถึงปัจจุบัน (Kolbe and Lauterma, 1860) และยังเป็นฮอร์โมนพืชที่สำคัญในการตอบสนองทางสรีรวิทยาเป็นส่วนประกอบ phenolic อย่างง่ายที่ผลต่อกระบวนการเจริญเติบโตของพืช เกี่ยวกับการเปิดปิดของปากใบ การงอกของเมล็ด การดูดซับประจุ การแสดงออกของเพศและการต้านทานต่อการเข้าทำลายของโรค (Bradley *et al.* ,1992) เป็นสารที่พืชสามารถสังเคราะห์ได้เองจัดอยู่ในกลุ่มสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชและพืชสามารถถูกกระตุ้นให้สังเคราะห์เพิ่มขึ้นได้ในสภาพที่เกิดความเครียดเนื่องจากสิ่งมีชีวิต (biotic strees) และสิ่งไม่มีชีวิต (abiotic strees) อีกทั้งมีบทบาทเกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดสัญญาณทำให้พืชสามารถปรับตัวได้ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม (สัมฤทธิ์ ,2544) และ (Raskin, 1992) และทำหน้าที่เป็นสัญญาณไปกระตุ้นการทำงานของยีนที่ควบคุมการสร้างโปรตีนต่างๆ ที่ช่วยในการต้านทานต่อเชื้อโรค (Davies,1995) รวมถึงเป็นตัวกระตุ้นการเชื่อมต่อของโปรตีนที่เป็นโครงสร้างของผนังเซลล์ซึ่งจะทำให้ผนังเซลล์มีความแข็งแรงมากขึ้น (จริงแท้, 2549) และยังจัดเป็นตัวกระตุ้นชีวภาพ (biotic elicitor) ที่พืชสามารถสังเคราะห์ได้เองตามธรรมชาติแต่มีปริมาณที่น้อยมาก SA มีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระและสามารถกระตุ้นให้เกิดการสร้างสารต้านอนุมูลอิสระภายในพืช (Malamy *et al*.,1990) และยังพบว่า การใช้กรดซาลิไซลิค (salicylic acid) ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถ ยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อราสาเหตุที่เกิดจาก โรคหวีเน่าจากเชื้อ *Fusarium oxysporum* และ *Collectotrichum musae* ได้ดีที่สุด โดยยับยั้งเชื้อดังกล่าวได้ 100% (บุญญวดี และคณะ, 2555) และยังมีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อ *Penicilium expansum* และเชื้อ *B.cinerea* เป็นเชื้อสาเหตุของโรคผลเน่าในผลสาลีโดยไปกระตุ้นกิจกรรมเอนไซม์ β-1,3-glucanase,Phenylanine ammonia lyase (PAL) Polyphenol oxidases (PPO) และ Piroxidase (POD) ให้มีกิจกรรมสูงขึ้น ซึ่งเอนไซม์เหล่านี้มีความเกี่ยวข้องกับการผลิตสาร Phenolic ในพืชโดยมีคุณสมบัติไปยับยั้งการเจริญของเชื้อราที่เป็นสาเหตุการเกิดโรค นอกจากนี้ salicylic acid ยังสามารถกระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์ POD (Yu *et al*., 2007) พบว่าเมื่อใช้ salicylic acid ก่อนและหลังเก็บเกี่ยวในผลมะม่วงพันธุ์ Kensington Pride ที่ระดับความเข้มข้น 2 mg l^{-1} สามารถลดการเข้าทำลายของเชื้อรา *Collectotrichum*

gloeosporioides ได้ นอกจากนั้นการใช้ salicylic acid ที่ระดับความเข้มข้น 2 mg l^{-1} ยังให้ผลเช่นเดียวกับการใช้ในไม้ตัดดอก Geraldton waxflower สายพันธุ์ CWA pink ที่มีประสิทธิภาพในการลดการเข้าทำลายของเชื้อรา *Alternarea* sp.และ *Epicoccum* sp. ส่งผลให้มีการเก็บรักษาและการวางจำหน่ายยาวนานขึ้น (Zainuri *et al.,*2001); (Beasley *et al.*, 1999) และการใช้ salicylic acid ที่ระดับความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถยับยั้งความรุนแรงของโรคใบจุดกล้วยหอมทองที่เกิดจากเชื้อ *Alternaria* sp.ที่เป็นไอโซเลตที่ก่อให้เกิดโรครุนแรงที่สุด ได้มากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1-2 ของการฉีดพ่น (วีระณีย์, 2560) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นจะต้องศึกษาผลของการใช้กรดซาลิไซลิกในการป้องกันโรคแอนแทรคโนสของพริกที่เกิดจากเชื้อ *Colletotrichum* sp. ที่เหมาะสมเพื่อนำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตพริกที่ปลอดภัยต่อผู้ผลิตและผู้บริโภค ต่อไป

การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชมีความเสี่ยงต่อสุขภาพของทั้งเกษตรกรและผู้บริโภคและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ในปี 2559 และ ปี 2560 ประเทศไทยมีการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตรสารกำจัดวัชพืช 125,596 ตันมูลค่า 9,688 ล้านบาท และ 148,979 ตัน มูลค่า 13,686 ล้านบาท ตามลำดับ สารกำจัดแมลง 16,056 ตัน มูลค่า 3,899 ล้านบาท และ 21,601 ตัน มูลค่า 6,166 ล้านบาท สารป้องกันและกำจัดโรคพืช 12,915 ตัน มูลค่า 4,503 ล้านบาทและ 19,923 ตัน มูลค่า 6,774 ล้านบาทตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรและกรมวิชาการเกษตร, 2561) จะเห็นได้ว่าการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตรมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกๆ ปี การลดการใช้สารเคมีสำหรับป้องกันกำจัดศัตรูพืชนอกจากส่งผลดีต่อสุขภาพของเกษตรกรและผู้บริโภคอีกทั้งลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และมีผลต่อความปลอดภัยด้านอาหาร เมื่อมีการใช้ลดลงการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตรก็ลดลงเช่นกัน เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีที่มีอันตรายในการควบคุมโรคพืช จึงได้หาแนวทางและวิธีการอื่นๆ มาใช้ควบคุมโรคพืช ได้แก่ การใช้เชื้อจุลินทรีย์ปรปักษ์สารสกัดจากพืช สารกลุ่มปลอดภัยและสารกระตุ้นความต้านทาน มาทดแทนการใช้สารเคมีที่มีอันตรายต่อผู้ผลิตและผู้บริโภคที่ก่อให้เกิดปัญหาเรื่องสารพิษตกค้างในผลผลิตและสภาพแวดล้อม รวมถึงการผลิตพืชในโรงเรือน และการใช้สารเคมีที่ปลอดภัย ไคโตซานเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ถูกนำมาใช้เพื่อสร้างความแข็งแรงให้แก่พืช ไคโตซานเป็นโพลิเมอร์ธรรมชาติที่ได้จากอนุพันธ์ของไคติน ที่เป็นองค์ประกอบของเปลือกแข็งหุ้มจุลินทรีย์หลายชนิด หรือโครงสร้างแข็งของสัตว์จำพวกแมลง กุ้ง ปู สามารถย่อยสลายง่าย เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค อีกทั้งยังเป็นองค์ประกอบของไนโตรเจน ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช (สุวลี, 2544) ไคโตซานยังสามารถกระตุ้นการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับกลไกการป้องกันตัวของพืช เช่น ยีนที่สร้าง phenylalanine ammonialyase (PAL) (Young and Kauss, 1983) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สร้างสารประกอบฟีนอล เช่น ลิกนิน (lignin) ซึ่งเป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ และ phytoalexinซึ่งมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ดังนั้นการให้ไคโตซานแก่พืช ส่งผลให้เซลล์พืชแข็งแรงและทนต่อการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรคและแมลงได้มากขึ้น (Shadihi *et al*., 1999) ไคโตซานจะกระตุ้นการสร้างไคติเนส ซึ่งจะย่อยผนังเปลือกหุ้มตัวแมลง ศัตรูพืช เช่นหนอนใย หนอนคืบ ไคโตซานสามารถกระตุ้นการผลิตลิกนินและแทนนินขององพืชมากขึ้น พืชสามารถป้องกันตัวเองจากการกัด ดูด ทำลายของแมลงศัตรูพืช จะสังเกตุว่าต้นพืชที่ได้รับสารไคโตซานจะมีแวกซ์เคลือบที่ผิวใบ สามารถเพิ่มความเจริญเติบโตในพืชผัก ได้แก่ คะน้า หอม หน่อไม้ฝรั่ง ผัก

ต่างๆ (ภาวดี, 2544) ดังนั้นการให้ไคโตซานแก่พืช ส่งผลให้เซลล์พืชแข็งแรงและทนต่อการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรคและแมลงได้มากขึ้น

ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

การทดลองที่ 1.1 การใช้กรดซาลิไซลิกในการป้องกันโรคแอนแทรคโนสของพริกชี้ฟ้าที่เกิดจากเชื้อ *Colletotrichum* sp.

<u>สิ่งที่ใช้ในการทดลอง</u>

1. เมล็ดพันธุ์พริกชี้ฟ้า
2. กรดซาลิไซลิก
3. ปุ๋ยอินทรีย์
4. ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 และสูตร 12-24-12
5. สารป้องกันโรคพืชและแมลง
6. ปูนขาว
7. สายยาง
8. ถังฉีดพ่นสารเคมี
9. เครื่องชั่งละเอียด (analytical balance)
10. บิกเกอร์ และขวดปริมาตร (flask)
11. กล้องถ่ายรูป
12. ถุงพลาสติกหรือถุงกระดาษ
13. กล้องจุลทรรศน์
14. เวอร์เนียและไมโครเวอร์เนีย
15. กระถางพลาสติก

<u>แบบและวิธีการทดลอง</u>

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 20 ต้น 7 กรรมวิธี ประกอบด้วย

1. พ่นคาร์เบนดาซิม 50% WP ที่ความเข้มข้น 1,000 ppm (ชุดควบคุม)
2. พ่นสารละลายกรดซาลิไซลิก ที่ความเข้มข้น 100 ppm
3. พ่นสารละลายกรดซาลิไซลิก ที่ความเข้มข้น 250 ppm
4. พ่นสารละลายกรดซาลิไซลิก ที่ความเข้มข้น 500 ppm
5. พ่นสารละลายกรดซาลิไซลิก ที่ความเข้มข้น 700 ppm
6. พ่นสารละลายกรดซาลิไซลิก ที่ความเข้มข้น 1,000 ppm
7. พ่นด้วยน้ำเปล่า (ชุดควบคุม)

<u>วิธีปฏิบัติการทดลอง</u>

1. การสำรวจและตรวจสอบโรคพืช

กรมวิชาการเกษตร

1) สำรวจและศึกษาลักษณะอาการของโรคแอนแทรคโนสในแปลงปลูกพริกชี้ฟ้า โดยสุ่มเก็บตัวอย่างพืชที่แสดงอาการของโรคแอนแทรคโนส ในแหล่งปลูกพริกชี้ฟ้า ในจังหวัดราชบุรี นครปฐม ศรีสะเกษ และในแปลงเกษตรกรที่พบการระบาดของโรคแอนแทรคโนส บันทึกภาพลักษณะอาการที่พบในส่วนต่างๆของต้นพริกชี้ฟ้า และนำตัวอย่างพืชที่เป็นโรคไปศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อสาเหตุโดยตรงภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยเขี่ยเชื้อจากตัวอย่างที่เป็นโรคลงบนแผ่นสไลด์ (slide) แล้วตรวจเชื้อภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เพื่อดูลักษณะขนาด และสีของสปอร์ และนำตัวอย่างพืชนั้นไปแยกหาเชื้อสาเหตุต่อไป

2) การแยกเชื้อบริสุทธิ์จากตัวอย่างพืช โดยนำชิ้นส่วนตัวอย่างที่แสดงอาการของโรคมาล้างทำความสะอาด และตัดเนื้อเยื่อให้มีขนาด 2–3 มิลลิเมตร นำไปจุ่มในแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ ประมาณ 40 วินาที แล้วนำไปฆ่าเชื้อที่ผิวด้วย แคลเซียมไฮโปรคลอไรท์ 10 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว 3 ครั้ง ซับชิ้นส่วนบนกระดาษซับที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว และนำไปวางบนอาหาร water agar (WA) 3 วัน ตัดบริเวณปลายเส้นใยเชื้อรามาเลี้ยงบนอาหาร PDA (potato dextrose agar) บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส เพื่อแยกให้ได้เชื้อบริสุทธิ์ ทำการเก็บเชื้อไว้ในอาหาร PDA (slant agar) ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ไว้สำหรับศึกษาทดลองต่อไป และเพื่อใช้ศึกษาลักษณะการเจริญเติบโตของเส้นใย สีโคโลนีและขนาดสปอร์ด้วยวิธีเลี้ยงเชื้อบนสไลด์ (slide culture method)

3) การพิสูจน์โรค นำเชื้อราสาเหตุโรคที่แยกได้ไปทดสอบความสามารถในการทำให้เกิดโรคบนพืชอาศัยพันธุ์พริกชี้ฟ้า คือ พริกชี้ฟ้าชี้ฟ้าด้วยเทคนิค Koch's postulate โดยเลี้ยงเชื้อรา *Colletotrichum* sp. บนอาหาร PDA ประมาณ 7-10 วัน ใช้ cork borer ตัดบริเวณขอบโคโลนีของเชื้อรา นำไปวางไว้ที่ผิวหน้าใบพริกชี้ฟ้า ซึ่งผ่านการล้างทำความสะอาด และทำการฆ่าเชื้อที่ผิวใบโดยเช็ดด้วยแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ หุ้มปลายก้านใบด้วยสำลีชุบนึ่งฆ่าเชื้อ แล้วห่อด้วยถุงพลาสติก จากนั้นนำมาทำแผลที่ใบโดยใช้เข็มเขี่ยเชื้อแทงใบจำนวนสามจุด และวางเชื้อรา *Colletotrichum* sp. ลงไปที่ผิวใบและนำไปบ่มเชื้อโดยวางไว้ในถุงพลาสติกที่ให้ความชื้นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นย้ายวุ้นที่มีเชื้อเจริญอยู่ทิ้งไป และบ่มเชื้อต่อไปอีก 24-48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง และ สังเกตอาการโรคที่เกิดขึ้น วัดขนาดแผลบนใบที่เป็นโรค จะทำการทดลอง 4 ซ้ำ และใช้อาหารวุ้นที่ไม่มีเชื้อราเป็นชุดควบคุมในการทดสอบการเกิดโรคของเชื้อราไอโซเลทต่างๆ เพื่อคัดเลือกไอโซเลทที่สามารถทำให้เกิดโรคได้รุนแรงที่สุดเพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

2. ศึกษาความเข้มข้นการใช้กรดซาลิไซลิกที่เหมาะสมต่อการป้องกันโรคแอนแทรคโนสของพริกชี้ฟ้าในโรงเรือน

1) การเพาะเมล็ด เพาะเมล็ดพริกชี้ฟ้าในถาดเพาะ โดยใช้ดินผสมระหว่าง ดิน: แกลบดำ: ปุ๋ยคอก อัตรา 1:1:1 หลุมละ 2 เมล็ด รดน้ำวันละ 2 ครั้ง เช้าและเย็น

2) การปลูก เมื่อต้นกล้าอายุประมาณ 1 เดือน หรือมีใบจริง 3-4 ใบ จึงย้ายลงปลูกในกระถางขนาด 16 นิ้วโดยใช้ดินผสมระหว่าง ดิน: แกลบดำ: ปุ๋ยคอก อัตรา 1:1:1 กระถางละ 1 ต้น (ภาพภาคผนวกที่ ก1)

3) การดูแลรักษา สัปดาห์แรกหลังการย้ายกล้าให้น้ำ 2 ครั้งต่อวัน คือ ตอนเช้าและตอนเย็น หลังจากนั้นในสัปดาห์ที่สองให้น้ำวันละ 1 ครั้งในตอนเช้าด้วยสายยางรดน้ำ หรือสปริงเกอร์

4) การใส่ปุ๋ย หลังปลูก 15-20 วัน ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12-24-12 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ (8 กรัม/ต้น) ผสมยูเรีย อัตรา 10 กิโลกรัม/ไร่ (3 กรัม/ต้น) และทุกๆ 20 วัน ให้ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 12-24-12 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ (6 กรัม/ต้น)

5) การปลูกถ่ายเชื้อ ทำการปลูกถ่ายเชื้อ 1-2 ครั้ง ระยะใกล้ออกดอก ประมาณ 35-40 วันหลังการปลูก โดยการพ่นสารแขวนลอยสปอร์ของเชื้อสาเหตุที่ความเข้มข้น $2X10^6$ ให้กับพืชทดลอง ดูแลรักษาตามปกติในสภาพแปลงและโรงเรือนที่มีหลังคาพลาสติกป้องกันฝน (ภาพภาคผนวกที่ ก2)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัย

6) การพ่นกรดซาลิไซลิก โดยพ่นทุก 20 วัน คือ 40 60 และ 80 วันหลังการปลูก

7) การเก็บข้อมูลการเกิดโรค ทำการบันทึกผลการทดลองทุก 7 วัน โดยประเมินจาก 20 ต้นต่อซ้ำ คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของผลพริกชี้ฟ้าที่เกิดโรค เก็บผลพริกชี้ฟ้าทั้งสีแดงและสีเขียวที่แสดงอาการโรค นับจำนวนผลผลิตทั้งหมด ผลผลิตที่เป็นโรคคิดเป็นร้อยละของกรรมวิธี นำข้อมูลการเกิดโรคทุกครั้งมารวมกันเพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยและดัชนีการเกิดโรคของกรรมวิธีด้วยวิธีการทางสถิติ

8) ประเมินความรุนแรงของโรคโดยการให้คะแนนตามเกณฑ์ นำข้อมูลเปอร์เซ็นต์ที่เกิดโรค และเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรค

9) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละกรรมวิธี ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

1. ความรุนแรงการเกิดโรค
2. การเจริญเติบโต ความสูง จำนวนใบ ความหนาใบ และพื้นที่ใบ
3. น้ำหนักผลผลิต
4. คุณภาพพริกชี้ฟ้า
5. ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา
6. ต้นทุนการผลิต

<u>ระยะเวลาดำเนินการ</u> ตุลาคม 2563 – กันยายน 2564

<u>สถานที่ดำเนินการ</u>

1. ห้องปฏิบัติการสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
2. โรงเรือนสวนเฉลิมพระเกียรติ 55 พรรษา สถาบันวิจัยพืชสวน

การทดลองที่ 1.2 การลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชในการผลิตกะหล่ำปลีโดยใช้วิธีแบบผสมผสานในโรงเรือนและสภาพแปลง

การทดลองที่ 1.2.1 ทดสอบประสิทธิภาพของสารไคโตซานในการควบคุมโรคและแมลงศัตรูพืชในโรงเรือน

<u>สิ่งที่ใช้ในการทดลอง</u>

1. เมล็ดกะหล่ำปลี
2. โรงเรือน ถาดเพาะกล้า
3. ปุ๋ยหมักคอก และปุ๋ยสูตร 46-0-0, 15-15-15, 13-13-21
4. ไส้เดือนฝอยสายพันธุ์ไทย
5. สารไคโตซาน

<u>แบบและวิธีการทดลอง</u>

วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ 5 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 พ่นไคโตซาน 100 ppm
กรรมวิธีที่ 2 พ่นไคโตซาน 200 ppm
กรรมวิธีที่ 3 พ่นไคโตซาน 500 ppm
กรรมวิธีที่ 4 พ่นสารเคมี (ชุดควบคุม) ตามวิธีเกษตรกร
กรรมวิธีที่ 5 พ่นด้วยน้ำเปล่า (ชุดควบคุม)

กรมวิชาการเกษตร

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1. เตรียมแปลงปลูก ขนาด 1 x 2 เมตร ตากดิน 5-7 วัน ใส่ปุ๋ยคอกเพื่อปรับสภาพดินเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน จากนั้นย่อยหน้าดินให้มีขนาดก้อนเล็ก ใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักอัตรา 20 กิโลกรัม/แปลง และปุ๋ยสูตร 46-0-0 รองพื้น ปลูกในโรงเรือน (ภาพภาคผนวกที่ ก5) ปลูกในแปลง (ภาพภาคผนวกที่ ก 6)
2. เพาะเมล็ดกะหล่ำปลีลงถาดเพาะเมล็ด รดน้ำสม่ำเสมอ เมื่อมีอายุ 25-30 วันหรือมีใบจริง 1-2 ใบลงแปลง ระยะปลูก 30 x 40 เซนติเมตร ปลูกเป็นแถวคู่
3. พ่นสารตามกรรมวิธีที่กำหนด และพ่นทุกๆ 7 วัน
4. ติดตั้งกับดักกาวเหนียวเพื่อดักแมลง ขนาด 30x20 เซนติเมตร มาปักในแปลงกะหล่ำปลี จำนวน 1 แผ่นต่อ 1 แปลง ตามแต่ละกรรมวิธี
5. เมื่อตรวจพบหนอนหรือแมลงศัตรูให้พ่นด้วยไส้เดือนฝอยสายพันธุ์ไทย (อัตราตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร)
6. การใส่ปุ๋ยแบ่งใส่เป็น 2 ครั้ง เมื่อต้นกล้าอายุครบ 10-15 วันหลังย้ายปลูก และครั้งที่ 2 อายุ 30 วัน การรดน้ำ ระยะแรกรดน้ำอย่างสม่ำเสมอ เมื่อกะหล่ำห่อหัวควรเว้นระยะการให้น้ำเพื่อป้องกันหัวกะหล่ำปลีแตกเนื่องจากได้รับน้ำมากเกินไป
7. บันทึกข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละกรรมวิธี ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การทดลองที่ 1.2.2 ทดสอบประสิทธิภาพของสารไคโตซานในการควบคุมโรคและแมลงศัตรูพืชในสภาพแปลงปลูก

สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

1. เมล็ดกะหล่ำปลี
2. แปลงเกษตรกร 10 ราย ๆ ละ 0.5 ไร่
3. ปุ๋ยหมักคอก และปุ๋ยสูตร 46-0-0
4. สารไคโตซาน
5. ไส้เดือนฝอยสายพันธุ์ไทย

แบบและวิธีการทดลอง

กรรมวิธีที่ 1 วิธีเกษตรกร

กรรมวิธีที่ 2 เทคโนโลยีการควบคุมโรคและแมลงศัตรูพืชที่เหมาะสมของกรมวิชาการเกษตร

วิธีปฏิบัติการทดลอง

วางแผนการทดลอง ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 วิธีเกษตรกร

กรรมวิธีที่ 2 เทคโนโลยีการควบคุมโรคและแมลงศัตรูพืชที่เหมาะสมของกรมวิชาการเกษตร

ดำเนินการโดยใช้เทคโนโลยีการควบคุมโรคและแมลงศัตรูพืชที่เหมาะสมของกรมวิชาการเกษตร (ผลจากการทดลองในการทดลองที่ 1) ดำเนินการในแปลงเกษตรกรจำนวน 10 แปลง พื้นที่แปลงละ 0.5 ไร่ คัดเลือก

กรมวิชาการเกษตร

เกษตรกรที่สนใจในพื้นที่ อ.เขาค้อ จ.เพชรบูรณ์ จับพิกัดแปลง ดำเนินการปลูกกะหล่ำ กรรมวิธีที่ 1 วิธีเกษตรกรให้เกษตรกรปลูกและใช้วิธีของเกษตรกรเองในการพ่นสารเคมี กรรมวิธีที่ 2 ใช้เทคโนโลยีของกรมฯ (เมื่อต้นกล้าอายุครบ 20 วันหลังย้ายกล้า ดำเนินการพ่นสารไคโตซานในอัตรา 200 ppm ต่อน้ำ 20 ลิตร ทุก ๆ 7 วัน เมื่อพบศัตรูพืชที่มารบกวนใช้สารชีวภัณฑ์ *Bacillus thuringiensis* (BT) ในการป้องกันและกำจัด) ติดตั้งกาวดักแมลงเพื่อตรวจนับแมลงที่พบในแปลงทั้งกรรมวิธีที่ 1 และกรรมวิธีที่ 2 วัดการเจริญเติบโต ทุก ๆ 15 วัน (ความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม) เมื่อครบ 60 วัน เก็บผลผลิต นำมาวัดขนาดหัว และชั่งน้ำหนัก เก็บและบันทึกข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

การบันทึกข้อมูล

1. ชนิดของแมลงที่พบ
2. นับจำนวนแมลง
3. ความรุนแรงการเกิดโรค
4. การเจริญเติบโตของพืช
5. น้ำหนักผลผลิต
6. ตรวจวัดคุณภาพ
7. ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

ระยะเวลาดำเนินการ ตุลาคม 2563 – กันยายน 2564

สถานที่ดำเนินการ ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์

ผลการวิจัยและวิจารณ์ (Results and Discussions)

การทดลองที่ 1.1 การใช้กรดซาลิไซลิกในการป้องกันโรคแอนแทรคโนสของพริกชี้ฟ้าที่เกิดจากเชื้อ *Colletotrichum* sp.

1. สำรวจและรวบรวมเชื้อแอนแทรคโนส

จากการสำรวจและศึกษาลักษณะอาการของโรคแอนแทรคโนสในแปลงปลูกพริก ในจังหวัดกาญจนบุรี ตาก และสุโขทัย ในปี พ.ศ. 2563 จำนวน 15 แหล่งที่มีการปลูกพริก พบมีการระบาดของโรคแอนแทรคโนส จำนวน 15 แปลง พบเชื้อราสาเหตุโรคเข้าทำลายในส่วนของผลพริก จาก 15 แหล่ง เก็บผลพริกที่แสดงอาการเป็นโรคมาแยกเชื้อให้บริสุทธิ์ บนอาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar (PDA) ที่ห้องปฏิบัติการโรคพืช แยกเชื้อได้ 15 ไอโซเลต นำเชื้อที่ได้ มาทำบริสุทธิ์โดยการทำ single spore นำเชื้อที่ได้มาศึกษาลักษณะทางสัณฐานโดยการทำ slide culture เพื่อตรวจดูใต้กล้องจุลทรรศน์ และศึกษาลักษณะทางสัณฐาน จำนวน 13 ไอโซเลต ผลการศึกษา พบว่า ลักษณะทางสัณฐานของราที่แยกได้จากตัวอย่างแปลงที่ 1-7 แปลงที่ 9-14 จำแนกชนิดได้ว่าเป็นรา *Colletotrichum acutatum* รวมจำนวน 13 ไอโซเลต แปลงที่ 15 จำแนกได้เป็นรา *Colletotrichum gloeosporioides* ส่วนแปลงที่ 8 re-isolate เชื้อให้บริสุทธิ์และศึกษาลักษณะทางสัณฐาน สำหรับตัวอย่างโรคแอนแทรกโนสที่เก็บจากแปลงปลูกพริกผลใหญ่ (*Capsicum annuum*) ในจังหวัดเพชรบูรณ์ สามารถแยกเชื้อได้ 2 ไอโซ

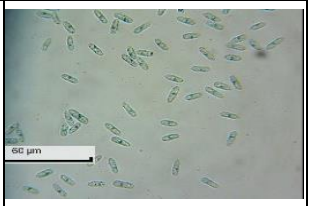
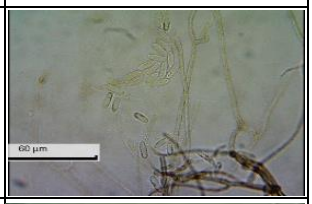
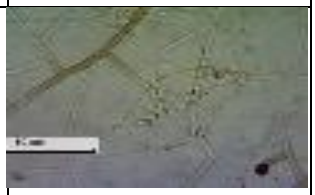
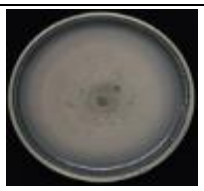
กรมวิชาการเกษตร

เลต และนำเชื้อที่ได้มาทำบริสุทธิ์ ผลการศึกษาลักษณะทางสัณฐานจำแนกได้ว่าเป็นรา *Colletotrichum capsici* ทั้ง 2 ไอโซเลต (ตารางที่ 1)

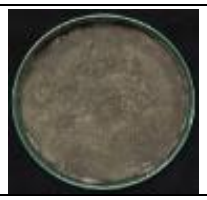
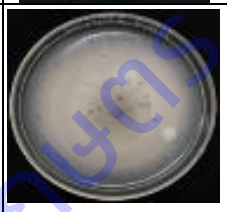
ดำเนินการคัดเลือกเชื้อ *Colletotrichum acutatum* ที่เจริญเร็ว และสามารถสร้างสปอร์จำนวนมาก จำนวน 6 ไอโซเลท นำมาปลูกเชื้อลงบนผลพริกหยวก พร้อมทดสอบความสามารถในการทำให้เกิดโรคกับผลพริก เพื่อหาเชื้อที่ก่อให้เกิดความรุนแรงของโรคมากที่สุด เพื่อคัดเลือกเป็นตัวแทนในนำไปการทดลองในขั้นตอนต่อไป ส่วนเชื้อ *Colletotrichum gloeosporioides* และ *Colletotrichum capsici* ที่แยกได้อยู่ระหว่างทำการทดสอบความสามารถในการทำให้เกิดโรคกับผลพริก (ภาพที่ 1)

ดำเนินการปลูกพริกในกระถางทดลอง เมื่อวันที่ 23 มิถุนายน 2563 พร้อมใส่ปุ๋ยและพ่นสารป้องกันโรคและแมลงเพื่อเตรียมความพร้อมของต้นพริกสำหรับการทดลองในขั้นตอนต่อไป (ภาพผนวก ก1-4)

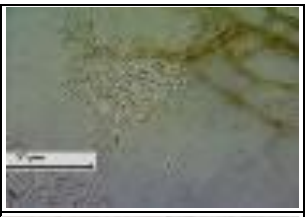
ตารางที่ 1 บันทึกข้อมูลการสำรวจไอโซเลทต่างๆของโรคแอนแทรคโนสในแปลงปลูกพริกและนำผลมาแยกเชื้อได้ดังนี้

แปลงที่	สถานที่	ระยะการเจริญเติบโตของพืช	เชื้อที่แยกได้	วันที่เก็บตัวอย่าง	ลักษณะโคโลนี	ลักษณะสปอร์
1.	อ.ศรีสวัสดิ์ จ.กาญจนบุรี	เก็บเกี่ยว	*Colletotrichum* sp.	22 ต.ค.62		
2.	ต.ปลาดุก อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์	เก็บเกี่ยว	*Colletotrichum* sp.	1 พ.ย.62		
3.	ต.หล่มสัก อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์	เก็บเกี่ยว	*Colletotrichum* sp.	1 พ.ย.62		
4.	ต.หล่มสัก อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์	เก็บเกี่ยว	*Colletotrichum* sp.	1 พ.ย.62		
5.	ต.หนองเป็ด อ.ศรีสวัสดิ์ จ.กาญจนบุรี	หลังเก็บเกี่ยว	*Colletotrichum* sp.	19 พ.ย. 62		

กรมวิชาการเกษตร

6.	ต.หนองเป็ด อ.ศรีสวัสดิ์ จ.กาญจนบุรี	หลังเก็บเกี่ยว	*Colletotrichum* sp.	19 พ.ย. 62		
7.	ต.หนองเป็ด อ.ศรีสวัสดิ์ จ.กาญจนบุรี	หลังเก็บเกี่ยว	*Colletotrichum* sp.	19 พ.ย. 62		
8.	ต.หนองเป็ด อ.ศรีสวัสดิ์ จ.กาญจนบุรี	หลังเก็บเกี่ยว	*Colletotrichum* sp.	19 พ.ย. 62		
9.	ต.หนองเป็ดอ.ศรีสวัสดิ์จ.กาญจนบุรี	หลังเก็บเกี่ยว	*Colletotrichum* sp.	19 พ.ย. 62		
10.	ต.นาสวนอ.ศรีสวัสดิ์จ.กาญจนบุรี	เก็บเกี่ยว	*Colletotrichum* sp.	20 พ.ย. 62		
11.	ต.หนองกลับ อ.สวรรคโลก จ.สุโขทัย	เก็บเกี่ยว	*Colletotrichum* sp.	12 ธ.ค.62		
12.	อ.พบพระ จ.ตาก	เก็บเกี่ยว	*Colletotrichum* sp.	12 ธ.ค.62		
13.	อ.พบพระ จ.ตาก	เก็บเกี่ยว	*Colletotrichum* sp.	12 ธ.ค.62		
14.	อ.พบพระ จ.ตาก	เก็บเกี่ยว	*Colletotrichum* sp.	12 ธ.ค.62		

กรมวิชาการเกษตร

15.	อ.พบพระ จ.ตาก	เก็บเกี่ยว	*Colletotrichum* sp.	12 ธ.ค.62		
16.	อ.พบพระ จ.ตาก		*Colletotrichum capsici*			
17.	อ.บางไทร จ. พระนครศรีอยุธยา	เก็บเกี่ยว	*Colletotrichum sp.*	30 ก.ย.63		อยู่ระหว่างจำแนกสปอร์

ภาพที่ 1 การปลูกเชื้อบนผลพริกชี้ฟ้าเพื่อทดสอบความสามารถในการทำให้เกิดโรคกับผลพริกเพื่อหาเชื้อที่ก่อให้เกิดความรุนแรงของโรคมากที่สุด

2. การใช้กรดซาลิไซลิกในการป้องกันโรคแอนแทรคโนสของพริกชี้ฟ้าที่เกิดจากเชื้อ *Colletotrichum* sp.

การใช้กรดซาลิไซลิกในการป้องกันโรคแอนแทรคโนสของพริกชี้ฟ้าที่เกิดจากเชื้อ *Colletotrichum* sp. ดำเนินการที่โรงเรือนสวนเฉลิมพระเกียรติ 55 พรรษา จังหวัดกรุงเทพฯ ระหว่างเดือน ตุลาคม 2563 ถึง เดือนกันยายน 2564 วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ Randomized Complete Blocks Designs (RCBD) ประกอบด้วย 7 กรรมวิธี คือ พ่นคาร์เบนดาซิม 50% WP ที่ความเข้มข้น 1,000 ppm (ชุดควบคุม) พ่นสารละลายกรดซาลิไซลิกที่ความเข้มข้น 100 250 500 700 1,000 ppm และ พ่นน้ำเปล่า (ชุดควบคุม) มีผลการทดลอง ดังนี้ (ตารางที่ 2)

การประเมินโรคก่อนพ่นครั้งที่ 1 พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคแอนแทรคโนส เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 16.00 – 24 เปอร์เซ็นต์ โดยเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคในแต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

การประเมินโรคก่อนพ่นครั้งที่ 2 พบว่าทุกกรรมวิธีที่พ่นสารละลายกรดซาลิไซลิก มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคแอนแทรคโนส เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 21.00 – 33.00 % ต่ำกว่าและแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่า ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเฉลี่ย 45.33 % เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธี พบว่ากรรมวิธีที่พ่นสารละลายกรดซาลิไซลิกที่ความเข้มข้น 100 250 500 700 และ 1,000 ppm มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคแอนแทรคโนสเฉลี่ย 33.33 28.00 31.33 30.33 และ 21.33% ตามลำดับ แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีพ่นสารเปรียบเทียบ คาร์เบนดาซิม 50% WP ที่ความเข้มข้น 1,000 ppm มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคแอนแทรคโนสเฉลี่ย 22.00%

การประเมินโรคก่อนพ่นครั้งที่ 3 พบว่าทุกกรรมวิธีที่พ่นสารละลายกรดซาลิไซลิก มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคแอนแทรคโนส เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 30.00 – 33.33% ต่ำกว่าและแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่า ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเฉลี่ย 40.67% เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธี พบว่ากรรมวิธีที่พ่นสารละลายกรดซาลิไซลิกที่ความเข้มข้น 100 250 500 700 และ 1,000 ppm มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคแอนแทรคโนสเฉลี่ย 33.33 31.00 32.33 33.33 และ 30.33% ตามลำดับ แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีพ่นสารเปรียบเทียบ คาร์เบนดาซิม 50% WP ที่ความเข้มข้น 1,000 ppm มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคแอนแทรคโนสเฉลี่ย 22.67 %

การประเมินโรคก่อนพ่นครั้งที่ 4 พบว่าทุกกรรมวิธีที่พ่นสารละลายกรดซาลิไซลิก มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคแอนแทรคโนส เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 34.00 – 47.33% ต่ำกว่าและแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่า ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเฉลี่ย 57.33% เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธี พบว่ากรรมวิธีที่พ่นสารละลายกรดซาลิไซลิกที่ความเข้มข้น 100 250 500 700 และ 1,000 ppm มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคแอนแทรคโนสเฉลี่ย 47.33 34.00 37.67 35.33 และ 35.33% ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารเปรียบเทียบ คาร์เบนดาซิม 50% WP ที่ความเข้มข้น 1,000 ppm มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคแอนแทรคโนสเฉลี่ย 34.00%

การประเมินโรคหลังพ่นสารครั้งสุดท้าย 7 วัน พบว่าทุกกรรมวิธีที่พ่นสารละลายกรดซาลิไซลิกมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคแอนแทรคโนส เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 34.67 – 41.33% ต่ำกว่าและแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่า ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเฉลี่ย 70.00% เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธี พบว่ากรรมวิธีที่พ่นสารละลายกรดซาลิไซลิกที่ความเข้มข้น 100 250 500 700 และ 1,000 ppm มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคแอนแทรคโนสเฉลี่ย 41.33 35.00 34.67 35.67 และ 34.67% ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารเปรียบเทียบ คาร์เบนดาซิม 50% WP ที่ความเข้มข้น 1,000 ppm มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคแอนแทรคโนสเฉลี่ย 32.67%

การประเมินโรคหลังพ่นสารครั้งสุดท้าย 14 วัน พบว่าทุกกรรมวิธีที่พ่นสารละลายกรดซาลิไซลิกมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคแอนแทรคโนส เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 55.33 – 62.67% ต่ำกว่าและแตกต่างทางสถิติอย่างมี

กรมวิชาการเกษตร

นัยสำคัญกับกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่า ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเฉลี่ย 83.33% เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธี พบว่ากรรมวิธีที่พ่นสารละลายกรดซาลิไซลิกที่ความเข้มข้น 100 250 500 700 และ 1,000 ppm มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคแอนแทรคโนส เฉลี่ย 62.67 55.33 58.00 57.33 และ 55.33% ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารเปรียบเทียบ คาร์เบนดาซิม 50% WP ที่ความเข้มข้น 1,000 ppm มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคแอนแทรคโนสเฉลี่ย 49.33% ซึ่งจะเห็นได้ว่าหลังจากการพ่นสาร 14 วันในแต่กรรมวิธีที่พ่นกรดซาลิไซลิกทำให้พบเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคแอนแทรคโนสเฉลี่ยมากกว่า 50% และในกรรมวิธีเปรียบเทียบที่พ่นคาร์เบนดาซิม 50% WP มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคแอนแทรคโนสเฉลี่ย 49.33% มีความใกล้เคียงกันและมีแนวโน้มสูงขึ้นในทิศทางเดียวกัน เป็นผลมาจากต้นพริกเริ่มเสื่อมโทรมลงทำให้ต้นมีความอ่อนแอและทำให้พริกเกิดโรคมากขึ้นซึ่งการเกิดโรคแอนแทรคโนสในพริกจะมากจะน้อยยังขึ้นกับสภาพแวดล้อม ความแข็งแรงของพริก ชนิดและประสิทธิภาพของการใช้สารเคมีในการป้องกัน ตลอดจนช่วงเวลาในการพ่นสารในการป้องโรคแอนแทรคโนสอีกด้วย

ความเป็นพิษต่อพืช พบว่าทุกกรรมวิธีที่พ่นสารละลายกรดซาลิไซลิกไม่พบความผิดปกติต่อต้นพริก

ตารางที่ 2 การใช้กรดซาลิไซลิกในการป้องกันโรคแอนแทรคโนสของพริกชี้ฟ้าที่เกิดจากเชื้อ *Colletotrichum* spp. โรงเรือนสวนเฉลิมพระเกียรติ 55 พรรษา จังหวัดกรุงเทพฯ ระหว่างเดือน ตุลาคม–เมษายน 2564

กรรมวิธี	เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค					
	ก่อนพ่นสาร[1/]				หลังพ่นสารครั้งสุดท้าย[2/]	
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	7 วัน	14 วัน
กรรมวิธีที่ 1 พ่นคาร์เบนดาซิม 50% WP ที่ความเข้มข้น 1,000 ppm	19.33 a	22.00 a	22.67 a[1]	34.00 a	32.67 a	49.33 a
กรรมวิธีที่ 2 พ่นสารละลายกรดซาลิไซลิกที่ความเข้มข้น 100 ppm	20.33 a	33.33 a	33.33 b	47.33 bc	41.33 b	62.67 b
กรรมวิธีที่ 3 พ่นสารละลายกรดซาลิไซลิกที่ความเข้มข้น 250 ppm	18.00 a	28.00 a	31.00 b	34.00 a	35.00 ab	55.33 bc
กรรมวิธีที่ 4 พ่นสารละลายกรดซาลิไซลิกที่ความเข้มข้น 500 ppm	16.00 a	31.33 a	32.33 b	37.67 bc	34.67 ab	58.00 bc
กรรมวิธีที่ 5 พ่นสารละลายกรดซาลิไซลิกที่ความเข้มข้น 700 ppm	21.67 a	30.33 a	33.00 b	35.33 a	35.67 ab	57.33 bc
กรรมวิธีที่ 6 พ่นสารละลายกรดซาลิไซลิกที่ความเข้มข้น 1,000 ppm	18.33 a	21.33 a	30.33 b	35.33 a	34.67 ab	55.33 bc
กรรมวิธีที่ 7 พ่นน้ำเปล่า (control)	24.33 a	45.33 b	40.67 c	57.33 c	70.00 c	83.33 d
F -test	ns	*	**	**	**	ns
C.V. (%)	29.20	21.90	9.10	14.20	10.00	20.30

หมายเหตุ [1/] ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเดียวกันในแต่ละสดมภ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT
[2/] ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเดียวกันในแต่ละสดมภ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

กรมวิชาการเกษตร

การทดลองที่ 1.2 การลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชในการผลิตกะหล่ำปลีโดยใช้วิธีแบบผสมผสานในโรงเรือนและสภาพแปลง

การทดลองที่ 1.2.1 ทดสอบประสิทธิภาพของสารไคโตซานในการควบคุมโรคและแมลงศัตรูพืชในโรงเรือน ปี 2562-2563

ทดสอบประสิทธิภาพของสารไคโตซานในการควบคุมโรคและแมลงศัตรูพืชในโรงเรือน ได้ดำเนินการปลูกกะหล่ำปลีในโรงเรือนและสภาพแปลงปลูก โดยใช้สารไคโตซานพ่นทุก ๆ 7 วัน ตามกรรมวิธี ดังนี้ กรรมวิธีที่ 1 พ่น 100 ppm กรรมวิธีที่ 2 พ่น 200 ppm กรรมวิธีที่ 3 พ่น 500 ppm กรรมวิธีที่ 4 พ่นสารเคมี และกรรมวิธีที่ 5 พ่นด้วยน้ำเปล่า เมื่อกะหล่ำปลีอายุครบ 60 วัน จึงเก็บผลผลิต นำมาวัดขนาดหัวและช่างน้ำหนัก ได้ผลดังนี้

1. ขนาดหัว ในโรงเรือน การพ่นสารไคโตซานอัตรา 200 ppm มีขนาดหัวเฉลี่ยที่ใหญ่ที่สุด คือ 16.38 เซนติเมตร รองลงมาการพ่นสารไคโตซานอัตรา 100 ppm มีขนาดหัว 16.33 เซนติเมตร การพ่นสารเคมีมีขนาดหัว 16.20 เซนติเมตร และการพ่นสารไคโตซานอัตรา 500 ppm มีขนาดหัว 14.13 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3) ในสภาพแปลง การพ่นสารไคโตซานอัตรา 200 ppm มีขนาดหัวเฉลี่ยที่ใหญ่ที่สุด คือ 17.15 เซนติเมตร รองลงมาการพ่นสารไคโตซานอัตรา 100 ppm มีขนาดหัว 16.46 เซนติเมตร การพ่นสารเคมีมีขนาดหัว 16.40 เซนติเมตร และการพ่นสารไคโตซาน อัตรา 500 ppm มีขนาดหัว 14.31 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3)

2. น้ำหนักหัว ในโรงเรือน การพ่นสารไคโตซานอัตรา 200 ppm มีน้ำหนักต่อหัวเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 0.83 กิโลกรัม รองลงมาการพ่นสารไคโตซานอัตรา 100 และ 500 ppm มีน้ำหนักต่อหัว 0.66 กิโลกรัม และการพ่นสารเคมีมีน้ำหนักต่อหัว 0.63 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 3) สภาพแปลง การพ่นสารไคโตซานอัตรา 200 ppm มีน้ำหนักต่อหัวเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 0.87 กิโลกรัม รองลงมาการพ่นสารไคโตซานอัตรา 500 ppm มีน้ำหนักต่อหัว 0.71 กิโลกรัม การพ่นสารไคโตซานอัตรา 100 ppm มีน้ำหนักต่อหัว 0.70 กิโลกรัม และการพ่นสารเคมีมีน้ำหนักต่อหัว 0.67 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยขนาดและน้ำหนักหัวกะหล่ำปลี (ปี 2562-2563)

Treatments	Size (cm.)		Weight (kg.)	
	Greenhouses	Fields	Greenhouses	Fields
Chitosan 100ppm	16.33 a	16.46 a	0.66 ab	0.70 a
Chitosan 200 ppm	16.38 a	17.15 a	0.83 a	0.87 a
Chitosan 100 ppm	14.13 a	14.31 a	0.66 ab	0.71 a
Chemical (control)	16.20 a	16.40 a	0.63 ab	0.67 a
Water (control)	14.96 a	15.14 a	0.53 b	0.56 a

C.V. (%)	9.7	39.3	16.9	21.9

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยกำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new Multiple Range (DMRT)

การทดลองที่ 1.2.2 ทดสอบประสิทธิภาพของสารไคโตซานในการควบคุมโรคและแมลงศัตรูพืชในสภาพแปลงปลูก ปี 2563-2564

ทดสอบประสิทธิภาพของสารไคโตซานในการควบคุมโรคและแมลงศัตรูพืชในสภาพแปลงปลูก โดยนำเอาเทคโนโลยีจากการทดสอบในการทดลองที่ 1 มาทดสอบในแปลงเกษตรกรจำนวน 10 แปลง แปลงล่ะ 0.5 ไร่ เพื่อเปรียบเทียบวิธีเกษตรกรที่ใช้สารเคมีในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืชกับเทคโนโลยีการลดการใช้สารเคมีในการควบคุมโรคและแมลงศัตรูพืชที่เหมาะสมของกรมวิชาการเกษตร โดยใช้สารไคโตซาน อัตรา 200 ppm ต่อน้ำ 20 ลิตร+การใช้สารชีวภัณฑ์ BT+กาวดักแมลง ในสภาพแปลง ได้ผลการทดสอบดังนี้

1. นายสุทธิพงศ์ พลสยม บ้านเลขที่ 71 ม.2 ต.เขาค้อ อ.เขาค้อ จ.เพชรบูรณ์ พิกัดแปลง X713695 Y1836028 ความสูงระดับน้ำทะเล 795 เมตร หลังจากดำเนินการพบว่า ขนาดหัว (กว้างXยาว) แปลงเกษตรกรมีขนาด 17.15X17.25 เซนติเมตร แปลงแนะนำ 17.25X17.10 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก น้ำหนักต่อหัว แปลงเกษตรกร 1.17 กิโลกรัม แปลงแนะนำ 1.0 กิโลกรัม น้ำหนักเฉลี่ย 0.5 ไร่ แปลงเกษตรกร 4,550 กิโลกรัม แปลงแนะนำ 4,850 กิโลกรัม ขายผลผลิตได้กิโลกรัมละ 4 บาท ต้นทุนต่อ 0.5 ไร่ แปลงเกษตรกร 8,100 บาท แปลงแนะนำ 6,800 บาท รายได้ต่อ 0.5 ไร่แปลงเกษตรกร 19,400บาท แปลงแนะนำ 18,200 บาท มีกำไรสุทธิต่อ 0.5 ไร่ แปลงเกษตรกร 11,400 บาท แปลงแนะนำ 11,300 บาท พบค่า BCR แปลงเกษตรกรเท่ากับ 1.39 แปลงแนะนำเท่ากับ 1.67

2. นายไชยยันต์ เชิดสวรรค์ ม.2 ต.เขาค้อ อ.เขาค้อ จ.เพชรบูรณ์ พิกัดแปลง X708519 Y1835327 ความสูงระดับน้ำทะเล 728 เมตร หลังจากดำเนินการพบว่า ขนาดหัว (กว้างXยาว) แปลงเกษตรกรมีขนาด 20.81X20.15 เซนติเมตร แปลงแนะนำ 20.93X20.90 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก น้ำหนักต่อหัว แปลงเกษตรกร 1.49 กิโลกรัม แปลงแนะนำ 1.51 กิโลกรัม น้ำหนักเฉลี่ย 0.5 ไร่ แปลงเกษตรกร 5,730 กิโลกรัม แปลงแนะนำ 5,660 กิโลกรัม ขายผลผลิตได้กิโลกรัมละ 6 บาท ต้นทุนต่อ 0.5 ไร่ แปลงเกษตรกร 6,800 บาท แปลงแนะนำ 33,960 บาท รายได้ต่อ 0.5 ไร่ แปลงเกษตรกร 33,960 บาท แปลงแนะนำ 34,800 บาท มีกำไรสุทธิต่อ 0.5 ไร่ แปลงเกษตรกร 27,160 บาท แปลงแนะนำ 29,200บาท พบค่า BCR แปลงเกษตรกรเท่ากับ 3.99 แปลงแนะนำเท่ากับ 5.21

3. นางสุพัตรา สังข์ทอง บ้านเลขที่ 16 ม.3 ต.ริมสีม่วง อ.เขาค้อ จ.เพชรบูรณ์ พิกัดแปลง X715055 Y1832715 ความสูงระดับน้ำทะเล 803 เมตร หลังจากดำเนินการพบว่า ขนาดหัว (กว้างXยาว) แปลงเกษตรกรมีขนาด 20.85X21.04 เซนติเมตร แปลงแนะนำ 21.56X21.71 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก น้ำหนักต่อหัว แปลงเกษตรกร 1.54 กิโลกรัม แปลงแนะนำ 1.48 กิโลกรัม น้ำหนักเฉลี่ย 0.5 ไร่ แปลงเกษตรกร 5,620 กิโลกรัม แปลงแนะนำ 5,850 กิโลกรัม ขายผลผลิตได้กิโลกรัมละ 7 บาท ต้นทุนต่อ 0.5 ไร่ แปลงเกษตรกร 8,800บาท แปลงแนะนำ 7,900 บาท รายได้ต่อ 0.5 ไร่ แปลงเกษตรกร 40,950 บาท แปลงแนะนำ 39,340 บาท มีกำไรสุทธิต่อ 0.5 ไร่ แปลงเกษตรกร 32,150 บาท แปลงแนะนำ 31,440 บาท พบค่า BCR แปลงเกษตรกรเท่ากับ 3.65 แปลงแนะนำเท่ากับ 3.97

4. นายไพรัช นกยุงทอง บ้านเลขที่ 44/1 ม.3 ต.ริมสีม่วง อ.เขาค้อ จ.เพชรบูรณ์ พิกัดแปลง X715442 Y183080 ความสูงระดับน้ำทะเล 787 เมตร หลังจากดำเนินการพบว่า ขนาดหัว (กว้างXยาว) แปลงเกษตรกรมีขนาด 18.40X18.65 เซนติเมตร แปลงแนะนำ 18.93X19.45 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก น้ำหนัก

กรมวิชาการเกษตร

ต่อหัว แปลงเกษตรกร 1.10 กิโลกรัม แปลงแนะนำ 1.15 กิโลกรัม น้ำหนักเฉลี่ย 0.5 ไร่ แปลงเกษตรกร 4,710 กิโลกรัม แปลงแนะนำ 4,510 กิโลกรัม ขายผลผลิตได้กิโลกรัมละ 6 บาท ต้นทุนต่อ 0.5 ไร่ แปลงเกษตรกร 7,100แปลงแนะนำ 6,300 บาท รายได้ต่อ 0.5 ไร่ แปลงเกษตรกร 27,060 บาท แปลงแนะนำ 28,260 บาท มีกำไรสุทธิต่อ 0.5 ไร่ แปลงเกษตรกร 19,960 บาท แปลงแนะนำ 21,960 บาท พบค่า BCR แปลงเกษตรกร เท่ากับ 2.81 แปลงแนะนำเท่ากับ 3.48

5. นายกิติพงษ์ การุณบริรักษ์ บ้านเลขที่ 43/1 ม.3 ต.สะเดาะพง อ.เขาค้อ จ.เพชรบูรณ์ พิกัดแปลง X708593 Y1835469 ความสูงระดับน้ำทะเล 723 เมตร หลังจากดำเนินการพบว่า ขนาดหัว (กว้างXยาว) แปลงเกษตรกรมีขนาด 18.89X18.43 เซนติเมตร แปลงแนะนำ 17.0X17.64 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก น้ำหนักต่อหัว แปลงเกษตรกร 1.21 กิโลกรัม แปลงแนะนำ 1.14 กิโลกรัม น้ำหนักเฉลี่ย 0.5 ไร่ แปลงเกษตรกร 4,670 กิโลกรัม แปลงแนะนำ 4,960 กิโลกรัม ขายผลผลิตได้กิโลกรัมละ 5 บาท ต้นทุนต่อ 0.5 ไร่ แปลงเกษตรกร 6,500 บาท แปลงแนะนำ 5,600 บาท รายได้ต่อ 0.5 ไร่ แปลงเกษตรกร 24,800 บาท แปลงแนะนำ 23,350 บาท มีกำไรสุทธิต่อ 0.5 ไร่ แปลงเกษตรกร 18,300 บาท แปลงแนะนำ 17,750 บาท พบค่า BCR แปลงเกษตรกรเท่ากับ 2.81 แปลงแนะนำเท่ากับ 3.16

6. นายสุวรรณ การุณบริรักษ์ บ้านเลขที่ 43 ม.3 ต.สะเดาะพง อ.เขาค้อ จ.เพชรบูรณ์ พิกัดแปลง X708799 Y1835849 ความสูงระดับน้ำทะเล 726 เมตร หลังจากดำเนินการพบว่า ขนาดหัว (กว้างXยาว) แปลงเกษตรกรมีขนาด 16.41X16.81 เซนติเมตร แปลงแนะนำ 15.71X15.71 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก น้ำหนักต่อหัว แปลงเกษตรกร 0.71 กิโลกรัม แปลงแนะนำ 0.83 กิโลกรัม น้ำหนักเฉลี่ย 0.5 ไร่ แปลงเกษตรกร 4,180 กิโลกรัม แปลงแนะนำ 3,750 กิโลกรัม ขายผลผลิตได้กิโลกรัมละ 5 บาท ต้นทุนต่อ 0.5 ไร่ แปลงเกษตรกร 6,400 บาท แปลงแนะนำ 5,500 บาท รายได้ต่อ 0.5 ไร่ แปลงเกษตรกร 18,750 บาท แปลงแนะนำ 20,750 บาท มีกำไรสุทธิต่อ 0.5 ไร่ แปลงเกษตรกร 12,350 บาท แปลงแนะนำ 14,350 บาท พบค่า BCR แปลงเกษตรกรเท่ากับ 1.92 แปลงแนะนำเท่ากับ 2.6

7. นายประมาล เนียมใย บ้านเลขที่ 31 ม.3 ต.สะเดาะพง อ.เขาค้อ จ.เพชรบูรณ์ พิกัดแปลง X709306 Y1835885 ความสูงระดับน้ำทะเล 727 เมตร หลังจากดำเนินการพบว่า ขนาดหัว (กว้างXยาว) แปลงเกษตรกรมีขนาด 18.10X18.15 เซนติเมตร แปลงแนะนำ 18.0X18.1 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก น้ำหนักต่อหัว แปลงเกษตรกร 1.11 กิโลกรัม แปลงแนะนำ 1.21 กิโลกรัม น้ำหนักเฉลี่ย 0.5 ไร่ แปลงเกษตรกร 4,940 กิโลกรัม แปลงแนะนำ 4,750 กิโลกรัม ขายผลผลิตได้กิโลกรัมละ 4 บาท ต้นทุนต่อ 0.5 ไร่ แปลงเกษตรกร 9,200บาท แปลงแนะนำ 8,300 บาท รายได้ต่อ 0.5 ไร่ แปลงเกษตรกร 19,000 บาท แปลงแนะนำ 19,760 บาท มีกำไรสุทธิต่อ 0.5 ไร่ แปลงเกษตรกร 9,800 บาท แปลงแนะนำ 11,460 บาท พบค่า BCR แปลงเกษตรกร เท่ากับ 1.06 แปลงแนะนำเท่ากับ 1.38

8. นางสายทอง มาชา บ้านเลขที่ 28 ม.1 ต.หนองแม่นา อ.เขาค้อ จ.เพชรบูรณ์ พิกัดแปลง X707728 Y1834071 ความสูงระดับน้ำทะเล 726 เมตร หลังจากดำเนินการพบว่า ขนาดหัว (กว้างXยาว) แปลงเกษตรกรมีขนาด 17.45X17.25 เซนติเมตร แปลงแนะนำ 17.65X17.65 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก น้ำหนักต่อหัว แปลงเกษตรกร 1.11 กิโลกรัม แปลงแนะนำ 1.07 กิโลกรัม น้ำหนักเฉลี่ย 0.5 ไร่ แปลงเกษตรกร 4,550 กิโลกรัม แปลงแนะนำ 4,380 กิโลกรัม ขายผลผลิตได้กิโลกรัมละ 5 บาท ต้นทุนต่อ 0.5 ไร่ แปลงเกษตรกร 6,500บาท แปลงแนะนำ 5,600 บาท รายได้ต่อ 0.5 ไร่ แปลงเกษตรกร 21,900 บาท แปลงแนะนำ 22,750 บาท มีกำไรสุทธิต่อ 0.5 ไร่ แปลงเกษตรกร 15,400 บาท แปลงแนะนำ 17,150 บาท พบค่า BCR แปลงเกษตรกรเท่ากับ 2.36 แปลงแนะนำเท่ากับ 3.06

กรมการข้าว

9. นายลำพอง แสนแก้ว บ้านเลขที่ ม.2 ต.สะเดาะพง อ.เขาค้อ จ.เพชรบูรณ์ พิกัดแปลง X714144 Y1833633 ความสูงระดับน้ำทะเล 726 เมตร หลังจากดำเนินการพบว่า ขนาดหัว (กว้างXยาว) แปลงเกษตรกรมีขนาด 20.01X20.21 เซนติเมตร แปลงแนะนำ 20.73X21.73 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก น้ำหนักต่อหัว แปลงเกษตรกร 1.20 กิโลกรัม แปลงแนะนำ 1.20 กิโลกรัม น้ำหนักเฉลี่ย 0.5 ไร่ แปลงเกษตรกร 4,680 กิโลกรัม แปลงแนะนำ 4,250 กิโลกรัม ขายผลผลิตได้กิโลกรัมละ 5 บาท ต้นทุนต่อ 0.5 ไร่ แปลงเกษตรกร 8,900 บาท แปลงแนะนำ 6,900 บาท รายได้ต่อ 0.5 ไร่ แปลงเกษตรกร 21,250 บาท แปลงแนะนำ 23,400 บาท มีกำไรสุทธิต่อ 0.5 ไร่ แปลงเกษตรกร 12,350 บาท แปลงแนะนำ 16,500 บาท พบค่า BCR แปลงเกษตรกรเท่ากับ 1.38 แปลงแนะนำเท่ากับ 2.39

10. น.ส.นฤมล แซ่กือ บ้านเลขที่ 165 ม.3 ต.สะเดาะพง อ.เขาค้อ จ.เพชรบูรณ์ พิกัดแปลง X708525 Y1835325 ความสูงระดับน้ำทะเล 723 เมตรหลังจากดำเนินการพบว่า ขนาดหัว (กว้างXยาว) แปลงเกษตรกรมีขนาด 18.38X18.52 เซนติเมตร แปลงแนะนำ 19.57X19.61 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก น้ำหนักต่อหัว แปลงเกษตรกร 1.10 กิโลกรัม แปลงแนะนำ 1.24 กิโลกรัม น้ำหนักเฉลี่ย 0.5 ไร่ แปลงเกษตรกร 4,880 กิโลกรัม แปลงแนะนำ 4,710 กิโลกรัม ขายผลผลิตได้กิโลกรัมละ 5 บาท ต้นทุนต่อ 0.5 ไร่ แปลงเกษตรกร 7,700บาท แปลงแนะนำ 7,000 บาท รายได้ต่อ 0.5 ไร่ แปลงเกษตรกร 23,550 บาท แปลงแนะนำ 24,400 บาท มีกำไรสุทธิต่อ 0.5 ไร่ แปลงเกษตรกร 15,850 บาท แปลงแนะนำ 17,400 บาท พบค่า BCR แปลงเกษตรกรเท่ากับ 2.05 แปลงแนะนำเท่ากับ 2.48

เมื่อนำข้อมูลขนาดหัวและน้ำหนักผลผลิตและแมลงศัตรูที่พบในแปลงมาเปรียบเทียบระหว่างแปลงเกษตรกรและวิธีแนะนำพบว่า

1. ขนาดหัว ด้านความกว้างเฉลี่ยของหัวกะหล่ำปลี กรรมวิธีเกษตรกร 18.88 เซนติเมตร และวิธีแนะนำ 18.90 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อค่า t-stat (1.37) น้อยกว่า t Critical two-tail (2.26) และ P>0.05 (0.20) ด้านความยาวเฉลี่ยของหัวกะหล่ำปลี กรรมวิธีเกษตรกร 18.68 เซนติเมตร และวิธีแนะนำ 18.66 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อค่า t-stat (0.71) น้อยกว่า t Critical two-tail (2.26) และ P>0.05 (0.49) แสดงว่าการใช้เทคโนโลยีไม่ทำให้ขนาดหัวแตกต่างกัน (ตารางที่ 4)

2. น้ำหนักต่อหัวเฉลี่ย กรรมวิธีเกษตรกร 1.15 กิโลกรัม และวิธีแนะนำ 1.18 กิโลกรัม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อค่า t-stat (0.88) น้อยกว่า t Critical two-tail (2.26) และ P>0.05 (0.39) แสดงว่าการใช้เทคโนโลยีไม่ทำให้น้ำหนักผลผลิตแตกต่างกัน (ตารางที่ 4)

3. น้ำหนักกะหล่ำปลีเฉลี่ย ต่อ 0.5 ไร่ กรรมวิธีเกษตรกร 4,767 กิโลกรัม และวิธีแนะนำ 4,848 กิโลกรัม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อค่า t-stat (0.95) น้อยกว่า t Critical two-tail (2.26) และ P>0.05 (0.36) แสดงว่าการใช้เทคโนโลยีไม่ทำให้น้ำหนักผลผลิตแตกต่างกัน (ตารางที่ 4)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 4 ขนาดและน้ำหนักของกะหล่ำปลี เปรียบเทียบ 2 กรรมวิธี (ปี2563-2564)

Farmer name	Size (cm.)				Weight (kg.)		Weight/0.5 rai (kg.)	
	Test		Farmer		Test	Farmer	Test	Farmer
	wide	long	wide	long				
1.Mr. Suthipong Polsayom	17.15	17.15	17.00	17.25	1.00	1.17	4,550	4,850
2.Mr. Chaiyan Cherdsawan	20.93	20.81	20.90	20.15	1.51	1.49	5,730	5,660
3. Mrs. Supattra Sangthong	21.56	20.85	21.71	21.04	1.48	1.54	5,620	5,850
4. Mr. Pairat Nokyungthong	18.93	18.40	19.45	18.65	1.15	1.10	4,710	4,510
5. Mr. Kitiphong Karun Borirak	19.00	18.89	17.42	18.43	1.14	1.21	4,670	4,960
6. Mr. Suwan Karunborirak	15.71	16.41	15.71	16.81	0.83	0.71	4,150	3,750
7. Mr. Pramual Niamyai	18.00	18.10	18.10	18.15	1.21	1.11	4,940	4,750
8.Mrs. Saithong Macha	17.45	17.65	17.25	17.65	1.11	1.07	4,550	4,380
9. Mr. Lamphong Saenkaew	20.73	20.01	21.73	20.21	1.20	1.09	4,680	4,250
10. Miss Naruemon Chaekue	19.57	18.38	19.61	18.52	1.24	1.10	4,880	4,710
t-test	1.37^{ns}		0.71^{ns}		0.88^{ns}		0.95^{ns}	

หมายเหตุ: ns = ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

4. ต้นทุน รายได้ และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ (ค่า BCR) ของแปลงที่ใช้วิธีแนะนำเปรียบเทียบกับวิธีเกษตรกรพบว่า เกษตรกรทั้ง 10 รายมีต้นทุน รายได้ กำไรที่แตกต่างกันไป เนื่องจากเกษตรกร มีการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่ต่างชนิดและราคาที่ไม่เหมือนกัน อีกทั้งราคาขายต่อกิโลกรัมที่แตกต่างกันตามราคาของตลาดและพ่อค้าที่มารับซื้อ เกษตรกรบางรายต้องเช่าพื้นที่ในการปลูก บางรายใช้พื้นที่ของตัวเอง บางรายมีรถแทรกเตอร์เป็นของตัวเองจึงไม่มีการจ้างไถพรวนดิน บางรายไม่มีการจ้างแรงงานในการปลูก เนื่องจากใช้แรงงานในครัวเรือน และจะเห็นได้ว่า ค่า BCR ของแปลงที่ใช้วิธีแนะนำจะสูงกว่าวิธีเกษตรกรทั้ง 10 ราย แสดงว่า การใช้วิธีแนะนำให้ผลคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ ลดต้นทุนการผลิตเฉลี่ยประมาณ 16% เกษตรกรสามาถนำวิธีดังกล่าวไปใช้ในการปลูกกะหล่ำปลีแบบผสมผสานได้ (ตารางภาคผนวกที่ ก1)

5. แมลงศัตรูที่พบ แมลงที่พบในแปลงเกษตรกรทั้ง 10 แปลงมีดังนี้ เพลี้ยไฟ (Thrips) แมลงหวี่ขาว (Whiteflies) ด้วงหมัดผัก (Flea beetle) บั่ว (Wood-Mason) แมลงเต่าทอง (Ladybug) เพลี้ยจักจั่น (Leafhopper) เพลี้ยอ่อน (Aphids) หนอนผีเสื้อ(ตัวเต็มวัย) (Caterpillar) แมลงวัน (Fly) ซึ่งทั้งแปลงแนะนำและวิธีของเกษตรกร จำนวนแมลงที่พบบนกับดักกาวมีจำนวนที่แตกต่างกันเล็กน้อย และมีปริมาณลดลงเรื่อย ๆ เมื่อฉีดพ่นสารไคโตซานในแปลงแนะนำ แสดงว่าการใช้สารไคโตซานมีประสิทธิภาพในการป้องกันแมลงเมื่อเทียบกับการใช้สารเคมี ซึ่งหมายความว่าเกษตรกรสามารถนำสารไคโตซานมาช่วยลดการใช้สารเคมีเพื่อเป็นการลดต้นทุนและเพิ่มความปลอดภัยในผลผลิตกะหล่ำปลีได้ (ตารางภาคผนวกที่ ก2-11) การใช้สารไคโตซานร่วมกับการใช้สารชีวภัณฑ์ และกาวดักแมลงเป็นเทคโนโลยีที่สามารถลดการใช้สารเคมีในการป้องกันและกำจัดหนอน

กรมวิชาการเกษตร

และแมลงศัตรูกะหล่ำปลีได้ และยังช่วยเกษตรกรลดต้นทุนการผลิต ไคโตซานเป็นโพลิเมอร์ธรรมชาติที่ได้จากอนุพันธ์ของไคติน ที่เป็นองค์ประกอบของเปลือกแข็งหุ้มจุลินทรีย์หลายชนิด หรือโครงสร้างแข็งของสัตว์จำพวกแมลง กุ้ง ปู สามารถย่อยสลายง่าย เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค อีกทั้งยังเป็นองค์ประกอบของไนโตรเจน ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช (สุวลี, 2544) ไคโตซานยังสามารถกระตุ้นการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับกลไกการป้องกันตัวของพืช เช่น ยีนที่สร้าง phenylalanine ammonialyase (PAL) (Young and Kauss, 1983) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สร้างสารประกอบฟีนอล เช่น ลิกนิน (lignin) ซึ่งเป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ และ phytoalexin ซึ่งมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ดังนั้นการให้ไคโตซานแก่พืช ส่งผลให้เซลล์พืชแข็งแรงและทนต่อการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรคและแมลงได้มากขึ้น (Shadihi *et al*., 1999)

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

การทดลองที่ 1.1 การใช้กรดซาลิไซลิกในการป้องกันโรคแอนแทรคโนสของพริกชี้ฟ้าที่เกิดจากเชื้อ *Colletotrichum* sp.

การใช้กรดซาลิไซลิกในการป้องกันโรคแอนแทรคโนสของพริกชี้ฟ้าที่เกิดจากเชื้อ *Colletotrichum* sp พบว่ากรรมวิธีที่พ่นสารละลายกรดซาลิไซลิกที่ความเข้มข้น 100 250 500 700 และ 1,000 ppm และกรรมวิธีพ่นสารเปรียบเทียบคาร์เบนดาซิม 50% WP ที่ความเข้มข้น 1,000 ppm (ชุดควบคุม) พริกมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคแอนแทรคโนสต่ำกว่าและแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่า การพ่นสารละลายกรดซาลิไซลิกที่ความเข้มข้น 100 250 500 700 และ 1,000 ppm มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคแอนแทรคโนสมากกว่ากรรมวิธีพ่นสารเปรียบเทียบคาร์เบนดาซิม 50% WP ที่ความเข้มข้น 1,000 ppm แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญและทุกกรรมวิธีไม่พบอาการผิดปกติต่อต้นพริก และความเข้มข้นของสารละลายกรดซาลิไซลิกที่แนะนำคือ 250 ppm

การทดลองที่ 1.2 การลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชในการผลิตกะหล่ำปลีโดยใช้วิธีแบบผสมผสานในโรงเรือนและสภาพแปลง

การทดสอบประสิทธิภาพของสารไคโตซานในการควบคุมโรคและแมลงศัตรูพืชในโรงเรือน (ปีงบประมาณ 2562-2563) ได้เทคโนโลยีการลดการใช้สารเคมีในการควบคุมโรคและแมลงศัตรูพืชที่เหมาะสมของกรมวิชาการเกษตร (อัตราสารไคโตซาน 200 ppm/น้ำ 20 ลิตร+การใช้สารชีวภัณฑ์ BT+กาวดักแมลง) ที่เหมาะสมสำหรับการลดการใช้สารเคมีในการผลิตกะหล่ำปลีในโรงเรือนและสภาพแปลง เมื่อนำเอาเทคโนโลยีจากการทดสอบในการทดลองที่ 1 มาทดสอบในแปลงเกษตรกรจำนวน 10 แปลง (ปีงบประมาณ 2563-2564) เพื่อเปรียบเทียบวิธีเกษตรกรที่ใช้สารเคมีในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืชกับเทคโนโลยีการลดการใช้สารเคมีในการควบคุมโรคและแมลงศัตรูพืชที่เหมาะสมของกรมวิชาการเกษตร จากผลการทดลองที่ได้สารไคโตซานอัตรา 200 ppm ต่อน้ำ 20 ลิตร สามารถเพิ่มความแข็งแรงให้แก่กะหล่ำปลีในการป้องกันแมลงศัตรูและสามารถลดการใช้สารเคมีได้ แต่เกษตรกรควรเพิ่มความถี่ในการพ่น เมื่อพบว่ามีการระบาดของแมลงที่เพิ่มขึ้น

กรมวิชาการเกษตร

กิจกรรมที่ 2

การลดสารเคมีกำจัดแมลงตกค้างและการรักษาคุณภาพของ พริกชี้ฟ้า กะหล่ำปลี คะน้า มันฝรั่ง มะเขือเทศ

Using Minimum Chemical of Pest Control and Quality of Storing *Capsicum annnuum* Linn., Cabbage, Kale, Potato and Tomato

ชื่อผู้วิจัย

อนุวัฒน์ รัตนชัย	วาริช ศรีละออง	ณัฐชัย พงษ์ประเสริฐ
Anuwat Rattanachai	Varit Srilaong	Nutthachai Pongprasert
เพราพิลาส ขาวสระแก้ว	ผดุงรัตน์ ธูปเมือง	นายทวีศักดิ์ แสงอุดม
Praopilas Kwasakaew	Padungrat Toopmuang	Thaveesak Sangudom
สมศักดิ์ คราม โชติ	นางริสา รัตนชัย	อรทัย วงค์เมธา
Somsak Kramchote	Risa Rattanachai	Orathai Wongmetha
ภาณุมาศ โคตรพงศ์	งามพิศ สุดเสน่ห์	ทิวาพร ผดุง
Panumas Kotepong	Ngampis Sudsane	Thiwaporn Phadung

คำสำคัญ (Key words)

กะหล่ำปลี คะน้า พริกชี้ฟ้า ฟองอากาศขนาดไมโครและนาโน โซเดียมไบคาร์บอเนต สารพิษตกค้าง แคลเซียมโบรอน อายุการเก็บรักษา ความแน่นเนื้อผล ไลโคปีน สารต้านอนุมูลอิสระ

cabbage, kale, chili, air micro- and nano- bubbles, sodium bicarbonate, pesticides residue, Calcium boron, shelf life, fruit firmness, lycopene, antioxidant

กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโน เป็นเทคโนโลยีในการทำให้เกิดฟองก๊าซขนาดเล็กในน้ำ ได้ถูกนำมาใช้ในการทำความสะอาดพืชผัก งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อได้วิธีการใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนตในการล้างทำความสะอาดเพื่อลดสารตกค้างใน กะหล่ำปลี คะน้า และพริกชี้ฟ้า นำผักมาล้างทำความสะอาดตามกรรมวิธีการทดลอง ได้แก่ ล้างน้ำ การใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโน การใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้น 100 500 1000 และ 1500 ppm ตามลำดับ เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ไม่ได้ล้าง) จากนั้นนำมาวิเคราะห์คุณภาพด้านลักษณะปรากฏ ได้แก่ การเกิดรอยช้ำ และการเปลี่ยนแปลงสี และการวิเคราะห์สารตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและออร์กาโนคลอรีน จากการทดลองพบว่าทุกกรรมวิธีการทดลองไม่มีผลต่อคุณภาพด้านลักษณะปรากฏ (การเกิดรอยช้ำ และการเปลี่ยนแปลงสี) ในผักทั้ง 3 ชนิด สำหรับผลการวิเคราะห์ปริมาณสารตกค้างตรวจพบสารตกค้างกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตแต่ไม่พบสารตกค้างกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในผักทั้ง 3 ชนิด โดยสารตกค้างกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตที่พบได้แก่ เมวินฟอส ไดอะซีนอน อีไทออน โปรฟีโนฟอส และไตรอะโซฟอสซึ่งสารตกค้างเมวินฟอสพบในคะน้า ส่วนสารตกค้างไดอะซีนอน อีไทออน และโปรฟีโนฟอส พบในพริกชี้ฟ้า ในขณะที่กะหล่ำปลีไม่พบปริมาณสารตกค้างทุกชนิด จากการทดลองพบว่าการใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้น 100 ppm มีแนวโน้มในการลดปริมาณสารตกค้างเมวินฟอส ไดอะซีนอน อีไทออน และโปรฟีโนฟอส ในคะน้าและพริกชี้ฟ้าได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่นๆ แต่อย่างไรก็ตาม

ปริมาณสารตกค้างที่ตรวจพบอยู่ในระดับปลอดภัย (MRL) ต่อผู้บริโภค Supercooling คือกระบวนการทำให้ของเหลวเย็นตัวลงต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง โดยไม่ทำให้ของเหลวกลายเป็นของแข็ง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อได้วิธีการเก็บรักษาด้วยเทคนิคซุปเปอร์คูลิงค์ต่อคุณภาพของ กะหล่ำปลี พริกชี้ฟ้า มันฝรั่ง โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 5 ซ้ำ 4 กรรมวิธี กรรมวิธีที่ 1 นำกะหล่ำปลี เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พริกชี้ฟ้าที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส และ มันฝรั่ง ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส กรรมวิธีที่ 2-4 เก็บตัวอย่างตามกรรมวิธีที่ 1 และใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากำลัง 1000 2000 และ 3000 โวลต์ต่อเมตร ตามลำดับ ผลการทดลองเบื้องต้นนำกะหล่ำปลีจากแปลงเกษตรกร อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ นำเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±2 องศาเซลเซียส นาน 1 เดือน บันทึกผลและเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลง พบว่ากะหล่ำปลีเหี่ยว สูญเสียน้ำหนัก เกิดอาการสีน้ำตาลบริเวณปลายใบและเส้นใบ พริกชี้ฟ้าจากจังหวัดอุบลราชธานี เก็บรักษาในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 5±2 องศาเซลเซียส จากการทดลองเบื้องต้นพบว่าพริกชี้ฟ้ามีอาการเหี่ยวโดยเฉพาะที่ขั้วผล มีการเปลี่ยนแปลงสีจากสีแดงอ่อนเป็นสีแดงใน 7 วันแรกของการเก็บรักษา หลังจากนั้นสีผลมีสีแดงเข้มและเริ่มเหี่ยว บางผลพบการเกิดโรค มันฝรั่งจากจังหวัดเชียงใหม่เก็บรักษาเบื้องต้นที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2 เดือน พบการงอกของหัวพันธุ์มันฝรั่งเกิดขึ้น ซึ่งมันฝรั่งเป็นพืชที่มีอายุการเก็บรักษาในห้องเย็นได้ไม่เกิน 6 เดือน จะเกิดการงอกของตา การดำเนินการทดลองซุปเปอร์คูลิงค์ (super-cooling) ไม่สามารถดำเนินการทดลองต่อได้ เนื่องจากการทดลองการเก็บรักษาด้วยเทคนิคซุปเปอร์คูลิงค์ (super-cooling) จำเป็นต้องใช้เครื่องมือนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ทำให้ยังไม่สามารถนำเข้าเครื่องมือจากประเทศญี่ปุ่นได้ และเจ้าหน้าที่ทางเทคนิคจากบริษัทจากประเทศญี่ปุ่นไม่สามารถเดินทางมาประเทศไทยได้การพ่นแคลเซียมโบรอนเพื่อรักษาคุณภาพและลดการเกิดโรคของมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์ปริ้นเซส 70 โดยมี 3 กรรมวิธี ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1 กรรมวิธีควบคุม (ไม่พ่นแคลเซียมโบรอน) กรรมวิธีที่ 2 พ่นแคลเซียมโบรอน ความเข้มข้น 0.25% และกรรมวิธีที่ 3 พ่นแคลเซียมโบรอน ความเข้มข้น 0.5% จำนวน 3 ครั้ง ในระยะ 30 40 50 วันหลังดอกบาน เก็บเกี่ยวผลผลิตในระยะผลสุกแก่เต็มที่ นำมาบรรจุบนถาด polyvinyl chloride (PVC) จำนวน 200 กรัม/ถาด แล้วใส่ในถุงพลาสติกชนิด low density polyethylene (LDPE) จำลองสภาพการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน พบว่า มะเขือเทศที่ได้รับการพ่นแคลเซียมโบรอน ความเข้มข้น 0.25% ให้น้ำหนักผลต่อต้น ขนาดผล ค่าสีแดงผล ค่าความแน่นเนื้อผล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณไลโคปีน และปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่น เมื่อนำมะเขือเทศไปเก็บรักษาเป็นเวลา 21 วัน พบว่ามะเขือเทศที่ได้รับการพ่นแคลเซียมโบรอนทั้งสองกรรมวิธีให้คุณภาพผลดีกว่ามะเขือเทศในกรรมวิธีควบคุมที่ไม่ได้รับการพ่นแคลเซียมโบรอนและยังช่วยลดการเกิดโรคในระหว่างการเก็บรักษาได้อีกด้วย ดังนั้นจากการทดลองนี้จึงแนะนำกรรมวิธีให้เกษตรกรทำการพ่นแคลเซียมโบรอน ความเข้มข้น 0.25% เพื่อให้ได้ผลผลิตที่เพิ่มขึ้น มีคุณภาพดีและอายุการเก็บรักษานานขึ้น

Abstracts

Micro-nano bubbles technology incorporated with sodium bicarbonate for washing on reducing residues of cabbage, chinese kale, and chili were studied. During this study, vegetables were washed with tap water, micro-nano bubble technology, micro-nano bubbles technology incorporated with sodium bicarbonate at 100, 500, 1000, and 1500 ppm compared with the control sample. The appearances of bruising and color changes were measured. The pesticides residues of organophosphate and organochlorine groups were analyzed. The

results showed no effect on bruising and color changes of all treatments. The pesticides residues analysis in all samples detected only the organophosphate group with mevinphos diazinon ethion and profenophos. For mevinfos residue was found in chinses kale while diaxenon, ethion, and prophenofhos residues were detected in chili and the pesticides residues did not detect in all samples of cabbage. It was found that the micro-nano bubbles technology incorporated with sodium bicarbonate at 100 ppm was found to remove the residues of mevinphos, diazinon, ethion, prophenophos, and triazophos in kale and chili better than another treatment. However, the amount of residues detected is at the safe level (MRL) for consumers. Supercooling is the process of chilling a liquid below its freezing point, without it becoming solid. The objective of this study was the method of storage by supercooling technique was obtained for cabbage, chili and potato qualities. The experimental design was Randomized Complete Block Design (RCBD), 5 replications, 4 treatments; treatment 1 cabbage and chili stored at 5 ºC, potato stored at 4 ºC. treatment 2-4 cabbage and chili stored at 5 ºC, potato stored at 4 ºC and use supercooling sheet (electromagnetic waves) at 1000 2000 and 3000 volt/m, respectively. Pre-test research show that cabbage (from Khao Kho District, Phetchabun Province) stored at 5±2 ºC for 1 month; wilt, weight loss, appear as numerous black or *brown* specks, black *veins*, and discolored curds. Chili (from Ubon Ratchathani Province) stored at 5±2 ºC for 7 days; chili bacterial wilt, developed color, and senescence. Potato (from Chang Mai Province) stored at 4±2 ºC for 2 months; bud germinated. Potatoes stored at 4±2 ºC take around 6 months to germinate. The experimental about super-cooling cannot do it because COVID-19 pandemic. We cannot import supercooling sheet from Japan. Moreover, the technician cannot travel to Thailand. Calcium boron spraying was performed to maintain quality and reduce disease incidence of Princess 70 cherry tomatoes by using 3 methods as follows: 1) control (no spray calcium boron) 2) spray calcium boron at a concentration of 0.25% and 3) spray calcium boron at a concentration of 0.5% for 3 times within 30, 40 and 50 days after flowering. Therefore, harvesting the produce during the full ripening stage. Then packed on polyvinyl chloride (PVC) trays of 200 g/tray and then put in low density polyethylene (LDPE) plastic bags. Simulated storage conditions at 10 °C for 21 days showed that tomatoes treated with 0.25% calcium boron spray gave the highest of fruit weight per plant, fruit size, red fruit value, firmness value, soluble solids, lycopene and antioxidant content compared to other treatments when the tomatoes were stored for 21 days, it was found that tomatoes treated with both calcium boron sprayed treatments showed better fruit quality than tomatoes in the control treatment without calcium boron spraying and reduce disease during storage too .Therefore, from this experiment, it is recommended to farmers to spray 0.25% calcium boron in order to increase yield, good quality and longer shelf life.

บทนำ (Introduction)

การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชมีความเสี่ยงต่อสุขภาพของทั้งเกษตรกรและผู้บริโภค และส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ในปี 2559 และ ปี 2560 ประเทศไทยมีการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตรสารกำจัดวัชพืช 125,596 ตันมูลค่า 9,688 ล้านบาท และ 148,979 ตัน มูลค่า 13,686 ล้านบาท ตามลำดับ สารกำจัดแมลง 16,056 ตัน มูลค่า 3,899 ล้านบาท และ 21,601 ตัน มูลค่า 6,166 ล้านบาท สารป้องกันและกำจัดโรคพืช 12,915 ตัน มูลค่า 4,503 ล้านบาทและ 19,923 ตัน มูลค่า 6,774 ล้านบาทตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรและกรมวิชาการเกษตร, 2561) จะเห็นได้ว่าการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตรมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เกษตรกรยังมีทัศนคติในด้านการใช้สารกำจัดศัตรูพืชว่าเป็นสิ่งที่จำเป็นเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพตามความต้องการของตลาดและผู้บริโภค

การใช้สารเคมีในการป้องกันเพื่อผลิตผักให้ได้คุณภาพและปริมาณตามความต้องการของตลาดทำให้มีสารพิษตกค้างในผลผลิตและส่งผลต่อผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตามสินค้าผักจากประเทศไทยยังได้รับการแจ้งเตือนเรื่องปัญหาความปลอดภัยอาหารด้านพืชจากสหภาพยุโรปผ่านระบบเตือนภัยเร่งด่วน Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF) อย่างต่อเนื่องโดยปัญหาหลักที่มีการตรวจพบและแจ้งเตือนได้แก่ สารเคมีตกค้างวัสดุสัมผัสอาหาร สารเติมค่าอาหาร และการปนเปื้อนของวัตถุแปลกปลอม เชื้อจุลินทรีย์ในผัก รวมอยู่ด้วยประกอบกับในปัจจุบันพืชผักยังเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศผู้ผลิตให้ความสำคัญกับการลดการใช้สารเคมีในกระบวนการผลิตตั้งแต่การปลูกจนถึงผู้บริโภค เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีที่มีอันตรายในการควบคุมโรคพืช จึงได้หาแนวทางและวิธีการอื่นๆ มาใช้ควบคุมโรคพืช ทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว การจัดการหลังเก็บเกี่ยวเพื่อลดปริมาณสารพิษตกค้างในผักผลไม้ โดยอาศัยกระบวนการทฤษฎีความสะอาดเบื้องต้น เช่น การล้างด้วยน้ำส้มสายชู ด่างทับทิม หรือโซเดียมไบคาร์บอเนต ที่ผู้บริโภคสามารถลดผลกระทบจากปัญหาสารเคมีกำจัดศัตรูพืชได้ในระดับหนึ่ง

โซเดียมไบคาร์บอเนต เป็นสารกลุ่ม GRAS (Generally Recognized as safe) เป็นสารเคมีที่ไม่มีอันตรายต่อผู้บริโภคและมีการใช้เป็นส่วนประกอบของอาหาร กองพัฒนาศักยภาพผู้บริโภค สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณะสุข (2553) ได้แนะนำวิธีลดสารพิษตกค้างจากสารป้องกันกำจัดแมลงไว้ 9 วิธี พบว่าการล้างด้วยสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต (ปริมาณ 1 ช้อนโต๊ะ ในน้ำอุ่น นาน 15 นาที) สามารถลดปริมาณสารพิษตกค้างได้สูงสุด 90-95 เปอร์เซ็นต์ น้ำส้มสายชูอันดับสอง และน้ำสะอาดอันดับสาม และจากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการล้างเพื่อขจัดสารตกค้างในผักคะน้า ผักกวางตุ้ง และผักกาดขาวปลี 4 วิธี ได้แก่ การล้างด้วยน้ำธรรมดา ล้างด้วยโซเดียมไบคาร์บอเนต ล้างด้วยด่างทับทิม และล้างด้วยน้ำส้มสายชู พบว่าการล้างด้วยโซเดียมไบคาร์บอเนต 1500 ppm มีประสิทธิภาพในการกำจัดสารตกค้างในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตมากที่สุด (ราเมศ และพิมพ์ใจ, 2559)

เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโน (Micro- and Nano- bubbles, MNBs) เป็นเทคโนโลยีในการทำให้เกิดฟองก๊าซขนาดเล็ก มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 10 ถึง 200 นาโนเมตร และมีความคงตัวอยู่ได้นานในตัวกลางที่เป็นของเหลว เช่น น้ำ (Eriksson and Ljunggren, 1999) สามารถนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับเทคโนโลยีหรือสารอื่นๆ ในกระบวนการล้างผักซึ่งอาจช่วยเสริมประสิทธิภาพของเทคโนโลยีหรือสารเหล่านี้ได้ดียิ่งขึ้น มีรายงานว่าการใช้เทคโนโลยีพลาสมาร่วมกับเทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโน มีปริมาณสารละลายคลอร์ไพริฟอสที่ลดลงจาก 10 มิลลิกรัมต่อลิตร เหลือเพียง 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีประสิทธิภาพในการสลายได้ถึง 97.5 เปอร์เซ็นต์ (สุชาดา และคมกฤต, 2019) แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีรายงานการใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนตในการล้างทำความสะอาดเพื่อลดสารตกค้างในกะหล่ำปลี คะน้า พริกชี้ฟ้า ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการใช้เทคโนโลยีฟองอากาศ

ขนาดไมโครและนาโนร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนตในการล้างทำความสะอาดเพื่อลดสารตกค้างใน กะหล่ำปลี คะน้า พริกชี้ฟ้า

มะเขือเทศเป็นผลิตผลทางพืชสวนที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบมากกว่า 70% มีผิวที่บอบช้ำง่าย และยังคงมีชีวิตแม้จะเก็บเกี่ยวจากต้น ทำให้กระบวนการเมแทบอลิซึมต่าง ๆ ยังคงเกิดขึ้นตลอดเวลา เช่น การหายใจ การคายน้ำ การสุก เป็นต้น อีกทั้ง ยังอาจเกิดโรคจากเชื้อจุลินทรีย์ต่าง ๆ หรือถูกแมลงเข้าทำลาย ทำให้ผลิตผลเกิดการสูญเสียได้ง่าย ส่งผลให้มีอายุการเก็บรักษาสั้น สอดคล้องกับ Mattsson *et al*. (2018) ที่พบว่า มะเขือเทศจัดเป็นหนึ่งในเจ็ดผัก และผลไม้ที่เกิดการสูญเสียได้ง่ายที่สุด โดยการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวของมะเขือเทศมีมากถึง 45.32 เปอร์เซ็นต์ ประเภทของการสูญเสียที่สำคัญ คือ การถลอก การช้ำ การแตก การเหี่ยว และการที่ผลมีระยะสุกเกินไป (Elhadi *et. al.,* 2019) ดังนั้น การจัดการผักและผลไม้ ระหว่างการเก็บเกี่ยว การขนส่ง และการเก็บรักษา จึงเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญอย่างยิ่งที่ต้องมีกระบวนการจัดการที่ดี และเหมาะสม เพื่อลดปริมาณความเสียหายที่จะเกิดขึ้นในกระบวนการ (Kaipia *et al.,* 2013; Eriksson *et al.,* 2017)

การลดการสูญเสียของมะเขือเทศ หรือการยืดอายุอายุเก็บรักษา ควรคำนึงถึงอุณหภูมิ และสภาพอากาศที่เหมาะสมในการเก็บรักษาเป็นสิ่งสำคัญ โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดสำหรับเก็บรักษามะเขือเทศอยู่ระหว่าง 8 ถึง 12 องศาเซลเซียส และความเข้มข้นของออกซิเจนในห้องเก็บรักษาอยู่ระหว่าง 3 ถึง 5 เปอร์เซ็นต์ (Tumwesigye *et al.,* 2017) ซึ่งหากมะเขือเทศมีการเก็บรักษาในอุณหภูมิ และสภาพอากาศที่เหมาะสมก็จะสามารถชะลอการเกิดกระบวนต่าง ๆ ที่นำสู่การเสื่อมสภาพได้ นอกจากนี้ ธาตุอาหารก็ถือเป็นปัจจัยหนึ่ง ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของมะเขือเทศ เสริมสร้างความแข็งแรงของเซลล์ ทั้งยังส่งผลให้มะเขือเทศมีเนื้อสัมผัสที่แน่นตรงตามความต้องการของผู้บริโภค ทำให้มะเขอเทศมีอายุการเก็บรักษาที่นาน โดยธาตุอาหารหลักที่สำคัญ และมีบทบาทต่อโครงสร้างของเนื้อเยื่อ และความแข็งแรง คือ แคลเซียม และธาตุอาหารจุลธาตุที่สำคัญ คือ โบรอน

แคลเซียม (Ca) เป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการมาก (Macronutrients) และมีบทบาทต่อพืช โดยแคลเซียมจะถูกใช้ในกระบวนการภายในเซลล์เพื่อเสริมสร้างการเจริญเติบโตของพืช และทำหน้าที่ในการควบคุมการหายใจของพืช สร้างน้ำตาล และแป้งจากใบไปสู่ผล ทั้งยังช่วยในการดูดซึมธาตุอาหารอื่น ๆ เช่น ไนโตรเจน เป็นต้น (มุกดา, 2544; สุมาลี, 2536; Feungchan, 1995) สอดคล้องกับ เศวต (2549) พบว่า เมื่อให้สารละลายแคลเซียมที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีผลผลิตเพิ่มขึ้น ตาดอกแข็งแรงขึ้น จำนวนดอกเพิ่มขึ้น และจำนวนผลเพิ่มขึ้น แคลเซียมยังเกี่ยวข้องกับการสร้างผนังเซลล์พืช และความแข็งแรงของเซลล์ ในรูปของแคลเซียมเพกติน และแคลเซียมไอออน ในการไหลผ่านผนังเยื่อหุ้มเซลล์ (ไพโรจน์, 2525) โดยแคลเซียมเป็นตัวการในการเชื่อมเพกตินที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ โดยบนแกนโมเลกุลของเพกติน จะมีหมู่คาร์บอคซิลิค (carboxylic) ที่เป็นอิสระไปจับกับแคลเซียมไอออน และสร้างพันธะระหว่างกลุ่มคาร์บอคซิลิคที่เรียกว่า eggbox ช่วยให้ผนังเซลล์ที่มีแคลเซียมไอออนมีความแข็งแรง และมีความเสถียรคงที่อยู่ได้ ซึ่งในระหว่างการสุกของผลไม้นั้น แคลเซียมจะถูกดึงออกจากผนังเซลล์ ทำให้ผนังเซลล์อ่อนแอ สารละลายต่าง ๆ ภายในเซลล์เกิดการรั่วไหล เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยผนังเซลล์ เช่น เอนไซม์ PG จะเข้ามาทำหน้าที่ใน middle lamella เนื้อเยื่อจึงสูญเสียรูปทรง และอาจเสื่อมสลายไป ทำให้ผลไม้มีความแน่นเนื้อที่ลดลง มีการอ่อนนุ่มที่มากขึ้น (Kirby and Pilbeam, 1984; Poovaiah and Reddy, 1993; Poovaiah *et al*., 1998) การให้แคลเซียมแก่ผลจึงมีส่วนช่วยในการเสริมความแข็งแรงให้กับเซลล์ และชะลอการลดลงของค่าความแน่นเนื้อ โดยมะเขือเทศมีความต้องการปริมาณความเข้มข้นของแคลเซียมเพิ่มขึ้นตามอายุของผลที่เพิ่มขึ้น (เศวต, 2549) และผลมะเขือเทศที่สมบูรณ์จะมีปริมาณแคลเซียมอยู่ 0.12 เปอร์เซ็นต์ เมื่อปริมาณแคลเซียมในผลต่ำกว่า 0.08 เปอร์เซ็นต์ จะส่งผลให้เกิดอาการก้นผลเน่า (สถิตย์, 2532)

โบรอน (B) เป็นธาตุอาหารจุลธาตุ (Micronutrients) ที่พืชต้องการในปริมาณน้อย แต่มีหน้าที่และมีบทบาทในหลายด้าน โดยโบรอนมีบทบาทเกี่ยวกับการถ่ายเทพลังงาน และกระบวนการเอสเทอริฟิเคชั่น (esterification) ทั้งยังเป็นธาตุที่มีความสัมพันธ์กับเมตาโบลิซึมของคาร์โบไฮเดรต และกรดนิวคลีอิก มีบทบาทในการใช้ประโยชน์จากไนโตรเจนในการแบ่งเซลล์ เพิ่มความสามารถในการเคลื่อนย้ายแป้ง และน้ำตาลผ่านผนังเซลล์ ทั้งยังเป็นธาตุที่จำเป็นในการสร้างโปรตีน โบรอนยังเกี่ยวข้องกับการทำหน้าที่ของเซลล์เมมเบรน บริเวณผิวรากในการดูดซึมไอออนของธาตุอาหารต่าง ๆ โดยเฉพาะช่วยในการดูดซึม และเคลื่อนย้ายแคลเซียมให้ดียิ่งขึ้น และยังมีคุณสมบัติในการส่งเสริมการใช้ประโยชน์ของธาตุอื่น ๆ ควบคุมสัดส่วนระหว่างโพแทสเซียม และแคลเซียม ควบคุมการทำงานของธาตุอาหารอื่น ๆ และควบคุมการใช้น้ำของพืช (กรมวิชาการเกษตร, 2543; ยง ยุทธ, 2552; Dale and Lukaszewski, 1998) ซึ่งหากพืชขาดโบรอน อาจส่งผลให้การเจริญเติบโตชะงัก นอกจากนี้ ยังมีรายงานว่า พืชต้องการโบรอนสูงโดยเฉพาะในช่วงออกดอก ซึ่งมีความสำคัญอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างความเข้มข้นของโบรอนในต้นมะเขือเทศ และจำนวนดอก สัดส่วนของดอกที่ไม่ร่วง และน้ำหนักผล และโบรอนยังมีผลต่อการติดผลมากขึ้น รวมทั้งการคงรูปของผนังเซลล์ พืชจะทำการดูดโบรอน และขนส่งโบรอนด้วยการคายน้ำ เนื่องจาก โบรอนไม่สามารถเคลื่อนที่ภายในต้นได้ ทำให้บริเวณปลายใบ และขอบใบจึงมีการสะสมโบรอนในระดับที่มาก (วิจิตร, 2552)

การศึกษาผลของแคลเซียม และโบรอนต่อการเจริญเติบโต และคุณภาพของผัก พบว่า การให้แคลเซียมหรือโบรอนส่งผลต่อการเจริญเติบโตของมะเขือเทศ โดยความสูงของต้น จำนวนกิ่ง และพื้นที่ใบเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่การให้ โบรอน 0.5 เปอร์เซ็นต์ ทางใบเพียงอย่างเดียวมีผลทำให้ผลผลิตลดลง (Haleema *et al*., (2018) การจุ่มผลเลมอนในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ หลังเก็บรักษานาน 40 วัน สามารถลดการสูญเสียน้ำ และชะลอการลดลงของค่าความแน่นเนื้อได้ (Tsantili *et al*., 2002) เช่นเดียวกับ การให้แคลเซียม หรือโบรอนอย่างใดอย่างหนึ่งแก่แตงกวา และมะเขือเทศ พบว่า ทั้งแคลเซียม และโบรอนส่งผลให้แตงกวา และมะเขือเทศมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณคลอโรฟิลล์เพิ่มมากขึ้นกว่าผลที่ไม่ได้รับ ทั้งยังส่งผลให้มีน้ำหนักผล และขนาดผลที่ใหญ่กว่ากรรมวิธีควบคุมอีกด้วย (Ekinci *et al*., 2015) Islam *et al*., (2016) รายงานว่า การให้แคลเซียมเพียงอย่างเดียว หรือการให้โบรอนเพียงอย่างเดียวทางใบส่งผลให้มะเขือเทศ มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักสูญเสียน้อยกว่าการให้แคลเซียม และโบรอนทางใบ เมื่อเก็บรักษานาน 25 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส และที่เก็บรักษานาน 10 วัน ที่อุณหภูมิ 11 องศาเซลเซียส แต่ พบว่า การให้แคลเซียม และโบรอนทางใบ เมื่อเก็บรักษานาน 25 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ความแน่นเนื้อลดลง 35.63 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น 5.33 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ลดลง 12.68 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณวิตามินซีลดลง 39.17 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างกับ ที่เก็บรักษานาน 10 วัน ที่อุณหภูมิ 11 องศาเซลเซียส ในขณะที่การทดลองของ Senevirathna and Daundasekera (2010) ได้ทดลองการเก็บรักษามะเขือเทศด้วยการจุ่มผลด้วยแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 4 และ6 เปอร์เซ็นต์ ภายได้การแทรกซึมของสุญญากาศ (Vacuum infiltration) ที่ – 20 kPa พบว่า สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสี ชะลอการลดลงของค่าความแน่นเนื้อ เนื่องจาก แคลเซียมไปยึดเกาะโมเลกุลของเพคติน ที่กลุ่มคาร์บอคซิลิกที่ว่างอยู่ ทำให้ไปลดกิจกรรมของเอนไซม์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความอ่อนนุ่ม เช่น เอนไซม์ polygalacturonase และ pectinesterase (Dong *et al*., 2009) pectate lyase (Ortiz *et al*., 2011) เป็นต้น ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ย่อยสลายเพคติน (pectin) ที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ และละลายน้ำได้น้อย ให้มีโมเลกุลขนาดเล็กและละลายน้ำได้มาก ทำให้โครงสร้างของผนังเซลล์พืชยังคงความแข็งแรง และชะลอการลดลงของค่าความแน่นเนื้อได้ ในขณะที่การเก็บรักษามะเขือเทศด้วยการจุ่มผลด้วยแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 2 และ4 เปอร์เซ็นต์ ภายได้การแทรกซึมของสุญญากาศ (Vacuum infiltration) ที่ – 20 kPa มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากกว่ากรรมวิธีควบคุม และมีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ไม่แตกต่างจากกรรมวิธี

ควบคุม แต่เมื่อจุ่มผลมะเขือเทศด้วยแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 6 เปอร์เซ็นต์ พบว่า มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ไม่แตกต่างจากมะเขือเทศกรรมวิธีควบคุม และมีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้น้อยกว่ากรรมวิธีอื่น ดังนั้น แคลเซียม และโบรอนจึงเป็นธาตุอาหารที่สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโต และคุณภาพของผลิตผลได้

การศึกษาผลของแคลเซียมร่วมกับโบรอนต่อการเจริญเติบโต และคุณภาพผัก พบว่า การให้แคลเซียมคลอไรด์ร่วมกับการให้โบรอนในรูปของกรดบอริกมีผลต่อการเจริญเติบโตของพริกที่เพิ่มขึ้น รวมถึงเปอร์เซ็นต์การติดผล และผลผลิตของต้นอีกด้วย นอกจากนี้ การฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์ที่ 2,000 ppm ร่วมกับกรดบอริก 200 หรือ400 ppm สามารถเพิ่มความสูงต้น จำนวนกิ่งต่อต้น การติดผล ปริมาณผลผลิต ทั้งยังมีการสะสม แคโรทีนอยด์ และวิตามินซีที่เพิ่มขึ้นอีกด้วย (Salim *et al*., 2019) สอดคล้องกับการทดลองของอาริยา และคณะ (2551) ที่ทดลองให้แคลเซียมที่อัตราครึ่งหนึ่งของค่าความต้องการปูนของดิน (50%LR) ร่วมกับการใส่บอแรกซ์อัตรา 1.5 กิโลกรัมต่อไร่ ส่งผลให้ผลผลิตพริกชีสูงถึง 1,144.73 กิโลกรัม/ไร่ การให้แคลเซียมโบรอนยังส่งผลต่อคุณภาพผล โดยการฉีดพ่นแคลเซียมโบรอน 500 ppm แก่แตงไทย ส่งผลให้แตงไทยมีน้ำหนักผลมากถึง 2,104 กรัม ในขณะที่ผลที่ไม่ได้รับแคลเซียมโบรอนมีน้ำหนักผลเพียง 1,811 กรัม แคลเซียมโบรอนยังส่งผลต่อความหนาเปลือก ความเนื้อ และค่าความแน่นเนื้อที่มีค่ามากกว่ากรรมวิธีควบคุมอีกด้วย (Khamwaree and Khurnpoon, 2016)

การศึกษาผลของแคลเซียมร่วมกับโบรอนต่อการเจริญเติบโต และคุณภาพของมะเขือเทศ พบว่า แคลเซียมโบรอนส่งผลต่อการเจริญเติบโตของมะเขือเทศ โดยส่งผลให้ความสูงของต้น จำนวนกิ่ง จำนวนใบ พื้นที่ใบ การติดผล และจำนวนผลเพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่ไม่ได้รับแคลเซียมโบรอน (Haleema *et al*., 2018) การพ่นแคลเซียมโบรอน 0.5% (CaO 33%, B 3%) ยังส่งผลต่อคุณภาพทางกายภาพ โดยแคลเซียมโบรอนส่งผลให้มะเขือเทศเชอร์รี พันธุ์เรดเรดี้ มีน้ำหนักผล ขนาดผล และความแน่นเนื้อมากกว่ากรรมวิธีควบคุม คุณภาพทางเคมี อันได้แก่ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และปริมาณวิตามินซี มีค่ามากกว่าผลที่ไม่ได้รับแคลเซียมโบรอน ในขณะที่แคลเซียมโบรอนไม่ส่งผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ โดยผลที่ได้รับและไม่ได้รับแคลเซียมโบรอนมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ นอกจากนี้ แคลเซียมโบรอนก็ไม่ส่งผลต่อคุณภาพทางชีวเคมี อันได้แก่ ปริมาณไลโคปีนที่พบว่า มีค่าไม่แตกต่างจากผลที่ไม่ได้รับแคลเซียมโบรอน (Petchhong and Khurnpoon, 2017) สอดคล้องกับ Sahin *et al*. (2015) ที่พบว่า แคลเซียมโบรอนส่งผลให้มะเขือเทศ พันธุ์ Sedir F1 มีปริมาณวิตามินซีมากกว่าผลที่ไม่ได้รับแคลเซียมโบรอน แต่แคลเซียมโบรอนไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ทั้งนี้ อาจเป็นผลมากจากพันธุ์ และระดับความเข้มข้นของแคลเซียมโบรอนที่แตกต่างกัน จึงทำให้ได้ผลที่แตกต่างกัน จากข้อมูลในข้างต้น เป็นคุณภาพของมะเขือเทศในวันที่เก็บเกี่ยว แต่เมื่อนำมะเขือเทศมาทำการเก็บรักษา พบว่า การเก็บรักษามะเขือเทศที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน และการเก็บรักษามะเขือเทศที่อุณหภูมิ 11 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน กรรมวิธีที่ได้รับแคลเซียมโบรอนสามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนัก ชะลอการลดลงของค่าความแน่นเนื้อ และมีปริมาณวิตามินซีมากกว่ากรรมวิธีที่ไม่ได้รับแคลเซียมโบรอน ทั้งนี้ แคลเซียมโบรอนไม่มีผลต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของมะเขือเทศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ในขณะที่มะเขือเทศที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 11 องศาเซลเซียส มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้น้อยกว่ากรรมวิธีควบคุม ซึ่งการให้แคลเซียมโบรอนร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ สามารถชะลอการเสื่อมสภาพของมะเขือเทศได้ เนื่องจากมะเขือเทศที่ได้รับแคลเซียมโบรอน

มีอัตราการหายใจ และอัตราการผลิตแก๊สเอทิลีนต่ำ จึงส่งผลให้กระบวนการต่าง ๆ ซึ่งนำไปสู่การเสื่อมสภาพเกิดช้าลง ทำให้ผลิตผลมีอายุการเก็บรักษา และอายุการวางจำหน่ายที่นานกว่าปกติ นอกจากนี้ เมื่อนำมะเขือเทศไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกนนิง (Scanning Electron Microscope, SEM) พบว่า มะเขือเทศที่ได้รับแคลเซียมโบรอนมีความแน่นของเซลล์มากกว่ากรรมวิธีควบคุม และมีความหนาของผนังเซลล์มากถึง 29.84 µm ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีความหนาของผนังเซลล์เพียง 26.16 µm ด้วยเหตุนี้ จึงส่งผลให้มะเขือเทศมีความแน่นเนื้อที่มากกว่ากรรมวิธีควบคุม และสามารถชะลอกระบวนการต่าง ๆ ที่นำไปสู่การเสื่อมสภาพได้ (Islam *et al*., 2016)

จากข้างต้น จะพบว่า ทั้งแคลเซียม และโบรอนมีบทบาท และหน้าที่ต่าง ๆ ต่อพืชหลายประการ อีกทั้งแคลเซียมเป็นธาตุที่ไม่เคลื่อนย้ายในพืช ในขณะที่โบรอนมีคุณสมบัติในการช่วยในการดูดซึมธาตุอาหารต่าง ๆ รวมถึงแคลเซียม ทำให้ภายในพืชมีความเข้มข้นของแคลเซียมเพิ่มมากขึ้น การให้ธาตุแคลเซียมควบคู่กับการให้โบรอนจึงส่งผลให้ธาตุอาหารทั้ง 2 ชนิด ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และส่งผลต่อคุณภาพของผลิตผลไปในทางที่ดี (Sen *et al*., 2010) ในการทดลองนี้ จึงศึกษาผลของการให้แคลเซียมโบรอนกับมะเขือเทศเชอร์รี่พันธุ์ปริ้นเซส 70 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่นิยมบริโภคผลสด และเป็นที่นิยมของผู้บริโภค เพื่อลดการสูญเสียคุณภาพของมะเขือเทศในระหว่างการเก็บรักษา

ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

การทดลองที่ 2.1 การใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนตในการล้างทำความสะอาดเพื่อลดสารตกค้างใน กะหล่ำปลี คะน้า พริกชี้ฟ้า

<u>สิ่งที่ใช้ในการทดลอง</u>

1. กะหล่ำปลี
2. คะน้า
3. พริกชี้ฟ้า
4. เครื่อง micro- and nano-bubbles generator
5. โซเดียมไบคาร์บอเนต
6. ตะกร้าพลาสติก
7. กะละมังพลาสติก
8. กระบอกตวง
9. บีกเกอร์

<u>แบบและวิธีการทดลอง</u>

วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ กะหล่ำปลี 4 หัว/หน่วยทดลอง พริกชี้ฟ้า 180 กรัม/หน่วยทดลอง คะน้า 250 กรัม/หน่วยทดลอง จำนวน 6 กรรมวิธี

กรรมวิธีที่ 1 ไม่ได้ล้างด้วยน้ำ (ชุดควบคุม)
กรรมวิธีที่ 2 ล้างด้วยน้ำ เป็นเวลา 10 นาที

กรมวิชาการเกษตร

กรรมวิธีที่ 3 ล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโน เป็นเวลา 10 นาที (MNBs)
กรรมวิธีที่ 4 ล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตความเข้มข้น 100 ppm เป็นเวลา 10 นาที (MNBs+100 ppm $NaHCO_3$)
กรรมวิธีที่ 5 ล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตความเข้มข้น 500 ppm เป็นเวลา 10 นาที (MNBs+500 ppm $NaHCO_3$)
กรรมวิธีที่ 6 ล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตความเข้มข้น 1000 ppm เป็นเวลา 10 นาที (MNBs+1000 ppm $NaHCO_3$)
กรรมวิธีที่ 7 ล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตความเข้มข้น 1500 ppm เป็นเวลา 10 นาที (MNBs+1500 ppm $NaHCO_3$)

วิธีปฏิบัติการทดลอง (ภาพภาคผนวก ข2-7)

1. นำตัวอย่างล้างทำความสะอาดตามกรรมวิธี ผึ่งให้แห้ง บันทึกข้อมูล
2. นำข้อมูลวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละกรรมวิธี ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

บันทึกข้อมูล

1. ลักษณะที่ปรากฏ เช่น การเกิดรอยช้ำ การเปลี่ยนแปลงสี เป็นต้น
2. ปริมาณสารเคมีกำจัดแมลง กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ออร์กาโนคลอรีน ห้องปฏิบัติการสารพิษตกค้าง

ระยะเวลาดำเนินการ

ตุลาคม 2563 – กันยายน 2564

สถานที่ดำเนินการ

1. ห้องปฏิบัติการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
2. ห้องปฏิบัติการ สถาบันวิจัยพืชสวน
3. ห้องปฏิบัติการสารพิษตกค้าง กองพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าพืช

การทดลองที่ 2.2 การเก็บรักษาด้วยเทคนิคซุปเปอร์คูลิงค์ (super-cooling) ต่อคุณภาพของ กะหล่ำปลี พริกชี้ฟ้า มันฝรั่ง

สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

1. กะหล่ำปลี
2. พริกชี้ฟ้า
3. มันฝรั่ง
4. ห้องเย็น
5. เครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้น (data logger)
6. เทอร์โมมิเตอร์

กรมวิชาการเกษตร

7. อุปกรณ์สำหรับทำระบบซุปเปอร์คูลิงค์ (super-cooling)
8. ตะกร้าพลาสติก

<u>แบบและวิธีการทดลอง</u>

วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 5 ซ้ำ กะหล่ำปลี 4 หัว/หน่วยทดลอง พริกชี้ฟ้า 180 กรัม/หน่วยทดลอง มันฝรั่ง 4 หัว/หน่วยทดลอง จำนวน 4 กรรมวิธี

กรรมวิธีที่ 1 เก็บรักษาในอุณหภูมิที่เหมาะสมกับพืชแต่ละชนิด (ชุดควบคุม)
กรรมวิธีที่ 2 เก็บรักษาในอุณหภูมิที่เหมาะสมกับพืชแต่ละชนิด ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากำลัง 1000 โวลต์ต่อเมตร
กรรมวิธีที่ 3 เก็บรักษาในอุณหภูมิที่เหมาะสมกับพืชแต่ละชนิด ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากำลัง 2000 โวลต์ต่อเมตร
กรรมวิธีที่ 4 เก็บรักษาในอุณหภูมิที่เหมาะสมกับพืชแต่ละชนิด ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากำลัง 3000 โวลต์ต่อเมตร

<u>วิธีปฏิบัติการทดลอง</u>

1. นำตัวอย่างเก็บรักษา กะหล่ำปลี ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พริกชี้ฟ้าที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส และ มันฝรั่ง ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากำลัง 1000 2000 และ 3000 โวลต์ต่อเมตร ตามกรรมวิธี กะหล่ำปลี นาน 2 เดือน พริกชี้ฟ้า นาน 1 เดือน มันฝรั่ง นาน 3 เดือน
2. สุ่มตัวอย่างตรวจสอบคุณภาพ
3. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละกรรมวิธี ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

<u>บันทึกข้อมูล</u>

1. ลักษณะที่ปรากฏ เช่น การเกิดรอยช้ำ การเปลี่ยนแปลงสี เป็นต้น
2. องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน เยื่อใย เถ้า ไขมัน ความชื้น คาร์โบไฮเดรต

<u>ระยะเวลาดำเนินการ</u>

ตุลาคม 2563 – กันยายน 2564

<u>สถานที่ดำเนินการ</u>

1. ห้องปฏิบัติการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
2. ห้องปฏิบัติการ สถาบันวิจัยพืชสวน
3. ห้องปฏิบัติการสารพิษตกค้าง กองพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าพืช

การทดลองที่ 2.3 การให้แคลเซียมเพื่อรักษาคุณภาพและลดการเกิดโรคของมะเขือเทศในระหว่างการเก็บรักษา

<u>สิ่งที่ใช้ในการทดลอง</u>

กรมวิชาการเกษตร

1. มะเขือเทศเชอร์รี่ พันธุ์ปริ้นเซส 70
2. ปุ๋ยแคลเซียม
3. ปุ๋ยโบรอน
4. สารจับใบ
5. ถังพ่นปุ๋ย
6. กระดาษบรู๊ฟ
7. ตะกร้าพลาสติก
8. ถุงมือยาง
9. ปากกาเคมี
10. กรรไกรตัดแต่งกิ่ง
11. ถุงพลาสติกชนิด low density polyethylene (LDPE)
12. ถาดโฟม
13. ขวดรูปชมพู่
14. บีกเกอร์
15. ไมโครปิเปต
16. บิวเรต
17. กระดาษกรอง
18. ห้องควบคุมอุณหภูมิต่ำ (Room cooling)
19. เครื่องชั่งน้ำหนัก
20. เครื่องวัดความแน่นเนื้อ (Texture analyzer)
21. เครื่องวัดสี (Color reader)
22. เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Digital refractometer)
23. เครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (Data logger)
24. เครื่อง Homogenizer
25. เครื่อง Vortex Mixer
26. เครื่อง spectrophotometer
27. เครื่อง Centrifuge
28. เครื่อง incubator

<u>วิธีปฏิบัติการทดลอง</u>

1. การเตรียมตัวอย่างมะเขือเทศ

ทำการพ่นแคลเซียมโบรอนแก่ต้นมะเขือเทศเชอรี่พันธุ์ปริ้นเซส 70 มี 3 กรรมวิธี ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1 กรรมวิธีควบคุม (ไม่พ่นแคลเซียมโบรอน) กรรมวิธีที่ 2 พ่นแคลเซียมโบรอน ความเข้มข้น 0.25% และกรรมวิธีที่ 3 พ่นแคลเซียมโบรอน ความเข้มข้น 0.5% จำนวน 3 ครั้ง ในระยะ 30 40 50 วันหลังดอกบาน เก็บเกี่ยวผล

กรมวิชาการเกษตร

มะเขือเทศเชอร์รี่ พันธุ์ปริ้นเซส 70 ในระยะผลสุกเต็มที่ จากแปลงเกษตรกร กลุ่มวิสาหกิจชุมชนปลูกมะเขือเทศปลอดสารพิษ อำเภอดอนตูม จังหวัดนครปฐม จากนั้น ล้างทำความสะอาด และบรรจุลงในถาดโฟม จำนวน 200 กรัม/ถาด จากนั้นนำไปใส่ในถุงพลาสติกชนิด low density polyethylene (LDPE) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

2. การบันทึกข้อมูล

2.1 คุณภาพด้านกายภาพ

2.1.1 ปริมาณผลผลิต

เก็บเกี่ยวผลผลิตในแต่ละต้นทุก 3 วัน จำนวน 5 ครั้ง นำไปคำนวณปริมาณผลผลิตต่อต้น

2.1.2 ขนาดผล

นำมะเขือเทศมาวัดขนาดผล ได้แก่ น้ำหนักผล ความกว้างผล และความยาวผล

2.1.3 การเปลี่ยนแปลงสี

นำมะเขือเทศมาวัดค่า L* a* b* ด้วยเครื่อง Color reader (KONICA MINOLTA., รุ่น CR-10, Japan) โดยวัดบริเวณกึ่งกลางผล ทั้ง 2 ด้านที่ตรงข้ามกัน

2.1.4 ความแน่นเนื้อผล

นำมะเขือเทศวัดความแน่นเนื้อด้วยเครื่อง Texture Analyzer (LLOYD instruments., รุ่น LX plus, United Kingdom) ตัววัดแรง (load cell) 1 กิโลกรัม ความเร็ว 50 มิลลิเมตรต่อนาที ระยะทางในการวัด 10 มิลลิเมตร โดยทำการวัดบริเวณกึ่งกลางผลทั้ง 2 ด้าน มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

2.2 คุณภาพทางเคมี

2.2.1 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

นำน้ำคั้นมะเขือเทศวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ด้วยเครื่อง Digital Refractometer (ATAGO, รุ่น PR-101, Japan) อ่านค่าที่ได้ในหน่วย °Brix

2.2.2 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้

นำน้ำคั้นมะเขือเทศ 2 มิลลิลิตร เติม Phenolphthalein ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็น indicator จำนวน 2 หยด นำไปไทเทรตด้วยสารละลาย NaOH ความเข้มข้น 0.1 N จนถึงจุดยุติ หรือสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อน นำค่าปริมาณ NaOH ที่ใช้ในการ ไทเทรตไปคำนวณหาปริมาณกรดในรูปของเปอร์เซ็นต์กรดมาลิก ตามสูตร (AOAC., 1990)

$$\text{เปอร์เซ็นต์ TA} = \frac{(\text{N NaOH})(\text{ml NaOH})(\text{meq. wt of malic acid})}{\text{ml of sample}} \times 100$$

N NaOH คือ Normality ของสารละลายด่างมาตรฐาน (0.1 N)

ml NaOH คือ ปริมาตร (ml) ของ NaOH ที่ใช้ในการไทเทรต

meq.wt of malic acid คือ 0.067

2.3 คุณภาพทางชีวเคมี

2.3.1 ปริมาณไลโคปีน

วิเคราะห์ปริมาณไลโคปีนด้วยวิธีการของ Gordon and Barrett (2007) โดยนำตัวอย่างมะเขือเทศ 0.5 กรัม ใส่ในหลอดทดลองขนาด 50 มิลลิลิตร เติม Hexane : Acetone : Ethanol (HAE) อัตราส่วน 2:1:1

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ปริมาตร 5 มิลลิลิตร จากนั้น นำไปปั่นด้วยเครื่อง Homogenizer ให้ละเอียด เติม HAE 15 มิลลิลิตรต่อหลอด ปิดฝา และนำไปเขย่าด้วยเครื่อง Vortex Mixer จากนั้นตั้งทิ้งไว้ 15 นาที นำส่วนใสด้านบน (Hexane) นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer (Thermo scientific., Evolution 300 UV-VIS, The United States of America) ที่ความยาวคลื่น 444 และ 503 นาโนเมตร คำนวณปริมาณไลโคปีน (mg/100 g FW) ตามสูตร

Lycopene (µg/100 g) = (6.95 X Abs.503) – (1.59 X Abs.444) X 295.35 X V/W X 100

Abs.503 คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 503 นาโนเมตร
Abs.444 คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 444 นาโนเมตร
V คือ ปริมาตรสารละลาย HAE (มิลลิลิตร)
W คือ น้ำหนักตัวอย่าง (มิลลิกรัม)

2.3.2 ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ

ประเมินปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีการของ Benzie and Strain (1996) ดัดแปลงจาก Thaipong *et al*. (2006) ด้วยวิธี FRAP เตรียมสารสกัดจากตัวอย่างมะเขือเทศ โดยนำมะเขือเทศ 1 กรัม มาสกัดด้วย methanol 20 มิลลิลิตร นำไปปั่นด้วยเครื่อง Homogenizer ให้ละเอียด และนำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่อง Centrifuge ความเร็ว 15,000 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที จากนั้นนำสารละลายส่วนใสเก็บที่ 4 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

เตรียมสารละลาย FRAP reagent โดยผสมสารละลาย 300 mM Acetate buffer pH (pH 3.6) : 10 mM TPTZ (2,4,6- tripyridyl-s-triazine) ใน 40 mM HCl : 20 mM $FeCl_3.6H_2O$ อัตราส่วน 10 : 1: 1 จากนั้น นำสารละลายตัวอย่าง 0.2 มิลลิลิตร และเติมสารละลาย FRAP 2.85 มิลลิลิตร นำไปเขย่าด้วยเครื่อง Vortex Mixer และบ่มใน incubator 37 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 593 นาโนเมตร (µMol ascorbic acid equivalents (AAE)/g FW)

2.4 การเกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยว

ประเมินการเกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยวที่บริเวณขั้วผลและผิวผลด้วยสายตา และให้คะแนนการเกิดโรคตามอาการที่ปรากฏ ดังนี้

1 คะแนน หมายถึง มีการปรากฏของโรค 0 – 20%

2 คะแนน หมายถึง มีการปรากฏของโรค 21 – 40%

3 คะแนน หมายถึง มีการปรากฏของโรค 41 – 60%

4 คะแนน หมายถึง มีการปรากฏของโรค 61 – 80%

5 คะแนน หมายถึง มีการปรากฏของโรค 81 – 100%

<u>ระยะเวลาดำเนินการ</u>

ตุลาคม 2563 – กันยายน 2564

<u>สถานที่ดำเนินการ</u>

กรมวิชาการเกษตร

1. แปลงปลูกมะเขือเทศของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนปลูกมะเขือเทศปลอดสารพิษ จังหวัดนครปฐม
2. กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร
3. กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

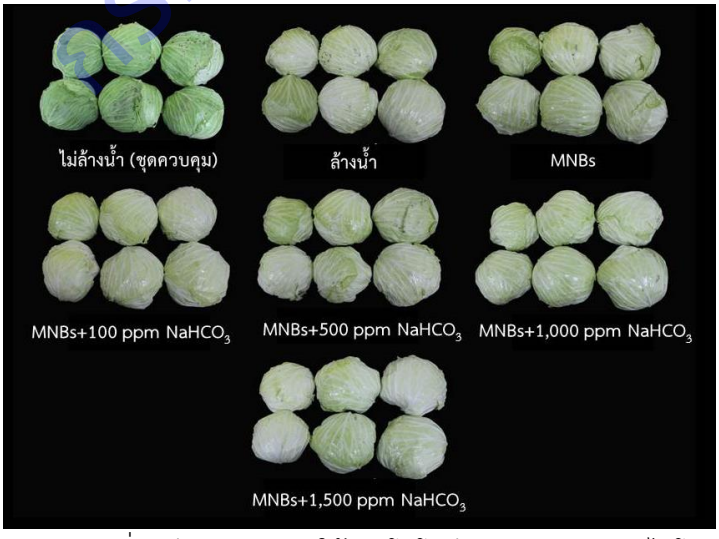
ผลการวิจัยและวิจารณ์ (Results and Discussions)

การทดลองที่ 2.1 การใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนตในการล้างทำความสะอาดเพื่อลดสารตกค้างใน กะหล่ำปลี คะน้า พริกชี้ฟ้า

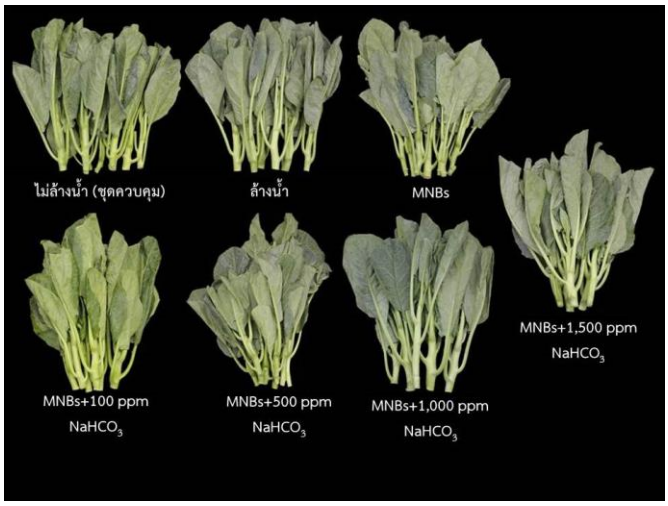
- ปี 2563

ตัวอย่างกะหล่ำปลีจาก อำเภอเขาค้อ จ.เพชรบูรณ์ (ภาพภาคผนวกที่ ข1) นำมาทดลอง (ภาพภาคผนวกที่ ข2) จากการทดลองพบว่าการใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้นต่างๆ ไม่มีผลต่อลักษณะปรากฏของกะหล่ำปลี เช่น ไม่เกิดรอยช้ำ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงสี เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ไม่ล้างน้ำ) (ภาพที่ 1) สำหรับผลการวิเคราะห์สารตกค้าง พบว่าทุกกรรมวิธีการทดลองตรวจไม่พบสารตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและกลุ่มออร์กาโนคลอรีน

สำหรับคะน้า พบว่าการใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้นต่างๆ (ภาพภาคผนวกที่ ข3) ไม่มีผลต่อลักษณะปรากฏของคะน้า เช่น ไม่เกิดรอยช้ำ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงสี เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ไม่ล้างน้ำ) (ภาพที่ 2) สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณสารตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและออร์กาโนคลอรีน (ตารางที่ 1) พบว่าการล้างด้วยฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตความเข้มข้น 500 ppm (MNBs+500 ppm $NaHCO_3$) มีแนวโน้มในการลดสารพิษตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ได้แก่ เมวินฟอส ได้ และนอกจากนี้พบว่าในบางซ้ำไม่ตรวจพบสารตกค้าง ส่วนสารตกค้างกลุ่มออร์กาโนคลอรีนตรวจไม่พบในทุกกรรมวิธีการทดลอง



ภาพที่ 1 ลักษณะปรากฏของกะหล่ำปลีภายหลังการใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้นต่างๆ ปี 2563



ภาพที่ 2 ลักษณะปรากฏของผักคะน้าภายหลังการใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้นต่างๆปี 2563

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยปริมาณสารตกค้างในผักคะน้าภายหลังการใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้นต่างๆ

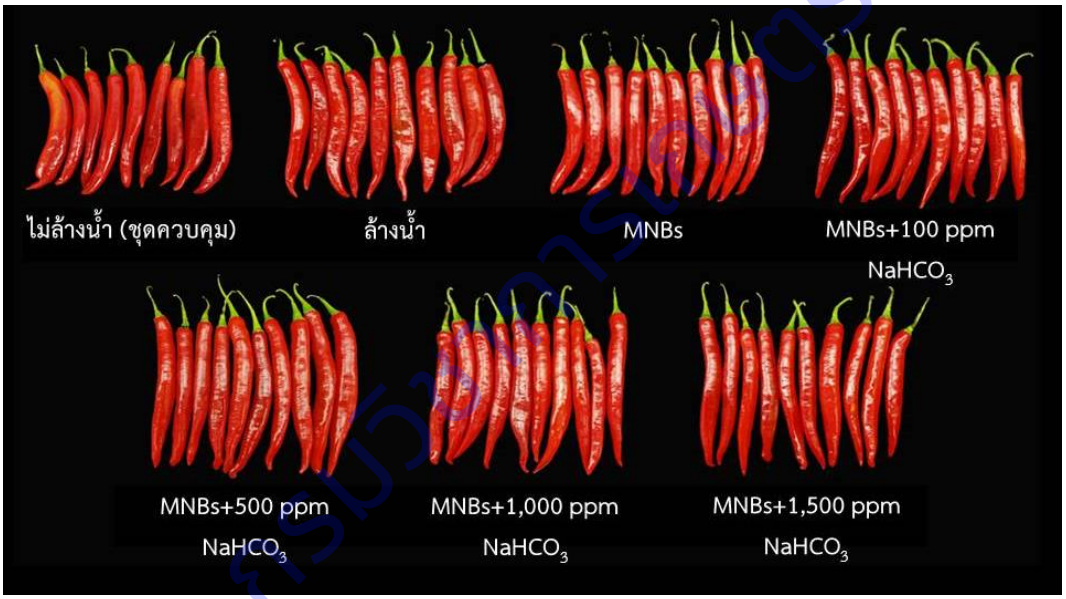
กรรมวิธีการทดลอง	**กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต**	**กลุ่มออร์กาโนคลอรีน**
	เมวินฟอส (Mevinphos) (มก./กก.)	-
ไม่ล้างน้ำ (ชุดควบคุม)	<0.05	ไม่พบ
ล้างน้ำ	<0.05	ไม่พบ
MNBs	<0.05	ไม่พบ
MNBs+100 ppm $NaHCO_3$	<0.05	ไม่พบ
MNBs+500 ppm $NaHCO_3$	0.06	ไม่พบ
MNBs+1000 ppm $NaHCO_3$	<0.05	ไม่พบ
MNBs+1500 ppm $NaHCO_3$	<0.05	ไม่พบ

จากการทดลองพบว่าการใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้นต่างๆ (ภาพภาคผนวกที่ ข4) ไม่มีผลต่อลักษณะปรากฏของพริกชี้ฟ้า (ภาพที่ 3) ได้แก่ ไม่เกิดรอยช้ำ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงสี เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม สำหรับการวิเคราะห์สารตกค้าง โดยตรวจพบสารตกค้างในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ได้แก่ ไดอาซีนอน อีไธออน และโปรฟีโนฟอส แต่ไม่พบสารตกค้างในกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในทุกกรรมวิธีการทดลอง (ตารางที่ 6) สำหรับไดอาซีนอน ตรวจไม่พบในกรรมวิธีการใช้ฟองอากาศขนาดไมโครและนาโน (MNBs) การใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตความเข้มข้น 100 และ 500 ppm (MNBs+100 และ 500ppm $NaHCO_3$) ในขณะที่การล้างด้วยน้ำประปา และการใช้ฟองฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตความเข้มข้น 1500 ppm (MNBs+1500 ppm $NaHCO_3$) พบไดอาซีนอนเพียงตัวอย่างเดียว (0.13 และ 0.19 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ส่วนชุดควบคุม และการใช้ฟองฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลาย

กรมวิชาการเกษตร

โซเดียมไบคาร์บอเนตความเข้มข้น 1000 ppm (MNBs+1000 ppm $NaHCO_3$) พบปริมาณไดอาซีนอนเฉลี่ยเท่ากับ 0.16 และ 0.27 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนอีไธออน พบว่าทุกกรรมวิธีการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีปริมาณเฉลี่ย เท่ากับ 0.019-0.34 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

สำหรับโปรฟีโนฟอส จากการทดลองพบว่าการล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต ความเข้มข้น 100 และ 500 ppm สามารถลดสารตกค้างโปรฟีโนฟอสได้ดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 โดยมีปริมาณโปรฟีโนฟอสต่ำที่สุด (ตรวจไม่พบ) รองลงมา ได้แก่ กรรมวิธีล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโน (MNBs) (0.011 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และการล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต ความเข้มข้น 1500 ppm (0.013 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในขณะที่พริกชี้ฟ้าชุดควบคุม การล้างด้วยน้ำ และการล้างด้วยน้ำที่มีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต ความเข้มข้น 1000 ppm พบปริมาณโปรฟีโนฟอสสูงสุด เท่ากับ 0.016 0.015 และ 0.017 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม



ภาพที่ 3 ลักษณะปรากฏของพริกชี้ฟ้าภายหลังการใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้นต่างๆ ปี 2563

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์สารตกค้างในพริกชี้ฟ้าภายหลังการใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้นต่างๆ ปี 2563

กรรมวิธีการทดลอง	**กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต**	**กลุ่มออร์กาโนคลอรีน**
	ไดอาซีนอน (Diazinon) (มก./กก.)	-
ไม่ล้างน้ำ (ชุดควบคุม)	0.016	ไม่พบ
ล้างน้ำ	0.013	ไม่พบ
MNBs	-	ไม่พบ
MNBs+100 ppm $NaHCO_3$	-	ไม่พบ
MNBs+500 ppm $NaHCO_3$	-	ไม่พบ
MNBs+1000 ppm $NaHCO_3$	0.027	ไม่พบ
MNBs+1500 ppm $NaHCO_3$	0.019	ไม่พบ

ตารางที่ 3 ผลของการใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้นต่างๆต่อปริมาณสารตกค้างในพริกชี้ฟ้า ปี 2563

กรรมวิธีการทดลอง	**กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต**	
	อีไธออน (Ethion) (มก./กก.)	โปรฟีโนฟอส (Profenofos) (มก./กก.)
ไม่ล้างน้ำ (ชุดควบคุม)	0.025	0.016a
ล้างน้ำ	0.034	0.015a
MNBs	0.024	0.011b
MNBs+100 ppm $NaHCO_3$	0.022	0c
MNBs+500 ppm $NaHCO_3$	0.021	0c
MNBs+1000 ppm $NaHCO_3$	0.024	0.017a
MNBs+1500 ppm $NaHCO_3$	0.019	0.013ab
F-test	ns	**
C.V. (%)	33.3	20.4

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยกำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new Multiple Range (DMRT) ns = ไม่มีความต่างกันทางสถิติ, ** = มีความต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

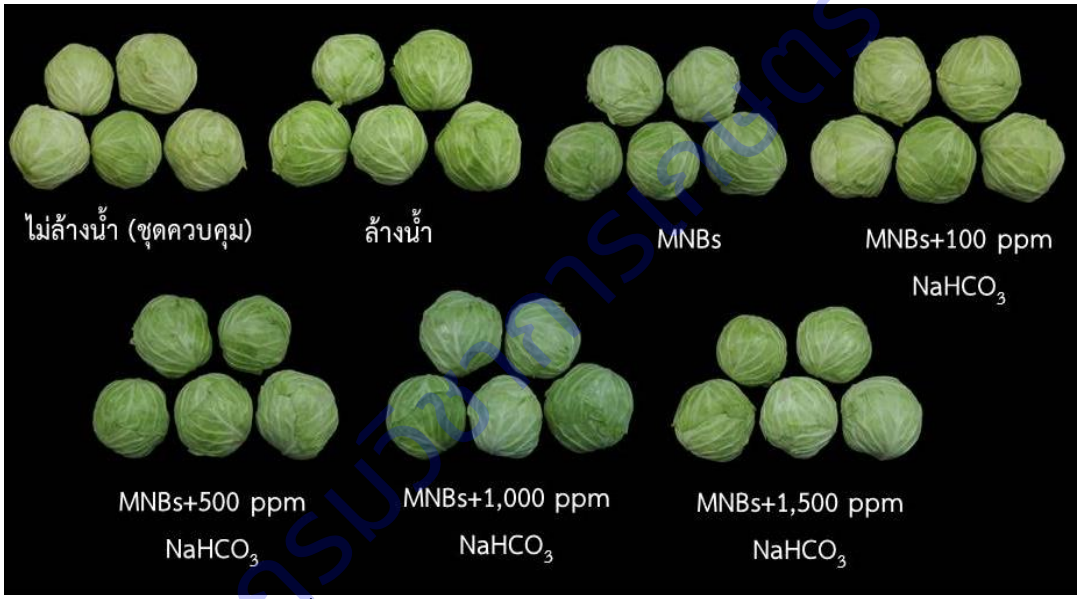
- ปี 2564

ได้ดำเนินการทดลองการใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนตในการล้างทำความสะอาดเพื่อลดสารตกค้างใน กะหล่ำปลี คะน้า พริกชี้ฟ้า (ภาพภาคผนวกที่ ข5-7) โดยทำการทดลองซ้ำอีกครั้ง โดยได้ผลิตผลสำหรับการทดสอบจากตลาดขายส่งสินค้าทางการเกษตร (ตลาดไท) จากการทดลองพบว่าการใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้นต่างๆ ไม่มีผลต่อลักษณะปรากฏของกะหล่ำปลี เช่น ไม่เกิดรอยช้ำ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงสี เมื่อเปรียบเทียบกับชุด

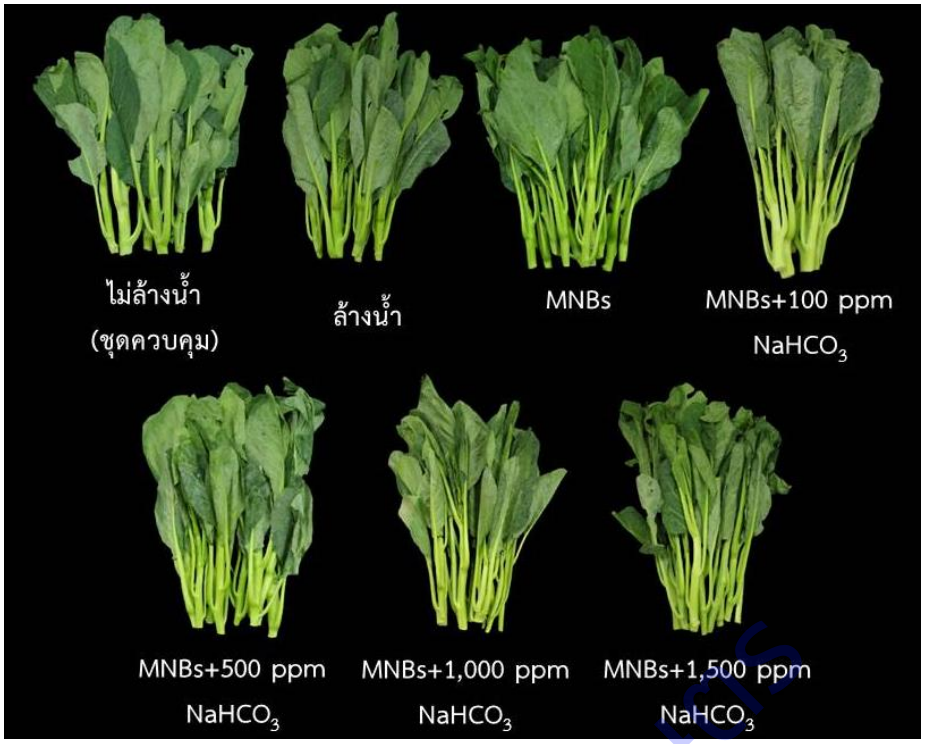
กรมวิชาการเกษตร

ควบคุม (ภาพที่ 4) สำหรับผลการวิเคราะห์ปริมาณสารตกค้าง พบว่าในทุกกรรมวิธีการทดลองตรวจไม่พบสารตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและกลุ่มออร์กาโนคลอรีน เช่นเดียวกับการทดลองในปี 2563

จากการทดลองการใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้นต่างๆ ในการล้างทำความสะอาดเพื่อลดสารตกค้างในคะน้า พบว่าไม่มีผลต่อลักษณะปรากฏของผักคะน้า เช่น ไม่เกิดรอยช้ำ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงสี เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ภาพที่ 5) สำหรับผลการวิเคราะห์ปริมาณสารตกค้าง โดยพบสารตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ได้แก่ เมวินฟอส และไม่พบสารตกค้างกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในทุกกรรมวิธีการทดลอง เช่นเดียวกับในปี 63 โดยการใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้น 100 และ 500 ppm ตรวจพบเมวินฟอสเพียง 1 ซ้ำ ในขณะที่กรรมวิธีอื่นพบปริมาณเมวินฟอสเฉลี่ย ดังนี้ 1. การล้างน้ำ 2. กรรมวิธี MNBs+1000 ppm $NaHCO_3$ 3. กรรมวิธี MNBs 4. กรรมวิธี MNBs+1500 ppm $NaHCO_3$ และชุดควบคุม ตามลำดับ (0.041 0.033 0.031 0.028 และ 0.029 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ตารางที่ 4)



ภาพที่ 4 ลักษณะปรากฏของกะหล่ำปลีภายหลังการใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้นต่างๆ ปี 2564



ภาพที่ 5 ลักษณะปรากฏของผักคะน้าภายหลังการใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้นต่างๆปี 2564

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์ปริมาณสารตกค้างในผักคะน้าภายหลังการใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้นต่างๆ ปี 2564

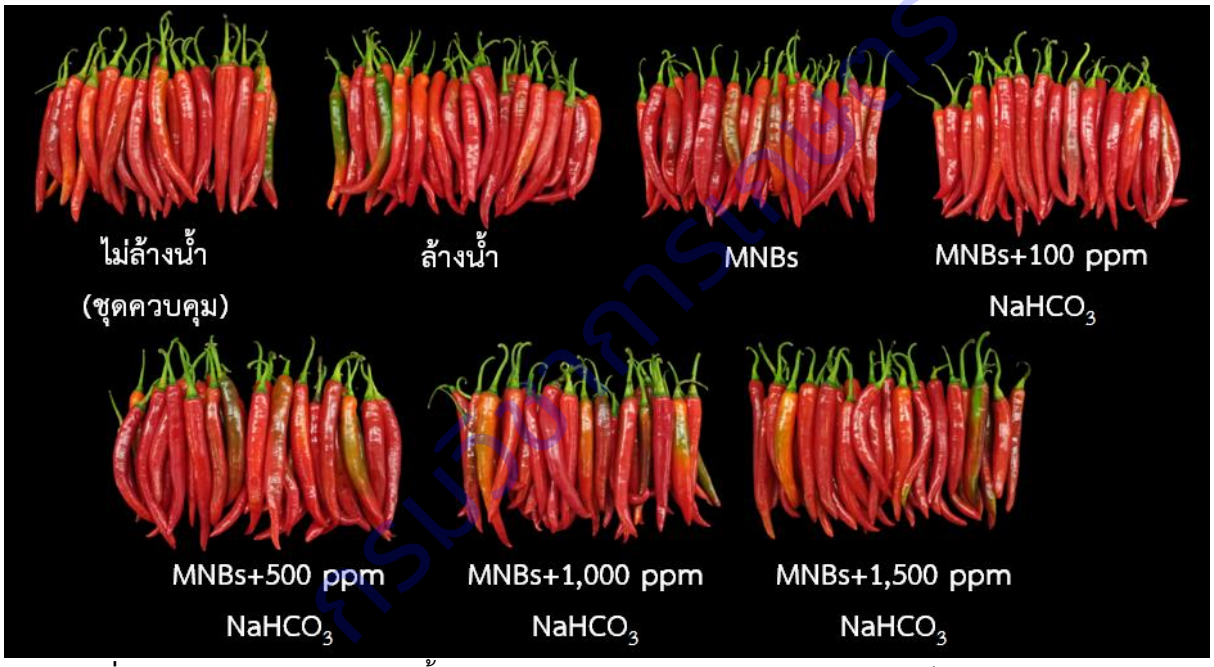
	กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต	**กลุ่มออร์กาโนคลอรีน**
กรรมวิธีการทดลอง	เมวินฟอส (Mevinphos) (มก./กก.)	-
ไม่ล้างน้ำ (ชุดควบคุม)	0.019±0.01	ไม่พบ
ล้างน้ำ	0.041±0.02	ไม่พบ
MNBs	0.031±0.01	ไม่พบ
MNBs+100 ppm $NaHCO_3$	0.011*	ไม่พบ
MNBs+500 ppm $NaHCO_3$	0.014*	ไม่พบ
MNBs+1000 ppm $NaHCO_3$	0.033±0.01	ไม่พบ
MNBs+1500 ppm $NaHCO_3$	0.028±0.02	ไม่พบ

หมายเหตุ: ตัวเลขแสดงถึงค่าเฉลี่ย ตัวเลขด้านขวามือแสดงถึงส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)
* ตรวจพบเพียง 1 ซ้ำ

จากการทดลองพบว่าการใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้นต่างๆ ไม่มีผลต่อลักษณะปรากฏของพริกชี้ฟ้า (ภาพที่ 6) ได้แก่ ไม่เกิดรอยช้ำ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงสี เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม สำหรับการวิเคราะห์สารตกค้าง พบสารตกค้างในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ไดอะซีนอน ส่วนกลุ่มออร์กาโนคลอรีนไม่พบสารตกค้างในทุกกรรมวิธีการทดลอง จากการทดลองพบว่าการใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้น

กรมวิทยาศาสตร์

100 500 1,000 และ 1,500 ppm ตรวจพบไดอะซีนอนต่ำที่สุดที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 โดยมีปริมาณเท่ากับ 0.019 0.014 0.028 และ 0.024 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละความเข้มข้น ในขณะที่ชุดควบคุม (ไม่ได้ล้างน้ำ) (ตารางที่ 5) สำหรับปริมาณสารตกค้างโปรฟีโนฟอสชุดควบมีปริมาณต่ำสุด (ตรวจไม่พบ) ในขณะที่การใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้น 100 ppm (0.014 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และการใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนตรวจพบปริมาณโปรฟีโนฟอสต่ำกว่ากรรมวิธีอื่นๆ (0.015 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) แต่อย่างไรก็ตามพบปริมาณสารตกค้างไม่แตกต่างกับชุดควบคุม (ตรวจไม่พบ) ส่วนกรรมวิธีที่ล้างน้ำตรวจพบโปรฟีโนฟอสมากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ รองลงมาได้แก่การใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้น 1000 500 และ 1,500 ppm มีปริมาณเท่ากับ 0.040 0.031 0.028 และ 0.028 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ



ภาพที่ 6 ลักษณะปรากฏของพริกชี้ฟ้าภายหลังการใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้นต่างๆ ปี 2564

ตารางที่ 5 ผลของการใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อปริมาณสารตกค้างในพริกชี้ฟ้า ปี 2564

กรรมวิธีการทดลอง	กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ไดอะซีนอน (Diazone) (มก./กก.)
ไม่ล้างน้ำ (ชุดควบคุม)	0.055a
ล้างน้ำ	0.022b
MNBs	0.052a
MNBs+100 ppm $NaHCO_3$	0.019b
MNBs+500 ppm $NaHCO_3$	0.014b
MNBs+1000 ppm $NaHCO_3$	0.028b
MNBs+1500 ppm $NaHCO_3$	0.024b
F-test	**
C.V. (%)	24.1

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยกำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new Multiple Range (DMRT) * = มีความต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95, ** = มีความต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ปัญหาการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในผักและผลไม้เกินระดับมาตรฐาน เป็นปัญหาที่สั่งสมในสังคมไทยมาช้านาน และปัจจุบันยังไม่สามารถแก้ไขปัญหานี้ได้ ซึ่งปัญหาการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชไม่ได้เป็นปัญหาของภาคการเกษตรหรือเกษตรกรเท่านั้น แต่เป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อผู้บริโภคและประชาชนทุกคน โดยความรู้เกี่ยวกับการล้างผักและผลไม้เป็นทางออกเฉพาะหน้าที่ผู้บริโภคสามารถลดผลกระทบจากปัญหาสารเคมีกำจัดศัตรูพืชได้ในระดับหนึ่ง จากการทดลองพบว่าทุกกรรมวิธีการทดลองไม่มีผลต่อลักษณะปรากฏ ได้แก่ ไม่เกิดรอยช้ำ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงสี ทั้งในกะหล่ำปลี คะน้า และพริกชี้ฟ้า สำหรับผลการวิเคราะห์ปริมาณสารตกค้าง พบว่ากะหล่ำปลีในทุกกรรมวิธีการทดลองตรวจไม่พบสารตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและกลุ่มออร์กาโนคลอรีน ทั้งการทดลองในปี 63 และ ปี 64 อาจเป็นเพราะว่าเกษตรกรใช้วิธีการผลิตแบบปลอดภัยตามคำแนะนำของภาครัฐ (เก็บเกี่ยวผลผลิตภายหลังฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืช 7 วัน) ซึ่งจากการทดลองแปลงกะหล่ำปลีที่ใช้เกษตรกรมีการเก็บเกี่ยวผลผลิตภายหลังฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืช 10 วัน อาจเป็นไปได้ว่าสารตกค้างถูกย่อยสลายหรือถูกชะล้างไปตามธรรมชาติ โดยในปี 63 ใช้ตัวอย่างกะหล่ำปลีจากแปลงเกษตรกรในจังหวัดเพชรบูรณ์ โดยจะส่งกะหล่ำปลีมาขายในตลาดค้าส่งตลาดไท และตลาดสี่มุมเมือง จังหวัดปทุมธานี และการทดลองในปี 64 ใช้ตัวอย่างกะหล่ำปลีจากตลาดค้าส่งตลาดไท สอดคล้องกับงานวิจัยของเครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช (Thai-PAN) (2559) ได้สุ่มเก็บตัวอย่างผักที่นิยมบริโภค 10 ชนิด ได้แก่ กะหล่ำปลี แตงกวา ผักบุ้งจีน มะเขือเทศ ผักกาดขาวปลี คะน้า ถั่วฝักยาว มะเขือเปราะ กะเพรา และพริกแดง ในเขตกรุงเทพมหานคร ปริมณฑล เชียงใหม่ และอุบลราชธานี โดยสุ่มเก็บจากแหล่งจำหน่ายทั้งในห้างสรรพสินค้า และตลาดสดค้าส่ง 4 แห่ง ได้แก่ ตลาดไท (จ.ปทุมธานี) ตลาดสี่มุมเมือง (จ.ปทุมธานี) ตลาดเมืองใหม่ (จ.เชียงใหม่) และตลาดเจริญศรี (จ.อุบลราชธานี) พบว่ากะหล่ำปลีเป็นเพียงผักชนิดเดียวที่ไม่พบสารพิษตกค้างเลย 100

กรมวิชาการเกษตร

เปอร์เซ็นต์ แต่ตรงกันข้ามกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่พบสารพิษตกค้างกลุ่มไพรีทอยด์ในกะหล่ำปลีที่ยังไม่ได้ล้างน้ำ ได้แก่ lambda-cyhalothrin, cypermethrin, fenvalerate และ deltamethrin (วนิดา จันทร์สม, 2556) อย่างไรก็ตามในงานวิจัยครั้งนี้ได้มีการวิเคราะห์หาสารพิษตกค้างเพิ่มเติมในกลุ่มไพรีทอยด์และกลุ่มคาร์บอเมต แต่ไม่พบสารสารพิษตกค้างกลุ่มไพรีทอยด์และกลุ่มคาร์บอเมตในตัวอย่างกะหล่ำปลี สำหรับคะน้าการทดลองทั้งในปี 63 และ 64 ตรวจพบสารตกค้างเมวินฟอสเพียงชนิดเดียว ซึ่งพบปริมาณที่ไม่มากนัก อย่างไรก็ตามสำหรับเมวินฟอสเป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 4 ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขเลขที่ 387 พ.ศ. 2560 เรื่อง อาหารที่มีสารพิษตกค้าง ข้อ 4 อาหารที่มีสารพิษตกค้างต้องมีมาตรฐาน โดยตรวจไม่พบวัตถุอันตรายทางการเกษตรชนิดที่ 4 ตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 และที่แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2551 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเกษตรกรยังมีการใช้สารตกค้างที่ต้องตรวจไม่พบ พริกชี้ฟ้าในปี 63 พบสารตกค้าง ได้แก่ ไดอะซีนอน อีไธออน และ โปรฟีโนฟอส และปี 64 พบอีไธออน และ โปรฟีโนฟอส ซึ่งเป็นสารที่มีค่า Maximum Residue Limits, MRLs 2 ชนิด ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เลขที่ 387 ฉบับ พ.ศ. 2560 เรื่องอาหารที่มีสารพิษตกค้าง (พริก) ได้แก่ อีไธออน และ โปรฟีโนฟอส มีค่ากำหนดเท่ากับ 3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

กองพัฒนาศักยภาพผู้บริโภค สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข (2553) ได้แนะนำวิธีลดสารพิษตกค้างจากสารป้องกันกำจัดแมลงไว้ 9 วิธี พบว่าการล้างด้วยสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต (ปริมาณ 1 ช้อนโต๊ะ ในน้ำอุ่น 20 ลิตร นาน 15 นาที) สามารถลดปริมาณสารพิษตกค้างได้สูงสุดคือ 90-95 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือสารละลายน้ำส้มสายชู 60-84 เปอร์เซ็นต์ การให้น้ำไหลผ่านหรือแช่น้ำสะอาด 2 เปอร์เซ็นต์ สารละลายด่างทับทิม 35-43 เปอร์เซ็นต์ และสารละลายเกลือ 27-38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยขึ้นอยู่กับชนิดของผักจากการทดลองการใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้น 100 และ 500 ppm พบสารตกค้างเมวินฟอสเพียงตัวอย่างเดียว ปริมาณ 0.011 และ 0.013 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และมีปริมาณต่ำกว่ากรรมวิธีการอื่นๆ แต่อย่างไรก็ตามเมวินฟอสที่ตรวจพบไม่เกินค่าความปลอดภัยของเมวินฟอสที่ FAO/WHO กำหนด คือ 1.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม นอกจากนี้การใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้น 100 และ 500 ppm สามารถลดปริมาณสารตกค้างตรวจไดอะซีนอนและโปรฟีโนฟอสโดยมีปริมาณต่ำสุด (ตรวจไม่พบ) ในขณะที่สารตกค้างอีไธออนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติทั้งในปี 63 และ ปี 64 โดยกลไกการลดปริมาณสารตกค้างของฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนอาจเป็นผลมาจากการสร้างอนุมูลอิสระไฮดรอกซิล (•OH) รวมทั้งเกิดการยุบตัวของฟองอากาศทำให้เกิดประจุไฟฟ้า โดยอนุมูลอิสระไฮดรอกซิลเป็นหัวใจสำคัญในกระบวนการสลายยาฆ่าแมลงซึ่งมีคุณสมบัติเป็น Oxidizing agent ทำปฏิกิริยาออกซิเดชันกับสารเคมีตกค้างในผักและผลไม้แล้วสลายตัวกลายเป็นสารใหม่ ที่ไม่เป็นพิษหรือมีพิษลดลงจนอยู่ในระดับที่ไม่เกิดอันตรายต่อมนุษย์ นอกจากนี้อนุมูลอิสระไฮดรอกซิลยังสามารถทำให้ผิวของผักและผลไม้ปลอดเชื้อ ส่งผลให้สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น (สุชาดาและคมกฤต, 2019)

ในขณะที่การลดปริมาณสารตกค้างของโซเดียมไบคาร์บอเนตเป็นผลมาจากเมื่อโซเดียมไบคาร์บอเนตละลายน้ำจะเกิดกรดคาร์บอนิค โดยอาศัยกลไกการเกิดออกซิเดชันของกรดคาร์บอนิค (H_2CO_3) กับสารเคมีกำจัด

กรมวิชาการเกษตร

แมลง (Zhang และคณะ, 2013) Vuthijumnonk และ Shimbhanao (2019) ศึกษาการใช้การใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครในรูปแบบ air microbubble (AMB) และ oxygen microbubble เป็นเวลา 30 นาที สามารถลดปริมาณสารตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ออร์กาโนคลอรีน คาร์บาเมต และไพรีทอยด์ในส้มและกล้วยได้ ในขณะที่น้ำประปาไม่สามารถลดปริมาณสารตกค้างได้ ซึ่งจากการทดลองพบว่าปริมาณสารตกค้างในกรรมวิธีการล้างด้วยน้ำประปาไม่แตกต่างเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ไม่ได้ล้าง) นอกจากนี้มีการศึกษาพบว่าปริมาณสารตกค้างไม่สามารถถูกล้างออกไปด้วยน้ำ (Krol *et al*., 2000) สำหรับโซเดียมไบคาร์บอเนตมีรายงานว่าสามารถลดปริมาณสารตกค้างที่อยู่บนผิวแอปเปิ้ลได้

จากงานวิจัยของ Rasolonjatovo และคณะ (2017) พบว่าประสิทธิภาพของการล้างมีความแตกต่างกันแล้วแต่ชนิดของสารตกค้าง (pesticide) การใช้ร่วมกันของวิธีการล้างต่างๆ มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณสารตกค้างมากกว่าการใช้วิธีใดวิธีหนึ่งเพียงอย่างเดียว เมื่อนำเทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนมาประยุกต์ใช้ร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนต ($NaHCO_3$) จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของโซเดียมไบคาร์บอเนตในการขจัดปริมาณสารตกค้าง โดยเพิ่มความสามารถในการออกซิไดส์ทำให้โครงสร้างหรือพันธะของสารต่างๆเกิดการแตกตัวจึงทำให้ความเป็นพิษลดลง จากทดลองจะเห็นได้ว่าการใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้น 100 และ 500 ppm มีแนวโน้มในลดปริมาณสารตกค้างได้ทั้ง เมวินฟอส ไดอะซีนอน อีไธออน และโปรฟีโนฟอส ในผักที่ต่างชนิดกัน ดังนั้นการประยุกต์ใช้วิธีต่างๆร่วมกันในการล้างทำความสะอาดผักและผลไม้จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานมากยิ่งขึ้นตลอดจนช่วยลดปริมาณการใช้สารเคมีในการล้างทำความสะอาด เช่นเดียวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีพลาสมาร่วมกับเทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโน มีปริมาณสารละลายคลอร์ไพริฟอสที่ลดลงจาก 10 มิลลิกรัมต่อลิตร เหลือเพียง 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีประสิทธิภาพในการสลายได้ถึง 97.5 เปอร์เซ็นต์ (สุชาดาและคมกฤต, 2562) นอกจากนี้พบว่าเมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารพิษตกค้างที่ตรวจพบกับค่าความปลอดภัย (MRL) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เลขที่ 387 ฉบับ พ.ศ. 2560 ไม่พบสารสารพิษตกค้างเกินค่าความปลอดภัยในทุกตัวอย่าง อาจเป็นไปได้ว่าเกษตรกรใช้วิธีการผลิตแบบปลอดภัย

การทดลองที่ 2.2 การเก็บรักษาด้วยเทคนิคซุปเปอร์คูลิงค์ (super-cooling) ต่อคุณภาพของ กะหล่ำปลี พริกชี้ฟ้า มันฝรั่ง

(1) เตรียมผลผลิตสำหรับการทดลอง

- <u>กะหล่ำปลี</u> สำรวจแปลงปลูกกะหล่ำปลี อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ และติดต่อเกษตรกรเพื่อดำเนินการซื้อผลผลิตมาใช้ในการทดลอง จากการทดลองเบื้องต้นนำกะหล่ำปลีน้ำหนักหัวขนาด 1-3 กิโลกรัม จากแปลงเกษตรกร ขนส่งมายังห้องปฏิบัติการวิจัยพืชสวน สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร นำมาตัดแต่งทางการค้า มีน้ำหนักอยู่ในช่วง 300-600 กรัม (ภาพที่ 7) จากนั้นนำไปวางไว้ในตะกร้า เก็บรักษาในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 5±2 องศาเซลเซียส นาน 1 เดือน บันทึกผลและเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลง พบว่ากะหล่ำปลีเหี่ยว สูญเสียน้ำหนัก เกิดอาการสีน้ำตาลบริเวณปลายใบและเส้นใบ (ภาพที่ 8)

ภาพที่ 7 การตัดแต่งกะหล่ำปลีตามรูปแบบการวางจำหน่าย

ภาพที่ 8 ลักษณะปรากฏของกะหล่ำปลีภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13±2 องศาเซลเซียส

- พริกชี้ฟ้า ดำเนินการติดต่อเกษตรกรผู้ปลูกพริกชี้ฟ้า จังหวัดอุบลราชธานี และสำรวจตลาดค้าส่ง-ค้าปลีกพริก ขนส่งผลพริกชี้ฟ้ามายังห้องปฏิบัติการสถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร นำมาคัดขนาดตำหนิ จากนั้นบรรจุในตะกร้าพลาสติก เก็บรักษาในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 5±2 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 9) จากการทดลองเบื้องต้นพบว่าพริกชี้ฟ้ามีอาการเหี่ยวโดยเฉพาะที่ขั้วผล มีการเปลี่ยนแปลงสีจากสีแดงอ่อนเป็นสีแดงใน 7 วันแรกของการเก็บรักษา หลังจากนั้นสีผลมีสีแดงเข้มและเริ่มเหี่ยว บางผลพบการเกิดโรค (ภาพที่ 10)

ภาพที่ 9 การเตรียมตัวอย่างพริกชีฟ้าเพื่อเก็บรักษา

กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 10 ลักษณะปรากฏของพริกชี้ฟ้าภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±2 องศาเซลเซียส

- มันฝรั่ง ได้ดำเนินการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง 2 ฤดู ได้แก่

ฤดูหนาว โดยเริ่มปลูกมันฝรั่งในเดือนพฤศจิกายน 2562 และเก็บเกี่ยวผลผลิต ในเดือนกุมภาพันธ์ 2563 ณ แปลงวิจัย ของศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) ต.แม่วิน อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่ ในพื้นที่ 1 ไร่ ได้ผลผลิตและส่งผลผลิตให้ทางสถาบันวิจัยพืชสวน สำหรับใช้ในการเก็บรักษา (ภาพภาคผนวกที่ ข 8-9) โดยได้นำมาทำการทดลองเก็บรักษาเบื้องต้นที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2 เดือน พบการงอกของหัวพันธุ์มันฝรั่งเกิดขึ้น (ภาพที่ 11 และ ภาพที่ 12) ซึ่งมันฝรั่งเป็นพืชที่มีอายุการเก็บรักษาในห้องเย็นได้ไม่เกิน 6 เดือน จะเกิดการงอกของตา

ฤดูฝน ดำเนินการปลูกมันฝรั่งเพื่อใช้ในการทดลองในเดือนมิถุนายน 2563 ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) และเก็บเกี่ยวผลผลิตในเดือนกันยายน 2563 (ภาพภาคผนวกที่ ข 10-11) จากนั้นนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส

ภาพที่ 11 การเก็บรักษาหัวพันธุ์มันฝรั่งในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส

ภาพที่ 12 การงอกของหัวพันธุ์มันฝรั่งระหว่างการเก็บรักษาในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส

ผักและผลไม้เมื่อเก็บเกี่ยวออกมาจากต้นยังคงมีชีวิตอยู่ มีการหายใจและกิจกรรมทางชีวเคมียังคงดำเนินอยู่อย่างต่อเนื่อง มีผลทำให้คุณภาพด้านต่างๆ ของผักและผลไม้ เช่น สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส รวมทั้งคุณค่าทางโภชนาการเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง โดยผลิตผลแต่ละชนิดมีการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกันออกไป จากการทดลองเก็บรักษา กะหล่ำปลี พริกชี้ฟ้า และมันฝรั่ง เก็บข้อมูลการเปลี่ยนที่เกิดขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการทดลองซุปเปอร์คูลิงค์ (super-cooling) ต่อไป

(2) การดำเนินการทดลองซุปเปอร์คูลิงค์ (super-cooling)

- ไม่สามารถดำเนินการทดลองต่อได้ เนื่องจากการทดลองการเก็บรักษาด้วยเทคนิคซุปเปอร์คูลิงค์ (super-cooling) จำเป็นต้องใช้เครื่องมือนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ทำให้ยังไม่สามารถนำเข้าเครื่องมือจากประเทศญี่ปุ่นได้ และเจ้าหน้าที่ทางเทคนิคจากบริษัทจากประเทศญี่ปุ่นไม่สามารถเดินทางมาประเทศไทยได้ จึงยุติการทดลองดังกล่าว เนื่องจากมีความเสี่ยงที่การทดลองดังกล่าวจะไม่ประสบความสำเร็จ ทั้งนี้ ได้แจ้งยุติการทดลองให้คณะที่ปรึกษาด้านวิชาการเกษตรของกรมวิชาการเกษตร และได้ทำหนังสือแจ้งกองแผนงานและวิชาการ กรมวิชาการเกษตร เรียบร้อยแล้ว

การทดลองที่ 2.3 การให้แคลเซียมเพื่อรักษาคุณภาพและลดการเกิดโรคของมะเขือเทศในระหว่างการเก็บรักษา

1. คุณภาพทางกายภาพ

1.1. น้ำหนักผลต่อต้น

มะเขือเทศที่ได้รับการพ่นแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 0.25 เปอร์เซ็นต์ ให้น้ำหนักผลต่อต้นสูงสุด คือ 2.83 กิโลกรัมต่อต้น รองลงมาคือมะเขือเทศที่ได้รับการพ่นแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ และมะเขือเทศที่ไม่ได้รับการพ่นแคลเซียมในกรรมวิธีควบคุมให้น้ำหนักผลต่อต้นต่ำที่สุด คือ 2.34 กิโลกรัม (ตารางที่ 6)

1.2 ขนาดผล

มะเขือเทศที่ได้รับการพ่นแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 0.25 เปอร์เซ็นต์ ให้ขนาดผลสูงสุดโดยมีน้ำหนักผล 10.94 กรัม ความกว้างผล 19.22 มิลลิเมตร และความยาวผล 32.67 มิลลิเมตร ในขณะที่มะเขือเทศที่ไม่ได้รับการพ่นแคลเซียมในกรรมวิธีควบคุมให้ขนาดผลต่ำสุด โดยมีน้ำหนักผล 10.39 กรัม ความกว้างผล 18.83 มิลลิเมตร และความยาวผล 30.91 มิลลิเมตร (ตารางที่ 6) สอดคล้องการทดลองของ สายน้ำผึ้ง และคณะ (2562) กลับพบว่า การพ่นสารละลายแคลเซียมโบรอนทำให้ผลพลับ พันธุ์ฟูยูมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น เนื่องมาจากความสามารถในการดูดซึมแคลเซียมโบรอนผ่านชั้นคิวติเคิลที่ผิวผล ผ่านทางช่องเปิดต่าง ๆ ตามธรรมชาติ ได้แก่ ปากใบ และ lenticel (Price, 1982) และอาจเป็นผลมาจากระยะการเจริญเติบโต โดย Van Goor (1973) พบว่า ที่ระยะการเจริญเติบโตของผลที่มีผลต่อปริมาณแคลเซียมที่เข้าสู่ผลได้

ตารางที่ 6 ผลผลิตและขนาดผลของมะเขือเทศพันธุ์ปริ้นเซส 70 ในผลผลิตที่ได้รับแคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน

Treatments	Yield (kg)	Fruit size		
		Weight (g)	Width (mm)	Length (mm)
no Ca-B	2.34b	10.39b	18.83	30.91
Ca-B 0.25%	2.83a	10.94a	19.22	32.67
Ca-B 0.5%	2.62a	10.72a	19.21	32.15
F-test	**	*	ns	ns
C.V. (%)	12.34	14.37	12.33	15.67

Different letters above the bars indicate significant ($P < 0.05$) differences according to the Duncan's new multiple range test, ns = not significantly different

1.3 การเปลี่ยนแปลงค่าสี

ค่าความสว่าง (L*) พบว่า กรรมวิธี และระยะเวลาในการเก็บรักษามีอิทธิพลร่วมกัน โดยก่อนเก็บรักษาทุกกรรมวิธีมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเท่ากับ 33.81-33.49 เมื่อเก็บรักษา 7 วัน กรรมวิธีที่ได้รับแคลเซียมโบรอน 0.25% มีค่า L* มากถึง 38.64 รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ได้รับแคลเซียมโบรอน 0.5% และกรรมวิธีควบคุม มีค่าเท่ากับ 33.87 และ 32.69 ตามลำดับ หลังเก็บรักษา 14 วัน พบว่า กรรมวิธีควบคุม และกรรมวิธีที่ได้รับแคลเซียมโบรอน 0.5% มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติมีค่าเท่ากับ 34.55 และ 33.94 ส่วนกรรมที่ได้รับแคลเซียมโบรอน 0.25% มีค่าเท่ากับ 33.22 หลังเก็บรักษาครบ 21 วัน พบว่า กรรมวิธีที่ได้รับแคลเซียมโบรอน 0.25% และ 0.5% มีค่า L* ไม่แตกต่างกันทางสถิติมีค่าเท่ากับ 33.49 และ 33.73 ส่วนกรรมวิธีควบคุมมีค่าเพียง 33.11 (ตารางที่ 7)

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 7 การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (Lightness) ของมะเขือเทศพันธุ์ปริ้นเซส 70 ในผลผลิตที่ได้รับแคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน

Treatments	Day after storage (Days)				Average
	0	7	14	21	
no Ca-B	33.81ab	32.69b	33.94ab	33.11b	33.39b
Ca-B 0.25%	33.78ab	38.64a	33.22b	33.49ab	34.78a
Ca-B 0.5%	34.49ab	33.87ab	34.55ab	33.73ab	34.16a
Average	34.03	35.07	33.90	33.44	
		F-test		C.V. (%)	
treatments (A)		*		18.21	
Day after storage (B)		ns		16.79	
AxB		*		18.21	

Different letters above the bars indicate significant ($P < 0.05$) differences according to the Duncan's new multiple range test, ns = not significantly different

ค่าสีแดง (a*) พบว่า มะเขือเทศที่ได้รับการฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 0.25 เปอร์เซ็นต์มีค่าสีแดง (a*) สูงสุด คือ 38.49 รองลงมา คือ มะเขือเทศที่ได้รับการฉีดพ่นแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ และมะเขือเทศในกรรมวิธีควบคุม (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นสีแดง (a*) ของมะเขือเทศพันธุ์ปริ้นเซส 70 ในผลผลิตที่ได้รับแคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน

Treatments	Day after storage (Days)				Average
	0	7	14	21	
no Ca-B	34.84	36.05	35.62	35.12	35.41b
Ca-B 0.25%	38.49	41.55	37.81	36.95	38.70a
Ca-B 0.5%	35.01	36.77	35.92	35.66	35.84b
Average	36.11a	38.12a	36.45a	35.91b	
		F-test		C.V. (%)	
treatments (A)		*		15.40	
Day after storage (B)		*		14.93	
AxB		ns		14.93	

Different letters above the bars indicate significant ($P < 0.05$) differences according to the Duncan's new multiple range test, ns = not significantly different

กรมวิชาการเกษตร

ค่าสีเหลือง (b*) พบว่า ทุกกรรมวิธีมีค่า b* ไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเท่ากับ 25.04-27.35 (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ของมะเขือเทศพันธุ์ปริ้นเซส 70 ในผลผลิตที่ได้รับแคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน

Treatments	Day after storage (Days)				Average
	0	7	14	21	
no Ca-B	27.12	26.30	26.80	27.35	26.89
Ca-B 0.25%	26.30	25.04	26.37	26.18	25.97
Ca-B 0.5%	25.91	26.22	25.63	26.33	26.02
Average	26.45	25.85	26.27	26.62	
		F-test		C.V. (%)	
treatments (A)		ns		17.86	
Day after storage (B)		ns		14.33	
AxB		ns		17.86	

ns = not significantly different

1.4 ความแน่นเนื้อผล

ภายหลังการเก็บเกี่ยวมะเขือเทศที่ได้รับการพ่นแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 0.25 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความแน่นเนื้อผลสูงสุด คือ 8.56 นิวตัน ในขณะที่มะเขือเทศที่ไม่ได้รับการพ่นแคลเซียมโบรอนมีค่าความแน่นเนื้อผลต่ำสุด คือ 7.81 นิวตัน หลังเก็บรักษาครบ 21 วัน พบว่า กรรมวิธีที่ได้รับแคลเซียมโบรอน 0.25% และ 0.5% มีค่าความแน่นเนื้อผลสูงกว่ากรรมวิธีควบคุม (ตารางที่ 10) ทั้งนี้เนื่องมาจากแคลเซียมโบรอนมีศักยภาพในการชะลอการลดลงของค่าความแน่นเนื้อ ด้วยคุณสมบัติของแคลเซียมที่มีผลต่อเนื้อเยื่อ โดยเสริมสร้างความแข็งแรงของผนังเซลล์ (พีรเดช, 2529; วิจิตร, 2550; ยงยุทธ, 2552) โดยแคลเซียม และโบรอนจะทำปฏิกิริยากับเพกติน สร้างเครือข่ายโพลีเมอร์แบบเชื่อมโยงข้าม (cross-linked polymer network) ส่งผลให้องค์ประกอบของผนังเซลล์มีความกระชับแน่นขึ้น ชะลอการเสียสภาพของเยื่อหุ้มเซลล์ (Picchioni *et al*., 1998) และยังส่งผลให้เซลล์มีขนาดใหญ่มากกว่าผลปกติ และมีความหนาของผนังเซลล์มาก ทั้งยังลดกิจกรรมของเอนไซม์ PME และ PG ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการอ่อนนุ่มของผลิตผล (Muengkaew *et al*., 2018) ซึ่งสอดคล้องกับ Mohammad *et al.,* (2016) รายงานว่า การฉีดพ่นสารละลายแคลเซียมโบรอนนาน 5 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ในระยะติดผล 3 ผลแรก ก่อนการเก็บเกี่ยว ส่งผลให้มะเขือเทศมีความแน่นเนื้อที่เพิ่มขึ้น ตั้งแต่วันเก็บเกี่ยว และสามารถชะลอการลดลงของค่าความแน่นเนื้อได้ เมื่อเก็บรักษาอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน และที่อุณหภูมิ 11 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ตารางที่ 10 ความแน่นเนื้อ (N) ของมะเขือเทศพันธุ์ปริ้นเซส 70 ในผลผลิตที่ได้รับแคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน

Treatments	Day after storage (Days)				Average
	0	7	14	21	
no Ca-B	7.81bc	7.71bc	7.31b	6.93c	7.44b
Ca-B 0.25%	8.56a	8.85a	7.85b	7.65bc	8.23a
Ca-B 0.5%	8.08ab	8.17ab	7.47bc	7.74bc	7.86ab
Average	8.15a	8.24a	7.54b	7.44b	
		F-test		C.V. (%)	
treatments (A)		*		20.02	
Day after storage (B)		*		19.92	
AxB		**		20.02	

Different letters above the bars indicate significant ($P < 0.05$) differences according to the Duncan's new multiple range test, ns = not significantly different

2. คุณภาพทางเคมี

2.1 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

ภายหลังการเก็บเกี่ยวมะเขือเทศทั้งสามกรรมวิธีมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 7.45-7.83 $^{\circ}$Brix (ตารางที่ 11) สอดคล้องกับการทดลองของ Petchhong and Khurnpoon (2017) ที่พบว่า การพ่นแคลเซียมโบรอน 0.5% (CaO 33%, B 3%) แก่มะเขือเทศเชอร์รีพันธุ์เรดเรดี้ ไม่ส่งผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ โดยผลที่ได้รับและไม่ได้รับแคลเซียมโบรอนมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ เช่นเดียวกับการทดลองของ Sahin *et al*. (2015) ที่ทดลองให้แคลเซียมโบรอนแก่มะเขือเทศ พันธุ์ Sedir F1 ในขณะที่กรรมวิธีที่ได้รับแคลเซียมโบรอน 0.25% กลับมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำน้อยกว่ากรรมวิธีควบคุม สอดคล้องกับการทดลองของ Muengkaew *et al*. (2018) ที่พบว่า แคลเซียมโบรอนสามารถชะลอการเพิ่มขึ้นของปริมาณ SS/TA ของมะม่วงพันธุ์มหาชนกได้ ซึ่งเป็นผลมาจากการที่มะม่วงได้รับแคลเซียมร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ จึงมีอัตราการหายใจในระดับต่ำ สอดคล้องกับการทดลองของ Islam *et al*., (2016) ที่พบว่า มะเขือเทศเชอร์รี่ที่ได้รับแคลเซียมโบรอน และนำไปเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส มีอัตราการหายใจน้อยกว่ากรรมวิธีควบคุม ซึ่งมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้น้อยกว่ากรรมวิธีควบคุมเช่นกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ตารางที่ 11 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total Soluble Solids; TSS) (°Brix) ของมะเขือเทศพันธุ์ปริ้นเซส 70 ในผลผลิตที่ได้รับแคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน

Treatments	Day after storage (Days)				Average
	0	7	14	21	
no Ca-B	7.76	6.13	6.63	7.00	6.88b
Ca-B 0.25%	7.83	7.38	7.43	7.35	7.50a
Ca-B 0.5%	7.45	7.18	6.93	7.05	7.15ab
Average	7.68	6.90	7.00	7.13	
		F-test			C.V. (%)
treatments (A)		*			19.43
Day after storage (B)		**			25.65
AxB		ns			25.65

Different letters above the bars indicate significant ($P < 0.05$) differences according to the Duncan's new multiple range test, ns = not significantly different

2.2 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้

ภายหลังการเก็บเกี่ยวมะเขือเทศทั้งสามกรรมวิธีมีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยมีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ 0.59-0.66% (ตารางที่ 12) หลังเก็บรักษามะเขือเทศนาน 21 วัน พบว่า ทุกกรรมวิธีมีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเท่ากับ 0.44-0.56% ซึ่งมะเขือเทศเป็นผลิตผลประเภท climacteric เมื่อสุกจะมีปริมาณกรดเพิ่มขึ้น หรือลดลง แต่เนื่องจากระยะเก็บเกี่ยวเลยจุดอัตราการหายใจสูดสุดและสุกบนต้นแล้ว ส่งผลให้ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ลดลง เนื่องจากนำไปใช้ในกระบวนการหายใจ (ศิริลักษณ์, 2537) สอดคล้องกับการทดลองของ Sahin *et al*. (2015) ที่พบว่า แคลเซียมโบรอนไม่ส่งผลต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของมะเขือเทศ พันธุ์ Sedir F1 Mohammad *et al.,* (2016) ได้รายงานว่า มะเขือเทศเชอรี่ที่ได้รับสารละลายแคลเซียม สารละลายโบรอน หรือสารละลายแคลเซียมและสารละลายโบรอนไม่มีผลต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ส่วนระยะเวลาในการเก็บรักษา พบว่า ก่อนเก็บรักษามีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้มากถึง 0.63% จากนั้น มีค่าลดน้อยลงเหลือเพียง 0.49% เมื่อเก็บรักษานาน 14 และ21 วัน มีค่าเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติจากวันที่ 14 มีค่าเท่ากับ 0.53% และ 0.48%

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 12 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (Titratable acidity; TA) ของมะเขือเทศพันธุ์ปริ้นเซส 70 ในผลผลิตที่ได้รับแคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน

Treatments	Day after storage (Days)				Average
	0	7	14	21	
no Ca-B	0.59	0.48	0.52	0.50	0.52
Ca-B 0.25%	0.62	0.50	0.50	0.44	0.52
Ca-B 0.5%	0.66	0.50	0.56	0.50	0.56
Average	0.63a	0.49b	0.53b	0.48b	
		F-test		C.V. (%)	
treatments (A)		ns		15.78	
Day after storage (B)		**		23.02	
AxB		ns		23.02	

Different letters above the bars indicate significant ($P < 0.05$) differences according to the Duncan's new multiple range test, ns = not significantly different

3. คุณภาพทางชีวเคมี

3.1 ปริมาณไลโคปีน

ภายหลังการเก็บเกี่ยวมะเขือเทศที่ได้รับการพ่นแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 0.25 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณไลโคปีนสูงสุด คือ 24.90 µg/100g ในขณะที่มะเขือเทศที่ไม่ได้รับการพ่นแคลเซียมโบรอนมีปริมาณไลโคปีนต่ำสุด คือ 22.58 µg/100g หลังเก็บรักษาครบ 21 วัน พบว่า กรรมวิธีที่ได้รับแคลเซียมโบรอน 0.25% มีปริมาณไลโคปีนสูงสุด คือ 28.37 µg/100g (ตารางที่ 13) ปริมาณไลโคปีนที่เพิ่มขึ้น มีผลมาจากสีผิวของมะเขือเทศ ซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างมากกับปริมาณไลโคปีน โดยเมื่อผลโตเต็มที่จากระยะสีเขียวจนถึงระดับสีแดง ความเข้มข้นของไลโคปีนจะมีค่าเพิ่มขึ้น (Brandt *et al.,* 2006; Dumas *et al.,* 2003; Helyes *et al.,* 2006) โดยการเพิ่มขึ้นของค่า a* มีผลต่อปริมาณไลโคปีน ในขณะที่อัตราส่วน a*/b* ได้รับการรายงานว่าเป็นตัวบ่งชี้ของปริมาณไลโคปีนได้ (Arias *et al.,* 2000; Helyes *et al.,* 2006) ไลโคปีนเริ่มสะสมหลังจากระยะ beaker และในระยะ Red (Dumas *et al.,* 2003) การสังเคราะห์ไลโคปีนขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส จะถูกยับยั้งอย่างสมบูรณ์ ปริมาณไลโคปีนเพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษามะเขือเทศเป็นเวลา 3 สัปดาห์ที่ 20 องศาเซลเซียส แต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงในมะเขือเทศที่เก็บไว้ที่ 4 องศาเซลเซียส (Slimestad and Verheul 2005)

ตารางที่ 13 ปริมาณไลโคปีน (µg/100g) ของมะเขือเทศพันธุ์ปริ้นเซส 70 ในผลผลิตที่ได้รับแคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน

Treatments	Day after storage (Days)				Average
	0	7	14	21	
no Ca-B	22.58	21.43	24.39	23.56	22.99b
Ca-B 0.25%	24.90	25.37	28.45	28.37	26.77a
Ca-B 0.5%	23.41	24.47	25.85	26.27	25.00a
Average	23.63a	23.76a	26.23b	26.07b	
		F-test		C.V. (%)	
treatments (A)		*		23.57	
Day after storage (B)		**		21.63	
AxB		ns		23.68	

Different letters above the bars indicate significant ($P < 0.05$) differences according to the Duncan's new multiple range test, ns = not significantly different

3.2 ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ

ภายหลังการเก็บเกี่ยวมะเขือเทศที่ได้รับการพ่นแคลเซียมโบรอนความเข้มข้น 0.25 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูงสุด คือ 38.78 µmol/g ในขณะที่มะเขือเทศที่ไม่ได้รับการพ่นแคลเซียมโบรอนมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระต่ำสุด คือ 28.04 µmol/g หลังเก็บรักษาครบ 21 วัน พบว่า กรรมวิธีที่ได้รับแคลเซียมโบรอน 0.25% มีปริมาณไลโคปีนสูงสุด คือ 34.55 µmol/g (ตารางที่ 14) ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ มีผลมาจากสารไลโคปีน เนื่องจากสารไลโคปีนมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระสามารถช่วยลดการเกิดมะเร็งในลำไส้และมะเร็งต่อมลูกหมากได้ (Beckles, 2012)

ตารางที่ 14 ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ (µmol/g) ของมะเขือเทศพันธุ์ปริ้นเซส 70 ในผลผลิตที่ได้รับแคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน

Treatments	Day after storage (Days)				Average
	0	7	14	21	
no Ca-B	28.04	27.73	24.30	29.84	27.48b
Ca-B 0.25%	38.78	35.66	35.26	34.55	36.05a
Ca-B 0.5%	34.00	34.37	33.91	33.24	33.88ab
Average	33.60	32.59	31.16	32.54	
		F-test		C.V. (%)	

กรมวิชาการเกษตร

treatments (A)	**	23.53
Day after storage (B)	ns	24.99
AxB	ns	14.29

Different letters above the bars indicate significant (P < 0.05) differences according to the Duncan's new multiple range test, ns = not significantly different

5. การเกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยว

ภายหลังการเก็บเกี่ยวมะเขือเทศทั้ง 3 กรรมวิธี ไม่พบการเกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยวแต่เมื่อเก็บรักษานาน 21 วัน มะเขือเทศที่ไม่ได้รับแคลเซียมโบรอนในกรรมวิธีควบคุมมีการเกิดโรคหลังการเก็บเกี่ยวสูงสุดโดยพบเชื้อราที่บริเวณขั้วผล (ตารางที่ 15)

ตารางที่ 15 ดัชนีการเกิดโรค (%) ของมะเขือเทศพันธุ์ปริ้นเซส 70 ในผลผลิตที่ได้รับแคลเซียมก่อนการเก็บเกี่ยว โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 21 วัน

Treatments	Day after storage (Days)				Average
	0	7	14	21	
no Ca-B	0	0	2.89	3.98	1.72a
Ca-B 0.25%	0	0	1.12	2.12	0.81b
Ca-B 0.5%	0	0	1.32	2.84	1.04b
Average	0a	0b	1.78a	2.98a	

	F-test	C.V. (%)
treatments (A)	**	13.45
Day after storage (B)	*	12.65
AxB	ns	19.34

Different letters above the bars indicate significant (P < 0.05) differences according to the Duncan's new multiple range test, ns = not significantly different

กรมวิชาการเกษตร

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

การทดลองที่ 2.1 การใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนตในการล้างทำความสะอาดเพื่อลดสารตกค้างใน กะหล่ำปลี คะน้า พริกชี้ฟ้า

1. จากการทดลองพบว่าการใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้น 100 และ 500 ppm มีแนวโน้มในการลดปริมาณสารตกค้าง เมวินฟอส ไดอะซีนอน อีไทออน และโปรฟีโนฟอส ในคะน้าและพริกชี้ฟ้าได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่นๆ

2. ตัวอย่างคะน้าตรวจพบเมวินฟอสซึ่งเป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 4 ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เลขที่ 387 พ.ศ. 2560

3. ปริมาณสารตกค้างที่ตรวจพบอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค

4. ศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องระยะเวลาในการล้างด้วยเทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนต

การทดลองที่ 2.2 การเก็บรักษาด้วยเทคนิคซุปเปอร์คูลิงค์ (super-cooling) ต่อคุณภาพของ กะหล่ำปลี พริกชี้ฟ้า มันฝรั่ง

พริกชี้ฟ้ามีอาการเหี่ยวโดยเฉพาะที่ขั้วผล มีการเปลี่ยนแปลงสีจากสีแดงอ่อนเป็นสีแดงใน 7 วันแรกของการเก็บรักษา หลังจากนั้นสีผลมีสีแดงเข้มและเริ่มเหี่ยว บางผลพบการเกิดโรค มันฝรั่งจากจังหวัดเชียงใหม่เก็บรักษาเบื้องต้นที่อุณหภูมิ 4$\pm$2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2 เดือน พบการงอกของหัวพันธุ์มันฝรั่งเกิดขึ้น) ซึ่งมันฝรั่งเป็นพืชที่มีอายุการเก็บรักษาในห้องเย็นได้ไม่เกิน 6 เดือน จะเกิดการงอกของตา การดำเนินการทดลองซุปเปอร์คูลิงค์ (super-cooling) ไม่สามารถดำเนินการทดลองต่อได้ เนื่องจากการทดลองการเก็บรักษาด้วยเทคนิคซุปเปอร์คูลิงค์ (super-cooling) จำเป็นต้องใช้เครื่องมือนำเข้าจากต่างประเทศ

การทดลองที่ 2.3 การให้แคลเซียมเพื่อรักษาคุณภาพและลดการเกิดโรคของมะเขือเทศในระหว่างการเก็บรักษา

มะเขือเทศที่ได้รับการพ่นแคลเซียมโบรอน ความเข้มข้น 0.25% ให้น้ำหนักผลต่อต้น ขนาดผล ค่าสีแดงผล ค่าความแน่นเนื้อผล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณไลโคปีน และปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่น เมื่อนำมะเขือเทศไปเก็บรักษาเป็นเวลา 21 วัน พบว่า มะเขือเทศที่ได้รับการพ่นแคลเซียมโบรอนทั้งสองกรรมวิธีให้คุณภาพผลดีกว่ามะเขือเทศในกรรมวิธีควบคุมที่ไม่ได้รับการ พ่นแคลเซียมโบรอนและยังช่วยลดการเกิดโรคในระหว่างการเก็บรักษาได้อีกด้วย

กรมวิชาการเกษตร

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การทดลองที่ 1.1 การใช้กรดซาลิไซลิกในการป้องกันโรคแอนแทรคโนสของพริกชี้ฟ้าที่เกิดจากเชื้อ *Colletotrichum* sp.

1. นำกรดซาลิไซลิก ไปการขยายผลโดยถ่ายทอดเทคโนโลยีไปยังหน่วยงานภูมิภาคของกรมวิชาการเกษตร ในแปลงเกษตรกรและผู้ที่สนใจปลูกพริกที่ปลอดภัยและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม จังหวัดนครปฐม จังหวัดอุบลราชธานี จังหวัดศรีสะเกษและอำนาจเจริญและถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (ศพก.) เพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรหันมาผลิตพริกอินทรีย์หรือพริกปลอดภัย ตลอดจนเกษตรแปลงใหญ่ ภายใต้โครงการขับเคลื่อนการใช้กรดซาลิไซลิกในการป้องกันโรคแอนแทรคโนสพริก

2. เกษตรกรสามารถนำกรดซาลิไซลิกไปใช้ในการผลิตพริกในแปลงพริกอินทรีย์ หรือแปลงเกษตรปลอดภัย ตอบสนองนโยบายของรัฐบาลที่มุ่งเน้นลดการใช้เคมีทางการเกษตร ซึ่งช่วยลดสารตกค้างทั้งในผลิตผลและสภาพแวดล้อม เกิดความปลอดภัยต่อเกษตรผู้ใช้ ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม และผลผลิตที่ได้จะมีราคาสูงกว่าผลผลิตที่ใช้สารเคมี ทำให้เกษตรกรมีรายได้มากขึ้นทำให้เกิดคุณภาพชีวิตและสุขอนามัยที่ดี

3. ลดปัญหาการกีดกันทางการค้าในการส่งออกผลผลิตพริก ภายใต้เงื่อนไขขององค์การการค้าโลก (WTO) เนื่องจากไม่มีปัญหาในเรื่องของสารตกค้างในผลผลิต

4. นักวิชาการที่เกี่ยวข้องสามารถนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้กับการวิจัยทางด้านการใช้สารเคมีที่ปลอดภัยในวิธีป้องกันกำจัดโรคพืชอื่นๆ ได้ และเป็นการส่งเสริมการศึกษาวิจัยการนำกรดซาลิไซลิกมาใช้ให้เกิดประโยชน์มากขึ้นในประเทศไทย

5. สามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีให้ภาคเอกชนเพื่อพัฒนาและต่อยอดผลิตเชิงพาณิชย์ในอนาคต

การทดลองที่ 1.2 การลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชในการผลิตกะหล่ำปลีโดยใช้วิธีแบบผสมผสานในโรงเรือนและสภาพแปลง

การทดสอบประสิทธิภาพของสารไคโตซานในการควบคุมโรคและแมลงศัตรูพืชในโรงเรือน (ปีงบประมาณ 2562-2563) ได้เทคโนโลยีการลดการใช้สารเคมีในการควบคุมโรคและแมลงศัตรูพืชที่เหมาะสมของกรมวิชาการเกษตร (อัตราสารไคโตซาน 200 ppm/น้ำ 20 ลิตร+การใช้สารชีวภัณฑ์ BT+กาวดักแมลง) ที่เหมาะสมสำหรับการลดการใช้สารเคมีในการผลิตกะหล่ำปลีในโรงเรือนและสภาพแปลง เมื่อนำเอาเทคโนโลยีจากการทดสอบในการทดลองที่ 1 มาทดสอบในแปลงเกษตรกรจำนวน 10 แปลง (ปีงบประมาณ 2563-2564) เพื่อเปรียบเทียบวิธีเกษตรกรที่ใช้สารเคมีในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืชกับเทคโนโลยีการลดการใช้สารเคมีในการควบคุมโรคและแมลงศัตรูพืชที่เหมาะสมของกรมวิชาการเกษตร จากผลการทดลองที่ได้สารไคโตซานอัตรา 200 ppm.ต่อน้ำ 20 ลิตร สามารถเพิ่มความแข็งแรงให้แก่กะหล่ำปลีในการป้องกันแมลงศัตรูและสามารถลดการใช้สารเคมีได้ แต่เกษตรกรควรเพิ่มความถี่ในการพ่น เมื่อพบว่ามีการระบาดของแมลงที่เพิ่มขึ้น

การทดลองที่ 2.1 การใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนตในการล้างทำความสะอาดเพื่อลดสารตกค้างใน กะหล่ำปลี คะน้า พริกชี้ฟ้า

1. จากการทดลองพบว่าการใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ความเข้มข้น 100 ppm มีแนวโน้มในการลดปริมาณสารตกค้าง เมวินฟอส ไดอะซีนอน อีไทออน และโปรฟีโนฟอส ในคะน้าและพริกชี้ฟ้าได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่นๆ

กรมวิชาการเกษตร

2. ตัวอย่างคะน้าตรวจพบเมวินฟอสซึ่งเป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 4 ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เลขที่ 387 พ.ศ. 2560

3. ปริมาณสารตกค้างที่ตรวจพบอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค

4. ศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องระยะเวลาในการล้างด้วยเทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนต

การทดลองที่ 2.2 การเก็บรักษาด้วยเทคนิคซุปเปอร์คูลิงค์ (super-cooling) ต่อคุณภาพของ กะหล่ำปลี พริกชี้ฟ้า มันฝรั่ง

การดำเนินการทดลองซุปเปอร์คูลิงค์ (super-cooling) ไม่สามารถดำเนินการทดลองต่อได้ เนื่องจากการทดลองการเก็บรักษาด้วยเทคนิคซุปเปอร์คูลิงค์ (super-cooling) จำเป็นต้องใช้เครื่องมือนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ทำให้ยังไม่สามารถนำเข้าเครื่องมือจากประเทศญี่ปุ่นได้ และเจ้าหน้าที่ทางเทคนิคจากบริษัทจากประเทศญี่ปุ่นไม่สามารถเดินทางมาประเทศไทยได้ หากมีโอกาสทดลองน่าจะนำเทคนิคซุปเปอร์คูลิงค์มาประยุกต์ใช้ในการเก็บรักษาผลผลิตทางการเกษตร

การทดลองที่ 2.3 การให้แคลเซียมเพื่อรักษาคุณภาพและลดการเกิดโรคของมะเขือเทศในระหว่างการเก็บรักษา

นำผลงานวิจัยนี้ไปถ่ายทอดให้เกษตรกรของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนปลูกมะเขือเทศปลอดสารพิษ อำเภอดอนตูม จังหวัดนครปฐม เพื่อนำเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้ในในปลูกมะเขือเทศต่อไป

กรมวิชาการเกษตร

บรรณานุกรม

โครงการการลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชและการรักษาคุณภาพของพริกชี้ฟ้า กะหล่ำปลี คะน้า มันฝรั่ง มะเขือเทศ

กิจกรรมที่ 1 การใช้สารเคมีกลุ่มปลอดภัย ชีวภัณฑ์ ในการจัดการศัตรูพืชกับพริกชี้ฟ้าและกะหล่ำปลีในสภาพโรงเรือนและสภาพแปลง

การทดลองที่ 1.1 การใช้กรดซาลิไซลิกในการป้องกันโรคแอนแทรคโนสของพริกชี้ฟ้าที่เกิดจากเชื้อ *Colletotrichum* sp.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2562. สถานการณ์การผลิตพริกในประเทศไทย ปี 2562. สืบค้นจาก https://production.doae.go.th/service. [8 มกราคม 2562]

จริงแท้ ศิริพานิช. 2549. ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช.ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ, กรุงเทพฯ

บุญญวดี จิระวุฒิ รัตตา สุทธยาคม อมรา ชินภูติ และเสริมสุข สลักเพ็ชร์. 2555. โรคขั้วหวีเน่าของกล้วยหอมทองและการควบคุมโดยใช้สารปลอดภัย. สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตรคลังผลงานวิจัย กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ. สืบค้นจาก: http://www.doa.go.th/research/showthread.php?tid=13 [13 มิถุนายน 2560]

วีระณีย์ ทองศรี. 2560. การควบคุมโรคใบจุดของกล้วยหอมทองโดยใช้กรดซาลิไซลิก. ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ. 17 หน้า

ศิริพงษ์ คุ้มภัย และพรพิมล อธิปัญญาคม. 2554. โรคแอนแทรคโนสพริก. หน้า 3-4. คู่มือโรคผักและการป้องกันกำจัด. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์. 2544. กรดจัสโมนิก สืบค้นจาก: https://th.wigipedia.org/w/index.php [25 เมษายน 2559]

อุดมศักดิ์ เลิศสุชาตวนิช. 2563. รู้ทันโรคพืช. คู่มือดูแลสุขภาพต้นไม้ด้วยตนเอง. ภาควิชาโรคพืช มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.สำนักพิมพ์บ้านและสวน ชุดคู่มือเกษตร. กรุงเทพฯ. 128 หน้า

Bradleyet, D.J., Kjellbom, P. and Lamp, C.J. 1992. Elicitor and wound-induced oxidative cross-linking of a protein-rice plant cell wall protein: a novel, rapid defense response. Cell. 70:21-30.

Davies, P.J 1995. Plant hormones. Kluwer Academic publisher Dordrecht. Natherland. 833 p.

Malamy, J., Klessig, D.F. and Raskin, I. 1990. Salicylic acid: A likely endogenous signal in the resistance response of tobacco to viral infection. Science 250: 1002-1004.

Yu, T., C. Jishuang C. Rongle, H. Bin, L. Donghong and Z. Xiaodong. 2007. Biocontrol of blue and gray mold diseases of pear fruit by integration of antagonistic yeast with salicylic acid. Inter. J. Food Micro. 116:339-345.

Zainuri, D.C., A.H.Wearing, l. Coates and L. Terry' 2001. Effects of phosphonate and salicylic acid treatments on anthracnose disease development and ripening of "Kensington Pride" mango fruit. Aust. J. Exp. Agric. 41:805-813.

การทดลองที่ 1.2 การลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชในการผลิตกะหล่ำปลีโดยใช้วิธีแบบผสมผสานในโรงเรือนและสภาพแปลง

กรมวิชาการเกษตร

ภาวดี เมธดานนท์. 2544. ความรู้เกี่ยวกับไคติน ไคโตซาน. ศูนย์เทคโนโลยีโลหะวัสดุแห่งชาติ. 10 หน้า.

สุวลี จันทร์กระจ่าง. 2544. การประยุกต์ใช้ไคติน-ไคโตซาน. หน้า 52-58. *ใน:เอกสารประกอบการบรรยายการประชุมเชิงปฏิบัติการไคตินและไคโตซานจากวัตถุดิบธรรมชาติสู่การประยุกต์ใช้*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรและกรมวิชาการเกษตร. 2561. ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตร. สืบค้นจาก : http://oldweb.oae.go.th/economicdata/pesticides.html [13 มิถุนายน 2561]

Shadihi, F., Arachchi, JKV. and Jeon, Y-J. 1999. Food applications of chitin and chitosans. Triends of Food Sciences & Technology. 10:37-51.

Yong, D. H. and Kauss, H. 1983. Release of Calcium from Suspension-Cultured Glycine max Cells by Chitosan, Other Polycations, and Polyamines in Relation to Effects on Membrane Permeability. Plant Physiol. 73: 698-702.

กิจกรรมที่ 2 การลดสารเคมีกำจัดแมลงตกค้างและการรักษาคุณภาพของ พริกชี้ฟ้า กะหล่ำปลี คะน้า มันฝรั่ง มะเขือเทศ

การทดลองที่ 2.1 การใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนตในการล้างทำความสะอาดเพื่อลดสารตกค้างใน กะหล่ำปลี คะน้า พริกชี้ฟ้า

กองพัฒนาศักยภาพผู้บริโภค. 2553. หลากหลายวิธีลดสารพิษตกค้างในผักและผลไม้, นนทบุรี: กองพัฒนาศักยภาพผู้บริโภค สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข.

เครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช Thai-PAN, 2559, ผลการเฝ้าระวังสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผักและผลไม้ประจำปี 2559, สืบค้นจาก: https://thaipan.org/sites/default/files/file/pesticide_doc24_press_4_5_2559.pdf [7 ธันวาคม 2564]

เครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช. 2558. ความ(ไม่)รู้เรื่องการล้างผัก สถานการณ์ปนเปื้อนของสารเคมี กำจัดศัตรูพืชและการทบทวนวิธีการล้างผักผลไม้ที่เหมาะสม, เอกสารประกอบการประชุมการประชุม วิชาการเพื่อเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืชประจำปี 2558, สืบค้นจาก: https://thaipan.org/wpcontent/uploads/2015/03/3.10_ankana.pdf#:~:text=1.%20%E0%B8%A5%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B8%87%E0%B8%94%E0%B9%89%E0%B8%A7%E0%B8%A2%E0%B8%99%E0%B9%8D%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B9%84%E0%B8%AB%E0%B8%A5,%E0%B8%A1%E0%B8%B2%E0%B8%81%E0%B8%84%E0%B8%A3%E0%B8%B1%E0%B9%89%E0%B8%87%E0%B9%84%E0%B8%94%E0%B9%89%E0%B8%84%E0%B9%88%E0%B8%AD%E0%B8%99%E0%B8%82%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B8%87%E0%B8%99%E0%B9%89%E0%B8%AD%E0%B8%A2) [7 ธันวาคม 2563]

พระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เลขที่ 387 (พ.ศ. 2560) เรื่องอาหารที่มีสารพิษตกค้าง, ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 134 ตอนพิเศษ 228 ง (วันที่ 18 กันยายน 2560)

ราเมศ กรณีย์ และ พิมพ์ใจ รางค์สุปรางค์. 2559. การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการล้างเพื่อขจัดสารเคมีกำจัดแมลงตกค้างในผักสด, วารสารอาหารและยา, ฉบับเดือนมกราคม-เมษายน 34-42 หน้า.

วนิดา จันทร์สม. 2556. การศึกษาเปรียบเทียบวิธีการล้างผักกะหล่ำปลี และผักกาดขาวเพื่อลดปริมาณสารพิษตกค้างกลุ่มไพรีทรอยด์, ธรรมศาสตร์เวชสาร 13 (1): 71-78.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรและกรมวิชาการเกษตร. 2561. ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตร. สืบค้นจาก: http://oldweb.oae.go.th/economicdata/pesticides.html [13 มิถุนายน 2561]

สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 3. 2549. การจัดการโรคแอนแทรคโนส (โรคกุ้งแห้ง) แบบผสมผสานในการผลิตพริกพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน. หจก. ขอนแก่นการพิมพ์. 24 หน้า.

Krol, W.T., Arsenault, T.L., Pylypiw, H.M. and Mattina, M.J.I., 2000, “Reduction of pestiside residues on produce by rinsing”, Journal of Agricultural and Food Chemistry, Vol. 48, no. 10, pp. 4666-4670.

Vuthijumnonk, J.T. and Shimbhanao, 2019, “Insectiside residue removal by microbubble treatment in fresh consumed agricultural product: a preliminary study”, International Journal of Food Engineering, Vol. 5, No. 3, pp. 205-208.

Rasolonjatovo, M. A, Cemek, M., Cengiz, M.F., Ortaç, D., Büşra, K. H., Karaman, E., Kocaman, A.T. and Göneş, S., 2017, “Reduction of methomyl and acetamiprid residues from tomatoes after various household washing solutions”, International Journal of Food Properties, 20:11, pp. 2748-2759.

Zhang, Y.S., Li, X.P., Liu, H.M., Zhang, Y.K., Zhao, F.F., Yu, Q, L.H. and Chen, J.W., 2013, “Study on universal cleaning solution in removing blended pesticide residues in Chinese cabbage”, Journal of Environmental Chemistry and Ecotoxicology, 5:8, pp. 202-207.

การทดลองที่ 2.2 การเก็บรักษาด้วยเทคนิคซุปเปอร์คูลิงค์ (super-cooling) ต่อคุณภาพของ กะหล่ำปลี พริกชี้ฟ้า มันฝรั่ง

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่. 2560. การผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งคุณภาพ. 65 หน้า.

สุชาดา พันธุ์สถิตย์วงศ์และ คมกฤต เล็กสกุล. 2562. พารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการสลายยาฆ่าแมลงด้วยเทคนิคน้ำที่กระตุ้นด้วยพลาสมา. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่* 26 (2): 147-156.

Eriksson, J.C. and Ljunggren, S., 1999, On the Mechanically Unstable Free Energy Minimum of a Gas Bubble which is Submerged in Water and Adheres to a Hydrophobic Wall, Colloid and Surface A: Physicochemical and Engineering Aspects, 159: 159–163.

การทดลองที่ 2.3 การให้แคลเซียมเพื่อรักษาคุณภาพของมะเขือเทศในระหว่างการเก็บรักษา

กรมวิชาการเกษตร. 2543 ลักษณะอาการขาดธาตุอาหารของพืช. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, นนทบุรี.

พีรเดช ทองอำไพ. 2529. *ฮอร์โมนพืชและการสังเคราะห์: แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย*. หจก.ไดนามิคการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

ไพโรจน์ จ่วงพานิช. 2525. หลักวิชาโรคพืช. พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 393 น.

มุกดา สุขสวัสดิ์. 2544. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 344 น.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2552. ธาตุอาหารพืช. พิมพ์ครั้งที่ 3, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร

วิจิตร วังใน. 2550. ธาตุอาหารกับการผลิตไม้ผล. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วิจิตร วังใน. 2552. ธาตุอาหารกับการผลิตพืชผล. วี.บี บุ๊คเซ็นเตอร์, กรุงเทพฯ

ศิริลักษณ์ วุฒิกุล. 2537. การหายใจ การผลิตเอทิลีน และองค์ประกอบทางคุณภาพของมะเขือเทศสีดา (เบอร์ 2) ซึ่งเก็บเกี่ยวในระยะต่างๆ ของการสุก (ปริญาโท คณะเกษตร กำแพงแสน ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2537), 25 น.

เศวต ปั้นโต. 2549. เกษตรธรรมชาติ. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย, เชียงราย 278 น.

สายน้ำผึ้ง เหลาพะวัง เจนจิรา ชุมภูคำ และอิษยา นะมิกิ. 2562. ผลของแคลเซียมโบรอนและจิบเบอเรลลิคแอซิดต่อการพัฒนาคุณภาพผลผลิตพลับพันธุ์ฟูยู. Thai Journal of Science and Technology 8(1): 10-19.

สถิต วิมล. 2532. การผลิตมะเขือเทศเพื่อการค้า. มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่. 153 น.

สุมาลี สุทธิประดิษฐ์. 2536. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา. 349 น.

อาริยา จูดคง นันทิการ์ เสนแก้ว อภิญญา สุราวุธ สรัญญา ช่วงพิมพ์ พิรุณ ติระพัฒน์ และ เขมิการ์ โขมพัตร. 2551. ผลของการให้แคลเซียมและโบรอนต่อปริมาณผลผลิตและคุณภาพของพริกชี่ที่ปลูกในดินร่วนปนทราย. รายงานสิ้นสุดการทดลอง ปี 2551 สำนักวิจัย และพัฒนาการเกษตร เขตที่ 8 จังหวัดสงขลา. สืบค้นจาก: https://www.doa.go.th/oard8/wp-content/uploads/2019/08/v5801-27.pdf [24 ธันวาคม 2564]

Arias, R., Lee T.C., Logendra L., and Janes H., 2000. Correlation of lycopene measured by HPLC with the L*, a*, b* color readings of a hydroponic tomato and the relationship of maturity with color and lycopene content. Agricultural and Food Chemistry., 48:1697-1702 doi:10.1021/jf990974e. [24 ธันวาคม 2564]

Beckles, D.M., 2012. Factors affecting the postharvest soluble solids and sugar content of tomato (Solanum lycopersicum L.) fruit. Postharvest Biology and Technology., 63: 129-140.

Benzie, I.F. and Strain, J.J. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. Analytical biochemistry 239(1): 70-76.

Brandt S., PékZ, Barna E., Lugasi, A., Helyes, L., 2006. Lycopene content and color of ripening tomatoes as affected by environmental conditions. Science of Food and Agriculture., 86:568-572. doi:10.1002/jsfa.2390.

Dale G. B. and K. M. Lukaszewski. 1998. Boron in plant structure and function. Plant Physiology. Plant Mol. Biol. 49: 481-500.

Dong, T., R. Xia, Z. Xiao, P. Wang, and W. Song. 2009. Effect of pre-harvest application of calcium and boron on dietary fibre, hydrolases and ultrastructure in ‘Cara Cara’navel orange (Citrus sinensis L. Osbeck) fruit. Scientia horticulturae 121(3): 272-277.

Dumas, Y., Dadomo M., Di Lucca G., and Grolier P., 2003. Effects of environmental factors and agricultural techniques on antioxidant content of tomatoes, Science of Food and Agriculture., 83, 369–382.

กรมวิทยาศาสตร์

Ekinci, M., ESRİNGÜ, A., Dursun, A., Yildirim, E., Turan, M., KARAMAN, M. R., and Arjumend, T. 2015. Growth, yield, and calcium and boron uptake of tomato (Lycopersicon esculentum L.) and cucumber (Cucumis sativus L.) asaffected by calcium and boron humate application in greenhouse conditions. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 39(5): 613-632.

Elhadi, M.Y., Jorge M.F., and Lisa K., 2019. Postharvest Losses and Waste. Postharvest Technology of Perishable Horticultural Commodities, 43-67.

Eriksson, M., Ghosh, R., Mattsson, L., and Ismatov, A., 2017. Take-back agreements in the perspective of food waste generation at the supplier-retailer interface. Resour. Conserv. and Recycling. 122, 83–93. doi: 10.1016/j.resconrec.2017.02.006.

Feungchan, S. 1995. HorticulturalMineral Nutrients. Khon Kaen University Press, Khon Kaen. 604. (in Thai)

Gordon, A. and D.M. Barrett. 2007. Standard of a rapid spectrophotometrix method for lycopene analysis. Acta Horticulturae. 758: 111-128.

Haleema, B., Rab, A., and Hussain, S. A. (2018). Effect of Calcium, Boron and Zinc Foliar Application on Growth and Fruit Production of Tomato. Sarhad Journal of Agriculture 34(1): 19-30.

Helyes, L., Zoltán P., Lugasi, A., 2006. Tomato fruit quality and content depend on stage of maturity. HortScience., 41:1400-1401.

Islam, M.Z., Mele, M.A., Baek, J.P., and Kang H.M. 2016. Cherry tomato qualities affected by foliar spraying with boron and calcium. Horticulture, Environment, and Biotechnology. 57(1): 46–52.

Kaipia, R., Dukovska-Popovska, I., and Loikkanen, L., 2013. Creating sustainable fresh food supply chains through waste reduction. Int. Physical Distribution Management. 43, 262–276. doi: 10.1108/IJPDLM-11-2011-0200.

Khamwaree, N., and Khurnpoon, L. 2016. Effect of Calcium Boron Solution and Non-irrigation Before Harvesting on Growth and Quality in Muskmelon (Cucumis melo L. var. recticulatus). International Journal of Agricultural Technology 12(7.1): 1297-1305.

Kirby, E.A. and D.J. Pilbeam. 1984. Calcium as a plant nutrient. Plant Cell Environ. 7: 397-405.

Marschner, H. 1986. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press. London, UK.

Marschner, P., 2012. Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants, 3. Ed. Academic Press, London.

Mattsson, L., Williams, H., and Berghel, J. 2018. Waste of fresh fruit and vegetables at retailers in Sweden – Measuring and calculation of mass, economic cost and climate impact. Resour. Conserv. and Recycling. 130, 118–126. doi: 10.1016/j.resconrec.2017.10.037.

Mohammad, Z.I., Mahmuda, A.M., Jun, P.B. and Kang, H.M., 2016. Cherry Tomato Qualities Affected by Foliar Spraying with Boron and Calcium. Hortic. Environ. Biotechnol., 57(1):46-52.

กรมวิชาการเกษตร

Muengkaew, R., K. Whangchai, and P. Chaiprasart. 2018. Application of calcium–boron improve fruit quality, cell characteristics, and effective softening enzyme activity after harvest in mango fruit (*Mangifera indica* L.). Horticulture, Environment, and Biotechnology 59(4): 537-546.

Ortiza, A., J. Graellb, and I. Laraa. 2011. Pre harvest calcium applications inhibit some cell wall -modifying enzyme activities and delay cell wall disassembly at commercial harvest of 'Fuji Kiku-8' apples. Postharvest Biology and Technology 62(2): 161–167.

Petchhong, D., and Khurnpoon, L. 2017. Effect of Preharvest Calcium Sprayed on Growth and Fruit Quality of Cherry Tomato cv. Red Lady. Technology 13(7.1): 1301-1307.

Picchioni, G. A., A. E. Watada, W. S. Conway, B. D. Whitaker, and C. E. Sams. 1998. Postharvest calcium infiltration delays membrane lipid catabolism in apple fruit. Journal of Agricultural and Food Chemistry 46: 2452-2457.

Poovaiah, B.W., G.M. Glenn and A.S.N. Reddy. 1988. Calcium and fruit softening. Physiology and biochemistry. Horticulture Reviews 10: 107-152.

Poovaiah, B.W. and A.S.N. Reddy. 1993. Calcium and signal transduction in plants. Critical Reviews in Plant Science. 12: 185-211.

Price, C.E. 1982. A review of factor influencing the penetration of pesticides through plant leaves, 237-252. *In* Cutler, D.F. *et al*., eds. The Plant Cuticle. Academic Press, London.

Sahin, S., Gebologlu, N., and Karaman, M. R. 2015. Interactive effect of calcium and boron on growth, quality and mineral content of tomato (Solanum lycopersicon L.). Fresenius Environmental Bulletin 24(5): 1624-1628.

Salim, B. B. M., El-Gawad, A., Gamal, H., El-Yazied, A., and Hikal, M. 2019. Effect of Calcium and Boron on Growth, Fruit Setting and Yield of Hot Pepper (Capsicum annuum L.). Egyptian Journal of Horticulture 46(1): 53-62.

Sen, F., I. Karacali, M. E. Irget, O. L. Elmaci, and M. Tepecik. 2010. A new strategy to enrich calcium nutrition of fruit: synergistic effects of postharvest foliar calcium and boron sprays. Journal of plant nutrition 33(2): 175-184.

Senevirathna, P. A. W. A. N. K., and W. A. M. Daundasekera. 2010. Effect of postharvest calcium chloride vacuum infiltration on the shelf life and quality of tomato (cv.'Thilina'). Ceylon Journal of Science (Biological Sciences) 39(1): 35–44.

Slimestad, R. and Verheul M.J. 2005. Seasonal variations in the level of plant constituents in greenhouse production of cherry tomatoes, Agricultural and Food Chemistry., 53, 3114–3119.

Sousa, A.R., Oliveira, J.C., and Sousa-Gallagher, M.J. 2017. Determination of the respiration rate parameters of cherry tomatoes and their joint confidence regions using closed systems. Food engineering. 206, 13–22. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2017.02.026.

Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L. and Byrne, D. H. 2006. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. food composition and analysis 19(6-7): 669-675.

Tsantili, E., K. Konstantinidis, P. E. Athanasopoulos, and C. Pontikis. 2002. Effects of postharvest calcium treatments on respiration and quality attributes in lemon fruit during storage. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology 77(4): 479–484.

Tumwesigye, K.S., Sousa, A.R., Oliveira, J.C., and Sousa-Gallagher, M.J. 2017. Evaluation of novel bitter cassava film for equilibrium modified atmosphere packaging of cherry tomatoes. Food Packaging and Shelf Life. 13, 1–14. doi: 10.1016/j.fpsl.2017.04.007.

Van Goor, B.J. 1973. Penetration of surface applied 45 Ca into apple fruit. J. Hort. Sci. 48: 261-270.

กรมวิชาการเกษตร

ภาคผนวก ก

กิจกรรมที่ 1 การใช้สารเคมีกลุ่มปลอดภัย ชีวภัณฑ์ ในการจัดการศัตรูพืชกับพริกชี้ฟ้าและกะหล่ำปลีในสภาพโรงเรือนและสภาพแปลง

ขั้นตอนการดำเนินงาน

การทดลองที่ 1.1 การใช้กรดซาลิไซลิกในการป้องกันโรคแอนแทรคโนสของพริกชี้ฟ้าที่เกิดจากเชื้อ *Colletotrichum* sp.

ภาพภาคผนวกที่ ก1 การปลูกพริกชี้ฟ้าสำหรับใช้ในการทดลอง

ภาพภาคผนวกที่ ก2 การปลูกเชื้อและพ่นเชื้อแอนแทรคโนส บนผลและต้นพริกชี้ฟ้าในแปลงทดลอง

Cabendazim 1,000 ppm

SA 100 ppm

SA 250 ppm

SA 500 ppm

SA 700 ppm

SA 1,000 ppm

Control

ภาพภาคผนวกที่ ก3 การเกิดโรคแอนแทรคโนสในพริกชี้ฟ้าหลังจากพ่นสารป้องกันโรคพืชคาเบนดาซิม กรดซาลิไซลิกในแต่ละความเข้มข้นและการพ่นน้ำเปล่า

ภาพภาคผนวกที่ ก4 ต้นและผลพริกชี้ฟ้าก่อนการพ่นเชื้อแอนแทรคโนสและการพ่นสารป้องกันโรคพืช คาเบนดาซิม กรดซาลิไซลิกในแต่ละความเข้มข้นและการพ่นน้ำเปล่า

การทดลองที่ 1.2 การลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชในการผลิตกะหล่ำปลีโดยใช้วิธีแบบผสมผสานในโรงเรือนและสภาพแปลง

การทดลองที่ 1.2.1 ทดสอบประสิทธิภาพของสารไคโตซานในการควบคุมโรคและแมลงศัตรูพืชในโรงเรือน

(ก) การเพาะกล้ากะหล่ำปลี ณ ศูนย์วิจัยการเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ จ.เพชรบูรณ์

(ข) การพ่นสารตามกรรมวิธี

(ค) การบันทึกการเจริญเติบโตกะหล่ำปลี อายุ 30 วัน

(ง) การเก็บเกี่ยวกะหล่ำปลี และนำผลผลิตมาชั่งน้ำหนัก และวัดขนาดหัว

ภาพภาคผนวกที่ ก5 การผลิตกะหล่ำปลีโดยใช้วิธีแบบผสมผสานในโรงเรือน (ก-ง)

การทดลองที่ 1.2.2 ทดสอบประสิทธิภาพของสารไคโตซานในการควบคุมโรคและแมลงศัตรูพืชในสภาพแปลงปลูก

(ก) การพ่นสารไคโตซานตามกรรมวิธี

(ข) การบันทึกการเจริญเติบโตกะหล่ำปลี

(ค) การนำผลผลิตมาชั่งน้ำหนัก และวัดขนาดหัว

ภาพภาคผนวกที่ ก6 การผลิตกะหล่ำปลีโดยใช้วิธีแบบผสมผสานในสภาพแปลงปลูก (ก-ค)

กรมวิชาการเกษตร

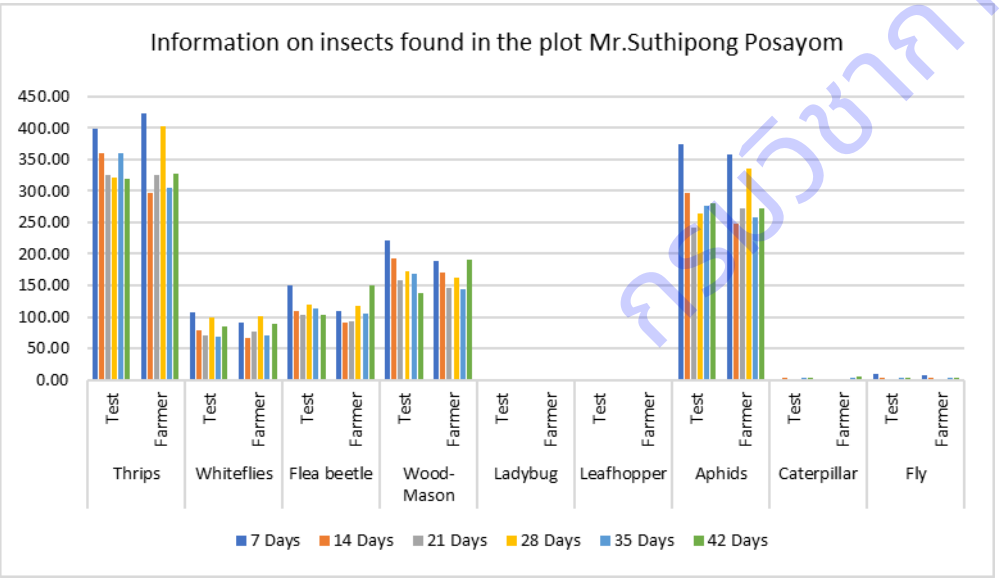
ตารางภาคผนวกที่ ก1 ต้นทุนและผลตอบแทนของผู้ปลูกกะหล่ำปลี เปรียบเทียบ 2 กรรมวิธี

Name	Cost (bath)/0.5Rai		Benefit (bath)/0.5 Rai		Net profit (bath)/0.5 Rai		BCR	
	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer
1.Mr. Suthipong Polsayom	6,800	8,100	18,200	19,400	11,400	11,300	1.67	1.39
2.Mr. Chaiyan Cherdsawan	5,600	6,800	34,800	33,960	29,200	27,160	5.21	3.99
3. Mrs. Supattra Sangthong	7,900	8,800	39,340	40,950	31,440	32,150	3.97	3.65
4. Mr. Pairat Nokyungthong	6,300	7,100	28,260	27,060	21,960	19,960	3.48	2.81
5. Mr. Kitiphong Karun Borirak	5,600	6,500	23,350	24,800	17,750	18,300	3.16	2.81
6. Mr. Suwan Karunborirak	5,500	6,400	20,750	18,750	14,350	12,350	2.6	1.92
7. Mr. Pramual Niamyai	8,300	9,200	19,760	19,000	11,460	9,800	1.38	1.06
8.Mrs. Saithong Macha	5,600	6,500	22,750	21,900	17,150	15,400	3.06	2.36
9. Mr. Lamphong Saenkaew	6,900	8,900	23,400	21,250	16,500	12,350	2.39	1.38
10. Miss Naruemon Chaekue	7,000	7,700	24,400	23,550	17,400	15,850	2.48	2.05

กรมวิชาการเกษตร

ตารางภาคผนวกที่ ก2 ข้อมูลแมลงที่พบในแปลงปลูกกะหล่ำปลีของ นายสุทธิพงศ์ พลสยม

Insect name	Thrips		Whiteflies		Flea beetle		Wood-Mason		Ladybug		Leafhopper		Aphids		Caterpillar		Fly	
	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer
7 Days	397.40	422.00	107.00	90.00	151.00	109.00	222.22	189.00	1.30	1.20	0.40	0.60	373.00	358.00	0.60	0.80	9.70	7.50
14 Days	359.00	296.00	79.00	66.00	110.00	91.00	192.00	170.00	1.00	1.10	1.00	0.80	296.00	248.00	3.10	1.20	4.20	3.30
21 Days	326.00	325.00	70.00	77.00	103.00	94.00	158.00	145.00	1.10	1.10	0.70	0.90	241.00	273.00	0.60	0.90	1.20	1.30
28 Days	322.00	402.00	100.00	102.00	120.00	118.00	172.00	162.00	1.20	1.00	0.90	0.30	263.00	336.00	1.30	1.40	1.70	1.20
35 Days	359.00	305.00	69.00	70.00	114.00	105.00	168.00	144.00	1.10	1.00	0.40	0.50	277.00	258.00	4.30	3.80	3.00	2.50
42 Days	320.00	327.00	85.00	89.00	104.00	149.00	137.00	191.00	1.50	1.00	0.50	0.50	280.00	273.00	3.40	4.80	2.80	3.10

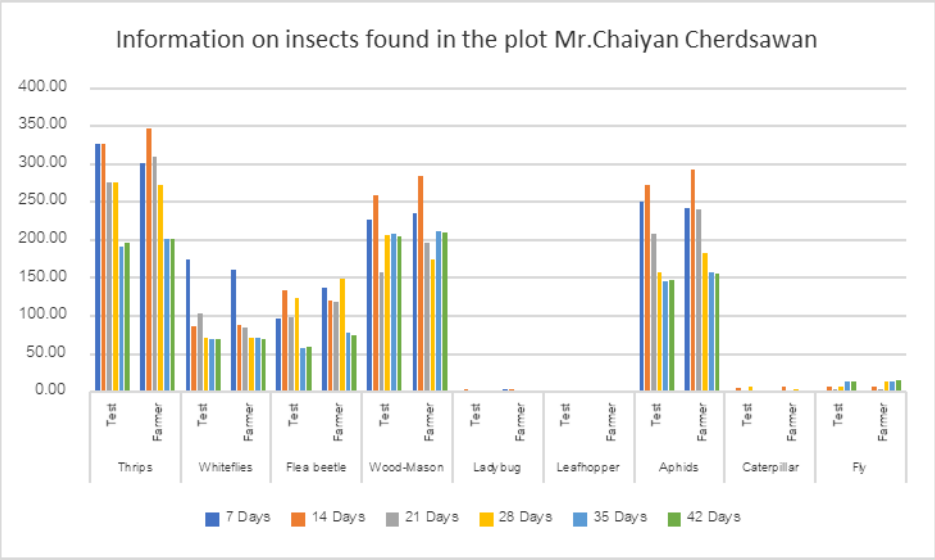


กรมวิชาการเกษตร

ตารางภาคผนวกที่ ก3 ข้อมูลแมลงที่พบในแปลงปลูกกะหล่ำปลีของนายไชยยันต์ เชิดสวรรค์

Insect name	Thrips		Whiteflies		Flea beetle		Wood-Mason		Ladybug		Leafhopper		Aphids		Caterpillar		Fly	
	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer
7 Days	327.00	301.00	175.00	160.00	97.00	137.00	226.50	235.50	2.30	3.00	1.00	1.00	251.00	242.00	1.25	1.63	2.00	1.86
14 Days	327.00	346.00	87.00	88.00	133.00	120.00	259.50	285.00	3.80	3.60	1.00	1.00	272.00	293.00	6.00	7.20	6.50	6.40
21 Days	276.00	310.00	103.00	85.00	99.00	119.00	157.00	196.00	2.00	2.56	1.40	1.20	209.00	240.00	2.29	1.80	2.89	2.88
28 Days	276.00	273.00	72.00	72.00	124.00	149.00	207.00	175.10	1.29	1.29	1.22	1.10	157.00	183.00	6.22	3.78	7.00	14.00
35 Days	192.00	202.00	69.00	72.00	57.00	78.00	208.00	212.00	1.67	1.25	1.20	1.00	145.00	157.00	1.00	1.00	13.70	14.10
42 Days	197.00	201.00	70.00	70.00	60.00	75.00	205.00	210.00	1.51	1.20	1.20	1.00	148.00	156.00	1.00	1.00	14.00	15.00

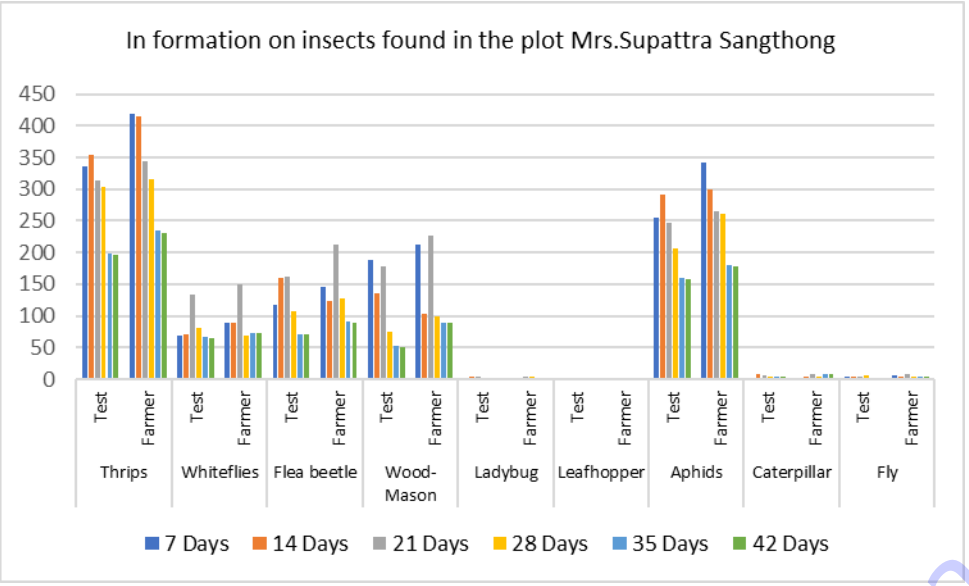
กรมวิชาการเกษตร



ตารางภาคผนวกที่ ก4 ข้อมูลแมลงที่พบในแปลงปลูกกะหล่ำปลีของนางสุพัตรา สังข์ทอง

Insect name	Thrips		Whiteflies		Flea beetle		Wood-Mason		Ladybug		Leafhopper		Aphids		Caterpillar		Fly	
	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer
7 Days	337	419	69	89	118	146	188	212	0.6	1.1	0.5	0.5	255	342	2	2.3	4.1	6.5
14 Days	354.0	415.0	70.0	90.0	160.0	123.0	135.0	104.0	3.8	2.3	2.0	1.4	292.0	299.0	7.2	4.1	4.9	4.1
21 Days	313.0	345.0	133.0	149.0	162.0	213.0	178.0	227.0	4.2	4.8	1.2	1.6	246.0	265.0	5.2	8.8	4.1	8.5
28 Days	303.0	315.0	81.0	69.0	107.0	127.0	75.0	99.0	2.4	3.7	1.3	1.3	207.0	261.0	4.0	4.2	6.1	4.2
35 Days	199.0	234.0	66.0	73.0	70.0	91.0	52.0	90.0	1.4	1.8	1.5	1.3	160.0	180.0	3.3	7.3	2.4	4.1
42 Days	196.00	230.00	65.00	73.00	70.00	90.00	50.00	90.00	1.40	1.70	1.50	1.30	158.00	178.00	3.20	7.20	2.20	4.00

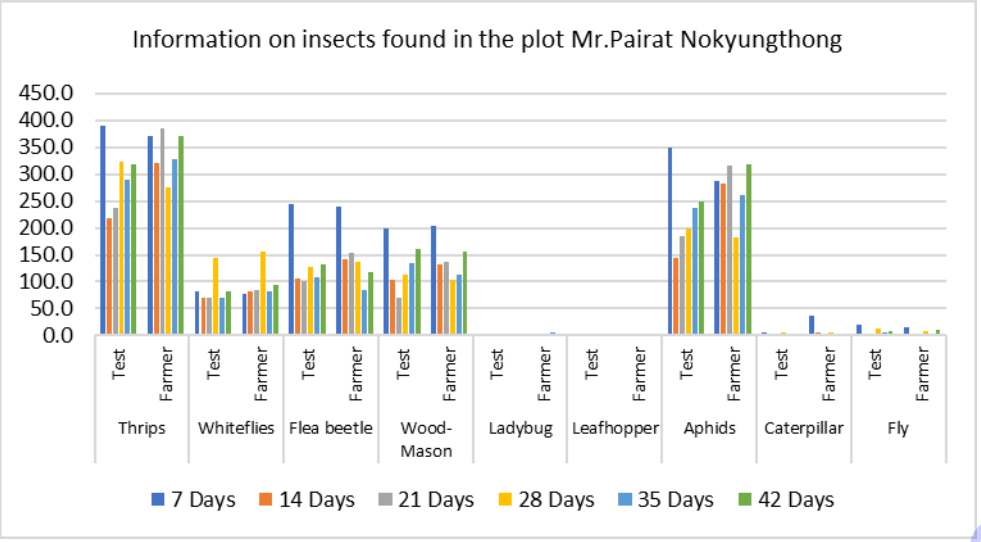
กรมวิชาการเกษตร



ตารางภาคผนวกที่ ก5 ข้อมูลแมลงที่พบในแปลงปลูกกะหล่ำปลีของ นายไพรัช นกยุงทอง

Insect name	Thrips		Whiteflies		Flea beetle		Wood-Mason		Ladybug		Leafhopper		Aphids		Caterpillar		Fly	
	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer
7 Days	390.0	370.0	82.0	78.0	243.0	239.0	200.0	204.0	2.0	1.5	1.6	1.0	349.0	287.0	6.3	35.6	20.8	14.3
14 Days	219.0	321.0	70.0	82.0	107.0	142.0	104.0	131.0	1.4	1.3	1.2	1.3	145.0	282.0	1.3	5.2	2.4	2.5
21 Days	238.0	384.0	71.0	85.0	102.0	154.0	71.0	136.0	2.3	1.7	1.2	1.3	185.0	315.0	2.3	2.1	3.9	4.2
28 Days	323.0	276.0	143.0	157.0	127.0	136.0	113.0	103.0	3.0	3.7	0.4	1.1	197.8	181.0	5.2	5.0	13.7	8.8
35 Days	290.0	327.0	70.0	82.0	109.0	85.0	135.0	112.0	4.0	5.4	0.2	0.3	238.0	261.0	1.1	0.5	5.5	4.1
42 Days	319.0	371.0	81.0	94.0	133.0	117.0	160.0	157.0	4.2	2.6	0.1	0.4	249.0	319.0	0.7	2.3	8.9	9.6

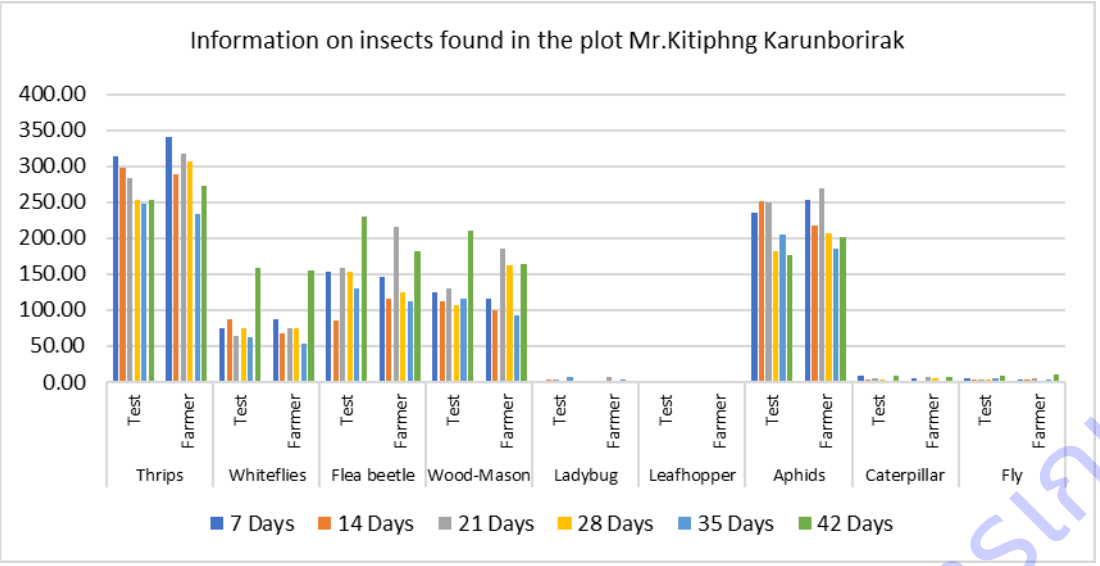
กรมวิชาการเกษตร



ตารางภาคผนวกที่ ก6 ข้อมูลแมลงที่พบในแปลงปลูกกะหล่ำปลีของ นายกิติพงษ์ การุณบริรักษ์

Insect	Thrips		Whiteflies		Flea beetle		Wood-Mason		Ladybug		Leafhopper		Aphids		Caterpillar		Fly	
name	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer
7 Days	313.00	341.00	74.00	88.00	154.00	147.00	125.00	115.00	1.86	2.56	1.38	1.25	236.00	253.00	8.90	4.70	6.11	3.20
14 Days	297.00	289.00	88.00	68.00	86.00	115.00	112.00	100.00	2.89	2.20	1.29	1.20	251.00	217.80	4.40	2.50	4.20	3.25
21 Days	284.00	317.00	65.00	74.00	158.00	216.00	131.00	186.00	3.00	7.10	2.14	2.00	249.00	269.00	5.80	6.60	3.56	5.10
28 Days	253.00	306.00	75.00	74.00	154.00	125.00	107.00	163.00	1.44	2.13	1.00	1.38	182.00	207.00	3.75	4.80	3.56	1.90
35 Days	248.00	234.00	63.00	53.00	131.00	113.00	116.00	93.00	6.70	3.20	2.63	1.57	205.00	186.00	2.44	1.71	5.10	3.20
42 Days	254.00	272.00	158.00	155.00	230.00	181.00	210.00	164.00	1.56	1.88	1.00	1.00	177.00	201.00	8.00	7.90	9.00	11.44

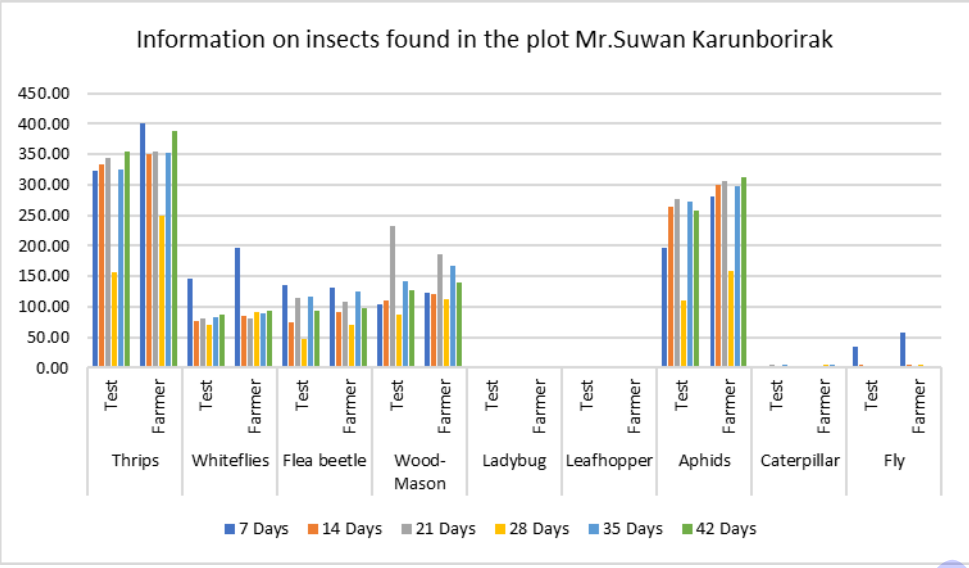
ลิขสิทธิ์การเกษตร



ตารางภาคผนวกที่ ก7 ข้อมูลแมลงที่พบในแปลงปลูกกะหล่ำปลีของ นายสุวรรณ การุณบริรักษ์

Insect name	Thrips		Whiteflies		Flea beetle		Wood-Mason		Ladybug		Leafhopper		Aphids		Caterpillar		Fly	
	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer
7 Days	323.00	401.00	145.00	196.00	135.00	131.00	104.00	123.00	1.30	2.20	0.60	0.50	196.00	281.00	1.10	0.70	34.00	56.90
14 Days	333.00	351.00	77.00	84.00	74.00	91.00	110.00	120.00	2.40	2.00	0.40	0.50	263.00	300.00	1.70	1.40	4.60	4.30
21 Days	345.00	355.00	81.00	81.00	115.00	107.00	233.00	186.00	0.80	1.40	0.30	0.30	277.00	306.00	4.00	3.00	3.10	2.10
28 Days	157.00	250.00	70.00	91.00	48.00	71.00	87.00	112.00	1.50	1.50	0.20	0.50	110.00	158.00	1.90	4.30	3.20	5.10
35 Days	325.00	352.00	83.00	90.00	117.00	124.00	142.20	166.00	0.80	1.10	0.10	0.60	273.00	297.00	4.20	4.00	1.30	1.90
42 Days	354.10	389.00	87.00	94.00	93.00	98.00	126.00	140.00	1.00	2.40	0.60	0.50	257.00	312.00	1.80	2.00	3.30	3.70

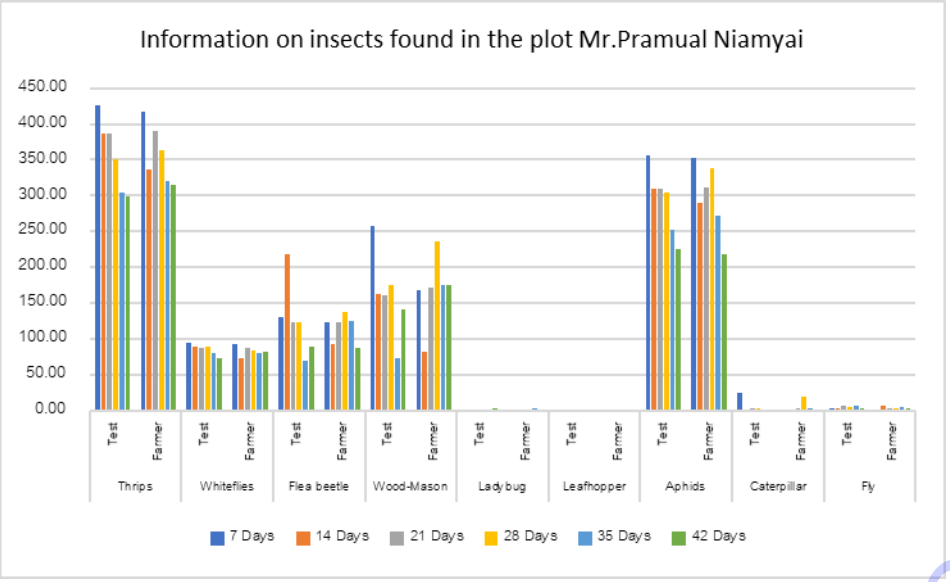
ศูนย์วิทยทรัพยากร



ตารางภาคผนวกที่ ก8 ข้อมูลแมลงที่พบในแปลงปลูกกะหล่ำปลีของ นายประมาล เนียมใย

Insect name	Thrips		Whiteflies		Flea beetle		Wood-Mason		Ladybug		Leafhopper		Aphids		Caterpillar		Fly	
	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer
7 Days	426.00	417.00	95.00	93.00	131.00	124.00	258.00	168.00	1.67	1.75	1.25	1.00	357.00	352.00	24.50	2.00	3.80	2.20
14 Days	387.00	336.00	90.00	74.00	219.00	93.00	162.00	83.00	1.56	1.17	1.00	1.00	310.00	290.00	2.17	1.40	2.80	6.20
21 Days	386.00	390.00	87.00	87.00	123.00	124.00	161.00	172.00	2.13	1.44	1.00	1.00	310.00	312.00	3.70	3.50	6.10	3.56
28 Days	351.00	363.00	89.00	84.00	123.00	138.00	176.00	236.00	1.71	1.30	1.00	1.14	305.00	339.00	3.78	20.10	5.00	4.10
35 Days	304.00	321.00	80.00	80.00	69.00	126.00	74.00	175.00	1.38	2.67	1.00	1.00	252.00	272.00	1.00	3.90	7.70	5.30
42 Days	299.00	315.00	74.00	82.00	90.00	86.80	142.00	176.00	2.56	2.33	1.00	1.20	226.00	219.00	2.44	2.00	3.20	3.22

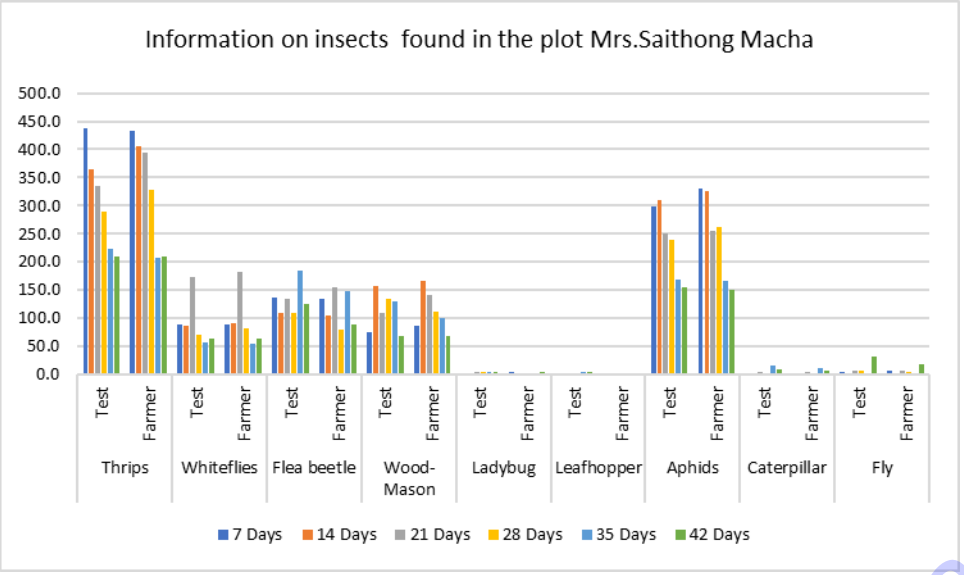
สรบ.วิชาการเกษตร



ตารางภาคผนวกที่ ก9 ข้อมูลแมลงที่พบในแปลงปลูกกะหล่ำปลีของ นางสายทอง มาชา

Insect name	Thrips		Whiteflies		Flea beetle		Wood-Mason		Ladybug		Leafhopper		Aphids		Caterpillar		Fly	
	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer
7 Days	437.8	433.0	88.0	89.0	137.0	133.0	74.0	87.0	1.5	3.2	1.0	1.6	298.0	331.0	1.4	1.2	4.2	6.8
14 Days	365	406.0	86	90.0	109	105.0	157	167.0	1.375	1.8	1	1.0	309	325.0	1.6	1.6	2.3	2.5
21 Days	336.0	395.0	172.0	182.0	133.0	154.0	110.0	141.0	3.1	2.4	1.1	1.2	250.0	255.0	3.6	4.4	5.6	5.3
28 Days	290.0	327.0	70.0	82.0	109.0	79.0	135.0	112.0	4.0	2.7	1.0	1.0	238.0	261.0	1.8	1.7	5.5	4.1
35 Days	224.0	207.0	56.0	54.0	184.0	147.0	129.0	101.0	3.7	2.0	3.0	2.5	168.0	165.0	16.1	11.3	1.7	2.6
42 Days	209.0	210.0	63.0	64.0	125.0	89.0	68.0	67.0	3.4	3.0	3.3	2.1	154.0	151.0	7.5	5.8	32.3	18.8

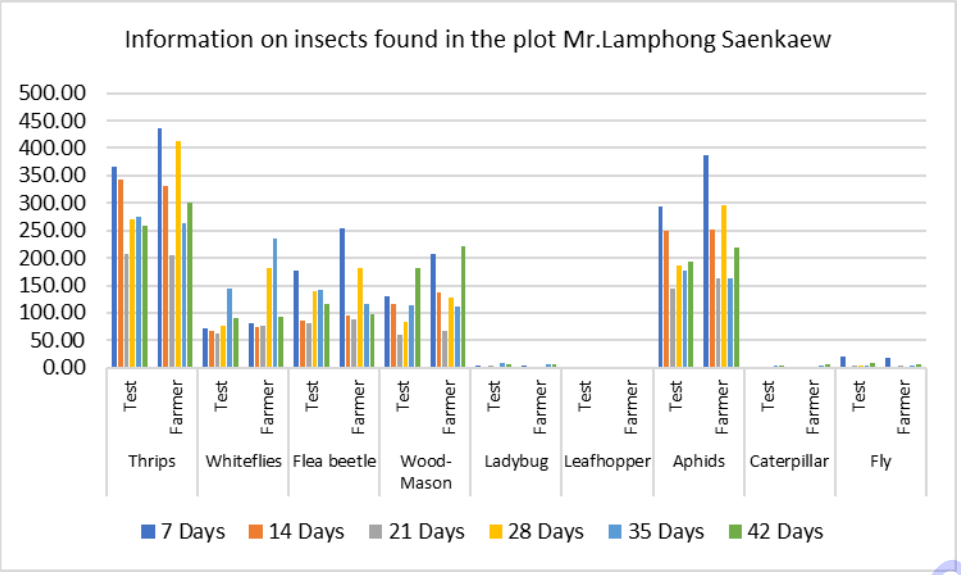
กรมวิชาการเกษตร



ตารางภาคผนวกที่ ก10 ข้อมูลแมลงที่พบในแปลงปลูกกะหล่ำปลีของ นายลำพอง แสนแก้ว

Insect name	Thrips		Whiteflies		Flea beetle		Wood-Mason		Ladybug		Leafhopper		Aphids		Caterpillar		Fly	
	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer
7 Days	365.00	437	72.00	81	177.00	255	130.00	208	3.40	4.00	1.29	1.5	293.00	386	2.30	2.89	20.10	17.20
14 Days	342	332	68	73	85	96	115	137	1.9	1.3	0.2	0.2	250	252	0.7	1.5	1.6	2
21 Days	207.00	205	62.00	76	80.00	88	61.00	66	3.00	2.33	1.20	1.13	144.00	163	1.50	1.00	4.50	3.11
28 Days	270.00	412	77.00	182	139.00	181	83.00	128	2.33	2.71	1.40	1.14	186.00	296	1.78	2.56	3.00	2.13
35 Days	276.00	263	144.00	235	142.00	115	113.00	111	8.20	6.20	1.17	1.14	177.00	164	3.30	3.22	3.22	4.80
42 Days	258.00	300	91.00	93	116.00	97	182.00	221	6.50	5.6	1.00	1	194.00	220	4.10	7.44	8.10	7.44

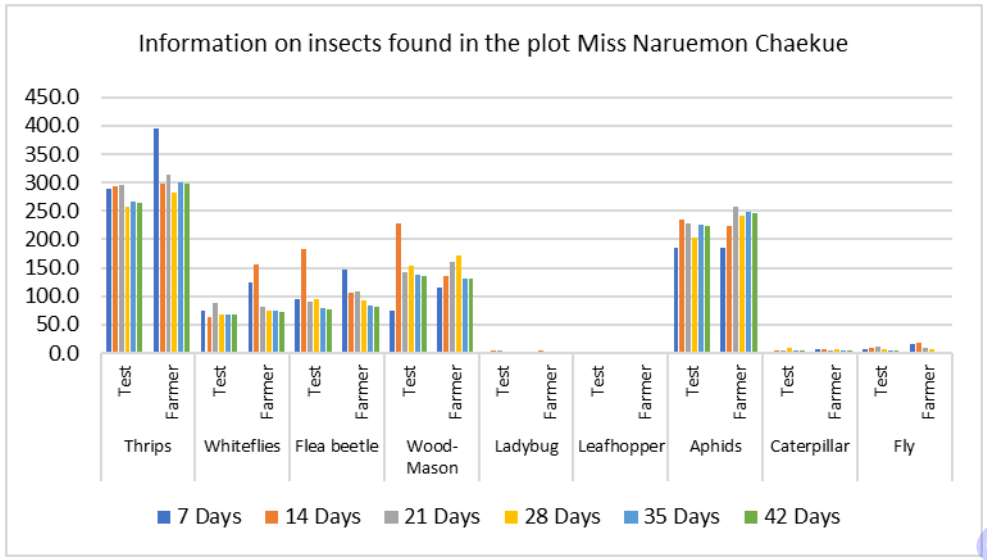
กรมวิชาการเกษตร



ตารางภาคผนวกที่ ก11 ข้อมูลแมลงที่พบในแปลงปลูกกะหล่ำปลีของ น.ส.นฤมล แซ่กือ

Insect name	Thrips		Whiteflies		Flea beetle		Wood-Mason		Ladybug		Leafhopper		Aphids		Caterpillar		Fly	
	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer	Test	Farmer
7 Days	288.0	396.0	74.0	124.0	94.0	147.0	74.0	115.0	2.0	1.5	1.1	1.3	186.0	186.0	3.0	6.6	7.5	16.5
14 Days	293.0	298.0	64.0	155.0	183.0	106.0	227.0	136.0	4.3	3.4	1.0	1.0	235.0	224.0	5.3	6.9	8.3	17.3
21 Days	296.0	314.0	88.0	81.0	91.0	109.0	142.0	160.5	3.4	3.0	1.0	1.0	227.0	257.0	4.0	4.6	10.5	8.3
28 Days	257.0	282.0	67.0	74.0	95.0	92.0	153.0	171.0	1.9	1.9	1.0	1.0	202.0	241.0	8.7	6.4	7.3	6.4
35 Days	266.0	300.0	68.0	74.0	78.0	83.0	138.0	131.0	1.9	1.6	1.3	1.0	226.0	249.0	5.0	4.0	3.7	2.9
42 Days	265.00	299.00	67.00	72.00	76.00	81.00	136.00	130.00	1.90	1.50	1.30	1.0	224.00	245.00	4.00	4.00	3.60	2.80

กรมวิชาการเกษตร



กรมวิชาการเกษตร

ภาคผนวก ข

กิจกรรมที่ 2 การลดสารเคมีกำจัดแมลงตกค้างและการรักษาคุณภาพของ พริกชี้ฟ้า กะหล่ำปลี คะน้า มันฝรั่ง มะเขือเทศ

การทดลองที่ 2.1 การใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนตในการล้างทำความสะอาดเพื่อลดสารตกค้างใน กะหล่ำปลี คะน้า พริกชี้ฟ้า

- การใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนตในการล้างทำความสะอาดเพื่อลดสารตกค้างใน กะหล่ำปลี คะน้า พริกชี้ฟ้า (ปี 63)

ภาพภาคผนวกที่ ข1 สำรวจและเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการใช้สารเคมีกำจัดแมลง และดำเนินการเก็บเกี่ยวผลผลิตแปลงทดลองของเกษตรกรที่อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

(ก) แกะเปลือกนอกของกะหล่ำปลี คัดขนาดและตำหนิ

(ข) แบ่งชุดการทดลอง

(ค) การล้างด้วยกรรมวิธีต่างๆ

(ง) ผึ่งให้แห้ง

ภาพภาคผนวกที่ ข2 การดำเนินงานทดลองการใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนตในการล้างทำความสะอาดกะหล่ำปลี

ภาพภาคผนวกที่ ข3 การดำเนินงานทดลองการใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนตในการล้างทำความสะอาดคะน้า

(ก) คัดเลือกผลผลิต

(ข) การล้างด้วยกรรมวิธีต่างๆ

(ค) ผึ่งให้แห้ง

(ง) บรรจุถุงพลาสติก

(จ) ส่งผลผลิตตรวจวิเคราะห์สารตกค้าง

ภาพภาคผนวกที่ ข4 การดำเนินงานทดลองการใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนตในการล้างทำความสะอาดพริกชี้ฟ้า (ก-จ)

กรมวิชาการเกษตร

- การใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนตในการล้างทำความสะอาดเพื่อลดสารตกค้างใน กะหล่ำปลี คะน้า พริกชี้ฟ้า (ปี 64)

ภาพภาคผนวกที่ ข5 การดำเนินงานทดลองการใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนตในการล้างทำความสะอาดกะหล่ำปลี ปี 64

ภาพภาคผนวกที่ ข6 การดำเนินงานทดลองการใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนตในการล้างทำความสะอาดคะน้า ปี 64

ภาพภาคผนวกที่ ข7 การดำเนินงานทดลองการใช้เทคโนโลยีฟองอากาศขนาดไมโครและนาโนร่วมกับโซเดียมไบคาร์บอเนตในการล้างทำความสะอาดพริกชี้ฟ้า ปี 64

(ก) ลักษณะหัวพันธุ์มันฝรั่ง G0

(ข) ปลูกมันฝรั่ง

(ค) ต้นมันฝรั่งอายุ 2 สัปดาห์

(ง) ต้นมันฝรั่งอายุ 50 วัน

(จ) แปลงมันฝรั่งอายุ 2 เดือน

(ฉ) พ่นยาป้องกันโรคพืช

ภาพภาคผนวกที่ ข8 ปลูกและปฏิบัติดูแลต้นมันฝรั่ง ณ ศกล.ชม. (ขุนวาง) ฤดูหนาว ปี 2563 (ก-ฉ)

(ก) เก็บเกี่ยวผลผลิตมันฝรั่ง

(ข) เก็บเกี่ยวผลผลิตมันฝรั่ง

(ค) เก็บข้อมูลน้ำหนักผลผลิตมันฝรั่ง

(ง) ชั่งน้ำหนักผลลผิตมันฝรั่ง

ภาพภาคผนวกที่ ข9 เก็บเกี่ยวผลผลิต และข้อมูลน้ำหนักผลผลิต ณ ศกล.ชม. (ขุนวาง) ฤดูหนาว (ก-ง)

(ก) ใส่ปุ๋ยรองก้นหลุม

(ข) วางหัวพันธุ์มันฝรั่ง

(ค) พูนโคนหัวพันธุ์มันฝรั่ง

(ง) พูนโคนหัวพันธุ์มันฝรั่งสูง 30 เซนติเมตร

ภาพภาคผนวกที่ ข10ปลูกมันฝรั่งในแปลงทดลอง ณ ศกล.ชม. (ขุนวาง) ฤดูฝน (ก-ง)

(ก) เก็บเกี่ยวผลผลิต

(ข) คัดขนาดเกรดหัวมันฝรั่ง

ภาพภาคผนวกที่ ข11 เก็บเกี่ยวผลผลิต และข้อมูลน้ำหนักผลผลิต ณ ศกล.ชม. (ขุนวาง) ฤดูฝน (ก-ง)

กรมวิชาการเกษตร