

ผลของโพแทสเซียมซิลิเกตในการควบคุมโรคราแป้งและราน้ำค้างของแตงกวาญี่ปุ่น ภายใต้สภาพโรงเรือนและแปลงปลูกของเกษตรกร

Effects of Potassium Silicate in Controlling Powdery Mildew and Downy Mildew of Japanese Cucumber under Plastic House and Farmer's Field Conditions

สุรีย์วัลย์ เมฆกมล^{1/*} กาญจนา วิชิตตระกูลถาวร^{2/} และ เรณู สุวรรณพรสกุล^{1/}
Sureewan Mekkamol^{1/*}, Kanjana Wichittrakulthavorn^{2/} and Renu Suwanpornskul^{1/}

^{1/}สาขาวิชาอารักขาพืช คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ 50290

^{1/}Plant Protection Program, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai 50290, Thailand

^{2/}ศูนย์อารักขาพืช มูลนิธิโครงการหลวง จังหวัดเชียงใหม่ 50200

^{2/}Plant Protection Center, Royal Project Foundation, Chiang Mai 50200, Thailand

*Corresponding author: Email: sureewan@mju.ac.th

(Received: 16 September 2015; Accepted: 25 November 2015)

Abstract: This experiment had its objectives in testing the efficiency of potassium silicate for controlling of powdery mildew and downy mildew under plastic house condition and farmer's field condition. The test for spraying frequency of potassium silicate in controlling powdery mildew and downy mildew under plastic house condition were done in Japanese cucumber cv. Pretty swallow 279 by comprising of spraying frequency at once a week and twice a week. Analysis of percent disease index (% DI) were done in data collection after transplanting for 6 weeks. It was found that the spraying frequency at once a week and twice a week gave non significantly difference in percent disease index. Both of spraying frequencies could greatly reduce the percent disease index when compared with pain water spraying as control treatment in both powdery mildew and downy mildew trials. The disease index in the spraying frequency at once a week, twice a week and control treatment were 51.9, 48.4 and 64.6%, respectively for downy mildew, and 39.6, 35.9 and 57.3%, respectively for powdery mildew. The marketable yields of cv. Pretty swallow 279 were increased with significantly difference in both spraying frequencies when compared with control treatment. There was no significantly difference for the yields in the spraying frequency at once a week compared with spraying frequency at twice a week. Marketable yields in the spraying frequency at once a week, twice a week and control treatment were 6.8, 6.5 and 4.9 Kg/Sq.m., respectively. The test under farmer's filed condition comprised of 3 treatments i.e. 1. fungicides alternated with bio-fungicide (*Bacillus subtilis*) 2. potassium silicate alternated with fungicides and bio-fungicide 3. potassium silicate entire growing season. It was found that all of the treatments gave non significantly different results in both percent disease index and marketable yields. The percent disease index in the treatment

1, 2 and 3 at 5 weeks after transplanting were 41.5, 35.9 and 43.5 %, respectively. The marketable yield of cv. Robato in the treatment 1, 2 and 3 were 8.5, 8.2 และ 7.9 Kg/ Sq.m., respectively. Potassium silicate could reduce fungicide spraying frequencies for downy mildew in farmer's field condition.

Keywords: Potassium silicate (K_2SiO_3), powdery mildew, downy mildew, Japanese cucumber

บทคัดย่อ: การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของโพแทสเซียมซิลิเกตในการควบคุมโรคราแป้งและราน้ำค้างของแตงกวาญี่ปุ่นภายใต้สภาพการปลูกพืชในโรงเรือนและสภาพแปลงปลูกของเกษตรกร การทดสอบภายใต้สภาพโรงเรือน ใช้แตงกวาญี่ปุ่นสายพันธุ์เพรตตี สวอลโลว์ 279 (cv. Pretty swallow 279) โดยทดสอบความถี่ของการพ่นโพแทสเซียมซิลิเกตในการควบคุมโรคราแป้งและราน้ำค้าง ได้แก่ พ่นสัปดาห์ละ 1 ครั้ง และพ่นสัปดาห์ละ 2 ครั้ง การวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ดัชนีความเสียหายจากโรค (Disease index, % DI) หลังการย้ายปลูก 6 สัปดาห์ พบว่า การพ่นสัปดาห์ละ 1 ครั้ง และสัปดาห์ละ 2 ครั้ง สามารถลดความเสียหายจากโรคราแป้งและราน้ำค้างได้ไม่แตกต่างกัน แต่การพ่นทั้ง 2 ความถี่สามารถลดความเสียหายจากโรคราแป้งและราน้ำค้างได้แตกต่างจากชุดควบคุม (พ่นน้ำเปล่า) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีดัชนีการเกิดโรคน้ำค้างในการพ่นสัปดาห์ละ 1 ครั้ง สัปดาห์ละ 2 ครั้ง และชุดควบคุม เป็น 51.9, 48.4 และ 64.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับโรคราแป้งมีดัชนีความเสียหายจากโรคในการพ่นสัปดาห์ละ 1 ครั้ง สัปดาห์ละ 2 ครั้ง และชุดควบคุม เป็น 39.6, 35.9 และ 57.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับปริมาณผลผลิตแตงกวาญี่ปุ่นสายพันธุ์เพรตตี สวอลโลว์ 279 พบว่า ในการพ่นสัปดาห์ละ 1 ครั้ง และ สัปดาห์ละ 2 ครั้ง ให้ปริมาณผลผลิตที่สามารถขายได้ไม่แตกต่างกัน แต่ให้ปริมาณผลผลิตมากกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีปริมาณผลผลิตในการพ่นสัปดาห์ละ 1 ครั้ง สัปดาห์ละ 2 ครั้ง และชุดควบคุมเป็น 6.8, 6.5 และ 4.9 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ การทดสอบในสภาพแปลงปลูกของเกษตรกรทดสอบกับแตงกวาญี่ปุ่นสายพันธุ์ โรบาโต้ (cv. Robato) ใน 3 กรรมวิธี ได้แก่ 1. การใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อราสลับกับชีวภัณฑ์ 2. การใช้โพแทสเซียมซิลิเกต สลับกับสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราและชีวภัณฑ์ และ 3. การใช้โพแทสเซียมซิลิเกตตลอดฤดูปลูก พบว่าทั้ง 3 กรรมวิธี สามารถควบคุมโรคน้ำค้าง และได้ปริมาณผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีดัชนีความเสียหายจากโรคน้ำค้างในกรรมวิธีที่ 1, 2 และ 3 ในสัปดาห์ที่ 5 หลังการย้ายปลูกเท่ากับ 41.5, 35.9 และ 43.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับผลผลิตของแตงกวาญี่ปุ่นสายพันธุ์โรบาโต้ในกรรมวิธีที่ 1, 2 และ 3 เป็น 8.5, 8.2 และ 7.9 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ โพแทสเซียมซิลิเกตสามารถลดจำนวนครั้งของการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราในสภาพแปลงปลูกได้

คำสำคัญ: โพแทสเซียมซิลิเกต โรคราแป้ง โรคราน้ำค้าง แตงกวาญี่ปุ่น

คำนำ

แตงกวาญี่ปุ่น (japanese cucumber) จัดอยู่ในวงศ์แตง (cucurbitaceae) เป็นพืชผักที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจพืชหนึ่งที่มูลนิธิโครงการหลวงส่งเสริมให้เกษตรกรเพาะปลูก เป็นพืชที่สามารถทำรายได้ที่ดีให้กับผู้ปลูกในช่วงเวลาสั้น มีอายุตั้งแต่ปลูกถึงเก็บเกี่ยวได้ใช้เวลาเพียง 35-45 วัน (บุญรงค์ดี, 2545) แม้จะเป็นพืชผักที่ปลูกได้ตลอดปี แต่เมื่อปลูกในช่วงฤดูฝนและฤดูหนาว

มักพบปัญหาการเข้าทำลายของโรคพืชหลายชนิดซึ่งส่งผลเสียหายอย่างมากต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิต (นุชนาฏ, 2549) โดยเฉพาะโรคพืชที่เกิดกับส่วนเหนือดิน ได้แก่ โรคราแป้ง (powdery mildew) ซึ่งเกิดจากเชื้อรา *Oidium* subgen. *Fibroidium* sp. (Cook et al., 1997; Cook and Braun, 2009) ที่สามารถเข้าทำลายพืชวงศ์แตงได้หลายชนิด (สุจิตพรพน และ เกวลิน, 2556) และ โรคราน้ำค้าง (downy mildew) เกิดจากรา *Pseudoperonospora cubensis* (Bark. & M.A.Curtis)

Rostovzev. ซึ่งเป็นราใน Oomycota (Savory *et al.*, 2011) การควบคุมโรคดังกล่าวโดยใช้สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราเป็นวิธีที่เกษตรกรนิยม ซึ่งนอกจากจะเพิ่มต้นทุนการผลิตแล้ว พิษตกค้างจากสารเคมีดังกล่าวยังเป็นอันตรายต่อผู้ใช้และผู้บริโภค รวมทั้งก่อให้เกิดการดื้อยาของเชื้อสาเหตุโรคอีกด้วย เนื่องจากปัจจุบันผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับการบริโภคอาหารปลอดภัยต่อสุขภาพมากขึ้น จึงมีงานวิจัยและการพัฒนาส่งเสริมการผลิตพืชโดยลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชและนำสารที่มีความปลอดภัย เช่น ผงฟูและน้ำออกซิไดซ์ที่ผ่านการแยกด้วยไฟฟ้า (สุจิตพรพรณ และ เกวลิน, 2556; วันวิสา และ เกวลิน, 2558; Mitre *et al.*, 2010) มาใช้ทดแทน เป็นต้น

โพแทสเซียมซิลิเกต (K_2SiO_3) เป็นสารที่มีรายงานการนำไปใช้ในการเพาะปลูกพืชเพื่อลดความรุนแรงของโรคและแมลงศัตรูพืชหลายชนิด และนำไปใช้ในการควบคุมโรคพืชในการเพาะปลูกพืชด้วยระบบเกษตรอินทรีย์ (Belanger *et al.*, 1995; Bekker *et al.*, 2009; Mitre *et al.*, 2010) แต่ละพืชจะตอบสนองต่อการใช้โพแทสเซียมซิลิเกตได้แตกต่างกัน (Kanto *et al.*, 2006; Moyer and Peres, 2008; Ashtiani *et al.*, 2012) และพบว่าซิลิกอนเป็นสารสำคัญที่สามารถลดความรุนแรงของโรคพืชได้ (Menzies *et al.*, 1992) โดยมีบทบาทในการเพิ่มความต้านทานของเซลล์พืชต่อการเข้าทำลายของเชื้อก่อโรค โดยเฉพาะเมื่อพืชอยู่ในภาวะเครียดจากสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม (Belanger *et al.*, 1995; Ashtiani *et al.*, 2012) แต่กลไกที่แท้จริงของการที่ซิลิกอนชักนำให้เกิดความต้านทานโรคยังไม่ชัดเจน (Cai *et al.*, 2009; Shen *et al.*, 2010) อย่างไรก็ตาม Cai *et al.*, 2009 รายงานว่ากลไกการชักนำให้พืชเกิดความต้านทานโรคอาจเกิดจากการสะสมซิลิกอนในเซลล์ผิวของใบพืชก่อให้เกิดโครงสร้างที่ช่วยป้องกันการเข้าทำลายของเส้นใยราก่อโรค (physical barrier) แต่มีบางรายงานที่แสดงให้เห็นว่าซิลิกอนสามารถชักนำให้เกิดความต้านทานโรคโดยการสร้างสารต้านการเข้าทำลายของราก่อโรค เช่น สารประกอบฟีนอลิก (phenolic compounds) ไฟโตเลคซิน (phytoalexins) และโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับการเกิดโรคพืช (pathogenesis-related proteins) (Liang *et*

al., 2005) จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นการใช้โพแทสเซียมซิลิเกตในการควบคุมโรคพืชอาจเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชในการเพาะปลูกพืชได้ รวมทั้งการประยุกต์ใช้ในการเพาะปลูกพืชแต่ละชนิดสำหรับเกษตรกรจำเป็นต้องพิจารณาปรับใช้ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของการปลูกพืชด้วย การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของโพแทสเซียมซิลิเกตในการควบคุมโรคราแป้งและราน้ำค้างของแตงกวาญี่ปุ่นภายใต้สภาพโรงเรือนและแปลงปลูกของเกษตรกร เพื่อเป็นทางเลือกในการลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราและอาจนำไปใช้ร่วมในระบบการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การทดสอบประสิทธิภาพของโพแทสเซียมซิลิเกตในการควบคุมโรคราแป้งและราน้ำค้างภายใต้สภาพโรงเรือน

ทำการทดสอบกับแตงกวาญี่ปุ่นสายพันธุ์เพรตตี้สวอลโลว์ 279 (cv. Pretty swallow 279) ที่ปลูกเป็นการค้าภายใต้สภาพโรงเรือน ที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ทาเหนือ บ้านห้วยน้ำดิบ ตำบลทาเหนือ อำเภอแม่ออน จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างเดือนสิงหาคม 2556 - ตุลาคม 2556 การเตรียมวัสดุปลูกแตงกวา โดยใช้กากมะพร้าวสับและขุยมะพร้าว บรรจุลงในถุงพลาสติกสีขาว ขนาด 24x30 เซนติเมตร ย้ายกล้าแตงกวาอายุ 3 สัปดาห์ ลงปลูกในถุง 1 ต้นต่อถุง วางถุงปลูก 4 ต้นต่อตารางเมตร การให้น้ำปุ๋ยรวมกับการให้น้ำในระบบน้ำหยด ตามวิธีการของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ทาเหนือ เนื่องจากเป็นโรงเรือนปลูกแตงกวาญี่ปุ่นเพื่อการค้าและมีประวัติการเกิดโรคน้ำค้างและราแป้งเป็นประจำ การทดลองจึงไม่มีการปลูกเชื้อ แต่ปล่อยให้เกิดโรคโดยธรรมชาติ

วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design (RCBD) จำนวน 3 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ การจัดการแมลงศัตรูพืชเหมือนกันทั้ง 3 กรรมวิธี ได้แก่ เมื่อพบการทำลายของหนอนกระทู้ผักและหนอนขนใบ พ่นด้วยชีวภัณฑ์ (*Bacillus thuringiensis*) อัตรา 100 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร เมื่อพบการระบาดของหนอน

ด้วยสารเคมีบาเมคติน (abamectin) อัตรา 50 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร หากพบการระบาดของเพลี้ยไฟ และแมลงหีวขาว ฟันด้วยสารเคมีอิมิดาคลอพริด (imidacloprid) อัตรา 2 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร สำหรับการควบคุมโรคพืชใช้ โพแทสเซียมซิลิเกต (SiO_2 27.17 เปอร์เซนต์, K_2O 13.13 เปอร์เซนต์) ความเข้มข้น 2000 ppm ฟันทางใบด้วยความถี่แตกต่างกันตามวิธีการทดสอบดังนี้

- กรรมวิธีที่ 1 ฟันโพแทสเซียมซิลิเกต สัปดาห์ละ 1 ครั้ง
กรรมวิธีที่ 2 ฟันโพแทสเซียมซิลิเกต สัปดาห์ละ 2 ครั้ง
กรรมวิธีที่ 3 ขุดควบคุมพืชน้ำเปล่า สัปดาห์ละ 1 ครั้ง

การบันทึกข้อมูลโดยทำการสุ่มต้นแตงกวาญี่ปุ่น จำนวน 10 ต้น ต่อซ้ำ ทุกสัปดาห์ บันทึกจำนวนใบที่เป็นโรค และความเสียหายของพื้นที่ใบโดยการกำหนดระดับเสียหายของพื้นที่ใบ คัดแปลงจากวิธีการของ Liang *et al.*, (2005) ดังนี้

- ระดับ 0 = ไม่พบการทำลาย
ระดับ 1 = ความเสียหายน้อยกว่า 10 เปอร์เซนต์ของพื้นที่ใบ
ระดับ 2 = ความเสียหาย 10-25 เปอร์เซนต์ของพื้นที่ใบ
ระดับ 3 = ความเสียหาย 25-50 เปอร์เซนต์ของพื้นที่ใบ
ระดับ 4 = ความเสียหายมากกว่า 50 เปอร์เซนต์ของพื้นที่ใบ

จากนั้นนำมาคำนวณโดยแทนค่าในสมการดัชนีความเสียหายจากโรคพืช (Disease index, DI)

$$DI (\%) = [\sum(n_i) / 4N_t] \times 100$$

โดยที่ r = ระดับความเสียหาย

n_r = จำนวนใบในระดับความเสียหาย

N_t = จำนวนใบทั้งหมด

การบันทึกข้อมูลผลผลิตโดยใช้การจัดลำดับชั้นผลผลิตแตงกวาญี่ปุ่นตามวิธีการของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ทาเหนือ

2. การทดสอบประสิทธิภาพของโพแทสเซียมซิลิเกตร่วมกับการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราและชีวภัณฑ์ในการควบคุมโรคราน้ำค้างภายใต้สภาพแปลงปลูกของเกษตรกร

ทำการทดสอบกับแตงกวาญี่ปุ่น สายพันธุ์โรบาโต้ (cv. Robato) ที่ผลิตภายใต้มาตรฐาน GLOBAL G.A.P ในสภาพแปลงปลูกของเกษตรกรที่บ้านป่าม่วง ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ทาเหนือ ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2556 - มกราคม 2557 การทดลองมี 3 กรรมวิธี (Tr) (ตารางที่ 1) การเตรียมแปลงปลูกเหมือนกันทั้ง 3 กรรมวิธี ตามวิธีการของเกษตรกรภายใต้คำแนะนำของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ทาเหนือ

การป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชทำเช่นเดียวกันทั้ง 3 กรรมวิธี โดยใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชเช่นเดียวกับการทดลองในข้อที่ 1 ส่วนการป้องกันกำจัดเชื้อราใช้วิธีการแตกต่างกันตามกรรมวิธีต่าง ๆ ดังนี้

Table 1 Application of potassium silicate with and without fungicides for controlling downy mildew in Japanese cucumber cv. Robato under plantation in farmer's field condition at Mae Tha Neua Royal Project Development Center

Treatment	Biofungicide / fungicide	Rate
Tr1	<i>Bacillus subtilis</i>	60 g/20 l
	cymoxanil+mancozeb	60 g/20 l
	metalaxyl + mancozeb	50 g/20 l
Tr2	<i>Bacillus subtilis</i>	60 g/20 l
	potassium silicate	2000 ppm
	cymoxanil + mancozeb	50 g/20 l
Tr 3	potassium silicate	2000 ppm

ในแต่ละสัปดาห์ก่อนการพ่นสารใด ๆ ทำการวิเคราะห์ดัชนีความเสียหายจากโรคราน้ำค้าง หากพบความเสียหายน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ พ่นด้วยชีวภัณฑ์ (*Bacillus subtilis*) หากพบความเสียหาย 10 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ในกรรมวิธีที่ 1 พ่นด้วยเคอร์เซท เอ็ม (cymoxanil+mancozeb) สลับกับ ริตโดมิลไกลด์ (metalaxyl + mancozeb) ส่วนในกรรมวิธีที่ 2 พ่นด้วยโปรแตสเซียมซิลิเกต สลับกับ เคอร์เซท เอ็ม และเมื่อถึงช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต (สัปดาห์ที่ 6 หลังการย้ายปลูก) หยุดพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา พ่นเฉพาะชีวภัณฑ์ทุกสัปดาห์จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง ส่วนกรรมวิธีที่ 3 พ่นเฉพาะโพแทสเซียมซิลิเกต ทุกสัปดาห์ จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง (ตารางที่ 1) การกำหนดดัชนีความเสียหายจากโรคราน้ำค้างสำหรับการตัดสินใจพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราที่ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีการสำรวจความเสียหายจากโรคพืชในมาตรฐาน GLOBAL G.A.P ของมูลนิธิโครงการหลวง

วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 3 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ การบันทึกข้อมูลโดยทำการสุ่มต้นแตงกวาญี่ปุ่นจำนวน 10 ต้นซ้ำ ทุกสัปดาห์ บันทึกระดับความเสียหายของพื้นที่ใบและคำนวณดัชนีความเสียหายจากโรคพืช รวมถึงบันทึกข้อมูลผลผลิตของแตงกวาญี่ปุ่นเช่นเดียวกับการทดลองในข้อที่ 1 และบันทึกจำนวนครั้งของการใช้สารป้องกันกำจัดรา เชื้อรา และ โพแทสเซียมซิลิเกตในแต่ละกรรมวิธี

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การทดสอบประสิทธิภาพของโพแทสเซียมซิลิเกตในการควบคุมโรคราแป้งและราน้ำค้างภายใต้สภาพโรงเรือน

จากการใช้โพแทสเซียมซิลิเกตพ่นที่ความถี่สัปดาห์ละ 1 ครั้ง และสัปดาห์ละ 2 ครั้ง เปรียบเทียบกับชุดควบคุม พบว่าโรคราแป้งและราน้ำค้าง เริ่มเกิดขึ้นในสัปดาห์ที่ 4 หลังการย้ายปลูกในทุกกรรมวิธี วิเคราะห์ดัชนีความเสียหายจากโรคพืช สัปดาห์ที่ 6 หลังการย้ายปลูกพบว่า การพ่นสัปดาห์ละ 1 ครั้งและสัปดาห์ละ 2 ครั้ง มีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายจากโรคราแป้งและราน้ำค้างน้อยกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยมีดัชนีความเสียหายจากโรคราแป้งเมื่อพ่นที่ความถี่สัปดาห์ละ 1 ครั้ง สัปดาห์ละ 2 ครั้ง และชุดควบคุม เป็น 39.6, 35.9 และ 57.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และดัชนีความเสียหายจากโรคราน้ำค้างในการพ่นความถี่สัปดาห์ละ 1 ครั้ง สัปดาห์ละ 2 ครั้ง และชุดควบคุม เป็น 51.9, 48.4 และ 64.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยการพ่นที่ความถี่ 1 ครั้งและ 2 ครั้งต่อสัปดาห์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติทั้งโรคราแป้งและราน้ำค้าง (ตารางที่ 2) สำหรับปริมาณผลผลิตที่สามารถขายได้ในกรรมวิธีต่าง ๆ พบว่า ให้ผลทำนองเดียวกับการพ่นที่ความถี่ความเสียหายจากโรคพืช การพ่นที่ความถี่สัปดาห์ละ 1 ครั้งและสัปดาห์ละ 2 ครั้ง มีปริมาณผลผลิตไม่แตกต่างกัน

Table 2 Comparison on disease index of powdery mildew (Pm) and downy mildew (Dm) together with marketable yield of Japanese cucumber cv. Pretty Swallow 279 in different frequency trials of potassium silicate applied under plantation in plastic house condition at Mae Tha Neua Royal Project Development Center

Treatment	Disease index (%)		Marketable yield (Kg per Sq.m)
	Pm	Dm	
potassium silicate (1)	39.6 a ¹	51.9 a	6.8 a
potassium silicate (2)	35.9 a	48.4 a	6.5 a
control	57.3 b	64.6 b	4.9 b
CV (%)	13.5	12.7	25.3

(1) = application in the spraying frequency at once a week

(2) = application in the spraying frequency at twice a week

¹Column values followed by the same letter are not significantly difference as determined by Duncan's multiple range test at P=0.05

แต่สามารถเพิ่มผลผลิตได้มากกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2)

ประสิทธิภาพในการควบคุมโรคราแป้งของโพแทสเซียมซิลิเกตขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ สายพันธุ์พืช ความถี่ในการพ่น และความเข้มข้น (Menzies *et al.*, 1992; Liang *et al.*, 2005) ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานของ Belanger *et al.* (1995) ที่พบว่า การพ่นใบพืชด้วยซิลิกอนความเข้มข้น 2000 ppm สามารถลดความเสียหายจากโรคราแป้งได้อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ได้รับการพ่นด้วยซิลิกอน และรายงานของ Wolff *et al.* (2012) ที่ทดสอบผลิตภัณฑ์ซิลิกอนทางการค้าโดยพ่นลงบนใบแตงกวาพันธุ์ฮอนแอต่อโรคราแป้ง พบว่าการพ่นใบพืชด้วยซิลิกอนความถี่การพ่นสัปดาห์ละ 1 ครั้ง และสัปดาห์ละ 2 ครั้ง สามารถลดความเสียหายจากโรคราแป้งได้เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบความถี่การพ่นสัปดาห์ละ 1 ครั้ง และสัปดาห์ละ 2 ครั้ง พบว่าสามารถลดความเสียหายจากโรคราแป้งได้แตกต่างกัน โดยการพ่นสัปดาห์ละ 2 ครั้งให้ผลดีกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแตกต่างจากการทดลองนี้ที่พบว่า การพ่นสัปดาห์ละ 1 ครั้ง และสัปดาห์ละ 2 ครั้ง สามารถลดความเสียหายจากโรคราแป้ง และได้ปริมาณผลผลิตไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากโพแทสเซียมซิลิเกตที่ใช้ในการทดลองมีความเข้มข้นแตกต่างกัน ซึ่งการใช้ซิลิกอนในความเข้มข้นสูงมีประสิทธิภาพในการลดความเสียหายจากโรคมากกว่าความเข้มข้นต่ำ (Menzies, 1992) รวมถึงสายพันธุ์พืชที่ใช้ อาจมีระดับความต้านทานโรคแตกต่างกัน จากรายงานของ Liang *et al.* (2005) พบว่าประสิทธิภาพในการควบคุมโรคราแป้งของโพแทสเซียมซิลิเกตขึ้นอยู่กับสายพันธุ์แตงกวาและความถี่ของการพ่น หากเป็นแตงกวาสายพันธุ์ที่อ่อนแอต่อโรคราแป้ง การพ่นสัปดาห์ 1 ครั้ง และสัปดาห์ละ 2 ครั้ง ให้ผลในการควบคุมโรคได้แตกต่างกัน โดยการพ่นสัปดาห์ละ 2 ครั้งสามารถลดเปอร์เซ็นต์ความเสียหายจากโรคได้มากกว่าการพ่นสัปดาห์ละ 1 ครั้งอย่างมีนัยสำคัญ แต่หากเป็นสายพันธุ์ที่ค่อนข้างต้านทานความถี่ในการพ่นสัปดาห์ละ 1 ครั้งและสัปดาห์ละ 2 ครั้ง สามารถลดเปอร์เซ็นต์ความเสียหายจากโรคได้ไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้ อาจเกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทาน

โรคของพืชและการสะสมของซิลิกอนในเนื้อเยื่อพืช (Datnoff *et al.*, 2005) สำหรับความสามารถในการลดความเสียหายจากโรคราแป้งสอดคล้องกับรายงานของ Saberi and Panah (2014) ที่พบว่า การพ่นโพแทสเซียมซิลิเกตให้กับแตงกวาทุกสัปดาห์ สามารถลดการเกิดโรคราแป้งได้ 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมซึ่งโพแทสเซียมซิลิเกตสามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยและลดปริมาณการสร้างสปอร์แรงเหวี่ยงของราสาเหตุโรคราแป้งและราสาเหตุโรคพืชใน Oomycota ลงได้ (Rachniyom and Jaenakson, 2008; Bekker *et al.*, 2009; Saberi and Panah, 2014)

2. การทดสอบประสิทธิภาพของโพแทสเซียมซิลิเกตร่วมกับการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราและชีวภัณฑ์ในการควบคุมโรคราแป้งภายใต้สภาพแปลงปลูกของเกษตรกร

ในการทดลองภายใต้สภาพแปลงปลูกของเกษตรกรพบเฉพาะโรคราแป้งในช่วงระยะการเจริญเติบโตของต้นแตงกวาญี่ปุ่นสายพันธุ์โรบาโต้ ส่วนโรคราแป้งพบเกิดขึ้นในระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต (สัปดาห์ที่ 7 หลังการย้ายปลูก) มีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายจากโรคน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ จึงไม่ได้เก็บข้อมูลโรคราแป้งในการทดสอบครั้งนี้ ผลการทดสอบการควบคุมโรคราแป้งใน 3 กรรมวิธี ได้แก่ 1. สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราสลับกับชีวภัณฑ์ 2. การใช้โพแทสเซียมซิลิเกต สลับกับสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราและชีวภัณฑ์ และ 3. การใช้โพแทสเซียมซิลิเกตอย่างเดียวตลอดฤดูปลูก พบว่า ดัชนีความเสียหายจากโรคในสัปดาห์ที่ 1, 3 และ 5 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกกรรมวิธี เมื่อพิจารณาผลผลิตที่สามารถขายได้ พบว่าทั้ง 3 กรรมวิธี ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเช่นเดียวกัน (ตารางที่ 3) โดยมีปริมาณผลผลิต อยู่ระหว่าง 7.9-8.5 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ดังนั้นผลของการใช้โพแทสเซียมซิลิเกตสลับกับการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรามีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคราแป้งและปริมาณผลผลิตเท่ากับการใช้ซิลิกอนอย่างเดียว (กรรมวิธีที่ 3) หรือการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา (กรรมวิธีที่ 1) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาพัฒนาการของโรคราแป้งจากสัปดาห์ที่ 1, 3 และ 5

Table 3 Disease index of downy mildew and marketable yield of Japanese cucumber cv. Robato obtained after application with different disease control treatments under plantation in farmer's field condition at Mae Tha Neua Royal Project Development Center

Treatment	Materials	Frequency*	DI (%) of downy mildew			Marketable yield
			After transplanting			
			week1	week3	week5	(Kg per Sq.m)
Tr1	<i>Bacillus subtilis</i>	5				
	cymoxanil+mancozeb	2	6.3	34.9	41.5	8.5
	metalaxyl + mancozeb	3				
Tr2	<i>Bacillus subtilis</i>	4				
	potassium silicate	3	5.2	33.3	35.9	8.2
	cymoxanil + mancozeb	3				
Tr3	potassium silicate	10	5.5	33.6	43.5	7.9
CV (%)			49.5	24.9	14.1	15.4

*per growing season

พบว่าทุกกรรมวิธีไม่สามารถลดการเกิดโรคราน้ำค้างได้ถึงแม้ต้นแตงกวาญี่ปุ่นสายพันธุ์นี้มีดัชนีความเสียหายจากโรคราน้ำค้างในสัปดาห์ที่ 5 หลังการย้ายปลูกในกรรมวิธีที่ 1,3 และ 5 เป็น 41.4, 35.9 และ 43.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ยังคงให้ ผลผลิตในปริมาณที่เกษตรกรยอมรับได้ เมื่อพิจารณาที่จำนวนครั้งของการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา (ตารางที่ 3) พบว่าการใช้โพแทสเซียมซิลิเกตสลับกับการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราและชีวภัณฑ์ หรือการใช้โพแทสเซียมซิลิเกต อย่างเดียวตลอดฤดูปลูก สามารถลดจำนวนครั้งของการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราได้ โดยให้ปริมาณผลผลิตไม่แตกต่างกัน

การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราโดยเฉพาะสารประเภทดูดซึม (systemic fungicide) มีแนวโน้มก่อให้เกิดการพัฒนาความต้านทานต่อสารเคมีของเชื้อราสาเหตุโรคได้ หากมีการใช้อย่างต่อเนื่องกันเป็นเวลานาน (นุชนาฏ, 2549) รา *Pseudoperonospora cubensis* มีสายพันธุ์ที่ก่อให้เกิดโรค (pathotype) กับแตงกวาได้ถึง 5 pathotypes (Thomas *et al.* 1987) ในประเทศสหรัฐอเมริกา *P. cubensis* ได้พัฒนาความต้านทานต่อสารเมทาแลคซิล (metalaxyl) เมเฟนออกแซม (mefenoxam) และสโตรบิลูริน (strobilurin) ทำให้สารเหล่านี้ไม่มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคราน้ำค้างตั้งแต่

ปี ค.ศ. 2004 เป็นต้นมา (Savory *et al.* 2011) ในพื้นที่ปลูกของมูลนิธิโครงการหลวงทุกศูนย์/สถานีได้มีการใช้สารเมทาแลคซิลและแมนโคเซบในการควบคุมโรคราน้ำค้างในการผลิตพืชตามมาตรฐาน GLOBAL G.A.P มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 (สันทัด, 2551) ดังนั้นควรมีการประเมินความเสี่ยงต่อการพัฒนาความต้านทานต่อสารเคมีป้องกันกำจัดโรคราน้ำค้างที่ใช้ในพื้นที่ต่อไป จากการสัมภาษณ์เกษตรกรและเจ้าหน้าที่ส่งเสริมของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ทาเหนือ การปลูกแตงกวาญี่ปุ่นสายพันธุ์โรบาโต้ ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ได้รับการแนะนำให้ปลูกในสภาพแปลงปลูกของเกษตรกร เนื่องจากให้ผลผลิตที่ดีและค่อนข้างต้านทานต่อโรคราแป้ง แต่มักพบปัญหาการเกิดโรคราน้ำค้างเป็นประจำ การที่สายพันธุ์นี้สามารถให้ผลผลิตที่ดี อาจเนื่องมาจากเป็นพันธุ์ที่ทนทานต่อโรค (tolerance) ซึ่งความทนทานต่อโรคนี้พืชยังคงให้ผลผลิตได้ดีแม้มีความเสียหายจากโรคพืช (Molloy, 1993) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองนี้ที่ทุกกรรมวิธีมีความเสียหายจากโรคประมาณ 35-40 เปอร์เซ็นต์ แต่พืชยังให้ผลผลิตที่สามารถขายได้ในปริมาณที่น่าพอใจ (เจ้าหน้าที่ส่งเสริมประจำศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ทาเหนือ ติดต่อบริเวณตัว) ผลการทดลองนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการส่งเสริมให้เกษตรกรใช้สารที่ปลอดภัยเข้าร่วมกับการ

จัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน หรือ การใช้สารที่ปลอดภัย เพื่อลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราได้

สรุป

1. ผลของความถี่ในการพ่นโพแทสเซียมซิลิเกต ในสภาพโรงเรือนกับแตงกวาญี่ปุ่นสายพันธุ์เปรตตี้ สวอลโลว์ 279 ที่การพ่นพืชสัปดาห์ละ 1 ครั้ง และ สัปดาห์ ละ 2 ครั้ง สามารถควบคุมโรคโรคราแป้งและราน้ำค้างได้ และผลผลิตของแตงกวาญี่ปุ่นที่ได้ไม่แตกต่างกัน แต่มี เปอร์เซ็นต์ดัชนีความเสียหายจากโรคและปริมาณผลผลิต แตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. การใช้โพแทสเซียมซิลิเกตสลับกับสารเคมี ป้องกันกำจัดเชื้อรา หรือ การใช้โพแทสเซียมซิลิเกตอย่าง เดียวตลอดฤดูปลูก สามารถควบคุมโรคราน้ำค้างและ ได้ผลผลิตของแตงกวาญี่ปุ่นสายพันธุ์โรบร้าได้ในสภาพ แปลงปลูกของเกษตรกรไม่แตกต่างกับการใช้สารเคมี ป้องกันกำจัดเชื้อราสลับกับชีวภัณฑ์

3. โพแทสเซียมซิลิเกตเป็นสารที่ปลอดภัย สามารถใช้ร่วมกับการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน เพื่อ ลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคราแป้งและราน้ำค้างได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมูลนิธิโครงการหลวง และ บริษัท ช เคมี ไทย จำกัด ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณวิจัย และ โพแทสเซียมซิลิเกตที่ใช้ในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

บุญรงค์ศักดิ์ สายน้อย. 2545. การศึกษาเปรียบเทียบ ผลผลิตแตงกวาญี่ปุ่นเสียบยอดกับต้นตอ น้ำเต้า พักทองพื้นเมือง แตงโม และแตงกวาญี่ปุ่นที่ไม่ เสียบยอดภายในโรงเรือนไม้ไผ่ภายใต้ระบบ Fertigation. รายงานผลการวิจัย. มูลนิธิ โครงการหลวง เชียงใหม่. 16 หน้า.

นุชนาฏ จงเลขา. 2549. คู่มือการป้องกันกำจัดศัตรูพืช แบบผสมผสานสำหรับเกษตรกร. มูลนิธิ โครงการหลวง. เชียงใหม่. 94 หน้า.

วันวิสา เตชะวงศ์ และ เกวลิน คุณาศักดากุล. 2558. การ ใช้ น้ำออกซิไดซ์ที่ผ่านการแยกด้วยไฟฟ้าในการ ควบคุมเชื้อแบคทีเรียเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา ผักอินทรีย์. วารสารเกษตร 31(1): 39-46.

สันหัต โรจนสุนทร. 2551. โครงการนำร่องการพัฒนา มาตรฐานคุณภาพอาหารเพื่อการส่งออก: กรณีศึกษามูลนิธิโครงการหลวง ระยะที่ 3. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงาน คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. กรุงเทพมหานคร. 221 หน้า.

สุจิตพรพรณ บุญมี และ เกวลิน คุณาศักดากุล. 2556. ผล ของ น้ำออกซิไดซ์ที่ผ่านการแยกด้วยไฟฟ้าต่อ การลดโรคราแป้งในพืชวงศ์แตง. วารสารเกษตร 29(3): 257-266

Ashtiani, F. A., J. Kadir, A. Nasehi, S. R. H. Rahaghi and H. Sajili. 2012. Effect of silicon on rice blast disease. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science (S)*: 1-12.

Bekker, T. F., C. Kaiser and N. Labuschagne. 2009. The antifungal activity of potassium silicate and the role of pH against selected plant pathogenic fungi *in vitro*. *South African Journal of Plant and Soil* 26 (1): 55-57.

Belanger, R., P. A. Bowen, D. L. Ehret and J. G. Menzies. 1995. Soluble silicon: its role in crop and disease management of greenhouse crops. *Plant Disease Journal* 79(4): 336-339.

Cai, K., D. Gao, J. Chen and S. Luo. 2009. Probing the mechanisms of silicon-mediated pathogen resistance. *Journal of the Society of Plant Signaling and Behavior* 4(1): 1-3.

Cook, R. T. A., A. J. Inman and C. Billings. 1997. Identification and classification of powdery mildew anamorphs using light and scanning

- electron microscopy and host range data. *Mycological Research* 101(8): 975-1002.
- Cook, R. T. A. and U. Braun. 2009. Conidial germination patterns in powdery mildews. *Mycological Research* 113(5): 616-636.
- Datnoff, L. E., A. M. Brunings and F. A. Rodrigues. 2005. Silicon effects components of host resistance: an overview and implications for integrated disease management. pp. 19-24. *In: Proceedings of silicon in agriculture conference, 22-26 October 2005. Uberlandia, Brazil.*
- Kanto, T., A. Miyoshi, T. Ogawa, K. Maekawa and M. Aino. 2006. Suppressive effect of liquid potassium silicate on powdery mildew of strawberry in soil. *Journal of General Plant Pathology* 72: 137-142.
- Liang, Y. C., W. C. Sun, J. Si and V. Romheld. 2005. Effects of foliar and root applied silicon on the enhancement of induced resistance to powdery mildew in *Cucumis sativus*. *Plant Pathology* 54: 678-685.
- Menzies, J. G., D. L. Ehret, A. D. M. Glass and A. L. Samuels. 1991. The influence of silicon on cytological interactions between *Sphaerotheca fuliginea* and *Cucumis sativa*. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 39: 403-414.
- Menzies, J. G., P. Bowen and D. L. Ehret. 1992. Foliar application of potassium silicate reduce severity of powdery mildew on cucumber, muskmelon and zucchini squash. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 117(6): 902-995.
- Mitre, V., I. Mitre, A. F. Sestras and R. E. Sestras. 2010. New products against apple scab and powdery mildew attack in organic apple production. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 38(3): 234-238.
- Maloy, O. C. 1993. *Plant Disease Control: Principles and Practice*. John Wiley & Sons, Inc. New York. 346 p.
- Moyer, C. and N. A. Peres. 2008. Evaluation of biofungicides for control of powdery mildew of gerbera daisy. *Proc. Florida State Horticultural Society* 121: 389-394.
- Rachniyom, H and T. Jaenaksorn, 2008. Effect of soluble silicon and *Trichoderma harzianum* on the *in vitro* growth of *Pythium aphanidermatum*. *Journal of Agricultural Technology* 4 (2): 57-71.
- Saberi, M. and S. R. Panah. 2014. The effect of safe materials in control of cucumber downy mildew under field condition. *Indian Journal of Fundamental and Applied Sciences* 5: 2231-2257.
- Savory, E. A., L. L. Granke, L. M. Quesada-Ocampo, M. Varbanova, M. K. Hausbec and B. Day. 2011. The cucurbit downy mildew pathogen *Pseudoperonospora cubensis*. *Molecular Plant Pathology* 12 (3): 217-226.
- Shen, G. H., Q. H. Xue, M. Tang, Q. Chen, L. N. Wang, C. M. Duan, L. Xue and J. Zhao. 2010. Inhibitory effects of potassium silicate on five soil-borne phytopathogenic fungi *in vitro*. *Journal of Plant Diseases and Protection* 117 (4): 180-184.
- Thomas, C. E., T. Inaba and Y. Cohen. 1987. Physiological specialization in *Pseudoperonospora cubensis*. *Phytopathology* 77: 1621-1624.
- Wolff, S. A., I. Karoliussen, J. Rohloff and R. Stirmbeck. 2012. Foliar application of silicon fertilizers inhibit powdery mildew development in greenhouse cucumber. *Journal of Food, Agriculture & Environment* 10(1): 355-359.