

วิชาสัมมนา (1201-480)

การควบคุมเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังโดยชีววิธี

Biological control of mealybugs

โดย

นางสาวจันทราภรณ์ สิงห์แก้ว

รหัสนักศึกษา 60120040201

อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์สุพัตรา คำเรียง

ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ภาคการศึกษาที่ 2/2563

วันที่ 13 เดือน มีนาคม พ.ศ.2563

เรื่อง : การควบคุมเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังโดยชีววิธี
Biological control of mealybugs
ผู้สัมมนา : นางสาวจันทราภรณ์ สิงห์แก้ว รหัส 60120040201
ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชา : พืชไร่
อาจารย์ที่ปรึกษา: อาจารย์สุพัตรา คำเรียง

บทคัดย่อ

การศึกษาการเข้าทำลายของเพลี้ยแป้งในมันสำปะหลังที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของต้นมันสำปะหลัง ที่สำคัญมันสำปะหลังแต่ละชนิดมีความดึงดูดเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังแตกต่างกัน ประชากรของเพลี้ยแป้งสีชมพูสามารถเพิ่มปริมาณได้มากที่สุด และทำให้เกิดอาการใบหงิกเริ่มรุนแรงตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 จนถึงสัปดาห์ที่ 7 ในการควบคุมเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังด้วยชีววิธี โดยการปล่อยแมลงช้างปีกใสให้กินเพลี้ยแป้งชนิดต่าง ๆ เช่น เพลี้ยแป้งชนิด *Ph. Manihoti* (3.50) ถูกกินมากกว่าเพลี้ยแป้ง *Ph. madeirensis* (3.45) และ *Ps. jackbeardsleyi* (2.50) ภายใต้สภาวะของห้องปฏิบัติการโดยใช้เทคนิค multinomial logistic regression กับ *Ps. jackbeardsleyi* เป็นโมเดลพื้นฐาน เมื่อมีการคัดเลือกเชื้อแอคติโนไมซีตที่มีคุณสมบัติในสร้างเอนไซม์ไคตินเนสและเอนไซม์โปรตีเอสขึ้นพบว่า ทั้ง 8 ไอโซเลต ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และได้มีการนำเชื้อรา *B. bassiana* มาใช้ร่วมกับสารละลายเอนไซม์ไคตินเนสและโปรตีเอสในการเข้าทำลายเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู พบว่า กรรมวิธีที่มีสารแขวนลอยสปอร์รา *B. bassiana* ไอโซเลท LARTC2 ใช้ร่วมกับสารละลายเอนไซม์ไคตินเนสและโปรตีเอส (สปอร์รา *B. bassiana* ไอโซเลท LARTC2 + crude chitinase) (สปอร์รา *B. bassiana* ไอโซเลท LARTC2 + crude protease) และ (สปอร์รา *B. bassiana* ไอโซเลท LARTC2 + crude chitinase + crude protease) มีอัตราเร็วในการตายสูงกว่ากลุ่มอื่นเมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู

คำสำคัญ: เพลี้ยแป้งมันสำปะหลัง, แมลงช้างปีกใส, สารสกัดไคตินเนสและโปรตีเอส

การควบคุมเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังโดยชีววิธี

บทนำ

มันสำปะหลัง (Cassava) มีชื่อวิทยาศาสตร์: *Manihot esculenta* (L.) Crantz เป็นพืชอาหารชนิดหนึ่งที่สำคัญอันดับ 5 รองจากข้าวสาลี ข้าวโพด ข้าว และมันฝรั่ง (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563) มันสำปะหลังเป็นพืชที่ทนแล้งได้ประโยชน์และการนำไปใช้ประกอบอาหารคาวหวาน โดยนำส่วนของรากสะสมอาหารที่มีการสะสมของคาร์โบไฮเดรตไปใช้ประกอบอาหาร การส่งออกผลผลิตการแปรรูปหัวมันสำปะหลังเพื่อให้เก็บรักษาได้เป็นเวลานาน ถูกส่งออกในรูปแบบมันสำปะหลังอัดเม็ด มันเส้น สาคุ แป้งมันสำปะหลัง พื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังในประเทศไทยมีเนื้อที่ 8,823,412 ไร่ ผลิต 31,079,966 ตัน การส่งออกมันสำปะหลังในปัจจุบัน 73,891,479,565 บาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563) ปัจจุบันเกษตรกรสนใจปลูกมันสำปะหลังกันอย่างแพร่หลาย แต่ประสบปัญหาเรื่องแมลงศัตรูพืชที่สำคัญคือ เพลี้ยแป้งมันสำปะหลัง ที่ทำความเสียหายต่อมันสำปะหลัง โดยการดูดกินน้ำเลี้ยงตามส่วนต่างๆ เช่น ใบ ยอด และตา ในส่วนของต้นที่ยังอ่อนอยู่ ยอดที่ถูกทำลายจะหยิกเป็นพุ่ม ลำต้นจะบิดเบี้ยวมีช่วงข้อถี่ ทำให้มีผลต่อคุณภาพท่อนพันธุ์ หัวมีขนาดเล็ก เปอร์เซ็นต์แป้งต่ำ หากการระบาดรุนแรงยอดจะแห้งตาย ถ้ามีระบาดในช่วงที่มันสำปะหลังอายุน้อยอาจทำให้ต้นมันสำปะหลังตายหรือไม่สามารถสร้างหัวได้ เพลี้ยแป้งจะระบาดรุนแรงในฤดูแล้งมากกว่าในฤดูฝน โดยเฉพาะฝนทิ้งช่วงเป็นเวลานาน แปลงที่มีการระบาดอย่างรุนแรงความเสียหายเกิดขึ้นเกือบ 100 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่าเพลี้ยแป้งมันสำปะหลัง มีผลต่อการเจริญเติบโตมันสำปะหลังอย่างมาก และเกษตรกรส่วนใหญ่ใช้วิธีกำจัดด้วยสารเคมีทำให้ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศรวมถึงสุขภาพของเกษตรกรด้วย จึงได้มีการศึกษาเพื่อหาวิธีในการควบคุมและป้องกันกำจัดเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังด้วยวิธีที่ปลอดภัยต่อเกษตรกร และธรรมชาติเพื่อเป็นทางเลือก และลดต้นทุนในการผลิตมันสำปะหลัง ดังนั้นสัมมนาครั้งนี้จึงได้ทำการอภิปรายเกี่ยวกับการควบคุมเพลี้ยมันสำปะหลังโดยวิธีการต่างๆ เช่น การใช้แมลงช้างปีกใส การใช้เชื้อราปฏิปักษ์ และการใช้สารสกัดไคตินเนสและสารสกัดโปรตีนเอสที่ได้จากเชื้อแอคติโนมัยซิส

ความสำคัญของมันสำปะหลัง

มันสำปะหลังเป็นพืชที่ทำรายได้ให้ประเทศไทยเป็นลำดับ 4 รองลงมาจากยางพารา อ้อย และข้าว ซึ่งสามารถสร้างมูลค่าเข้าสู่ประเทศมากกว่า 6 หมื่นล้านบาทต่อปี ปัจจุบันประเทศไทยมีการผลิตมันสำปะหลังประมาณ 28 ล้านตัน (มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย, 2563) จะพบพื้นที่ในการเพาะปลูกและปริมาณผลผลิตที่ได้โดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ 3.4 และ 8.4 ตามลำดับ ในขณะที่ผลผลิตต่อไร่โดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.4 (สถาบันอาหาร, 2558) หากวิเคราะห์สถานการณ์ในแต่ละปีจะพบปัญหาที่เกิดขึ้นในการปลูกมันสำปะหลัง คือการระบาดของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังที่รุนแรงและต่อเนื่องตั้งแต่ปลายปี พ.ศ. 2551 และ ต้นปี พ.ศ. 2552 และขยายพื้นที่อย่างรวดเร็วจนถึงปัจจุบัน ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจในทุกภาคของพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง ในปี พ.ศ. 2559 ได้มีการทำระบบภูมิศาสตร์เพื่อสร้างแบบจำลองถิ่นอาศัย เพื่อทำนายพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการระบาดของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังเพื่อใช้ในการตัดสินใจและจัดการป้องกันการระบาด (รัชฎาวรรณ และ เบญจคุณ, 2559) แต่ก็ยังไม่สามารถลดการระบาดได้ เนื่องจากการกำจัดเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังนั้นทำได้ยาก เนื่องจากตามลำตัวของเพลี้ยแป้งปกคลุมด้วย โปรตีน ไคติน แป้ง และไขมัน ทำให้ยากต่อการทำลาย การกำจัดเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสืบทอดโดยทั่วไปใช้สารเคมีในการป้องกันและกำจัด แต่ปัญหาจากการใช้สารเคมีพวกนี้มีผลเสียมากมาย การใช้จุลินทรีย์กำจัดแมลงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่นิยมนำมาใช้เพราะจุลินทรีย์หลายชนิดมีประสิทธิภาพในการทำลายสูง ทำลายเฉพาะแมลงศัตรูพืชที่เป็นเป้าหมาย และปลอดภัยต่อผู้ใช้ ราก่อโรคในแมลง (entomopathogenic fungi) เป็นจุลินทรีย์กลุ่มที่ได้รับการพัฒนาเพื่อใช้ในการกำจัดแมลง เนื่องจากราในกลุ่มนี้มีความจำเพาะเจาะจงกับแมลงโดยตรง สามารถเข้าสู่ร่างกายของแมลง โดยทางทะลุผ่านเข้าทางผนังลำตัวแมลง และจะเจริญภายในตัวแมลงทำลายเนื้อเยื่อและระบบต่างๆ ทำให้แมลงตาย (ทิพย์วดี, 2535) ปัจจุบันมีการศึกษาเอนไซม์ที่ผลิตจากจุลินทรีย์ เช่น แบคทีเรีย ยีสต์ รวมทั้งรา โดยเฉพาะกลุ่มของเอนไซม์ที่สามารถย่อยไคติน โปรตีน และไขมันได้ เพื่อเชื่อมโยงกับความรุนแรงในการก่อโรคของจุลินทรีย์ก่อโรคในแมลงเนื่องจากเอนไซม์เหล่านี้ทำหน้าที่ในการย่อยผนังลำตัวแมลงก่อนที่จะใช้สารอาหารในตัวแมลงเพื่อการเจริญเติบโต (St. Leger *et al.*, 1986a, b)

จากการระบาดของเพลี้ยแป้งจะทำให้ผลผลิตลดลง ในด้านอุตสาหกรรมมันเส้นซึ่งมีลานตากมันสำปะหลังอยู่ 1,000 แห่ง ใช้ผลผลิตประมาณ 5 ล้านตันต่อปี หันไปตากข้าวโพดแทนมันสำปะหลัง อุตสาหกรรมแป้งใช้ผลผลิตประมาณ 3.5 ล้านตันต่อปี กำลังการผลิตลดลง ไม่คุ้มค่าต่อการดำเนินการ อาจต้องปิดตัวลง อุตสาหกรรมแป้งัดรูปมีกำลังการผลิตไม่ต่ำกว่า

9 แสนตันต่อปี แต่ใช้กำลังการผลิตเพียง 5 แสนตันต่อปี อาจต้องปิดตัวลง ส่วนอุตสาหกรรมเอทานอลอาจปรับเปลี่ยนมาใช้โมลาสจากอ้อยแทน ตามข้อเท็จจริงโรงงานเอทานอลอยู่ในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังห่างไกลจากโรงงานน้ำตาล สำหรับในด้านต่างประเทศ ซึ่งสาธารณรัฐประชาชนจีนเป็นผู้นำเข้ามันเส้นรายใหญ่จากไทย อาจเปลี่ยนนโยบายหันไปนำเข้าข้าวโพดแทน หากมันสำปะหลังไม่มีเพียงพอ ถ้าทิศทางการใช้วัตถุดิบจากข้าวโพดแทนมันสำปะหลังแล้ว คงเป็นไปได้ยากที่สาธารณรัฐประชาชนจีนจะหันกลับมาใช้ผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังเหมือนเดิมอีก

ชนิดของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลัง

เพลี้ยแป้งมันสำปะหลังพบวาระบาดทั่วไปในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังของประเทศไทย มีด้วยกัน 4 ชนิด คือ เพลี้ยแป้งตัวลาย (striped mealybug) มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Ferrisia virgata* Cockerell เพลี้ยแป้งสีเขียว (madeira mealybug) มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Phenacoccus madeiresis* Green เพลี้ยแป้งสีชมพู (pink mealybug) มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero และเพลี้ยแป้งแจ๊คเบียร์เลย์ (Jack-Beardsley mealybug) มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Pseudococcus jackbeardsleyi* Gimpel & Miller เพลี้ยแป้งทั้ง 4 ชนิด พบว่า เพลี้ยแป้งสีชมพูมีการระบาดอย่างรุนแรงที่สุด มีผลเสียหายทางเศรษฐกิจในทุกภาคของพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง ในขณะนี้ยังไม่มีมาตรการในการควบคุมการระบาดของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังอย่างใดผลดี ทำให้เกษตรกรเริ่มวิตกกังวลต่อการระบาดของเพลี้ยแป้งชนิดนี้ในมันสำปะหลัง โดย เกษตรกรบางรายได้หันกลับไปปลูกพืชไร่ชนิดอื่นแทนเพื่อตัดวงจรการแพร่ระบาดของเพลี้ยแป้ง ทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังลดลงซึ่งไม่เพียงพอต่อความต้องการของภาคอุตสาหกรรม

บทบาทของแมลงช้างปีกใส (*P.ramburi*) ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี

ตัวอ่อนแมลงช้างปีกใสสามารถกินเหยื่อได้มากชนิด เช่น เพลี้ยแป้ง เพลี้ยอ่อน เพลี้ยไฟ แมลงหวี่ขาวและไรแดง นอกจากนี้ตัวอ่อนของแมลงช้างปีกใสยังสามารถกินไข่ของผีเสื้อและตัวซึ่งเป็นแมลงศัตรูพืชที่สำคัญ (Anderson, 2003; Yang et al., 1998) อีกทั้งยังสามารถกินเหยื่อได้ทุกระยะการเจริญเติบโตของเหยื่อตั้งแต่ไข่ ตัวอ่อน ดักแด้และตัวเต็มวัย ตัวหนอนของแมลงช้างปีกใสจะเข้าทำลายเหยื่อโดยใช้ปากที่มีเขี้ยวยาวจับเหยื่อดูดกินของเหลวจากตัวเหยื่อเป็นอาหารจนเหยื่อตัวแห้ง (กรมวิชาการเกษตร, 2554)

สารสกัดโคติเนส

สารสกัดโคติเนส คือเอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยาการไฮโดรไลซ์พันธะเอ็น-แอซีทิล-ปีตา-ดี-กลูโคซามิไนด์ (N-acetyl-b-D-glucosaminide 1, 4- beta-linkage) ในโมเลกุลของโคตินและโค

โทเด็กซ์ทรินเอนไซม์ไคตินเนส ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่มีความสามารถในการย่อยพันธะ β -1,4 glycosidic ให้ได้ผลผลิตเป็น N-acetylglucosamine และ chitooligosaccharide ที่มีความยาวต่างกันเหตุที่เอนไซม์นี้มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ เป็นเพราะเส้นใยของเชื้อรานั้นมีไคติน เป็นโครงสร้างหลักเอนไซม์ไคตินเนส นั้นสามารถพบได้ในสิ่งมีชีวิตที่หลากหลายตั้งแต่เชื้อแบคทีเรียทั้งบนดินและ ในทะเล เชื้อรา รวมทั้งพืชโดยเฉพาะในพืชตระกูลถั่วและสัตว์บางประเภทมีผลการวิจัยเป็นจำนวนมากที่ได้แสดงถึงความสามารถของเอนไซม์ไคตินเนสที่เตรียมได้จากแหล่งต่างๆในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราที่เป็นสาเหตุ ของโรคพืชชนิดต่างๆ หลายประเภท โดยผลจากการรายงานส่วนใหญ่พบว่าเอนไซม์ไคตินเนสจากพืช และแบคทีเรียมีความสามารถดีในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา

สารสกัดโปรติเอส

สารสกัดโปรติเอส คือ เอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยาการไฮโดรไลซิสโปรตีนซึ่งเป็นพอลิเพปไทด์หรือพอลิเมอร์ของกรดอะมิโนได้เป็นเพปไทด์ที่สั้นลงเอนไซม์โปรติเอส (Protease enzyme) เป็นเอนไซม์สิ่งมีชีวิตผลิตขึ้น เพื่อทำหน้าที่ในการย่อยสลายโปรตีน (proteolytic enzyme) ให้ได้เปปไทด์สายสั้น ๆ หรือเป็นกรดอะมิโนอิสระโดยการสลาย พันธะเปปไทด์ในสภาวะที่มีน้ำอยู่ในสารละลาย ซึ่งมีความจำเพาะต่อพันธะเปปไทด์เป็นอย่างมาก โดยปกติเอนไซม์โปรติเอสเมื่อสังเคราะห์ขึ้นใหม่จะอยู่ในรูปที่ไม่สามารถเร่งปฏิกิริยาได้ (inactive form) ซึ่งเรียกว่า proenzyme หรือ zymogen เพื่อป้องกันการย่อยสลายโปรตีนภายในเซลล์และจะอยู่ในรูปแบบที่เร่งปฏิกิริยาได้เมื่ออยู่ในสภาพที่เหมาะสม (ธรรมรัตน์, 2544) เอนไซม์โปรติเอสเร่งการตัดพันธะเปปไทด์ในโปรตีนด้วยกระบวนการไฮโดรไลซิส (hydrolysis) หรือ ที่เรียกว่าการแยกสลายด้วยน้ำ ทำให้สายพอลิเพปไทด์ถูกตัด เป็นเพปไทด์ที่มีขนาดสั้นลง และเกิดเป็นกรดอะมิโนอิสระ ผลิตภัณฑ์จากการแยกสลายโปรตีนนิยม เรียกว่า โปรตีนไฮโดรไลเสต การแยกสลายโปรตีนด้วยวิธีนี้ คือ เอนไซม์มีความจำเพาะต่อสารตั้งต้นสูง ดังนั้นจึงไม่ต้องใช้เอนไซม์ในปริมาณมากและมีสภาวะในการย่อยที่ไม่รุนแรง การใช้เอนไซม์ยังมีระดับการย่อยของโปรตีนค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้กรดหรือด่าง

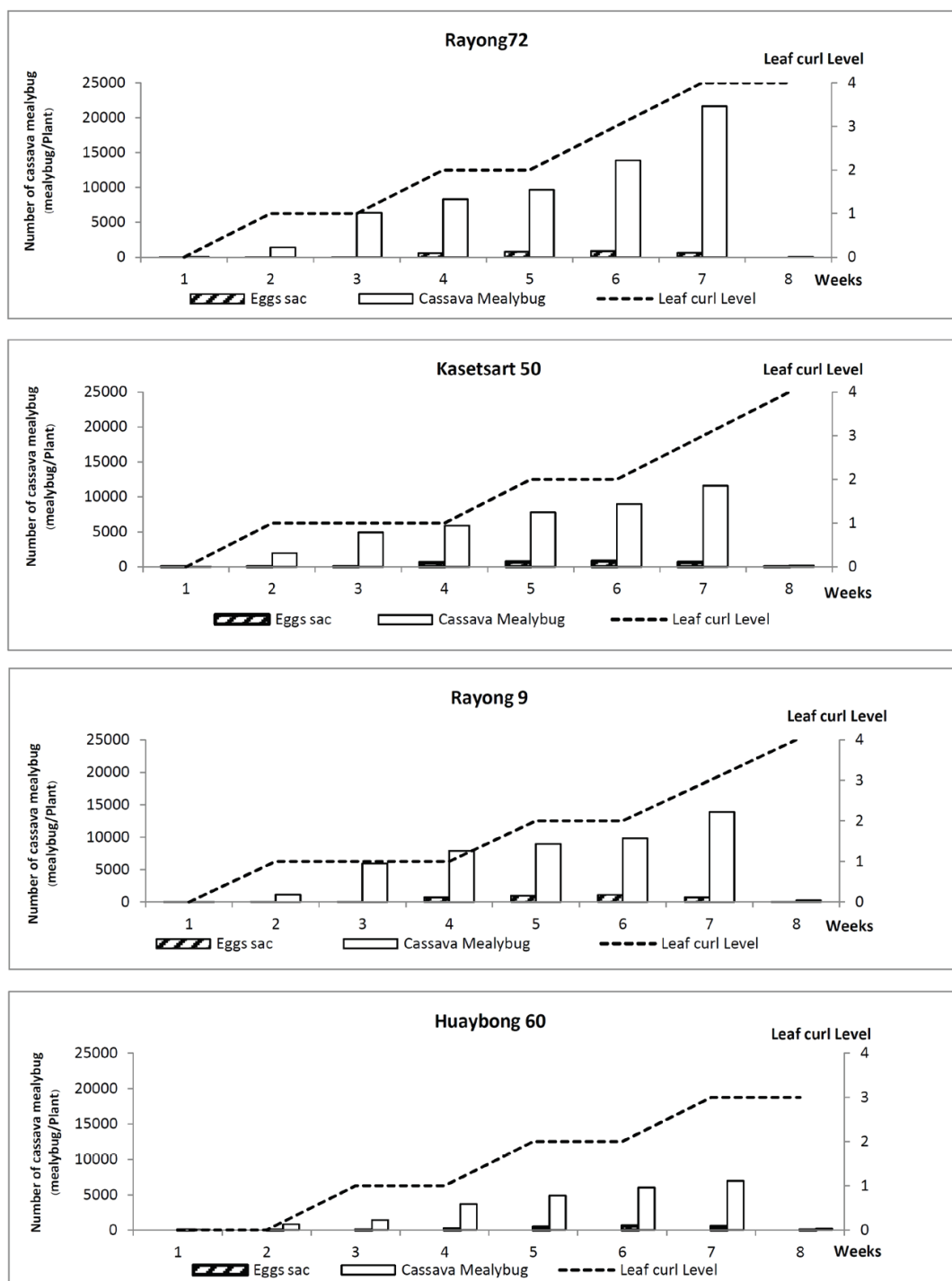
นุชรีย์ และคณะ (2561) ได้ทำการศึกษาการเข้าทำลายของพลีแ่งสีชมพูต่อระดับหจิกของมันสำปะหลังทั้ง 4 พันธุ์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) มี 4 กรรมวิธี คือ มันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50, ระยะอง 72, ระยะอง 9 และห้วยบง 60 ในแต่ละกรรมวิธีมี 4 ซ้ำ ปลุกท่อนพันธุ์มันสำปะหลังอายุ 2 เดือน ความยาว 20 ซม. และผสมดินปลูกโดยนำ ดิน:ปุ๋ยคอก:แกลบ ด้วยอัตรา 2:1:1 แล้วนำไปใส่ในกระถางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12.5 ซม. ความสูง 14 ซม. เมื่อมันสำปะหลังมีอายุ 1 เดือน ปล่อยพลีแ่งสีชมพูระยะตัวเต็มวัย อายุ 1 วัน จำนวน 5 ตัว/ต้น ลงบนต้นมันสำปะหลังในสภาพโรงเรือนทดลอง ที่ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาค

ตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน พบว่า ประชากรของเพรียงแปงสีชมพูสามารถเพิ่มปริมาณได้มาก ที่สุดบนมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 โดยเริ่มมีจำนวนประชากรเพรียงแปงสีชมพูมากตั้งแต่ใน สัปดาห์ที่ 2 จนถึงสัปดาห์ที่ 7 รองลงมาในพันธุ์ระยอง 9, พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และพันธุ์ห้วย บง 60 (ตารางที่ 1) อาการหงิกแต่ละระดับและประชากรของเพรียงแปงสีชมพูทุกสัปดาห์ เป็น เวลา 8 สัปดาห์ ผลการทดสอบการเปรียบเทียบระดับหงิกในมันสำปะหลังทั้ง 4 สายพันธุ์ พบว่า ในพันธุ์ระยอง 72 เริ่มแสดงอาการหงิกระดับ 1 ถึง ระดับ 4 ในสัปดาห์ที่ 2 ถึงสัปดาห์ที่ 7 แตกต่างจากพันธุ์ระยอง 9 และพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ที่มีอาการหงิกสูงสุดในระดับอาการหงิก 4 ในสัปดาห์ที่ 8 ในขณะที่พันธุ์ห้วยบง 60 พบอาการหงิกสูงสุดเพียงระดับ 3 (ภาพที่ 1)

ตารางที่ 1 การเพิ่มของจำนวนเพลี้ยแป้งสีชมพูบนมันสำปะหลังใน 1- 8 สัปดาห์

weeks	Kasetsart50	Hauybong60	Rayong9	Rayong72	F-test	CV (%)
1	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	ns	0
2	1,380.00±15.40 ^{B1/}	1,950.00±209.51 ^A	1,115.00±12.91 ^C	799.00±51.41 ^D	**	11.69
3	6,378.30±483.40 ^A	4,928.00±222.78 ^B	5,948.30±524.55 ^A	1,425.00±121.61 ^C	**	8.14
4	8,320.30±385.01 ^A	5,890.00±150.13 ^B	7,869.00±321.77 ^A	3,665.30±244.67 ^C	**	4.62
5	9,669.80±38.39 ^A	7,812.00±311.04 ^C	8,919.00±389.07 ^B	4,898.50±398.55 ^D	**	4.34
6	13,865.00±2,402.87 ^A	8,970.00±188.75 ^B	9,786.00±847.11 ^B	5,989.30±351.22 ^C	**	13.4
7	21,650.00±4,672.74 ^A	11,581.00±1,523.20 ^B	13,878.00±2,866.55 ^B	6,925.30±127.25 ^C	**	21.07
8	12.50±3.70 ^C	220.00±29.43 ^{AB}	248.00±18.96 ^A	198.00±28.52 ^B	**	14.21

ที่มา: นุชรีย์ และคณะ (2561)



ที่มา: นุชรีย์ และคณะ (2561)

ภาพที่ 1 การเปรียบเทียบเฉลี่ยแบ่งสีชมพู *Phenacoccus manihoti* และความเสียหายของใบในมันสำปะหลัง 4 พันธุ์ ได้แก่ ระยะเวลา 72, เกษตรศาสตร์ 50, ระยะเวลา 9 และห้วยบง 60

Charida *et al.* (2016) ได้ศึกษาเกี่ยวกับแมลงช้างปีกใสที่มีของความชอบในการกินเพลี้ยแป้ง การทดลองทั้งหมดดำเนินการภายใต้ห้องปฏิบัติการอย่างต่อเนื่องสภาพ (ความชื้นสัมพัทธ์ 25

± 2 C และ $50 \pm 5\%$) ที่ศูนย์วิจัยการควบคุมทางชีวภาพแห่งชาติมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน วิทยาเขตแสน จังหวัดนครปฐม ระหว่าง 2012 - 2013 โดยการทดลองได้นำแมลงช้างปีกใส (*Plesiochrysa ramburi*) และ เพลี้ยแป้งที่ใช้ทดสอบมี 3 ชนิด ได้แก่ *Phenacoccus manihoti*, *Phenacoccus madeirensis* และ *Pseudococcus jackbeardsleyi* ผลการทดสอบพบว่า วันที่ 1 แมลงช้างปีกใสกินเพลี้ยแป้งชนิด *Ph. Manihoti* (3.50) มากกว่า เพลี้ยแป้ง *Ph. madeirensis* (3.45) และ *Ps. jackbeardsleyi* (2.50) มีความแตกต่างกันเล็กน้อยระหว่าง *Ps. Jackbeardsleyi* และอีกสองชนิด ($p < 0.1$) วันที่ 2 แมลงช้างปีกใสกินเพลี้ยแป้ง *Ph. manihoti* มากที่สุด (6.55) รองลงมาคือ เพลี้ยแป้งชนิด *Ph. madeirensis* (6.40) และ เพลี้ยแป้งชนิด *Ps. Jackbeardsleyi* (5.60) ตามลำดับ และวันที่ 3 แมลงช้างปีกใสกินเพลี้ยแป้งชนิด *Ph. madeirensis* (4.60) มากกว่า *Ph. manihoti* (4.45) และ เพลี้ยแป้งชนิด *Ps. jackbeardsleyi* (3.60) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 จำนวนเฉลี่ยของแมลง *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero, *Phenacoccus madeirensis* Green และ *Pseudococcus jackbeardsleyi* (Gimpel & Miller) ที่แมลงช้างปีกใส (*Plesiochrysa ramburi* (Schneider)) บริโภคในการทดสอบทางเลือกเป็นเวลา 6 ชั่วโมงภายใต้สภาวะของห้องปฏิบัติการโดยใช้เทคนิค multinomial logistic regression กับ *Psych jackbeardsleyi* เป็นโมเดลพื้นฐาน

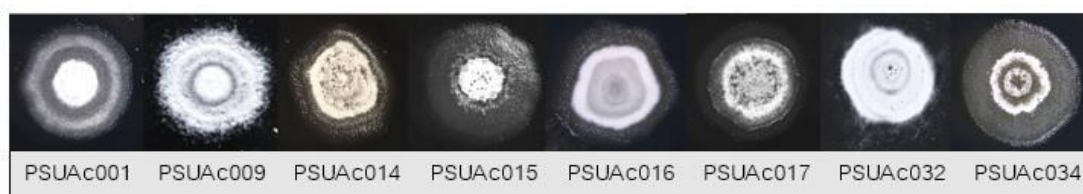
Instar of <i>Pl. ramburi</i>	Number of mealybugs consumed		
	<i>Ph. manihoti</i>	<i>ph. madeirensis</i>	<i>Ps. jackbeardsleyi</i>
1 st instar	$3.50 \pm 0.51^*$	$3.45 \pm 0.51^*$	2.50 ± 0.51
2 nd instar	6.55 ± 0.51^{NS}	6.40 ± 0.50^{NS}	5.60 ± 0.50
3 rd instar	4.45 ± 0.51^{NS}	4.60 ± 0.50^{NS}	3.60 ± 0.50

หมายเหตุ: NS = $p > 0.1$; * = $p < 0.1$.

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก Charida *et al.* (2016)

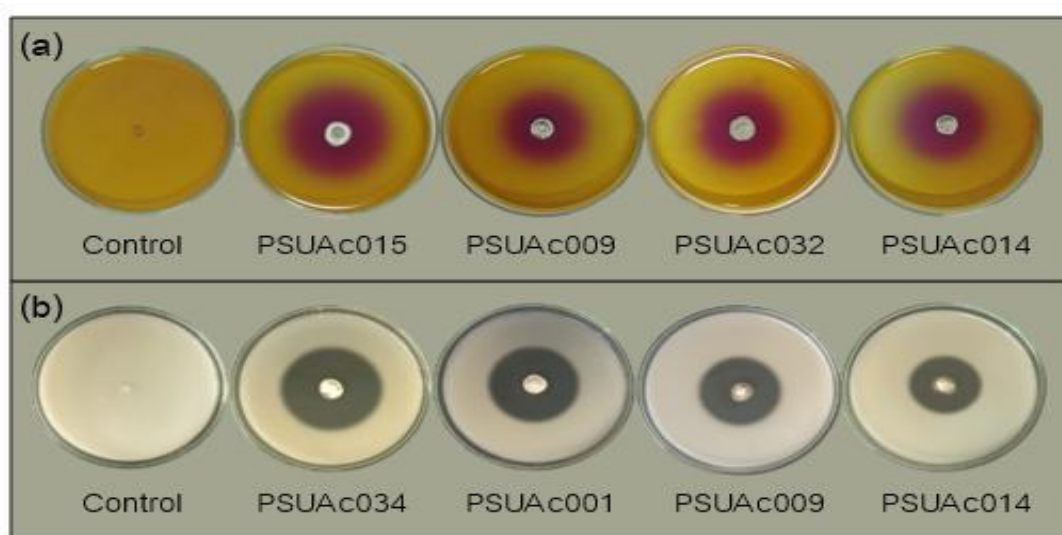
เบญจวรรณ และนริศ (2561) ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติในการสร้างเอนไซม์ไคตินเนสและเอนไซม์โปรติเอส ด้วยเทคนิคการทดลองสุ่มแบบสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) มี 8

กรรมวิธี กรรมวิธีที่ทดสอบด้วยเชื้อแอคติโนมัยซิสจำนวน 8 ไอโซเลทได้แก่ PSUAc001, PSUAc009, PSUAc014, PSUAc015, PSUAc016, PSUAc017, PSUAc032 และ PSUAc034 (ภาพที่ 2) ในห้องปฏิบัติการโดยทดสอบเอมไซม์ไคตินเนสที่ระยะ 3, 5 และ 7 มีความสามารถในการสร้างเอมไซม์ไคตินเนส PSUAc015 เปลี่ยนสีอาหารเป็นสีม่วงรอบโคโลนีมากที่สุดโดยมีค่าดัชนีเอมไซม์เท่ากับ 3.45 ± 0.11 (ภาพที่ 3) การทดสอบเอมไซม์โปรติเอสที่ระยะ 3, 5 และ 7 เชื้อแอคติโนมัยซิสทั้ง 8 ไอโซเลท มีความสามารถในการสร้างเอมไซม์โปรติเอส โดยทั้ง 8 ไอโซเลทไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เชื้อแอคติโนมัยซิส ไอโซเลท PSUAc034 สร้างวงใส่มากที่สุด มีค่าดัชนีเอมไซม์เท่ากับ 3.42 ± 0.15 (ภาพที่ 3)



ที่มา : เบญจวรรณ และนริศ (2561)

ภาพที่ 2 สัณฐานวิทยาของโคโลนีเชื้อแอคติโนมัยซิส 8 ไอโซเลท ในจานอาหาร GYMA บ่มใน อุณหภูมิ 28 องศา เป็นเวลา 10 วัน



ที่มา: เบญจวรรณ และนริศ (2561)

ภาพที่ 3 การผลิตไคตินเนส (a) และโปรติเอส (b) โดยแบคทีเรียแอคติโนมัยซิสเจริญบนจานอาหาร GYMA + colloidal chitin 1% และ skim milk 3% ที่แสดงผลรอบโคโลนี

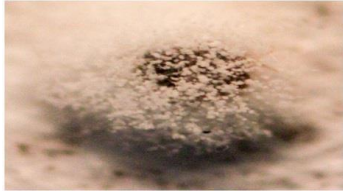
สุกานดา และคณะ (2561) ได้ศึกษาความสามารถของรา *B. bassiana* ไอโซเลท LARTC2 ร่วมกับสารละลายเอนไซม์ไคตินเนสและโปรติเอสในการเข้าทำลายเพลี้ยแป้งบนลำปะหลังสีชมพูในระดับห้องปฏิบัติการโดยใช้เทคนิคการสุ่มแบบสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) โดยมีกรรมวิธีทั้งหมด 8 กรรมวิธี ดังนี้ T1 control (0.1% (v/v) tween 80) T2 (crude chitinase) T3 (crude protease) T4 (crude chitinase + crude protease) T5 (สปอร์รา *B. bassiana* ไอโซเลท LARTC2) T6 (สปอร์รา *B. bassiana* ไอโซเลท LARTC2 + crude chitinase) T7 (สปอร์รา *B. bassiana* ไอโซเลท LARTC2 + crude protease) และ T8 (สปอร์รา *B. bassiana* ไอโซเลท LARTC2 + crude chitinase + crude protease) พบว่า กรรมวิธีที่มีสารแขวนลอยสปอร์รา *B. bassiana* ไอโซเลท LARTC2 ใช้ร่วมกับสารละลายเอนไซม์ไคตินเนสและโปรติเอส (T6, T7, T8) มีอัตราการตายสูงกว่ากลุ่มอื่น เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยแป้งบนลำปะหลังสีชมพูใน Table 3 อยู่ในช่วง T6 (54.44) T7 (53.33) และ T8 (65.56) อย่างไรก็ตามจากการศึกษาครั้งนี้มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 3) และผลการศึกษาทางกายภาพของเพลี้ยแป้งบนลำปะหลังสีชมพูที่ตายหลังการทดสอบความสามารถของรา *B. bassiana* ไอโซเลท LARTC2 ร่วมกับสารละลายเอนไซม์ไคตินเนสและโปรติเอสในการเข้าทำลายจากรูปภาพแสดง T8 ที่มีสารแขวนลอยสปอร์ราร่วมกับสารละลายเอนไซม์ไคตินเนสและโปรติเอสมีผลทำให้นางลำตัวของเพลี้ยแป้งบนลำปะหลังสีชมพูถูกทำลายและมีเส้นใยราเริ่มปกคลุมตัวเพลี้ยแป้งมากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ ซึ่งอาจจะเกี่ยวข้องกับการที่สารละลายเอนไซม์ไคตินเนสและสารละลายเอนไซม์โปรติเอสที่เติมเข้าไปจะย่อยผนังลำตัวแมลงก่อนโดยไม่ต้องรอให้ราสร้างเองซึ่งต้องใช้เวลาานกว่าปกติ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 3 องค์ประกอบของสารสกัดไคติเนส สารสกัดโปรติเอส และสปอร์ของเชื้อรา *Beauveria bassiana* isolate LARTC2 ของกรรมวิธีที่ 1 ถึง 8

Treaments	Percent mortality (%)±SD	LT ₅₀ (day) (95% fiducial limits)
T1(0.1% Tween 80)	1.11±1.72a	-
T2(crude chitinase)	21.11±10.47b	6.54 (6.12- 6.96)
T3(crude protease)	22.22±6.89b	6.17 (5.43- 6.91)
T4(crude chitinase+crude protease)	25.56±6.89b	5.61 (4.05- 4.87)
T5(spores of B.bassiana)	42.22±4.55c	4.46 (4.05- 4.87)
T6(spores of B.bassiana+ chitinase)	54.44±9.58cd	3.18 (2.66- 3.70)
T7 spores of B.bassiana +crude protease)	53.33±0.00cd	3.13 (3.02- 3.24)
T8 spores of B.bassiana chitinase+crude protease)	65.56±4.55d	2.52 (2.40- 2.64)

ที่มา : สุกานดา และคณะ (2561)

ตารางที่ 4 ลักษณะการเข้าทำลายเพลี้ยแป้งบนลำปะหลังสีชมพู หลังจากการฉีดพ่น 3 วัน และการเจริญของเชื้อรา *B. bassiana* ไอโซเลต LARTC2 บนเพลี้ยแป้งบนลำปะหลังสีชมพู เมื่อนำมาบ่มเป็นเวลา 3 วัน ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสของกรรมวิธี T1,T4,T5 และ T8

Treatments	3 day after exposure	After 3 days of incubation
T1 (0.1% Tween 80)		
T4 (crude chitinase+crude protease)		
T5 (spores of <i>B. bassiana</i>)		
T8 (spores of <i>B. bassiana</i> chitinase+crude protease)		

ที่มา : สุกานดา และคณะ (2561)

สรุป

จากการศึกษาการควบคุมเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังโดยชีววิธี การเข้าทำลายของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสี่ชนิดต่อระดับการหักของมันสำปะหลัง 4 สายพันธุ์ มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 72 แสดงอาการใบหัก และมีปริมาณเพลี้ยแป้งมากที่สุด ส่วนแมลงช้างปีกใสมีการกินเพลี้ยแป้งชนิด *Ph. Manihoti* เพลี้ยแป้ง *Ph. madeirensis* และ *Ps. jackbeardsleyi* ได้แตกต่างกันเล็กน้อย การผลิตไคตินเนส (a) และโปรตีเอส (b) โดยแบคทีเรียแอคติโนมัยซิสเจริญบนอาหาร GYMA + colloidal chitin 1% และ skim milk 3% ไม่มีความแตกต่างกัน เมื่อฉีดพ่นเชื้อรา *B. bassiana* ไอโซเลท LARTC2 ร่วมกับสารละลายเอมไซม์ไคตินเนสและโปรตีเอส ทำให้อัตราการตายของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสูงขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2561. เพลี้ยแป้งมันสำปะหลัง. (<https://shorturl.asia/3JXQb>) สืบค้นวันที่ 11 ธันวาคม 2563.
- ธรรมรัตน์ ก้าวสมบัติ. 2544. การเพิ่มจำนวนยีนของเอนไซม์โปรตีเอสนอกเซลล์จากเทอร์โมฟิลิคแบคทีเรีย สายพันธุ์ TLS 33. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- นุชรี ศรี กษมน วงศ์ใหญ่ แพรพรรณ สร้อยสุวรรณ และ กมลทิพย์ ใจชาล. 2561. การเข้าทำลายของเพลี้ยแป้งสีชมพู pink mealybug, *Phenacoccus manihoti* ต่อระดับความเสียหายของมันสำปะหลังสีพันธุ์. วารสารแก่นเกษตร 46 (5) :867-876.
- เบญจวรรณ ศิริกุล และ นริศ ท้าวจันทร์. 2561. การสร้างเอนไซม์ไคตินเนสและโปรตีเอสของเชื้อแอคติโนมัยซีตสายพันธุ์ท้องถิ่นที่มีคุณสมบัติฆ่าแมลง. วารสารแก่นเกษตร 46 (ฉบับพิเศษ):739-744.
- มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย. 2563. (<https://shorturl.asia/8RLjk>) สืบค้นวันที่ 15 ธันวาคม 2563.
- รัชฎาวรรณ เงินกลิ่น และ เบญจคุณ แสงทองพราว. 2559. ระบบสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจและการจัดการเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero (Hemiptera: Pseudococcidae) ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคตะวันออกของประเทศไทย. วารสารเกษตร 32(3): 357-368(2559).
- ศูนย์ส่งเสริมเทคโนโลยีการเกษตรด้านอารักขาพืช จังหวัดชลบุรี .2564. แมลงข้างปีกใส (<https://shorturl.asia/kNH8x>) สืบค้นวันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2564.
- สุกานดา วิจิตพันธุ์ และคณะ. 2561. การเพิ่มศักยภาพการยับยั้งเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูด้วยสารสกัดหยาบไคตินเนสและโปรตีเอสร่วมกับเชื้อรา *Beauveria basana*. วารสารแก่นเกษตร 34(2): 205-214.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร .2563. มันสำปะหลัง. (<https://shorturl.asia/h5fXb>) สืบค้นวันที่ 11 ธันวาคม 2563.
- Charida Sattayawong Sopon Uraichuen and WiwatSuasa-ard. 2016. Larval preference and performance of the green lacewing, *Plesiochrysa ramburi* (Schneider) (Neuroptera: Chrysopidae) on three species of cassava mealybugs (Hemiptera:Pseudococcidae). Agriculture and Natural Resources. (50)460-464.
- Raymond j, st leger, Richard m. cooper and A.keith charnley. 1986. Cuticle-degrading Enzymes of Entomopathogenic Fungi: Regulation of Production of Chitinolytic Enzymes. School of Biological Sciences, University of Bath, Claverton Down, Bath BA2 7AY. UK 132(6):1509-1517.