

ระบบสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจและการจัดการเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู
Phenacoccus manihoti Matile-Ferrero (Hemiptera: Pseudococcidae)
ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคตะวันออกของประเทศไทย

Information System for Decision Making and Managing Cassava Pink Mealybug,
Phenacoccus manihoti Matile-Ferrero (Hemiptera: Pseudococcidae)
in Northeastern and Eastern Thailand

รัชฎาวรรณ เงินกลิ่น^{1/*} และ เบญจคุณ แสงทองพราว^{1/}
Ratchadawan Ngoen-klan^{1/*} and Benjakhun Sangthongpraow^{1/}

^{1/}ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 10900

^{1/} Department of Entomology, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

*Corresponding author: Email: ngerklun@yahoo.com

(Received: 3 December 2015; Accepted: 13 June 2016)

Abstract: Geographical Information Systems and remote sensing technologies, with maximum entropy (Maxent) ecological niche modelling computer software, were used to create predictive risk maps for *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero in Northeastern and Eastern Thailand. The cassava pink mealybug populations were surveyed in 255-cassava plantations covering Prachinburi, Rayong, Sa Kaeo and Nakhon Ratchasima during June 2013 and January 2014. The total number of 204-georeferenced sites presenting *P. manihoti* and environmental data from MODIS satellite imagery and 12 Automatic Weather Station (AWS) were compiled into the species distribution modelling. The models identified low monthly rainfall at 100-135 mm., lower Land surface temperature diurnal cycle (LSTD) range of temperature (-100 to -30 °C), and Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) between -0.3 and 0.6 are well-suited as the biological requirements of cassava pink mealybug. The value of the Area Under Curve (AUC) lies at 0.981 indicated the model gives excellent discrimination. Finally the risk areas at the district level in Nakhon Ratchasima, Prachin Buri, Sa Kaeo, Chachoengsao, Chon Buri and Rayong were described in this study.

Keywords: *Phenacoccus manihoti*, cassava, Geographic Information Systems, ecological niche modelling

บทคัดย่อ: ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล และการสร้างแบบจำลองถิ่นอาศัยด้วยซอฟต์แวร์ Maxent ได้ถูกนำมาใช้ในการสร้างแผนที่ทำนายความเสี่ยงสำหรับเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคตะวันออกของประเทศไทย โดยทำการสำรวจประชากรเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูในพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังจำนวน 255 แปลง ครอบคลุมจังหวัดปราจีนบุรี ระยอง สระแก้ว และ นครราชสีมา ระหว่างเดือนมิถุนายน 2556 ถึง มกราคม 2557 ได้ข้อมูลตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์ของแปลงที่ปรากฏเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูจำนวน 204 แปลง และข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมจากภาพถ่ายดาวเทียม MODIS และ สถานีตรวจอากาศอัตโนมัติ 12 สถานี มาทำการสร้างแบบจำลองการกระจายตัวของประชากร พบว่าพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนรายเดือน ระดับต่ำที่ 100-135 มม. ค่าอุณหภูมิผิวดินระหว่างวัน (LSTD) ที่ -100 ถึง -30 °C และค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) ระหว่าง -0.3 และ 0.6 เป็นสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมกับเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู ค่า AUC ที่ 0.981 แสดงว่าแบบจำลองมีความน่าเชื่อถือในระดับดีเยี่ยม พื้นที่เสี่ยงที่ระดับอำเภอในจังหวัดนครราชสีมา ปราจีนบุรี สระแก้ว ฉะเชิงเทรา ชลบุรี และ ระยองได้ถูกอธิบายไว้ในการศึกษาครั้งนี้

คำสำคัญ: *Phenacoccus manihoti* มันสำปะหลัง ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ แบบจำลองถิ่นอาศัย

คำนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย เนื่องจากมันสำปะหลังเป็นพืชที่สามารถทนแล้งได้ดีและง่ายต่อการขยายพันธุ์ สามารถปลูกได้ทั่วไยกว้นพื้นที่ที่ดินมีความชื้นสูง ปริมาณน้ำฝนมากหรือเป็นดินเค็ม ทำให้เกษตรกรมีความนิยมในการเพาะปลูกมันสำปะหลังในทุกภาคของประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคตะวันออก ประเทศไทยจึงเป็นประเทศอันดับหนึ่งของโลกในการส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 เป็นต้นมา (Ratanawaraha *et al.*, 2000; Poramacom *et al.*, 2013) ในปี พ.ศ. 2551 เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังประสบปัญหาจากการระบาดของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero (Hemiptera: Pseudococcidae) (ชลิดา, 2554; Parsa *et al.*, 2012) ทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังลดลง เกิดการขาดแคลนท่อนพันธุ์สำหรับการใช้ในการเพาะปลูก และส่งผลกระทบต่อภาคอุตสาหกรรมและการส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังของประเทศ (โอภาษ, 2552) จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าแตนเบียน *Anagyrus lopezi* สามารถควบคุมเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากมีความเจาะจงต่อแมลงอาศัยสูงมาก โดยลงทำลายเฉพาะเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู

P. manihoti เท่านั้น (Bellotti *et al.*, 1994; Bellotti *et al.*, 1999; Nassar and Ortiz, 2007) โดยประเทศไทยได้มีการนำเข้าแตนเบียนชนิดดังกล่าวจากสาธารณรัฐเบนินมาศึกษา ทดสอบความปลอดภัยเพื่อนำมาใช้ควบคุมเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู ระหว่างปี พ.ศ. 2552-2553 (อัมพร และคณะ, 2553) และมีการส่งเสริมให้เกษตรกรเพาะเลี้ยงแตนเบียนเพื่อควบคุมเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูอย่างต่อเนื่อง (สถาบันพัฒนามันสำปะหลัง, 2553) ทำให้สถานการณ์การระบาดของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูลดความรุนแรงลงในปัจจุบัน แต่จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก แมลงศัตรูพืชเป็นสิ่งมีชีวิตหนึ่งที่ได้รับผลกระทบอย่างมากมาจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่สูงขึ้นหรือลดลง โดยพบว่าอุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการอยู่รอดและสภาวะการเจริญพันธุ์ในวงจรชีวิตของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู (Iheagwam and Eluwa, 1983) ซึ่งที่อุณหภูมิระหว่าง 20 ถึง 30.5 องศาเซลเซียส เพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูสามารถเพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็ว และเกิดการระบาดโดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีสภาพภูมิอากาศร้อนและชื้นทั้งในฤดูแล้งและฝนทั้งช่วงในฤดูฝน (Lema and Herren, 1985) ดังนั้นการหามาตรการป้องกันกำจัดเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูจึงยังคงเป็นประเด็นที่สำคัญ ทั้งนี้เพื่อการเฝ้าระวังการระบาดของเพลี้ยแป้งมัน

สำปะหลังสีชมพูและลดความเสียหายอย่างรุนแรงต่อการผลิตมันสำปะหลังของประเทศไทยในอนาคต

จากการศึกษาที่ผ่านมาได้มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (Geoinformation Technology) ซึ่งประกอบด้วยระบบกำหนดตำแหน่งบนโลกด้วยดาวเทียม (global positioning system: GPS) การสำรวจระยะไกล ด้วยดาวเทียม (remote sensing: RS) และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (geographic information systems: GIS) เพื่อเป็นเครื่องมือในการศึกษาแมลงศัตรูของพืชเศรษฐกิจหลายชนิด เช่น กาแฟ โดยนำเอาจำนวนประชากรแมลงศัตรูกาแฟมาศึกษาวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ของแมลงศัตรูกาแฟชนิดนั้น ๆ กับปัจจัยทางด้านอุณหภูมิ ทำให้สามารถสร้างแผนที่แสดงช่วงเวลาและพื้นที่ที่มีการระบาดของแมลงศัตรูกาแฟ ซึ่งเป็นประโยชน์ในการวางแผนการจัดการแมลงศัตรูกาแฟได้อย่างมีประสิทธิภาพ (เผ่าไทและปิยะวรรณ, 2558) นอกจากการแสดงผลที่ระบาดของแมลงศัตรูพืชเศรษฐกิจดังกล่าวแล้ว การสร้างแบบจำลองที่ทำนายถึงแหล่งอาศัยหรือสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการปรากฏของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้นก็เป็นอย่างยิ่งอีกแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจ โดยแบบจำลองดังกล่าวนี้คือ Ecological Niche Modelling ซึ่งอาศัยหลักการคือนิเวศการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิตมีความสัมพันธ์ต่อสถานะของสภาพแวดล้อมที่สิ่งมีชีวิตนั้นต้องการ (Peterson, 2006; Warren and Seifert, 2011) ดังนั้นจึงมีการนำเอา Ecological Niche Modelling มาใช้ในการศึกษาทางด้านสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ รวมทั้งการศึกษาสิ่งมีชีวิตที่เป็นพันธุ์ต่างถิ่นที่รุกราน (Invasive species) (Peterson and Vieglais, 2001) จากปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการเพิ่มจำนวนของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูจนนำไปสู่การระบาดของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูในเชิงด้าน Ecological Niche Modelling จึงเป็นรูปแบบการศึกษาหนึ่งที่น่าสนใจในการนำมาประยุกต์ใช้เพื่อประเมินหรือคาดการณ์พื้นที่เสี่ยงต่อการระบาดของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูในเขตพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังของประเทศไทยได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคตะวันออกของประเทศไทย

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

ทำการสำรวจเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูในแปลงปลูกมันสำปะหลังของจังหวัดต่าง ๆ รวม 255 แปลง ได้แก่ ปราจีนบุรี (43 แปลง) ระยอง (60 แปลง) สระแก้ว (68 แปลง) และ นครราชสีมา (84 แปลง) โดยการกำหนดพื้นที่ศึกษาของแต่ละจังหวัดเลือกจากอำเภอที่มีการเพาะปลูกมันสำปะหลังมากที่สุด จากนั้นทำการสุ่มแปลงปลูกมันสำปะหลังในแต่ละอำเภอเป็นพื้นที่ศึกษา

วิธีการสำรวจเพลี้ยแป้งมันสำปะหลัง

ทำการสำรวจเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูโดยกำหนดพื้นที่สำรวจในไร่มันสำปะหลังให้เป็นพื้นที่ติดต่อกันประมาณ 1 ไร่ จากนั้นเดินสำรวจจากขอบแปลงเป็นเส้นทแยงมุม 1 เส้น จำนวน 10 จุด ๆ ละ 1 ต้น ให้ครอบคลุมพื้นที่แปลงสำรวจ ในกรณีสำรวจไม่พบเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพูให้ทำการสำรวจใหม่อีกครั้งโดยเดินเปลี่ยนอีกเส้นทแยงมุม โดยวิธีการสำรวจนั้นเริ่มจากใบที่คลี่แล้วจากยอดจนถึงใบที่ 10 ทั้งบริเวณบนใบ ใต้ใบ และยอด พร้อมกับบันทึกข้อมูลเบื้องต้นบนของเก็บตัวอย่าง ได้แก่ ลำดับแปลง สถานที่แปลงสำรวจ วันและเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่าง พันธุ์และอายุของมันสำปะหลัง นอกจากนี้ ณ วันที่ทำการสำรวจ ยังทำการบันทึกพิกัดทางภูมิศาสตร์ และความสูงจากระดับน้ำทะเล (เมตร) ของแปลงสำรวจด้วย GPS Handheld Garmin eTrex 10 และบันทึก อุณหภูมิ (°C) และความชื้นสัมพัทธ์ (%) ด้วย ST-8820 Multi-Function Environment 4 in 1

การจำแนกชนิดของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังนั้นกระทำภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ รุ่น SZ2-ILA (Olympus) ที่ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แผนที่แสดงการทำนายพื้นที่เสี่ยงต่อการระบาดของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู *P. manihoti* โดยใช้แบบจำลอง Ecological Niche Modelling

เพื่อแสดงพื้นที่ที่มีศักยภาพในการกระจายตัวหรือการระบาดของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู ทำการ

สร้างแบบจำลองด้วย Maxent software (version 3.2.19) โดยค่าจากการทำนาย (prediction value) ที่แสดงในแผนที่จะอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1.00 และค่าจาก Jackknife test จะแสดงให้เห็นทราบว่าปัจจัยแวดล้อมใดที่มีผลต่อการปรากฏหรือการระบาดของเพลี้ยมันสำปะหลังมากที่สุด โดยความน่าเชื่อถือของแบบจำลองนั้นสามารถประเมินได้จากกราฟ receiver operating curve (ROC) ซึ่งเป็นการพล็อตกราฟระหว่างค่าแสดง sensitivity value กับ ค่าแสดง false positive ของทุกปัจจัยที่นำเข้าสู่แบบจำลอง ถ้าพื้นที่ใต้กราฟ (area under the curve: AUC) มีค่าใกล้ 1 แสดงว่าแบบจำลองนั้นเป็นแบบจำลองที่ดี ถ้าต่ำกว่า 0.5 แสดงว่าแบบจำลองนั้นเป็นแบบจำลองที่ไม่ดี จากนั้นนำเสนอข้อมูลของแบบจำลอง ecological niche model โดยใช้โปรแกรม ArcGIS 10.1 (ESRI Inc, 2012) โดยข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาอยู่ในระบบพิกัดภูมิศาสตร์ บนพื้นหลักฐาน World Geodetic System 1984 (WGS84) มีดังนี้

1) ข้อมูลพิกัดทางภูมิศาสตร์ของแปลงสำรวจที่พบเพลี้ยมันสำปะหลังสีชมพู จำนวน 204 แปลง

2) ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ จากค่าเฉลี่ยรายเดือน ตั้งแต่ มกราคม ถึง ธันวาคม ระหว่าง พ.ศ. 2552 ถึง พ.ศ. 2557 ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ จากสถานีตรวจวัดอากาศภาคตะวันออกเฉียง 10 สถานี และ สถานีตรวจวัดอากาศจังหวัดนครราชสีมา 2 สถานี แล้วนำข้อมูลสภาพภูมิอากาศดังกล่าว มาประมาณค่าเชิงพื้นที่ (spatial interpolation) ด้วยวิธี inverse distance weight (IDW) โดยใช้ค่าถ่วงน้ำหนัก รวมทั้งสิ้น 36 ชั้นข้อมูล

3) ข้อมูลการรับรู้ระยะไกล (remotely sensed data) โดยนำภาพถ่ายดาวเทียมของแต่ละเดือน ระหว่างปี พ.ศ. 2552 ถึง พ.ศ. 2557 มาหาค่าเฉลี่ยโดยใช้เครื่องมือ raster calculator โดยมี output grid มีขนาดของกริด (cell size) เท่ากับพื้นที่ 1 ตารางกิโลเมตร ด้วยโปรแกรม ArcGIS 10.1 ซึ่งข้อมูลการรับรู้ระยะไกล ได้แก่

- อุณหภูมิพื้นผิวโลกระหว่างวัน (daytime land surface temperature: LST) จากดาวเทียม Terra MODIS (Product: MOD11C-CMG Monthly Land-

Surface Temperature/Emissivity-0.05 Deg.) หน่วย องศาเซลเซียส (°C) รวมทั้งสิ้น 12 ชั้นข้อมูล

- ค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) จากดาวเทียม Terra MODIS (Product: MOD13A3-Level 3 Monthly Vegetation Indices-1km.) เพื่อนำมาประเมินหาข้อมูลเกี่ยวกับพืชพรรณในพื้นที่นั้น ๆ โดยมีค่าตั้งแต่ -1 ถึง 1 ดังนั้นพื้นที่ที่มีพืชพรรณปรากฏจะมีค่า NDVI สูง รวมทั้งสิ้น 12 ชั้นข้อมูล

- ข้อมูลแบบจำลองความสูงภูมิประเทศ จาก shuttle radar topography Mission (SRTM) ในรูปแบบของ digital elevation model (DEM) จากนั้นสร้างชั้นข้อมูลความลาดชันของพื้นที่ (slope: steepness of terrain) และชั้นข้อมูลทิศทางความลาดเอียงของพื้นที่ (Aspect: Direction slope faces) โดยค่าที่ได้มีหน่วยเป็น องศา (degree) รวมทั้งสิ้น 3 ชั้นข้อมูล

ผลการทดลอง

จากการสำรวจเพลี้ยมันสำปะหลังสีชมพูในพื้นที่ไร่มันสำปะหลังของจังหวัดปราจีนบุรี ระบุองศาแกว่ และนครราชสีมา พบว่าพันธุ์มันสำปะหลังในแปลงศึกษา ได้แก่ พันธุ์ CMR 89, เกษตรศาสตร์ 50, ระยะเวลา 5, ระยะเวลา 9, ระยะเวลา 11, ระยะเวลา 72, ระยะเวลา 81, ระยะเวลา 90 และห้วยบง 90 โดยชนิดของเพลี้ยมันสำปะหลังที่สำรวจพบมี 4 ชนิด ได้แก่ เพลี้ยมันสำปะหลังสีชมพู (*Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero) เพลี้ยมันแจ๊คเบียร์เลย์ (*Pseudococcus jackbeardsleyi* Gimpel and Miller) เพลี้ยมันสีเหลืองหรือ เพลี้ยมันมะละกอ *Paracoccus marginatus* Williams and Granara de Willink) และเพลี้ยมันลาย (*Ferrisia virgata* (Cockerell)) ซึ่งสัดส่วนของจำนวนเพลี้ยมันสำปะหลังที่พบแต่ละชนิดนั้นแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ของแต่ละจังหวัด กล่าวคือ

ที่จังหวัดปราจีนบุรี อำเภอท่าตูม (17 แปลง) พบเพลี้ยมันตัวเต็มวัย *P. manihoti* มากที่สุดคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 100 ในขณะที่ อำเภอนาดี (16 แปลง) พบเพลี้ยมันตัวเต็มวัย *P. jackbeardsleyi* มากที่สุด

รองลงมาคือ *P. manihoti* และ *P. marginatus* คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 64.00, 31.00 และ 5.00 ตามลำดับ

ที่จังหวัดระยอง อำเภอเมืองระยอง (17 แปลง) พบเพลี้ยแป้งตัวเต็มวัย *P. marginatus* มากที่สุด รองลงมาคือ *P. jackbeardsleyi* และ *P. manihoti* คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 63.00, 28.00 และ 9.00 ตามลำดับ ที่อำเภอบ้านฉาง (20 แปลง) พบเพลี้ยแป้งตัวเต็มวัย *P. jackbeardsleyi* มากที่สุด รองลงมาคือ *P. marginatus* และ *P. manihoti* คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 49.00, 37.00 และ 14.00 ตามลำดับ ที่อำเภอนิคมน้ำอ่าว (23 แปลง) พบเพลี้ยแป้งตัวเต็มวัย *P. marginatus* มากที่สุด รองลงมาคือ *P. manihoti* และ *P. jackbeardsleyi* คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 93.00, 6.00 และ 1.00 ตามลำดับ

ที่จังหวัดสระแก้ว อำเภออรัญประเทศ (37 แปลง) และอำเภอคลองหาด (31 แปลง) พบเพลี้ยแป้งตัวเต็มวัย *P. manihoti* มากที่สุด รองลงมาคือ *P. marginatus* และ *P. jackbeardsleyi* คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 63.00, 33.00 และ 4.00 ตามลำดับ สำหรับอำเภออรัญประเทศ และ ร้อยละ 86.00, 10.00 และ 4.00 ตามลำดับ สำหรับอำเภอคลองหาด

ที่จังหวัดนครราชสีมา ที่อำเภอห้วยบง (31 แปลง) อำเภอเสิงสาง (25 แปลง) และอำเภอสีคิ้ว (28 แปลง) พบเพลี้ยแป้งตัวเต็มวัย *P. manihoti* มากที่สุด รองลงมาคือ *P. marginatus* และ *P. jackbeardsleyi* คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 79.00, 20.00 และ 1.00 ตามลำดับ สำหรับอำเภอห้วยบง คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 55.00, 38.00 และ 4.00 ตามลำดับ สำหรับอำเภอเสิงสาง และ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 78.00, 12.00 และ 10.00 ตามลำดับ สำหรับอำเภอสีคิ้ว

เมื่อพิจารณาถึงจำนวนตัวเต็มวัยของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลัง *P. manihoti* ที่พบในพันธุ์มันสำปะหลังจำนวน 10 พันธุ์ เนื่องจากข้อมูลมีการแจกแจงของประชากรไม่เป็นแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก จึงนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยสถิตินอนพาราเมตริก (non parametric) ด้วย ครัสคาลและวัลลิส (The Kruskal-Wallis One-Way Analysis of Variance By Rank Test) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ (statistical significance level) ค่า $P < 0.05$ ผลการวิเคราะห์ สรุปว่า

ค่ามัธยฐานของจำนวนตัวเต็มวัยของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู *P. manihoti* ที่พบระหว่างพันธุ์มันสำปะหลังจำนวน 10 พันธุ์นั้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($\chi^2=6.402$, $df=9$, $P=0.699$) (ตารางที่ 1)

เมื่อวิเคราะห์แผนที่แสดงการทำนายพื้นที่เสี่ยงต่อการระบาดของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู *P. manihoti* โดยใช้แบบจำลอง ecological niche modelling ด้วย maxent software (version 3.2.19) พบว่าให้ค่าทำนายของโอกาสของการระบาดของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู *P. manihoti* ตั้งแต่ 0.00 ถึง 0.90 ดังนั้นจึงแบ่งระดับโอกาสของการระบาดออกเป็น 3 ระดับ ตามค่าทำนายของโอกาสการเกิด (P) ดังนั้น $P > 0.60$ คือระดับสูง $P=0.3-0.60$ คือระดับปานกลาง และ $P<0.30$ คือระดับต่ำ ซึ่งระดับความน่าเชื่อถือของแบบจำลองนั้นจากการ run แบบจำลอง จำนวน 15 ครั้ง ได้ค่า AUC = 0.981 ซึ่งมีค่า ใกล้ 1 แสดงว่าแบบจำลองที่ได้นี้เป็นแบบจำลองที่ดี (ภาพที่ 1) และจากค่า Jackknife test แสดงให้ทราบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการระบาดของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู *P. manihoti* คือปริมาณน้ำฝนในเดือนกรกฎาคม (07_rain) และเดือนสิงหาคม (08_rain) รองลงมาคือ ค่า LSTD ของเดือน กรกฎาคม (07_LST) และ ค่า NDVI ของเดือน พฤศจิกายน (11_NDVI) โดยปัจจัยดังกล่าวให้ค่า Contribution to Maxent model (%) สูงที่สุด ที่ร้อยละ 22.70, 20.00, 9.20 และ 8.30 ตามลำดับ (ภาพที่ 2) ดังนั้นสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการระบาดของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู *P. manihoti* ได้แก่พื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนอยู่ในช่วงระหว่าง 100-135 มิลลิเมตร (ภาพที่ 3A และ B) ค่าอุณหภูมิของผิวดินประมาณ -100 ถึง -30 °C (ภาพที่ 3 C) และมีค่าดัชนีพืชพรรณอยู่ที่ -0.3 ถึง 0.6 (ภาพที่ 3D)

จากที่กล่าวมาแผนที่แสดงการทำนายพื้นที่เสี่ยงต่อการระบาดของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู *P. manihoti* แสดงในภาพที่ 4 อธิบายได้ดังนี้ ที่จังหวัดนครราชสีมา พื้นที่เสี่ยงต่อการระบาดของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู *P. manihoti* อยู่ทางด้านทิศตะวันออกของจังหวัด ได้แก่ พื้นที่ในอำเภอแก่งสนามนาง บ้านเลื่อม เทพารักษ์ ด่านขุนทด สีคิ้ว ปากช่อง และเสิงสาง โดยมีค่า

Table 1 Mean rank of adult *P. manihoti* sampled on 10 cassava varieties from cassava plantations in Prachin Buri, Rayong, Sa Kaeo and Nakhon Ratchasima

Cassava varieties	Number of cassava plantation	Mean rank
CMR 89	14	90.36a
KU 50	90	110.73a
Rayong 5	12	104.83a
Rayong 9	31	119.81a
Rayong 11	5	97.30a
Rayong 72	7	128.86a
Rayong 81	19	103.97a
Rayong 90	5	131.80a
Huay Bong 60	28	92.05a
Huay Bong 80	4	104.25a

Mean rank in the column followed by the same letters do not significantly difference (Chi-Square=6.402, df=9, $P=0.699$)

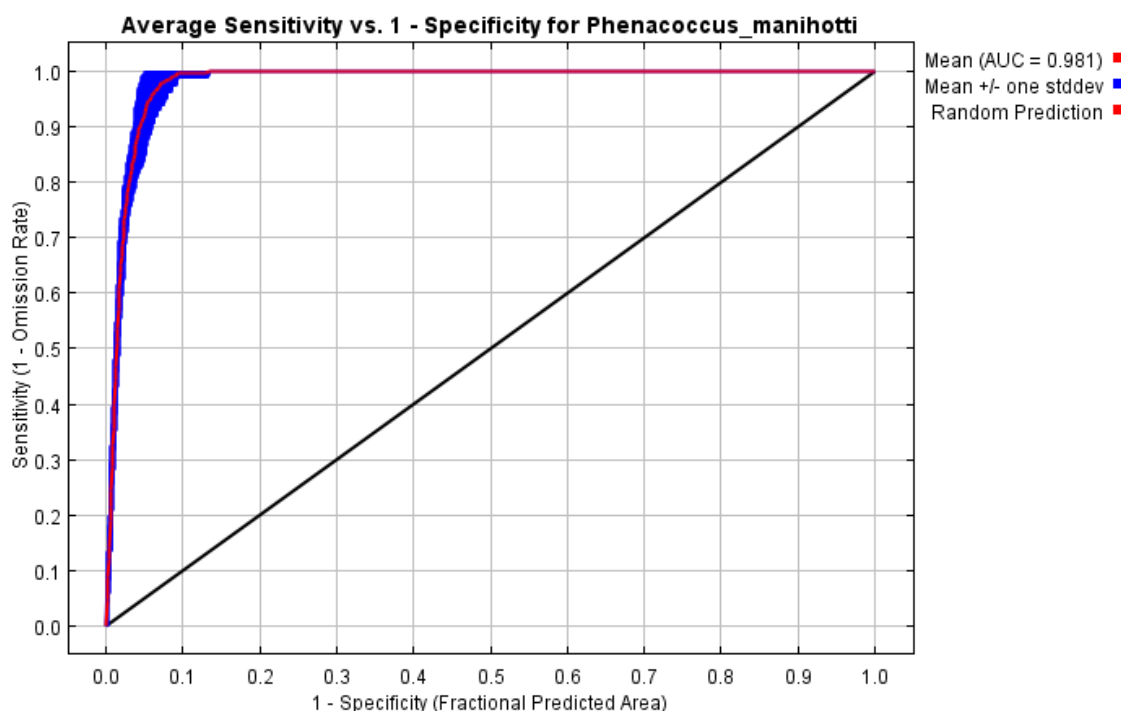


Figure 1 The average under the curve (AUC) for 15 Maxent runs. The mean AUC value of 0.981 suggests an excellent model.

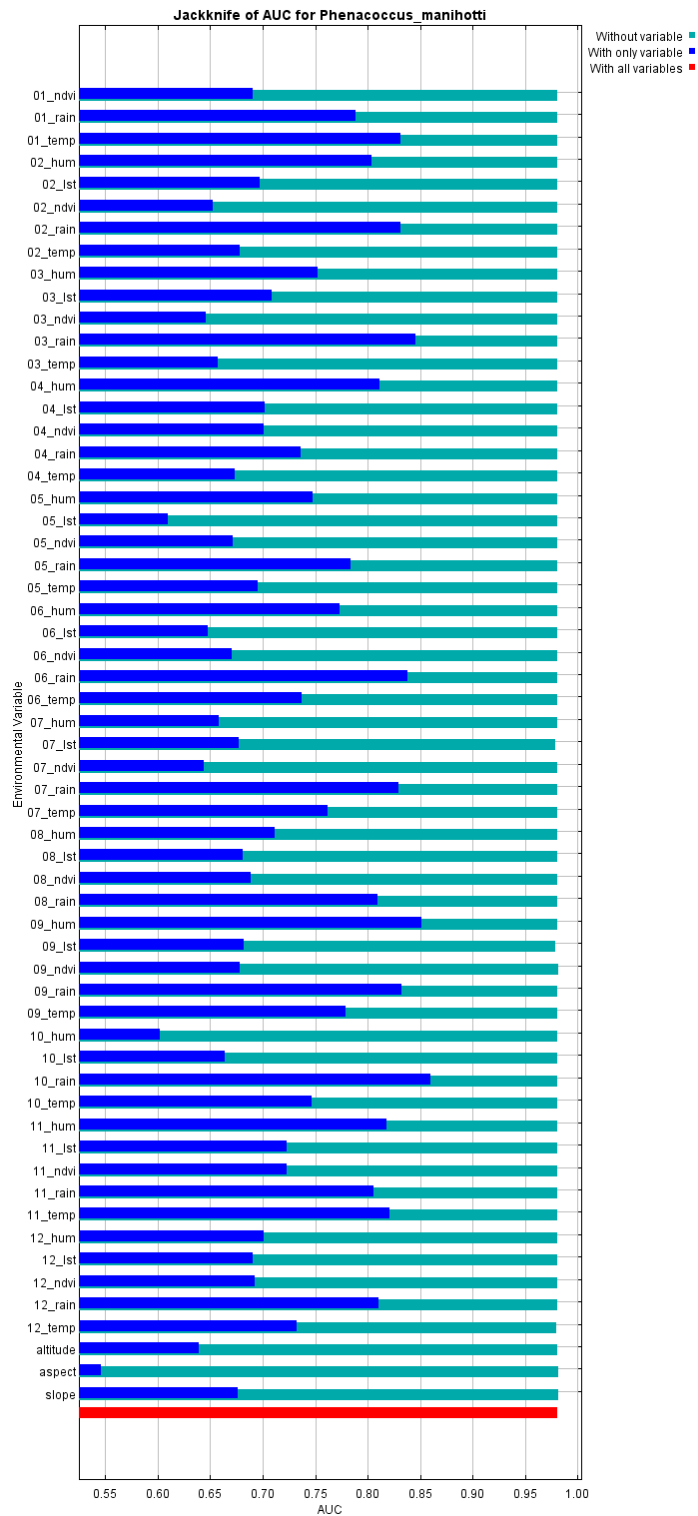


Figure 2 Average jackknife analysis results of training gain, test gain, and area under the curve (AUC) for 15 Maxent runs presenting the most contributed environmental factors on *P. manihoti* populations

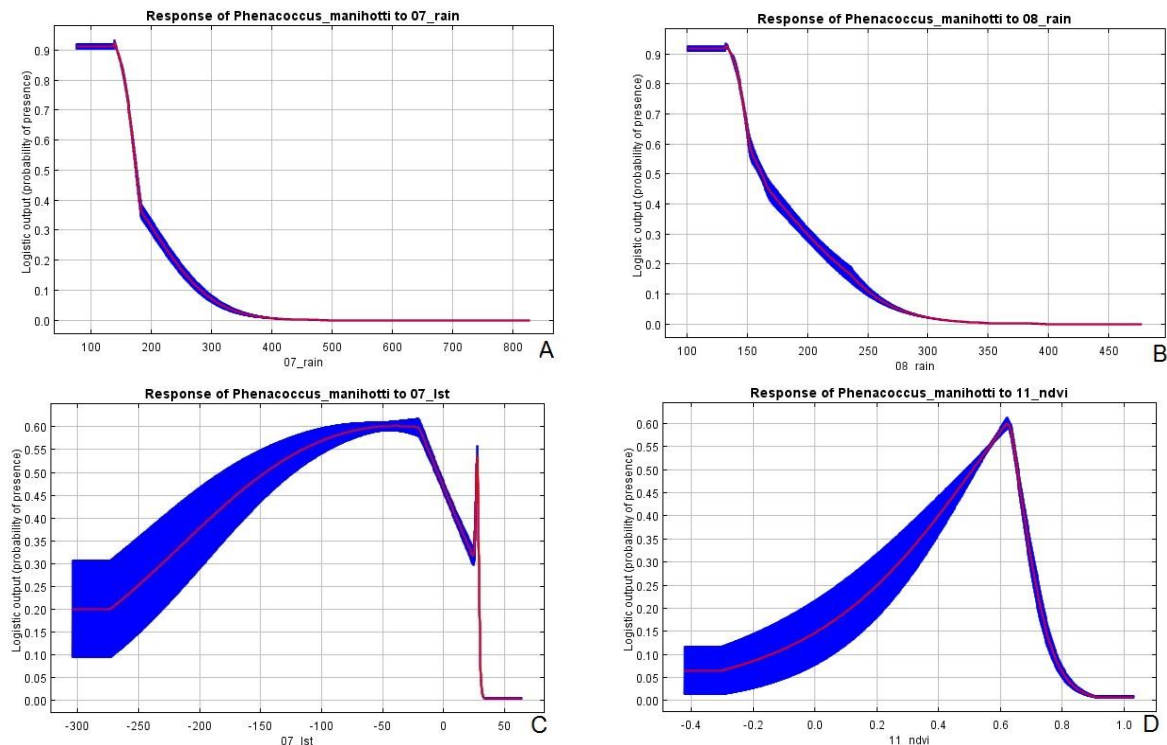


Figure 3 Response curves for the environmental variables related to the distribution of *P. manihotti*. The red line is the mean value for the 15 Maxent runs and the blue bar represents ± 1 standard deviation

ทำนายของโอกาสของการระบาดระดับสูง ($P=0.84$) ที่ จังหวัดปราจีนบุรี พื้นที่เสี่ยงอยู่ทางด้านทิศตะวันตก/ใต้ ของจังหวัด ได้แก่พื้นที่ในอำเภอนาดี กบินทร์บุรี ศรีมหาโพธิ์ ศรีมโหสถ และประจันตคาม โดยเฉพาะเขตติดต่อระหว่างอำเภอนาดี กบินทร์บุรี และศรีมหาโพธิ์ โดยมีค่าทำนายของโอกาสของการระบาดระดับสูง ($P=0.78$) ที่ จังหวัดสระแก้ว พื้นที่เสี่ยงอยู่ทางด้านทิศตะวันออกของ จังหวัด ได้แก่พื้นที่ในอำเภอคลองหาด และพื้นที่ติดต่อของอำเภอคลองหาดกับอำเภออรัญประเทศ โดยมีค่าทำนายของโอกาสของการระบาดระดับสูง ($P=0.87$) ที่ จังหวัดฉะเชิงเทรา พื้นที่เสี่ยงอยู่ทางด้านทิศเหนือของ จังหวัด โดยเฉพาะเขตติดต่อกับจังหวัดปราจีนบุรี ได้แก่ อำเภอบางน้ำเปรี้ยว บางคล้า ราชสาสน์ พนมสารคาม

และบางส่วนของ อำเภอบางน้ำเปรี้ยว และเมือง ฉะเชิงเทรา โดยมีค่าทำนายของโอกาสของการระบาดระดับกลาง ($P=0.46$) ที่จังหวัดชลบุรี พื้นที่เสี่ยงอยู่ทางด้านทิศใต้ของจังหวัด โดยเฉพาะเขตติดต่อกับจังหวัดระยอง ได้แก่ อำเภอบางละมุง และสัตหีบ โดยมีค่าทำนายของโอกาสของการระบาดระดับสูง ($P=0.72$) ที่ จังหวัดระยอง พื้นที่เสี่ยงอยู่ทางด้านทิศตะวันตก/ใต้ของ จังหวัด ได้แก่พื้นที่ติดต่อกับระหว่างอำเภอบ้านฉาง นิคมพัฒนา และอำเภอเมืองระยอง นอกจากนี้ยังมีพื้นที่บางส่วนของอำเภอบ้านค่ายที่มีบริเวณติดต่อกับนิคมพัฒนาและเมืองระยอง โดยมีค่าทำนายของโอกาสของการระบาดระดับสูง ($P=0.90$)

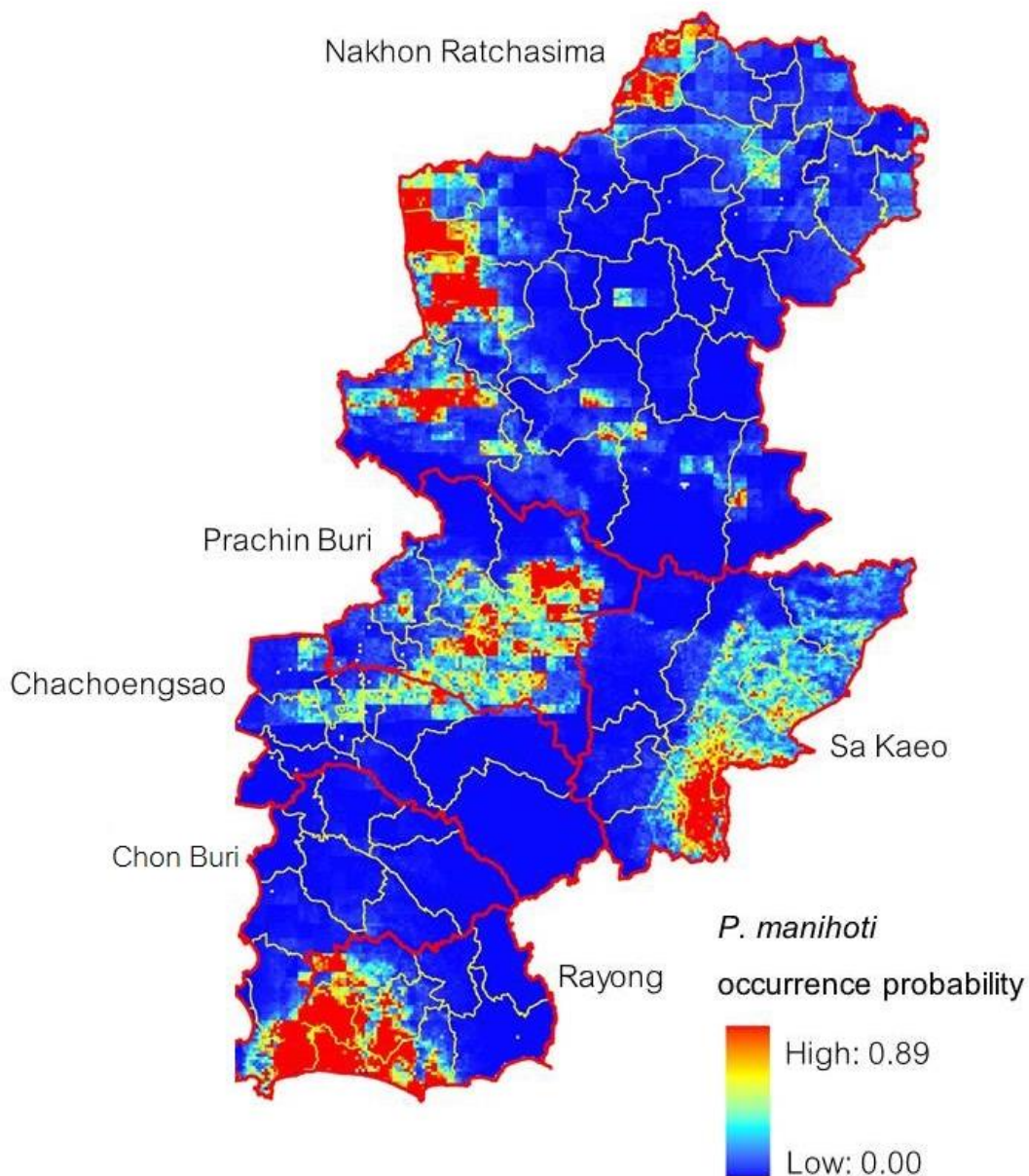


Figure 4 Maxent predicted risk map expressed as percent probability of *P. manihoti* occurrence in Nakhon Ratchasima, Prachin Buri, Sa Kaeo, Chachoengsao, Chon Buri and Rayong in municipality level

วิจารณ์

จากผลการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าพันธุ์ระยะของ 72 เป็นพันธุ์มันสำปะหลังที่เกิดความเสียหายมากที่สุด หลังจากถูกเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู *P. manihoti* เข้าทำลาย รองลงมาคือพันธุ์ ระยะของ 9 และเกษตรศาสตร์ 50 และพันธุ์หัวยวง 60 เป็นพันธุ์ที่เกิดความเสียหายน้อยที่สุดต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยแป้งสีชมพู *P. manihoti* (Soysouvanh and Siri, 2013) ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาครั้งนี้ที่สรุปในเบื้องต้นว่าสามารถพบเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู *P. manihoti* เข้าทำลายพันธุ์ CMR 89, KU 50, ระยะของ 5, ระยะของ 9, ระยะของ 11, ระยะของ 72, ระยะของ 81, ระยะของ 90 และหัวยวง 90 ได้ไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องมาจากในการศึกษาค้างครั้งนั้น การสำรวจเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู *P. manihoti* ในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังของจังหวัดต่าง ๆ ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) ดังนั้นตัวแทนของจำนวนแปลงพันธุ์มันสำปะหลังที่ทำการสำรวจแต่ละพันธุ์ จึงมีจำนวนที่ไม่เท่ากัน และศึกษาจากคำมัยฐานของจำนวนเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู *P. manihoti* ต่อแปลง ระหว่างมันสำปะหลังพันธุ์ต่าง ๆ เท่านั้น แต่ไม่ได้ประเมินระดับความเสียหายของมันสำปะหลังแต่ละพันธุ์ต่อการเข้าทำลายของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู *P. manihoti* เช่น จำนวนเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู *P. manihoti* ที่พบต่อต้นมันสำปะหลัง 1 ต้น หรือ ลักษณะของยอดมันสำปะหลังที่ถูกทำลาย เป็นต้น จึงทำให้ผลการศึกษาที่ได้แตกต่างกันออกไป

จากการสร้างแผนที่แสดงศักยภาพของพื้นที่ต่อการระบาดของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู *P. manihoti* พบว่าปริมาณน้ำฝนมีอิทธิพลมากที่สุด กล่าวคือประมาณ 100-135 มิลลิเมตร ซึ่งผลการศึกษานี้สอดคล้องกับรายงานของสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน) (2558) ที่ได้ระบุไว้ว่า ปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนในช่วงฤดูแล้งของภาคตะวันออกเฉียงเหนือในปี 2556/2557 และ 2557/2558 อยู่ระหว่าง 0-120 มิลลิเมตร และสอดคล้องกับการศึกษาที่ระบุว่าปริมาณน้ำฝนเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อความหนาแน่นและการเปลี่ยนแปลง

ของประชากรเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู *P. manihoti* โดยฤดูแล้งเป็นช่วงเวลาที่พบการระบาดมากที่สุด (Le Rü and Iziquel, 1990)

สำหรับปัจจัยดัชนีพืชพรรณ (NDVI) ที่มีอิทธิพลคือค่าของเดือนพฤศจิกายน ที่ -0.30 ถึง 0.60 นั้น ให้ค่าที่สอดคล้องกับพื้นที่เกษตรกรรมของประเทศไทยที่มีค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) เท่ากับ 0.30-0.59 และช่วงเวลาดังกล่าวพบว่าอยู่ในช่วงต้นฤดูแล้งของประเทศไทยอีกด้วย กล่าวคือ เดือนพฤศจิกายนถึงเมษายน นอกจากนี้ การศึกษาที่ผ่านมาได้มีการนำค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) มาใช้ประเมินความชื้นในดินบริเวณไร่มันสำปะหลัง อำเภอศรีนครินทร์ จังหวัดนครราชสีมา (ชนิษฐา และคณะ, 2554) และใช้เป็นดัชนีหนึ่งในการประเมินพื้นที่ความแห้งแล้ง โดยในปี 2554 นั้น พื้นที่ความแห้งแล้งของภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) ระหว่าง -0.75 ถึง -0.5 (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2554) นอกจากนี้ วลัยพร และคณะ (2555) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง NDVI กับผลผลิตมันสำปะหลังในจ.กำแพงเพชร พบว่าผลผลิตมันสำปะหลังพันธุ์ระยะของ 5 ที่ปลูกและเก็บเกี่ยวในปีเดียว มีสหสัมพันธ์ ทางบวกกับ NDVI ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2552 ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) ให้ผลไปในทิศทางเดียวกันกับปัจจัยปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือน ส่วนผลของค่าทำนาย ภาพอุณหภูมิพื้นผิวระหว่างวัน (LSTD) จากข้อมูลดาวเทียม นั้น กล่าวได้ในเบื้องต้นว่าสามารถแสดงความแตกต่างของอุณหภูมิพื้นผิวดินที่อยู่กับการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินได้อย่างชัดเจน โดยพื้นที่เกษตรกรรมจะมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวค่อนข้างต่ำ

นอกจากการสร้างแผนที่แสดงศักยภาพของพื้นที่ต่อการระบาดของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู *P. manihoti* ในการศึกษาครั้งนี้แล้ว ที่ผ่านมาก็ได้มีการศึกษาทางด้านแผนที่แสดงการกระจายตัวของประชากรเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู *P. manihoti* ด้วย CLIMEX model ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ใช้พยากรณ์การกระจายตัวของสิ่งมีชีวิตในเชิงพื้นที่และเชิงเวลา โดยคำนึงถึงปัจจัยอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝน และเป็นการศึกษาในกรอบใหญ่ กล่าวคือ

ครอบคลุมทวีปอเมริกาใต้ แอฟริกา และเอเชีย โดยในประเทศไทยมีจุดพิกัดอ้างอิงพื้นที่สำรวจเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู *P. manihoti* ทั้งหมด 31 จุด ในจังหวัดระยอง ฉะเชิงเทรา นครราชสีมา ชลบุรี มุกดาหาร สระบุรี กาญจนบุรี บุรีรัมย์ กำแพงเพชร และสระแก้ว ผลที่ได้จากแบบจำลองดังกล่าวทำนายไว้ว่าพื้นที่จังหวัดนครราชสีมาจัดเป็นพื้นที่เสี่ยงสูงต่อการกระจายตัวของเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู *P. manihoti* (Parsa et al., 2012) แต่ไม่ได้ทำการระบุถึงจังหวัดอื่น หรือขอบเขตพื้นที่ระดับอำเภอของจังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังหลักของประเทศไทย ดังผลการศึกษาในครั้งนี้

ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าแผนที่ทำนายจากการศึกษานี้เป็นการศึกษาเบื้องต้นและสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาในการบริหารจัดการควบคุมและป้องกันการระบาดของเพลี้ยแป้งสีชมพูในเขตพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังของภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคตะวันออกได้ในอนาคต แต่อย่างไรก็ตามแผนที่ทำนายด้วย Ecological Niche Model นั้น ยังมีข้อจำกัดกล่าวคือไม่สามารถบอกการกระจายตัวของสิ่งมีชีวิตในเชิงเวลาได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สำหรับเงินทุนสนับสนุนการทำงานวิจัย ขอขอบคุณ ผศ.ดร. สุทธเขตต์ นาคะเสถียร และ รศ.ดร. วิจารณ์ วิชชุกิจ ที่ให้การสนับสนุน รวมทั้งคำแนะนำ และข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการทำงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2554. ดรรชนีความแห้งแล้งสำหรับประเทศไทย. เอกสารวิชาการ. ส่วนอุตุนิยมวิทยาเกษตร สำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา. กรุงเทพฯ. 103 หน้า.
ชินะสุธา สุทธิบริบาล สมณมิตร พุกงาม และ ปิยพงษ์ ทองดินนอก. 2554. การประเมินค่าความชื้นในดินโดยใช้ดัชนีพืชพรรณบริเวณไร่มันสำปะหลัง

อำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมา. วารสารวนศาสตร์ 30 (3): 24-32.

ชลิดา อุณหวุฒิ. 2554. อนุกรมวิธานของเพลี้ยแป้งในมันสำปะหลัง. หน้า 35-39. ใน: รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2554 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. กรมวิชาการเกษตร.

เผ่าไท ถายะพิงค์ และ ปิยะวรรณ สุทธิประพันธ์. 2558. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในการศึกษาความหลากหลายชนิดและการแพร่กระจายของแมลงศัตรูกาแฟอบาปิกาในจังหวัดห้วยเชิงใหม่และเชิงรายน. วารสารเกษตร 31(2): 203-213.

วลัยพร ศะศิประภา นรีลักษณ์ วรณสาย สุภาพร รามันติก และ นิชา ไปทอง. 2555. ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์มัลไลซ์กับผลผลิตมันสำปะหลังในจังหวัดกำแพงเพชร. วารสารวิชาการเกษตร 30(3): 290-299.

สถาบันพัฒนามันสำปะหลัง. 2553. คู่มือการเลี้ยงและการขยายพันธุ์แตนเบียน *Anagyrus lopezi* เพื่อควบคุมเพลี้ยแป้งมันสำปะหลัง. เอกสารวิชาการ. มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย สถาบันพัฒนามันสำปะหลัง (ห้วยบง), นครราชสีมา. 16 หน้า.

สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน). 2558. บันทึกเหตุการณ์ภัยแล้ง 2557/2558. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://www.thaiwater.net/current/drought58/drought58.html> (24 พฤศจิกายน 2555).

อัมพร วินัยทัย ประภัสสร เขยคำแหง รจนา ไวยเจริญ ชลิดา อุณหวุฒิ อิสระ พุทธิสมมา วัชริน แหลมคม และ เถลิงศักดิ์ วีระวุฒิ. 2553. การนำเข้าแตนเบียน *Anagyrus lopezi* เพื่อควบคุมเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.doa.go.th/research/files/1796_2553.pdf. (24 พฤศจิกายน 2555).

- โอภาส บุญเรือง. 2552. เพี้ยแป้ง มหันตภัยต่อมันสำปะหลัง. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://thaitapiocastarch.org/article20_th.asp (24 พฤศจิกายน 2555).
- Bellotti, A.C., A.R. Braun, B. Arias, J.A. Castillo and J.M. Guerrero. 1994. Origin and management of neotropical cassava arthropod pests. *African Crop Science Society* 2: 407-417.
- Bellotti, A.C., L. Smith and S.L. Lapointe. 1999. Recent advances in cassava pest management. *Annual Review of Entomology* 44: 343-370.
- Iheagwam, E.U. and M.C. Eluwa. 1983. The effects of temperature on the development of the immature stages of the Cassava Mealybug, *Phenacoccus manihoti* Mat-Ferr. (Homoptera, Pseudococcidae). *Deutsche Entomologische Zeitschrift* 30(1-3): 17-22.
- Lema, K.M. and H.R. Herren. 1985. The influence of constant temperature on population growth rates of the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 38(2): 165-169.
- Le Rü, B.P. and Y. Iziquel. 1990. An experimental study, with the aid of a rain simulator, of the mechanical effect of rainfall on populations of the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti*. *Acta Oecologica* 11(5): 741-754.
- Nassar, N. M.A. and R. Ortiz. 2007. Cassava improvement: challenges and impacts. *The Journal of Agricultural Science* 145: 163-171.
- Parsa, S., T. Kondo and A. Winotai. 2012. The cassava mealybug (*Phenacoccus manihoti*) in Asia: first records, potential distribution, and an Identification Key. *PLoS ONE*. 7(10): e47675.
- Peterson, A.T. 2006. Uses and requirements of ecological niche models and related distributional models. *Biodiversity Informatics* 3: 59-72.
- Peterson, A.T. and D.A. Vieglais. 2001. Predicting species invasions using ecological niche modeling: new approaches from bioinformatics attack a pressing problem. *BioScience* 51(5): 363-371.
- Poramacom, N., A. Ungsuratana, P. Ungsuratana and P. Supavititpattana. 2013. Cassava production, prices and related policy in Thailand. *American International Journal of Contemporary Research* 3(5): 43-51.
- Ratanawaraha, C., N. Senanarong and P. Suriyapan. 2000. Status of cassava in Thailand: Implications for future research and development. *Proceedings of the validation forum on the global cassava development strategy*. Rome, April 26-28, Vol. 3. FAO/International Fund for Agricultural Development.
- Soysouvanh, P. and N. Siri. 2013. Population abundance of pink mealybug, *Phenacoccus manihoti* on four cassava varieties. *Khon Kaen Agriculture journal* J. 41(SUPPL. 1): 149-153.
- Warren, D. and S. Seifert. 2011. Environmental niche modeling in Maxent: the importance of model complexity and the performance of model selection criteria. *Ecological Applications* 21: 335-342.