

การพัฒนาแบบจำลองประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล *Nilaparvata lugens* (Stal.) ในนาข้าว

Development model of Brown planthopper (*Nilaparvata lugens* (Stal.)) in paddy field

ภาคภูมิ พิชานันท์สกุล¹, วิโรจน์ ขลิบสุวรรณ^{1*} และ อุบล ตั้งควานิช¹

Pakpoom Pichanansakun¹, Wirote Khibsuwan^{1*} and Ubon Tangkawanit¹

บทคัดย่อ: ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ปลูกข้าวมากที่สุดแต่ผลผลิตของข้าวต่ำที่สุด สาเหตุสำคัญประการหนึ่งคือแมลงศัตรูข้าว เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญ สร้างความเสียหายต่อผลผลิตเป็นจำนวนมาก การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาแบบจำลองประชากรการระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลโดยเชื่อมต่อกับแบบจำลองประชากรมวนตัวห้ำไซซึ่งเป็นศัตรูธรรมชาติที่สำคัญโดยใช้แบบจำลองที่ดัดแปลงมาจาก Lotka-Volterra ทำการศึกษาในแปลงข้าว 2 พื้นที่ คืออำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม และอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น โดยเก็บข้อมูลทุกสัปดาห์ในช่วงเดือนกรกฎาคม 2556 ถึง มิถุนายน 2557 เพื่อใช้เป็นค่าเริ่มต้นในแบบจำลอง และวิเคราะห์ความสอดคล้องของแบบจำลอง จากผลการศึกษาพบว่าจำนวนแมลงที่พบจากการสำรวจมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการพยากรณ์ การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (simple linear regression) ของแบบจำลองเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ในเขตอำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม และอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น มีค่า R-square เป็น 0.7205 และ 0.6415 และค่า R-square ของแบบจำลองมวนตัวห้ำมีค่าเป็น 0.8343 และ 0.8342 ตามลำดับ แบบจำลองของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลซึ่งเชื่อมต่อกับแบบจำลองประชากรมวนตัวห้ำจะถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการพยากรณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: มวนตัวห้ำไซเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล, เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล, แบบจำลองประชากร

ABSTRACT: Northeastern Thailand is the largest rice growing area, but there is the lowest rice yield. One of the main reasons is the insect pests. Brown planthopper (BPH) is the most serious pests, causing of a lot of damage. This study aim to develop model of BPH by coupling with mirid bug model. The model was developed based on the Lotka-Volterra equation. Insect data was surveyed every week during July 2013 to June 2014 in 2 locations of rice field, Kosum Phisai district, Maha Sarakham province and Muang district, Khon Kaen province. This data was use as the initial value for developing and validation in the model. The result found the population of simulated nymph and adults of BPH and mirid bug is corresponded with the surveyed data in the field. Linear regression analysis (simple linear regression) showed that R-square of BPH model from Kosum Phisai district and Muang district was 0.7205 and 0.6415, and R-square of mirid bug model was 0.8343 and 0.8342, respectively. The coupling model of BPH and mirid bug can be used as an effective forecasting tool.

Keywords: mirid bug, BPH, population model

¹ ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Department of plant science and agriculture resources, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University

* Corresponding author: wirote@kku.ac.th

บทนำ

ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปีมากกว่าครึ่งหนึ่งของพื้นที่เพาะปลูกทั่วประเทศ ส่งผลให้ข้าวเป็นสินค้าสำคัญในการส่งออกของไทยมานานหลายปี ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ปลูกข้าวมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 57 ของพื้นที่ทั่วประเทศ (ชาญพิทยา, 2556) แต่ให้ผลผลิตต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับภาคอื่น โดยส่วนใหญ่ปัญหาเกิดจากการระบาดของศัตรูพืชในนาข้าวเช่น หอยเชอรี่ นก หนู เพลี้ยไฟ เพลี้ยจักจั่นสีเขียว และเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ซึ่งเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเป็นแมลงที่สำคัญที่ทำให้ผลผลิตข้าวลดลง (วันทนา และคณะ, 2550) โดยมูลค่าความเสียหายตั้งแต่ปี 2552 ถึงปัจจุบัน สูงถึง 26,000 ล้านบาท (กรมการข้าว, 2555) ในปัจจุบันกรมการข้าวมีศูนย์ประสานงานการจัดการศัตรูพืชเพื่อติดตามสถานการณ์และแจ้งเตือนภัยการระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเป็นรายสัปดาห์ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายสูงและการระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเกิดขึ้นรวดเร็วภายใน 2-3 วัน หากเกิดการระบาดจะไม่สามารถป้องกันได้ทันการ เนื่องจากเกษตรกรไม่ทราบล่วงหน้าว่าจะมีการระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล วิโรจน์ และคณะ (2555) จึงได้พัฒนาโปรแกรมแบบจำลองการระบาดของเพลี้ยกระโดดสี

น้ำตาลเพื่อควบคุมสถานการณ์เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและลดการระบาดให้ทันการณ์ แต่แบบจำลองดังกล่าวไม่ได้รวมผลของศัตรูธรรมชาติที่สำคัญคือมวนตัวห้ำไว้ งานทดลองนี้จึงได้สร้างสมการเชื่อมแบบจำลองมวนตัวห้ำเข้ากับแบบจำลองประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการพยากรณ์ให้มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

วิธีการศึกษา

การพัฒนาแบบจำลองมวนตัวห้ำไข่เข้ากับแบบจำลองเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

1. แบบจำลองเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล
แบบจำลองเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ใช้ตามการศึกษาของวิโรจน์ และคณะ (2555 และ 2557a)
 2. พัฒนาแบบจำลองมวนตัวห้ำไข่
 3. เชื่อมต่อแบบจำลองมวนตัวห้ำไข่เข้ากับแบบจำลองเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลดังแสดงใน Figure 1
- เชื่อมต่อแบบจำลองมวนตัวห้ำไข่เข้ากับแบบจำลองเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลโดยดัดแปลงจากสมการของ Lotka-Volterra equation (Lotka, 1925; Volterra, 1926) ดังนี้

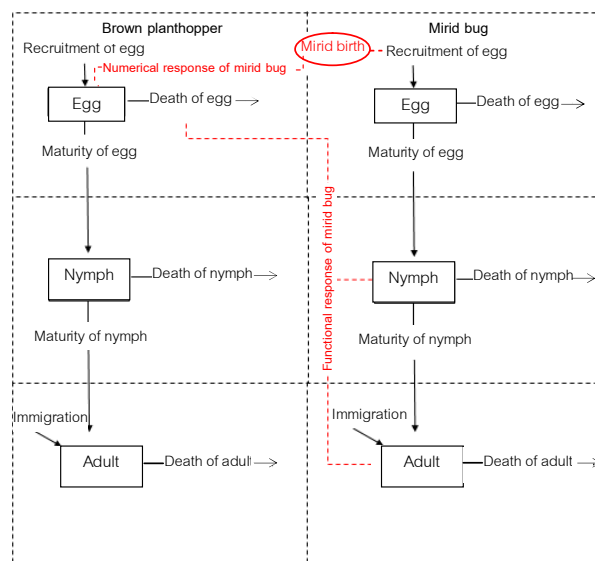


Figure 1 Modelling the dynamics adding in mired bug.

Step 1 อัตราการเปลี่ยนแปลงประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (rate of change of a population) = recruitment - maturity - death โดยแยกประชากรออกเป็น 3 แบบ (state variable approach) คือ ไข่ ตัวอ่อน ตัวเต็มวัย และเชื่อมต่อ (coupling) การเปลี่ยน state variable กับค่า degree day ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

Step 2 อัตราการเปลี่ยนแปลงประชากรของมวนตัวห้ำ (rate of change of a population) = recruitment - maturity - death โดยแยกประชากรออกเป็น 3 แบบ (state variable approach) คือ ไข่ ตัวอ่อน ตัวเต็มวัย และเชื่อมต่อ (coupling) การเปลี่ยน state variable กับค่า calendar day ของมวนตัวห้ำ

Step 3 เชื่อมต่อ (link) แบบจำลองของมวนตัวห้ำ โดยเปลี่ยน flow rate ของ BPH death เป็น = attack rate * bph egg * (nymph + adult mirid) เปลี่ยน flow rate ของ mirid birth เป็น = bph-dependent birth rate * bph egg * adult mirid

- เขียนสมการการเชื่อมต่อแบบจำลองมวนตัวห้ำเข้ากับแบบจำลองประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล
- สร้างแบบจำลองด้วยภาษา Fortran (Compaq Computer Corporation, 2001)

การเก็บข้อมูลภาคสนาม

2.1 ทำการสำรวจแปลงปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ในฤดูนาปี (ก.ค.-ต.ค. 2556) (และฤดูนาปรัง (ม.ค.-เม.ย. 2557) สำหรับทดสอบความสอดคล้อง) จำนวน 2 แปลง ขนาดแปลง 20x20 เมตร (1 ไร่) ใน 2 อำเภอ คืออำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม พิกัดที่ตั้งแปลง N 16° 19' 28.9" E 103° 03' 58.8" และอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น พิกัดที่ตั้งแปลง N 16° 30' 51.5" E 102° 51' 55.2" แต่ละแปลงมีจำนวนกอข้าว ตั้งแต่ 54-72 กอ/ตารางเมตร สำรวจเก็บข้อมูลจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและมวนตัวห้ำไข่มดทุกสัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 ครั้งโดยแบ่งการสำรวจเป็น 2 ประเภทคือ การเฝ้าด้วยสวิงและนับจำนวนด้วยสายตาที่โคนกอข้าว

- วิธีการเฝ้าด้วยสวิง โดยเฝ้าสวิงในพื้นที่ 1 ตารางเมตร สุ่มจำนวน 5 จุด นับจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและมวนตัวห้ำไข่มดทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยที่เฝ้าได้ บันทึกผล

- วิธีการนับเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและมวนตัวห้ำโดยตรงบริเวณโคนกอข้าว ตามวิธีการของกรมการข้าว (กรมการข้าว, 2553) โดยสุ่มตามแนวเส้นทแยงมุมเป็นรูปกากบาทจำนวน 20 จุด (กอ) ต่อแปลงสำรวจ บันทึกผล

ข้อมูลสำรวจประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและมวนตัวห้ำจะนำไปใช้เปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากการพยากรณ์ และวิเคราะห์ความสอดคล้องต่อไป

2.2 การเตรียมข้อมูลอากาศ

ติดตั้งเครื่องตรวจอากาศ (รุ่น WatchDog 2000 Series บริษัท Spectrum Technologies Inc. ประเทศสหรัฐอเมริกา) ในพื้นที่ศึกษา ตั้งเวลาให้เครื่องเก็บข้อมูลทุก 30 นาที เริ่มเก็บข้อมูลอากาศตั้งแต่ปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว ประมวลผลข้อมูลสภาพอากาศรายวันเพื่อนำมาใช้ในแบบจำลอง

ทดสอบความสอดคล้อง (Model validation)

การวิเคราะห์ความสอดคล้อง คำนวณจากค่าสหสัมพันธ์ (correlation coefficient) ของข้อมูลที่ได้จากการจำลองกับข้อมูลสำรวจแปลงในแต่ละพื้นที่

3.1 การจำลองประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากข้อมูลที่สำรวจพบในพื้นที่อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม และอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น เพื่อกำหนดคุณสมบัติข้อมูลประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าว

3.2 การเก็บข้อมูลสภาพอากาศ ตามข้อ 2.2

3.3 การพยากรณ์ นำข้อมูลเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลปีกยาวและมวนตัวห้ำจากการสำรวจมาใช้เป็นค่าเริ่มต้น และข้อมูลอากาศ เพื่อใช้ในการพยากรณ์

3.4 วิเคราะห์ความสอดคล้องโดยการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการสำรวจและพยากรณ์ โดยการหาค่า simple linear regression (R-square) (SAS Institute Inc., 1989)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

แบบจำลองมวนตัวห้ำไข่ ใช้ตามการพัฒนาของ
วิโรจน์ และคณะ (2557b)

การพัฒนาแบบจำลองมวนตัวห้ำไข่เข้ากับแบบ
จำลองเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

การพัฒนาแบบจำลองมวนตัวห้ำไข่เข้ากับแบบ
จำลองเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล equation: แสดงเฉพาะ
ระยะไข่ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (Nne) และระยะไข่
ของมวนตัวห้ำ (Pe)

$$\frac{dNne}{dt} = Rne - Mne - Dne - (a * ne * (Pn + Pa))$$

$$\frac{dPe}{dt} = (b * Pa * ne) - (m * P)$$

เมื่อ ne = ไข่ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

Pe = ไข่ของมวนตัวห้ำ

Rne = การเกิดของไข่ (Recruitment of egg)

Mne = การครบกำหนดของไข่ (Maturity of egg)

Dne = การตายของไข่ (Death of egg)

$a * ne * (Pn + Pa)$ = Functional response

$b * Pa * ne$ = Numerical response

a = อัตราการห้ำ

b = อัตราการเกิดของตัวห้ำ

m = อัตราการตายของตัวห้ำ

dNne = อัตราการเปลี่ยนแปลงประชากรเพลี้ย

dPe = อัตราการเปลี่ยนแปลงประชากรมวน

พารามิเตอร์ a, b และ m ได้จากการศึกษาของ
นงศ์ลักษณ์ และคณะ (2557) จากการติดต่อด่วนตัว

สร้างแบบจำลองด้วยภาษา Fortran ตามแบบของ
วิโรจน์ และคณะ (2557a และ 2557b)

การทดสอบความสอดคล้อง

สำรวจประชากรแมลงโนแปลงสำรวจ 2 พื้นที่คือ
อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม และอำเภอเมือง
จังหวัดขอนแก่น พบจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลปีก
ยาวที่เวลาเริ่มต้นคือ 0.192 และ 0.024 ตัวต่อกอ ตาม
ลำดับ

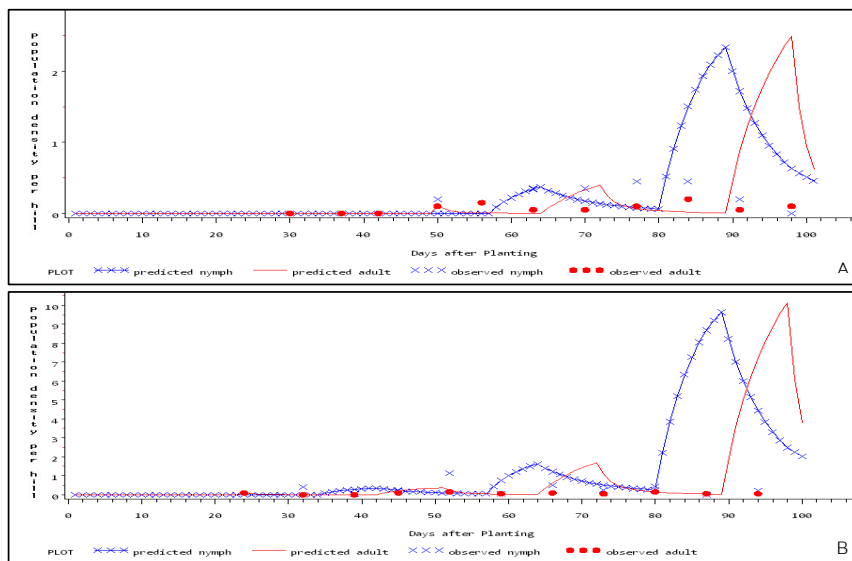


Figure 2 Population density of predicted and observed of the BPH during crop season rice in 2013.

A: KosumPisai, Mahasarakam

B: Muang, KhonKaen

Table 1 Comparison of the model generated data and observed data of BPH at 2 sites

Locations	Linear Regression and Correlation Coefficient		
	Intercept	Slope	R-square
Kosum Pisai, Mahasarakam	0.0849	0.3577	0.7205
Muang, Khonkaen	0.0203	0.6744	0.6415
Sum Locations	0.1105	0.3897	0.7049

เปรียบเทียบผลการสำรวจในสภาพไร่กับแบบจำลองจากโดยซ้อนทับกราฟข้อมูลสำรวจและข้อมูลพยากรณ์ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (Figure 2) การวิเคราะห์สอดคล้องของข้อมูลที่ได้จากการจำลองกับข้อมูลในสภาพไร่ของ 2 พื้นที่ที่สำรวจคือ อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม และอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น พบว่าค่าสหสัมพันธ์ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลแต่ละแปลงมีค่า R-square เป็น 72.05 และ 64.51% ค่า intercept เป็น 0.0849 และ 0.0203 ค่า slope เป็น 0.3577 และ 0.6744 ตามลำดับ และค่าสหสัมพันธ์รวมทั้ง 2 พื้นที่ มีค่า R-square เป็น 70.49% ค่า intercept เป็น 0.1105 ค่า slope เป็น 0.3897 ดังแสดงใน Table 1 และ Figure 3 เมื่อเปรียบเทียบกับ

แบบจำลองเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ยังไม่ได้รวมผลของศัตรูธรรมชาติที่สำคัญคือมวนตัวห้ำ วิโรจน์ และคณะ (2555 และ 2557a) ซึ่งมีค่า R-square รวมของพื้นที่ทดสอบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลาง เป็น 70.70 และ 75.51% ตามลำดับ ค่า R-square หลังจากการเชื่อมต่อแบบจำลองกับมวนตัวห้ำ มีค่าต่ำกว่าเล็กน้อยหลังจากที่ได้มีการเชื่อมต่อผสมผสานกันแล้วความสอดคล้องอยู่ในระดับที่พอสมควรและสามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์ได้ แบบจำลองนี้ยังไม่ได้รวมผลที่อาจเกิดจากปัจจัยอื่นๆเช่น โรค ศัตรูธรรมชาติอื่น สารเคมีกำจัดแมลง และการเชื่อมต่อกับแบบจำลองข้าว เป็นต้น ซึ่งในอนาคตจะได้ทำการศึกษาวิจัยต่อไป

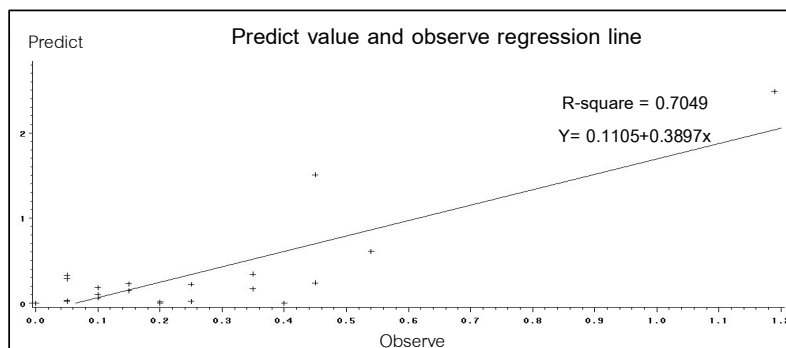


Figure 3 The scattering plot of brown planthopper data: modelled and observed showing a correlation and a linear regression line.

สรุป

แบบจำลองการระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล แสดงผลเป็นจำนวนตัวอ่อนและตัวเต็มวัยในแต่ละวัน การพัฒนาแบบจำลองเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเข้ากับ แบบจำลองมวนตัวห้ำอาศัยข้อมูลสภาพอากาศ มาใช้ พิจารณาร่วมกับข้อมูลสำรวจแล้วนำไปวิเคราะห์ความ สอดคล้อง พบว่าข้อมูลสำรวจมีความใกล้เคียงกับผล จากการพยากรณ์ จากการทดสอบความสอดคล้องของ ข้อมูลสำรวจกับค่าการพยากรณ์ ค่าการวิเคราะห์การ ถดถอยเชิงเส้น (simple linear regression, R-square) ของประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในเขตอำเภอ โกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม และอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น คือ 72.05 และ 64.15% ตามลำดับ ค่า R-square รวมของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลทั้ง 2 พื้นที่ คือ 70.49%

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยในโครงการที่ ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) และขอขอบคุณทุน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

กรมการข้าว. 2549. ศัตรูข้าวและการป้องกันกำจัด. แหล่ง ข้อมูล: <http://www.brrd.in.th/rkb/disease%20and%20insect/index.php.htm>. ค้นเมื่อ 3 สิงหาคม 2557.
กรมการข้าว. 2553. แมลงศัตรูและศัตรูธรรมชาติในนาข้าว: การ ประเมินและวินิจฉัย. สำนักพิมพ์วิศวะทัศน์ (ประเทศไทย) จำกัด, กรุงเทพฯ.

กรมการข้าว. 2555. รายงานสถานการณ์ศัตรูข้าว. แหล่งข้อมูล: http://brrd.in.th/main/images/pdf/news_13012012-001.pdf. ค้นเมื่อ 3 สิงหาคม 2557.

ชาญพิทยา ฉิมพาลี. 2556. รายงานสถิติและแนวโน้มพื้นที่ปลูก ข้าวของประเทศไทย. แหล่งข้อมูล: [http://www.thairice.or.g/doc_dl/seminar-29Oct13/3-powerpoint\(K.Chan-pitaya\).pdf](http://www.thairice.or.g/doc_dl/seminar-29Oct13/3-powerpoint(K.Chan-pitaya).pdf). ค้นเมื่อ 3 สิงหาคม 2557.

วันทนา ศรีรัตนศักดิ์, เรวัต ภัทรสุทธิ, นลินี เจียงวรรณะ, เพชร หทัย ปวีธูปานุสรณ์ และเพชร แซ่จ๋ม. 2550. แมลง-ศัตรู ศัตรูข้าวและการป้องกันกำจัด. สำนักพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์ การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ

วิโรจน์ ขลิบสุวรรณ, ยุพา หาญบุญทรง, เกริก ปั่นแห่งเพชร และ วันทนา ศรีรัตนศักดิ์. 2557a. แบบจำลองสถานการณ์ของ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล. แก่นเกษตร 42(2): 239-248.

วิโรจน์ ขลิบสุวรรณ, ยุพา หาญบุญทรง, วันทนา ศรีรัตนศักดิ์, อุบล ดังวานิชย์, และชุตินันท์ ชูสาย. 2557b. รายงาน วิจัยโครงการ “การพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์ของ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในข้าว เชื่อมต่อแบบจำลองมวน ตัวห้ำไข่, *Cyrtorhinus lividipennis*” สำนักงานพัฒนา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.).

วิโรจน์ ขลิบสุวรรณ, ยุพา หาญบุญทรง, เกริก ปั่นแห่งเพชร, อนันต์ วงเจริญ, สถาพร ไพบูลย์ศักดิ์ และวันทนา ศรีรัตน ศักดิ์. 2555. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการ “แบบ จำลองการระบาดของโรคไหม้และเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ภายใต้ภาวะการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศโลก” สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว).

Compaq Computer Corporation. 2001. Compaq Visual Fortran Programmer's Guide. Available: http://jp.xlsoft.com/docu_ments/intel/cvf/cvf_pg.pdf. Ac- cessed Sep. 10, 2014.

Lotka, A. J. 1925. Elements of Physical Biology. Dover Publ., New York.

SAS Institute Inc. 1989. SAS User's Guide: Statistics. Ver- sion 6.06. Cary, NC. SAS Institute.

Volterra, V. 1926. Fluctuations in the abundance of a spe- cies considered mathematically. Nature. 118: 558- 60.