การมีส่วนร่วมของเกษตรกรในการใช้เชื้อราเขียว มน. 048 ควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าวเขตชลประทาน: กรณีศึกษา ตำบลรังนก อำเภอสามง่าม จังหวัดพิจิตร

Farmer Participation in Implementation of *Metarhizium anisopliae* NU 048 to Control Brown Planthopper in Irrigated Rice Field: Case Study of Rang Nok Subdistrict, Sam Nagm District, Pichit Province

สุวรรณา ทองภู[1] วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ[1*] ไสว บูรณพานิชพันธุ์[2] จิราพร กุลสาริน[2] และ วิภา หอมหวล[1]

Suwanna Thongpoo[1], Weerathep Pongprasert[1*], Sawai Buranapanichpan[2], Jiraporn Kulsarin[2] and Wipa Homhaul[1]

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จ. พิษณุโลก 65000

[1]Department of Agricultural Science, Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand

[2]ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

[2]Department of Entomology and Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

**Corresponding author: Email: weerathepp@nu.ac.th*

(Received: 17 June 2019; Accepted: 10 July 2019)

Abstract: The purpose of this research was to study on the implement of *Metarhizium anisopliae* NU 048 to control brown planthopper in irrigated rice field and transferred to farmers at Rang Nok subdistrict, Sam Ngam district, Phichit province using training program integrated with demonstration trials. The result reveled that farmers grained more knowledge and understanding on the use of *M. anisopliae* (NU 048) to control brown planthopper including the monitoring insect pests and natural enemies, the use of natural enemies in rice paddy field, mass culture of NU 048, and cost-profit analysis of using natural enemies to control brown planthpper comparing to insecticides. The satisfactory of farmer on the use of NU 048 to control brown planthopper was significantly depended on education, areas used to apply microorganisms to control pests, and age of farmers.

Keywords: *Metarhizium anisopliae*, technology transfer, demonstration field, brown planthopper

Copyright @ Journal of Agriculture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University. All rights reserved.

บทคัดย่อ: การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการใช้เชื้อราเขียว มน. 048 ควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าวชลประทานเขตภาคเหนือตอนล่าง ถ่ายทอดสู่กลุ่มเกษตรกรนาข้าว ต. รังนก อ. สามง่าม จ. พิจิตร โดยบูรณาการร่วมกับการจัดทำแปลงสาธิต พบว่าเกษตรกรได้เรียนรู้ และมีความรู้ ความเข้าใจมากขึ้น ถึงการใช้ประโยชน์จากเชื้อราเขียว มน. 048 รวมถึงการสำรวจและการประเมินศัตรูข้าวและศัตรูธรรมชาติ การใช้ศัตรูธรรมชาติในนาข้าว การเพาะเลี้ยงเชื้อราเขียว มน. 048 และต้นทุน-กำไรในการปลูกข้าวที่ใช้ศัตรูธรรมชาติเปรียบเทียบกับการใช้สารฆ่าแมลง ความพึงพอใจในผลการใช้เชื้อราเขียว มน. 048 ควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลของเกษตรกร มีความสัมพันธ์อย่างนัยสำคัญทางสถิติกับ ระดับการศึกษา พื้นที่ที่เคยใช้เชื้อจุลินทรีย์ควบคุมแมลงศัตรูในนาข้าว และอายุของเกษตรกร

คำสำคัญ: เชื้อราเขียวเมตาไรเซียม การถ่ายทอดเทคโนโลยี แปลงสาธิต เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

คำนำ

การใช้เชื้อจุลินทรีย์ เช่น เชื้อราเขียวเมตาไรเซียม (*Metarhizium anisopliae*) จัดเป็นทางเลือกที่สำคัญในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายเนื่องจากเป็นวิธีการควบคุมที่มีประสิทธิภาพ ชัดเจน สะดวกในการใช้ เกษตรกรสามารถผลิตและขยายเชื้อได้ด้วยตนเอง และมีปลอดภัยต่อสภาพแวดล้อม (Heinrichs and Miller, 1991) มีต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าการใช้สารฆ่าแมลง เชื้อราเขียวเมตาไรเซียม (*M. anisopliae*) จัดอยู่ใน Class: Sordariomycetes, Order: Hypocreales Family: Clavicipitaceae เป็นเชื้อที่สามารถทำให้เกิดโรคกับแมลงได้มากกว่า 200 ชนิด (Zimmermann, 1993) ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคเหนือตอนล่าง มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ทำการคัดเลือกไอโซเลทเชื้อรา *M. anisopliae* จากพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง และพบว่า เชื้อราเขียว ไอโซเลท MRT-PCH 048 (มน. 048) มีประสิทธิภาพในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ร้อยละ 100 ภายในระยะเวลา 2-3 วัน (Bunsak *et al*., 2015; Sribunme *et al*., 2017) และมีความทนทานต่ออุณหภูมิได้สูงถึง 45 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มในการส่งเสริมและใช้ควบคุมในระดับแปลงนาข้าวในภาคเหนือตอนล่างซึ่งมีสภาพอุณหภูมิสูงความชื้นสูง ได้ดี จึงได้ทำการศึกษาการใช้เชื้อราเขียว มน. 048 ควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าวชลประทานในระดับเกษตรกร ด้วยกระบวนการส่งเสริมและถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ผ่านทางการอบรม การฝึกปฏิบัติด้าน การผลิตและขยายเชื้อราเขียวด้วยตนเอง และการใช้เชื้ออย่างมีประสิทธิภาพด้วยการจัดทำแปลงสาธิตในลักษณะการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อเป็นแนวทางในการใช้เชื้อราเขียว มน. 048 ควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าว ของเกษตรกรต่อไปในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษามีวิธีการและขั้นตอนดังนี้

1. ประชากรที่ใช้ในการศึกษาคือ เกษตรกรในพื้นที่แปลงสาธิต ต. รังนก อ. สามง่าม จ. พิจิตร ผู้เข้าร่วมโครงการจำนวน 40 ราย

2. ดำเนินการติดต่อประสานงานกับเกษตรกรและผู้นำเกษตรกรในพื้นที่ หลังจากนั้นประชุมกำหนดขั้นตอนการดำเนินการและเตรียมการจัดทำแปลงสาธิต

3. ทำการประเมินความรู้ด้านการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลโดยชีววิธีของเกษตรกรในโครงการ

4. จัดอบรมและส่งเสริมให้ความรู้ด้านการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลโดยชีววิธีและการใช้ประโยชน์เชื้อราเขียวในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

5. จัดทำแปลงสาธิตในลักษณะของการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับเกษตรกร โดยเตรียมแปลงสาธิตในการศึกษา ขนาด 10 ไร่ 2 แปลง ใช้ข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ปลูกโดยวิธีการปักดำ แปลงที่ 1 ใช้สารฆ่าแมลงควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตามแนวทางเกษตรกร โดยใช้พื้นฐานข้อมูลจากการสำรวจประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในแต่ละสัปดาห์เปรียบเทียบกับระดับเศรษฐกิจของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลของกรมวิชาการเกษตร

(Sriratanasak *et al*, 2007) เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจพ่นสารฆ่าแมลง ส่วนการเลือกชนิดของสารและอัตราที่ใช้เป็นไปตามแนวทางการตัดสินใจร่วมกันของเกษตรกรแปลงที่ 2 ใช้เชื้อราเขียว มน. 048 ควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ในอัตราหัวเชื้อสดที่ขยายในอาหารขยายเชื้อราเขียว 4 ถุง (800 กรัม) ต่อน้ำ 20 ลิตร ใช้เกณฑ์การตัดสินใจในการพ่นเชื้อราเช่นเดียวกับแปลงพ่นสารฆ่าแมลง การพ่นสารฆ่าแมลงและเชื้อราเขียวเริ่มหลังจากปักดำข้าว 15 วันจนถึงระยะข้าวออกรวง การสำรวจประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ใช้หน่วยสุ่มขนาด 1 x 1 เมตร สุ่มเป็นจำนวน 20 จุด/แปลง ทำการสุ่มสำรวจทุกสัปดาห์ตั้งแต่ย้ายกล้าปลูกจนถึงระยะออกรวง

6. จัดอบรมให้ความรู้ด้านเทคนิคการสำรวจและการจัดจำแนกชนิดของแมลง วิธีการผลิตและขยายเชื้อราเขียวด้วยตนเอง และการใช้เชื้อราเขียวในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในแปลงสาธิต

7. เมื่อสิ้นสุดการอบรม เก็บผลผลิต ทำการประเมินความรู้หลังการอบรม และ ความพึงพอใจในการใช้เชื้อราเขียว มน. 048

8. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาและประเมินผล คือ แบบสอบถามทดสอบเกษตรกร ประกอบด้วยเนื้อหา 3 ส่วน คือ (1) สภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกร (2) ความรู้ของเกษตรกรก่อนและหลังการอบรม ปฏิบัติและแปลงสาธิต และ(3) ความพึงพอใจการใช้เชื้อราเขียว มน. 048 เพื่อควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ซึ่งได้ผ่านการพิจารณาแก้ไขปรับปรุงจากผู้เชี่ยวชาญ และทดสอบกับประชาชนในตำบลใกล้เคียงแล้ว

9. การวิเคราะห์ข้อมูลใช้โปรแกรม R (R Core Team, 2013) ด้วยสถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistic) คือ ค่าเฉลี่ย (mean) ร้อยละ (percentage) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยก่อนและหลังการอบรมด้วย T-Test ความพึงพอใจและการยอมรับใช้เกณฑ์ระดับคะแนน 5 ระดับ คือ มากที่สุด=5, มาก=4, ปานกลาง=3, น้อย=2 และน้อยที่สุด=1 คะแนน ตามลำดับ ตามแนวทางของ (Pongprasert *et al*., 2012; Ruangsuwan, 1990) ในส่วนปัจจัยความสัมพันธ์ความพึงพอใจผลการใช้เชื้อราเขียวในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลกับปัจจัยพื้นฐานทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรนั้น ใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุ (multiple regression analysis) โดยมีตัวแปรอิสระทั้งหมด 13 ตัวแปร คือ X_1 (เพศ), X_2 (อายุ), X_3 (สถานภาพสมรส), X_4 (ระดับการศึกษา), X_5 (ประสบการณ์ในการทำนา), X_6 (พื้นที่ในการทำนา), X_7 (จำนวนครั้ง ของการทำนาในรอบ 1 ปี), X_8 (นาข้าวที่เคยเสียหายจากการระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล), X_9 (วิธีการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูข้าวเมื่อมีการระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล), X_{10} (ชนิดของจุลินทรีย์ควบคุมแมลงศัตรูในนาข้าวที่เคยใช้), X_{11} (พื้นที่ที่เคยใช้เชื้อจุลินทรีย์ควบคุมแมลงศัตรูในนาข้าว), X_{12} (ความถี่ในการพ่นสารควบคุมกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเมื่อเกิดการระบาด) และ X_{13} (ค่าใช้จ่ายของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าว (ต่อครั้ง))

ผลการศึกษาและวิจารณ์

สภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกร

สภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวที่เข้าร่วมโครงการในพื้นที่ตำบลรังนกส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 75) มีช่วงอายุ 55 ปีขึ้นไป (ร้อยละ 50) มีสถานภาพสมรสแล้ว (ร้อยละ 97.5) มีระดับการศึกษาชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 (ร้อยละ 60) ไม่ได้เรียนหนังสือ (ร้อยละ 7.5) ในขณะที่มีผู้ที่จบระดับปริญญาตรีหรือสูงกว่า (ร้อยละ 5) เกษตรกรส่วนใหญ่มีประสบการณ์ในการทำนา 16-20 ปี (ร้อยละ 40) มีพื้นที่ในการปลูกข้าวจำนวน16-20 ไร่ (ร้อยละ 55) นิยมทำนา 2 ครั้งต่อปี (ร้อยละ 97.5) ซึ่งเป็นไปในทำนองเดียวกับสภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรจากรายงานการศึกษาพฤติกรรมการใช้ปุ๋ยเคมีของเกษตรกรบ้านโพธิ์ประสาท ตำบลบ่อทอง อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลกของ Jetiyanon *et al*. (2018); การศึกษาสภาพการปลูกข้าวของเกษตรกรในตำบลจำปา อำเภอท่าเรือ จังหวัดพระนครศรีอยุธยาของ Srisuwan and Chumporn (2012) และ การศึกษาผลกระทบทางสุขภาพจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช: กรณีศึกษาในเกษตรกรปลูกกระเทียม จังหวัดพะเยา Sapbamrer *et al*. (2018)

พบเกษตรกรมีพื้นที่นาข้าวที่เคยเสียหายจากการระบาดอย่างรุนแรงของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจำนวน 11-15 ไร่ (ร้อยละ 42.5) วิธีการที่ใช้ในการป้องกันกำจัดควบคุมแมลงศัตรูข้าว นิยมใช้สารเคมีกำจัดแมลงมากที่สุด (ร้อยละ 95) มีบางส่วนเลือกใช้ชีววิธี (ร้อยละ 42.5) และสารสกัดจากสมุนไพร (ร้อยละ 15) เช่นเดียวกับรายงานของ Suwannarach and Kessomboon (2015) ที่ศึกษาพฤติกรรมการป้องกันตนเองจากอันตราย ในการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรในเขตพื้นที่รับผิดชอบโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ ตำบลบ้านเหมืองแบ่ง ตำบลหนองหญ้าปล้อง อำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย ที่พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช สูงถึงร้อยละ 88.80 อย่างไรก็ตาม ในการศึกษานี้พบเกษตรกรมีการใช้จุลินทรีย์ไตรโคเดอร์มา ควบคุมโรคพืชในนาข้าว นอกจากนี้พบว่าเมื่อเกิดการระบาดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เกษตรกรนิยมทำการพ่นสารควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจำนวน 2 ครั้งมากที่สุด โดยเกษตรกรมีค่าใช้จ่ายในการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในแต่ละครั้งมากกว่า 1,500 บาท ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Koomnok and Pimsan (2014) ที่พบว่าเกษตรกรมีค่าใช้จ่ายในการซื้อสารเคมีประมาณ 1,601-2,400 บาท/ไร่/ปี

ผลการฝึกอบรม การปฏิบัติการ และแปลงสาธิตการใช้เชื้อราเขียว มน. 048 ต่อประสิทธิภาพการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

ผลการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในแปลงสาธิตพบว่า ในแปลงที่ควบคุมด้วยเชื้อราเขียว พบประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในระดับสูง 3 ครั้ง ครั้งแรก 15 วันหลังปักดำพบประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเฉลี่ยต่อกอสูง ถึง 9 ตัว ครั้งที่สองในช่วงสัปดาห์ที่ 3 หลังปักดำ สูงสุดถึง 12 ตัวต่อกอ และครั้งที่สามในสัปดาห์ที่ 6 เฉลี่ย 9 ตัวต่อกอ ซึ่งมีค่าใกล้กับระดับเศรษฐกิจ คือ 10 ตัวต่อกอมาก จึงได้ทำการพ่นเชื้อราเขียว มน. 048 จำนวน 3 ครั้งหลังสำรวจสามารถลดจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้อย่างทันท่วงที ผลการเก็บเกี่ยวได้ผลผลิตเฉลี่ย 840 กิโลกรัมต่อไร่

แปลงควบคุมโดยใช้สารฆ่าแมลง พบจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเฉลี่ยในระดับสูง 3 ครั้งเช่นกัน โดยในการสำรวจครั้งแรกพบ 12 ตัวต่อกอ พ่นสารอิทิโพรล อัตรา 40 มิลลิลิตร ส่วนผลการสำรวจครั้งที่สองในสัปดาห์ที่ 3 หลังปักดำพบ 5 ตัวต่อกอ และครั้งที่สามในสัปดาห์ที่ 6 เฉลี่ย 2 ตัวต่อกอ จำนวนแมลงต่อกอที่พบทั้งสองครั้งของการสำรวจมีค่าต่ำกว่าค่าระดับเศรษฐกิจ ไม่จำเป็นต้องพ่นสารฆ่าแมลง แต่ด้วยผลการประชุมและตัดสินใจร่วมกันของเกษตรกรได้ลงความเห็นให้ทำการพ่นสารฆ่าแมลง จึงได้ทำการพ่นสาร เบนฟูราคาร์บ และไพมิโทรซีนผสมกันในอัตรา 40 และ 20 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตรในสัปดาห์ที่ 3 และ พ่นไซเพอร์เมทริน และโพรไทโอฟอส ในอัตรา 20 มิลลิลิตรเท่ากัน ต่อน้ำ 20 ลิตรในสัปดาห์ที่ 6 ตามลำดับ เมื่อเก็บเกี่ยวได้ผลผลิตเฉลี่ย 880 กิโลกรัมต่อไร่ (Figure 1)

การอบรม ปฏิบัติการ และทำแปลงสาธิตการใช้เชื้อราเขียว มน. 048 ควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าวชลประทานเป็นการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรผ่านการจัดทำแปลงสาธิตในการใช้เชื้อราเขียว มน. 048 ที่ต้องการให้กลุ่มเกษตรกรได้เห็นผลที่ชัดเจน สร้างความเข้าใจ ทักษะ และความเชื่อมั่นในการใช้เชื้อราเขียว มน. 048 ควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เพื่อผลในการพัฒนาการเกษตรและชุมชนเกษตรที่ยั่งยืน ทำให้เกษตรกรสามารถแลกเปลี่ยนประสบการณ์ที่ให้ผลชัดเจน รวมทั้งสามารถสร้างการยอมรับได้อย่างรวดเร็ว เพราะเกษตรกรนอกจากได้เรียนรู้ทั้งหลักการ วิธีการดำเนินการในเรื่องนั้น ๆ แล้ว ยังได้ร่วมปฏิบัติและเรียนรู้ผลของการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง สามารถรับความรู้เป็นความเข้าใจในเชิงลึก ระบบการคิด และการตัดสินใจสามารถนำไปใช้ และพัฒนาต่อยอดความรู้ความเข้าใจได้ด้วยตนเอง ซึ่งรูปแบบของแปลงสาธิตเป็นวิธีการถ่ายทอดความรู้ เป็นเครื่องมือที่สำคัญต่อกระบวนการมีส่วนร่วม มีส่วนช่วยส่งเสริมให้เกิดกระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับการมีส่วนร่วม การแสดงความคิดเห็น และเกิดการพัฒนาจากองค์ความรู้เดิมนำไปสู่ผลลัพธ์จากการปฏิบัติที่เห็นอย่างเป็นรูปธรรม (Sustainable Agriculture Information Initiative, 2010) วิธีการนี้จึงมักนิยมใช้ในการส่งเสริมทางการเกษตรและเทคโนโลยีต่าง ๆ มาก (Atchariyamontree, 2017; Department of Agricultural Extension, 2013)

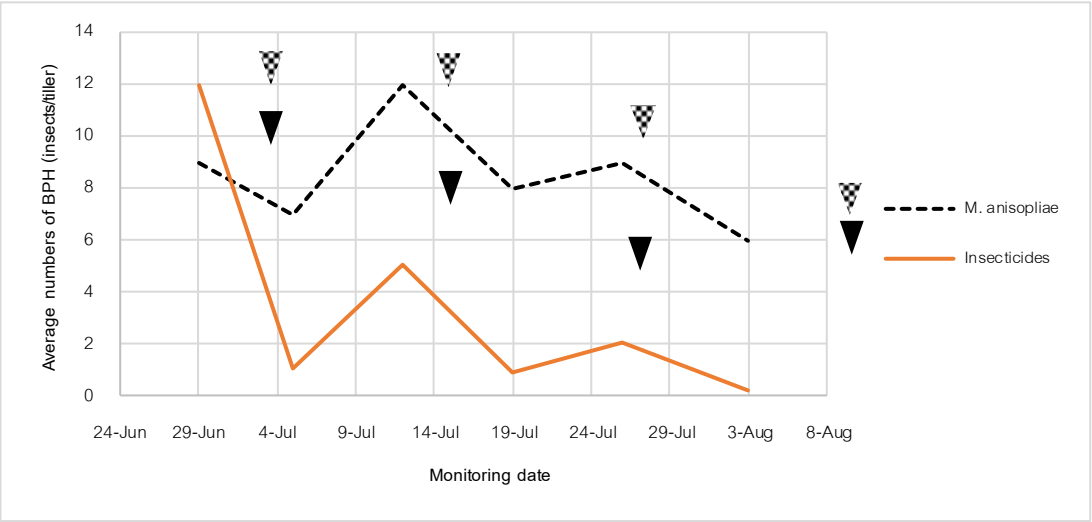

Figure 1. The fluctuation of average number of BPH/tiller in demonstration paddy fields controlled by *Metarhizium anisopliae* NU 048 (bold line and triangle for date of application) compared those by insecticides (dash line and triangle for date of application)

ผลการเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตของทั้งสองแปลง พบว่าแปลงควบคุมโดยใช้เชื้อราเขียว มน. 048 นั้นได้ผลผลิต 840 กิโลกรัมต่อไร่ ขายเป็นเมล็ดพันธุ์ได้กิโลกรัมละ 14 บาท ได้รายรับทั้งหมด 11,760 บาท โดยมีต้นทุนในการผลิตทั้งหมด 5,603.60 บาท ในจำนวนนี้ประกอบด้วยต้นทุนในส่วนต่าง ๆ คือ ค่าเมล็ดพันธุ์ 200 บาทต่อไร่ ค่าแรงงานในการดูแลแปลง 1,310 บาทต่อไร่ (ไม่รวมค่าจ้างพ่นสารฆ่าแมลง) ค่าใช้จ่ายในการผลิต 2,350 บาทต่อไร่ ค่าใช้จ่ายในการพ่นเชื้อราเขียวควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล 1,143.60 บาทต่อไร่ (คิดเป็นร้อยละ 24 ของต้นทุนทั้งหมด) ค่าใช้จ่ายในการใช้สารชีวภัณฑ์เชื้อแบคทีเรียควบคุมหนอนห่อใบข้าว 63.6 บาทต่อไร่ ค่าเก็บเกี่ยว และขนข้าวส่งขายเอกชน 600 บาทต่อไร่ ทำให้เมื่อหักค่าใช้จ่ายทั้งหมดแล้วมีกำไรสุทธิ 6,156.40 บาทต่อไร่ เมื่อคิดกำไรสุทธิต่อต้นทุนได้ 1.09 บาท คือ ในการลงทุน 1 บาท ได้กำไร 1.09 สตางค์ แปลงควบคุมโดยใช้สารฆ่าแมลงนั้นได้ผลผลิต 880 กิโลกรัมต่อไร่ ขายเป็นเมล็ดพันธุ์ได้ กิโลกรัมละ 14 บาท ได้รายรับทั้งหมด 12,320 บาท โดยมีต้นทุนในการผลิตทั้งหมด 6,621.80 บาท ในจำนวนนี้ประกอบด้วย ต้นทุนในส่วนต่าง ๆ คือ ค่าเมล็ดพันธุ์ ค่าแรงงานในการดูแลแปลง ค่าใช้จ่ายในการผลิต และค่าเก็บเกี่ยวและขนข้าวส่งขายเอกชน เท่ากับแปลงพ่นเชื้อราเขียว และมีค่าใช้จ่ายในการพ่นสารฆ่าแมลงควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล 2,161.80 บาทต่อไร่ (คิดเป็นร้อยละ 32.6 ของต้นทุนทั้งหมด) ทำให้เมื่อหักค่าใช้จ่ายทั้งหมดแล้วมีกำไรสุทธิ 5,698.20 บาทต่อไร่ เมื่อคิดกำไรสุทธิต่อต้นทุนได้ 0.86 บาท คือ ในการลงทุน 1 บาท ได้กำไร 86 สตางค์ ผลการดำเนินการพบว่าต้นทุนในแปลงพ่นเชื้อราเขียวมีต้นทุนการผลิตต่ำกว่าแปลงพ่นสารฆ่าแมลง แต่ให้ผลตอบแทนต่อหน่วยสูงกว่า สอดคล้องกับการศึกษาของ Suwannakit and Prempree (2016) พบว่า เกษตรกรที่ปลูกข้าวอินทรีย์มีต้นทุนที่ต่ำกว่าการใช้สารเคมี และมีผลตอบแทนที่มากกว่าการใช้สารเคมี นอกจากนี้พบว่า รายได้และต้นทุนการปลูกข้าวระหว่าง เกษตรกรที่ปลูกข้าวอินทรีย์ และเกษตรกรที่ใช้สารเคมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

แนวทางของรูปแบบการถ่ายทอดเทคโนโลยี ด้านการใช้เชื้อราเขียวการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่เกษตรกรให้ความสนใจ

ผลการศึกษาพบว่าในการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่กลุ่มเกษตรกร บ้านนรังนก จำนวน 40 คน แนวทางของรูปแบบการถ่ายทอดเทคโนโลยี จำนวน 6 รูปแบบนั้น เกษตรกรให้ความสนใจการถ่ายทอดในรูปแบบของการ

จัดทำแปลงสาธิตหรือ การฝึกอบรมสาธิตพร้อมปฏิบัติและการถ่ายทอดโดยตรง เฉลี่ยสูงถึง 4.9, 4.8 และ 4.5 ตามลำดับ ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์การประเมินระดับที่สูงมากที่สุด ในขณะที่ การใช้เอกสารเผยแพร่ความรู้ และสื่ออินเตอร์เน็ต ทีวี วิทยุ มีความสนใจเฉลี่ยเพียง 3.9 และ 3.5 เท่านั้น ตามลำดับ และจัดอยู่ในเกณฑ์การประเมินระดับปานกลาง (Figure 2) ซึ่งเป็นไปในทำนองเดียวกับการศึกษาของ Srisuwan and Chumporn (2012) และ Klinklao and Srisuwan (2014) ที่พบว่าการเปิดรับข้อมูลข่าวสารทางการเกษตรเกษตรกรมีการเปิดรับข้อมูลจากสื่อบุคคล ได้แก่เจ้าหน้าที่ภาครัฐมากที่สุด และนอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Atchariyamontree (2017) ที่พบว่าเกษตรกรยอมรับวิธีการปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมในการพัฒนาบริหารจัดการแปลงสาธิตร่วมกันในการผลิตผักพื้นบ้านปลอดภัย

ความพึงพอใจกระบวนการใช้เชื้อราเขียว มน. 048 ในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

ความพึงพอใจในกระบวนการใช้เชื้อราเขียวเมตาไรเซียม และการนำไปใช้ ใน 7 ประเด็น พบว่า ประเด็นความเหมาะสมของช่วงเวลาในการพ่นเชื้อราเขียว มีความสะดวกในการพ่น และมีความสะดวกในขั้นตอนการขยายจากหัวเชื้อ ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.73, 4.65 และ 4.53 เกณฑ์การประเมินอยู่ในระดับ มากที่สุด มีความพึงพอใจต่อประเด็นระยะเวลาในการเก็บรักษาหัวเชื้อ ความเหมาะสมอัตราการใช้เชื้อรา ระยะเวลาการเก็บรักษาเชื้อสดหลังจากขยายจากหัวเชื้อ และความสะดวกในการติดต่อหรือขอรับเชื้อราเขียวค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.2, 3.9, 3.9 และ 3.8 ตามลำดับ เกณฑ์การประเมินอยู่ในระดับมาก ตามลำดับ (Figure 3) ทั้งนี้ Koomnok and Pimsan (2014) รายงานว่าการยอมรับของเกษตรกรเกิดขึ้นได้ง่ายหากขั้นตอนการขยายเชื้อราเขียวเมตาไรเซียมจากหัวเชื้อ ไม่ยุ่งยากและในการขยายเชื้อสามารถทำได้รวดเร็ว

ความพึงพอใจในผลการใช้เชื้อราเขียว มน. 048 ในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

ในส่วนสุดท้ายเป็นเรื่องของความพึงพอใจของผลการใช้ประโยชน์จากเชื้อราเขียว มน. 048 และการนำไปใช้ประโยชน์ในอนาคต ใน 5 ประเด็น พบว่า เกษตรกรมีความต้องการใช้ประโยชน์จากเชื้อราเขียว มน. 048 ในฤดูกาลถัดไป และ พึงพอใจในผลของการใช้เชื้อราเขียว มน. 048 มีค่าเฉลี่ย 4.8 และ 4.7 จัดอยู่ในเกณฑ์ระดับ มากที่สุด ส่วนประเด็น จะแนะนำการใช้เชื้อราเขียว มน. 048 ในชุมชนตนเอง การแนะนำการใช้เชื้อราเขียว มน. 048 ให้กับคนในชุมชนอื่น สนใจในการเพาะเลี้ยง/ผลิตเชื้อราเขียว มน. 048 จำหน่ายเป็นการค้า มีค่าเฉลี่ย 4.22, 4.07 และ 3.90 ตามลำดับ จัดอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก (Figure 4)

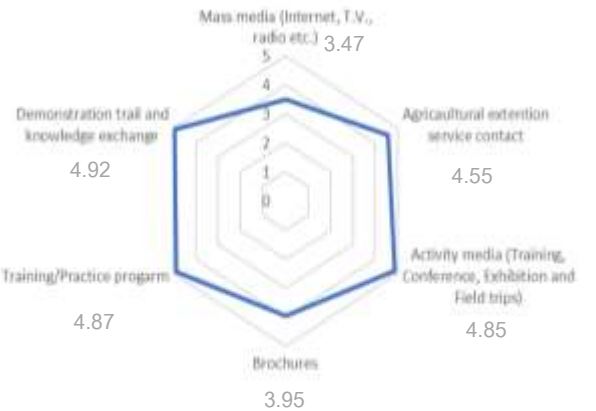

Figure 2. Spider chart presents the preferable score of farmers on 6 technology transfer methods to introduce the use of *Metarhizium anisopliae* NU 048 to control brown planthopper

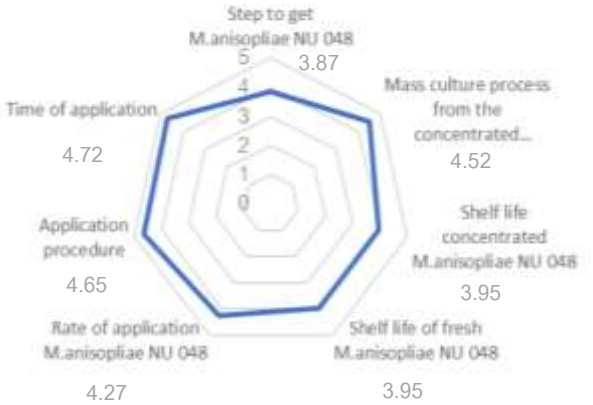

Figure 3. Spider chart presents the preferable score of farmers on 7 topics of the process to use *Metarhizium anisopliae* NU 048 to control brown planthopper

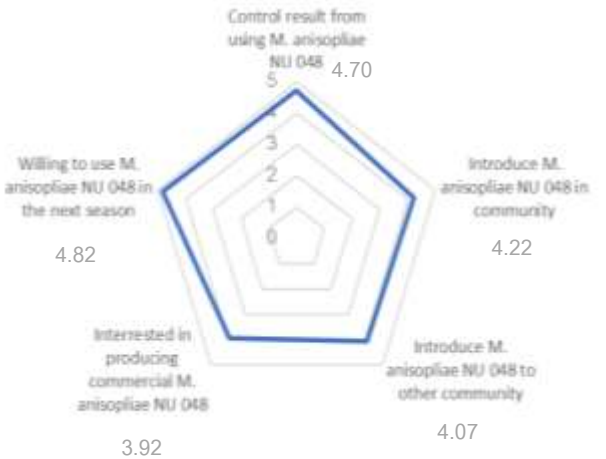

Figure 4. Spider chart presents the preferable score of farmers on 5 topics of the satisfactory on the control result after using *Metarhizium anisopliae* NU 048 to control brown planthopper

ปัจจัยทางสภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรที่สำคัญที่มีผลต่อความพึงพอใจในผลการใช้เชื้อราเขียว มน. 048 ในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

ผลการวิเคราะห์ถดถอยพหุของตัวแปรอิสระคือปัจจัยทางสภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรทั้ง 13 ชนิด ต่อ ตัวแปรตาม คือ ความพึงพอใจในผลการใช้เชื้อราเขียว มน. 048 ควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (Y) พบว่าตัวแปรอิสระทั้ง 13 ชนิด มี 3 ชนิด ที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับความพึงพอใจในผลการใช้เชื้อราเขียว มน. 048 ในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ ระดับการศึกษา (X_4) พื้นที่ที่เคยใช้เชื้อจุลินทรีย์ควบคุมแมลงศัตรูในนาข้าว (X_{11}) และอายุเกษตรกร (X_2) สามารถนำมาสร้างเป็นสมการทำนายความสัมพันธ์ระหว่างสภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรกับความพึงพอใจในผลการใช้เชื้อราเขียว มน. 048 ได้ดังนี้

$$Y = 4.564 + 0.037\ X_4 + 0.067\ X_{11} - 0.150\ X_2$$

ค่าสัมประสิทธิ์แห่งการตัดสินใจเชิงพหุ (R^2) มีค่า 0.408 หมายความว่า ตัวแปรอิสระ3 ชนิดร่วมกันมีอิทธิพลต่อความพึงพอใจในผลการใช้เชื้อราเขียว มน. 048 ในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ร้อยละ 40.8 จากสมการอธิบายได้ว่าระดับการศึกษาที่สูงขึ้นของเกษตรกรทำให้เกษตรกรมีโอกาสพึงพอใจในผลการใช้เชื้อราเขียว

มากกว่าเกษตรกรที่มีการศึกษาในระดับต้น เช่นเดียวกับขนาดพื้นที่ของเกษตรกรที่เคยใช้เชื้อจุลินทรีย์ควบคุมแมลงศัตรูในนาข้าว เกษตรกรมีโอกาสพึงพอใจในผลการใช้เชื้อราเขียวมากหากมีขนาดพื้นที่ที่เคยใช้เชื้อราเขียวมาก เช่นกัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Kananit *et al.* (2017) ที่พบว่าปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความต้องการของเกษตรกรต่อการได้รับการพัฒนาการเกษตรจากองค์การบริหารส่วนตำบลหว้าทองมีทั้งหมด 5 ตัวแปร และหนึ่งในนั้นคือ ระดับการศึกษา แต่ในส่วนของอายุของเกษตรกรพบว่าเป็นความสัมพันธ์เชิงลบเพราะเกษตรกรที่มีอายุน้อยมีโอกาสพึงพอใจในผลการใช้เชื้อราเขียวได้มากกว่าเกษตรกรที่มีอายุมาก นั่นหมายถึงเกษตรกรรุ่นใหม่ในพื้นที่นี้ ยอมรับเทคโนโลยีที่เข้ามาส่งเสริมได้ดีและรวดเร็ว ขัดแย้งกับการวิจัยของ Janthong and Sakkatat (2017) ที่พบว่าอายุมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับการยอมรับการปลูกเมลอนสู้ภัยแล้ง เนื่องจากเกษตรกรผู้ปลูกเมลอนที่มีอายุมากขึ้น มีการยอมรับได้เมื่อได้รับการส่งเสริมหรือการแนะนำด้านเทคโนโลยีและวิธีการปลูกเมลอนสู้ภัยแล้ง และนอกจากนี้ยังขัดแย้งกับงานวิจัยของ Palang *et al*. (2011) ที่พบว่าอายุมีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญกับการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตยาสูบในแนวทางของเกษตรผสมผสานและนำไปปฏิบัติตามจนเกิดผล

ความรู้ของเกษตรกรก่อนและหลังการอบรม

จากการทดสอบความรู้เกี่ยวกับการใช้เชื้อราเขียว มน. 048 ควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลของเกษตรกร จำแนกเป็นความรู้ก่อนการอบรม และหลังการอบรม พบว่า ก่อนเข้ารับการอบรมมีคะแนนเฉลี่ย 7.87 (SD=3.82) โดยองค์ความรู้ที่เกษตรกรมีในระดับที่สูงกว่าร้อยละ 70 คือ เกษตรกรมีความรู้จักกับเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และความเสียหายที่เกิดจากการลงทำลายข้าวของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมากที่สุด (ร้อยละ 100) เกษตรกรทราบว่าช่วงเวลาที่พ่นสารชีวภัณฑ์ดีที่สุดคือช่วงเช้าและค่ำ (ร้อยละ 97.5) และเชื้อราเขียวสามารถฆ่าเพลี้ยจักจั่นและเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ดี (ร้อยละ 85) และเกษตรกรมีความรู้และสามารถสำรวจแมลงศัตรูข้าวจากกอข้าวได้ (ร้อยละ 72.5) ภายหลังการอบรม และการจัดทำแปลงสาธิตแลกเปลี่ยนเรียนรู้ พบว่าคะแนนเฉลี่ยองค์ความรู้เพิ่มขึ้นเป็น 17.32 (SD=0.57) สูงขึ้น 2.2 เท่า โดยพบว่าเกษตรกรมีระดับความรู้เพิ่มขึ้นในทุก ๆ องค์ความรู้ถึงร้อยละ 100 แต่ก็ยังพบว่าการสุ่มสำรวจแมลงศัตรูข้าวจากโคนต้นข้าว และการใช้สวิงโฉบ ที่เพิ่มขึ้นมาถึงร้อยละ 97.5 และ ร้อยละ 32.5 ตามลำดับ (Table 1) ซึ่งการทดสอบผลก่อนและหลังการอบรมสามารถประเมินผลถึงคุณภาพของการอบรมในด้านต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี (Srikanlayaniwart, 2016; Supason *et al*., 2010) การอบรมในครั้งนี้สามารถเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจแก่เกษตรกรได้ดีขึ้น สามารถนำไปสู่การปฏิบัติและต่อยอดการใช้เชื้อราเขียว มน. 048 ในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืนต่อไปในอนาคต

Table 1. The average score of evaluation result on the knowledge of farmers before and after training program

		Content	Knowledge	
			Before training	After training
1		Know the BPH and the symptom on rice damaged by BPH?	1	1
2		Know natural enemies?		
	2.1	Know the predators: lady beetles, mirid bugs?	0.275	1
	2.2	Know the parasitoids: egg parasitoids and larval parasitoids?	0.05	1
	2.3	Know the antagonistic microorganisms: *Metarhizium* spp., *Beauveria* spp. and *Trichoderma* spp.?	0.6	1
3		Survey the amount and species of insect in field?		
	3.1	Survey by sweep net?	0.175	0.325
	3.2	Survey by check directly from the rice tillage?	0.725	0.975
4		Can identify the species of rice pests and natural enemies?	0.175	1
5		Know the economic threshold level of BPH?	0.1	1
6		Know how to use the entomopathogenic fungi?	0.55	1
7		Know how to prepare haft cooking rice media for mass culture of *M. anisopliae* NU 048?	0.275	1
8		Know how to prepare the mass culture of *M. anisopliae* NU 048 from the concentrated *M. anisopliae* NU 048 and half cooking rice?	0.15	1
9		Know the application rate of fresh *M. anisopliae* NU 048 to control BPH?	0.575	1
10		Know the *M. anisopliae* NU 048 can be used to control rice hoppers?	0.85	1
11		*M. anisopliae* NU 048 can be mixed with insecticides when applied on the field?	0.525	1
12		Concentrated *M. anisopliae* NU 048 can be stored in the refrigerator for 1 year?	0.15	1
13		Fresh *M. anisopliae* NU 048 in half cooking rice can be stored in the refrigerator for 1 month?	0.1	1
14		Incubation period for complete growth of *M. anisopliae* NU 048 in half cooking rice till ready to use to control BPH is 7 days	0.3	1
15		*M. anisopliae* NU 048 can be applied on the rice at the seedling stage until flowering stage or every 7 days to control brown planthopper?	0.325	1
16		The appropriate application time of *M. anisopliae* NU 048 is in the morning or evening?	0.975	1

สรุป

ศึกษาการใช้เชื้อราเขียว มน. 048 ควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าวชลประทาน โดยการจัดอบรมปฏิบัติการ และทำแปลงสาธิต ถ่ายทอดให้กลุ่มเกษตรกรนาข้าวตำบลรังนก อำเภอสามง่าม จังหวัดพิจิตร พร้อมทำการประเมินความรู้ทั้งก่อนและหลังการอบรม พบว่าเกษตรกรได้เรียนรู้และมีความรู้ความเข้าใจในถึงการใช้ประโยชน์จากเชื้อราเขียว มน. 048 รวมถึงการสำรวจและการประเมินศัตรูข้าวและศัตรูธรรมชาติ การใช้ศัตรูธรรมชาติในนาข้าว การเพาะเลี้ยงเชื้อราเขียว มน. 048 และต้นทุน-กำไรในการปลูกข้าวที่ใช้ศัตรูธรรมชาติเปรียบเทียบกับการใช้สารฆ่าแมลงมากขึ้น ความพึงพอใจในผลการใช้เชื้อราเขียว มน. 048 ในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล มีความสัมพันธ์อย่างนัยสำคัญทางสถิติกับ ระดับการศึกษา (X_4) พื้นที่ที่เคยใช้เชื้อจุลินทรีย์ควบคุมแมลงศัตรูในนาข้าว (X_{11}) และอายุ (X_2) เกษตรกรที่ผ่านการอบรมมีคะแนนเฉลี่ยของการประเมินความรู้ 17.32 สูงขึ้นจากเดิม 7.87 ถึง 2.2 เท่า

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคเหนือตอนล่างมหาวิทยาลัยนเรศวร ที่สนับสนุนสารชีวภัณฑ์ เชื้อราเขียว มน. 048 ในการทำวิจัย ทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกข้าวตำบลรังนก อำเภอสามง่าม จังหวัดพิจิตร ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์และความร่วมมือทั้งในเรื่องพื้นที่ในการดำเนินงานวิจัย และความตั้งใจในการเข้าร่วมโครงการวิจัยเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

Atchariyamontree, A. 2017. Participatory action research and demonstration field for production of pesticides-free local vegetables of Cho Lae community, Mae Taeng district, Chiang Mai province. Journal of Community Development and Life Quality 5(1): 118-128. (in Thai)

Bunsak, A., W. Pongprasert, S. Buranapanichpan and J. Kulsarin. 2015. Screening on potential *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin for controlling brown planthopper in paddy field. Journal of Agriculture 31(3): 291-299. (in Thai)

Department of Agricultural Extension. 2013. Guide Book for Agricultural Extension and Technology Transfer Service. Department of Agricultural Extension, Bangkok. 174 p.

Heinrichs, E.A. and T.A. Miller. 1991. Rice Insects Management Strategies. Springer-Verlag, New York. 347 p.

Janthong, N. and P. Sakkatat. 2017. Farmers adoption of melon planting against drought in Lat Bua Luang district, Phra Nakhon Si Ayutthaya province. Journal of Agriculture 33(3): 405-414. (in Thai)

Jetiyanon, K., P. Plianbangchang, S. Wittaya-areekul, W. Punsak and S. Intanon. 2018. Farmers' behavior in using chemical fertilizer at Ban Pho Prasat, Bo Thong subdistrict, Bang Rakam district, Phitsanulok province. Journal of Agriculture 34(2): 245-253. (in Thai)

Kananit, S., P. Prapatigul and C. Wongsamun. 2017. Farmers' needs for agricultural development from Wathong subdistrict administrative organization Phuwiang district, Khon Kaen province. Khon Kaen Agriculture Journal 45 (Suppl.1): 1515-1521. (in Thai)

Klinklao, J. and S. Srisuwan. 2014. The use of insecticides to eliminate brown planthopper by rice farmers in Muang Uthai Thani district, Uthai Thani province. King

Mongkut's Agricultural Journal 32(1): 21-28. (in Thai)

Koomnok, C. and S. Pimsan. 2014. Pesticide application behaviors of agriculturists in Chom Thong sub-district, Muang district, Phitsanulok province. Phetchabun Rajabhat Journal 16(1): 56-67. (in Thai)

Palang, J., W. Prokati, P. Sakkatat and N. Rungkawat. 2011. Adoption of integrated crop management by tobacco farmers under supervision of Par Kor Dam station, Chiang Rai province. Journal of Agricultural Research and Extension 28(2): 57-64. (in Thai)

Pongprasert, W., W. Homhaul, S. Sanyong, V. Chimnak and V. Soinark. 2012. Survey, monitoring and evaluation on insect natural enemies and insect pests in lower northern Thailand. Research Report of National Biological Control Research Center, Lower Northern Regional Center 2012. National Research Council of Thailand, Bangkok. 114 p. (in Thai)

R Core Team. 2013. R: A language and environment for statistical computing. (Online). Available: http://www.R-project.org/ (June 5, 2019).

Ruangsuwan, C. 1990. Educational Technology: Research Theory. O.S. Printing House, Bangkok. 187 p. (in Thai)

Sapbamrer, R., S. Hongsibsong and N. Sittitoon. 2018. Health impacts of pesticide uses: case study in garlic farmers, Phayao province. Naresuan University Journal: Science and Technology (26)1: 20-31. (in Thai)

Sribunme, N., W. Pongprasert, S. Buranapanichpan, P. Sinchayakul and J. Kulsarin. 2017. Efficacy of some carriers to preserve *Metarhizium anisopliae* MRT-PCH 048 for controlling brown planthopper. Journal of Agriculture 34(2): 227-234. (in Thai)

Srikanlayaniwart, S. 2016. Develop the knowledge and ability to research of personnel Faculty of Medicine at the Naresuan University. pp. 1582-1596. *In*: Proceedings of 12th Naresuan Reasearch: Research and Innovation for Developing the Country. 21-22 July 2016, Phitsanulok. (in Thai)

Sriratanasak, W., R. Phatarasuthi, N. Chiengwattana, P. Patirupanusara, T. Ritmontree and P. Sengsim. 2007. Insects and Animal Pests of Rice and Their Control. Rice Department, Bangkok. 200 p. (in Thai)

Srisuwan, S. and S. Chumporn. 2012. Status of rice production of famers in Champa sub-district, Tharuea district, Phra Nakhon Si Ayutthaya province. Agricultural Science Journal 43(2) (Suppl.): 577-580. (in Thai)

Supason, R., K. Vichitsukon and K. Wichiencharoen. 2010. Effects of a community health volunteer role promoting a breastfeeding program. Journal of Nursing Science 28(2): 41-48. (in Thai)

Sustainable Agriculture Information Initiative. 2010. Technical Manual: Farmer Field School Approach. Sustainable Agriculture Information Initiative, Nairobi. 20 p.

Suwannakit, C. and K. Prempree. 2016. The comparison of costs and returns between organic rice farming and chemical rice farming. Veridian E-Journal, Silpakorn University 9(2): 519-526. (in Thai)

Suwannarach, A. and P. Kessomboon. 2015. Pesticide hazards prevention among farmers of the Muangbaeng Tambon Health Promotion Hospital catchment areas, Nong

Ya Plong sub-district, Wang Sa Phung district, Loei province. Community Health Development Quarterly, Khon Kaen University 3(3): 395-407. (in Thai)

Zimmermann, G.1993. The entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* and its potential as a biocontrol agent. Pesticide Science 37(4): 375-379.