Content List Available at ThaiJo

Khon Kaen Agriculture Journal

Journal Home Page : https://li01.tci-thaijo.org/index.php/agkasetkaj

การตกค้างของสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูและโรคข้าวในผลผลิตข้าวจากพื้นที่ปลูกข้าวภาคกลาง ประเทศไทย

Pesticide residuals in rice from rice growing areas in the central region of Thailand

ผกามาศ วงค์เตย์[1]*, ดารารัตน์ มณีจันทร์[1], รัตนวรรณ จันทรศศิธร[1], ชัยรัตน์ จันทร์หนู[2], กฤษณ์กมล เปาทอง[3] และ พยอม โคเบลลี่[4]

Pakamas Wongtay[1]*, Dararat Maneejan[1], Rattanawan Jansasithorn[1], Chairat Channoo[2], Kritkamol Paothong[3] and Payorm Cobelli[4]

[1] สถาบันวิทยาศาสตร์ข้าวแห่งชาติ อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี 72000 โทรศัพท์ 0-3555-5340
[1]Thailand Rice Science Institute, AmphoeMueang, Suphanburi 72000 Tel. 0-3555-5340
[2] ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท อ.เมือง จ.ชัยนาท 17000 โทรศัพท์ 0-5601-9771
[2] Chai Nat Rice Research Center, AmphoeMueang, Chai Nat 17000 Tel. 0-5601-9771
[3] ศูนย์วิจัยข้าวพระนครศรีอยุธยา อ.พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา 13000 โทรศัพท์ 0-3570-9051
[3] Phra Nakhon Si Ayutthaya Rice Research Center, Amphoe Phra Nakhon Si Ayutthaya, Phra Nakhon Si Ayutthaya 13000 Tel. 0-3570-9051
[4] กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว จตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทรศัพท์ 0-2579-7892
[4] Division of Rice Research and Development, Rice Department, Chatuchak, Bangkok 19000 Tel. 0-2579-7892

บทคัดย่อ: ปัจจุบันการปลูกข้าวของเกษตรกรเน้นการเพิ่มผลผลิต จึงทำให้มีแนวโน้มในการใช้สารกำจัดศัตรูพืชเพื่อป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูและโรคพืชเพิ่มสูงขึ้น และการใช้สารเคมีที่ไม่เหมาะสม ส่งผลให้เกิดการตกค้างของสารพิษในผลผลิตทางการเกษตร งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจติดตามและเฝ้าระวังการตกค้างของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูและโรคข้าวในตัวอย่างข้าวจากจังหวัดสุพรรณบุรี กาญจนบุรี ชัยนาท และพระนครศรีอยุธยา โดยสัมภาษณ์เกษตรกรเกี่ยวกับปัญหาศัตรูและโรคข้าว รวมทั้งชนิดและช่วงเวลาที่ใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูและโรคข้าว และสุ่มเก็บตัวอย่างข้าว เป็นเวลาต่อเนื่องจำนวน 2 ครั้ง คือฤดูนาปี/นาปรัง พ.ศ. 2563/2564 จำนวน 160 ราย/ตัวอย่าง และฤดูนาปี/นาปรัง พ.ศ. 2564/2565 จำนวน 90 ราย/ตัวอย่าง มาตรวจวิเคราะห์หาปริมาณการตกค้างของสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูและโรคข้าวจำนวน 79 สารด้วยเครื่องลิควิดโครมาโทกราฟี-แมสสเปคโทรมิเตอร์ (LC-MS/MS) และเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปคโทรมิเตอร์ (GC-MS/MS) พบว่าในฤดูนาปี/นาปรัง พ.ศ. 2563/2564 และ พ.ศ. 2564/2565 มีตัวอย่างข้าวพบการตกค้างของสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูและโรคข้าว จำนวน 43 และ 46 ตัวอย่าง โดยพบการตกค้างของสาร propiconazole มากที่สุด ซึ่งเป็นสารเคมีป้องกันกำจัดโรคเมล็ดด่าง และใบจุดสีน้ำตาล มีความสอดคล้องกับข้อมูลการใช้สารเคมีฯของเกษตรกรที่มีการใช้สารดังกล่าวในระยะข้าวสุกแก่ นอกจากนี้ยังพบการตกค้างของสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูข้าว ดังนี้ chlopyrifos, omethoate, triazophos, 3-hydroxycarbofuran, carbaryl, carbofuran, propoxur, oxamyl, permethrin และ ethiprole พบการตกค้างของสารเคมีป้องกันกำจัดโรคข้าว ดังนี้ cyproconazole, carbendazim, tebuconazole, thiophanate-methyl และ tricyclazole อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาปริมาณสารเคมีฯที่ตกค้าง พบว่ามีตัวอย่างจำนวน 7 ตัวอย่าง และ 10 ตัวอย่าง จากตัวอย่างที่มีการตกค้างในฤดูนาปี/นาปรัง พ.ศ. 2563/2564 จำนวน 43 ตัวอย่าง และ พ.ศ. 2564/2565 จำนวน 46 ตัวอย่าง ที่มีปริมาณสารตกค้างเกินข้อกำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตร ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด (Maximum Residue Limit; MRLs) ของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช) และสหภาพยุโรป

* Corresponding author: plapakamas@gmail.com

Received: date; August 16, 2023 Accepted: date; October 31, 2023 Published: date; December 12, 2023

จากผลการศึกษาควรมีการเฝ้าระวังและติดตามสถานการณ์การตกค้างในผลผลิตข้าวอย่างต่อเนื่อง และแนะนำการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูและโรคข้าวอย่างมีประสิทธิภาพถูกต้องและปลอดภัยต่อไป
คำสำคัญ: สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช; สารพิษตกค้าง; ข้าว; การตรวจติดตามสารพิษตกค้าง

ABSTRACT: Currently, rice production emphasizes productivity which leads to use pesticides for controlling pests and diseases. However, the excessive or inappropriate application of these pesticides can potentially lead to the contamination of rice products. This research aimed to monitor pesticide residues in rice samples from Suphanburi, Kanchanaburi, Chai Nat, and Phra Nakhon Si Ayutthaya provinces. This research was achieved by interviewing farmers about rice pests and diseases including types of pesticides and the application period. Additionally, the pesticide residues in 160 and 90 rice samples collected in wet/dry season of 2020/2021 and 2021/2022 from four provinces were analyzed using Liquid Chromatography-Mass Spectrometry (LC-MS/MS) and Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS/MS). The 43 and 46 rice samples from wet/dry season of 2020/2021 and 2021/2022 contained detectable pesticide residue. The most frequently detected pesticide residue was propiconazole, a chemical used to control dirty panicle and brown spot diseases. These results corresponded to monitoring information that farmers applied these chemicals during the rice maturation stages. Moreover, the results also found insecticides, such as chlorpyrifos, omethoate, triazophos, 3-hydroxycarbofuran, carbaryl, carbofuran, propoxur, oxamyl, permethrin, and ethiprole, as well as fungicides, including cyproconazole, carbendazim, tebuconazole, thiophanate-methyl, and tricyclazole. However, only 7 (from a total of 43 samples from 2020/2021) and 10 samples (from a total of 46 samples from2021/2022) exceeded the maximum residue limits (MRLs) established by the National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards (ACFS) and the European Commission for maximum residue levels (EU MRLs). Therefore, this research continues to monitor and surveillance of pesticide residues in rice production and provide farmers a guideline for the safe and effective use of pesticides.
Keywords: pesticide; pesticide residue; rice; pesticide residue monitoring

บทนำ

ปัญหาการเข้าทำลายของศัตรูพืชส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ ทำให้เกษตรกรนิยมใช้สารเคมีเพื่อป้องกันกำจัดศัตรูพืชอย่างกว้างขวาง เพราะเป็นวิธีที่ได้ผลรวดเร็ว สามารถทำลายศัตรูพืชได้ทุกชนิด และทุกระยะการเจริญเติบโต และมีแนวโน้มที่เพิ่มมากขึ้นในทุกปี จากข้อมูลปริมาณและมูลค่าการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตร ปี พ.ศ. 2555-2564 ของสำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร พบว่าในปี พ.ศ. 2564 การนำเข้าสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูและโรคพืช มีปริมาณเท่ากับ 29,554 และ 24,248 ตัน ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณการนำเข้าที่เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2555 ที่มีการนำเข้าสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูและโรคพืช จำนวน 16,796 และ 6,967 ตันตามลำดับ โดยการใช้สารเคมีของเกษตรกรมีการใช้ตั้งแต่การเตรียมพื้นที่เพาะปลูกจนถึงเสร็จสิ้นการผลิต ทั้งนี้การใช้สารเคมีไม่ถูกต้องตามคำแนะนำ โดยเฉพาะการใช้ในอัตราที่สูงเกินความจำเป็นและไม่ถูกเวลาจะส่งผลให้เกิดสารพิษตกค้างในผลผลิตทางการเกษตรรวมทั้งสิ่งแวดล้อมได้ (ยงยุทธ และคณะ, 2553) จากการวิเคราะห์สารพิษตกค้างในแปลงปลูกข้าวที่ไม่ได้ร่วมโครงการเกษตรดีที่เหมาะสมในพื้นที่จังหวัดชัยนาทพบสาร chlorpyrifos ตกค้างในดินจำนวน 20 ตัวอย่างมีปริมาณสารพิษตกค้างเกินค่ามาตรฐาน 2 ตัวอย่างและพบสารพิษตกค้าง isoprocarb ในข้าวเปลือก 11 ตัวอย่างโดยพบเกินค่ามาตรฐาน 1 ตัวอย่าง (มณฑาทิพย์ และคณะ, 2557) เช่นเดียวกับการศึกษาของชลธิชาและคณะ (2561) ทำการประเมินผลกระทบจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในนาข้าวและสิ่งแวดล้อมในจังหวัดนครปฐมพบการตกค้างของสาร difenoconazole และ propiconazole ในดินและต้นข้าวรวมทั้งตรวจพบ propiconazole ในน้ำที่เก็บจากพื้นที่ปลูกข้าวแปลงทั่วไปและยังพบสารเคมีตกค้างในดินแปลงปลูกข้าวอินทรีย์ ซึ่งการพบสารเคมีตกค้างเกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดจะไม่สามารถส่งออกผลผลิตได้ และการใช้สารเคมีทางการเกษตรที่ไม่เหมาะสมส่งผลโดยตรงต่อเกษตรกรผู้ใช้สารเคมี จากรายงานของกรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข ที่มีการเฝ้าระวังสุขภาพเกษตรกรและประชาชนที่เจ็บป่วยและเสียชีวิตจากสาเหตุการใช้หรือสัมผัสสารเคมีทางการเกษตรอย่างต่อเนื่อง พบว่า มีผู้ป่วยจากโรคพิษสารกำจัดศัตรูพืชสูงถึง 41,941 ราย โดยปี พ.ศ. 2560 มีผู้ป่วยสูงสุด จำนวน 10,686 ราย และพบว่ามีครัวเรือนที่ยังคงใช้สารเคมีทางการเกษตรจนถึงปัจจุบันจำนวน 677,522 ครัวเรือน (ร้อยละ 25.60) และในปีพ.ศ. 2564 มีผู้ป่วยด้วยโรคพิษจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มสารกำจัดแมลงมากที่สุด และรองลงมาคือ สารกำจัดวัชพืช (ไม่จำแนกชนิด) คิดเป็นอัตราป่วย 4.4 คนต่อประชากรแสน

คน และ 1.62 คนต่อประชากรแสนคน ตามลำดับ (กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข, 2565) ซึ่งการใช้สารเคมีทางการเกษตรที่ไม่ถูกต้องตามคำแนะนำ นอกจากส่งผลกระทบต่อสุขภาพแล้ว ยังส่งผลกระทบต่อการส่งออกได้ เนื่องจากผลผลิตที่ได้อาจพบการตกค้างของสารเคมีที่เกินเกณฑ์มาตรฐานสินค้าเกษตร ตามข้อกำหนดปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด (Maximun Residue Limits; MRLs) ส่งผลกระทบต่อสินค้าเกษตรที่จะส่งออก ซึ่งสินค้าเกษตรที่ส่งออกไปแต่ละประเทศมีการสุ่มตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารเคมีทางการเกษตรตกค้าง โดยข้อมูลรายงานการตกค้างของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชในผลผลิตข้าวที่นำเข้าสหภาพยุโรปตั้งแต่ปี 2563 พบตัวอย่างข้าวจากประเทศต่างๆที่นำเข้ามีปริมาณสารตกค้างเกินค่ากำหนด 13.2 % (The 2020 European Union report on pesticide residues in food) ซึ่งในปัจจุบันสหภาพยุโรปมีการปรับปริมาณสารตกค้างสูงสุด (Maximum Residue Limits: MRLs) ของสารในกลุ่มที่เป็นสารขัดขวางการทำงานของต่อมไร้ท่อ (Endocrine Disruptors) โดยสารที่แนะนำให้ใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูข้าว เช่น สารป้องกันกำจัดแมลง malathion สารป้องกันกำจัดโรคพืช carbendazim, mancozeb, prochloraz, propiconazole, tebuconazole และ thiophanate-methyl เป็นต้น โดยปรับให้ค่า MRLs ของสารในกลุ่มดังกล่าวเหลือเพียง 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ppm) (สำนักงานที่ปรึกษาการเกษตรต่างประเทศ ประจำสหภาพยุโรป, 2561) นอกจากจะส่งผลให้เกิดการตกค้างของสารเคมีทางการเกษตรในผลผลิตและสิ่งแวดล้อม การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชผิดวิธียังส่งผลกระทบต่อการระบาดศัตรูข้าว จากการศึกษาของจินตนา และคณะ (2556) พบว่าเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี ชัยนาท พิษณุโลก และอ่างทอง มีการใช้สาร abamectin ซึ่งเป็นสารที่มีพิษสูงต่อสัตว์น้ำ และไม่แนะนำให้ใช้ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และสาร cypermethrin เป็นสารที่ชักนำให้เกิดการระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเพิ่มขึ้น จากเอกสารวิชาการเรื่องศัตรูข้าวและการป้องกันกำจัด ของกรมการข้าว ปี 2562 แนะนำการใช้สาร dinotefuran ในระยะข้าวตั้งท้องถึงระยะออกรวง สาร carbosulfan และ isoprocarb ในระยะข้าวแตกกอเต็มที่ หรือเมื่อพบเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล 10 ตัว/กอ อย่างไรก็ตามเพื่อควบคุมปริมาณสารพิษตกค้างให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานปลอดภัยต่อผู้บริโภค รวมทั้งเพื่อเป็นการป้องกันผลกระทบจากการกำหนดค่า MRLs ของวัตถุอันตรายทางการเกษตรต่อการส่งออกข้าวไทย และเป็นการเฝ้าระวังควบคู่ไปกับการควบคุมคุณภาพที่ระบบปลูก จึงมีแนวคิดในการติดตามและเฝ้าระวังการตกค้างของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่สำคัญดังกล่าวในผลผลิตข้าวในพื้นที่ปลูกข้าวเขตชลประทานภาคกลาง ซึ่งเป็นพื้นที่ปลูกข้าวสำคัญของประเทศ ซึ่งงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพิ่มเติมจากการศึกษาของดารารัตน์ และคณะ (2564) ที่รายงานการวิเคราะห์สารพิษตกค้างในผลผลิตข้าว และสำรวจการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวของเกษตรกรจังหวัดสุพรรณบุรีและกาญจนบุรี โดยงานวิจัยนี้ได้มีการศึกษาเพิ่มเติม อีก 2 จังหวัดคือชัยนาทและพระนครศรีอยุธยาในฤดูการปลูกเดียวกันคือ นาปี/นาปรัง 2563/2564 โดยใช้ข้อมูลวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลเดิมที่เคยรายงานไปแล้ว และมีการตรวจติดตามการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูและโรคข้าว และการตกค้างในผลผลิตข้าวในพื้นที่ทั้ง 4 จังหวัดในฤดูการปลูกข้าวนาปี/นาปรัง 2564/2565 เพื่อเฝ้าระวังควบคุมปริมาณสารพิษตกค้างในผลผลิตข้าวให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานปลอดภัยต่อผู้บริโภค และเพื่อเป็นการป้องกันผลกระทบจากการกำหนดค่า MRLs ของวัตถุอันตรายทางการเกษตรต่อการส่งออกข้าวไทย ส่งเสริมให้เกิดภาพลักษณ์ที่ดีในสินค้าข้าวในการส่งออก รวมทั้งเพื่อหาแนวทางในการควบคุมการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชให้เหมาะสม

วิธีการศึกษา

พื้นที่ศึกษา

ดำเนินการสัมภาษณ์เกษตรกร และเก็บตัวอย่างข้าวจากเกษตรกรที่ได้ทำการสัมภาษณ์ในพื้นที่ปลูกข้าว 4 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดสุพรรณบุรี จังหวัดกาญจนบุรี จังหวัดชัยนาท และจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ในฤดูนาปีและนาปรัง 2563/2564 (เริ่มเก็บตัวอย่างตั้งแต่ เดือนธันวาคม 2563 - มีนาคม 2564) และ ฤดูนาปีและนาปรัง 2564/2565 (เริ่มเก็บตัวอย่างตั้งแต่ เดือนธันวาคม 2564 - มีนาคม 2565) จำนวนรวม 250 ราย/ตัวอย่าง แบ่งเป็นปี 2563/2564 จำนวน 160 ราย/ตัวอย่าง และ ปี 2564/2565 จำนวน 90 ราย/ตัวอย่าง แบ่งเป็นรายจังหวัด ดังนี้

จังหวัดสุพรรณบุรี ฤดูนาปีและนาปรัง ปี พ.ศ. 2563/2564 จำนวน 40 ราย/ตัวอย่าง และ ฤดูนาปีและนาปรัง ปี พ.ศ. 2564/2565 จำนวน 24 ราย/ตัวอย่าง

จังหวัดกาญจนบุรี ฤดูนาปีและนาปรัง ปี พ.ศ. 2563/2564 จำนวน 40 ราย/ตัวอย่าง และ ฤดูนาปีและนาปรัง ปี พ.ศ. 2564/2565 จำนวน 26 ราย/ตัวอย่าง

จังหวัดชัยนาท ฤดูนาปีและนาปรัง ปี พ.ศ. 2563/2564 จำนวน 40 ราย/ตัวอย่าง และ ฤดูนาปีและนาปรัง ปี พ.ศ. 2564/2565 จำนวน 20 ราย/ตัวอย่าง

จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ฤดูนาปีและนาปรัง ปี พ.ศ. 2563/2564 จำนวน 40 ราย/ตัวอย่าง และ ฤดูนาปีและนาปรัง ปี พ.ศ. 2564/2565 จำนวน 20 ราย/ตัวอย่าง

วิธีการดำเนินงาน

1. การติดตามสถานการณ์การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูและโรคข้าวที่สำคัญของเกษตรกรในการผลิตข้าว

ดำเนินการสำรวจข้อมูลการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูและโรคข้าวของเกษตรกร โดยใช้แบบสัมภาษณ์เกษตรกรในจังหวัดสุพรรณบุรี กาญจนบุรี ชัยนาท และพระนครศรีอยุธยา หาขนาดตัวอย่างโดยใช้สูตร Yamane ที่ระดับช่วงความเชื่อมั่น 95% เพื่อประมาณค่าสัดส่วนหลักของประชากร (Taro Yamane, 1973: 727-728) ตามอัตราส่วนประชากรของแต่ละจังหวัดที่ขึ้นทะเบียนเกษตรกรในการทำนากับกรมส่งเสริมการเกษตร จำนวนรวม 250 ราย แบ่งเป็นฤดูนาปีและนาปรัง ปี พ.ศ. 2563/2564 จำนวน 160 ราย และ ฤดูนาปีและนาปรัง ปี พ.ศ. 2564/2565 จำนวน 90 ราย ข้อมูลที่จัดเก็บ ได้แก่ ปัญหาแมลงศัตรูและโรคข้าว และการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูและโรคข้าว โดยการใช้สารเคมีในการควบคุมแมลงศัตรูและโรคข้าวของเกษตรกร โดยระบุชนิด/ชื่อการค้าของสารเคมี ระยะที่ฉีดพ่น ในฤดูการปลูกล่าสุดและเป็นฤดูเดียวกับตัวอย่างข้าวที่ทำการสุ่มเก็บมาตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารเคมีทางการเกษตรที่ตกค้างในผลผลิตต่อไป

2. การตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวที่ตกค้างในตัวอย่างข้าว

จากตัวอย่างข้าวที่ทำการสุ่มเก็บจากแปลงนาของเกษตรกร ที่ทำการสัมภาษณ์การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูและโรคข้าว จำนวนรวม 250 ตัวอย่าง แบ่งเป็นปี 2564 จำนวน 160 ตัวอย่าง และ ปี 2565 จำนวน 90 ตัวอย่าง นำมาทำการตรวจวิเคราะห์สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูและโรคข้าว จำนวน 79 สาร โดยวิเคราะห์ด้วย**เครื่องลิควิดโครมาโทกราฟี-แมสสเปค-โทรมิเตอร์ (LC-MS/MS) จำนวน 28 สาร** ดังนี้ กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต จำนวน 6 สาร ได้แก่ acephate, dicrotophos, dimethoate, methidathion, monocrotophos และ omethoate กลุ่มคาร์บาเมต จำนวน 14 สาร ได้แก่ 3-hydroxycarbofuran, aldicarb, aldicarb sulfone, aldicarb sulfoxide, bendiocarb, carbaryl, carbofuran, fenobucarb, isoprocarb, methiocarp, methomyl, oxamyl , pirimicarb และ propoxur กลุ่มอื่นๆ จำนวน 1 สาร คือ ethiprole สารเคมีป้องกันกำจัดโรคข้าว จำนวน 7 สาร ได้แก่ carbendazim, cyproconazole, propiconazole, pyraclostrobin, tebuconazole, tetraconazole และ tricyclazole และ **เครื่องแก๊สโครมาโทรกราฟี-แมสสเปคโทรมิเตอร์ (GC-MS/MS) จำนวน 52 สาร** ดังนี้ สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูข้าว กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต จำนวน 22 สาร ได้แก่ azinphos-ethyl, azinphos-methyl, bifenthrin, chorpyrifos, chorpyrifos-methyl, diazinon, dichlorvos, EPN, ethion, fenitrothion, malathion, methidathion, mevinphos, mirex, parathion, parathion-methyl, phosalone, pirimiphos-ethyl, pirimiphos-methyl, profenofos, prothiofos และ triazophos กลุ่มไพรีทรอยด์ จำนวน 7 สาร cyfluthrin, cyhalothrin (Lambda), cypermethrin, deltamethrin, fenvalerate, fenproprathrin, flucythrinate และ permethrin กลุ่มออร์กาโนคลอรีน จำนวน 22 สาร ได้แก่ aldrin, BHC-alpha, BHC-beta, BHC-delta, BHC-gamma, chlordane-cis, chlordane-trans, dichlorodiphenyl-dichloroethane (DDD-o,p'), DDD-p,p', dichlorodiphenyl-dichloroethylene (DDE-o,p)', DDE-p,p', dichlorodiphenyl-trichloroethane (DDT-o,p'), DDT-p,p', dieldrin, endosulfan sulfate, endosulfan-alpha, endosulfan-beta, endrin, endrin ketone, heptachlor, heptachlor exo-epoxide และ hexachlorobenzene ซึ่งสารมาตรฐานทั้งหมดที่ใช้ในการทดสอบมาจาก iDQuant™ Standards Kit for Pesticide Analysis และทำการทดสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์ โดยมีขีดจำกัดของการตรวจวัด (Limit of detection; LOD) เท่ากับ 0.005 มก./กก. ขีดจำกัดการวัดเชิงปริมาณ (Limit of quantitation; LOQ) เท่ากับ 0.01 มก./กก. ในการหาค่าร้อยละการคืนกลับ (% recovery) และร้อยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (The relative standard deviation; %RSD) ที่ความเข้มข้นของสารมาตรฐาน 0.01 มก./กก.

อยู่ในช่วง 72.6 – 114 และ 1.58-13.46 ตามลำดับ ซึ่งในการหาปริมาณสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูและโรคข้าวที่ตกค้างในข้าวตัวอย่างละ 3 ซ้ำ และแสดงปริมาณค่าเฉลี่ยที่วัดได้ โดยมีขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

2.1 การสกัดตัวอย่างข้าว (เทคนิค QuEChERS ตามวิธีของ The association of official agricultural chemists (AOAC) Official Method 2007.01)

ตัวอย่างข้าวบดละเอียด 10 กรัม เติมน้ำ 10 มิลลิลิตร และ Acetonitrile (ACN) + 1% acetic acid 10 มิลลิลิตร เขย่า 1 นาที แล้วเติม Magnesium sulfate anhydrous ($MgSO_4$) 6 กรัม และ Sodium Acetate 1.5 กรัม เขย่า 1 นาที และนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 3,800 รอบต่อนาที นาน 10 นาที ดูดสารสกัดส่วนใสที่ได้ 2 มิลลิลิตร มาทำให้บริสุทธิ์ (Clean up) ด้วย $MgSO_4$ 150 มิลลิกรัม + Primary Secondary Amine (PSA) 50 มิลลิกรัม + C_{18}EC 50 มิลลิกรัม Bulk Carbograph 7.5 มิลลิกรัม เขย่า 1 นาที นำไปปั่นเหวี่ยงที่ 4,000 รอบต่อนาที นาน 10 นาที สำหรับการวิเคราะห์ด้วย GC-MS/MS แบ่งสารสกัดปริมาตร 1 มิลลิลิตร นำไปกรองผ่าน Filter nylon 0.22 ไมโครเมตร ก่อนวิเคราะห์ ส่วนการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง LC-MS/MS จะแบ่งสารสกัดปริมาตร 1 มิลลิลิตร ก่อนนำไประเหยแห้งแล้วปรับปริมาตรเป็น 1 มิลลิลิตร ด้วยสารละลาย Methanol 50% และกรองผ่าน Filter nylon 0.22 ไมโครเมตร ก่อนนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องลิควิดโครมาโทกราฟี-แมสสเปคโทรมิเตอร์ (LC-MS/MS) และ เครื่องแก๊สโครมาโทรกราฟี-แมสสเปคโทร-มิเตอร์ (GC-MS/MS)

2.2 สภาวะในการวิเคราะห์เครื่องลิควิดโครมาโทกราฟี-แมสสเปคโทรมิเตอร์ (LC-MS/MS)

การวิเคราะห์สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูและโรคข้าว จำนวน 28 สาร ด้วยเครื่องลิควิดโครมาโทกราฟี ตัวตรวจวัดชนิด Quardrupole แมสสเปคโทรมิเตอร์ รุ่น SCIEX Triple Quad™ 4500 LC-MS/MS ด้วยคอลัมน์ Thermo Scientific Accucore Biphenyl (100 มิลลิเมตร x 2.1 มิลลิเมตร x 2.6 ไมโครเมตร) ตั้งอุณหภูมิคอลัมน์ที่ 40 องศาเซลเซียส ปริมาตรการฉีดตัวอย่าง 5 ไมโครลิตร ใช้เฟสเคลื่อนที่ 2 ชนิด 1. เฟสเคลื่อนที่ A คือ 5 mM แอมโมเนียมฟอร์เมท ในสารละลายเมทานอล 10 % และ 2. เฟสเคลื่อนที่ B คือ 5 mM แอมโมเนียมฟอร์เมท ในสารละลายเมทานอล 90 % มีอัตราการเคลื่อนที่ 0.4 มิลลิลิตรต่อนาที โดยมีสภาวะดังนี้

เวลา (นาที)	0	1	18	18.5	20
เฟสเคลื่อนที่ A (%)	100	100	0	100	100
เฟสเคลื่อนที่ B (%)	0	0	100	0	0

2.3 สภาวะในการวิเคราะห์เครื่องแก๊สโครมาโทรกราฟี-แมสสเปคโทรมิเตอร์ (GC-MS/MS)

การวิเคราะห์สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูข้าว จำนวน 52 สาร เครื่องแก๊สโครมาโทรกราฟี-แมสสเปคโทรมิเตอร์ (GC-MS/MS) รุ่น Agilent 7000D Triple Quadrupole ด้วยคอลัมน์ HP-5MS UI (15 เมตร x 0.25 มิลลิเมตร x 0.25 มิลลิเมตร) ตั้งอุณหภูมิส่วนฉีดตัวอย่าง 280 องศาเซลเซียส ในระบบ splitless mode ตั้งอุณหภูมิ Transfer line ที่ 250 องศาเซลเซียส อุณหภูมิ Ion source 300 องศาเซลเซียส โดยมีอัตราการไหลของแก๊สฮีเลียมที่ 1 มิลลิลิตรต่อนาที และตั้งโปรแกรมอุณหภูมิตู้อบ ดังนี้

เวลา (นาที)	0	1	3.75	17.75
อุณหภูมิ (°C)	60	60	170	310

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์และการตรวจวิเคราะห์สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูและโรคข้าว มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ ร้อยละการพบประชากรแมลงศัตรูและโรคข้าวรายจังหวัด ร้อยละการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูและโรคข้าวในแต่ละระยะการปลูกข้าวรายจังหวัด ร้อยละตัวอย่างพบการตกค้างสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูและโรคข้าวในรอบการเก็บตัวอย่าง ค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นของสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูและโรคข้าวแต่ละชนิดสาร

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การติดตามสถานการณ์การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวที่สำคัญของเกษตรกรในการผลิตข้าว

จากการศึกษาการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูและโรคข้าว ของเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี กาญจนบุรี ชัยนาท และพระนครศรีอยุธยา โดยแบ่งเป็นฤดูนาปี/นาปรัง ปี 2563/2564 จำนวนรวม 160 ราย และ ฤดูนาปี/นาปรัง ปี 2564/2565 จำนวน 90 ราย พบว่าเมื่อเกษตรกรมีปัญหาแมลงศัตรูและโรคข้าว เกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 49.5 ในฤดูนาปี/นาปรัง ปี 2563/2564 และร้อยละ 39.8 ในฤดูนาปี/นาปรัง ปี 2564/2565 ไม่ได้ขอคำแนะนำจากใครและจัดการปัญหาแมลงศัตรูและโรคข้าวด้วยตนเอง รองลงมาคือมีการขอคำแนะนำจากเพื่อนบ้าน ร้านค้าสารเคมีการเกษตรในชุมชน และหน่วยงานภาครัฐ ตามลำดับ ซึ่งวิธีการในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูและโรคข้าว เกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 90.8 ในฤดูนาปี/นาปรัง ปี 2563/2564 และ ร้อยละ 80.6 ในฤดูนาปี/นาปรัง ปี 2564/2565 ใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูและโรคข้าว นอกจากนั้นเกษตรกรยังมีการใช้สารชีวภัณฑ์และสมุนไพรด้วย ซึ่งปัญหาแมลงศัตรูข้าวที่เกษตรกรพบเจอในแต่ละพื้นที่จังหวัด เกษตรกรแต่ละรายอาจพบปัญหาแมลงศัตรูข้าวมากกว่า 1 ชนิด โดยพบว่าพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี ในฤดูนาปี/นาปรัง ปี 2563/2564 เกษตรกรจำนวน 40 ราย พบปัญหาจากเพลี้ยไฟ (Thrips, *Stenchaetothrips biformis*) และ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (Brown planthopper, *Nilaparvata lugens*) ร้อยละ 26.9 รองลงมาเป็นหนอนกอ (Stem borer, Scirpophaga incertulas) ร้อยละ 25.8 ส่วนในฤดูนาปี/นาปรัง ปี 2564/2565 เกษตรกรจำนวน 24 ราย พบปัญหาเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลร้อยละ 25.7 เกษตรกรจังหวัดกาญจนบุรี ในฤดูนาปี/นาปรัง ปี 2563/2564 จำนวน 40 ราย พบปัญหาเพลี้ยไฟร้อยละ 33.3 ส่วนฤดูนาปี/นาปรัง ปี 2564/2565 เกษตรกรจำนวน 26 ราย พบหนอนห่อใบข้าว (Rice leaffolder, *Cnaphalocrocis medinali*) ร้อยละ 27 เกษตรกรจังหวัดชัยนาท ในฤดูนาปี/นาปรัง ปี 2563/2564 จำนวน 40 ราย พบปัญหาหนอนกอร้อยละ 27.2 รองลงมาเป็นแมลงหล่า (Rice black bug, *Scotinophara coarctata*) และในฤดูนาปี/นาปรัง ปี 2564/2565 เกษตรกรจำนวน 20 ราย พบปัญหาหนอนห่อใบข้าวและหนอนกอ ที่สัดส่วนเท่ากันร้อยละ 32.7 ส่วนเกษตรกรจังหวัดพระนครศรีอยุธยา พบแมลงศัตรูข้าวที่หลากหลายน้อยกว่าจังหวัดอื่น โดยพบเพียง 4 ชนิดคือเพลี้ยไฟ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล หนอนห่อใบข้าว และแมลงหล่า ซึ่งในฤดูนาปี/นาปรัง ปี 2563/2564 เกษตรกรจำนวน 40 ราย พบปัญหาเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลร้อยละ 47.7 และในฤดูนาปี/นาปรัง ปี 2564/2565 จำนวน 20 ราย พบปัญหาเพลี้ยไฟ ร้อยละ 56 **(Figure 1)** โดยการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูข้าว เกษตรกรจังหวัดสุพรรณบุรีในฤดูนาปี/นาปรัง พ.ศ. 2563/2564 มีจำนวนของเกษตรกรที่ใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูข้าวในทุกระยะของการปลูกข้าว โดยมีการใช้สารเคมี ฯมากในระยะกล้า คิดเป็นร้อยละ 75 และมีการใช้สาร abamectin และ carbaryl ในระยะข้าวสุกแก่ร้อยละ 17.5 ส่วนในฤดูนาปี/นาปรัง พ.ศ. 2564/2565 เกษตรกรมีสัดส่วนในการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูข้าวลดลงในทุกระยะการปลูกข้าว โดยในระยะข้าวแตกกอ ตั้งท้อง และออกรวง มีการใช้สารเคมีฯ ร้อยละ 8.7 เท่ากัน และไม่มีการใช้สารเคมีฯในระยะข้าวสุกแก่ เกษตรกรจังหวัดกาญจนบุรี ในฤดูนาปี/นาปรัง พ.ศ. 2563/2564 และ 2564/2565 มีการใช้สารเคมีในระยะแตกกอมากกว่าในระยะอื่นคิดเป็นร้อยละ 40 และ 41.7 ตามลำดับ ซึ่งสารเคมีที่ใช้คือ สาร abamectin และ dichlorvos ส่วนเกษตรกรจังหวัดชัยนาท พบว่าเกษตรกรมีการใช้สารเคมีฯ ในสัดส่วนที่มากกว่าจังหวัดอื่นๆ โดยในฤดูนาปี/นาปรัง พ.ศ. 2563/2564 ใช้สารเคมีฯ ร้อยละ 81.5 ในระยะแตกกอ และร้อยละ 90.7 ในระยะตั้งท้อง เช่นเดียวกับในฤดูนาปี/นาปรัง พ.ศ. 2564/2565 ที่ระยะแตกกอมีเกษตรกรที่ใช้สารเคมีร้อยละ 80 แต่ในระยะตั้งท้องมีจำนวนเกษตรกรที่ใช้สารเคมีฯ ลดลงเหลือร้อยละ 65 ในส่วนของเกษตรกรจากจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ทั้งในฤดูนาปี/นาปรัง พ.ศ. 2563/2564 และ ฤดูนาปี/นาปรัง พ.ศ. 2564/2565 ไม่มีเกษตรกรรายใดใช้สารเคมีฯ ในระยะข้าวออกรวงและสุกแก่ โดยเกษตรกรนิยมใช้สารเคมีฯ ในระยะกล้ามากกว่าระยะอื่นๆ รองลงมาเป็นระยะแตกกอ **(Table 1)**

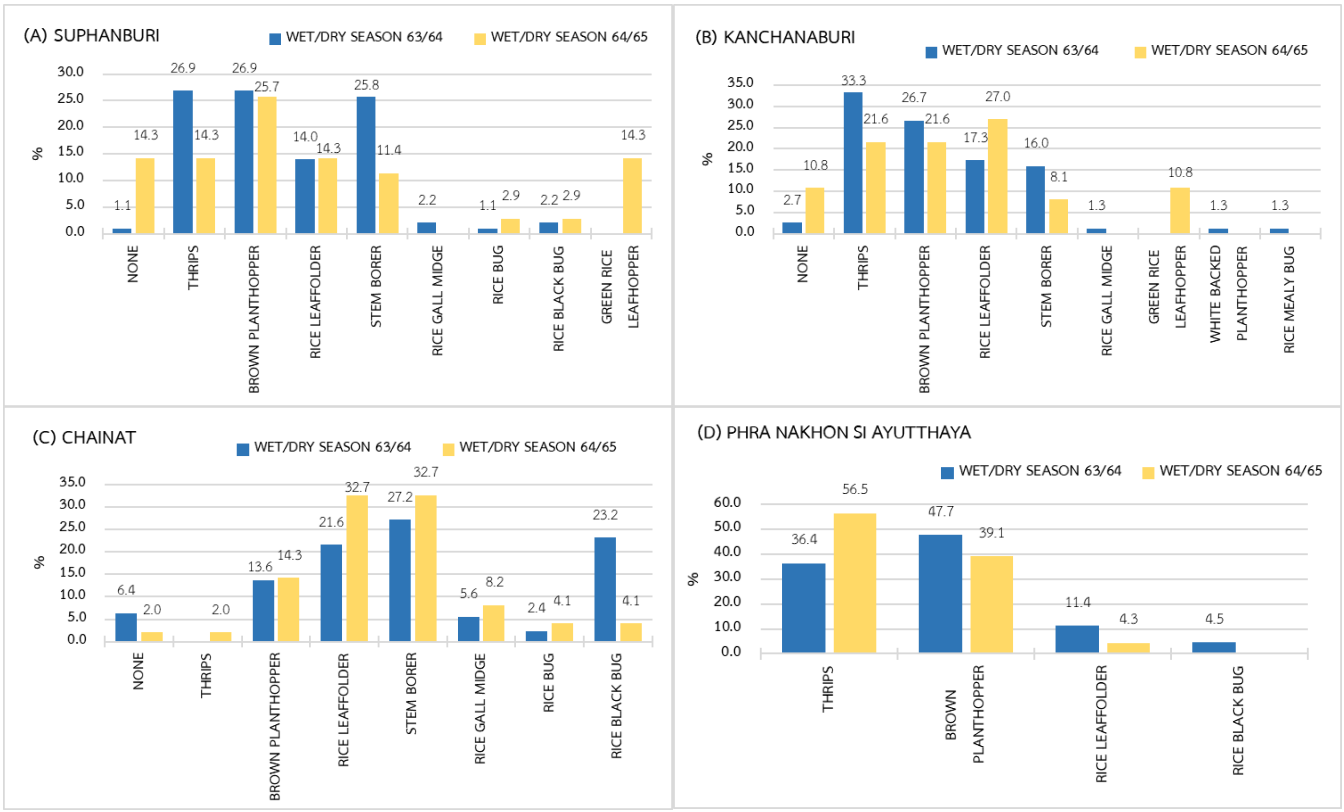

Figure 1 Percentage of insect pests found in A: Suphanburi, B: Kanchanaburi, C: Chainat and D: Phra Nakhon Si Ayutthaya Provinces.

สำหรับปัญหาโรคข้าว พบว่ามีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ รวมทั้งพื้นที่เดียวกันแต่ปีที่ทำนาต่างกัน โดยพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี ในฤดูนาปี/นาปรัง พ.ศ. 2563/2564 เกษตรกรจำนวน 40 ราย พบปัญหาโรคเมล็ดด่าง (Dirty panicle disease, *Curvularia lunata*) และใบจุดสีน้ำตาล (Brown spot disease, *Bipolaris oryzae*) ร้อยละ 34.3 และ 22.4 ตามลำดับ ส่วนในฤดูนาปี/นาปรัง พ.ศ. 2563/2564 เกษตรกรจำนวน 24 ราย พบเกษตรกรร้อยละ 51.9 ที่ไม่พบปัญหาโรคข้าวในฤดูปลูกข้าวดังกล่าว ส่วนเกษตรกร ร้อยละ 22.2 และ 14.8 ประสบปัญหาโรคไหม้ (Rice blast disease, *Pyricularia oryzae*) และโรคกาบใบแห้ง (Sheath blight disease, *Rhizoctonia solani*) ตามลำดับ ในพื้นที่จังหวัดกาญจนบุรี และพระนครศรีอยุธยา ในฤดูนาปี/นาปรัง พ.ศ. 2563/2564 เกษตรกรพบปัญหาโรคไหม้ในสัดส่วนที่มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับโรคข้าวอื่นๆ คือ ร้อยละ 32.9 และ 36.4 ตามลำดับ แต่ในฤดูนาปี/นาปรัง พ.ศ. 2564/2565 เกษตรกรจังหวัดกาญจนบุรี ส่วนใหญ่ร้อยละ 68 ไม่พบปัญหาโรคข้าว ส่วนที่พบปัญหายังคงพบปัญหาโรคไหม้มากที่สุด เช่นเดียวกับเกษตรกรจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ที่ประสบปัญหาโรคไหม้และมีสัดส่วนของเกษตรกรที่พบเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 63.2 ส่วนเกษตรกรจังหวัดชัยนาทมีการพบปัญหาโรคข้าวหลากหลายชนิด ในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน โดยในฤดูนาปี/นาปรัง พ.ศ. 2563/2564 จากเกษตรกรจำนวน 40 รายพบปัญหาโรคขอบใบแห้ง (Bacterial leaf blight disease, *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*) ร้อยละ 26.6 และโรคเมล็ดด่างร้อยละ 24.1 และในฤดูนาปี/นาปรัง พ.ศ. 2564/2565 เกษตรกรจำนวน 20 รายพบปัญหาโรคไหม้และใบจุดสีน้ำตาล ร้อยละ 26.5 **(Figure 2)** และจากการศึกษาการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคข้าวของเกษตรกรในฤดูนาปี/นาปรัง พ.ศ. 2563/2564 เกษตรกรจังหวัดสุพรรณบุรี ชัยนาท และพระนครศรีอยุธยา มีการใช้สารเคมีฯ ในทุกระยะการปลูกข้าว โดยเกษตรกรจังหวัดสุพรรณบุรี ร้อยละ 71.4 ใช้สาร difenoconazole-propiconazole และ carbendazim ในระยะข้าวตั้งท้อง เกษตรกรจังหวัดชัยนาทร้อยละ 68.5 ใช้สาร difenoconazole-propiconazole และ tebuconazole-trifloxystrobin ส่วนเกษตรกร

จังหวัดพระนครศรีอยุธยาร้อยละ 80 มีการใช้สาร kasugamycin, mancozeb และ copper hydroxide ในระยะแตกกอ ทั้งนี้ในระยะข้าวสุกแก่ เกษตรกรจังหวัดสุพรรณบุรี และชัยนาท ร้อยละ 19 และ 11.1 ที่ใช้สารเคมี difenoconazole-propiconazole ซึ่งเป็นสารเคมีป้องกันกำจัดโรคกาบใบแห้ง โรคใบจุดสีน้ำตาล และโรคเมล็ดด่าง โดยมีสัดส่วนมากกว่าเกษตรกรจากจังหวัดกาญจนบุรีและพระนครศรีอยุธยา เนื่องจากเมื่อพิจารณาปัญหาโรคข้าวที่เกษตรกรพบ **(Figure 2)** เกษตรกรจังหวัดสุพรรณบุรีและชัยนาท มีการพบโรคเมล็ดด่างและใบจุดสีน้ำตาลมากกว่าอีกสองจังหวัด ส่วนการใช้สารเคมีฯ ในฤดูนาปี/นาปรัง พ.ศ. 2564/2565 ของเกษตรกรจังหวัดสุพรรณบุรี ชัยนาท และพระนครศรีอยุธยา ส่วนใหญ่มีการใช้สารเคมีฯ เหมือนกับฤดูนาปี/นาปรัง พ.ศ. 2563/2564 ส่วนเกษตรกรจังหวัดกาญจนบุรีส่วนใหญ่ไม่ใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคข้าว จากเกษตรกรจำนวน 40 ราย พบเพียงร้อยละ 7.5 และ 2.5 ที่มีการใช้สารเคมีฯในระยะแตกกอ และระยะสุกแก่ ตามลำดับ ซึ่งสารเคมีฯที่ใช้ได้แก่ zinc thiazole และ difenoconazole-propiconazole **(Table2)** สาเหตุที่เกษตรกรจังหวัดกาญจนบุรีไม่ใช้สารเคมีเนื่องจากผลจากการสำรวจปัญหาโรคข้าวที่เกษตรกรประสบ **(Figure 2)** พบว่าในฤดูฤดูนาปี/นาปรัง พ.ศ.2563/2564 และพ.ศ. 2564/2565 มีจำนวนเกษตรกรที่ไม่พบปัญหาโรคข้าวในสัดส่วนที่มากกว่าเกษตรกรอีก 3 จังหวัด จากผลการสำรวจทั้งหมดจะเห็นว่าเกษตรกรมีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวในทุกระยะการปลูก รวมถึงระยะเก็บเกี่ยว เช่นเดียวกับงานศึกษาของรัตติกาล และคณะ (2564) ที่ศึกษาการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวของเกษตรกรในการผลิตข้าว เขตภาคกลาง ตะวันตก และตะวันออกของประเทศไทย ที่พบการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าว เช่น ethiprole, propiconazole และ pyraclostobin ในระยะเก็บเกี่ยว

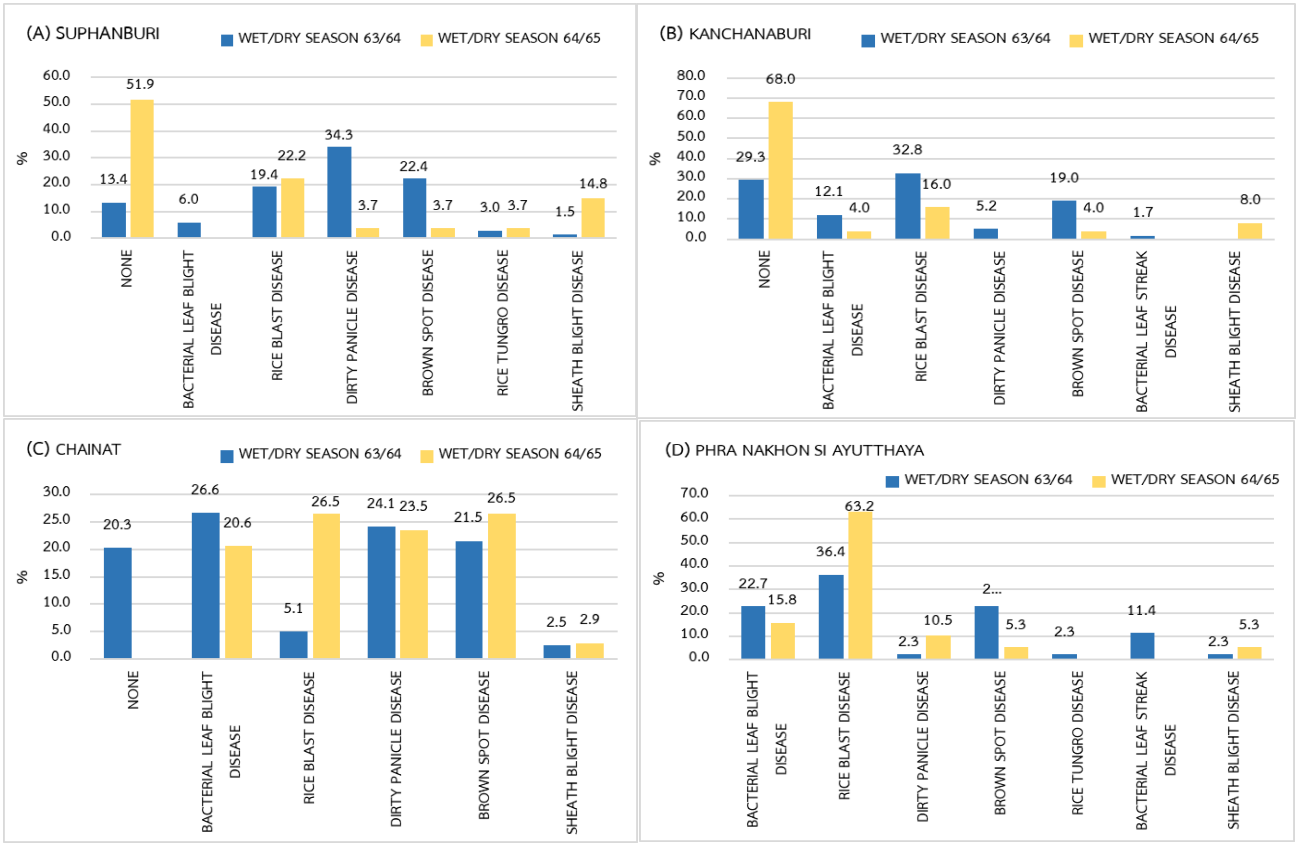

Figure 2 Percentage of rice disease epidemics found in A: Suphanburi, B: Kanchanaburi, C: Chainat and D: Phra Nakhon Si Ayutthaya Provinces.

Table 1 The percentage of insecticide application at each rice developmental stage

Development Stage	Planting area	Wet/DRY SEASON 2563-2564		Wet/DRY SEASON 2564-2565	
		application (%)	Insecticide	application (%)	Insecticide
Seedling	Suphanburi	75	thiamethoxam, thiacloprid, and abamectin	4.4	ethiprole
	Kanchanaburi	2.5	chlorpyrifos and abamectin	12.5	dichlorvos and thiamethoxim
	Chainat	40.7	cypermethrin and carbosulfan	55	thiacloprid, carbosulfan, and abamectin
	Phra Nakhon Si Ayutthaya	95	carbaryl and buprofezin	65	carbaryl and thiacloprid
Tillering	Suphanburi	72.5	chlorpyrifos and cypermethrin	8.7	abamectin and cypermethrin
	Kanchanaburi	40	abamectin and dichlorvos	41.7	abamectin and dichlorvos
	Chainat	81.5	chlorantraniliprole, and carbosulfan	80	chlorantraniliprole, carbosulfan, and abamectin
	Phra Nakhon Si Ayutthaya	77.5	dinotefuran, fipronil and carbaryl	45	dinotefuran, carbaryl and buprofezin
Booting	Suphanburi	70	chlorpyrifos	8.7	abamectin
	Kanchanaburi	15	abamectin	12.5	abamectin
	Chainat	90.7	chlorantraniliprole, and flubendiamide-thiacloprid	65	carbosulfan, chlorantraniliprole, and flubendiamide-thiacloprid
	Phra Nakhon Si Ayutthaya	5	dinotefuran and fipronil	5	dinotefuran
Heading	Suphanburi	45	dinotefuran, abamectin, and ethiprole	8.7	abamectin and thiacloprid
	Kanchanaburi	5	abamectin	-	
	Chainat	37	chlorantraniliprole and ethiprole	50	omethoate/dimethoate and emamectin benzoate
	Phra Nakhon Si Ayutthaya	-	-	-	-
Maturation	Suphanburi	17.5	abamectin and carbaryl	-	-
	Kanchanaburi	-	-	-	-
	Chainat	-	-	5	carbosulfan
	Phra Nakhon Si Ayutthaya	-	-	-	-

Table 2 The percentage of fungicide application at each rice developmental stage

Development Stage	Planting area	WET/DRY SEASON 2563-2564		WET/DRY SEASON 2563-2564	
		application (%)	Fungicide	application (%)	Fungicide
Seedling	Suphanburi	2.4	propineb	-	-
	Kanchanaburi	-	-	-	-
	Chainat	5.6	mancozeb and carbendazim	-	-
	Phra Nakhon Si Ayutthaya	22.5	kasugamycin and mancozeb	-	-
Tillering	Suphanburi	23.8	tricyclazole and difenoconazole-propiconazole	4.3	difenoconazole-propiconazole
	Kanchanaburi	7.5	zinc thiazole	4.2	zinc thiazole
	Chainat	37	propineb and carbendazim	45	propineb and carbendazim
	Phra Nakhon Si Ayutthaya	80	kasugamycin, mancozeb and copper hydroxide	70	tricyclazole
Booting	Suphanburi	71.4	difenoconazole-propiconazole and carbendazim	4.3	difenoconazole-propiconazole
	Kanchanaburi	-	difenoconazole-propiconazole and zinc thiazole	8.3	difenoconazole-propiconazole and zinc thiazole
	Chainat	42.6	difenoconazole-propiconazole	60	difenoconazole-propiconazole
	Phra Nakhon Si Ayutthaya	12.5	tricyclazole	-	-
Heading	Suphanburi	61.9	difenoconazole-propiconazole	4.3	difenoconazole-propiconazole
	Kanchanaburi	-	-	-	-
	Chainat	68.5	difenoconazole-propiconazole and tebuconazole-trifloxystrobin	90	difenoconazole-propiconazole
	Phra Nakhon Si Ayutthaya	2.5	tricyclazole and carbendazim	10	tricyclazole and edifenphos
Maturation	Suphanburi	19	difenoconazole-propiconazole	-	-
	Kanchanaburi	2.5	difenoconazole-propiconazole	-	-
	Chainat	11.1	difenoconazole-propiconazole	35	difenoconazole-propiconazole
	Phra Nakhon Si Ayutthaya	5	tricyclazole and hexaconazole	25	propiconazole

การตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูและโรคข้าว

ผลจากการเก็บตัวอย่างข้าวจากแปลงเกษตรกรที่ได้ทำการสัมภาษณ์การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูและโรคข้าว พื้นที่ปลูกข้าวจังหวัดสุพรรณบุรี กาญจนบุรี ชัยนาท และพระนครศรีอยุธยา ในฤดูนาปี/นาปรัง พ.ศ.2563/2564 และฤดูนาปี/นาปรัง พ.ศ.2564/2565 พบว่าในฤดูนาปี/นาปรัง พ.ศ.2563/2564 ตรวจพบการตกค้างของสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูและโรคข้าวจำนวน 43 ตัวอย่าง จากตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 160 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 26.9 และเมื่อทำการศึกษาต่อในฤดูนาปี/นาปรัง พ.ศ.2564/2565 ได้ทำการเก็บตัวอย่างข้าวจำนวน 90 ตัวอย่าง พบการตกค้างของสารเคมีฯ จำนวน 46 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 51.1 ซึ่งตัวอย่างที่มีการตกค้างมีสัดส่วนที่เพิ่มมากขึ้นจากฤดูนาปี/นาปรัง พ.ศ.2563/2564

เมื่อพิจารณาเป็นรายจังหวัดและปีที่เก็บตัวอย่าง พบว่าในฤดูนาปี/นาปรัง พ.ศ.2563/2564 ตัวอย่างข้าวจากพระนครศรีอยุธยาไม่พบการตกค้างของสารเคมีฯ ส่วนตัวอย่างข้าวจากจังหวัดสุพรรณบุรีจำนวน 40 ตัวอย่าง พบการตกค้างจำนวน 26 ตัวอย่าง ตัวอย่างข้าวจากจังหวัดกาญจนบุรีจำนวน 40 ตัวอย่างพบการตกค้างจำนวน 2 ตัวอย่าง และตัวอย่างข้าวจากจังหวัดชัยนาทจำนวน 40 ตัวอย่างพบการตกค้างจำนวน 15 ตัวอย่าง โดยตรวจพบสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูและโรคข้าวดังแสดงตามตารางที่ 3 ซึ่งตัวอย่างข้าวบางตัวอย่างมีการตกค้างของสารเคมีฯมากกว่า 1 ชนิด ทำให้จำนวนตัวอย่างที่พบการตกค้างของสารเคมีฯแต่ละชนิดมีปริมาณรวมมากกว่าจำนวนตัวอย่างที่พบการตกค้างของสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูและโรคข้าวในแต่ละจังหวัด โดยสารเคมีที่พบตกค้างมากที่สุดคือสาร propiconazole และ tebuconazole จำนวน 30 และ 17 ตัวอย่างตามลำดับ **(Table 3)** เช่นเดียวกับผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างข้าวในฤดูนาปี/นาปรัง พ.ศ.2564/2565 ที่พบการตกค้างของสาร propiconazole มากที่สุดจำนวน 31 ตัวอย่าง ซึ่งสอดคล้องกับการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคข้าวของเกษตรกร **(Table 2)** ที่มีการใช้สาร difenoconazole-propiconazole ในระยะตั้งท้อง ระยะออกรวง รวมทั้งระยะข้าวสุกแก่ในการป้องกันกำจัดโรคเมล็ดด่าง ส่งผลให้มีโอกาสสูงในการตกค้างของสารดังกล่าวได้ เนื่องจากการตกค้างในอาหารประเภทธัญพืชพบการลดลงของสารเคมีทางการเกษตรช้ากว่าอาหารชนิดอื่น (Lucia *et al*., 2011)

ซึ่งการที่ตรวจพบสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูและโรคข้าวตกค้างในข้าว ส่งผลต่อการส่งออกสินค้าข้าว เนื่องจากการส่งออกสินค้าเกษตร มีการกำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตร หนึ่งในนั้นคือการกำหนดปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด (Maximum Residue Limit; MRLs) ซึ่งเป็นค่าที่ใช้ในทางการค้าโดยในแต่ละประเทศจะกำหนดโดยยึดค่าจาก Codex MRLs หรือค่ากำหนดของประเทศและกลุ่มประเทศนั้นๆ เช่น Japan MRLs หรือ EU MRLs ส่วนประเทศไทย สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) กำหนดค่า MRLs รวมทั้งกำหนดค่า ดีฟอลต์ลิมิต เป็นค่าปริมาณสารพิษตกค้างที่มีได้ในสินค้าเกษตร สำหรับวัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ไม่ได้กำหนดค่าปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดไว้มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมสารพิษตกค้างต่อกิโลกรัมสินค้าเกษตร กรณีพบการตกค้างของสารที่ไม่มีค่ากำหนด MRLs ปริมาณสารตกค้างต้องไม่เกินปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดที่กำหนดโดย Codex หรือไม่เกินค่าดีฟอลต์ลิมิตที่ 0.01 มก./กก. (มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 9002-2559)

จากตัวอย่างที่ตรวจพบการตกค้างในฤดูนาปี/นาปรัง พ.ศ.2563/2564 จำนวน 43 ตัวอย่าง มีตัวอย่างจำนวน 7 ตัวอย่าง ที่พบปริมาณของสารเคมีฯ ที่ตกค้างสูงเกินมาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 9002-2559 โดยพบการตกค้างของสาร propiconazole 2 ตัวอย่างจากจังหวัดสุพรรณบุรีและชัยนาท สาร ethiprole 1 ตัวอย่างจากจังหวัดสุพรรณบุรี สาร omethoate 2 ตัวอย่างจากจังหวัดสุพรรณบุรีและชัยนาท และสาร tricyclazole 1 ตัวอย่างจากจังหวัดชัยนาท และตัวอย่างในฤดูนาปี/นาปรัง พ.ศ.2563/2564 จำนวน 46 ตัวอย่าง มีตัวอย่างจำนวน 10 ตัวอย่าง ที่พบปริมาณของสารเคมีฯตกค้างสูงเกินมาตรฐานสินค้าเกษตร ดังนี้ สาร propiconazole ในตัวอย่างข้าว 6 ตัวอย่าง แบ่งเป็นตัวอย่างจากชัยนาท 2 ตัวอย่าง และพระนครศรีอยุธยา 4 ตัวอย่าง สาร tricyclazole และ triazophos จากจังหวัดชัยนาท จำนวน 1 และ 2 ตัวอย่าง ตามลำดับ แต่ถ้าพิจารณาตามข้อกำหนดของสหภาพยุโรป (EU MRLs) พบตัวอย่างมีการตกค้างจากสาร

carbaryl 1 ตัวอย่าง และ carbendazim 1 ตัวอย่าง **(Table 3)** ทั้งนี้จากผลการศึกษาตัวอย่างข้าวจากจังหวัดสุพรรณบุรีและชัยนาท มีจำนวนตัวอย่างที่พบการตกค้างมากกว่าตัวอย่างข้าวจากจังหวัดกาญจนบุรีและพระนครศรีอยุธยา เนื่องจากเมื่อพิจารณาปัญหาแมลงศัตรูและโรคข้าว จังหวัดสุพรรณบุรีและชัยนาทพบปัญหาของแมลงศัตรูและโรคข้าวที่หลากหลายชนิดและมีสัดส่วนของเกษตรกรที่พบปัญหามากกว่า ส่งผลให้จำนวนของเกษตรกรทั้งสองจังหวัดมีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูและโรคข้าวสูงกว่าอีกสองจังหวัด แต่เมื่อพิจารณาในแต่ละช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่างพบว่าตัวอย่างข้าวจากพื้นที่สุพรรณบุรี ตัวอย่างข้าวจากฤดูนาปี/นาปรัง พ.ศ.2564/2565 ที่พบการตกค้างจำนวน 4 ตัวอย่าง ซึ่งลดลงจากฤดูนาปี/นาปรัง พ.ศ.2563/2564 ที่มีการตกค้างจำนวน 26 ตัวอย่าง ส่วนจังหวัดชัยนาทจำนวนตัวอย่างที่ตกค้างทั้งสองช่วงเวลามีจำนวนเท่ากัน ส่วนจังหวัดกาญจนบุรีและพระนครศรีอยุธยา ในฤดูนาปี/นาปรัง พ.ศ. 2564/2565 มีตัวอย่างที่พบการตกค้างของสารเคมีฯ เพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะตัวอย่างข้าวจากจังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีการพบการตกค้างของสาร propiconazole ซึ่งสอดคล้องกับการใช้สารดังกล่าวในระยะข้าวสุกแก่ของเกษตรกร และมีสัดส่วนเพิ่มมากขึ้นจากฤดูนาปี/นาปรัง พ.ศ.2563/2564 เพื่อเป็นการเฝ้าระวังและติดตามสถานการณ์การใช้และการตกค้างของสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูและโรคข้าว ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาได้จัดทำเป็นฐานข้อมูล (https://ricephysicochem.ricethailand.go.th/dcrpr/) ที่สามารถเข้าสืบค้นและแสดงข้อมูลทั้งในภาพรวมและรายละเอียดในแต่ละจังหวัด เชื่อมโยงกับข้อมูลปัญหาแมลงศัตรูและโรคในการผลิตข้าว รวมทั้งชนิดของสารเคมีฯ จำนวนและช่วงระยะการปลูกข้าวที่เกษตรกรใช้สารเคมีดังกล่าว ทำให้เกิดการสร้างความรู้ความเข้าใจพฤติกรรมของเกษตรกรที่มีการใช้สารเคมีที่ไม่ถูกต้อง เช่น จากการสัมภาษณ์เกษตรกรพบว่าเกษตรกรมีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูข้าว เช่น chlopyrifos และ carbofuran ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ซึ่งสารดังกล่าวมีรายงานว่าส่งผลทำให้เพิ่มการระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (กองวิจัยและพัฒนาข้าว, 2562) ซึ่งการป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล จากเอกสารองค์ความรู้เรื่องข้าวของกรมการข้าวแนะนำให้ใช้สาร thiamethoxam (แอคทารา 25% ดับบลิวพี) อัตรา 2 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร หรือสาร dinotefuran (สตาร์เกิล 10% ดับบลิวพี) อัตรา 15 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร หรือสาร carbosulfan (พอสซ์ 20% อีซี) อัตรา 110 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร เมื่อพบเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล 10 ตัวต่อกอ หรือ 1 ตัวต่อ 1 ต้นในระยะตั้งท้องถึงระยะออกรวง (ข้าวอายุ 61-80 วัน) ดังนั้นควรให้ความรู้และความเข้าใจในการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูและโรคข้าวแก่เกษตรกรมากขึ้น รวมทั้งมีการเฝ้าระวังและติดตามสถานการณ์การใช้สารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรและการตกค้างในผลผลิตข้าวอย่างต่อเนื่องต่อไป

Table 2 Pesticide residues found in rice samples collected from Suphanburi, Kanchanaburi, Chai Nat and Phra Nakhon Si Ayutthaya as analyzed by LC-MS/MS and GC-MS/MS

Detected Pesticide		No. of Samples with Detectable Residues								Concentration (mg/kg)	Codex MRLs (mg/kg)	EU MRLs (mg/kg)	No. of Samples > EU MRL
		WET/DRY SEASON 2563/2564				WET/DRY SEASON 2564/2565							
		SPB	KRI	CNT	AYA	SPB	KRI	CNT	AYA				
Organophosphate group	chlopyrifos	1	-		-	-	-	-	-	0.01	0.1	0.01	-
	omethoate	2	-	1	-	-	-	-	-	0.02 - 0.14	-	0.01	2
	triazophos	-	-	2	-	-	-	-	-	0.04, 0.11	-	0.02	2
Carbamate group	3-hydroxycarbofuran	1	-	-	-	-	-	-	-	<LOQ*	0.1	0.01	-
	carbaryl	1	-	-	-	-	-	-	-	0.28	1	0.01	1**
	carbofuran	1	-	-	-	-	-	-	-	0.01	0.1	0.01	-
	propoxur	1	-	-	-	-	-	-	-	<LOQ	-	0.05	-
	oxamyl	-	-	-	-	3	3	2	-	<LOQ	-	0.01	-
Pyrethroid	permethrin	-	-	-	-	-	2	-	-	<LOQ - 0.01	-	0.05	-
Other groups	ethiprole	1	-	2	-	-	-	1	-	<LOQ - 0.02	-	0.01	1
Fungicide group	cyproconazole	1	-	1	-	-	-	-	-	<LOQ - 0.01	-	0.1	-
	carbendazim	-	-	-	-	-	-	1	-	0.02	2	0.01	1**
	propiconazole	18	2	10	-	1	2	8	20	<LOQ - 0.03	-	0.01	8
	tebuconazole	13	-	4	-	-	-	6	-	<LOQ - 0.12	1.5	1.5	-
	thiophanate-methyl	-	-	-	-	1	2	1	-	<LOQ	-	0.01	-
	tricyclazole	4	-	3	-	-	-	1	-	<LOQ - 0.03	-	0.01	2

SPB: Suphanburi KRI: Kanchanaburi CNT: Chainat AYA: Phra Nakhon Si Ayutthaya

Codex: Codex Alimentarius Commission, Joint FAO/WHO Food Standards Programme

* LOQ (Limit of Quantitation) = 0.01 mg/kg

** The concentrations of pesticide residues were non exceeded Codex MRLs.

สรุป

จากการศึกษาการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูและโรคข้าว ในพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี กาญจนบุรี ชัยนาท และพระนครศรีอยุธยา มีการติดตามสถานการณ์การใช้สารเคมีฯ รอบที่ 1 ฤดูนาปี/นาปรัง พ.ศ.2563/2564 และ รอบที่ 2 ฤดูนาปี/นาปรัง พ.ศ.2564/2565 โดยในฤดูนาปี/นาปรัง พ.ศ.2563/2564 พบว่าเกษตรกรจังหวัดสุพรรณบุรีและชัยนาท มีจำนวนเกษตรกรที่ใช้สารเคมีฯ มากกว่าจังหวัดกาญจนบุรีและพระนครศรีอยุธยา เนื่องจากปัญหาของแมลงศัตรูและโรคข้าวที่เกษตรกรพบมีสัดส่วนที่มากกว่า ส่งผลให้พบการตกค้างของสารเคมีฯในตัวอย่างข้าวมากกว่าจังหวัดกาญจนบุรีและพระนครศรีอยุธยา แต่ในฤดูนาปี/นาปรัง พ.ศ.2564/2565 จำนวนเกษตรกรจากจังหวัดสุพรรณบุรีที่มีการใช้สารเคมีฯ ลดจำนวนลง ส่งผลให้จำนวนตัวอย่างที่มีการตกค้างสารเคมีฯ ลดลงเช่นเดียวกัน แตกต่างจากจังหวัดชัยนาท กาญจนบุรีและพระนครศรีอยุธยา ที่มีจำนวนเกษตรกรใช้สารเคมีฯ โดยเฉพาะสารเคมีป้องกันกำจัดโรคข้าว เพิ่มขึ้น ส่งผลให้จำนวนตัวอย่างที่ตกค้างสารเคมี เพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูและโรคข้าว ที่พบตกค้างมากที่สุด คือสาร propiconazole ซึ่งสอดคล้องกับการใช้สารดังกล่าวในระยะข้าวสุกแก่ของเกษตรกร แต่อย่างไรก็ตามจากตัวอย่างข้าวที่นำมาตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารตกค้างในฤดูนาปี/นาปรัง พ.ศ.2563/2564 จำนวน 160 ตัวอย่าง พบการตกค้างจำนวน 43 ตัวอย่างและมี 7 ตัวอย่างที่พบปริมาณสารเกินค่ากำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตร ที่กำหนดปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด (Maximum Residue Limit; MRLs) และตัวอย่างข้าวจากฤดูนาปี/นาปรัง พ.ศ.2564/2565 จำนวน 90 ตัวอย่าง พบการตกค้างจำนวน 46 ตัวอย่างและมี 10 ตัวอย่างที่พบปริมาณสารเกินค่ากำหนดดังกล่าว ซึ่งมีสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นจากตัวอย่างข้าวรอบที่ 1 ดังนั้นเพื่อเป็นการรักษาคุณภาพและความปลอดภัยของข้าวไทย รวมทั้งลดผลกระทบต่อการส่งออกสินค้าข้าวไทย ควรมีการแนะนำการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูและโรคข้าวอย่างมีประสิทธิภาพถูกต้องและปลอดภัยต่อไป

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม และสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่ส่งเสริมและสนับสนุนงบประมาณ แผนงานระบบการผลิตข้าวแบบอาหารปลอดภัยและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม แผนงานวิจัยย่อยการตรวจ ติดตาม และเฝ้าระวังการตกค้างจากสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวในการผลิตข้าว และขอบคุณเกษตรกรผู้ให้ความอนุเคราะห์ตัวอย่างข้าวในแปลงปลูกข้าว รวมทั้งตอบแบบสอบถามการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวที่สำคัญในการผลิตข้าว

เอกสารอ้างอิง

กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม. 2565. การศึกษาผลกระทบจากการใช้สารเคมีอันตรายที่ใช้ในภาคเกษตร (ไกลโฟเสต) และค่าใช้จ่ายสำหรับการรักษาฟื้นฟูสุขภาพของกลุ่มเสี่ยงและกลุ่มป่วยจากการใช้สารเคมีทางการเกษตร. เอกสารวิชาการ. กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม, กรมควบคุมโรค, กระทรวงสาธารณสุข, กรุงเทพฯ. 71 หน้า.

กองวิจัยและพัฒนาข้าว. 2562. ศัตรูข้าว และการป้องกันกำจัด. เอกสารวิชาการ. กองวิจัยและพัฒนาข้าว, กรมการข้าว, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 220 หน้า.

กองวิจัยและพัฒนาข้าว. 2562. องค์ความรู้เรื่องข้าว. แหล่งข้อมูล: https://newwebs2.ricethailand.go.th/webmain/rkb3/. ค้นเมื่อ 14 ตุลาคม 2566.

จินตนา ไชยวงค์, วันทนา ศรีรัตนศักดิ์, สุกัญญา อรัญมิตร และอุรัสยาน์ บูลย์ประมุข. 2556. พฤติกรรมการใช้สารฆ่าแมลงของเกษตรกรที่เป็นพื้นที่ระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในภาคกลาง. หน้า 248-264 ใน :เอกสารประกอบการประชุมวิชาการข้าว กลุ่มศูนย์วิจัยข้าวภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคตะวันตก ประจำปี 2555 วันที่ 21-25 มีนาคม 2556 ณ โรงแรม หินสวย-น้ำใส รีสอร์ท อำเภอแกลง จังหวัดระยอง.

ชลธิชา วรรณวิมลรักษ์, รัตนวัฒน์ ไชยรัตน์ และสมพนธ์ วรรณวิมลรักษ์. 2561. การประเมินผลกระทบจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในนาข้าวและสิ่งแวดล้อมในจังหวัดนครปฐมประเทศไทย. หน้า 220-225. ใน: การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยระดับชาติครั้งที่ 19. วันที่ 26-27 เมษายน2561. ณ ศูนย์ประชุมนานาชาติจุฬาภรณ์, คณะสัตวแพทย์ศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ประจวบคีรีขันธ์.

ดารารัตน์ มณีจันทร์, รัตนวรรณ จันทร์ศศิธร, ผกามาศ วงค์เตย์, รัตติกาล อินทมา, ภัทรศยา สายยืด, นฤมล เสือแดง, วรัญสิตา ใบเด, จุฬารักษ์ ศรีศักดา, ศุภนัฐ นีซัง และณุภาวี สะกัญญา. 2564. การวิเคราะห์สารพิษตกค้างในผลผลิตข้าว และสำรวจการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวของเกษตรกรจังหวัดสุพรรณบุรีและกาญจนบุรี. วารสารวิชาการข้าว. 12(2): 107-116.

มณฑาทิพย์ อรุณวรากรณ์, กัญญารัตน์ เต็มปิยพล และจิราภา เมืองคล้าย. 2557. ศึกษาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในผลิตผลเกษตร ดิน และน้ำบริเวณแปลงปลูกในเขตพื้นที่สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 : ข้าว. หน้า 233-239. ใน: รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด 2556 โครงการ: วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 กรมวิชาการเกษตร.

ยงยุทธ ไผ่แก้ว, น้ำเย็น ศิริพัฒน์ และประภัสสรา พิมพ์พันธุ์. 2553. การพัฒนาเทคนิคการตรวจวิเคราะห์สารตกค้าง cyproconazole, hexaconazole, propiconazole, tebuconazole และ tetraconazole ในผัก. ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2553. กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร 2553(1) : 270-282.

รัตติกาล อินทมา, ดารารัตน์ มณีจันทร์, ชัยรัตน์ จันทร์หนู, กฤษณ์กมล เปาทอง และวันรียา บุญสัน. 2564. การติดตามสถานการณ์การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวของเกษตรกรในการผลิตข้าวเขตภาคกลาง เขตภาคตะวันตก และเขตภาคตะวันออก ของประเทศไทย หน้า 157-170 ใน: เอกสารประกอบการประชุมวิชาการข้าว กลุ่มศูนย์วิจัยข้าวภาคกลางและตะวันตก และกลุ่มศูนย์วิจัยข้าวภาคตะวันออก ประจำปี 2564 วันที่ 23-25 มีนาคม 2564 ณ ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี จ.ปทุมธานี.

สำนักงานที่ปรึกษาการเกษตรต่างประเทศ ประจำสหภาพยุโรป. 2561. EU กำหนดเกณฑ์คุณสมบัติของสารกลุ่มขัดขวางการทำงานของต่อมไร้ท่อ (endocrinedisrupting) ในผลิตภัณฑ์อารักขาพืช. แหล่งข้อมูล https://appdb.tisi.go.th/tis_devs/regulate/eu/pdf/Endocrine%20disrupting%20EU.pdf. ค้นเมื่อ 4 ตุลาคม 2566.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2559. มาตรฐานสินค้าเกษตร. (มกษ. 9002-2559). กรุงเทพฯ: สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 61 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2565. ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตร ปี 2551-2564. แหล่งข้อมูล https://www.doa.go.th/ard/?page_id=386. ค้นเมื่อ 27 กุมภาพันธ์ 2565.

AOAC Official Method. 2007.01 Pesticide residues in foods by acetonitrile extraction and partitioning with magnesium sulfate [online]. 2007; [9 screens]. Available: http://www.weber.hu/PDFs/QuEChERS/AOAC_2007_01.pdf. Accessed Jan. 19, 2021.

FAO and WHO. 2013. CODEX Alimentarius Available: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/pesticides/en/. Accessed Mar. 15, 2022.

Lucia, P., A.R. Fernandez-Alba, C. Veronica, and H. Horacio. 2011. Analytical methods for pesticide residues in rice. TrAC Trends in Analytical Chemistry. 30 (2): 270–291.

The 2020 European Union Report on pesticide residue in food. 2022. EU Pesticides Database. Pesticide EU-MRLs. Available: https://multimedia.efsa.europa.eu/pesticides-report-2020/chapter-two. Accessed Jun. 29, 2023.

Yamane, Taro. 1973. Statistics: an introductory analysis. New York: New York: Harper and Row.