



การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากสารพิษตกค้างในผลไม้พื้นที่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน

Human Health Risk Assessment of Pesticide Residues in Fruits in the Upper Northeast of Thailand

ณัฐชัยธร ขัตติยะพุดิเมธ¹, จารุพงศ์ ประสพสุข¹, ประภัสสร สีลารักษ์¹ และ วัชรพร ศรีสว่างวงศ์¹
Natchayathon Khattiyaphutthimet^{1*}, Jarupong Prasopsuk¹, Papatsorn Seelarak¹,
and Watcharaporn Srisawangwong¹

¹สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 อำเภอมือง จังหวัดขอนแก่น 40000

¹Office of Agricultural Research and Development Region 3, Development of Agricultural, Khon Kaen, 40000

* Corresponding author: natkhat223@gmail.com

Received: date; February 2024 Accepted: date; June 2024 Published: date; June 2024

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อติดตามและประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากสารพิษตกค้างในผลไม้พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน โดยเก็บตัวอย่างมะม่วง 4 ชนิด ได้แก่ มะม่วงน้ำดอกไม้ มะม่วงมหาชนก มะม่วงเขียวเสวย และมะม่วงฟ้าลั่น จากพื้นที่เกษตรปลูกผลไม้เชิงพาณิชย์ ในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น ชัยภูมิ กาฬสินธุ์ อุตรดิตถ์ และสกลนคร จำนวน 12 หมู่บ้าน ระหว่างเดือนมกราคม - พฤษภาคม 2566 สกัดตัวอย่างด้วยวิธี QuEChERS วิเคราะห์หาสารพิษตกค้างจำนวน 228 ชนิดสาร ด้วยเครื่อง LC-MS/MS ณ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 จำนวน 47 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง จำนวน 19 ตัวอย่าง คิดเป็น 40.42% ปริมาณที่ตรวจพบอยู่ในช่วง 0.01-0.67 มก./กก. ชนิดสารที่ตรวจพบ 8 ชนิด ได้แก่ carbendazim, clothianidin, imidacloprid, lambda-cyhalothrin, metalaxyl, profenofos, pyraclostrobin และ thiamethoxam การประเมินระดับความเสี่ยงต่อผู้บริโภค โดยใช้ข้อมูลชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในผลผลิต คำนวณค่า HQ (Hazard Quotient) และค่า HI (hazard index) โดย ค่า HI > 100 หมายถึง สารพิษตกค้างอยู่ในระดับเสี่ยงต่อผู้บริโภค พบว่า ค่า HI มีค่าระหว่าง 0.20 - 13.70% ไม่มีความเสี่ยงต่อการบริโภค อย่างไรก็ตามเพื่อความปลอดภัยเกษตรกรยังคงมีความจำเป็นต้องระมัดระวังการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชอย่างถูกต้อง

คำสำคัญ : ความเสี่ยง สารเคมีกำจัดศัตรูพืช สารพิษตกค้าง ผลไม้

Abstract

The objectives of this study are to monitor and assess the health risks of pesticide residues in fruits collected from 12 villages across 5 provinces in the Upper Northeast of Thailand during January 2023 to May 2023. Four types of mangoes - *Mangifera indica* 'Nam Dork Mai', *Mangifera indica* 'Mahachanaka' (Rainbow Mango), *Mangifera indica* 'Khiew Sawoey', and *Mangifera indica* 'Faar Lun' - were



collected from Khon Kaen, Chaiyaphum, Kalasin, Udon Thani, and Sakon Nakhon provinces and prepared for pesticide residue analysis. Pesticide risks in the fruits were assessed based on the Hazard Index (HI). A total of 47 samples were prepared and analyzed using the quick, easy, cheap, effective, rugged, and safe (QuEChERS) multi-residue extraction method, followed by liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LC-MS/MS) determination. The 228 pesticides monitored in this study at OARD 3 were used. The results showed that pesticide residues were detected in 19 samples (40.42% of all samples). Eight pesticides - carbendazim, clothianidin, imidacloprid, lambda-cyhalothrin, metalaxyl, profenofos, pyraclostrobin, and thiamethoxam - were found in the range of 0.01-0.67 mg/kg. The risk assessment for consumption in terms of Hazard Quotient (HQ) and Hazard Index (HI) were conducted. It was found that the HIs ranged from 0.20 - 13.70%, indicating acceptable risks. An HI value greater than 100% would indicate a risk to consumption. However, for safety reasons, farmers still need to be careful about correct pesticide application in plantations.

Keyword: Risk, Pesticide, Pesticide Residues, fruit

บทนำ

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนมีพื้นที่ปลูกผักและผลไม้ที่สำคัญของประเทศ ในแต่ละปีมีปริมาณผลผลิต ผัก และผลไม้ ออกสู่ตลาดทั้งภายในและต่างประเทศ การปลูกพืชผักและผลไม้เชิงพาณิชย์หลายชนิดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน มีความสำคัญเป็นอันดับต้นของประเทศ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2557; กรมส่งเสริมการเกษตร, 2560ก.; กรมส่งเสริมการเกษตร, 2560ข.; กรมส่งเสริมการเกษตร, 2560ค.; กรมส่งเสริมการเกษตร, 2560ง.; กรมส่งเสริมการเกษตร, 2560จ.) การปลูกพืชผักและเชิงพาณิชย์เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพและตรงกับความต้องการของตลาด ในขณะที่แรงงานที่น้อยลง ทำให้มีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชมากขึ้น ซึ่งสารเคมีกำจัดศัตรูพืชนอกจากมีเป้าหมายที่ศัตรูพืชแล้ว อาจส่งผลให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์ สัตว์และสิ่งแวดล้อมได้ (ศรีจันทร์และพฤทธิชาติ, 2566) จากรายงานการวิเคราะห์สารพิษตกค้างในตัวอย่างพืชผักและผลไม้ที่ขอรับการรับรองแปลง GAP รายใหม่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ปี 2561-2565 จำนวน 1062 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง 453 คิดเป็น 42.7% จำนวนตัวอย่างที่พบเกินค่ามาตรฐาน MRL จำนวน 94 ตัวอย่าง คิดเป็น 8.9% ชนิดพืชที่มักตรวจพบสารพิษตกค้างเกินค่า MRL ได้แก่ พุทรา พริก คื่นหีว แก้วมังกร เมล่อน มะเขือเทศ และ ถั่วฝักยาว (จารุพงศ์, 2565)

ปัทมาและคณะ (2565) ศึกษาการใช้สารกำจัดศัตรูพืชในแหล่งปลูกพืชผักต่อความเสี่ยงที่มีต่อสุขภาพเกษตรกร และประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม อำเภอจอมบึง จังหวัดราชบุรี โดยสุ่มเก็บตัวอย่างดิน น้ำ ตะกอนดินและผัก ในฤดูแล้งและฤดูฝน 78 ตัวอย่าง พบการตกค้าง 34 ตัวอย่าง (ร้อยละ 44) สารพิษตกค้างที่พบในดิน 6 ชนิดสาร ได้แก่ atrazine, ametryn, acetochlor, profenofos, cypermethrin และ permethrin ปริมาณ 0.02-0.10 มก./กก. ในน้ำพบ 4 ชนิดสาร ได้แก่ atrazine, ametryn, acetochlor และ permethrin ปริมาณ 0.02-1.02 ไมโครกรัม/ลิตร ในผักพบ 3 ชนิดสาร ได้แก่ profenofos, carbaryl และ cypermethrin ปริมาณ 0.02-0.07 มก./กก. ไม่พบการตกค้างในตะกอนดิน เมื่อประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพด้วยค่า Hazard quotient (HQ) ในดินและผัก มีค่าน้อยกว่า 1 อยู่ในเกณฑ์ยอมรับ (HQ<1.0) น้ำค่ามากกว่า 1.0 ถือว่ามีความเสี่ยง (HQ>1) และประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วยค่า Risk Quotient (RQ) ในดินและน้ำ มีค่าน้อยกว่า 0.1 พบว่าไม่มีความเสี่ยง (RQ<1.0)



การใช้สารกำจัดศัตรูพืชอย่างต่อเนื่อง อาจเกิดการตกค้างในผลผลิต ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพของเกษตรกร และตกค้างในสิ่งแวดล้อม ที่เกิดการฟุ้งของละอองสารเคมีในขณะฉีดพ่น ทำให้เกิดการตกค้างในผลผลิต สะสมในดินและแหล่งน้ำในบริเวณใกล้เคียง เกิดการเคลื่อนย้ายของสารเคมีในสิ่งแวดล้อม สู่สิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ สู่ระบบห่วงโซ่อาหาร ส่งผลกระทบต่อผู้บริโภค งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อติดตามและประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากสารพิษตกค้างในผลไม้ พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน

วิธีการดำเนินการ

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล

สุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) จากหมู่บ้านที่มีการปลูกผลไม้เชิงพาณิชย์ในจังหวัดขอนแก่น ชัยภูมิ กาฬสินธุ์ อุตรดิตถ์ และสกลนคร จำนวน 12 หมู่บ้าน ระหว่างเดือนมกราคม - พฤษภาคม 2566 เก็บตัวอย่างมะม่วง จำนวน 47 ตัวอย่าง ในช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต ตามข้อกำหนดการสุ่มตัวอย่างและเก็บรักษาตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์สารพิษตกค้าง (กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร, 2548) นำแต่ละตัวอย่างใส่ในถุงพลาสติกติดฉลากรายละเอียดตัวอย่างส่งห้องปฏิบัติการภายใน 24 ชั่วโมง

2. การวิเคราะห์สารพิษตกค้าง

ใช้วิธีการสกัด แบบ QuEChERS (BSI., 2008) ตรวจวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้าง จำนวน 228 ชนิดสาร ครอบคลุมสารกำจัดวัชพืช (Herbicide) สารกำจัดแมลง (Insecticide) และ สารป้องกันกำจัดโรคพืช (Fungicide) ด้วยเครื่อง Liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LC-MS/MS) ใช้ acetonitrile สกัดแบบขั้นตอนเดียวและทำการแยกน้ำในตัวอย่างด้วย $MgSO_4$ ทำให้สะอาดขึ้นด้วย Dispersive-Solid-phase extraction (dispersive-SPE) เพื่อกำจัดกรดอินทรีย์ น้ำส่วนเกินและส่วนประกอบอื่น ๆ ด้วย primary secondary amine (PSA) C18 และ $MgSO_4$ ทำให้เป็นกรดโดยการเติมกรดฟอร์มิก สารสกัดขั้นสุดท้ายนำไปวิเคราะห์ด้วย LC-MS/MS สำหรับตัวอย่างรอวิเคราะห์เก็บในสภาวะเย็นที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส และวิเคราะห์ตัวอย่างภายใน 24 ชั่วโมง

3. การประเมินความเสี่ยงสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในพืชผัก

ประเมินระดับความเสี่ยงต่อผู้บริโภค โดยใช้ข้อมูลชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในผลผลิต คำนวณสมการ HQ (Hazard Quotient) และค่า HI (hazard index) มาจากผลรวมของ HQ (Gadalla, *et al.*, 2015; Łozowicka *et al.*, 2013) โดยคำนวณจาก Estimate Daily Intake (EDI) หรือ ค่าประมาณการได้รับเข้าสู่ร่างกายด้วยการบริโภคต่อวัน เทียบกับค่า Acceptable Daily Intake (ADI) หรือ ปริมาณสารที่บริโภคทุกวันแล้วไม่พบความเสี่ยงที่มีผลกระทบและเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค (สมการ 1)

$$EDI = \sum (Fi \cdot RLi / BW) \quad (\text{สมการ 1})$$

เมื่อ: Fi; อัตราการบริโภคอาหาร (กก./วัน) มะม่วง 0.214 กก./วัน

อ้างอิงค่าเฉลี่ยปริมาณการบริโภคมะม่วง เฉพาะผู้ที่บริโภค (eater only) ในช่วงอายุ 18-64.9 ปี : กรัม/คนที่บริโภค/วัน (มกอช., 2559)

RLi; ปริมาณสารพิษตกค้างในมะม่วง (มก./กก.)

BW; ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัว (กก.) สำหรับผู้ใหญ่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ น้ำหนักเฉลี่ย 62.64 กก. (ผู้หญิง= 68.8 กก., ผู้ชาย =56.48 กก.) (Wells *et al.*, 2012)

คำนวณหาค่า HQ จากการหาร ค่า EDI กับ ค่า ADI สมการ HQ (สมการที่ 2) คำนวณได้ดังนี้:

$$HQ = (EDI/ADI) \cdot 100 \quad (\text{สมการ 2})$$



เมื่อ: EDI; Estimate Daily Intake หน่วย มก./กก.น้ำหนักตัว/วัน

ADI; Acceptable Daily Intake ได้จากข้อมูลสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในอาหาร Codex online databases (FAO/WHO, 2023) และ Pesticide Properties Database: PPDB, An international database for pesticide risk assessments (AERU. 2023) หน่วย มก./กก.น้ำหนักตัว/วัน

ประเมินความเสี่ยงจากค่า Hazard Index (HI) ที่มาจากผลรวมค่า HQ คำนวณ (สมการ 3) ได้ดังนี้

$$HI = \sum HQ_i \quad (\text{สมการ 3})$$

เมื่อ: HQ_i; Hazard quotient ของสารพิษ

HI >100; หมายถึง สารพิษตกค้างอยู่ในระดับเสี่ยงต่อผู้บริโภค

HI <100; หมายถึง สารพิษตกค้างอยู่ในระดับยอมรับได้

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการวิเคราะห์สารพิษตกค้างในตัวอย่างมะม่วง 4 ชนิด ได้ออก มะม่วงน้ำดอกไม้ 36 ตัวอย่าง มะม่วงมหาชนก 8 ตัวอย่าง มะม่วงเขียวเสวย 2 ตัวอย่าง และมะม่วงฟ้าลั่น 1 ตัวอย่าง รวม จำนวน 47 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง จำนวน 19 ตัวอย่าง คิดเป็น 40.42% ของจำนวนตัวอย่างทั้งหมด ซึ่งพบการตกค้างในตัวอย่างมะม่วงมหาชนก 3 ตัวอย่าง (6.38%) และมะม่วงน้ำดอกไม้ 16 ตัวอย่าง (34.04%) ปริมาณที่ตรวจพบอยู่ในช่วง 0.01-0.67 มก./กก. จำแนกตามประเภทการใช้งาน ประเภทที่พบมากที่สุด คือ สารกำจัดแมลง 5 ชนิด ได้แก่ clothianidin, imidacloprid, lamda-cyhalothrin, , profenofos, และ thiamethoxam สารกำจัดโรคพืช 3 ชนิด ได้แก่ carbendazim, metalaxyl และ pyraclostrobin (Table 1)

Table 1 Frequencies of pesticides detected in Mangoes samples in Upper Northeast Thailand

Pesticides detected	Type	WHO classification	MRLs (มก./กก.)	Number of samples detected	Amount of pesticide detected (มก./กก.)
carbendazim	FUC	U	2 ¹	15	0.01-0.67
clothianidin	INS	II	0.04 ²	5	0.01-0.04
imidacloprid	INS	II	0.4 ¹	1	0.01
lamda-cyhalothrin	INS	II	0.2 ¹	1	0.01
metalaxyl	FUC	II	0.01 ³	1	0.04
profenofos	INS	II	0.2 ¹	1	0.01
pyraclostrobin	FUC	Not listed	0.6 ²	1	0.04
thiamethoxam	INS	II	0.2 ¹	1	0.01

II =Moderately hazardous, III =Slightly hazardous, U=Unlikely to present an acute hazard (World Health Organization, 2020), MRL = maximum residue limit, INS = insecticide, FUC = fungicide

¹; Thai Agricultural Standard TAS 9002-2016 (National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards, 2016), ²; Codex Alimentarius (FAO/WHO, 2023), ³; European Commission Pesticides database MRLs (EU) 2022/1343 (European Commission, 2023)



ผลการประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคด้วยดัชนีความเป็นอันตรายต่อสุขภาพ (Hazard Index)

นำผลวิเคราะห์สารพิษตกค้างมาประเมินความเสี่ยงต่อการบริโภค โดยใช้ค่าดัชนีบ่งชี้ Hazard Index เป็นดัชนีชี้วัดความเสี่ยง หาก HI มากกว่า 100 ถือว่ามีความเสี่ยงที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค พบว่า ค่า HI ของมะม่วงมีค่าระหว่าง 0.009- 14.06 % มีค่าน้อยกว่า 100 (Table 2) แสดงว่าไม่มีความเสี่ยงต่อการบริโภคซึ่งหมายถึงปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ได้รับไม่มากพอที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพได้ เมื่อพิจารณาจากพันธุ์ของมะม่วง พบว่า มะม่วงน้ำดอกไม้พบการตกค้าง 44.44% ของจำนวนตัวอย่างมะม่วงน้ำดอกไม้ และมะม่วงมหาชนกพบการตกค้าง 37.5% ของจำนวนตัวอย่างมะม่วงมหาชนก ซึ่งมะม่วงทั้งสองชนิดสามารถส่งออกจำหน่ายในประเทศต่างๆ เช่น เกาหลี ญี่ปุ่น เวียดนาม เป็นต้น ซึ่งการผลิตมะม่วงเพื่อการส่งออกมักจะประสบปัญหาเกี่ยวกับคุณภาพของผลผลิต ผลผลิตถูกทำลายโดยแมลงศัตรูพืช เช่น เพลี้ยจักจั่นมะม่วง เพลี้ยไฟพริก ดั้วงวงกัดใบมะม่วง แมลงวันทอง หนอนเจาะผลมะม่วง เพลี้ยแป้งน้อยหน่า และดั้วงวงเจาะเมล็ดมะม่วง เป็นต้น (ศรีจันทร์และพทุธิชาติ, 2566) เกษตรกรควรใช้สารเคมีในการกำจัดศัตรูพืชในปริมาณที่ถูกต้องและเหมาะสมกับศัตรูพืชแต่ละชนิด เพื่อลดปัญหาการตกค้างในผลผลิต และการสะสมในสิ่งแวดล้อม

สรุปผลการทดลอง

การวิเคราะห์สารพิษตกค้างในตัวอย่างมะม่วง ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน พบสารพิษสารพิษตกค้าง คิดเป็นร้อยละ 40.42 ของจำนวนตัวอย่างที่วิเคราะห์ ปริมาณที่ตรวจพบอยู่ในช่วง 0.01-0.67 มก./กก. เมื่อนำมาคำนวณค่า HI เพื่อประเมินความเสี่ยงจากการบริโภค พบว่า อยู่ในเกณฑ์ยอมรับ ซึ่งสามารถนำข้อมูลไปเผยแพร่และแนะนำเกษตรกรผู้ปลูกมะม่วงในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ให้เกิดการเฝ้าระวังการใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่ถูกต้อง เพื่อความปลอดภัยของเกษตรกรและผู้บริโภค

**Table 2** Assessment of consumption risk for mango in Upper NE Thailand

Plots No.	Pesticide	Residues (มก./กก.)	EDI	ADI	HQ (%)	HI = Σ HQ (%)	Health Risk
1	carbendazim	0.38	1.54×10^{-3}	0.02	7.73	9.36	accept
	lamda-cyhalothrin	0.01	4.07×10^{-5}	0.025	1.62		
2	carbendazim	0.02	8.14×10^{-5}	0.02	0.41	0.41	accept
3	carbendazim	0.02	8.14×10^{-5}	0.02	0.41	0.85	accept
	clothiandin	0.02	8.14×10^{-5}	0.097	0.08		
	metalaxyl	0.04	1.63×10^{-4}	0.08	0.20		
	thaiamethoxam	0.01	4.07×10^{-5}	0.026	0.16		
4	carbendazim	0.43	1.75×10^{-3}	0.02	8.75	8.75	accept
5	clothianidin	0.01	4.07×10^{-5}	0.097	0.04	0.042	accept
6	profenofos	0.01	4.07×10^{-5}	0.03	0.14	0.136	accept
7	carbendazim	0.34	1.38×10^{-3}	0.02	6.92	7.46	accept
	pyraclostrobin	0.04	1.63×10^{-4}	0.03	0.54		
8	carbendazim	0.01	4.07×10^{-5}	0.02	0.204	0.204	accept
9	carbendazim	0.67	2.73×10^{-3}	0.02	13.64	13.7	accept
	imidacloprid	0.01	4.07×10^{-5}	0.06	0.07		
10	carbendazim	0.04	1.63×10^{-4}	0.02	0.814	0.814	accept
11	carbendazim	0.04	1.63×10^{-4}	0.02	0.814	0.814	accept
12	carbendazim	0.15	6.11×10^{-4}	0.02	3.05	3.05	accept
13	carbendazim	0.57	2.32×10^{-3}	0.02	11.60	11.7	accept
	clothiandin	0.02	8.14×10^{-5}	0.097	0.084		
14	cabendazim	0.04	1.63×10^{-4}	0.02	0.814	0.814	accept
15	cabendazim	0.01	4.07×10^{-5}	0.02	0.204	0.204	accept
16	cabendazim	0.01	4.07×10^{-5}	0.02	0.204	0.204	accept
17	cabendazim	0.04	1.63×10^{-4}	0.02	0.814	0.814	accept
18	carbendazim	0.02	8.14×10^{-5}	0.02	0.41	0.41	accept
19	carbendazim	0.13	5.29×10^{-4}	0.02	2.63	2.69	accept
	clothiandin	0.01	4.07×10^{-5}	0.097	0.042		
Average						3.29	accept

HI > 100 = risk to consumers, HI $\leq$ 100 = accept; EDI = estimated daily (มก./กก.น้ำหนักตัว/วัน); ADI = acceptable daily intake (มก./กก.น้ำหนักตัว/วัน); ADI values according to the Codex Alimentarius (FAO/WHO, 2023) and Pesticide Properties Database: PPDB, An international database for pesticide risk assessments (AERU, 2023)



เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร. (2557). เอกสารวิชาการ. การผลิตผลไม้นอกฤดูเพื่อเพิ่มศักยภาพการตลาด. สืบค้น 10 พฤษภาคม 2563, จาก <http://www.servicelink.doae.go.th/>
- กรมส่งเสริมการเกษตร. (2560ก). รายงานสถานการณ์การเพาะปลูก ใช้น้ำ ปีเพาะปลูก 2561 จำแนกตามรายจังหวัด. ระบบสารสนเทศการผลิตทางด้านเกษตร Online กรมส่งเสริมการเกษตร. สืบค้น 10 พฤษภาคม 2563, จาก <http://www.agriinfo.doae.go.th/>
- กรมส่งเสริมการเกษตร. (2560ข). รายงานสถานการณ์การเพาะปลูก พริกชี้ฟ้าเม็ดใหญ่ ปีเพาะปลูก 2561 จำแนกตามรายจังหวัด. ระบบสารสนเทศการผลิตทางด้านเกษตร Online กรมส่งเสริมการเกษตร. สืบค้น 10 พฤษภาคม 2563, จาก <http://www.agriinfo.doae.go.th/>
- กรมส่งเสริมการเกษตร. (2560ค). รายงานสถานการณ์การเพาะปลูก พุทรา ปีเพาะปลูก 2561 จำแนกตามรายจังหวัด. ระบบสารสนเทศการผลิตทางด้านเกษตร Online กรมส่งเสริมการเกษตร. สืบค้น 10 พฤษภาคม 2563, จาก <http://www.agriinfo.doae.go.th/>
- กรมส่งเสริมการเกษตร. (2560ง). รายงานสถานการณ์การเพาะปลูก มะเขือเทศ ปีเพาะปลูก 2561 จำแนกตามรายจังหวัด. ระบบสารสนเทศการผลิตทางด้านเกษตร Online กรมส่งเสริมการเกษตร. สืบค้น 10 พฤษภาคม 2563, จาก <http://www.agriinfo.doae.go.th/>
- กรมส่งเสริมการเกษตร. (2560จ). รายงานสถานการณ์การเพาะปลูก มะม่วง ปีเพาะปลูก 2561 จำแนกตามรายจังหวัด. ระบบสารสนเทศการผลิตทางด้านเกษตร Online กรมส่งเสริมการเกษตร. สืบค้น 10 พฤษภาคม 2563, จาก <http://www.agriinfo.doae.go.th/>
- กรมส่งเสริมการเกษตร. (2565). การผลิตมะม่วงคุณภาพเพื่อการส่งออก. สืบค้น 10 มกราคม 2567, จาก https://mediatank.doae.go.th/medias/file_upload/12-2022/3-1751705114510091.pdf
- กลุ่มวิจัยวัตถุดิบพืชการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. 2548. คู่มือการใช้บริการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง คุณภาพวัตถุดิบพืชการเกษตรและสารธรรมชาติ. ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- จารุพงศ์ ประสพสุข. (2565). รายงานสรุปผลการวิเคราะห์สารพิษตกค้างในพืชผักและไม้ผลพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตอนบน ปี 2561-2565. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 ขอนแก่น กรมวิชาการเกษตร.
- ปัทมรา คุณเลิศ, ประกิจ จันตรีดี และผกาสินี คล้ายมาลา. (2565). ผลการปฏิบัติงานประจำปี 2565 กองวิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. กลุ่มบริการโครงการวิจัย กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร.
- ศรีจันทร์ ศรีจรยา และ พงษ์ชาติ ปุณวัฒโน. (2566). เอกสารวิชาการ คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชอย่างปลอดภัยจากงานวิจัย ปี 2566. กลุ่มบริหารศัตรูพืช/กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยและพัฒนาการอารักขาพืช. กรมวิชาการเกษตร.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. (2559). สารพิษตกค้าง: ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด: มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 9002-2559. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- Agriculture and Environment Research Unit [AERU]. (2023). Pesticide Properties Database (PPDB). Agriculture and Environment Research Unit, University of Hertfordshire. Available at: <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/>. Accessed: July 20, 2023.



- British Standards [BSI]. (2008). Foods of plant origin Determination of pesticide residues using GC- MS and/or LC-MS-MS following acetonitrile extraction/partitioning and clean up by dispersive SPE- QuEChERS-method. BS EN 15662:2008. London: BSI Group, Chiswick High Road.
- European Commission. (2023). European Commission Pesticides database MRLs (EU) 2022/1343. Available at: https://food.ec.europa.eu/plants/pesticides/eu-pesticides-database_en. Accessed: July 20, 2023.
- Food and Agricultural Organization/World Health Organization [FAO/WHO]. (2023). Pesticide residues in food and feed: Codex Alimentarius. pesticides. Online Database. Available at: <http://www.codexalimentarius.net/pestres/data/pesticides>. Accessed: July 20, 2023.
- Gadalla, S.A., N.M. Loutfy, A.H. Shendy, and M.T. Ahmed. (2015). Hazard Index, a Tool for a Long-term Risk Assessment of Pesticide 3 Residues in Some Commodities, a Pilot Study. Regulatory Toxicology and Pharmacology, 73(3), 985- 991.
- Łozowicka, B., P. Kaczynski, E. Rutkowska, M. Jankowska, and I. Hrynko. (2013). Evaluation of pesticide residues in fruit from Poland and health risk assessment. Agricultural Sciences 2013, 4(5B), 106-111.
- World Health Organization. (2020). WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification, 2019 edition. Geneva