

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

-
1. แผนงานวิจัย : วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
2. โครงการวิจัย : การศึกษาความรุนแรงของผลกระทบและการเฝ้าระวังสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีพิษร้ายแรงหรือมีความคงทนในสภาพแวดล้อม
- กิจกรรม : การเฝ้าระวังสารพิษตกค้างในพืชผัก ผลไม้
- กิจกรรมย่อย : การเฝ้าระวังสารพิษตกค้างในพืชผักและผลไม้จากแหล่งที่ได้รับการรับรอง ระบบ GAP
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : วิจัยชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในพืชผักผลไม้ในพื้นที่ สวพ.4 หลังการรับรองระบบ GAP
- ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Pesticide Residues in Vegetable and Fruit from GAP farm in Northeast Lower of Thailand .
4. คณะผู้ดำเนินงาน
- หัวหน้าการทดลอง : นางนาดยา จันทร์ส่อง สังกัด กลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4
- ผู้ร่วมงาน : นางสุภาพร บังพรม สังกัด กลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4
- : นายอิทธิพล บังพรม สังกัด กลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4
5. บทคัดย่อ

การผลิตพืชตามระบบเกษตรดีที่เหมาะสม (Good Agricultural Practice; GAP) เป็นระบบการจัดการกระบวนการผลิตทางการเกษตร เพื่อให้ได้ผลิตผลที่ปลอดภัยจากการตกค้างของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช ซึ่งเป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญในการผลิตพืช การวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในผลผลิตพืชที่ได้จากระบบการผลิตพืช GAP แหล่งรวบรวมและแหล่งจำหน่ายผลผลิต เพื่อประเมินคุณภาพของระบบการผลิตในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ได้แก่ นครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ อุบลราชธานี อำนาจเจริญ ยโสธร ร้อยเอ็ด และมหาสารคาม ระหว่างปี 2554–2558 โดยวิเคราะห์สารพิษตกค้างจำนวน 34 ชนิดสาร ด้วยเครื่อง Gas Chromatograph (GC) จากการสุ่มเก็บตัวอย่างพืช 1,000 ตัวอย่าง มาตรวจสอบสารพิษตกค้างในห้องปฏิบัติการ พบสารพิษตกค้าง 178 ตัวอย่าง จากพืช 30 ชนิด คิดเป็น

ร้อยละ 17.8 ของตัวอย่างทั้งหมด ในจำนวนนี้ตรวจพบสารพิษตกค้างเกินค่า MRL 5 ตัวอย่างในถั่วฝักยาว และคะน้า คิดเป็นร้อยละ 0.50 ของตัวอย่างทั้งหมด ตรวจพบสารพิษตกค้างจากตัวอย่างพืช 16 ชนิดสาร ได้แก่ chlorpyrifos, chlorpyrifos-methyl, profenofos, malathion, dimethoate, EPN, diazinon,

รหัสการทดลอง 03-06-54-05-02-03-04-54

ethion, triazophos, pirimiphos-methyl, cyfluthrin, carbosulfan carbofuran carbaryl lamda-cyhalothrin และ cypermethrin ชนิดสารที่ตรวจพบมากที่สุด คือ chlorpyrifos ปริมาณ 0.01-3.13 mg/kg รองลงมา คือ cypermethrin ปริมาณ 0.01-17.2 mg/kg และตรวจพบวัตถุอันตรายทางการเกษตร ชนิดที่ 4 คือ chlorpyrifos-methyl ในกวางตุ้ง 1 ตัวอย่าง

ในภาพรวมแม้มีการตรวจพบสารพิษตกค้างจากพืชที่ได้จากระบบการผลิตพืช GAP ในพื้นที่ 9 จังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง แต่ปริมาณการตรวจพบส่วนมากยังอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค ข้อมูลนี้บ่งบอกถึงระบบการจัดการคุณภาพพืชในเขตพื้นที่ สวพ.4 มีประสิทธิภาพ

Abstract

Good Agricultural Practices (GAP) is a system to manage the process of agricultural production. In order to produce the safety of pesticides residues. Which is an important factor in crop production. This research focuses on the type and amount of crop residue from crop production systems GAP collection and distribution yield. To evaluate the quality of the production system in the area of the northeastern Nakhonratchasima, Burirum, Surin, Ubon ratchathani, Amnatcharoen, Yasothon and Roiet, Mahasarakham, during the year 2554-2558 by analyzing 34 kinds of toxic substances with a Gas Chromatograph (GC) from random. 1000 samples collected plant specimens to detect pesticide residue in the lab. Residue found 178 sample from 30 species of plants, representing 17.8 percent of the total sample. Of these residues were detected exceeding the MRL 5 samples of beans and kale. 0.50 percent of the total sample. Detect pesticide residues from plants 16 substances, including chlorpyrifos, chlorpyrifos-methyl, profenofos, malathion, dimethoate, EPN, diazinon, ethion, triazophos, pirimiphos-methyl, cyfluthrin, carbosulfan carbofuran carbaryl lamda-cyhalothrin and cypermethrin. The most common is the amount of chlorpyrifos 0.01-3.13 mg / kg, followed by the amount of cypermethrin 0.01-17.2 mg / kg, and found that Hazardous substance type 4 kinds of pesticides chlorpyrifos-methyl in Cantonese is one example.

Overall, despite the detection of residues from the crop production systems GAP in 9 provinces in the lower Northeast but most of the volume detected at levels safety for

consumers. This is indicative of the quality management system of GAP farm in the area have effectively.

6. คำนำ

ภายใต้ยุทธศาสตร์อาหารปลอดภัยของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ที่เริ่มดำเนินการมาตั้งแต่ปี 2547 ในส่วนของกรมวิชาการเกษตรที่รับผิดชอบในด้านการตรวจสอบรับรองระบบการจัดการคุณภาพ GAP พืช ซึ่งนอกจากการจดทะเบียนเพื่อตรวจสอบรับรองแหล่งผลิต GAP ใหม่แล้ว ในขั้นตอนการตรวจติดตามและการขอต่ออายุสำหรับแหล่งผลิตพืชที่ผ่านการรับรอง GAP ก็มีความจำเป็นต้องปฏิบัติอย่างเข้มงวด เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาสารพิษตกค้างเกินค่าความปลอดภัยในผลผลิตพืชที่ได้รับรอง GAP ซึ่งจะส่งผลให้ระบบการจัดการคุณภาพ GAP ของประเทศไทยไม่มีความน่าเชื่อถือจากลูกค้าภายในประเทศและต่างประเทศ ปัจจุบันผักและผลไม้ส่งออกของไทยประสบปัญหาตรวจพบสารพิษตกค้างเกินค่าความปลอดภัย (MRL) จำนวนมากในแต่ละปี โดยเฉพาะในกลุ่มประเทศยุโรปที่กำหนดค่า MRL ไว้ที่ระดับต่ำมาก ดังนั้น การตรวจติดตามคุณภาพผลผลิตพืชที่ผ่านการรับรองแปลง GAP ในแต่ละพื้นที่จึงมีความจำเป็น ในพื้นที่สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 4 มีชนิดพืชที่มีความเสี่ยงในการตรวจพบสารพิษตกค้างเกินค่าความปลอดภัย คือ พริก ดังนั้น กลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต จึงได้ดำเนินการศึกษาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในผักผลไม้ที่ได้รับรอง GAP ในพื้นที่ สวพ.4 โดยการสุ่มเก็บตัวอย่างตั้งแต่แหล่งผลิต แหล่งรวบรวม และแหล่งจำหน่าย มาตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ จากผลการศึกษาจะทำให้ได้ข้อมูลชนิดพืช ชนิดสาร และพื้นที่ๆ มีความเสี่ยงในการตรวจพบสารพิษตกค้างเกินค่าความปลอดภัย ซึ่งจะนำไปสู่การแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบต่อไป

ปัจจุบันในประเทศที่พัฒนาจะมีมาตรการเข้มงวดเรื่องสุขอนามัยและสุขอนามัยพืช (Sanitary and Phytosanitary Measures, SPS) ซึ่งเป็นมาตรการที่กำหนดขึ้นสำหรับใช้ควบคุมสินค้าเกษตรและอาหาร เพื่อไม่ให้เกิดโทษต่อชีวิตและมีผลเสียต่อสุขภาพของมนุษย์ พืช และสัตว์ จากมาตรการดังกล่าว ทำให้การส่งผลผลิตทางการเกษตรของประเทศไทย เพื่อออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศ ต้องคำนึงถึงคุณภาพและความปลอดภัยต่อผู้บริโภคเป็นหลัก การควบคุมผลผลิตทางการเกษตรให้มีมาตรฐานความปลอดภัยจากสารพิษตกค้าง เป็นอีกมาตรการหนึ่งที่มีความสำคัญและจำเป็น โดยต้องควบคุมตั้งแต่กระบวนการปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลผลิต ซึ่งกรมวิชาการเกษตรได้สนับสนุนนโยบายดังกล่าวอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งมีการกำหนดแนวปฏิบัติตามระบบเกษตรดีที่เหมาะสม (Good Agricultural Practice, GAP) เพื่อระบบเกษตรดีที่เหมาะสมเป็นระบบการผลิตที่ถูกต้องในแปลงปลูกพืชผักผลไม้ของเกษตรกร โดยพิจารณาตั้งแต่พื้นที่การปลูก การดูแลรักษา การเก็บเกี่ยว และการจัดการหลังเก็บเกี่ยว เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ ลักษณะตรงตามความต้องการและมีความปลอดภัยต่อการบริโภค ประเทศไทยเริ่มจัดทำระบบ GAP ของแต่ละพืชตั้งแต่ปี พ.ศ. 2541 โดยเน้นการ

ปฏิบัติตามคู่มือการผลิต (ชวนพิศ และคณะ, 2553) ซึ่งการปฏิบัติการทางเกษตรที่ดีของเกษตรกรในประเทศมีบทบาทสำคัญในการช่วยลดปัญหาผลผลิตขาดคุณภาพ และไม่ได้มาตรฐานตามความต้องการของผู้บริโภค รวมทั้งสามารถลดต้นทุนการผลิต และป้องกันกำจัดศัตรูพืชได้อย่างถูกต้อง อีกทั้งมีส่วนช่วยลดปัญหาสารเคมีตกค้างในผลผลิตทางการเกษตร ทำให้สินค้าเกษตรที่บริโภคภายในประเทศ หรือส่งออกจำหน่ายยังต่างประเทศเป็นไปตามมาตรฐานสากล ดังนั้นการตรวจสอบสารพิษตกค้างในผลผลิตจากแปลงของเกษตรกรจึงมีความสำคัญโดยเฉพาะแปลงที่ขอรับรองแหล่งผลิต หรือแปลง GAP

กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ตระหนักถึงความปลอดภัยของผู้บริโภคและเพื่อให้ผลผลิตทางการเกษตรของเกษตรกรภายในประเทศ ปลอดภัยต่อผู้บริโภคและ สิ่งแวดล้อม รวมทั้งมีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานในระดับสากล สามารถส่งจำหน่ายไปยังต่างประเทศได้ จึงมีนโยบายให้สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 4 เป็นตัวแทนกรมวิชาการเกษตรในส่วนภูมิภาค รับผิดชอบการตรวจสอบสารตกค้างทางการเกษตรในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างตอนล่าง จำนวน 9 จังหวัด คือ นครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ อุบลราชธานี อำนาจเจริญ ยโสธร ร้อยเอ็ด และมหาสารคาม โดยทำการวิเคราะห์สารพิษตกค้างทางการเกษตรกลุ่ม organophosphate, organochlorine และ pyrethroid เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างจากพืชที่ได้จากกระบวนการผลิตตามระบบ GAP และนำผลการวิเคราะห์ไปใช้ในการประเมินความปลอดภัยของระบบการผลิตพืช GAP รวมทั้งกำหนดพืชกลุ่มเสี่ยงที่ควรเฝ้าระวังกระบวนการผลิตในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่างต่อไป

7. วิธีดำเนินการวิจัย

1. อุปกรณ์

1.1 สารเคมี : Acetone (A.R. grade) Dichloromethane (A.R. grade) Ethyl acetate (P.R. grade) Hexane (P.R. grade) Methanol (HPLC grade) Water (HPLC grade) ฯลฯ

1.2 เครื่องแก้วและอุปกรณ์ : ขวดแก้ว Duran ข ขนาด 250 กรวยกรองแก้ว ขวดกั้นแบน ขนาด 250 มิลลิลิตร ขวดปรับปริมาตร ขนาด 5 มิลลิลิตร ที่ได้รับการสอบเทียบแล้ว ฯลฯ

1.3 เครื่องมือ : Homogenizer, Ultra Turrax รุ่น T 25 Evaporator พร้อม cooling system, ยี่ห้อ Buchi, Switzerland เครื่อง GC, Agilent, รุ่น 7890A auto injector และ HPLC Agilent รุ่น 1100 ฯลฯ

2. วิธีการ

2.1 สัมภาษณ์ข้อมูลการใช้สารป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช ตลอดจนการปฏิบัติในการดูแลรักษาแปลงของเกษตรกร

2.2 การสุ่มตัวอย่าง

สุ่มเก็บตัวอย่างจากแปลงของเกษตรกรที่ขอรับรองแปลงผลิตในการผลิตพืชตามระบบ GAP ระยะเวลาตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2558 ในพื้นที่ 9 จังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ได้แก่ นครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ อุบลราชธานี อำนาจเจริญ ยโสธร ร้อยเอ็ด และมหาสารคาม โดยตัวอย่างที่เก็บต้องมีปริมาณไม่น้อยกว่า 1 กิโลกรัม

2.3 การวิเคราะห์ตัวอย่าง มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

2.3.1 จัดหาสารเคมีที่ใช้เป็นมาตรฐานในการวิเคราะห์

สารเคมีที่ใช้เป็นสารมาตรฐานในการวิเคราะห์ เป็นสารที่มีความบริสุทธิ์สูง ชื่อการค้า Dr. Ehrenstorfer จำนวน 33 ชนิด จากกลุ่ม organophosphate จำนวน 23 ชนิด คือ methamidophos, monocrotophos, mevinphos, malathion, dimethoate, diazinon, parathion-methyl, fenitrothion, chlorpyrifos, triazophos, profenofos, prothiophos, ethion, EPN, azinphos-ethyl, phosalone, methidathion, pirimiphos-ethyl, pirimiphos-methyl, omethoate, parathion-ethyl, dicrotophos และ dichlorvos กลุ่ม organochlorine จำนวน 5 ชนิด คือ dicofol, heptachlor, alfa-endosulfan, beta-endosulfan และ endosulfan sulfate และกลุ่ม pyrethroid จำนวน 6 ชนิด คือ cyhalothrin, permethrin, cyfluthrin, cypermethrin, fenvalerate และ deltamethrin กลุ่ม carbamate จำนวน 5 ชนิด สารคือ carbosulfan carbofuran cabaryl และ methromyl

2.3.2 การเตรียมตัวอย่าง

หั่นตัวอย่างเป็นชิ้นเล็กและนำไปปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่น (food processor) คลุกเคล้าให้เข้ากันดี ก่อนนำตัวอย่างที่ได้ไปชั่งปริมาณ 25 ± 0.01 กรัม ใส่ในขวดแก้วมีฝาปิด ขนาด 250 มิลลิลิตร และติดป้ายระบุหมายเลขตัวอย่างแล้วทำการวิเคราะห์ทันที ในกรณีที่ไม่สามารถวิเคราะห์ได้ทันที ให้เก็บตัวอย่างในตู้แช่ อุณหภูมิ -20°C

2.3.3 การสกัดตัวอย่าง

สกัดตัวอย่างโดยใช้วิธีที่ดัดแปลงมาจาก Steinwondter (1985) โดยเติม acetone ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ลงในตัวอย่างที่ชั่งไว้ และปั่นด้วย homogenizer ที่ระดับความเร็วประมาณ 13,000 รอบต่อนาที นาน 1 นาที เติม sodium chloride ประมาณ 10 กรัม และ dichloromethane 40 มิลลิลิตร ปั่นอีกครั้งด้วย homogenizer นาน 1 นาที ทิ้งไว้ให้ตกตะกอน เทส่วนใสลงในขวดแก้ว ขนาด 250 มิลลิลิตร เติม sodium sulphate anhydrous ประมาณ 20 กรัม ปิดฝาขวดและตั้งทิ้งไว้ 10 นาที เขย่าเป็นครั้งคราว กรองส่วนใสผ่านกรวยกรองซึ่งภายในบรรจุ sodium sulphate anhydrous รองรับด้วยกระบอกตวงขนาด 50 มิลลิลิตร ถ่ายสารละลายลงใน flatbottom flask ขนาด 250 มิลลิลิตร นำไปลดปริมาตรด้วยเครื่อง rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 40°C จนเกือบแห้ง แล้วเติม ethyl acetate ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ล้างตัวอย่างให้ทั่วด้วย pasture pipette จากนั้นดูดสารละลายตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ใส่ในขวด auto sampler vial ขนาด 2 มิลลิลิตร เพื่อนำไปวิเคราะห์สารกลุ่ม organophosphate และดูดสารละลายที่เหลือปริมาตร 2 มิลลิลิตร ใส่ในขวดแก้วมีฝาปิดเพื่อนำมากำจัดสิ่งปนเปื้อน

2.3.4 การกำจัดสิ่งปนเปื้อนในตัวอย่างวิเคราะห์

นำสารละลายที่ได้จากการสกัดมาลดปริมาตรโดยใช้ก๊าซไนโตรเจน จนสารละลายเกือบแห้ง เติม hexane ปริมาตร 2 มิลลิลิตร แล้วนำไปเขย่าด้วย vortex เพื่อให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นจึงนำมากำจัดสิ่งปนเปื้อนด้วยการกรองผ่านคอลัมน์ที่ภายในบรรจุสารสำหรับกรองตัวอย่างหลายชั้น โดยชั้นแรกจากส่วนล่างของคอลัมน์ จะใช้กระดาษกรองตัดเป็นวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร ต่อมาเป็นชั้นของ sodium sulphate anhydrous สูงประมาณ 1 เซนติเมตร ชั้นถัดมาเป็น silica gel ที่ผ่านการอบและ

deactivateด้วยน้ำ 10% ปริมาณ 1 กรัม ชั้นบนสุดเป็นชั้นของ sodium sulphate anhydrous สูงประมาณ 1 เซนติเมตรการกรองค่อยๆหยดสารละลายตัวอย่าง ผ่านคอลัมน์ โดยมี mobile phase คือ hexane : dichloromethaneอัตราส่วน 4:1 ปริมาตร 5 มิลลิลิตร (eluant 1) และ hexane : dichloromethane อัตราส่วน1:1 ปริมาตร 10มิลลิลิตร (eluant 2) รองรับสารที่กรองผ่านคอลัมน์ด้วย flat bottom flask นำสารที่ผ่านการกำจัดสิ่งปนเปื้อนไปลดปริมาตรจนเกือบแห้ง แล้วล้าง flat bottom flask ด้วย hexane ปริมาตร 2 มิลลิลิตร โดยใช้ pasture pipetteจากนั้นจึงนำสารที่ได้ไปตรวจหาปริมาณสารพิษตกค้างกลุ่ม organochlorine และ pyrethroid

2.3.5 การตรวจวัดสารพิษตกค้าง

2.3.5.1 การตรวจวัดสารตกค้างกลุ่ม organophosphate ด้วยเครื่อง GC ใช้ตัวตรวจวัดชนิด Flame Photometric Detector (FPD) มีสถานะการใช้งาน ดังนี้

column: capillary DB-1701 (agilent), 30 m. length, 0.32 mm. i.d., 0.25 mthickness

temperature : injector 250 °C, detector 250 °C

injection mode : splitless (purge on time 1 min), injection volume 1 µl

carrier gas : helium, air และ hydrogen flow rate 1.8, 100 และ 90 ml/minตามลำดับ

make up gas : nitrogen flow rate 45 ml/min

oven temperature program :

initial temp. 90 °C hold time 0.2 min

rate temp. 45 °C/min to 210 °C hold time 2 min

rate temp. 45 °C/min to 240 °C hold time 5 min

rate temp. 45 °C/min to 270 °C hold time 5 min

2.3.5.2 การตรวจวัดสารตกค้างกลุ่ม organochlorine และ pyrethroid ด้วยเครื่อง GC ใช้ตัวตรวจวัดชนิด Electron Capture Detector (ECD) มีสถานะการใช้งาน ดังนี้

column : capillary DB-1 (agilent), 30 m length, 0.32 mm i.d., 0.25 m thickness

temperature : injector 250 °C, detector 300 °C

injection mode : splitless (purge on time 1 min), injection volume 1 µl

carrier gas : helium flow rate1.8 ml/min

make up gas : nitrogen flow rate 60 ml/min

oven temperature program :

initial temp. 90 °C hold time 0.2 min

rate temp. 45 °C/min to 230 °C hold time 2 min

rate temp. 45 °C/min to 240 °C hold time 5 min

rate temp. 3 °C/min to 270 °C hold time 5 min

2.3.5.3 การตรวจหาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างกลุ่มคาร์บาเมต ในตัวอย่างพริกและมะม่วง โดยใช้ pipette คูดสารละลายตัวอย่างที่ผ่านการสกัดจากข้อ 5.2 ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ใส่ใน test tube นำไปเป่าให้แห้งด้วย N-evap จากนั้นเติม methanol ปริมาตร 2 มิลลิลิตร กรองผ่าน syringe filter ขนาด 0.2 ไมครอน ใส่ขวด vial ขนาด 2 มิลลิลิตร แล้วนำไปตรวจหาสารพิษตกค้างกลุ่มคาร์บาเมตด้วยเครื่อง HPLC ยี่ห้อ Agilent รุ่น 1100 หัวตรวจวัดชนิด Fluorescence detector (FLD) ต่อกับเครื่อง Post-Column Derivatization (Pickering) โดยปรับสภาวะการทำงานของเครื่อง ดังนี้

Column: carbamate column, c18, stainless steel ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4.6 มิลลิเมตร, ยาว 250 มิลลิเมตร, particle size 5 ไมครอน

Mobile phase: methanol : water อัตราส่วนของ Mobile phase เป็นแบบ gradient ดังนี้

เวลา (นาที)	solvent A (% water)	Solvent B (%methanol)
0.00	88	12
2.00	88	12
42.00	34	66
46.00	34	66
46.10	0	100
49.00	0	100
55.00	88	12

2.3.6 การรายงานและแปลผลการวิเคราะห์

ผลวิเคราะห์รายงานเป็นเลขทศนิยม 2 ตำแหน่ง หน่วยที่ใช้เป็นมิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (mg/kg) และเกณฑ์กำหนดค่าระดับปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดที่มีได้ในสินค้า ซึ่งเป็นค่าปลอดภัยในแต่ละพืช หรือค่า Maximum Residue Limits (MRL) ใช้ค่าจากมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2551)

-เวลาและสถานที่

ระยะเวลา เริ่มต้น เดือน ตุลาคม 2553 สิ้นสุด เดือน กันยายน 2558

สถานที่ดำเนินการ

1) แปลงเกษตรกรที่ได้รับรองแปลง GAP แหล่งรวบรวมและแหล่งจำหน่ายผลผลิตที่ได้รับรองแปลง GAP ในพื้นที่ 9 จังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างเขตรับผิดชอบของ สวพ.4

2) ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์สารพิษตกค้าง กลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในพืชที่ได้จากกระบวนการผลิตตามระบบการผลิตพืช GAP บริเวณพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ในพื้นที่ 9 จังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ได้แก่ นครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ อุบลราชธานี อำนาจเจริญ ยโสธร ร้อยเอ็ด และมหาสารคาม ระหว่างเดือนตุลาคม 2553 ถึงเดือนกันยายน 2558 โดยวิเคราะห์หาสารพิษตกค้างจำนวน 38 ชนิดสาร จากกลุ่มออร์แกโนฟอสฟอรัส 23 ชนิดสาร กลุ่มออร์แกโนคลอรีน 5 ชนิดสาร และกลุ่มไพรีทรอยด์ 6 ชนิดสาร และกลุ่มคาร์บาเมท จำนวน 4 ชนิด ด้วยเครื่อง GC และ HPLC

จากจำนวนตัวอย่างพืชทั้งหมด 1,000 ตัวอย่าง จากพืช 66 ชนิด ผลการวิเคราะห์พบสารตกค้างจำนวน 178 ตัวอย่าง จาก 30 ชนิดพืช คิดเป็นร้อยละ 17.8 ของตัวอย่างทั้งหมด ได้แก่ ผักชี แคนตาลูป ต้นหอม คื่นช่าย มะเขือเทศ กะเพรา ข่า กวางตุ้ง หอมแดง ถั่วฝักยาว ผักไฮโรพอนิกส์ ฝรั่ง แตงโม กุยช่าย หน่อไม้ฝรั่ง พริก เมล่อน แมงลัก สะระแหน่ โหระพา มะละกอ แตงกวา แตงร้าน กะหล่ำดอก มะนาว ขึ้นช่าย ผักกาด ผักหวาน องุ่น และแก้วมังกร พืชกลุ่มนี้ถือเป็นพืชที่มีความเสี่ยงในการพบสารตกค้างที่มาจากกระบวนการผลิตสูงกว่าพืชชนิดอื่นในพื้นที่ปลูกเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างโดยแยกตามประเภทของแหล่งที่มาของตัวอย่าง (ตารางที่ 1) ตรวจไม่พบสารตกค้างในพืช 822 ตัวอย่างจาก 36 ชนิดพืช ได้แก่ สลัด มะเขือ แครอท ข้าวโพด บัตเตอร์เฮด ตะไคร้ เห็ด มะระ ผือก ผักบุง เบซิล บวบ ทับทิม มะขาม กะท้อน ผักบัว น้ำเต้า ฟักเขียว กระจับปี่เขียว ถั่วเข็ม แวเดซีโอ หน่อไม้ เสาวรส มะละกอ อะโวคาโด ไตโจเกียวก กล้วย หน่อหน่า ใบมะกรูด ยอดมะระหวาน กะหล่ำปลี ชะอม ดอกขจร ใบบัวบก มะเขือพวง มะระขี้นก และกระเทียมต้น

ตรวจพบสารพิษตกค้างจากตัวอย่างพืช 16 ชนิดสาร ได้แก่ chlorpyrifos, chlorpyrifos-methyl, profenofos, malathion, dimethoate, epn, diazinon, ethion, triazophos, pirimiphos-methyl, cyfluthrin, carbosulfan carbofuran carbaryl lamda-cyhalothrin และ cypermethrin โดยชนิดสารที่ตรวจพบมากที่สุด คือ chlorpyrifos ช่วงปริมาณการตรวจพบ คือ 0.01-3.13 mg/kg รองลงไปคือ cypermethrin ช่วงปริมาณการตรวจพบ คือ 0.01-17.2 mg/kg และตรวจพบวัตถุอันตรายทางการเกษตรชนิดที่ 4 คือ chlorpyrifos-methyl ในกวางตุ้ง 1 ตัวอย่าง

เมื่อพิจารณาถึงจำนวนชนิดสารตกค้างที่ตรวจวิเคราะห์ในแต่ละชนิดพืช พบว่า พริกเป็นพืชที่ตรวจพบชนิดสารตกค้างมากที่สุดถึง 4 ชนิด โดยสารพิษตกค้างที่พบมาก คือ chlorpyrifos และ cypermethrin (ตารางที่ 2) สอดคล้องกับการศึกษาสารพิษตกค้างในพริกจากแหล่งผลิต GAP บริเวณพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างที่พบสารตกค้างทั้ง 3 ชนิดในพริกมากเป็น 3 อันดับแรกเช่นเดียวกัน (นาตยา และคณะ, 2551)

ตารางที่ 1 สรุปผลการวิเคราะห์สารพิษตกค้างในพืชผัก/ผลไม้ที่ผ่านการรับรอง GAP ในพื้นที่ สวพ.4 ระหว่างปี 2554 - 2558

แหล่งที่มา	จำนวนตัวอย่างทั้งหมด	ผลการวิเคราะห์		จำนวนตัวอย่างพบสารพิษเกินค่า MRI *	
		ไม่พบ	พบ	สารพิษเกินค่า	MRI *
1. แหล่งผลิต	797	648	149 (18.6 %)		4
2. แหล่งรวบรวม	103	92	11 (10.6 %)		1
3. แหล่งจำหน่าย	100	87	13 (13.0 %)		0
รวมทั้งสิ้น	1,000	827	173 (17.3%)		5

* อ้างอิงตามค่า Codex MRL EU MRL และ มกอช.

ตารางที่ 2 ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในพืชผักผลไม้ที่ได้รับรอง GAP ในพื้นที่ สวพ.4 ปี 2554-2558

ชนิดพืช	ตัวอย่างทั้งหมด	ตัวอย่างที่พบสาร	ชนิดสารที่พบ	ปริมาณที่พบ (mg/kg)	ค่ามาตรฐาน MRL (mg/kg)	ตัวอย่างที่เกินค่า MRL
1.พริก	228	71	profenofos	0.06-1.1	3.00	2
			Chlorpyrifos	0.01- 2.55	3.00	
			lamda-cyhalothrin	0.01-0.28	0.3 0	
			cypermethrin	0.01-4.63	2.00	
2.ผักชี	71	12	chlorpyrifos	0.18-0.41	No MRL	
			carbofuran	0.21	NO MRL	
			carbosulfan	1.18	NO MRL	
			cypermethrin	1.12	NO MRL	
3.ต้นหอม	48	3	chlorpyrifos	0.02	No MRL	
4.กะเพรา	40	12	cypermethrin	0.15-6.19	NO MRL	
			profenofos	0.04	NO MRL	
			Chlorpyrifos	0.04-1.84	NO MRL	
			cyfluthrin	0.57-1.65	NO MRL	

ชนิดพืช	ตัวอย่างทั้งหมด	ตัวอย่างที่พบสาร	ชนิดสารที่พบ	ปริมาณที่พบ (mg/kg)	ค่ามาตรฐาน MRL (mg/kg)	ตัวอย่างที่เกินค่า MRL
			carbaryl	0.23-2.11	NO MRL	
			carbofuran	0.02-0.24	NO MRL	
5. ข่า	37	1	carbofuran	1.76	NO MRL	
6. กุยช่าย	35	7	methomyl	4.66	NO MRL	
			cypermethrin	0.04-4.88	NO MRL	
7. คენห่า	34	5	cypermethrin	0.02-0.24	No MRL	1
			chlorpyrifos	0.210	No MRL	
			diazinon	0.180	0.05	
8. สลัด	33	0				
9. แคนตาลูป	32	1	chlorpyrifos	0.01	No MRL	
10. มะเขือเทศ	32	10	cyfluthrin	0.01-0.15	No MRL	
			triazophos	0.15	No MRL	
			ethion	0.01	No MRL	
			cypermethrin	0.01	No MRL	
			EPN	0.02	No MRL	
11. หอมแดง	32	5	chlorpyrifos	0.02	No MRL	
			carbaryl	0.24-3.90	NO MRL	
12. กวางตุ้ง	25	2	chlorpyrifos-methyl	0.13	No MRL	
			profenofos	0.12	No MRL	
13. ถั่วฝักยาว	22	6	dimethroate	0.01	No MRL	2
			chlorpyrifos	0.33-3.13	No MRL	
			pirimiphos-methyl	0.02	No MRL	
			cypermethrin	0.21-0.24	0.05	
			cyfluthrin	0.010	NO MRL	
14. มะเขือ	22	0				
15. ตะไคร้	22	0				
16. ฝักไฮโดรโพนิคส์	19	3	cypermethrin	0.05	No MRL	
17. ฝรั่ง	19	3	chlorpyrifos	0.01	No MRL	
			profenofos	0.04	NO MRL	
			cypermethrin	0.07	NO MRL	
18. โหระพา	19	3	pirimiphos-methyl	0.04	NO MRL	
			Chlorpyrifos	0.43-1.47	NO MRL	
			cypermethrin	3.76-17.2	NO MRL	
			carbofuran	0.22-1.67	NO MRL	

ชนิดพืช	ตัวอย่างทั้งหมด	ตัวอย่างที่พบสาร	ชนิดสารที่พบ	ปริมาณที่พบ (mg/kg)	ค่ามาตรฐาน MRL (mg/kg)	ตัวอย่างที่เกินค่า MRL
19. แตงโม	16	1	chlorpyrifos	0.05	No MRL	
20. แตงกวา	14	4	chlorpyrifos	0.03	No MRL	
			cypermethrin	0.02-0.05	No MRL	
21. หน่อไม้ฝรั่ง	13	4	chlorpyrifos	0.02-0.04	No MRL	
			profenofos	0.01	No MRL	
22. แมงลัก	13	5	carbaryl	2.64-3.55	NO MRL	
			carbofuran	0.31	NO MRL	
			cypermethrin	0.07-0.38	NO MRL	
23. สาระแห่น	13	4	dimethroate	0.02	No MRL	
			pirimiphos-methyl	0.16	NO MRL	
			cypermethrin	16.3	NO MRL	
			Chlorpyrifos	1.03	NO MRL	
			carbaryl	0.01	NO MRL	
24. เมล่อน	11	3	chlorpyrifos	0.24	No MRL	
25. ขึ้นฉ่าย	11	2	Chlorpyrifos	0.30	NO MRL	
26. มะละกอ	10	1	cypermethrin	0.21	NO MRL	
27. มะนาว	10	4	Chlorpyrifos	0.03-0.28	NO MRL	
			cypermethrin	0.14-0.31	NO MRL	
			carbaryl	1.40-1.41	NO MRL	
28. แครอท	9	0				
29. แตงร้าน	9	1	chlorpyrifos	0.04	No MRL	
30. กะหล่ำดอก	9	1	cypermethrin	0.12	No MRL	
31. ข้าวโพด	8	0				
32. บัตเตอร์เฮด	8	0				
33. ผักกาด	6	1	cypermethrin	0.05	No MRL	
34. ดอกขจร	6	0				
35. เห็ด	5	0				
36. บวบ	5	0				
37. เผือก	4	0				
38. ผักบู่	4	0				
39. มะขาม	4	0				
40. เบซิล	3	0				
41. ทับทิม	3	0				
42. กล้วย	3	0				

ชนิดพืช	ตัวอย่าง ทั้งหมด	ตัวอย่าง ที่พบสาร	ชนิดสารที่พบ	ปริมาณที่พบ (mg/kg)	ค่ามาตรฐาน MRL (mg/kg)	ตัวอย่าง ที่เกินค่า MRL
43. กะหล่ำปลี	3	0				
44. มะระขี้นก	3	0				
45. มะระ	2	0				
46. ผักหวาน	2	1	chlorpyrifos	0.01	No MRL	
47. กระเทียม	2	0				
48. ผักบัว	2	0				
49. ใบบัวบก	2	0				
50. น้ำเต้า	1	0				
51. องุ่น	1	1	malathion	0.02	No MRL	
			cypermethrin	2.00	No MRL	
			chlorpyrifos	0.02	No MRL	
52. พริกเขียว	1	0				
53. กระเจี๊ยบเขียว	1	0				
54. ถั่วเขียว	1	0				
55. แวดิซซีโอ	1	0				
56. หน่อไม้	1	0				
57. เสาวรส	1	0				
58. อะโวคาโด	1	0				
59. ไตโจเกียว	1	0				
60. กระเทียมต้น	1	0				
61. น้อยหน่า	1	0				
62. ใบมะกรูด	1	0				
63. ยอดมะระหวาน	1	0				
64. แก้วมังกร	1	1	cypermethrin	0.86	No MRL	
65. ชะอม	1	0				
66. มะเขือพวง	1	0				
	1,000	178				5

ตารางที่ 3 ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในพืชผักผลไม้ที่ได้รับรอง GAP ในพื้นที่ สวพ.4 ระหว่างปี 2554-2558 แยกตามแหล่งที่มาของตัวอย่าง

ชนิดพืช	แหล่งที่เก็บ ตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง ทั้งหมด	จำนวน ตัวอย่างที่ พบสารพิษ	ชนิดสารที่พบ	ปริมาณที่พบ (mg/kg)	จำนวน ตัวอย่างเกิน ค่า MRL	ค่า MRL ^{2/} (mg/kg)
1.ผักชี	แหล่งผลิต	59	12	chlorpyrifos	0.41	0	No MRL
				carbofuran	0.21	0	No MRL
				carbosulfan	1.18	0	NO MRL
				cypermethrin	1.12	0	NO MRL
	แหล่งรวบรวม	8	0	-	-	-	-
แหล่งจำหน่าย	4	0	-	-	-	-	
2.สลัด	แหล่งผลิต	17	0	-	-	-	-
	แหล่งรวบรวม	9	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	7	0	-	-	-	-
3.แคนตาลูป	แหล่งผลิต	13	0	-	-	-	-
	แหล่งรวบรวม	6	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	13	1	chlorpyrifos	0.012	0	No MRL
4.ต้นหอม	แหล่งผลิต	42	2	chlorpyrifos	0.02	0	No MRL
	แหล่งรวบรวม	2	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	4	1	chlorpyrifos	0.02	0	No MRL
5.คะน้า	แหล่งผลิต	19	2	cypermethrin	0.02-0.24	0	No MRL
				chlorpyrifos	0.21	0	No MRL
				diazinon	0.18	1	0.05
	แหล่งรวบรวม	10	2	cypermethrin	0.22-0.24	0	No MRL
	แหล่งจำหน่าย	5	0	-	-	-	-
6.มะเขือเทศ	แหล่งผลิต	15	3	cyfluthrin	0.05-0.41	0	No MRL
				triazophos	0.15	0	No MRL
	แหล่งรวบรวม	6	2	cyfluthrin	0.4	0	No MRL
				triazophos	0.15	0	No MRL
	แหล่งจำหน่าย	11	5	cyfluthrin	0.05-0.15	0	No MRL
				triazophos	0.15	0	No MRL
				ethion	0.01	0	No MRL
EPN	0.02	0	No MRL				
7.กะเพรา	แหล่งผลิต	38	12	cypermethrin	0.15-6.19	0	No MRL
				profenofos	0.04	0	No MRL
				chlorpyrifos	0.04-1.84	0	No MRL
				cyfluthrin	0.57-1.65	0	No MRL
				carbaryl	0.23-2.11	0	No MRL
				carbofuran	0.02-0.24	0	No MRL

ชนิดพืช	แหล่งที่เก็บ ตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง ทั้งหมด	จำนวน ตัวอย่างที่ พบสารพิษ	ชนิดสารที่พบ	ปริมาณที่พบ (mg/kg)	จำนวน ตัวอย่างเกิน ค่า MRL	ค่า MRL ^{2/} (mg/kg)
	แหล่งรวบรวม	2	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	0	0	-	-	-	-
8.ข้า	แหล่งผลิต	37	1	carbofuran	1.76	0	No MRL
	แหล่งรวบรวม	0	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	0	0	-	-	-	-
9.กวาดุ้ง	แหล่งผลิต	16	2	chlorpyrifos-methyl	0.13	0	No MRL
				profenofos	0.12	0	No MRL
	แหล่งรวบรวม	7	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	2	0	-	-	-	-
10.หอมแดง	แหล่งผลิต	27	4	chlorpyrifos	0.02	0	No MRL
	แหล่งรวบรวม	2	1	chlorpyrifos	0.02	0	No MRL
	แหล่งจำหน่าย	3	0	-	-	-	-
11.ถั่วฝักยาว	แหล่งผลิต	13	3	dimethroate	0.01	0	No MRL
				chlorpyrifos	0.33-3.13	0	No MRL
				cypermethrin	0.24	1	0.050
				pirimiphos- methyl	0.02	0	No MRL
	แหล่งรวบรวม	7	1	chlorpyrifos	3.13	0	No MRL
				cypermethrin	0.21	1	0.05
	แหล่งจำหน่าย	2	0	-	-	-	-
12.ผักไฮโดรโพนิิกส์	แหล่งผลิต	7	1	cypermethrin	0.05	0	No MRL
	แหล่งรวบรวม	7	1	cypermethrin	0.05	0	No MRL
	แหล่งจำหน่าย	5	1	cypermethrin	0.05	0	No MRL
13.ฝรั่ง	แหล่งผลิต	18	2	chlorpyrifos	0.01	0	No MRL
				profenofos	0.04	0	No MRL
				cypermethrin	0.07	0	No MRL
	แหล่งรวบรวม	0	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	1	1	chlorpyrifos	0.005	0	No MRL
14.แตงโม	แหล่งผลิต	9	0	-	-	-	-
	แหล่งรวบรวม	5	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	2	1	chlorpyrifos	0.005	0	No MRL
15.กุยช่าย	แหล่งผลิต	35	7	methomyl	4.66	0	No MRL

ชนิดพืช	แหล่งที่เก็บ ตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง ทั้งหมด	จำนวน ตัวอย่างที่ พบสารพิษ	ชนิดสารที่พบ	ปริมาณที่พบ (mg/kg)	จำนวน ตัวอย่างเกิน ค่า MRL	ค่า MRL ^{2/} (mg/kg)
				cypermethrin	0.04-4.88	0	No MRL
	แหล่งรวบรวม	0	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	0	0	-	-	-	-
16.หน่อไม้ฝรั่ง	แหล่งผลิต	10	3	chlorpyrifos	0.02-0.04	0	No MRL
				profenofos	0.01	0	No MRL
	แหล่งรวบรวม	1	1	chlorpyrifos	0.02	0	No MRL
	แหล่งจำหน่าย	2	0	-	-	-	-
17.พริก	แหล่งผลิต	228	69	chlorpyrifos	0.01-2.55	0	No MRL
				profenofos	0.6-1.1	0	No MRL
				cypermethrin	0.01-4.63	2	2
				lamda- cyhalotrin	0.01-0.28	0	No MRL
18.มะเขือ	แหล่งผลิต	18	0	-	-	-	-
	แหล่งรวบรวม	1	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	3	0	-	-	-	-
19.เมล่อน	แหล่งผลิต	4	1	chlorpyrifos	0.24	0	No MRL
	แหล่งรวบรวม	4	1	chlorpyrifos	0.24	0	No MRL
	แหล่งจำหน่าย	3	1	chlorpyrifos	0.24	0	No MRL
20.แมงลัก	แหล่งผลิต	11	4	carbaryl	2.64-3.55	0	No MRL
				carbofuran	0.31	0	No MRL
				cypermethrin	0.07-0.38	0	No MRL
	แหล่งรวบรวม	2	1	cypermethrin	0.38	0	No MRL
	แหล่งจำหน่าย	0	0	-	-	-	-
21.แครอท	แหล่งผลิต	4	0	-	-	-	-
	แหล่งรวบรวม	4	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	1	0	-	-	-	-
22.สะระแหน่	แหล่งผลิต	13	4	dimethroate	0.02	0	No MRL
				pirimiphos- methyl	0.16	0	No MRL
				cypermethrin	16.3	0	No MRL
				chlorpyrifos	1.03	0	No MRL
				carbaryl	0.01	0	No MRL
	แหล่งรวบรวม	0	0	-	-	-	-

ชนิดพืช	แหล่งที่เก็บ ตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง ทั้งหมด	จำนวน ตัวอย่างที่ พบสารพิษ	ชนิดสารที่พบ	ปริมาณที่พบ (mg/kg)	จำนวน ตัวอย่างเกิน ค่า MRL	ค่า MRL ^{2/} (mg/kg)
	แหล่งจำหน่าย	0	0	-	-	-	-
23.โพธิ์พา	แหล่งผลิต	17	3	pirimiphos-methyl	0.04	0	No MRL
				chlorpyrifos	0.43-1.47	0	No MRL
				cypermethrin	3.76-17.2	0	No MRL
				carbofuran	0.22-1.67	0	No MRL
	แหล่งรวบรวม	1	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	1	0	-	-	-	-
24.ข้าวโพด	แหล่งผลิต	3	0	-	-	-	-
	แหล่งรวบรวม	2	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	3	0	-	-	-	-
25.บัตเตอร์เฮด	แหล่งผลิต	3	0	-	-	-	-
	แหล่งรวบรวม	3	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	2	0	-	-	-	-
26.ตะไคร้	แหล่งผลิต	20	0	-	-	-	-
	แหล่งรวบรวม	1	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	1	0	-	-	-	-
27.มะละกอ	แหล่งผลิต	9	1	cypermethrin	0.21	0	No MRL
	แหล่งรวบรวม	0	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	1	0	-	-	-	-
28.แตงกวา	แหล่งผลิต	11	4	chlorpyrifos	0.03-0.04	0	No MRL
				cypermethrin	0.02-0.05	0	No MRL
	แหล่งรวบรวม	1	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	2	0	-	-	-	-
29.แตงร้าน	แหล่งผลิต	3	1	chlorpyrifos	0.04	0	No MRL
	แหล่งรวบรวม	4	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	2	0	-	-	-	-
30.กะหล่ำดอก	แหล่งผลิต	6	1	cypermethrin	0.12	0	No MRL
	แหล่งรวบรวม	0	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	3	0	-	-	-	-
31.มะนาว	แหล่งผลิต	10	4	chlorpyrifos	0.03-0.28	0	No MRL
				cypermethrin	0.14	0	No MRL
				carbaryl	1.40-1.41	0	No MRL
	แหล่งรวบรวม	0	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	0	0	-	-	-	-

ชนิดพืช	แหล่งที่เก็บ ตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง ทั้งหมด	จำนวน ตัวอย่างที่ พบสารพิษ	ชนิดสารที่พบ	ปริมาณที่พบ (mg/kg)	จำนวน ตัวอย่างเกิน ค่า MRL	ค่า MRL ^{2/} (mg/kg)
32. ขึ้นฉ่าย	แหล่งผลิต	11	2	chlorpyrifos	0.3	0	No MRL
	แหล่งรวบรวม	0	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	0	0	-	-	-	-
33. ผักกาด	แหล่งผลิต	3	0	-	-	-	-
	แหล่งรวบรวม	1	1	cypermethrin	0.05	0	No MRL
	แหล่งจำหน่าย	2	0	-	-	-	-
34. เห็ด	แหล่งผลิต	2	0	-	-	-	-
	แหล่งรวบรวม	2	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	1	0	-	-	-	-
35. มะระ	แหล่งผลิต	1	0	-	-	-	-
	แหล่งรวบรวม	1	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	0	0	-	-	-	-
36. เผือก	แหล่งผลิต	3	0	-	-	-	-
	แหล่งรวบรวม	1	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	0	0	-	-	-	-
37. ผักบุ้ง	แหล่งผลิต	3	0	-	-	-	-
	แหล่งรวบรวม	1	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	0	0	-	-	-	-
38. เบซิล	แหล่งผลิต	1	0	-	-	-	-
	แหล่งรวบรวม	1	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	1	0	-	-	-	-
39. บวบ	แหล่งผลิต	4	0	-	-	-	-
	แหล่งรวบรวม	0	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	1	0	-	-	-	-
40. ทับทิม	แหล่งผลิต	2	0	-	-	-	-
	แหล่งรวบรวม	1	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	0	0	-	-	-	-
41. มะขาม	แหล่งผลิต	4	0	-	-	-	-
	แหล่งรวบรวม	0	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	0	0	-	-	-	-
42. ผักหวาน	แหล่งผลิต	0	0	-	-	-	-
	แหล่งรวบรวม	0	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	2	1	chlorpyrifos	0.007	0	No MRL

ชนิดพืช	แหล่งที่เก็บ ตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง ทั้งหมด	จำนวน ตัวอย่างที่ พบสารพิษ	ชนิดสารที่พบ	ปริมาณที่พบ (mg/kg)	จำนวน ตัวอย่างเกิน ค่า MRL	ค่า MRL ^{2/} (mg/kg)
43.กระท้อน	แหล่งผลิต	2	0	-	-	-	-
	แหล่งรวบรวม	0	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	0	0	-	-	-	-
44.ฝักบัว	แหล่งผลิต	2	0	-	-	-	-
	แหล่งรวบรวม	0	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	0	0	-	-	-	-
45.น้ำเต้า	แหล่งผลิต	1	0	-	-	-	-
	แหล่งรวบรวม	0	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	0	0	-	-	-	-
46.องุ่น	แหล่งผลิต	0	0	-	-	-	-
	แหล่งรวบรวม	0	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	1	1	malathion	0.02	0	No MRL
				cypermethrin	2.00	0	No MRL
			chlorpyrifos	0.02	0	No MRL	
47.ฟักเขียว	แหล่งผลิต	0	0	-	-	-	-
	แหล่งรวบรวม	0	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	1	0	-	-	-	-
48.กระเจี๊ยบ เขียว	แหล่งผลิต	0	0	-	-	-	-
	แหล่งรวบรวม	0	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	1	0	-	-	-	-
49.ถั่วเขียว	แหล่งผลิต	0	0	-	-	-	-
	แหล่งรวบรวม	0	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	1	0	-	-	-	-
50.แควดิชชีโอ	แหล่งผลิต	0	0	-	-	-	-
	แหล่งรวบรวม	0	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	1	0	-	-	-	-
51.หน่อไม้	แหล่งผลิต	0	0	-	-	-	-
	แหล่งรวบรวม	0	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	1	0	-	-	-	-
52.เสาวรส	แหล่งผลิต	0	0	-	-	-	-
	แหล่งรวบรวม	0	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	1	0	-	-	-	-

ชนิดพืช	แหล่งที่เก็บ ตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง ทั้งหมด	จำนวน ตัวอย่างที่ พบสารพิษ	ชนิดสารที่พบ	ปริมาณที่พบ (mg/kg)	จำนวน ตัวอย่างเกิน ค่า MRL	ค่า MRL ^{2/} (mg/kg)
ชนิดพืช	แหล่งที่เก็บ ตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง ทั้งหมด	จำนวน ตัวอย่างที่ พบสารพิษ	ชนิดสารที่พบ	ปริมาณที่พบ (mg/kg)	จำนวน ตัวอย่างเกิน ค่า MRL	ค่า MRL ^{2/} (mg/kg)
53.อะโวคาโด	แหล่งผลิต	0	0	-	-	-	-
	แหล่งรวบรวม	0	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	1	0	-	-	-	-
54.โดโจเกี้ยว	แหล่งผลิต	0	0	-	-	-	-
	แหล่งรวบรวม	0	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	1	0	-	-	-	-
55.กระเทียมต้น	แหล่งผลิต	0	0	-	-	-	-
	แหล่งรวบรวม	0	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	1	0	-	-	-	-
56.กล้วย	แหล่งผลิต	3	0	-	-	-	-
	แหล่งรวบรวม	0	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	0	0	-	-	-	-
57.น้อยหน่า	แหล่งผลิต	1	0	-	-	-	-
	แหล่งรวบรวม	0	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	0	0	-	-	-	-
58.ใบมะกรูด	แหล่งผลิต	1	0	-	-	-	-
	แหล่งรวบรวม	0	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	0	0	-	-	-	-
59.ยอดมะระ							
หวาน	แหล่งผลิต	1	0	-	-	-	-
	แหล่งรวบรวม	0	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	0	0	-	-	-	-
60.กะหล่ำปลี	แหล่งผลิต	3	0	-	-	-	-
	แหล่งรวบรวม	0	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	0	0	-	-	-	-
61.แก้วมังกร	แหล่งผลิต	1	1	cypermethrin	0.86	0	No MRL
	แหล่งรวบรวม	0	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	0	0	-	-	-	-
62.ชะอม	แหล่งผลิต	1	0	-	-	-	-
	แหล่งรวบรวม	0	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	0	0	-	-	-	-

ชนิดพืช	แหล่งที่เก็บ ตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง ทั้งหมด	จำนวน ตัวอย่างที่ พบสารพิษ	ชนิดสารที่พบ	ปริมาณที่พบ (mg/kg)	จำนวน ตัวอย่างเกิน ค่า MRL	ค่า MRL ^{2/} (mg/kg)
63.ดอกขจร	แหล่งผลิต	6	0	-	-	-	-
	แหล่งรวบรวม	0	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	0	0	-	-	-	-
64.ใบบัวบก	แหล่งผลิต	2	0	-	-	-	-
	แหล่งรวบรวม	0	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	0	0	-	-	-	-
65.มะเขือพวง	แหล่งผลิต	1	0	-	-	-	-
	แหล่งรวบรวม	0	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	0	0	-	-	-	-
66.มะระขี้นก	แหล่งผลิต	3	0	-	-	-	-
	แหล่งรวบรวม	0	0	-	-	-	-
	แหล่งจำหน่าย	0	0	-	-	-	-
รวมทั้งสิ้น		1000	173	0		5	

หมายเหตุ ^{1/} จำนวนตัวอย่างที่พบสารชนิดนี้ ^{2/} อ้างอิงจาก Codex/มกอช.

ตารางที่ 4 ชนิดสารพิษตกค้างที่ตรวจพบมากในพืชจากแหล่งผลิต แหล่งจำหน่ายและแหล่งรวบรวมในพื้นที่ สวพ.4 ปี 2554- 2558 (ตัวอย่างพืชทั้งหมด 1,000 ตัวอย่าง)

ชนิดสาร	กลุ่มสาร	จำนวน ตัวอย่าง ที่พบสาร	จำนวน ตัวอย่างที่พบ เกินค่า MRL	ปริมาณที่พบ (mg/kg)
chlorpyrifos	ออร์แกโนฟอสฟอรัส	74	-	0.01-3.13
cypermethrin	ไพรีทรอยด์	65	4 ^{1/}	0.01-17.20
lamdacyhalothrin	ไพรีทรอยด์	26	-	0.01-0.28
carbaryl	คาร์บาเมท	12	-	0.01-3.90
carbofuran	คาร์บาเมท	12	-	0.02-1.76
profenofos	ออร์แกโนฟอสฟอรัส	6	-	0.01-1.10
cyfluthrin	ออร์แกโนฟอสเฟต	6	-	0.01-1.65
Pirimiphos-methyl	ออร์แกโนฟอสฟอรัส	4	-	0.02-0.16
triazophos	ออร์แกโนฟอสฟอรัส	3	-	0.15
dimethoate	ออร์แกโนฟอสฟอรัส	2	-	0.01-0.02
carbosulfan	คาร์บาเมท	1	-	1.18
Chlorpyrifos-methyl ^{2/}	ออร์แกโนฟอสฟอรัส	1	-	0.13
EPN	ออร์แกโนฟอสฟอรัส	1	-	0.02
ethion	ออร์แกโนฟอสฟอรัส	1	-	0.01
malathion	ออร์แกโนฟอสฟอรัส	1	-	0.02
methomyl	คาร์บาเมท	1	-	4.66
diazinon	ออร์แกโนฟอสฟอรัส	1	1 ^{3/}	0.18

^{1/} พบเกินในตัวอย่างถั่วฝักยาว 2 ค่า มกอช.MRL ในถั่วฝักยาว = 0.05 มก/กก. พริก 2.00 มก/กก.

^{2/} เป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 4.

^{3/} พบเกินในตัวอย่างคะน้า ค่า มกอช.MRL ในคะน้า = 0.05 มก/กก.

เมื่อนำปริมาณสารตกค้างที่ตรวจพบ ไปเปรียบเทียบกับค่า MRL ซึ่งเป็นระดับปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดที่มีได้ในสินค้า หรือค่าปลอดภัยในแต่ละพืชตามมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช. 9002-2551) พบว่าปริมาณสารพิษที่ตรวจพบส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำกว่าค่า MRL หรือปลอดภัยต่อผู้บริโภค แต่มี 5 ตัวอย่าง จาก 2 ชนิดพืช คือ ถั่วฝักยาว และคะน้า ที่ตรวจพบสารตกค้างมากกว่าค่ามาตรฐานความปลอดภัยที่กำหนดหรือมากกว่าค่า MRL คิดเป็นร้อยละ 0.50 ของตัวอย่างทั้งหมด นอกจากนี้ตรวจพบ chlorpyrifos-methyl ซึ่งสารวัตถุอันตรายชนิดที่ 4 ที่ประกาศห้ามมิให้มีการผลิต นำเข้า ส่งออก และครอบครองตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ.2535

8. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์สารพิษตกค้างในพืชจากระบบการผลิต GAP ระหว่างเดือน ปี 2554 – 2558 สามารถสรุปข้อมูลได้ ดังนี้

1) จากตัวอย่างพืชทั้งหมด 1,000 ตัวอย่าง ตรวจพบสารพิษตกค้าง 178 ตัวอย่าง จาก 30 ชนิดพืช คิดเป็นร้อยละ 17.8 ของตัวอย่างทั้งหมด ชนิดพืชที่ตรวจพบได้แก่ ผักชี แคนตาลูป ต้นหอม กระเทียม มะเขือเทศ กะเพรา ข่า กวางตุ้ง หอมแดง ถั่วฝักยาว ผักไฮโดรโพนิคส์ ฝรั่ง แดงโม กุยช่าย หน่อไม้ฝรั่ง พริก เมล่อน แมงลัก สะระแหน่ โหระพา มะละกอ แดงกวา แดงร้าน กะหล่ำดอก มะนาว ขึ้นช่าย ผักกาด ผักหวาน องุ่น และแก้วมังกร แต่ในจำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบสารพิษตกค้าง 178 ตัวอย่าง มีพืช 5 ตัวอย่าง จาก 2 ชนิดพืช คือ ถั่วฝักยาว และกระเทียม ที่ตรวจพบสารตกค้างมากกว่าค่ามาตรฐานความปลอดภัยที่กำหนดหรือมากกว่าค่า MRL คิดเป็นร้อยละ 0.50 ของตัวอย่างทั้งหมด

2) จากตัวอย่างพืชทั้งหมด 1,000 ตรวจไม่พบสารพิษตกค้างในพืช 822 ตัวอย่าง จาก 36 ชนิดพืช คิดเป็นร้อยละ 17.8 ของตัวอย่างทั้งหมด 82.2 ชนิดพืชที่ตรวจไม่พบได้แก่ สลัด มะเขือ แครอท ข้าวโพด บัตเตอร์เฮด ตะไคร้ เห็ด มะระ ผักกาด ผักกูด เบซิล บวบ ทับทิม มะขาม กะทอน ผักบัว น้ำเต้า ฟักเขียว กระเจี๊ยบเขียว ถั่วเขียว แวเดซีโอ หน่อไม้ เสาวรส มะละกอ อะโวคาโด ไคโยเกียวกว๊าย น้อยหน่า ใบมะกรูด ยอดมะขามหวาน กะหล่ำปลี ชะอม ดอกขจร ใบบัวบก มะเขือพวง มะระขี้นก และกระเทียมต้น

3) ตรวจพบสารพิษตกค้างจากตัวอย่างพืชทั้งสิ้น 16 ชนิดสาร ได้แก่ chlorpyrifos, chlorpyrifos-methyl, profenofos, malathion, dimethoate, epn, diazinon, ethion, triazophos, pirimiphos-methyl, cyfluthrin, carbosulfan carbofuran carbaryl lamda-cyhalothrin และ cypermethrin โดยชนิดสารที่ตรวจพบมากที่สุด คือ chlorpyrifos ช่วงปริมาณการตรวจพบ คือ 0.01-3.13 mg/kg รองลงไปคือ cypermethrin ช่วงปริมาณการตรวจพบ คือ 0.01-17.2 mg/kg และตรวจพบวัตถุอันตรายทางการเกษตร ชนิดที่ 4 คือ chlorpyrifos-methyl ในกวางตุ้ง 1 ตัวอย่าง

ในภาพรวมถือว่าการตรวจพบสารพิษตกค้างจากพืชที่ได้จากระบบการผลิตพืช GAP ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างพบว่า ปริมาณส่วนมากยังอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค แต่ในส่วนของ การตรวจพบสารพิษตกค้างเกินค่า MRL และวัตถุอันตรายชนิดที่ 4 นั้น หน่วยงานและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับระบบ GAP ต้องแนะนำเกษตรกรให้มีความเข้าใจมากยิ่งขึ้นในการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชอย่างเหมาะสม เพื่อให้มีความปลอดภัยแก่ตัวเกษตรกรเอง และพืชที่ได้จากระบบการผลิตตามระบบ GAP มีความเสี่ยงต่อการตกค้างของสารเคมีทางการเกษตรลดน้อยลง ส่งผลให้ผลผลิตที่ได้มีคุณภาพเป็นที่น่าเชื่อถือต่อผู้บริโภค และมีมาตรฐานที่ดีเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งภายในและต่างประเทศ

9. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

9.1 ได้ข้อมูลชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในผลผลิตพืชของเกษตรกรหลังการรับรองระบบ GAP ในพื้นที่ สวพ.4 เปรียบเทียบกับค่ากำหนดปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดที่ยอมให้มีได้ในผลผลิต (MRL) และได้

ข้อมูลชนิดพืช ชนิดสาร และพื้นที่ที่มีความเสี่ยงในการตรวจพบสารพิษตกค้างเกินค่าความปลอดภัย ซึ่งจะนำไปสู่การแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบต่อไป

9.2 ได้ข้อมูลการตรวจพบการใช้วัตถุอันตรายชนิดที่ 4 ในพื้นที่ สวพ.4 แจ้งให้ กลุ่มควบคุมตามพระราชบัญญัติ เพื่อดำเนินการตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ.2535 ต่อไป

9.3 นำประเด็นปัญหาในแปลงเกษตรกรทุกแปลงที่พบสารพิษตกค้าง และนำข้อมูลแปลงที่ตรวจพบสารพิษตกค้างเกินค่า MRL และวัตถุอันตรายทางการเกษตรชนิดที่ 4 แจ้งเตือนผู้ตรวจสอบรับรองแปลงในแต่ละพื้นที่เพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหา และนำข้อมูลเสนอคณะกรรมการพิจารณาให้การรับรองระบบ GAP ของ สวพ.4 และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องของกรมฯ เพื่อกำหนดเป็นแนวทางหรือมาตรการในการตรวจสอบย้อนกลับคุณภาพผลผลิตหลังการรับรอง GAP ต่อไป

10. เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร.2547. เอกสารวิชาการ คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืชปี 2551.

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ .33 หน้า.

กรมวิชาการเกษตร.2547. เอกสารโครงการความปลอดภัยอาหาร (Food Safety) ด้านพืช. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 22 หน้า

กรมวิชาการเกษตร.2548. พืชและกลไกการออกฤทธิ์ของวัตถุมีพิษการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ . 56-71 หน้า.

กองวัตถุมีพิษการเกษตร .2545. คู่มือการใช้บริการด้านการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายและสารพิษตกค้าง.กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ .25-37 หน้า

จันทร์ทิพย์ อารังศรีสกุล. 2544. ปัญหาสารพิษตกค้างในผลิตผลและผลิตภัณฑ์การเกษตร. ใน เอกสารวิชาการ ประกอบคำบรรยายในการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1-8 หลักสูตร ความรู้พื้นฐานการวิเคราะห์คุณภาพและสารพิษตกค้างทางวัตถุมีพิษการเกษตร ระหว่างวันที่ 14-19 มีนาคม 2544 ณ กองวัตถุมีพิษการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร. น.1-24.

นารถยา จันทร์ส่อง, อธิพิล บังพรม, สุภาพร บังพรม และ สุนทรี มีเพ็ชร. 2551. การตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในพริกจากแหล่งผลิต GAP ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง. ใน รายงานการประชุมวิชาการ 36 ปี กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร. น. 256-257.

บัณฑิต ดำรงค์, ศิริพันธ์ สุขมาก และ สมสมัย ปาลกุล. 2538. การศึกษาสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษในผักและผลไม้. ใน รายงานการประชุมวิชาการ กองวัตถุมีพิษการเกษตร ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ:กรมวิชาการเกษตร กองวัตถุมีพิษการเกษตร. น. 96-104.

สกุลรัตน์ อุษณาวรงค์ และ กรรณิการ์ จิรสิริทรัพย์. 2536. การศึกษาระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสของเกษตรกรหมู่บ้านกุดกว้าง. ศรีนครินทร์เวชสาร 8 : 215-219.

สกุลรัตน์ อุษณาวรงค์, ปิยะดา ส่งเสริมสกุล และ วรณท มาศวรรณ. 2545. การศึกษาสารตกค้าง

Mehamidophos และ Methyl-Parathion ในผักในตลาดบางลำพู จังหวัดขอนแก่น. วารสารวิจัย มข. 7 : 71-74.

สกุลรัตน์ อุษณาวรงค์, ธนาบุช เมืองนาง และ อริศรา สุดแสน. 2547. การศึกษาหาสาร Methamidophos

และ Methyl-Parathion ตกค้างในผักปลอดสารพิษในห้างแม่โครจังหวัดขอนแก่น. วารสารวิจัย มข.9 : 23-28.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2551. มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ

สารพิษตกค้าง : สารพิษตกค้างสูงสุด. กรุงเทพฯ : กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Steinwandter,H.1985. Universal 5 min on –line Method for Extracting and Isolating Pesticide

Residue and Industrial Chemicals. Fresenius .Z.Anal. Chem.No.1155.

http://www.acfs.go.th/standard/download/residue_limits.pdf

<http://www.acfs.go.th/codexMRL.php>