

การตรวจวิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืชคาร์บาเมตในน้ำนม

Determination of Carbamate Insecticide in Milk

ลัดดา แก้วกล้าปัญญาเจริญ
บุญไพ สัจวรานนท์

Ladda Kaewklapanyacharoen
Boonpai Suwaranond

กองอาหาร
กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

Division of Food
Department of Medical Sciences

บทคัดย่อ

ได้ทำการศึกษาดัดแปลง วิธีการตรวจวิเคราะห์สารตกค้างจากเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มคาร์บาเมต ในน้ำนม UHT จากวิธีของ R.T. Krause ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้กับผักและผลไม้ หลักการของวิธีคือตัวอย่างจะถูกสกัดและทำให้บริสุทธิ์โดย liquid-liquid partition และ charcoal-silanized celite column จากนั้นตรวจวิเคราะห์ด้วย High Performance Liquid Chromatograph-Fluorescence Detector โดยใช้เทคนิค Post Column Derivatization ทดสอบประสิทธิภาพวิธีโดยการเติมสารมาตรฐาน 5 ชนิด ได้แก่ aldicarb, carbofuran, carbaryl, methomyl, methiocarb กับ toxic metabolites 2 ชนิด ได้แก่ aldicarb sulfone และ 3-hydroxy carbofuran ที่ระดับความเข้มข้น 0.02, 0.05 และ 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่าวิธีดังกล่าวมีประสิทธิภาพวิธีอยู่ในเกณฑ์ดี คือได้ค่าประสิทธิภาพวิธี (% recovery) เฉลี่ยอยู่ในช่วง 82.4-99.6 ค่าร้อยละสัมประสิทธิ์ของการแปรปรวน (RSD) อยู่ในช่วง 2.1-7.4 ปริมาณต่ำสุดที่คำนวณได้ (Limit of Quantitation, LOQ) มีค่าเท่ากับ 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าปริมาณต่ำสุดที่ตรวจวัดได้ (Limit of Detection, LOD) เท่ากับ 0.006 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และได้ทำการสำรวจสารตกค้างกลุ่มคาร์บาเมตในตัวอย่างน้ำนมจำนวน 16 ตัวอย่าง ผลการตรวจไม่พบทุกตัวอย่าง

ABSTRACT

The method for determining carbamate insecticides in UHT milk was modified base on the method developed by R.T. Krause. The carbamate residues are extracted and cleaned up by liquid-liquid partition and charcoal-silanized celite column. These residues are then separated and analysed by High Performance Liquid Chromatograph with Fluorescence Detector using post column derivatization technique. The recovery data was obtained by fortifying the milk samples with 5 carbamates and 2 toxic metabilites at levels 0.02, 0.05 and 0.1 mg/kg. The range of average recovery was 82.4-99.6% and the range of average relative standard deviation was 2.1-7.4%. The limit of quantitation (LOQ) was 0.02 mg/kg and Limit of Detection (LOD) was 0.006 mg/kg. By this method, 16 samples of milk were analysed and no residue was found in any sample.

Key words : High Performance Liquid Chromatograph, carbamate insecticides, milk.

บทนำ

สารเคมีกำจัดแมลงประเภทคาร์บาเมต (carbamate insecticides) เป็นสารเคมีที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในทางเกษตรกรรม เช่นในพริกและผลไม้ เป็นสารที่มีพิษค่อนข้างสูงออกฤทธิ์กว้าง บางชนิดสามารถถูกดูดซึมผ่านเข้าทางราก ใบ และสามารถเคลื่อนย้ายไปยังส่วนต่างๆ ของต้นพืชได้ มีฤทธิ์ร้ายแรงต่อแมลงศัตรูพืช จากสถิติการนำเข้าของสารกำจัดศัตรูพืช พ.ศ. 2538 พบว่าการนำสารกลุ่มนี้เข้ามามีแนวโน้มสูงและนำเข้ามากเป็นอันดับ 2 รองจากกลุ่ม organophosphate คือมีปริมาณนำเข้ารวม 2448 ตัน⁽¹⁾ จะเห็นได้ว่าเกษตรกรนิยมใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มนี้กันอย่างมากซึ่งอาจเป็นผลทำให้มีการปนเปื้อนและตกค้างเข้าไปในผลิตผลทางเกษตรกรรม กลไกการเกิดพิษกับมนุษย์และสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมของสารประเภทนี้จะเป็นปฏิกิริยายับยั้งเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส (cholinesterase-inhibitor) และเป็นปฏิกิริยา reversible⁽²⁾ ดังนั้นการได้รับสารนี้บ่อยๆ แต่ในปริมาณต่ำกว่าที่จะเกิดอาการพิษจะไม่ทำให้เกิดพิษสะสม ถ้าเกิดอาการพิษขึ้นอาการก็จะหายไปภายใน 8 ชั่วโมง แต่ถ้าได้รับสารนี้ในปริมาณสูงก็เป็นอันตรายมากเนื่องจากสารกลุ่มคาร์บาเมต มีความเป็นพิษค่อนข้างสูง อีกทั้งมีบางตัว เช่น methomyl มีลักษณะผลึกคล้ายน้ำตาลทรายมีกลิ่นน้อยมาก ทำให้ง่ายต่อการจูงใจหรือเผลอเรอในการนำไปใช้อย่างผิดวัตถุประสงค์หรือแม้แต่การนำไปใช้ลอบทำร้ายกัน⁽³⁾ และจากกรณีเกิดเหตุเมื่อเดือนกุมภาพันธ์ 2539 สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสิงห์บุรีได้รับแจ้งจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ว่าได้รับการรายงานผลการตรวจวิเคราะห์นมปรุงแต่ง UHT รสหวานตรามะลิ ผลิตโดยบริษัทอุตสาหกรรมนมไทย จำกัด รุ่นวันหมดอายุ 22/05/39 ว่าตรวจพบการปนเปื้อนจากสารเคมีกำจัดแมลงคาร์บาเมต ทางเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องจึงได้ดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำนม UHT ให้ทำการตรวจวิเคราะห์ แต่เนื่องจากวิธีที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์น้ำนมแต่เดิมนั้นใช้วิธี TLC ซึ่งเป็นวิธี screening test เป็นการตรวจ

วิเคราะห์สารกลุ่มคาร์บาเมตในปริมาณที่สูง ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาและดัดแปลงวิธีการตรวจวิเคราะห์ขึ้นเพื่อใช้เป็นวิธีวิเคราะห์สารตกค้างกลุ่มคาร์บาเมตในน้ำนม ในปริมาณที่ต่ำ การวิเคราะห์ปกติใช้วิธี AOAC⁽⁴⁾ ซึ่ง R.T. Krause ได้พัฒนาขึ้นใช้ตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างผักและผลไม้ซึ่งเป็นตัวอย่างที่ไม่มีไขมันเท่านั้นผู้วิจัยได้นำวิธีนี้มาดัดแปลงใช้กับตัวอย่างน้ำนมซึ่งมีปริมาณไขมันกับโปรตีนสูง และทดสอบวิธีที่ปรับปรุงโดยเติมสารมาตรฐานคาร์บาเมต 5 ชนิด และ toxic metabolites 2 ชนิดแล้วหาค่าประสิทธิภาพวิธีของวิธีดังกล่าว เพื่อเป็นวิธีวิเคราะห์สารกลุ่มคาร์บาเมตในน้ำนมซึ่งเป็นการเฝ้าระวังอันตรายให้แก่ผู้บริโภคด้านสารพิษตกค้างอีกทางหนึ่ง

วัตถุประสงค์และวิธีการ

การเตรียมตัวอย่าง

ตัวอย่างนมสด UHT ทั้งหมดประมาณ 1500 มิลลิลิตรผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน (homogeneous) ด้วยหัวปั่น (ultra turrax mixer) บัณฑิต medium speed นาน 2 นาที ชั่งตัวอย่าง 50 กรัม ถ้ายังไม่วิเคราะห์โดยทันที เก็บรักษาโดยแช่เยือกแข็ง

สารเคมี และสารมาตรฐาน

organic solvent ได้แก่ acetonitrile, methanol, dichloromethane, petroleum ether และ toluene เป็นชนิด HPLC grade ผลิตภัณฑ์ของบริษัท Burdick & Jackson Laboratories inc., Silanize celite 545, Charcoal (nuchar S-N[®] R), Reaction solution : ละลาย o-phthalaldehyde 500 มิลลิกรัม ด้วย methanol 10 มิลลิลิตร เติม 0.05 N sodium tetraborate จนปริมาตรครบ 1 ลิตร, 0.05 N sodium hydroxide solution, sodium sulphate (เผาที่อุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง), 2% sodium chloride solution, น้ำเป็นชนิด Ultra pure water ซึ่งเตรียมโดยผ่านระบบกรองน้ำให้บริสุทธิ์ (Norganic Water Purification System ผลิตภัณฑ์ Millipore)

Mobile phase : 12% acetonitrile in water gradient to 70% acetonitrile in water within 30 min

สารมาตรฐานคาร์บาเมตที่ใช้ความบริสุทธิ์มากกว่าร้อยละ 98 ได้รับจากองค์การสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (U.S. EPA) เตรียมสารละลายมาตรฐานใน methanol ให้มีความเข้มข้น 1 $\mu\text{g/ml}$ เป็น working standard

เครื่องมือ และอุปกรณ์

Analytical column : 25 cm x 4.6 mm id column containing 6 micron Zorbax C-8 spherical particles

Liquid Chromatograph system

-Solvent delivery system : Spectra-physics model P4000

-Injector : Manual sample inject valve model 7125

-Column oven : Millipore

-Hydrolysis oven : Gas-chromatograph oven model F11 (Perkin-Elmer)

-Detector : Fluorescence (Jasco model PF 110)

-Integrator : Spectra-physics (Chromjet)

โดยตั้งสภาวะเครื่องดังนี้

Flow rate : 1.5 ml / min

Column oven temperature : 35 องศาเซลเซียส

Hydrolysis oven temperature : 100 องศาเซลเซียส

Flow rate of 0.05N NaOH : 0.5 ml/min each and reaction solution

Fluorescence Detector

: Excitation wavelength 340 nm.

: Emission wavelength 435 nm.

Sensitivity : 50 % full scale deflection of carbofuran 10 ng.

วิธีวิเคราะห์

ชั่งตัวอย่างน้ำหนัก 50 กรัมแล้วทำ liquid-liquid partition โดยเติม acetonitrile 75 มิลลิลิตร เขย่านาน 30 วินาที จะมีการตกตะกอนของโปรตีนในนม รินเฉพาะส่วนที่ใส นำชั้น aqueous มา partition ต่อด้วย acetonitrile 50 และ 10 มิลลิลิตร ตามลำดับ เขย่านาน ครั้งละ 20 วินาที รวมชั้น acetonitrile เติม petroleum ether 100 มิลลิลิตร เขย่า 20 วินาที ทิ้งชั้น petroleum ether ชั้นของ acetonitrile สกัดต่อด้วย dichloromethane อีกครั้งหนึ่งโดยเติม dichloromethane 100 มิลลิลิตร และสารละลาย sodium chloride (2%) 50 มิลลิลิตร เขย่านาน 30 วินาที เก็บชั้น dichloromethane นำชั้น aqueous สกัดซ้ำด้วย dichloromethane 25 และ 25 มิลลิลิตร ตามลำดับ เขย่าเบาๆ รวมชั้น dichloromethane จากนั้นทำให้บริสุทธิ์โดยผ่าน silanized celited-charcoal (4:1) column ตามวิธีของ R.T. Krause ล้างออกด้วย toluene : acetonitrile (1:3) ปริมาตรสุดท้ายเป็น 5 มิลลิลิตร กรองผ่าน filter membrane 0.45 μm . ตรวจชนิดและปริมาณด้วย High Performance Liquid Chromatograph Fluorescence Detector ใช้เทคนิค post column derivatization

การทดสอบประสิทธิภาพวิธี

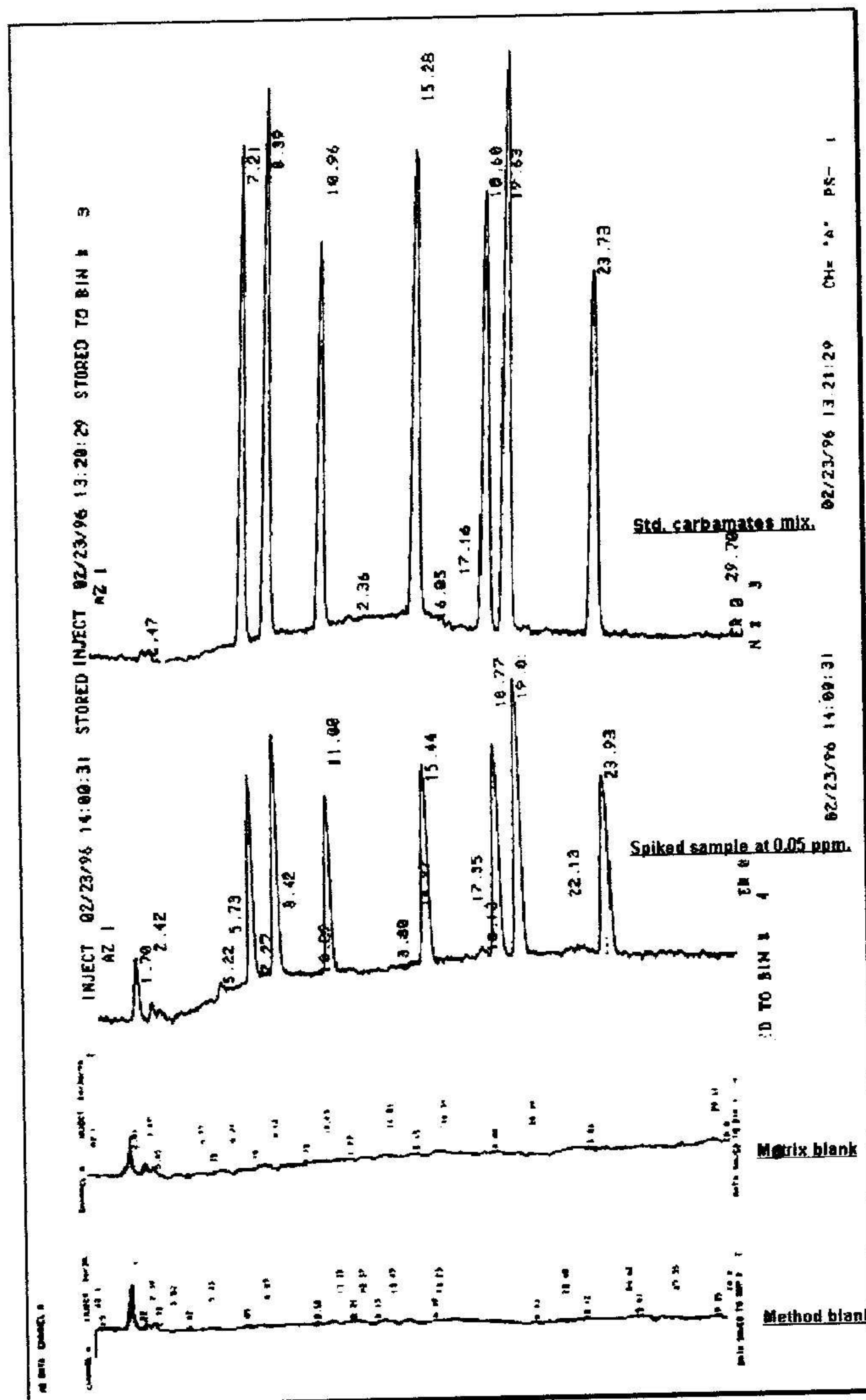
1. Method blank ใช้ น้ำกลั่น 50 กรัมทำการวิเคราะห์ ตามวิธี
2. Matrix blank โดยใช้ตัวอย่างนมสด UHT 50 กรัม นำมาวิเคราะห์ตามวิธี
3. Spiked sample ตัวอย่างนมสด UHT 50 กรัม นำมาเติมสารมาตรฐานที่ระดับความเข้มข้น 0.02, 0.05 และ 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แล้วทำการวิเคราะห์ตามวิธีข้างต้นโดยทำ 5 ซ้ำในแต่ละความเข้มข้น

การสำรวจปริมาณสารตกค้าง กลุ่มคาร์บาเมตในนมสด UHT

ตัวอย่างนมสด UHT รวม 16 ตัวอย่าง ได้รับจากเจ้าหน้าที่สาธารณสุขจังหวัดของจังหวัดต่างๆ ซึ่งเก็บมาจากโรงงานผู้ผลิตและท้องตลาดซึ่งมีวันที่ผลิตเดียวกันกับตัวอย่างนมสด UHT ที่ตรวจพบสารตกค้างกลุ่มคาร์บาเมตในกรณีเกิดเหตุ

ผล

จากการทดสอบพบว่า chromatogram ของ method blank และ matrix blank ที่ได้ ไม่มีการรบกวนของ interference ต่างๆ (ภาพที่ 1) วิธีวิเคราะห์ที่ทำการทดสอบนี้มีค่า LOQ เท่ากับ 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีค่า LOD เท่ากับ 0.006 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพวิธี



ภาพที่ 1 แสดง Chromatogram ของ Method blank , Matrix blank , Spiked sample ที่ ระดับความเข้มข้น 0.05 ppm และ Standard carbamates mix.

(% recovery) ที่ 0.02 ,0.05 และ 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอยู่ในช่วง 82.4-99.6 และร้อยละสัมประสิทธิ์ของการแปรปรวนอยู่ในช่วง 2.1-7.4 รายละเอียดค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพวิธี ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละสัมประสิทธิ์ของการแปรปรวนที่ระดับความเข้มข้น

ต่างๆได้แสดงในตารางที่ 1-3 เมื่อนำวิธีดังกล่าว มาสำรวจปริมาณสารตกค้างคาร์บาเมตในตัวอย่างนมสด UHT จำนวน 16 ตัวอย่าง ผลตรวจไม่พบสารตกค้างคาร์บาเมตในทุกตัวอย่าง

ตารางที่ 1 แสดงประสิทธิภาพวิธีวิเคราะห์ สารเคมีกำจัดศัตรูพืช คาร์บาเมต ในนมสด UHT ที่ระดับความเข้มข้น 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ลำดับที่	aldicarb sulfone	methomyl	3-hydroxy carbofuran	aldicarb	carbofuran	carbaryl	methiocarb
1	97.6	103.2	99.1	84.0	102.9	105.0	98.5
2	90.3	94.6	100.0	84.9	102.9	104.6	97.8
3	81.2	88.0	85.4	85.0	91.3	91.6	87.7
4	90.0	93.0	95.0	89.0	92.0	96.0	100.0
5	89.0	92.0	100.0	90.0	95.0	95.0	99.0
mean	89.6	94.2	95.9	86.6	96.8	98.4	96.6
SD	5.8	5.6	6.2	2.7	5.7	6.0	5.0
RSD	6.5	6.0	6.5	3.0	5.9	6.1	5.2

ตารางที่ 2 แสดงประสิทธิภาพวิธีวิเคราะห์ สารเคมีกำจัดศัตรูพืช คาร์บาเมตในนมสด UHT ที่ระดับความเข้มข้น 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ลำดับที่	aldicarb sulfone	methomyl	3-hydroxy carbofuran	aldicarb	carbofuran	carbaryl	methiocarb
1	95.2	98.7	104.5	82.0	100.7	98.9	101.5
2	101.6	98.7	104.5	88.6	107.4	105.2	105.2
3	87.3	85.5	90.9	80.0	94.0	89.5	94.2
4	89.0	88.2	89.7	80.2	97.4	98.4	99.5
5	90.2	92.0	95.0	81.0	98.3	97.6	97.8
mean	92.7	92.6	96.9	82.4	99.6	97.9	99.6
SD	5.8	6.0	7.2	3.6	5.0	5.6	4.1
RSD	6.3	6.5	7.4	4.4	5.0	5.7	4.1

ตารางที่ 3 แสดงประสิทธิภาพวิธีวิเคราะห์ สารเคมีกำจัดศัตรูพืช คาร์บาเมต ในนมสด UHT ที่ระดับความเข้มข้น 0.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ลำดับที่	aldicarb sulfone	methomyl	3-hydroxy carbofuran	aldicarb	carbofuran	carbaryl	methiocarb
1	80.3	81.1	82.7	80.5	90.0	87.0	80.0
2	82.5	85.1	91.4	82.9	96.0	93.2	92.3
3	83.3	86.5	91.4	82.7	90.7	87.7	89.2
4	89.0	85.1	91.4	85.4	94.6	93.0	95.4
5	87.0	90.2	87.7	82.8	93.0	89.5	90.0
mean	84.4	85.6	88.9	82.9	92.9	90.1	89.4
SD	3.5	3.3	3.8	1.7	2.5	2.9	5.8
RSD	4.2	3.8	4.3	2.1	2.7	3.2	6.5

วิจารณ์

วิธีการตรวจวิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่ม คาร์บาเมตในตัวอย่างนมสด UHT ที่ได้นำเสนอและ ทดสอบนี้ ได้ดัดแปลงจากวิธีของ R.T. Krause ซึ่งเป็น วิธีวิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่ม คาร์บาเมตใน ตัวอย่างผักและผลไม้เท่านั้น โดยข้ามขั้นตอนการสกัด ซึ่งในวิธีเดิมนั้นตัวอย่างจะถูกสกัดด้วย methanol โดยใช้วิธีปั่นด้วยหัวปั่น (ultra turrax mixer) จากนั้นระเหย methanol ออกด้วยเครื่อง vacuum rotary evaporator ให้หมด จากนั้นจะเป็นขั้นตอน liquid-liquid partition โดยเทสารสกัดที่ได้ใส่ใน separatory funnel เติม sodium chloride 15 กรัม เขย่าให้ละลายเพื่อทำให้ในช่วงการสกัดมีการแยกชั้น ดีขึ้น ทำการสกัดด้วย acetonitrile ซึ่งวิธีที่ดัดแปลงจะ เริ่มที่ขั้นตอน liquid- liquid partition ด้วย acetonitrile เพราะเนื่องจากน้ำมันเป็นของเหลว ส่วนประกอบส่วนมากเป็นน้ำ องค์ประกอบที่สำคัญอื่นก็ มีโปรตีนและไขมันซึ่งอาจมีผลรบกวนต่อวิธีการวิเคราะห์

แต่เมื่อได้ทำการทดลองแล้วพบว่าทั้งโปรตีนและไขมันไม่ มีผลรบกวนต่อวิธีการวิเคราะห์ เนื่องจากในช่วงของการ สกัดด้วย acetonitrile จะเกิดการตกตะกอนของโปรตีน ที่อยู่ในน้ำมันทำให้สามารถกำจัดโปรตีนออกจากตัวอย่าง น้ำมันได้ นอกจากนี้ไขมันที่มีอยู่ในตัวอย่างน้ำมันก็ถูก สกัดออกด้วย petroleum ether ทำให้ตัวอย่างที่ได้ จากการวิเคราะห์วิธีนี้ไม่มี interferences ทำให้ ง่ายต่อการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณ แต่วิธีการ วิเคราะห์นี้มีข้อยุ่งยากบางประการคือในช่วงการทำ liquid-liquid partition โดย acetonitrile จะเกิด ตะกอนซึ่งจะจับตัวเป็นก้อนอยู่ที่ชั้นล่าง ดังนั้นในการ ถ่ายชั้นของ acetonitrile ต้องเทจากด้านบนของ separatory funnel แล้วจึงทำการสกัดต่อซึ่งก็ไม่เป็น ปัญหามากนักแต่ต้องระวังให้เกิดการสูญเสียตัวอย่าง น้อยที่สุด และจากการศึกษาพบว่าตะกอนที่ตกออกมา นั้นไม่มีผลรบกวนต่อประสิทธิภาพของวิธีการวิเคราะห์ โดยดูจากค่าประสิทธิภาพวิธี (%recovery) ที่ได้ จากการทดสอบวิธีนี้ใช้วิธีเดิมสารมาตรฐานคาร์บาเมต 5 ชนิด และ toxic metabolites 2 ชนิดเป็นตัวแทนใน

การศึกษา ได้แก่ aldicarb, methomyl, carbofuran, carbaryl, methiocarb, aldicarb sulfone และ 3-hydroxy carbofuran โดยพิจารณาจากความนิยมในการใช้และสารตัวที่ก่อปัญหา เต็มสารมาตรฐานที่ 3 ระดับความเข้มข้นคือ ที่ระดับ LOQ คือเท่ากับ 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่ระดับค่ากำหนดสูงสุดของ carbofuran ที่ Codex⁽⁵⁾ กำหนด (Maximum residues limit ,MRL) ในน้ำมัน คือ 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมและที่ 5 เท่าของ LOQ คือ 0.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่าค่าประสิทธิภาพวิธีอยู่ในเกณฑ์ดีอยู่ในช่วง 82.4-99.6 จากการทดลองได้ทำการทดลอง 5 ซ้ำในแต่ละระดับความเข้มข้น ได้ค่าร้อยละสัมประสิทธิ์ของการแปรปรวน (RSD) อยู่ในช่วง 2.1-7.4 ซึ่งอยู่เกณฑ์ที่ยอมรับได้ตาม W. Horwitz⁽⁶⁾ ซึ่งได้รายงานค่า RSD สำหรับงานวิเคราะห์สารตกค้างจากเคมีกำจัดศัตรูพืชซึ่งมีความเข้มข้นในระดับมิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าเท่ากับ 16 นั่นคือแสดงให้เห็นว่าวิธีการวิเคราะห์นี้ให้ผลการวิเคราะห์ที่มีความแม่นยำและความถูกต้องอยู่ในเกณฑ์ที่ดี สามารถใช้เป็นวิธีวิเคราะห์คาร์บาเมต ในน้ำมันได้ อันจะเป็นการเพิ่มขอบข่ายในการเฝ้าระวังความปลอดภัยด้านสารพิษตกค้าง

สรุป

จากการศึกษาได้เปลี่ยนแปลงวิธีการวิเคราะห์สารกำจัดศัตรูพืชคาร์บาเมตตกค้างในนมสด UHT ของ R.T. Krause พบว่ามีประสิทธิภาพวิธีที่ดี ให้ความถูกต้อง (accuracy) และความแม่นยำ (precision) อยู่ในค่าที่ยอมรับได้ อีกทั้งมีขั้นตอนและวิธีการวิเคราะห์ที่ง่าย ไม่มี

interferences จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นวิธีในการวิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างกลุ่มคาร์บาเมตในน้ำมัน เพื่อการเฝ้าระวังความปลอดภัยให้แก่ผู้บริโภคต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. ไพฑูรย์ พิศุทธิ์สินธุ์ , บุญส่ง หุตังคบดี , นิยม รัตนพงษ์ และประยูร ศรีเจริญ 2538 การนำเข้าสารกำจัดศัตรูพืช พ.ศ.2538 ฝ่ายวัตถุมีพิษ กองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 12
2. บุญไพ สัจจวานนท์, เนตรนภิส วัฒนสุชาติ และอมราวงศ์พุทธพิทักษ์ 2531. สารกำจัดศัตรูพืชคาร์บาเมตในผักและผลไม้ ว.กรมวิทย์.พ. 30 (3): 185-191.
3. จารุวรรณ วิริยะหิรัญไพบูลย์.2528. เมทโรมิล. ว.กรมวิทย์ พ. 27(4) : 431-433.
4. Krause, R.T. 1980 .Multiresidue method for determining N-methylcarbamate insecticides in crops, using high performance liquid chromatography. J. AOAC 63(5) : 1114-1124.
5. Codex Alimentarius Commission . 1992 Guide to Codex recommendation concerning pesticide residues part 2. (Maximum limits for pesticide residues). Joint FAO/WHO Food Standard Programme.
6. Horwitz, W., Kamps, L.R. and Boyer, K.W. 1980. Quality assurance in the analysis of food for trace constituents. J. AOAC 63(6) : 1344-1354.