



การติดตามสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในขยะอินทรีย์ชนิดพืชผัก  
ในอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

Monitoring of Pesticide Residues in Organic Waste  
in Amphoe Muang Khon Kaen Province

จารุพงศ์ ประสพสุข<sup>1</sup> และ ชุติมาศ บุญไทย อิวาย<sup>2\*</sup>

**บทคัดย่อ**

การติดตามสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในขยะอินทรีย์ในอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ได้ตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในขยะอินทรีย์ชนิดพืชผัก จากตลาดกระจายผักและผลไม้ จำนวน 3 แห่ง ในช่วงฤดูฝน ฤดูหนาวและฤดูร้อน ระหว่าง เดือน สิงหาคม 2553 ถึง เมษายน 2554 วิเคราะห์สารกำจัดศัตรูพืช 3 กลุ่ม (organochlorine organophosphate และ pyrethroid) จำนวน 22 ชนิด ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี พบว่ามีสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในตัวอย่างขยะอินทรีย์พืชผักเรียงจากปริมาณที่พบมากไปน้อย คือ cypermethrin, chlorpyrifos, deltamethrin, dicofol และ lambda-cyhalothrin ตามลำดับ ปริมาณที่พบอยู่ในช่วง 0.044 ถึง 2.608 มิลลิกรัม/กิโลกรัม พบว่าปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชบางชนิดเกินค่า Maximum Residual Limit และตรวจพบการตกค้างปริมาณมากใน ฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝน ตามลำดับ โดยพบสารพิษตกค้างมากในขยะอินทรีย์ชนิด คื่นช่าย กะหล่ำปลี ผักกาดขาว และเปลือกข้าวโพด ตามลำดับ

<sup>1</sup>สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 กรมวิชาการเกษตร ต.ศิลา อ.เมือง จ. ขอนแก่น 40000

<sup>2</sup>ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร สาขาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002

\*Corresponding Author, E-mail: chulee\_b@kku.ac.th, ja.prasopsuk@gmail.com

## ABSTRACT

The objective of this study aims to monitor pesticide residues in organic waste in Northeast Thailand. A total of 22 pesticides from different chemical groups (organochlorine, organophosphate and pyrethroid) in the different organic wastes collected from the markets in Khon Kaen province, were monitored in the rainy, winter and summer seasons during August 2010 to April 2011 by gas chromatography. The most frequently found pesticides were cypermethrin followed by chlorpyrifos, deltamethrin, dicotophos and lambda-cyhalothrin, respectively (ranging from 0.044 to 2.608 mg/kg). It was found that some kinds of pesticides exceed the maximum residual limit (MRL) value. Pesticide residue in organic waste was found higher in winter season followed by summer and rainy season, respectively. The pesticide residues were mostly found in kale followed by cabbages, lettuce and corn peel.

**คำสำคัญ:** ขยะอินทรีย์ สารกำจัดศัตรูพืช สารพิษตกค้าง

**Keywords:** Organic waste, Pesticide, Pesticide residues

## บทนำ

ปัจจุบันภาคการเกษตรของไทยยังคงนำเข้าปัจจัยการผลิตจากต่างประเทศในปริมาณที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะวัตถุดิบอันตรายทางการเกษตร ที่มีการนำเข้าปีละหลายหมื่นตัน ดังข้อมูลของกรมวิชาการเกษตร (สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร, 2554) ทั้งนี้เพื่อเพิ่มผลผลิตและใช้ป้องกันกำจัดศัตรูพืช ผลจากการใช้สารเคมีเกษตรอย่างกว้างขวางและต่อเนื่องยาวนาน ทำให้เกิดปัญหาสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผลผลิตทางการเกษตรของไทยอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ส่งผลให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของเกษตรกรโดยมีแนวโน้มการเจ็บป่วยที่เพิ่มขึ้น (ปณิตา, 2552) นอกจากนี้ยังมีผลกระทบต่อผู้บริโภค สัตว์เลี้ยง และสิ่งมีชีวิตอื่นๆในระบบนิเวศที่ได้รับสารพิษทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น จากการเข้าสู่สิ่งมีชีวิตโดยตรง การตกค้างในระบบห่วงโซ่อาหาร การแพร่กระจายในดินในน้ำ ซึ่งไม่ว่าจะสารพิษจะตกค้างในส่วนใดของระบบ

ก็มีผลกระทบต่อเนื่องกันไป ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องติดตามตรวจสอบเพื่อให้ทราบถึงชนิดและปริมาณของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชเหล่านั้นเพื่อหาวิธีการจัดการที่เหมาะสมต่อไป

เมื่อพืชผักผลไม้ไม่มีสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างอยู่ทั่วไป ขยะอินทรีย์จากเศษพืชผักผลไม้ อาจจะมีการตกค้างของสารพิษเหล่านั้นได้ ข้อมูลขยะมูลฝอยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือปี พ.ศ. 2551 พบว่ามีปริมาณขยะมูลฝอยมากที่สุดในประเทศ คือ 11,820 ตัน/วัน คิดเป็นร้อยละ 29 ของปริมาณที่เกิดขึ้นทั่วประเทศ จังหวัดขอนแก่นมีขยะมูลฝอย ประมาณ 800 ตัน/วัน สัดส่วนของขยะอินทรีย์มีประมาณร้อยละ 64 ของขยะมูลฝอยทั้งหมด (กรมควบคุมมลพิษ, 2553) เพื่อลดปัญหาขยะล้นเมือง จึงได้มีการรณรงค์ให้นำขยะอินทรีย์เหล่านั้นไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งการทำปุ๋ยหมัก การนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ (กรมควบคุมมลพิษ, 2552) รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์ในด้านพลังงาน

จากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นในงานวิจัยนี้ เมื่อ สิงหาคม พ.ศ. 2553 เกี่ยวกับแหล่งที่มาของผัก ปริมาณขยะอินทรีย์จากเศษผัก และการนำขยะอินทรีย์ ไปใช้ประโยชน์ ในตลาดสด 3 แห่งในอำเภอเมือง ขอนแก่น ได้แก่ ตลาดบางลำภู ตลาดศรีเมืองทอง และ ตลาด อ.จिरะ พบว่าพืชผักที่นำมาส่งในตลาดกระจาย พืชผักในจังหวัดขอนแก่น มาจากภาคเหนือ ภาคกลาง เป็นส่วนใหญ่ ปริมาณขยะอินทรีย์ชนิดเศษพืชผักที่เกิดขึ้นรวมกัน 3 ตลาดมีประมาณกว่า 12 ตัน/วัน ขยะอินทรีย์ส่วนใหญ่นิยมนำไปเป็นอาหารสัตว์ เช่น ปลา หมู และวัว มีบางส่วนที่นำไปทำปุ๋ยหมักและน้ำหมักชีวภาพ

แหล่งที่มาของค่น้ำ มาจาก อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ ตลาดไทย จังหวัดกรุงเทพมหานคร บางส่วนมาจาก จังหวัดนครราชสีมา และบึงฉิมบึง เนียม จังหวัดขอนแก่น กะหล่ำปลีและผักกาดขาว มีแหล่งที่มาจาก อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก และจังหวัดเชียงใหม่ ส่วน ข้าวโพด มีแหล่งที่มาจากจังหวัดชัยภูมิ นครราชสีมา ศรีสะเกษ หนองคาย และ เลย ซึ่งข้อมูลของ Bartlett and Bijlmakers (2003) ทำให้ทราบว่าพื้นที่ภาคกลาง และภาคเหนือในจังหวัดที่เป็นแหล่งปลูกพืชผักดังกล่าว มีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชอยู่ในระดับสูงเมื่อเทียบกับ ภาคอื่น ๆ ในประเทศไทย

จากข้อมูลสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผักและผลไม้ ของสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 4 และ 5 กรมวิชาการเกษตร (สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3, 2553; วัชรพร และคณะ, 2552; นาดยา และคณะ, 2553; มณฑาทิพย์ และคณะ, 2553) ซึ่งทำการศึกษา ตรวจสอบและเก็บข้อมูลในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตอนบน 10 จังหวัด (สวพ.3) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตอนล่าง 9 จังหวัด

(สวพ.4) ภาคกลางและภาคตะวันตก 21 จังหวัด (สวพ. 5) ระหว่างปี พ.ศ. 2551-2552 พบว่ามีสารเคมีกำจัด ศัตรูพืชตกค้างในผักและผลไม้ร้อยละ 27-36 ของ ตัวอย่างทั้งหมดที่ยื่นขอรับรองรับรองระบบเกษตรดีที่เหมาะสม (GAP) ในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันตกและภาคกลางของไทย และมีจำนวน ตัวอย่างที่พบสารพิษเกินค่า MRL ร้อยละ 2-28 (MRL: maximum residue limits คือ ปริมาณสารพิษตกค้าง สูงสุดที่กำหนดให้มีได้ในอาหาร) สารกำจัดศัตรูพืชที่พบ ส่วนใหญ่ คือ cypermethrin chlorpyrifos ethoprophos deltamethrin diazinon profenofos lambda-cyhalothrin fenvalerate cyfluthrin และ dimethoate โดยปริมาณสารพิษตกค้างที่เกินค่า MRL จะพบสูงสุดในเขตภาคตะวันตกและภาคกลาง วัชรพร และคณะ (2554) ได้รายงานการตรวจติดตามสารพิษ ตกค้างในตัวอย่างพืชผักและผลไม้ที่ผ่านการรับรอง ระบบเกษตรดีที่เหมาะสม (GAP) ในเขตภาค ตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน จำนวน 10 จังหวัด ใน ปีงบประมาณ 2551 2552 และ 2554 พบว่าสารกำจัด ศัตรู พืช ที่ พ บ มาก ที่ สุด คือ cypermethrin chlorpyrifos และ deltamethrin ตามลำดับ ปริมาณ ที่พบอยู่ในช่วง 0.01-6.84 มิลลิกรัม/กิโลกรัม อาจ กล่าวได้ว่าประชาชนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมี โอกาสที่จะได้รับสารกำจัดศัตรูพืชเข้าสู่ร่างกายได้หาก ไม่ระมัดระวังหรือทำความสะอาดผักผลไม้ให้ดีก่อน บริโภค

การนำขยะอินทรีย์ที่มีสารกำจัดศัตรูพืช ตกค้างไปทำปุ๋ยหมักพบว่าสารกำจัดศัตรูพืชจะสลายตัว ไปในกระบวนการผลิตปุ๋ยหมักและจะสลายตัวได้หมดเมื่อ กระบวนการทำปุ๋ยหมักสิ้นสุดลง แต่ต้องใช้เวลากว่า 60 วัน (จิราพรณ, 2547) ในต่างประเทศ Lemmon และ Pylypiw (1992) ได้วิเคราะห์ปุ๋ยหมักจากเศษหญ้าที่

ปนเปื้อนสารกำจัดศัตรูพืช โดยทำการวิเคราะห์การตกค้างของ diazenone chlopyrifos isofenphos และ pendimethalin หลังจาก 20 สัปดาห์ของการทำปุ๋ยอินทรีย์ ไม่พบสารพิษตกค้างในปุ๋ยหมักนั้น ส่วน Taube et al. (2002) รายงานว่าจะยังคงมี DDT, lindane ,สารกำจัดศัตรูพืชในกลุ่ม Herbicide และ Fungicides ตกค้างในขยะอินทรีย์และปุ๋ยหมัก จึงอาจกล่าวได้ว่า การนำขยะอินทรีย์ไปทำปุ๋ยหมักจะช่วยลดความเสี่ยงอันตรายจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชได้แต่ไม่ใช่ทั้งหมด ทั้งนี้อาจขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของกระบวนการผลิตปุ๋ยหมักรวมทั้งชนิดและปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในวัตถุดิบ

สำหรับความกังวลในการแพร่กระจายของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในสิ่งแวดล้อม cypermethrin ในกลุ่ม pyrethroid ซึ่งพบการตกค้างมากในผักผลไม้ (วัชรพร และคณะ, 2552; นาทยา และคณะ, 2553; มณฑาทิพย์ และคณะ, 2553) วิภา และคณะ (2553) ให้ข้อมูลว่า cypermethrin สามารถสลายตัวในน้ำได้อย่างรวดเร็ว แต่สลายตัวในดินค่อนข้างช้าโดย มีครึ่งชีวิต ในดิน 6.63-20.09 วัน สำหรับ chlorpyrifos ในกลุ่ม organophosphorus พบว่ามีการตกค้างในผักผลไม้มากเช่นเดียวกับ cypermethrin (วัชรพร และคณะ, 2552) chlorpyrifos มี ครึ่งชีวิต ในดิน 11 วัน (วิภา และคณะ, 2553) ข้อมูลใน Extoxnet (1996) รายงานว่า chlorpyrifos มีครึ่งชีวิตใน ดินร่วนปนทราย จนถึง ดินเหนียว นาน 11-141 วัน และ chlorpyrifos มักไม่สลายตัวในน้ำที่มีสภาพเป็นกรด แต่จะสลายตัวได้ในน้ำที่มีสภาพด่าง โดยในน้ำที่ pH 7.0 และ 25 องศาเซลเซียส chlorpyrifos มีครึ่งชีวิต 35-78 วัน

จากข้อมูลการวิจัย การจัดการขยะอินทรีย์ โดยนำไปใช้ประโยชน์ในการทำปุ๋ยหมักจะช่วยลด

ปริมาณสารพิษตกค้างได้ ส่วนขยะอินทรีย์ที่ไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์ สารพิษตกค้างอาจจะถูกชะจากขยะอินทรีย์แล้วไปปนเปื้อนในดินและน้ำได้ และหากพบสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในขยะอินทรีย์ชนิดเศษพืชผัก ในปริมาณที่เกินค่า MRL (FAO/WHO, 2011) การนำขยะอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์ในการเลี้ยงสัตว์อาจเป็นอันตรายต่อสัตว์โดยตรงรวมทั้งมีโอกาสตกค้างในห่วงโซ่อาหารได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาติดตามสารกำจัดศัตรูพืชในขยะอินทรีย์ชนิดพืชผัก เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการจัดการขยะอินทรีย์ชนิดพืชผักให้เกิดความปลอดภัยทั้งต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมต่อไป

## วิธีทดลอง

เก็บตัวอย่างขยะอินทรีย์ชนิดพืชผักซึ่งเป็นขยะสดที่เพิ่งผ่านการปอกและตัดแยกทิ้ง โดยเก็บตัวอย่างในช่วงเช้าจากตลาดสดในอำเภอเมืองขอนแก่น 3 แห่ง ได้แก่ ตลาดบางลำภู ตลาด อ.จริระ และตลาดศรีเมืองทอง ตัวอย่างส่งไปวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการภายใน 2 ชั่วโมง การวิเคราะห์สารพิษตกค้างแยกตามแหล่งขยะอินทรีย์โดยทำการวิเคราะห์ ทั้งชนิดพืชผักรวมและแยกตามชนิดเศษผัก การวิเคราะห์สารพิษตกค้างแยกตามชนิด 4 ชนิด คือ เศษผักกาดขาว คะน้า กะหล่ำปลี และเปลือกผักข้าวโพด ตัวอย่างที่ส่งไปวิเคราะห์น้ำหนัก 1 กิโลกรัมโดยสุ่มเก็บตัวอย่างตามวิธีชักตัวอย่างเพื่อตรวจหาสารพิษตกค้าง มกอช. 9025-2551 (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2551) ทำการเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์สารกำจัดศัตรูพืชตกค้าง 3 ครั้งใน 3 ฤดูกาลคือเดือนสิงหาคม 2553 (ฤดูฝน) เดือนพฤศจิกายน 2553 (ฤดูหนาว) และเดือนเมษายน 2554 (ฤดูร้อน) ทำการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ โดยประยุกต์ใช้วิธีสกัดแบบ QuEChERS (Anastassiades et al., 2003) และ

วิเคราะห์สารกำจัดศัตรูพืชตกค้างด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี

### สารเคมี

เฮกเซน (hexane) PR Grade เอทิล อะซิเตท (ethyl acetate) PR Grade อะซิโตนไนไตรท์ (acetonitrile) HPLC Grade โซเดียมคลอไรด์ (sodium chloride) แมกนีเซียมซัลเฟต แอนไฮดรัส (magnesium sulfate anhydrous) พีเอสเอ (primary secondary amine: PSA) และ กรดอะซิติก (acetic acid) AR Grade

### เครื่องมือและอุปกรณ์

เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี (Gas Chromatograph: GC) ยี่ห้อ Agilent รุ่น 6890N ตัวตรวจวัดชนิด micro electron capture detector ( $\mu$ ECD) และ flame photometric detector (FPD) เครื่องชั่งละเอียด ( $\pm 0.001$  กรัม Mettler Toledo PB 303- S และ  $\pm 0.0001$  กรัม Mettler Toledo AB 204-S) เครื่องปั่นเหวี่ยง (centrifuge, Napco 2028R) เครื่องเป่าระเหยด้วยไนโตรเจน ( $N_2$ -evaporator) เครื่องผสมสาร (vortex mixer model VX-100) เครื่องย่อยตัวอย่าง (robot coupe) อุปกรณ์สำหรับการสกัดสาร และเครื่องแก้ววัดปริมาตร

### ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง

ชั่งตัวอย่างที่หั่นและบดละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน 15 กรัมลงใน หลอด Centrifuge ขนาด 50 มิลลิลิตร เติม 1% กรดอะซิติก ในอะซิโตนไนไตรท์ 15 มิลลิลิตร แล้วปิดฝาแล้วเขย่าด้วยมือ และ เครื่องผสมสาร อย่างละ 1 นาที แล้วเติมโซเดียมคลอไรด์ 1 กรัม และแมกนีเซียมซัลเฟต แอนไฮดรัส (anhydrous

$MgSO_4$ ) 4 กรัม เขย่าด้วยมือ และเครื่องผสมสาร ประมาณ 2 นาที หลังจากผสมกันดีแล้วนำไปเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยง โดยปรับความเร็วที่ 4,000 รอบ/นาที อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที สารละลายจะแยกเป็น 2 ชั้น จากนั้นดูดส่วนใสด้านบนด้วยปิเปตให้ได้ปริมาตร 6 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอด centrifuge ขนาด 15 มิลลิลิตร ที่มีแมกนีเซียมซัลเฟตแอนไฮดรัส (anhydrous  $MgSO_4$ ) 900 มิลลิกรัม และ พีเอสเอ (PSA) 150 มิลลิกรัม ปิดฝา เขย่าด้วยมือ และเครื่องผสมสาร อย่างละ 1 นาที จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงแยกชั้นอีกครั้ง เพื่อแยกของแข็งออกจากสารละลาย จากนั้นดูดส่วนใสด้านบนด้วยปิเปตให้ได้ปริมาตร 2 มิลลิลิตรใส่ลงในหลอดแก้วขนาด 15 มิลลิลิตร 1 หลอด (สำหรับวิเคราะห์กลุ่ม organochlorine และ pyrethroid) และดูดส่วนใสด้านบนให้ได้ปริมาตร 1 มิลลิลิตรใส่ลงในหลอดแก้วขนาด 15 มิลลิลิตรอีก 1 หลอด (สำหรับวิเคราะห์สารพิษกลุ่ม organophosphate) นำสารละลายในหลอดแก้วไปลดปริมาตรสารละลายด้วยเครื่องเป่าระเหยด้วยไนโตรเจน จากนั้นปรับปริมาตรด้วยเฮกเซน 1 มิลลิลิตร (สำหรับวิเคราะห์กลุ่ม organochlorine และ pyrethroid) นำสารละลายใส่ในขวดแก้ว (vial) ขนาด 1.5 มิลลิลิตร และนำไปตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-ECD ส่วนอีก 1 หลอดปรับปริมาตรด้วย เอทิลอะซิเตท 1 มิลลิลิตร (สำหรับวิเคราะห์สารพิษกลุ่ม organophosphate) นำสารละลายใส่ในขวดแก้ว (vial) ขนาด 1.5 มิลลิลิตร และนำไปตรวจวิเคราะห์ ด้วยเครื่อง GC-FPD

### การคำนวณหาปริมาณของสารพิษตกค้างในตัวอย่าง

นำสารละลายตัวอย่างที่สกัดแล้ว ฉีดเข้าเครื่อง GC แล้ววัดพื้นที่ใต้พีคของสารจากโครมาโต-

แกรมเพื่อคำนวณปริมาณสารพิษตกค้าง โดยใช้สภาวะของเครื่องและปริมาตรการฉีดเช่นเดียวกับสารมาตรฐาน สร้างกราฟเปรียบเทียบ ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารมาตรฐาน (x) และพื้นที่ใต้พีค (y)

### ผลการวิเคราะห์

ผลการวิเคราะห์พบว่ามีการกำจัดศัตรูพืชตกค้างในตัวอย่างขยะอินทรีย์ชนิดพืชผักรวม ได้แก่ cypermethrin chlorpyrifos deltamethrin dicotophos และ lambda-cyhalothrin ซึ่ง cypermethrin พบในทุกฤดูกาลปริมาณเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.044-2.608 มิลลิกรัม/กิโลกรัม chlorpyrifos พบในฤดูหนาวและฤดูร้อนปริมาณเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.077-1.066 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ส่วน deltamethrin

dicotophos และ lambda-cyhalothrin พบในบางฤดูกาล ปริมาณเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.054-0.795 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ดังแสดงในตารางที่ 1

เมื่อทำการวิเคราะห์โดยแยกตัวอย่างขยะอินทรีย์แต่ละชนิดพบว่าขยะอินทรีย์จาก กะหล่ำปลี และคะน้า พบสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในทุกฤดูกาล ชนิดที่พบมากคือ cypermethrin chlorpyrifos delta-methrin dicotophos และ lambda-cyhalothrin ตามลำดับ ปริมาณเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.050-1.926 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ส่วนขยะอินทรีย์จาก ผักกาดขาวและเปลือกผักข้าวโพด พบสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในฤดูหนาวและฤดูร้อน ชนิดที่พบมากคือ cypermethrin chlorpyrifos deltamethrin และ dicotophos ตามลำดับ ปริมาณเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.016-2.00 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ดังแสดงในตารางที่ 2

**ตารางที่ 1** ค่าเฉลี่ยของสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างที่พบในขยะอินทรีย์ชนิดพืชผักรวมในตลาดสด อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

แหล่งเก็บตัวอย่าง	ฤดูฝน (สิงหาคม 2553)		ฤดูหนาว (พฤศจิกายน 2553)		ฤดูร้อน (เมษายน 2554)	
	สารกำจัดศัตรูพืช (mg/kg)	$\bar{X} \pm SD$	สารกำจัดศัตรูพืช (mg/kg)	$\bar{X} \pm SD$	สารกำจัดศัตรูพืช (mg/kg)	$\bar{X} \pm SD$
ตลาดบางลำภู	cypermethrin	0.044 ± 0.003	cypermethrin	0.086 ± 0.003	cypermethrin	0.374 ± 0.023
	lambda-cyhalothrin	0.054 ± 0.004	chlorpyrifos	0.077 ± 0.003	chlorpyrifos	0.689 ± 0.037
			deltamethrin	0.281 ± 0.020	dicotophos	0.667 ± 0.004
ตลาดอ.จिरะ	cypermethrin	0.050 ± 0.004	cypermethrin	2.608 ± 0.018	cypermethrin	0.387 ± 0.031
			chlorpyrifos	1.066 ± 0.069	chlorpyrifos	0.545 ± 0.036
			deltamethrin	0.736 ± 0.028	dicotophos	0.795 ± 0.033
ตลาดศรีเมืองทอง	cypermethrin	0.072 ± 0.007	cypermethrin	1.667 ± 0.045	ND	-
			chlorpyrifos	0.742 ± 0.042		
			deltamethrin	0.761 ± 0.060		

หมายเหตุ  $\bar{X}$  = ค่าเฉลี่ย, SD = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน, N = 3, ND = not detected, LOD (limit of detection) = 0.001 mg/kg

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยของสารกำจัดศัตรูพืชตกค้าง ที่พบในขยะอินทรีย์แยกตามชนิดในตลาดสด อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

ชนิดขยะอินทรีย์	ฤดูฝน (สิงหาคม 2553)		ฤดูหนาว (พฤศจิกายน 2553)		ฤดูร้อน (เมษายน 2554)	
	สารกำจัดศัตรูพืช (mg/kg)	$\bar{X} \pm SD$	สารกำจัดศัตรูพืช (mg/kg)	$\bar{X} \pm SD$	สารกำจัดศัตรูพืช (mg/kg)	$\bar{X} \pm SD$
กะหล่ำปลี	cypermethrin	0.059 ± 0.005	cypermethrin	0.586 ± 0.022	cypermethrin	0.364 ± 0.023
			chlorpyrifos	1.926 ± 0.036	chlorpyrifos	0.055 ± 0.005
			deltamethrin	0.460 ± 0.020	dicotophos	0.127 ± 0.011
คะน้า	cypermethrin	0.050 ± 0.002	cypermethrin	1.415 ± 0.035	cypermethrin	0.763 ± 0.017
	lambda-cyhalothrin	0.078 ± 0.006	chlorpyrifos	0.129 ± 0.002	chlorpyrifos	1.429 ± 0.097
			deltamethrin	1.297 ± 0.082	dicotophos	1.615 ± 0.026
ผักกาดขาว	ND	-	cypermethrin	0.096 ± 0.008	cypermethrin	2.00 ± 0.156
			deltamethrin	0.269 ± 0.019	chlorpyrifos	0.016 ± 0.002
เปลือกผักข้าวโพด	ND	-	cypermethrin	0.075 ± 0.004	cypermethrin	0.294 ± 0.054
			chlorpyrifos	0.102 ± 0.004	chlorpyrifos	0.189 ± 0.018
			deltamethrin	0.148 ± 0.006		

หมายเหตุ  $\bar{X}$  = ค่าเฉลี่ย, SD = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน, N = 3, ND = not detected, LOD (limit of detection) = 0.001 mg/kg

### สรุปผลและวิจารณ์

ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในขยะอินทรีย์ชนิดพืชผัก จากตลาดกระจายผักและผลไม้ในอำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น จำนวน 3 แห่ง (ตลาดบางลำภู ตลาด อ.จिरะ และตลาดศรีเมืองทอง) ระหว่างเดือน สิงหาคม พ.ศ .2553 ถึง เดือน เมษายน พ.ศ .2554 พบว่ามีสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในตัวอย่างขยะอินทรีย์เรียงจากปริมาณที่พบมากไปน้อย คือ cypermethrin chlorpyrifos deltamethrin dicotophos และ lambda-cyhalothrin ตามลำดับ ปริมาณที่พบอยู่ในช่วง 0.044 ถึง 2.608 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ชนิดเศษผักที่มีปริมาณสารพิษตกค้างเกินค่า MRL เมื่อเทียบกับ Codex MRL: pesticide residues in food and feed (FAO/WHO, 2010) คือ ชนิดกะหล่ำ พบว่าปริมาณของ deltamethrin เกินค่า

MRL 1 ตัวอย่าง ชนิดคะน้า พบว่าปริมาณของ cypermethrin เกินค่า MRL 1 ตัวอย่าง แสดงว่าไม่ปลอดภัยในการนำเศษผักไปเป็นอาหารสัตว์ ส่วนชนิดผักกาดขาวและชนิดเปลือกผักข้าวโพดไม่เกินค่า MRL แต่จะเห็นว่ามีปริมาณสารพิษตกค้างอยู่หลายชนิดจึงควรระมัดระวังในการนำไปใช้ประโยชน์ด้วยกัน

ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างที่พบมากในฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝน ตามลำดับ นั้นเป็นผลจากในช่วงฤดูหนาวมีปัจจัยด้านอุณหภูมิที่ต่ำทำให้สารกำจัดศัตรูพืชมีการสลายตัวไปจากพืชน้อย ในส่วนฤดูฝนนั้นอาจมีปัจจัยการถูกชะล้างจากน้ำฝนจึงพบในปริมาณที่น้อย ทั้งนี้อาจเกี่ยวข้องกับปัจจัยอื่นได้แก่พฤติกรรมการใช้สารกำจัดศัตรูพืช การระบาดของโรคและแมลงในระยะนั้น ๆ ด้วย แม้รายงานผลการวิเคราะห์จะรายงานปริมาณสารพิษตกค้าง เฉพาะใน

ส่วนเปลือกหรือส่วนที่ปกป้องกันที่เรียกว่าขยะอินทรีย์ของคณน้ำ ผักกาดขาว กะหล่ำปลี และข้าวโพด แต่ก็สะท้อนให้ถึงภาวะสารพิษตกค้างในพืชผลทางการเกษตรของไทย ผู้บริโภคควรตระหนักถึงความปลอดภัยและระมัดระวังในการล้างทำความสะอาดผักก่อนบริโภค ควรเลือกบริโภคผักที่ทราบแหล่งปลูกและมั่นใจได้ว่าปลอดภัยจากสารพิษตกค้าง ได้แก่ สินค้าเกษตรอินทรีย์ พืชผักปลอดสารพิษหรือพืชผักที่ผ่านการรับรอง GAP หรือแนวทางที่ดีที่สุดคือปลูกผักเพื่อบริโภคเอง

ปริมาณสารพิษตกค้างที่พบมากในขยะอินทรีย์ชนิด คณน้ำ กะหล่ำปลี ผักกาดขาว เนื่องจากการใช้สารกำจัดแมลงในกลุ่ม pyrethroids เป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นจึงตรวจพบ cypermethrin ซึ่งมีการใช้ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช เช่น หนอนกระทู้ผัก หนอนใยผัก หนอนเจาะลำต้นข้าวโพด หนอนเจาะถั่วฝักยาว สำหรับ lambda-cyhalothrin ใช้สำหรับป้องกันและกำจัดหนอนและเพลี้ยในผักและผลไม้ เช่น เพลี้ยจักจั่น หนอนใยผัก หนอนคืบกะหล่ำปลี หนอนเจาะยอดกะหล่ำปลี หนอนม้วนใบ และ deltamethrin ใช้ป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืช เช่น หนอนเจาะสมอฝ้าย ซึ่งเป็นศัตรูสำคัญของพืชผัก (สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช, 2552) ส่วนสารกำจัดศัตรูพืชในกลุ่ม organo-phosphates ได้แก่ chlorpyrifos ใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชจำพวกแมลงปากดูด เช่นเพลี้ยอ่อน ตัวงวงม้นเทศ ตัวงวงข้าว หนอนเจาะลำต้น ในพืช ถั่วเหลือง ถั่วลิสง มันเทศ ข้าวเปลือก และ dicrotophos ใช้ควบคุมแมลงในต้นกาแฟ ข้าวโพด ข้าว ถั่วเหลือง และพืชไร่อื่น ๆ รวมทั้งใช้กำจัดเห็บและหมัดในฝูงสุสัตว์ (หน่วยข้อเสนอเทคโนโลยีอันตรายและความปลอดภัย, 2554) สำหรับในเปลือกผักข้าวโพด พบสารพิษตกค้าง 3 ชนิดคือ

cypermethrin chlorpyrifos และ delta-methrin เป็นสารพิษในกลุ่มและชนิดเดียวกับที่พบในชนิดผัก มีข้อสังเกตสำหรับสารกำจัดศัตรูพืชที่มีการแนะนำสำหรับใช้ใน ข้าว ถั่ว และพืชไร่ แต่ผลการวิเคราะห์ยังพบการตกค้างในชนิดพืชผัก ซึ่งอาจจะไม่ตรงกับเป้าหมาย หรือวัตถุประสงค์ที่ใช้ กรณีนี้อาจเป็นผลจากการขาดความรู้ในการใช้สารกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกร การที่สารกำจัดศัตรูพืชจำหน่ายในลักษณะสูตรผสมหรือความตั้งใจปลอมปน การขาดข้อแนะนำที่ชัดเจนในการใช้สารกำจัดศัตรูพืชของหน่วยงานภาครัฐหรือบริษัทผู้จำหน่าย หรืออาจเป็นผลจากการแพร่กระจายหรือตกค้างในสิ่งแวดล้อม ปัญหาเหล่านี้เป็นเรื่องที่ต้องร่วมมือกันแก้ไข

สำหรับความเป็นพิษ สารกำจัดศัตรูพืชในกลุ่ม organophosphates และ pyrethroids ส่วนใหญ่มีความเป็นพิษรุนแรงต่อปลาและสิ่งมีชีวิตในน้ำ และเป็นอันตรายหากสารพิษนั้นเข้าสู่ร่างกายทั้งมนุษย์และสัตว์ (หน่วยข้อเสนอเทคโนโลยีอันตรายและความปลอดภัย, 2554) แต่ยังสามารถที่จะสลายตัวไปด้วยกลไกทางสิ่งแวดล้อม เช่น จากกระบวนการทางเคมี กระบวนการทางชีวภาพ (มลวรรณ, 2552) ดังนั้นแนวทางการจัดการกับขยะอินทรีย์ชนิดพืชผักที่มีสารพิษกำจัดศัตรูพืชจึงไม่ควรนำไปเลี้ยงสัตว์โดยตรง ควรมีการชำระล้างจนมั่นใจหรือนำไปผ่านกระบวนการหมักก่อนนำไปเลี้ยงสัตว์เพื่อลดความเสี่ยงที่จะรับสารพิษซึ่งจะเป็นอันตรายต่อสัตว์โดยตรงและอาจมีการสะสมในชั้นไขมันสัตว์ ส่งผลให้เกิดการตกค้างในระบบห่วงโซ่อาหารต่อไปได้อีก (FAO/WHO, 2010) ทางเลือกที่ดีอีกทางหนึ่งคือการนำไปใช้ประโยชน์ในการทำปุ๋ยหมัก ซึ่งจะช่วยลดปริมาณสารพิษตกค้างลงได้ (จิราพรรณ, 2547) หรืออาจนำไปผลิตเป็นพลังงาน

ซึ่งต้องพิจารณาให้เกิดความเหมาะสม คุ่มค่าและปลอดภัยให้มากที่สุด

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้สนับสนุนการทำวิจัย บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น (ทุนอุดหนุนและส่งเสริมการทำวิทยานิพนธ์) สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (ทุนอุดหนุนการวิจัย) ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร สาขาวิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ศูนย์วิจัยด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและสารอันตราย มหาวิทยาลัยขอนแก่น ศูนย์ความเป็นเลิศแห่งชาติด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและของเสียอันตราย ศูนย์เครือข่ายมหาวิทยาลัยขอนแก่น และ กลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 กรมวิชาการเกษตร

### เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. (2552). แนวทางและข้อกำหนดเบื้องต้นการลดและใช้ประโยชน์ขยะมูลฝอย. กรุงเทพมหานคร.  
กรมควบคุมมลพิษ. (2553). รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย 2551. กรุงเทพมหานคร.  
จิราพรพรรณ ทองหยอด. (2547). การศึกษาปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่ม ออร์กาโนคลอรีนจากการหมักขยะของตลาดผลไม้ เทศบาลตำบล พลับพลาณารายณ์ อ. เมือง จ.จันทบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.  
นายดา จันทร์ส่อง ,อิทธิพล บังพรม ,สุภาพร บังพรม ,จำลอง กรัมย์ และ สุนทรี มีเพ็ชร. (2553). ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในพืชผักและผลไม้ในพื้นที่ สวพ.4 หลังการรับรองระบบ GAP. สวพ. 4. การประชุมวิชาการประจำปี 2553, สวพ. 3-4-5. กรมวิชาการเกษตร. (หน้า 1-15). อุบลราชธานี.

ปณิตา คุ่มผล. (2552). สรุปรายงานการเฝ้าระวังโรค 2552, กรมควบคุมโรค. เข้าถึงได้จาก <http://www.epid.moph.go.th> (วันที่สืบค้น 2 กุมภาพันธ์ 2553)  
มณฑาทิพย์ อรุณวารการณ, กัญญารัตน์ เต็มปิยพล และ จิราภา เมืองคล้าย. (2553). ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในพืชผักและผลไม้ในพื้นที่ สวพ.5 หลังการรับรองระบบ GAP. สวพ. 5. การประชุม วิชาการประจำปี 2553, สวพ. 3-4-5. กรมวิชาการเกษตร. (หน้า 2). ชัยนาท.  
มลิวรรณ บุญเสนอ .(2552). นิเวศพิษวิทยา (Ecotoxicology). มหาวิทยาลัยศิลปากร นครปฐม.  
วัชรภาพร พากักดี, ปริญญา สุขสุพรรณ และ ชัยศักดิ์ แผ้วพลสง. (2552). สถานการณ์สารพิษตกค้างในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน. รายงานผลการดำเนินงานประจำปี 2550 - 2551, สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 กรมวิชาการเกษตร. (หน้า 42-46). ขอนแก่น.  
วัชรภาพร พากักดี, ปริญญา สุขสุพรรณ, จารุพงศ์ ประสพสุข และ ชัยศักดิ์ แผ้วพลสง. (2554). การศึกษาชนิดและปริมาณของสารพิษตกค้างในพืชผักผลไม้ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน หลังการรับรองระบบเกษตรดีที่เหมาะสม (GAP). ประกอบการประชุมวิชาการระบบเกษตรแห่งชาติครั้งที่ 7. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม และ กรมวิชาการเกษตร. 8-10 สิงหาคม 2554.โรงแรมดักศิลา. มหาสารคาม.  
วิภา ตั้งนิพนธ์, ภิญญา จุลินทร, ปรีชา ฉัตรสันติประภา, ผกาสินี คล้ายมาลา, มลิสสา เวชยานนท์ วรวิทย์ สุจิรธรรม และธวัชชัย หงส์ตระกูล. (2553). ความเสี่ยงจากการใช้วัตถุมีพิษการเกษตร, กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร, สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร, กรมวิชาการเกษตร. เข้าถึงได้จาก <http://m.doa.go.th/apsrdo/images/stories/research/research1/d4.doc>. (วันที่สืบค้น 10 มิถุนายน 2554)  
สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร. (2554). รายงานสรุปการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตร ปี พ.ศ. 2546-2553, กรมวิชาการเกษตร (มกราคม-ธันวาคม)

- เข้าถึงได้จาก <http://m.doa.go.th/ard/stat.php>. (วันที่สืบค้น 30 เมษายน 2554)
- สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3. (2553). รายงานการตรวจสอบสารพิษตกค้างในผักและผลไม้แปลง GAP ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน. สวพ.3. การประชุมวิชาการประจำปี 2553 สวพ.1-8. กรมวิชาการเกษตร. 105. ขอนแก่น.
- สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. (2552). คู่มือตรวจแมลงและไรศัตรูผักในแปลง GAP, กรมวิชาการเกษตร. นนทบุรี.
- Anastassiades, M., Lehotay, S.J., Stajnbaher, D. and Schenck, F.J. (2003). Fast and Easy Multiresidue Method Employing Acetonitrile Extraction/Partitioning and “Dispersive Solid Phase Extraction” for the Determination of Pesticide Residues in Produce, *J. AOAC Int.* (86): 412-431.
- Bartlett, A. and Bijlmakers, H. (2003). Did You Take Your Poison Today. IPM DANIDA project, Cooperation between the governments of Thailand and Denmark. Department of Agriculture. Bangkok. Thailand. 35 pp.
- Extoxnet. (1996). Extension Toxicology Network. Pesticide Information Profiles. [Online serial], Retrieved June 5, 2011 from the world wide web:<http://ace.orst.edu/info/extoxnet.orst.edu/pips/chlorpyr.htm>.
- FAO/WHO. (2010). Pesticide Residues in Food and Feed, CODEX Pesticides. [Online serial], Retrieved July 5, 2010 from the [www:http://www.codexalimentarius.net/pestres/data/pesticides](http://www.codexalimentarius.net/pestres/data/pesticides).
- IPCS, The WHO Recommended Classification of Pesticide by Hazard and Guidelines to Classification 2000-2002. [Online serial], Retrieved July 5, 2010 from the [www:http://www.who.int/ipcs/publications/en/pesticides\\_hazard.pdf](http://www.who.int/ipcs/publications/en/pesticides_hazard.pdf).
- Lemmon, C.R. and Pylipiw, Jr. H.M. (1992). Degradation of diazinon, chlorpyrifos, isofenphos and pendimethalin in grass and compost. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* (48): 409-415.
- Taube, J., Vorkamp, K., Forster, M. and Herrmann, R. (2002). Pesticide residues in biological waste. *Chemosphere* (49): 1357-1365.
- The National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards (ACFS), Ministry of Agriculture and Cooperatives. (2008). Pesticide Residues in Thai Agricultural Commodity and Food Standard TACFS 9002-2008. [Online serial], Retrieved July 1, 2010 from: <http://www.acfs.go.th>.

