

การติดตามสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินและน้ำหมักชีวภาพจากขยะอินทรีย์

Monitoring of Pesticide Residues in Compost, Vermicompost and Biological Fermentation from Organic Waste

จารุงพงศ์ ประสพสุข^{1*}, ชูลีมาศ บุญไทย อิวาย¹

Jarupong Prasopsuk^{1*}, Chuleemas Boonthai IWA¹

Received: 10 March 2012 ;Accepted: 4 May 2012

บทคัดย่อ

การติดตามสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน และน้ำหมักชีวภาพ โดยนำขยะอินทรีย์ชนิดเศษผักในตลาดสด อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น มาใช้เป็นวัตถุดิบ ระหว่างเดือน พฤศจิกายน 2553 ถึง กุมภาพันธ์ 2554 ได้ศึกษาการสลายตัวของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช 3 ชนิด คือ ไซเปอร์เมทริน เดลตาเมทริน และคลอไพริฟอส โดยทำการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในระยะเวลาหมัก 60 วัน ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี พบว่าวันแรก มีสารไซเปอร์เมทรินตกค้างในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน และน้ำหมักชีวภาพ ปริมาณ 1.864 0.873 และ 0.85 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หลังจาก 60 วัน มีค่าเฉลี่ยการสลายตัวไป ร้อยละ 94 100 และ 91 ตามลำดับ ส่วนสารคลอไพริฟอส วันแรกมีการตกค้าง ในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน และน้ำหมักชีวภาพ ในปริมาณ 0.392 0.184 และ 0.178 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หลังจาก 60 วัน มีค่าเฉลี่ยการสลายตัวไป ร้อยละ 72 100 และ 73 ตามลำดับ และสารเดลตาเมทริน วันแรกพบการตกค้าง ในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน และน้ำหมักชีวภาพ ในปริมาณ 0.101 0.047 และ 0.046 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หลังจาก 60 วัน มีค่าเฉลี่ยการสลายตัวไป ร้อยละ 100 ในการทำปุ๋ยทั้ง 3 รูปแบบ ข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดการขยะอินทรีย์อย่างถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย

คำสำคัญ: ขยะอินทรีย์ สารพิษตกค้าง ปุ๋ยชีวภาพ

Abstract

This study aims to monitor pesticide residue in three types of composting: the compost, vermicompost and biological fermentation made from the organic wastes from the markets in Khon Kaen province during November 2010 - February 2011. The degradation of pesticide residues (cypermethrin deltamethrin and chlorpyrifos) in three types of composting were studied. Pesticide residue was analyzed by gas chromatograph. The first day of composting process, cypermethrin in the compost, vermicompost and biological fermentation were found 1.864, 0.873 and 0.85 mg kg⁻¹, respectively. After 60 days, the average degradation of cypermethrin were 94, 100 and 91 %, respectively. The first day of composting process, chlorpyrifos in the compost, vermicompost and biological fermentation were found 0.392, 0.184 and 0.178 mg kg⁻¹, respectively. After 60 days, the average degradation of chlorpyrifos were 72, 100 and 73%, respectively. The first day of composting process, deltamethrin in the compost, vermicompost and biological fermentation were found 0.101, 0.047 and 0.046 mg kg⁻¹, respectively. After 60 days, the average degradation of deltamethrin were 100% in all composts. Therefore, the monitoring program for pesticide residues in organic waste are needed for sustainable management and protection of human's health and the environment.

Keyword: Organic waste, Pesticide Residues, Organic fertilizer

¹ ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002

¹ Department of Plant Sciences and Agricultural Resources, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, 40002

* Corresponding author: Department of Plant Sciences and Agricultural Resources, Land Resources and Environment Section, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, 40002. Email: ja.prasopsuk@gmail.com, chulee_b@kku.ac.th

บทนำ

ภาคการเกษตรของไทยปัจจุบันยังคงพึ่งพาปัจจัยการผลิตจากต่างประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง วัตถุอันตรายทางการเกษตร จากข้อมูลของกรมวิชาการเกษตร¹ ในปี 2553 มีการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตร ประมาณ 117,698 ตัน เป็นสารป้องกันและกำจัดแมลงประมาณ 80,278 ตัน มูลค่ารวมกว่า 17,924 ล้านบาท ซึ่งมูลค่าและปริมาณสารสำคัญที่นำเข้ามาในประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทุกปี การใช้สารเคมีเกษตรอย่างกว้างขวางและต่อเนื่อง ขณะที่เกษตรกรยังขาดความรู้ความเข้าใจและตระหนักถึงพิษภัยของสารพิษเหล่านี้ทำให้เกิดปัญหาสารพิษตกค้างในผลผลิตทางการเกษตรของไทย และส่งผลกระทบต่อสุขภาพของเกษตรกรโดยตรงซึ่งพบว่าความเจ็บป่วยที่เกิดจากการได้รับสารเคมีกำจัดศัตรูพืชมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งในปี 2552 กรมควบคุมโรค² พบผู้ป่วยจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในภาคเหนือ ร้อยละ 48.02 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ร้อยละ 27.32 ภาคกลาง ร้อยละ 20.52 และภาคใต้ ร้อยละ 4.14 ไม่รวมถึงผลกระทบต่อผู้บริโภค และสิ่งมีชีวิตอื่นๆในระบบนิเวศที่อาจได้รับสารพิษทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น การตกค้างในระบบห่วงโซ่อาหาร การแพร่กระจายในดิน น้ำ และอากาศ

จากการตรวจสอบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผักและผลไม้ ของสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3, 4 และ 5 กรมวิชาการเกษตร พบว่ามีสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผักและผลไม้ ร้อยละ 27 - 36 ของตัวอย่างที่ยื่นขอรับรองระบบเกษตรที่ดีที่เหมาะสม (GAP) ในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันตกและภาคกลางของไทย และมีจำนวนตัวอย่างที่พบสารพิษตกค้างเกินค่า MRL ร้อยละ 2 - 28 ชนิด สารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่พบส่วนใหญ่คือ cypermethrin, chlorpyrifos, ethoprophos, deltamethrin, diazinon, profenofos, lambda-cyhalothrin, cyfluthrin, fenvalerate และ dimethoate^{3,4,5,6}

ความกังวลเกี่ยวกับปัญหาสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผลผลิตทางการเกษตร จำเป็นต้องมีการติดตามศึกษาสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในเศษพืชผักผลไม้ ที่ถูกทิ้งเป็นขยะมูลฝอย ตามข้อมูลกรมควบคุมมลพิษ⁷ ในปี 2551 พบว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีปริมาณขยะมูลฝอยมากที่สุดในประเทศไทย คือ 11,820 ตันต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 29 ของปริมาณที่เกิดขึ้นทั่วประเทศ สัดส่วนของขยะอินทรีย์มีประมาณร้อยละ 64 ของขยะมูลฝอยทั้งหมด เพื่อเป็นการลดภาวะปัญหาขยะล้นเมือง ภาครัฐได้มีการรณรงค์ให้นำขยะอินทรีย์เหล่านั้นไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆ ทั้งการทำปุ๋ยหมัก การนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์ในด้าน

พลังงาน รายงานของกรมควบคุมมลพิษ⁸ ในปี 2542-2552 มีการนำขยะอินทรีย์มาหมัก ทำปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยชีวภาพ และการหมักเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพ (Biogas) ประมาณ 0.63 ล้านตัน (ร้อยละ 16)

จากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นในงานวิจัยนี้ เมื่อสิงหาคม 2553 เกี่ยวกับแหล่งที่มาของพืชผักและปริมาณขยะอินทรีย์จากเศษพืชผัก รวมทั้งการนำขยะอินทรีย์ไปใช้ประโยชน์ ในตลาดสด 3 แห่งในอำเภอเมืองขอนแก่น ได้แก่ ตลาดบางลำภู ตลาดศรีเมืองทอง และตลาด อ.จระ พพบว่าพืชผักที่นำมาส่งในตลาดกระจายพืชผัก 3 แห่งนี้ มาจากภาคเหนือ ภาคกลาง เป็นส่วนใหญ่ ปริมาณขยะอินทรีย์ชนิดเศษพืชผักที่เกิดขึ้นรวมกัน 3 ตลาดมีประมาณ 12 ตันต่อวัน การนำไปใช้ประโยชน์ส่วนใหญ่นำไปเป็นอาหารสัตว์ เช่น สุนัข วัว และปลา มีบางส่วนที่นำไปทำปุ๋ยหมักและน้ำหมักชีวภาพ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาติดตามสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในขยะอินทรีย์และปุ๋ยหมักและน้ำหมักชีวภาพจากขยะอินทรีย์ชนิดเศษพืชผัก เพื่อให้ได้ข้อมูลในการประเมินความเสี่ยงและการนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดการขยะอินทรีย์ให้เหมาะสมและปลอดภัยต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อตรวจสอบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างในขยะอินทรีย์ชนิดเศษพืชผัก
2. เพื่อตรวจสอบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินและน้ำหมักชีวภาพจากขยะอินทรีย์ชนิดเศษพืชผัก
3. เพื่อศึกษาระยะเวลาการสลายตัวของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในการทำปุ๋ยหมัก ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินและน้ำหมักชีวภาพ

วิธีการศึกษา

เก็บตัวอย่างขยะอินทรีย์ชนิดเศษผักโดยเลือกชนิดที่มีความเสี่ยงในการพบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้าง จากตลาดสดในอำเภอเมืองขอนแก่น 3 แห่ง ได้แก่ ตลาดบางลำภู ตลาด อ.จระ และตลาดศรีเมืองทอง จำนวน 4 ชนิดคือ เศษกะหล่ำปลี ผักกาดขาวปลี คื่นห่อ และเปลือกผักข่าโพด ตรวจวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้าง จากนั้นนำขยะอินทรีย์เหล่านั้นไปทำปุ๋ยหมัก ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน และน้ำหมักชีวภาพ อย่างละ 3 ซ้ำ จากนั้นทำการตรวจวิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้าง โดยใช้วิธีการสกัดแบบ QuEChERS⁹ ในระยะการหมัก 1 วัน, 15 วัน, 30 วัน และ 60 วัน

การสกัด และ clean up

การเตรียมตัวอย่างขยะอินทรีย์ชนิดเศษผัก ซึ่งตัวอย่างที่หั่นและบดละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน 15 กรัม ใน centrifuge tube ขนาด 50 มิลลิลิตร เติมน้ำ 1% acetic acid ใน acetonitrile 15 มิลลิลิตร ปิดฝาแล้วเขย่าด้วยมือ และ vortex mixer อย่างละ 1 นาที แล้วเติมน้ำ NaCl 1 กรัม และ anhydrous $MgSO_4$ 4 กรัม เขย่าด้วยมือ และ vortex mixer ประมาณ 2 นาที หลังจากผสมกันดีแล้วนำไป centrifuge เพื่อแยกชั้นที่ความเร็ว 4,000 รอบต่อนาที นาน 5 นาที จากนั้นดูดส่วนใสด้านบน (aliquot) 6 มิลลิลิตร ใส่ลงใน centrifuge tube ขนาด 15 มิลลิลิตร ที่มี anhydrous $MgSO_4$ 900 มิลลิกรัม และ PSA 150 มิลลิกรัม ปิดฝา เขย่าด้วยมือ และ vortex mixer อย่างละ 1 นาที จากนั้นนำไป centrifuge อีกครั้ง เพื่อแยกของแข็งออกจากสารละลาย และจากนั้นนำ aliquot ไปลดปริมาตรจนเกือบแห้งด้วย N_2 - Evaporator ปรับปริมาตรด้วย Solvent (hexane, ethyl acetate) 1 มิลลิลิตร นำสารละลายใส่ใน vial และนำไปตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas Chromatograph (GC)

การเตรียมตัวอย่างปุ๋ยหมักและปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน ซึ่งตัวอย่าง 10 กรัม ใน centrifuge tube ขนาด 50 มิลลิลิตร เติมน้ำ DI 10 มิลลิลิตร acetonitrile 10 มิลลิลิตร ปิดฝาแล้วเขย่าด้วยมือ และ vortex mixer อย่างละ 2 นาที แล้วเติมน้ำ NaCl 10 กรัม และ anhydrous $MgSO_4$ 6 กรัม เขย่าด้วยมือ และ vortex mixer ประมาณ 2 นาที จากนั้นนำไปเขย่านาน 4 ชั่วโมง แล้วนำไป centrifuge เพื่อแยกชั้นที่ความเร็ว 4,000 รอบต่อนาที นาน 5 นาที จากนั้นดูดส่วนใสด้านบน (aliquot) 5 มิลลิลิตร ใส่ลงใน centrifuge tube ขนาด 15 มิลลิลิตร ที่มี anhydrous $MgSO_4$ 900 มิลลิกรัม และ PSA 300 มิลลิกรัม ปิดฝา เขย่าด้วยมือ และ vortex mixer อย่างละ 1 นาที จากนั้นนำไป centrifuge อีกครั้ง เพื่อแยกของแข็งออกจากสารละลาย และจากนั้นนำ aliquot ไปลดปริมาตรจนเกือบแห้งด้วย N_2 - Evaporator ปรับปริมาตรด้วย Solvent (hexane, ethyl acetate) 1 มิลลิลิตร นำสารละลายใส่ใน vial และนำไปตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC

การเตรียมตัวอย่างน้ำหมักชีวภาพ เติมน้ำ acetonitrile 20 มิลลิลิตร ใน centrifuge tube ขนาด 50 มิลลิลิตร ที่มี NaCl 2 กรัม และ anhydrous $MgSO_4$ 8 กรัม นำตัวอย่าง 20 มิลลิลิตร เติมน้ำลงไปปิดฝาแล้วเขย่าด้วยมือ และ vortex mixer ประมาณ 2 นาที ให้เข้ากัน จากนั้นนำไป centrifuge เพื่อแยกชั้นที่ความเร็ว 4,000 รอบต่อนาที นาน 10 นาที ดูดส่วนใสด้านบน (aliquot) 9 มิลลิลิตร ใส่ลงใน centrifuge tube ขนาด 15 มิลลิลิตร ที่มี anhydrous $MgSO_4$ 900 มิลลิกรัม และ PSA 300 มิลลิกรัม ปิดฝา เขย่าด้วยมือ และ vortex mixer อย่างละ

1 นาที จากนั้นนำไป centrifuge อีกครั้ง เพื่อแยกของแข็งออกจากสารละลาย และจากนั้นนำ aliquot ไปลดปริมาตรจนเกือบแห้งด้วย N_2 - Evaporator ปรับปริมาตรด้วย Solvent (hexane, ethyl acetate) 1 มิลลิลิตร นำสารละลายใส่ใน vial และนำไปตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC

การวิเคราะห์สารพิษตกค้าง

ตัวอย่างขยะอินทรีย์ชนิดพืชผักนำไปวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้าง 3 กลุ่ม (organochlorine, organophosphate และ pyrethroid) จำนวน 22 ชนิด โดยใช้เครื่อง GC ชนิดตัวตรวจวัด ECD และ FPD

GC-ECD ใช้ capillary column HP-5 5% Phenyl Methyl Siloxane (30m x 0.25mm ID, 0.25 μ m film thickness) with helium (2.0 ml min^{-1}) carrier gas, splitless injection และใช้ electron capture detector (ECD) สำหรับวิเคราะห์กลุ่ม organochlorine และ Pyrethroid, GC-FPD ใช้ capillary column DB1701 (30m x 0.32mm ID, 0.25 μ m film thickness) helium (1.9 ml min^{-1}) carrier gas, splitless injection และใช้ flame photometric detector สำหรับวิเคราะห์กลุ่ม organophosphorus การวิเคราะห์ในตัวอย่างปุ๋ยหมัก ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน และน้ำหมักชีวภาพจะมุ่งเน้นวิเคราะห์เฉพาะชนิดสารที่พบตกค้างในขยะอินทรีย์ชนิดเศษผักเท่านั้น

การทำปุ๋ยหมัก ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน และน้ำหมักชีวภาพ

ปุ๋ยหมัก¹⁰ อัตราส่วนผสม คือ เศษผัก 5 กิโลกรัม มูลวัว 1 กิโลกรัม ยูเรีย 10 กรัม พด.1 0.5 กรัม น้ำหมักชีวภาพ¹⁰ อัตราส่วนผสม คือ เศษผัก 4 กิโลกรัม ปากน้ำตาล 1 กิโลกรัม น้ำ 6 ลิตร พด.2 2.5 กรัม และ ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน อัตราส่วนผสม คือ เศษผัก 3 กิโลกรัม ดินร่วน 4 กิโลกรัม มูลวัว 1 กิโลกรัม และ ไส้เดือนพันธุ์ African Night Crawler จำนวน 50 ตัว ประยุกต์จากวิธีของ นันทวุฒิ¹¹ และ อานัฐ¹² ระยะการหมัก 60 วัน

ผลการศึกษา

1. สารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในขยะอินทรีย์

ผลการวิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในขยะอินทรีย์ชนิดเศษผัก พบว่าขยะอินทรีย์จากกะหล่ำปลี คะน้า ผักกาดขาวปลี และเปลือกผักขาวโพดมีสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในทุกตัวอย่าง สารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่พบคือ cypermethrin, chlorpyrifos และ deltamethrin โดยปริมาณ cypermethrin อยู่ในช่วง $0.096 - 1.415 \text{ mg kg}^{-1}$ ปริมาณ chlorpyrifos อยู่ในช่วง $0.102 - 1.926 \text{ mg kg}^{-1}$ และปริมาณ deltamethrin อยู่ในช่วง $0.148 - 1.297 \text{ mg kg}^{-1}$ (Table 1)

2. สารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในปุ๋ยหมัก ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน และน้ำหมักชีวภาพ

ผลการวิเคราะห์ในปุ๋ยหมักหลังจากนำขยะอินทรีย์ชนิดเศษผักจาก กะหล่ำปลี คื่นห่อ ผักกาดขาวปลีและเปลือกข้าวโพดมาผสมกันในปริมาณที่เท่ากันแล้วนำไปทำปุ๋ยหมัก พบสาร cypermethrin ตกค้าง ใน 1 วัน, 15 วัน, 30 วัน และ 60 วัน ปริมาณ 1.864, 0.317, 0.817 และ 0.119 mg kg⁻¹ ตามลำดับ สาร cypermethrin มีการสลายตัวไปหลังการเป็นปุ๋ยหมัก 60 วัน ร้อยละ 94, พบสาร chlorpyrifos ตกค้าง ใน 1 วัน, 15 วัน, 30 วัน และ 60 วัน ปริมาณ 0.392, 0.383, 0.389 และ 0.108 mg kg⁻¹ ตามลำดับ สาร chlorpyrifos มีการสลายตัวไปหลังการเป็นปุ๋ยหมัก 60 วัน ร้อยละ 72 และพบสาร deltamethrin ตกค้าง ในวันที่ 1 และ 15 ปริมาณที่พบ 0.101 และ 0.066 mg kg⁻¹ ตามลำดับ ส่วนวันที่ 30 และ 60 ไม่พบการตกค้าง (Table 2)

ผลการวิเคราะห์ในปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน หลังจากนำขยะอินทรีย์ชนิดเศษผักจาก กะหล่ำปลี คื่นห่อ ผักกาดขาวและเปลือกข้าวโพดมาผสมกันในปริมาณที่เท่ากันแล้วนำไปเลี้ยงไส้เดือน พบสาร cypermethrin ตกค้าง ในวันที่ 1 และ 15 ปริมาณ 0.873 และ 0.006 mg kg⁻¹ ตามลำดับ ส่วนวันที่

30 และ 60 ไม่พบการตกค้าง , พบสาร chlorpyrifos ตกค้าง ใน 1 วัน, 15 วัน และ 30 วัน ปริมาณ 0.184, 0.032 และ 0.004 mg kg⁻¹ ตามลำดับ วันที่ 60 ไม่พบการตกค้าง, และพบสาร deltamethrin ในวันที่ 1 และ 15 ปริมาณที่พบ 0.047 และ 0.004 ตามลำดับ วันที่ 30 และ 60 ไม่พบการตกค้าง (Table 2)

ผลการวิเคราะห์ในน้ำหมักชีวภาพ หลังจากนำขยะอินทรีย์ชนิดเศษผักจาก กะหล่ำปลี คื่นห่อ ผักกาดขาวและเปลือกข้าวโพดมาผสมกันในปริมาณที่เท่ากันแล้วนำไปทำน้ำหมักชีวภาพ พบ สาร cypermethrin ตกค้าง ใน 1 วัน, 15 วัน, 30 วัน และ 60 วัน คือ 0.85, 0.04, 0.061 และ 0.081 mg kg⁻¹ ตามลำดับ สาร cypermethrin มีการสลายตัวไปหลังการเป็นปุ๋ยหมัก 60 วัน ร้อยละ 91 พบสาร chlorpyrifos ตกค้าง ใน 1 วัน, 15 วัน, 30 วัน และ 60 วัน คือ 0.178, 0.018, 0.08 และ 0.049 mg kg⁻¹ตามลำดับ สาร chlorpyrifos มีการสลายตัวไปหลังการเป็นปุ๋ยหมัก 60 ร้อยละ 73, และพบสาร deltamethrin ตกค้าง ในวันที่ 1 และ 15 ปริมาณที่พบ 0.046 และ 0.013 mg kg⁻¹ ตามลำดับ ส่วนวันที่ 30 และ 60 ไม่พบการตกค้าง (Table 2)

Table 1 Pesticide residues (mg kg⁻¹) found in the different kinds of organic waste

Organic waste*	Pesticide residues (mg kg ⁻¹)		
	cypermethrin	chlorpyrifos	deltamethrin
Cabbage	0.586	1.926	0.460
Kale	1.415	0.129	1.297
Chinese cabbage	0.096	0.269	-
Peel corn	0.075	0.102	0.148

* Collected in Khon Kaen province, November 2010

Table 2 Percentage degradation of pesticides from the compost, vermicompost and bio-fermentation

Organic waste Management	(*) degradation *								
	15 days			30 days			60 days		
	cyper	chlorpy	delta	cyper	chlorpy	delta	cyper	chlorpy	delta
bio-fermentation ¹	95.3	89.9	72.5	92.8	55.1	100	90.5	72.5	-
bio-fermentation ²	83.9	88.5	-	81.3	94.3	-	81.6	91.5	-
compost ¹	83.0	2.3	35.0	56.2	0.8	100	93.6	72.4	-
compost ²	77.1	27.4	-	31.8	18.3	-	89.7	57.6	-
vermicompost ¹	99.3	82.5	91.5	100.0	97.8	100	100.0	100.0	-

Organic waste Management	(*) degradation *								
	15 days			30 days			60 days		
	cyper	chlorpy	delta	cyper	chlorpy	delta	cyper	chlorpy	delta

NA = not available, * Percentage of the average degradation of three samples, cyper = cypermethrin, chlorpy = chlorpyrifos, delta = deltamethrin

¹ organic waste materials from the vegetables (cabbage, kale, Chinese cabbage, peel corn) without spike pesticides.

² organic waste materials from the vegetables (cabbage, kale, Chinese cabbage, peel corn) with spike pesticides (cypermethrin/chlorpyrifos/deltamethrin).

³ organic waste materials from the vegetables (cabbage, kale, Chinese cabbage, peel corn) not through a process of fermentation.

วิจารณ์และสรุปผล

ผลการศึกษาทำให้ทราบว่ามีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชหลายชนิดตกค้างในตัวอย่างขยะอินทรีย์ชนิดพืชผัก บางชนิดมีปริมาณเกินค่า MRL ชนิดสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่พบมากคือ cypermethrin, chlorpyrifos และ deltamethrin เป็นชนิดสารที่พบมีการตกค้างปริมาณมากในผักและผลไม้ในเขตภาคตะวันออก เชียงเหนือและพื้นที่ใกล้เคียง เนื่องจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชดังกล่าวถูกจัดระดับความเป็นพิษไว้ในระดับพิษปานกลาง (ระดับ II)¹³ จึงไม่ควรนำไปเป็นอาหารสัตว์โดยตรง ซึ่งอาจจะมีผลกระทบต่อสุขภาพของสัตว์รวมทั้งการตกค้างในระบบห่วงโซ่อาหารได้

จากการนำขยะอินทรีย์ชนิดพืชผักเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์ในการทำปุ๋ยหมัก ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน และน้ำหมักชีวภาพ พบว่าสารเคมีกำจัดศัตรูพืชชนิดสาร cypermethrin และ chlorpyrifos ที่ตกค้างในขยะอินทรีย์ยังคงมีเหลือตกค้างอยู่ในปุ๋ยหมัก ประมาณร้อยละ 30 หลังการหมัก 60 วัน จึงควรระมัดระวังในการนำไปใช้ประโยชน์ดังกล่าว

การทดลองนี้ใช้สูตรการทำปุ๋ยชีวภาพตามอัตราส่วนผสมที่มีการแนะนำให้เกษตรกรนำไปใช้ ผลการทดลองที่ได้จากปุ๋ยชีวภาพทั้ง 3 รูปแบบ อาจนำมาเปรียบเทียบกันไม่ได้ เพราะปริมาณเศษผักที่ใช้มีความแตกต่างกัน และการทดลองเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ จึงบอกค่าประมาณการ

ว่าปุ๋ยชีวภาพแต่ละสูตรมีชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างอยู่ประมาณเท่าไร ในทางปฏิบัติเกษตรกรอาจใช้เศษพืชผักอื่นหรือวัสดุอื่นซึ่งจะให้ผลแตกต่างกันไป

สำหรับผลการทดลองในการทำปุ๋ยหมักมีความแตกต่างจากงานวิจัยของจิราพรณ¹⁴ ที่นำขยะชนิดผลไม้ที่มีสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่ม Organochlorine ตกค้าง มาทำปุ๋ยหมัก และพบว่าหลังการหมัก 60 วันจะไม่พบสารพิษตกค้าง ในต่างประเทศ Lemmon and Pylypiw¹⁵ ได้วิเคราะห์ปุ๋ยหมักจากเศษหญ้าที่ปนเปื้อนสารเคมีกำจัดศัตรูพืช โดยทำการวิเคราะห์การตกค้างของ diazenone, chlorpyrifos, isofenphos และ pendimethalin หลังจาก 20 สัปดาห์ (140 วัน) ของการทำปุ๋ยอินทรีย์ ไม่พบสารพิษตกค้างในปุ๋ยหมักนั้น ส่วน Taube et al.¹⁶ รายงานว่าจะยังคงมี สารเคมีกำจัดศัตรูพืช DDT, lindane, กลุ่ม Herbicide กลุ่ม Fungicides ตกค้างในขยะอินทรีย์และปุ๋ยหมัก สำหรับสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในน้ำหมักชีวภาพที่กรมวิชาการเกษตร¹⁷ ทำการตรวจสอบน้ำหมักชีวภาพที่วางจำหน่ายตามท้องตลาด ซึ่งพบว่านอกจากจะเป็นความสนใจของผู้ผลิตแล้ว อาจมาจากการนำพืชผักที่มีสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างเป็นวัตถุดิบในการทำน้ำหมักชีวภาพ

การทำปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินพบว่ามีสารเคมีกำจัดศัตรูพืช มีการสลายตัวไปจนตรวจไม่พบการตกค้าง หลังการหมัก 60 วัน อย่างไรก็ตามขยะอินทรีย์ชนิดเศษผักมี

โอกาสที่จะพบสารพิษตกค้างชนิดที่เป็นอันตรายต่อไส้เดือน เช่น diazenone ดังนั้นผู้เลี้ยงไส้เดือนดินควรต้องระมัดระวังในเรื่องนี้ด้วย

ความกังวลในการแพร่กระจายของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในสิ่งแวดล้อมนั้น cypermethrin สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในกลุ่ม Pyrethroid วิภา และคณะ¹⁸ ให้ข้อมูลว่า cypermethrin สามารถสลายตัวในน้ำได้อย่างรวดเร็ว แต่สลายตัวในดินค่อนข้างช้า มี half life ในดิน 6.63 - 20.09 วัน ส่วน Kaufman et al.¹⁹ รายงานว่า cypermethrin มีการเคลื่อนย้ายได้น้อยในดิน ทำให้การสลายตัวในดินช้า จึงสามารถตรวจพบปริมาณสารพิษในดินได้นานเป็นเดือน สำหรับสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่ม Organophosphorus ชนิด chlorpyrifos มี half life ในดิน 11 วัน¹⁸ มีรายงานใน Extoxnet²⁰ ว่า ดิน loamy sand จนถึงดินระดับ clay มีค่า half life ของ chlorpyrifos นาน ตั้งแต่ 11 - 141 วัน และ chlorpyrifos สลายตัวช้าในน้ำที่สภาพเป็นกรด แต่จะสลายตัวได้ในน้ำที่มีสภาพต่าง ในน้ำที่ pH 7.0 และอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส chlorpyrifos มีค่า half life 35 - 78 วัน

การนำขยะอินทรีย์ชนิดพืชผักไปทำปุ๋ยหมักน้ำหมักชีวภาพ และปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินจะช่วยปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชได้ ทั้งนี้อาจขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของกระบวนการเป็นปุ๋ยหมักรวมทั้งชนิดและปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในวัตถุดิบ ซึ่งการนำขยะอินทรีย์ชนิดพืชผักไปใช้ประโยชน์สามารถจะเลือกวิธีตามความสะดวก แต่ควรระวังระดับระวังและคำนึงถึงความปลอดภัยจากสารพิษตกค้างด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้ให้การสนับสนุนงานวิจัยนี้

1. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น (ทุนอุดหนุนและส่งเสริมการทำวิทยานิพนธ์)
2. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ: วช. (ทุนอุดหนุนการวิจัย)
3. ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร สาขาวิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
4. ศูนย์วิจัยด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและสารอันตราย มข. ศูนย์ความเป็นเลิศแห่งชาติด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและของเสียอันตราย ศูนย์เครือข่ายมหาวิทยาลัยขอนแก่น
5. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 (สวพ.3) กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
6. ศูนย์วิจัยและพัฒนาการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำแบบบูรณาการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

1. สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. รายงานสรุปการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตรปี พ.ศ. 2546 - 2553: ได้จาก: <http://www.m.doa.go.th/ard/stat.php> April 30 2011.
2. ปณิดา คุ่มผล. สรุปรายงานการเฝ้าระวังโรค 2552, กรมควบคุมโรค: 2553 ได้จาก: <http://epid.moph.go.th> February 20 2010.
3. นาดยา จันทร์ส่อง, อิทธิพล บังพรม, สุภาพร บังพรม, จำลอง กกรัมย์ และ สุนทรี มีเพ็ชร. ชนิด และปริมาณสารพิษตกค้างในพืชผักและผลไม้ในพื้นที่ สวพ.4 หลังการรับรองระบบ GAP. สวพ.4.ใน: การประชุมวิชาการประจำปี 2553, สวพ. 3 - 4 - 5. กรมวิชาการเกษตร. อุบลราชธานี; 2553. หน้า 1 - 15.
4. มณฑาทิพย์ อรุณวรการณม, กัญญารัตน์ เต็มปิยพล และ จิราภา เมืองคล้าย. ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในพืชผักและผลไม้ในพื้นที่ สวพ.5 หลังการรับรองระบบ GAP. สวพ.5. ใน: การประชุม วิชาการประจำปี 2553, สวพ. 3 - 4 - 5. กรมวิชาการเกษตร. ชัยนาท; 2553. หน้า 2.
5. วัชรพร พากักดี, ปรียานุช สายสุพรรณ และ ชัยศักดิ์ แฉ้วพลสง. สถานการณ์สารพิษตกค้างในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน.ใน: รายงานผลการดำเนินงานประจำปี 2550 - 2551, สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 กรมวิชาการเกษตร. ขอนแก่น; 2551. หน้า 42 - 46.
6. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3. รายงานการตรวจสอบสารพิษตกค้างในผักและผลไม้แปลง GAP ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน. สวพ.3.ใน: การประชุมวิชาการประจำปี 2553 สวพ.1 - 8. กรมวิชาการเกษตร. ขอนแก่น; 2553. หน้า 105.
7. กรมควบคุมมลพิษ. การจัดการขยะมูลฝอย.กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม: [Online serial]. ได้จาก: http://www.pcd.go.th/info_serv/waste.html April 19 2011.
8. กรมควบคุมมลพิษ. รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย 2552. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม: [268 หน้า] 2552:ได้จาก:<http://www.infolife.pcd.go.th/mgt/ReportThai2552.pdf> June 20, 2011.
9. Anastassiades, M., Lehotay, S.J., Stajnbaher, D. and F. J. Schenck. 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. 2003; (86): 412 - 431.

10. สำนักเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน. คู่มือการจัดการอินทรีย์วัตถุเพื่อปรับปรุงบำรุงดินและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน. กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์; 2551.
11. นันทวุฒิ จำปางาม. การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ไส้เดือนดินในการจัดการกากของเสียอุตสาหกรรมเกษตร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2553.
12. อานัฐ ตันโช. คู่มือการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินจากขยะอินทรีย์. เชียงใหม่: 2552.
13. IPCS, The WHO Recommended Classification of Pesticide by Hazard and Guidelines to Classification 2000 - 2002. [Online serial] 2010: Available from: URL:http://www.who.int/ipcs/publications/en/pesticides_hazard.pdf July 5, 2010.
14. จิราพรรณ ทองหยอด. การศึกษาปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่ม ออร์กาโนคลอรีนจากการหมักขยะของตลาดผลไม้เทศบาลตำบลพลับพลาณารายณ์ อ.เมือง จ. จันทบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2547.
15. Lemmon, C.R. and Pylipiw, Jr. H.M. Degradation of diazinon, chlorpyrifos, isofenphos and pendimethalin in grass and compost. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 1992; (48): 409 - 415.
16. Taube, J., Vorkamp, K., Forster, M. and Herrmann, R. Pesticide residues in biological waste. Chemosphere. 2002; (49): 1357 - 1365.
17. กรมวิชาการเกษตร. รายงานผลการวิเคราะห์สารพิษตกค้างในน้ำหมักชีวภาพ. กรุงเทพฯ. กรมวิชาการเกษตร. 2549.
18. วิภา ตั้งนิพนธ์, ภิญญา จุลินทร, ปรีชา จัตรสันติประภา, ผกาสินี คล้ายมาลา, มลิสสา เวชยานนท์, วรวิทย์ สุจิรธรรม และรัชชัย หงส์ตระกูล. ความเสี่ยงจากการใช้วัตถุมีพิษการเกษตร, กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร, สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร, กรมวิชาการเกษตร: 2553:ได้จาก:<http://www.m.doa.go.th/apsrdo/images/stories/research/research1/d4.doc> June 20, 2011.
19. Kaufman D, Russell BA, Helling CS, Kayser AJ. Movement of cypermethrin, decamethrin, permethrin, and their degradation products in soil. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 1981; (29): 239 - 245.
20. Exttoxnet. Pesticide Information Profiles. [Online serial] 1996: Available from: URL:<http://www.ace.orst.edu/info/exttoxnet.orst.edu/pips/chlorpyr.htm> June 5, 2011.