

ผลของไซเพอร์เมทรินในขนาดที่ใช้รักษาโรคปรสิตภายนอก ต่อค่าการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในซีรัมไก่ไข่ (*Gallus domesticus*)

ปิยะรัตน์ จันทศิริพรชัย^{1*} นิวัตร จันทศิริพรชัย² จิโรจ ศติปริยจันทร์²

Abstract

Piyarat Chansiripornchai^{1*} Niwat Chansiripornchai² Jiroj Sasipreeyajan²

THE EFFECT OF CYPERMETHRIN ON LAYING CHICKS (GALLUS DOMESTICUS) WHEN USED AT THERAPEUTIC DOSES FOR ECTOPARASITIC TREATMENT, BY MEASURING SERUM CHOLINESTERASE ACTIVITY

The effect of cypermethrin at therapeutic doses for ectoparasitic treatment in laying chicks was evaluated by the measurement of serum cholinesterase (ChE) activity. The chicks were divided into 5 groups, 20 in each group. All chicks in groups 2 and 3 were bathed with 0.05 ppm cypermethrin for 2 min, while the chicks in group 4 and 5 were bathed with 200 ppm cypermethrin for 2 min. Group 1 acted as a control group. Serum ChE activity in all the chicks in groups 2 and 4 were measured 24 hr after exposure. ChE activity in the chicks in groups 3 and 5 were measured 96 hr after exposure. A significant reduction of serum ChE activity was founded in group 4 ($p<0.05$) when compared to the control group. There were no clinical signs in any chicks throughout the experiment. The result suggests that a sublethal effect occurs when cypermethrin, at the dosage of 200 ppm, is used for the treatment of chick ectoparasitic disease.

Keywords : laying chicks, cypermethrin, cholinesterase enzyme

¹Department of Veterinary Pharmacology, ²Department of Veterinary Medicine, Faculty of Veterinary Science, Chulalongkorn University, Pathumwan, Bangkok 10330

*Corresponding author

¹ภาควิชาเภสัชวิทยา ²ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

*ผู้รับผิดชอบบทความ

บทคัดย่อ

ปิยะรัตน์ จันทศิริพรชัย^{1*} นวัตร จันทศิริพรชัย² จิโรจ ศศิปรียจันทร์²

ผลของไซเพอร์เมทรินในขนาดที่ใช้รักษาโรคปรสิตภายนอกต่อการทำงานของเอนไซม์ โคลีนเอสเทอเรสในสัตว์ปีก (Gallus domesticus)

ประเมินความปลอดภัยของไซเพอร์เมทรินในขนาดที่ใช้รักษาโรคปรสิตภายนอก โดยการตรวจวัดการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเทอเรสในสัตว์ปีก แบ่งไก่ไข่ออกเป็น 5 กลุ่มๆ ละ 20 ตัว กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับไซเพอร์เมทริน กลุ่มที่ 2 และ 3 เป็นกลุ่มที่ได้รับไซเพอร์เมทรินที่ความเข้มข้นในระดับรักษาโรคปรสิตภายนอกตามคำแนะนำที่มีแหล่งอ้างอิงคือ 0.05 พีพีเอ็ม กลุ่มที่ 4 และ 5 เป็นกลุ่มที่ได้รับไซเพอร์เมทรินในระดับความเข้มข้นที่มีการใช้ในทางปฏิบัติจริง คือ 200 พีพีเอ็ม ตรวจวัดค่าการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเทอเรสในสัตว์ปีกแต่ละตัว ในกลุ่มที่ 2 และ 4 และในกลุ่มที่ 3 และ 5 ที่ 24 และ 96 ชั่วโมงภายหลังการสัมผัสสารตามลำดับ ผลการทดลองพบว่าไก่ในกลุ่มที่ 4 มีค่าการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเทอเรสลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมและไม่พบอาการผิดปกติทางคลินิกในไก่ทุกตัวที่สัมผัสสาร ผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงความเป็นพิษที่ไม่ทำให้ไก่ตายเมื่อได้รับไซเพอร์เมทรินเพื่อรักษาโรคปรสิตภายนอกในขนาด 200 พีพีเอ็ม

คำสำคัญ : ไก่ไข่ ไซเพอร์เมทริน เอนไซม์โคลีนเอสเทอเรส

บทนำ

cypermethrin เป็นสารกำจัดแมลงที่จัดอยู่ในกลุ่ม pyrethroid สังเคราะห์ขึ้นได้เป็นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1974 cypermethrin เป็นสารกำจัดแมลงที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางทั่วโลก เนื่องจากสารกำจัดแมลงกลุ่ม pyrethroid มีความเป็นพิษต่ำในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (Elliott, 1989) นอกจากนี้ cypermethrin ยังถูกเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมีได้อย่างรวดเร็วในระดับของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมได้เป็นสารที่ไม่อยู่ในรูปของ pyrethroid จึงไม่เป็นพิษต่อร่างกาย ทำให้ลดโอกาสการเกิดอันตรายจากการใช้สารชนิดนี้ได้มากกว่าสารกำจัดแมลงกลุ่มอื่นๆ (O'Malley, 1997) โดยทั่วไปมีการแบ่งสารกำจัดแมลงกลุ่ม pyrethroid ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ type I และ type II ซึ่ง type I เป็นชนิดที่ไม่มี cyano group ในโมเลกุล ตัวอย่างสารในกลุ่มนี้คือ permethrin โดยสารกลุ่มนี้มีฤทธิ์ต่อระบบประสาทต่ำกว่า type II ซึ่งเป็น pyrethroid ที่มี cyano group ตัวอย่างสารในกลุ่มนี้คือ cypermethrin และ deltamethrin (Leibowitz et al., 1987) pyrethroid ทั้ง 2 กลุ่ม ออกฤทธิ์กระตุ้นการส่งกระแสประสาทโดย type I จะทำให้เกิดการล่อการปิดของ sodium channels ทำให้เกิด depolarization เกิดการกระตุ้นการส่งกระแสประสาทอย่างต่อเนื่อง สำหรับ type

II นั้น นอกจากมีผลทำให้เกิด depolarization ที่ synaptic membrane แล้วยังมีผลเพิ่มสารสื่อประสาทพวก acetylcholine (ACh) และ dopamine ด้วย (Eells and Dubocovich, 1988) ในด้านอาการทางคลินิกของความเป็นพิษที่เกิดจาก type I และ type II มีความแตกต่างกันกล่าวคือ type I ทำให้เกิดการคันตัวและตัวสั่นในระดับปานกลาง ในขณะที่ type II ทำให้เกิดอาการของการกระตุ้นระบบประสาทที่รุนแรงกว่าโดยจะทำให้มีน้ำลายไหลมาก คื่นตัวและชัก (Ray and Forshaw, 2000) มีการศึกษาในแมลงสาบที่ได้รับ cypermethrin ขนาด 0.002 ppb พบว่าทำให้เกิดอาการทางประสาทในแมลงสาบ คือ คื่นตัว เดินไม่สัมพันธ์กันและเป็นอัมพาตในที่สุด (Gammon, 1981) ผลของ cypermethrin ในหนูขาวที่ได้รับสารขนาด 0.03 ppb พบว่าทำให้ตัวสั่น น้ำลายไหลและชัก (Cantalamesa, 1993) ความเป็นพิษของ cypermethrin มีการศึกษากันอย่างกว้างขวางในสัตว์น้ำ เนื่องจากพบว่าสารกำจัดแมลงกลุ่ม pyrethroid มีความเป็นพิษสูงในสัตว์น้ำ (Miller and Adams, 1986)

ในปัจจุบันมีการนำ cypermethrin มาใช้ในอุตสาหกรรม การเลี้ยงไก่ โดยนำมาใช้เป็นยาจุ่มหรือพ่นบนตัวไก่เพื่อกำจัดปรสิตภายนอก เช่น ไร (*Dermanyssus gallinae*, *Ornithonyssus bursa*) และ เหา (*Lipeurus caponis*) ตามขนาดปกติของ

cypermethrin ที่แนะนำให้ใช้จุ่มหรือพ่นบนตัวไก่จนเปียกถึงผิวหนังเพื่อกำจัดปรสิตภายนอก คือ 0.05 ppm (Arends, 1997) แต่ในทางปฏิบัติจริงพบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ใช้สารนี้ในขนาดที่สูงถึง 200 ppm ซึ่งการใช้ในลักษณะดังกล่าวเป็นการใช้ในลักษณะ extra label use ซึ่งยังไม่มีข้อมูลทางวิชาการที่เพียงพอเกี่ยวกับประสิทธิภาพและความเป็นพิษของยาที่อาจเกิดขึ้นได้ การประเมินความเป็นพิษของสารกำจัดแมลงหรือสารใดๆ โดยสังเกตจากความผิดปกติภายนอกของสัตว์ที่แสดงออกหรือจากการตายของสัตว์ ไม่ใช่ตัวบ่งชี้ที่จะบอกได้ว่าสารนั้นๆ มีความเป็นพิษหรือไม่ เพราะสัตว์อาจไม่แสดงอาการทางคลินิกที่ชัดเจนแต่อาจมีการเปลี่ยนแปลงในระบบต่างๆ ของร่างกาย เช่น การเปลี่ยนแปลงค่าทางชีวเคมี หรือเอนไซม์ บางชนิดในร่ายกาย ซึ่งอาจพัฒนาจนเกิดอาการทางคลินิกที่ชัดเจนได้ในที่สุด

เป็นที่ทราบกันดีว่าการตรวจวัดค่าการทำงานของเอ็นไซม์ cholinesterase (ChE) เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ (biomarker) ของความเป็นพิษของสารกำจัดแมลงกลุ่มต่างๆ คือ organophosphates (OP) carbamates และ pyrethroids เนื่องจากสารกำจัดแมลงกลุ่มต่างๆ เหล่านี้มีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของ ChE (Balint et al., 1995; Halbrook et al., 1992) มีการประเมินความปลอดภัยของ trichlorfon ซึ่งเป็นสารกำจัดแมลงกลุ่ม OP (รังสิวรรณ และคณะ, 2546) และความปลอดภัยของ trifluralin ซึ่งเป็นสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม nitroanilines (ภาณุพงศ์ และคณะ, 2547) ในขนาดที่ใช้รักษาโรคปรสิตภายนอกในปลาแคร์ฟและกุ้งกุลาดำตามลำดับ โดยการตรวจวัดค่าการทำงานของ ChE พบว่าค่าการทำงานของ ChE ลดลงในขณะที่สัตว์ยังไม่แสดงอาการทางคลินิก แสดงให้เห็นถึงผลของสารทั้งสองชนิดต่อการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของร่างกายที่แสดงออกได้อย่างรวดเร็วกว่าอาการทางคลินิก

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของ cypermethrin ต่อการเปลี่ยนแปลงค่าการทำงานของ ChE ในไก่ไข่ภายหลังได้รับ cypermethrin ในขนาดที่ใช้รักษาโรคปรสิตภายนอก

วัสดุและวิธีการ

สัตว์ทดลองที่ใช้ คือ ไก่ไข่พันธุ์ Babcock เพศผู้ อายุ 11 สัปดาห์ ซึ่งมีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 850 กรัม แบ่งไก่ไข่ออกเป็น 5 กลุ่มๆ ละ 20 ตัว แยกเลี้ยงในกรงเลี้ยงไก่ทดลอง มีอาหาร และน้ำสะอาดให้กินตลอดเวลา เลี้ยงไก่ในกรงนี้เป็นเวลา 1 สัปดาห์ก่อนการทดลอง เพื่อให้ไก่ปรับสภาพให้เข้ากับห้องปฏิบัติการ

ในวันเริ่มการทดลองให้ไก่กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับ cypermethrin เจาะเลือดไก่กลุ่มที่ 1 ในวันเริ่มการทดลอง (D_0) เพื่อนำไปตรวจวัดค่าปกติของ ChE ไก่กลุ่มที่ 2, 3, 4 และ 5 เป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับ cypermethrin โดยวิธีการจุ่มตัว (bathed exposure) เป็นเวลา 2 นาที/ตัว จุ่มไก่กลุ่มที่ 2 และ 3 ใน cypermethrin ขนาดความเข้มข้น 0.05 ppm ซึ่งเป็นขนาดยาที่มีแหล่งอ้างอิง (Arends, 1997) จุ่มไก่กลุ่มที่ 4 และ 5 ใน cypermethrin ขนาดความเข้มข้น 200 ppm ซึ่งเป็นขนาดยาที่เกษตรกรนิยมใช้ปฏิบัติในฟาร์ม (ข้อมูลจากการติดต่อส่วนตัว) เจาะเลือดไก่กลุ่มที่ 2 และ 4 ที่ 24 ชม. หลังการสัมผัสสาร และกลุ่มที่ 3 และ 5 ที่ 96 ชม. หลังการสัมผัสสารเพื่อนำไปตรวจวัดค่าการทำงานของ ChE

แยกเก็บซีรัมจากเลือดไก่ทุกตัวนำไปวัดค่าการทำงานของ ChE โดยประยุกต์ใช้วิธีการของ Ellman และคณะ (1961) และ Harlin และ Ross (1990) เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของค่าการทำงานของ ChE ด้วยวิธี ANOVA โดยโปรแกรม SPSS for Window version 11.0 ที่ $p < 0.05$ วิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยวิธี Student's T test ที่ $p < 0.05$

ศึกษาความคงตัวของ ChE ในซีรัมไก่ไข่ โดยวัดค่าการทำงานของ ChE ในซีรัมไก่ปกติที่ไม่ได้สัมผัสสารหลังจากเก็บตัวอย่างซีรัมไว้ที่ -20°C . เป็นเวลา 24 48 และ 72 ชม. เปรียบเทียบค่าการทำงานของ ChE ในซีรัมไก่ที่ระยะเวลาต่างๆ ทางสถิติโดยใช้ ANOVA ที่ $p < 0.05$

ผลและวิจารณ์

ความคงตัวของ ChE ในตัวอย่างซีรัมไก่ไข่

เมื่อเปรียบเทียบค่าการทำงานของ ChE ในตัวอย่างซีรัมไก่ไข่โดยวัดหลังจากเก็บตัวอย่างไว้ที่ -20°C . เป็นเวลานาน 24 48 และ 72 ชม. พบว่าค่าการทำงานของ ChE ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 1) ดังนั้นการศึกษานี้จึงสามารถเก็บตัวอย่างซีรัมไก่ไว้ที่ -20°C . เป็นเวลา 24 48 และ 72 ชม. ได้โดยไม่ผลต่อค่าการทำงานของ ChE การทดสอบความคงตัวของเอ็นไซม์ ChE ในซีรัมเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อเป็นข้อมูลในกรณีที่ไม่สามารถตรวจวัดค่าการทำงานของเอ็นไซม์ให้เสร็จภายในระยะเวลาอันสั้นและจำเป็นต้องเก็บตัวอย่างซีรัมไว้ก่อนในการตรวจวัดค่าการทำงานของ ChE ในซีรัมไก่ไข่ เมื่อเก็บตัวอย่างที่ -20°C . เป็นเวลานาน 24 48 และ 72 ชม. พบว่าค่าการทำงานของ ChE ในซีรัมไก่มีความคงตัวนานถึง 72 ชม. เช่นเดียวกับการศึกษาของ

ตารางที่ 1 ค่าการทำงานของเอนไซม์ ChE ในซีรัมไก่ไข่เมื่อวัดหลังจากเก็บตัวอย่างที่ -20°C. เป็นเวลา 24 48 และ 72 ชม.

จำนวนไก่ในกลุ่ม	ระยะเวลา (ชม.)	ค่าการทำงานของ ChE* (mean $\pm$ SD)
20	24	685.25 $\pm$ 70.22
20	48	672.74 $\pm$ 62.31
20	72	670.81 $\pm$ 72.01

*หน่วยเป็น micromole of substrate hydrolyzed min⁻¹ ml⁻¹

ตารางที่ 2 ค่าการทำงานของเอนไซม์ ChE ในซีรัมไก่ไข่ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง เมื่อสัมผัส cypermethrin ในขนาดรักษาโรคปรสิตภายนอก

กลุ่ม	n	ค่าการทำงานของ ChE* (mean $\pm$ SD)
1 (0 ppm, ตรวจวัดที่ 0 ชม. ก่อนการทดลอง)	20	627.43 $\pm$ 102.92 ⁽¹⁾
2 (0.05 ppm, ตรวจวัดที่ 24 ชม. หลังสัมผัสสาร)	20	565.87 $\pm$ 100.71
3 (0.05 ppm, ตรวจวัดที่ 96 ชม. หลังสัมผัสสาร)	20	614.40 $\pm$ 102.33
4 (200 ppm, ตรวจวัดที่ 24 ชม. หลังสัมผัสสาร)	20	509.04 $\pm$ 122.06 ^a
5 (200 ppm, ตรวจวัดที่ 96 ชม. หลังสัมผัสสาร)	20	666.49 $\pm$ 77.68 ⁽²⁾

*หน่วยเป็น micromole of substrate hydrolyzed min⁻¹ ml⁻¹

^aแตกต่างจาก (1) และ (2) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

รังสิวรรณ และคณะ (2546) ที่พบว่าสามารถเก็บตัวอย่างซีรัมปลาการ์ปไว้ที่ -20°C. เป็นเวลานาน 72 ชม. โดยไม่มีผลต่อค่าการทำงานของ ChE มีรายงานเกี่ยวกับความคงตัวของ ChE เช่น ChE ในเลือดของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมจะคงตัวอยู่ได้หลายสัปดาห์ถ้าเก็บตัวอย่างที่ 0-5°C. และ ChE ในพลาสมาคงตัวอยู่ได้นานหลายเดือนถ้าเก็บตัวอย่างที่ 0°C. (Osweiler et al., 1985)

ผลของ cypermethrin ต่อค่าการทำงานของ ChE ในซีรัมไก่ไข่

เมื่อให้ไก่ไข่สัมผัส cypermethrin ในขนาดที่ใช้รักษาโรคปรสิตภายนอกที่ความเข้มข้นต่างกัน คือ 0.05 และ 200 ppm พบว่าไม่มีไก่ตัวใดในกลุ่มทดลองที่สัมผัสสารแสดงอาการทางคลินิกที่ผิดปกติ ไก่ยังคงมีพฤติกรรมการกินและการเคลื่อนไหวเช่นเดียวกับไก่ในกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้สัมผัสสาร เมื่อวัดค่าการทำงานของ ChE ที่เวลาต่างกัน คือ 24 และ 96 ชม. ภายหลังสัมผัสสารพบว่าค่าการทำงานของ ChE ในไก่กลุ่มที่ 4 ซึ่งได้รับ cypermethrin ในขนาด 200 ppm และตรวจวัดที่ 24 ชม. หลังสัมผัสสารมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้สัมผัสสารและกลุ่มที่ 5 ซึ่งได้รับสารขนาดความเข้มข้น 200 ppm และตรวจวัดค่าการทำงานของ ChE ที่ 96 ชม. หลังสัมผัสสาร ($p < 0.05$) (ตารางที่ 2) การลดลงของ ChE เป็นผลมาจากสารกำจัดแมลงกลุ่ม pyrethroid ที่มีผลลดค่าการทำงานของ ChE ในสัตว์ที่สัมผัสสารนี้ได้ เช่นเดียวกับสารกำจัดแมลงกลุ่ม cholinesterase inhibitors อื่นๆ คือ OP และ carbamates โดย pyrethroid จะเข้าจับบริเวณ hydrophobic aromatic surface ของ ChE ทำให้บริเวณที่ acetylcholine (ACh) จะเข้าจับกับ ChE ลดลง ทำให้ ChE ทำงานได้ลดลงเนื่องจากบริเวณในการเข้าจับกับ ACh ลดลง (Rao, G.V. and Rao, K.S.J., 1995) อย่างไรก็ตามค่าการทำงานของ ChE ที่ลดลงนี้สามารถเปลี่ยนแปลงกลับเข้าสู่ระดับปกติได้ที่ 96 ชม. หลังสัมผัสสาร ดังจะเห็นได้จากค่าการทำงานของ ChE ในไก่กลุ่มที่ 5 ที่มีค่าไม่แตกต่างจากไก่กลุ่มที่ 1 (ตารางที่ 2) ผลการทดลองแสดงให้เห็นถึงผลของ cypermethrin ในขนาด 200 ppm ที่ทำให้ค่าการทำงานของ ChE ลดลงตั้งแต่ที่ 24 ชม. หลังสัมผัสสาร แต่ค่าการทำงานของเอนไซม์สามารถเพิ่มขึ้นสู่ระดับปกติได้ที่ 96 ชม. หลังสัมผัสสาร ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาในโค-กระบือที่ได้รับ cypermethrin

เพื่อการกำจัดเห็บ (*Boophilus microplus*) โดยพบว่า cypermethrin ทำให้ ChE ในซีรัมโค-กระปือลดลงในช่วงแรกของการทดลองและสูงขึ้นสู่ค่าปกติได้ภายใน 7 วันหลังสัมผัสสาร (Ansari et al., 1990) อย่างไรก็ตามไม่พบการลดลงของค่าการทำงานของ ChE อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในไก่ กลุ่มที่ 2 และ 3 ซึ่งได้รับสัมผัส cypermethrin ขนาด 0.05 ppm เมื่อตรวจวัดที่ 24 และ 96 ชม. หลังสัมผัสสาร ซึ่งไก่ทั้ง 2 กลุ่มนี้ได้รับ cypermethrin ในขนาดความเข้มข้นที่แนะนำตามเอกสารอ้างอิงไว้ว่าเป็นขนาดยาที่สามารถใช้รักษาโรคปรสิตภายนอกได้ผลดีและมีความปลอดภัยต่อตัวไก่ (Arends, 1997) ในขณะที่ไก่กลุ่มที่ 4 ซึ่งสัมผัสสารในระดับความเข้มข้นที่เกษตรกรปฏิบัติจริงในการใช้ cypermethrin จุ่มตัวไก่เพื่อกำจัดปรสิตภายนอกคือ 200 ppm เฉพาะกลุ่มที่สัมผัสสาร 24 ชม.พบว่าความเข้มข้นนี้มีผลลดค่าการทำงานของ ChE ในไก่กลุ่มดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นถึงความเสี่ยงที่จะเกิดอันตรายหรือผลกระทบต่อร่างกายจากการใช้ยาหรือสารเคมีในขนาดสูงกว่าที่มีคำแนะนำจากแหล่งที่เชื่อถือได้

ถึงแม้ว่าสารกำจัดแมลงกลุ่ม pyrethroid เช่น cypermethrin จะมีความเป็นพิษต่ำในสัตว์บกแต่สารกลุ่มนี้มีความเป็นพิษสูงในสัตว์น้ำ และสัตว์จำพวกแมลง (Ray and Forshaw, 2000) ดังนั้นการใช้ cypermethrin ในขนาดสูงเกินความจำเป็นอาจเกิดผลกระทบในด้านการเป็นสารตกค้างเข้าสู่สิ่งแวดล้อมเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ หรืออาจเป็นสารตกค้างในไก่ที่ได้รับสารความเข้มข้นสูงซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้ การศึกษาถึงการตกค้างของ cypermethrin ภายหลังการใช้เป็นยาโรคปรสิตภายนอกในไก่เป็นเรื่องที่น่าสนใจในการศึกษาต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ กองทุน “ทุนพัฒนาอาจารย์ใหม่ 2547” กองทุนรัชดาภิเษกสมโภช จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในการสนับสนุนทุนวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- ภานุพงศ์ เชาวนิช อภิรักษ์ เปลี่ยนแปลก รุจิรา แสงอรัญญ์ ลีลา เรืองแป้น เจนนุช ว่องวัชชัย ปิยะรัตน์ จันทร์ศิริพรชัย. 2004 (2547). ค่าการทำงานของเอนไซม์อะซีทิลโคลีนเอสเตอเรสและจำนวนเม็ดเลือดแดงทั้งหมดในกึ่งกุลาค่าที่สัมผัสไทรฟลูราลินในขนาดที่ใช้รักษาโรคปรสิตภายนอก. เวชสารสัตวแพทย์ 34(1): 91-97
- รังสิวรรณ เพชรอินทร์ รุจิรา ธรรมมา อุบลรัตน์ นิมิตรทิพย์ เจนนุช ว่องวัชชัย ปิยะรัตน์ จันทร์ศิริพรชัย. 2003 (2546). การประเมินความปลอดภัยของไทรโคลอฟอนในขนาดที่ใช้รักษาโรคปรสิตภายนอกโดยการตรวจวัดการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในซีรัมปลาแคร์พ (*Cyprinus carpio*). เวชสารสัตวแพทย์ 33(1): 45-49.
- Ansari, M.Z., Kumar, A., Prasad, R.L., Basu, A., Sahai, B.N. and Sinha, A.P. 1990. Clinicobiochemical use of serum cholinesterase following treatment with synthetic pyrethroids, cypermethrin and fenvalerate, in cattle and buffalo experimentally infested with *Boophilus microplus*. Indian J. Exp. Biol. 28(3): 241-244.
- Arends, J.J. 1997. External parasites and poultry pests. In: Disease of Poultry. 10th ed. Calnek, B.W., Barnes, H.J., Beard, C.W., McDougald, L.R. and Saif, Y.M. (edn.). Iowa State University Press, Ames, p. 785-814.
- Balint, T., Szegletes, T., Szegletes, Z., Halasy, K. and Nemcsok, J. 1995. Biochemical and subcellular changes in carp exposed to the organophosphorus methidathion and the pyrethroids deltamethrin. Aquatic Toxicol. 3(3): 279- 295.
- Cantalamesa, F. 1993. Acute toxicity of two pyrethroids, permethrin and cypermethrin, in neonatal and adult rats. Archives Toxicol. 67(7): 510- 513.
- Eells, J. and Dubocovich, M.L. 1988. Pyrethroid insecticides evoke neurotransmitter release from rabbit striatal slices. J. Pharmacol. Exp. Ther. 264(2): 514- 521.
- Elliott, M. 1989. The pyrethroids : Early discovery, recent advances and the future. Pestic. Sci. 27: 337-351.

- Ellman, G.L., Courtney, K.D., Andres, V. and Featherstone, R.M. 1961. A new colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochem. Pharmacol.* 7: 88-95.
- Gammon, D.W. 1981. Two classes of pyrethroid action in the cockroach. *Pestic. Biochem. Physiol.* 15: 181-191.
- Halbrook, R.S., Shagart, L.R., Watson, A.P., Munro, N.B. and Linnabary, R.D. 1992. Characterizing biological variability in livestock blood cholinesterase activity for biomonitoring organophosphate nerve agent exposure. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 201(5): 714-725.
- Harlin, K.S. and Ross, P.F. 1990. Enzymatic spectrophotometric method for the determination of cholinesterase activity in whole blood : collaborative study. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 73(4): 616-619.
- Leibowitz, M.D., Schwarz, J.R., Holan, G. and Hille, B. 1987. Electrophysiological comparison of insecticides and alkaloid agonists of sodium channels. *J. Gen. Physiol.* 90(1): 75-93.
- Miller, T.A. and Adams, M.E. 1986. Mode of synthetic pyrethroid insecticides on non-target organisms. *Residue Rev.* 97: 93-120.
- O'Malley, M. 1997. Clinical evaluation of pesticide exposure and poisonings. *Lancet.* 349 (9059): 1161-1166.
- Osweiler, G.D., Carson, T.L., Buck, W.B. and Van Gelder, G.A. 1985. In : *Clinical and Diagnostic Veterinary Toxicology*. 3rd ed. Ames : Kendall/Hunt Pub. Comp., Ames, p. 298-317.
- Rao, G.V. and Rao, K.S.J. 1995. Modulation in acetylcholinesterase of rat brain by pyrethroids *in vivo* and *in vitro* kinetic study. *J. Neurochem.* 65(5): 2259-2266.
- Ray, D.E. and Forshaw, P.S. 2000. Pyrethroid insecticides : Poisoning syndrome, synergies, and therapy. *J. Toxicol. Clin. Toxicol.* 38(2): 95-101.