

ẢNH HƯỞNG THUỐC TRỪ SÂU CHỨA HOẠT CHẤT DIAZINON LÊN HOẠT TÍNH ENZYME CHOLINESTERASE Ở CÁ RÔ ĐỒNG (*ANABAS TESTUDINEUS*): HIỆU ỨNG CỦA NHIỆT ĐỘ VÀ OXY HÒA TAN

Ngô Tố Linh và Nguyễn Văn Công¹

ABSTRACT

*Pesticide uses for rice increased greatly in the Mekong delta. Although spraying pesticides is one of common ways to protect rice from insects, it also causes negative effects. Climbing perch (*Anabas testudineus*) is often found on ricefields; therefore, fish could not avoid of exposure to pesticides. Dissolved oxygen (DO) and water temperature (WT) on ricefields are highly fluctuated. Three levels of WT (20, 25 & 30°C) and two levels of DO (<2 & >5mg/L) were conducted in laboratory to assess effects of diazinon on brain and muscle cholinesterase activity of the perch. Results indicate that WT, DO and interaction between WT and DO did not affect on brain and muscle ChE in the control fish. Increasing WT leded to more ChE inhibition in diazinon treatment; DO and interaction between DO and WT did not affect on ChE inhibition by diazinon. The study suggests that the species is more risk of ChE inhibition in the high temperature.*

Keywords: *Diazinon, Cholinesterase, Anabas testudineus, Temperature, Dissolved oxygen*

Title: *Effects of insecticide diazinon on activity of enzyme cholinesterase in Climbing perch (*Anabas testudineus*): Effects of temperature and dissolved oxygen*

TÓM TẮT

*Phun thuốc sâu trong cho lúa gia tăng đáng kể ở Đồng bằng sông Cửu Long. Dù phun thuốc là biện pháp tốt để bảo vệ lúa nhưng nó cũng gây hại cho môi trường. Cá rô đồng (*Anabas testudineus*) thường xuất hiện trên ruộng nên khó tránh khỏi tiếp xúc với thuốc sâu. Oxy hòa tan (DO) và nhiệt độ nước (WT) ở ruộng dao động lớn trong ngày và tuổi lúa. Ba mức WT (20, 25 và 30°C) và hai mức DO (<2 và >5mg/L) được bố trí theo khối hoàn toàn ngẫu nhiên trong phòng thí nghiệm để tìm hiểu ảnh hưởng của nó đến cholinesterase (ChE) trong não và thịt cá khi tiếp xúc với diazinon. Kết quả cho thấy WT và DO không ảnh hưởng đến ChE trong não và thịt cá ở đối chứng. Khi có diazinon, WT làm tăng ức chế ChE trong não và thịt. DO và tương tác giữa DO và WT không ảnh hưởng đến độc tính của diazinon đến cá. Kết quả cho thấy cá rô có nhiều rủi ro ChE bị ức chế khi phun thuốc ở nhiệt độ cao.*

Từ khóa: *Diazinon, nhiệt độ, oxy*

1 ĐẶT VẤN ĐỀ

Đồng Bằng Sông Cửu Long có tổng diện tích khoảng 12% cả nước và sản xuất khoảng 50% sản lượng lúa cả quốc gia. Năm 2006, diện tích trồng lúa giảm 6,4 nghìn ha so với năm 2005 nhưng năng suất tăng 0,05% và sản lượng tăng khoảng

¹ Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

0,7 nghìn tấn (Nguyễn Sinh Cúc, 2007) và điều này cho thấy mức độ thâm canh trong canh tác lúa ngày càng cao.

Đi đôi với việc thâm canh hóa trong sản xuất lúa thì việc sử dụng thuốc bảo vệ thực vật trên đồng ruộng cũng tăng. Đa số nông dân Đồng bằng sông Cửu Long cho rằng phun càng nhiều thuốc bảo vệ thực vật thì năng suất lúa càng cao (Heong *et al.*, 1998). Lượng thuốc sử dụng cho độc canh lúa bình quân 1,8 kg hoạt chất/ha/vụ (Berg, 2001) và được phun 5,7 lần/vụ (năm 1994) đến 8,2 lần/vụ (năm 1999) (Berg, 2001). Những năm gần đây dịch rầy nâu, bệnh vàng lùn và lùn xoắn lá gia tăng ở đồng bằng sông Cửu Long nên thuốc bảo vệ thực vật được sử dụng nhiều hơn. Nghiên cứu của Lê Huy Bá và Lâm Minh Triết (2005) cho thấy khi phun thuốc bảo vệ thực vật cho cây trồng thì có ít hơn 50% thuốc bám trên cây, phần còn lại đi vào môi trường và có thể bị rửa trôi hoàn toàn vào các thủy vực nếu có mưa sau khi phun. Thuốc bảo vệ thực vật chứa hoạt chất diazinon tồn tại nhiều tên thương mại khác nhau và được sử dụng khá phổ biến trên ruộng lúa (www.ppd.gov.vn). Hoạt chất này bền vững cao trong môi trường trung tính nhưng phân hủy khá nhanh trong môi trường kiềm và acid, có đặc điểm gây hại chuyên biệt qua ức chế hoạt tính enzyme acetylcholinesterase ở động vật (Tomlin, 1994).

Cá rô đồng (*Anabas testudineus*) là loài có cơ quan hô hấp khí trời, có thể sống nơi oxy hòa tan (DO) thấp và thường được tìm thấy ở ruộng lúa (Trương Thủ Khoa và Trần Thị Thanh Hương, 1993) nên cá có nhiều khả năng tiếp xúc với sử dụng thuốc bảo vệ thực vật. Dù chưa có số liệu điều tra, thống kê chính thức về sản lượng cá rô trong tự nhiên nhưng có lẽ chúng ta đều nhận thấy rằng sản lượng cá này trong tự nhiên ngày càng giảm. Radman *et al.*, (2002) cho thấy nồng độ diazinon gây chết 50% loài cá này sau 96 giờ thí nghiệm là 6,55ppm và sau 1 tuần tiếp xúc với diazinon ở nồng độ 3,75ppm thì mô gan và thận cá bị ảnh hưởng nghiêm trọng. Tuy nhiên, ảnh hưởng của diazinon đối với enzyme cholinesterase (ChE) cũng như ảnh hưởng của các nhân tố nhiệt độ và oxy hòa tan đến độc tính của diazinon thông qua đo enzyme cholinesterase vẫn chưa được đánh giá. Nhiệt độ và DO trên ruộng lúa Đồng bằng sông Cửu Long dao động rất lớn trong ngày và thời gian canh tác (Vromant *et al.*, 2001a, b). Nguyễn Văn Công và cộng sự (2006) cho thấy nhiệt độ tăng sẽ làm tăng ảnh hưởng của diazinon lên ChE ở cá lóc đồng nhưng thay đổi DO không làm ảnh hưởng đáng kể đến ảnh hưởng của thuốc đến ChE. Enzyme ChE có chức năng quan trọng trong sinh vật sống, đặc biệt trong chuyển tải các tín hiệu thần kinh (O'Brien, 1976). Khi ChE bị ức chế hơn 70% mức bình thường sẽ làm đa số sinh vật chết (Fulton and Key, 2001) và 30% bị ức chế được xem là giới hạn sinh học cho sinh vật (Apreal *et al.*, 2002).

Nghiên cứu này được đặt ra nhằm đánh giá ảnh hưởng của nhiệt độ, DO đến mức độ ức chế ChE trong não và thịt cá rô khi tiếp xúc với diazinon. Kết quả sẽ làm cơ sở cho đánh giá khả năng cá bị ảnh hưởng trong điều kiện biến động nhiệt độ và oxy trên thực tế đồng ruộng Đồng bằng sông Cửu Long.

2 VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Địa điểm và vật liệu nghiên cứu

Nghiên cứu được triển khai tại Phòng thí nghiệm Bộ môn Khoa học Môi trường, Khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên, trường Đại học Cần Thơ.

Máy đo oxy (Thermo Orion – Đức) được sử dụng để đo DO và nhiệt độ trong suốt quá trình triển khai tất cả các thí nghiệm. Máy sục khí, khí nitơ và điện trở kế (Aquarium regler, Đức) dùng điều khiển nhiệt độ và DO trong thí nghiệm.

2.2 Hóa Chất

Thuốc trừ sâu Diazan 60EC chứa 60% khối lượng hoạt chất Diazinon [6-methyl-2-(1-methylethyl)-4-pyrimidinyl] ester và 40% chất phụ gia do Công ty dịch vụ bảo vệ thực vật An Giang sản xuất.

Hóa chất $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (Merck) và $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (Merck) dùng pha dung dịch đệm pH 7,4 và pH 8; hóa chất 5,5 dithio-bis 2nitrobenzoic acid (DTNB, Sigma Aldrich, Đức) và acetylcholine iodide (Sigma Aldrich, Đức) dùng để đo ChE; acetone (Trung Quốc) dùng để rửa cối nghiền trước khi nghiền mẫu tiếp theo.

2.3 Sinh vật thí nghiệm

Cá rô đồng ($4,28 \pm 0,58\text{g}$) được mua từ trại cá giống Dũng, đường 3/2, Thành phố Cần Thơ về thuần dưỡng trong bể composite 600L tại phòng thí nghiệm 2 tuần cho quen môi trường nước máy trước khi thí nghiệm. Hàng ngày cá được cho ăn 2 lần (5%) khối lượng và thay nước (30%) trước khi cho ăn.

2.4 Phương pháp bố trí thí nghiệm

Diazinon có nồng độ $655\mu\text{g/L}$ (10% LC₅₀- 96 giờ) được pha từ diazan 60EC.

Ba mức nhiệt độ 20°C, 25°C và, 30°C nằm trong khoảng dao động thông thường trong một vụ canh tác lúa ở ĐBSCL (Vromant *et al.*, 2001a, b) được chọn để xem để thí nghiệm. Nhiệt độ 20°C được kiểm soát bằng cách dùng bể kiếng chứa nước đặt trong phòng máy lạnh 24 giờ. Nhiệt độ 25°C và 30°C được điều chỉnh bằng cách đặt bể kiếng trong phòng máy lạnh và dùng điện trở kế (Aquarium regler, Đức) để đun nóng nước đạt đến nhiệt độ cần thiết.

Hai mức DO ($\leq 2\text{mg/L}$ và $> 5\text{mg/L}$) thường xuất hiện trên ruộng lúa (Vromant *et al.*, 2001a, b) được chọn để bố trí thí nghiệm. Khí nitơ được sục vào nước để điều khiển oxy $\leq 2\text{mg/L}$ (Høy *et al.*, 1991; Baer *et al.*, 2002). Lượng khí nitơ cho vào nước được duy trì và điều chỉnh bằng van điều khiển. Máy sục khí dùng để đảm bảo DO trên 5mg/L đối với nghiệm thức DO $> 5\text{mg/L}$. DO và nhiệt độ nước được kiểm tra trước khi bố trí thí nghiệm và hàng giờ bằng máy đo DO (Thermo Orion – Đức) trong suốt thời gian thí nghiệm.

Thí nghiệm được bố trí theo khối hoàn toàn ngẫu nhiên trong 6 giờ. Mỗi nghiệm thức lặp lại 6 lần, mỗi lần lặp lại là 1 cá được cho vào bình tam giác thủy tinh 1000 mL đã chuẩn bị sẵn 700 mL dung dịch diazinon và 1 viên đá bọt sục khí. Bình tam giác được đặt vào bể kiếng đã chuẩn bị nhiệt độ như điều kiện thí nghiệm. Nghiệm thức đối chứng cũng được bố trí đồng thời với nghiệm thức có thuốc để xem mức độ ức chế hoạt tính ChE.

Sau 6 giờ thí nghiệm, cá ở từng nghiệm thức được bắt ra để riêng và giết ngay bằng nước đá và sau đó xử lý mẫu để đo ChE. Hoạt tính ChE được đo bằng máy so màu quang phổ (U-2800, Hitachi, Nhật) ở bước sóng 412nm trong 200 giây dựa theo phương pháp Ellman *et al.* (1961) như đã mô tả bởi Nguyễn Văn Công và cộng sự (2006). Kết quả sẽ được ghi nhận khi hệ số tương quan (r^2) đạt từ 0,9 trở lên.

2.5 Xử lý số liệu

Số liệu được xử lý thống kê bằng phương pháp General linear model và one-way ANOVA với Duncant test sử dụng phần mềm SPSS 13.0. Mức độ sai khác hay ảnh hưởng có ý nghĩa thống kê được tính khi $p < 0,05$.

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Kết quả

Mặc dù nhiệt độ và oxy được điều khiển thận trọng nhưng kết quả quan trắc hàng giờ cho thấy hai yếu tố này vẫn dao động. Nhiệt độ biến động ở các mức là $20,4 \pm 0,85^\circ\text{C}$; $24,6 \pm 0,40^\circ\text{C}$; $30,4 \pm 1,13^\circ\text{C}$. DO dao động trong mức $1,71 \pm 0,38\text{mg/L}$ và $7,23 \pm 0,86\text{mg/L}$.

Bảng 1: Bảng phân tích phương sai xem xét tác động của oxy hòa tan (DO) và nhiệt độ (T) lên hoạt tính ChE ở não và thịt trong trường hợp không có diazinon

Nguồn tác động	Loại mô	SS	df	MS	F	P
Oxy hoà tan (DO)	Não	0,4	1	0,4	0,3	0,58
	Thịt	0,1	1	0,1	0,1	0,78
Nhiệt độ (T)	Não	3,2	2	1,6	1,3	0,30
	Thịt	1,5	2	0,7	0,8	0,45
Khối (K)	Não	3,5	1	3,5	2,8	0,11
	Thịt	3,2	1	3,2	3,7	0,07
DO * T	Não	5,1	2	2,5	2,0	0,15
	Thịt	2,2	2	1,1	1,2	0,30

SS: Tổng bình phương, MS: Trung bình bình phương

Kết quả phân tích phương sai cho thấy các mức DO và nhiệt độ trong điều kiện thí nghiệm và sự tương tác giữa hai nhân tố này ảnh hưởng không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) đến hoạt tính ChE trong não và thịt cá trong trường hợp không có diazinon (Bảng 1).

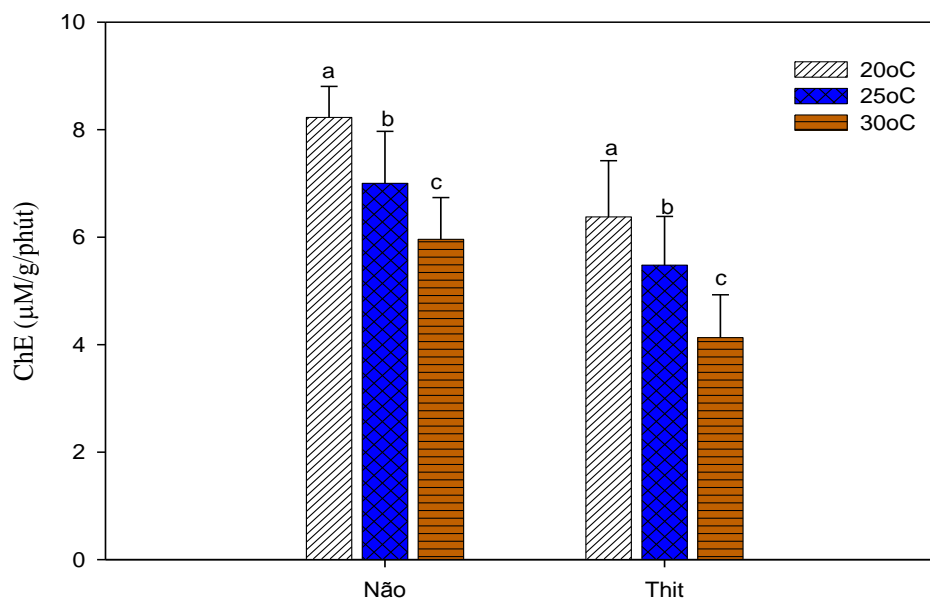
Trường hợp có diazinon, nhiệt độ ảnh hưởng rất có ý nghĩa thống kê ($p < 0,001$) đến hoạt tính ChE trong não và thịt cá nhưng DO và tương tác giữa DO và nhiệt độ ảnh hưởng không có ý nghĩa ($p > 0,05$) (Bảng 2). DO không ảnh hưởng đến hoạt tính ChE nên số liệu của 2 mức DO đối với từng mức nhiệt độ được gộp chung lại để so sánh ảnh hưởng của nhiệt độ lên mức độ ức chế ChE của diazinon.

Bảng 2: Bảng phân tích phương sai xem xét tác động của oxy hòa tan (DO) và nhiệt độ (T) lên hoạt tính ChE ở não và thịt sau 6 giờ cá tiếp xúc với diazinon ở nồng độ 655µg/L

Nguồn tác động	Loại mô	SS	df	MS	F	P
Oxy hoà tan (DO)	Não	0,2	1	0,2	0,3	0,59
	Thịt	2,2	1	2,2	3,0	0,09
Nhiệt độ (T)	Não	30,9	2	15,5	28,9	0,00
	Thịt	30,7	2	15,3	20,5	0,00
Khối (K)	Não	3,9	1	3,9	7,4	0,01
	Thịt	3,4	1	3,4	4,6	0,04
DO*T	Não	0,8	2	0,4	0,8	0,46
	Thịt	0,6	2	0,3	0,4	0,66

SS: Tổng bình phương, MS: Trung bình bình phương

Ở nhiệt độ 20°C, sau 6 giờ tiếp xúc với diazinon hoạt tính ChE trong não là $8,2 \pm 0,6\mu\text{M/g/phút}$ và khi nhiệt độ tăng lên đến 25°C hay 30°C thì hoạt tính lần lượt là $6,4 \pm 1\mu\text{M/g/phút}$ và $5,6 \pm 1,1\mu\text{M/g/phút}$. Trong thịt, cùng thời gian và nồng độ (diazinon) tiếp xúc như trong não, hoạt tính ChE ở 20°C, 25°C và 30°C lần lượt là $7 \pm 1\mu\text{M/g/phút}$, $5,5 \pm 0,9\mu\text{M/g/phút}$ và $4,9 \pm 0,7\mu\text{M/g/phút}$ (Hình 1). Nhìn chung, nhiệt độ tăng sẽ làm tăng mức độ ức chế hoạt tính ChE trong não và thịt.



Hình 1: Ảnh hưởng nhiệt độ lên hoạt tính ChE (trung bình ± SD, n=12) trong não và thịt của cá rô sau 6 giờ tiếp xúc với diazinon ở nồng độ 655µg/L. Các chữ cái khác nhau ở các cột trong cùng cơ quan sai khác có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$, Duncan test)

3.2 Thảo luận

Khi sinh vật sống trong môi trường có độc chất cùng với điều kiện khắc nghiệt của môi trường thì chúng sẽ gặp những ảnh hưởng bất lợi về sinh trưởng, phát triển và cả về khả năng sống sót (Heugens *et al.*, 2001). Hai nhân tố môi trường cần được

quan tâm trước tiên đó là nhiệt độ và DO bởi vì chúng dao động trong suốt mùa vụ canh tác lúa.

Khi không có diazinon, kết quả phân tích thống kê cho thấy DO, nhiệt độ và sự tương tác giữa 2 nhân tố này ảnh hưởng không có ý nghĩa đến hoạt tính ChE não và thịt cá rô ($p > 0,05$). Cá rô là loài cá có cơ quan hô hấp khí trời, khi DO thấp cá sẽ chuyển sang hô hấp khí trời. Hơn nữa, đây là loài cá nhiệt đới nên có thể sống trong khoảng nhiệt độ từ 22°C – 30°C (www.fishbase.org). Do đó, DO và nhiệt độ không ảnh hưởng đến hoạt tính enzyme của cá trong trường hợp không có diazinon. Kết quả tương tự đã được phát hiện ở cá lóc đồng (*Channa striata*) (Nguyễn Văn Công *et al.*, 2006).

Khi cá tiếp xúc với diazinon, DO ảnh hưởng không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) đến sự ức chế ChE nhưng nhiệt độ tăng làm tăng mức độ ức chế ChE ($p < 0,05$) (Hình 1). Cá rô là loài cá có cơ quan hô hấp khí trời nên khi DO môi trường thấp cá sẽ chuyển từ hô hấp trong nước sang hô hấp khí trời nhằm cung cấp đủ oxy cho nhu cầu bản thân nên làm giảm lượng diazinon xâm nhập vào cơ thể. Sự gia tăng hoạt động đớp khí trời của cá rô được nhìn thấy trong suốt tiến trình thí nghiệm. Biểu hiện tương tự cũng được nhìn thấy ở cá lóc đồng (*C. striata*) khi tiếp xúc với diazinon ở nồng độ 8µg/L suốt 5 giờ trong hệ thống sục khí (Cong, 2006) và ở cá *Macropodus cupanus* khi tiếp xúc với thuốc trừ sâu carbaryl ở nồng độ 1ppm (Arunachalam and Palanichamy, 1982). Những kết quả này chỉ ra rằng cá có cơ quan hô hấp khí trời có thể tránh tiếp xúc độc chất bởi sự thay đổi cách hô hấp.

Trái ngược với nhân tố DO, nhiệt độ ảnh hưởng có ý nghĩa thống kê đến hoạt tính ChE trong não và thịt khi cá tiếp xúc với diazinon. Hoạt tính ChE trong não ở 20°C là 8,23µM/g/phút, 25°C là 7µM/g/phút (giảm 15% so với 20°C), 30°C giảm còn 5,96µM/g/phút (giảm 30% so với 20°C). Tương tự như kết quả trên, diazinon ức chế ChE trong não cá lóc tăng gấp đôi khi nhiệt độ tăng 10°C (24°C đến 34°C) (Cong, 2006).

Trong thịt, khi nhiệt độ tăng ChE cũng bị ức chế nhiều hơn và sai khác có ý nghĩa giữa các mức nhiệt độ ($p < 0,05$). Kết quả ghi nhận được khi nhiệt độ tăng lên 10°C thì ChE thịt giảm khoảng 20%- 30%. Nhìn chung, hoạt tính ChE trong não và thịt cá rô đều giảm khoảng 1,5 lần khi nhiệt độ tăng từ 20°C lên 30°C. Nhiều sinh vật sẽ tăng trao đổi chất khi nhiệt độ tăng (Qin *et al.*, 1997). Sự gia tăng này nếu xảy ra trong môi trường tồn tại độc chất thì sẽ làm tăng lượng độc chất xâm nhập vào cơ thể và tăng chuyển hóa, phân giải độc chất (Murty, 1988). Tốc độ trao đổi chất tăng từ 2 đến 3 lần khi nhiệt độ tăng 10°C (Jensen *et al.*, 1993). Jimenez *et al.* (1987) cho thấy khi nhiệt độ tăng từ 13°C đến 23°C thì tốc độ hấp thu, chuyển hóa và tích tụ sinh học của hóa chất đối với cá mang xanh (*Lepomis macrochirus*) tăng lần lượt là 2,7 lần, 4 lần, và 1,6 lần. Mặc dù trong thí nghiệm này không đo được lượng hấp thu, chuyển hóa hay tích tụ diazinon trong cơ thể sinh vật nhưng thông qua sự gia tăng mức độ ức chế ChE não và thịt khi nhiệt độ tăng cũng có thể do cá đã hấp thụ và chuyển hóa diazinon nhiều hơn do cá phải tăng quá trình trao đổi chất trong cơ thể để đáp ứng với sự thay đổi điều kiện môi trường bên ngoài.

Ở đồng bằng sông Cửu Long, DO và nhiệt độ dao động rất lớn trong ngày và theo thời gian sinh trưởng của lúa (Vromant *et al.*, 2001a, b). DO trên ruộng lúa ≤

2mg/L vào buổi sáng (6-7giờ) và >5mg/L vào buổi chiều (14- 15giờ). Nhiệt độ nước tăng từ 24°C vào buổi sáng đến khoảng 36°C vào buổi chiều. Các điều kiện thí nghiệm về DO và nhiệt độ trong nghiên cứu này nằm trong khoảng dao động ngoài tự nhiên. Vì vậy, trong thực tế đồng ruộng cá có thể bị ảnh hưởng đến ChE nhiều vào buổi chiều hơn buổi sáng.

4 KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Nhiệt độ từ 20 đến 30°C và oxy hoà tan trong khoảng < 2mg/L và >5mg/L xảy ra đồng thời không làm ảnh hưởng đến hoạt tính ChE trong não và thịt cá rô đồng.

Khi môi trường nhiễm diazinon, oxy hòa tan không ảnh hưởng đến mức độ ức chế ChE của diazinon.

Khi nhiệt độ tăng sẽ làm tăng ảnh hưởng của diazinon lên hoạt tính enzyme trong não và thịt cá rô..

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Aprèa C., Colosio C., Mammone T., Minoia C., Maroni M., 2002). Biological monitoring of pesticide exposure: a review of analytical methods, *J Chromatogr* 769B: 191- 219.
- Arunachalam S., Palanichamy S., 1982. Sublethal effects of carbaryl on surfacing behavior and food utilization in the air-breathing fish, *Macropodus cupanus*, *Physiol Behavior* 29: 23 - 27.
- Berg H., 2001. Pesticide use in rice and rice-fish farm in the Mekong Delta, Viet Nam, *Crop Protection* 20: 897 - 905.
- Cong N.V., 2006. Acetylcholinesterase activity as a biomarker of pesticide exposure and effects on fish species of the Lower Mekong Delta, Ph.D Thesis, Department of Biology and University of Aarhus (Denmark), pp 139.
- Dung N.H., Thien T.C., Hong V.H., Loc N.T., Minh D.V., Thau T.D., Nguyen H.T.L., Phong N.T., Son T.T., 1999. Impact of agro-chemical use on productivity and health in Vietnam, Economy and environment program in South East Asia (EEPSEA) Research Report series. 1 - 65.
- Ellman G.L., Courtney D., Anderdres V.J., Featherstone R.M., 1961. A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity, *Biochemistry and Pharmacology* 7: 88 - 95.
- Fulton M.H., Key P.B., 2001. Acetylcholinesterase inhibition in estuarine fish and invertebrates as an indicator of Organophosphorus insecticide exposure and effects, *Environmental Toxicology and Chemistry*, Vol. 20, (No.1), Setac Press, pp 37 - 45.
- Heong K.L., Escalada M.M., Huan N.H., Mai V., 1998. Use of communication media in changing rice farmers' pest management in the Mekong Delta, Vietnam, *Crop Protection* 17: 413 - 425.
- Heugens E.H.W., Hendriks A.J., Dekker T., Straalen N.M.V., Admiraal W., 2001. A review of the effects of multiple stressors on aquatic organisms and analysis of uncertainty factors for use in Risk Assessment, *Critical Reviews in Toxicology*, 31 (3): 247 - 284.
- Huan N.H., Mai V., Escalada M.M., Heong K.L., 1999. Changes in rice farmers' pest management in the Mekong Delta, Vietnam, *Crop Protection* 18: 557 - 563.
- Jensen F.B., Nikinmaa M., Weber R.E., 1993. Environmental perturbations of oxygen transport in teleost fishes: causes, consequences and compensations, In: J. Cliff Rankin and Frank B. Jensen (Ed.), *Fish Physiology*, Chapman and Hall (Fish and Fishes series 9).

- Jimenez B.D., Cirimo C.P., McCarthy JF., 1987. Effects of feeding and temperature on uptake, elimination and metabolism of benzo(a)pyrene in the bluegill sunfish (*Lepomis macrochirus*), *Aqua Toxicol.* 10: 41 - 57.
- Lê Huy Bá và Lâm Minh Triết, 2005. Sinh thái môi trường ứng dụng, NXB Khoa Học và Kỹ Thuật, trang 263-306.
- Murty A.S., 1988. Toxicity of pesticide to fish, Volume II, CRC Press, InC. Boca Raton, Florida, pp 143.
- Nguyễn Sinh Cúc, 2007. “Sản xuất nông nghiệp năm 2006 và những vấn đề đặt ra”, *Tạp Chí Khoa Học - Công Nghệ của Bộ Nông Nghiệp và Phát Triển Nông Thôn*, kỳ 1/2007, (số 99), trang 3 - 7.
- Nguyễn Văn Công, Trần Sỹ Nam, Phạm Ngọc Thanh Hùng và Nguyễn Thanh Phương, 2006. Ảnh hưởng nhiệt độ và oxy hòa tan lên độc tính Basudin 50EC ở Cá Lóc (*Channa Striata*, Bloch 1793), *Tạp Chí Nghiên Cứu Khoa Học Trường Đại Học Cần Thơ*, trang 1 - 12.
- O'Brien R.D., 1976. Acetylcholinesterase and its inhibition, In: Wilkinson, C.F (Ed.), *Insecticide Biochemistry and Physiology*, London, pp 271 - 296.
- Qin J., He X., Fast A.W., 1997. A bioenergetics model for an air-breathing fish, *Channa Striatus*, *Environmental Biology of Fishes* 50: 309 - 318.
- Rahman M.Z., Hossain Z., Mollah M.F.A., Ahmed G.U., 2002. Aquaculture section of the Network of Tropical Aquaculture and Fishes Professionals (NTAFP), Vol. 25, (No.2), pp 8 - 12.
- Tomlin C., 1994. The pesticide manual: Incorporating the Agrochemicals Handbook, 10th, British Crop Protection Publication, pp 296 - 297.
- Trương Thủ Khoa và Trần Thị Thanh Hương, 1993. Định danh các loài cá nước ngọt Đồng Bằng Sông Cửu Long, Việt Nam, Khoa Thủy Sản, Trường Đại Học Cần Thơ.
- Vromant N., Chau N.T.H., Ollevier F., 2001a. The effect of rice seeding rate and fish stocking on the floodwater ecology of the rice field in direct-seeded, concurrent rice-fish systems, *Hydrobiologia* 445: 151 - 164.
- Vromant N., Chau N.T.H., Ollevier F., 2001b. The effect of rice seeding rate and fish stocking on the floodwater ecology of the trench of a concurrent, direct-seeded rice-fish systems, *Hydrobiologia* 547: 105 - 117.