การยับยั้งอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรสในหอยเชอรี่โดยสัมผัสสารคลอไพรีฟอส ไดคลอวอส และคาร์บาริล

สุณิสา พุฒคำ

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
เมษายน 2550
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ สุณิสา พุฒคำ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร.วรวิทย์ ชีวาพร)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิภูษิต มัณฑะจิตร)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธาน

(Professor Dr. Herbert Helander)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วรวิทย์ ชีวาพร)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิภูษิต มัณฑะจิตร)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุดารัตน์ สวนจิตร)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประทุม ม่วงมี)

วันที่ 9 เดือน เมษายน พ.ศ. 2550

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์ ระดับบัณฑิตศึกษา
จากโครงการบัณฑิตศึกษาฝึกอบรม และวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี
และการบริหารจัดการด้านสิ่งแวดล้อม ภายใต้การกำกับของโครงการพัฒนา บัณฑิตศึกษา
วิจัยด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ทบวงมหาวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางในการศึกษา ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จาก รองศาสตราจารย์ ดร.วรวิทย์ ชีวาพร ซึ่งคอยดูแลและช่วยเหลือเสมอมา ทำให้ผู้วิจัยได้รับแนวทางในการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ จึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ Professor Dr. Herbert Helander ซึ่งเป็นประธานในการสอบวิทยานิพนธ์และรองศาสตราจารย์ ดร.วิภูษิต มัณฑะจิตร กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ดร. กรประภา เครือวัลย์ ที่ชี้แนะและเสนอแนวทางที่เป็นประโยชน์ต่อผู้วิจัยเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก จังหวัดชลบุรี ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการเก็บตัวอย่าง และขอขอบคุณ นายเกศไพสาร นาโฮม ที่คอยช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการเก็บตัวอย่างมาโดยตลอด

ขอขอบคุณบริษัท ลัดดา จำกัด และ บริษัท เคมเทรด จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์สารเคมีที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ที่คอยให้กำลังใจและสนับสนุนการศึกษาครั้งนี้และขอบคุณเพื่อน ๆ น้อง ๆ ทุกคนที่เป็นกำลังใจที่ดีมาโดยตลอด

วิทยานิพนธ์ครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนบางส่วนจากโครงการบัณฑิตศึกษา ฝึกอบรมและวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม ภายใต้การกำกับของโครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

สุณิสา พุฒคำ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

47912009: สาขาวิชา: วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม; วท.ม. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)
คำสำคัญ: อะซิทิลโคลีนเอสเทอเรส/ หอยเชอรี่/ คลอไพรีฟอส/ ไดคลอวอส/ คาร์บาริล

สุณิสา พุฒคำ: การยับยั้งอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรสในหอยเชอรี่โดยสัมผัสสาร คลอไพรีฟอส ไดคลอวอส และคาร์บาริล (ACETYLCHOLINESTERASE INHIBITION IN GOLDEN APPLE SNAIL (*POMACEA CANALICULATA* LAMARCK) EXPOSED TO CHLORPYRIFOS DICHLORVOS AND CARBARYL): คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: วรวิทย์ ชีวาพร, Ph.D., วิภูษิต มัณฑะจิตร, Ph.D. 96 หน้า. ปี พ.ศ. 2550.

การศึกษาครั้งนี้ศึกษาการยับยั้งอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรสในหอยเชอรี่โดยสัมผัสสาร คลอไพรีฟอส ไดคลอวอส ซึ่งเป็นสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต และคาร์บาริล เป็นสารกลุ่มคาร์บาเมท โดยใช้หอยเชอรี่เป็นสัตว์ทดลอง ทำการวัดระดับอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรส ในสภาวะปกติ โดยใช้หอยขนาดใกล้เคียงกัน เลือกอวัยวะส่วน เหงือก ลำไส้ กล้ามเนื้อ ไต และต่อมย่อยอาหาร โดยสัมผัสสารที่ความเข้มข้นระดับที่ไม่ทำให้หอยตายในเวลา 96 ชั่วโมง

จากการศึกษาพบว่า ในเหงือกจะมีระดับอะซิทิลโคลีนสูงสุด และเพศไม่มีผลต่อการยับยั้งอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรสในหอยเชอรี่ ส่วนขนาดและอุณหภูมิมีผล โดยหอยเชอรี่ขนาดใหญ่มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรสสูงกว่าในหอยขนาดเล็ก ในอุณหภูมิที่สูงกว่าจะทำให้หอยเชอรี่มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งสูง และการยับยั้งอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรสในความเข้มข้นสูงจะทำให้เกิดการยับยั้งสูงขึ้นด้วย เมื่อศึกษาระยะเวลาสัมผัสสารพบว่า สารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตเกิดการยับยั้งรวดเร็วกว่าสารกลุ่มคาร์บาเมท หลังจากนั้นเมื่อนำหอยมาแช่ในน้ำสะอาด พบว่าอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรสในสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตสามารถฟื้นกลับคืนมาได้ช้ากว่าในสารกลุ่มคาร์บาเมทซึ่งชี้ให้เห็นว่าเกิดภาวการณ์ยับยั้งถาวร (Aging) เมื่อหอยสัมผัสสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต และค่า ED 50 ในหอยเชอรี่ โดยคลอไพรีฟอส ไดคลอวอสและคาร์บาริล มีค่า 0.37 μM, 0.22 μM และ 14 μM ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า คลอไพรีฟอสและไดคลอวอส มีความเป็นพิษสูงกว่าคาร์บาริล

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

47912009: MAJOR: ENVIRONMENTAL SCIENCE; M.Sc.
(ENVIRONMENTAL SCINCE)
KEYWORDS: ACETYLCHOLINESTERASE/ APPLE SNAIL/ CHLORPYRIFOS/
DICHLORVOS/ CARBARYL

SUNISA PUTKOME: ACETYLCHOLINESTERASE INHIBITION IN GOLDEN APPLE SNAIL (*POMACEA CANALICULATA* LAMARCK) EXPOSED TO CHLORPYRIFOS DICHLORVOS AND CARBARYL. ADVISORY COMMITEE: VORAVIT CHEEVAPORN, Ph.D., VIPOOSIT MUNTAJIT, Ph.D. 96 P. 2007.

This study aims to investigate AChE inhibition by chlorpyrifos and dichlovos organophosphate and carbaryl carbamate insecticides using apple snail (*Pomacea canaliculata* Lamarck) as a bioassay organism. AChE activitys were measured in gill, intestine, muscle kidney, and digestive gland of snails exposed to sublethal concentrations of organophosphate and carbamate insecticides for 96 hr. Relative inhibition of AChE was highest in gill and progressively less in intestine, kidney, muscle and digestive gland. Inhibition of AChE in the gill was higher in larger snail treated at higher temperatures but did not differ significantly between sex. AChE inhibiton increased rapidly with the increase of insecticide concentrations.

AChE inhibition in the gill increased over 96 hr sublethal exposure. After transfer to insecticide-free water, recovery of AChE activity in snail exposed to chlorpyrifos and dichlovos was significant and slower than that for carbaryl. This indicated the aging of the enzyme complex with chlorpyrifos and dichlovos whereas the non-aging enzyme recovery could be possible with the exposure of carbaryl insecticide. ED50 of chlorpyrifos, dichlovos and carbaryl in snail were 0.37, 0.22 and 14 μM, respectively. The result of investigation indicates higher toxicity of chlorpyrifos, dichlovos over carbaryl.

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... จ

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ญ

บทที่

1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

สมมติฐานของการวิจัย 3

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย 3

ขอบเขตการวิจัย 3

สถานที่ทำการวิจัย 4

ข้อจำกัดของงานวิจัย 4

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

หอยเชอรี่ 5

สารพิษฆ่าแมลงในประเทศไทย 13

พิษวิทยาของสารเคมี 14

สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาในฟอสเฟตและคาร์บาเมท 15

คลอไพรีฟอส 18

ไดคลอวอส 19

คาร์บาริล 20

เอนไซม์อะซิทิลโคลีนเอสเทอเรส 22

อาการพิษของสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท 24

การตรวจวัดระดับโคลีนเอสเทอเรส 27

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 30

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 วิธีดำเนินการวิจัย	33
วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี	33
วิธีวิเคราะห์หาระดับอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรส	35
การทดสอบเบื้องต้น	37
สภาวะของการวิจัย	40
ขั้นตอนการวิจัย	41
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์	45
4 ผลการวิจัย	46
การทดสอบเบื้องต้นเพื่อหาอวัยวะและความเข้มข้นที่เหมาะสมในการวิจัย	46
การทดสอบปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการยับยั้งอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรส	49
การศึกษาผลของระยะเวลาในการสัมผัสสารและการฟื้นตัว ที่มีผลต่อการยับยั้งอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรส	61
5 อภิปรายและสรุปผล	72
สรุปผลการวิจัย	72
อภิปรายผลการวิจัย	74
ข้อเสนอแนะ	79
บรรณานุกรม	80
ภาคผนวก	85
ภาคผนวก ก สารเคมีที่ใช้ในการวิจัย	86
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	88
ภาคผนวก ค การหาค่า ED 50	93
ประวัติย่อของผู้วิจัย	96

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แผนการทดลองระยะเวลาที่มีผลต่ออะซิทิลโคลีนเอสเทอเรส	44
2	การศึกษาผลของระยะเวลาหลังการฟื้นตัวของอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรสภายหลังจากแช่ในน้ำเปล่า	44
3	คุณภาพน้ำระหว่างการทดลอง	46
4	ระดับการทำงานของอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรส ที่สัมผัสกับสารคลอไพรีฟอส ไดคลอวอส และคาร์บาริล เข้มข้น 1 mg/ l เป็นเวลา 96 ชั่วโมง	48
5	ระดับการทำงานของอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรส ที่สัมผัสกับสารคลอไพรีฟอส ไดคลอวอส และคาร์บาริลในหอยเพศผู้และเพศเมีย เป็นเวลา 96 ชั่วโมง	50
6	ระดับการทำงานของอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรส ที่สัมผัสกับสารคลอไพรีฟอส ไดคลอวอส และคาร์บาริล ในหอยขนาดใหญ่และหอยขนาดเล็ก เป็นเวลา 96 ชั่วโมง	52
7	ระดับการทำงานของอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรส ที่สัมผัสกับสารคลอไพรีฟอส ไดคลอวอส และคาร์บาริล ที่อุณหภูมิ 27 และ 32 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 96 ชั่วโมง	54
8	ระดับการทำงานของอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรส ที่สัมผัสกับสารคลอไพรีฟอส ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นเวลา 96 ชั่วโมง	56
9	ระดับการทำงานของอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรส ที่สัมผัสกับสาร ไดคลอวอส ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นเวลา 96 ชั่วโมง	58
10	ระดับการทำงานของอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรส ที่สัมผัสกับสารคาร์บาริล ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นเวลา 96 ชั่วโมง	60
11	ระดับการทำงานของ โคลีนเอสเทอเรส ในเนื้อเยื่อของสัตว์น้ำบางชนิด	75

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	หอยเชอรี่ที่พบในประเทศไทย	6
2	ระบบทางเดินอาหารของหอยเชอรี่	9
3	ลักษณะหอยเพศผู้ และเพศเมีย จากภายนอก	11
4	อวัยวะภายในส่วนต่าง ๆ ของหอยเชอรี่เพศผู้	11
5	อวัยวะภายในส่วนต่าง ๆ ของหอยเชอรี่เพศเมีย	11
6	ลักษณะภายในของหอยเพศผู้	12
7	สูตรโครงสร้างทั่วไปของสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต	16
8	สูตรโครงสร้างทั่วไปของสารฆ่าแมลงกลุ่มคาร์บาเมท	17
9	สูตรโครงสร้างของคลอไพริฟอส	17
10	สูตรโครงสร้างของไดคลอวอส	19
11	สูตรโครงสร้างของคาร์บาริล	20
12	สูตรโครงสร้างของอะซิทิลโคลีน	22
13	การส่งผ่านกระแสประสาทของอะซิทิลโคลีน	23
14	ปฏิกิริยาระหว่างเอนไซม์และสารหยุดยั้งเอนไซม์ เช่น สารฆ่าแมลงสูตรโครงสร้างคาร์บาเมทและฟอสเฟตอินทรีย์	24
15	กลไกการเป็นพิษของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและขบวนการ “เอจจิ้ง” จะเกิดหลังจากเอนไซม์ถูกกลุ่มฟอสเฟตจับไว้แล้ว	27
16	การเลือกขนาดหอยเชอรี่ที่ใช้ในการทดลอง	33
17	การตัดเนื้อเยื่อเพื่อที่จะนำไปปั่นละเอียด	35
18	เครื่องปั่นละเอียด	36
19	Supernatant (S9)	36
20	เปอร์เซ็นต์การตายของหอยเชอรี่ในคลอไพรีฟอส ที่ 96 ชั่วโมง	38
21	เปอร์เซ็นต์การตายของหอยเชอรี่ในไดคลอวอส ที่ 96 ชั่วโมง	39
22	เปอร์เซ็นต์การตายของหอยเชอรี่ในคาร์บาริล ที่ 96 ชั่วโมง	39
23	ลักษณะการถ่ายน้ำ	41

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
24	เปรียบเทียบระดับอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรส ในอวัยวะต่าง ๆ ในหอยเชอรี่	47
25	การเปรียบเทียบระดับการทำงานของอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรสในน้ำที่เติมอะซิโต 0.2 mg/l และน้ำเปล่า	47
26	การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการทำงานของอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรส ในสารต่าง ๆ ที่มีความเข้มข้นเท่ากัน คือ 1 mg/l เป็นเวลา 96 ชั่วโมง	48
27	ลักษณะของหอยเชอรี่เมื่อสัมผัสสารในปริมาณมาก	59
28	การเปรียบเทียบระดับการทำงานของอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรส ในเพศผู้และเพศเมียที่สัมผัสสารคลอไพรีฟอส ไดคลอวอสและคาร์บาริล เป็นเวลา 96 ชั่วโมง	50
29	การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการทำงานของอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรส ในเพศผู้และเพศเมียที่สัมผัสสารคลอไพรีฟอส ไดคลอวอสและคาร์บาริล เป็นเวลา 96 ชั่วโมง	51
30	การเปรียบเทียบระดับการทำงานของอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรส ในหอยเชอรี่ขนาดใหญ่และเล็ก ที่สัมผัสสารคลอไพรีฟอส ไดคลอวอสและคาร์บาริล เป็นเวลา 96 ชั่วโมง	53
31	การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการทำงานของอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรส ในหอยเชอรี่ขนาดใหญ่และขนาดเล็กที่สัมผัสสารคลอไพรีฟอส ไดคลอวอสและคาร์บาริล เป็นเวลา 96 ชั่วโมง	53
32	การเปรียบเทียบระดับการทำงานของอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรส ในหอยเชอรี่ที่สัมผัสกับที่สัมผัสสารคลอไพรีฟอส ไดคลอวอสและคาร์บาริลที่อุณหภูมิ 27 และ 32 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 96 ชั่วโมง	55
33	การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการทำงานของอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรส ในหอยเชอรี่ที่สัมผัสสารคลอไพรีฟอส ไดคลอวอสและคาร์บาริลที่อุณหภูมิ 27 และ 32 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 96 ชั่วโมง	55
34	การทำงานของอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรส ในหอยเชอรี่ที่สัมผัสกับคลอไพรีฟอสที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ในเวลา 96 ชั่วโมง	57

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
35	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งทำงานของอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรส ในหอยเชอรี่ที่สัมผัสกับคลอไพรีฟอสที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ในเวลา 96 ชั่วโมง	57
36	การทำงานของอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรส ในหอยเชอรี่ที่สัมผัสกับไดคลอวอสที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ในเวลา 96 ชั่วโมง	59
37	การทำงานของอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรส ในหอยเชอรี่ที่สัมผัสกับไดคลอวอสที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ในเวลา 96 ชั่วโมง	59
38	การทำงานของอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรส ในหอยเชอรี่ที่สัมผัสกับคาร์บาริลที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ในเวลา 96 ชั่วโมง	61
39	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งทำงานของอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรส ในหอยเชอรี่ที่สัมผัสกับคาร์บาริลที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ในเวลา 96 ชั่วโมง	61
40	ระดับอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรสในหอยเชอรี่ที่สัมผัสกับคลอไพรีฟอสและภายหลังจากนำมาแช่ในน้ำสะอาดในแต่ละช่วงเวลา	66
41	การยับยั้งอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรสในหอยเชอรี่ที่สัมผัสกับคลอไพรีฟอสและภายหลังจากนำมาแช่ในน้ำสะอาดในแต่ละช่วงเวลา	77
42	ระดับอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรสในหอยเชอรี่ เมื่อสัมผัสกับไดคลอวอสและภายหลังจากนำมาแช่ในน้ำสะอาดในแต่ละช่วงเวลา	68
43	การยับยั้งอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรสในหอยเชอรี่ เมื่อสัมผัสกับไดคลอวอสและภายหลังจากนำมาแช่ในน้ำสะอาดในแต่ละช่วงเวลา	69
44	ระดับอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรสในหอยเชอรี่ เมื่อสัมผัสกับคาร์บาริลและภายหลังจากนำมาแช่ในน้ำสะอาดในแต่ละช่วงเวลา	70
45	การยับยั้งอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรสในหอยเชอรี่ เมื่อสัมผัสกับคาร์บาริลและภายหลังจากนำมาแช่ในน้ำสะอาดในแต่ละช่วงเวลา	71

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University