

เรื่อง การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับยาฆ่าแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต  
และคาร์บาเมตของสาหร่ายบัวและสาหร่ายหางกระรอก  
(The Comparison on Organophosphate and Carmate  
insecticides absorption by *Cabomba sp.* and *Hydrilla sp.*)

โดย นายสิณะมล ตระกูลอิรัักษ์  
นางสาวชลิตา ทนัฒไชย  
นางสาววิศรา แก้วบุญมา

โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนประกอบของโครงการวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย  
ในงานเวทีวิชาการนวัตกรรมสะเต็มศึกษาขั้นพื้นฐานแห่งชาติ ครั้งที่ 1 (ออนไลน์)

The 1st National Basic STEM Innovation E-Forum 2021

วันที่ 18 – 19 กันยายน พ.ศ. 2564

เรื่อง การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับยาฆ่าแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต  
และคาร์บาเมตของสาหร่ายบัวและสาหร่ายหางกระรอก  
(The Comparison on Organophosphate and Carmate  
insecticides absorption by *Cabomba sp.* and *Hydrilla sp.*)

โดย นายสินะมล      ตระกูลอภิรักษ์  
นางสาวชลิตา      ทนน์ไชย  
นางสาววิศรา      แก้วบุญมา

ครูที่ปรึกษา มงคล ปัญญารัตน์

ชื่อโครงการ	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับยาฆ่าแมลงกลุ่ม Organophosphate และ Carbamate ของสาหร่ายบัวและสาหร่ายหางกระรอก
ชื่อผู้จัดทำโครงการ	1.นายสิทธิเมธ ตระกูลอภิรักษ์ 2.นางสาวชลิตา ทนันทไชย 3.นางสาววิศรา แก้วบุญมา
อาจารย์ที่ปรึกษา	นายมงคล ปัญญารัตน์
โรงเรียน	ยุพราชวิทยาลัย
ที่อยู่	238 ถนนพระปกเกล้า ตำบลศรีภูมิ อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200 โทรศัพท์ 053-418673-5 โทรสาร 053-241213
ระยะเวลาทำโครงการ	ตั้งแต่ 1 พฤศจิกายน 2563 – 1 มิถุนายน 2564

### บทคัดย่อ

โครงการเรื่องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับยาฆ่าแมลงกลุ่ม Organophosphate และ Carbamate ของสาหร่ายบัวและสาหร่ายหาง มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับยาฆ่าแมลงกลุ่ม Organophosphate และกลุ่ม Carbamate ระหว่างสาหร่ายบัวกับสาหร่ายหางกระรอก ทำการทดลองโดยการแบ่งชุดการทดลองเป็น 2 ชุด โดยแต่ละชุดนั้นผสมยาฆ่าแมลงในอัตราส่วน 2 mL ต่อน้ำ 1000 mL ซึ่งชุดที่ 1 และ 2 เป็นชุดการทดลองที่มีปริมาณสาหร่ายบัว 50 กรัมแช่อยู่ในสารละลายยาฆ่าแมลง Organophosphate และ Carbamate ตามลำดับ นำชุดทดลองไปวางในที่ที่มีแสงแดดส่องถึงและเก็บตัวอย่างน้ำทุกๆ 1 ชั่วโมง มาทำการทดสอบหาปริมาณยาฆ่าแมลงทั้ง 2 ชนิดด้วยชุดทดสอบหาฆ่าแมลง MJPK โดยสังเกตผลจากสีที่เกิดขึ้น จากนั้นทำการทดลองเช่นเดียวกันแต่เปลี่ยนจากสาหร่ายบัวเป็นสาหร่ายหางกระรอก และทดลองในสภาวะไม่มีแสง จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับยาฆ่าแมลงทั้งสองกลุ่มของสาหร่ายทั้ง 2 ชนิด โดยเปรียบเทียบจากเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนสีจากสีชมพูเป็นสีส้ม (ระยะไม่ปลอดภัยมากเป็นระยะปลอดภัย) พบว่าสาหร่ายหางกระรอกสามารถดูดซับยาฆ่าแมลงทั้งกลุ่ม Organophosphate และกลุ่ม Carbamate ได้ดีกว่าสาหร่ายบัว โดยสามารถดูดซับ Organophosphate ได้หมดภายในเวลา 3 ชั่วโมง ในขณะที่สาหร่ายบัวใช้เวลาการดูดซับ 5 ชั่วโมง ส่วน Carbamate ใช้เวลาในการดูดซับ 3 ชั่วโมง ในขณะที่สาหร่ายบัวใช้เวลาการดูดซับ 6 ชั่วโมง และในการทดลองในที่ที่ไม่มีแสง พบว่าสาหร่ายบัวไม่เกิดการดูดซับ จึงสามารถสรุปได้อีกว่าแสงมีผลต่อการดูดซับยาฆ่าแมลงของสาหร่ายทั้งสองชนิดนี้

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้ได้รับการสนับสนุนในด้านต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์ทดลอง สารเคมีและห้องปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการทดลองโรงเรียนยุพราชวิทยาลัย

คณะผู้จัดทำโครงการจึงขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการสาขาชีววิทยาโรงเรียนยุพราชวิทยาลัยทุกคนที่ให้คำปรึกษาและติชมแนะนำแนวทางจนโครงการสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ท้ายสุดนี้ คณะผู้จัดทำโครงการขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนร่วมทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวถึง ณ ที่นี้ด้วย ที่ให้ความช่วยเหลือซึ่งทำให้โครงการนี้สำเร็จและบรรลุวัตถุประสงค์ไปได้ด้วยดี

คณะผู้จัดทำ

## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการทดลอง	6
บทที่ 4 ผลการทดลอง	8
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	12
เอกสารอ้างอิง	13
ภาคผนวก	14

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

ในปัจจุบันพบว่าปัญหาการใช้สารเคมีในการเกษตรนั้นเพิ่มขึ้นและยังคงมีอยู่เรื่อย ๆ เนื่องจากความต้องการของเกษตรกรที่ต้องการทำให้พืชผักและผลไม้ชนิดต่างๆ มีสีส้มสวยงามและน่ารับประทานและเพื่อให้ผลิตทันตามความต้องการของผู้บริโภค สารพิษดังกล่าวเมื่อเกษตรกรใช้งานแล้ว จะถูกชะล้างลงในดินและน้ำ ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศรวมถึงผู้ที่อุปโภคบริโภคน้ำจากแหล่งน้ำที่อยู่ใกล้เคียงบริเวณที่ทำการเกษตร สารพิษดังกล่าวได้แก่ สารเคมีกำจัดวัชพืช สารเคมีกำจัดแมลง หรือสารกำจัดโรคพืชต่างๆ ซึ่งมีรายงานว่า เป็นพิษต่อผู้ที่สัมผัส ในบรรดาสารเคมีที่เกษตรกรใช้และพบตกค้างมากที่สุด คือ ยาฆ่าแมลง (สุรธานี อึ้งสูงเนิน, 2558) ซึ่งยาฆ่าแมลงกลุ่มที่พบบ่อยคือกลุ่ม Organophosphate และ Carbamate โดยทั้งสองกลุ่มนี้ หากทำการสัมผัส หรือรับเข้าไปในร่างกายจะมีฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในร่างกาย (กรมควบคุมโรคกระทรวงสาธารณสุข, 2556) นอกจากจะเป็นพิษต่อมนุษย์แล้วยังเป็นพิษต่อสัตว์น้ำที่เป็นอาหารอีกด้วย ทั้งนี้ผู้ทำโครงการ จึงให้ความสนใจเกี่ยวกับการปัญหานี้ โดยเมื่อทำการสืบค้นพบว่า มีงานวิจัยหลากหลายที่มีการนำสาหร่ายมาบำบัดน้ำเสียและดูดซับสารพิษต่างๆ เช่น การนำสาหร่ายหางกระรอก (*Hydrilla* sp.) มาบำบัดน้ำเสีย ดูดซับโลหะหนักและสารเคมีเป็นต้น และสาหร่ายที่น่าสนใจอีกชนิดหนึ่งคือ สาหร่ายบัว (*Cabomba* sp.) เนื่องจากเป็นสาหร่ายที่พบแพร่กระจายในแหล่งน้ำอย่างแพร่หลายในเชียงใหม่ โดยส่วนใหญ่มักมีการใช้สาหร่ายบัวในการปรับสภาพน้ำในบ่อปลาและเป็นอาหารของปลา ดังนั้นผู้ทำโครงการจึงสนใจที่จะนำสาหร่ายบัวและสาหร่ายหางกระรอกมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการดูดซับยาฆ่าแมลงดังกล่าว คือกลุ่ม Organophosphate และกลุ่ม Carbamate เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ดูดซับยาฆ่าแมลง และบำบัดสารพิษในน้ำในระบบเกษตรกรรมก่อนที่จะปล่อยน้ำลงสู่แหล่งน้ำทั่วไป

#### 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการดูดซับยาฆ่าแมลงพวก Organophosphate และ Carbamate ของสาหร่ายบัวและสาหร่ายหางกระรอก

#### 1.3 สมมติฐานของโครงการ

สาหร่ายบัวและสาหร่ายหางกระรอก มีความสามารถในการดูดซับยาฆ่าแมลงจำพวก Organophosphate และกลุ่ม Carbamate แตกต่างกัน

## 1.4 ขอบเขตในการศึกษา

โครงการนี้เป็นโครงการที่ศึกษาเกี่ยวกับการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการดูดซับยาฆ่าแมลงกลุ่ม Organophosphate และ กลุ่ม Carbamate ของสาหร่ายบัวและสาหร่ายหางกระรอก โดยกำหนดช่วงเวลาในการทดลองคือ 8 ชั่วโมง โดยเก็บผลทุกๆ 1 ชั่วโมง แล้ววัดความสามารถในการดูดซับยาฆ่าแมลงโดยใช้ชุดทดสอบ MJPK และสังเกตสีที่เปลี่ยนไปของชุดทดสอบ ทั้งนี้ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการชีววิทยาโรงเรียนยุพราชวิทยาลัยและมีระยะเวลาในการทำการทดลอง คือ เดือน พ.ย. พ.ศ.2563 ถึง ก.ค. พ.ศ.2564

## 1.5 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น: ชนิดของสาหร่าย

ตัวแปรตาม: ปริมาณการลดลงของยาฆ่าแมลงที่ใช้ทดสอบ

ตัวแปรควบคุม: จำนวนสาหร่ายที่ใช้ทดสอบ เวลาที่ใช้ในการทดสอบ ปริมาณยาฆ่าแมลงที่ใช้  
วิธีในการทดสอบการดูดซับยาฆ่าแมลง และสภาพแวดล้อมของการทดลอง

## 1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 ออร์แกโนฟอสเฟต (Organophosphate) หมายถึง สารเคมีกำจัดแมลงที่มีฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ มีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสแบบถาวร เมื่อได้รับทั้งทางปาก ผิวหนัง และสูดดม (พิมพ์เพ็ญ และ นิธิยา, ม.ป.ป.)

1.6.2 คาร์บาเมต (Carbamate) หมายถึง วัตถุอันตรายทางการเกษตร (pesticides) ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของกรดคาร์บามิก (Carbamic acid) ที่ใช้เป็นสารฆ่าแมลงที่มีอยู่ในปัจจุบัน โดยมีคุณสมบัติยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส (พิมพ์เพ็ญ และ นิธิยา, ม.ป.ป.)

1.6.3 ชุดทดสอบยาฆ่าแมลงในพืชผักและผลไม้ MJPK หมายถึง ชุดทดสอบเบื้องต้นสำหรับตรวจหาสารฆ่าแมลงตกค้างกลุ่มยับยั้งเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส (Organophosphate and Carbamate) ในผักผลไม้ด้วยหลักการ colorimetric cholinesterase inhibitor assay (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, ม.ป.ป.)

1.6.4 สาหร่ายหางกระรอก หมายถึง สาหร่ายชื่อ *Hydrilla* sp. อยู่ในวงศ์ของพืชดอกที่เป็นไม้น้ำ ต้นเป็นสายเรียวยาว รากยึดติดพื้นดินหรืออาจลอยน้ำ ใบเป็นใบเดี่ยวรูปแกมหอกหรือรูปไข่ ขอบใบจักฟันเลื่อย นิยมปลูกเป็นไม้น้ำประดับในตู้ปลา (องค์การสวนพฤกษศาสตร์, ม.ป.ป.)

1.6.5 สาหร่ายบัว หมายถึง สาหร่ายชื่อ *Cabomba* sp. อยู่ในวงศ์ของพืชดอกที่เป็นไม้น้ำ นิยมปลูกเป็นไม้น้ำประดับในตู้ปลา (กมลพร ศรีนวลจรรุณี เขียววาริสัจจะ และสมหมาย เขียววาริสัจจะ, 2556)

1.6.6 ความสามารถในการดูดซับยาฆ่าแมลง หมายถึง ความสามารถที่ทำให้ปริมาณยาฆ่าแมลงลดลงที่เวลาต่างๆ หรือ ความสามารถในการทำให้เกิดการเปลี่ยนสี จากสีชมพู(ไม่ปลอดภัยมาก) เป็นสีส้ม(ปลอดภัย) ของสาหร่ายที่ใช้ในการทดสอบ

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้อง

##### 2.1.1 สาหร่ายหางกระรอก (*Hydrilla* sp.)

มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Hydrilla verticillate*. เป็นพืชชนิดเดียวในสกุล *Hydrilla* ลักษณะเป็นพืชใต้น้ำ ต้นเป็นสายเรียวยาว รากยึดติดพื้นดินหรืออาจลอยน้ำ ใบเป็นใบเดี่ยวรูปแถบแกมhookหรือรูปไข่ ขอบใบจักฟันเลื่อย ออกรอบข้อ 3-8 ใบ กว้าง 1.5 มิลลิเมตร ยาว 8-40 มิลลิเมตร ดอกมีขนาดเล็กแยกเพศ ดอกเพศผู้ออกตามซอกใบ มีใบประดับหุ้ม กลีบเลี้ยงและกลีบดอกมีอย่างละ 3 กลีบ เกสรเพศผู้มี 3 อัน ดอกเพศเมียมีใบประดับหุ้มที่โคนก้าน มีกลีบเลี้ยงและกลีบดอกอย่างละ 3 กลีบ เช่นเดียวกับดอกเพศผู้ มียอดเกสรเพศเมีย 3 อัน ผลคล้ายรูปทรงกระบอก มีขนาดเล็ก (องค์การสวนพฤกษศาสตร์, ม.ป.ป.)



ภาพที่ 2.1 สาหร่ายหางกระรอก (ที่มา <https://lakeweetharvester.com/>)

##### 2.1.1 สาหร่ายบัว (*Cabomba* sp.)

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Cabomba Caroliniana*. วงศ์ Cabombaceae เป็นพันธุ์พืชใต้น้ำจัดมีถิ่นกำเนิดที่บริเวณตะวันออกเฉียงใต้ของทวีปอเมริกา โดยเป็นพืชใบเลี้ยงคู่ที่เติบโตได้ทั้งน้ำหรือไม้อ่ผลเหนือน้ำ (Submerged anchored or emerged plant) มีรากและลำต้นอยู่ใต้น้ำ มีดอกและใบบางส่วนเจริญเหนือน้ำ มีอายุหลายฤดู ต้นมีลักษณะเป็นก้านเรียวยาวกลมทอดไปตามระดับความลึกของน้ำซึ่งอาจยาวได้ถึง 2 เมตร ส่วนรากจะอยู่ในดินใต้พื้นท้องน้ำ ใบที่อยู่ใต้น้ำจะแตกออกเป็นแบบตรงกันข้ามเป็นคู่ ๆ แผ่นใบแตกออกเป็นฝอยคล้ายใบพัดมีสีเขียวสด ส่วนใบที่อยู่เหนือน้ำจะมีรูปร่างแตกต่างออกไป คือมีขนาดเล็ก



แผ่นใบรูปทรงรี แบนเรียงตัวสลับกัน ดอกบานเหนือน้ำมีสีขาวหรือสีครีม กลีบดอกรูปไข่จำนวน 6 กลีบ เป็นพันธุ์ไม้ที่มีการเจริญเติบโตได้รวดเร็วมาก จึงนิยมนำไปประดับในตู้ปลา (กมลพร ศรีนวล จารุณี เชี่ยววาริสัจจะ และสมหมาย เชี่ยววาริสัจจะ, 2556)



ภาพที่ 2.2 สาหร่ายบัว (ที่มา: <https://th.wikipedia.org/>)

### 2.1.3 ยาฆ่าแมลงกลุ่ม Organophosphate

ออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate, OPs) เป็นกลุ่มของสารอินทรีย์จำพวกฟอสฟอรัส มีการนำไปใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์หลากหลาย แต่ส่วนใหญ่นำไปใช้เพื่อเป็นสารกำจัดแมลงและศัตรูพืชชนิดต่างๆ เช่น malathion, parathion, diazinon, fenthion สารกำจัดวัชพืช เช่น tribufos [DEF], merphos Organophosphate เป็นยาฆ่าแมลงที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ในประเทศเกษตรกรรม สารกำจัดแมลงกลุ่มนี้จัดเป็นสาเหตุอันดับต้นๆของปัญหาการเกิดภาวะเป็นพิษและอัตราการตายสูง คุณสมบัติทางเคมี เป็นของเหลวสีเหลืองหรือสีน้ำตาลเข้ม มีกลิ่นเหม็น ระเหยได้เล็กน้อยและจะสลายตัวเมื่อถูกความร้อนสูง สามารถละลายได้ดีในน้ำมันหรือแอลกอฮอล์ แต่จะละลายได้เพียงเล็กน้อยในน้ำ เป็นอันตรายต่อระบบประสาทของมนุษย์ (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนปนนท์, ม.ป.ป.)

### 2.1.4 ยาฆ่าแมลงกลุ่ม Carbamate

ยาฆ่าแมลงคาร์บาเมตเป็นอนุพันธ์ของกรดคาร์บาไมกและยาฆ่าแมลงชนิดคาร์บาเมตตัวแรก คาร์บาซิล เปิดตัวในปี 2499 พวกเขายับยั้งเอนไซม์ AChE และทำให้เกิดการกระตุ้นระบบประสาทมากเกินไป ยาฆ่าแมลงชนิดคาร์บาเมตมีกลไกการออกฤทธิ์เป็นพิษเช่นเดียวกับยาฆ่าแมลงชนิด OP เว้นแต่ผลของยาจะย้อนกลับได้ดีกว่าและรุนแรงน้อยกว่า ยาฆ่าแมลงที่นิยมใช้กันมากที่สุดสำหรับใช้ในบ้านคือคาร์บาริล (เซวิน) และไพรพอกเซอร์ (ไบคอน) คาร์บาเมตหลายชนิด เช่น อัลดีคาร์บและเมโธมิลยังใช้ในงานเกษตรกรรม (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนปนนท์, ม.ป.ป.)

## 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กิตติมา วานิชกุล (2558) การศึกษาประสิทธิภาพของสาหร่ายหางกระรอกในการปรับปรุงคุณภาพน้ำจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ ซึ่งทำการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) วิเคราะห์แนวโน้มของประสิทธิภาพในการปรับปรุงคุณภาพน้ำ พบว่า ชุดการทดลองที่ปักชำสาหร่ายหางกระรอกจำนวน 50 ต้น มีแนวโน้มในการกำจัดฟอสเฟต และ ปรับปรุงปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำได้ดีที่สุด คิดเป็น 86.00 และ 45.73 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนชุดการทดลองที่มีการปักชำสาหร่ายหางกระรอกจำนวน 70 ต้น มีแนวโน้มในการกำจัดแอมโมเนีย และ ไนโตรที่ดียิ่งที่สุด คิดเป็น 65.00 และ 66.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ประสงค์สม ปุณยอุปพัทธ์ (2552) ทำการทดสอบความสามารถในการลดความเข้มข้นของสารหนูด้วยพืชน้ำทั้งสามชนิดได้แก่ สาหร่ายหางกระรอก แหนแดง และ จอกผักกาด ผลว่าในช่วงเวลา 14 วัน สาหร่ายหางกระรอกเป็นพืชน้ำที่ให้ประสิทธิภาพในการลดความเข้มข้นของสารหนูได้ดีที่สุดโดยมีประสิทธิภาพในการลดความเข้มข้นสูงถึง 82.76% ส่วนจอกผักกาดและแหนแดงมีประสิทธิภาพในการลดความเข้มข้น 63.89% และ 60.79% ตามลำดับ

Jacquelyn Pendland (1979) ได้ทำการศึกษาการดูดน้ำจากภายนอกผ่านใบของสาหร่ายหางกระรอก (*Hydrilla verticillate*) ผ่านกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนพบว่า มีองค์ประกอบของซีฟทิบในบริเวณเส้นกลางใบ P-protein, plastid inclusions และ branched plasmodesmata ที่นำไปสู่เซลล์ข้างเคียง (companion cell) ถือเป็นตัวบ่งชี้ของเซลล์ประเภท phloem การรวมตัวของพลาสติดเป็นเม็ดกลมและไม่มีเม็ดแป้งที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นลักษณะทั่วไปของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว บริเวณ Lower epidermis ยื่นออกมาในเซลล์ เซลล์พืชที่มีการงอกของผนังเรียกว่า transfer cells และมีหน้าที่ในการดูดซับสารละลายจากสภาพแวดล้อมภายนอก

Lynna Juliana (2015) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความสามารถของสาหร่ายบัว (*Cabomba Caroliniana*) ในการดูดซับไอออนโลหะหนักคือ คอปเปอร์ไอออน 2+ ออกจากแหล่งน้ำเสีย โดยใช้สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตที่ความเข้มข้น 5 ppm และวัดค่า pH COD และ BOD ที่เกิดขึ้นเป็นเวลา 40 วัน พบว่า สาหร่ายบัวชนิดดังกล่าวมีความสามารถในการดูดซับโลหะหนักดังกล่าวได้ดี เมื่อวัดจากความเข้มข้นของไอออนโลหะหนัก COD และ BOD ที่ลดลง

Ramakrishna Kambhampati (2016) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายหางกระรอก พบว่ามีฟองก๊าซลอยออกมาอยู่ในหลอดทดลองและเนื่องจากสาหร่ายหางกระรอกไม่มีปากใบ จึงแลกเปลี่ยนก๊าซผ่านผิวใบโดยตรงและสังเคราะห์แสงโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายในน้ำ

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินงาน

#### 3.1 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

##### 3.1.1 วัสดุและอุปกรณ์

1. บีกเกอร์ขนาด 1000 mL	6 ใบ
2. บีกเกอร์ขนาด 500 mL	2 ใบ
3. หลอดทดลอง	10 หลอด
4. หลอดหยด (Dropper)	5 หลอด
5. ขวดพลาสติกใส่สารขนาด 30 cc	8 ขวด
6. แท่งแก้วคนสาร	4 แท่ง
7. บีกเกอร์ขนาด 250 mL	2 ใบ
8. ที่วางหลอดทดลอง (test tube rack)	1 ชุด

##### 3.1.2 สารเคมี

1. ยาฆ่าแมลงกลุ่มคาร์บาเมต (พอสซ์)
2. ยาฆ่าแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต (Pirimiphos methyl)
3. ชุดตรวจสอบยาฆ่าแมลง MJPk (ไฮเออร์ เอ็นเตอร์ไพรส์ จำกัด)

##### 3.1.3 เครื่องมือวัด

1. เครื่องชั่งดิจิทัล (Digital scale)	1 เครื่อง
2. เต้าไฟฟ้า (Philips HD4911/35)	1 เครื่อง

##### 3.1.4 สิ่งมีชีวิต

1. สาหร่ายบัว (Cabomba sp.)	100 กรัม
2. สาหร่ายหางกระรอก (Hydrilla sp.)	100 กรัม

#### 3.2 วิธีการดำเนินโครงการ

##### 3.2.1 การเตรียมสาหร่ายและสารเคมี

1. นำสาหร่ายทั้ง 2 ชนิด มาแช่น้ำออกด้วยกระดาษทิชชูเป็นเวลา 5 นาทีและนำไปล้างด้วยเครื่องชั่งดิจิทัลให้ได้น้ำหนัก 50 กรัม

2. แบ่งชุดทดลองเป็น 4 ชุด คือ 1).ชุดสำหรับยั่วเชื้อใน Organophosphate
  - 2).ชุดสำหรับยั่วเชื้อใน Carbamate
  - 3).ชุดสำหรับยั่วเชื้อทางกระรอกเชื้อใน Organophosphate
  - 4).ชุดสำหรับยั่วเชื้อทางกระรอกเชื้อใน Carbamate

และชุดควบคุม 2 ชุด คือ Organophosphate และ Carbamate ที่ไม่มีการนำสาหร่ายลงไปแช่ โดยแต่ละชุดผสมยาฆ่าแมลงในอัตราส่วน 2 mL ต่อ น้ำ 1000 mL

3. วางชุดทดลองทั้งหมดไว้ในที่ที่มีแสงแดดส่องถึง และเก็บผลการทดลองทุกๆ 1 ชั่วโมงจนครบ 8 ชั่วโมง มาทดสอบหาปริมาณยาฆ่าแมลงโดยชุดทดสอบ MJPK โดยสังเกตสีที่เกิดขึ้น
4. ทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1-3 แต่วางชุดทดลองทั้งหมดไว้ในที่ที่ไม่มีแสงส่องถึง

### 3.2.2 การตรวจสอบปริมาณยาฆ่าแมลงโดยชุดทดสอบหาปริมาณยาฆ่าแมลงในพืชผักและผลไม้ MJPK

#### วิธีการทดสอบ

1. นำตัวอย่างน้ำที่เก็บทุกๆ 1 ชั่วโมงมา 3 mL แล้วนำมาใส่ในขวดสกัดของชุดทดสอบ MJPK เติมน้ำยาสกัด 6 mL พร้อมเขย่าแรงๆ 3 นาที
2. เทตัวอย่างที่ได้จากข้อ 1 ลงในหลอดแก้วจนหมดแล้วจุ่มลงในน้ำอุ่นเพื่อระเหยน้ำยาสกัดออก
3. เมื่อน้ำยาสกัดระเหยจนหมด ให้เติมน้ำยาทดสอบ 2 ลงไปในหลอดแก้วและของหลอดควบคุมหลอดละ 3 mL
4. หยคน้ำยาทดสอบ 1 ลงในหลอดแก้วและหลอดควบคุม หลอดละ 2 หยด เขย่าและตั้งทิ้งไว้
5. รินน้ำยาจากหลอดแก้วลงในหลอดพลาสติก
6. หยคน้ำยาทดสอบ 3 ลงในหลอดตัวอย่างและหลอดควบคุม หลอดละ 2 หยด เขย่าให้เข้ากัน จับเวลา และสังเกตสีที่เกิดขึ้น
7. อ่านและบันทึกผลทดสอบสีที่เกิดขึ้นในหลอดตัวอย่างโดยเปรียบเทียบกับสีหลอดควบคุม ถ้าหลอดตัวอย่างเปลี่ยนสีช้ากว่าหลอดควบคุม แสดงว่ามียาฆ่าแมลง



ภาพที่ 3.1 การเทียบปริมาณสารเคมีกับแถบสีที่ปรากฏ (ที่มา : <http://www.sansabaytwelve.com/>)

## บทที่ 4

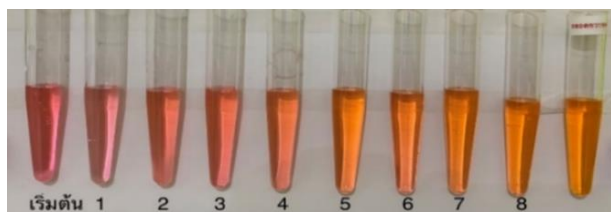
### ผลการทดลอง

จากผลการทดลองพบว่า เมื่อนำสาหร่ายบัวและสาหร่ายหางกระรอกมาทดสอบการดูดซับยาฆ่าแมลง พบว่ามีประสิทธิภาพในการดูดซับยาฆ่าแมลงพวก Organophosphate และกลุ่ม Carbamate มีความแตกต่างกัน ดังนี้

#### 4.1 ผลการทดสอบการดูดซับยาฆ่าแมลงของสาหร่ายบัวในสถานะแสงปกติ

**ตารางที่ 4.1** ผลการทดสอบสาหร่ายบัวในการดูดซับยาฆ่าแมลงกลุ่ม Organophosphate

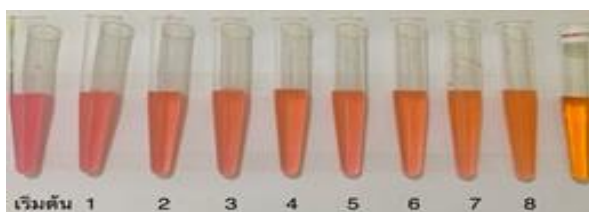
ชั่วโมงที่	ช่วงเวลา	สีที่เปลี่ยนแปลงเมื่อทดสอบด้วยชุดทดสอบยาฆ่าแมลง MPPK		
		สีชมพู	สีชมพูปนชมพู	สีส้ม
0	เริ่มต้นที่ 8:30	✓		
1	8:30 – 9:30	✓		
2	9:30 – 10:30		✓	
3	10:30 – 11:30		✓	
4	11:30 – 12:30		✓	
5	12:30 – 13:30			✓
6	13:30 – 14:30			✓
7	14:30 – 15:30			✓
8	15:30 – 16:30			✓



**ภาพที่ 4.1** ผลการทดสอบสาหร่ายบัวในการดูดซับยาฆ่าแมลงกลุ่ม Organophosphate (ทุกๆ 1 ชั่วโมง จากซ้ายไปขวา)

**ตารางที่ 4.2** ผลการทดสอบสาหร่ายบัวในการดูดซับยาฆ่าแมลงกลุ่ม Carbamate

ชั่วโมงที่	ช่วงเวลา	สีที่เปลี่ยนแปลงเมื่อทดสอบด้วยชุดทดสอบยาฆ่าแมลง MPPK		
		สีชมพู	สีชมพูปนชมพู	สีส้ม
0	เริ่มต้นที่ 8:30	✓		
1	8:30 – 9:30	✓		
2	9:30 – 10:30		✓	
3	10:30 – 11:30		✓	
4	11:30 – 12:30		✓	
5	12:30 – 13:30		✓	
6	13:30 – 14:30			✓
7	14:30 – 15:30			✓
8	15:30 – 16:30			✓



**ภาพที่ 4.2** ผลการทดสอบสาหร่ายบัวในการดูดซับยาฆ่าแมลงกลุ่ม Carbamate (ทุกๆ 1 ชั่วโมง จากซ้ายไปขวา)

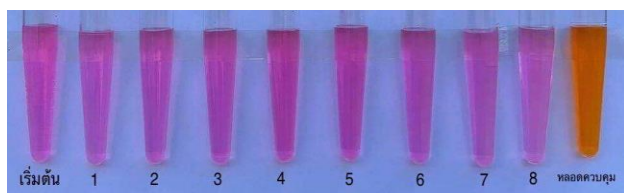
ผลการทดสอบสาหร่ายบัวในการดูดซับยาฆ่าแมลงกลุ่ม Organophosphate ดังตาราง 4.1 พบว่า สาหร่ายบัวใน Organophosphate เริ่มมีการดูดซับที่ชั่วโมงที่ 2 โดยเริ่มมีการเปลี่ยนสีจากสีชมพูเป็นสีชมพูปนส้ม และเริ่มแสดงสีส้มที่ชั่วโมงที่ 5 ซึ่งหมายถึงระดับปลอดภัย ดังนั้นสาหร่ายบัวใน Organophosphate ใช้เวลาในการดูดซับคือ 5 ชั่วโมง ในการเปลี่ยนสีจากสีชมพูเป็นสีส้ม

ผลการทดสอบสาหร่ายบัวในการดูดซับยาฆ่าแมลงกลุ่ม Carbamate ดังตาราง 4.2 พบว่า สาหร่ายบัวใน Carbamate เริ่มมีการดูดซับที่ชั่วโมงที่ 2 โดยเริ่มมีการเปลี่ยนสีจากสีชมพูเป็นสีชมพูปนส้ม และเริ่มแสดงสีส้มที่ชั่วโมงที่ 6 ซึ่งหมายถึงระดับปลอดภัย ดังนั้นสาหร่ายบัวใน Carbamate ใช้เวลาในการดูดซับคือ 6 ชั่วโมง ในการเปลี่ยนสีจากสีชมพูเป็นสีส้ม

## 4.2 ผลการทดสอบการดูดซับยาฆ่าแมลงของสาหร่ายบัวในสถานะที่ไม่มีแสง

**ตารางที่ 4.3** ผลการทดสอบสาหร่ายบัวในการดูดซับยาฆ่าแมลงกลุ่ม Organophosphate ในที่ที่ไม่มีแสง

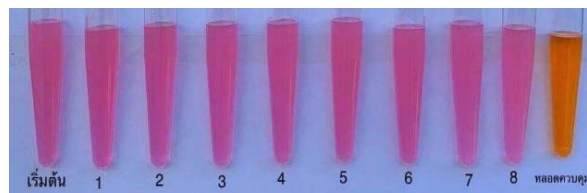
ชั่วโมงที่	ช่วงเวลา	สีที่เปลี่ยนแปลงเมื่อทดสอบด้วยชุดทดสอบยาฆ่าแมลง MUPK		
		สีชมพู	สีส้มปนชมพู	สีส้ม
0	เริ่มต้นที่ 8:30	✓		
1	8:30 – 9:30	✓		
2	9:30 – 10:30	✓		
3	10:30 – 11:30	✓		
4	11:30 – 12:30	✓		
5	12:30 – 13:30	✓		
6	13:30 – 14:30	✓		
7	14:30 – 15:30	✓		
8	15:30 – 16:30	✓		



**ภาพที่ 4.3** ผลการทดสอบสาหร่ายบัวในการดูดซับยาฆ่าแมลงกลุ่ม Organophosphate ในที่ที่ไม่มีแสง (ทุกๆ 1 ชั่วโมง จากซ้ายไปขวา)

**ตารางที่ 4.4** ผลการทดสอบสาหร่ายบัวในการดูดซับยาฆ่าแมลงกลุ่ม Carbamate ในที่ที่ไม่มีแสง

ชั่วโมงที่	ช่วงเวลา	สีที่เปลี่ยนแปลงเมื่อทดสอบด้วยชุดทดสอบยาฆ่าแมลง MUPK		
		สีชมพู	สีส้มปนชมพู	สีส้ม
0	เริ่มต้นที่ 8:30	✓		
1	8:30 – 9:30	✓		
2	9:30 – 10:30	✓		
3	10:30 – 11:30	✓		
4	11:30 – 12:30	✓		
5	12:30 – 13:30	✓		
6	13:30 – 14:30	✓		
7	14:30 – 15:30	✓		
8	15:30 – 16:30	✓		



**ภาพที่ 4.4** ผลการทดสอบสาหร่ายบัวในการดูดซับยาฆ่าแมลงกลุ่ม Carbamate ในที่ที่ไม่มีแสง (ทุกๆ 1 ชั่วโมง จากซ้ายไปขวา)

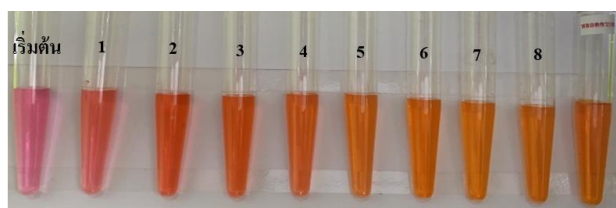
ผลการทดสอบสาหร่ายบัวในการดูดซับยาฆ่าแมลงกลุ่ม Organophosphate ในที่ที่ไม่มีแสง ดังตาราง 4.3 พบว่า สาหร่ายบัวใน Organophosphate ในสถานะที่ไม่มีแสง ไม่พบการเปลี่ยนสีจากสีชมพูเป็นสีชมพูปนส้มในทุกชั่วโมงของการทดลอง ดังนั้นในสถานะที่ไม่มีแสง สาหร่ายบัวใน Organophosphate ไม่เกิดการดูดซับยาฆ่าแมลงชนิดดังกล่าว

ผลการทดสอบสาหร่ายบัวในการดูดซับยาฆ่าแมลงกลุ่ม Carbamate ในที่ที่ไม่มีแสง ดังตาราง 4.4 พบว่า สาหร่ายบัวใน Carbamate ในสถานะที่ไม่มีแสง ไม่พบการเปลี่ยนสีจากสีชมพูเป็นสีชมพูปนส้มในทุกชั่วโมงของการทดลอง ดังนั้นในสถานะที่ไม่มีแสง สาหร่ายบัวใน Carbamate ไม่เกิดการดูดซับยาฆ่าแมลงชนิดดังกล่าว

#### 4.3 ผลการทดสอบการดูดซับยาฆ่าแมลงของสาหร่ายหางกระรอกในสถานะแสงปกติ

**ตารางที่ 4.5** ผลการทดสอบสาหร่ายหางกระรอกใน การดูดซับยาฆ่าแมลงกลุ่ม Organophosphate

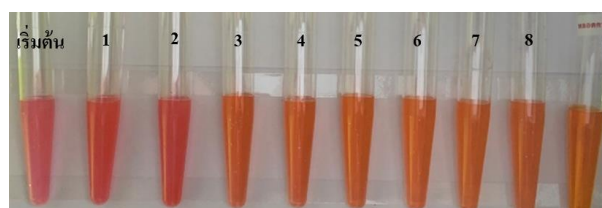
ชั่วโมงที่	ช่วงเวลา	สีที่เปลี่ยนแปลงเมื่อทดสอบด้วยชุดทดสอบยาฆ่าแมลง MPPK		
		สีชมพู	สีชมพูเข้ม	สีส้ม
0	เริ่มต้นที่ 8:30	✓		
1	8:30 – 9:30		✓	
2	9:30 – 10:30		✓	
3	10:30 – 11:30			✓
4	11:30 – 12:30			✓
5	12:30 – 13:30			✓
6	13:30 – 14:30			✓
7	14:30 – 15:30			✓
8	15:30 – 16:30			✓



**ภาพที่ 4.5** ผลการทดสอบสาหร่ายหางกระรอกในการดูดซับยาฆ่าแมลงกลุ่ม Organophosphate (ทุกๆ 1 ชั่วโมง จากซ้ายไปขวา)

**ตารางที่ 4.6** ผลการทดสอบสาหร่ายหางกระรอกใน การดูดซับยาฆ่าแมลงกลุ่ม Carbamate

ชั่วโมงที่	ช่วงเวลา	สีที่เปลี่ยนแปลงเมื่อทดสอบด้วยชุดทดสอบยาฆ่าแมลง MPPK		
		สีชมพู	สีชมพูเข้ม	สีส้ม
0	เริ่มต้นที่ 8:30	✓		
1	8:30 – 9:30		✓	
2	9:30 – 10:30		✓	
3	10:30 – 11:30			✓
4	11:30 – 12:30			✓
5	12:30 – 13:30			✓
6	13:30 – 14:30			✓
7	14:30 – 15:30			✓
8	15:30 – 16:30			✓



**ภาพที่ 4.6** ผลการทดสอบสาหร่ายหางกระรอกในการดูดซับยาฆ่าแมลงกลุ่ม Carbamate (ทุกๆ 1 ชั่วโมง จากซ้ายไปขวา)

ผลการทดสอบสาหร่ายหางกระรอกในการดูดซับยาฆ่าแมลงกลุ่ม Organophosphate ดังตาราง 4.5 พบว่าสาหร่ายหางกระรอกใน Organophosphate เริ่มมีการดูดซับที่ชั่วโมงที่ 1 โดยเริ่มมีการเปลี่ยนสีจากสีชมพูเป็นสีชมพูปนส้ม และเริ่มแสดงสีส้มที่ชั่วโมงที่ 3 ซึ่งหมายถึงระดับปลอดภัย ดังนั้นสาหร่ายหางกระรอกใน Organophosphate ใช้เวลาในการดูดซับคือ 3 ชั่วโมง ในการเปลี่ยนสีจากสีชมพูเป็นสีส้ม

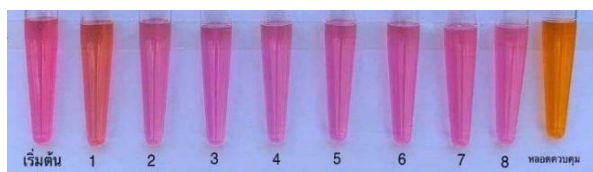
ผลการทดสอบสาหร่ายหางกระรอกในการดูดซับยาฆ่าแมลงกลุ่ม Carbamate ดังตาราง 4.6 พบว่าสาหร่ายหางกระรอกใน Carbamate เริ่มมีการดูดซับที่ชั่วโมงที่ 1 โดยเริ่มมีการเปลี่ยนสีจากสีชมพูเป็นสีชมพูปนส้ม และเริ่มแสดงสีส้มที่ชั่วโมงที่ 3 ซึ่งหมายถึงระดับปลอดภัย ดังนั้นสาหร่ายหางกระรอกใน Carbamate ใช้เวลาในการดูดซับคือ 3 ชั่วโมง ในการเปลี่ยนสีจากสีชมพูเป็นสีส้มอีกเช่นกัน



#### 4.4 ผลการทดสอบการดูดซับยาฆ่าแมลงของสาหร่ายหางกระรอกในสถานะที่ไม่มีแสง

**ตารางที่ 4.7** ผลการทดสอบสาหร่ายหางกระรอกในการดูดซับยาฆ่าแมลงกลุ่ม Organophosphate ในที่ที่ไม่มีแสง

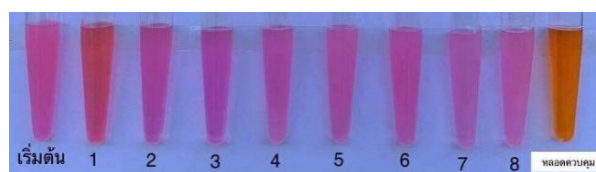
ชั่วโมงที่	ช่วงเวลา	สีที่เปลี่ยนแปลงเมื่อทดสอบด้วยชุดทดสอบยาฆ่าแมลง MUPK		
		สีชมพู	สีส้มปนชมพู	สีส้ม
0	เริ่มต้นที่ 8:30	✓		
1	8:30 – 9:30		✓	
2	9:30 – 10:30	✓		
3	10:30 – 11:30	✓		
4	11:30 – 12:30	✓		
5	12:30 – 13:30	✓		
6	13:30 – 14:30	✓		
7	14:30 – 15:30	✓		
8	15:30 – 16:30	✓		



**ภาพที่ 4.7** ผลการทดสอบสาหร่ายหางกระรอกในการดูดซับยาฆ่าแมลงกลุ่ม Organophosphate ในที่ที่ไม่มีแสง (ทุกๆ 1 ชั่วโมง จากซ้ายไปขวา)

**ตารางที่ 4.8** ผลการทดสอบสาหร่ายหางกระรอกในการดูดซับยาฆ่าแมลงกลุ่ม Carbamate ในที่ที่ไม่มีแสง

ชั่วโมงที่	ช่วงเวลา	สีที่เปลี่ยนแปลงเมื่อทดสอบด้วยชุดทดสอบยาฆ่าแมลง MUPK		
		สีชมพู	สีส้มปนชมพู	สีส้ม
0	เริ่มต้นที่ 8:30	✓		
1	8:30 – 9:30		✓	
2	9:30 – 10:30	✓		
3	10:30 – 11:30	✓		
4	11:30 – 12:30	✓		
5	12:30 – 13:30	✓		
6	13:30 – 14:30	✓		
7	14:30 – 15:30	✓		
8	15:30 – 16:30	✓		



**ภาพที่ 4.8** ผลการทดสอบสาหร่ายหางกระรอกในการดูดซับยาฆ่าแมลงกลุ่ม Carbamate ในที่ที่ไม่มีแสง (ทุกๆ 1 ชั่วโมง จากซ้ายไปขวา)

ผลการทดสอบสาหร่ายหางกระรอกในการดูดซับยาฆ่าแมลงกลุ่ม Organophosphate ในที่ที่ไม่มีแสง ดังตาราง 4.7 พบการเปลี่ยนสีจากสีชมพูเป็นสีชมพูปนส้มในชั่วโมงที่ 1 แต่หลังจากชั่วโมงที่ 1 เป็นต้นไปมีการเปลี่ยนสีจากสีชมพูปนส้มกลับมาเป็นสีชมพูเหมือนเดิมจนถึงชั่วโมงที่ 8 ดังนั้นสาหร่ายหางกระรอกใน Organophosphate ในสถานะที่ไม่มีแสง เกิดการดูดซับเพียงเล็กน้อยในชั่วโมงแรกเท่านั้น และหลังจากชั่วโมงที่ 2 เป็นต้นไป ไม่เกิดการดูดซับเกิดขึ้น อาจเป็นเพราะสาหร่ายหางกระรอกยังคงสังเคราะห์ด้วยแสงจากภาวะปกติ ก่อนจะเริ่มทดลองในที่มืด

ผลการทดสอบสาหร่ายหางกระรอกในการดูดซับยาฆ่าแมลงกลุ่ม Carbamate ในที่ที่ไม่มีแสง ดังตาราง 4.8 พบการเปลี่ยนสีจากสีชมพูเป็นสีชมพูปนส้มในชั่วโมงที่ 1 แต่หลังจากชั่วโมงที่ 1 เป็นต้นไปมีการเปลี่ยนสีจากสีชมพูปนส้มกลับมาเป็นสีชมพูเหมือนเดิมจนถึงชั่วโมงที่ 8 ดังนั้นสาหร่ายหางกระรอกใน Carbamate ในสถานะที่ไม่มีแสง เกิดการดูดซับเพียงเล็กน้อยในชั่วโมงแรกเท่านั้น และหลังจากชั่วโมงที่ 2 เป็นต้นไป ไม่เกิดการดูดซับเกิดขึ้นอีกเช่นกันอาจเป็นเพราะสาหร่ายหางกระรอกยังคงสังเคราะห์ด้วยแสงจากภาวะปกติ ก่อนจะเริ่มทดลองในที่มืด



## บทที่ 5

### สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

#### 5.1 สรุปผล

จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับยาฆ่าแมลงทั้งสองกลุ่มของสาหร่ายทั้ง 2 ชนิด โดยเปรียบเทียบจากเวลาที่สาหร่ายทำให้ปริมาณยาฆ่าแมลงจากระดับไม่ปลอดภัยมากเป็นปลอดภัย พบว่าสาหร่ายหางกระรอกสามารถดูดซับยาฆ่าแมลงทั้ง 2 กลุ่มได้ดีกว่าสาหร่ายบัว คือ สามารถดูดซับ Organophosphate ได้หมดภายในเวลา 3 ชั่วโมง และดูดซับ Carbamate ได้หมดภายใน 3 ชั่วโมงเช่นกัน ส่วนสาหร่ายบัวสามารถดูดซับ Organophosphate ได้หมดภายใน 5 ชั่วโมง และดูดซับ Carbamate ได้หมดภายใน 6 ชั่วโมง และในการทดลองในที่ที่ไม่มีแสงพบว่าสาหร่ายทั้งสองชนิดไม่เกิดการดูดซับยาฆ่าแมลงทั้ง 2 ชนิด จึงสรุปได้ว่า (1) สาหร่ายหางกระรอกมีประสิทธิภาพในการดูดซับยาฆ่าแมลงทั้ง 2 กลุ่มได้ดีกว่าสาหร่ายบัว (2) แสงมีผลต่อการดูดซับยาฆ่าแมลงของสาหร่ายทั้งสองชนิด

#### 5.2 อภิปรายผล

จากการศึกษาเปรียบเทียบการดูดซับยาฆ่าแมลงกลุ่ม Organophosphate และกลุ่ม Carbamate ของสาหร่ายทั้ง 2 ชนิด โดยเปรียบเทียบเวลาที่ใช้เปลี่ยนสีชุดสอบจากสีชมพูไปเป็นสีส้มกับหลอดควบคุม ผลการศึกษาพบว่าสาหร่ายหางกระรอกมีประสิทธิภาพในการดูดซับยาฆ่าแมลงกลุ่มทั้ง 2 ชนิด ได้ดีกว่าสาหร่ายบัว ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ KKT Nuwansi *et al.* (2017) ได้ศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียของพืชน้ำ 6 ชนิดคือ ผักบุ้ง ผักเป็ดน้ำ ผักตบชวา สาหร่ายบัว สาหร่ายหางกระรอก และสาหร่ายพวงกะโหลก โดยเปรียบเทียบจากปริมาณของแร่ธาตุที่ลดลงคือ ฟอสฟอรัส ไนโตรเจนและแอมโมเนีย พบว่าสาหร่ายหางกระรอกและสาหร่ายพวงกะโหลก สามารถบำบัดน้ำเสียได้มากที่สุด และเมื่อทำการทดลองในสถานะที่ไม่มีแสง พบว่า สาหร่ายทั้งสองชนิดไม่เกิดการดูดซับยาฆ่าแมลงทั้ง 2 ชนิดหรือเกิดการดูดซับที่น้อยมาก แสดงให้เห็นว่าแสงเป็นปัจจัยสำคัญในการดูดซับยาฆ่าแมลงของสาหร่ายทั้งสองชนิดนี้ จึงคาดว่า การดูดซับยาฆ่าแมลงของสาหร่ายเป็นผลมาจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งจะมีการนำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายอยู่ในน้ำผ่านเข้าออกเซลล์ (Ramakrishna Kambhampati, 2016) ผ่านเข้าออกเซลล์ผ่านทาง Transfer cells ซึ่งมีรายงานว่า Transfer cells มีความสามารถในการดูดซับสารหรือเก็บสะสมสาร ได้มากกว่าเซลล์ชนิดอื่นๆ เพราะมีผนังค่อนข้างบางยอมให้สารเข้าออกเซลล์ได้ง่าย (Jacquelyn Pendland, 1979)

#### 5.3 ข้อเสนอแนะ

ศึกษาความสามารถการดูดซับสารเคมีอื่นที่มักตกค้างในธรรมชาติและพัฒนาเป็นนวัตกรรมต่อไป

## เอกสารอ้างอิง

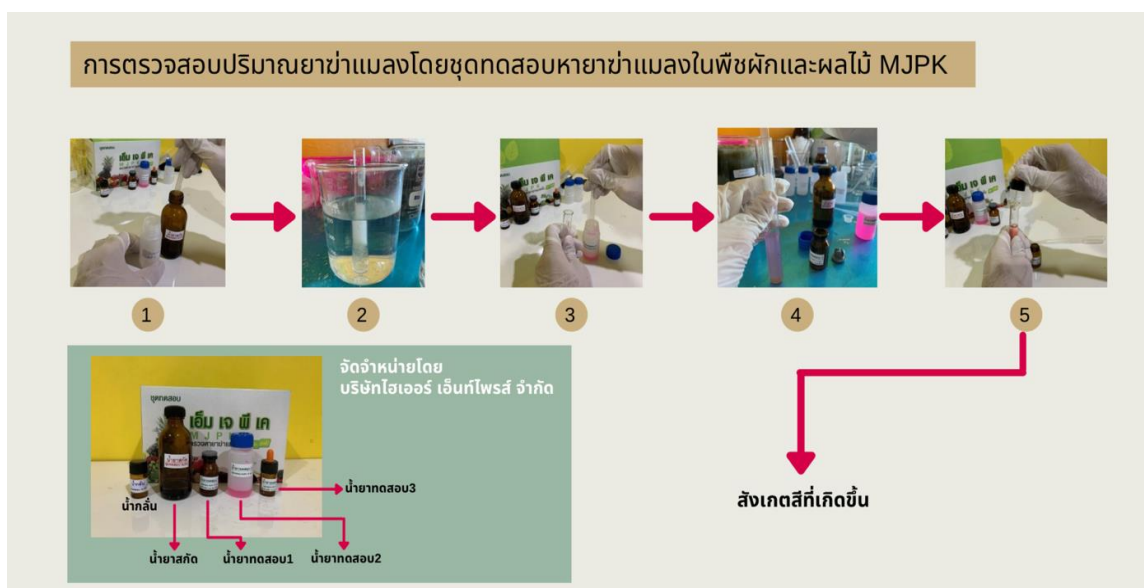
- กิตติมา วาณิชกุล. (2558). **ประสิทธิภาพน้ำของสาหร่ายหางกระรอกในการปรับปรุงคุณภาพน้ำ [ออนไลน์]**. เข้าถึงได้จาก <https://ph02.tci-thaijo.org/index>. (19 พฤษภาคม 2564).
- กมลพร ศรีนวลจารุณี เชี่ยววารีสัจจะ และสมหมาย เชี่ยววารีสัจจะ. (2556). **การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ไนโตรเจนชนิดต่างกันเลี้ยงสาหร่ายคาบอมบ้า**. วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ, 16(1), 42.
- กรมควบคุมโรคกระทรวงสาธารณสุข. (2556). **ผลกระทบต่อสุขภาพจากสารเคมีกำจัดวัชพืช [ออนไลน์]**. เข้าถึงได้จาก <http://envocc.ddc.moph.go.th/>. (19 พฤษภาคม 2564).
- กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. (มปป.). **คู่มือการใช้ชุดทดสอบอาหาร**. 15. (19 พฤษภาคม 2564).
- ประสงค์สม ปุณยอุปพัทธ์. (2552). **การบำบัดอาร์เซนิกในน้ำโดยพืชน้ำ**. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี 35-37. (19 พฤษภาคม 2564).
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนานนท์. (มปป.). **Carbamate / คาร์บาเมต [ออนไลน์]**. เข้าถึงได้จาก <http://www.foodnetworksolution.com>. (23 พฤษภาคม 2564)
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนานนท์. (มปป.). **ยามาแมลงกลุ่มมอร์แกโนฟอสเฟต [ออนไลน์]**. เข้าถึงได้จาก <http://www.foodnetworksolution.com>. (23 พฤษภาคม 2564)
- สุราสีนี อึ้งสูงเนิน. (2558). **ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช**. วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 9(1), 50-63.
- องค์การสวนพฤกษศาสตร์. (มปป.). **สาหร่ายหางกระรอก [ออนไลน์]**. เข้าถึงได้จาก <http://www.qsbg.org>. (23 พฤษภาคม 2564)
- Jacquelyn Pendland. (1979). **Ultrastructural characteristics of Hydrilla leaf tissue [online]**. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov>. (19 May 2021)
- KKT Nuwansi, AK Verma, Chandra Prakash, GPWA Prabhath and RM Peter. (2018). **Performance evaluation and phytoremediation efficiency of selected aquatic macrophytes on aquaculture effluent**. Journal of Entomology and Zoology Studies, 6(2), 2885-2891. doi:10.22271/j.ento
- Lynna Juliana. (2015). **Heavy Metal Removal Using Cabomba Caroliniana as Submerged Vegetation Species [online]**. Available at: <https://www.researchgate.net>. (14 July 2021)
- Ramakrishna Kambhampati. (2016). **How Oxygen is evolved by green plants in an experiment on Photosynthesis [online]**. Available at: <https://www.indiastudychannel.com>. (20 July 2021)

## ภาคผนวก

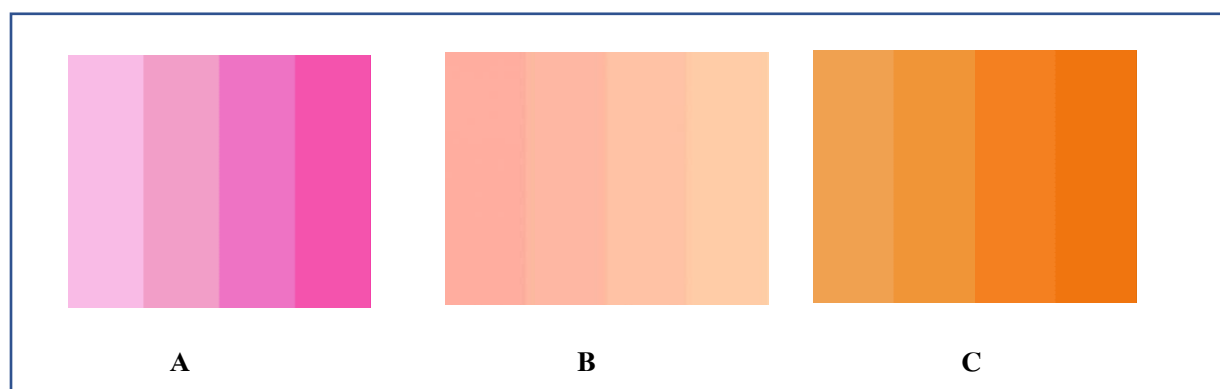
### ภาพประกอบการดำเนินงาน



ภาพที่ ก.1 ขั้นตอนการเตรียมสารห่วย



ภาพที่ ข.1 ขั้นตอนการทดสอบสารพิษด้วยชุดทดสอบ MJPK



ภาพที่ ค.1 เกรดสีในการอ่านค่าด้วยชุดทดสอบ MJPk

A คือ แสดงเกรดสีชมพู ซึ่งหมายถึงไม่ปลอดภัย (ที่มา: <https://www.color-hex.com/>)

B คือ แสดงเกรดสีส้มปนชมพู ซึ่งหมายถึงไม่ปลอดภัยหรือถูกยับยั้ง 15% (ที่มา: <https://www.pinterest.com>)

C คือ แสดงเกรดสีส้ม ซึ่งหมายถึงปลอดภัย (ที่มา: <https://www.color-hex.com/>)