

เรื่อง การศึกษาพฤติกรรมการกินพลาสติกชนิดพอลิไทรีนและจุลกายวิภาคศาสตร์ของตัวอ่อน
แมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*)

โดย 1. นางสาวจุฬาลักษณ์	มะโนศร
2. นายธีรภัทร์	วงศ์เขียว
3. นายฉันทวิชญ์	สอาดล้วน

โรงเรียน ยุพราชวิทยาลัย อำเภอ เมืองเชียงใหม่ จังหวัด เชียงใหม่

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนประกอบของโครงการวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
ในงานเวทีวิชาการนวัตกรรมส่งเสริมศึกษาขั้นพื้นฐานแห่งชาติ ครั้งที่ 1 (ออนไลน์)

The 1st National Basic STEM Innovation E-Forum 2021

วันที่ 18 – 19 กันยายน พ.ศ. 2564

เรื่อง การศึกษาพฤติกรรมการกินพลาสติกชนิดโพลีไทรีนและจุลกายวิภาคศาสตร์ของตัวอ่อน
แมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*)

โดย 1. นางสาวจุฬาลักษณ์	มะโนศร
2. นายธีรภัทร์	วงศ์เขียว
3. นายฉันทวิชญ์	สอาดล้วน

อาจารย์ที่ปรึกษา นางบุปผา	ธนะชัยพันธ์
---------------------------	-------------

ชื่อโครงการ	การศึกษาพฤติกรรมการกินพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนและจุลกายวิภาคศาสตร์ของตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (<i>Zophobas morio</i>)	
ชื่อนักเรียน	1. นางสาวจุฬาลักษณ์ มะโนสร	2. นายธีรภัทร วงศ์เขียว
	3. นายฉันทวิษญ์ สอาดล้วน	
ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา	นางบุปผา	ธนัชชัยพันธ์
โรงเรียน	ยุพราชวิทยาลัย	
ที่อยู่	238 ถนนพระปกเกล้า ตำบลศรีภูมิ อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200	
โทรศัพท์	053-418673-5 โทรสาร 053-418673-5 ต่อ 111	
ระยะเวลาทำโครงการ	ตั้งแต่วันที่ 1 พฤศจิกายน 2563 - วันที่ 31 สิงหาคม 2564	

บทคัดย่อ

โครงการ เรื่อง การศึกษาพฤติกรรมการกินพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนและจุลกายวิภาคศาสตร์ของตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*) มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาระยะการเจริญเติบโตที่มีอัตราการย่อยสลายพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนได้ดีที่สุด รวมไปถึงของเสียของตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี และศึกษาเปรียบเทียบจุลกายวิภาคศาสตร์ระบบทางเดินอาหารเพื่อเป็นแนวทางในการนำไปเป็นอาหารของสัตว์เลี้ยง และนำกลับสู่ระบบนิเวศต่อไป โดยแบ่งการทดลองเป็น 2 ขั้นตอน คือ ตอนที่ 1 ศึกษาพฤติกรรม อัตราการย่อยสลายพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนตามระยะการเจริญเติบโต และนำของเสียหลังจากที่กินพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนแล้วมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ ตอนที่ 2 ศึกษาเปรียบเทียบจุลกายวิภาคศาสตร์ระบบทางเดินอาหารภายใน มาเปรียบเทียบกับระบบทางเดินอาหารที่มีการกินอาหารปกติ ได้แก่ ข้าวโพดแห้ง และรำข้าว ส่วนภายนอก นำระบบทางเดินอาหารมาบดจนเป็นน้ำ และนำไปป้ายที่พลาสติกชนิดพอลิสไตรีนเป็นเวลา 1 วัน พบว่า ระยะการเจริญเติบโตหนอนขนาดกลาง มีอัตราการกินได้ดีกว่าหนอนขนาดใหญ่ ของเสียของตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี และการศึกษาจุลกายวิภาคศาสตร์ระบบทางเดินอาหารจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์พบเป็นชิ้นส่วนของพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนอย่างชัดเจน การศึกษาจุลกายวิภาคศาสตร์ระบบทางเดินอาหารพบชิ้นส่วนของพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนในระบบทางเดินอาหาร และเมื่อนำทางเดินอาหารมาป้ายบนพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนไม่พบการเปลี่ยนแปลง จากการทดลองนี้พบว่าตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี สามารถกินทำลายพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนได้ด้วยปาก จึงทำให้พลาสติกชนิดพอลิสไตรีนมีขนาดที่เล็กลง และไม่สามารถย่อยสลายพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนได้ทันที ต้องใช้เวลาประมาณ 5-7 วัน ทางเดินอาหารจึงจะย่อยพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนที่กินเข้าไปได้ทั้งหมด

กิตติกรรมประกาศ

รายงานโครงการวิทยาศาสตร์ฉบับนี้สำเร็จอย่างสมบูรณ์ ได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดีจาก
ครู บุญผา ณะชัยขันธุ์ ครูที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งกรุณาใช้เวลา ให้ความรู้และคำแนะนำตลอด
การทำโครงการ

ขอขอบพระคุณครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย ที่ได้กรุณาให้
คำแนะนำและช่วยเหลือตลอดระยะเวลาที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์

ขอขอบกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย ที่ได้กรุณาให้ใช้ห้องปฏิบัติการ
วิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์ สำหรับทำโครงการวิทยาศาสตร์

ขอขอบคุณนายทีปชัย วงษ์วรศรี โรจน์ ผู้อำนวยการโรงเรียนยุพราชวิทยาลัย ที่ให้การสนับสนุน
และอำนวยความสะดวกทุกๆด้าน ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ผู้จัดทำขอน้อมบูชาพระคุณบิดามารดา
และบูรพาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนวิชาความรู้ และให้ความเมตตาแก่ผู้จัดทำมาโดยตลอด เป็น
กำลังใจสำคัญที่ทำให้รายงานโครงการฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญภาพประกอบ	จ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	
1.3 สมมติฐานของโครงการ	
1.4 ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง(ถ้ามี)	
1.5 นิยามคำศัพท์เฉพาะ(ถ้ามี)	
1.6 ขอบเขตการศึกษาครั้งนี้ว่า	
1.7 ประโยชน์ที่ได้รับ	
บทที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 หนองนกก	
2.2 พลาสติกชนิดพอลิโพรไพลีน	
2.3 หนองนกกักษ์	
บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	6
3.1 วัสดุ	
3.2 อุปกรณ์	
3.3 วิธีการทดลอง	
บทที่ 4 ผลการทดลอง	8
บทที่ 5 อภิปรายผลและสรุปผลการทดลอง	11
5.1 อภิปรายผลการทดลอง	
5.2 สรุปผลการทดลอง	
5.3 ข้อเสนอแนะ	
บรรณานุกรม	13
ภาคผนวก	14

สารบัญภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
2.1	แสดงภาพหนอนนก	4
2.2	แสดงภาพพลาสติกชนิดพอลิสไตรีน	4
2.3	แสดงภาพหนอนนก	5
4.2.1	แสดงภาพมูลของตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (<i>Zophobas morio</i>) ที่กินอาหารปกติ	9
4.2.2	แสดงภาพมูลของตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (<i>Zophobas morio</i>) ที่กินพลาสติกชนิดพอลิสไตรีน	9
4.3.1	แสดงภาพทางเดินอาหารของตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (<i>Zophobas morio</i>) ที่กินอาหารปกติ	10
4.3.2	แสดงภาพทางเดินอาหารของตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (<i>Zophobas morio</i>) ที่กินพลาสติกชนิดพอลิสไตรีน	10
4.3.3	แสดงภาพพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนในทางเดินอาหารหลังผ่านไป 1-2 วัน	10
4.3.4	แสดงภาพพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนในทางเดินอาหารหลังผ่านไป 3-4 วัน	10
4.3.5	แสดงภาพพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนในทางเดินอาหารหลังผ่านไป 5-7 วัน	10

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

ปัจจุบันมีการใช้พลาสติกชนิดพอลิสไตรีนอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะภาชนะโฟมบรรจุอาหาร เพื่อตอบสนองความสะดวกสบายในชีวิตประจำวันของสังคมที่มีความเร่งรีบ และกระตุ้นให้คนจึงก่อให้เกิดขยะที่ไม่สามารถย่อยสลายเองได้ตามธรรมชาติมากขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนมีขั้นตอนการผลิตมาจากน้ำมันดิบ จึงต้องใช้เวลาย่อยสลายนานถึง 450 ปี หากเกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ก็จะก่อให้เกิดมลพิษที่ไม่เพียงแต่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ แต่รวมถึงการดำรงชีวิตของมนุษย์เอง

จากปัญหาดังกล่าว คณะผู้จัดทำจึงเลือกนำพลาสติกชนิดพอลิสไตรีน มาแก้ไขปัญหานี้โดยการนำตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*) ที่สามารถย่อยสลายพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนได้ โดยแบคทีเรียในลำไส้จึงไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อตัวของตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*) เอง (Jiaojie Li and Dae Hwan Kim , 2558) และตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*) เป็นแหล่งโปรตีนทางเลือกใหม่ที่มีคุณค่าทางอาหารสูงสามารถนำมาเป็นอาหารให้แก่สัตว์เลี้ยง เพื่อทดแทนโปรตีนจากอาหารสัตว์ได้ดี (Marcel Dicke ,2563)

คณะผู้จัดทำจึงต้องการจะนำตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*) มาศึกษาระยะการเจริญเติบโตที่มีผลต่ออัตราการกินพลาสติกชนิดพอลิสไตรีน และจุลกายวิภาคศาสตร์ระบบทางเดินอาหารช่วงกระเพาะพักอาหารถึงลำไส้หลังจากที่กินพลาสติกชนิดพอลิสไตรีน เพื่อจะลดปริมาณและลดระยะเวลาการย่อยสลายพลาสติกชนิดพอลิสไตรีน จำพวกภาชนะโฟมบรรจุอาหารที่มีเป็นจำนวนมากในหลุมฝังกลบและไม่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ และระยะเวลาการย่อยสลายพลาสติกในระบบทางเดินอาหาร หลังจากกินพลาสติกชนิดพอลิสไตรีน เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปเป็นอาหารของสัตว์เลี้ยง และนำกลับสู่ระบบนิเวศต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1 เพื่อศึกษาอัตราการย่อยสลายพลาสติกชนิดพอลิสไตรีน ตามระยะการเจริญเติบโต ได้แก่ หนอนขนาดเล็กระยะเวลา 45-50 วัน หนอนขนาดกลางระยะเวลา 50-75 วัน หนอนขนาดใหญ่ระยะ 75-90 วัน และมูลหลังจากการย่อยสลายพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนของตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*)

1.2.2 เพื่อศึกษามูลหลังจากการกินพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนของตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*)

1.2.3 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบจุลกายวิภาคศาสตร์ระบบทางเดินอาหารของตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*) ในการย่อยสลายพลาสติกชนิดพอลิสไตรีน

1.2.4 เพื่อเป็นแนวทางในการนำตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*) ที่ย่อยสลายพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนแล้ว ไปเป็นอาหารของสัตว์เลี้ยง และนำกลับเข้าสู่ระบบนิเวศ

1.3 สมมติฐานของโครงการงาน

1.3.1 ตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*) จะมีอัตราการย่อยสลายพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนในระยะเวลาเจริญเติบโตเป็นหนอนขนาดกลางระยะเวลา 50-75 วัน ได้ดีกว่าหนอนขนาดใหญ่ระยะ 75-90 วัน

1.3.2 ถ้าตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*) ย่อยสลายพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนได้ ดังนั้นเมื่อผ่าตัดศึกษาจุลกายวิภาคศาสตร์ระบบทางเดินอาหารจะไม่พบพลาสติกชนิดพอลิสไตรีน

1.3.3 ถ้าตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*) ย่อยสลายพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนได้ ดังนั้นจะสามารถนำไปเป็นอาหารของสัตว์เลี้ยงและนำกลับเข้าสู่ระบบนิเวศ

1.4 ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 1.4.1 ตัวแปรต้น	ตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (<i>Zophobas morio</i>)
1.4.2 ตัวแปรตาม	พลาสติกชนิดพอลิสไตรีนที่ตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (<i>Zophobas morio</i>) กิน
1.4.3 ตัวแปรที่ต้องควบคุม	ระยะเวลาเจริญเติบโตของตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (<i>Zophobas morio</i>)
ตอนที่ 1.4.1 ตัวแปรต้น	ตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (<i>Zophobas morio</i>)
1.4.2 ตัวแปรตาม	พลาสติกชนิดพอลิสไตรีนในท่อทางเดินอาหารของตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (<i>Zophobas morio</i>)
1.4.3 ตัวแปรที่ต้องควบคุม	ระยะเวลาเจริญเติบโตของตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (<i>Zophobas morio</i>)

1.6 ขอบเขตการศึกษาครั้งนี้ว่า

1.6.1 สถานที่ 238 ถนนพระปกเกล้า ตำบลศรีภูมิ อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200

1.6.2 ระยะเวลา วันที่ 1 พฤศจิกายน 2563 - วันที่ 31 สิงหาคม 2564

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 เพื่อเป็นแนวทางในการลดปริมาณพลาสติกชนิดพอลิสไตรีน จำพวกภาชนะโฟมบรรจุอาหารในหลุมฝังกลบ โดยที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม

1.7.2 เพื่อจัดการขยะและลดระยะเวลาในการย่อยสลายพลาสติกชนิดพอลิสไตรีน จำพวกภาชนะโฟมบรรจุอาหารที่ไม่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ

บทที่ 2

เอกสารที่เกี่ยวข้องและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการจัดทำโครงงานครั้งนี้ ผู้จัดทำได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอ ดังนี้

2.1 หนอนนก



รูปที่ 2.1 แสดงภาพหนอนนก

(<https://farmchannelthailand.com/main/wp-content/uploads/2021/02/331613.jpg>)

งานวิจัยชิ้นใหม่ตีพิมพ์ในวารสาร Environmental Science and Technology ว่า “หนอนนกสามารถกินสไตรโฟม (Styrofoam) หรือพลาสติกอื่นๆ อีกหลายชนิดได้” ซึ่งนี่เป็นการช่วยให้เราย่อยสลายขยะเหล่านี้ได้ จากปกติอาจกินเวลากว่า 1,000 ปี

Craig Criddle นักวิจัยจากมหาวิทยาลัย Stanford เจ้าของงานวิจัย ศึกษาโดยนำ ‘หนอนนก’ จำนวน 100 ตัว ให้พวกมันกินโฟมขนาดเท่าเม็ดทราย วันละนิดๆ จนจุลินทรีย์ในลำไส้ของพวกมันมีศักยภาพในการย่อยสลายพลาสติกให้กลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และออกมาที่พลาสติกที่ย่อยสลายได้ หนอนนกจำนวน 100 ตัว สามารถกินโฟม (polystyrene foam) ได้ถึง 34 – 39 มิลลิกรัมต่อวัน

2.2 พลาสติกชนิดพอลิสไตรีน



รูปที่ 2.2 แสดงภาพพลาสติกชนิดพอลิสไตรีน

(<http://www.rungnirun.com/>)

พอลิสไตรีน (Polystyrene, PS) เป็นพลาสติกที่ผลิตขึ้นมาจากสไตรีน โมโนเมอร์ ซึ่งเป็นสารไฮโดรคาร์บอนที่ได้จากปิโตรเลียม ในการผลิตพอลิสไตรีนยังมีวัตถุดิบอื่น ๆ ที่ใช้ร่วมด้วยได้แก่ เบนซีน เอทิลีน และบิวทาไดอีน

2.3 หนอนนกยักษ์



รูปที่ 2.3 แสดงภาพหนอนนกยักษ์

(<https://sdthailand.com/wp-content/uploads/2020/07/Warm-2--768x511.jpg>)

หนอนนกยักษ์มีชื่อสามัญว่า superworm, giant worm หรือ lophobas มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zophobas morio* Fabricius (*-Zophobas atratus* (Fabricius)) (Tschinkel, 1984) Whoiluvan Tenebrionidae อันดับ Coleoptera Wikipedia, 2007) มีถิ่นกำเนิดแถบอเมริกากลางและอเมริกาใต้ (Castelano5, 2008) ในธรรมชาติดำรงชีวิตอยู่ตามพื้นดินได้กินไม้ขอนไม้หรือรากไม้อาศัยกินซากพืชซากสัตว์สามารถเคลื่อนที่ได้คล่องแคล่วว่องไวลำตัวยาวเรียวยาวประมาณ 55 มิลลิเมตรตัวเต็มวัยเป็นด้วงปีกแข็งสีดำขนาดลำตัวยาวประมาณ 35-40 มิลลิเมตร (Woodhouse, 2006)

ตัวหนอนมีรูปร่างลักษณะทรงกระบอกลำตัวมีลายเป็นแถบสีน้ำตาลระยะหนอนประมาณ 6-12 เดือนหนอนวัยสุดท้ายไม่เข้าดักแด้ถ้าอยู่ร่วมกับหนอนนกยักษ์ตัวอื่น แต่เข้าดักแด้ก็ต่อเมื่อได้อยู่เพียงลำพังเท่านั้นโดยใช้เวลาอยู่ในระยะดักแด้ประมาณ 10 – 14 วันจึงออกจากดักแด้เป็นตัวเต็มวัยที่มีสีขาวนวลและหลังจากนั้นประมาณ 2 วันจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและเข้มขึ้นจนเป็นสีดำในที่สุดตัวเต็มวัยมีอายุประมาณ 2-3 เดือนตัวหนอนและตัวเต็มวัยกินอาหารได้หลากหลายชนิด ได้แก่ ข้าวโอ๊ตถั่วเหลืองแป้งจากธัญพืชและได้รับน้ำจากผักและผลไม้ต่าง ๆ ที่ไม่มีสารฆ่าแมลงเช่นแคโรทกกล้วย ส้มเป็นต้น (Wikipedia, 2007)

บทที่ 3

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัสดุ

1. พลาสติกชนิดพอลิสไตรีน
2. ตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*)

3.2 อุปกรณ์

1. กล้องจุลทรรศน์	1	เครื่อง
2. เครื่องชั่งดิจิตอล 5 ตำแหน่ง	1	เครื่อง
3. กล้องเอนกประสงค์ 8 ช่อง	1	กล้อง
4. อุปกรณ์ผ่าตัด	1	ชุด
5. ถาดผ่าตัด	1	ถาด
6. เข็มหมุด	1	กล้อง
7. ปีกเกอร์ขนาด 50 มล.	1	อัน
8. หลอดหยดสาร	1	อัน
9. กระจกสไลด์	10	แผ่น
10. กระจกปิดสไลด์	10	แผ่น
11. จานเพาะเชื้อ	2	คู่

3.3 วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 ศึกษาอัตราการย่อยสลายพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนตามระยะการเจริญเติบโตของตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*) มวลของตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*)

1. เตรียมตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*) โดยให้กินอาหารปกติ ได้แก่ ข้าวโพดแห้ง และรำข้าว เพื่อเป็นตัวเปรียบเทียบ
2. เตรียมตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*) โดยแบ่งตามระยะการเจริญเติบโต ได้แก่ ตัวอ่อนขนาดเล็กระยะเวลา 45-50 วัน ตัวอ่อนขนาดกลางระยะเวลา 50-75 วัน และตัวอ่อนขนาดใหญ่ระยะ 75-90 วัน
3. เตรียมพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนขนาด 2×2 ซม. ปริมาณ 0.05 กรัม
4. นำพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนที่เตรียมไว้ในข้อที่ 3 มาให้ตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*) ที่แบ่งตามระยะเวลาการเจริญเติบโตกิน

ตอนที่ 2 ศึกษาผลหลังจากการกินพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนของตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูล ค้างคาว
ข้าวสาลี (*Zophobas morio*)

1. นำมูลของตัวอ่อนที่กินอาหารปกติมาเปรียบเทียบกับมูลตัวอ่อนที่กินพลาสติกชนิดพอลิสไตรีน
โดยใช้กล้องจุลทรรศน์

ตอนที่ 3 ศึกษาและเปรียบเทียบอัตราการย่อยสลายพลาสติกชนิดพอลิสไตรีน ทางจุลกายวิภาคศาสตร์
ของระบบทางเดินอาหารของตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลค้างคาวข้าวสาลี (*Zophobas morio*)

1. ทำการผ่าตัดตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลค้างคาวข้าวสาลี (*Zophobas morio*) กินพลาสติกชนิด
พอลิสไตรีนที่กินอาหารปกติและตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลค้างคาวข้าวสาลี (*Zophobas morio*) ที่กิน
พลาสติกชนิดพอลิสไตรีน เพื่อทอทางเดินอาหารออกมา

2. นำทางเดินอาหารของตัวอ่อนที่กินอาหารปกติและตัวอ่อนที่กินพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนมา
เปรียบเทียบจุลกายวิภาคศาสตร์ ด้วยกล้องจุลทรรศน์

3. แยกตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลค้างคาวข้าวสาลี (*Zophobas morio*) ที่กินพลาสติกชนิด
พอลิสไตรีนมาไว้ในภาชนะแยก และทำการผ่าตัดแยกตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลค้างคาวข้าวสาลี
(*Zophobas morio*) ทุก ๆ วันเป็นเวลา 7 วัน

บทที่ 4

ผลการทดลอง

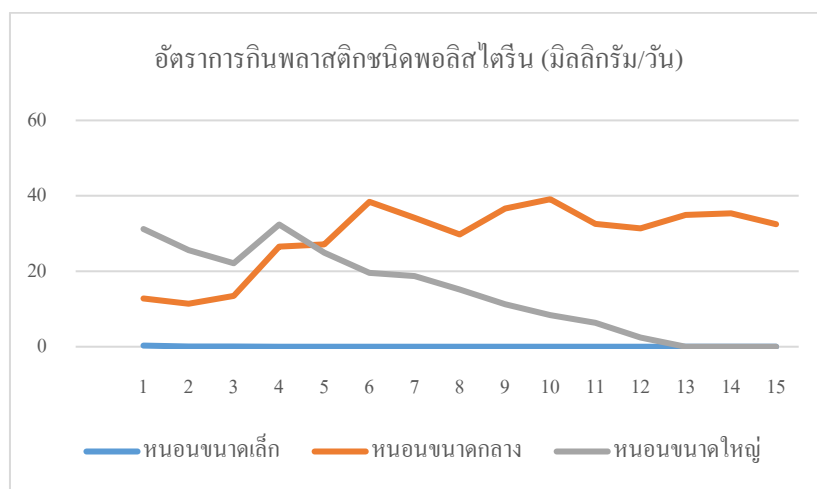
การศึกษาพฤติกรรมการกินพลาสติกชนิดพอลิไทรีนและจุลกายวิภาคศาสตร์ของตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*) มีผลการทดลองดังนี้

4.1 การศึกษาพฤติกรรมการกินพลาสติกชนิดพอลิไทรีนตามระยะการเจริญเติบโตของตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*)

การศึกษ้อัตราการกินพลาสติกชนิดพอลิไทรีนของตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*) ตามระยะการเจริญเติบโตได้แก่ หนอนขนาดเล็ก 45-50 วัน หนอนขนาดกลาง 50-75 และ หนอนขนาดใหญ่ 75-90 โดยได้ผลตามตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 อัตราการกินพลาสติกชนิดพอลิไทรีนของตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*) ตามระยะการเจริญเติบโต

ระยะการเจริญเติบโต	อัตราการกินพลาสติกชนิดพอลิไทรีน (มิลลิกรัม/วัน)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
หนอนขนาดเล็ก	0.3	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
หนอนขนาดกลาง	12.8	11.4	13.5	26.5	27.1	38.4	34.2	29.8	36.6	39.1	32.6	31.4	34.9	35.4	32.5
หนอนขนาดใหญ่	31.2	25.6	22.1	32.4	24.9	19.6	18.7	15.2	11.3	8.4	6.3	2.4	0	0	0



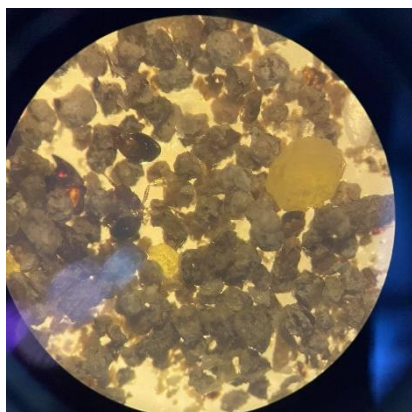
กราฟที่ 4.1 แสดงอัตราการกินพลาสติกของชนิดพอลิไทรีนตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*) ตามระยะการเจริญเติบโต

จากตารางที่ 4.1 พบว่าตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*) มีอัตราการกินพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนตามระยะการเจริญเติบโต หนอนขนาดเล็ก 45-50 วัน มีอัตราการกินพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนเฉลี่ย 0.16 มิลลิกรัม/วัน หนอนขนาดกลาง 45-50 วัน มีอัตราการกินพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนเฉลี่ย 29.1 มิลลิกรัม/วัน และหนอนขนาดใหญ่ 75-90 วัน มีอัตราการกินพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนเฉลี่ย 14.5 มิลลิกรัม/วัน ช่วงระยะการเจริญเติบโตที่มีผลต่ออัตราการกินพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนต่อวันได้ดี คือ หนอนขนาดกลาง 45-50 วัน หนอนขนาดใหญ่ 75-90 วัน และหนอนขนาดเล็ก 45-50 วัน ตามลำดับ

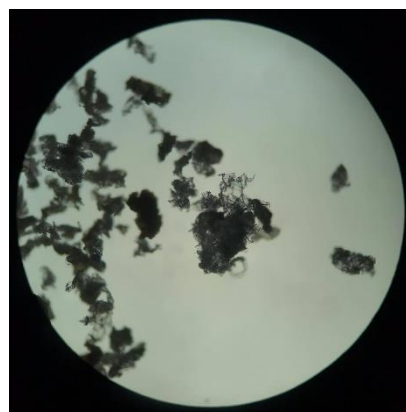
ตอนที่ 4.2 การศึกษาลักษณะมูลของตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*)

การศึกษาลักษณะมูลภายนอกและส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ของตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*) หลังจากที่ยกินพลาสติกชนิดพอลิสไตรีน

จากการทดลองพบว่า ลักษณะมูลภายนอกของตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*) ที่กินพลาสติกชนิดพอลิสไตรีน เป็นชิ้นส่วนสีขาวขนาดเล็กคล้ายพลาสติกชนิดพอลิสไตรีน และเมื่อนำมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์พบว่า เป็นชิ้นส่วนของพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนที่มีการกัดด้วยปากของตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*) อย่างชัดเจน



รูปที่ 4.2.1 แสดงภาพมูลของตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*) ที่กินอาหารปกติ

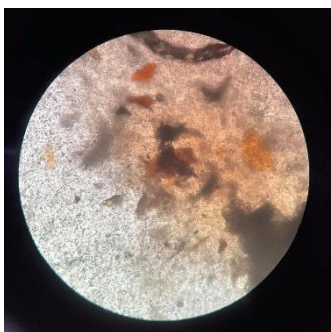


รูปที่ 4.2.2 แสดงภาพมูลของตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*) ที่กินพลาสติกชนิดพอลิสไตรีน

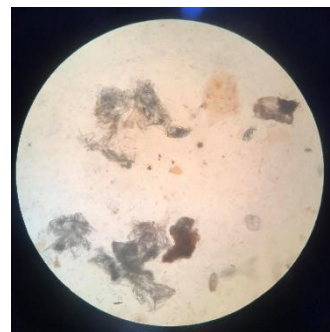
ตอนที่ 4.3 การศึกษาเปรียบเทียบจุลกายวิภาคศาสตร์ระบบทางเดินอาหารของตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*)

การศึกษเปรียบเทียบจุลกายวิภาคศาสตร์ระบบทางเดินอาหารช่วงกระเพาะพักอาหารถึงลำไส้ของตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*) ที่กินพลาสติกชนิดพอลิสไตรีน กับตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*) ที่กินอาหารปกติ ได้แก่ ข้าวโพดแห้ง และรำข้าว

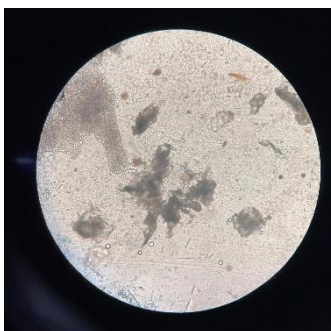
จากการทดลองพบว่า จุลกายวิภาคศาสตร์ระบบทางเดินอาหารช่วงกระเพาะพักอาหารถึงลำไส้ของตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาถิ (*Zophobas morio*) ที่กินอาหารปกติ ได้แก่ข้าวโพดแห้งและรำข้าว ระบบทางเดินอาหารช่วงกระเพาะพักอาหารถึงลำไส้จะเป็นลักษณะของน้ำสีเหลืองใส ต่างจากตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาถิ (*Zophobas morio*) ที่กินพลาสติกชนิดพอลิสไตรีน ที่ระบบทางเดินอาหารช่วงกระเพาะพักอาหารถึงลำไส้จะพบชิ้นส่วนพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนอย่างชัดเจนในลำไส้ และใช้เวลาประมาณ 5-7 วัน ชิ้นส่วนพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนที่ตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาถิ (*Zophobas morio*) กินเข้าไป จะย่อยสลายในระบบทางเดินอาหารได้ทั้งหมด



รูปที่ 4.3.1 แสดงภาพทางเดินอาหารของตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาถิ (*Zophobas morio*) ที่กินอาหารปกติ



รูปที่ 4.3.2 แสดงภาพทางเดินอาหารของตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาถิ (*Zophobas morio*) ที่กินพลาสติกชนิดพอลิสไตรีน



รูปที่ 4.3.3 แสดงภาพพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนในทางเดินอาหารหลังผ่านไป 1-2 วัน



รูปที่ 4.3.4 แสดงภาพพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนในทางเดินอาหารหลังผ่านไป 3-4 วัน



รูปที่ 4.3.5 แสดงภาพพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนในทางเดินอาหารหลังผ่านไป 5-7 วัน

บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การศึกษ้อัตราการกินพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนและจุลกายวิภาคศาสตร์ของตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*) สามารถสรุปและอภิปรายผลได้ดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผล

5.1.1 ตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*) ระยะการเจริญเติบโต 50-75 วัน มีอัตราการกินพลาสติกชนิดพอลิสไตรีน ได้ดีที่สุดใน

5.1.2 มูลของตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*) ที่กินพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนมีลักษณะเป็นชิ้นส่วนของพลาสติกชนิดพอลิสไตรีน

5.1.3 จุลกายวิภาคศาสตร์ระบบทางเดินอาหารช่วงกระเพาะพักอาหารถึงลำไส้ของตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*) ที่กินพลาสติกชนิดพอลิสไตรีน พบชิ้นส่วนของพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนในลำไส้ ซึ่งมีความแตกต่างจากการกินอาหารปกติ

5.2 อภิปรายผล

การศึกษ้อัตราการกินพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนของตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*) พบว่า ระยะการเจริญเติบโต ของหนอนขนาดเล็ก 45-50 วัน มีอัตราการกินพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนน้อยที่สุด เพราะมีขนาดตัวที่เล็ก เมื่อกินพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนในจำนวนที่มากเกินไปกว่าที่ระบบทางเดินอาหารจะย่อยสลายได้ทัน ก็จะทำให้ตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*) ตาย ส่วนหนอนขนาดกลาง 50-75 วัน มีอัตราการกินพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนได้ดีกว่า หนอนขนาดใหญ่ 75-90 วัน ถึงแม้จะมีอัตราการกินพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนเฉลี่ยใกล้เคียงกัน แต่เมื่อหนอนขนาดใหญ่ 75-90 วัน ใกล้เคียงระยะการเป็นดักแด้ ตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*) ระยะการเจริญเติบโตเป็นหนอนขนาดใหญ่ 75-90 วัน จะหยุดกินอาหารและหยุดนิ่งเตรียมตัวลอกคราบครั้งสุดท้ายเพื่อเป็นดักแด้ทันที ส่วนลักษณะมูลของตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*) ที่มีการกินพลาสติกชนิดพอลิสไตรีน จะมีลักษณะเป็นชิ้นส่วนของพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนสีขาว เช่นเดียวกับจุลกายวิภาคศาสตร์ระบบทางเดินอาหารช่วงกระเพาะพักอาหารถึงลำไส้ของตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*) หลังจากการกินพลาสติกชนิดพอลิสไตรีน จะพบชิ้นส่วนพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนอย่างชัดเจนในลำไส้ และต้องใช้เวลาประมาณ 5-7 วัน ตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*) จึงจะย่อยสลายพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนที่กินเข้าไปได้ทั้งหมด

จากผลการทดลองที่กล่าวไปเบื้องต้น หากนำตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*) มาใช้เพื่อลดปริมาณพลาสติกชนิดพอลิสไตรีน ควรใช้ระยะการเจริญเติบโตเป็นหนอน ขนาดกลาง 50-75 วัน และหลังจากที่กินพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนแล้ว ควรพักการกินพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนของตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*) โดยการแยกไว้เป็นเวลาประมาณ 5-7 วัน เพื่อให้ตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*) ย่อยสลายพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนในระบบทางเดินอาหารจนหมด แล้วจึงนำไปเป็นอาหารให้แก่สัตว์เลี้ยง และนำกลับเข้าสู่ระบบนิเวศ

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ศึกษาอัตราการย่อยสลายพลาสติกชนิดอื่นของตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*)

5.3.2 ศึกษาอัตราการย่อยสลายพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนของตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลอื่น

5.3.3 ศึกษาคุณค่าทางอาหารของอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*) หลังจากการกินพลาสติกชนิดพอลิสไตรีน

บรรณานุกรม

สารเคมีภัณฑ์. (15 มิถุนายน 2564). [ออนไลน์],แหล่งที่มา :<http://www.chemtrack.org/News-Detail.asp>

हनอนนัยักษ์. (15 มิถุนายน 2564). [ออนไลน์],แหล่งที่มา:

http://cmuir.cmu.ac.th/bitstream/6653943832/20063/5/ento0153ks_ch2.pdf

Plastic-eating worms may offer solution to mounting waste, Stanford researchers

discover. (15 มิถุนายน 2564). [ออนไลน์],แหล่งที่มา :

<https://news.stanford.edu/pr/2015/pr-worms-digest-plastics-092915.html>

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. : ศึกษาอัตราการย่อยสลายพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนตามระยะการเจริญเติบโตของตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*) และมูลของตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*)



ภาพที่ ก.1 เตรียมตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*)



ภาพที่ ก.2 เตรียมพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนขนาด 2×2 ซม. ปริมาณ 0.05 กรัม



ภาพที่ ก.3 นำพลาสติกชนิดพอลิสไตรีนที่เตรียมไว้มาตัวอ่อนกิน

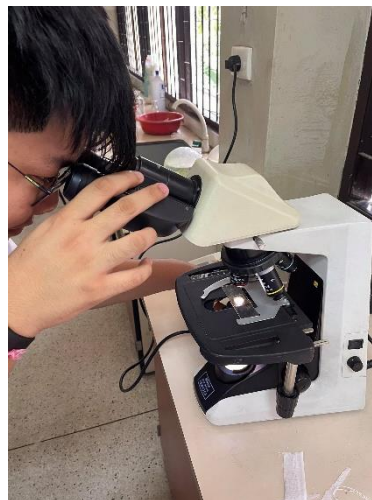


ภาพที่ ก.4 นำมูลของตัวอ่อนมาเปรียบเทียบกัน

ภาคผนวก ข. : ศึกษาและเปรียบเทียบอัตราการย่อยสลายพลาสติกชนิดพอลิไทรีน ทางจุลกายวิภาคศาสตร์ของระบบทางเดินอาหารของตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*)



ภาพที่ ข.1 การผ่าตัดตัวอ่อนแมลงปีกแข็งตระกูลด้วงรำข้าวสาลี (*Zophobas morio*)



ภาพที่ ข.2 การศึกษาจุลกายวิภาคศาสตร์ด้วยกล้องจุลทรรศน์