ชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอม *(Sepioteuthis lessoniana* Lesson, 1830) มีชีวิตแบบอัตโนมัติ

The Prototypes for an Automatic Transportation of Live *Sepioteuthis lessoniana* (Lesson, 1830)

นายยุทธพงษ์ พรหมน้อย

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ

ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอม *(Sepioteuthis lessoniana* Lesson, 1830) มีชีวิตแบบอัตโนมัติ

The Prototypes for an Automatic Transportation of Live *Sepioteuthis lessoniana* (Lesson, 1830)

นายยุทธพงษ์ พรหมน้อย

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ

ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงานพิเศษปีการศึกษา 2564

เรื่อง

รับที่...../.....
งานทะเบียนประมวลผล

ชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอม *(Sepioteuthis lessoniana* Lesson, 1830) มีชีวิต แบบอัตโนมัติ

The Prototypes for an Automatic Transportation of Live *Sepioteuthis lessoniana* (Lesson, 1830)

ผู้จัดทำ

นายยุทธพงษ์ พรหมน้อย

นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัญฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เห็นชอบ/รับรอง

.....

(อาจารย์จักรพงษ์ ศรีพนมยม)

อาจารย์ที่ปรึกษา

โครงงานพิเศษนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงานพิเศษปีการศึกษา 2564

เรื่อง

ชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอม *(Sepioteuthis lessoniana* Lesson, 1830) มีชีวิต แบบอัตโนมัติ

The Prototypes for an Automatic Transportation of Live *Sepioteuthis lessoniana* (Lesson, 1830)

โดย

นายยุทธพงษ์ พรหมน้อย

เสนอ

หลักสูตรวิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ

สถาบันเทคโนโลยีกระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ

ปีการศึกษา 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง	ชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอม *(Sepioteuthis lessoniana* Lesson, 1830) มีชีวิต แบบอัตโนมัติ
โดย	นายยุทธพงษ์ พรหมน้อย
หลักสูตร	วิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ
คณะ	วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์จักรพงษ์ ศรีพนมยม

บทคัดย่อ

การเคลื่อนย้ายหมึกทะเลมีชีวิตขึ้นสู่ฝั่งเพื่อให้ยังคงมีชีวิตอยู่เช่นเดิมด้วยวิธีการเดิม ๆ คือ การนำหมึกทะเลที่จับได้มาจากทะเลธรรมชาติใส่ลงไปในห้องขังเหยื่อเป็นบริเวณส่วนท้องของเรือ ซึ่งมีการเจาะรูให้ น้ำทะเลหมุนเวียนเข้าและออกได้ แต่ยังพบปัญหามากมายในการเคลื่อนย้าย เช่น เรือประมงพื้นบ้านมีขนาดเล็ก ห้องขังเหยื่อก็เล็กด้วย จึงต้องเพิ่มเครื่องให้อากาศลงไปอีก ดังนั้นการจัดทำชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาและเพิ่มศักยภาพในการลำเลียงหมึกหอมขึ้นสู่ฝั่ง หลักการทำงานคือการดึงน้ำทะเลซึ่งเป็นน้ำใหม่และพาของเสียในน้ำเก่าที่อยู่ในถังลำเลียงคืนสู่น้ำทะเลในธรรมชาติ ตั้งค่าควบคุมการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดด่างของน้ำในถังลำเลียงไว้ หลังใส่หมึกหอมลงในถังลำเลียง pH sensor จะตรวจจับค่าความเป็นกรดด่าง เมื่อน้ำทะเลในถังลำเลียงมีค่า pH < 8.1 ระบบจะสั่งการให้ปั๊มน้ำทำงาน น้ำทะเลในธรรมชาติจะไหลเข้าถังลำเลียงบนเรือไฟเบอร์ และเมื่อน้ำทะเลในถังลำเลียงมีค่า pH > 8.1 ระบบอัตโนมัติจะสั่งการให้ปั๊มน้ำหยุดการทำงานและน้ำจะหยุดไหลเข้าถังลำเลียง ซึ่งชุดต้นแบบที่ได้ออกแบบมาตามแผนที่วางไว้ทำงานได้ตามปกติ ส่วนการศึกษาประสิทธิภาพของชุดต้นแบบดังกล่าว ทำการศึกษาจำนวน 10 ครั้ง พบว่าสามารถลำเลียงหมึกหอมมีชีวิตให้มีอัตรารอดตายอยู่ระหว่าง 33.33-83.33% เฉลี่ย 58.23±21.65% โดยพบ 2 ปัจจัยหลักที่มีผลต่ออัตรารอดตายของหมึกหอมมีชีวิตขณะลำเลียงขึ้นฝั่งคือ ความหนาแน่นและขนาดของหมึกหอม กล่าวคือ ความหนาแน่นของหมึกทะเลขณะลำเลียงมีมากจะพบว่ามีอัตราการรอดตายต่ำกว่าความหนาแน่นที่น้อยกว่า เช่น ที่ความหนาแน่น 25 ตัว/ครั้ง มีอัตราการรอดตายเฉลี่ย 36% ส่วนที่ความหนาแน่น 5 ตัว/ครั้ง มีอัตราการรอดตายเฉลี่ย 80% ความหนาแน่นที่เหมาะสมในการศึกษาครั้งนี้ไม่ควรเกิน 12 ตัว/ครั้ง ต่อปริมาณน้ำในถังขนาด 100 ลิตร ส่วนขนาดตัวหมึกหอมที่ต่างกันพบว่าหมึกหอมที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 139.67±72.67 กรัม/ตัว มีอัตรารอดตายจากการลำเลียงเฉลี่ย 33.33% ส่วนหมึกหอมที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 82.33±7.51 กรัม/ตัว มีอัตรารอดตายเฉลี่ย 83.33%

คำสำคัญ: หมึกหอม ชุดต้นแบบ เซนเซอร์วัดความเป็นกรดด่าง

ยุทธพงษ์ พรหมน้อย

ลายมือชื่อนักศึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title The Prototypes for an Automatic Transportation of Live *Sepioteuthis lessoniana* (Lesson, 1830)
Author Mr. Yutthaphong Phromnoi
Major Fishery Science and Aquatic Resources
Faculty Prince of Chumphon Campus
Advisor Mr. Jakkrapong Sripanomyom

Abstract

A conventiomal practice to move living squids ashore to stay alive is to place the caught squids in a prey container. located at the bottom of the ship, where holes are drilled to allow seawater to flow in and out. However there are still problems in relocating them, for example, the local fishing boats are limited in size, and the pery containers are also small. This leads to an addition of an oxygen demand. Therefore, a design creation of an automated living squid transport prototype kit is one fo solution to solve this problem and increase the potential for squid transporting ashore. The principle is to extract the freshincoming seawater and recycle the waste water in the transporting tank back to the ambient seawater. A change in pH of the water in the conveying tank was controlled. After the squids had been placed into the transporting tank, the pH value was then detected. When seawaterpH in the transporting tank was lower than 8.1, the pump was also activated. simaultenously, am dient seawater flew into the teansporting tanks on the fiber boats. When the seawaterpH in the transporting was higher than 8.1, the automation would stop directing the pump then the water would stop flowing into the tank. The prototype that has been designed according to the plan works normally. For the study of the effectiveness of the this current prototype was carried out total of 10 studies. It was found that the survival rate of living squid was between 33.33-83.33%, averaged 58.23± 21.65%, with the two main factors affecting the survival rate of living squid during disembarkation were density and size of squids. In detail, whenever. the density of marine squid during transportation was high. survival rates were lower than lower densities, for example, at 25 squid/hatch densities, the average survival rate was 36%, and at a densities of 5 squid /hatch. an average survival rate was 80%. The optimal densing in this study should not exceed 12 fish//a hundred-litter tank. For different body sizes, it was found that cephalopods with an average weight of 139.67± 72.67g had a survival rate. rate at 33.33%, while the squids with the mean weight of 82.33±7.51g had the survival rate at 83.33%.

Keywords: soft cuttlefish, prototype , pH sensor

Yutthaphong Phromnoi
.....
Student's signature

.....
Advisor's signature

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

การจัดทำโครงงานพิเศษชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติในครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยดี จากการสนับสนุนของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร ขอขอบพระคุณ อาจารย์จักรพงษ์ ศรีพนมยม ที่ช่วยให้คำแนะนำปรึกษาแก้ไขปัญหาในระหว่างการทำโครงงานพิเศษฉบับนี้ และอนุเคราะห์ในการใช้เรือไฟเบอร์ ของสถาบัน ร่วมไปถึงค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการออกไปศึกษา เช่น ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าซ่อมแซมบำรุงรักษาเรือกรณีมีปัญหาที่ชำรุด และขอขอบพระคุณอาจารย์ประจำหลักสูตรวิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำทุกท่านที่ให้ความรู้ตลอด 4 ปีและชี้แนะแนวทางในระหว่างการทำโครงงานพิเศษในครั้งนี้

ขอขอบคุณนายภูมิเกียรติ จันทนานนท์ ตำแหน่งนักวิชาการศึกษา กลุ่มพิพิธภัณฑ์สัตว์น้ำ อุทยานวิทยาศาสตร์พระจอมเกล้า ณ หว้ากอ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ที่ช่วยวางระบบอัตโนมัติในการติดตั้งชุดต้นแบบและคำแนะนำต่างๆ ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ทุกคนที่ช่วยเหลือตลอดการทำ โครงงานพิเศษนี้ ร่วมไปถึงชาวประมงพื้นบ้าน บ้านหินกบที่ช่วยเหลือ แนะนำเทคนิคต่างๆ ในการใช้เรือหางยาวตลอดไปถึงการดูสภาพลม ฟ้า อากาศ เพื่อความปลอดภัยในระหว่างการศึกษาโครงงานพิเศษในทะเล รวมไปถึงร้านอาหารลานแพงพวยที่ให้พื้นที่ในการตั้งตู้ขายหมึกสดแบบซาซิมิ

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดามารดาและครอบครัวที่สนับสนุนทางการศึกษา ช่วยเหลือ และให้คำแนะนำและ เป็นกำลังใจให้ตลอดเวลา จนทำให้โครงงานพิเศษนี้สำเร็จสมบูรณ์

ยุทธพงษ์ พรหมน้อย

กรกฎาคม 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
คำนิยม	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
หมึกทะเล	4
หมึกหอม	7
การเก็บรักษาปลาหมึกในเรือประมง	16
การขนส่งสัตว์น้ำ	17
เกษตรอัจฉริยะ/ระบบอัตโนมัติทางการเกษตร	18
วงจรชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ	21
อุปกรณ์และวิธีการ	25
อุปกรณ์	25
วิธีการ	27
ผลและวิจารณ์ผล	44
ผลการศึกษา	44
วิจารณ์ผล	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
สรุปและเสนอแนะ	53
สรุป	53
ข้อเสนอแนะ	53
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	องค์ประกอบและการใช้งานของวงจรชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ	22
2	ค่าเฉลี่ยจำนวนหมึกหอม (ตัว) น้ำหนัก (กรัม/ตัว) และความยาว (เซนติเมตร/ตัว)ของหมึกหอมที่ยังมีชีวิตอยู่ซึ่งได้จากการลำเลียงด้วยชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ	46
3	อัตรารอดตายเฉลี่ย (%) ของหมึกหอมที่ยังมีชีวิตอยู่ซึ่งได้จากการลำเลียงด้วยชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ	47
4	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ (ก่อนและหลัง) จากการใส่หมึกหอมที่ยังมีชีวิตที่จับได้จากทะเลลงถัง ลำเลียงด้วยชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ	49
5	การทดสอบการทำงานและการปรับปรุงแก้ไขชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กลุ่มหมึกกลางน้ำ	3
2	กลุ่มหมึกกระดอง	4
3	กลุ่มหมึกสารหรือหมึกยักษ์	4
4	ลักษณะหมึกหอม	7
5	ภาพลายเส้นหมึกหอม	9
6	การแพร่กระจายพื้นที่สีเขียวแสดงการแพร่กระจายหมึกหอม	9
7	ลักษณะเพศผู้	10
8	ลักษณะเพศเมีย	10
9	วัฏจักรของหมึกหอม	13
10	พฤติกรรมการรวมกลุ่มของหมึกหอม	14
11	การวางไข่ของหมึกหอม	15
12	pH Sensor	21
13	เตรียมเรือซ่อมแซม	27
14	ขัดทำความสะอาดเรือไฟเบอร์	27
15	ทาน้ำยาเรซิ่นหล่อใส (resin)	27
16	เตรียมเครื่องเรือ	28
17	ถังทดลองที่ใช้ในการทดลอง	28
18	คันและรอกตกหมึก	29
19	เหยื่อปลอม	29
20	การทำงานชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ	31
21	การไหลเวียนของน้ำในถังลำเลียงของชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ	32
22	ออกแบบชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ	32
23	การใช้โปรแกรม SketchUp เพื่อออกแบบระบบการทำงานของระบบอัตโนมัติ	33
24	ประกอบชุดควบคุมชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ	34
25	การทดสอบการไหลเวียนของน้ำทะเลจากทะเลธรรมชาติเข้าถังลำเลียงหมึกหอม	35
26	การตรวจสอบการไหลเวียนของระบบให้อากาศในถังลำเลียงหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
27	การทดสอบประสิทธิภาพของชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติในทะเลธรรมชาติ	36
28	Infographic ของชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ	37
29	การศึกษาประสิทธิภาพของชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติในทะเลธรรมชาติ	37
30	สถานที่ดำเนินการศึกษา ครั้งที่ 1	39
31	สถานที่ดำเนินการศึกษา ครั้งที่ 2	39
32	สถานที่ดำเนินการศึกษา ครั้งที่ 3	40
33	สถานที่ดำเนินการศึกษา ครั้งที่ 4	40
34	สถานที่ดำเนินการศึกษา ครั้งที่ 5	41
35	สถานที่ดำเนินการศึกษา ครั้งที่ 6	41
36	สถานที่ดำเนินการศึกษา ครั้งที่ 7	42
37	สถานที่ดำเนินการศึกษา ครั้งที่ 8	42
38	สถานที่ดำเนินการศึกษา ครั้งที่ 9	43
39	สถานที่ดำเนินการศึกษา ครั้งที่ 10	43
40	การวัดขนาดความยาวของหมึกหอมในระหว่างการศึกษาผลของชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

หมึกทะเล เป็นสัตว์น้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ปริมาณผลจับหมึกจากการทำประมงพาณิชย์ในไตรมาสที่ 3 ของปี 2564 มีปริมาณ 11,925.9 ตัน ลดลง 31.9% เมื่อเทียบกับไตรมาสก่อน (17,517 ตัน) และ 24.2% เมื่อเทียบกับช่วงเดียวกันของปีก่อน (15,724 ตัน) โดยปริมาณผลจับหมึกจากการทำประมงพาณิชย์ในช่วง 9 เดือนแรกของปี 2564 มีปริมาณรวม 42,703.7 ตัน ลดลง 30.7% เมื่อเทียบกับช่วงเดียวกันของปีก่อน (61,593 ตัน) ซึ่งหากพิจารณาตามชนิดของหมึกทะเลพบว่าปริมาณการจับหมึกในประเทศ 71.5% คือ หมึกกล้วย รองลงมา คือ หมึกกระดอง หมึกสาย หมึกหอม และหมึกอื่น ๆ ซึ่งอาจส่งผลให้ทรัพยากรหมึกหอมในประเทศมีปริมาณลดลงอย่างต่อเนื่องและประสบภาวะขาดแคนทรัพยากรในที่สุดได้ (ฐิติมา, 2564) หมึกหอมเป็นอาหารที่นิยมบริโภคในประเทศไทยเพราะสามารถประกอบอาหารได้หลายประเภท มีรสชาติที่ดี ปัจจุบันนั้นนิยมมาบริโภคแบบสดๆ หรือมีชื่อเรียกว่า ซาซิมิ (เนื้อสัตว์หรือเนื้อปลาดิบสด แล่ให้เป็นชิ้น ๆ) ทำให้มีมูลค่าของหมึกทะเลสูงขึ้นหลายเท่าตัว ซึ่งยิ่งเป็นหมึกทะเลมีชีวิตด้วยจะมีราคาสูงหลายเท่า ปัจจัยที่สำคัญประกาศหนึ่งที่ส่งผลต่อการมีชีวิตหรือการตายขณะการลำเลียงหรือขนส่งหมึกทะเลมีชีวิตขึ้นสูงฝั่งและแผ่นดิน หมึกทะเลเป็นสัตว์ที่ตื่นตกใจง่าย เมื่อหมึกตกใจหรือมีความเครียดจากการถูกจับจะมีพฤติกรรมการป้องกันตัว มีการพ่นน้ำหมึกออกมาในลักษณะอำพลางตัว ซึ่งผลของน้ำหมึกนี้ส่งผลทำให้ค่าคุณน้ำภาพน้ำเปลี่ยนแปลงไปมากกล่าวคือ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำจะลดลงไปอยู่ในสภาพกรดอ่อนจากคุณภาพน้ำทะเลปกติที่เป็นด่างอ่อน หากจะนำหมึกมีชีวิตกลับเข้าฝั่งและยังคงมีชีวิตอยู่นั้น ชาวประมงจะใส่หมึกทะเลลงในห้องเหยื่อและมีการเป่าอากาศเพื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลงในน้ำในห้องเหยื่อ จึงทำให้มีความยุ่งยากพอสมควร เปลืองพื้นที่ และปัญหาที่พบบ่อยตามมาขณะลำเลียงหมึกทะเลขึ้นสู่ฝั่ง หมึกส่วนใหญ่จะตายจำนวนมาก

ดังนั้นจึงเล็งเห็นว่าหากนำเทคโนโลยี นวัตกรรม ระบบอัตโนมัติต่างๆ มาช่วยในการลำเลียงขนส่งหมึกทะเลจากเรือประมงพื้นบ้านกลับมายังชายฝั่งทะเลและแผ่นดิน จะช่วยลดการตาย และมีหมึกทะเลมีชีวิตจำนวนมากขึ้น ภายใต้เงื่อนไขต้องสะดวกในการทำประมงหมึกทะเล ใช้งานง่ายด้วยลงทุนน้อย โดยมีเป้าหมายทำในหมึกหอมที่บริเวณโดยรอบเกาะไข่ ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร และเพื่อขยายผลต่อยอดการใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย เช่น การลำเลียงสัตว์น้ำต่อเพื่อการศึกษา วิจัย และเพื่อใช้ทำพ่อแม่พันธุ์ เพิ่มมูลค่าของหมึกหอม และคุณภาพหมึกหอมที่สด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1.เพื่อสร้างชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ เพื่อการลำเลียงขนส่งหมึกหอมจากทะเลขึ้นมาสู่ฝั่ง

2.เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ ในการลำเลียงขนส่งหมึกหอมจากในทะเลขึ้นมาสู่ฝั่ง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.สามารถสร้างชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ เพื่อการลำเลียงขนส่งหมึกหอมจากทะเลขึ้นมาสู่ฝั่งได้จริงตามที่ออกแบบไว้ และใช้งานได้จริง

2.ชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ ในการลำเลียงขนส่งหมึกหอมจากในทะเลขึ้นมาสู่ฝั่ง มีประสิทธิภาพสูง ช่วยลดการตายของหมึกทะเลขณะลำเลียงได้สูงกว่าวิธีการปกติ ไม่น้อยกว่า 50%

3.เป็นหนึ่งในแนวทางช่วยเพิ่มมูลค่าและคุณภาพของหมึกหอม ให้ดีขึ้น

4.เป็นฐานข้อมูล องค์ความรู้ใหม่ เพื่อนำไปปรับใช้หรือต่อยอดในการลำเลียงขนส่งสัตว์น้ำต่างๆ ให้ยังคงมีชีวิตได้ยาวนานขึ้น เพื่อประโยชน์ของการใช้งานที่หลากหลายต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

หมึกทะเล

หมึก เปนสัตวในกลุมเดียวกับหอย (Phylum Mollusca) จัดอยูใน class Cephalopoda เปนสัตวแยกเพศ มีลักษณะแทบจะตรงกันข้ามกับหอยฝาเดียว (class Gastropoda) หรือหอยสองฝา (class Bivalvia) แต่หมึกและหอยในยุคปัจจุบันยังคงมีระบบทางร่างกายหลายอย่างเหมือนกัน คือ ปากฟัน ระบบทางเดินอาหาร และกล้ามเนื้อแบบแมนเทิล ซึ่งหอยทั้งสองกลุมนั้นสวนใหญจะไม ว องไวและบางชนิดยังเป็นพวกที่เกาะติดอยู่กับที่ กินอาหารโดยการกรองจากน้ำทะเลแตหมึกทะเลเปนสัตว์ที่วองไว และหมึกทะเลทุกชนิดเป็นสัตวกินเนื้อ (จรัสศรี และคณะ, 2550)

มาลา (2538) รายงานว่าหมึกเป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังจัดอยู่ในไฟลัม Molusca ชั้น Cephalopoda ในน่านน้ำไทยพบ 2 ชั้นย่อย 7 อันดับ 82 ชนิด (Nabhitabhata *et al*., 2009) หมึกที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจไทยสามารแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

- กลุ่มหมึกกลางน้ำ (Squid) (ภาพที่ 1) ได้แก่ อันดับ Teuthida (Teuthoidea) เช่น หมึกกล้วย หมึกหอม ลักษณะที่สำคัญของกลุ่มนี้ คือ ลำตัวเป็นท่อนกลมยาว มีรูปร่างคล้ายกับตอร์ปิโด ส่วนท้ายมีครีบรูปสามเหลี่ยม (poster lateral fin) มีกระดองใส คล้ายแผ่นพลาสติก รยางค์สั้นรอบปากหรือแขน (arm) จำนวน 4 คู่ มีปุ่มดูด (sucker) บนแขนจำนวน 24 แถว ประกอบด้วย chitinous ring บางชนิดเป็นแบบมีตะขอ (hook) รยางค์ยาวหรือหนวด (tentacle) จำนวน 1 คู่ปุ่มดูดบนหนวดมี 2 แถว เป็นต้น

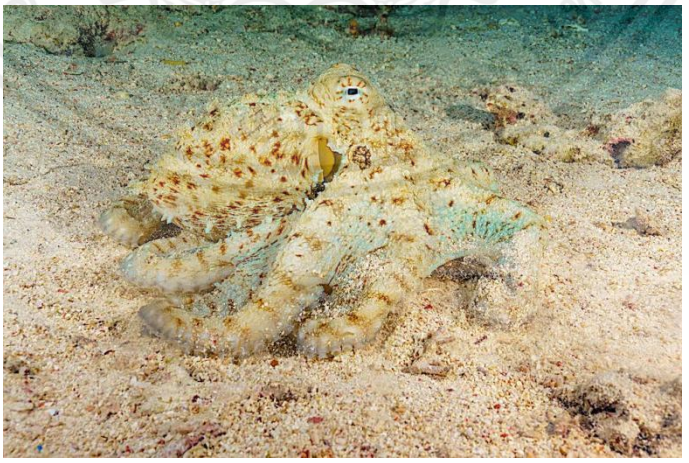
ภาพที่ 1 กลุ่มหมึกกลางน้ำ
ที่มา: www.blackturtledive.com/th/koh-tao-marine-life/cephalopods

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กลุ่มหมึกกระดอง (Cuttlefish) (ภาพที่ 2) ได้แก่ อันดับ Sepida (Sepiodea) เช่น หมึกกระดองหางไหม้ หมึกกระดองลายเสือ หมึกหูช้าง ลักษณะสำคัญคือ รูปร่างแบนกว้าง ลำตัวยาวรีค่อนข้างแบน ด้านข้างมีครีบแผ่แบนยาวเกือบตลอดลำตัว ส่วนหัวมีหนวดรยางค์ยาวหรือหนวดจำนวน 1 คู่ มีรยางค์สั้นรอบปากหรือแขนจำนวน 4 คู่ มีกระดองภายใน ลำตัวคล้ายรูปใบหอกเรียกว่าลิ้นทะเล เป็นสารประกอบหินปูนมีสีขาวขุ่น เป็นต้น

ภาพที่ 2 กลุ่มหมึกกระดอง
ที่มา: www.blackturtledive.com/th/koh-tao-marine-life/cephalopods.

- กลุ่มหมึกสาย หรือ หมึกยักษ์ (Octopus) (ภาพที่ 3) ได้แก่ อันดับ Octopoda ลักษณะที่สำคัญคือ ลำตัวกลมคล้ายถุงไม่มีครีบด้านข้างลำตัวไม่มีเปลือกและกระดองมีขนาดเล็กมาก แต่ในพวกกลุ่มหมึกสายน้ำลึกบางชนิดมี paddle like in มีรยางค์รอบปาก 8 อัน ปุ่มดูดไม่มี chitinous ring เป็นต้น



ภาพที่ 3 กลุ่มหมึกสารหรือหมึกยักษ์
ที่มา: www.blackturtledive.com/th/koh-tao-marine-life/cephalopods

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบร่างกายของหมึก

สนธยา (2558) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบต่างๆ ของหมึก ไว้ดังนี้

1. แขน (arm) มีจำนวน 4-5 คู่ ความยาวแต่ละคู่นั้นไม่เท่ากัน จำแนกชนิดทางอนุกรมวิธาน ซึ่งการนับเริ่มต้นจากด้านบนไปยังด้านท้องคือจากคู่ที่ 1 เรียกว่า dorsal pair คู่ที่ 2 เรียก dorsolateral pair คู่ที่ 3 เรียก ventrolateral และคู่ที่ 4 เรียก ventral pair ในเพศผู้จะมีแขนที่ไม่เหมือนแขนอื่น โดยเปลี่ยนไปเป็นอวัยวะช่วยในการสืบพันธุ์ ใช้ในการส่งสเปิร์มไปยังเพศเมีย เรียกแขนนั้นว่า hectocotylus หรือ hectocotyized arm บนแขนมีปุ่มดูดประกอบด้วย chitinous ring (ไม่พบในกลุ่มของปลาหมึกสาย) ซึ่งในปลาหมึกสายแขนสั้นคู่ที่ 3 ทางด้านขวาหรือซ้ายจะเป็น hectocotylized arm ส่วนปลายของแขนจะแบนคล้ายช้อนมีร่องที่ช่วยในการส่งเสปิร์ม (Dunninget *et al*., 1998)

2.หนวดจับ (tentacle) ในอันดับ Sepiida อันดับ Teuthidea และอันดับ Spirulida มีจำนวน 2 เส้น มีความยาวมากกว่ารยางค์คู่อื่นๆ ใช้สำหรับจับเหยื่อเป็นอาหาร (Bidder, 1964)

3.ปาก (mouh) ปากของปลาหมึกหรือ (buccal mass) ประกอบไปด้วย จะงอยปากรูปร่างคล้ายปากนกแก้ว (beak like jaw) และฟัน (radula teeth) อยู่ภายในเยื่อหุ้มรอบปาก (buccal membrane) ปากจะอยู่ไม่ติดอยู่กับส่วนหัว แต่จะลอยอยู่ในแอ่งเลือด ทำให้เคลื่อนไหวได้อย่างอิสระทุกทิศทาง ซึ่งใน หมึกกล้วยและหมึกกระดองบางชนิดถึงวัยเจริญพันธุ์ เมื่อผสมพันธุ์แล้วอาจจะพบสเปิร์ม (seminal receptacle) ที่เก็บไว้ในส่วนเยื่อหุ้มรอบปาก (buccal membrane) ส่วนของขากรรไกร (jaw) หรือจะงอยปาก (beak) ประกอบด้วยจะงอยปากล่าง (lower beak) และจะงอยปากบน (upper beak) ส่วนแผงฟัน (radula) อยู่ข้างในเป็น (tongue like-teeth) มีต่อมน้ำลาย (salivary gland) 3 แห่ง คือที่ sublingual 1 ต่อม มีในหมึกทุกชนิด ด้าน anterior 1 คู่ ปล่อย proteolytic enzyme ช่วยในการย่อยอาหาร หมึกบางชนิดมีเอนไซม์ dipeptidase ส่วนทางด้าน posterior ทั่วไปมี 1 คู่ บางชนิดมีเป็นแบบเดี่ยว (ไม่มีใน spirula และ nautilus) และมีน้ำย่อยเป็น proteolytic

4.ลำตัวตัว (mantle) ลำตัวมีรูปร่างหลายแบบ (polymorphic) ลำตัวเป็นชั้นกล้ามเนื้อซึ่งประกอบด้วย longitudinal fiber และ elastic collagenous fiber ทำให้ลำตัวสามารถยืดหดได้ช่วยในการเคลื่อนที่และขับน้ำ ผิวหนังมีเซลล์สร้างเมือก (mucous cells) ปกคลุมผิวทั่วไปของลำตัวโดยมีเม็ดสี (chromatophore)

5.ครีบ (fin) เป็นอวัยวะที่ช่วยในเคลื่อนที่ (propulsive organ) ครีบจะโบก เมื่อมีการว่ายน้ำช้าๆ และกดแนบลำตัวเมื่อต้องการว่ายน้ำอย่างรวดเร็ว

6.ท่อขับน้ำ (funnel) อยู่ด้านท้อง (ventral) ระหว่างหัวและลำตัว ทำหน้าที่ในการขับน้ำออกจากลำตัวระหว่างการหายใจ ปล่อยไข่ ปล่อยน้ำหมึก ปล่อยสารที่สร้างหุ้มไข่ขับของเสีย (urine และ excrements) และขับน้ำเวลาพุ่งตัวหรือเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็ว (jet swimming)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.เปลือก (shell) ส่วนใหญ่จะพบอยู่ภายในตัวของปลาหมึก มีหน้าที่ช่วยในการพยุงตัว บางชนิดอยู่ภายนอกตัวเช่น Nautilus บางชนิดที่เปลือกลดรูปเข้าไปภายในของลำตัวเปลือกภายในลำตัวของหมึกส่วนใหญ่ อยู่บริเวณกึ่งกลางด้านหลัง (dorsal midline) ของตัวปลาหมึก สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ

- กระดองใส (gladius หรือ pen) ลักษณะเรียบแบนเป็นแผ่นยาวโปร่งใส เป็นสารประกอบไคติน (chitin) รูปทรงเหมือนขนนก พบในอันดับ Teuthida กลุ่มหมึกหอมและหมึกกล้วย

- กระดองแข็ง (cuttlebone หรือ sepion) เป็นโครงสร้างแข็ง ที่มีสารประกอบของหินปูน สีขาว เป็นโครงสร้างของร่างกาย ทำหน้าที่ช่วยในการเคลื่อนที่และลอยตัว พบในอันดับ Sepida สำหรับ ครอบครัว Sepidae กระดองแข็งมีลักษณะแผ่นแบนเป็นรูปไข่ ส่วนอันดับ Spirulida วงศ์ Spirulidae กระดองมีลักษณะเป็นหลอดขดเป็นวงอยู่ทางส่วนท้ายของลำตัว

8.อวัยวะเรื่องแสง (light organ หรือ photophore) หมึกมีเซลล์ที่ทำให้เกิดการเรืองแสง ซึ่งกระจายอยู่ทั่วบริเวณลำตัวและบริเวณหัว การเกิดเรืองแสงนั้นมี 2 แบบ คือ

- การเรืองแสงที่เกิดจากแบคทีเรีย (symbiotic bacteria) เกิดจากแบคทีเรียสกุล Photobacterium อาศัยอยู่ในต่อม (gland) อยู่ใกล้ต่อมหมึก (ink sac) โดยแบคทีเรียจะเรืองแสงจากภายในต่อม (gland) มักพบในหมึกที่อยู่ตามพื้นท้องทะเล ในเขตน้ำตื้น (sublitoral benthic) เช่น หมึกหอม Sepiola, Euprymna และหมึกกล้วยบางชนิด

- การเรืองแสงที่เกิดจากเซลล์ (intrinsic, intracellular) เกิดจากปฏิกิริยา oxidation ของ luciferin และมีเอนไซม์ luciferase เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาการเรืองแสง จะเปล่งโดยเซลล์พิเศษ คือ photocystes

9.เม็ดสี (chromatophore) เม็ดสีบรรจุอยู่ในถุงหรือรอบๆ ถุง โดยเม็ดสีที่อยู่ในกล้ามเนื้อนั้น การยืดหรือหดของกล้ามเนื้อทำให้จุดสีปรากฏหรือหายไป ส่วนด้านหลังของลำตัวหมึก มีจุดสีอยู่หนาแน่นกว่าด้านท้อง เม็ดสีหรือกลุ่มเซลล์นี้มีขนาดเล็ก เซลล์ที่อยู่ตรงกลางมีถุงบรรจุเม็ดสีอยู่ภายในส่วนผิวหุ้มมีคุณสมบัติในการยืดตัว ภายในเซลล์มีเส้นใยของเซลล์กล้ามเนื้อเรียบที่มีนิวเคลียส เมื่อจุดสีขยายใหญ่จะมีสีเข้ม หากมีการหดตัวจะทำให้สีจางลง หมึกในธรรมชาติ จึงมีสีบนลำตัวในลักษณะโปรงใส จุดสีจะถูกควบคุมโดยระบบประสาท ทำให้หมึกเปลี่ยนแปลงสีบนลำตัวได้อย่างรวดเร็ว เกิดเป็นจุดสีสันต่างๆ เช่น สีดำ สีแดงสีน้ำตาล สีเหลืองและสีส้ม การเปลี่ยนสีบนลำตัวของปลาหมึกจะสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและอารมณ์หรือพฤติกรรมเช่น การตกใจ การพรางตัวให้กลมกลืนกับสภาพแวดล้อมและเป็นประโยชน์ในการช่วยส่งสัญญาณเช่น ขู่ศัตรู หลอกล่อเหยื่อ พรางตัว หลบซ่อนตัว การบ่งบอกเพศของตัวเองต่อเพศตรงข้าม การเกี้ยวพาราสีก่อนจะผสมพันธุ์ เป็นต้น

10.ถุงหมึก (ink sac) ถุงหมึกหรือต่อมหมึกอยู่บริเวณผนังด้านล่าง ค่อนไปทางด้านท้ายของตัว มีท่อขนาดยาว ติดต่อกับไส้ตรง (rectum) ใกล้กับรูกัน (anus) พบในหมึกเกือบทุกชนิด มีสารประกอบพวก เมลานิน (melanin) ที่มีสีดำหรือสีน้ำตาล และเป็นสารแอลคาลอย (alkaloid)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อหมึกตกใจจะพุ่งตัวไปทางด้านหลังพร้อมกับปล่อยน้ำหมึกออกมาทางท่อขับน้ำ ช่วยในการป้องกันตัวให้ศัตรูสับสน ทำให้หมึกมีเวลาพรางตัวและหลบหนีได้ และตัวหมึกสามารถเปลี่ยนสีให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม นอกจากนั้น น้ำหมึกที่มีสภาพเป็นด่างยังมีคุณสมบัติ ทำให้ประสาทสัมผัสทางเคมีของพวกปลาหมดความรู้สึกได้ชั่วคราว

11.ระบบประสาท (nervous system) สมองของหมึกนั้นมีขนาดที่ใหญ่ ประกอบด้วยเซลล์ประสาทที่ขนาดใหญ่ตามไปด้วย โดยจะควบคุมการทำงานของอวัยวะต่างๆ ส่วนเซลล์ประสาทที่เล็กกว่า จะควบคุมการรับสัมผัสและความจำ ปมประสาทรวมกันเป็นสมอง ซึ่งอยู่รอบๆหลอดอาหารที่เริ่มจากปาก ซึ่งขนาดของขึ้นอยู่กับชนิดของหมึก กลุ่มหมึกที่ว่ายน้ำได้อย่างรวดเร็วจะมีสมองขนาดใหญ่กว่ากลุ่มปลาหมึกที่เคลื่อนที่ช้า ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ส่วนสำคัญคือ supraesophageal, optic lobes กับ optic tracts ต่อกับ nervrous ganglia gland และ buccal กับ branchial ganglia ส่วนระบบประสาท nerve กระจายทั่วตัวมารวมเป็นกลุ่มเป็น ganglion มีการตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่ต่างกัน ซึ่งจะไปควบคุมการทำงานของอวัยวะและส่วนต่างๆ ของร่างกายให้แตกต่างกัน

12.อวัยวะรับสัมผัสในส่วนของ olfactory organ เป็นอวัยวะรับสัมผัสทางเคมีสำหรับตรวจสอบคุณภาพน้ำที่จะไหลผ่านเข้าไปในช่องตัว อวัยวะนี้เป็นบริเวณเล็กๆ อยู่ 2 ข้างของหัว ลักษณะเป็นหลุมหรือเป็นปุ่มแล้วแต่ชนิดของหมึก และอวัยวะในการทรงตัว (statocyst) เป็นช่องเล็กๆ ภายในประกอบไปด้วยเซลล์ประสาทแบบเส้นขนมีชิ้นกระดูก statolith สามารถจะพลิกตัวไปตามแรงโน้มถ่วง เมื่อปลาหมึกเคลื่อนที่ อวัยวะส่วนนี้จะมีขนาดใหญ่และมีโครงสร้างที่ซับซ้อนมาก

หมึกหอม

หมึกหอม *(Sepioteuthis lessoniana)* (ภาพที่ 4) เป็นสัตว์ทะเลไม่มีกระดูกสันหลัง จัดอยู่ใน Phylum Mollusca มีพัฒนาการของระบบประสาทที่ดี มีเส้นประสาทขนาดใหญ่ มีอวัยวะรับสัมผัสได้ดี จึงทำให้มีความสามารถในการเรียนรู้ จดจำ และการมองเห็นที่ดี ตลอดจนความสามารถในการแยกแยะวัตถุด้วยสายตาได้ (จารุวัฒน์, 2536)

ภาพที่ 4 ลักษณะหมึกหอม
ที่มา: w.w.w.aeykomson.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อนุกรมวิธานของหมึกหอม

ไพศาล (2551) รายงานว่าทั่วโลกมีหมึกหอม 4 ชนิดด้วยกัน แต่ในประเทศไทยนั้นพบแค่ชนิดเดียวคือ หมึกหอม หรือ หมึกตะเภา (*Sepioteuthis lessoniana* Lesson, 1830) (เจิดจินดา และคณะ, 2535) มีชื่อสามัญภาษาอังกฤษ ว่า Bigfin reef squid (Roper *et al*., 1984)

Nesis, 1987 และ Roper et al, 1984 รายงานการจัดอนุกรมวิธานของหมึกหอม ไว้ดังนี้

Kingdom Animalia

Phylum *Mollusca*

Class *Cephalopode*

Sub-class Coleoidea (Dibranchia)

Order Teuthoidea

Family *Loligindae*

Sub- Family Loliginidae

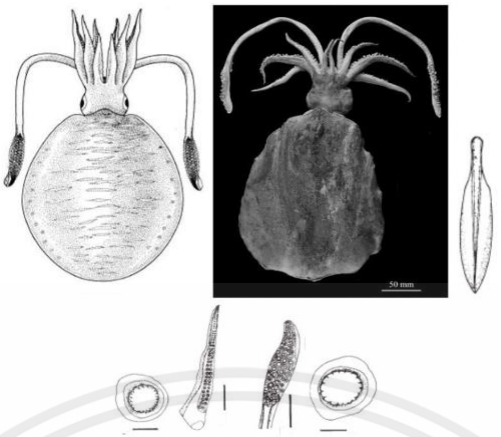
Genus *Sepioteuthis*

Species *lessoniana*

ลักษณะทั่วไปของหมึกหอม

หมึกหอม มีรูปร่างป้อม ทรงกระบอก หรือคล้ายกับตอร์ปิโด ส่วนท้ายค่อนข้างแหลม ครีบกว้างใหญ่และยาวตลอดลำตัว (marginal terminal) ด้านท้ายมีครีบรูปสามเหลี่ยม (postero latera fin) ลำตัวมีสีใส มีจุดสีน้ำตาลอมแดงทั่วลำตัวรวมถึงหัว ด้านหลังมีสีเข็มกว่าด้านท้อง นัยน์ตามีสีเขียว มีกระดองใส คล้ายแผ่นพลาสติกบาง รูปขนนกเป็นสารไคติน รยางค์สั้น รอบปากหรือแขน (arm) จำนวน 4 คู่ มีปุ่มดูด (sucker) บนแขนจำนวน 2-4 แถวประกอบด้วยchitinous ring บางชนิดเป็นแบบมีตะขอ (hook) รยางค์ยาวหรือหนวด (tentacle) จำนวน 1 ปุ่มดูดบนหนวดมี 2 แถว หรือมากกว่าเป็นแบบมีตะขอ มีปากคล้ายนก มีฟันรูป 3 เหลี่ยมแหลม จำนวน 16-24 ซี่ มีท่อขับน้ำออกอยู่ส่วนหัวทางด้านท้อง (ภาพที่ 5) (สมโภชน์ 2533; จรัสศรี และคณะ, 2550; สนธยา, 2558) ลักษณะทั่วไปรวมๆ ของหมึกหอมจะคล้ายกับหมึกกระดอง แต่นี้ไม่มีกระดองหรือลิ้นทะเลที่กว้างใหญ่แบบหมึกกระดอง มีกระดองใสเหมือนแผ่นพลาสติก เห็นเส้นกลางกระดอง ตัวกลมแบนกว้างอ้วนกว่าหมึกกล้วย ลำตัวเป็นรูปกระบอกสั้น ด้านข้างมีครีบขนาดใหญ่เป็นแผ่นบางกว้าง ตัวผู้มีขนาดเรียวยาวกว่าตัวเมีย ชอบรวมกลุ่มเป็นฝูง กินสิ่งมีชีวิตและสัตว์น้ำชนิดอื่นๆ ที่มีขนาดเล็กเป็นอาหา ร ออกหากินในเวลากลางคืน โดยสามารถกินอาหารได้มากถึง 30% ของน้ำหนักตัว (จรัสศรี และคณะ, 2550)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

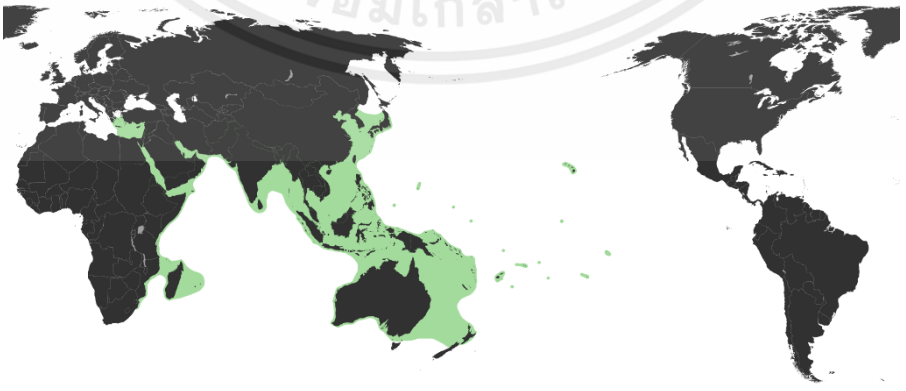


ภาพที่ 5 ภาพลายเส้นหมึกหอม
ที่มา: Roper *et al*. (1984); Nateewathana (1992)

แหล่งที่อยู่อาศัยและการแพร่กระจายของหมึกหอม

เจิดจินดา และคณะ (2536) รายงานว่าหมึกหอมอาศัยอยู่บริเวณตั้งแต่ชายฝั่งน้ำตื้น 4-5 เมตร ไปจนถึงระดับความลึกน้ำทะเลประมาณ 50-100 เมตร แต่ส่วนใหญ่จะอาศัยอยู่ที่ระดับความลึกประมาณ 10-30 เมตร พื้นท้องทะเลต้องเป็นทรายหรือโคลนปนทราย ในอ่าวไทยพบชุกชุมที่ระดับน้ำลึก 5-40 เมตร เครื่องมือประมงที่สามารถจับหมึกหอมได้ คือ อวนลากแผ่นตะเฆ่ อวนรุน ไดหมึก และลอบหมึก โดยผลจากการศึกษาของ มาลา และคณะ (2531) รายงานว่าองค์ประกอบผลจับหมึกหอมจากเครื่องมือประมงทั้ง 4 ชนิด เป็น 0.13, 0.29-3.62, 7.33 และ 78.5-97.5% ของผลจับทั้งหมด

หมึกหอม มีการแพร่กระจายอยู่ทั่วไปตั้งแต่บริเวณอินโดแปซิฟิค ทะเลแดง ทิศตะวันออกของทะเล อาระเบียน ถึงเส้นแวงที่ 160 องศาตะวันออก ทางตอนเหนือของออสเตรเลีย ไปทางทิศเหนือจนถึงตอนกลางของญี่ปุ่น ทางด้านทิศตะวันออกของญี่ปุ่นไปจนถึงหมู่เกาะฮาวาย (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 การแพร่กระจายพื้นที่สีเขียวแสดงการแพร่กระจายหมึกหอม
ที่มา: https://www.pngitem.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับประเทศไทยนั้น Chotiyaputta (1989) กล่าวว่าหมึกหอมมีการแพร่กระจายบริเวณทั้งอ่าวไทยและอันดามัน โดยอ่าวไทยนั้นหมึกหอมมีการแพร่กระจายอยู่บริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออกตั้งแต่จังหวัดระยอง จันทบุรี และตราด ฝั่งตะวันตกตั้งแต่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ไปจนถึงจังหวัดนราธิวาส ส่วนอันดามันนั้นหมึกหอมมีการแพร่กระจายตั้งแต่จังหวัดระนองไปจนถึงจังหวัดสตูล

การผสมพันธุ์และการวางไข่ของหมึกหอม

หมึกหอมเมื่อมีอายุได้ประมาณ 3-4 เดือน จะเริ่มเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ จะมีพฤติกรรมที่แสดงออกหลายประการ ได้แก่ พฤติกรรมการเลือกคู่ ตัวผู้นั้นจะมีการแสดงอาการก้าวเร้าต่อตัวผู้ตัวอื่นที่เข้ามาใกล้ การปกป้องตัวเมียที่เป็นคู่ ส่วนตัวเมียนั้นจะมีพฤติกรรมการแสดงออกเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (ธนิษฐา และ วีรชัย, 2543)

ลักษณะเพศของหมึกหอม ลักษณะภายนอกที่แสดงถึงความแตกต่างระหว่างเพศผู้และเพศเมียคือ บริเวณด้านบนของลำตัวเพศผู้จะมีลายเป็นขีดยาวตามแนวขวาง เป็นแถวตลอดความยาวของลำตัวในแถวเดียวกัน ขีดสีขาวนี้จะไม่ติดต่อกันตลอด แต่จะเป็นลักษณะคล้ายขีดเส้นประและเหลื่อมกันในระหว่างแถว (ภาพที่ 7) ส่วนหมึกหอมเพศเมียด้านบนของลำตัวจะมีลักษณะเป็นจุดกลมๆ สีขาวเต็มบริเวณด้านหลัง (ภาพที่ 8) และนอกจากนี้ยังมีลักษณะของแพนครีบหางต่างกันคือ หมึกหอมเพศผู้มีครีบหางที่มีลักษณะค่อนข้างกลมมากกว่าเพศเมียที่มีขอบแพนครีบลักษณะป้านกว่าเล็กน้อย (จารุวัฒน์, 2526)

ภาพที่ 7 ลักษณะเพศผู้

ภาพที่ 8 ลักษณะเพศเมีย

ที่มา: https://www.tsuri-no-hito.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>อวัยวะที่ใช้ในการสืบพันธุ์ของหมึกหอม</u> อวัยวะภายในที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์ ประกอบด้วย testis ทำหน้าที่สร้าง sperm ส่งผ่านมาทาง vas deferens ไปยัง seminal vesicle สร้าง spermatophore เก็บไว้ที่ spermatophoric sac ส่วนปลายเป็น penis ในระหว่างการผสมพันธุ์ เพศผู้จะใช้แขนซ้ายคู่ที่ 4 มีลักษณะพิเศษที่เปลี่ยนไปทำหน้าที่ช่วยในการผสมพันธุ์เรียกว่า hectocotlized arm โดยเกิดจากการลดขนาดของปุ่มดูด 2 คู่ ซึ่งมีลักษณะเป็นตุ่มรูปกรวยคล้ายซี่หวี มีหน้าที่นำถุงน้ำเชื้อตัวผู้ (spermatophore) ไปติดไว้กับผนังลำตัวด้านในของเพศเมียน้ำเชื้อตัวผู้จะแตกออกที่ลำตัวเพศเมีย สเปิร์มของเพศผู้สามารถมีชีวิตอยู่ได้อย่างน้อย 2-3 วัน โดยสารจำพวกกรดบางชนิดที่ตัวเมียสกัดออกมา (วีรชัย, 2542) อวัยวะสืบพันธุ์ของเพศเมียประกอบด้วย ovary, oviduct, oviductal gland โดยมี nidamental gland และ accessory nidamental gland ช่วยในการสร้างเปลือกไข่ เวลาวางไข่หมึกหอมอายุ 70 วันขึ้นไปจะมีระบบสืบพันธุ์ที่เจริญและสมบูรณ์ หมึกมีการวางไข่ได้ครั้งเดียวในชีวิต บางชนิดอาจใช้ระยะเวลายาวนาน ในการวางไข่อาจมีช่วงหยุดเป็นระยะเวลาหลายสัปดาห์ ส่วนหมึกหอมเพศเมียจะตายภายหลังการวางไข่ (เจิดจินดา, 2532)

อัญชลีย์ และคณะ (2553) รายงานระยะการพัฒนาของหมึกหอม ไว้ดังนี้

<u>ระยะการเจริญพัฒนาของรังไข่หมึกหอมเพศเมีย</u>

ระยะที่ 1 ไม่สามารถจำแนกรังไข่ด้วยตาเปล่า ท่อนำไข่และ nidamental gland มีลักษณะเป็นแผ่นใส รังไข่มีลักษณะคล้ายพังผืดขุ่น

ระยะที่ 2 รังไข่มีสีขุ่นหรือค่อนข้างขาว ท่อนำไข่และ nidamental gland เป็นแผ่นใหญ่ขึ้นมีสีขุ่นหรือค่อนข้างขาว ท่อนำไข่ขดวนเวียนไปมา รังไข่เห็นได้ชัดเจนขึ้น แต่ไม่เห็นโครงสร้างภายใน

ระยะที่ 3 ท่อนำไข่วนเวียนมากขึ้น nidamental gland มีขนาดใหญ่ขึ้นปกคลุมอวัยวะกายในบางส่วน โครงสร้างภายในของรังไข่เห็นชัด

ระยะที่ 4 nidamental gland มีขนาดใหญ่ปกคลุมส่วนไตและบางส่วนของตับ มีไข่อยู่ในท่อนำไข่ ไข่ไม่ใสและมีไข่จำนวนมากอยู่ใกล้กับท่อนำไข่ ซึ่งไข่เหล่านี้อาจมีระยะการเจริญของไข่แตกต่างกันหรือไม่แตกต่างกันเมื่ออยู่ห่างจากท่อนำไข่ออกไป

ระยะที่ 5 รังไข่มีลักษณะเช่นเดียวกับระยะที่ 4 แต่ไข่มีลักษณะใสมากกว่า 60% ที่ส่วนใกล้กับท่อนำไข่ เมื่อตัดส่วนของ nidamental gland จะมีของเหลวเหนียวข้น

<u>ระยะการเจริญพัฒนาของถุงน้ำเชื่อหมึกหอมเพศผู้</u>

ระยะที่ 1 ถุงน้ำเชื้อคล้ายพังผืดใส spematophoric complcx มีลักษณะเป็นจุดใสหรือขุ่น

ระยะที่ 2 ถุงน้ำเรื้ออุ่นมัวหรือมีสีอ่อนขาว ส่วนของ spermatophoric complex แยกออกมาเห็นได้ชัด testis ขนาดเล็ก มองไม่เห็นโครงสร้างภายใน

ระยะที่ 3 ถุงน้ำเชื้อไม่ขุ่น vas defercns มีสีขาวหรือค่อนข้างขา spemnatophoric organ เป็นเส้นสีขาว

ระยะที่ 4 ถุงน้ำเชื้อมีลักษณะเป็นเนื้อแน่นเป็นลอน vas deferens มีสีขาว ขดวนไปมา มีขนาดใหญ่ spermatophoric sac ยาว ภายในมีอนุภาคค่อนข้างขาวแต่ยังไม่มี sperm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะที่ 5 ถุงน้ำเชื้อมีลักษณะเช่นเดียวกับระยะที่ 4 แต่มี sperm อยู่ในส่วนของ spernatoghoric sae

การผสมพันธุ์ของหมึกหอม

ธนิษฐา และ วีรชัย (2543) รายงานว่าเมื่อหมึกหอมอายุได้ประมาณ 3-4 เดือน จะเริ่มสู้วัยเจริญพันธุ์ จะมีพฤติกรรมต่างๆ ที่แสดงออกหลายประการ ดังนี้ พฤติกรรมการเลือกคู่ ตัวผู้นั้นจะมีการแสดงอาการก้าวเร้าต่อตัวผู้ตัวอื่นที่เข้ามาใกล้ การปกป้องตัวเมียที่เป็นคู่ ส่วนตัวเมียนั้นจะมีพฤติกรรมการแสดงออกเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

จารุวัฒน์ (2536) รายงานว่าหมึกหอมเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์เมื่ออายุ 3-4 เดือน บางตัวอายุประมาณ 2 เดือนก็สามารถสืบพันธุ์ได้แล้ว หมึกหอมเพศเมียสามารถวางไข่ได้ตั้งแต่อายุ 90-166 วัน และวางไข่ได้ตลอดทั้งปี (Chotiyaputta, 1989) ขนาดของหมึกหอมที่เล็กที่สุดที่สามารถสืบพันธุ์ได้มีความยาว 11 เซนติเมตร ในเพศผู้และเพศเมียพบว่าที่ความยาว 50% (L50%) ของหมึกหอมเพศผู้และเพศเมียมีความยาว 14.2 และ 14.1 เซนติเมตร ตามลำดับ (มาลา และ สมพร, 2532) หมึกหอมจะผสมพันธุ์ในช่วงเช้าตรู่หรือพลบค่ำ ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่แสงสว่างไม่มากเกินไป ระยะเวลาในการผสมพันธุ์จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วใช้เวลาเพียง 2-5 วินาที

การวางไข่ของหมึกหอม

หมึกหอมสามารถวางไข่ได้ทั้งปี ช่วงการวางไข่ที่เด่นชัดบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออกคือระหว่างเดือนพฤศจิกายน-มกราคม มีนาคม-พฤษภาคม และกรกฎาคม-กันยายน สำหรับทางอ่าวไทยฝั่งตะวันตกคือ ช่วงระหว่างเดือนพฤศจิกายน-กุมภาพันธ์ พฤษภาคม-มิถุนายน และสิงหาคม-ตุลาคม ส่วนหมึกหอมเพศเมียที่สมบูรณ์เพศและพร้อมที่จะสืบพันธุ์พบได้ตลอดปีทางอ่าวไทยฝั่งตะวันออกพบสูงในเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ พฤษภาคม-กรกฎาคมและตุลาคม ทางอ่าวไทยฝั่งตะวันตกพบสูงในช่วงเตือนมกราคม-พฤษภาคม กรกฎาคม-กันยายนและพฤศจิกายน ส่วนเพศผู้ที่สมบูรณ์เพศและพร้อมที่จะสืบพันธุ์ได้นั้น ด้านอ่าวไทยฝั่งตะวันออกพบในช่วงเตือนมกราคม-กุมภาพันธ์ มิถุนายนและสิงหาคม-ตุลาคม ซึ่งสอดคล้องกับการสมบูรณ์เพศของเพศเมีย (มาลา และ สมพร, 2532; มาโนช , 2540; อัญญานี และคณะ, 2547; Chotiyaputta, 1989) หลังจากการผสมพันธุ์ 1 สัปดาห์ ตัวเมียจะวางไข่ติดกับวัสดุใต้น้ำ โดยที่เพศผู้คอยว่ายน้ำดูแลอยู่ใกล้ๆ ไข่ของหมึกหอมมีลักษณะคล้ายฝักมะขามติดกันเป็นพวง มีความดกของไข่เฉลี่ย 486-2,186 ฟอง ใช้ระยะเวลาในการฟัก 2-3 สัปดาห์ มีความยาวลำตัวแรกฟัก 0.5 เซนติเมตร น้ำหนัก 0.1-0.3 กรัม รูปร่างคล้ายกับหมึกตัวเต็มวัย

ลักษณะไข่ของหมึกหอม

ธนิษฐา และ วีรชัย (2543) รายงานไข่หมึกหอมในระยะแรก มีขนาดเล็กลักษณะค่อนข้างนิ่มแล้วจึงค่อย ๆขยายตัวใหญ่ขึ้น และแข็งตัวขึ้นเรื่อย ๆ ลักษณะไข่ของหมึกหอมจะลักษณะเป็นฝักคล้ายฝักมะขาม อยู่รวมติดกันเป็นพวง แต่ละพวง ประกอบด้วยฝักไข่ประมาณ 120 - 400 ฝัก แต่ละฝักแบ่งออกเป็นปล้องๆจำนวน 3 - 6 ปล้อง แต่ละปล้องมีไข่ 1 ฟอง ดังนั้น ไข่ 1 พวง จะมีตัวอ่อนของหมึกหอมประมาณ 486 - 2,180 ตัว จะใช้ระยะเวลาในการฟักประมาณ 2 - 3 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประมาณ 25*C และจะฟักออกเป็นตัวทั้งหมดภายในเวลา 3 - 7 วัน ไข่หมึกหอมส่วนใหญ่จะฟักออกเป็นตัวในเวลากลางคืน มีความยาวแรกพักประมาณ 0.5 เซนติเมตร และมีน้ำหนักประมาณ 0.1 - 0.3 กรัม

การเจริญเติบโตของหมึกหอม (ภาพที่ 9)

หมึกเป็นกลุ่มสัตว์น้ำที่มีการดำรงชีวิตแบบผู้ล่า วงจรชีวิตนั้นสั้น แต่อัตราการเจริญเติบโตสูงอาจสูงถึง 13% ของการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัวต่อวัน (Hanlon *et al*., 1991; Budelmann, 1996)

ภาพที่ 9 วัฏจักรของหมึกหอม
ที่มา: www4.fisheries.go.th

หมึกหอมที่เลี้ยงไว้ในกระชัง ที่มีความยาวแมนเทิลน้อยกว่า 12 เซนติเมตร อายุน้อยกว่า 50 วัน เพศผู้จะมีน้ำหนักมากกว่าเพศเมีย แต่หลังจากนั้นพบว่าเพศเมียจะมีน้ำหนักมากกว่าเพศผู้ ในขณะที่เพศผู้จะมีรูปร่างเพรียว ยาว เมื่ออายุเท่ากัน หมึกหอมจะเริ่มเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์เมื่ออายุ 3-4 เดือน แต่จากการศึกษาของจารุวัฒน์ (2538) พบว่าหมึกหอมที่เลี้ยงไว้บางบ่อก็สามารถสืบพันธุ์ได้เมื่ออายุประมาณ 2 เดือน

ธนิษฐา และ วีรชัย (2543) รายงานว่าตลอดระยะเวลาที่เลี้ยงหมึกหอมในกระชังพบว่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ 6.5% การที่หมึกหอมมีอัตราการแลกเนื้อสูงนั้น เนื่องจากหมึกหอมมีการว่ายน้ำเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลา จึงทำให้มีการใช้พลังงานสูง นอกจากนั้นหมึกหอมยังเลือกกินเฉพาะอาหารที่เป็นเนื้อเยื่อเท่านั้น ส่วนที่เป็นโครงสร้างแข็ง กระดูก หรือเปลือกจะมีการคายทิ้ง ทำให้อาหารที่มีการกินแต่ละวันนั้นจะมีปริมาณมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พฤติกรรมของหมึกหอม

<u>พฤติกรรมการรวมฝูงและการกินอาหาร</u>

หมึกหอมจะมีพฤติกรรมการรวมกลุ่มเป็นฝูงขนาดเล็กประมาณ 2-30 ตัว หมึกหอมจะเริ่มรวมฝูง หลังจากอายุ 10 วัน (ภาพที่ 10) พร้อมกับการเปลี่ยนสภาพการดำรงชีวิตจากแบบแพลงก์ตอนชั่วคราว กลายเป็นแบบที่อาศัยอยู่บริเวณกลางน้ำ การรวมฝูงของหมึกหอมขึ้นอยู่กับขนาดและอายุต้องไล่เลี่ยกัน หมึกหอมแต่ละฝูงจะมีขนาดใกล้เคียงกัน มิฉะนั้นตัวที่มีขนาดเล็กจะเป็นเหยื่อหรือถูกจับกินเป็นอาหารของตัวที่ใหญ่กว่า (Segawa, 1987)

ภาพที่ 10 พฤติกรรมการรวมกลุ่มของหมึกหอม
ที่มา: www.facebook.com/Yamashitamaria.Thailand

หมึกหอมมีพฤติกรรมการกินอาหารแบบ coloumn feeding คือ เลือกกินอาหารบริเวณกลางน้ำ น้อยครั้งที่จะมีการกินอาหารที่อยู่บริเวณพื้นท้องน้ำ นอกจากมาการการไล่เหยื่อบริเวณผิวน้ำมาก่อน นอกจากนั้น หมึกหอมยังมีพฤติกรรมการหวงอาหารอีกด้วย โดยจะแสดงพฤติกรรมการกีดกันหมึกหอมตัวอื่นๆไม่ให้เข้าใกล้อาหารของมัน โดยการว่ายน้ำไปมาขนานกับพื้นท้องน้ำเหนือเหยื่อหรืออาหารนั้น รยางค์รอบปากจะรวบติดกันและชี้ไปทางหมึกหอมตัวอื่น พฤติกรรมนี้จะแสดงจนกว่าหมึกตัวอื่นนั้นว่ายหนีไป หลังจากนั้นหมึกหอมที่เป็นเจ้าของเหยื่อ จะเข้าจับเหยื่อและนำไปกินบริเวณที่ปลอดภัย (ธนิษฐา และวีรชัย, 2543)

จารุวัฒน์ และคณะ (2535) รายงานว่าพฤติกรรมการจับกินอาหารของหมึกหอม มี 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การจับจ้องเหยื่อ (attention) หมึกหอมจะเหยียดรยางค์รอบปากรวมกันปลายของรยางค์ชี้ตรงไปยังเหยื่อระหว่างที่จ้องเหยื่อนี้ หมึกหอมบางตัวจะแสดงการเปลี่ยนแปลงสีตัวเป็นสีซีดและสีเข้มสลับกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การจับระยะ (positioning) ระยะนี้หมึกหอมเคลื่อนที่เข้าหาเหยื่อ โดยการรักษาระยะตำแหน่งไว้ให้ตรงกับส่วนหัวของมัน จนกระทั่งเหยื่ออยู่ห่างในระยะที่หนวดของมันสามารถจับถึงได้ หรือระยะเท่ากับความยาวลำตัวของหมึกหอมและลอยตัวนิ่งอยู่กับที่

3. การจับเหยื่อ (seizure) ในระยะนี้หมึกหอมจะพุ่งเข้าหาเหยื่ออย่างรวดเร็วโดยกางรยางค์รอบปากจับเหยื่อไว้ และใช้รยางค์รอบปากส่งอาหารที่จับได้เข้าสู่ปากและกัดเหยื่ออย่างรวดเร็ว ซึ่งระยะนี้จะรวดเร็วมากจนเหยื่อไม่สามารถที่จะหนีหรือดิ้นหลุดไปได้

<u>พฤติกรรมการวางไข่</u>

พฤติกรรมการวางไข่ ก่อนที่จะมีการวางไข่ หมึกหอมเพศเมียจะว่ายน้ำวนเวียนสำรวจวัตถุต่างๆ ที่จะให้วางไข่ โดยการใช้รยางค์รอบปากสัมผัสวัตถุ เพื่อเป็นการทดสอบในขณะที่เพศผู้ที่เป็นคู่จะคอยเฝ้าอยู่ห่างๆ การวางไข่จะเกิดในเวลากลางคืนหรือเวลากลางวันที่มีแสงไม่สว่างมากนัก จนกระทั่งถึงเช้าของวันรุ่งขึ้นและสิ้นสุด เมื่อแสงสว่างมีมากขึ้นในตอนสายหรือสิ้นสุดลงเมื่อสงสว่างแล้วจะวางไข่ต่อในเวลากลางคืนและในช่วงเวลาก่อนการวางไข่ 1-2 หลังจากการวางไข่ 1 วัน (ภาพที่ 11) หมึกหอมเพศเมียจะไม่กินอาหาร ไข่ที่วางติดกับวัตถุใต้น้ำและจะถูกทิ้งไว้ โดยไม่ได้รับการดูแลจากหมึกหอมเพศเมียเลย

ภาพที่ 11 การวางไข่ของหมึกหอม
ที่มา: w.w.w.aeykomson.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พฤติกรรมของหมึกหอมที่เลี้ยงในกระชัง โดยปกติหมึกหอมจะว่ายน้ำช้าๆ หรือลอยตัวอยู่นิ่งๆ บริเวณกลางน้ำ ในบางครั้งจะว่ายน้ำลงไปอยู่บริเวณกันกระชังตามมุมของกระชัง และบริเวณร่มเงาที่เกิดจากการเกาะตัวของสาหร่ายตามเนื้ออวนกระชัง หมึกหอมจะไม่ค่อยว่ายน้ำขึ้นมาอยู่บริเวณผิวน้ำเนื่องจากหมึกหอม จะเป็นสัตว์ที่ตกใจง่าย เมื่อตกใจจะว่ายน้ำลงไปรวมกลุ่มกันที่กันกระชังบริเวณมุมทั้งสี่ โดยจะหันด้านท้ายของลำตัวเข้าหากระชังและชี้ลงสู่พื้น ในบางครั้งถ้าหมึกหอมตกใจอย่างมาก จะว่ายน้ำถอยหลังอย่างรวดเร็วจนส่วนท้ายของลำตัวชนกับกระชังอย่างแรง พร้อมทั้งเปลี่ยนสีบนลำตัวด้วย แต่ถ้าการตกใจนั้นเกิดจากการให้อาหาร หมึกหอมก็จะเปลี่ยนพฤติกรรมทันทีโดยการพุ่งเข้าจับเหยื่อบริเวณผิวน้ำหรือกลางน้ำแล้วถอยกลับลงไปกัดกินเหยื่อบริเวณกันกระชัง หรือที่มุมของกระชัง การถอยหลังหนีศัตรูของหมึกหอมอย่างรวดเร็วจนลำตัวชนกับกระชังนั้น เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้หมึกหอมมีอัตราการตายเพิ่มมากขึ้นเพราะจะเกิดบาดแผลหรือรอยถลอกขึ้นบริเวณด้านท้ายของลำตัว และทำให้เกิดการติดเชื้อในที่สุด ทั้งเชื้อราและแบคทีเรีย ดังนั้นเพื่อเป็นการป้องกันปัญหานี้ ผู้เลี้ยงควรใช้วัสดุบางอย่างมาทำเป็นกั้นหรือที่หลบภัยให้กับหมึกหอม ซึ่งจะช่วยลดการตกใจและลดอัตราการตายลงได้ด้วย (ธนิษฐา และวีรชัย, 2543)

โรคและพยาธิในหมึกหอม

พยาธิส่วนใหญ่เกือบทั้งหมดอาศัยแบบ symbiotic กับปลาหมึกและพบเกือบทุกส่วน อวัยวะของปลาหมึก โดยทั่วๆ ไปพบตามเหงือก ระบบย่อยอาหาร (digestive tract) ไตหรืออวัยวะขับถ่าย (kidney, excretory organ) และกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นพยาธิในกลุ่ม dicyemid mesozoans และ apostome ciliates ลักษณะเซลล์คล้ายโปรโตซัวและ mesozoa อยู่ในไฟลัม Mesozoa พบมากที่สุดอยู่ในระบบขับถ่ายของ หมึกหอม รูปร่างคล้ายหนอน ล่องลอยอยู่ในของเหลวในส่วนของลำไส้ (renal coelom) (กุลวรา, 2536)

การเก็บรักษาปลาหมึกในเรือประมง

กัญญภา (2560) รายงานการเก็บรักษาปลาหมึกในเรือประมง ไว้ดังนี้

1. การเก็บรักษาด้วยน้ำแข็ง เป็นเก็บรักษาปลาหมึกด้วยน้ำแข็งเพียงอย่างเดียวที่อุณหภูมิประมาณ 2-8 องศาเซลเซียส สามารถรักษาความสดของปลาหมึกไว้ได้ 5-7 วันเท่านั้น หากระยะเวลาการทำประมงยาวนานกว่านี้ อาจจะส่งผลกับความสดของปลาหมึกได้ (กัญญภา, 2560)

2. การแช่เย็นปลาหมึก การเก็บรักษาด้วยวิธีการนี้ห้ามปลาหมึกสัมผัสกับน้ำจืดโดยตรง เนื่องจากปลาหมึกเมื่อสัมผัสน้ำจืด ปลาหมึกจะเกิดการเปลี่ยนสีทันที การแช่เย็นปลาหมึกเป็นการให้ความเย็นเบื้องต้นกับปลาหมึกก่อนที่จะนำไปเก็บรักษา ข้อดีคือปลาหมึกที่นำมาแช่เย็นจะมีความเย็นทั่วถึงเท่ากันหมด เมื่อเทียบกับการใช้น้ำแข็งเพียงอย่างเดียวปลาหมึกจะได้รับความเย็นเพียงด้านที่สัมผัสกับน้ำแข็ง โดยการแช่เย็นสามารถทำได้ 2 แบบ ดังนี้

2.1 <u>การแช่เย็นโดยใช้น้ำแข็งผสมกับน้ำทะเล</u> วิธีนี้ทำโดยการเติมน้ำทะเลที่สะอาดลงไปในถังอัตราส่วน 1 ใน 3 ของปริมาตรถัง จากนั้นนำน้ำแข็งใส่ลงไปแล้วกวนให้น้ำแข็งละลายเกือบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมดวิธีนี้จะทำให้ค่าความเค็มของน้ำทะเลเปลี่ยนไปจำเป็นต้องมีการชดเชยหรือปรับคำความเต็มของน้ำทะเล โดยการผสมเกลือบริสุทธิ์ลงไปด้วย ในอัตราส่วนน้ำแข็ง 10 กิโลกรัม/การเติมเกลือ 0.3 กิโลกรัม จะได้ค่าความเค็มเท่าเดิมซึ่งจะทำให้หมึกไม่เกิดการเปลี่ยนสีในขณะทำการแช่เย็นและสามารถทำอุณหภูมิได้ถึง 4 องศาเซลเซียส

2.2 <u>การแช่เย็นโดยทำน้ำทะเลให้เย็นด้วยเครื่องทำความเย็น</u> วิธีนี้ง่ายและสะดวกเพียงแค่เติมน้ำทะเลลงในถังที่ติดตั้งแผงทำความเย็นไว้แล้วทำการเปิดระบบเครื่องทำความเย็น หลังจากนั้นอุณหภูมิของน้ำทะเลที่เติมลงไปก็จะลดลง แต่ระบบนี้จะต้องมีปั๊มน้ำช่วยในการหมุนเวียนของน้ำทะเลให้เกิดการถ่ายทอย่างทั่วถึงและสามารถทำอุณหภูมิได้ถึงประมาณ -2 องศาเซลเซียส

การขนส่งสัตว์น้ำ

กัญญภา (2560) รายงานการการขนส่งสัตว์น้ำ ไว้ดังนี้

การขนส่งสัตว์น้ำเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการเคลื่อนย้ายสัตว์น้ำจากทะเลไปยังพื้นที่จังหวัดอื่น ๆ โดยทั่วไปมีการขนส่งสัตว์น้ำ 2 วิธี คือ

1. <u>การขนส่งแบบใช้น้ำแข็งแห้ง</u> วิธีนี้จะใช้อุณหภูมิในการเก็บรักษาสินค้าที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส หรือขนส่งสินค้าที่ผ่านการแช่แข็งเรียบร้อยแล้ว ซึ่งมีอุณหภูมิเย็นจัดถึง -18 องศาเซลเซียส ใช้น้ำแข็งแห้งในการขนส่ง คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำเข็งแห้งทำให้อุณหภูมิสม่ำเสมอประกอบกับเทคโนโลยีในการควบคุมความเย็น ทำให้เป็นระบบการขนส่งสินค้าที่ต้องการรักษาอุณหภูมิของสินค้าทั้งแบบเย็นจัดหรือต้องการความเย็นไม่มากสามารถใช้วิธีการนี้ขนส่งสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. <u>การขนส่งแบบใช้น้ำแข็ง</u> วิธีนี้นิยมในการขนส่งสัตว์น้ำที่มีชีวิต ข้อจำกัดแรกคือน้ำที่สะอาดสัตว์น้ำที่จะทำการเคลื่อนย้ายจะงดให้อาหารและถ้าเป็นไปได้จะมีการลดอุณหภูมิของน้ำให้ต่ำลงเพื่อลดอัตราการเกิดการเผาผลาญอาหาร (Huss, 1995) และทำให้สัตว์น้ำเกิดการเคลื่อนไหวน้อยที่สุด เมื่ออัตราการเผาผลาญอาหารต่ำจะช่วยให้น้ำไม่เกิดความเปรอะเปื้อนจากแอมโมเนียและคาร์บอนไดออกไซด์ สัตว์น้ำที่มีอัตราการเผาผลาญอาหารน้อยจะช่วยให้เพิ่มปริมาณความหนาแน่นในการบรรจุสัตว์น้ำในภาชนะได้มากขึ้น

การขนส่งสัตว์น้ำที่มีระยะทางไกลเป็นสาเหตุให้สัตว์น้ำเกิดความเครียดจัด เป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องให้ความสนใจ สัตว์น้ำที่จะทำการขนส่งนั้นควรมีสุขภาพที่แข็งแรงและจำเป็นด้องควบคุมปัจจัยด้านคุณภาพน้ำและเวลาซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพของสัตว์ ในปัจจุบันความก้าวหน้าของเทคโนโลยีทำให้เกิดทางเลือกสำหรับการขนส่งสัตว์น้ำเพื่อให้ตรงกับความต้องการและเหมาะสมกับสัตว์น้ำชนิดนั้น ๆ

สารเคมีที่ใช้ขณะขนส่งสัตว์น้ำมีชีวิต

ปัจจุบันมีการนำยาสลบหลายชนิดมาใช้ในสัตว์น้ำ เช่น MS-222, Benzocainc, Metomidatc,2-Phenoxycthanol และ Quinaldinc สำหรับในประเทศไทยยาสลบที่นิยมใช้คือ 2-Phenoxycthanol และ Quinaldine เพราะมีประสิทธิภาพที่ดี ราคาถูก และสามารถเตรียมได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ดนัย และ กณะ, 2551) แต่การใช้สารเคมีทั้งสองชนิดนี้เป็นยาสลบทำให้เกิดการตกค้างสะสมในร่างกายสัตว์น้ำและผู้บริโภคทำให้ต้องระมัดระวังเรื่องความปลอดภัยเช่น การใช้ MS 222 แม้ว่าได้รับการรับรองให้ใช้ในปลาแต่ต้องมีระยะหยุดใช้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 21 วันก่อนนำปลาไปปล่อยสู่แหล่งน้ำธรรมชาติหรือนำไปบริโภค (วิจิตรา และคณะ, 2559) จึงทำให้มีผู้คิดกันนำสมุนไพรมาทำยาสลบ โดยสมุนไพรที่ใช้ในการสลบปลาคือน้ำมันกานพลู (ต้นกานพลู) ซึ่งประเทศออสเตรเสีย นิวซีแลนด์ ประเทศแถบเกาะทางใต้และทางตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิกได้รับรองการใช้น้ำมันกานพลู (นาวิน และคณะ, 2549)

น้ำมันกานพลู กานพลูเป็นพืชสมุนไพรที่มีกลิ่นหอมมีถิ่นกำเนิดในประเทศอินโดนีเซีย สำหรับประเทศไทยพบทางภาคตะวันออกและภาคใต้ กานพลูออกดอกเป็นช่อตามซอกใบ ดอกอ่อนมีสีเขียวเมื่อดอกแก่จะเปลี่ยนเป็นสีแดงเข้ม กลีบดอกสีขาวและร่วงง่าย ปกติจะเก็บดอกกานพลูในระยะที่ดอกกำลังตูม (ดอกเริ่มเปลี่ยนเป็นสีแดง) ไปใช้ประโยชน์โดยนำไปตากแดด 45 วัน ดอกกานพลูจะเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีน้ำตาลปนแดง จากนั้นนำดอกกานพลูแห้งมาเข้ากระบวนการต้มกลั่นด้วยไอน้ำ (stream distillation) ในกานพลูมีสารสำคัญ คือ Eugnol ซึ่งมีคุณสมบัติขับยั้งเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา กานพลูที่ผ่านการสกัดเรียบร้อยแล้วมักนำมาใช้ประโยชน์เป็นยาสลบสัตว์น้ำ เนื่องจากน้ำมันกานพลูมีความปลอดภัยต่อสัตว์น้ำ มนุษย์และไม่มีสารตกค้าง โดยไม่ต้องมีระยะการหยุดใช้ยาเคมีความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่นำมาใช้เป็นยาสลบแทนสารเคมี (ทัศนีย์, 2559) เนื่องจากน้ำมันกานพลูไม่ละลายน้ำ จึงเตรียมโดยใช้เทิแอลกอฮอล์ 90% ทำละลายให้เป็นสารละลายน้ำมันกานพลูที่มีความเข้มข้น 10% มีส่วนผสมของน้ำมันกานพลูกับเอทิลแอลกอฮอล์ 95% ในอัตราส่วน 1:9 โดยปริมาตร จากนั้นจึงใช้สารละลายน้ำมันกานพลูนี้ไปเตรียมสารละลายน้ำมันกานพลูความเข้มข้นต่างๆ (ดนัย และคณะ, 2551)

เกษตรอัจฉริยะ/ระบบอัตโนมัติทางการเกษตร

สุกัญญา (2563) กล่าวว่ายุทธศาสตร์ชาติ ๒๐ ปี (พ.ศ. ๒๕๖๑-๒๕๘๐) เป็นยุทธศาสตร์ชาติฉบับแรกของประเทศไทยตามรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย ซึ่งจะต้องนำไปสู่การปฏิบัติเพื่อให้ประเทศไทยบรรลุวิสัยทัศน์ “ประเทศไทยมีความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน” เป็นประเทศพัฒนาแล้ว

ภาครัฐได้ดำเนินการขับเคลื่อนการทำงานด้านเกษตรอัจฉริยะ ผ่านทางคณะอนุกรรมการขับเคลื่อนเกษตรอัจฉริยะ โดยได้ดำเนินการยกร่างแผนแม่บทเกษตรอัจฉริยะแล้วเสร็จในเบื้องต้นตั้งแต่ปลายปี 2562 มีสาระสำคัญประกอบด้วย 6 แนวทาง คือ

1) การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะ

2) การสร้างแปลงเรียนรู้ต้นแบบเกษตรอัจฉริยะ แปลงใหญ่เกษตรอัจฉริยะ

3) การสร้างการรับรู้ เข้าถึง ใช้ประโยชน์ และการส่งเสริมขยายผลเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะ

4) การพัฒนาการแปรรูปและการตลาดเกษตรอัจฉริยะ

5) การส่งเสริมและพัฒนาเทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อการบริหารจัดการเกษตรอัจฉริยะ

6) การพัฒนาบุคลากรและเครือข่ายด้านเกษตรอัจฉริยะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคประมง ถือเป็นสาขาหนึ่งของภาคเกษตร ได้ร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจัดทำแผนงานโครงการ เพื่อให้ผลักดันเป้าหมายเกษตรอัจฉริยะ ภายใต้ร่างแผนปฏิบัติการด้านเกษตรอัจฉริยะ พ.ศ. 2565-2566 ดังนี้

1) โครงการวิจัยและพัฒนาพันธุ์สัตว์น้ำที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของประเทศไทยและรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างทันท่วงทีด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ เพื่อพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์สัตว์น้ำสำคัญให้เหมาะสม สามารถปรับตัวเข้ากับกับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปอันเนื่องมาจาก การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

2) โครงการวิจัยและพัฒนาระบบฐานข้อมูลการอารักขาพืช สัตว์ และสัตว์น้ำ ที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของประเทศไทยและรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเพื่อพัฒนาระบบฐานข้อมูลด้านการอารักขาพืช สัตว์ และสัตว์น้ำเศรษฐกิจสำคัญ พร้อมรับมือกับสถานการณ์ทางด้านโรคที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว อันเนื่องมาจากสภาวะโลกร้อน

3) โครงการวิจัยและพัฒนาระบบประเมินและติดตามสุขภาพพืช สัตว์ และสัตว์น้ำที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของประเทศไทยและรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เพื่อพัฒนาระบบประเมินและติดตามสุขภาพพืช สัตว์ และสัตว์น้ำเศรษฐกิจสำคัญ พร้อมรองรับกับการเปลี่ยนแปลงในสถานการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

4) โครงการวิจัยและพัฒนา “Index Library” เพื่อพัฒนาระบบฐานข้อมูลสำหรับเป็นเครื่องมือช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในการติดตามสุขภาพและการอารักขา ของพืชเศรษฐกิจสำคัญ

5) โครงการพัฒนาเกษตรกรผู้นำการเปลี่ยนแปลงให้เป็น smart farmer / young smart farmer เพื่อสร้าง smart farmer/young smart farmer ด้านเกษตรอัจฉริยะในพื้นที่ เพื่อเป็นต้นแบบ การทำแปลงใหญ่เกษตรอัจฉริยะ

6) โครงการส่งเสริมเกษตรกรอัจฉริยะให้เป็นผู้ประกอบการรุ่นใหม่ (Startup Smart Farmer) เพื่อสนับสนุน smart farmer ที่มีศักยภาพในการเป็นผู้ประกอบการให้บริการด้านเกษตรอัจฉริยะที่เกี่ยวข้องให้กระจายทั่วประเทศ เกษตรกรสามารถเข้าถึงเทคโนโลยีในราคาที่เหมาะสม

7) โครงการพัฒนาฐานข้อมูล smart farmer/ young smart farmer เกษตรอัจฉริยะ เพื่อสร้างฐานข้อมูลเกษตรกรกลุ่มเป้าหมายและเกษตรกรอัจฉริยะเพื่อเป็นผู้ให้บริการ (service provider) สามารถนำเทคโนโลยีต่างๆ ไปถ่ายทอดให้แก่เกษตรกรได้โดยตรง

8) โครงการจัดทำและพัฒนาแปลงเรียนรู้เกษตรอัจฉริยะ เพื่อเป็นแหล่งการเรียนรู้และการปรับใช้เทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะให้แก่เกษตรกรและผู้สนใจ

9) โครงการส่งเสริมการทำแปลงเกษตรอัจฉริยะ เพื่อสนับสนุนการใช้เทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะสำหรับการผลิตพืช ปศุสัตว์ ประมง หม่อนไหม

10) โครงการส่งเสริมการทำแปลงใหญ่เกษตรอัจฉริยะ เพื่อขยายผลการทำแปลงเกษตรอัจฉริยะ ในพื้นที่แปลงใหญ่ที่มีศักยภาพด้วยเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะที่เหมาะสมกับพื้นที่ สำหรับการผลิตพืช ปศุสัตว์ ประมง หม่อนไหม เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบันเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเริ่มนำเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาใช้ในการดำเนินการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแล้ว เช่น การใช้แอพพลิเคชั่นบนโทรศัพท์มือถือเพื่อช่วยในระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เช่น การให้อาหาร การตรวจสอบคุณภาพน้ำ เป็นต้น นอกจากนี้เกษตรกรยังได้นำแผงโซล่าเซลล์มาติดตั้งเพื่อลดต้นทุนด้านพลังงาน รวมทั้งจำหน่ายผลผลิตและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำผ่านระบบออนไลน์มากขึ้น ในส่วนของกรมประมงได้เริ่มพัฒนาแอพพลิเคชั่นเพื่อนำมาใช้ในระบบตรวจสอบย้อนกลับสินค้ากุ้งทะเล ทำให้ทราบแหล่งที่มาสินค้า

การวัดค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยเซ็นเซอร์วัดค่า pH

วรุตม์ และคณะ (2558) รายงานการวัดค่าความเป็นกรด – ด่างด้วยเซ็นเซอร์วัดค่า pH ไว้ดังนี้

pH หมายถึง ปริมาณความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออนที่มีอยู่ในน้ำค่า pH 4.0 หรือต่ำกว่าเป็นจุดอันตรายที่ทำให้สัตว์น้ำตายได้ค่า pH 4.0-6.0 สัตว์น้ำบางชนิดอาจไม่ตาย แต่จะทำให้สัตว์น้ำเจริญเติบโตช้าและทำให้การสืบพันธุ์หยุดชะงัก ค่า pH 6.5-9.0 เป็นระดับที่เหมาะสมกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำค่า pH 9.0-11.0 ไม่เหมาะสมกับการดำรงชีวิต หากสัตว์น้ำอาศัยอยู่เป็นเวลานานๆ จะทำให้ได้รับผลผลิตต่ำค่า pH 11.0 หรือมากกว่า เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ

การวัดและควบคุมค่า pH แบบ on-line เป็นงานที่สำคัญประการหนึ่งในการวิเคราะห์กรรมวิธี ProMinent สามารถเสนอผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพื่อใช้ในงานนี้ตั้งแต่ pH อิเลคโทรด จนถึงเครื่องทำให้ค่า pH เป็นกลาง (วรุตม์ และคณะ, 2558)

pH มีประโยชนในด้านการควบคุมการทำงานและควรตรวจวิเคราะห์ทุกวันค่า (pH) เป็นค่าแสดงปริมาณเข้มข้นของอนุภาคไฮโดรเจน ในน้ำการวัดค่าเนื่องจากเป็นองค์ประกอบของสิ่งแวดล้อมที่สำคัญและมีผลต่อการทำงานของแบคทีเรีย ในระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่งน้ำและคลองวนเวียนควรควบคุมให้ค่า pH ใกล้ 7 มากที่สุด และไม่ควรมีค่าเกิน 6.5-8.5 สำหรับค่า pH ที่เหมาะสมต่อการบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้ออกซิเจน เช่น ถังกรองไร้อากาศควรอยู่ในช่วง 6.6-7. 6 ถ้าค่า pH สูงหรือต่ำกว่านี้ประสิทธิภาพของระบบบำบัดจะลดลงที่ค่า pH ต่ำกว่า 6.2 ประสิทธิภาพจะลดลงอย่างรวดเร็วเพราะสภาวะที่เป็นอันตรายต่อแบคทีเรียพวก METHANE FORMER (วรุตม์ และคณะ, 2558)

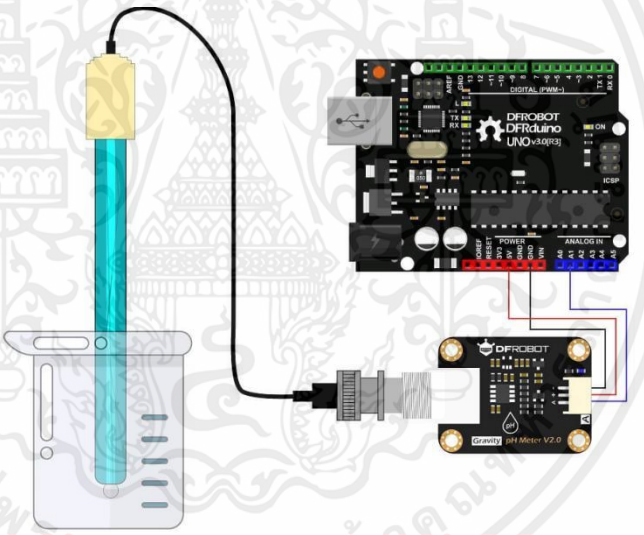
การวัดค่า pH ของสารละลายหรือน้ำ วัดได้ทั้งวิธี colorimetric และ electronic (ใช้เครื่องวัด pH) ในที่นี้ขอกล่าวถึงการวัดค่า pH ด้วยวิธี electronic เนื่องจากเป็นวิธีที่นิยมกันในปัจจุบัน และเป็นวิธีที่มีความถูกต้องแม่นยำสูงเครื่องวัด pH อาศัยหลักการวัดความต่างศักย์ไฟฟ้า (electical potential) ที่เกิดขึ้นระหว่าง indicator electrode และ reference electrode ซึ่งจุ่มอยู่ในสารละลาย แล้วเปลี่ยนค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า ให้เป็นค่า pH โดยการเทียบค่ากับสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน แต่เนื่องจากความต่างศักย์ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นนั้น เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ ซึ่งเป็นผลให้ค่า pH เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย เครื่องวัด pH จึงต้องมีการชดเชยค่าของการวัดอันเนื่องจากอุณหภูมิ โดยใช้หัววัดวัดอุณหภูมิของตัวอย่าง ขณะทำการวัดแล้วปรับเปลี่ยนเป็นค่า pH ณ ขณะนั้น (วรุตม์ และคณะ, 2558)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบเครื่องวัด pH

ตัวเครื่อง เป็นส่วนที่ใช้ในการวัดสัญญาณไฟฟ้า และแปลงหน่วยของความต่างศักย์จากมิลลิโวลต์ (mV) เป็นหน่วย pH โดยอ้างอิงจากสมการทางไฟฟ้าเคมี แล้วแสดงผลที่ได้ทางจอภาพ หรือเครื่องพิมพ์

หัววัดค่า pH (electrode) หัววัดค่า pH เป็นหัวใจหลักของการวัด ปัจจุบันนิยมใช้ combination electrode คือ มี ทั้ง glass electrode และ reference electrode รวมอยู่ในอันเดียวกัน บริเวณปลายกระเปาะเป็นส่วนของ glass electrode ที่มีผิวเยื่อแก้วลักษณะเป็นเจลหนาประมาณ 10 มิลลิเมตร เป็นบริเวณที่เกิดกาแลกเปลี่ยนอิออน ระหว่างโซเดียมอิออนในเยื่อแก้วกับไฮโดรเจนอิออนในสารละลาย (วรุตม์ และคณะ, 2558)



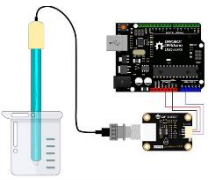
ภาพที่ 12 pH Sensor
ที่มา: www.DFRobot.com

วงจรระบบอัตโนมัติที่จะใช้ในชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิต สำหรับการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

ชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิต คือ ชุดต้นแบบที่ใช้ในการขนส่งหรือลำเลียงหมึกหอมที่ได้จากการทำประมงในรูปแบบต่างๆ อาทิเช่น การตกด้วยเหยื่อปลอม ให้คงมีชีวิตอยู่หรืออัตราการรอดตัวที่สูง เพื่อนำกลับขึ้นสูงฝั่งโดยกระบวนการอื่นๆ ต่อไป โดยการนำเอาองค์ความรู้ในด้านเทคโนโลยีเข้ามามีส่วนเกี่ยวข้อง เพื่อแก้ไขปัญหาในการลำเลียง เพื่อให้มีความเม่นย่ำสูง ใช้งานง่ายและสะดวกสบายยิ่งขึ้น ในการลำเลียงแต่ละครั้ง ชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตมีองค์ประกอบตามตารางที่ 1 ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 องค์ประกอบและการใช้งานของวงจรชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิต

ชื่ออุปกรณ์	คุณลักษณะและการใช้งาน	ภาพ
1. pH Sensor	-วัดค่า pH ของสารละลาย หรือน้ำ อาศัยหลักการวัดความต่างศักย์ไฟฟ้า (electical potential) ที่เกิดขึ้นระหว่าง indicator electrode และ reference electrode ซึ่งจุ่มอยู่ในสารละลาย แล้วเปลี่ยนค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า ให้เป็นค่า pH โดยการเทียบค่ากับสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน	 ที่มา: https://WWW.DFRobot.com
2. Magnetic Relay 5 v	-ทำหน้าที่เหมือนสวิตช์ทางไฟฟ้า ควบคุมการเปลี่ยนสถานะของสวิตช์ด้วยสัญญาณ Digital 1 0	 ที่มา: https://www.cybertice.com
3. Module DC-to-DC Step down Converter LM2596 (3A)	- Module แปลงแรงดัน Volt DC ให้ต่ำลง โดยใช้ IC Regulator เบอร์ LM2596 รองรับกระแสได้ 3A	 ที่มา: https://www.ab.in.th/p/253
4. Character LCD	-ด้านหลังจอจะมีไฟส่องสว่าง เมื่อมีการปล่อยกระแสไฟฟ้า เข้าไปกระตุ้นที่ผลึก ก็จะทำให้ผลึกโปร่งแสง ทำให้แสงที่มาจากไฟ Backlight แสดงขึ้นมาบนหน้าจอ ส่วนอื่นที่โดนผลึกปิดกั้นไว้ จะมีสีที่ แตกต่างกันตามสีของผลึกคริสตอล เช่น สีเขียว หรือ สีฟ้า ทำให้เมื่อ มองไปที่จอก็จะพบกับตัวหนังสือสีขาว แล้วพบกับพื้นหลังสีต่างๆกัน	 ที่มา: https://www.ioxhop.com
5. โวลต์มิเตอร์	-มีหน้าจอแสดงผลของแรงดันไฟฟ้า และเปอร์เซนต์แบตเตอรี่ว่ายังคงเหลือเท่าไหร่	 ที่มา: https://www.carsinette.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 (ต่อ)

6. สวิทช์โยก เปิด/ปิด ทรงกลมกันน้ำ	-ควบคุมการทำงานต่างๆ ของวงจร และมีแสงไฟแสดงถึงสถานะการใช้งาน	ที่มา: https://www.lazada.co.th
7. แบตเตอรี่แห้ง	-เป็นแหล่งจ่ายพลังงานให้กับแอร์ปั๊ม ปั๊มน้ำ รวมไปถึงแผงวงจรควบคุมต่างๆ ให้สามารถทำงานได้สมบูรณ์แบบ เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยเซลล์ไฟฟ้าเคมีหนึ่งเซลล์หรือมากกว่าที่มีการเชื่อมต่อภายนอกเพื่อให้กำลังงานกับอุปกรณ์ไฟฟ้า แบตเตอรี่มีขั้วบวกและขั้วลบ เมื่อเชื่อมต่อกับวงจรภายนอกแล้วอิเล็กตรอนเหล่านี้จะไหลและส่งมอบพลังงานให้กับอุปกรณ์ภายนอก	ที่มา: https://www.batteryok.net
8. โพรโบอร์ด (protoboard) หรือ เบรบอร์ด (breadboar)	-อุปกรณ์ที่ช่วยให้สามารถเชื่อมต่อวงจรเพื่อทดลองง่ายขึ้น ลักษณะบอร์ดจะเป็นพลาสติกมีรูจำนวนมาก ภายใต้รูเหล่านั้นจะมีการเชื่อมต่อถึงกันอย่างมีรูปแบบ เมื่อนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาเสียบ จะทำให้พลังงานไฟฟ้าไหลจากอุปกรณ์หนึ่ง ไปยังอุปกรณ์ หนึ่งได้	ที่มา: https://sites.google.com
9. ปั๊มน้ำอเนกประสงค์	-ปั๊มน้ำอเนกประสงค์ ใช้ไฟ 12 โวล์ท กำลังไฟ 35 วัตต์ ส่งน้ำได้สูงประมาณ 5 เมตร จ่ายน้ำได้ 800 ลิตร/ชั่วโมง ใช้เพื่อดูดน้ำทะเลหมุนเวียนในถังฟักหมึก	ที่มา: https://www.ninekaow.com
10. แอร์ปั๊ม MPQ-903	-แรงดันไฟฟ้า 12 โวล์ท DC 2.5 แอมป์ กำลังไฟ 35 วัตต์ ลมออก 4,080 ลิตร/ชั่วโมง ใช้เพื่อให้อากาศภายในถังพักปลาหมึก	ที่มา: https://th.aliexpress.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติศักดิ์ และ ธนโชติ (2564) ได้กล่าวว่าร่วมมือกันคิดค้นวิธีที่จะทำให้กลุ่มชาวประมง มีความสะดวกเรียบง่ายใน การทำประมงเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมากยิ่งขึ้น เพื่อให้ชาวประมงสามารถนำประโยชน์ไปใช้ได้กับแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำของตนเอง โดยหัวข้อโครงงานนี้ได้ทดลองเกี่ยวกับการใช้เซนเซอร์ (sensor) หลายชนิด เช่น เซนเซอร์วัดระดับน้ำ (water level sensor) เซนเซอร์วัดความเป็นกรดเบสของน้ำ (pH sensor) และเซนเซอร์วัดปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ (dissolved oxygen sensor) จากนั้นจะส่งผ่านข้อมูลที่เซนเซอร์วัดได้โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (microcontroller) (ทางผู้จัดทำใช้ arduino) ผ่านการส่งแบบไร้สายเพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ และระบบนี้จะมีการป้อนข้อมูลย้อนกลับ (feedback) เพื่อควบคุม (control) ให้ระดับน้ำอยู่ในระดับที่ต้องการ (set point) ถ้าระดับน้ำต่ำก็จะใช้ปั๊ม (pump) ทำการสูบน้ำจาก ภายนอกเติมกลับเข้ามา เป็นต้น ค่าที่เหมาะสมซึ่งค่าที่เหมาะสมของน้ำมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ที่ 5-8.5 และมีอุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ที่ 23-32 องศาเซลเซียส หลังจากปรับระดับของสารให้อยู่ในค่าที่เหมาะสมแล้ว สถานะการทำงานของรีเลย์จะ OFF อุปกรณ์จะไปสั่งให้วาล์วไฟฟ้าทำการปิดเพื่อไม่ให้น้ำไหลออกจากถังน้ำ ซึ่งระบบก็จะทำการปรับค่าให้อยู่ ในระดับที่เหมาะสมเช่นนี้อยู่ตลอดเวลา

นิติพงษ์ และคณะ (2560) ได้รายงานบ่อเลี้ยงปลาแฟนซีคาร์พ ที่ประกอบด้วยเซ็นเซอร์วัดค่าความกรด-ด่าง และเซ็นเซอร์วัดค่าออกซิเจนละลายน้ำ เป็นอุปกรณ์ตรวจส่งค่าไปยังอุปกรณ์ควบคุมออกซิเจนละลายน้ำอัตโนมัติ โดยใช้วิธีปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วย การเติมสารละลายเข้มข้นด่าง (น้ำปูนขาว) และสารละลายเข้มข้นกรด (น้ำส้มสายชู) นำไปปรับค่าความเป็นกรด-ด่างในบ่อทดลองขนาด 10.5 ลูกบาศก์เมตร ให้มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 7.0-7.5 และทำการปรับค่าออกซิเจนละลายน้ำให้มีค่าไม่น้อยกว่า 7 มิลลิกรัม/ลิตร ด้วยการควบคุมความเร็วรอบของปั๊มเติมอากาศ จากผลการวิจัยพบว่าระบบควบคุมความเป็นกรด-ด่างและออกซิเจนละลายน้ำสามารถควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 7.0-7.5 และสามารถควบคุมค่าออกซิเจนโดยการเติมอากาศลงในน้ำเพื่อให้ได้ค่าไม่น้อยกว่า 7 มิลลิกรัม/ลิตร

วรุตม์ และคณะ (2558) รายงานการนำระบบควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่างแบบอัตโนมัติทำการทดสอบควบคุมค่า pH ให้อยู่ในช่วง 7.0-7.5 โดยการติดตั้งระบบควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่างแบบอัตโนมัติ กับบ่อกุ้งจำลองเป็นตู้ปลาขนาด 48 นิ้ว มีถังสารละลาย 2 ถัง ใช้โซลีนอยด์วาล์วควบคุมการไหลของสารละลายปรับค่า pH ของน้ำในตู้ปลาเป็นค่าต่างๆ ค่าละ 10 ครั้ง สรุปผลการทดลองดังนี้ เมื่อค่า pH ของน้ำในตู้ปลาต่ำกว่า 7.0 ระบบควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่างแบบอัตโนมัติ สั่งโซลีนอยด์วาล์วของถังสารละลายเพิ่มค่า pH ทำงาน และโซลีนอยด์วาล์วของถังสารละลายลดค่า pH ไม่ทำงาน คิดเป็นร้อยละ 100 ค่า pH ของน้ำในตู้ปลามีค่าระหว่าง 7.0-7.5 ระบบควบความเป็นกรด-ด่างแบบอัตโนมัติ สั่งโซลีนอยด์วาล์วของถังสารละลายเพิ่มค่า pH ไม่ทำงาน และโซลีนอยด์วาล์วของถังสารละลายลดค่า pH ไม่ทำงาน คิดเป็นร้อยละ 100 ค่า pH ของน้ำในตู้ปลาสูงกว่า 7.5 ระบบควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่างแบบอัตโนมัติ สั่งโซลีนอยด์วาส์วของถังสารละลายเพิ่มค่า pH ไม่ทำงาน และโซลีนอยด์วาล์วของถังสารละลายลดค่า pH ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

วัสดุ

สัตว์ทดลอง คือ หมึกหอม *(Sepioteuthis lessoniana)* จากอ่าวไทย บริเวณโดยรอบเกาะไข่ อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร

อุปกรณ์/เครื่องมือ/ยานพาหนะ

สำหรับถังขนย้าย

1.ถังพลาสติกทรงกลมสูง1.2 เมตร ขนาด 200 ลิตร

2.สายยาง 1.2 นิ้ว

3.ท่อน้ำพีวีซี 1.2 นิ้ว

4.ท่อน้ำพีวีซี 1.5 นิ้ว

5.หัวกะโหลกดูดน้ำ 1.2 นิ้ว

สำหรับชุดชุดต้นแบบขนส่งหมึกมีชีวิต

1.pH Sensor

2.ปั๊มน้ำอเนกประสงค์ 12 โวลต์ DC 800

3.ปั๊มลม MPQ-903 12 โวลต์ DC 2.5 แอมป์

4.แบตเตอรี่ 12 โวลต์ 50 แอมป์

5.กล่องเครื่องมือช่าง 19 นิ้ว

6.หน้าจอแสดงผล Character LED 16 x 2

7.สวิทช์โยกเปิด/ปิด

8.โวลต์มิเตอร์ วัดแรงดัน

9.Relay 5 โวลต์

10.สายไฟจัมเปอร์

11.บอร์ด Arduino Uno

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12.สายไฟ ขนาด 2*0.5 sq.mm

13.ซีเล็คเตอร์ สวิตซ์

<u>สำหรับเก็บข้อมูล</u>

1.ตาชั่งดิจิตอล

2.ไม้บรรทัด

3.กล่องพลาสติก

4.สมุดจดบันทึกและปากกา

5.กล่องถ่ายภาพ

<u>ยานพาหนะสำหรับเดินทางเก็บสัตว์ตัวอย่าง</u>

1.เรือไฟเบอร์

<u>สำหรับตกหมึก</u>

1.คันตกหมึก

2.รอกตกหมึก

3.เหยื่อปลอม

4.สายPE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการ

1.การเตรียมการทดลอง

1.1 การเตรียมเรือและเครื่องยนต์ (ภาพที่ 13-15)

เรือไฟเบอร์ท้องแบบ ทำความสะอาด ขัดพื้นผิวที่เกิดรอยแตก และรอยรั่วซึม แปะแผ่นใยแก้วตามจุดต่างๆที่มีรอยแตก รอยรั่วซึม จากนั้นทาทับด้วยน้ำยาเรซิ่นหล่อใส (resin) ผสมน้ำยาเร่งแข็งและสีที่ต้องการ ทำซ้ำ 2-3 ครั้ง รอแห้งสนิท เจาะรูระบายน้ำบริเวณด้านท้ายของเรือ

ภาพที่ 13 เตรียมเรือซ่อมแซม

ภาพที่ 14 ขัดทำความสะอาดเรือไฟเบอร์

ภาพที่ 15 ทาน้ำยาเรซิ่นหล่อใส (resin)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องยนต์เรือหางยาว ฮอนด้า 13 แรง เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง เช็คระบบไฟ ล้างคาร์บู ทำสีฝาครอบเครื่องและถังน้ำมันกันสนิม (ภาพที่ 16)

ภาพที่ 16 เตรียมเครื่องเรือ

1.2 <u>การเตรียมถังทดลอง</u> (ภาพที่ 17)

ล้างทำความสะอาดถังพลาสติกขนาด 200 ลิตร จำนวน 1 ถัง โดยใช้ฟองน้ำถู ผึ่งลมให้แห้ง นำไปวางบริเวณหน้าเรือ

ภาพที่ 17 ถังที่ใช้ในการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 <u>อุปกรณ์ที่ใช้ตกหมึกหอม</u>

การตกหมึกต้องเตรียม อุปกรณ์ คือ เบ็ดคันอ่อนและน้ำหนักเบา รอกเบอร์ 2500 – 3000 นิยมใช้เวทสายประมาณ 0.04-1 สามารถตีเหยื่อออกไปได้ไกล (ภาพที่18) และเหยื่อปลอมหรือโยกุ้ง เบอร์ประมาณ 2.5 ใช้ตกหมึกบริเวณชายเกาะ เหยื่อจะไม่จมเร็วเกินไป (ภาพที่19) https://www.rigger.co.th/

ภาพที่ 18 คันและรอกตกหมึก

ภาพที่ 19 เหยื่อปลอม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 <u>การเตรียมทำชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิต แบบอัตโนมัติ</u>

1.4.1 องค์ประกอบของชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิต แบบอัตโนมัติ ประกอบไปด้วยอุปกรณ์หลัก ทั้งหมด 7ชิ้น คือ

1) pH SENSO วัดค่า pH ของสารละลาย หรือน้ำ อาศัยหลักการวัดความต่างศักย์ไฟฟ้า (electical potential) ที่เกิดขึ้นระหว่าง indicator electrode และ reference electrode ซึ่งจุ่มอยู่ในสารละลาย แล้วเปลี่ยนค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า ให้เป็นค่า pH โดยการเทียบค่ากับสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน (กิตติศักดิ์ และคณะ, 2564)

2) Baterry 12V เป็นแหล่งจ่ายพลังงานให้กับแอร์ปั้ม ปั้มน้ำ รวมไปถึงแผงวงจรควบคุมต่างๆ ให้สามรถทำงานได้สมบูรณ์แบบ เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบด้วย เซลล์ไฟฟ้าเคมีหนึ่งเซลล์หรือมากกว่า ที่มีการเชื่อมต่อภายนอกเพื่อให้พลังงานกับอุปกรณ์ไฟฟ้า แบตเตอรี่มีขั้วบวกและขั้วลบ เมื่อเชื่อมต่อกับวงจรภายนอกแล้วอิเล็กตรอนเหล่านี้จะไหลและส่งมอบพลังงานให้กับอุปกรณ์ภายนอก

3) LM2596S DC-DCStep down แปลงแรงดัน Volt DC ให้ต่ำลง โดยใช้ IC Regulator เบอร์ LM2596 รองรับกระแสได้ 3A

4) Bord arduino UNO คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU: Microcontroller Unit) เป็นการร่วมกับอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ประกอบเป็นบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็กเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน หรือที่เรียกกันว่า บอร์ด Arduino ซึ่งก็คือคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก ที่ประกอบไปด้วย หน่วยประมวลผล หน่วยความจำ หน่วยควบคุม input, และ output (กิตติศักดิ์ และคณะ, 2564)

5) Relay module 5v เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก เพื่อใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคให้เปลี่ยนสภาวะ โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อทำการปิดหรือเปิดหน้าสัมผัสคล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ (วรุตม์ และคณะ, 2558)

6) Character LCD 16 x 2 เป็นจอแสดงผลตัวอักษรได้หลายตัว จอLCD ขนาด 16x2 หมายถึงใน 1 แถว มีตัวอักษรใส่ได้ 16 ตัว และมีทั้งหมด 2 บรรทัดให้ใช้งาน ส่วน 20x4 จะหมายถึง ใน 1 แถว มีตัวอักษรใส่ได้ 20 ตัว และมีทั้งหมด 2 บรรทัด ซึ่งจอ Character LCD 16 x 2 ซึ่งจอแสดงผล และคอนโทรลเลอร์เพื่อรับสัญญาณจาก Water Flow Sensor และนำมาแปลงเป็นอัตราความขุ่น (กิตติศักดิ์ และคณะ, 2564)

7) บอร์ดArduino Uno คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU: Microcontroller Unit) เป็นการร่วมกับอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ประกอบเป็นบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็กเพื่อให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง่าย ต่อการใช้งาน หรือที่เรียกกันว่า บอร์ด Arduino ซึ่งก็คือคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก ที่ประกอบไปด้วย หน่วย ประมวลผล หน่วยความจำ หน่วยควบคุม input และ output (วรุตม์ และคณะ, 2558)

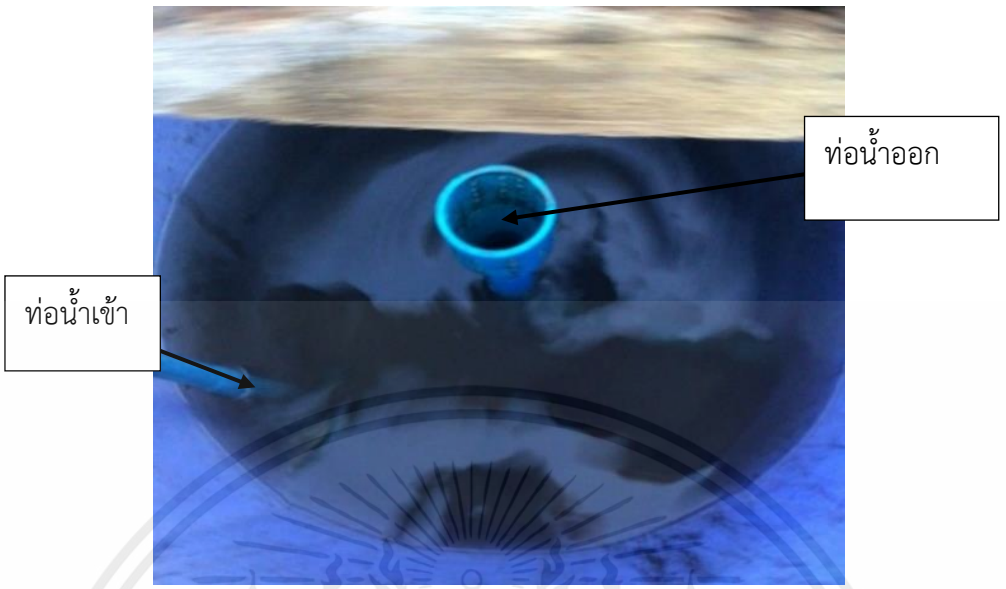
1.4.2 หลักการทำงานชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิต

ชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ ทำงานโดยประยุกต์ใช้อุปกรณ์และเทคโนโลยีหลาบส่วนเข้าด้วยกัน เพื่อใช้แก้ไขปัญหาในการควบคุมอัตรารอดตายของหมึกหอม ให้มีประสิทธิภาพและคว่ามแม่นยำ โดยทำตามหลักการดังนี้

ชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ ทำงานโดยใช้ pH SENSOR ที่อาศัยหลักการวัดความต่างศักย์ไฟฟ้า (electical potential) ที่เกิดขึ้นระหว่าง indicator electrode และ reference electrode ซึ่งจุ่มอยู่ในถังทดลอง แล้วเปลี่ยนค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า ให้เป็นค่า pH เมื่อ pH SENSOR ตรวจจับ ได้ค่า pH จะส่งสัญญาณไปยัง Bord Arduino UNO เพื่อประมวลผล หากค่า pH เกินกว่าที่กำหนดไว้ Bord Arduino UNO จะส่งสัญญาณต่อไปที่ Relay 5 V ทำการจ่ายกระแสไฟไปยังปั๊มน้ำ ปั๊มน้ำเริ่มทำงาน และเมื่อ Bord Arduino UNO ประมวลผลว่าค่า pH เพิ่มขึ้นมายังค่าที่ตั้งไว้ จะส่งสัญญาณไปที่ Relay 5 V ทำการปิดสะพานไฟ ปั๊มน้ำจะหยุดทำงาน (ภาพที่ 20 และ21)

ภาพที่ 20 การทำงานชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 21 การไหลเวียนของน้ำในถังลำเลียงของชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ

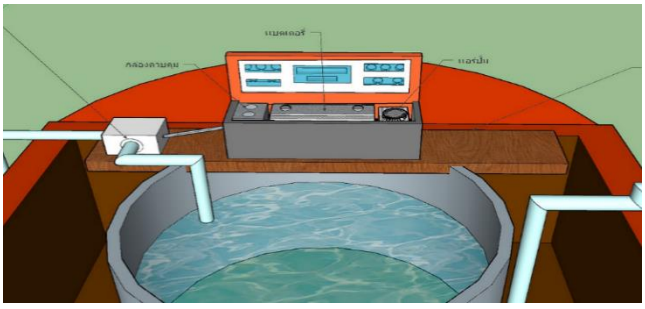
2. การศึกษา (การสร้างชุดต้นแบบ และการศึกษาประสิทธิภาพของชุดต้นแบบ)

ก. <u>การจัดทำและติดตั้งชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิต</u>

การจัดทำชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิต มี 5 ขั้นตอนคือ การออกแบบชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิต การจัดทำชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิต การทดสอบชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิต การปรับปรุงแก้ไขชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิต และการทดสอบประสิทธิภาพของชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิต

1. <u>การออกแบบชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิต</u>

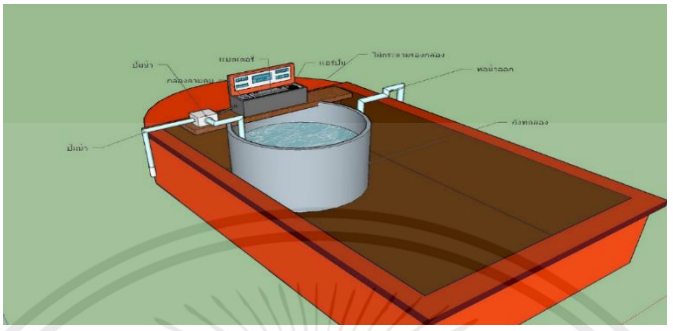
จุดมุ่งหมายของการออกแบบชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิต (ภาพที่ 22) นั้น เพื่อให้สามารถวางแผนการติดตั้งอุปกรณ์ และการจัดวางวัสดุต่างๆ ตามความเหมาะสม เห็นภาพตัวอย่างเสมือนจริง หรือภาพ 3 มิติ สะดวกแก่การจัดทำจริง ประหยัดเวลา ลดต้นทุนในการปรับเปลี่ยนในการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ



ภาพที่ 22 ออกแบบชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิต จะใช้โปรแกรม SketchUp ออกแบบอุปกรณ์ภายในกล่อง อุปกรณ์ความคุม แบตเตอรี่ ปั๊มน้ำ แอร์ปั๊ม และตำแหน่งในการวางถังลำเลียงบนเรือ (ภาพที่ 23)



ภาพที่ 23 การใช้โปรแกรม SketchUp เพื่อออกแบบระบบการทำงานของระบบอัตโนมัติ

2. <u>การจัดทำชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ</u>

การจัดทำชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัตินั้น จัดทำขึ้นโดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีต่างๆ เพื่อให้เกิดซึ่งสิ่งใหม่ โดยการรวมเอาเทคโนโลยีมาดัดแปลงและรวมเข้ากันเป็นงานชิ้นเดียว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ให้มีความสามารถเพิ่มขึ้น เหตุผลของการจัดสร้างการจัดทำชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัตินั้น จัดทำขึ้นเพื่อลดขั้นตอนการขนส่งหมึกหอม ซึ่งมีปัญหาค่อนข้างมากในระหว่างการขนส่ง โดยการทำงานของชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัตินั้นจะทำให้เกิดความสะดวกสบายเป็นอย่างยิ่ง และทำให้การขนส่งนั้นมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สามารถเพิ่มอัตราการรวดตายในแก่หมึกหอม และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าชาวประมงพื้นบ้านสามารถนำเอาไปประยุกต์ใช้งานได้จริง เพิ่มรายได้อีกทางหนึ่ง นอกเหนือจากการทำประมงแบบเดิม

ระบบของชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ แบ่งได้เป็น 2 ระบบ คือ ระบบที่ควบคุมด้วย sensor และระบบที่ความคุมด้วย manual เพื่อควบคุมการทำงานการเติมน้ำเข้าตามความเหมาะสมของคุณภาพน้ำ

2.1. ประกอบชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ (ภาพที่ 24)

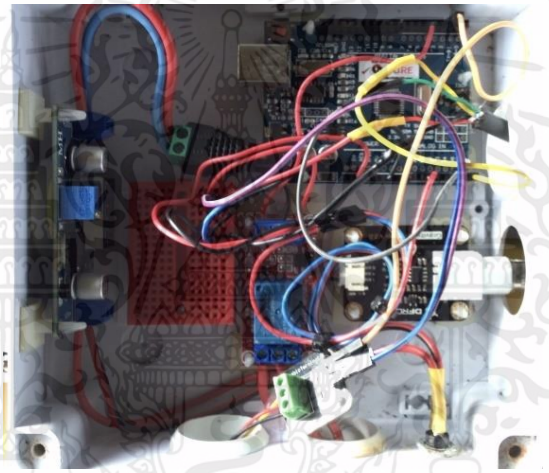
1) ต่อ pH sensor เข้ากับบอร์ด Arduino Uno โดยใช้สายไฟจัมเปอร์ จำนวน 3 เส้น ดำเนินการต่อสายสัญญาณ PWM output เข้ากับบอร์ด Arduino 23 Uno ช่อง A1 ต่อช่อง Vcc เข้ากับแหล่งจ่ายไฟ 5v ของบอร์ด Arduino Uno และ ต่อช่อง Gnd เข้ากับ Ground ของบอร์ด Arduino Uno วัดค่า pH sensor จะได้ค่าโวลต์ส่งกลับมายังตัวรับและส่งค่ากับไปให้บอร์ด Arduino Uno ประมวลผล ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ต่อ จอ LCD 16x2 I2C เข้ากับ บอร์ด Arduino Uno โดยใช้สายไฟจัมเปอร์ จำนวน 4 เส้น โดยต่อสัญญาณ SCL เข้ากับบอร์ด Arduino Uno ช่อง A5 ต่อสัญญาณ SDA เข้ากับบอร์ด Arduino Uno ช่อง A4 ต่อช่อง Vcc เข้ากับแหล่งจ่ายไฟ 5v ของบอร์ด Arduino Uno และต่อช่อง Gnd เข้ากับ Ground ของบอร์ด Arduino Uno ซึ่ง จอ LCD 16x2 I2C จะทำหน้าที่เป็นตัวแสดงค่า pH ของน้ำที่ผ่านการประมวลผลจากบอร์ด Arduino Uno แล้ว

3) ต่อ LM2596S DC-DCStep down ช่อง OUT+ เข้าบอร์ด Arduino Uno ขั้วบวก และ OUT- เข้าบอร์ด Arduino Uno ขั้วลบ จากนั้นต่อ LM2596S DC-DCStep down IN+ เข้าขั้วบวกของแบตเตอรี่และ IN- เข้ากับขั้วลบของแบตเตอรี่ เพื่อลดแรงดันไฟฟ้า 12V-9V จ่ายไฟเลี้ยงให้บอร์ด Arduino Uno ทำงาน

4) นำเซนเซอร์ไปทดสอบในน้ำเพื่อปรับให้เหมาะสม โดยสังเกตจากหน้าจอ LCD 16x2 I2C



ภาพที่ 24 ประกอบชุดควบคุมชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ

3. <u>การทดสอบต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ</u> (ภาพที่ 25 และ 26)

การทดสอบชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ 2 ระบบ ดังนี้

<u>ระบบเติมน้ำเข้า</u>

1) ทดสอบการไหลเวียนของน้ำเข้าถังทดลอง เพื่อให้แรงดัดของน้ำไหลอย่างเหมาะสมไม่แรงหรือเบาจนเกินไป

2) ทดสอบเวลาในการเติมน้ำเข้า ให้การเติมน้ำเข้าเป็นไปตามเวลาที่เหมาะสมอย่างที่ กำหนดไว้

3) ทดสอบการทำงานของเซนเซอร์ ทดสอบความแม่นยำในการตรวจจับค่า PH ในถังลำเลียงเพื่อส่งกระแสไฟฟ้าให้ปั๊มน้ำทำงานดูน้ำเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบให้อากาศ

1) ทดสอบการไหลเวียนของอากาศเข้าถังทดลอง เพื่อให้แรงดัดอากาศไหลอย่างเหมาะสมไม่แรงหรือเบาจนเกินไป

2) ทดสอบเวลาในการเติมอากาศ ให้การเติมอากาศเป็นไปตามเวลาที่เหมาะสมอย่างที่กำหนดไว้

ภาพที่ 25 การทดสอบการไหลเวียนของน้ำทะเลจากทะเลธรรมชาติเข้าถังลำเลียงหมึกหอม

ภาพที่ 26 การตรวจสอบการไหลเวียนของระบบให้อากาศในถังลำเลียงหมึกหอมมีชีวิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. <u>การปรับปรุงชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ</u>

ปรับปรุงชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตจากข้อ 3 ให้เป็นไปตามความเหมาะสม (ภาพที่ 27)

5. <u>การนำไปใช้ของชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ</u>

นำชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตไปใช้ในการลำเลียงหมึกหอมมีชีวิตจากที่จับจากทะเลธรรมชาติ จำนวน 10 ครั้ง เพื่อศึกษาจำนวนหมึกหอมมีชีวิตที่รอดตายจากการลำเลียงจากทะเลเข้าสู่ฝั่ง ขนาดหมึก น้ำหนักหมึก และการเปลี่ยนแปลงค่าคุณภาพน้ำในระหว่างการลำเลียง/ขนส่งจากทะเลสู่ฝั่งในถังลำเลียงหมึกหอมของชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ

ภาพที่ 27 การทดสอบประสิทธิภาพของชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติในทะเล ธรรมชาติ

ข. <u>การศึกษาประสิทธิภาพของชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ</u>

1. นำถังพลาสติกทรงกลมสูง ขนาด 200 ลิตร จำนวน 1 ถัง มาล้างทำความ สะอาดแล้วตากให้แห้งมาวางบนพื้นเรือไฟเบอร์ที่เตรียมไว้

2. ดำเนินการติดตั้งแผงวงจรควบคุม (ภาพที่ 28) พร้อมทดสอบระบบให้ทำงานตามค่าที่ตั้งไว้

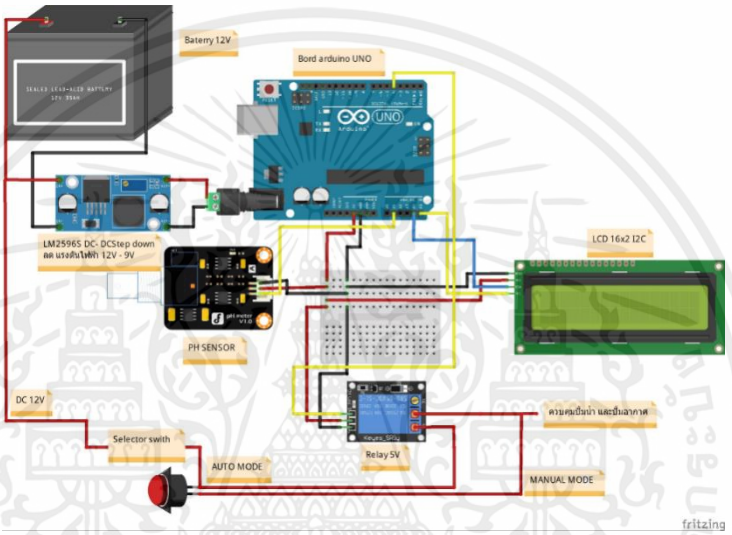
- เมื่อน้ำทะเลในถังลำเลียงมีค่า pH < 8.1 ระบบจะสั่งการให้ปั๊มน้ำทำงาน น้ำทะเลในธรรมชาติจะไหลเข้าถังลำเลียงบนเรือไฟเบอร์ และเมื่อน้ำทะเลในถังลำเลียงมีค่า pH > 8.1 ระบบอัตโนมัติจะสั่งการให้ปั๊มน้ำหยุดการทำงาน และน้ำจะหยุดไหลเข้าถังลำเลียง

3. การตรวจสอบการทำงาน (ทุกครั้ง) จะดูการทำงานของชุดควบคุม ถ้าทำงานผิดปกติ ดำเนินการแก้ไขในทันที

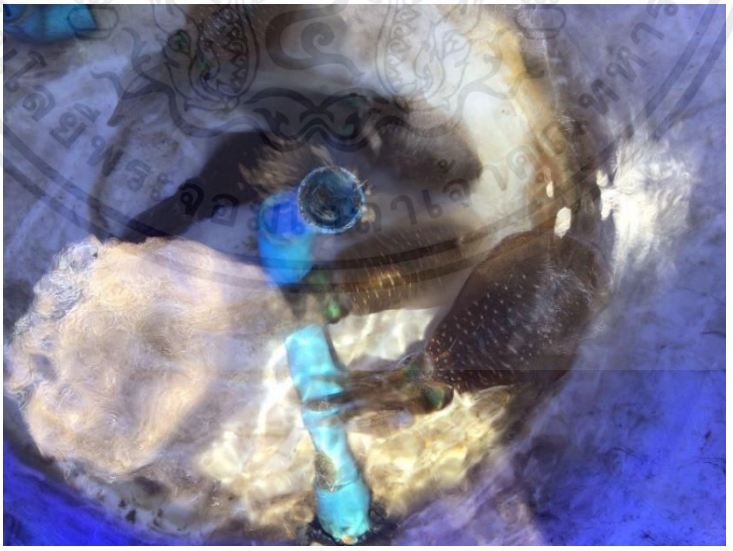
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ดำเนินการศึกษาการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตด้วยชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ จำนวน 10 ครั้ง (ตามสภาพอากาศที่เหมาะสมต่อการจับหมึก) (ภาพที่ 29)

5. บันทึกผลและรวบรวมข้อมูลแต่ละครั้ง ได้แก่ วัดขนาดความยาว (ไม้บรรทัดยาว) ชั่งน้ำหนัก (ด้วยตาช่างดิจิตอล ทสนิยม 2 ตำแหน่ง) นับจำนวนหมึกมีชีวิตที่จับได้แล้วนำมาใส่ในถังลำเลียงและจำนวนหมึกที่ยังมีชีวิตที่เหลือเมื่อกลับถึงฝั่ง และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำของน้ำที่ใช้ลำเลียงหมึกหอมมีชีวิตด้วยชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ และสภาพอากาศในวันศึกษาทดลอง



ภาพที่ 28 Infographic ของชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ



ภาพที่ 29 การศึกษาประสิทธิภาพของชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติในทะเลธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ขนาดของหมึกหอมมีชีวิต

1) ตรวจวัดของหมึกหอม โดยสุ่มวัดหมึกหอมมีชีวิต จำนวน 3 ตัวในถังลำเลียง/ถังขนส่ง จำนวน 3 ขนาด คือ ขนาดเล็ก ขนาดกลาง ขนาดใหญ่ เมื่อกลับถึงฝั่ง

2) ตรวจวัดน้ำหนักขนาดสดของหมึกหอม โดยสุ่มชั่งหมึกหอมจำนวน 3 ตัวในถังลำเลียง/ถังขนส่ง จำนวน 3 ขนาด คือ ขนาดเล็ก ขนาดกลาง ขนาดใหญ่ เมื่อกลับถึงฝั่ง

3.2 อัตราการรอดตายของหมึกหอมจากการลำเลียง (%) (กัญญภา, 2560)

$$\text{อัตราการรอดตายจากการลำเลียง (\%)} = \frac{\text{จำนวนหมึกที่รอดตาย}}{\text{จำนวนหมึกทั้งหมด}} \times 100$$

3.3 คุณภาพน้ำ (ก่อนและหลังใส่หมึกหอมลงถังลำเลียง) อันได้แก่

1) pH

2) ความเค็ม

3) อุณหภูมิ

3.4 สภาพอากาศขณะทำการศึกษา

4.ระยะเวลาการทดลอง

มี 3 ขั้นตอน

1. การจัดสร้างและติดตั้งระบบต่างๆ ในชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ เป็นเวลา 2 เดือน คือ กุมภาพันธ์ - มีนาคม 2565

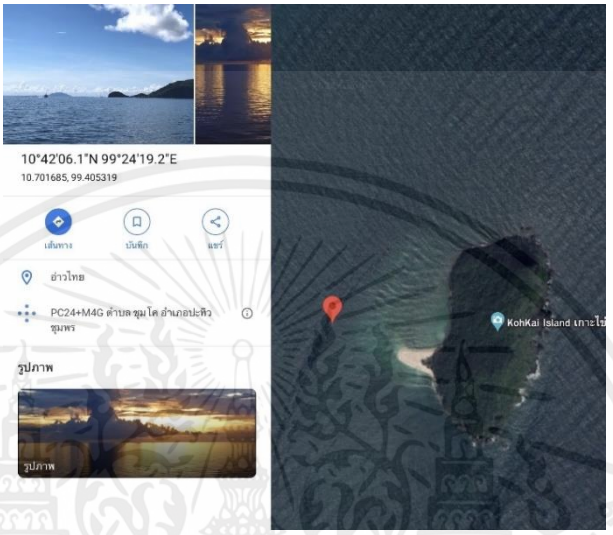
2. การทดสอบการทำงานของระบบต่างๆ ของชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ (ในทะเลธรรมชาติ) เป็นเวลา 1 เดือน คือ เมษายน 2565

3. การศึกษาประสิทธิภาพของชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ (ในทะเลธรรมชาติ) จำนวน 10 ครั้ง เป็นเวลา 1 เดือน คือ พฤษภาคม 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

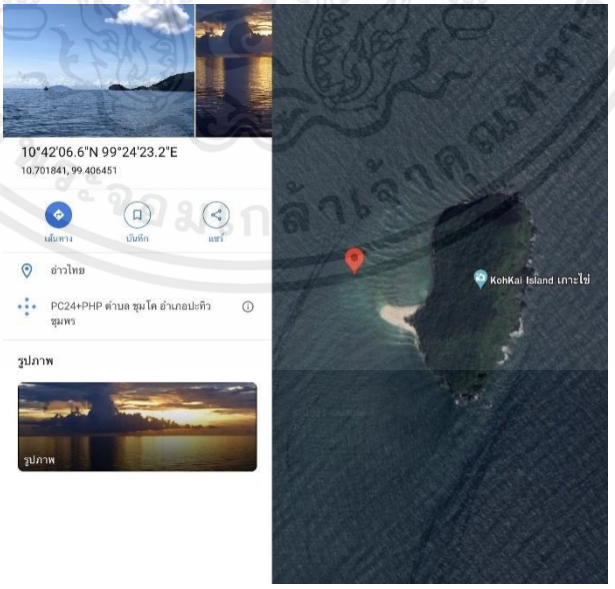
5. สถานที่ดำเนินการทดลอง

<u>ครั้งที่ 1</u> หน้าเกาะไข่(พิกัด 10 42'06.1"N 99 24'19.2"E),(10.701685 ,99.405319) (ภาพที่30)



ภาพที่ 30 สถานที่ดำเนินการศึกษา ครั้งที่ 1

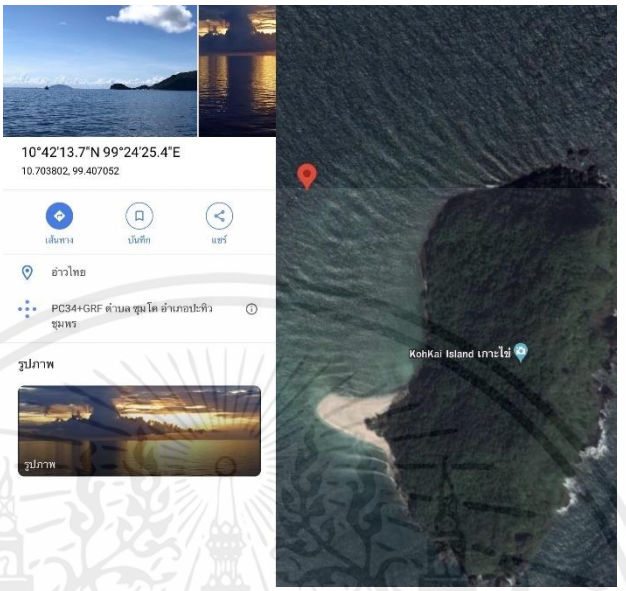
<u>ครั้งที่ 2</u> หน้าเกาะไข่ (พิกัด 10 42'06.1"N 99 24'19.2"E),(10.701841 ,99.406451) (ภาพที่31)



ภาพที่ 31 สถานที่ดำเนินการศึกษา ครั้งที่ 2

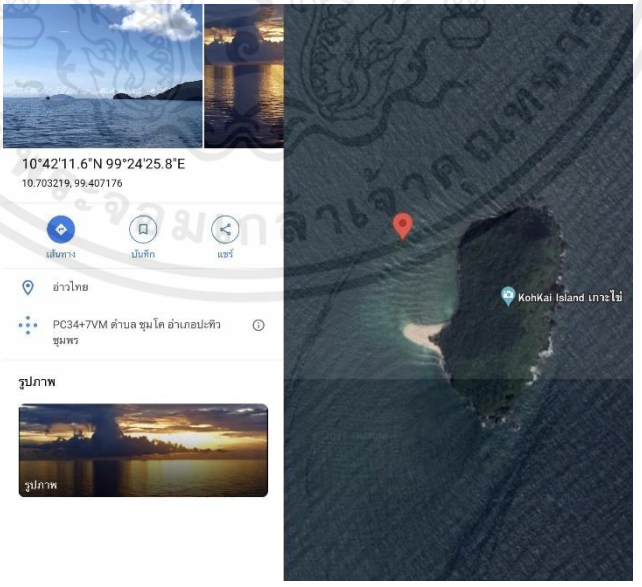
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ครั้งที่ 3</u> หน้าเกาะไข่ (พิกัด 10 42'13.7"N 99 24'25.4"E),(10.703802 ,99.407052) (ภาพที่32)



ภาพที่ 32 สถานที่ดำเนินการศึกษา ครั้งที่ 3

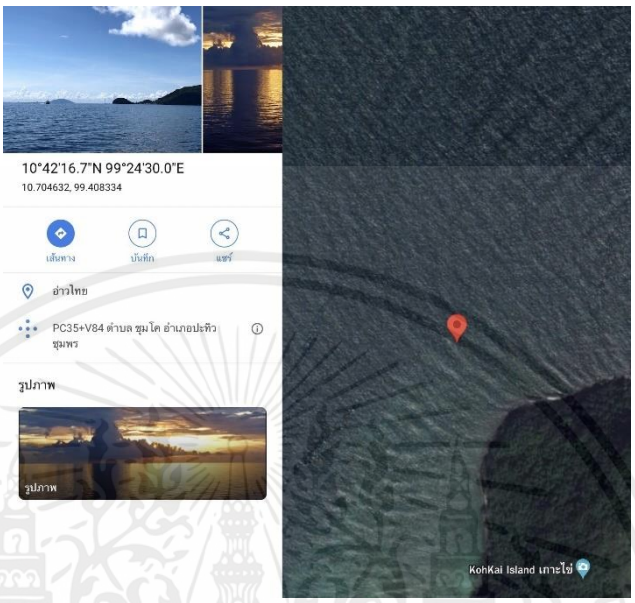
<u>ครั้งที่ 4</u> หน้าเกาะไข่ (พิกัด 10 42'11.6"N 99 24'25.8"E),(10.703219 ,99.407176) (ภาพที่33)



ภาพที่ 33 สถานที่ดำเนินการศึกษา ครั้งที่ 4

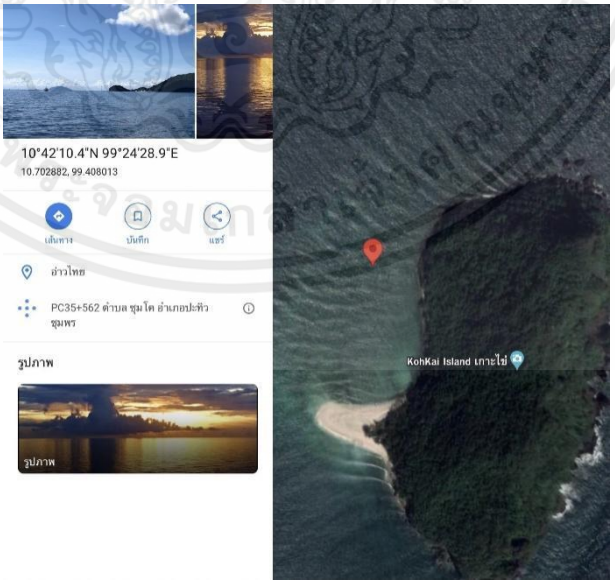
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครั้งที่ 5 หน้าเกาะไข่(พิกัด 10 42'16.7"N 99 24'30.0"E),(10.704632 ,99.408334)
(ภาพที่34)



ภาพที่ 34 สถานที่ดำเนินการศึกษา ครั้งที่ 5

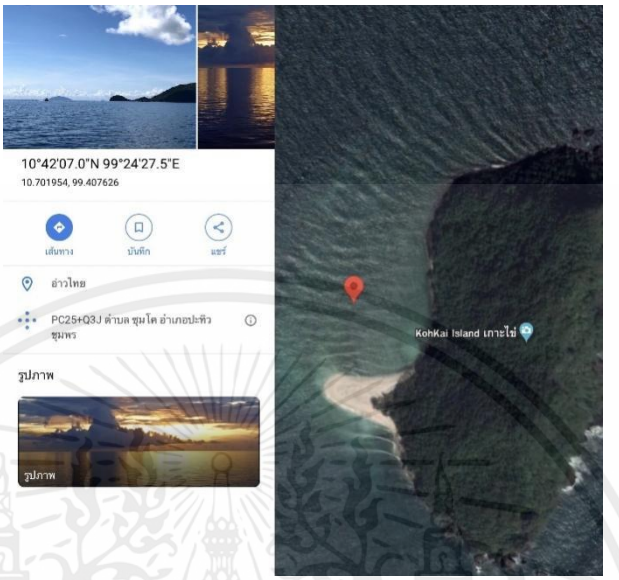
ครั้งที่ 6 หน้าเกาะไข่(พิกัด 10 42'10.4"N 99 24'28.9"E),(10.702882 ,99.408013)
(ภาพที่35)



ภาพที่ 35 สถานที่ดำเนินการศึกษา ครั้งที่ 6

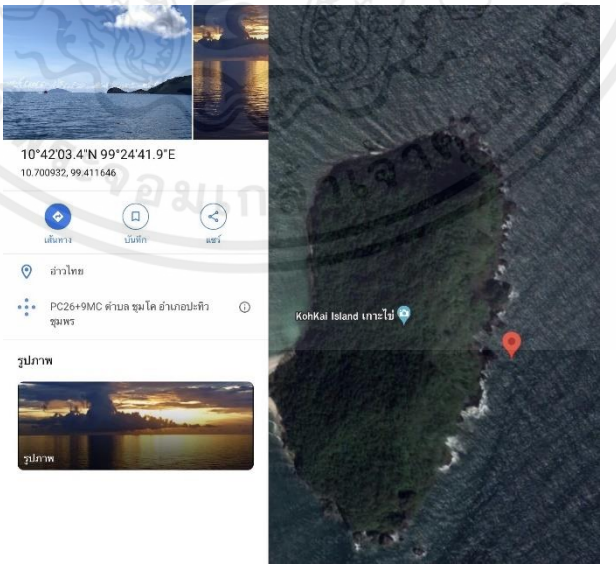
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ครั้งที่ 7</u> หน้าเกาะไข่ (พิกัด 10 42'07.0"N 99 24'27.5"E),(10.701954 ,99.407626) (ภาพที่36)



ภาพที่ 36 สถานที่ดำเนินการศึกษา ครั้งที่ 7

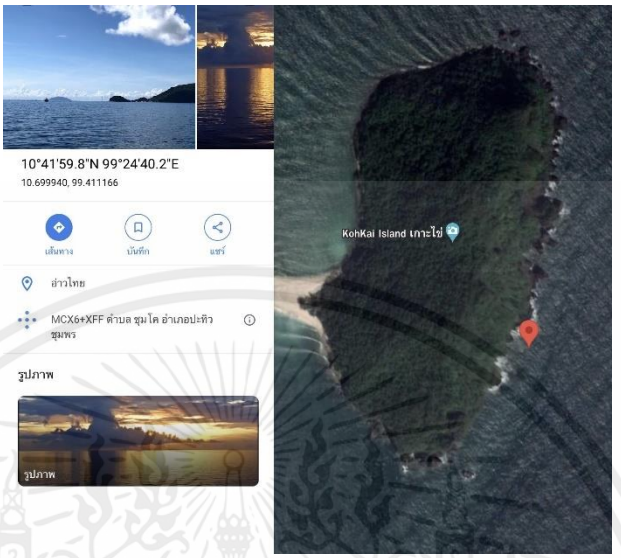
<u>ครั้งที่ 8</u> หลังเกาะไข่ (พิกัด 10 42'03.4"N 99 24'41.9"E),(10.700932 ,99.411646) (ภาพที่37)



ภาพที่ 37 สถานที่ดำเนินการศึกษา ครั้งที่ 7

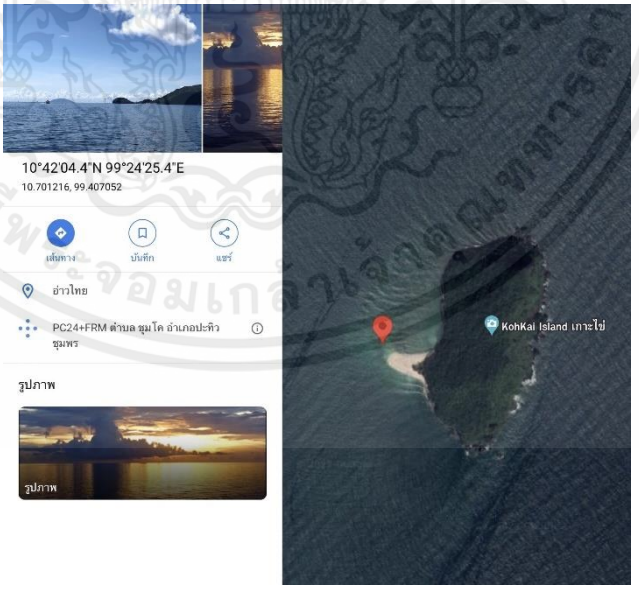
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครั้งที่ 9 หลังเกาะไข่ (พิกัด 10 41'59.8"N 99 24'40.2"E),(10.699940 ,99.411166) (ภาพที่38)



ภาพที่ 38 สถานที่ดำเนินการศึกษา ครั้งที่ 9

ครั้งที่ 10 หน้าเกาะไข่ (พิกัด 10 42'04.4"N 99 24'25.4"E),(10.701216 ,99.407052) (ภาพที่39)



ภาพที่ 39 สถานที่ดำเนินการศึกษา ครั้งที่ 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลและวิจารณ์

ผลการศึกษา

จากการศึกษาผลของชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ เพื่อเพิ่มอัตราการรอดตายในหมึกหอมระหว่างการขนส่ง เป็นระยะเวลา 10 ครั้ง พบว่าปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่ออัตราการรอดตายของหมึกหอมนั้นหลายประการ ดังต่อไปนี้

สภาพอากาศในการศึกษาชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ จำนวน 10 ครั้ง โดยภาพรวม มีฝนตก สลับแดดออก มีคลื่นลมไม่แรงมาก

1.การเจริญของหมึก

1.1 ความยาวและน้ำหนักตัวของหมึกหอม

หมึกหอมที่ขนส่งโดยชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ จำนวน 10 ครั้ง ในแต่ละครั้งนั้น จะสุ่มความยาวและน้ำหนักของหมึกหอม 3 ขนาดในถังลำเลียง คือ เล็ก กลาง และใหญ่ เพื่อนำมามาเฉลี่ยโดยมีความยาวและน้ำหนักเฉลี่ย กล่าวคือ ความยาวเฉลี่ย 27.87±3.19 เซนติเมตร/ตัว ความยาวต่ำสุดเฉลี่ย 23.67±3.06 เซนติเมตร/ตัว และความยาวสูงสุด 31.67±10.41 เซนติเมตร/ตัว และน้ำหนักเฉลี่ย 106.73±28.54 กรัม/ตัว น้ำหนักต่ำสุด 66.00±4.00 กรัม/ตัว และน้ำหนักสูงสุด 139.67±72.67 กรัม/ตัว (ตารางที่ 2 และ ภาพที่ 40)

ภาพที่ 40 การวัดขนาดความยาวของหมึกหอมในระหว่างการศึกษาผลของชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยจำนวนหมึกหอม (ตัว) น้ำหนัก (กรัม/ตัว) และความยาว (เซนติเมตร/ตัว) ของหมึกหอมที่ยังมีชีวิตอยู่ซึ่งได้จากการลำเลียงด้วยชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ

ครั้งที่	จำนวนหมึกหอม (ตัว)	น้ำหนัก (กรัม/ตัว)	ความยาว (เซนติเมตร/ตัว)
1	9	99.00±22.61	26.67±3.51
2	6	139.67±72.67	31.67±10.41
3	10	135.33±56.19	31.67±8.50
4	6	82.33±7.51	24.00±4.00
5	14	73.67±12.34	28.00±9.17
6	25	66.00±4.00	23.67±3.06
7	20	125.67±107.73	27.33±11.37
8	18	84.67±4.73	24.33±1.53
9	8	125.67±64.93	30.33±2.35
10	5	135.33±54.01	31.00±8.89
ค่าเฉลี่ย	12.10±6.85	106.73±28.54	27.87±3.19
ค่าระหว่าง	5-25	66.00±4.00 - 139.67±72.67	27.33±11.37 - 31.67±10.41

หมายเหตุ น้ำหนักของหมึกหอมเฉลี่ย 106.73±28.54 กรัม/ตัว มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่สูง เนื่องจาก น้ำหนักเฉลี่ย ของหมึกหอมมีน้ำหนักที่ต่างกันมากในบางครั้งของการศึกษา

1.2 ความหนาแน่นของหมึกหอมและอัตราการรอดตาย

ในถัง 200 ลิตร น้ำทะเลที่หมุนเวียนที่ครึ่งถังคือ 100 ลิตร พบว่าในแต่ล่ะครั้งการศึกษานั้น ไม่มีอัตราการรอดตายที่เป็น 0% ส่วนอัตรารอดตายจะสูงหรือต่ำในแต่ละครั้งการศึกษานั้น ขึ้นอยู่กับจำนวนและความหนาแน่นของหมึกหอมในแต่ละครั้ง จำนวนหมึกหอมเฉลี่ย 12.10±6.85% ตัว/ครั้ง อัตราการรอดตายเฉลี่ย 58.23±21.65 ความหนาแน่นที่ต่ำสุดคือ 5 ตัว/ครั้ง จะมีอัตราการรอดตายสูงถึง 80% ส่วนความหนาแน่นที่สูงสุดคือ 25 ตัว/ครั้ง จะมีอัตราการรอดตายเพียง 36% โดยใช้เวลาในการลำเลียง 5 ชั่วโมง (ตารางที่ 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 อัตรารอดตายเฉลี่ย (%) ของหมึกหอมที่ยังมีชีวิตอยู่ซึ่งได้จากการลำเลียงด้วยชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ

ครั้งที่	จำนวนหมึกหอมมีชีวิตที่จับได้จากทะเลและใส่ถังลำเลี้ยง (ตัว)	จำนวนหมึกหอมที่ยังมีชีวิตเมื่อลำเลี้ยงมาถึงฝั่ง (ตัว)	อัตราการรอดตายจากการลำเลี้ยง (%) (ระยะเวลาในการลำเลี้ยง 5 ชั่วโมง)
1	9	3	33.33
2	6	2	33.33
3	10	4	40.00
4	6	5	83.33
5	14	12	85.71
6	25	9	36.00
7	20	12	60.00
8	18	10	55.55
9	8	6	75.00
10	5	4	80.00
ค่าเฉลี่ย	12.10±6.85	6.70±3.74	58.23±21.65
ค่าระหว่าง	5-25	2-12	33.33-83.33

หมายเหตุ สภาพแวดล้อมส่วนใหญ่มีสภาพอากาศขณะลำเลียงคือ ครึ่มฝน และมีฝนตกเล็กเล็กน้อย สลับกับมีแดดจ้า ลม เงียบและคลื่นไม่สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.คุณภาพน้ำ

2.1 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ (ก่อนและหลัง) จากการใส่หมึกหอมที่ยังมีชีวิตที่จับได้จากทะเลลงถังลำเลียง (ตารางที่ 4)

2.1.1 <u>ความเป็นกรดด่าง</u>

ความเป็นกรดด่างเฉลี่ยก่อนใส่หมึกหอมมีค่าเฉลี่ย 8.22±0.06 ค่าสูงสุด 8.35±0.02 ค่าต่ำสุด 8.12±0.01 ส่วนความเป็นกรดด่างเฉลี่ยหลังใส่หมึกหอมลงถังลำเลียงคือ 8.15±0.07 ค่าสูงสุด 8.28±0.04 ค่าต่ำสุด 8.02±0.02 โดยมีค่าต่างกันก่อนและหลังใส่หมึกคือ 0.08±0.02

2.1.2 <u>อุณหภูมิ</u>

อุณหภูมิเฉลี่ยน้ำในถังลำเลี้ยงก่อนใส่หมึกหอมเฉลี่ย 20.43±1.90 องศาเซลเซียส ค่าสูงสุด 24.44±0.02 องศาเซลเซียส ค่าต่ำสุด 18.8±0.03 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิเฉลี่ยหลังใส่หมึกหอมลงถังลำเลียงแล้วมีค่าเฉลี่ย 20.43±1.89 องศาเซลเซียส ค่าสูงสุด 24.44±0.02 องศาเซลเซียส ค่าต่ำสุด 18.8±0.02 องศาเซลเซียส

2.1.3 <u>ความเค็ม</u>

น้ำที่ลำเลียงหมึกหอมมีความเค็มเฉลี่ยก่อนใส่หมึกหอมอยู่ที่ 33.58±0.24 ส่วนในพัน มีค่าสูงสุด 33.90±0.02 ส่วนในพัน ค่าต่ำสุด 33.10±0.01 ส่วนในพัน ส่วนความเค็มเฉลี่ยหลังใส่หมึกหอมลงถังลำเลียงแล้ว 33.54±0.28 ส่วนในพัน ค่าสูงสุด 33.90±0.01 ส่วนในพัน ค่าต่ำสุด 33.20±0.00 ส่วนในพัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ (ก่อนและหลัง) จากการใส่หมึกหอมที่ยังมีชีวิตที่จับได้จากทะเลลงถัง ลำเลียงด้วยชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ

ครั้งที่	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ					
	ความเป็นกรดด่าง		อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		ความเค็ม (ส่วนในพัน)	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1	8.26±0.02	8.18±0.06	19.40±0.01	19.50±0.02	33.50±0.01	33.50±0.02
2	8.21±0.00	8.14±0.04	18.90±0.01	18.90±0.01	33.90±0.02	33.90±0.01
3	8.18±0.01	8.11±0.05	20.20±0.02	20.20±0.02	33.50±0.01	33.20±0.00
4	8.25±0.00	8.17±0.08	19.30±0.01	19.40±0.02	33.80±0.02	33.40±0.01
5	8.35±0.02	8.28±0.04	21.30±0.03	21.30±0.03	33.60±0.01	33.30±0.02
6	8.23±0.03	8.15±0.07	20.20±0.02	20.20±0.02	33.40±0.01	33.20±0.01
7	8.12±0.01	8.05±0.06	18.80±0.03	18.80±0.02	33.50±0.02	33.80±0.01
8	8.23±0.02	8.17±0.07	18.90±0.01	18.80±0.02	33.60±0.02	33.80±0.02
9	8.25±0.03	8.20±0.05	22.90±0.01	22.90±.0.01	33.90±0.01	33.90±0.01
10	8.15±0.00	8.02±0.06	24.40±0.02	24.40±0.02	33.10±0.01	33.40±0.01
ค่าเฉลี่ย	8.22±0.06	8.15±0.07	20.43±1.90	20.44±1.89	33.58±0.24	33.54±0.28
ค่าระหว่าง	8.12-8.35	8.02-8.28	18.80-24.40	18.80-24.40	31.10-33.90	33.20-33.90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การทดลองการทำงานและการปรับปรุงแก้ไข้ชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิต

ดำเนินการทดสอบการทำงานของชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ เพื่อศึกษาถึงปัญหาที่เกิดขึ้นและดำเนินการแก้ไขในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 5 การทดสอบการทำงานและการปรับปรุงแก้ไขชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ (ตารางที่ 5)

รายการ	**ขั้นตอนการดำเนินงาน**	
	การทดสอบการทำงานของระบบของชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิต	**การปรับปรุงระบบของชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิต**
1	-การวัดขนาดและชั่งน้ำหนักของหมึกหอมที่จับได้ก่อนลงถังลำเลียง ส่งผลให้หมึกหอมแสดงอาการเครียดและพ่นน้ำหมึกออกมามาก ทำให้หมึกหอมส่วนใหญ่ตาย	-เปลี่ยนวิธีการการเก็บข้อมูลน้ำหนักและความยาวของหมึกหอมที่จับได้ เป็นหลังจากที่ใส่หมึกหอมลงถังลำเลียงได้ระยะหนึ่งแล้ว เพื่อให้หมึกหอมปรับตัวระยะหนึ่งในถังลำเลียงก่อน แล้วนำหมึกหอมมาวัดขนาดและชั่งน้ำหนัก
2	-ปั๊มน้ำไม่สามารถดูดน้ำเข้าถังลำเลียงได้ขณะเรือวิ่ง เนื่องจากกระแสน้ำข้างเรือค่อนข้างแรงเป็นผลให้หัวกะโหลกของปั๊มลอยขึ้นมาตามกระแสน้ำ	-นำเชือกมามัดรอบบริเวณด้านล่างของแคมเรือ จากนั้นผูกเชือกติดกับท่อหัวกะโหลกปั๊มน้ำ เพื่อไม่ให้เกิดการเคลื่อนที่ตามกระแสน้ำ
3	-เมื่อมีแดดค่อนแรง หมึกหอมว่ายมาหลบรวมกันที่เงาถังด้านใดด้านหนึ่ง	-นำสแลนดำมาคลุมปิดปากถังทดลองไว้ เพื่อบังแดดที่จะส่งลงถัง
4	-หากได้หมึกหอมในช่วงเวลาไล่เลี่ยกัน หมึกจะพ่นน้ำหมึกออกมาอย่างต่อเนื่อง ทำให้น้ำในถังลำเลียงดำขุ่นมาก ค่า pH ลด และหมึกหอมจะตายในเวลาต่อมา	-พักหมึกหอมที่จับได้ ไว้ในตะกร้าลอยน้ำในทะเลก่อน เพื่อให้หมึกหอมพ่นน้ำหมึกออกไป เจือจางกับน้ำทะเล สามารถลดการพ่นน้ำหมึกในถังลำเลียงได้
5	-หากได้หมึกหอมในปริมาณที่มากกว่าปกติ พบว่าน้ำจะเป็นฟองเกิดขึ้นจำนวนมาก (อันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของหมึกหอมที่อยู่อย่างหนาแน่น พบการตายขณะลำเลียง)	- เบาปั๊มอากาศลง เพื่อลดการเกิดฟอง และเปิดให้น้ำทะเลเข้ามาไหลเวียน นำฟองออกให้มากที่สุด ลดคาร์บอนไดออกไซด์ และเพิ่มออกซิเจนในน้ำให้เพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้อัตราการรอดตายระหว่างลำเลียงเพิ่มสูงขึ้นขึ้น
6	-อุปกรณ์ส่วนใหญ่จะมีคราบเกลือจากน้ำทะเลเกาะ เป็นผลให้ปั๊มอากาศ หน้าจอแสดงผล และขั้วของแบตเตอรี่ ไม่ทำงานอยู่บ่อยครั้ง	- เมื่อสิ้นสุดการทดลองในแต่ล่ะครั้ง ควรทำความสะอาดด้วยผ้าชุบน้ำสะอาดบิดให้หมาดๆ เช็ดทำความสะอาด จากนั้นเป่าให้แห้งด้วยไดร์เป่าผม ลมร้อน

วิจารณ์

การจัดทำชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ ซึ่งใช้ pH sensor ในการตรวจจับคุณภาพน้ำ สามารถทำได้สำเสร็จตามที่มีการออกแบบไว้ มีประสิทธิภาพในการใช้งานค่อนข้างดี สามารถใช้ในการขนส่งหรือลำเลียงหมึกหอมได้จริง สอดคล้องกับ กิติศักดิ์ และ ธนโชติ (2564) รายงานว่า pH sensor ในค่าที่เหมาะสม ซึ่งค่าที่เหมาะสมของน้ำ มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ที่ 5-8.5 และอุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ที่ 23-32 องศาเซลเซียส นิติพงษ์ และคณะ (2560) รายงานว่าบ่อเลี้ยงปลาแฟนซีคาร์พ วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยระบบควบคุมความเป็นกรด-ด่างและออกซิเจนละลายน้ำสามารถควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 7.0-7.5 และสามรถควบคุมออกซิเจนโดยการเติมอากาศลงในน้ำเพื่อให้ได้ค่าไม่น้อยกว่า 7 มิลลิกรัม/ลิตร วรุตม์ และคณะ (2558) ติดตั้งระบบควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่างแบบอัตโนมัติ กับบ่อกุ้งจำลองเป็นตู้ปลาขนาด 48 นิ้ว เมื่อค่า pH ของน้ำในตู้ปลาสูงกว่า 7.5 ระบบควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่างแบบอัตโนมัติสั่งโซลีนอยด์วาส์วของถังสารละลายเพิ่มค่า pH ไม่ทำงาน และโซลีนอยด์วาล์วของถังสารละลายลดค่า pH ทำงาน ในขณะทำการศึกษาลำเลียงขนส่งหมึกหอมที่จับได้จากทะเลใส่ลงในถังพลาสติกที่ติดตั้งด้วยชุดต้นแบบข่นส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ หมึกหอมจะมีการพ่นน้ำหมึกออกมาในถังลำเลียง พบว่าน้ำหมึกนั้นมีค่าความเป็นกรดอ่อน ค่า pH ของน้ำทะเลในถังลดลงจากเดิมประมาณ 0.07 ระบบประมวลผลส่งกระแสไฟให้ปั๊มน้ำทำงานดูดน้ำทะเลเข้ามาหมุนเวียน ค่าความเป็นกรดด่างที่มีการเปลี่ยนแปลงนั้นอยู่ที่ 8.15±0.07 จากเดิมที่อยู่ 8.22±0.06 มีการเปลี่ยนแปลงไป 0.07±0.02 ซึ่งค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำหรือค่า pH เป็นดรรชนีที่สำคัญที่สุดประการหนึ่งในการบ่งบอกคุณภาพน้ำ การเปลี่ยนแปลงของค่า pH นอกการจะมีผลโดยตรงต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำแล้ว ยังมีผลสืบเนื่องต่อระดับการแสดงออกของความเป็นพิษปัจจัยอื่น ๆ ในระบบนิเวศ เช่น แอมโมเนียและโซเดียมซัลไซด์ เป็นต้น หาก pH ของน้ำทะเลในถังที่มีใส่หมึกหอมมีการลดลงเพียงแค่ 0.08±0.02 ไปจากเดิมอาจไม่ส่งผลให้สัตว์น้ำชนิดอื่นตายหรือเป็นพิษได้ แต่ในหมึกหอมนั้นพบว่า หากไม่มีการจัดการก็จะตายในเวลาต่อมาไม่เกิน 5 นาที เป็นผลมาจากหมึกเป็นสัตว์น้ำที่หายใจด้วยเหยือกอันปราศจากโครงร่างแข็งปกปิด เช่นเดียวกันกับผิวหนังของลำตัวหมึกเอง จึงย่อมจะมีปฏิกิริยาว่องไวในการตอบสนองภาวะที่ pH เปลี่ยนแปลง (จารุวัฒน์ และคณะ2534) อีกทั้งหมึกนั้นมีอวัยวะรับสัมผัสในส่วนของ olfactory organ เป็นอวัยวะรับสัมผัสทางเคมีสำหรับตรวจสอบคุณภาพน้ำที่จะไหลผ่านเข้าไปในช่องตัว อวัยวะนี้เป็นบริเวณเล็กๆ อยู่ 2 ข้างของหัว ลักษณะเป็นหลุมหรือเป็นปุ่ม แล้วแต่ชนิดของหมึก (เจิดจินดา ,2536) ประกอบกับหมึกหอมนั้น เป็นหมึกที่พึ่งจับได้จากทะเลใส่ลงถังลำเลียงเป็นผลให้มีความเครียดหรือตื่นตกใจง่าย เมื่อหมึกตกใจจะพุ่งตัวไปทางด้านหลังชนกับถังขอบถังลำเลียง พร้อมกับปล่อยน้ำหมึกออกมาทางท่อขับน้ำ ทำให้หมึกบอบช้ำและอ่อนแอลง ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ส่งผลให้การให้ค่าความเป็นกรด-ด่างนั้นมีส่วนสำคัญ การทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในสภาวะที่เหมาะสมหรืออยู่ในระดับน้ำทะเลปกติ มีผลต่ออัตรารอดตายของหมึกหอมที่สูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในขณะที่จำนวนความหนาแน่นและขนาดของตัวหมึกหอมนั้นก็มีผลต่ออัตราการรอดตายด้วย จากการศึกษาพบว่าความหนาแน่นที่มากกว่าจะมีอัตราการรอดตายต่ำกว่าความหนาแน่นที่น้อย หนาแน่นที่ 25 ตัว/ครั้ง มีอัตราการรอดตายเพียง 36 % ส่วนความหนาแน่นที่ 5 ตัว/ครั้ง มีอัตราการรอดตายสูงถึง 80 % ในถังทรงกลมขนาด 200 ลิตร มีน้ำหมุนเวียนอยู่ที่ 100 ลิตร ความหนาแน่นที่เหมาะสมในการศึกษาครั้งนี้ ไม่ควรเกิน 12 ตัว/ครั้ง ในถังลำเลียงทรงกลม 200 ลิตร และขนาดหมึกหอมที่ใหญ่กว่ามีอัตราการรอดตายต่ำกว่าขนาดหมึกหอมที่เล็กกว่า น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวที่มาก 139.67±72.67 กรัม มีอัตรารอดตายที่ 33.33% กรัม น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวที่น้อย 82.33±7.51 มีอัตรารอดตายถึง 83.33%

การปรับปรุงชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ หัวโพลบวัดค่า pH ของน้ำทะเลที่จุ่มลงในถังตรวจวัดค่า pHได้ไม่เสถียรในน้ำที่มีการไหลเวียนตลอดเวลาจึงต้องมีการทำจุดจุ่มขึ้นมาในถังโดยการใช้แก้วพลาสติกใส่ลงไป เจาะรู้ให้น้ำไหลเวียนเข้าออกได้ ในส่วนของปั๊มน้ำนั้น ไม่สามารถดูดน้ำเข้าถังลำเลียงได้ขณะเรือวิ่ง เนื่องจากกระแสน้ำข้างเรือค่อนข้างแรงเป็นผลให้หัวกะโหลกของปั๊มลอยขึ้นมาตามกระแสน้ำ ทำการนำเชือกมามัดรอบบริเวณด้านล่างของแคมเรือ จากนั้นผูกเชือกติดกับท่อหัวกะโหลกปั๊มน้ำ เพื่อไม่ให้เกิดการเคลื่อนที่ตามกระแสน้ำ และมีการนำสแลนดำมาคลุมปิดปากถังทดลองไว้ เพื่อบังแดดที่จะส่งลงถัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1.สามารถสร้างชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติได้สำเร็จสมบูรณ์ซึ่งประกอบไปด้วยระบบเติมน้ำและระบบเติมอากาศ มีประสิทธิภาพใช้งานได้จริงใช้งานได้จริง

2.ชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ มีประสิทธิภาพในการขนส่งหรือลำเลียงหมึกหอมจากทะเลมาจนถึงฝั่งได้โดยมีอัตรารอดตายเฉลี่ย 58.23 ±21.65% ใช้งานง่าย สะดวก และมีความแม่นยำสูง

ข้อเสนอแนะ

ข้อแนะนำ

1.การนำไปใช้งานในภาคสนามหรือในทะเลนั้น สภาพภูมิอากาศ คลื่นลมกระแสน้ำมีผลต่อการทำงานของชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิต และมีผลต่อการจับหมึกหอม

2.เมื่อสิ้นสุดการทดลองในแต่ล่ะครั้ง ควรทำความสะอาดด้วยผ้าชุบน้ำสะอาดบิดให้หมาดๆ เช็ดทำความสะอาด จากนั้นเป่าให้แห้งด้วยไดร์เป่าผม ลมร้อนหรือผึ่งแดด เนื่องจากอุปกรณ์ส่วนใหญ่จะมีคราบเกลือจากน้ำทะเลเกาะ เป็นผลให้ปั๊มอากาศ หน้าจอแสดงผล และขั้วของแบตเตอรี่ ไม่ทำงานอยู่บ่อยครั้ง

3.ควรพักหมึกหอมที่จับได้ ไว้ในตะกร้าลอยน้ำในทะเลก่อน เพื่อให้หมึกหอมพ่นน้ำหมึกออกไป เจือจางกับน้ำทะเล สามารถลดการพ่นน้ำหมึกในถังลำเลียงได้

4.ควรเช็คสภาพภูมิอากาศล่วงหน้าก่อนออกไปศึกษา เช่น ความสูงของคลื่น ความเร็วของกระแสลม ช่วงน้ำขึ้นน้ำลง มีผลต่อการจับหมึกหอม ส่วนใหญ่จับหมึกหอมได้ช่วงน้ำขึ้นสูงสุด และมีคลื่นลมที่ไม่แรง

5.ควรสวมใส่เสื้อชูชีพทุกครั้งเพื่อความปลอดภัย ในกรณีที่เกิดเหตุการไม่คาดคิดเกิดขึ้น

6.ควรมีอุปกรณ์ช่างติดเรือไปด้วยทุกครั้ง ในกรณีที่เครื่องยนต์เรือมีปัญหาสามารถซ่อมแซมได้

7.ควรทำความรู้จักและสนิทกับชาวประมงพื้นบ้านบริเวณนั้น หากมีปัญหาหรือฉุกเฉินจะได้รับการช่วยเหลือทันทีท่วงที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>การประยุกต์ใช้งาน</u>

1.สามรถนำหมึกหอมที่ลำเลียงได้ไปขายร้านอาหารเป็นหมึกเป็นแบบซาซิมิ (ทดลองเบื้องต้น) สามารถเพิ่มอาชีพและรายได้ให้แก่นักศึกษา อีกทั้งให้ความรู้แก่ผู้ที่สนใจหรือชาวประมงพื้นบ้าน

3.สามรถนำหมึกหอมที่ลำเลียงได้ไปเลี้ยงต่อในบ่อของอาคารศูนย์เพาะพันธุ์สัตว์ทะเลพระจอมเกล้าฯ เพื่อศึกษาและวิจัยที่เกี่ยวข้องต่อในอนาคต

4.สามารถนำชุดต้นแบบการขนส่งหมึกหอมมีชีวิตแบบอัตโนมัติ ไปประยุกต์ใช้กับการขนส่ง/ลำเลียงสัตว์น้ำชนิดอื่นๆ เช่น หมึกกล้วย ปลาทะเลที่มีขนาดกลาง และในการขนส่งพ่อ-แม่พันธุ์ปลานิล ตลอดจนพ่อ-แม่พันธุ์สัตว์น้ำเพื่อนำมาเพาะขยายพันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กัญญาภา เลิศอิทธิเวช. 2560. **เทคนิคที่เหมาะสมในการขนส่งหมึกหอม (*Sepioteuthis lessoniana* Lesson, 1830) ที่มีชีวิต**. วิทยานิพนธ์. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ทางทะเล. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน. 98 หน้า.

กุลวรา แสงรุ่งเรือง. 2536. โรคและพยาธิของปลาหมึก. **เอกสารเผยแพรฉบับที่ 1/2536**. สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดระยอง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 19 หน้า

กิตติศักดิ์ โอมาก. 2564. **การตรวจสอบและการควบคุมของระบบเลี้ยงปลาอัจฉริยะ.** ปริญญานิพนธ์ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา. 24 หน้า

จรัสศรี อางตันญา กาญจนา บุษบงค กรอร วงษกำแหง อิสริยะ อีดเกิด และ สาโรช อุบลสุวรรณ. 2549. ตัวอย่างต้นแบบชนิดใหมของโลกในพิพิธภัณฑสัตวและพืชทะเล สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝงทะเลและปาชายเลน. **เอกสารเผยแพรกลุมพิพิธภัณฑและสถานแสดงพันธุสัตว์และพืชทะเลลำดับที่ 4**. 45 หนา.

จรัสศรี อ๋างตันญา ศิรินทิพย์ สังข์จีน วัชรากรณ์ ไตรพาณีชย์กุล กาญจนา บุษบงค์ และปรียา พัฒคง ถาวร. 2550. ตัวอย่างปลาหมึกในพิพิธภัณฑ์สัตว์และพืชทะเล. สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝงทะเลและปาชายเลน. **เอกสารเผยแพร่กลุมพิพิธภัณฑและสถานแสดงพันธุสัตว์และพืชทะเลลำดับที่ 5**. 69 หน้า

จารุวัฒน์ นกีตะภัฏ. 2526. ลักษณะกายนอกและพฤติกรรมทางเพศของปลาหมึกหอม. **รายงานวิชาการฉบับที่ 1/2526**. สถานีประมงน้ำกร่อยจังหวัดระยอง, กองประมงน้ำกร่อย. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 23 หน้า

จารุวัฒน์ นภีตะภัฏ. 2536. ชีวประวัติและพฤติกรรมของปลาหมึกจากการเพาะเลี้ยง. **เอกสารวิชาการฉบับที่ 5/2536**. สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดระยอง, กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง, กรุงเทพฯ. 44 หน้า

จารุวัตน์ นภีตะภัฏ และ สมนึก กบิลรัมย์. 2524. การทดลองเลี้ยงหมึกหอม (*Sepioteuthis lessoniana*). **รายงานประจำปี 2524**. สถานีประมงทะเลจังหวัดระยอง. กรมประมง. หน้า 74-99.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จารุวัฒน์ นภีตะภัฏ สมนึก กบิลรัมย์ และ ยงยุทธ สุดมี 2534. ผลของความเป็นกรด-ด่างของน้ำต่ออัตราการรอดตายของลูกปลาหมึก. **เอกสารวิชาการฉบับที่ 17/2534.** สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดระยอง, กองเพาะเลี้ยงชายฝั่ง, กรมประมง. 11 หน้า.

เจิดจิดา โชติยะปุตตะ. 2536. ชีววิทยาของปลาหมึก. **เอกสารประกอบคำบรรยายในการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ "ชีววิทยา และ การเพาะเลี้ยงปลาหมึก"** สถานีเพาะเลี้ยงสัตวน้ำชายฝั่งจงหวัดระยอง ระหวาง 12–16 กรกฎาคม 2536: 21 หนา.

เจิดจิดา โชติยะปุตตะ ทาคาชิ โออุตานิ และสมนึก ใช้เทียมวงศ์. 2535. การศึกษาชนิดของปลาหมึกในประเทศไทย. **รายงานเสนอคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ตามโครงการความร่วมมือระหว่างประเทศ JSPS-NRCT.** 100 หน้า

ชนัญญา พินศรี จรวย สุขแสงจันทร์ และจินตนาส และน้อย. 2563. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล. องค์ประกอบและการประยุกต์ใช้น้ำหมึกจากปลาหมึกบางชนิด Composition and Application of Ink from Cephalopods. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. **28(10) หน้า** 1772-1779.

ฐิติมา เอียดแก้ว. 2564. **สถานการณ์สินค้าหมึกและผลิตภัณฑ์ของไทยในช่วง 9 เดือนแรกของปี 2564**. กลุ่มเศรษฐกิจการประมง กองนโยบายและพัฒนาการประมง 10 หน้า. แหล่งที่มา https://www.fisheries.go.th, เข้าถึงเมื่อวันที่ 15 พฤษภาคม 2565.

ดนัย สมใจ อรอุมา พาลเสือ และสมหมาย เชี่ยววรีสัจจะ. 2551. ความเป็นพิษและประสิทธิภาพของน้ำมันกานพลูในการสลบปลากัดจีน. **วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ สงขลา**.11 (2): 30-38.

ธนิษฐา ทรรพนันทน์ และ วีรชัย เพชรสุทธิ์. 2543. พฤติกรรมของหมึกหอม (*Sepioteuthis lessoniana* Lesso) ที่เลี้ยงไว้ในกระชัง บริเวณอ่าวสิเกา จังหวัดตรัง. **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 38.** ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 28 หน้า.

นาวิน มหาวงศ์ เมธา คชาภิชาติ ปฏิพัทธ์ อภิธนกุล และประ โยชน์ บุญประเสริฐ. 2549. กานพลูพืชสารพัดประโยชน์และการทดลองเบื้องต้นในการใช้น้ำมันกานพลูเป็นยาสลบในปลาน้ำจืดที่สำคัญทางเศรษฐกิจบางชนิด. **วารสารการประมง** 59 (6): 524-532.

ไพศาล สิทธิกรกุล. 2517. การศึกษาชนิดปลาหมึกในอ่าวไทย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ. 237 หน้า.

มาลา สุพงษ์พันธุ์. 2538. ทรัพยากรและการประมงปลาหมึกในอ่าวไทย. หน้า 181-202. ใน**:เอกสารสรุปผลการสัมมนาเชิงปฏิบัติการเรื่อง ชีววิทยาและการเพาะเลี้ยงปลาหมึก, 12-16 กรกฎาคม 2536**. สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดระยอง, กรมประมง. 30 หน้า**.**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาลา สุพงษ์พันธุ์, กรุณา คงหมวก และสุพล จิตรพงษ์. 2531. การประมงหมึกหอมในอ่าวไทย. **รายงานวิชาการฉบับที่ 1/2531.** กองประมงทะเล, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 12 หน้า

มาลา สุพงษ์พันธุ์ และสมพร บุญเกิด. 2532. การประมงลอบหมึก (Squid trap fisheries). **เอกสารวิชาการเผยแพร่ฉบับที่ 3/2532.** สัมมนาชาวประมงกับการอนุรักษ์พันธุ์สัตว์น้ำ 14 - 15 ธันวาคม 2532 โรงแรมสยามธานี จ.สุราษฎร์ธานี, กลุ่มประเมินสภาวะทรัพยากรและการประมง, กองประมงทะเล, กรมประมง. 17 หน้า

มาโนช รุ่งราตรี. 2540. ชีววิทยาหมึกหอม (*Sepioteuthis lessoniana).* บริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออก. **เอกสารวิชาการฉบับที่ 65/2540**. ศูนย์พัฒนาประมงอ่าวไทยฝั่งตะวันออก. กรมประมง. 33 หน้า

วรุตม์ บุญเลี่ยม พรประสิทธิ์ บุญทอง และอาทิตย์ อยู่เย็น 2558. โครงการการพัฒนาระบบควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่างแบบอัตโนมัติในอุสาหกรรมการเลี้ยงกุ้ง. **Lnno 0016/2558.** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์. หน้า 4-22.

วิจิตรา ตุ้งชี อรสา บากา และสุนันทา โพธิ์งาม. 2559. ศึกษาวิธีการสลบกุ้งเครย์ฟิช. **วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์** 11 (1): หน้า 1-10.

วีรชัย เพชรสุทธิ์. 2542. **ชีววิทยาและการทำการประมงหมึกหอม (*Sepioteuthis lessoniana* Lesso) ด้วยลอบหมึกหอมบริเวณอ่าวสิเกาจังหวัดตรัง**. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน. 146 หน้า.

สนธยา ผุยน้อย 2558. **ประสิทธิภาพของหลอด LED (Light Emittng Diode) แสงสีต่างๆ ในการดึงดูดหมึกหอม (*Sepioteuthis lessoniana* Lesson,1830)**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ทางทะเล. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน. 137 หน้า.

สนธยา ผุยน้อย จรวย สุขแสงจันทร์ และ กมลพันธ์ อวัยวานนท์ 2560. พฤติกรรมของหมึกหอม (*Sepioteuthis lessoniana*) ในการเข้าลอบที่ประกอบแสงไฟ LED (Light Emitting Diode) สีต่างๆ. **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 1255-1262 หน้า**.**

สมนึก ใช้เทียมวงศ์. 2536. การจำแนกชนิดหมึกในอ่าวไทย. **เอกสารวิชาการฉบับที่ 23/2536.** กลุ่มชีวประวัติสัตว์ทะเล ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงอ่าวไทยตอนบน. กรมประมง. 78 หน้า**.**

สมนึก พรหมศร.2560. การศึกษา ปริมาณ และคุณภาพหมึกที่มีการนำเข้าส่งออกทางด่วนตรวจสัตว์น้ำของประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2556-2558. **เอกสารวิชาการฉบับที่ 1/2560**. ด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจสัตว์น้ำจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ศูนย์บริหารจัดการด่านตรวจสัตว์เขต 2 (กรุงเทพมหานคร) กองควบคุมการค้าสัตว์น้ำและปัจจัยการผลิต กรมประมง. 2560.

อัญชลีย ยะโกะ ประพัตร์ แก้วมณี ธรรมรัตน์ เลิศเกียรติรัชตะ เกศแก้ว เทศอาเส็น และ ธรรมรงค อินทรสุวรรณ์. 2556. ชีววิทยาการสืบพันธุ์ของหมึกหอม (*Sepioteuthis lessoniana Lesson*, 1830) ทางฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทย. **เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 5/2556 .** สำนักวิจัยและพัฒนาประมงทะเล. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงทะเลฝั่งอันดามัน (ภูเก็ต). 29 หน้า.

อัญญานี แย้มรุ่งเรือง. 2559. การสำรวจทรัพยากรหมึกหอมบริเวณอ่าวไทยตอนบน Resources Survey on Bigfin reef Squid in the upper Gulf of Thailand. **เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 1/2559.** ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยตอนบน (สมุทรปราการ). สถาบันวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีประมงทะเล. กองวิจัยและพัฒนาประมงทะเล. กรมประมง.14 หน้า.

Bidder, A.M. 1964. Feeding and Digestion in Cephalopods, pp. 97-124. In Karl M. Wilbur and C.M. Yonge, eds. **Physiology of Mollusca Vol. I.** Acandemic Press, New York.

Bower, J.R., S. Yasunori, Y. Jun and I. Hiroshi. 1999. Transport of the Ommastrephid SquidTodarodes pacificus under Cold-Water Anesthesia. **Aquaculture 170: 127-130.**

Chotiyaputta, C. 1989. Biology of Bigfin Reef Squid (*Sepioteuthis lessoniana*) in the Gulf of Thailand. **Technical Paper no. 8/1989**, Marine Fisheries Division, Department of Fisheries. 28 p.

Dong-Won, S., J. Lee, S. Im and I. Park. 2006. Clove oil as an anaesthetic for common octopus(Octopus minor, Sasaki). **Aquacult. Res. 38 (1): 45-49.**

Dunning, M.C., M.D. Norman and A.L. Reid.1998. Cephalopods. **In: Carpenter, K. E. ;Niem, V.H, Editors. FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Pacific. Volume 2 Cephalopods, crustaceans, holothurians and shark**s: 687-826.

Huss, H.H. 1995. **Quality and quality changes in fresh fish**. FAO Fisheries Technical Paper -348. Foodand Agriculture Oranganizationofthe United Nations (FAO). Rome.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Nesis, K.N. 1987. **Cephalopods of the world**. T.F.H. Publications, Inc. Lth. New Jersey.

Roper, C.F.E., M.J. Sweeney and C.E. Nauen. 1984. Cephalpods of the world. An Annotated and Illustrated Catalogue of Species of interest to Fisheries. FAO Species Catalogue. Vol. 3. **FAO Fish. Synop.** (125): 1-277.

Segawa, S. 1987. Life history of the oval squid S*epiotuehis lessoniana* in Kominato and adjacent water center Honshu, Japan. **J. Tokyo Univ. Fish** 74: 67-105.

www.ab.in.th/p/253 เข้าถึงเมื่อ 20 พฤษภาคม 2565.

w.w.w.aeykomson.com. เข้าถึงเมื่อ 25 พฤษภาคม 2565.

www.blackturtledive.com/th/koh-tao-marine-life/cephalopods. เข้าถึงเมื่อ 20 พฤษภาคม 2565.

www.carsinette.com. เข้าถึงเมื่อ 20 พฤษภาคม 2565.

www.cybertice.com. เข้าถึงเมื่อ 18 พฤษภาคม 2565.

WWW.DFRobot.com. เข้าถึงเมื่อ 18 พฤษภาคม 2565.

www.facebook.com/Yamashitamaria.Thailand. เข้าถึงเมื่อ 20 พฤษภาคม 2565.

www.ioxhop.com. เข้าถึงเมื่อ 28 พฤษภาคม 2565.

www.ninekaow.com. เข้าถึงเมื่อ 22พฤษภาคม 2565.

www.pngitem.com. เข้าถึงเมื่อ 28 พฤษภาคม 2565.

www.rigger.co.th. เข้าถึงเมื่อ 20 พฤษภาคม 2565.

www.tsuri-no-hito.com. เข้าถึงเมื่อ 18 พฤษภาคม 2565.

www4.fisheries.go.th เข้าถึงเมื่อ 22พฤษภาคม 2565.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติการศึกษา

ชื่อ	นายยุทธพงษ์ พรหมน้อย
เกิดวันที่	6 พฤศจิกายน 2542
สถานที่เกิด	อำเภอสวี จังหวัดชุมพร
ประวัติการศึกษา	มัธยมศึกษา: โรงเรียนทุ่งตะโกวิทยา จังหวัดชุมพร
	ปริญญาตรี: วิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้