

อิทธิพลของความเครียดเนื่องจากความร้อนต่อการตอบสนอง
ด้านสรีรวิทยาในหอยสองฝา *Isognomon nucleus*

Effect of Heat Stress to Physiological Response in Oyster

Isognomon nucleus



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2561

KMITL-2018-AG-M-081-268

อิทธิพลของความเครียดเนื่องจากความร้อนต่อการตอบสนอง
ด้านสรีรวิทยาในหอยสองฝา *Isognomon nucleus*

Effect of Heat Stress to Physiological Response in Oyster
Isognomon nucleus



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2561

KMITL-2018-AG-M-081-268

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Effect of Heat Stress to Physiological Response in Oyster

Isognomon nucleus



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN FISHERIES SCIENCE
FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2018

KMITL-2018-AG-M-081-268

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2018

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	อิทธิพลของความเครียดเนื่องจากความร้อนต่อการตอบสนองด้านสรีรวิทยาในหอยสองฝา <i>Isognomon nucleus</i>
นักศึกษา	นางสาว ชญานิศ มีโกลา
รหัสประจำตัว	56604045
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การประมง
พ.ศ.	2555
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มณฑล แก่นมณี

บทคัดย่อ

อุณหภูมิเป็นปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่สำคัญที่สุดปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการกำหนดขอบเขตการแพร่กระจาย และการดำรงชีวิตของสัตว์เลือดเย็นที่อาศัยอยู่ในเขตน้ำขึ้นน้ำลงของหาดหิน การศึกษานี้เป็นการศึกษาตอบสนองทางสรีรวิทยาในด้านต่างๆของหอยสองฝา *Isognomon nucleus* เมื่อได้รับความเครียดที่เกิดจากความร้อนที่เพิ่มขึ้น (thermal stress) ซึ่งประกอบด้วยการใช้อุปกรณ์ Robo-logger จำลองการเก็บบันทึกอุณหภูมิภายในตัวของสิ่งมีชีวิต ในบริเวณพื้นที่อยู่อาศัยในเขตน้ำขึ้นน้ำลงของหาดหิน หาดถ้ำพัง เกาะสีชัง ในพื้นที่ศึกษา A ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความลาดชันต่ำ และพื้นที่ศึกษา B ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง ตั้งแต่เดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคมปี 2016 และตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนสิงหาคมปี 2017 โดยอุณหภูมิภายใน Robo-logger สูงสุดเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 51.48 ± 3.38 องศาเซลเซียส ในเดือนมิถุนายนปี 2017 ที่ระดับน้ำขึ้นสูงสุดของพื้นที่ศึกษา A และอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยของทั้งสองพื้นที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) หลังจากนั้นนำข้อมูลอุณหภูมิภายใน Robo-logger ที่บันทึกได้มาใช้เป็นอุณหภูมิพื้นฐานในการศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาจากอัตราการเต้นของหัวใจเมื่อได้รับความเครียดที่เกิดจากความร้อนที่เพิ่มสูงขึ้น (Arrhenius Breakpoint Temperature ; ABT) และอุณหภูมิที่ทำให้ *I. nucleus* ตายร้อยละ 50 (Median Lethal Temperature ; LT_{50}) พบว่าอุณหภูมิสูงสุดที่ทำให้อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นสูงที่สุดก่อนลดต่ำลงจนไม่สามารถนับได้ (Breakpoint Temperature₃ ; BP3) เท่ากับ 47.35 ± 1.61 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิที่ทำให้หอยสองฝาชนิดนี้ตายร้อยละ 50 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 54.06 ± 0.58 องศาเซลเซียส แสดงให้เห็นว่า *I. nucleus* กำลังเผชิญกับสภาพแวดล้อมที่ใกล้ขีดจำกัดความสามารถในการทนต่อความร้อน ทำให้ต้องมีการปรับตัวอย่างมากเพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่รอดในสภาพแวดล้อมดังกล่าว หากไม่สามารถปรับตัวได้จะส่งผลกระทบต่อโครงสร้างประชากรของระบบนิเวศหาดหินนี้ จากการศึกษาสามารถนำข้อมูลที่นำไปใช้

ตรวจสอบหรือคาดการณ์ผลที่จะเกิดขึ้นกับสิ่งมีชีวิตเมื่ออุณหภูมิในสิ่งแวดล้อมมีแนวโน้มสูงขึ้น
เนื่องจากภาวะโลกร้อน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Theis Title	Effect of Heat Stress to Physiological Response in Oyster <i>Isognomon nucleus</i>
Student	Miss Chayanid Meepoca
Student ID	56604045
Degree	Master of Science
Program	Fisheries Science
Year	2012
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Monthon Ganmanee

ABSTRACT

Temporal structures in environmental conditions can drive the evolution of physiological adaptations in species to reconcile predictable shifts in the environments. The oyster, *Isognomon nucleus*, is abundant in the high shore in the tropics and as such experiences an extreme thermal regime that regularly exceeds its tolerance limits. To determine how this oyster thrives in this extreme environment its thermal physiology was quantified using cardiac performance, lethal temperature and their thermal environments measured using onshore high-resolution, long time-series temperature measurements. iButton dataloggers were deployed to record rock surface temperature variation on two shores (Site A and B) within the same bay on Sichang Island. Temperatures were logged either hourly (from April to October, 2016 and January to August, 2017) along three tidal heights vertically across the oyster band. Result showed that the highest temperature was recorded in June 2017 (51.48 ± 3.38 °C). In laboratory thermal ramping experiments, heart rates of the oysters were recorded using noninvasive plethysmography, increased with their body temperatures until ~ 37 °C. Their depression occurred before subsequent recovery during $\sim 42-46$ °C, after which cardiac function deteriorated irreversibly at 47.35 °C. Such a depression temperature coincided their lethal temperatures (54.56 ± 0.58 °C), this threshold temperature represents a reliable early warning cue for metabolic depression. Temporal structure in environmental temperatures, therefore, might play a critical role in the evolution of physiological mechanisms in species occupying thermally variable and harsh environments such as the intertidal zone.

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำวิทยานิพนธ์เรื่อง อิทธิพลของความเครียดเนื่องจากความร้อนต่อการตอบสนองด้านสรีรวิทยาในหอยสองฝา *Isognomon nucleus* ผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มณฑล แก่นมณี อาจารย์ที่ปรึกษาเป็นอย่างยิ่ง ที่ท่านสละเวลาอบรมสั่งสอน ให้คำแนะนำ ร่วมลงมือปฏิบัติ และให้โอกาสที่ดีอันเป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้และเป็นประสบการณ์ที่ดีในชีวิต อีกทั้ง Prof. Gray A. Williams, Martin Cheng, Sarah Lau และ Xuan Alicia อาจารย์และเพื่อนๆ จาก Swire Institute of Marine Science, The University of Hong Kong, เขตบริหารพิเศษฮ่องกงแห่งสาธารณรัฐประชาชนจีน รวมทั้ง Prof. Yun-wei Dong และ Gua-dong Han, อาจารย์จาก Xiamen University, Xiamen, สาธารณรัฐประชาชนจีน ที่ให้ความช่วยเหลือทั้งในด้านความรู้ เทคนิคใหม่ๆ อุปกรณ์ที่ทันสมัย และมีศรัทธาที่ดี ทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ ดร. สรวิศ เผ่าทองสุข ผศ.ดร. ปวีณา ทวีกิจการ และ รศ.ดร. สุนิรัตน์ เรืองสมบูรณ์ กรรมการคุมสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำในการทำการศึกษา ตรวจสอบความถูกต้องของเอกสาร ตลอดจนสอบถามความก้าวหน้าอย่างสม่ำเสมอ

ขอขอบคุณ นางสาวสุจิตรา สมครามัญญ์ นางสาวสุรีวัลย์ ศรีจาด ที่อยู่เคียงข้างให้คำปรึกษา ให้กำลังใจ ร่วมออกพื้นที่เก็บตัวอย่าง อาจารย์อุทิศ เอื้ออำนวย และคุณบุปผา จงพัฒน์ ที่อำนวยความสะดวกและคำแนะนำต่าง ๆ ในการใช้อุปกรณ์ เครื่องมือต่าง ๆ ทั้งในห้องปฏิบัติการ JIRCAS และห้องปฏิบัติการกลางของภาควิชา ระหว่างทำการวิจัย

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดาที่สนับสนุนการศึกษา อาจารย์ท่านอื่นๆ และเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ นักศึกษาปริญญาตรี ปริญญาโทและปริญญาเอก สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง และคณะอื่นๆ ที่ให้ความรู้เพิ่มเติม ช่วยแนะนำ และช่วยแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ จึงขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ชญนิศ มีโกคา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	IV
สารบัญ.....	V
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญภาพ.....	IX
บทที่ 1 บทนำ (Introduction).....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	3
1.3 สมมติฐานของการศึกษา.....	3
1.4 ขอบเขตการวิจัย.....	3
1.5 ระยะเวลาในการดำเนินงาน.....	3
บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature Review).....	4
2.1 ชีววิทยาและนิเวศวิทยาของหอยสองฝา <i>Isognomon nucleus</i>	4
2.1.1 อนุกรมวิธาน.....	4
2.1.2 ลักษณะทั่วไป.....	5
2.2 ระบบนิเวศหาคหิน.....	5
2.2.1 น้ำขึ้นน้ำลง.....	6
2.2.2 คลื่น.....	9
2.2.3 อุณหภูมิ.....	9
2.2.4 ความเค็ม.....	14
2.2.5 ปัจจัยทางชีวภาพที่มีผลต่อการดำรงชีวิตและการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิต ในหาคหิน.....	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3 การตอบสนองทางสรีรวิทยาต่อความเครียดที่เกิดจากความร้อนของสิ่งมีชีวิต	
หาดหิน (Physiological response to thermal stress of organism in rocky shore)	15
2.3.1 Arrhenius breakpoint temperature (ABT).....	24
2.3.2 อุณหภูมิวิกฤตที่ทำให้หอยสองฝาตายร้อยละ 50 (Median Lethal Temperature ; LT ₅₀).....	36
2.3.3 การใช้ Robo-logger ร่วมกับการศึกษา Arrhenius Breakpoint Temperature (ABT) และ Median Lethal Temperature ; LT ₅₀	39
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ (Materials and Methods).....	43
3.1 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี.....	43
3.2 พื้นที่ศึกษา.....	43
3.3 วิธีการศึกษา.....	44
3.3.1 การใช้ Robo-logger เพื่อเก็บอุณหภูมิภายในตัวของหอยสองฝา <i>Isognomon nucleus</i> ในเขตน้ำขึ้นน้ำลงของหาดหิน.....	44
3.3.1.1 การเตรียม Robo-logger.....	44
3.3.1.2 พื้นที่ศึกษาและการติดตั้ง Robo-logger.....	45
3.3.1.3 การบันทึกข้อมูล.....	46
3.3.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	46
3.3.2 การศึกษา Arrhenius Breakpoint Temperature (ABT).....	47
3.3.2.1 การเก็บตัวอย่างหอยสองฝา <i>I. nucleus</i>	47
3.3.2.2 ขั้นตอนการเตรียมสัตว์ทดลอง.....	47
3.3.2.3 การบันทึกข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจ.....	48
3.3.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	49
3.3.3 อุณหภูมิวิกฤตที่ทำให้หอยสองฝาตายร้อยละ 50 (Median Lethal Temperature ; LT ₅₀).....	50
3.3.3.1 การเก็บตัวอย่างหอยสองฝา <i>I. nucleus</i>	50
3.3.3.2 ขั้นตอนการทดลอง.....	50

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ (Results and Discussion)	52
4.1 การทดลองที่ 1 ศึกษาอุณหภูมิภายในตัวของหอยสองฝา <i>Isognomon nucleus</i> ในที่อยู่อาศัยจริงตามฤดูกาลต่างๆในรอบปี เพื่อหาช่วงกว้างของอุณหภูมิที่ หอยสองฝานิคมนี้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้.....	52
4.2 การทดลองที่ 2 การศึกษา Arrhenius Breakpoint Temperature (ABT).....	64
4.3 การทดลองที่ 3 ศึกษาอุณหภูมิวิกฤตที่ทำให้หอยสองฝา <i>I. nucleus</i> ตายร้อยละ 50 (Median Lethal Temperature ; LT_{50})	69
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)	73
บรรณานุกรม (Bibliography)	76
ภาคผนวก.....	82
ประวัติผู้เขียน	179

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 อุณหภูมิภายในตัวสูงสุดและต่ำสุดของ Robo-logger ในแนวราบ (sun-exposed surface) ตามระดับความสูงของน้ำขึ้นน้ำลงที่แตกต่างกัน จากเกาะสี่ซังและชุมพร.....	18
2.2 อุณหภูมิภายในตัวสูงสุดและต่ำสุดของ Robo-logger ในแนวตั้ง (shade surface) ตามระดับความสูงของน้ำขึ้นน้ำลงที่แตกต่างกัน จากเกาะสี่ซังและชุมพร.....	18
2.3 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของอุณหภูมิที่บันทึกได้ภายใน Robo-logger ในแต่ละสถานีและระดับน้ำต่างๆในเดือนกรกฎาคม และเดือนสิงหาคม 2556.....	24
4.1 ตารางวิเคราะห์ทางสถิติ (One-way ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิภายใน Robo-logger สูงสุดและต่ำสุด ในแต่ละระดับน้ำของแต่ละพื้นที่ศึกษา....	57
4.2 ตารางวิเคราะห์ทางสถิติ (One-way ANOVA) เปรียบเทียบอุณหภูมิใน Robo-logger สูงสุดตามฤดูกาล (Wet และ Dry) ของปี 2016 และปี 2017.....	61
4.3 ตารางวิเคราะห์ทางสถิติ (One-way ANOVA) เปรียบเทียบอุณหภูมิใน Robo-logger ต่ำสุดตามฤดูกาล (Wet และ Dry) ของปี 2016 และปี 2017.....	61
4.4 ตารางวิเคราะห์ทางสถิติ (Three-way ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของอุณหภูมิภายใน Robo-logger สูงสุดระหว่างแต่ละพื้นที่ศึกษากับแต่ละระดับน้ำและแต่ละฤดูกาล.....	62
4.5 ตารางวิเคราะห์ทางสถิติ (Three-way ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของอุณหภูมิภายใน Robo-logger ต่ำสุดระหว่างแต่ละพื้นที่ศึกษากับแต่ละระดับน้ำและแต่ละฤดูกาล.....	63
5.1 ข้อมูลจากการศึกษาอุณหภูมิวิกฤตที่ทำให้สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศหาดหินตายร้อยละ 50 (Median Lethal Temperature ; LT ₅₀).....	74

สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 <i>Isognomon nucleus</i>	4
2.2 ภาพตัดขวางผ่านแนวเหนือ-ใต้ของโลก แสดงบริเวณที่เกิดน้ำขึ้นน้ำลงแบบน้ำกู่ (A-A') แบบน้ำผสม (B-B') และแบบน้ำเดี่ยว (C-C').....	7
2.3 สัตว์ฐานเปลือกของ <i>Lottia gigantean</i> (ซ้าย), <i>Patella vulgate</i> (กลาง) และ <i>Siphonaria gigas</i> (ขวา) ด้านบนและด้านข้าง เส้นมาตราส่วนเท่ากับ 20 มิลลิเมตร.....	11
2.4 อุณหภูมิภายในเปลือกที่บันทึกในพื้นที่ศึกษา (a) <i>Lottia gigantean</i> (n=8) ใน Pacific Grove, California, USA (b) <i>Patella vulgate</i> (n=4) Plymouth, Enland และ (c) <i>Siphonaria gigas</i> (n=3) Naos Island, Panama เส้นทึบแสดงถึงอุณหภูมิเฉลี่ยภายในเปลือกหอยผ่าซีก บันทึกทุกๆ 20 นาทีจุดทึบแสดงถึงอุณหภูมิรายวันสูงสุด.....	12
2.5 ความสัมพันธ์ในเชิงตรงกันข้ามระหว่างรูปแบบการแพร่กระจายตามแนวระดับน้ำขึ้นน้ำลงกับอุณหภูมิพื้นผิว ชีดจำกัดสูงสุดของเพรียงหิน <i>B. glandula</i> (A), <i>S. cariosus</i> (B) และหอยสองฝา <i>M. trossulus</i> (C), <i>M. californianus</i> (D) (ANCOVA, ผลกระทบของอุณหภูมิ: $P \leq 0.001$) ซึ่งตรงกันข้ามกับผู้ล่าคือดาวทะเล <i>P. ochraceus</i> (E) ที่มีการแพร่กระจายแบบไม่มี ปฏิสัมพันธ์กันกับระดับน้ำขึ้นน้ำลงและอุณหภูมิพื้นผิว (ANCOVA, ผลกระทบของอุณหภูมิ $P = 0.292$) และกราฟเส้นตรงที่ลาดต่ำลงของ A ถึง E ที่แสดงข้อมูลรวมของทุกพื้นที่ (F) ซึ่งเส้นกราฟของ <i>S. cariosus</i> (B) กับ <i>M. trossulus</i> (C) ซ้อนทับกันอยู่.....	13
2.6 ส่วนประกอบของ Robo-loggers.....	16
2.7 อุณหภูมิภายในตัวของหอยผ่าซีกและอุณหภูมิภายใน Robo-logger ที่สอดคล้องกัน ในช่วงระยะเวลาการบันทึกอุณหภูมิ.....	17
2.8 อุณหภูมิในตัวสูงสุดในแต่ละวันที่บันทึกได้จาก Robo-logger ในตำแหน่งที่แตกต่างกันของพื้นที่บนผิวหินเปรียบเทียบกับข้อมูลอุณหภูมิอากาศที่เกาะสีชัง (A) และ ชุมพร (B)	19
2.9 อุณหภูมิในตัวสูงสุดในแต่ละวันที่บันทึกได้จาก Robo-logger ในความสูงของระดับน้ำขึ้นน้ำลงที่แตกต่างกันเปรียบเทียบกับข้อมูลอุณหภูมิอากาศที่เกาะสีชัง (A) และชุมพร (B).....	19

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.10 อุณหภูมิสูงสุดต่ำสุดรายตัวที่บันทึกได้โดย Robo-logger ที่ระดับน้ำ 2.75 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางเดือนกรกฎาคม 2556 ในสถานี A และ B เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศสูงสุดต่ำสุดที่ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยา.....	20
2.11 อุณหภูมิสูงสุดต่ำสุดรายตัวที่บันทึกได้โดย Robo-logger ที่ระดับน้ำ 3.00 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางเดือนกรกฎาคม 2556 ในสถานี A และ B เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศสูงสุดต่ำสุดที่ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยา.....	21
2.12 อุณหภูมิสูงสุดต่ำสุดรายตัวที่บันทึกได้โดย Robo-logger ที่ระดับน้ำ 3.25 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางเดือนกรกฎาคม 2556 ในสถานี A และ B เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศสูงสุดต่ำสุดที่ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยา.....	21
2.13 อุณหภูมิสูงสุดต่ำสุดรายตัวที่บันทึกได้โดย Robo-logger ที่ระดับน้ำ 2.75 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางเดือนสิงหาคม 2556 ในสถานี A และ B เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศสูงสุดต่ำสุดที่ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยา.....	22
2.14 อุณหภูมิสูงสุดต่ำสุดรายตัวที่บันทึกได้โดย Robo-logger ที่ระดับน้ำ 3.00 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางเดือนสิงหาคม 2556 ในสถานี A และ B เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศสูงสุดต่ำสุดที่ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยา.....	22
2.15 อุณหภูมิสูงสุดต่ำสุดรายตัวที่บันทึกได้โดย Robo-logger ที่ระดับน้ำ 3.25 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางเดือนสิงหาคม 2556 ในสถานี A และ B เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศสูงสุดต่ำสุดที่ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยา.....	23
2.16 ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ (\pm SD , n=15) ของ <i>C. grata</i> และ <i>C. toruema</i> เมื่ออยู่ในอากาศที่มีความชื้นจากการสปริงน้ำ และจมอยู่ในน้ำเค็มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส.....	25
2.17 แสดงการตอบสนองการเต้นของหัวใจหลังจากอยู่ในน้ำเค็ม , น้ำจืด และกลับไปอยู่ในน้ำเค็มอีกครั้ง (แบ่งสีขาว; <i>C. grata</i> และแบ่งสีดำ; <i>C. toruema</i>).....	26

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.18 แสดงความแปรปรวนอัตราการเดินของหัวใจหอยฝาชีเมื่ออยู่ใต้น้ำจืดและกลับไปอยู่ใต้น้ำเค็มอีกครั้ง กับอัตราการเดินของหัวใจก่อนเริ่มการทดลอง ระดับ <100% และ >100% (เส้นประ) แสดงถึงการเพิ่มขึ้นและลดลงของอัตราการเดิน ของหัวใจค่าเฉลี่ย (\pm SD , n=15) ของ <i>C. grata</i> (วงกลมสีขาว) และ <i>C. toruema</i> (วงกลมสีดำ) ค่าเฉลี่ยของสภาวะที่อยู่ในน้ำจืดคือค่าเฉลี่ยอัตราการเดินของหัวใจสุดท้ายเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (87 นาที)	26
2.19 กราฟแสดงตัวอย่างการเดินของหัวใจหอยฝาชี <i>Cellana grata</i> ที่เดินสลับกับหยุดเดิน จากตัวอย่างหอยฝาชีในการทดลองที่ความเค็มต่ำลงเมื่ออยู่ใต้น้ำจืดเป็นเวลาประมาณ 30 นาที การขึ้นลงของเส้นกราฟแสดงถึงการคลายและบีบตัวของหัวใจอัตราการเดินของหัวใจ.....	27
2.20 กราฟแสดงความแปรปรวนของการเดินของหัวใจตัวอย่างหอยฝาชี <i>Cellana toreuma</i> ที่มีความแตกต่างกันระหว่างการทดลองที่ความเค็มต่ำ; a คือกราฟการเดินของหัวใจเมื่ออยู่ใต้น้ำเค็ม; b , c , d ที่ 15 , 27 , 39 นาที คือกราฟการเดินของหัวใจเมื่ออยู่ใต้น้ำจืด ตามลำดับ; e , f 3 และ 15 นาที หลังจากนำกลับมาอยู่ใต้น้ำเค็ม การขึ้นลงของเส้นกราฟแสดงถึงการคลายและบีบตัวของหัวใจ.....	28
2.21 อัตราการเดินของหัวใจตัวอ่อน <i>Lampsilis abrupta</i> (A), <i>Lampsilis siliquoides</i> (B) และ <i>Megaloniais nervosa</i> และ (C) ในระหว่างการเพิ่มระดับอุณหภูมิของน้ำในห้องปฏิบัติการ 28 วัน.....	29
2.22 ชีตจำกัดความร้อนจากอัตราการเดินของหัวใจในหอยฝาชี <i>C. toruema</i> (วงกลมโปร่ง) และ <i>C. grata</i> (วงกลมทึบ) เส้นสีดำ คืออุณหภูมิที่มีอัตราการเดินหัวใจสูงสุด (ABT)..	30
2.23 อัตราการเดินของหัวใจในหอยฝาชี <i>Cellana toreuma</i> และ <i>C. grata</i> ในช่วงที่มีการเพิ่มให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นแล้วคงอุณหภูมิไว้ที่ 40 องศาเซลเซียส ประมาณ 6 ชั่วโมง โดยหลังจาก 120 นาที จะทำการสร้างกราฟอัตราการเดินของหัวใจของ <i>C. toruema</i> และ <i>C. grata</i> ทุกๆ 5 นาที.....	32
2.24 Arrhenius plots and break temperature (ABT) ของอัตราการเดินของหัวใจของหอยฝาชี <i>Patella rustica</i> , <i>P. caerulea</i> and <i>P. ulysiponensis</i> (n = 5).....	33

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.25 ตัวอย่างของการเปลี่ยนแปลงในจังหวะการเดินของหัวใจที่บันทึกที่จุดเริ่มต้น (23 องศาเซลเซียส) ของ <i>Patella rustica</i> (A), <i>P. caerulea</i> (B) และ <i>P. ulysiponensis</i> (C) และบันทึกที่ 60 หรือ 65 นาทีที่ความร้อนคงที่ (34-35 องศาเซลเซียส) ของ <i>Patella rustica</i> (D), <i>P. caerulea</i> (E) และ <i>P. ulysiponensis</i> (F) สเกลเวลาคือ 10 วินาที และแกน Y คือชนิดของหอยฝาชีที่แตกต่างกันไป.....	35
2.26 Breakpoint temperatures (ABT) ของอัตราการเดินของหัวใจของ <i>P. rustica</i> (37.86 ± 2.07 องศาเซลเซียส), <i>P. caerulea</i> (35.92 ± 2.60 องศาเซลเซียส) และ <i>P. aspera</i> (32.20 ± 2.32 องศาเซลเซียส) (ที่ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ANOVA, $P = 0.007$; $n = 5$ จากหอยฝาชีแต่ละชนิด).....	36
2.27 การยู่รอดของตัวอ่อน <i>Lampsilis abrupta</i> (A), <i>L. siliquoidea</i> (B) และ <i>Megalonaias nervosa</i> (C) ในระหว่างการเพิ่มระดับอุณหภูมิของน้ำในห้องปฏิบัติการ 28 วัน อุณหภูมิที่ทำให้หอยตายร้อยละ 5 (LT_5) และ ร้อยละ 50 (LT_{50}) ของประชากรที่ถูกรายงานสำหรับวันที่ 28 ค่า LT_5 หรือ LT_{50} ที่เขียนตัวหนังสือเหมือนกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ.....	38
2.28 อัตราการตายของ <i>I. nucleus</i> กับอุณหภูมิซึ่งวัดได้จากการเพิ่มอุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง สามเหลี่ยมสีน้ำเงิน : สัตว์ทดลองที่อยู่ใต้น้ำตลอดเวลา ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส, สีเหลี่ยมสีเขียว : สัตว์ทดลองที่อยู่ในอากาศที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 ชั่วโมง และวงกลมสีแดง : สัตว์ทดลองที่อยู่ในอากาศที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 ชั่วโมง.....	39
2.29 อุณหภูมิที่ทำให้หอยฝาชีตายร้อยละ 50 (LT_{50}) และ Arrhenius breakpoint Temperature (ABT) จากอัตราการเดินของหัวใจ ของของหอยฝาชีที่ปรับสภาพใน 25 และ 30 องศาเซลเซียสจาก Dagong Island, Nanding Island และ Sichang Island ตัวอักษรที่ แตกต่างกันระบุตำแหน่งที่มีความแตกต่างกันระหว่างสถานที่ต่างๆ โดยหอยฝาชีถูกให้ความร้อนในอัตรา 0.1 องศาเซลเซียสต่อนาทีโดยจำลองให้มีความเครียดจากความร้อนที่ใกล้เคียงกับหาดหินในธรรมชาติ ตรวจสอบอัตราตาย หลังการพักในน้ำทะเล 2 ชั่วโมง เครื่องหมายดอกจันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ ระหว่าง ABT ระหว่าง 2 อุณหภูมิในพื้นที่เดียวกัน ($F(1,40) = 5.388, P=0.026$).....	41

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.30 (a) ความสัมพันธ์ระหว่าง Arrhenius breakpoint temperatures (ABT) จากอัตรา การเดินของหัวใจ และอุณหภูมิที่อยู่อาศัยสูงสุด (MHT) เส้นประแสดงถึง ความเท่ากันระหว่าง ABT และ MHT และ (b) ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่ทำให้ หอยฝาชีตายร้อยละ 50 (LT_{50}) และ MHT เส้นประหมายถึงความเท่ากันระหว่าง LT_{50} และ MHT โดย DG 25 คือหอยฝาชีจาก Dagong Island ที่ปรับสภาพในอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส DG30 คือหอยฝาชีจาก Dagong Island ที่ปรับสภาพในอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ND25 คือหอยฝาชีจาก Nanding Island ที่ปรับสภาพในอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ND30 คือหอยฝาชีจาก Nanding Island ที่ปรับสภาพในอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส SC25 คือหอยฝาชีจาก Sichang Island ที่ปรับสภาพในอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส SC30 คือหอยฝาชีจาก Sichang Island ที่ปรับสภาพในอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส.....	42
3.1 หาดหินบริเวณหาดถ้ำพัง (ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของเกาะสี่ซัง) และสถานที่ เก็บตัวอย่างพื้นที่ศึกษา A และพื้นที่ศึกษา B.....	44
3.2 พื้นที่ความลาดชันต่ำ (พื้นที่ศึกษา A) และพื้นที่ความลาดชันสูง (พื้นที่ศึกษา B).....	45
3.3 ลักษณะ Robo-logger ที่ติดบนหาดหินในพื้นที่ศึกษา.....	46
3.4 <i>I. nucleus</i> ที่ติดเซ็นเซอร์อินฟราเรด (CNY 70) บนเปลือก.....	47
3.5 เซ็นเซอร์อินฟราเรด (CNY 70)	48
3.6 อุปกรณ์รับสัญญาณการเดินของหัวใจ (Heartbeat monitor AMP 03; ขวา) และอุปกรณ์ ขยายสัญญาณ (PicoScope 2204 รุ่น PC Oscilloscope; ซ้าย).....	49
3.7 Thermo couple type Lutron รุ่น TM-946.....	49
4.1 อุณหภูมิสูงสุดใน Robo-logger เฉลี่ยรายเดือนของแต่ละระดับน้ำในทั้งสองพื้นที่ศึกษา เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศสูงสุดที่ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยา.....	52
4.2 อุณหภูมิต่ำสุดใน Robo-logger เฉลี่ยรายเดือนของแต่ละระดับน้ำในทั้งสองพื้นที่ศึกษา เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศสูงสุดที่ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยา.....	53
4.3 อุณหภูมิสูงสุดใน Robo-logger ของทั้งสามระดับน้ำ (ระดับน้ำสูงสุด (High Shore), ระดับน้ำปานกลาง (Middle Shore) และระดับน้ำต่ำสุด (Low Shore)) ของพื้นที่ ศึกษา A.....	55

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.4 อุณหภูมิใน Robo-logger ต่ำสุดของทั้งสามระดับน้ำ (ระดับน้ำสูงสุด (High Shore), ระดับน้ำปานกลาง (Middle Shore) และระดับน้ำต่ำสุด (Low Shore)) ของพื้นที่ศึกษา A.....	56
4.5 อุณหภูมิใน Robo-logger สูงสุดของทั้งสามระดับน้ำ (ระดับน้ำสูงสุด (High Shore), ระดับน้ำปานกลาง (Middle Shore) และระดับน้ำต่ำสุด (Low Shore)) ของพื้นที่ศึกษา B.....	57
4.6 อุณหภูมิใน Robo-logger ต่ำสุดของทั้งสามระดับน้ำ (ระดับน้ำสูงสุด (High Shore), ระดับน้ำปานกลาง (Middle Shore) และระดับน้ำต่ำสุด (Low Shore)) ของพื้นที่ศึกษา B.....	58
4.7 อุณหภูมิใน Robo-logger สูงสุดและต่ำสุดรายวันที่ระดับน้ำสูงสุด (High Shore) พื้นที่ศึกษา A ในเดือนมิถุนายนปี 2017.....	59
4.8 อุณหภูมิใน Robo-logger เฉลี่ยรายเดือนสูงสุดและต่ำสุดของทั้งสองพื้นที่ศึกษา ตามฤดูกาล.....	60
4.9 อัตราการเต้นของหัวใจของหอยสองฝา <i>I. nucleus</i> เมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น เส้นประแสดงค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้ง/นาที).....	65
4.10 การกระจายของข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจของหอยสองฝา <i>I. nucleus</i> เมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น.....	65
4.11 ระดับการแสดงออกของ hsp70 ของ <i>I. nucleus</i> เมื่อกระตุ้นด้วยอุณหภูมิต่างกัน ในเนื้อเยื่อต่างชนิดกัน.....	68
4.12 อุณหภูมิวิกฤตที่ทำให้ <i>I. nucleus</i> ตายร้อยละ 50 (Median Lethal Temperature ; LT_{50}).....	72
5.1 อุณหภูมิภายใน Robo-logger สูงสุดและอุณหภูมิกาศรายวันเดือนมิถุนายนปี 2017 ทั้งสองพื้นที่ศึกษา สามระดับน้ำ และอุณหภูมิกวิกฤตที่ทำให้ <i>I. nucleus</i> ตายร้อยละ 50 Median Lethal Temperature ; LT_{50})	75

บทที่ 1

บทนำ (Introduction)

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เขตน้ำขึ้นน้ำลงของหาดหินเป็นพื้นที่ชายฝั่งทะเลแบบหนึ่งที่พบได้ทั่วไป สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ดังกล่าวต้องอยู่ภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมในการดำรงชีวิตอยู่ตลอดเวลา ได้แก่ ระดับน้ำขึ้นน้ำลง (ทั้งในรอบวันและรอบปี) ซึ่งส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิ แรงกระทำจากคลื่น ตำแหน่งที่สิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ (รับแสงหรืออับแสง) ฤดูกาล และเนื่องจากสิ่งมีชีวิตเหล่านี้เป็นสัตว์เลือดเย็น จึงต้องมีการปรับกลไกทั้งการทำงานทางสรีระและพฤติกรรมตามการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมดังกล่าว เพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ (Underwood, 1975 ; Chelazzi and Vannini, 1980 ; Mori et. al. 1985 ; Williams, 1995 ; Boaventura et. al. 1999 ; Harper and Williams, 2001 ; Underwood et. al. 2008)

ปัจจุบันโลกกำลังประสบกับภาวะโลกร้อน (global warming) ซึ่งมีสาเหตุมาจากปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มขึ้นจากการทำกิจกรรมต่างๆของมนุษย์ โดยเฉพาะผลก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการสันดาปเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมันปิโตรเลียมเป็นเชื้อเพลิง ก๊าซเรือนกระจกเหล่านี้จะลอยขึ้นไปรวมตัวกันอยู่บนชั้นบรรยากาศของโลก ทำให้รังสีของดวงอาทิตย์ที่ควรจะสะท้อนกลับออกไปในปริมาณที่เหมาะสม กลับถูกก๊าซเรือนกระจกกักเก็บไว้ อุณหภูมิของโลกจึงค่อยๆสูงขึ้นจากเดิม ส่งผลให้ภูมิอากาศในภาพรวมของโลกเปลี่ยนแปลงไป

การศึกษาการทำงานของร่างกาย (สรีระ) ของสิ่งมีชีวิตในสภาวะอุณหภูมิสูงสามารถ ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ ทำความเข้าใจและทำนายได้ว่าสิ่งมีชีวิตใดๆกำลังอยู่ใกล้ขีดจำกัดความทนทาน (thermal limit) ของมันหรือไม่

สิ่งมีชีวิตที่อาศัยในเขตน้ำขึ้นน้ำลงบริเวณชายฝั่งทะเลเล็กต้องประสบกับภาวะดังกล่าวเช่นกัน ซึ่งหากสิ่งมีชีวิตนั้นไม่สามารถปรับตัวได้ก็จะส่งผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพและโครงสร้างชุมชนของระบบนิเวศในที่สุด สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในหาดหิน โดยเฉพาะในกลุ่มที่เคลื่อนที่ได้ช้าและเกาะติด sessile species ต้องมีความทนทานและต้องปรับตัวเพื่อให้อยู่รอดในสภาพแวดล้อมที่รุนแรงในบริเวณหาดหินได้ จึงสามารถใช้เป็นตัวแทนที่ดีสำหรับการศึกษาผลของอุณหภูมิจากสิ่งแวดล้อมที่มีต่อการดำรงชีวิต (thermal stress) และอาจใช้ตรวจสอบหรือทำนายผลที่จะเกิดขึ้นกับสิ่งมีชีวิตเมื่ออุณหภูมิในสิ่งแวดล้อมมีแนวโน้มสูงขึ้น

จากการสำรวจของ Samakraman et. al. (2010) บริเวณหาดหินของเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี พบหอยสองฝาชนิด *Isognomon nucleus* เป็นจำนวนมากในเขตน้ำขึ้นน้ำลงที่ระดับความสูง 2.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถึง 3.5 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง เขตน้ำขึ้นน้ำลงของหาดหินบริเวณดังกล่าวจะจมอยู่ใต้น้ำในช่วงเวลาสั้นๆ แต่สัมผัสอากาศและแสงแดดในรอบวันเป็นเวลานาน (8 ชั่วโมงต่อวงจรรอบน้ำขึ้นน้ำลงในหนึ่งวัน) อุณหภูมิอากาศสูงสุดในพื้นที่เฉลี่ยเกิน 40 องศาเซลเซียส (Ganmanee et. al., 2015; Samakraman et. al. 2010 ; Dong et.al. 2015) ทำให้หอยสองฝาชนิดนี้สัมผัสกับความร้อนเป็นเวลานานกว่าสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น เนื่องจากเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดเกาะติด จึงไม่สามารถเคลื่อนที่เพื่อหลบเลี่ยงแสงแดดได้ นอกจากนี้ Samakraman et. al. (2010) สรุปว่าหอยสองฝาชนิดนี้มีกระบวนการในการปรับตัวให้ดำรงชีวิตอยู่บริเวณหาดหินซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงทางสภาพแวดล้อมที่รุนแรงได้

การวัดอุณหภูมิที่แท้จริงในร่างกายของสิ่งมีชีวิตในหาดหินก็เป็นสิ่งสำคัญประการหนึ่ง ทำให้ทราบอุณหภูมิที่สิ่งมีชีวิตต้องเผชิญอยู่ในสภาพแวดล้อมที่อยู่อาศัย เนื่องจากสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในระบบนิเวศหาดหินเป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่เป็นสัตว์เลือดเย็น (ectotherms) จึงต้องมีการปรับตัวตามอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมเพื่อการดำรงชีวิต รวมทั้งการเจริญเติบโต การสืบพันธุ์ และการอยู่รอด (Hochachka and Somero. 2002) โดย Lima and Wetthey (2009) ได้พัฒนาเทคนิค Robo-logger ซึ่งเป็นวิธีการวัดอุณหภูมิภายในตัวสิ่งมีชีวิต โดยทำให้อุปกรณ์นี้มีลักษณะคล้ายกับสิ่งมีชีวิตมากที่สุด ซึ่งจะทำการฝังอุปกรณ์ในการเก็บข้อมูลอุณหภูมิแบบต่อเนื่องขนาดเล็ก (thermo logger) ลงในเปลือกของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง (shellfish) ที่ตายแล้ว และปิดทับด้วยเรซิน อุปกรณ์ Robo-logger นี้บันทึกข้อมูลอุณหภูมิโดยแผงวงจรที่ตั้งโปรแกรมแล้ว แผงวงจรประกอบด้วยขั้วบวกและขั้วลบรับความร้อนและแปลงเป็นข้อมูลอุณหภูมิ วิธีการนี้จะสามารถวัดอุณหภูมิภายในตัวของสิ่งมีชีวิตอย่างต่อเนื่องได้เป็นระยะเวลานานได้ และเนื่องจากข้อมูลที่ได้นี้เป็นข้อมูลอุณหภูมิที่บันทึกจากสภาพแวดล้อมจริงของสิ่งมีชีวิตที่เราศึกษาอาศัยอยู่ จึงสามารถนำข้อมูลที่ได้นี้ไปใช้เป็นข้อมูลอุณหภูมิพื้นฐานในการศึกษาการปรับตัวทางสรีระของสิ่งมีชีวิตเมื่อได้รับความเครียดที่เกิดจากความร้อน โดยการศึกษาการตอบสนองทางสรีระจากการเต้นของหัวใจเมื่อได้รับความเครียดที่เกิดจากความร้อนที่เพิ่มขึ้น (Arrhenius Breakpoint Temperature ; ABT) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการปรับตัวทางกระบวนการเมตาบอลิซึมเพื่อรักษาสมดุลของร่างกาย และการศึกษาอุณหภูมิวิกฤตที่ทำให้สิ่งมีชีวิตตายร้อยละ 50 (Median Lethal Temperature ; LT₅₀) ที่บ่งบอกถึงขีดจำกัดความทนต่ออุณหภูมิ

ตั้งแต่ปี 1950 อุณหภูมิของมหาสมุทรมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วอันเนื่องมาจากภาวะโลกร้อน ซึ่งการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิส่งผลโดยตรงต่ออุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมทางทะเล (Doney et. al., 2011) ในการศึกษาครั้งนี้จึงต้องการศึกษาการตอบสนองของกระบวนการเมตาบอลิซึมโดยวัดจากอัตราการเต้นของหัวใจ และขีดจำกัดการทนต่อความร้อนของ *I. nucleus* ที่พบการแพร่กระจายมากในเขตน้ำลง

ปานกลางจนถึงเขตนํ้าขึ้นสูงสุดของหาดหิน แสดงให้เห็นว่าหอยสองฝาชนิดนี้มีความสามารถในการปรับตัวและทนต่ออุณหภูมิที่สูงได้ดี

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อศึกษาการตอบสนองทางสรีระในด้านต่างๆของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดที่เกิดจากความร้อนที่เพิ่มขึ้น (thermal stress) ซึ่งประกอบด้วย

1.2.1 การใช้อุปกรณ์ Robo-logger จำลองการวัดอุณหภูมิภายในตัวของ *I. nucleus* ในที่อยู่อาศัยจริงตามฤดูกาลต่างๆในรอบปี เพื่อหาช่วงกว้างของอุณหภูมิที่หอยสองฝาชนิดนี้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้

1.2.1 การตอบสนองทางสรีระเมื่อเพิ่มอุณหภูมิโดยวัดจากอัตราการเต้นของหัวใจใน *I. nucleus* เพื่อหา Arrhenius Breakpoint Temperature ; ABT

1.2.3 อุณหภูมิวิกฤตที่ทำให้ *I. nucleus* ตายร้อยละ 50 (Median Lethal Temperature ; LT_{50})

1.3 สมมติฐานของการศึกษา

ความเครียดที่เกิดจากความร้อนที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อการตอบสนองทางสรีระและการตายของ *I. nucleus* และสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ตรวจสอบหรือคาดการณ์ผลที่จะเกิดขึ้นกับสิ่งมีชีวิตเมื่ออุณหภูมิในสิ่งแวดล้อมมีแนวโน้มสูงขึ้นเนื่องจากภาวะโลกร้อน

1.4 ขอบเขตการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาอุณหภูมิในตัวของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมที่อยู่อาศัย ศึกษาอุณหภูมิวิกฤต (Median Lethal Temperature ; LT_{50}) และการตอบสนองทางสรีระจากการเต้นของหัวใจ (Arrhenius Breakpoint Temperature ; ABT) เมื่อได้รับความเครียดที่เกิดจากความร้อน โดยการศึกษาทั้งหมดนี้ทำในห้องปฏิบัติการศึกษาค้นคว้า คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และที่พื้นที่ศึกษาหาดหินบริเวณหาดถ้ำพัง ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของเกาะสีชัง

1.5 ระยะเวลาในการดำเนินงาน

ใช้เวลาในการดำเนินการศึกษา 2 ปี 3 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature Review)

2.1 ชีววิทยาและนิเวศวิทยาของ *Isognomon nucleus*

2.1.1 อนุกรมวิธาน

Kingdom : Animalia

Phylum : Mollusca

Class : Bivalvia

Subclass : Pteriomorphia

Order : Pterioida

Family : Pteriidae

Genus : *Isognomonidae*

Species : *Isognomon nucleus* (Lamarck, 1819)



ภาพที่ 2.1 *Isognomon nucleus*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ลักษณะทั่วไป

หอยสองฝาครอบครัวนี้ อยู่ในชั้นคลาส Pteriomorphia ครอบครัว Isognomonidae ดำรงชีวิตโดยใช้เส้นใย (byssal thread) ยึดเกาะอาศัยอยู่บนพื้นแข็ง (epifauna) โดยทั่วไปเปลือกของ *I. nucleus* มีรูปร่างไม่แน่นอน อาจมีลักษณะแบน กลม หรือยาว สีน้ำตาลเข้ม หรือดำด้านในเป็นนูน ภายนอกมีผิวขรุขระ และแหลมคม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับที่อยู่อาศัย (ภาพที่ 2.1) หอยสองฝานชนิดนี้มักอยู่รวมกันเป็นกลุ่มเป็นจำนวนมากตามบริเวณรอยแยกของหินในเขตน้ำขึ้นน้ำลง พบแพร่กระจายในเขตร้อนและกึ่งร้อน (Harper and Morton., 1994; Swennen et. al., 2001) การศึกษาเกี่ยวกับชีววิทยาพื้นฐานเกี่ยวกับหอยสองฝานชนิดนี้มีค่อนข้างน้อย หอยในครอบครัว Isognomonidae ที่พบได้แก่ *Isognomon alatus*, *I. bicolor*, *I. ephippium*, *I. isognomum*, *I. janus*, *I. legumen*, *I. perna*, *I. radiatus*, *I. recognitus*, *I. vulselloides* และ *I. nucleus* เป็นต้น โดยส่วนใหญ่ทำการศึกษาในเรื่องการดูดซับโลหะหนัก เช่น *I. ephippium* (Lazaroth et. al. 2003) , *I. legumen* (Hung et. al. 2001) , *I. isognomon* (Hedouin et. al. 2009 ; Khristoforova et. al. 2007) , *I. alatus* (Hedouin et. al. 2007 ; Sbriz et. al. 1998) และ *I. californicum* (Ringwood. 1989)

ตัวอ่อนในระยะ juvenile และ post-settlement มีเท้าเพื่อใช้ในการเคลื่อนที่ เมื่อเป็นตัวเต็มวัย (adults) ต่อมที่เท้าของหอยสองฝาจะหลังสารสร้างเส้นใยยึดเกาะแมนเทิล (mantle) เป็นแผ่นห้อยลงมาสองข้างของลำตัว ทำให้เกิดเป็นช่องน้ำเข้า (inhalant aperture) และช่องน้ำออก (exhalant aperture) กล้ามเนื้อยึดเปลือกส่วนหน้า (anterior adductor muscle) ลดขนาดให้สัมพันธ์กับกล้ามเนื้อยึดเปลือกส่วนหลัง (posterior adductor muscle) เพื่อให้เหมาะสำหรับการยึดเกาะ และกล้ามเนื้อดังกล่าวทำหน้าที่ในการปิดเปิดฝาทั้งสองข้างอีกด้วย ฟันที่บานพับ (hinge teeth) มีจำนวนน้อย หรือไม่มีเลย เหยือกเป็นแบบ filibranch เหยือกมี interlamallor junction (Beesley et. al. 1998)

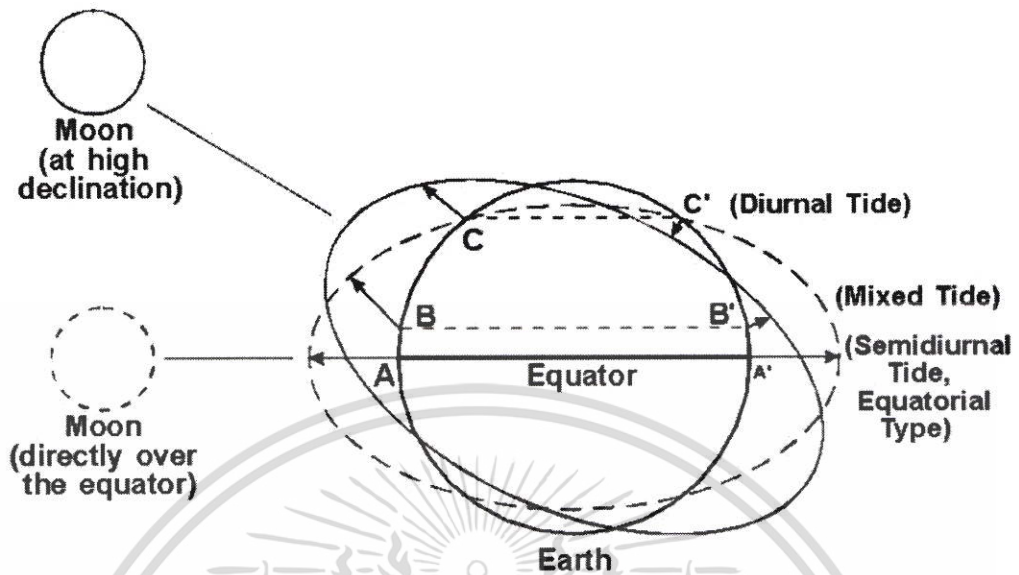
2.2 ระบบนิเวศหาดหิน

หาดหิน คือ บริเวณที่มีสภาพเป็นพื้นแข็ง (hard substrata) ตามแนวชายฝั่งทะเลในเขตน้ำขึ้นน้ำลง หาดหินมีความลาดชันแตกต่างกันไป บางบริเวณอาจมีความลาดชันสูงจนเกือบเป็นแนวตั้ง อิทธิพลของคลื่นที่กัดเซาะหินประกอบกับความหลากหลายของรูปร่างของหิน ทำให้เกิดชอกหลืบหรือโพรง เหมาะสำหรับการอยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต หาดหินจึงจัดเป็นระบบนิเวศชายฝั่งทะเลที่มีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตมากที่สุดแห่งหนึ่ง (Raffaelli and Hawkins. 1999 ; Nybakken. 2001 ; Little et. al. 2009)

สิ่งมีชีวิตที่อาศัยในสิ่งแวดล้อมหาดหินมีขอบเขตการแพร่กระจายตามแนวเขตน้ำขึ้นน้ำลง (zonation) (Underwood. 1975 ; Chelazzi and Vannini. 1980 ; Mori et. al. 1985 ; Williams. 1995 ; Boaventura et. al. 1999; Harper and Williams. 2001; Underwood et. al. 2008) ปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพที่สำคัญสำหรับสิ่งมีชีวิตในหาดหินประกอบด้วย

2.2.1 น้ำขึ้นน้ำลง

น้ำขึ้นน้ำลงคือปรากฏการณ์ที่ระดับน้ำผิวหน้าน้ำทะเลในรอบวันเปลี่ยนแปลงไป สาเหตุจากแรงที่กระทำต่อผิวหน้าโลกของสองแรงคือ แรงโน้มถ่วงของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก กับแรงหนีศูนย์กลางของโลกที่เกิดจากการที่โลกหมุนรอบตัวเอง น้ำขึ้นเกิดจากการที่น้ำบริเวณผิวหน้าโลกอยู่ในตำแหน่งใกล้ และตรงกันข้ามกับตำแหน่งของดวงจันทร์ แรงโน้มถ่วงของดวงจันทร์ที่กระทำต่อสองบริเวณนี้มีมากกว่าแรงโน้มถ่วงของดวงจันทร์ที่กระทำต่อโลกบริเวณอื่น แรงจากดวงจันทร์จะดึงดูดและผลักมากในสองบริเวณนี้ ส่วนน้ำลงเกิดในบริเวณที่น้ำผิวหน้าโลกที่มีพื้นที่ตั้งฉากกับตำแหน่งของดวงจันทร์ เมื่อโลกหมุนรอบตัวเองน้ำบริเวณผิวโลกที่มีตำแหน่ง ใกล้ ตรงกันข้าม หรือตั้งฉากกับดวงจันทร์จะมีการเปลี่ยนตำแหน่งไป นอกจากดวงจันทร์จะมีอิทธิพลต่อน้ำขึ้นน้ำลงแล้ว ดวงอาทิตย์ก็มีบทบาทต่อการเกิดน้ำขึ้นน้ำลงเช่นกัน เพราะดวงอาทิตย์ก็มีแรงโน้มถ่วง แต่เนื่องจากดวงอาทิตย์อยู่ไกลจากโลกมาก ผลของแรงโน้มถ่วงของดวงอาทิตย์ที่มีต่อการเกิดน้ำขึ้นน้ำลงบนโลกจึงมีแค่เพียงครึ่งหนึ่งของผลจากดวงจันทร์เท่านั้น ในวันเพ็ญ (ขึ้น 15 ค่ำ) หรือวันเดือนแรม (แรม 15 ค่ำ) ดวงจันทร์ โลกและดวงอาทิตย์จะอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน ทำให้แรงโน้มถ่วงจากดวงจันทร์และดวงอาทิตย์เสริมหรือหักล้างกันมากที่สุด ดังนั้นในวันทั้งสองวันนี้ น้ำจึงขึ้นสูงสุดและลดต่ำที่สุด เรียกว่า น้ำเกิด (Spring tide) น้ำจะขึ้นสูงสุดและลดต่ำสุดเดือนละสองวัน ส่วนในวันขึ้น 7 (หรือ 8) ค่ำ และแรม 7 (หรือ 8) ค่ำ ดวงจันทร์จะทำมุมตั้งฉากกับดวงอาทิตย์เมื่อมองจากโลก ทำให้แรงโน้มถ่วงจากดวงจันทร์และดวงอาทิตย์หักล้างกัน น้ำจึงขึ้นต่ำที่สุดและลงน้อยที่สุด หรือมีความแตกต่างของระดับน้ำที่ขึ้นและลงน้อยที่สุด เรียกว่า น้ำตาย (Neap tide) ซึ่งจะเกิดขึ้นเดือนละสองวัน รูปแบบการเกิดน้ำขึ้นน้ำลงมีทั้งหมด 3 แบบคือ 1) แบบน้ำคู่ (semidiurnal tide) คือน้ำขึ้น 2 ครั้งและน้ำลง 2 ครั้งต่อวัน โดยน้ำขึ้นทั้งสองครั้งจะสูงสุดเท่ากันและน้ำลงทั้งสองครั้งก็จะต่ำสุดจะเท่ากัน ดังจุด A-A' ในภาพที่ 2.2) แบบน้ำผสม (mixed tide) คือเกิดน้ำขึ้น 2 ครั้งและน้ำลง 2 ครั้งต่อวัน แต่น้ำขึ้นทั้งสองครั้งสูงไม่เท่ากัน ส่วนน้ำลงก็ลงต่ำสุดไม่เท่ากัน ดังจุด B-B' ในภาพที่ 2.2) แบบน้ำเดี่ยว (diurnal tide) คือเกิดน้ำ ขึ้นเพียง 1 ครั้งและน้ำลง 1 ครั้งต่อวัน (one tidal cycle per day) ดังจุด C-C' ในภาพที่ 2.2 (<http://www.narit.or.th/index.php/astronomy-article/96-oceantides>)



ภาพที่ 2.2 ภาพตัดขวางผ่านแนวเหนือ-ใต้ของโลก แสดงบริเวณที่เกิดน้ำขึ้นน้ำลงแบบน้ำคู่ (A-A') แบบน้ำผสม(B-B') และแบบน้ำเดี่ยว(C-C')

ที่มา : <http://www.narit.or.th/index.php/astronomy-article/96-oceantides>

น้ำขึ้นน้ำลงมีผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในเขตน้ำขึ้นน้ำลงเนื่องจากมีผลต่อเนื่องถึงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ความเค็มและระยะเวลาที่สิ่งมีชีวิตนั้นๆ สัมผัสกับอากาศ ในช่วงน้ำลง ซึ่งจะเป็นเวลาที่สิ่งมีชีวิตเหล่านี้หยุดกิจกรรมต่าง ๆ เมื่อน้ำขึ้นจะเป็นช่วงเวลาสิ่งมีชีวิตดำเนินกิจกรรมในการดำรงชีวิตอีกครั้ง เช่น การกินอาหารและการสืบพันธุ์ (Karleskint, 1998 ; Bertness et. al. 2001 ; Little et. al. 2009) นอกจากนี้สิ่งมีชีวิตมีการปรับตัวกรรมเพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ในช่วงเวลาที่ระดับน้ำมีการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน โดย Chapman and Underwood (1996) ทำการศึกษาอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง อุณหภูมิและการสูญเสียน้ำ ซึ่งส่งผลกระทบต่อการรวมกลุ่มของหอยฝาเดียวชนิด *Littorina unifasciata*

ผลการศึกษาพบว่า *L. unifasciata* รวมกลุ่มกันอย่างหนาแน่น (dense clusters) เมื่อเปรียบเทียบช่วงเวลาที่น้ำลงพบว่า จะมีการรวมกลุ่มมากเมื่อน้ำลงในช่วงเที่ยงวัน เปรียบเทียบกับเมื่อน้ำลงในตอนเช้า หรือน้ำลงในตอนเย็น ซึ่งจะมีการรวมกลุ่มน้อยกว่า

ลักษณะทางกายภาพของหาดหินในแต่ละพื้นที่อาจมีความแตกต่างกัน เช่น ขนาดของหิน ความลาดชันของพื้นที่ เมื่อพิจารณาพร้อมกับปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ คือ ความแรงของคลื่นที่กระทำต่อพื้นที่และน้ำขึ้นน้ำลง ปัจจัยดังกล่าวทั้งหมดนี้จึงเป็นตัวกำหนดขอบเขตการแพร่กระจายตาม

แนวเขตน้ำขึ้นน้ำลงของสิ่งมีชีวิตในหาดหิน (zonation) ซึ่งสามารถแบ่งได้ออกเป็น 3 เขตคือ (1) เขตเหนือระดับน้ำขึ้นสูงสุด (supralittoral zone) เป็นพื้นที่ที่ช่วงเวลาส่วนใหญ่ไม่อยู่ใต้น้ำยกเว้นในช่วงน้ำขึ้นสูงสุดของช่วงน้ำเกิด (Extremely High Water Spring Tide ; EHWS) สภาพแวดล้อมของบริเวณนี้เป็นพื้นที่รอยต่อระหว่างบกและทะเล โดยจะได้รับความชื้นจากน้ำทะเลที่กระเซ็นขึ้นมาจากรางของคลื่นที่ซัดเข้ามาสู่ฝั่ง สิ่งมีชีวิตที่พบในบริเวณนี้มีความหลากหลายชนิดไม่มาก สัตว์ที่พบบ่อยคือ หอยฝาเดียวในสกุล *Echinolittorina* ซึ่งสามารถทนต่อสภาวะอุณหภูมิภายนอกที่สูงได้ดี (2) เขตน้ำขึ้นน้ำลง (littoral/intertidal zone) เขตน้ำขึ้นน้ำลงของหาดหิน เป็นบริเวณที่ได้รับอิทธิพลจากระดับน้ำขึ้นน้ำลงอยู่ตลอดเวลา ระยะของพื้นที่ขึ้นอยู่กับความลาดชัน ซึ่งจะมีความกว้างมากหากมีความลาดชันของพื้นที่ต่ำ บริเวณนี้จะมีมีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตสูง พบได้ตั้งแต่พืชในกลุ่มสาหร่ายเพรียงหิน หนอนท่อ หอยนางรม ดอกไม้ทะเล หอยฝาชี ปูแสมหิน และกิ้งกิดชัน เป็นต้น บางบริเวณอาจพบแอ่งหิน (tide pool/rock pool) ซึ่งจะมีน้ำขังอยู่ในช่วงน้ำลง น้ำในแอ่งนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงปัจจัยทางกายภาพอยู่เสมอโดยเฉพาะอุณหภูมิ ความเค็มและปริมาณออกซิเจนที่ละลายได้ในน้ำ สัตว์ที่สามารถอาศัยอยู่ในแอ่งหิน ได้จะต้องมีความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ สิ่งมีชีวิตที่มักพบอาศัยอยู่ในแอ่งหิน ได้แก่ หอยแปดเกล็ด และปลิงทะเล (3) เขตต่ำกว่าระดับน้ำลงต่ำสุด (sublittoral/subtidal zone) เป็นบริเวณที่มีน้ำท่วมอยู่ตลอดเวลาเพราะเป็นพื้นที่ที่ต่ำกว่าเขตน้ำลงต่ำสุด สิ่งมีชีวิตที่พบมีทั้งพืชในกลุ่มสาหร่าย และหอยทะเล ส่วนสัตว์ที่เข้ามาอยู่อาศัยได้แก่ หอยฝาเดียวชนิดต่าง ๆ ดาวทะเล เม่นทะเล ปู และปลิงทะเล เป็นต้น

Samakraman et. al. (2009) ได้จำแนกการแพร่กระจายของมอลลัสต์ที่อาศัยอยู่ในหาดหินเกาะสีชัง จ.ชลบุรี ตามแนวความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางตามแนวโค้งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ (1) ที่ระดับ 2.50 ถึง 2.75 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง มีหอยนางรมหินชนิด *Saccostrea cucullata* อาศัยอยู่ร่วมกับหอยฝาชีชนิดต่าง ๆ คือ *Cellana grata* , *C. toreuma* , *Patelloida saccharina* , *Siphonaria japonica* และ *S. laciniosa* (2) ที่ระดับ 3.00 ถึง 3.25 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง พบหอยฝาเดียวในครอบครัว Littorinidae (*Echinolittorina radiata* และ *P. roepstorffiana*) แพร่กระจายอยู่ร่วมกับหอยฝาเดียวกลุ่ม coiled gastropods (*P. sulcatus*) และ (3) ที่ระดับ 3.50 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางมีหอยฝาเดียวกลุ่ม littorinids ชนิด *E. malaccana* เป็นชนิดเด่น ส่วนหอยสองฝาที่พบมากที่สุดคือ มากกว่าร้อยละ 80 คือ *Isognomon nucleus* พบแพร่กระจายตั้งแต่บริเวณแนวน้ำลงปานกลาง (mid shore) จนถึงบริเวณแนวน้ำขึ้นสูง (high shore) สามารถสรุปได้ว่าความหนาแน่นเฉลี่ยของมอลลัสต์แตกต่างกันตามลักษณะของพื้นที่ ความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง และฤดูกาล พื้นที่สำรวจบริเวณที่มีความลาดชันต่ำ จะพบความหนาแน่นเฉลี่ยของหอยฝาเดียวมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่สำรวจที่มีความลาดชันสูง ในทางตรงข้ามจะพบความหนาแน่นเฉลี่ยของหอยสองฝามากกว่าในพื้นที่นี้ที่ ในฤดูหนาวหอยฝาเดียวกลุ่ม Littorinids สามารถแพร่กระจายขึ้นไปอาศัยอยู่ที่ระดับความสูงที่สูงกว่า (3.50 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง) แต่จะมีความหนาแน่นเฉลี่ยน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับฤดูอื่น ๆ

2.2.2 คลื่น

ความรุนแรงของคลื่นที่เข้ามาปะทะบริเวณหาดหิน เป็นปัจจัยทางกายภาพที่สำคัญประการหนึ่งที่มีผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในหาดหิน สิ่งมีชีวิตที่สามารถอาศัยอยู่ในบริเวณที่มีแรงปะทะของคลื่นรุนแรงจะต้องมีการปรับตัวทั้งในด้านรูปร่างและพฤติกรรม เช่น กลุ่มหอยแมลงภู่มักจะสร้างเส้นใยยึดเกาะ (byssus thread) ในสาหร่ายจะมี thallus เพื่อใช้ยึดเกาะกับพื้นผิวหิน ส่วนในหอยนางรมจะสร้าง cement เป็นหินปูนชนิดหนึ่งเชื่อมติดกับหิน สำหรับหอยฝาเดียวจะใช้กล้ามเนื้อส่วนท้ายยึดเกาะกับหินให้มั่นคงโดยจะทำให้ที่อยู่สภาวะสูญญากาศระหว่างพื้นผิวที่สัมผัสกับเท้า ในปูที่อาศัยอยู่ในหาดหินมักจะมีลำตัวแบน เคลื่อนที่ได้รวดเร็วเพื่อซ่อนตัวในรอยแตกของหินในจังหวะที่คลื่นซัดเข้ามาในพื้นที่ นอกจากนี้พื้นที่ที่ได้รับ ความรุนแรงของคลื่นต่างกันจะทำให้อัตราการลงเกาะของตัวอ่อนและการทดแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในหาดหินมีความแตกต่างกันด้วย (Karleskint. 1998 ; Bertness et. al. 2001 ; Little et. al. 2009) นอกจากนี้ ความรุนแรงของคลื่นมีผลต่อความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในพื้นที่นั้นๆ จากการศึกษาของ Underwood (1981) พบว่าบริเวณแนวชายฝั่งของประเทศออสเตรเลีย ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต (species diversity) เพิ่มมากขึ้น เมื่อความรุนแรงของคลื่นลดลง

2.2.3 อุณหภูมิ

อุณหภูมิเป็นปัจจัยทางกายภาพที่สำคัญต่อการทำงานทางสรีระของของสิ่งมีชีวิตในเขตน้ำขึ้นน้ำลง ในปัจจุบันโลกกำลังประสบกับภาวะโลกร้อน ซึ่งมีสาเหตุมาจากปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มขึ้นจากการทำกิจกรรมต่างๆของมนุษย์ เช่น โรงงานอุตสาหกรรม การคมนาคม การตัดไม้ทำลายป่า รวมทั้งการเผาถ่านหินและเชื้อเพลิง ก๊าซเรือนกระจกเหล่านี้จะลอยขึ้นไปรวมตัวกันอยู่บนชั้นบรรยากาศทำให้ความร้อนจากรังสีของดวงอาทิตย์ที่ควรจะสะท้อนกลับออกไปยังอวกาศในปริมาณที่เหมาะสม กลับถูกก๊าซเรือนกระจกกักเก็บไว้ส่งผลให้อุณหภูมิโลกสูงขึ้น มีการคาดการณ์ว่าอุณหภูมิของโลกจะเพิ่มสูงขึ้น ประมาณ 1.8 ถึง 4 องศาเซลเซียส ในศตวรรษที่ 21 ขึ้นอยู่กับปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยออกมา

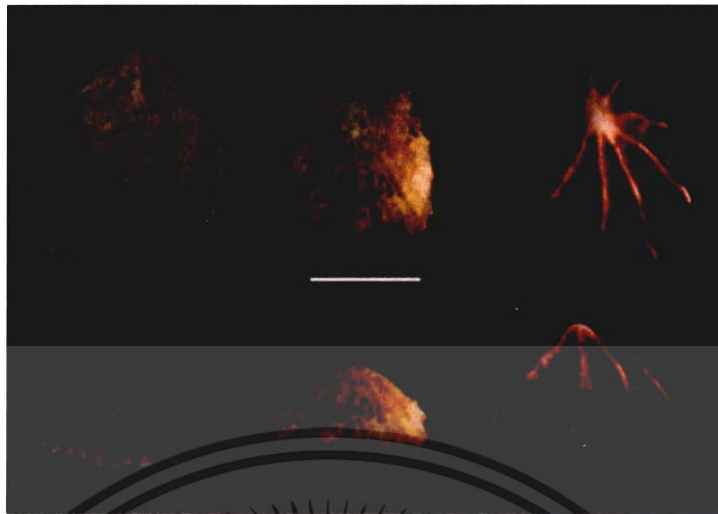
สิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการดำรงชีวิต หากอุณหภูมิสภาพแวดล้อมเพิ่มขึ้นจากผลของภาวะโลกร้อนเกินกว่าขีดจำกัด (thermal stress) จะส่งผลกระทบต่อ การดำรงชีวิตในด้านต่างๆเช่น การรอด การเจริญเติบโต การสืบพันธุ์ และวิวัฒนาการ เมื่อพิจารณาถึงระบบ

นิเวศชายฝั่งจะได้รับผลกระทบโดยตรงจากระดับน้ำทะเลและอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างไปจากในสภาวะปกติ ส่งผลต่อกระบวนการทางกายภาพของชายฝั่งทำให้สิ่งมีชีวิตบริเวณชายฝั่งมีแนวโน้มการอพยพย้ายถิ่นไปยังพื้นที่ที่เหมาะสมกว่า การเปลี่ยนแปลงนี้จะส่งผลต่อชนิด และปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด และอาจก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ซับซ้อนในโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบนิเวศ (Paice and Jane. 2017)

อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดปัจจัยหนึ่งที่ควบคุมการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตน้ำเค็มทางทะเล หอยสองฝาและหอยฝาเดียวที่อาศัยอยู่ในเขตน้ำขึ้นน้ำลงของหาดหินจะต้องมีช่วงเวลาที่อยู่ใต้น้ำและช่วงเวลาที่สัมผัสกับอากาศ จากความแตกต่างในเรื่องของสภาพแวดล้อมดังกล่าวนี้ ทำให้หอยสองฝาและหอยฝาเดียวที่อาศัยอยู่ในหาดหินมีขอบเขตการแพร่กระจายที่แตกต่างกัน ตัวอย่างเช่นหอยฝาเดียวในสกุล *Echinolittorina* ที่อาศัยอยู่ใกล้แนวน้ำขึ้นสูงสุด มีพฤติกรรมการกินอาหาร โดยการขูดตะ (grazing snail) หอยฝาเดียวในสกุล *Planaxis* พบได้มากในบริเวณเขตน้ำลงปานกลาง (Swennen et. al. 2001) ในขณะที่ใกล้แนวน้ำลงต่ำสุดมักพบกลุ่มของหอยสองฝา เช่น หอยนางรมและหอยแมลงภู่ จะเห็นได้ว่าหอยฝาเดียวส่วนใหญ่ที่พบในบริเวณหาดหินมักเป็นหอยฝาเดียวกลุ่มที่กินพืช และมีพฤติกรรมการกินอาหารโดยการขูดตะ และหอยสองฝาซึ่งมีพฤติกรรมการกินอาหาร โดยการกรอกกิน ดังนั้นบทบาทของหอยในระบบนิเวศหาดหิน คือ การเป็นผู้บริโภคลำดับแรกในระบบนิเวศ ซึ่งจะก่อให้เกิดการส่งผ่านพลังงานที่ได้จากการกินผู้ผลิตไปยังผู้บริโภคในลำดับต่อไป (Beesley et. al. 1998)

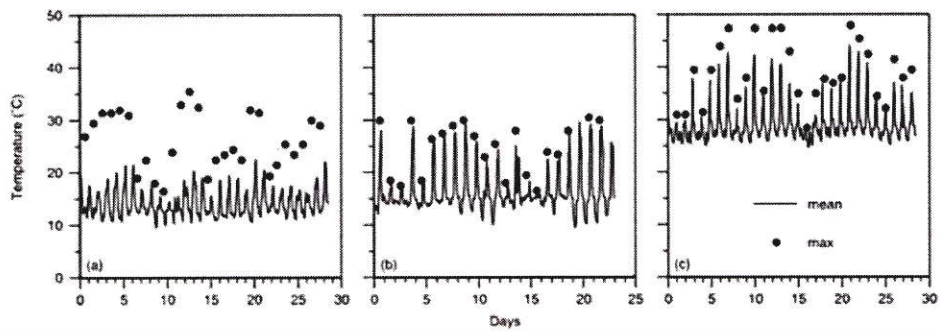
อุณหภูมิจะก่อให้เกิดการสูญเสียน้ำออกนอกร่างกาย สิ่งมีชีวิตในเขตน้ำขึ้นน้ำลงของหาดหินจึงจำเป็นต้องมีกลไกในการปรับตัวทั้งการปรับรูปร่าง เช่น เปรียงหินต้องมีเปลือกหนา หอยสองฝาคือปิดฝาให้สนิทในช่วงน้ำลง รวมทั้งการปรับกลไกการทำงานทางสรีระและพฤติกรรมการดำรงชีวิตเพื่อลดการสูญเสียน้ำ เช่น การรวมกันเป็นกลุ่มอย่างหนาแน่นในหอยฝาเดียวสกุล *Echinolittorina* (Champman and Underwood. 1996) ส่วนหอยแปดเกล็ด (*Acanthopleura japonica*) จะเลือกอยู่อาศัยในรอยแยก หรือรอยแตกของหินที่มีความชื้นสะสมอยู่ (Williams and Morrill. 1995 ; Harper and Williams. 2001)

Harley et. al. (2009) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบอุณหภูมิในตัวของหอยฝาชีสามชนิดคือ *Lottia gigantean* , *Patella vulgate* และ *Siphonaria gigas* ที่มีลักษณะพื้นฐานของเปลือกที่แตกต่างกันจากสามพื้นที่ (ภาพที่ 2.3) โดยใช้อุปกรณ์ Robo-logger ใส่ไว้ในเปลือกของหอยฝาชีทั้งสามชนิดแล้วปิดทับด้วยซิลิโคน จากนั้นนำไปติดไว้ในพื้นที่อยู่อาศัยของหอยฝาชีแต่ละชนิด



ภาพที่ 2.3 สัณฐานเปลือกของ *Lottia gigantean* (ซ้าย) , *Patella vulgate* (กลาง) และ *Siphonaria gigas* (ขวา) ด้านบนและด้านข้าง เส้นมาตราส่วนเท่ากับ 20 มิลลิเมตร
ที่มา : Harley et. al. (2009)

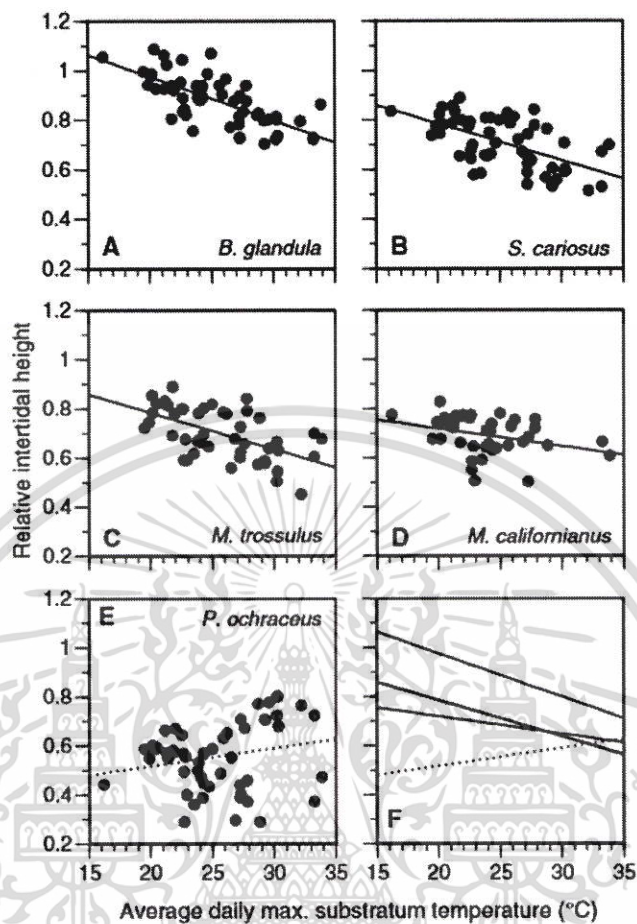
ผลการศึกษาพบว่าอุณหภูมิในตัวสูงที่สุดของ *L. gigantean* เท่ากับ 35.5 องศาเซลเซียส ใน *P. vulgate* เท่ากับ 31 องศาเซลเซียส และใน *S. gigas* เท่ากับ 48 องศาเซลเซียส ตามลำดับ (ภาพที่ 2.4) เมื่อพิจารณารูปร่างเปลือกจะเห็นว่า *L. gigantean* และ *P. vulgate* มีลักษณะเปลือกแบนราบ มีเส้นบริเวณสันเปลือกต่ำ เปลือกสีอ่อน จึงมีอุณหภูมิในตัวสูงสุดต่ำกว่า *S. gigas* ซึ่งมีลักษณะเปลือกที่ยกสูง ปลายแหลม เส้นบริเวณสันเปลือกสูง และเปลือกมีสีเข้ม สัณฐานเปลือกของ *S. gigas* ทำให้มีพื้นที่สัมผัสกับอากาศและแสงแดดได้มากกว่าอีกสองชนิด แต่ทั้งนี้ด้วยลักษณะสัณฐานเปลือกของ *S. gigas* ที่มีเส้นบริเวณสันเปลือกสูง จึงสามารถระบายความร้อนได้ดีในพื้นที่ที่มีลมแรงพัดผ่าน นอกจากนี้หอยฝาชีบางชนิด เช่น *Cellana grata* ยังมีการปรับตัวโดยมีพฤติกรรมการยกเปลือก (mushrooming) ให้สูงห่างจากผิวหินเพื่อลดความร้อนขณะน้ำลงในตอนกลางวัน (Williams et. al. 2005)



ภาพที่ 2.4 อุณหภูมิภายในเปลือกที่บันทึกในพื้นที่ศึกษา (a) *Lottia gigantean* (n=8) ใน Pacific Grove, California, USA (b) *Patella vulgate* (n=4) Plymouth, Enland และ (c) *Siphonaria gigas* (n=3) Naos Island, Panama เส้นทึบแสดงถึงอุณหภูมิเฉลี่ยภายในเปลือกหอยฝาชี บันทึกทุกๆ 20 นาทีจุดทึบแสดงถึงอุณหภูมิรายวันสูงสุด

ที่มา : Harley et. al. (2009)

Harley (2011) ได้ศึกษาและคาดการณ์ผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อสิ่งมีชีวิตสายพันธุ์หลัก (keystone species) และการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ (biodiversity loss) เพื่อหาผลกระทบจากความเครียดที่เกิดจากความร้อนที่จะเกิดขึ้นต่อระบบนิเวศ หาดหินบริเวณทะเลชาลิซ ที่ประกอบด้วยช่องแคบ Juan de Fuca ที่มีทะเลเชื่อมต่อกันตั้งแต่ทิศใต้ ทิศเหนือ ไปจนถึงทิศตะวันออก ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการแพร่กระจายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทเกาะติด (sessile) ตามแนวระดับน้ำขึ้นน้ำลง (zonation) โดยศึกษาขีดจำกัดการทนความร้อนที่กำหนดขอบเขตการแพร่กระจาย *Mytilus californianus*, *M. trossulus*, เพรียงหิน *Semibalanus cariosus*, *Balanus glandula* และดาวทะเล *Pisaster ochraceus* ตามแนวระดับน้ำขึ้นน้ำลงของสองฝา พบว่าหอยสองฝาและเพรียงหินทุกชนิด มีการแพร่กระจายตามระดับน้ำขึ้นน้ำลงที่มีความสัมพันธ์เชิงตรงกันข้ามกับค่าเฉลี่ยอุณหภูมิในรอบวันของพื้นผิวหินที่สิ่งมีชีวิตเหล่านี้ยึดเกาะ โดยหอยสองฝา *M. californianus*, *M. trossulus* และเพรียงหิน *S. cariosus*, *B. glandula* จะแพร่กระจายในระดับน้ำที่สูงเมื่ออุณหภูมิต่ำ แต่จะแพร่กระจายในระดับต่ำลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ในทางตรงกันข้ามกับดาวทะเล *P. ochraceus* ที่การแพร่กระจายแบบไม่มีปฏิสัมพันธ์กับระดับน้ำขึ้นน้ำลงและอุณหภูมิพื้นผิว (ภาพที่ 2.5)



ภาพที่ 2.5 ความสัมพันธ์ในเชิงตรงกันข้ามระหว่างรูปแบบการแพร่กระจายตามแนวระดับน้ำขึ้นน้ำลงกับอุณหภูมิพื้นผิว จุดจำกัดสูงสุดของเพรียงหิน *B. glandula* (A), *S. cariosus* (B) และหอยสองฝา *M. trossulus* (C), *M. californianus* (D) (ANCOVA, ผลกระทบของอุณหภูมิ $P \leq 0.001$) ซึ่งตรงกันข้ามกับผู้ล่าคือดาวทะเล *P. ochraceus* (E) ที่มีการแพร่กระจายแบบไม่มีปฏิสัมพันธ์กันกับระดับน้ำขึ้นน้ำลงและอุณหภูมิพื้นผิว (ANCOVA, ผลกระทบของอุณหภูมิ $P = 0.292$) และกราฟเส้นตรงที่ลาดต่ำลงของ A ถึง E ที่แสดงข้อมูลรวมของทุกพื้นที่ (F) ซึ่งเส้นกราฟของ *S. cariosus* (B) กับ *M. trossulus* (C) ซ้อนทับกันอยู่

ที่มา : Harley (2011)

2.2.4 ความเค็ม

ความเค็มเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการควบคุมสมดุลน้ำและไอออนในร่างกายของสิ่งมีชีวิต (osmoregulation) พื้นที่เขตน้ำขึ้นน้ำลงในหาดหินจัดเป็นบริเวณที่มีความผันแปรของความเค็มมาก บริเวณหนึ่งโดยเฉพาะในแอ่งหิน ความเค็มของน้ำในแอ่งหินจะสูงขึ้นในช่วงน้ำลงในตอนกลางวัน จากการระเหยของน้ำ ยกตัวอย่างเช่น ในฤดูร้อนในฮ่องกง อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นถึง 40 องศาเซลเซียส (Williams and Morrill, 1995) และความเค็มประมาณ 40 psu (Firth, unpubl. data) และอาจมีความเค็มลดลงอย่างกะทันหันเมื่อฝนตก โดยในช่วงที่ฝนตกสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแอ่งหิน จะต้องเผชิญกับการลดลงของความเค็ม อุณหภูมิ และการเปลี่ยนไอออน มากกว่า 7 ชั่วโมงในฤดูร้อนที่ระดับน้ำต่ำสุด ถึงแม้ว่าแอ่งหินจะสามารถเป็นที่หลบภัยจากสภาวะที่รุนแรงในช่วงน้ำลงได้ แต่อาจกลายเป็นสภาพแวดล้อมที่ส่งผลต่อความเครียดอันเนื่องมาจากความผันผวนของอุณหภูมิ ความเค็มและการละลายของออกซิเจนในน้ำ (Metaxas and Scheibling, 1994; Chan, 2000) นอกจากนี้ในเขตน้ำขึ้นน้ำลงและเขตต่ำกว่าระดับน้ำลงต่ำสุด ความเค็มของน้ำทะเลยังมีผลต่อการลงเกาะและการทดแทนที่ของตัวอ่อนสัตว์น้ำ Chan et. al. (2001) ศึกษาผลกระทบที่เกิดจากความเค็มต่อการทดแทนที่ในเพรียงหินชนิด *Tetraclita squamosa* และ *T. japonica* ผลการศึกษาพบว่า เพรียงหินทั้งสองชนิดสามารถดำรงชีวิตอยู่ที่ความเค็ม 25 psu และ 33 psu แต่กิจกรรมทุกอย่างจะหยุดเมื่อความเค็มเท่ากับ 10 psu และเมื่อถึงระดับความเค็ม 9 psu จะทำให้ตัวอ่อนของเพรียงตายทั้งหมด (Karleskint, 1998; Bertness et. al. 2001)

2.2.5 ปัจจัยทางชีวภาพที่มีผลต่อการดำรงชีวิตและการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตในหาดหิน

การแก่งแย่งแข่งขันเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อความอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในหาดหิน ซึ่งมีทั้งการแย่งพื้นที่อยู่อาศัย (space) และอาหาร (food) Petraitis et. al. (2003) ทำการศึกษาผลของขนาดพื้นที่กับการรอดชีวิตของตัวอ่อนเพรียงหินและตัวอ่อนของหอยแมลงภู่ (mussel) โดยกำจัดสาหร่าย *Ascophyllum* ซึ่งพบปกคลุมพื้นที่อยู่ทั่วไปออกให้เป็นพื้นที่ว่างเปล่าเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 1, 2, 4 และ 8 เมตร พบว่าขนาดพื้นที่ปราศจากสาหร่ายมีความสัมพันธ์โดยตรงกับตัวอ่อนของเพรียงหินและหอยแมลงภู่ที่เข้ามาลงเกาะในพื้นที่ สอดคล้องกับการศึกษาของ Alfaro (2006) ที่พบว่า ตัวอ่อนของหอยแมลงภู่ชนิด *Perna canaliculus* จะลงเกาะมากในพื้นที่ว่าง ปราศจากสิ่งปกคลุมอื่นๆ โดย McKillup et. al. (1993) ได้ศึกษาพฤติกรรมของหอยฝาเดียว *Planaxis sulcatus* ในฟิจิ จะมีการตอบสนองต่อความเสียหายที่เกิดจากสายพันธุ์เดียวกันและจากผู้ล่าอย่างไร จากการศึกษาพบว่าจะไม่มีการทำร้ายกันเองในสายพันธุ์เดียวกัน โดยแหล่งที่อยู่อาศัยของพวกมันจะอยู่บริเวณรอยแตกของหินและแอ่งหิน และเมื่อถูกล่าจาก *Morula anaxeres* จะทำให้ *P. sulcatus* เคลื่อนที่ไปยังบริเวณพื้นที่ที่สูง

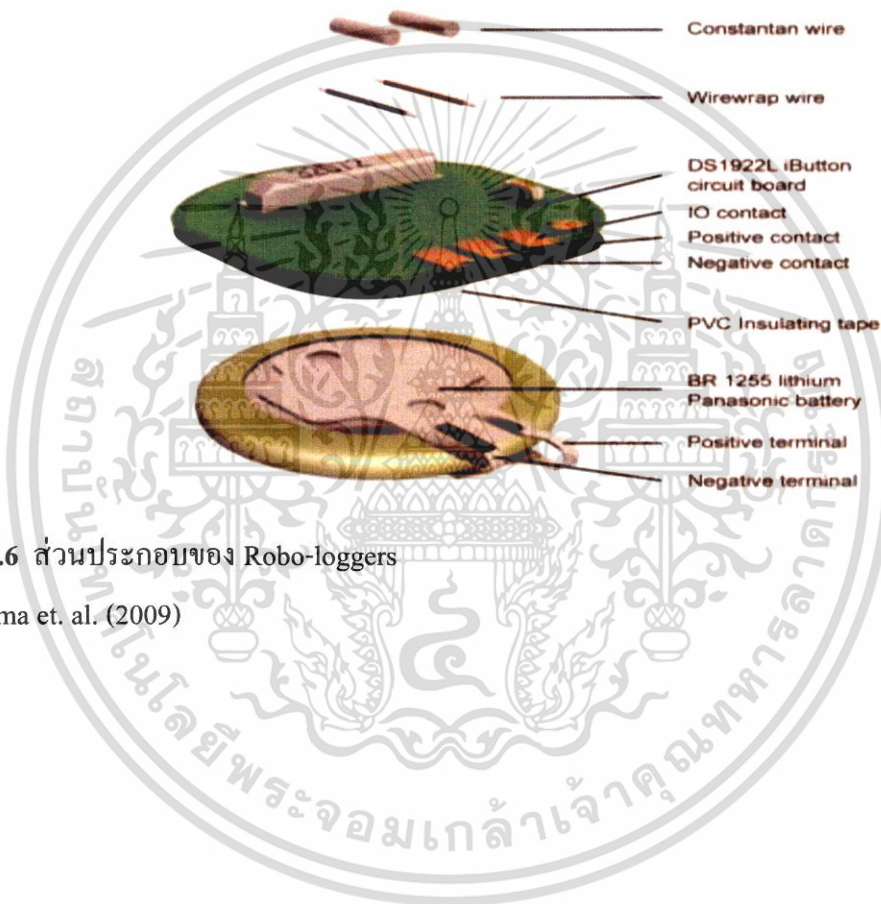
2.3 การตอบสนองทางสรีรวิทยาต่อความเครียดที่เกิดจากความร้อนของสิ่งมีชีวิตในหาดหิน (Physiological response to thermal stress of organism in rocky shore)

สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในเขตน้ำขึ้นน้ำลงเป็นสัตว์เลือดเย็น (ectotherm) อุณหภูมิร่างกายของสิ่งมีชีวิตเหล่านี้แปรผันไปตามปัจจัยทางภูมิของสิ่งแวดล้อมภายนอก (Helmuth et. al., 2002, 2006) เนื่องจากกลไกทางกายภาพของสิ่งแวดล้อมถูกกำหนดตามการเพิ่มขึ้นและการลดลงของระดับน้ำ สิ่งมีชีวิตหลายชนิดจึงต้องอาศัยอยู่ในบริเวณที่ใกล้ชิดจำกัดการทนความร้อน (Helmuth. 2002 ; Somero., 2010) การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการปรับตัวเพื่อการดำรงชีวิตภายใต้อุณหภูมิสภาพแวดล้อมที่สูง ทำให้สามารถเข้าใจได้ว่าสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมอย่างไร (Hochachka and Somero. 2002) สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บริเวณแนวน้ำขึ้นสูงสุดในหาดหินถือว่าเป็นกลุ่มที่มีความอดทนต่อความเครียดที่เกิดจากความร้อนในสิ่งแวดล้อมที่อยู่อาศัยโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเวลาที่น้ำลงทำให้มีระยะเวลาการสัมผัสอากาศในรอบวันมากกว่าบริเวณที่ต่ำลงไป กล่าวได้ว่าอุณหภูมิที่แตกต่างกันในพื้นที่อยู่อาศัย (habitat) เป็นปัจจัยที่ส่งผลให้สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดต้องมีขอบเขตการดำรงชีวิตที่ชัดเจน (zonation) สิ่งมีชีวิตจำเป็นต้องมีการปรับตัวเพื่อให้สามารถอาศัยอยู่ในพื้นที่ได้ โดยการปรับตัวทางสรีระ เช่น ประสิทธิภาพการเดินของหัวใจ การเผาผลาญพลังงาน ศักยภาพการสืบพันธุ์ กระบวนการสังเคราะห์โปรตีน และ Heat shock protein เป็นต้น ของสิ่งมีชีวิตจะมีความแตกต่างกันตามการแพร่กระจายตามระดับน้ำขึ้นน้ำลง (Somero. 2002)

ในการศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาต่อความเครียดจากความร้อนของสิ่งมีชีวิต จำเป็นต้องทราบอุณหภูมิภายในตัวของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมที่สิ่งมีชีวิตเหล่านั้นอยู่อาศัยก่อน ซึ่งวิธีการที่จะใช้ในการวัดอุณหภูมิในร่างกายอย่างต่อเนื่องในสภาพแวดล้อมทั้งในระดับฤดูกาลและในรอบปีทำได้ยาก ส่วนใหญ่ใช้วิธีการวัดทางอ้อม เช่น การสร้างแบบจำลองโดยใช้ตัวแปรของอุณหภูมิอากาศหรืออุณหภูมิน้ำทะเลประกอบกับข้อมูลการวัดอุณหภูมิในตัวโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบ Thermo couple หรือการใช้กล้องอินฟราเรดในช่วงสั้นๆ บันทึกข้อมูลอุณหภูมิ (Lima et. al. 2006, 2007)

Lima and Wethey. (2009) ได้ศึกษาการใช้อุปกรณ์ Robo-logger จำลองการวัดอุณหภูมิในตัวของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมที่อยู่อาศัย โดยนำ data logger (Thermochron Maxim DS1922L®, ภาพที่ 2.6) ตั้งค่าบันทึกข้อมูลอุณหภูมิทุกๆ 2 นาทีใส่ลงในเปลือกของหอยฝาชี (*Tectura persona*) ปิดทับด้วยเรซิน 3M Scotchcast® 2130 และ Z-spar เพื่อใช้เป็นตัวแทนเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตและป้องกันความเสียหายของอุปกรณ์ เปรียบเทียบกับอุณหภูมิในตัวของหอยฝาชีมีชีวิต โดยเจาะรูเล็กๆบนเปลือกของหอยฝาชีที่มีชีวิต ใช้หลอดทองแดงจากอุปกรณ์ Thermo couple (Omega part TT-T-40-SLE) ขนาดประมาณ 0.16 มิลลิเมตรสอดเข้าไปในรู บันทึกอุณหภูมิทุกๆ 2 นาทีด้วยอุปกรณ์ Campbell Scientific CR10X

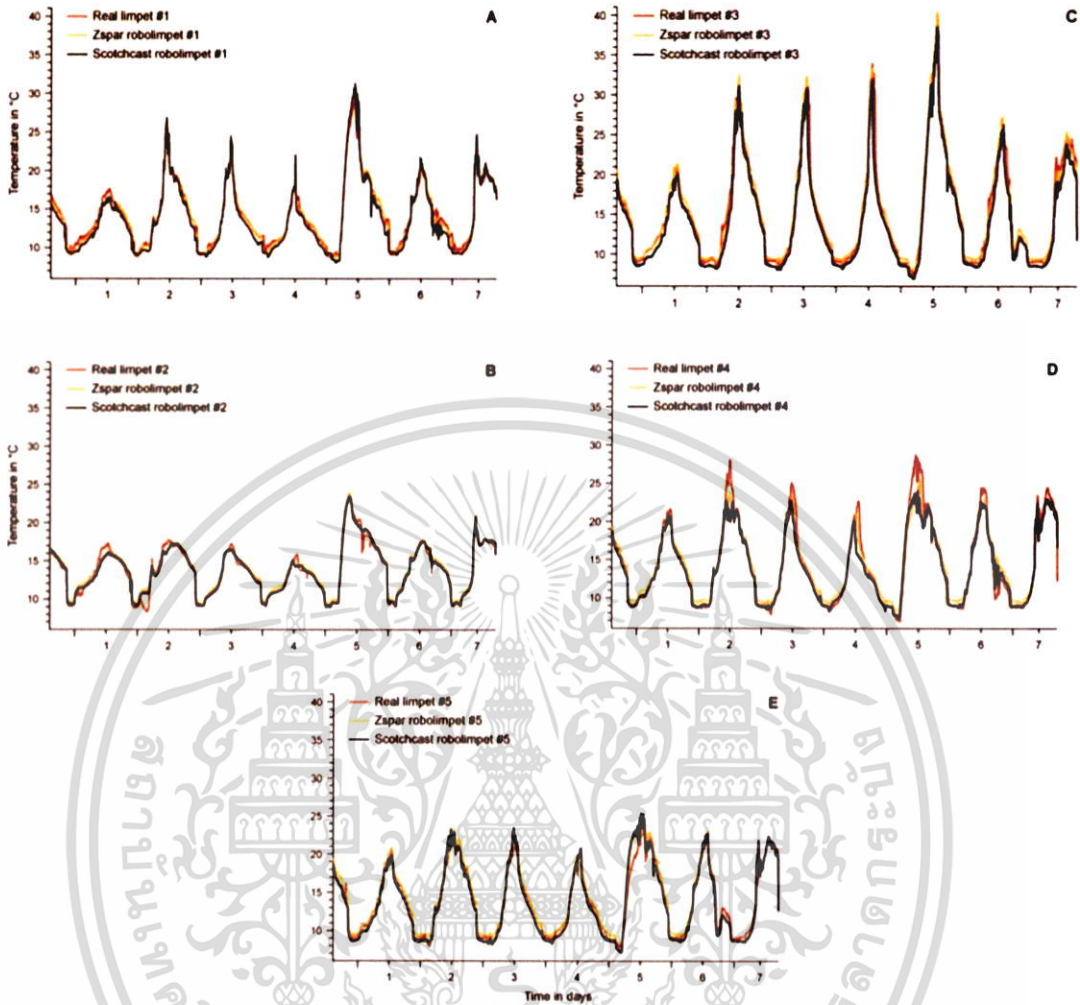
(ความแม่นยำ ± 0.1 องศาเซลเซียส) นำ Robo-logger ที่ใช้เรซิน 3M Scotchcast[®] 2130 และ Robo-logger ที่ใช้ Z-spar ไปติดที่พื้นผิวหินในบริเวณเดียวกับหอยฝาชีมีชีวิต ผลการศึกษาพบว่าอุณหภูมิที่บันทึกได้มีความใกล้เคียงกันอย่างมาก (ภาพที่ 2.7) แสดงให้เห็นว่าอุปกรณ์ Robo-logger นี้สามารถวัดอุณหภูมิได้ดี อุณหภูมิที่บันทึกได้สามารถใช้เป็นตัวแทนอุณหภูมิในตัวของสิ่งมีชีวิตได้ และสามารถเก็บข้อมูลได้เป็นระยะเวลานานและมีความถูกต้องของข้อมูลเมื่อเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิภายในเปลือกหอยที่มีชีวิตกับอุณหภูมิภายใน Robo-logger โดยมีความแตกต่างกันเพียง ± 0.5 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 2.6 ส่วนประกอบของ Robo-loggers

ที่มา: Lima et. al. (2009)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.7 อุณหภูมิภายในตัวของหอยฝาชีและอุณหภูมิภายใน Robo-logger ที่สอดคล้องกันในช่วงระยะเวลาการบันทึกอุณหภูมิ

ที่มา: Lima et. al. (2009)

Ganmanee et. al. 2015 ทดลองใช้ Robo-logger เก็บอุณหภูมิบนผิวหิน (บริเวณเขตน้ำขึ้นน้ำลงของหาดหินบริเวณหาดถ้ำพัง เกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี และ บริเวณหาดหินในอำเภอเมือง จังหวัดชุมพร) โดยทำการติดตั้ง 3 ระดับ (3.25 , 3.00 และ 2.75 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง) และแต่ละระดับน้ำติด Robo-logger 2 ระนาบคือติดตั้งตามแนวราบซึ่งสัมผัสกับแสงแดด โดยตรง (sun-exposed surface) และ ติดตามแนวตั้งซึ่งไม่รับแสง (shade surface) ตั้งค่าให้บันทึกอุณหภูมิทุกๆ 30 นาที ระยะเวลาการบันทึกข้อมูล 9 เดือน (ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2557 ถึง เมษายน 2558) และนำข้อมูลที่ได้นำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลรายชั่วโมงจากกรมอุตุนิยมวิทยา ผลการศึกษาพบว่า อุณหภูมิใน Robo-logger มีความแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระหว่างฤดูกาล อุณหภูมิสูงสุดในรอบวันที่ระดับน้ำขึ้นสูงสุด สูงกว่าอุณหภูมิอากาศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่มีความแตกต่างกันระหว่างอุณหภูมิใน Robo-logger ที่ติดในแนวราบ กับอุณหภูมิอากาศถึง 12 องศาเซลเซียส ที่เกาะสีชัง และ 15 องศาเซลเซียส ที่ชุมพร ส่วน Robo-logger ที่ติดในแนวตั้งมีความแตกต่างกับอุณหภูมิอากาศประมาณ 10 องศาเซลเซียส ข้อมูลจากการศึกษาครั้งนี้ยังแสดงให้เห็นว่า สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในบริเวณเขตน้ำลงต่ำสุด อาศัยอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 2.1 และตารางที่ 2.2)

ตารางที่ 2.1 อุณหภูมิภายในตัวสูงสุดและต่ำสุดของ Robo-logger ในแนวราบ (sun-exposed surface) ตามระดับความสูงของน้ำขึ้นน้ำลงที่แตกต่างกัน จากเกาะสีชังและชุมพร

	Sichang island		Chumporn	
	Max.	Min.	Max.	Min.
Low shore	42.5	22.5	43.3	19.3
Mid shore	ns	ns	47.0	19.8
High shore	47.0	19.5	51.3	21.4
Air Temp.	35.0	16.5	36.5	18.0

ที่มา: Ganmanee et. al. (2015)

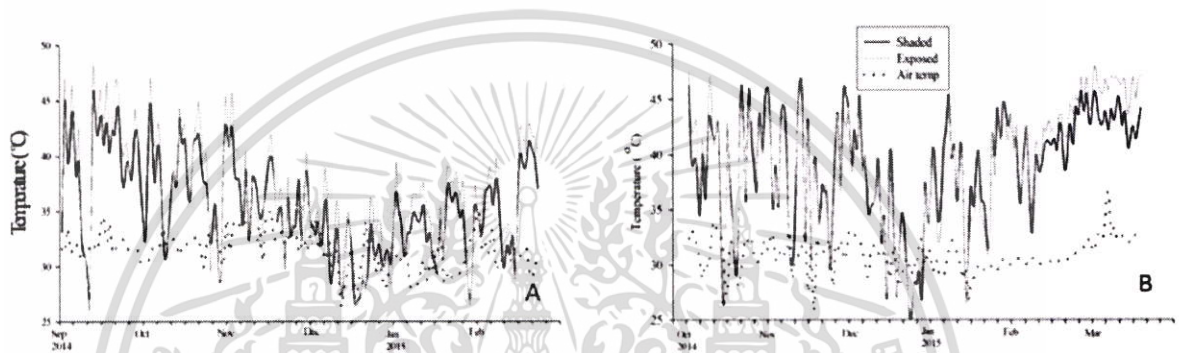
ตารางที่ 2.2 อุณหภูมิภายในตัวสูงสุดและต่ำสุดของ Robo-logger ในแนวตั้ง (shade surface) ตามระดับความสูงของน้ำขึ้นน้ำลงที่แตกต่างกัน จากเกาะสีชังและชุมพร

	Sichang island		Chumporn	
	Max.	Min.	Max.	Min.
Low shore	35.5	21.5	36.5	18.0
Mid shore	37.0	22.0	45.5	27.5
High shore	46.5	18.7	46.9	21.3
Air	35.0	16.5	36.5	18.0

ที่มา: Ganmanee et. al. (2015)

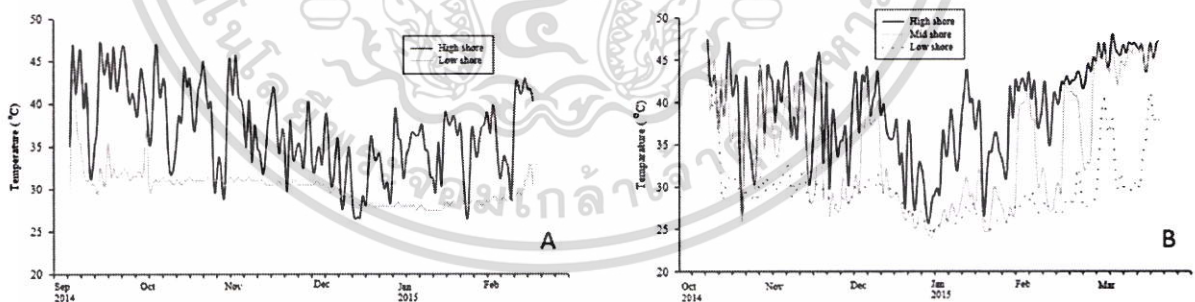
ความร้อนระหว่างวันประกอบกับระดับน้ำต่ำสุดในรอบวัน (เดือนกันยายนถึงกลางเดือนพฤศจิกายน ที่เกาะสีชัง เดือนตุลาคมถึงกลางเดือนพฤศจิกายนที่ชุมพร และจากกลางเดือนมกราคมเป็นต้นไปของทั้งสองพื้นที่) อุณหภูมิที่ Robo-logger บันทึกได้แสดงให้เห็นว่ามีอุณหภูมิสูงกว่า 40 องศาเซลเซียส ตำแหน่งของ Robo-logger บนผิวหิน และความสูงของระดับน้ำขึ้นน้ำลง แสดงให้เห็นว่ามีผลต่ออุณหภูมิอย่างชัดเจน ตัวอย่างเช่น Robo-logger ในแนวราบที่ระดับน้ำสูงสุดมีอุณหภูมิมากกว่าในแนวราบที่ระดับน้ำต่ำสุด (ภาพที่ 2.8 และ 2.9) โดยสรุปแล้วแต่ละพื้นที่ (เกาะสีชังและชุมพร) อุณหภูมิภายใน Robo-logger สูงสุดในรอบวันส่วนมากสูงกว่าอุณหภูมิอากาศมากกว่า 10 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในตัวของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในบริเวณแนวราบ (sun-exposed surface) เปรียบเทียบกับ

บริเวณแนวโค้ง (shade surface) มีความเชื่อมโยงกันกับความสูงของระดับน้ำที่แตกต่างกัน จากการศึกษา ก่อนหน้านี้ของ Dong et. al. (2015) แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิสูงสุดในที่อยู่อาศัยของหอยฝาชี (*Cellana toreuma*) เกินกว่าค่าอุณหภูมิวิกฤต (Median lethal temperature ; LT_{50}) ซึ่งหมายความว่าในปัจจุบันหอยฝาชี (*Cellana toreuma*) ต้องอดทนอย่างมากต่อความเครียดจากความร้อน ผลของภาวะโลกร้อนอาจทำให้เกิดความแตกต่างหรือการเปลี่ยนแปลง เคลื่อนย้ายถิ่นของสิ่งมีชีวิตเพื่อหลีกเลี่ยงความเครียดจากความร้อนที่เพิ่มขึ้น



ภาพที่ 2.8 อุณหภูมิในตัวสูงสุดในแต่ละวันที่บันทึกได้จาก Robo-logger ในตำแหน่งที่แตกต่างกันของพื้นที่บนผิวหินเปรียบเทียบกับข้อมูลอุณหภูมิอากาศที่เกาะสีชัง (A) และชุมพร (B)

ที่มา: Ganmanee et. al. (2015)

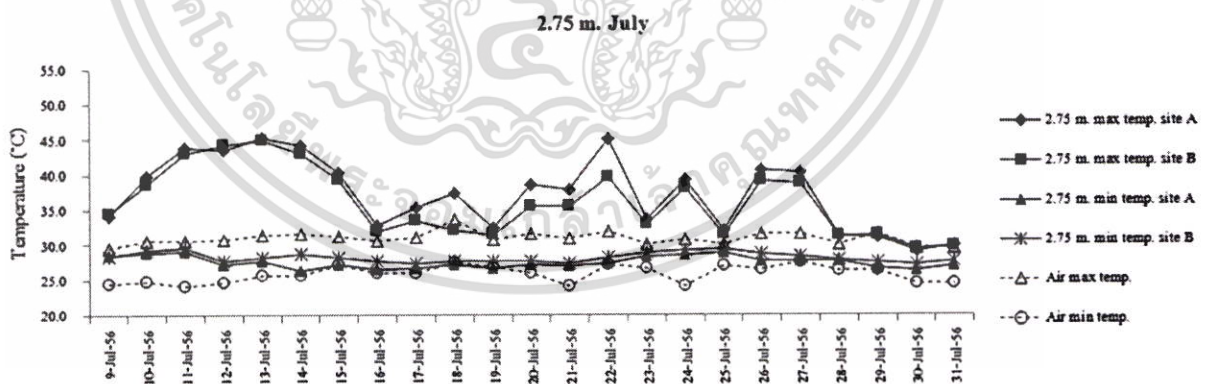


ภาพที่ 2.9 อุณหภูมิในตัวสูงสุดในแต่ละวันที่บันทึกได้จาก Robo-logger ในความสูงของระดับน้ำขึ้นน้ำลงที่แตกต่างกันเปรียบเทียบกับข้อมูลอุณหภูมิอากาศที่เกาะสีชัง (A) และชุมพร (B)

ที่มา: Ganmanee et. al. (2015)

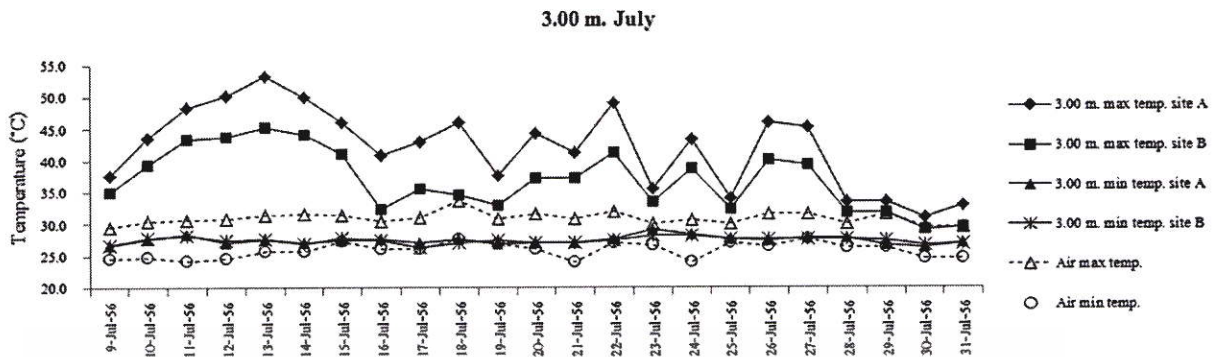
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชญนิศ มีโกคา และ มณฑล แก่นมณี (2559) ได้ศึกษาการใช้อุปกรณ์ Robo-logger ในการวัดอุณหภูมิภายในเปลือกของหอยสองฝาในเขตน้ำขึ้นน้ำลงของหาดหินใกล้หาดถ้ำพัง เกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี ประเทศไทย ในเดือนกรกฎาคมและสิงหาคม ปี 2556 โดยทำการติดตั้ง Robo-logger ใน 2 บริเวณที่มีความลาดชันของพื้นต่างกัน กำหนดให้พื้นที่ความลาดต่ำเป็นสถานี A และพื้นที่ความลาดชันสูงเป็นสถานี B โดยมีระยะห่างระหว่างสถานีประมาณ 150 เมตร นำ Robo-logger ติดกับพื้นหินที่ระดับ 2.75, 3.00 และ 3.25 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง ระดับน้ำละ 2 ตัวอย่าง บริเวณทั้งสองสถานี รวมทั้งหมดจำนวน 12 ตัวอย่าง ผลการศึกษาพบว่า ทั้งเดือนกรกฎาคมและเดือน สิงหาคมของทั้งสองสถานีและทุกระดับน้ำมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศ โดยในเดือนกรกฎาคม ที่ระดับน้ำ 2.75 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง สถานี A อุณหภูมิสูงสุดในรอบวันเฉลี่ยเท่ากับ 37.29 ± 5.17 องศาเซลเซียส สถานี B อุณหภูมิสูงสุดในรอบวันเฉลี่ย 36.05 ± 4.83 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 2.10) ที่ระดับน้ำ 3.00 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง สถานี A อุณหภูมิสูงสุดในรอบวันเฉลี่ย 42.01 ± 6.43 องศาเซลเซียส สถานี B อุณหภูมิสูงสุดในรอบวันเฉลี่ย 36.92 ± 4.86 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 2.11) ซึ่งทั้งสองระดับน้ำนี้สถานี A มีอุณหภูมิสูงสุดในรอบวันเฉลี่ยสูงกว่าสถานี B เพียงเล็กน้อยจึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และที่ระดับน้ำ 3.25 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง สถานี A อุณหภูมิสูงสุดในรอบวันเฉลี่ย 42.24 ± 2.67 องศาเซลเซียส สถานี B อุณหภูมิสูงสุดในรอบวันเฉลี่ย 41.89 ± 6.93 องศาเซลเซียส ซึ่งที่สถานี B มีอุณหภูมิสูงสุดในรอบวันเฉลี่ยสูงกว่าสถานี A แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 2.12)



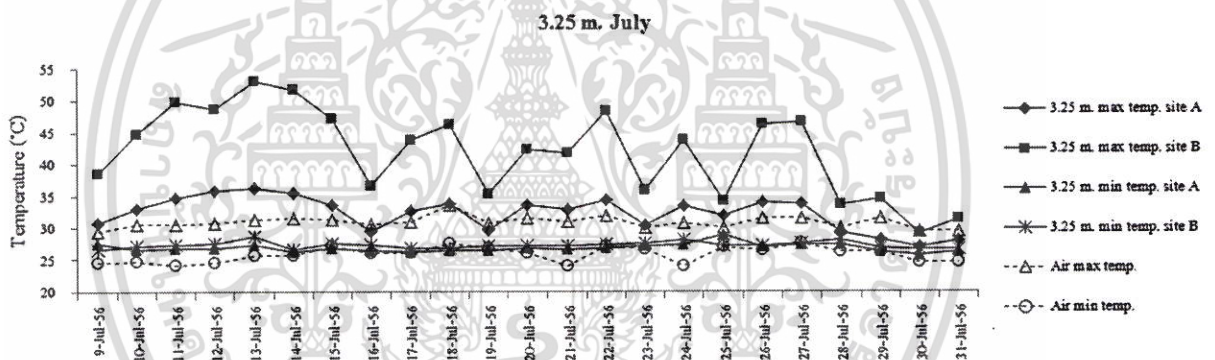
ภาพที่ 2.10 อุณหภูมิสูงสุดต่ำสุดรายตัวที่บันทึกได้โดย Robo-logger ที่ระดับน้ำ 2.75 เดือนกรกฎาคม 2556 ในสถานี A และ B เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศสูงสุดต่ำสุดที่ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยา

ที่มา : ชญนิศ มีโกคา และ มณฑล แก่นมณี (2559)



ภาพที่ 2.11 อุณหภูมิสูงสุดต่ำสุดรายตัวที่บันทึกได้โดย Robo-logger ที่ระดับน้ำ 3.00 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางเดือนกรกฎาคม 2556 ในสถานี A และ B เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศสูงสุดต่ำสุดที่ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยา

ที่มา : ชญุณิศ มีโกศา และ มณฑล แก่นมณี (2559)



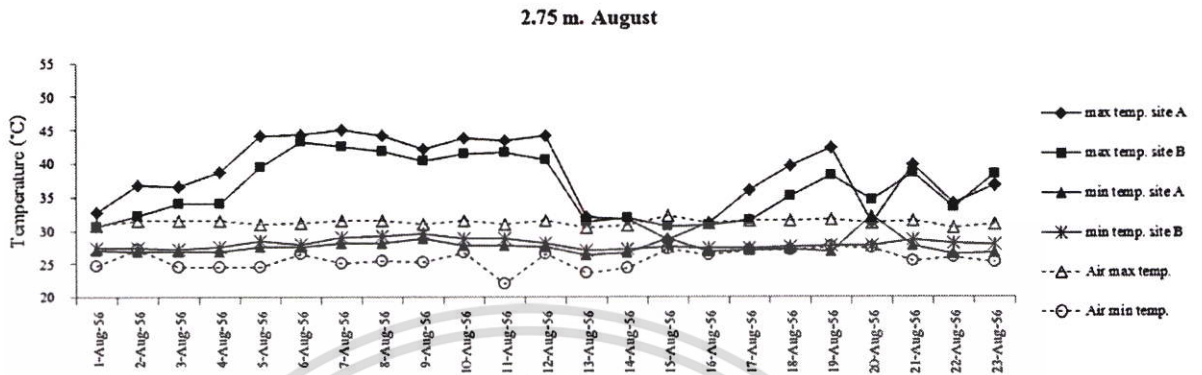
ภาพที่ 2.12 อุณหภูมิสูงสุดต่ำสุดรายตัวที่บันทึกได้โดย robo-logger ที่ระดับน้ำ 3.25 00 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางเดือนกรกฎาคม 2556 ในสถานี A และ B เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศสูงสุดต่ำสุดที่ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยา

ที่มา : ชญุณิศ มีโกศา และ มณฑล แก่นมณี (2559)

สำหรับข้อมูลภายใน Robo-logger ในเดือนสิงหาคม ที่ระดับน้ำ 2.75 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง สถานี A อุณหภูมิสูงสุดในรอบวันเฉลี่ย 38.24 ± 5.29 องศาเซลเซียส สถานี B อุณหภูมิสูงสุดในรอบวันเฉลี่ย 37.37 ± 4.42 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 2.13) ที่ระดับน้ำ 3.00 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง สถานี A อุณหภูมิ สูงสุดในรอบวันเฉลี่ย 42.72 ± 7.28 องศาเซลเซียส สถานี B อุณหภูมิสูงสุดในรอบวันเฉลี่ย 37.20 ± 4.95 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 2.14) ที่ระดับน้ำ 3.25 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง อุณหภูมิสูงสุดในรอบวันเฉลี่ย 38.88 ± 4.29 องศาเซลเซียส สถานี B อุณหภูมิสูงสุดในรอบวันเฉลี่ย

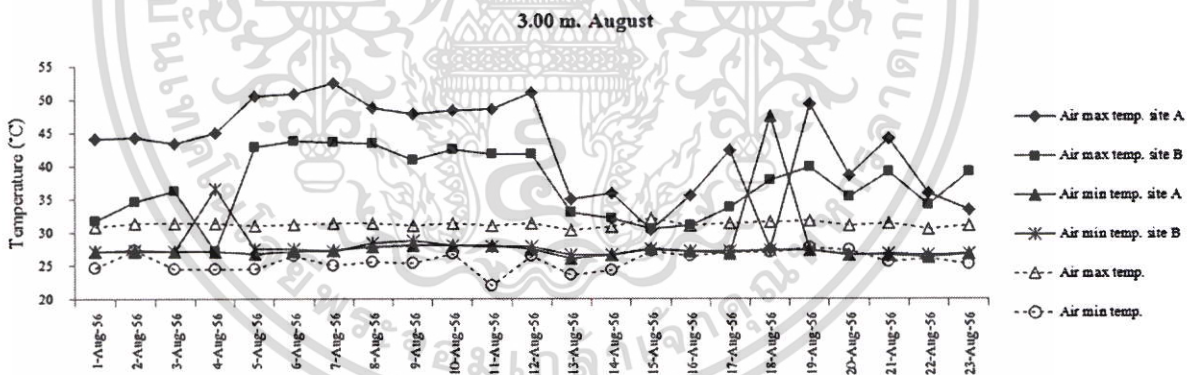
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

42.86±5.98 องศาเซลเซียส ซึ่งสูงกว่าสถานี A แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 2.15)



ภาพที่ 2.13 อุณหภูมิสูงสุดต่ำสุดรายตัวที่บันทึกได้โดย Robo-logger ที่ระดับน้ำ 2.75 00 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางเดือนสิงหาคม 2556 ในสถานี A และ B เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศสูงสุดต่ำสุดที่ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยา

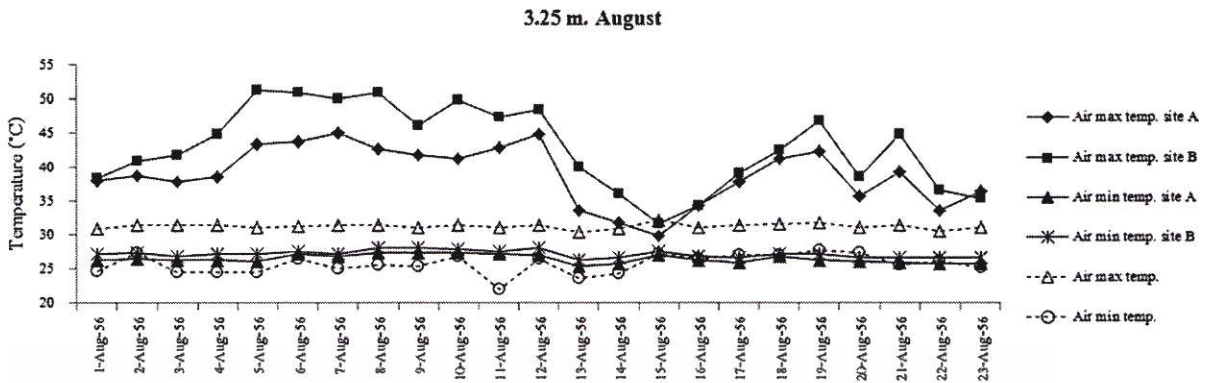
ที่มา : ชญนิศ มีโกคา และ มณฑล แก่นมณี (2559)



ภาพที่ 2.14 อุณหภูมิสูงสุดต่ำสุดรายตัวที่บันทึกได้โดย Robo-logger ที่ระดับน้ำ 3.00 00 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางเดือนสิงหาคม 2556 ในสถานี A และ B เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศสูงสุดต่ำสุดที่ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยา

ที่มา : ชญนิศ มีโกคา และ มณฑล แก่นมณี (2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.15 อุณหภูมิสูงสุดต่ำสุดรายตัวที่บันทึกได้โดย Robo-logger ที่ระดับน้ำ 3.25 00 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางเดือนสิงหาคม 2556 ในสถานี A และ B เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศสูงสุดต่ำสุดที่ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยา
ที่มา : ชญุณิศ มีโกศา และ มณฑล แก่นมณี (2559)

ผลการศึกษาพบความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามช่วงเวลาแต่ไม่พบความแตกต่างตามสถานีและระดับน้ำ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในแต่ละระดับน้ำของทั้งสองสถานีในเดือนกรกฎาคม นั้นมีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยตั้งแต่วันที่ 9 กรกฎาคม อุณหภูมิมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นและพบอุณหภูมิสูงสุดในวันที่ 13 กรกฎาคม หลังจากนั้นอุณหภูมิลดต่ำลง และพบอุณหภูมิต่ำสุดในวันที่ 16 กรกฎาคม หลังจากนั้นอุณหภูมิมีความผันผวนโดยอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น (วันที่ 22 กรกฎาคม, วันที่ 24 กรกฎาคม และวันที่ 26-27 กรกฎาคม) และลดลงต่ำ (วันที่ 23 กรกฎาคม, วันที่ 25 กรกฎาคม และวันที่ 28-31 กรกฎาคม) สลับกันไป ซึ่งจะแตกต่างจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในเดือนสิงหาคม โดยอุณหภูมิในเดือนสิงหาคม เพิ่มสูงขึ้นตั้งแต่วันที่ 1-12 สิงหาคม หลังจากนั้นอุณหภูมิมิแนวโน้มลดลงในระหว่างวันที่ 13-15 สิงหาคม หลังจากนั้นอุณหภูมิมีความผันผวนโดยอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น (วันที่ 19 สิงหาคม และวันที่ 21 สิงหาคม) และลดลงต่ำ (วันที่ 20 สิงหาคม และวันที่ 22 สิงหาคม) สลับกันไป เมื่อทำการเปรียบเทียบอุณหภูมิตายชั่วโมงและอุณหภูมิสูงสุดต่ำสุดในรอบวันเฉลี่ยภายใน Robo-logger ทุกตัว ทุกสถานีและระดับน้ำพบว่าอุณหภูมิภายใน Robo-logger สูงกว่าอุณหภูมิอากาศ ตั้งแต่ 0.8 ถึง 21.9 องศาเซลเซียสโดยอุณหภูมิ อากาศ ระยะเวลาการรับแสงและระยะเวลาที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้นน้ำลงมีผลต่ออุณหภูมิภายในที่บันทึกจาก Robo-logger จากการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอุณหภูมิภายในเปลือกหอยตามระดับน้ำ และพื้นที่ที่แสดงให้เห็นว่า มีความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายใน Robo-logger ในแต่ละระดับน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (two-ways ANOVA;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$P < 0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างของอุณหภูมิภายใน Robo-logger ที่ในระดับน้ำเดียวกันในแต่ละสถานี และไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำ และพื้นที่ (two-ways ANOVA; $P > 0.05$) (ตารางที่ 2.3)

ตารางที่ 2.3 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของอุณหภูมิที่บันทึกได้ภายใน Robo-logger ในแต่ละสถานีและระดับน้ำต่างๆในเดือนกรกฎาคม และเดือนสิงหาคม 2556

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Corrected Model	4.73.330(a)	5	94.666	2.503	0.033
Intercept	217552.98	1	217553	5752.18	0
Site	83.225	1	83.225	2.2	0.14
Tidal	296.764	2	148.382	3.923	0.022
Site*Tidal	93.341	2	46.671	1.234	0.294
Error	5219.292	138	37.821		
Total	223245.602	144			
Corrected Total	5692.622	143			

A R Squared = .083 (Adjusted R Squared = .050)

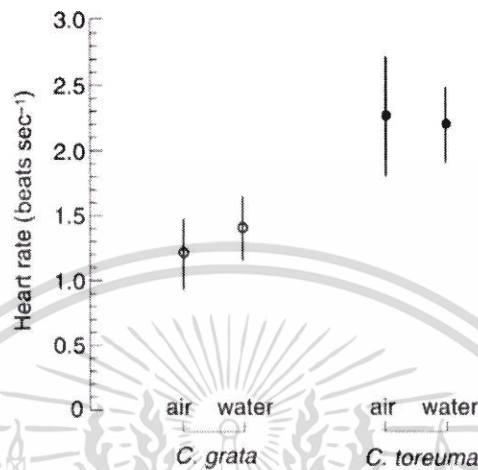
ที่มา : ชญนิศ มีโกศา และ มณฑล แก่นมณี (2559)

2.3.1 Arrhenius Breakpoint Temperature (ABT)

อัตราการเดินของหัวใจสามารถใช้แสดงถึงอัตราการเมตาบอลิซึมในหอยฝาชี (Marshall and McQuaid. 1992 ; Santini et. al. 1999) แสดงรวมถึงใช้บ่งชี้ระดับความเครียดของหอยสองฝาในสกุล Mytilidae (Westmoreland, unpublished datae) และสามารถใช้อัตราการตอบสนองของร่างกายเมื่ออยู่ภายใต้การปนเปื้อนสารเคมีในทะเลได้ (e.g. Depledge. 1984 ; Bamber and Depledge. 1997) Chelazzi et. al. (2001) ได้ใช้วิธีการวัดอัตราการเดินของหัวใจเพื่อศึกษาการตอบสนองการเดินของหัวใจในหอยฝาชีสองชนิดคือ *Cellana toreuma* และ *Cellana grata* เมื่ออยู่ในสภาวะแวดล้อมที่ต่างกัน คือ (1) เมื่อจมอยู่ใต้น้ำทะเล และเมื่ออยู่ในอากาศพร้อมกับสเปรย์น้ำทะเล ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ผลการศึกษาพบว่าอัตราการเดินของหัวใจ *C. grata* ต่ำกว่า *C. toruema* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในอากาศที่สเปรย์น้ำทะเล (1.21 ± 0.27 และ 2.27 ± 0.46 องศาเซลเซียสตามลำดับ) และเมื่อจมอยู่ใต้น้ำ ใน *C. grata* มีอัตราการเดินของหัวใจที่เร็วกว่าเมื่อในอากาศที่สเปรย์น้ำทะเล (1.40 ± 0.24) ส่วน *C. toruema*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลับตรงกันข้ามคือเมื่ออยู่ในอากาศที่สเปรย์น้ำทะเล มีอัตราการเต้นของหัวใจที่เร็วกว่าเมื่อจมน้ำ
กลับมีอัตราการเต้นของหัวใจต่ำลง (2.20 ± 0.27 , ภาพที่ 2.16)

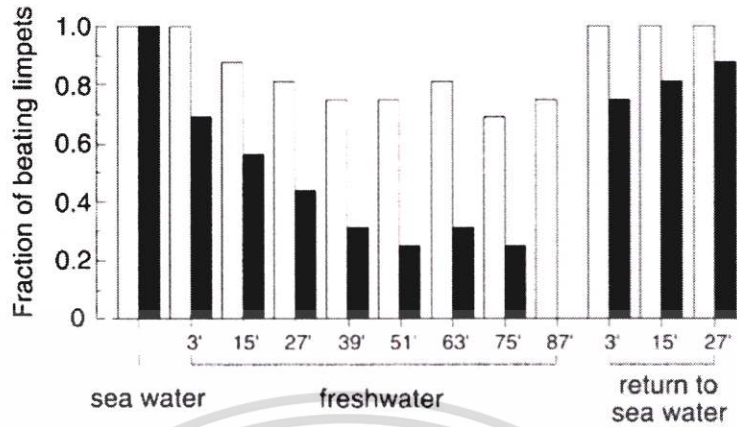


ภาพที่ 2.16 ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจ (\pm SD, $n=15$) ของ *C. grata* และ *C. toruema* เมื่ออยู่ใน
อากาศที่มีความชื้นจากการสเปรย์น้ำ และจมน้ำที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ที่มา : Chelazzi et. al. (2001)

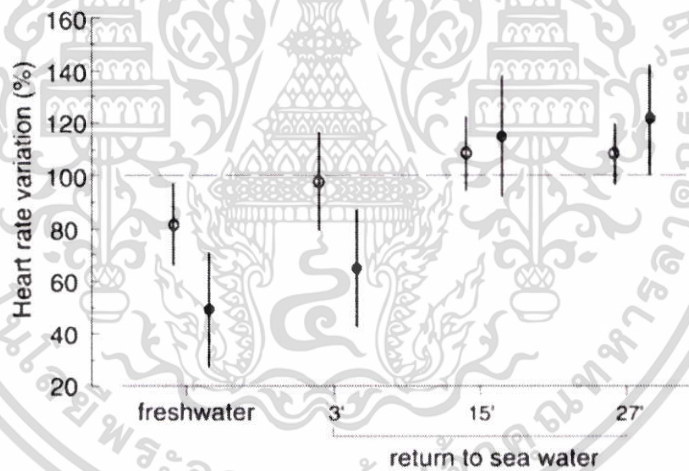
(2) เมื่ออยู่ในสถานะสูญเสียน้ำ โดยทำการจำลองสภาวะแวดล้อมให้น้ำลงในเวลากลางวัน 3 แบบคือ
จมน้ำ, อยู่ในอากาศที่มีความชื้น และ อยู่ในอากาศที่ไม่มี ความชื้น ผลการศึกษาพบว่า หอยฝาชี
ทั้งสองชนิดหัวใจหยุดเต้นเป็นช่วงๆ เมื่ออยู่ในอากาศ แต่จะไม่หยุดเต้นเมื่อจมน้ำ การตอบสนองนี้
แตกต่างกันตามชนิดของหอยฝาชี โดย *C. grata* มีหัวใจหยุดเต้นเป็นช่วงๆเมื่ออยู่ในอากาศที่มีความชื้น
และไม่มี ความชื้น แต่ *C. toruema* มีหัวใจหยุดเต้นเป็นช่วงๆเมื่ออยู่ในอากาศที่ไม่มี ความชื้นเท่านั้น โดย
ใน *C. grata* หัวใจหยุดเต้นคิดเป็นประมาณ 5% ของการเต้นของหัวใจทั้งหมด และประมาณ 10% ใน
C. grata เมื่ออยู่ในอากาศที่มีความชื้น ค่าเฉลี่ยระยะเวลาช่วงที่หัวใจหยุดเต้นของ *C. grata* เมื่ออยู่ใน
อากาศที่ไม่มี ความชื้นนานกว่าเมื่ออยู่ในอากาศที่มีความชื้น (45 และ 36 วินาที ตามลำดับ) ซึ่งนานกว่า
C. toruema เมื่ออยู่ในอากาศที่ไม่มี ความชื้น (24 วินาที) ในขณะที่เดียวกันไม่พบการตอบสนอง เช่น
การเคลื่อนไหว (locomotion) หรือการยกเปลือก (mushrooming) ร่วมกับการหยุดเต้นของหัวใจ
(3) เมื่ออุณหภูมิสภาพแวดล้อมสูงขึ้นกว่าปกติ ทำการทดลองโดยเปรียบเทียบอัตราการเต้นของหัวใจ
เมื่ออยู่ในน้ำที่อุณหภูมิ 25 และ 34 องศาเซลเซียส พบว่าหอยฝาชีทั้งสองชนิดมีอัตราการเต้นของหัวใจ
เพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่สูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.17 แสดงการตอบสนองการเดินของหัวใจหลังจากอยู่ใต้น้ำเค็ม , น้ำจืด และกลับไปอยู่ใต้น้ำเค็มอีกครั้ง (แท่งสีขาว; *C. grata* และแท่งสีดำ; *C. toruema*)

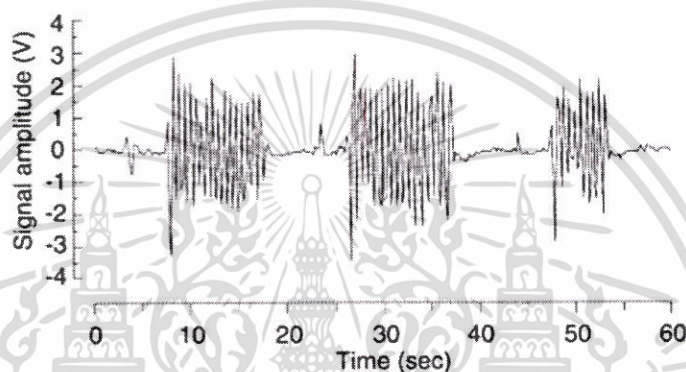
ที่มา : Chelazzi et. al. (2001)



ภาพที่ 2.18 แสดงความแปรปรวนอัตราการเดินของหัวใจหอยฝาชีเมื่ออยู่ใต้น้ำจืดและกลับไปอยู่ใต้น้ำเค็มอีกครั้ง กับอัตราการเดินของหัวใจก่อนเริ่มการทดลอง ระดับ < 100% และ > 100% (เส้นประ) แสดงถึงการเพิ่มขึ้นและลดลงของอัตราการเดินของหัวใจ ค่าเฉลี่ย (\pm SD , n=15) ของ *C. grata* (วงกลมสีขาว) และ *C. toruema* (วงกลมสีดำ) ค่าเฉลี่ยของสภาวะที่อยู่ในน้ำจืดคือค่าเฉลี่ยอัตราการเดินของหัวใจสุดท้ายเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (87 นาที)

ที่มา : Chelazzi et. al. (2001)

และ 4) เมื่ออยู่ในน้ำจืด เป็นการจำลองสถานการณ์เมื่อหอยฝาซีได้รับน้ำจืดในช่วงฤดูฝน โดยนำหอยฝาซีทั้งสองชนิดไว้ใต้น้ำเค็มสลับกับน้ำจืดและนำกลับมาไว้ใต้น้ำเค็มอีกครั้ง เพื่อศึกษาปรับตัวจากการตอบสนองของการเต้นของหัวใจ ผลการศึกษาพบว่า หอยฝาซีทั้งสองชนิดเมื่อจมอยู่ใต้น้ำจืดแสดงให้เห็นการตอบสนองของการเต้นของหัวใจที่แตกต่างกัน (ภาพที่ 2.17 และภาพที่ 2.18) ใน *C. grata* เริ่มพบการหยุดเต้นของหัวใจหลังจากเริ่มการทดลอง 15 นาที และมีการเต้นของหัวใจสลับกับหยุดเต้นตลอดการทดลอง (ภาพที่ 2.19) มีเพียงส่วนน้อยที่หัวใจยังคงเต้นอยู่เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

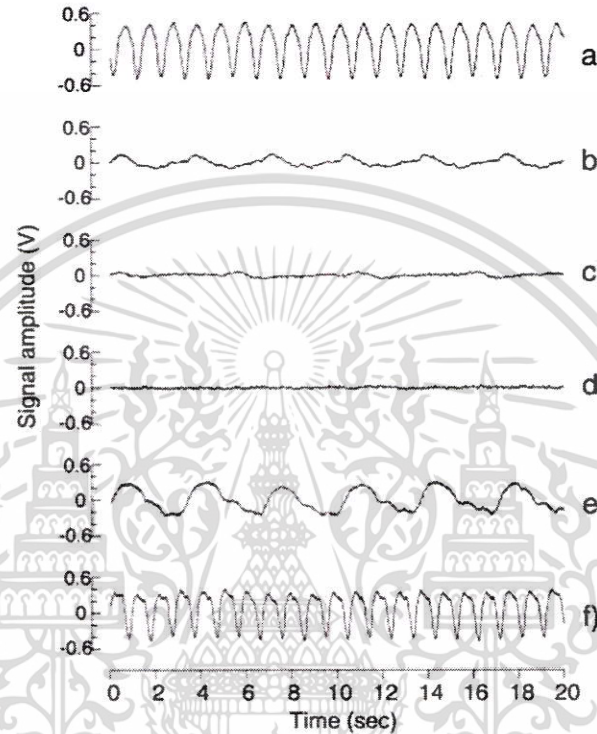


ภาพที่ 2.19 กราฟแสดงตัวอย่างการเต้นของหัวใจหอยฝาซี *Cellana grata* ที่เต้นสลับกับหยุดเต้น จากตัวอย่างหอยฝาซีในการทดลองที่ความเค็มต่ำลงเมื่ออยู่ใต้น้ำจืดเป็นเวลาประมาณ 30 นาที การขึ้นลงของเส้นกราฟแสดงถึงการคลายและบีบตัวของหัวใจ

ที่มา : Chelazzi et.al. (2001)

ส่วน *C. toruema* หลังจากอยู่ในน้ำจืดไม่นาน แสดงให้เห็นเส้นกราฟการเต้นของหัวใจต่ำลง ช้าลง และตามด้วยหัวใจหยุดเต้น (ภาพที่ 2.20) และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (87 นาที) หอยฝาซีชนิด *C. toruema* ทุกตัวหัวใจหยุดเต้น และกลับมาทำงานเป็นปกติเมื่อนำกลับไปไว้ใต้น้ำเค็ม (ภาพที่ 2.16 และภาพที่ 2.17) หลังจากนำกลับไปไว้ใต้น้ำเค็ม 3 นาที *C. grata* มีอัตราการเต้นของหัวใจเหมือนกับก่อนเริ่มทำการทดลอง และหลังจาก 15 และ 27 นาที หัวใจเต้นเร็วผิดปกติเล็กน้อย ส่วน *C. toruema* หัวใจกลับมาทำงานอย่างช้าๆ และอัตราการเต้นของหัวใจเต้นเร็วขึ้นอย่างชัดเจนที่ 15 และ 27 นาที (ภาพที่ 2.20) จากผลการศึกษาี้แสดงให้เห็นว่า *C. grata* มีกระบวนการเมตาบอลิซึมต่ำกว่า *C. toruema* ซึ่งสอดคล้องกับหอยฝาซีที่อาศัยอยู่ในบริเวณเขตน้ำขึ้นสูงสุดจะมีอัตราการเมตาบอลิซึมต่ำกว่า หอยฝาซีที่อาศัยอยู่ในบริเวณเขตน้ำลงต่ำสุด (Segal et. al. 1953 ; Newell. 1979 ; Branch. 1981) นอกจากนี้การที่ *C. grata* มีการหยุดเต้นของหัวใจมากกว่า *C. toruema* เมื่ออยู่ในอากาศที่ไม่มีความชื้น

เป็นกลไกการตอบสนองต่อขีดจำกัดของสิ่งแวดล้อมที่อาศัยอยู่และเป็นการลดกระบวนการเมตาบอลิซึมเมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่ทำให้เกิดความเครียดที่เกิดจากความร้อนในช่วงเวลาที่น้ำลง (Williams and McMahon. 1998)



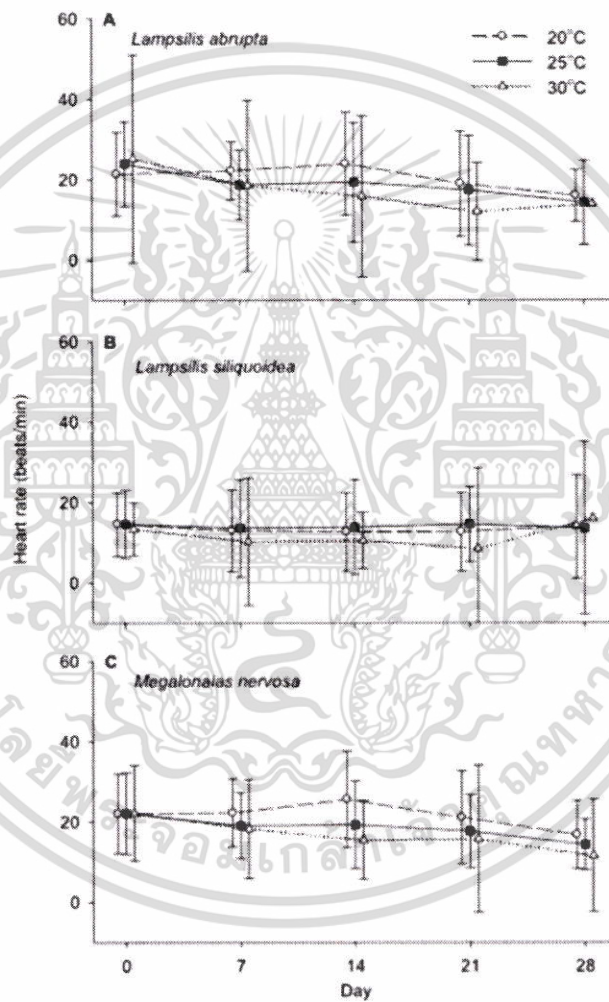
ภาพที่ 2.20 กราฟแสดงความแปรปรวนของการเต้นของหัวใจตัวอย่างหอยฝาชี *Cellana toreuma* ที่มีความแตกต่างกันระหว่างการทดลองที่ความเค็มต่ำ; a คือกราฟการเต้นของหัวใจเมื่ออยู่ใต้น้ำเค็ม; b, c, d ที่ 15, 27, 39 นาที คือกราฟการเต้นของหัวใจเมื่ออยู่ใต้น้ำจืด ตามลำดับ; e, f 3 และ 15 นาที หลังจากนำกลับมาอยู่ใต้น้ำเค็ม การขึ้นลงของเส้นกราฟแสดงถึงการคลายและบีบตัวของหัวใจ

ที่มา : Chelazzi et. al. (2001)

Ganser et. al. (2013) ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิน้ำที่ 20, 25, 30, 35 องศาเซลเซียส ต่อการตอบสนองทางสรีระในด้านอัตราการเต้นของหัวใจของตัวอ่อนหอยสองฝา *Lampsilis abrupta*, *Lampsilis siliquoidea* และ *Megaloniais nervosa* ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ 28 วัน ผลการศึกษาพบว่า อุณหภูมิและระยะเวลามีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจตัวอ่อนทั้งสามชนิดแตกต่างกันไป โดยในตัวอ่อนชนิด *L. siliquoidea* อุณหภูมิและระยะเวลาไม่มีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอ่อนชนิดนี้แสดงอัตราการเต้นของหัวใจที่คงที่ตลอดการทดลอง ในทางตรงข้าม ตัวอ่อนชนิด *L. abrupta* และ *M. nervosa* มีอัตราการเต้นของหัวใจที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อมีการเพิ่มอุณหภูมิและระยะเวลา (ภาพ 21A-C) อัตราการเต้นของหัวใจตัวอ่อนหอยสองฝาที่ลดลงแสดงถึงความพยายามที่จะลดกระบวนการเผาผลาญและรักษาพลังงานให้คงที่ในระหว่างที่ได้รับความเครียดที่เกิดจากความร้อน

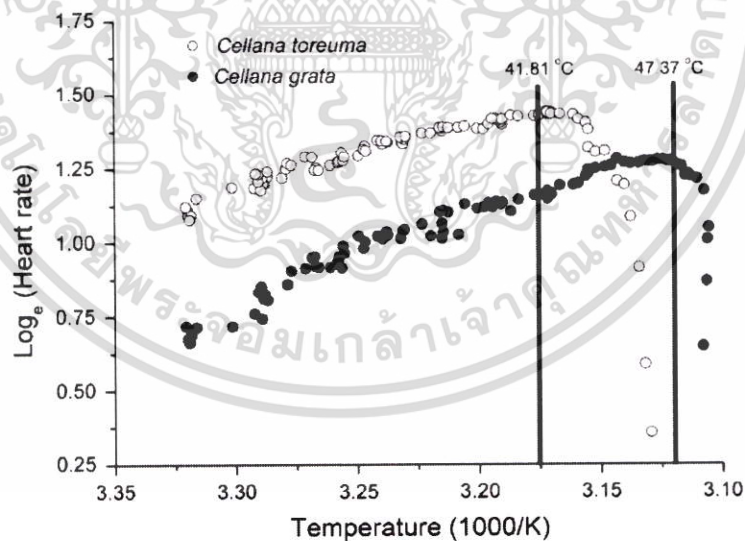


ภาพที่ 2.21 อัตราการเต้นของหัวใจตัวอ่อน *Lampsilis abrupta* (A), *Lampsilis siliquoidea* (B) และ *Megaloniais nervosa* และ (C) ในระหว่างการเพิ่มระดับอุณหภูมิของน้ำในห้องปฏิบัติการ 28 วัน

ที่มา: Ganser et. al. (2013)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

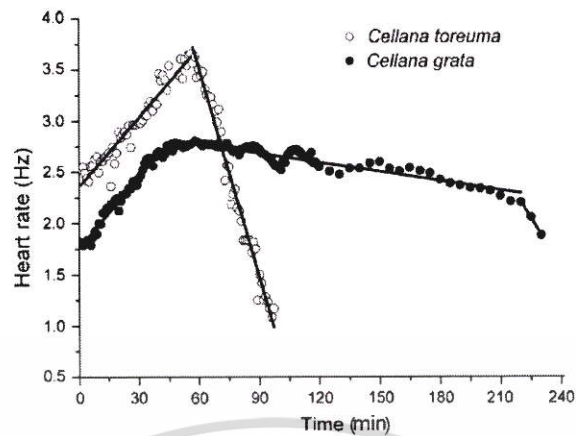
Arrhenius Breakpoint Temperature (ABT) เป็นหนึ่งในวิธีการศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาที่วัดจากอัตราการเต้นของหัวใจต่ออุณหภูมิที่เพิ่ม การเต้นของหัวใจเต้นเร็วขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจนถึงจุดๆหนึ่งอัตราการเต้นของหัวใจจะลดลง โดยอุณหภูมิที่ทำให้อัตราการเต้นของหัวใจขึ้นสูงสุดก่อนลดลงอย่างกะทันหัน ซึ่งเป็นผลจากการเมตาบอลิซึมที่ลดลง ทำให้ระบบต่างๆของร่างกายมีการทำงานช้าลง อุณหภูมินี้คือ Arrhenius Breakpoint Temperature (ABT) ซึ่งสิ่งมีชีวิตในเขตน้ำขึ้นน้ำลงที่อาศัยอยู่ใกล้แนวน้ำขึ้นสูงสุด จะมีค่า ABT สูงกว่าสิ่งมีชีวิตที่อยู่ต่ำกว่า โดย Dong and Williams (2011) ได้ศึกษารูปแบบของ ได้ศึกษารูปแบบของ Arrhenius break points (ABT) และการสร้าง heat shock proteins เพื่อตอบสนองต่อความเครียดที่เกิดจากภาวะอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของหอยฝาชีที่มีขอบเขตการแพร่กระจายตามแนวน้ำขึ้นน้ำลงที่ต่างกันที่อาศัยบริเวณหาดหินในเขตร้อน โดยทำการทดลองการเต้นของหัวใจในเดือน มิถุนายน 2009 ใช้หอยฝาชี 2 ชนิดคือ *Cellana grata* และ *C. toreuma* ที่ Shek O เขตปกครองพิเศษฮ่องกง นำไปปรับสภาพในห้องปฏิบัติการในระบบน้ำขึ้นน้ำลงจำลองโดยควบคุมอุณหภูมิที่ 28 องศาเซลเซียส ความเค็ม 31 psu (practical salinity unit) เป็นเวลา 1 สัปดาห์ หลังจากนั้นเมื่อเริ่มการทดลอง นำหอยฝาชีใส่ลงในบีกเกอร์แล้วแช่ใน water bath ทำการเพิ่มอุณหภูมิน้ำขึ้น 0.2 องศาเซลเซียสต่อ 1 นาที จากนั้นสูบลมหอยมาเพื่อติดเซ็นเซอร์อินฟราเรดลงบนเปลือกหอยเพื่อวัดการเต้นของหัวใจ



ภาพที่ 2.22 ชีตจำกัดความร้อนของอัตราการเต้นของหัวใจในหอยฝาชี *C. toreuma* (วงกลมโปร่ง) และ *C. grata* (วงกลมทึบ) เส้นสีดำ คืออุณหภูมิที่มีอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด (ABT)
ที่มา: Dong and Williams. (2011)

ผลการศึกษาพบว่าขณะเมื่อเพิ่มอุณหภูมิชิ้นการทำงานของหัวใจแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ดังภาพที่ 2.22 ในระยะแรกหอยฝาชีทั้งสองชนิดมีการเต้นของหัวใจที่ปกติและมีความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจกับอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส อัตราการเต้นของหัวใจของ *C. toreuma* สูงกว่า *C. grata* อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนในระยะที่สอง เมื่อเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้นต่อไปส่งผลให้การเต้นของหัวใจของหอยทั้งสองชนิดมีการเต้นผิดปกติ หลังจากนั้นอัตราการเต้นของหัวใจลดลงอย่างเฉียบพลัน เมื่อพิจารณาอย่างต่อเนื่องทั้งสองช่วงจะพบอุณหภูมิที่ทำให้หอยฝาชีมีอัตราการเต้นของหัวใจสูงที่สุด (Arrhenius break points : ABT) โดยหอยฝาชีชนิด *C. grata* มีค่า ABT สูงกว่า *C. toreuma* โดยหอยฝาชีชนิด *C. grata* มีค่า ABT เท่ากับ 47.37 ± 0.9 องศาเซลเซียส ในขณะที่หอยฝาชีชนิด *C. toreuma* มีค่า ABT เท่ากับ 41.81 ± 1.9 องศาเซลเซียส

เมื่อทำการทดลองต่อโดยในช่วงแรกอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นจาก 28 องศาเซลเซียส จนถึง 40 องศาเซลเซียส ใน 60 นาที ซึ่งจะเพิ่มอุณหภูมินาทีละประมาณ 0.2 องศาเซลเซียส ต่อ 1 นาที และรักษาอุณหภูมิไว้ที่ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง พบว่าการตอบสนองของหัวใจจะมีความแตกต่างกันระหว่างหอยฝาชีทั้ง 2 ชนิด โดยกราฟการเต้นของหัวใจแบ่งออกเป็น 2 ส่วน และ 3 ส่วน สำหรับ *Cellana toreuma* และ *C. grata* ตามลำดับ โดยอัตราการเต้นของหัวใจของ *C. toreuma* มีการเพิ่มขึ้นในช่วงแรกแล้วลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่อรักษาอุณหภูมิไว้ที่ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลานานกว่า 60 นาที ส่วนอัตราการเต้นของหัวใจของ *C. grata* จะเพิ่มขึ้นในตอนแรกเหมือนกับ *C. toreuma* และลดลงอย่างช้าๆ เมื่ออุณหภูมิเข้าใกล้ 40 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตาม *C. grata* ยังคงมีการเต้นของหัวใจที่ปกติเมื่ออุณหภูมิอยู่ที่ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 247 ± 106 นาที ก่อนที่อัตราการเต้นของหัวใจจะลดลงอย่างรวดเร็ว ในทางตรงข้ามอัตราการเต้นของหัวใจของ *C. toreuma* ลดลงเร็วกว่า *C. grata* เมื่ออุณหภูมิรักษาไว้ที่ 40 องศาเซลเซียส และในส่วนที่ 2 ของสมการเส้นตรง พบว่า *C. toreuma* นั้นมีความชัน (slope) มากกว่า *C. grata* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 2.23)



ภาพที่ 2.23 อัตราการเต้นของหัวใจในหอยฝาชี *Cellana toreuma* และ *C. grata* ในช่วงที่มีการเพิ่มให้มี อุณหภูมิสูงขึ้นแล้วคงอุณหภูมิไว้ที่ 40 องศาเซลเซียส ประมาณ 6 ชั่วโมง โดยหลังจาก 120 นาที จะทำการสร้างกราฟอัตราการเต้นของหัวใจของ ของ *C. toreuma* และ *C. grata* ทุกๆ 5 นาที

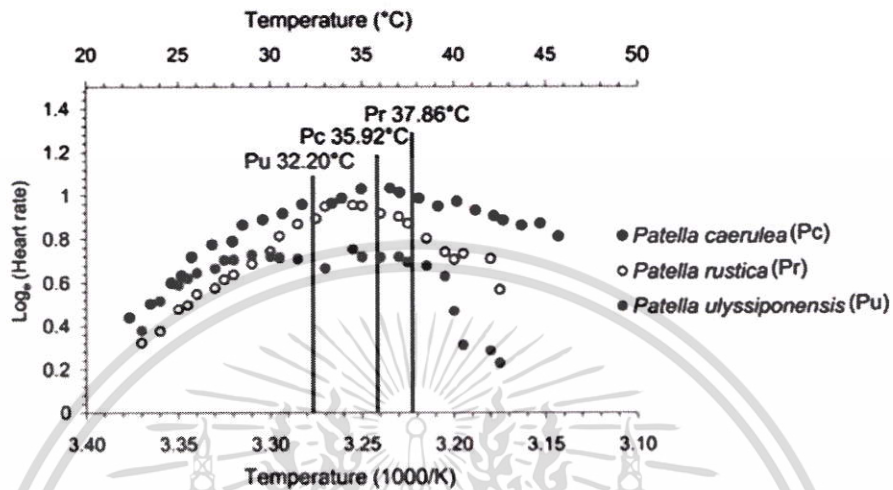
ที่มา : Dong and Williams (2011)

เนื่องจากขอบเขตการแพร่กระจายตามความแตกต่างของระดับน้ำขึ้นน้ำลง โดยหอยฝาชีชนิด *C. grata* อาศัยที่ความสูงประมาณ 1.75 - 2.0 เมตรเหนือระดับน้ำลงต่ำสุด (meters above Chart Datum, C. D) ส่วนหอยฝาชีชนิด *C. toreuma* สามารถแพร่กระจายที่ความสูงประมาณ 1.25 - 1.50 เมตรเหนือระดับน้ำลงต่ำสุด ดังนั้นหอยฝาชีชนิด *C. grata* ต้องดำรงชีวิตในช่วงที่ไหลพื้นน้ำเป็นเวลานานกว่าหอยฝาชีชนิด *C. toreuma* จึงมีการปรับตัวให้ทนต่ออุณหภูมิที่สูงกว่าหอยฝาชีชนิด *C. toreuma*

นอกจากนี้ Prusina et. al. (2014) ได้ศึกษา Arrhenius breakpoint temperatures (ABT) ในหอยฝาชี *Patella rustica*, *P. caerulea* and *P. ulysiponensis* เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างการกระจายตามความแตกต่างของระดับน้ำขึ้นน้ำลง (เขตน้้ำขึ้นสูงสุด (high shore) เขตน้้ำลงปาน-กลาง (mid shore) และเขตน้้ำลงต่ำสุด (low shore)) กับความทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ โดยเก็บหอยฝาชีทั้งสามชนิดจากชายฝั่ง Altavilla Milicia และ Addaura ทางตะวันตกเฉียงเหนือของชายฝั่งเกาะ Sicily ประเทศอิตาลี ในระหว่างช่วงเวลาที่อุณหภูมิอากาศเฉลี่ย 8.0 ถึง 22.4 องศาเซลเซียส อุณหภูมิน้ำเฉลี่ย 15.5 ถึง 20.1 องศาเซลเซียส โดยใช้หอยฝาชี *Patella rustica* (ขนาด 25.3 ± 2.1 มิลลิเมตร, mean \pm SD), *P. caerulea* (ขนาด 25.3 ± 2.6 มิลลิเมตร, mean \pm SD) และ *P. ulysiponensis* (ขนาด 25.9 ± 3.2 มิลลิเมตร, mean \pm SD) ซึ่งเป็นหอยฝาชีที่มีระดับการแพร่กระจายอยู่ในเขตน้้ำขึ้นสูงสุด (~0.5 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง, Sara et. al. 2014) เขตน้้ำลงปานกลาง และเขตน้้ำลงต่ำสุด (ระหว่าง 0.4 และ 0.1 เมตรเหนือ-ระดับน้ำทะเลปานกลาง) ตามลำดับ โดยนำหอยฝาชีทั้ง 3 ชนิดมาปรับสภาพใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องปฏิบัติการก่อนเริ่มการทดลองที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที หลังจากนั้นจะทำการเพิ่มอุณหภูมิประมาณ 3 องศาเซลเซียส ทุก 15 นาทีจนกว่าจะพบการเต้นของหัวใจที่ผิดปกติ



ภาพที่ 2.24 Arrhenius plots and break temperature (ABT) ของอัตราการเต้นของหัวใจของหอยฝาชี *Patella rustica*, *P. caerulea* and *P. ulysiponensis* ($n = 5$)

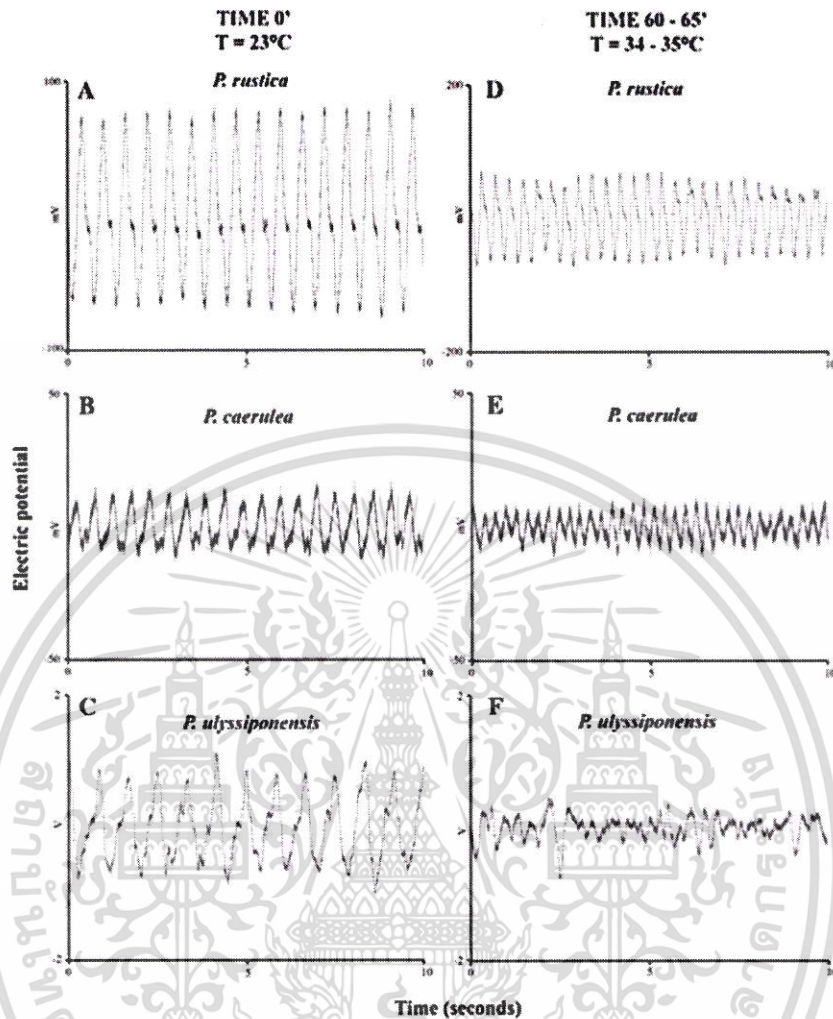
ที่มา: Prusina et. al. (2014)

ผลการทดลองพบว่าหอยฝาชีทั้งสามชนิดมีอัตราการเต้นของหัวใจที่แตกต่างกัน และเนื่องจากขนาดของหอยฝาชีทั้งสามชนิดมีขนาดที่ใกล้เคียงกัน (น้ำหนัก 2.5 ± 1 กรัม, mean \pm SD) จึงไม่มีความสัมพันธ์กันกับอัตราการเต้นของหัวใจ รูปแบบการเต้นของหัวใจของหอยฝาชีแต่ละตัวมีการแบ่งเป็นสองช่วงระยะตามการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ โดยในช่วงระยะแรก (อุณหภูมิ 23 ถึง 33 องศาเซลเซียส) หอยฝาชีทั้งสามชนิด มีความถี่ของการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นตามที่แสดงให้เห็นในเส้นโค้ง Arrhenius (ภาพที่ 2.24) ในช่วงแรกนี้อัตราการเมตาบอลิซึมจะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิ ในช่วงระยะที่สอง (อุณหภูมิ 33 ถึง 45 องศาเซลเซียส) หลังจากอุณหภูมิเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง หอยฝาชีทั้งสามชนิดมีอัตราการเต้นของหัวใจอย่างสม่ำเสมอ หลังจากนั้นอัตราการเต้นของหัวใจลดลงอย่างรวดเร็ว Arrhenius plots ของ *P. ulysiponensis* แตกต่างจากชนิดอื่นๆ โดยอัตราการเต้นของหัวใจของ *P. rustica* และ *P. caerulea* ค่อยๆลดลงจากจุด ABT ในขณะที่ *P. ulysiponensis* แสดงให้เห็นว่ามีสามช่วงระยะ ในช่วงระยะกลางที่อัตราการเต้นของหัวใจลดลงและเพิ่มขึ้นอีกครั้ง หลังจากนั้นอัตราการเต้นของหัวใจลดลงอย่างฉับพลัน (ภาพที่ 2.24) โดย *P. caerulea* มีอัตราการเต้นของหัวใจเร็วขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดการทดลอง (2.4 ± 0.4 Hz, mean \pm SD) มากกว่า *P. rustica* (2.1 ± 0.4 Hz, mean \pm SD) ขณะที่ *P. ulysiponensis*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีอัตราการเต้นของหัวใจค่อนข้างช้าเมื่อเปรียบเทียบกับชนิดอื่นๆ (1.9 ± 0.3 Hz, mean \pm SD , ภาพที่ 2.25) ช่วงระยะที่สองของ ABT ของหอยฝาชีทั้งสามชนิดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่ง *P. rustica* มี ABT สูงที่สุด (37.9 ± 2.1 องศาเซลเซียส) ตามด้วย *P. caerulea* (35.9 ± 2.6 องศาเซลเซียส) และที่ต่ำที่สุดคือ *P. ulysiponensis* (32.2 ± 2.3 องศาเซลเซียส)

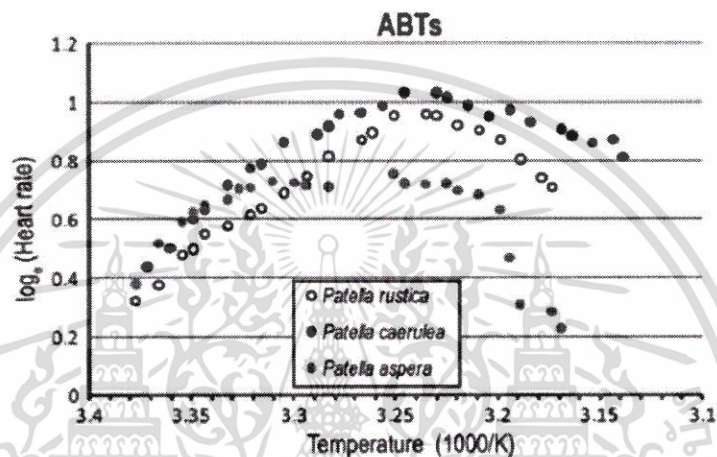
มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนของค่า ABT ซึ่งมีความสัมพันธ์กันกับพื้นที่อยู่อาศัยตามระดับน้ำขึ้นน้ำลงโดย *P. rustica* ที่แพร่กระจายอยู่บริเวณเขตน้ำขึ้นสูงสุดของชายฝั่งสามารถทนต่ออุณหภูมิสูงได้ดีกว่าทั้งสองสายพันธุ์ที่อยู่บริเวณต่ำกว่า ประกอบกับ Arrhenius breakpoint temperature ที่สูงกว่า *P. caerulea* และ *P. ulysiponensis* อยู่ประมาณ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า *P. rustica* สามารถรักษาอัตราการเต้นของหัวใจไว้ได้ดีกว่า และจัดส่งออกซิเจนได้ปกติแม้จะอยู่ในอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมที่สูงกว่า 37 องศาเซลเซียส เนื่องจากอุณหภูมิผิวหนังชายฝั่งทะเลเมดิเตอร์เรเนียนมักจะสูงกว่า 37 องศาเซลเซียสในช่วงเที่ยงของช่วงที่น้ำลงในช่วงฤดูร้อน (Sara et. al., 2014) ใกล้เคียงกับอุณหภูมิสูงสุดของที่อยู่อาศัยและขีดจำกัดความอดทนต่อความร้อนของหอยฝาชี *P. rustica* แสดงให้เห็นว่าหอยฝาชีชนิดนี้อาศัยอยู่ใกล้กับขีดจำกัดของความร้อนและจะต้องเผชิญความเสี่ยงจากอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมที่เพิ่มขึ้นจากภาวะโลกร้อนในอนาคต (Artales et. al. 2010 ; Wetthey et. al., 2011)



ภาพที่ 2.25 ตัวอย่างของการเปลี่ยนแปลงในจังหวะการเต้นของหัวใจที่บันทึกที่จุดเริ่มต้น (23 องศาเซลเซียส) ของ *Patella rustica* (A), *P. caerulea* (B) และ *P. ulyssiponensis* (C) และบันทึกที่ 60 หรือ 65 นาทีที่ความร้อนคงที่ (34–35 องศาเซลเซียส) ของ *Patella rustica* (D), *P. caerulea* (E) และ *P. ulyssiponensis* (F) สเกลเวลาคือ 10 วินาที และแกน Y คือ ชนิดของหอยฝาซีที่แตกต่างกันไป

ที่มา: Prusina et.al. (2014)

Sara et. al. (2014) ได้ศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อประชากรสิ่งมีชีวิตในเขตน้ำขึ้นน้ำลงในทะเลเมดิเตอร์เรเนียน โดยทำการทดลองกับหอยฝาชีสามชนิดคือ *Patella rustica*, *P. caerulea* และ *P. aspera* ที่อยู่อาศัยในเขตน้ำขึ้นน้ำลงที่แตกต่างกันในเขตน้ำขึ้นน้ำลงของทะเลเมดิเตอร์เรเนียน และพบว่า *P. aspera* ที่แพร่กระจายอยู่ในบริเวณเขตน้ำลงต่ำสุด มีการตอบสนองต่ออุณหภูมิที่สูงขึ้นได้ไวกว่าชนิดอื่นๆ (ภาพที่ 2.26)



ภาพที่ 2.26 Breakpoint temperatures (ABT) ของอัตราการเต้นของหัวใจของ *P. rustica* (37.86 ± 2.07 องศาเซลเซียส), *P. caerulea* (35.92 ± 2.60 องศาเซลเซียส) และ *P. aspera* (32.20 ± 2.32 องศาเซลเซียส) ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ANOVA, $P = 0.007$; $n = 5$ จากหอยฝาชีแต่ละชนิด)

ที่มา : Sara et. al. (2014)

2.3.2 อุณหภูมิวิกฤตที่ทำให้สิ่งมีชีวิตตายร้อยละ 50 (Median Lethal Temperature ; LT_{50})

ปัจจุบัน โลกกำลังประสบกับภาวะโลกร้อน (global warming) ซึ่งมีสาเหตุมาจากก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ภูมิอากาศในภาพรวมของโลกเปลี่ยนแปลงไป เช่น อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศและน้ำทะเลในแต่ละบริเวณมีแนวโน้มสูงขึ้น ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น และน้ำทะเลมีความเป็นกรดมากขึ้น (ocean acidification) เป็นต้น สิ่งมีชีวิตที่อาศัยในเขตน้ำขึ้นน้ำลงบริเวณชายฝั่งทะเลต้องประสบกับภาวะดังกล่าวเช่นกัน อุณหภูมิมีผลต่ออัตราการตายของสิ่งมีชีวิต (Wolcott, 1973) อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยในระยะเวลาสั้นๆ ทำให้สิ่งมีชีวิตมีอัตราการตายเพิ่มขึ้นเกือบทั้งหมด ดังนั้นการประเมินขีดจำกัดความสามารถการทนทานต่ออุณหภูมิของสิ่งมีชีวิต หรือการวัดค่า

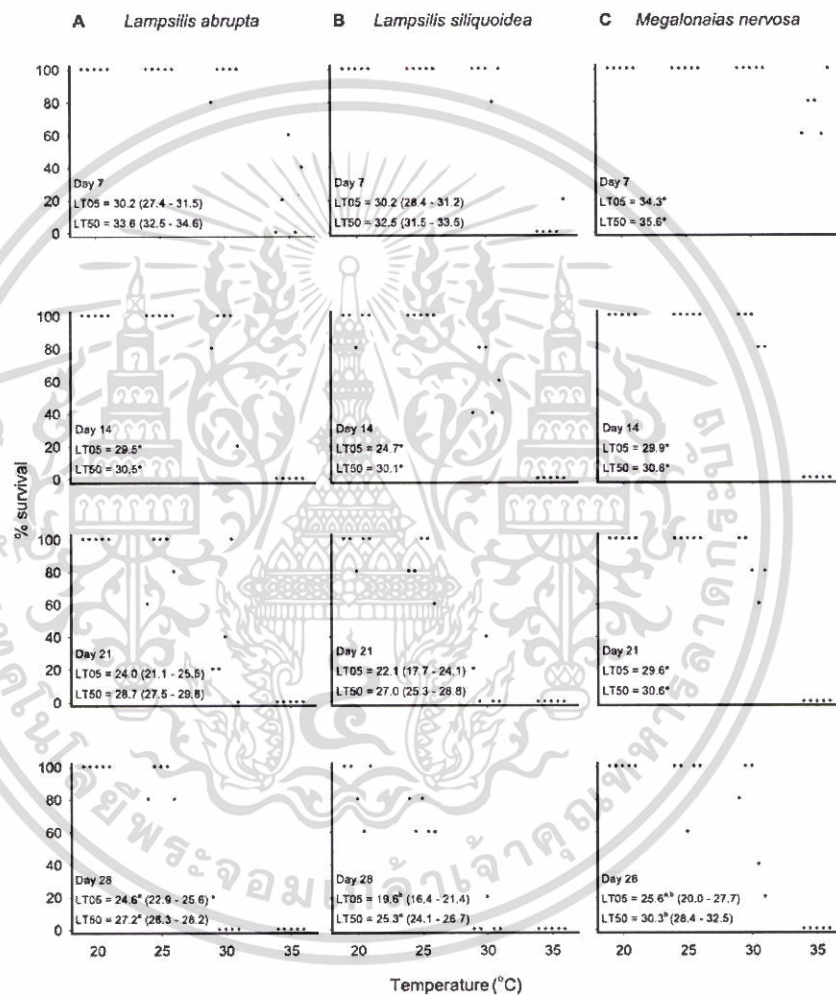
อุณหภูมิวิกฤต (The temperature causing 50% mortality, LT_{50}) (Urban. 1994) เป็นวิธีการศึกษาเบื้องต้นที่จะทำให้ทราบถึงผลกระทบของอุณหภูมิที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต

Ganser et. al. (2013) ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิน้ำที่เพิ่มขึ้นต่อตัวอ่อนหอยสองฝา 3 ชนิด คือ *Lampsilis abrupta*, *Lampsilis siliquoidea* และ *Megaloniais nervosa* ซึ่งทำการทดสอบโดยการเพิ่มระดับอุณหภูมิของน้ำ (20, 25, 30, 35 องศาเซลเซียส) ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ 28 วัน ผลการศึกษาพบว่าที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (ชุดควบคุม) ในวันที่ 28 ตัวอ่อนชนิด *L. siliquoidea* มีอัตราการอยู่รอด 88 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ตัวอ่อนชนิด *L. abrupta* และ *M. nervosa* มีอัตราการอยู่รอด 100 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 2.27) นอกจากนี้ค่า LT_5 และค่า LT_{50} ของตัวอ่อนทั้งสามชนิดและทุกอุณหภูมิมีค่าลดลงตามเวลา และมีค่าต่ำสุดในวันที่ 28 โดยจำนวนอัตราการอยู่รอดจะแตกต่างกันตามชนิดของตัวอ่อน โดยวันที่ 28 ตัวอ่อนชนิด *L. abrupta* และ *L. siliquoidea* มีค่า LT_{50} ต่ำกว่าตัวอ่อนชนิด *M. nervosa* ในทิศทางเดียวกันค่า LT_5 มีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงเหมือนกับค่า LT_{50} เพียงแต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Giomi et. al. (2016) ได้ทำการศึกษารูปแบบการปรับตัวทางสรีระของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อนที่เพิ่มขึ้น โดยแบ่งเป็น 3 ชุดการทดลองที่แตกต่างกัน แต่ละชุดการทดลองใช้สัตว์ทดลอง 50 ตัว คือ สัตว์ทดลองที่อยู่ใต้น้ำตลอดเวลาที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส ($26^{\circ}C_w$ - $26^{\circ}C_w$) สัตว์ทดลองที่อยู่ในอากาศที่อุณหภูมิ 26 และ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง และนำไปไว้ในน้ำอีกครั้งที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส ($26^{\circ}C_A$ - $26^{\circ}C_w$ และ $40^{\circ}C_A$ - $26^{\circ}C_w$) หลังจากนั้นนำสัตว์ทดลองทั้ง 3 กลุ่มนี้ไปทำการศึกษาอุณหภูมิที่ทำให้เกิดอัตราการตายและอุณหภูมิวิกฤตที่ทำให้ตายร้อยละ 50 (LT_{50}) โดยเริ่มการทดลองที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียสและเพิ่มอุณหภูมิ 2 ± 0.2 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมงให้กับสัตว์ทดลอง อัตราการตายถูกบันทึกตามการเพิ่มอุณหภูมิทุก 1 องศาเซลเซียส (ทุกๆ 30 นาที) สัตว์ทดลองที่ตายจะถูกนำออกจากถังทดลองทันทีและการทดลองสิ้นสุดลงเมื่อหอยตายทั้งหมด จากการศึกษาพบว่า *I. nucleus* ทั้งหมดอยู่รอดที่อุณหภูมิน้ำ 26 - 41 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้มีอัตราการตายเพิ่มขึ้นและยังแสดงให้เห็นถึงอัตราการตายที่แตกต่างกันระหว่าง 3 กลุ่มทดลอง สัตว์ทดลองที่อยู่ใต้น้ำตลอดเวลา ($26^{\circ}C_w$) เริ่มมีอัตราการตายที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส LT_{50} อยู่ที่อุณหภูมิ 48 องศาเซลเซียส ส่วนสัตว์ทดลองที่อยู่ในอากาศที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส ($26^{\circ}C_A$ - $26^{\circ}C_w$) เริ่มมีอัตราการตายที่ 42 องศาเซลเซียส LT_{50} อยู่ที่อุณหภูมิ 49.5 องศาเซลเซียส และสัตว์ทดลองที่อยู่ในอากาศที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ($40^{\circ}C_A$ - $26^{\circ}C_w$) เริ่มมีอัตราการตายที่ 47 องศาเซลเซียส และ LT_{50} อยู่ที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เนื่องจากสัตว์ทดลองกลุ่ม $26^{\circ}C_w$ และ $26^{\circ}C_A$ - $26^{\circ}C_w$ อยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก สัตว์ทดลองทั้งสองกลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

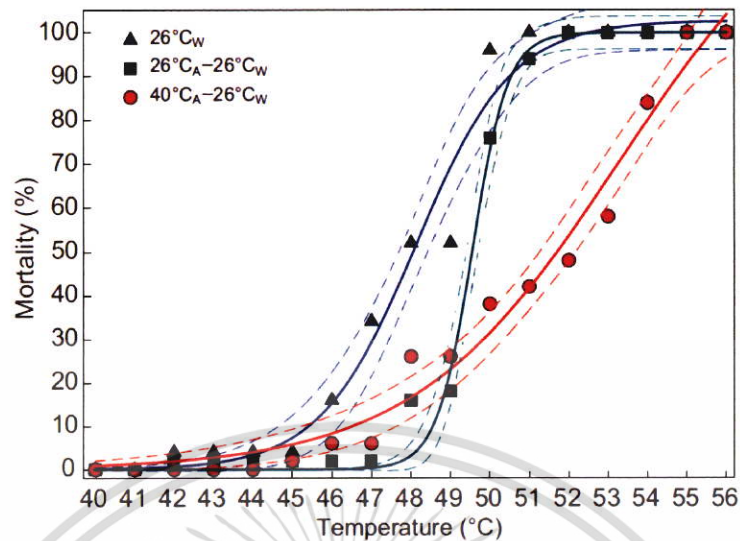
นี้จึงไม่เคยชินกับการปรับตัวเพื่อการอยู่รอด เมื่อนำไปเพิ่มอุณหภูมิทำให้เกิดการตายอย่างเฉียบพลัน แตกต่างจากสัตว์ทดลองกลุ่ม $40^{\circ}\text{C}_A-26^{\circ}\text{C}_W$ ซึ่งมีการปรับตัวจากการอยู่ในอากาศที่มีอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสและต้องลงไปอยู่ในน้ำที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เมื่อนำมาเพิ่มอุณหภูมิตัวทดลองกลุ่มนี้จึงมีความเคยชินต่อการปรับตัวเพื่อการอยู่รอด อัตราการตายจึงเกิดขึ้นอย่างช้าๆและมีค่า LT_{50} สูง (ภาพที่ 2.28)



ภาพที่ 2.27 การอยู่รอดของตัวอ่อน *Lampsilis abrupta* (A), *L. siliquoidea* (B) และ *Megaloniais nervosa* (C) ในระหว่างการเพิ่มระดับอุณหภูมิของน้ำในห้องปฏิบัติการ 28 วัน อุณหภูมิที่ทำให้หอยตายร้อยละ 5 (LT_5) และร้อยละ 50 (LT_{50}) ของประชากรที่ถูกรายงานสำหรับวันที่ 28 ค่า LT_5 หรือ LT_{50} ที่เขียนตัวหนังสือเหมือนกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ที่มา: Ganser et. al. (2013)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.28 อัตราการตายของ *I. nucleus* กับอุณหภูมิซึ่งวัดได้จากการเพิ่มอุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส ต่อชั่วโมง สามเหลี่ยมสีน้ำเงิน : สัตว์ทดลองที่อยู่ใต้น้ำตลอดเวลาที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส, สี่เหลี่ยมสีเขียว : สัตว์ทดลองที่อยู่ในอากาศที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง และวงกลมสีแดง : สัตว์ทดลองที่อยู่ในอากาศที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 ชั่วโมง

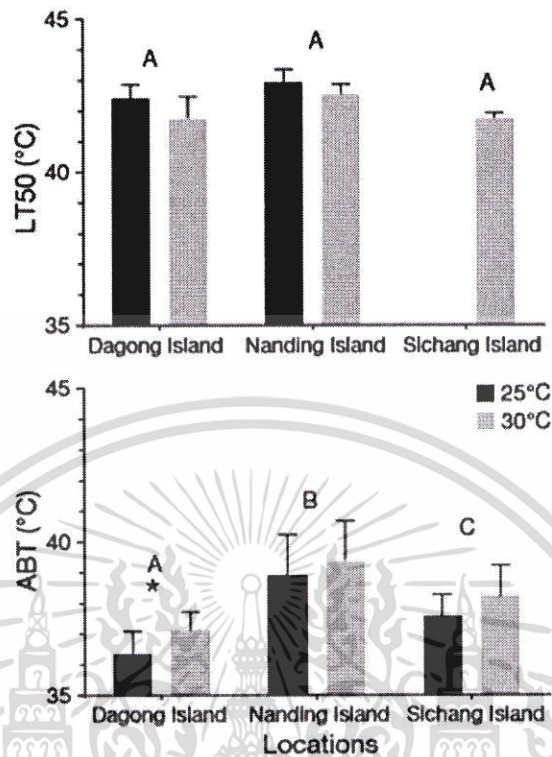
ที่มา: Giomi et. al. (2016)

2.3.3 การใช้ Robo-logger ร่วมกับการศึกษา Arrhenius Breakpoint Temperature (ABT)

และ Median Lethal Temperature ; LT50

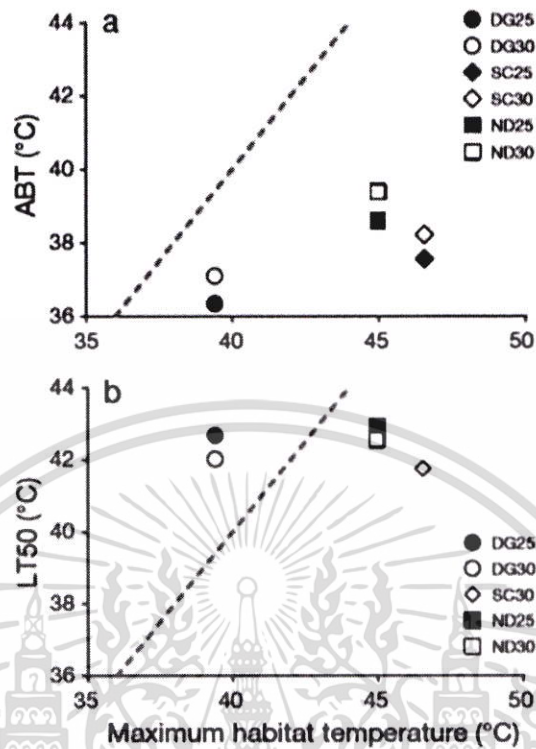
Dong et. al. (2015) ได้ศึกษาการตอบสนองทางสรีระที่เกิดจากความเครียดจากความร้อนในหอยฝาชี *Cellana toreuma* ที่มีการแพร่กระจายในพื้นที่ที่มีความแตกต่างกันของเขตภูมิอากาศคือ Dagong Island (อยู่ในเขตภูมิอากาศอบอุ่น ทางตอนเหนือของสาธารณรัฐประชาชนจีน ; temperate shore), Nanding Island (อยู่ในเขตภูมิอากาศกึ่งร้อนชื้น ทางตอนใต้ของสาธารณรัฐประชาชนจีน ; subtropical shore) และ Sichang Island (อยู่ในเขตภูมิอากาศร้อนชื้น ทางตะวันออกของประเทศไทย ; tropical shore) โดยอุณหภูมิสูงสุดในพื้นที่อยู่อาศัย (Maximum Habitat Temperature ; MHT) ที่วัดจากการใช้ Robo-limpets ที่ Dagong Island มีค่าเท่ากับ 39.41 องศาเซลเซียส ที่ Nanding Island มีค่าเท่ากับ 44.98 องศาเซลเซียส และที่ Sichang Island มีค่าเท่ากับ 46.56 องศาเซลเซียส (จากการวัดใช้ตั้งแต่เดือนสิงหาคมปี 2011 ถึงเดือนมกราคมปี 2012) เก็บตัวอย่าง *C. toreuma* จากแต่ละพื้นที่มาปรับสภาพที่อุณหภูมิ 25 (อุณหภูมิที่มีความถี่สูงที่สุดใน Dagong Island และ Nanding Island) และ

30 องศาเซลเซียส (อุณหภูมิที่มีความถี่สูงที่สุดใน Sichang Island) สเปรย์น้ำเค็มทุกๆ 12 ชั่วโมงเป็นเวลา 7 วัน หลังจากนั้นนำตัวอย่าง *C. toreuma* จากแต่ละพื้นที่ไปทำการศึกษการปรับตัวทางสรีระจากประสิทธิภาพอัตราการเต้นของหัวใจ โดยวิเคราะห์จากค่า Arrhenius break temperature (ABT) และขีดจำกัดการทนความร้อนจากอุณหภูมิที่ทำให้ตายร้อยละ 50 (Median lethal temperature ; LT_{50}) ผลการศึกษาพบว่า ABT ของอัตราการเต้นของหัวใจมีความแตกต่างกันระหว่างแต่ละพื้นที่ (ภาพที่ 2.29) โดย ABTs ของหอยฝาชีใน Nanding Island สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับใน Dagong Island และ Sichang Island ($P < 0.001$) และหอยฝาชีที่ปรับสภาพในอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสมีค่า ABTs สูงกว่าที่ 25 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิที่ทำให้ตายร้อยละ 50 (LT_{50}) พบว่าหอยฝาชีทุกพื้นที่แสดงให้เห็นว่ามีขีดจำกัดความทนความร้อนสูง คือประมาณ 41.29 ถึง 43.36 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 2.30) และมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยระหว่างพื้นที่และอุณหภูมิที่ปรับสภาพ ($P = 0.053$ และ $P = 0.066$ ตามลำดับ) เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่าง ABT, LT_{50} และอุณหภูมิสูงสุดในพื้นที่ที่อยู่อาศัย (MHT) เพื่อประเมินว่าหอยฝาชีเหล่านี้อยู่ใกล้ขีดจำกัดการทนความร้อนอย่างไร พบว่าทุกพื้นที่ที่มีค่า MHTs สูงกว่าค่า ABTs ของหอยฝาชี โดยที่ Nanding Island และ Sichang Island มีค่า MHTs สูงกว่าค่า LT_{50} s และที่ Dagong Island มีค่า MHT ต่ำกว่า LT_{50} (ภาพที่ 2.30) จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า *C. toreuma* มีความเครียดที่เกิดจากความร้อนในพื้นที่ตามแนวการแพร่กระจายในธรรมชาติ และค่า ABTs ของ *C. toreuma* ในภาคใต้ของจีนสูงกว่าในประเทศไทยและภาคเหนือของจีนและไม่มีความยืดหยุ่นในการทำงานของหัวใจใน Nanding Island และ Sichang Island แสดงให้เห็นว่าหอยสองฝาจาก 2 แห่งนี้ได้รับความเครียดที่เกิดจากความร้อนสูง มีความเสี่ยงที่จะไม่สามารถรับมือกับการเพิ่มอุณหภูมิในอนาคต



ภาพที่ 2.29 อุณหภูมิที่ทำให้หอยฝาชีตายร้อยละ 50 (LT_{50}) และ Arrhenius breakpoint Temperature (ABT) จากอัตราการเดินของหัวใจ ของของหอยฝาชีที่ปรับสภาพใน 25 และ 30 องศาเซลเซียสจาก Dagong Island, Nanding Island และ Sichang Island ตัวอักษรที่แตกต่างกันระบุตำแหน่งที่มีความแตกต่างกันระหว่างสถานที่ต่างๆ โดยหอยฝาชีถูกให้ความร้อนในอัตรา 0.1 องศาเซลเซียสต่อนาทีโดยจำลองให้มีความเครียดจากความร้อนที่ใกล้เคียงกับหาดหินในธรรมชาติ ตรวจสอบอัตราการตายหลังการพักในน้ำทะเล 2 ชั่วโมง เครื่องหมายดอกจันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติระหว่าง ABT ระหว่าง 2 อุณหภูมิในพื้นที่เดียวกัน ($F(1,40) = 5.388, P=0.026$)

ที่มา : Dong et. al. (2015)



ภาพที่ 2.30 (a) ความสัมพันธ์ระหว่าง Arrhenius breakpoint temperatures (ABT) จากอัตราการเต้นของหัวใจ และอุณหภูมิที่อยู่อาศัยสูงสุด (MHT) เส้นประแสดงถึงความเท่ากันระหว่าง ABT และ MHT และ (b) ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่ทำให้หอยฟ้าชิตายร้อยละ 50 (LT_{50}) และ MHT เส้นประหมายถึงความเท่ากันระหว่าง LT_{50} และ MHT โดย DG25 คือหอยฟ้าชิตจาก Dagong Island ที่ปรับสภาพในอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส DG30 คือหอยฟ้าชิตจาก Dagong Island ที่ปรับสภาพในอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ND25 คือหอยฟ้าชิตจาก Nanding Island ที่ปรับสภาพในอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ND30 คือหอยฟ้าชิตจาก Nanding Island ที่ปรับสภาพในอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส SC25 คือหอยฟ้าชิตจาก Sichang Island ที่ปรับสภาพในอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส SC30 คือหอยฟ้าชิตจาก Sichang Island ที่ปรับสภาพในอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

ที่มา : Dong et. al. (2015)

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ (Materials and Methods)

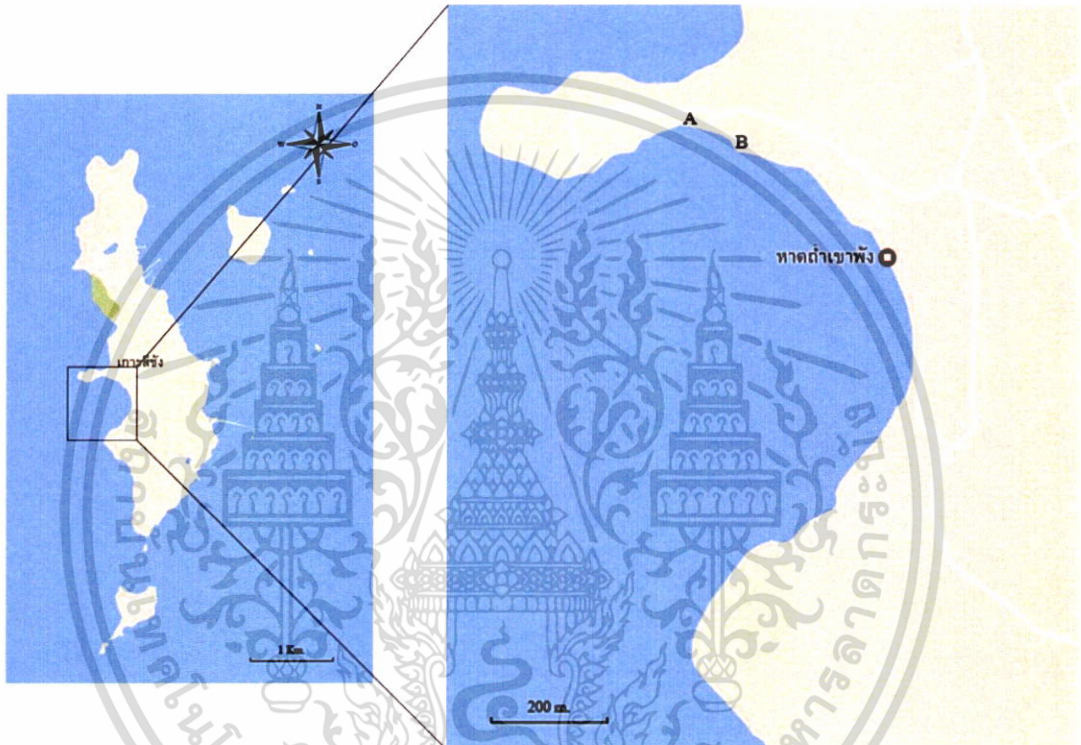
3.1 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

- 3.1.1 แผงวงจรบันทึกอุณหภูมิแบบต่อเนื่อง (ibutton ; Thermochron Maxim DS1922L[®])
- 3.1.2 แบตเตอรี่ (BR 1255 lithium Panasonic battery)
- 3.1.3 เคสสแตนเลส
- 3.1.4 เปลือกหอยแมลงภู่ (*Perna viridis*)
- 3.1.5 เรซิน (3M Scotchcast[®] 2130)
- 3.1.6 Z-spar
- 3.1.7 พอร์ต USB (DS9490)
- 3.1.8 คีมคีบ (Forceps)
- 3.1.9 กาว super glue
- 3.1.10 เข็มเย็บ
- 3.1.11 เครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermo couple type Lutron รุ่น TM-946)
- 3.1.12 ขวดทดลองแบบมีฝาปิด (ปริมาตร 50 ml.)
- 3.1.13 water bath (ยี่ห้อ Memmert รุ่น WB-14 หรือรุ่น WBL-14)
- 3.1.14 เซ็นเซอร์อินฟราเรด (CNY 70)
- 3.1.15 อุปกรณ์รับสัญญาณการเต้นของหัวใจ (Heartbeat monitor AMP 03)
- 3.1.16 อุปกรณ์ขยายสัญญาณ (PicoScope 2204 รุ่น PC Oscilloscope)
- 3.1.17 โปรแกรม PicoScope6
- 3.1.18 งานเพาะเชื้อ
- 3.1.19 โปรแกรม SPSS 13.0

3.2 พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษา หาดถ้ำพัง ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของเกาะสี่ซัง อำเภอเกาะสี่ซัง จังหวัดชลบุรี (ภาพที่ 3.1) เกาะสี่ซังเป็นเกาะกลางทะเล ตั้งอยู่ที่ละติจูด 13 องศา 8 ลิปดา 53 ฟลิปดาเหนือ ลองติจูด 100 องศา 48 ลิปดา 11 ฟลิปดาตะวันออก มีพื้นที่ประมาณ 7.9 ตารางกิโลเมตร อยู่ห่างจากอำเภอศรีราชา 12 กิโลเมตร ลักษณะภูมิประเทศเป็นเกาะหินปูน (karst) พื้นที่ชายฝั่งรอบเกาะส่วนใหญ่เป็นหาดหินที่มีความลาดชันของพื้นที่ไม่สม่ำเสมอ รูปแบบน้ำขึ้นน้ำลงเป็นแบบน้ำผสม (mixed tide) โดยมีพิสัย (ความแตกต่างของระดับน้ำขึ้นสูงสุด และต่ำสุดในช่วง) เอกสารนี้เป็นเอกสารทวงวงวิสาสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำเกิด) เท่ากับ 3.6 เมตร พื้นที่หาดหินในเขตน้ำขึ้นน้ำลงใกล้หาดถ้ำพัง มีความยาวประมาณ 300 เมตร ส่วนลักษณะภูมิอากาศโดยทั่วไปของเกาะสีชังเป็นแบบพื้นที่ทะเลในเขตร้อน อยู่ภายใต้ อิทธิพลลมมรสุมที่พัดปกคลุม เกาะสีชังจะได้รับอิทธิพลมหนาวจากทิศเหนือที่พัดผ่าน ประเทศจีน จะพัดเข้าสู่ด้านหน้าเกาะสีชังตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ ต่อจากนั้น จะมีลมมรสุมพัดจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ขึ้นสู่ตะวันออกเฉียงเหนือตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึง เดือนตุลาคมของทุกปี



ภาพที่ 3.1 หาดหินบริเวณหาดถ้ำพัง (ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของเกาะสีชัง) และสถานที่ เก็บตัวอย่างพื้นที่ศึกษา A และพื้นที่ศึกษา B

3.3 วิธีการศึกษา

3.3.1 การใช้ Robo-logger เพื่อเก็บอุณหภูมิภายในตัวของหอยสองฝา *Isognomon nucleus* ในเขตน้ำขึ้นน้ำลงของหาดหิน

3.3.1.1 การเตรียม Robo-logger

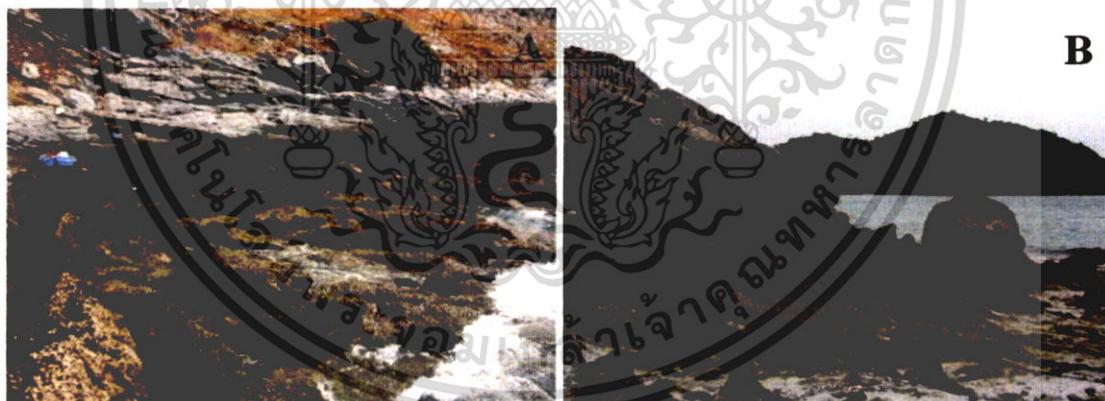
นำแผงวงจรบันทึกอุณหภูมิแบบต่อเนื่อง (ibutton ; Thermochron Maxim DS1922L[®]) ประกอบเข้ากับแบตเตอรี่ (BR 1255 Lithium Panasonic battery) นำไปประกอบเข้ากับเคสสแตนเลสเพื่อความทนทานและป้องกันการสัมผัสกับน้ำ แล้วนำไปปรับค่ามาตรฐาน (calibration) จากนั้นนำ Robo-logger ที่ได้ใส่ลงในเปลือกหอยแมลงภู่ (*Perna viridis*) ปิดทับด้วยเรซิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ลงนามและตีพิมพ์เพื่อการวิจัยเท่านั้น เมื่อเผยแพร่ให้ผู้อื่นใช้โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3M Scotchcast® 2130) ที่ผสมแล้วเทลงไปในเปลือกหอยแมลงภู่ทั้งสองด้านแล้วประกบทั้งสองฝาเข้าด้วยกัน ทิ้งไว้ให้แห้งประมาณ 24 ชั่วโมง

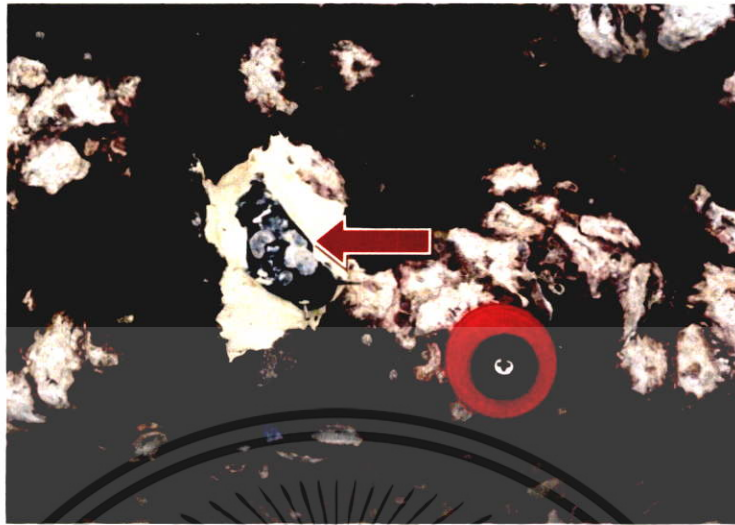
3.3.1.2 พื้นที่ศึกษาและการติดตั้ง Robo-logger

ติดตั้ง Robo-logger ใน 2 บริเวณที่มีความลาดชันของพื้นต่างกันด้วย Z-spar กำหนดให้พื้นที่ความลาดต่ำเป็นพื้นที่ศึกษา A และพื้นที่ความลาดชันสูงเป็นพื้นที่ศึกษา B (ภาพที่ 3.2) โดยมีระยะห่างระหว่างพื้นที่ทั้งสองประมาณ 150 เมตร นำ Robo-logger ติดกับพื้นผิวหินที่ระหว่างระดับน้ำ 2.75 กับ 3.00 ที่ระดับน้ำ 3.00 และที่ระหว่างระดับน้ำ 3.00 กับ 3.25 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง ซึ่งก่อนหน้านี้อาศัยติดหุ้มระดับน้ำไว้แล้ว ระดับน้ำดังกล่าวเป็นระดับน้ำที่มีการแพร่กระจายของหอยสองฝา *I. nucleus* มากที่สุด จากการศึกษาของ Samakraman et. al. (2010) การเลือกจุดติดตั้ง Robo-logger ใช้ตารางสุ่มตัวเลขจาก โปรแกรม Microsoft Excel (ใช้คำสั่ง =RAND (ตัวเลขที่ต้องการสุ่ม) หรือ =RANDBETWEEN(ช่วงตัวเลขที่ต้องการสุ่ม)) ระดับน้ำละ 3 ตัวอย่าง บริเวณทั้งสองพื้นที่ศึกษา รวมทั้งหมดจำนวน 18 ตัวอย่าง (ภาพที่ 3.2) ติด Robo-logger ในพื้นที่ศึกษา A และ B ที่ระหว่างระดับน้ำ 2.75 กับ 3.00 เมตรเหนือน้ำทะเลปานกลาง (Low shore) 3 ตัว, ที่ระดับน้ำ 3.00 เมตรเหนือน้ำทะเลปานกลาง (Middle shore) 3 ตัว และที่ระหว่างระดับน้ำ 3.00 กับ 3.25 เมตรเหนือน้ำทะเลปานกลาง (High shore) 3 ตัว (ภาพที่ 3.3)



ภาพที่ 3.2 พื้นที่ความลาดชันต่ำ (พื้นที่ศึกษา A) และพื้นที่ความลาดชันสูง (พื้นที่ศึกษา B)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.3 ลักษณะ Robo-logger ที่ติดบนหาดหินในพื้นที่ศึกษา

3.3.1.3 การบันทึกข้อมูล

กำหนดระยะเวลาของการบันทึกข้อมูลใน Robo-logger แต่ละตัวทุกๆ 30 นาที ทำการดาวน์โหลดข้อมูลที่บันทึกไว้ทุกๆ 4-6 เดือน โดยนำ Robo-logger ออกมาจากพื้นที่ แล้วนำตัวใหม่ไปติดตั้งแทน นำ Robo-logger ที่เก็บมาแกะเอา Robo-logger ด้านในออกมา เชื่อมต่อผ่านพอร์ต USB (DS9490) เข้ากับคอมพิวเตอร์ผ่านโปรแกรม One wire Viewer® ข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้จะอยู่ในรูปของโปรแกรม Microsoft Excel

3.3.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

(1) นำข้อมูลที่ได้อามาหาค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดในรอบเดือนของแต่ละพื้นที่ศึกษา เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลอุณหภูมิอากาศที่ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยา

(2) นำข้อมูลที่ได้แบ่งตามฤดูกาล (Wet และ Dry) เปรียบเทียบความแตกต่างของช่วงฤดูกาลระหว่างแต่ละปี ซึ่ง Wet คือช่วงฤดูฝน เริ่มต้นตั้งแต่ประมาณกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม และ Dry คือช่วงฤดูร้อน เริ่มต้นประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม และฤดูหนาว เริ่มต้นประมาณกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ ตามรายงานของกรมอุตุนิยมวิทยา

(3) นำข้อมูลที่ได้อามาหาค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดในรอบเดือนของแต่ละระดับน้ำ เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับแต่ละระดับน้ำในพื้นที่เดียวกัน

(4) นำข้อมูลที่ได้อามาหาค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดในแต่ละพื้นที่ศึกษา เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับกันทั้งสองพื้นที่ศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(5) นำข้อมูลอุณหภูมิที่ได้มาหาความสัมพันธ์ระหว่าง พื้นที่ศึกษากับระดับน้ำ (site*level), พื้นที่ศึกษากับฤดูกาล (site*season), ระดับน้ำกับฤดูกาล (level*season) และพื้นที่ศึกษากับระดับน้ำและฤดูกาล (site*level*season) ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลแบบ two-way ANOVA เพื่อหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละกลุ่มปัจจัย และทดสอบผลความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังจากการวิเคราะห์ (post hoc test) ด้วยวิธี LSD (Least-Significant Difference) โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel และโปรแกรม IBM SPSS Statistic 23

3.3.2 การศึกษา Arrhenius Breakpoint Temperature (ABT)

3.3.2.1 การเก็บตัวอย่างหอยสองฝา *Isognomon nucleus*

เก็บตัวอย่าง *I. nucleus* ขนาด 15-22 มิลลิเมตร จากหาดหินของหาดถ้ำพัง อำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี ที่ระดับน้ำ 2.75 ถึง 3.25 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง โดยใช้คีมคีบ Forceps คีบหอยสองฝาใส่ขวดเก็บตัวอย่าง เติมน้ำทะเลเล็กน้อยพอให้เกิดความชื้น นำมาทดลองในห้องปฏิบัติการ

3.3.2.2 ขั้นตอนการเตรียมสัตว์ทดลอง

สุ่มเลือก *I. nucleus* 1 ตัว (หนึ่งตัวต่อหนึ่งซ้ำการทดลอง ทำทั้งหมด 26 ซ้ำ) ใช้เช็นเซอร์อินฟราเรด (CNY 70) ติดลงบนเปลือกหอยด้วยกาว super glue (ภาพที่ 3.4) ใส่ลงในขวดทดลอง (ปริมาตร 50 ml.) และปิดฝาให้สนิท ตั้งทิ้งไว้ 15 นาที เพื่อให้การเดินของหัวใจคงที่ก่อนเริ่มการทดลอง



ภาพที่ 3.4 *I. nucleus* ที่ติดเซ็นเซอร์อินฟราเรด (CNY 70) บนเปลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุ่มเลือก *I. nucleus* 2 ตัวเจาะเปลือกหอยด้วยเข็มเขี่ย ไล่ลวดจากเครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermo couple type Lutron รุ่น TM-946; ภาพที่ 3.7) ในหอยสองฝา จากนั้นใส่ตัวอย่างหอยสองฝาที่ไล่ลวดวัดอุณหภูมิแล้วลงในขวดทดลอง (ปริมาตร 50 ml.) และปิดฝาให้สนิทเพื่อป้องกันอากาศภายนอก เพื่อบันทึกข้อมูลอุณหภูมิภายในตัวขณะทำการทดลอง

นำขวดทดลองและขวดที่ใส่ตัวอย่างหอยเพื่อบันทึกอุณหภูมิภายในตัวใส่ลงใน water bath (ยี่ห้อ Memmert รุ่น WB-14 หรือรุ่น WBL-14) เริ่มต้นตั้งค่าที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นเพิ่มอุณหภูมิทุก 1.1 องศาเซลเซียสทุก 5 นาที บันทึกอุณหภูมิ water bath และอุณหภูมิภายในตัวทุกๆ 1 นาที สังเกตกราฟการเต้นของหัวใจ เมื่อเห็นว่าการเต้นของหัวใจไม่สามารถนับได้แล้ว ทำการทดลองต่อไปอีก 5 นาที ถ้าไม่มีสัญญาณการเต้นของหัวใจแล้วจึงหยุดการทดลอง

3.3.2.3 การบันทึกข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจ

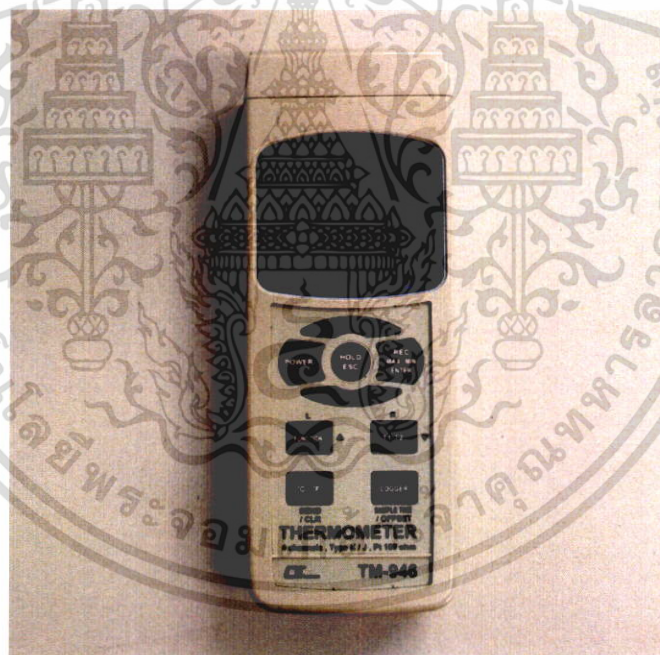
เซ็นเซอร์อินฟราเรด (CNY 70) (ภาพที่ 3.5) ที่ใช้วัดอัตราการเต้นของหัวใจจะเชื่อมต่อกับอุปกรณ์รับสัญญาณการเต้นของหัวใจ (Heartbeat monitor AMP 03) และอุปกรณ์ขยายสัญญาณ (PicoScope 2204 รุ่น PC Oscilloscope) (ภาพที่ 3.6) และบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจแบบ Real time (ครั้งต่อวินาที) ลงในคอมพิวเตอร์โดยโปรแกรม PicoScope6



ภาพที่ 3.5 เซ็นเซอร์อินฟราเรด (CNY 70)



ภาพที่ 3.6 อุปกรณ์รับสัญญาณการเต้นของหัวใจ (Heartbeat monitor AMP 03; ขาว) และอุปกรณ์ขยายสัญญาณ (PicoScope 2204 รุ่น PC Oscilloscope; ฟ้า)



ภาพที่ 3.7 Thermo couple type Lutron รุ่น TM-946

3.3.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

นับจำนวนครั้งการเต้นของหัวใจทุกๆ 1 นาทีตลอดการทดลอง และนำไปสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเต้นหัวใจ (Y) และอุณหภูมิ (X)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 อุณหภูมิวิกฤตที่ทำให้ *Isognomon nucleus* ตายร้อยละ 50 (Median Lethal Temperature ; LT_{50})

3.3.3.1 การเก็บตัวอย่างหอยสองฝา *I. nucleus*

เก็บ *I. nucleus* ขนาด 15-22 มิลลิเมตร จากหาดหินบริเวณหาดถ้ำพัง อำเภอกะสีซัง จังหวัดชลบุรี ที่ระดับ 2.75 ถึง 3.25 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง โดยใช้ปากคีบ (Forceps) คีบหอยใส่ขวดเก็บตัวอย่าง เติมน้ำทะเลเล็กน้อยพอให้เกิดความชื้น นำมาทดลองในห้องปฏิบัติการ

3.3.3.2 ขั้นตอนการทดลอง

(1) ใส่ลวดที่ต่อจากเครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermal couple type Lutron รุ่น TM-946) ลงในขวดทดลองและใช้ฝาปิดเพื่อไม่ให้อากาศภายนอกรบกวน เพื่อบันทึกอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมที่ศึกษา (อุณหภูมิภายในขวดทดลอง) นำขวดทดลองใส่ลงใน water bath เริ่มต้นจับบันทึกอุณหภูมิที่อุณหภูมิห้อง และบันทึกอุณหภูมิต่อไปทุกๆ 5 นาทีหลังจากเริ่มการทดลอง

(2) ใส่สายลวดจากเครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermal couple type Lutron รุ่น TM-946) ลงในน้ำ เพื่อบันทึกอุณหภูมิน้ำขณะทำการทดลอง เริ่มต้นจับบันทึกอุณหภูมิน้ำไปพร้อมกับอุณหภูมิ water bath เมื่อเริ่มการทดลอง และบันทึกอุณหภูมิทุกๆ 5 นาทีหลังจากเริ่มการทดลอง

(3) การทดลองหาอุณหภูมิช่วงกว้างเพื่อหาอุณหภูมิที่เหมาะสมทำโดยสุ่มเลือกหอยสองฝาจำนวน 10 ตัว ใส่ขวดทดลองที่มีฝาปิด 21 ขวด (อุณหภูมิละ 3 ชั่วโมง) แบ่งอุณหภูมิเป็น 7 ระดับประกอบด้วย อุณหภูมิห้อง, 45, 50, 55, 60, 65 และ 70 องศาเซลเซียส นำขวดทดลองใส่ลงใน water bath เพิ่มอุณหภูมิ 1.1 องศาเซลเซียส ทุก 5 นาที เมื่อถึงอุณหภูมิที่กำหนด (45, 50, 55, 60, 65 และ 70 องศาเซลเซียส)ให้นำขวดทดลองออกมาตั้งทิ้งไว้ 5 นาที ทำตามข้อ (5) และ (6)

(4) สุ่มเลือกหอยสองฝาจำนวน 5 ตัว ใส่ขวดทดลองที่มีฝาปิด 22 ขวด (อุณหภูมิละ 2 ชั่วโมง) แบ่งอุณหภูมิเป็น 11 อุณหภูมิ ซึ่งเป็นช่วงอุณหภูมิที่ได้จากข้อ (3) คือ อุณหภูมิห้อง, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59 และ 60 องศาเซลเซียส เมื่อถึงอุณหภูมิที่กำหนด (45, 50, 55, 60, 65 และ 70 องศาเซลเซียส)ให้นำขวดทดลองออกมาตั้งทิ้งไว้ 5 นาที ทำตามข้อ (5) และ (6) (ทำการทดลองเช่นนี้ทั้งหมด 13 ครั้ง)

(5) เมื่อครบ 5 นาทีให้นำหอยใส่ในงานเพาะเชื้อ ใส่น้ำทะเลเล็กน้อย ทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง

(6) เมื่อครบ 12 ชั่วโมง นับจำนวนหอยที่ตาย โดยใช้เข็มเขี่ยสอดเข้าไประหว่างเปลือก ถ้าเปลือกหอยปิดฝาแสดงว่าหอยยังมีชีวิตรอด แต่ถ้าหอยไม่ปิดฝาแสดงว่าหอยตาย บันทึกจำนวนการตายของหอยสองฝา

(7) นำข้อมูลจำนวนการตายของหอยสองฝาและข้อมูลอุณหภูมิที่วิกฤต (LT_{50}) ได้จากการวิเคราะห์แบบ Probit analysis โดยใช้โปรแกรม SPSS 13.0 (Dong et. al. ,2015)



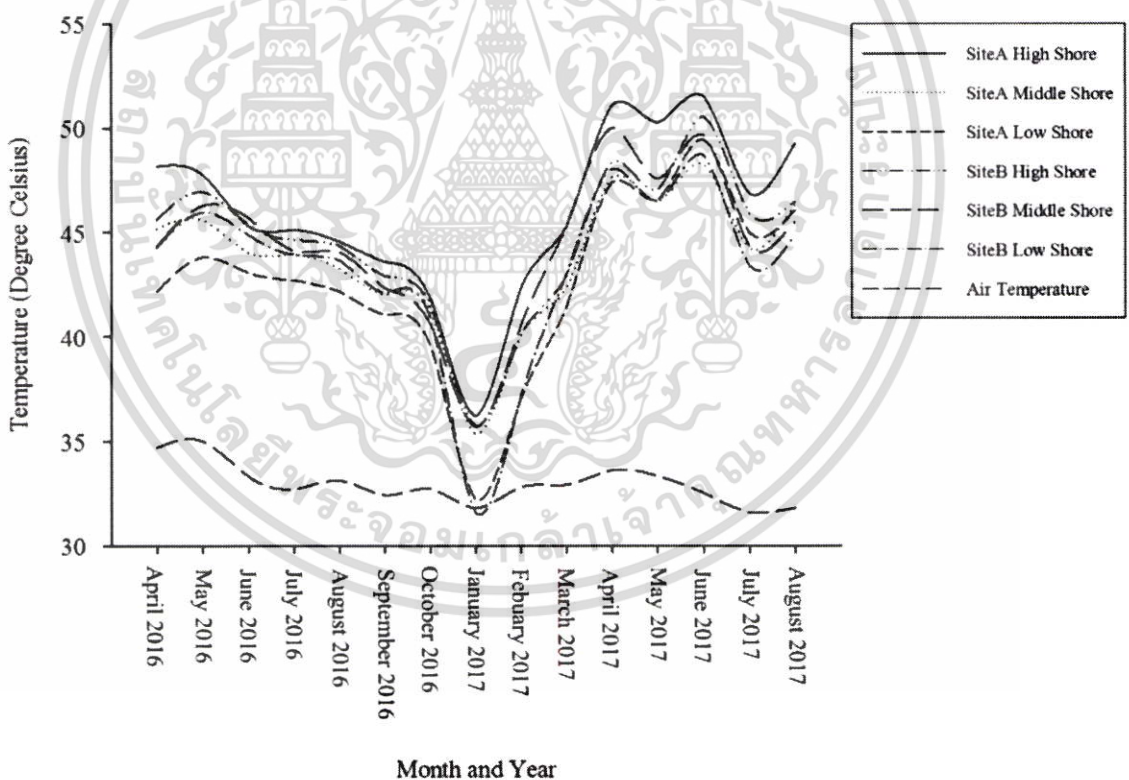
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

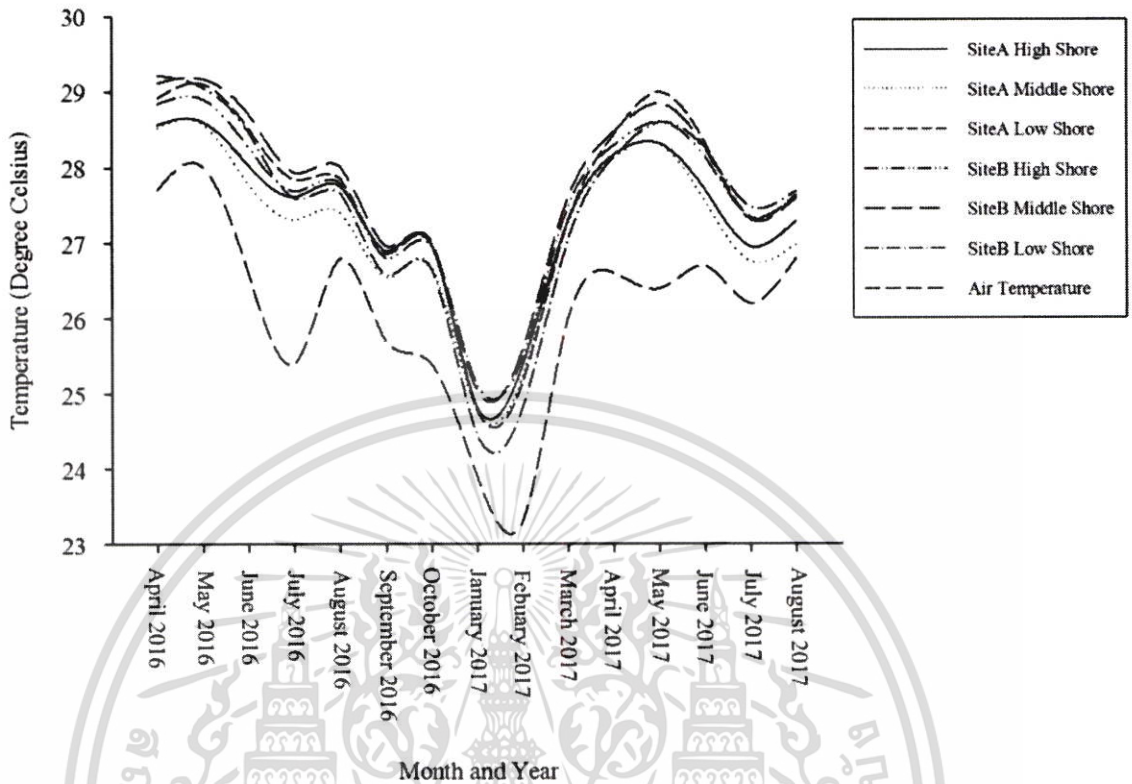
ผลการทดลองและวิจารณ์ (Results and Discussion)

4.1 การทดลองที่ 1 ศึกษาอุณหภูมิภายใน Robo-logger ในพื้นที่ที่ *Isognomon nucleus* อาศัยอยู่

ผลการศึกษาระบบที่อุณหภูมิภายใน Robo-logger พบว่าอุณหภูมิภายในตัวสูงสุดและต่ำสุด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับข้อมูลอุณหภูมิอากาศสูงสุดและต่ำสุดจากกรมอุตุนิยมวิทยา (ภาพที่ 4.1 และภาพที่ 4.2) โดยอุณหภูมิภายในตัวสูงสุดมีความแตกต่างกับอุณหภูมิอากาศสูงสุดตั้งแต่ 2.65 ถึง 17.17 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิภายในตัวต่ำสุดมีความแตกต่างกับอุณหภูมิอากาศต่ำสุดตั้งแต่ 0.66 ถึง 2.26 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.1 อุณหภูมิสูงสุดใน Robo-logger เฉลี่ยรายเดือนของแต่ละระดับน้ำในทั้งสองพื้นที่ศึกษา เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศสูงสุดที่ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยา



ภาพที่ 4.2 อุณหภูมิต่ำสุดใน Robo-logger เฉลี่ยรายเดือนของแต่ละระดับน้ำในทั้งสองพื้นที่ศึกษา
เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศสูงสุดที่ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยา

จากข้อมูลอุณหภูมิภายใน Robo-logger ที่บันทึกได้ในปี 2016 ตั้งแต่เดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคม อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายเดือนของพื้นที่ศึกษา A อยู่ที่เดือนเมษายนและพฤษภาคม โดยที่ระดับน้ำสูงสุด (High Shore) มีค่า 48.17 ± 3.42 องศาเซลเซียสในเดือนเมษายน ที่ระดับน้ำปานกลาง (Middle Shore) มีค่า 45.58 ± 4.20 องศาเซลเซียส และที่ระดับน้ำต่ำสุด (Low Shore) มีค่า 43.80 ± 4.36 องศาเซลเซียสในเดือนพฤษภาคม ของพื้นที่ศึกษา B อยู่ที่เดือนพฤษภาคม โดยที่ระดับน้ำสูงสุด (High Shore) มีค่า 46.93 ± 5.62 องศาเซลเซียส ที่ระดับน้ำปานกลาง (Middle Shore) มีค่า 46.26 ± 5.41 องศาเซลเซียส และที่ระดับน้ำต่ำสุด (Low Shore) มีค่า 45.94 ± 5.69 องศาเซลเซียส และในปี 2017 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงสิงหาคม อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายเดือนของพื้นที่ศึกษา A อยู่ที่เดือนมิถุนายน โดยที่ระดับน้ำสูงสุด (High Shore) มีค่า 51.48 ± 3.38 องศาเซลเซียส ที่ระดับน้ำปานกลาง (Middle Shore) มีค่า 48.26 ± 3.77 องศาเซลเซียส และที่ระดับน้ำต่ำสุด (Low Shore) มีค่า 49.45 ± 4.24 องศาเซลเซียส

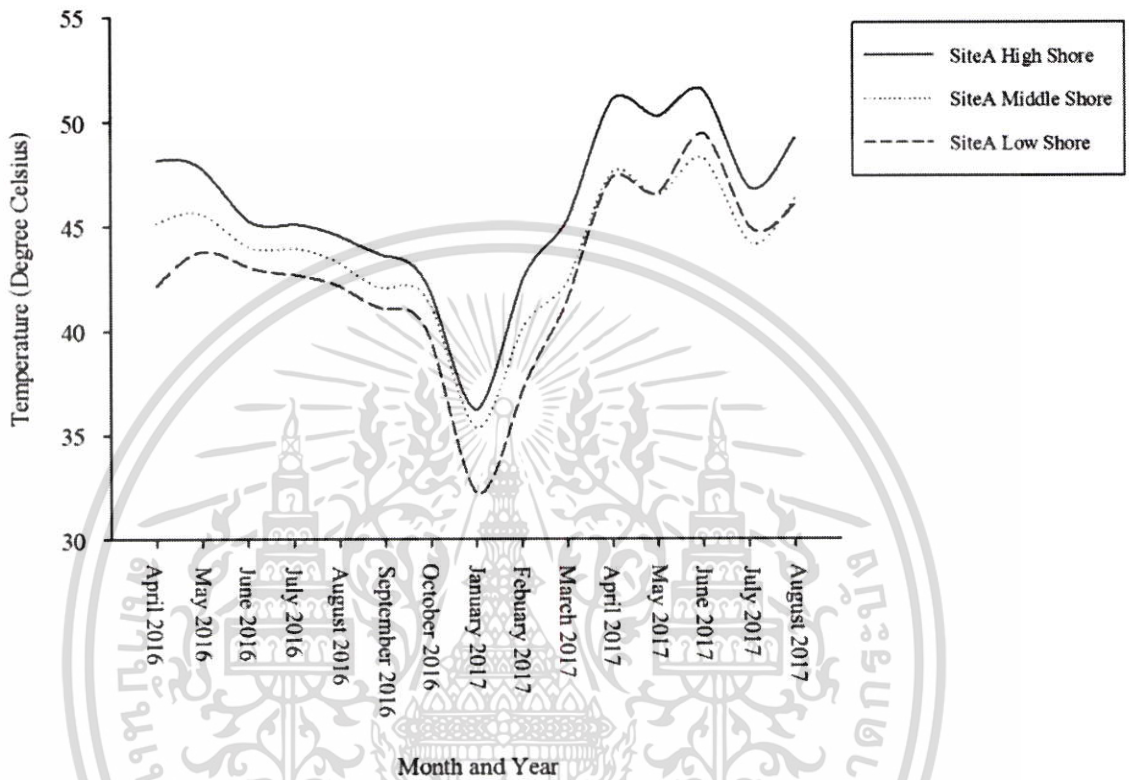
ของพื้นที่ศึกษา B อยู่ที่เดือนเมษายนและเดือนมิถุนายน โดยที่ระดับน้ำสูงสุด (High Shore) มีค่า 50.51 ± 4.86 องศาเซลเซียสในเดือนมิถุนายน ที่ระดับน้ำปานกลาง (Middle Shore) มีค่า 50.01 ± 4.20 องศาเซลเซียสในเดือนเมษายน และที่ระดับน้ำต่ำสุด (Low Shore) มีค่า 48.67 ± 5.57 องศาเซลเซียสในเดือนมิถุนายน

ส่วนอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายเดือนของปี 2016 ของทั้งสองพื้นที่ศึกษาอยู่ที่เดือนกันยายน โดยในพื้นที่ศึกษา A ที่ระดับน้ำสูงสุด (High Shore) มีค่า 26.89 ± 0.87 องศาเซลเซียส ที่ระดับน้ำปานกลาง (Middle Shore) มีค่า 26.54 ± 0.83 องศาเซลเซียส และที่ระดับน้ำต่ำสุด (Low Shore) มีค่า 26.86 ± 0.86 องศาเซลเซียส พื้นที่ศึกษา B ที่ระดับน้ำสูงสุด (High Shore) มีค่า 26.80 ± 0.84 องศาเซลเซียส ที่ระดับน้ำปานกลาง (Middle Shore) มีค่า 26.96 ± 0.93 องศาเซลเซียส และที่ระดับน้ำต่ำสุด (Low Shore) มีค่า 26.58 ± 0.90 องศาเซลเซียส ส่วนในปี 2017 อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายเดือนของทั้งสองพื้นที่อยู่ที่เดือนมกราคม โดยพื้นที่ศึกษา A ที่ระดับน้ำสูงสุด (High Shore) มีค่า 24.82 ± 0.74 องศาเซลเซียส ที่ระดับน้ำปานกลาง (Middle Shore) มีค่า 24.76 ± 0.85 องศาเซลเซียส และที่ระดับน้ำต่ำสุด (Low Shore) มีค่า 24.78 ± 0.83 องศาเซลเซียส พื้นที่ศึกษา B ที่ระดับน้ำสูงสุด (High Shore) มีค่า 25.12 ± 0.78 องศาเซลเซียส ที่ระดับน้ำปานกลาง (Middle Shore) มีค่า 25.04 ± 0.94 องศาเซลเซียส และที่ระดับน้ำต่ำสุด (Low Shore) มีค่า 24.45 ± 0.86 องศาเซลเซียส

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติข้อมูลอุณหภูมิภายใน Robo-logger สูงสุดและต่ำสุดตามระดับน้ำของแต่ละพื้นที่ศึกษาพบว่า พื้นที่ศึกษา A ทั้งสามระดับน้ำ (ระดับน้ำสูงสุด (High Shore), ระดับน้ำปานกลาง (Middle Shore) และระดับน้ำต่ำสุด (Low Shore)) อุณหภูมิภายใน Robo-logger สูงสุดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ภาพที่ 4.3 และภาพที่ 4.4) ส่วนพื้นที่ศึกษา B ที่ระดับน้ำสูงสุด อุณหภูมิภายใน Robo-logger สูงสุดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับที่ระดับน้ำปานกลาง ($P > 0.05$) แต่ทั้งสองระดับน้ำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับที่ระดับน้ำต่ำสุด ($P < 0.05$) (ภาพที่ 4.5 และภาพที่ 4.6) ส่วนอุณหภูมิภายใน Robo-logger ต่ำสุด พื้นที่ศึกษา A ที่ระดับน้ำสูงสุดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับที่ระดับน้ำปานกลาง ($P > 0.05$) แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับที่ระดับน้ำต่ำสุด ($P < 0.05$) และที่ระดับน้ำปานกลางแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับที่ระดับน้ำต่ำสุด ($P < 0.05$) (ภาพที่ 4.4) พื้นที่ศึกษา B ที่ระดับน้ำสูงสุดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทั้งระดับน้ำปานกลางและระดับน้ำต่ำสุด (ตารางที่ 4.1)

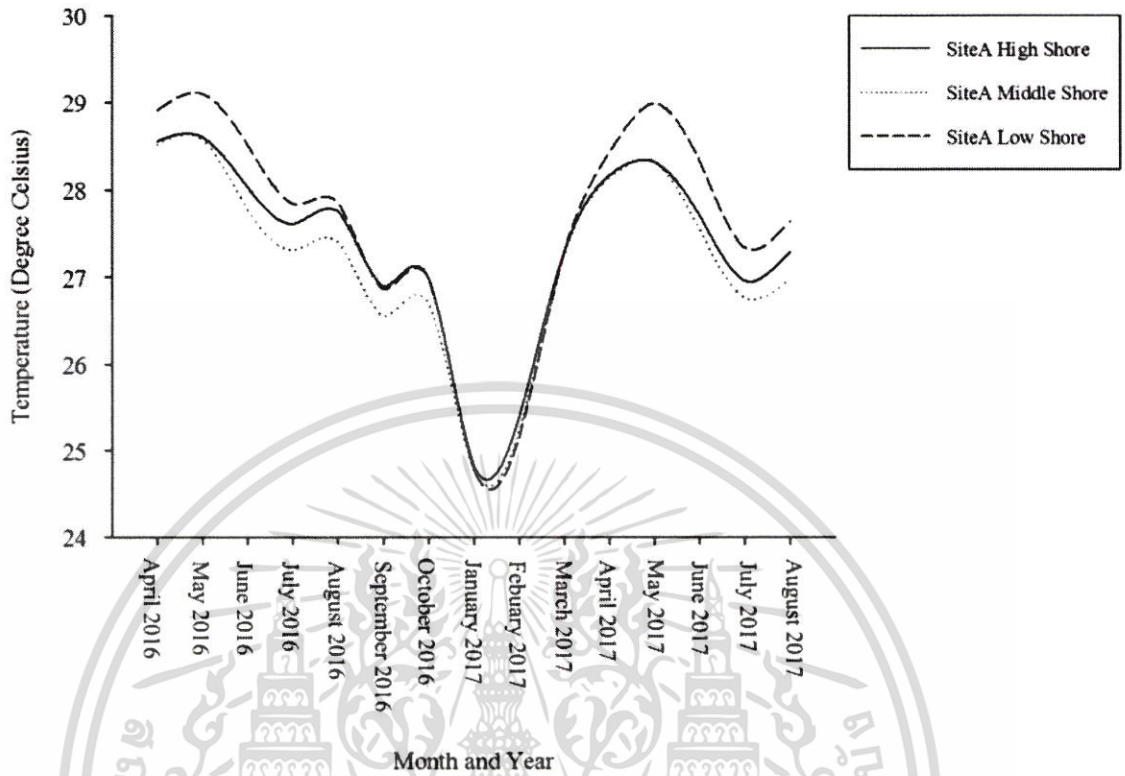
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

($P>0.05$) แต่ที่ระดับน้ำปานกลางมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับที่ระดับน้ำต่ำสุด ($P<0.05$) (ภาพที่ 4.6)



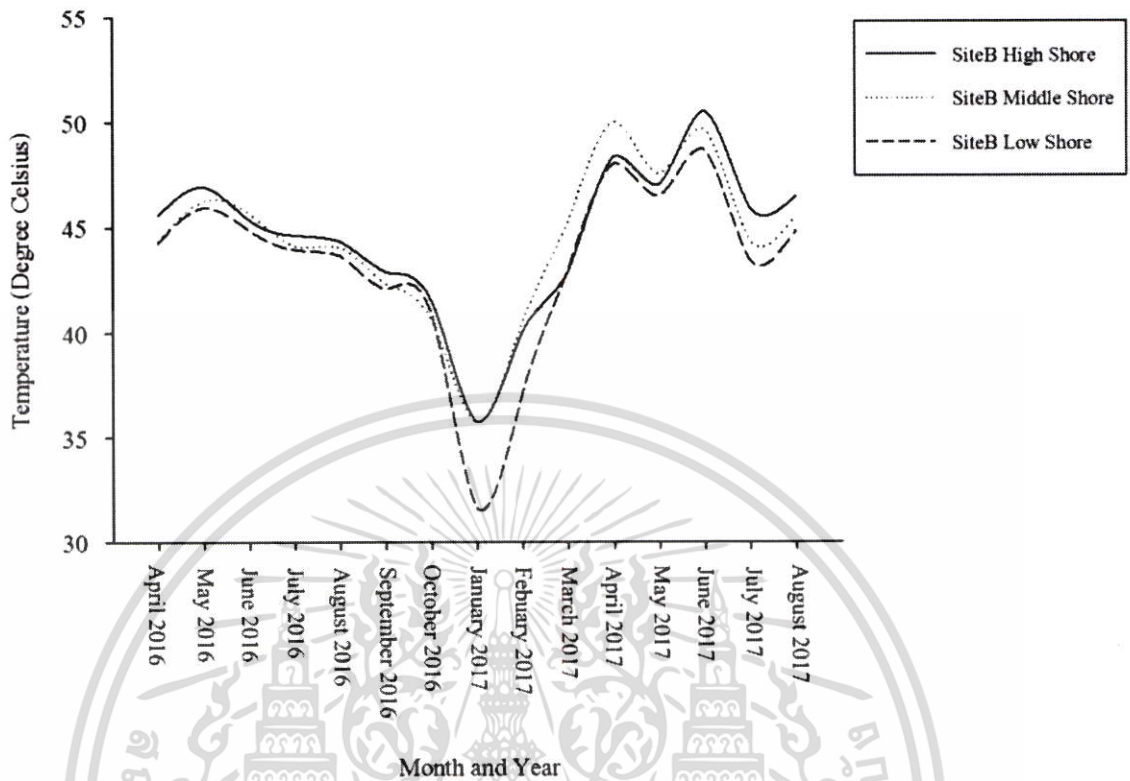
ภาพที่ 4.3 อุณหภูมิสูงสุดใน Robo-logger ของทั้งสามระดับน้ำ (ระดับน้ำสูงสุด (High Shore), ระดับน้ำปานกลาง (Middle Shore) และระดับน้ำต่ำสุด (Low Shore)) ของพื้นที่ศึกษา A

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติข้อมูลอุณหภูมิใน Robo-logger สูงสุดและต่ำสุดตามพื้นที่ศึกษาพบว่า อุณหภูมิภายใน Robo-logger สูงสุดในพื้นที่ศึกษา A ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพื้นที่ศึกษา B ($P>0.05$) ส่วนอุณหภูมิภายใน Robo-logger ต่ำสุดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)



ภาพที่ 4.4 อุณหภูมิใน Robo-logger ต่ำสุดของทั้งสามระดับน้ำ (ระดับน้ำสูงสุด (High Shore), ระดับน้ำปานกลาง (Middle Shore) และระดับน้ำต่ำสุด (Low Shore)) ของพื้นที่ศึกษา A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



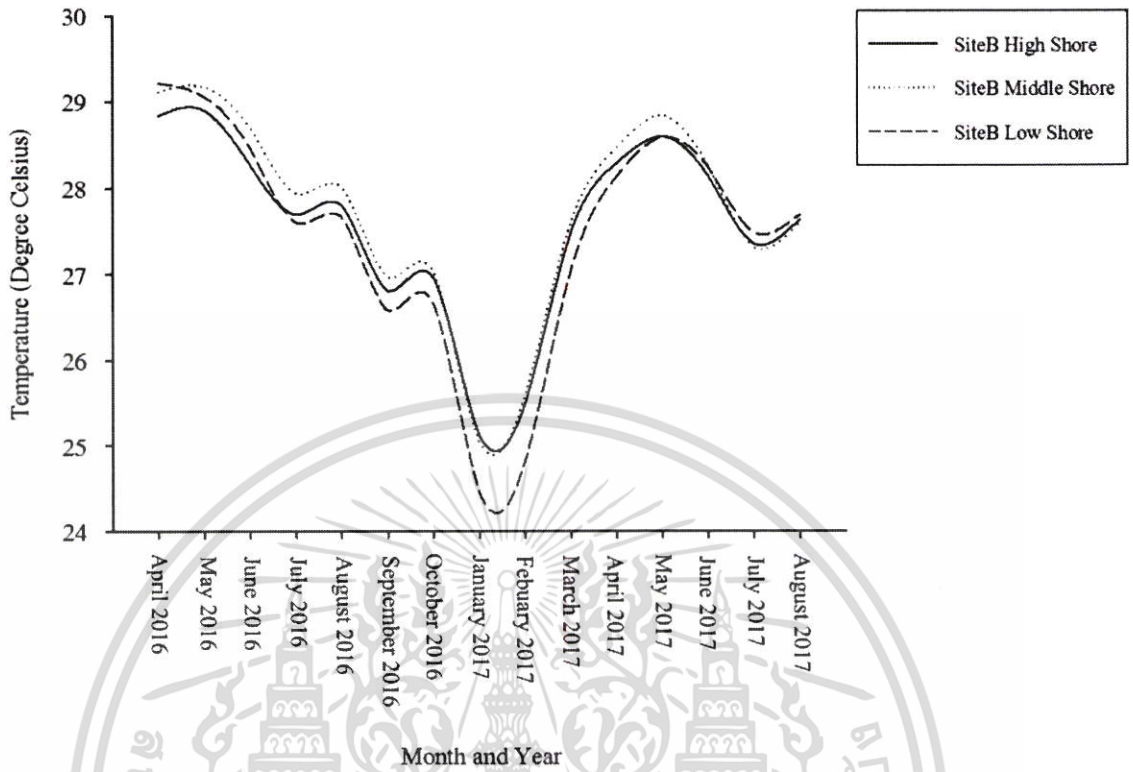
ภาพที่ 4.5 อุณหภูมิใน Robo-logger สูงสุดของทั้งสามระดับน้ำ (ระดับน้ำสูงสุด (High Shore), ระดับน้ำปานกลาง (Middle Shore) และระดับน้ำต่ำสุด (Low Shore)) ของพื้นที่ศึกษา B

ตารางที่ 4.1 ตารางวิเคราะห์ทางสถิติ (One-way ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิภายใน Robo-logger สูงสุดและต่ำสุด ในแต่ละระดับน้ำของแต่ละพื้นที่ศึกษา

Site	Level	Temperature (°C)	
		Maximum	Minimum
A	High Shore	45.99±6.53 ^a	27.39±1.37 ^a
	Middle Shore	43.76±5.99 ^b	27.22±1.42 ^a
	Low Shore	42.71±6.73 ^c	27.64±1.57 ^b
B	High Shore	44.61±6.84 ^a	27.59±1.37 ^b
	Middle Shore	44.67±6.92 ^a	27.74±1.47 ^a
	Low Shore	43.36±7.44 ^b	27.48±1.66 ^b

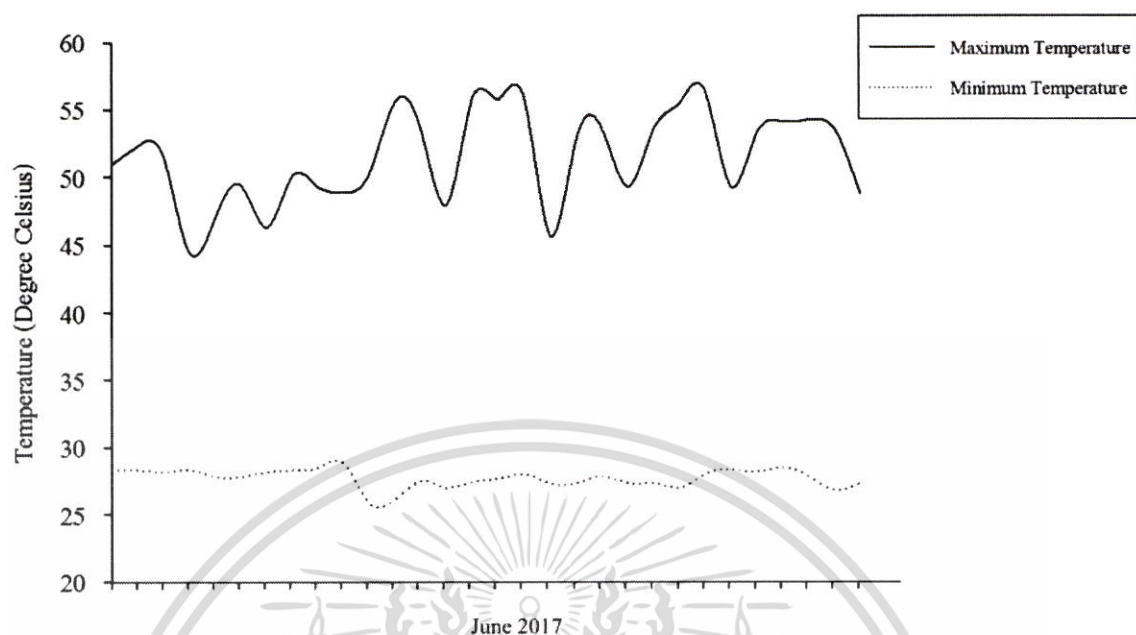
ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



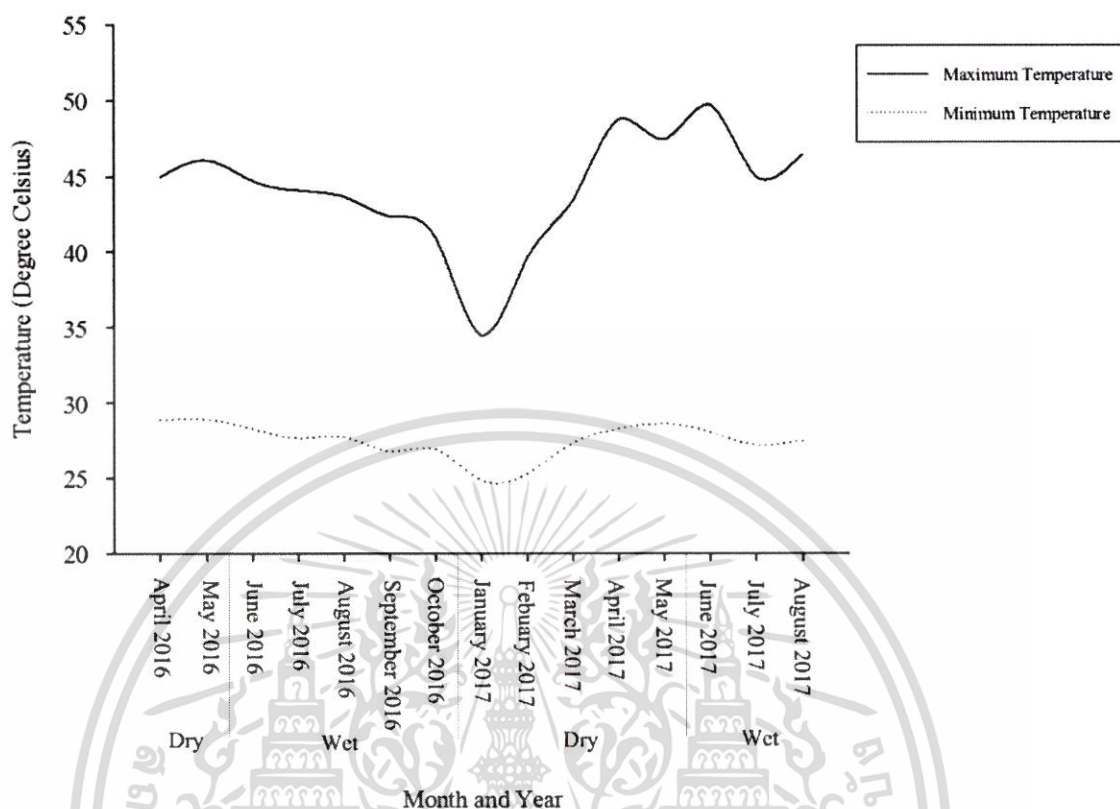
ภาพที่ 4.6 อุณหภูมิใน Robo-logger ต่ำสุดของทั้งสามระดับน้ำ (ระดับน้ำสูงสุด (High Shore), ระดับน้ำปานกลาง (Middle Shore) และระดับน้ำต่ำสุด (Low Shore)) ของพื้นที่ศึกษา B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.7 อุณหภูมิใน Robo-logger สูงสุดและต่ำสุดรายวันที่ระดับน้ำสูงสุด (High Shore) พื้นที่ศึกษา A ในเดือนมิถุนายนปี 2017

จากภาพที่ 4.7 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดรายวันในเดือนมิถุนายนปี 2017 ซึ่งเป็นเดือนที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนสูงสุดในรอบปี มีความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดถึงประมาณ 23.78 ± 3.57 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.8 อุณหภูมิใน Robo-logger เฉลี่ยรายเดือนสูงสุดและต่ำสุดของทั้งสองพื้นที่ศึกษาตามฤดูกาล

จากการศึกษาข้อมูลอุณหภูมิภายใน Robo-logger สูงสุดและต่ำสุดตามฤดูกาลพบว่า อุณหภูมิสูงสุดฤดูกาล Wet และ Dry ของทั้งปี 2016 และ 2017 , ฤดูกาล Wet ปี 2016 และ 2017 และ ฤดูกาล Dry ปี 2016 และ 2017 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 4.2) ส่วนอุณหภูมิต่ำสุดฤดูกาล Wet และ Dry ของทั้งปี 2016 และ 2017 , ฤดูกาล Wet ปี 2016 และ 2017 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ส่วนฤดูกาล Dry ปี 2016 และ 2017 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 4.3) โดยฤดูกาล Dry ของปี 2016 มีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิใน Robo-logger สูงสุด 45.50 ± 0.78 องศาเซลเซียส อุณหภูมิใน Robo-logger เฉลี่ยต่ำสุดมีค่า 28.88 ± 0.03 องศาเซลเซียส ฤดูกาล Wet ของปี 2016 มีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิใน Robo-logger สูงสุด 43.14 ± 1.51 องศาเซลเซียส อุณหภูมิใน Robo-logger เฉลี่ยต่ำสุดมีค่า 27.47 ± 0.63 องศาเซลเซียส ฤดูกาล Dry ของปี 2017 มีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิใน Robo-logger สูงสุด 42.70 ± 5.85 องศาเซลเซียส อุณหภูมิใน Robo-logger เฉลี่ยต่ำสุดมีค่า 26.86 ± 1.72 องศาเซลเซียส และฤดูกาล Wet ของปี 2017

มีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิใน Robo-logger สูงสุด 47.00 ± 2.42 องศาเซลเซียส อุณหภูมิใน Robo-logger เฉลี่ยต่ำสุดมีค่า 27.56 ± 0.43 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 4.8)

ตารางที่ 4.2 ตารางวิเคราะห์ทางสถิติ (One-way ANOVA) เปรียบเทียบอุณหภูมิใน Robo-logger สูงสุด ตามฤดูกาล (Wet และ Dry) ของปี 2016 และปี 2017

Season	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Wet all * Dry all	601.59	1	601.59	12.96	.000
Wet 2016 * Wet 2017	4769.53	1	4769.53	120.04	.000
Dry 2016 * Dry 2017	1796.72	1	1796.72	36.82	.000

* The mean difference is significant at the 0.05 level.

ตารางที่ 4.3 ตารางวิเคราะห์ทางสถิติ (One-way ANOVA) เปรียบเทียบอุณหภูมิใน Robo-logger ต่ำสุด ตามฤดูกาล (Wet และ Dry) ของปี 2016 และปี 2017

Season	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Wet all * Dry all	.114	1	.114	.051	.821
Wet 2016 * Wet 2017	1.96	1	1.96	2.42	.120
Dry 2016 * Dry 2017	980.99	1	980.99	322.75	.000

* The mean difference is significant at the 0.05 level.

นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบข้อมูลอุณหภูมิภายใน Robo-logger สูงสุดและต่ำสุด ระหว่างแต่ละพื้นที่ศึกษากับแต่ละระดับน้ำและแต่ละฤดูกาล พบว่าทั้งอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดของ แต่ละพื้นที่ศึกษากับแต่ละระดับน้ำ และแต่ละฤดูกาลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) (ตารางที่ 4.4 และ 4.5)

ตารางที่ 4.4 ตารางวิเคราะห์ทางสถิติ (Three-way ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของอุณหภูมิภายใน Robo-logger สูงสุดระหว่างแต่ละพื้นที่ศึกษากับแต่ละระดับน้ำและแต่ละฤดูกาล

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Site	.150	1	.150	.003	.954
Level	2336.608	2	1168.304	25.753	.000
Season	601.589	1	601.589	13.261	.000
Site * Level	651.081	2	325.540	7.176	.001
Site * Season	1.039	1	1.039	.023	.880
Level * Season	198.547	2	99.273	2.188	.112
Site * Level * Season	125.831	2	62.915	1.387	.250
Error	120039.153	2646	45.366		
Total	5305617.051	2658			
Corrected Total	123858.678	2657			

a. R Squared = .031 (Adjusted R Squared = .027)

และจากการข้อมูลอุณหภูมิภายใน Robo-logger ที่บันทึกได้ทั้ง 2 ปี และจากการศึกษาของ ชยนิศ มีโกคา และ มณฑล แก่นมณี (2559) ที่ได้รายงานอุณหภูมิภายใน Robo-logger เฉลี่ยสูงสุดของ หาดหินในหาดถ้ำพัง เกาะสีชังช่วงเดือนกรกฎาคมจนถึงเดือนสิงหาคมในปี 2013 พบว่าที่ระดับน้ำ สูงสุด (High Shore) ในเดือนกรกฎาคมอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยของพื้นที่ศึกษา A อยู่ที่ 42.24 ± 2.67 องศาเซลเซียส พื้นที่ศึกษา B อยู่ที่ 41.89 ± 6.93 องศาเซลเซียส ส่วนเดือนสิงหาคม พื้นที่ศึกษา A อุณหภูมิ สูงสุดเฉลี่ยอยู่ที่ 38.88 ± 4.29 องศาเซลเซียส พื้นที่ศึกษา B อยู่ที่ 42.86 ± 5.98 องศาเซลเซียส ในขณะที่ อุณหภูมิภายใน Robo-logger สูงสุดเดือนกรกฎาคมของปี 2016 พื้นที่ศึกษา A อยู่ที่ 45.11 ± 4.94 องศาเซลเซียส พื้นที่ศึกษา B อยู่ที่ 44.63 ± 6.32 องศาเซลเซียส เดือนสิงหาคม พื้นที่ศึกษา A อยู่ที่ 44.55 ± 4.50 องศาเซลเซียส พื้นที่ศึกษา B อยู่ที่ 44.33 ± 6.51 องศาเซลเซียส และเดือนกรกฎาคม ปี 2017 พื้นที่ศึกษา A อยู่ที่ 46.84 ± 5.21 องศาเซลเซียส พื้นที่ศึกษา B อยู่ที่ 45.90 ± 5.66 องศาเซลเซียส เดือนสิงหาคม พื้นที่ศึกษา A อยู่ที่ 49.23 ± 6.15 องศาเซลเซียส และพื้นที่ศึกษา B อยู่ที่ 46.44 ± 8.35 องศาเซลเซียส แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิภายใน Robo-logger บริเวณหาดหินของเกาะสีชังในปี 2017 มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นจากปี 2013 ประมาณ 3.38-10.35 องศาเซลเซียส และปี 2016 ประมาณ 1.27-4.68 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ตารางวิเคราะห์ทางสถิติ (Three-way ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของอุณหภูมิภายใน Robo-logger ต่ำสุดระหว่างแต่ละพื้นที่ศึกษากับแต่ละระดับน้ำและแต่ละฤดูกาล

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Site	23.190	1	23.190	10.558	.001
Level	2.976	2	1.488	.677	.508
Season	.114	1	.114	.052	.820
Site * Level	50.033	2	25.017	11.390	.000
Site * Season	.566	1	.566	.258	.612
Level * Season	5.199	2	2.600	1.184	.306
Site * Level * Season	1.152	2	.576	.262	.769
Error	5811.596	2646	2.196		
Total	2017436.532	2658			
Corrected Total	5896.528	2657			

a. R Squared = .014 (Adjusted R Squared = .010)

จากข้อมูลที่บันทึกได้ภายใน Robo-logger แสดงให้เห็นว่าอุปกรณ์นี้ใช้บันทึกข้อมูลภายในเปลือกหอยแมลงภูในเขตน้ขึ้นน้ำลงของหาดหินในเขตร้อนได้เนื่องจากอุปกรณ์ยังคงมีสภาพสมบูรณ์ไม่มีการแตกหัก เสียหาย หรือสูญหายจนทำให้ไม่สามารถบันทึกข้อมูลได้ ซึ่ง Robo-logger สามารถบันทึกข้อมูลอย่างต่อเนื่องทุกครึ่งชั่วโมงโดยไม่มีการสูญเสียดูข้อมูลตลอดระยะเวลาการศึกษา (ชญนิศ มีโกคา และมณฑล แก่นมณี, 2559) ส่วนความถูกต้องของข้อมูลอุณหภูมิภายในเปลือกหอยที่มีชีวิตกับอุณหภูมิภายใน Robo-logger นั้น Lima and Wethey (2009) แสดงให้เห็นว่ามีความแตกต่างกันเพียง ± 0.5 องศาเซลเซียส โดยการเปรียบเทียบอุณหภูมิในช่วงเวลาเดียวกันระหว่างภายใน Robo-logger กับการสอดลวดวัดอุณหภูมิเข้าไปภายในเปลือกหอยสองฝามีชีวิต นอกจากนี้ยังง่ายต่อการตั้งค่าและแก้ไขโปรแกรมการบันทึกข้อมูล สามารถเคลื่อนย้ายออกจากพื้นที่ศึกษาได้ง่ายเมื่อไม่ต้องการใช้งานแล้ว รวมทั้งแบตเตอรี่ที่มีอายุการใช้งานได้นานกว่า 4 ปีในการใช้เก็บบันทึกข้อมูล (Dallas, 2007) แต่หากแบตเตอรี่หมดจะไม่สามารถเปลี่ยนได้โดยไม่ทำให้เกิดความเสียหายต่อแผงวงจรที่อยู่ภายใน อย่างไรก็ตามได้มีการคาดการณ์ว่าอุปกรณ์ Robo-logger นี้สามารถเก็บบันทึกข้อมูลได้มากกว่า 60,000 ครั้งก่อนที่แบตเตอรี่จะหมด นอกจากนี้เทคนิค Robo-logger ยังแสดงให้เห็นถึงประโยชน์และสะดวก

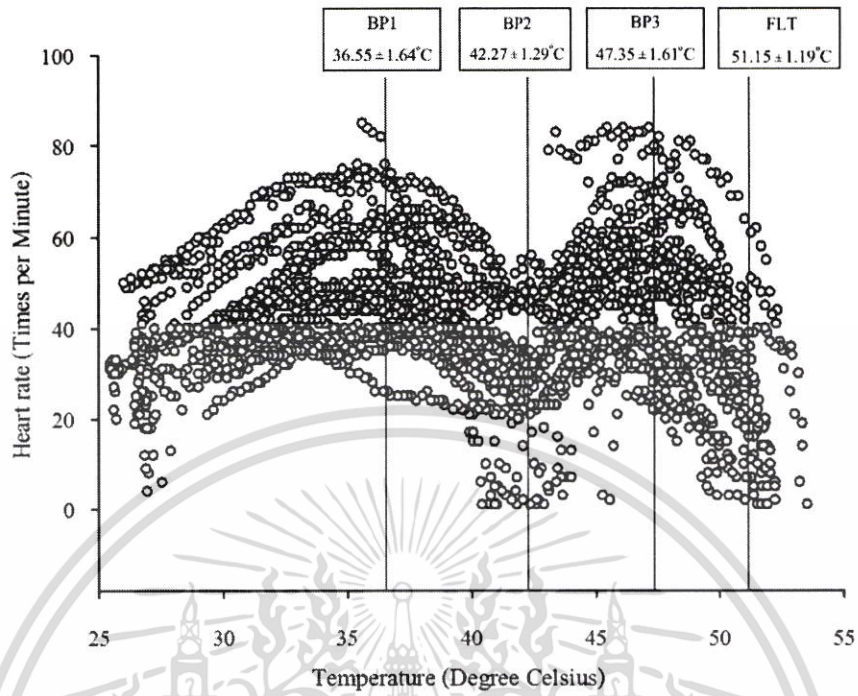
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการนำไปติดตั้งเพื่อบันทึกข้อมูลอุณหภูมิในเขตน้ำขึ้นน้ำลงที่มีสภาพอากาศที่รุนแรงและเสี่ยงต่อการถูกทำลายโดยแรงกระทำของคลื่นได้ (Dallas, 2007)

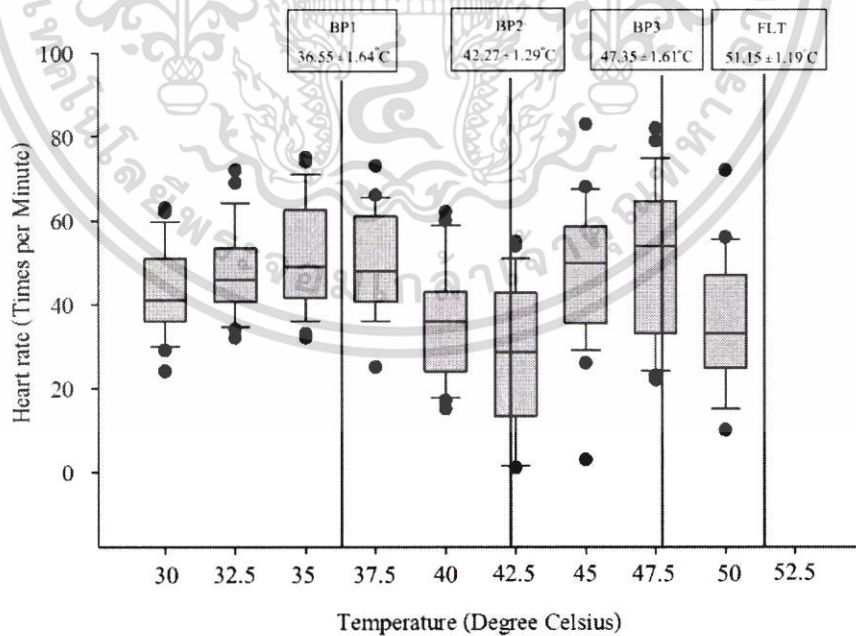
นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่นำเอาอุปกรณ์ Robo-logger มาใช้ในการจำลองการวัดอุณหภูมิภายในตัวของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมที่อยู่อาศัย เช่น Dong et. al. (2015) ได้นำอุปกรณ์ Robo-logger ไปติดตั้งในพื้นที่ที่มีการแพร่กระจายของหอยฝาชี *Cellana toreuma* ในพื้นที่ที่มีความแตกต่างกันของเขตภูมิอากาศตามละติจูด (latitudinal climates) เพื่อนำข้อมูลอุณหภูมิที่บันทึกได้มาใช้ในการทดลองเปรียบเทียบการตอบสนองทางสรีระจากอัตราการเต้นของหัวใจเมื่อได้รับความเครียดที่เกิดจากความร้อน และขีดจำกัดการทนความร้อนของ *C. toreuma* ต่อไป

4.2 การทดลองที่ 2 Arrhenius Breakpoint Temperature (ABT) ใน *Isognomon nucleus*

ผลการศึกษาอัตราการเต้นของหัวใจ *Isognomon nucleus* เมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นพบว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิขึ้นอัตราการเต้นของหัวใจจะสามารถแบ่งได้เป็น 3 ช่วง โดยช่วงแรกอัตราการเต้นของหัวใจค่อยๆเพิ่มสูงขึ้นจนถึงอุณหภูมิเฉลี่ย 36.55 ± 1.64 องศาเซลเซียส (Breakpoint Temperature1 ; BP1) หลังจากนั้นอัตราการเต้นของหัวใจค่อยๆลดลงขณะที่ยังคงเพิ่มอุณหภูมิต่อไปจนถึงอุณหภูมิเฉลี่ย 42.27 ± 1.29 องศาเซลเซียส (Breakpoint Temperature2 ; BP2) จากนั้นอัตราการเต้นของหัวใจกลับเพิ่มขึ้นอีกครั้งจนถึงอุณหภูมิเฉลี่ย 47.35 ± 1.61 องศาเซลเซียส (Breakpoint Temperature3 ; BP3) และอัตราการเต้นของหัวใจค่อยๆลดลงอีกครั้งจนไม่สามารถนับอัตราการเต้นของหัวใจได้ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 51.15 ± 1.19 องศาเซลเซียส (Flat Line Temperature ; FLT) (ภาพที่ 4.9 และ 4.10)



ภาพที่ 4.9 อัตราการเต้นของหัวใจของหอยสองฝา *I. nucleus* เมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น ทั้งหมด 26 ตัวอย่าง



ภาพที่ 4.10 การกระจายของข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจของหอยสองฝา *I. nucleus* เมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

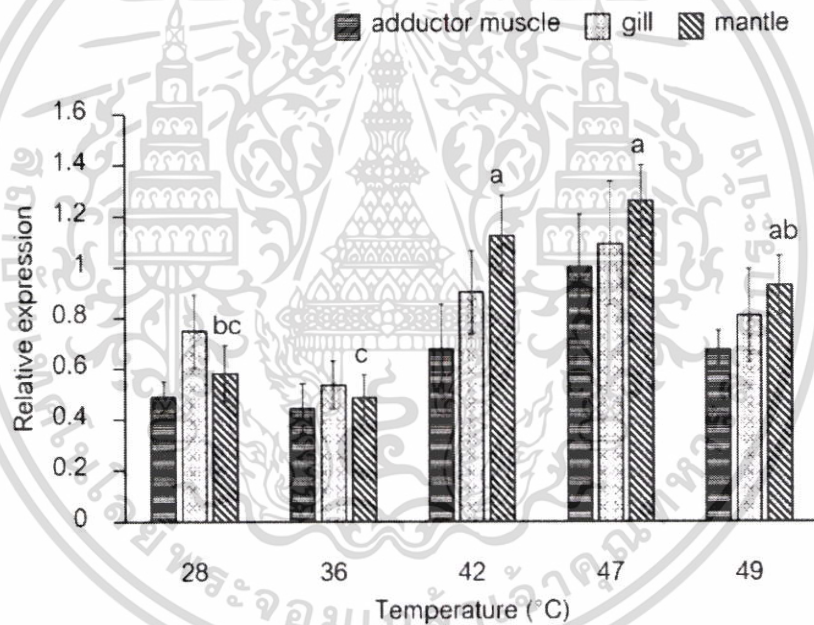
อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดปัจจัยหนึ่งที่ควบคุมการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตหน้าดินทางทะเล (Vasil'eva. 1978) เนื่องจากสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในเขตน้ำขึ้นน้ำลงเป็นสัตว์เลือดเย็น (ectotherm) อุณหภูมิร่างกายของสิ่งมีชีวิตเหล่านี้แปรผันไปตามปัจจัยทางภูมิอากาศภายนอก (Helmuth et. al. 2002, 2006) จากการศึกษาของ Dong et. al. (2015) ได้ศึกษาการปรับตัวทางสรีระจากประสิทธิภาพอัตราการเดินของหัวใจ โดยวิเคราะห์จากค่า Arrhenius break temperature (ABT) ในหอยฝาชี *Cellana toreuma* ที่มีการแพร่กระจายในพื้นที่ที่มีความแตกต่างกันของเขตภูมิอากาศคือ Dagong Island (อยู่ในเขตภูมิอากาศอบอุ่น ทางตอนเหนือของสาธารณรัฐประชาชนจีน ; temperate shore), Nanding Island (อยู่ในเขตภูมิอากาศกึ่งร้อนชื้น ทางตอนใต้ของสาธารณรัฐประชาชนจีน ; subtropical shore) และ Sichang Island (อยู่ในเขตภูมิอากาศร้อนชื้น ทางตะวันออกของประเทศไทย ; tropical shore) พบว่า ABT ของอัตราการเดินของหัวใจมีความแตกต่างกันระหว่างแต่ละพื้นที่ โดย ABTs ของหอยฝาชีใน Nanding Island สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับใน Dagong Island และ Sichang Island ($P < 0.001$) เมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิสูงสุดในพื้นที่ที่อยู่อาศัย (MHT) พบว่าทุกๆพื้นที่ที่มีค่า MHTs สูงกว่าค่า ABTs ของหอยฝาชี แสดงให้เห็นว่า *C. toreuma* มีความเครียดที่เกิดจากความร้อนในพื้นที่ตามแนวการแพร่กระจายในธรรมชาติ โดย ABTs ของ *C. toreuma* ที่ Nanding Island สูงกว่าที่ Sichang Island และ Dagong Island และไม่มี ความยืดหยุ่นในการทำงานของหัวใจใน Nanding Island และ Sichang Island แสดงให้เห็นว่าหอยสองฝาจาก 2 แห่งนี้ได้รับความเครียดที่เกิดจากความร้อนสูง มีความเสี่ยงที่จะไม่สามารถรับมือได้กับการเพิ่มอุณหภูมิในอนาคต

สิ่งมีชีวิตที่มีการแพร่กระจายในบริเวณเขตน้ำขึ้นสูงสุดจะมีอัตราการเมตาบอลิซึมต่ำกว่าสิ่งมีชีวิตที่แพร่กระจายในบริเวณเขตน้ำลงปานกลางและบริเวณเขตน้ำลงต่ำสุด เนื่องจากสิ่งมีชีวิตที่แพร่กระจายในบริเวณเขตน้ำขึ้นสูงสุดต้องมีการปรับตัวเพื่อรับมือกับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงในรอบวันมากกว่าในบริเวณเขตน้ำขึ้นน้ำลงที่ต่ำลงมา (Chelazzi et. al., 2001; Dong and Williams, 2011; Prusina et. al., 2014) โดย Dong and Williams (2011) ได้ศึกษารูปแบบของ Arrhenius break points (ABT) จากการตอบสนองต่อความเครียดที่เกิดจากภาวะอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นของหอยฝาชีที่มีขอบเขตการแพร่กระจายตามแนวน้ำขึ้นน้ำลงที่ต่างกันที่อาศัยบริเวณหาดหินในเขตร้อน พบว่าหอยฝาชี *C. grata* มีค่า ABT สูงกว่า *C. toreuma* เนื่องจากพื้นที่ที่อยู่อาศัยของ *C. grata* อยู่บริเวณเขตน้ำขึ้นสูงสุดถึงเขตน้ำลงปานกลาง ส่วน *C. toreuma* อยู่บริเวณเขตน้ำลงปานกลางถึงเขตน้ำลงต่ำสุด นอกจากนี้ Prusina et. al. (2014) ได้ศึกษาการตอบสนองการเดินของหัวใจ (Arrhenius breakpoint temperatures)

ในหอยฝาชี *Patella rustica*, *P. caerulea* and *P. ulysiponensis* เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างการกระจายตามความแตกต่างของระดับน้ำขึ้นน้ำลง (เขตน้ำขึ้นสูงสุด (high shore) เขตน้ำลงปานกลาง (mid shore) และเขตน้ำลงต่ำสุด (low shore)) กับความทนต่อความร้อนจากอัตราการเดินของหัวใจ พบว่าหอยฝาชีทั้งสามชนิดมีอัตราการเดินของหัวใจที่แตกต่างกัน โดย *P. rustica* ที่แพร่กระจายอยู่บริเวณเขตน้ำขึ้นสูงสุดของชายฝั่งสามารถทนต่ออุณหภูมิสูงได้ดีกว่าทั้งที่สองสายพันธุ์ที่อยู่บริเวณต่ำกว่า ประกอบด้วย Arrhenius breakpoint temperature ที่สูงกว่า *P. caerulea* และ *P. ulysiponensis* อยู่ประมาณ 2 และ 5 องศาเซลเซียส ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า *P. rustica* สามารถรักษาอัตราการเดินของหัวใจไว้ได้ดีกว่า และจัดส่งออกซิเจนได้ปกติแม้จะอยู่ในอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมที่สูงกว่า 37 องศาเซลเซียส เนื่องจากอุณหภูมิผิวหินชายฝั่งทะเลเมดิเตอร์เรเนียนมักจะสูงกว่า 37 องศาเซลเซียส ในช่วงเที่ยงวันเวลาที่น้ำลงในช่วงฤดูร้อน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Sara et. al. (2014) ที่ได้ศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อประชากรสิ่งมีชีวิตในเขตน้ำขึ้นน้ำลงในทะเลเมดิเตอร์เรเนียน โดยทำการทดลองกับหอยฝาชีสามชนิดคือ *Patella rustica*, *P. caerulea* และ *P. aspera* ที่อยู่อาศัยในเขตน้ำขึ้นน้ำลงที่แตกต่างกันในเขตน้ำขึ้นน้ำลงของทะเลเมดิเตอร์เรเนียน และพบว่า *P. aspera* ที่แพร่กระจายอยู่ในบริเวณเขตน้ำลงต่ำสุด มีการตอบสนองต่ออุณหภูมิที่สูงขึ้นได้ไวกว่าชนิดอื่นๆ และการศึกษาอัตราการเดินของหัวใจ ยังสามารถบอกได้ถึงกระบวนการเมตาบอลิซึม โดยสิ่งมีชีวิตในเขตน้ำขึ้นน้ำลงบริเวณเขตน้ำลงที่ต่ำลงจะมีอัตราการเมตาบอลิซึมสูง (Chelazzi et. al., 2001; Dong and Williams, 2011) เมื่อเทียบกับสิ่งมีชีวิตที่อยู่บริเวณเขตน้ำขึ้นสูงกว่า (Branch, 1981; Chelazzi et. al., 2001; De Pirro et. al., 1999; Marshall et. al., 2011)

จากการศึกษาก่อนหน้านี้สามารถคาดการณ์ได้ว่า *I. nucleus* ที่แพร่กระจายอยู่บริเวณเขตน้ำขึ้นสูงสุดจนถึงเขตน้ำลงปานกลางในหาดหินของหาดถ้ำพัง เกาะสี่ซึ่งมีขอบเขตการแพร่กระจายอยู่ในเขตภูมิอากาศร้อนชื้น ทางตะวันออกของประเทศไทย (tropical shore) ก็จะมีฝนตกมากและอุณหภูมิสูงตลอดทั้งปี บรรยากาศมีความชื้นสูง มีช่วงฤดูแล้งสั้นๆ มีช่วงความแตกต่างของอุณหภูมิในรอบวันและรอบปีแคบ คือประมาณ 19.13 ถึง 46.56 องศาเซลเซียส (Dong et. al., 2015) จะมีค่า ABT สูงกว่าสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆที่แพร่กระจายอยู่ในเขตน้ำขึ้นน้ำลงที่ต่ำลงมา เนื่องจากต้องมีการปรับตัวเพื่อรับมือกับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงในรอบวันมากกว่า และเมื่อเปรียบเทียบกราฟอัตราการเดินของหัวใจ *I. nucleus* กับกราฟอัตราการเดินของหัวใจของหอยฝาชีจากการศึกษาของ Prusina et. al. (2014) และ Dong and Williams (2011) พบว่าอัตราการเดินของหัวใจของหอยฝาชีจากทั้งสองการศึกษามี Arrhenius breakpoint temperature เพียงค่าเดียวเท่านั้นซึ่งยังไม่สามารถอธิบายได้ว่าทำไมอัตราการเดินของหัวใจ *I. nucleus* จึงมี 3 Breakpoint temperature ซึ่งต้องมีการศึกษาต่อไปในอนาคต

และเมื่อพิจารณาอัตราการเต้นของหัวใจ *I. nucleus* กับการศึกษาสัทซ็อกโปรตีนจากการศึกษาของ Panchakhan et. al. (unpublished data) ที่อุณหภูมิ BP เดียวกันพบว่าที่ BP1 มีการหลั่ง hsp70 ในปริมาณที่ต่ำ เมื่อเพิ่มอุณหภูมิไปจนถึง BP2 ปริมาณของ hsp70 เพิ่มสูงขึ้นต่อเนื่องไปจนถึงอุณหภูมิที่ BP3 และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิสูงกว่า 47 องศาเซลเซียส จะเห็นได้ว่ากระบวนการต่างๆของร่างกาย เช่น อัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการเมทาบอลิซึม และการแสดงออกของปริมาณ hsp70 ลดลง (ภาพที่ 4.11) การสร้าง hsp70 ของสิ่งมีชีวิตจะมีความสัมพันธ์กับอัตราการเมทาบอลิซึม เมื่อสิ่งมีชีวิตต้องประสบกับความเครียดที่เกิดจากความร้อน ระดับของสัทซ็อกโปรตีนจะเพิ่มขึ้น และเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจนถึง ABT ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เข้าใกล้ขีดจำกัดความสามารถในการทนความร้อนของสิ่งมีชีวิต จะส่งผลให้อัตราการเมทาบอลิซึมเปลี่ยนจากใช้ออกซิเจน (aerobic) เป็นไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic) (Pörtner, 2012)



ภาพที่ 4.11 ระดับการแสดงออกของ hsp70 ของ *I. nucleus* เมื่อกระตุ้นด้วยอุณหภูมิต่างกันในเนื้อเยื่อต่างชนิดกัน

ที่มา : Panchakhan et. al. (unpublished data)

4.3 การทดลองที่ 3 ศึกษาอุณหภูมิวิกฤตที่ทำให้ *Isognomon nucleus* ตายร้อยละ 50 (Median Lethal Temperature ; LT50)

ผลการศึกษาอุณหภูมิวิกฤตที่ทำให้ *I. nucleus* ตายร้อยละ 50 ในปี 2017 ซึ่งทำการทดลองทั้งหมด 13 ครั้ง เมื่อมีการเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้นพบว่าเริ่มมีการตายเกิดขึ้นที่อุณหภูมิ 46.04 ± 2.99 องศาเซลเซียส จากนั้นเมื่อเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้นต่อไป พบว่าค่าเฉลี่ยอุณหภูมิที่ทำให้หอยชนิดนี้ตายร้อยละ 50 เท่ากับ 54.06 ± 0.58 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 4.12) เมื่อนำอุณหภูมิที่อยู่อาศัยของหอยสองฝาชนิดนี้ที่บันทึกได้จาก Robo-logger มาอ้างอิงถึงช่วงกว้างของความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิในรอบวัน (ภาพที่ 4.7) พบว่าเป็นไปตามการศึกษาของ Giomi et. al. (2016) ที่ศึกษาอุณหภูมิวิกฤตที่ทำให้ *I. nucleus* ตายร้อยละ 50 โดยแบ่งสัตว์ทดลองเป็น 3 กลุ่มคือ สัตว์ที่อยู่ใต้น้ำตลอดเวลาที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส (26°C_w - 26°C_w) สัตว์ทดลองที่อยู่ในอากาศที่อุณหภูมิ 26 และ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง และนำไปไว้ในน้ำอีกครั้งที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส (26°C_A - 26°C_w และ 40°C_A - 26°C_w) ผลการศึกษาพบว่าสัตว์ทดลองกลุ่ม 40°C_A - 26°C_w เริ่มมีอัตราการตายที่ 47 องศาเซลเซียส และ LT₅₀ อยู่ที่อุณหภูมิ 53 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าอุณหภูมิสูงกว่าอีก 2 กลุ่มทดลอง เนื่องจากสัตว์ทดลองกลุ่ม 26°C_w และ 26°C_A - 26°C_w อยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก สัตว์ทดลองทั้ง 2 กลุ่มนี้จึงไม่เคยชินกับการปรับตัวเพื่อการอยู่รอด เมื่อนำไปเพิ่มอุณหภูมิทำให้เกิดการตายอย่างเฉียบพลัน แตกต่างจากสัตว์ทดลองกลุ่ม 40°C_A - 26°C_w ซึ่งมีการปรับตัวจากการอยู่ในอากาศที่มีอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสและต้องลงไปอยู่ในน้ำที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส เมื่อนำมาเพิ่มอุณหภูมิ สัตว์ทดลองกลุ่มนี้จึงมีความเคยชินต่อการปรับตัวเพื่อการอยู่รอด อัตราการตายจึงเกิดขึ้นอย่างช้าๆ และมีค่า LT₅₀ ที่สูง แสดงให้เห็นว่า *I. nucleus* ต้องเผชิญกับอุณหภูมิที่แตกต่างกันมากในรอบวัน ทำให้หอยสองฝาชนิดนี้สามารถปรับตัวต่ออุณหภูมิได้ดีกว่าสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ที่มีความแตกต่างของอุณหภูมิไม่มากนัก

จากการศึกษาของ Li (2012) ได้ทำการศึกษเปรียบเทียบขีดจำกัดความทนความร้อนของ *Echinolittorina* ที่แพร่กระจายตามแนวระดับน้ำที่แตกต่างกัน โดย *E. malaccana* มักแพร่กระจายอยู่บริเวณน้ำขึ้นสูงสุดของแนวชายฝั่ง ซ้อนทับกับ *E. radiata* ที่พบบริเวณที่ต่ำลงมา และ *E. vidua* ซ้อนทับกับ *E. radiata* พบการแพร่กระจายต่ำที่สุดบนชายฝั่ง โดยศึกษาจากอุณหภูมิที่ทำให้ *Echinolittorina* ตายร้อยละ 50 (LT₅₀) พบว่า *E. malaccana* มีค่า LT₅₀ สูงที่สุด ตามด้วย *E. radiata* และ *E. vidua* แสดงให้เห็นว่า *Echinolittorina* ที่อาศัยอยู่บริเวณเขตน้ำขึ้นสูงสุดตามแนวชายฝั่ง จะมีความสามารถในการทนต่ออุณหภูมิสูงมากกว่าชนิดอื่นๆที่อยู่บริเวณเขตน้ำขึ้นน้ำลงที่ต่ำลงมา (Evans, 1948; Southward, 1958; Fraenkel, 1966; Stirling, 1982; McMahon and Britton, 1985; Cleland and McMahon, 1990;

McMahon, 1990, 2001; Britton, 1992) ซึ่งจากการศึกษาของ Marshall et. al. (2011) สามารถอธิบายได้ว่าอัตราการเมตาบอลิซึมของ *E. malaccana* ที่อาศัยอยู่ใกล้แนวน้ำขึ้นสูงสุดของหาดหินมีอัตราการเมตาบอลิซึมสูงกว่าสิ่งมีชีวิตที่แพร่กระจายในเขตน้ำลงปานกลาง เพื่อผลิต heat shock proteins ซึ่งเป็นการตอบสนองเพื่อปรับตัวต่อความร้อน เนื่องจากสิ่งมีชีวิตที่แพร่กระจายในบริเวณเขตน้ำขึ้นสูงสุดต้องรับมือกับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงในรอบวัน (Chelazzi et. al., 2001; Dong and Williams, 2011; Prusina et. al., 2014) ที่เกิดจากการขึ้นลงของระดับน้ำและการสัมผัสกับแสงแดดมากกว่านอกจากนี้ Dong and Williams. (2011) ได้ศึกษาขีดจำกัดการทนความร้อนของหอยฝาชี *C. toreuma* ที่มีขอบเขตการแพร่กระจายตามแนวน้ำขึ้นน้ำลงที่ต่างกัน ที่อาศัยอยู่บริเวณหาดหินในเขตภูมิอากาศอบอุ่น เขตภูมิอากาศร้อนชื้น และเขตภูมิอากาศกึ่งร้อนชื้น จากการศึกษา Median lethal temperature (LT_{50}) พบว่าหอยฝาชีทุกๆพื้นที่ที่แสดงให้เห็นว่ามีค่า LT_{50} ประมาณ 41.29 ถึง 43.36 องศาเซลเซียส ซึ่งหอยฝาชีที่อาศัยอยู่ในเขตภูมิอากาศกึ่งร้อนชื้น และเขตภูมิอากาศร้อนชื้น มีค่า Maximum Habitat Temperature (MHTs) สูงกว่าค่า LT_{50} s และที่เขตภูมิอากาศอบอุ่น มีค่า MHT ต่ำกว่า LT_{50} แสดงให้เห็นว่าหอยฝาชีที่อาศัยอยู่ในเขตภูมิอากาศร้อนชื้นและกึ่งร้อนชื้น (อุณหภูมิในพื้นที่ศึกษาเฉลี่ย 4 6.56 และ 44.98 องศาเซลเซียส ตามลำดับ) มีขีดจำกัดการทนต่อความร้อนสูงกว่าในเขตภูมิอากาศอบอุ่น (อุณหภูมิในพื้นที่ศึกษาเฉลี่ย 49.41 องศาเซลเซียส) ซึ่งคล้ายกับการศึกษาของ Helmuth et. al. (2002) ที่สำรวจรูปแบบความร้อนในสิ่งแวดล้อมตามแนวชายฝั่งตะวันตกของสหรัฐอเมริกา พบว่าความเครียดที่เกิดจากความร้อนตามแนวชายฝั่งของเอเชียไม่ขึ้นอยู่กับเขตภูมิอากาศตามแนวเส้นละติจูด หอยฝาชีบริเวณชายฝั่งทะเลในเขตกึ่งร้อนมีความเครียดจากความร้อนเหมือนกับชายฝั่งทะเลในเขตร้อน จากข้อมูลอุณหภูมิและขีดจำกัดการทนความร้อนสูงสุดที่แตกต่างกันจากการศึกษานี้ยังชี้ให้เห็นว่า หอยฝาชีอาศัยอยู่ในเขตภูมิอากาศกึ่งร้อนชื้น กำลังอาศัยอยู่ใกล้กับขีดจำกัดความทนความร้อนสูงสุด และเป็นไปได้ว่ามีความไวต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในอนาคต

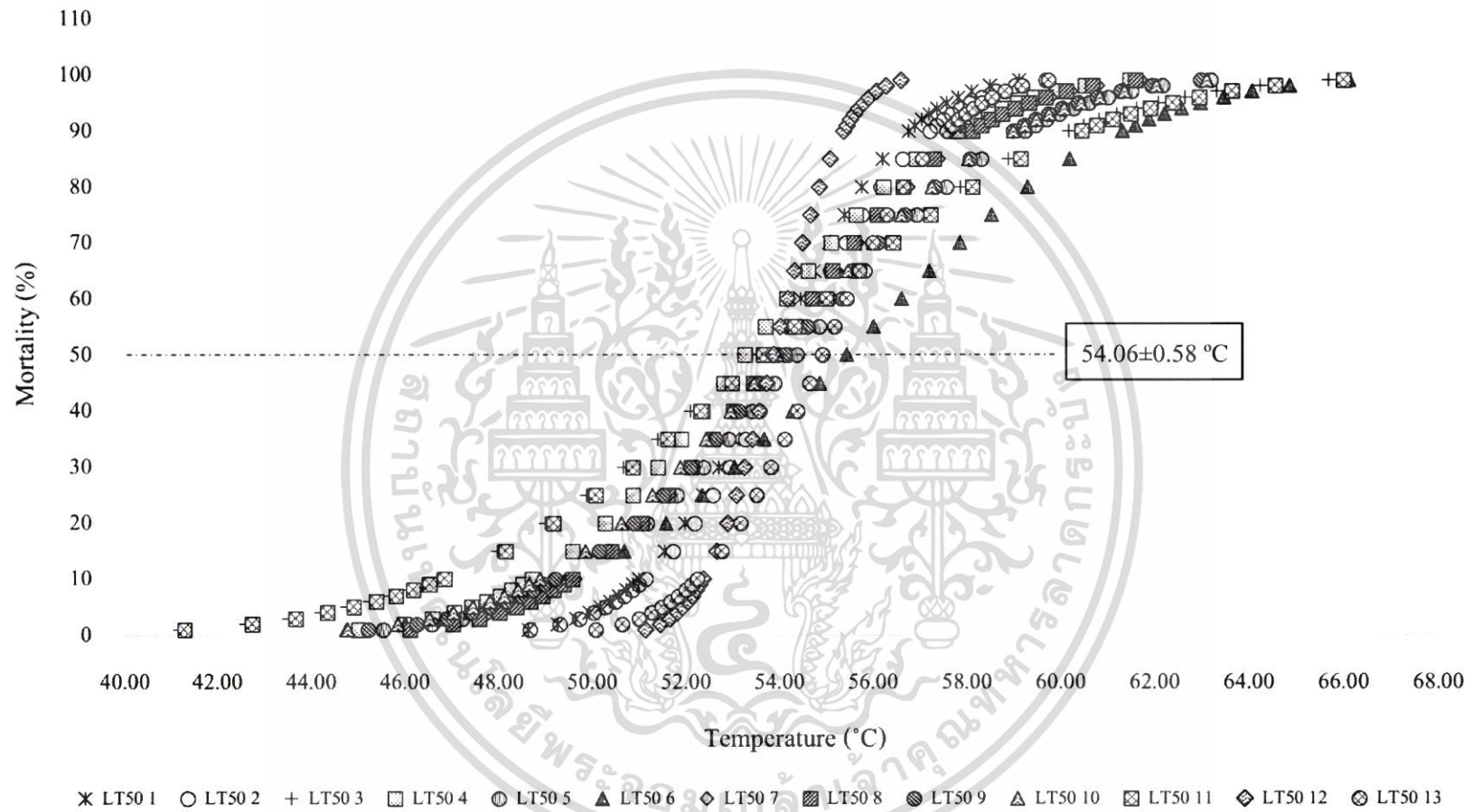
ข้อมูลอุณหภูมิและข้อมูลทางสรีรวิทยาที่ได้จากการศึกษาเหล่านี้สามารถใช้ในการวิเคราะห์ว่าสิ่งมีชีวิตกำลังอาศัยอยู่ใกล้กับขีดจำกัดการทนความร้อนสูงสุดอย่างไร และทำนายแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นต่อประชากรที่มีความเสี่ยงมากที่จะได้รับผลกระทบในภาวะโลกร้อน เปรียบได้กับหอยฝาชีบริเวณชายฝั่งเขตร้อนที่มีช่วงอุณหภูมิแคบ (19.13 ถึง 46.56 องศาเซลเซียส) กับชายฝั่งกึ่งเขตร้อน (subtropical shore) ที่มีช่วงของอุณหภูมิกว้างกว่า (6.42 ถึง 44.98 องศาเซลเซียส) ที่ต้องรับมือกับสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงอยู่บ่อยครั้ง ภายใต้อิทธิพลของเขตร้อนในเขตตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิกตอนกลางในช่วงฤดูร้อน (Huang et. al. 2007) จากบันทึกการเกิดภาวะโลกร้อนในทะเลจีนตะวันออกสูงกว่าทะเลจีนใต้และทะเลเหลืองตั้งแต่ทศวรรษที่ 1960 (Bao & Ren 2014) สามารถคาดการณ์ได้ว่าความเครียดที่

เกิดจากความร้อนบนชายฝั่งในเขตภูมิอากาศกึ่งร้อนชื้นบางแห่งอาจเป็นอุปสรรคต่อการแพร่กระจายของประชากรในเขตภูมิอากาศร้อนชื้น

ปัจจุบัน โลกกำลังประสบกับภาวะโลกร้อน (global warming) ซึ่งมีสาเหตุมาจากก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ภูมิอากาศในภาพรวมของโลกเปลี่ยนแปลงไป เช่น อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศและน้ำทะเลในแต่ละบริเวณมีแนวโน้มสูงขึ้น ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น และน้ำทะเลมีค่าความเป็นกรดมากขึ้น (ocean acidification) เป็นต้น สิ่งมีชีวิตที่อาศัยในเขตน้ำขึ้นน้ำลงบริเวณชายฝั่งทะเลต้องประสบกับภาวะดังกล่าว อุณหภูมิมีผลต่ออัตราการตายของสิ่งมีชีวิต (Wolcott., 1973) แม้ว่าอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยในระยะเวลาสั้นๆ สามารถทำให้สิ่งมีชีวิตมีอัตราการตายเพิ่มขึ้นเกือบทั้งหมด ดังนั้นจากการศึกษานี้สามารถคาดการณ์ได้ว่า *I. nucleus* ที่แพร่กระจายอยู่บริเวณเขตน้ำขึ้นสูงสุดจนถึงเขตน้ำลงปานกลางจะมีค่า Median lethal temperature (LT_{50}) สูงกว่าสิ่งมีชีวิตที่แพร่กระจายในเขตน้ำขึ้นน้ำลงที่ต่ำลงมา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.12 อุณหภูมิวิกฤตที่ทำให้ *I. nucleus* ตายร้อยละ 50 (Median Lethal Temperature ; LT_{50}) (แนวเส้นประ)

บทที่ 5

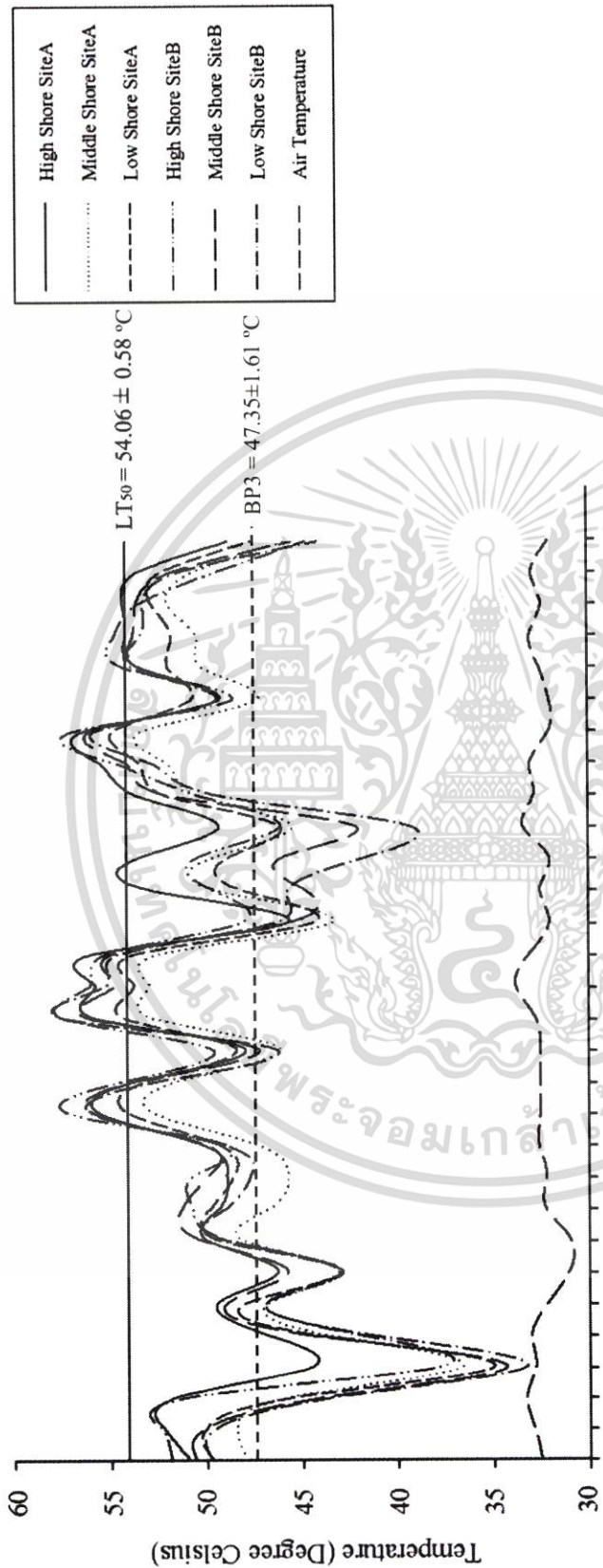
สรุปผลและข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

จากการจำลองการบันทึกอุณหภูมิภายในตัวโดยใช้อุปกรณ์ Robo-logger ในบริเวณเขตน้ำขึ้น น้ำลงของหาดหิน ซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยของหอยสองฝา *Isognomon nucleus* พบว่าอุณหภูมิภายในตัวสูงสุดในรอบปีที่เขตน้ำขึ้นสูงสุดในเดือนมิถุนายนปี 2017 โดยอยู่ที่ 51.48 ± 3.38 องศาเซลเซียส ในพื้นที่ศึกษา A ซึ่งมีความแตกต่างกับอุณหภูมิอากาศที่ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยาประมาณ 18 องศาเซลเซียส จากการศึกษการปรับตัวทางสรีระจากอัตราการเต้นของหัวใจเมื่อได้รับความเครียดที่เกิดจากความร้อนที่เพิ่มขึ้น (Breakpoint Temperature ; BP) พบว่าอัตราการเต้นของหัวใจสามารถแบ่งได้เป็น 3 ช่วงคือ BP1 = 36.55 ± 1.64 องศาเซลเซียส, BP2 = 42.27 ± 1.29 องศาเซลเซียส, BP3 = 47.35 ± 1.61 องศาเซลเซียส และอัตราการเต้นของหัวใจค่อยๆ ลดลงอีกครั้งจนไม่สามารถนับอัตราการเต้นของหัวใจได้ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 51.15 ± 1.19 องศาเซลเซียส (Flat Line Temperature ; FLT) ส่วนอุณหภูมิวิกฤตที่ทำให้หอยสองฝาดายร้อยละ 50 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 54.06 ± 0.58 องศาเซลเซียส จากตารางที่ 5.1 จะเห็นได้ว่าหอยสองฝานชนิดนี้มีอุณหภูมิวิกฤตที่ใกล้เคียงกับหอยฝาเดียว *Echinolittorina sp.* จากการศึกษาของ Li (2012) ที่มีการแพร่กระจายอยู่บริเวณน้ำขึ้นสูงสุดของระบบนิเวศหาดหิน (56.50 องศาเซลเซียส) *nucleus* แสดงให้เห็นว่า *I. nucleus* ที่เป็นสิ่งมีชีวิตประเภทเกาะติด (sessile) มีขีดจำกัดความสามารถในการทนต่อความร้อนได้ดีเมื่อเทียบกับหอยฝาเดียวที่สามารถเคลื่อนที่เพื่อหลีกเลี่ยงความร้อนได้ จากข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดที่ได้ และจาก Robo-logger ในเดือนมิถุนายนปี 2017 ซึ่งเป็นเดือนที่มีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุดในรอบปี แสดงให้เห็นว่าเกือบจะตลอดทั้งเดือนมิถุนายน ทุกระดับน้ำของทั้งสองพื้นที่ศึกษา มีอุณหภูมิสูงสุดเกินค่า BP3 และมีประมาณ 10 วันที่อุณหภูมิสูงเกินค่า LT_{50} ของ *I. nucleus* กำลังเผชิญกับอุณหภูมิที่สูงเกินกว่าขีดจำกัดการทนความร้อน ประกอบอุณหภูมิโลกสูงขึ้นจากภาวะโลกร้อน *I. nucleus* (ภาพที่ 5.1) หอยสองฝา *I. nucleus* บริเวณเขตน้ำขึ้น น้ำลงของหาดหิน หาดถ้ำพัง จึงต้องมีการปรับตัวอย่างมาก เพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ หากไม่สามารถปรับตัวได้ จะส่งผลต่อโครงสร้างประชากรของระบบนิเวศหาดหิน นอกจากนี้ข้อมูลอุณหภูมิภายใน Robo-logger ที่บันทึกได้ยังแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งสามารถคาดการณ์ได้ว่า หอยสองฝา *I. nucleus* ในพื้นที่หาดหินของหาดถ้ำพัง จะมีจำนวนลดลง และอาจมีการแพร่กระจายไปยังพื้นที่อื่น ๆ ที่มีสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิต

ตารางที่ 5.1 ข้อมูลจากการศึกษาอุณหภูมิวิกฤตที่ทำให้สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศหาดหินตายร้อยละ 50 (Median Lethal Temperature ; LT₅₀)

Species	Median Lethal		Reference
	Temperature	Region	
<i>Septifer virgatus</i>	45	Hong Kong	Liu and Morton (1994)
<i>Echinolittorina malaccana</i>	56.5	Hong Kong	Li (2012)
<i>E. radiata</i>	55.5	Hong Kong	Li (2012)
<i>E. vidua</i>	53.7	Hong Kong	Li (2012)
<i>Haliotis discus hannai</i>	32.3	China	Chen et. al. (2016)
<i>H. gigantea</i>	32.6	China	Chen et. al. (2016)
<i>Isognomon nucleus</i>	53	Thailand	Giomi et. al. (2016)
<i>I. nucleus</i>	54.06	Thailand	This study

จากการศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาจากอัตราการเต้นของหัวใจและขีดจำกัดความสามารถในการทนต่อความร้อนเป็นการศึกษาในห้องปฏิบัติการเท่านั้น ซึ่งสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้ไปพัฒนาการศึกษาในพื้นที่อยู่อาศัยจริงต่อไป นอกจากนี้ยังสามารถนำวิธีการศึกษาเหล่านี้ไปประยุกต์ใช้กับหอยชนิดอื่นๆที่เป็นสัตว์เศรษฐกิจได้ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพยากรณ์เหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นเมื่อสภาพแวดล้อมในธรรมชาติเปลี่ยนแปลงไป เช่น การหาขีดจำกัดความสามารถในการทนต่อการเปลี่ยนแปลงของความเค็มของน้ำทะเลในหอยลายหรือหอยนางรม หากมีปริมาณน้ำจืดไหลลงสู่ปากแม่น้ำในปริมาณมาก เป็นต้น



ภาพที่ 5.1 อุณหภูมิภายใน Robo-logger สูงสุดและอุณหภูมิอากาศรายวันเดือนมิถุนายนปี 2017 ที่สองพื้นที่ศึกษา สามารถหามิถุภคที่ทำได้ให้ *I. nucleus* ตายร้อยละ 50 (Median Lethal Temperature ; LT₅₀)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (Bibliography)

- ชญนิศ มีโกคา และ มณฑล แก่นมณี. 2557. “การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับการชื้อโรโบลิคเกอร์ในการวัด
อุณหภูมิภายในเปลือกของหอยสองฝาในเขตน้ำขึ้นน้ำลงของหาดหินในประเทศไทย.”
หน้า 245-254. ในงานประชุมวิทยาศาสตร์ทางทะเล ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- Alfaro, A.C. 2006. “Population dynamics of the green-lipped mussel, *Perna canaliculus*, at various
spatial and temporal scales in northern New Zealand.” **Journal of Experimental Marine
Biology and Ecology**. 334: 294-315.
- Beesley, P.L., Ross, G.J.B. and Wells, A. 1998. **Mollusca : the Southern synthesis Part 2**.
Canberra. Collingwood.
- Bertness, M.D., Gaines, S.D. and Hay, M.E. 2001. **Marine community ecology**. Massachusetts.
Sinauer Associates.
- Boaventura, D., Fonseca, L.C. and Ferreira, C.T. 1999. “Trophic structure of macrobenthic
communities on the Portuguese coast. A review of lagoonal, estuarine and rocky littoral
habitats.” **Acta Oecologica**. 20 (4): 407-415.
- Buschbaum, C, Dittmann, S, Hong, J, Hwang I, Strasser, M, Thiel, M, Valdvia, N, Yoon, S, and Reise,
K. 2009. “Mytilid Mussle: Global Habitat Engineers in Coastal Sediments.” **Helgoland
Marine Research**. 63 : 47-58.
- Chambers, J. and Paice, R. **Climate Change Impacts on Coastal Ecosystems**. n.p. (No place of
publishing). n.d. (no data)
- Chapman, M.G. and Underwood, A. J. 1996. “Influences of tidal conditions, temperature and
desiccation on patterns of aggregation of the high-shore periwinkle, *Littorina unifasciata*, in
New South Wales, Australia.” **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. 196:
213-237.

- Chelazzi, G. Pirro, M. D. and Williams G. A. 2001. "Cardiac Responses to Abiotic Factors in Two Tropical Limpet, Occurring ay Different Level of the Shore." **Marine Biology**. 139 : 1079-1085
- Chelazzi, G. and Vannini, M. 1980. "Zonation of intertidal molluscs on rocky shores of southern Somalia." **Estuarine and Coastal Marine Science**. 10: 569-583.
- Chen, N. Luo, X. Gi, Y. Han, G. Dong, Y. You, W. and Ke C. 2016. "Assessment of the Thermal Tolerance of Abalone Based on Cardiac Performance in *Haliotis discus hannai*, *H. gigantea* and Their Interspecific Hybrid." **Aquaculture**. 456 : 258-264.
- Dallas. 2007. **DS1922L, DS1922T** data sheet: www.maximic.com (accessed April 17, 2009).
- Diederich, C. M. and Pechenik J. A. 2013. "Thermal Tolerance of *Crepidula fornicata* (Gastropoda) Life History Stages From Intertidal and Subtidal Subpopulations." **Marine Ecology Progress Series**. 486: 173-187.
- Fitzhenry, T. Halpin, P. M. and Helmuth, B. 2004. "Tasting the Effect of Wave Exposure, site, and Behavior on Intertidal Mussel Body Temperature: Application and Limits of Temperature Logger design." **Marine Biology**. 145 : 339-349.
- Ganmanee, M. Meepoka, C. Kocharin, P. and Williams, G. A. 2015 "Studied on Using of Robo-Logger Technique Measuring *In situ* Inside Shell Temperature of Rocky Shore Limpet." 113-116. 2nd **International Symposium on Agricultural Technology**. Pattaya : Thailand
- Ganser, A. M. Newton, T. J. and Haro R. J. 2013. "The Effect of Elevated water Temperature on Native Juvenile Mussels: Implications for Climate Change." **Freshwater Science**. 32(4) : 1168-1177.
- Giomi, F. Mandaglio, C. Ganmanee, M. Han, G. Dong, Y. Williams, G. A. and Sara, G. 2016. "The Importance of Thermal History: Costa and Benefits of Heat Exposure in a Tropical, Rocky Shore Oyster." **Journal of Experimental Biology**. 219: 686-694.
- Green, R. E. Harley, M. Miles, L. Scharlemann, J. Watkinson, A. and Watts O. **Global Climate Change and Biodiversity**. Norwich United Kingdom : Summary of papers and discussion. 2003.
- Harley, C. D. G. 2011. "Climate Change, Keystone Predation, and Biodiversity Loss." **Science**. 334 : 1124-1129.

- Harley, C. D. G. Denny, M. W. Mach, K. J. and Miller L. P. 2009. "Thermal Stress and Morphological Adaptation in Limpets." **Functional Ecology**. 23 : 292-301
- Harper, E. and Morton, B. 1994. "The Biology of *Isognomon legumen* (Bivalvia : pterioidea) at Cape d' Aguilar. Hong Kong, with special reference to predation by muricids." **Hong Kong University press**. 405-425.
- Harper, K.D and Williams, G.A. 2001. "Variation in abundance and distribution of the chiton *Acanthopleura japonica* and associated molluscs on a seasonal, tropical, rocky shore." **Journal of Biology**. 253: 293-300.
- Hedouin, L., Pringault, O., Metian, M., Bustamante, P. and Warnau, M. 2007. "Nickel bioaccumulation in bivalves from the New Caledonia lagoon: Seawater and food exposure." **Chemosphere** 66: 1449–1457.
- Hedouin, L., Bustamante, P., Churlaud, C., Pringault, O., Fichez and Warnau, W. 2009. "Trends in concentrations of selected metalloids and metals in two bivalves from the coral reefs in the SW lagoon of New Caledonia." **Ecotoxicology and Environmental Safety**. 72: 372-381.
- Huang, R. 2001. "Spatial variation in *Cellana grata* populations: The interplay of population dynamics and food availability." **Ph.D. Thesis of University of Hong Kong**.
- Karleskint, G. Jr., Turner, R. and Small, J.W. 2006. **Introduction to marine biology**. Fifth edition. New York. McGraw-Hill.
- Khristoforova, N.K., Kavunb, V.Y., Latypoyb, Y.Y., Tiend, D.D., Zhuravel, E.V. and Tuyand, N. X. 2007. "Heavy Metals in Mass Species of Bivalves in Ha Long Bay (South China Sea, Vietnam)." **Oceanology**. 47: 685–690.
- Lamarck, 1819. *Isognomon nucleus*. [online]. Available : <https://www.gbif.org/species/4374561/metrics>
- Lazaretha, C.E., Puttena E.V., Andre, L. and Dehairs, F. 2003 "High-resolution trace element profiles in shells of the mangrove bivalve *Isognomon ehippium*: a record of environmental spatio-temporal variations?" **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. 57: 1103–1114.

- Li, H. T. K. 2012. "Thermal Tolerance of *Echinolittorina* Species in Hong Kong: Implication for Their Vertical Distributions." **B. Sc. in Biology**, The Hong Kong University of Science and Technology, Hong Kong.
- Little, C., Williams G.A. and Trowbridge, C.D. 2009. **The biology of rocky shores**. Oxford. Oxford University Press.
- Lima, F. P. and Wethey, D. 2009. "Robolimpets: Measuring Intertidal Body Temperature Using Biomimetic Loggers." **Limnology and Oceanography: Methods**. 7 : 347-353.
- Lima, F. P. Burnett, N. P. Helmuth, B. Kish, N. Aveni-Deforge, K. and Wethey D. S. 2011. "Monitoring the Intertidal Environment with Biomimetic Devices." **Biomimetic Based Applications**. 978-953-307-195-4 : 499-522.
- Liu, J. H. and Morton B. 1994. "The Temperature Tolerances of *Tetracita squamosa* (Crustacea: Cirripedia) and *Septifer virgatus* (Bivalvia: Mytilidae) on a Sub-Tropical Rocky Shore in Hong Kong." **Journal of Zoology**. 234(2) : 325-339.
- Mori, K., Tanaka, M. and Nishihama, S. 1985. "Community structure of a rocky shore in Tsuji-shima Island, Amakusa. II. Vertical distribution of dominant species and its zonation pattern." **Publications from the Amakusa Marine Biological Laboratory**. 8: 27-41.
- Petratits, P.S., Rhile, E.C. and Dudgeon, S. 2003. "Survivorship of juvenile barnacles and mussels: spatial dependence and the origin of alternative communities." **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. 293: 217-236.
- Prusina, I. Sara, G. Pirro, M.D. Dong, Y. Han, G. Glamuzina, B. and Williams G. A. 2014. "Variations in Physiological Response to Thermal Stress in Congeneric Limpets in the Mediterranean Sea." **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. 456 : 34-40.
- Raffaelli, D. and Hawkins, S. 1999. **Intertidal ecology**. London. Kluwer Academic Publishers.
- Ringwood, A.H. 1989. "Accumulation of cadmium by larvae and adults of an Hawaiian bivalve, *Isognomon californicum*, during chronic exposure." **Marine Biology**. 102: 499-504.
- Samakraman, S. Williams, G. A. and Ganmanee, M. 2009. "Spatial and Temporal Variability of Intertidal Rocky Shore Bivalves and Gastropods in Sichang Island, East Coast of Thailand." **The Nagisa World Congress**. n.d. (no data) : 35-46.

- Sara, G. Milanese, M. Prusina, I. Sara, A. Angel, D. L. Glamuzina, B. Nitzan, T. Freeman, S. Rinaldi, A. Palmeri, V. Montalto, V. Martire, M. L. Giamguzza, P. Arizza, V. Brutto, S. L. Pirro, M. D. Helmuth, B. Murray, J. Cartis, S. D. and Williams G. A. 2014. "The Impact of Climate Change on Mediterranean Intertidal Communities: Losses in Coastal Ecosystem Integrity and Services." **Regional Environmental Change**. 14: S5-S17.
- Seabra, R. Wethey, D. S. Santos, A. M. and Lima, F. P. 2011. "Side Matters: Microhabitat Influence on Intertidal Heat Stress Over a Large Geographical Scale." **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. 400 : 200-208.
- Somero, G. N. 2002. "Thermal Physiology and Vertical Zonation of Intertidal Animal: Optima, Limits, and Costs of Living." **Integrative and Comparative Biology**. 42: 780-789.
- Somero, G. N. 2010. "The Physiology of Climate Change: How Potentials for Acclimatization and Genetic Adaptation Will Determine 'Winners' and 'Losers'." **The Journal of Experimental Biology**. 213: 912-920.
- Stillman, J. H. and Somero G. N. 1996. "Adaptation to Temperature Stress and Aerial Exposure in Congeneric Species of Intertidal Porcelain Crabs (Genus *Petrolisthes*): Correlation of Physiology, Biochemistry and Morphology with Vertical Distribution" **The Journal of Experimental Biology**. 199 : 1845-1855.
- Stillman J. H. and Somero G. N. 1999. "A Comparative Analysis of the Upper Thermal Tolerance Limit of Eastern Pacific Porcelain Crabs, Genus *Petrolisthes*: Influences of Latitude, Vertical Zonation, Acclimation, and Phylogeny." **Physiological and Biochemical Zoology**. 73 : 200-208.
- Swennen, C. 2001. **The Molluscs of the southern Gulf of Thailand**. Bangkok. The Biodiversity Research and Training Program (BRT). Tantichodok, P. 1991. "Population biology of gasropods." **Phuket Marine Biological Center Special Publication**. 9: 117-120
- Underwood, A.J. 1975. "Intertidal zonation of prosobranch gastropods: analysis of densities of four co-existing species." **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. 19: 197-216.
- Underwood, A.J. 1981. "Structure of a rocky intertidal community in New South Wales: patterns of vertical distribution and seasonal changes." **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. 51: 57-85.

- Underwood, A.J., Chapman , M.G., Cole, V.J. and Palomo, M.G. 2008. “Numbers and density of species as measures of biodiversity on rocky shores along the coast of New South Wales.” **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. 366: 175-183.
- Urban, H. 1994. “Upper Temperature Tolerance of Ten Bivalve Species Off Peru and Chile Relate to El Nino.” **Marine Ecology Progress Series**. 107: 139-145.
- Villarta, K. A. 2015. “Life History Strategies of the Limpet *Cellana toreuma* and Its Physiological Response to Environmental Stress.” M.Sc. Biology, University of the Philippines.
- Westmoreland, L. n.d. (no data) “Thermal Tolerance of Heart Function in Oregon and California Population of Ribbed Mussel (*Mytilus californianus*).” **Natural Science**. : 76-81.
- Williams, G.A. 1995. “Maintenance of zonation patterns in two species of flat periwinkle, *Littorina obtusata* and *L. mariaae*.” **Hydrobiologia**. 309: 143-150.
- Williams, G.A. and Morritt, D. 1995. “Habitat partitioning and thermal tolerance in a tropical limpet, *Cellana grata*.” **Marine Ecology Progress Series**. 124: 89-103.
- Williams, G.A., Pirro, M.D., Leung , K.M.Y. and Morritt, D. 2005. “Physiological responses to heat stress on a tropical shore: the benefits of mushrooming behaviour in the limpet *Cellana grata*.” **Marine Ecology Progress Series**. 292: 213-224.
- Zippay, M. L. and Helmuth, B. 2012. “Effect of Temperature Change on Mussel, *Mytilus*.” **Integrative Zoology**. 7: 312-327.



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 อัตราการเต้นของหัวใจของ *Isognomon nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR1-HR3

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
51.5	1	52.2	2	49.45	11
51.35	12	52	10	49.25	30
51.15	21	51.9	14	49.05	52
51	25	51.8	19	48.9	54
51	28	51.5	22	48.65	49
50.65	28	51.35	26	48.4	63
50.5	29	51.15	28	48.25	67
50.35	32	51	31	48.05	68
50.1	35	51	32	47.8	69
50	29	50.65	34	47.65	70
49.9	27	50.5	35	47.5	72
49.55	31	50.35	38	47.3	70
49.45	33	50.1	38	47.15	71
49.25	34	50	41	46.95	71
49.05	37	49.9	41	46.75	72
48.9	39	49.55	43	46.45	72
48.65	41	49.45	43	46.4	73
48.4	41	49.25	54	46.1	72
48.25	43	49.05	39	45.95	72
48.05	46	48.9	49	45.85	72
47.15	68	48.65	51	45.7	72
46.95	66	48.4	52	45.55	71
46.75	65	48.25	53	45.25	70
46.45	65	48.05	54	45.2	69
46.4	64	47.8	55	45.05	67
46.1	64	47.65	54	44.9	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR1-HR3 (ต่อ)

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
45.95	63	47.5	54	44.7	63
45.85	61	47.3	56	44.55	59
45.7	58	47.15	54	44.3	58
45.55	57	46.95	53	44.1	57
45.25	54	46.75	56	44	56
45.2	51	46.45	56	43.8	54
45.05	50	46.4	56	43.65	52
44.9	48	46.1	56	43.45	51
44.7	46	45.95	55	43.25	50
44.55	45	45.85	55	43.05	48
44.3	44	45.7	53	42.9	47
44.1	42	45.55	52	42.6	44
44	42	45.25	52	42.5	44
43.8	41	45.2	49	42.35	46
43.65	40	45.05	49	42.15	46
43.45	40	44.9	49	42.05	49
43.25	42	44.7	47	41.75	52
43.05	44	44.55	47	41.6	48
42.9	43	44.3	45	41.35	50
42.6	32	44.1	45	41.2	52
42.5	10	44	44	41	54
39.9	17	43.8	45	40.9	55
39.7	41	43.65	45	40.7	57
39.6	43	43.45	38	40.55	60
39.45	45	43.25	28	40.4	59
39.25	48	41	1	40.25	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR1-HR3 (ต่อ)

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
38.9	50	40.7	1	40.05	58
38.85	51	40.4	1	39.9	59
38.7	53	40.25	24	39.7	62
38.5	55	40.05	23	39.6	64
38.35	56	39.9	31	39.45	66
38.2	57	39.7	33	39.25	68
38	59	39.6	32	38.9	68
37.75	59	39.45	36	38.85	69
37.55	61	39.25	38	38.7	70
37.4	60	38.9	38	38.5	70
37.25	62	38.85	38	38.35	71
37	62	38.7	41	38.2	72
36.7	63	38.5	43	38	71
36.6	62	38.35	42	37.75	72
36.45	63	38.2	44	37.55	73
36.1	62	38	46	37.4	72
36	62	37.75	46	37.25	71
35.8	62	37.55	48	37	72
35.7	61	37.4	48	36.7	72
35.45	62	37.25	47	36.6	73
35.1	61	37	48	36.45	73
35	60	36.7	39	36.1	74
34.75	60	36.6	49	36	74
34.55	60	36.45	48	35.8	73
34.5	58	36.1	48	35.7	71
34.2	58	36	48	35.45	73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR1-HR3 (ต่อ)

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
34.05	58	35.8	49	35.1	74
33.9	57	35.7	49	35	73
33.65	56	35.45	48	34.75	74
33.5	56	35.1	47	34.55	73
33.35	55	35	47	34.5	72
33.05	54	34.75	47	34.2	71
32.7	55	34.55	45	34.05	72
32.6	53	34.5	48	33.9	73
32.45	52	34.2	45	33.65	72
32.15	52	34.05	48	33.5	72
32	50	33.9	45	33.35	72
31.7	50	33.65	45	33.05	72
31.5	49	33.5	47	32.7	70
31.4	47	33.35	45	32.6	69
31.1	48	33.05	47	32.45	69
30.95	46	32.7	46	32.15	70
30.7	45	32.6	47	32	67
30.4	45	32.45	47	31.7	69
30.3	44	32.15	45	31.5	69
30	43	32	45	31.4	69
29.75	43	31.7	44	31.1	67
29.6	42	31.5	46	30.95	65
29.35	41	31.4	43	30.7	64
29.05	40	31.1	43	30.4	63
28.9	40	30.95	44	30.3	64
28.65	39	30.7	42	30	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR1-HR3 (ต่อ)

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
28.35	39	30.4	43	29.75	62
28.2	38	30.3	42	29.6	61
27.95	37	30	41	29.35	60
27.7	38	29.75	43	29.05	60
27.55	37	29.6	41	28.9	59
27.2	35	29.35	40	28.65	58
27.1	35	29.05	39	28.35	57
26.9	35	28.9	39	28.2	55
26.65	35	28.65	38	27.95	55
26.5	34	28.35	37		
26.35	32	28.2	37		
26.05	32	27.95	36		
25.95	31	27.7	35		
25.8	30	27.55	36		
25.65	31	27.2	34		
25.65	30	27.1	33		
25.55	30	26.9	34		
25.45	31	26.65	33		
25.5	31	26.5	32		
25.5	31	26.35	33		
25.5	31	26.05	32		
25.55	30	25.95	31		
25.65	26	25.8	31		
25.6	22	25.65	32		
25.7	20	25.65	30		
		25.55	31		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR1-HR3 (ต่อ)

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
		25.45	32		
		25.5	31		
		25.5	31		
		25.5	31		
		25.55	33		
		25.65	30		
		25.6	27		
		25.7	33		

ตารางผนวกที่ 2 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR4-HR6

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
51.7	5	48.65	24	51.65	1
52	13	48.55	25	51.45	19
51.75	18	48.25	28	51.25	33
51.55	24	47.85	32	51	44
51.4	28	47.25	34	50.75	45
51.2	36	47.35	36	50.45	39
51	42	47.15	43	50.3	47
50.45	46	46.95	45	50.05	48
50.3	48	46.6	52	49.85	45
50	50	46.35	51	49.65	48
49.85	54	45.8	54	49.45	50
49.6	60	45.75	52	49.3	50
49.3	63	45.6	55	49	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR4-HR6 (ต่อ)

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
49.15	63	45.35	52	48.8	51
48.6	65	45.05	55	48.65	55
48.65	65	44.7	50	48.35	59
48.55	67	44.6	55	48.2	59
48.25	66	44.25	54	48	56
47.85	65	43.9	54	47.7	62
47.25	63	43.8	56	47.55	61
47.65	63	43.7	55	47.35	61
47.35	63	43.55	52	47.15	62
47.15	62	43.35	52	46.9	62
46.95	61	42.75	54	46.75	61
46.75	61	42.75	54	46.4	61
46.6	61	42.6	54	46.2	60
46.35	60	42.4	56	46.1	57
46.15	61	42.05	53	45.9	56
45.8	61	42	49	45.65	54
45.75	60	41.9	47	45.45	52
45.6	58	41.65	44	45.25	50
45.35	59	41.45	37	44.95	47
45.05	54	41.25	34	44.7	46
44.85	57	41	32	44.6	52
44.7	56	40.8	36	44.4	50
44.6	52	40.6	36	44.25	55
44.25	51	40.25	25	44	48
43.9	51	39.5	32	43.85	46
43.8	48	39.2	33	43.6	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR4-HR6 (ต่อ)

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
43.7	48	39	34	43.4	36
43.55	46	38.4	39	43.1	37
43.35	47	38.1	39	43	33
42.75	45	38	43	42.75	32
42.75	44	37.75	44	42.6	29
42.6	47	37.55	46	42.35	30
42.4	49	37.3	48	42.1	32
42.05	53	37.15	49	41.95	31
42	55	36.95	52	41.8	31
39.75	47	36.75	53	41.6	25
39.5	49	36.55	54	41.35	28
39.4	51	36.4	54	41.05	29
39.2	54	36.2	56	40.9	31
39	56	36	56	40.75	27
38.8	56	35.75	58	40.55	31
38.6	57	35.45	58	40.35	38
38.4	58	35.4	58	40.05	39
38.1	60	35.25	60	39.9	17
38	61	35.05	59	39.6	41
37.75	63	34.9	61	39.35	31
37.55	65	34.7	59	39.2	41
37.3	67	34.5	60	39.05	44
37.15	67	34.35	59	38.75	45
36.95	69	34.1	58	38.55	47
36.75	71	33.85	60	38.4	50
36.55	72	33.6	59	38.2	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR4-HR6 (ต่อ)

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
36.4	73	33.5	59	37.9	53
36.2	73	33.3	58	37.75	52
36	74	33	58	37.55	56
35.75	73	32.85	58	37.35	60
35.45	75	32.65	57	37.15	61
35.4	76	31.95	57	36.6	63
		31.4	56	36.75	64
		30.2	56	36.5	64
		29.5	57	36.35	66
		29.05	56	36	68
		28.55	55	35.8	71
		28.1	55	35.6	70
		27.95	53	34.8	71
		27.7	55	34.75	72
		27.5	52	35	74
		27.2	53	34.8	73
		26.9	51	34.55	73
		26.75	52	34.25	73
		26.55	50	34.05	73
		26.5	50	34	72
		26.3	50	33.7	72
		26.3	51	33.55	72
		26.3	50	33.35	73
		26.3	51	33.05	73
		26.3	49	32.85	73
		26.1	49	32.6	73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR4-HR6 (ต่อ)

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
		26.1	49	32.35	71
		26.1	49	32.15	71
		26	50	31.85	70
				31.65	70
				31.6	70
				31.3	69
				31.05	64
				30.85	65
				30.55	65
				30.3	64
				30.1	62
				29.8	59
				29.55	59
				29.3	59
				29	60
				28.8	55
				28.55	56
				28.25	52
				28.05	41
				27.9	54
				27.75	54
				27.55	53
				27.3	46
				27.25	40
				27.1	43
				26.95	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางผนวกที่ 2 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR4-HR6 (ต่อ)**

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
				26.85	46
				26.75	43
				26.75	37
				26.75	36
				26.75	43
				26.75	41
				26.75	33
				26.75	38
				26.7	37
				26.65	32

**ตารางผนวกที่ 3 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR7-HR9**

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
52.3	44	51.35	3	51.35	5
52	48	51.25	7	51.25	11
51.85	55	50.95	10	50.95	13
51.65	58	50.45	11	50.7	19
51.45	62	50.3	9	50.3	22
51.25	61	50.05	15	50.45	25
51	64	49.7	16	50.3	29
50.75	69	49.45	16	50.05	32
50.45	69	49.35	17	49.7	34
50.3	73	49.15	19	49.45	36
50.05	72	48.55	23	49.35	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 3 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR7-HR9 (ต่อ)

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
49.85	74	48.25	21	49.15	40
49.65	74	48	21	48.85	42
49.45	77	47.7	22	48.75	41
49.3	77	47.4	22	48.55	44
49	78	47.3	22	48.25	46
48.8	81	47.1	24	44.95	43
48.65	80	46.95	25	43.95	32
48.35	81	46.8	24	42.85	39
48.2	78	46.6	25	41.8	35
48	75	46.25	25	40.7	42
47.7	72	45.5	29	39.65	46
47.55	72	45.75	28	39.45	48
47.35	70	45.8	29	39.35	50
47.15	68	45.55	30	39.05	50
46.9	69	45.25	30	38.8	51
46.75	69	45.1	31	38.6	51
46.4	67	44.95	32	38.4	50
46.2	64	44.7	30	38.1	52
45.9	66	44.5	30	37.9	52
45.25	68	44.3	31	37.75	53
44.7	72	44	35	37.6	54
44.4	62	43.95	34	37.4	53
44.25	61	43.6	39	37.1	52
43.85	46	43.55	36	36.85	53
43.4	38	43.15	36	36.7	53
42.1	28	42.9	33	36.5	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 3 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR7-HR9 (ต่อ)

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
40.9	26	42.85	32	36.4	52
40.75	23	42.55	31	36.05	52
37.75	34	42.35	32	35.75	52
37.55	42	42.05	30	35.65	52
37.35	46	41.8	27	35.4	52
37.15	48	41.8	27	34.45	50
36.6	51	41.6	29	33.35	49
36.75	52	41.3	27	32.25	46
36.5	54	41.1	28	31	43
34.8	56	40.9	29	29.8	41
34.8	56	40.7	28	28.55	38
34.25	56	40.4	29		
33.7	56	40.15	30		
33.35	58	40.15	30		
32.6	56	39.85	31		
32.15	57	39.65	31		
31.6	55	39.45	32		
31.05	54	39.35	33		
30.3	54	39.05	32		
29.8	52	38.8	33		
29	50	38.6	35		
28.55	49	38.4	36		
27.9	48	38.1	35		
27.55	47	37.9	36		
27.1	43	37.75	36		
26.85	42	37.6	38		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 3 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR7-HR9 (ต่อ)

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
26.75	41	37.4	37		
26.75	41	37.1	37		
26.75	38	36.85	38		
26.75	37	36.7	39		
26.75	35	36.5	42		
26.75	33	36.4	40		
26.75	32	36.05	39		
26.7	31	35.75	39		
26.65	29	35.65	39		
		35.4	41		
		35.2	40		
		34.9	40		
		34.85	43		
		34.55	40		
		34.45	40		
		34.2	41		
		34.1	41		
		33.85	41		
		33.5	39		
		33.35	40		
		33.2	41		
		33	39		
		32.7	40		
		32.4	40		
		32.25	38		
		32	39		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 3 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR7-HR9 (ต่อ)

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
		31.65	39		
		31.45	38		
		31.2	39		
		31	37		
		30.8	38		
		30.6	38		
		30.2	36		
		30	36		
		29.8	33		
		29.55	35		
		29.3	33		
		29.1	33		
		28.8	33		
		28.55	31		
		28.35	30		
		28.15	30		
		27.9	13		
		27.75	26		
		27.55	6		
		27.45	29		
		27.2	20		
		27.2	12		
		27.1	18		
		27	8		
		26.85	26		
		26.9	21		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 3 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR7-HR9 (ต่อ)

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
		26.9	18		
		26.85	18		
		26.95	18		
		26.9	23		
		26.95	4		
		26.85	12		
		26.9	9		

ตารางผนวกที่ 4 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR10-HR12

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
50.7	3	50.35	3	53.2	6
50.3	11	50.1	10	53	21
50.45	11	49.95	14	52.8	26
50.3	12	49.7	11	52.55	31
50.05	16	49.5	8	52.4	37
49.7	15	49.2	15	52.25	41
49.45	16	48.95	21	52.1	43
49.35	18	48.75	29	51.8	45
49.15	18	48.5	32	51.65	48
48.85	21	48.25	34	51.45	50
48.75	18	47.95	36	51.25	51
48.55	28	47.7	28	51.05	47
48.25	20	47.45	30	50.85	49
48	28	47.3	30	50.55	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 4 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR10-HR12 (ต่อ)

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
47.7	33	47.15	31	50.35	50
47.4	34	46.9	36	50.1	51
47.3	36	46.7	44	49.95	58
47.1	37	46.6	38	49.7	59
46.95	36	46.4	37	49.5	62
46.8	37	46.35	34	49.2	67
46.6	37	46.2	35	48.95	65
46.25	36	46.1	38	48.75	65
45.5	36	45.95	38	48.5	64
45.75	35	45.7	45	48.25	67
44.7	23	45.4	35	47.95	66
42.9	25	45.15	32	47.7	65
41.8	28	44.95	31	47.45	66
40.9	32	44.7	30	47.3	63
39.85	34	44.55	32	47.15	50
39.05	39	44.25	29	46.9	54
38.1	40	44.05	35	46.7	61
36.85	41	43.7	25	46.6	54
35.65	44	43.6	26	46.4	56
34.55	47	43.4	23	46.35	54
33.5	43	43.2	28	46.2	57
32.4	41	42.95	32	46.1	61
31.2	43	42.65	34	45.95	59
30	37	42.45	31	45.7	60
28.8	35	42.25	26	45.4	59
27.75	31	42.05	32	45.15	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 4 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR10-HR12 (ต่อ)

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
27	31	41.85	35	44.95	54
26.95	30	41.55	36	44.7	57
		41.35	38	44.55	52
		41.05	37	44.25	49
		40.95	39	44.05	46
		40.7	39	43.7	44
		40.55	39	43.6	40
		40.5	37	43.4	40
		40.15	38	43.2	40
		39.9	36	42.95	39
		39.65	40	42.65	39
		39.3	36	42.45	32
		39.2	39	42.25	35
		39	35	42.05	37
		38.8	42	41.85	34
		38.55	40	41.55	36
		38.3	41	41.35	34
		38.1	40	41.05	30
		37.85	39	40.95	36
		37.55	39	40.7	37
		37.45	39	40.55	37
		37.15	39	40.5	36
		37.05	39	40.15	37
		36.8	38	39.9	36
		36.6	39	39.65	37
		36.35	37	39.3	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 4 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR10-HR12 (ต่อ)

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
		36.15	40	39.2	38
		35.95	38	39	38
		35.65	39	38.8	40
		35.5	39	38.55	45
		35.25	38	38.3	43
		35.05	38	38.1	42
		34.8	37	37.85	42
		34.5	38	37.55	41
		34.25	38	37.45	42
		34.05	37	37.15	41
		33.8	38	37.05	42
		33.6	37	36.8	42
		33.35	36	36.6	44
		33.2	37	36.35	44
		32.9	36	36.15	44
		32.65	36	35.95	45
		32.5	36	35.65	46
		32.2	34	35.5	46
		31.9	34	35.25	46
		31.7	34	35.05	47
		31.45	33	34.8	45
		31.15	33	34.5	46
		31	31	34.25	48
		30.65	30	34.05	47
		30.5	30	33.8	48
		30.15	29	33.6	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 4 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR10-HR12 (ต่อ)

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
		29.9	31	33.35	48
		29.75	29	33.2	48
		29.45	31	32.9	48
		29.3	29	32.65	48
		29	27	32.5	47
		28.65	27	32.2	45
		28.5	28	31.9	44
		28.35	22	31.7	44
		28.1	25	31.45	44
		27.9	25	31.15	42
		27.65	26	31	43
		27.45	28	30.65	41
		27.3	21	30.5	43
		27.15	25	30.15	42
		26.95	25	29.9	41
		26.9	24	29.75	42
		26.75	26	29.45	41
		26.65	24	29.3	41
		26.6	28	29	40
		26.55	24	28.65	40
		26.55	25	28.5	40
		26.6	22	28.35	39
		26.55	24	28.1	39
		26.5	25	27.9	40
		26.55	21	27.65	38
		26.65	21	27.45	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 4 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR10-HR12 (ต่อ)

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
		26.45	23	27.3	38
		26.45	19	27.15	37
				26.95	37
				26.9	37
				26.75	36
				26.65	37
				26.6	38
				26.55	37
				26.55	37
				26.6	38
				26.55	36
				26.5	39
				26.55	37
				26.65	37
				26.45	37
				26.45	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 5 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR13-HR15

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
51	2	51.65	14	51.85	1
50.65	7	51.45	20	51.65	8
50.5	8	51.25	19	51.45	17
50.35	11	51	28	51.25	18
50.1	16	50.75	39	51	22
50	15	50.45	41	50.75	32
49.9	16	50.3	43	50.45	42
49.55	19	50.05	44	50.3	53
49.45	21	49.85	46	50.05	56
49.25	22	49.65	51	49.85	58
49.05	25	49.45	53	49.65	61
48.9	27	49.3	49	49.45	64
48.65	30	49	53	49.3	66
48.4	31	48.8	57	49	67
48.25	32	48.65	56	48.8	68
48.05	35	48.35	67	48.65	70
47.8	39	48.2	65	48.35	73
47.65	37	48	75	48.2	76
47.5	39	47.7	73	48	76
47.3	42	47.55	79	47.7	77
47.15	44	47.35	79	47.55	82
46.95	46	47.15	79	47.35	80
46.75	46	46.9	78	47.15	84
46.45	51	46.75	83	46.9	83
46.4	52	46.4	82	46.75	83
46.1	55	46.2	82	46.4	83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 5 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR13-HR15 (ต่อ)

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
45.95	58	46.1	84	46.2	82
45.85	59	45.9	83	46.1	80
45.7	60	45.65	82	45.9	77
45.55	63	45.45	84	45.65	73
45.25	61	45.25	83	45.45	67
45.2	59	44.95	81	45.25	60
45.05	60	44.7	81	44.95	56
44.9	61	44.6	80	44.7	57
44.7	59	44.4	80	44.6	52
44.55	60	44.25	77	44.4	47
44.3	59	44	78	44.25	28
44.1	58	43.85	78	44	13
44	58	43.6	79	43.85	7
43.8	56	43.4	83	43.6	7
43.65	54	43.1	79	43.4	6
43.45	52	43	48	43.1	4
43.25	51	42.6	1	41.35	3
43.05	50	42.35	1	41.05	5
42.9	49	41.8	1	40.9	5
42.6	47	40.9	1	40.75	7
42.5	48	40.75	3	40.55	10
42.35	46	40.35	35	40.35	6
42.15	47	40.05	17	40.05	15
42.05	46	39.9	47	39.9	27
41.75	46	39.6	47	39.6	34
41.6	46	39.35	47	39.35	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 5 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อนที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR13-HR15 (ต่อ)

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
41.35	47	39.2	50	39.2	38
41.2	47	39.05	51	39.05	31
41	47	38.75	52	38.75	39
40.9	49	38.55	52	38.55	43
40.7	49	38.4	54	38.4	48
40.55	49	38.2	54	38.2	52
40.4	51	37.9	58	37.9	57
40.25	51	37.75	57	37.75	60
40.05	53	37.55	58	37.55	61
39.9	53	37.35	59	37.35	68
39.7	55	37.15	59	37.15	72
39.6	58	36.6	60	36.6	74
39.45	58	36.75	60	36.75	74
39.25	60	36.5	60	36.5	76
38.9	62	36.35	62	36.35	82
38.85	61	36	63	36	83
38.7	62	35.8	63	35.8	84
38.5	59	35.6	62	35.6	85
38.35	70	34.8	64	34.8	75
38.2	72	34.75	65	34.75	70
38	63	35	64	35	67
37.75	72	34.8	64	34.8	65
37.55	62	34.55	64	34.55	62
37.4	54	34.25	63	34.25	60
37.25	66	34.05	64	34.05	57
37	65	34	64	34	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 5 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR13-HR15 (ต่อ)

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
36.7	61	33.7	64	33.7	55
36.6	56	33.55	63	33.55	54
36.45	58	33.35	62	33.35	52
36.1	64	33.05	62	33.05	51
36	65	32.85	62	32.85	50
35.8	75	32.6	61	32.6	49
35.7	75	32.35	62	32.35	48
35.45	73	32.15	61	32.15	46
35.1	70	31.85	60	31.85	47
35	74	31.65	60	31.65	45
34.75	73	31.6	59	31.6	45
34.55	72	31.3	59	31.3	44
34.5	71	31.05	58	31.05	44
34.2	72	30.85	58	30.85	45
34.05	66	30.55	57	30.55	44
33.9	72	30.3	56	30.3	43
33.65	65	30.1	55	30.1	42
33.5	67	29.8	54	29.8	42
33.35	67	29.55	55	29.55	42
33.05	66	29.3	53	29.3	41
32.7	62	29	52		
32.6	64	28.8	52		
32.45	61	28.55	52		
32.15	62	28.25	53		
32	60	28.05	52		
31.7	59	27.9	53		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 5 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR13-HR15 (ต่อ)

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
31.5	58	27.75	53		
31.4	57	27.55	51		
31.1	55	27.3	53		
30.95	55	27.25	51		
30.7	54	27.1	52		
30.4	52	26.95	50		
30.1	51				
29.8	50				
29.55	49				
29.3	47				
29	46				
28.8	45				
28.55	43				
28.25	40				
28.05	35				
27.9	31				
27.75	31				
27.55	31				
27.3	30				
27.25	29				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 6 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR16-HR18

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
52	8	49.55	4	53.5	1
51.9	5	49.45	5	53.3	14
51.8	9	49.25	7	53.3	19
51.5	10	48.25	15	53.15	30
51.35	16	48.05	17	52.9	34
51.15	16	47.8	20	52.85	36
51	18	47.65	23	52.6	35
51	20	47.5	25	52.5	35
50.65	23	47.3	28	52.4	36
50.5	29	47.15	35	52.2	36
50.35	27	46.95	38	52	37
50.1	27	46.75	39	51.9	39
50	33	46.45	39	51.8	40
49.9	38	46.4	40	51.5	40
49.55	38	46.1	42	51.35	39
49.45	44	45.95	38	51.15	39
49.25	47	45.85	38	51	37
49.05	49	45.7	37	51	34
48.9	51	45.55	39	50.65	29
48.65	49	45.25	38	50.5	28
48.4	51	45.2	37	50.35	27
48.25	48	45.05	38	50.1	32
48.05	49	44.9	39	50	35
47.8	51	44.7	37	49.9	36
47.65	49	44.55	36	49.55	37
47.5	48	44.3	35	49.45	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 6 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR16-HR18 (ต่อ)

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
47.3	48	44.1	34	49.25	35
47.15	45	44	34	49.05	37
46.95	42	43.8	33	48.9	37
46.75	40	43.65	31	48.65	38
46.45	38	43.45	29	48.4	37
46.4	37	43.25	27	48.25	35
46.1	35	43.05	26	48.05	36
45.95	34	42.9	24	47.8	26
45.85	21	42.6	22	47.65	30
45.7	14	42.5	23	47.5	36
45.55	2	42.35	21	47.3	40
45.25	3	42.15	23	47.15	37
42.9	1	42.05	22	46.95	37
42.35	1	41.75	22	46.75	38
42.05	2	41.6	21	46.25	39
41.75	4	41.35	22	46	36
41.6	19	41.2	21	45.75	36
41.35	27	41	22	45.6	37
41.2	49	40.9	21	45.5	37
41	49	40.7	22	45.15	35
40.9	52	40.55	22	45.05	34
40.7	54	40.4	23	44.7	36
40.55	54	40.25	22	44.65	34
40.4	58	40.05	21	44.4	34
40.25	58	39.9	21	44.05	33
40.05	60	39.7	22	43.9	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 6 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR16-HR18 (ต่อ)

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
39.9	61	39.6	22	43.75	27
39.7	61	39.45	23	43.6	13
39.6	62	39.25	22	43.45	9
39.45	64	38.9	23	43.05	5
39.25	63	38.85	24	42.65	2
38.9	63	38.7	24	41.8	7
38.85	64	38.5	24	41.35	9
38.7	64	38.35	24	41.1	10
38.5	64	38.2	26	40.9	15
38.35	64	38	25	40.7	28
38.2	64	37.75	24	40.5	32
38	64	37.55	25	40.35	33
37.75	64	37.4	25	40.15	35
37.55	61	37.25	25	39.9	38
37.4	63	37	25	39.6	39
37.25	63	36.7	25	39.45	39
37	62	36.6	26	39.3	38
36.7	60	36.45	26	39.1	40
36.6	63	36.1	26	38.9	40
36.45	62	36	28	38.7	40
36.1	62	35.8	29	38.45	41
36	65	35.7	29	38.3	41
35.8	61	35.45	30	38	41
35.7	62	35.1	30	37.9	42
35.45	62	35	32	37.65	44
35.1	58	34.75	32	37.45	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 6 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR16-HR18 (ต่อ)

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
35	60	34.55	32	37.2	43
34.75	56	34.5	33	37	43
34.55	58	34.2	33	36.9	43
34.5	56	34.05	34	36.65	43
34.2	57	33.9	34	36.45	44
34.05	57	33.65	35	36.3	44
33.9	55	33.5	35	36.1	44
33.65	55	33.35	35	35.9	44
33.5	55	33.05	35	35.6	44
33.35	54	32.7	37	35.45	45
33.05	50	32.6	35	35.35	44
32.7	49	32.45	36	35.2	44
32.6	50	32.15	36	34.95	45
32.45	49	32	36	34.85	44
32.15	50	31.7	36	34.55	44
32	50	31.5	35	34.45	44
31.7	46	31.4	35	34.2	44
31.5	46	31.1	36	33.95	42
31.4	46	35.45	35	33.75	42
31.1	45	35.1	36	33.55	43
30.95	43	35	35	33.4	42
30.7	41	34.75	35	33.15	41
		34.55	37	32.9	41
		34.5	36	32.75	40
		34.2	36	32.55	41
		34.05	36	32.25	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 6 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR16-HR18 (ต่อ)

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
		33.9	36	32.05	40
		33.65	37	31.8	40
		33.5	37	31.6	38
		33.35	39	31.3	39
		33.05	38	31.1	38
		32.7	36	30.85	37
		32.6	38	30.6	37
		32.45	37	30.35	37
		32.15	38	30.1	35
		32	33	29.9	36
		31.7	34	29.6	36
		31.5	34	29.4	36
		31.4	34		
		31.1	34		
		30.95	35		
		30.7	35		
		30.4	36		
		30.3	35		
		30	36		
		29.75	36		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR19-HR21

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
52.2	6	52.2	5	49.75	11
52	10	52	10	49.7	19
51.9	1	51.75	14	49.45	37
51.8	20	51.55	19	49.25	47
51.5	18	51.4	20	49.1	52
51.35	29	51.2	21	48.85	53
51.15	30	51	22	48.65	56
51	31	50.7	34	48.45	56
51	33	50.45	32	48.2	57
50.65	33	50.3	45	48	59
50.5	34	50	40	47.85	58
50.35	33	49.85	51	47.65	57
50.1	32	49.6	52	47.45	58
50	33	49.3	54	47.35	57
49.9	34	49.15	55	47.15	57
49.55	33	48.6	55	46.95	60
49.45	35	48.65	54	46.65	58
49.25	34	48.55	54	46.5	59
49.05	33	48.25	53	46.3	59
48.9	32	47.85	54	46.2	59
48.65	33	47.25	56	45.95	58
48.4	32	47.65	55	45.85	57
48.25	32	47.35	54	45.7	58
48.05	32	47.15	54	45.45	59
47.8	33	46.95	54	45.4	59
47.65	32	46.75	54	45.15	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR19-HR21 (ต่อ)

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
47.5	32	46.6	53	45	59
47.3	30	46.35	53	44.9	58
47.15	31	46.15	52	44.75	59
46.95	32	45.8	51	44.5	58
46.75	31	45.75	51	44.35	57
46.45	31	45.6	49	44.15	57
46.4	32	45.35	50	43.95	57
46.1	31	45.05	50	43.85	56
45.95	32	44.85	50	43.65	55
45.85	35	44.7	47	43.45	56
45.7	35	44.6	33	43.3	39
45.55	35	44.25	32	43.1	28
45.25	34	43.9	32	42.8	9
45.2	28	43.8	30	42.7	8
45.05	26	43.7	29	41.9	20
44.9	17	43.55	30	41.85	20
44	7	43.35	27	41.65	30
43.65	3	42.75	29	41.4	28
43.45	16	42.75	30	41.15	55
43.25	26	42.6	23	41.05	46
43.05	23	42.4	17	40.8	44
42.9	18	42.05	14	40.7	55
42.6	2	41.9	21	40.55	60
42.35	1	41.65	25	40.35	61
41.6	2	41.45	32	40.25	61
41.2	4	41.25	31	40.1	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR19-HR21 (ต่อ)

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
40.9	5	41	32	39.85	62
40.25	15	40.8	32	39.75	64
40.05	25	40.6	37	39.55	64
39.9	27	40.45	41	39.4	65
39.7	27	40.25	39	39.2	64
39.6	28	40.05	41	39.1	64
39.45	29	39.75	42	38.8	65
39.25	30	39.5	43	38.65	65
38.9	30	39.4	43	38.5	66
38.85	32	39.2	44	38.35	64
38.7	32	39	45	38.2	67
38.5	33	38.8	45	37.95	66
38.35	34	38.6	45	37.75	66
38.2	34	38.4	44	37.6	66
38	35	38.1	45	37.4	66
37.75	35	38	45	37.2	64
37.55	36	37.75	44	37	66
37.4	36	37.55	46	36.8	65
37.25	37	37.3	44	36.55	64
37	37	37.15	44	36.35	64
36.7	37	36.95	45	36.25	63
36.6	38	36.75	46	35.95	63
36.45	38	36.55	45	35.85	63
36.1	38	36.4	44	35.6	60
36	38	36.2	45	35.4	61
35.8	38	36	45	35.25	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR19-HR21 (ต่อ)

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
35.7	38	35.75	44	34.9	58
35.45	38	35.45	46	34.8	60
35.1	38	35.4	45	34.65	59
35	39	35.25	45	34.35	59
34.75	38	35.05	45	34.3	58
34.55	38	34.9	47	34	58
34.5	37	34.7	46	33.8	55
34.2	38	34.5	45	33.75	56
34.05	37	34.35	44	33.55	56
33.9	37	34.1	44	33.25	53
33.65	36	33.85	45	33	55
33.5	36	33.6	44	32.85	53
33.35	35	33.5	42	32.55	52
33.05	35	33.3	42	32.4	51
32.7	33	33	42	32.2	50
32.6	32	32.85	42	31.9	48
32.45	32	32.65	42	31.8	48
32.15	31	32.4	42	31.5	47
32	30	32.1	40	31.3	46
31.7	29	31.95	40	31.25	45
31.5	28	31.75	40	30.9	43
31.4	28	31.4	40	30.65	43
31.1	27	31.2	39	30.5	43
30.95	27			30.2	41
30.7	26			30.05	41
30.4	26			29.8	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR19-HR21 (ต่อ)

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
30.3	25			29.5	38
30	24			29.35	37
29.75	24				
29.6	22				
29.35	21				

ตารางผนวกที่ 8 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR22-HR24

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
51.05	7	50.825	21	50.275	15
50.75	24	50.6	26	50.1	24
50.65	26	50.45	28	49.9	28
50.35	26	50.275	28	49.7	27
50.15	27	50.1	30	49.45	37
49.95	26	49.9	32	49.25	40
49.65	26	49.7	34	49.05	47
49.5	28	49.45	35	48.875	48
48.9	27	49.25	36	48.7	47
48.9	27	49.05	37	48.475	52
48.8	27	48.875	39	48.2	49
48.65	29	48.7	44	48.025	50
48.2	29	48.475	44	47.825	51
47.8	29	48.2	46	47.625	55
47.8	29	48.025	48	47.4	50
47.6	30	47.825	47	47.25	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 8 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR22-HR24 (ต่อ)

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
47.25	30	47.625	47	47.025	53
47.3	30	47.4	47	46.875	53
47.05	31	47.25	47	46.675	51
46.85	31	47.025	47	46.525	49
46.6	32	46.875	48	46.325	54
46.45	34	46.675	48	46.125	54
46.25	37	46.525	48	45.95	54
46.1	37	46.325	48	45.825	51
45.8	36	46.125	48	45.6	52
45.5	37	45.95	47	45.4	53
45.3	36	45.825	47	45.2	52
45.3	37	45.6	47	45	52
45	37	45.4	48	44.85	53
44.85	38	45.2	47	44.65	54
44.45	37	45	47	44.45	55
44.25	38	44.85	46	44.25	52
44.2	38	44.65	44	44.05	55
44	38	44.45	40	43.85	48
43.75	38	44.25	41	43.65	50
43.55	36	44.05	43	43.5	53
43.2	35	43.85	42	43.3	52
43.15	33	43.65	42	43.075	52
42.95	29	43.5	42	42.925	48
42.5	27	43.3	43	42.725	52
42.3	28	43.075	43	42.55	54
42.25	30	42.925	42	42.35	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 8 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR22-HR24 (ต่อ)

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
42.15	33	42.725	43	42.15	48
41.9	34	42.55	44	41.975	46
41.75	35	42.35	44	41.775	44
41.6	35	42.15	45	41.6	47
41.3	35	41.975	45	41.425	46
41.1	35	41.775	46	41.25	45
40.9	35	41.6	46	41.025	43
40.7	36	41.425	46	40.875	45
40.5	36	41.25	46	40.675	46
40.3	36	41.025	48	40.475	47
40.1	36	40.875	48	40.275	46
39.85	37	40.675	48	40.025	45
39.7	36	40.475	48	39.775	46
39.45	37	40.275	48	39.6	47
39.25	37	40.025	49	39.45	45
39.1	37	39.775	49	39.275	45
38.9	36	39.6	49	39.1	43
38.65	38	39.45	50	38.9	45
38.45	38	39.275	49	38.725	42
38.25	37	39.1	49	38.55	46
38.1	36	38.9	49	38.35	46
37.8	36	38.725	48	38.15	47
37.7	37	38.55	50	37.975	48
37.45	36	38.35	50	37.8	50
37.2	35	38.15	50	37.625	48
37	36	37.8	50	37.425	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 8 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR22-HR24 (ต่อ)

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
36.85	36	37.625	48	37.275	49
36.7	36	37.425	49	37.075	49
36.45	35	37.275	47	36.9	48
36.25	35	37.075	47	36.7	49
36.1	35	36.9	47	36.475	47
35.85	35	36.7	47	36.35	46
35.75	34	36.475	47	36.1	46
35.55	36	36.35	48	35.875	49
35.35	34	36.1	47	35.675	49
35.2	35	35.875	47	35.45	50
35.05	33	33.35	45	35.275	49
34.75	34	33.175	45	35.1	49
34.65	34	32.975	44	34.925	49
34.35	34	32.775	45	34.75	47
34.15	34	32.65	41	34.575	48
33.95	34	32.475	42	34.375	47
33.8	34	31.325	34	34.2	48
33.6	34	31.15	36	33.95	48
33.3	35	31	37	33.8	46
33.15	34	30.8	37	33.575	45
32.95	35			33.35	46
32.7	33			33.175	46
32.5	35			32.975	46
32.35	34			32.775	45
32.05	35			32.65	45
31.75	35			32.475	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 8 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR22-HR24 (ต่อ)

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
31.55	34			32.275	45
31.4	34			32.075	39
31.05	34			31.875	42
30.8	32			31.7	43
30.6	33			31.5	43
30.4	33			31.325	43
30.15	31			31.15	42
29.8	31			31	41
29.65	32			30.8	40
29.4	31				
29.2	30				
29	30				

ตารางผนวกที่ 9 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR25-HR26

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
49.875	3	49.875	8
49.65	12	49.65	20
49.45	21	49.45	34
49.225	22	49.225	39
48.975	20	48.975	42
48.75	23	48.75	46
48.55	22	48.55	54
48.35	22	48.35	51
48.1	23	48.1	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 9 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR25-HR26 (ต่อ)

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
47.925	24	47.925	53
47.725	22	47.725	53
47.525	23	47.525	55
47.325	24	47.325	56
47.15	25	47.15	55
46.95	26	46.95	56
46.7	26	46.7	58
46.475	46	46.475	56
46.275	44	46.275	56
46.075	46	46.075	55
45.9	45	45.9	56
45.75	45	45.75	54
45.525	45	45.525	53
45.1	45	45.35	54
44.875	43	45.1	52
44.7	41	44.875	50
44.475	39	44.7	50
44.3	36	44.475	49
44.125	34	44.3	47
43.925	32	44.125	45
43.775	30	43.925	44
43.55	27	43.775	42
43.35	23	43.55	41
43.15	23	43.35	38
42.95	23	43.15	38
42.75	23	42.95	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 9 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR25-HR26 (ต่อ)

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
42.525	23	42.75	35
42.35	23	42.525	34
42.15	24	42.35	35
41.95	24	42.15	32
41.75	25	41.95	33
41.575	24	41.75	33
41.35	26	41.575	34
41.275	26	41.35	33
41.1	28	41.275	35
40.9	28	41.1	35
40.675	29	40.9	36
40.475	31	40.675	36
40.275	33	40.475	37
40.125	32	40.275	37
39.875	34	40.125	39
39.525	35	39.875	39
38.775	38	39.7	41
38.6	38	39.525	40
38.4	39	39.325	42
38.1	42	38.975	43
37.9	42	38.775	43
37.725	41	38.6	44
37.525	40	38.4	43
37.35	41	38.1	45
37.15	40	37.9	45
36.975	40	37.725	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

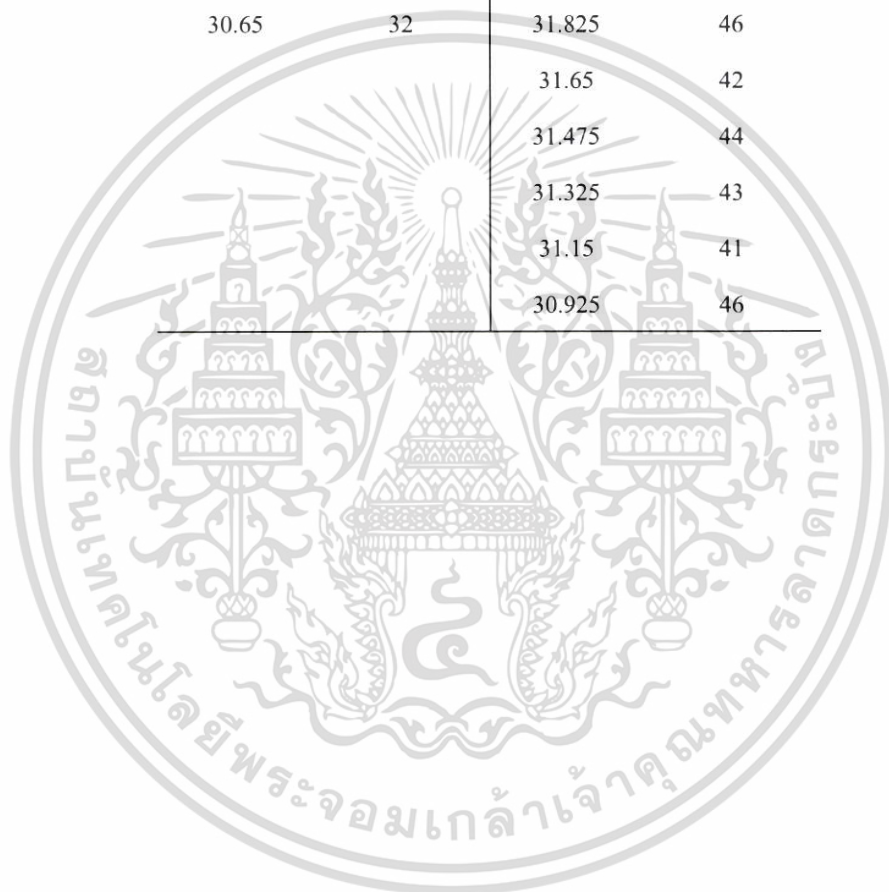
ตารางผนวกที่ 9 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR25-HR26 (ต่อ)

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
36.225	40	37.525	47
36.025	39	37.35	47
35.85	40	37.15	47
35.7	39	36.975	48
35.525	39	36.775	48
35.325	38	36.625	48
35.15	38	36.425	49
34.9	36	36.225	50
34.7	37	36.025	49
34.525	38	35.85	50
34.35	37	35.525	50
34.15	38	35.325	50
33.975	37	35.15	49
33.825	36	34.9	50
33.625	35	34.7	49
33.325	36	34.525	49
33.15	35	34.35	49
32.95	35	34.15	49
32.75	35	33.975	49
32.6	35	33.825	49
32.45	34	33.625	50
32.25	34	33.325	47
32.05	34	33.15	49
31.825	34	32.95	44
31.65	34	32.75	47
31.475	33	32.6	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 9 อัตราการเต้นของหัวใจของ *I. nucleus* เมื่อได้รับความเครียดจากความร้อน
ที่เพิ่มสูงขึ้น ตัวที่ HR25-HR26 (ต่อ)

Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)	Temperature (°C)	Heart rate (times/minute)
31.325	33	32.45	45
31.15	33	32.25	46
30.75	35	32.05	47
30.65	32	31.825	46
		31.65	42
		31.475	44
		31.325	43
		31.15	41
		30.925	46



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 10 อุณหภูมิสูงสุดภายใน Robo-logger ที่ระดับน้ำขึ้นสูงสุดในพื้นที่ศึกษา A ตัวที่ 1

เดือน/ปี	A HI Max																															เฉลี่ย
	วันที่																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
เม.ย.-16	47.04	48.03	51.01	48.53	48.53	53.00	50.02	50.51	50.02	51.01	52.00	54.48	52.00	54.48	51.01	50.51	41.57	50.51	51.51	52.50	51.01	51.01	50.51	51.01	51.01	51.51	51.01	50.51	51.51	51.51	51.51	50.63
พ.ค.-16	55.47	53.49	52.50	50.51	53.49	53.49	53.49	53.00	50.51	31.63	48.59	48.59	49.09	49.59	51.58	50.08	52.57	45.10	52.07	52.57	44.10	51.58	49.09	48.59	49.09	49.09	48.59	48.09	44.60	39.12	44.60	49.16
มิ.ย.-16	37.12	43.11	45.10	47.09	52.07	49.59	52.07	49.59	52.07	52.07	49.59	39.62	49.59	45.10	43.11	46.10	45.60	36.62	48.59	49.59	41.61	50.58	47.59	44.60	46.60	49.59	46.60	41.11	33.63	35.13	45.68	
ก.ก.-16	36.62	37.62	41.61	47.59	45.60	42.61	45.60	49.09	47.59	35.62	46.10	46.60	35.13	42.61	50.58	49.09	51.58	53.07	49.59	50.08	44.10	49.59	46.60	51.58	51.58	47.09	50.08	47.09	33.13	42.11	47.59	45.63
ส.ก.-16	49.59	49.09	48.59	48.59	41.61	49.59	46.60	48.59	49.09	46.60	42.11	33.13	34.63	38.12	35.62	43.61	46.10	48.09	44.60	47.09	52.07	51.08	51.58	47.59	49.59	40.12	38.12	42.11	41.11	47.59	49.59	45.21
ก.ย.-16	50.58	47.09	48.59	48.09	49.59	50.58	36.62	40.61	34.63	48.09	37.62	33.13	35.13	36.62	47.59	52.57	53.57	54.56	52.57	44.10	42.11	42.61	42.11	32.63	33.13	44.60	46.60	45.10	51.58	52.57	44.50	
ต.ล.-16	49.09	52.57	52.07	50.58	45.10	46.60	48.09	47.59	36.12	34.63	38.62	45.10	45.60	49.09	50.08	36.62	48.09	50.08	49.09	34.63	33.13	32.13	34.13	32.13	36.62	44.10	42.11				43.10	
พ.ค.-17				39.10	29.11	28.61	30.61	31.11	28.11	28.11	32.11	30.11	34.10	44.09	46.58	45.09	32.61	42.59	44.09	48.58	41.59	46.08	33.60	43.59	41.59	46.08	29.61	29.11	45.58	44.59	48.08	38.01
ก.พ.-17	47.58	48.58	35.60	46.08	49.57	47.58	45.09	45.09	37.10	32.11	30.11	29.61	42.09	47.08	48.58	49.57	47.08	47.58	49.07	48.58	48.08	44.09	52.56	37.60	46.08	44.09	46.08	45.09			44.19	
มี.ค.-17	47.08	47.58	50.07	49.07	47.08	47.08	43.09	36.10	31.61	32.61	35.60	41.09	51.07	49.57	49.57	48.08	51.07	47.08	52.07	51.57	53.06	53.56	47.08	45.58	53.06	53.06	31.11	49.07	33.10	55.55	54.56	46.35
เม.ย.-17	46.58	50.57	48.58	50.07	36.60	47.08	50.57	53.06	53.56	51.07	51.57	52.07	52.56	54.56	52.07	50.07	43.59	57.05	52.07	52.07	55.06	54.56	53.06	54.06	52.56	53.06	54.06	51.57	55.06	54.56	51.43	
พ.ค.-17	54.56	52.56	51.07	49.07	43.09	52.56	45.58	54.56	47.58	49.57	48.08	37.10	51.57	40.59	47.58	48.624	33.18	53.10	49.62	58.56	62.53	58.56	48.62	56.57	54.59	46.14	60.05	54.59	44.64	48.62	58.56	50.38
มิ.ย.-17	53.59	54.59	54.59	49.62	50.61	52.60	51.11	53.10	51.61	51.11	52.60	56.57	55.58	50.12	57.07	58.06	58.56	46.64	55.58	56.57	50.61	56.08	58.06	58.56	52.10	55.58	56.08	55.08	57.57	52.10	54.06	
ก.ค.-17	54.59	56.57	57.07	43.65	46.64	54.09	47.13	46.14	53.59	49.62	43.65	50.12	51.11	50.61	45.14	51.11	41.66	35.68	40.16	42.16	51.11	53.59	56.57	51.61	42.16	39.17	46.14	50.61	48.62	52.10	51.11	48.49
ส.ก.-17	48.13	51.61	43.65	49.62	45.64	41.16	53.10	53.10	59.06	58.06	56.57	56.57	56.57	53.59	45.14	44.15	37.17	54.09	54.59	50.61	56.57	57.57	54.09	53.59	52.10	47.13					51.28	

ตารางผนวกที่ 11 อุณหภูมิสูงสุดภายใน Robo-logger ที่ระดับน้ำขึ้นสูงสุดในพื้นที่ศึกษา A ตัวที่ 2

เดือน/ปี	A H2 Max																															เฉลี่ย
	วันที่																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
เม.ย.-16	46.10	47.09	50.58	38.12	42.61	51.08	48.09	50.08	49.59	50.58	51.08	54.07	51.58	54.56	50.08	49.09	36.12	44.60	48.09	50.58	49.59	50.08	48.59	49.59	50.08	50.08	49.59	49.09	49.09	51.08		48.69
พ.ค.-16	54.07	49.59	47.09	46.60	52.07	52.07	51.08	51.58	46.60	46.60	43.65	43.65	44.64	45.14	46.14	46.14	48.13	37.67	47.63	47.13	41.66	46.64	45.14	44.15	44.64	44.64	44.64	43.65	41.66	36.67	39.17	45.80
มี.ย.-16	33.18	40.16	42.16	44.15	48.62	46.64	48.13	46.14	48.62	47.63	45.14	37.17	44.64	36.67	37.17	42.65	40.16	35.18	45.14	45.64	39.17	46.64	44.15	41.16	42.65	45.64	43.65	38.17	32.18	31.68	42.00	
ก.ค.-16	33.68	36.17	40.16	44.64	42.65	40.16	43.15	45.14	44.64	34.18	43.15	42.16	32.68	36.67	44.64	44.15	47.63	48.13	46.14	46.14	41.16	45.64	42.65	46.64	47.13	43.65	44.15	34.68	31.68	40.66	45.14	41.91
ส.ค.-16	44.15	44.64	45.14	44.64	39.17	45.14	42.65	44.15	44.64	42.65	37.17	32.18	34.18	34.18	33.68	38.67	42.65	42.65	41.16	42.65	47.13	46.64	46.64	43.65	46.64	36.17	36.17	39.17	40.66	43.65	44.64	41.53
ก.ย.-16	46.64	43.65	45.14	43.65	45.64	46.14	31.68	33.68	33.18	45.14	34.68	31.68	32.68	35.68	44.15	47.63	48.62	49.62	47.63	42.65	39.66	39.66	42.65	32.18	33.18	40.66	42.65	42.65	46.64	48.13		41.25
ต.ค.-16	47.13	47.13	47.63	45.64	42.16	44.15	45.14	44.15	34.18	33.18	33.18	42.16	42.65	44.64	45.64	35.18	44.15	45.64	45.14	32.68	32.18	32.18	33.18	32.18	35.18	42.16	37.17					40.21
ม.ค.-17				43.62	28.67	28.17	29.67	30.17	27.67	27.67	28.67	28.67	29.67	32.66	42.62	41.63	29.17	38.64	41.13	44.61	37.65	40.63	30.17	38.15	30.67	30.67	29.17	28.67	32.66	41.63	44.12	34.19
ก.พ.-17	45.11	46.60	33.66	43.62	46.60	44.12	41.63	40.14	30.67	29.67	29.67	29.17	30.17	43.62	46.10	47.10	44.61	44.61	46.60	43.12	42.62	38.64	44.12	31.66	35.16	35.16	41.13	42.13				39.90
มี.ค.-17	44.61	47.10	47.59	46.10	42.62	43.12	38.64	32.16	30.67	30.67	33.66	34.66	48.09	47.10	46.10	45.11	47.10	42.62	50.57	47.59	50.07	50.57	41.63	37.65	50.57	54.04	30.17	49.08	30.67	53.55	52.06	43.42
เม.ย.-17	44.12	48.09	46.10	50.57	34.16	45.11	48.09	52.06	50.57	49.58	49.58	49.08	51.56	53.55	50.07	46.60	41.13	54.04	48.59	49.08	52.06	49.08	51.07	52.55	52.06	52.55	52.55	51.56	53.55	53.55		49.41
พ.ค.-17	52.06	49.58	47.59	45.11	40.14	53.05	46.10	53.55	45.61	48.09	49.08	37.65	50.57	41.63	45.11	35.16	46.58	32.63	49.06	44.09	56.51	57.50	54.52	46.58	53.03	53.03	43.59	56.01	50.55	40.11	45.08	47.38
มี.ย.-17	48.56	50.05	49.06	40.60	44.59	47.57	43.09	48.07	46.58	46.58	48.56	55.02	52.54	47.07	55.02	54.52	54.52	44.09	51.55	52.54	48.56	52.54	54.03	55.52	47.07	50.55	52.54	53.53	52.04	47.07		49.79
ก.ค.-17	51.55	54.03	53.03	40.60	45.08	48.56	44.09	42.10	50.05	50.05	41.60	49.56	46.58	43.59	46.58	50.05	37.12	32.63	37.12	42.10	48.07	50.55	53.53	51.55	41.60	37.61	46.58	45.58	46.08	48.56	46.58	45.88
ส.ค.-17	41.60	45.58	38.61	44.09	40.11	40.60	49.56	51.05	57.00	58.00	54.52	55.02	54.03	53.53	42.60	39.61	34.62	45.08	50.55	45.58	52.54	55.52	52.04	49.56	50.05	50.55						48.14

ตารางผนวกที่ 12 อุณหภูมิสูงสุดภายใน Robo-logger ที่ระดับน้ำขึ้นสูงสุดในพื้นที่ศึกษา A ตัวที่ 3

A H3 Max																																
เดือน/ปี	วันที่																															เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
เม.ย.-16	42.13	41.63	48.59	35.15	35.65	48.59	43.62	46.60	46.10	46.60	47.59	51.57	49.08	51.57	47.10	42.13	34.16	39.14	48.09	50.08	46.60	45.61	45.61	46.10	46.10	46.60	46.10	45.61	47.10	45.11		45.19
พ.ค.-16	53.55	45.11	42.13	45.61	49.08	47.59	48.59	48.09	45.61	31.62	49.57	49.07	50.56	49.57	52.55	50.06	54.04	46.58	55.04	54.04	46.08	53.05	49.57	49.57	50.06	50.06	51.56	49.07	46.08	39.60	46.58	48.37
มิ.ย.-16	41.10	47.08	47.58	51.06	54.54	53.05	55.04	52.05	54.54	54.54	51.56	40.60	52.05	49.07	48.57	48.57	36.61	52.55	51.06	42.59	52.55	50.06	45.09	48.07	51.06	47.58	42.59	38.61	38.11		48.20	
ก.ค.-16	40.60	38.11	44.59	50.06	47.08	43.59	47.58	51.06	50.56	36.11	49.07	49.07	41.60	47.58	52.55	51.06	54.04	54.54	52.05	51.56	44.59	53.05	48.07	54.04	52.05	48.07	51.56	48.07	36.11	44.09	49.07	47.78
ส.ค.-16	51.06	49.57	49.57	49.57	42.10	50.06	47.08	49.07	50.56	47.58	47.08	37.11	37.61	43.59	41.10	47.58	48.57	49.07	46.08	48.07	52.55	52.05	52.05	46.58	49.07	41.10	42.10	42.10	44.09	49.57	50.56	46.90
ก.ย.-16	51.56	48.07	50.06	47.08	49.07	50.56	39.11	41.10	39.60	45.58	38.61	32.62	35.11	38.61	49.57	52.55	53.55	54.04	51.56	45.09	41.60	41.10	41.60	34.62	33.62	45.58	47.08	47.08	52.05	52.05		44.98
ต.ค.-16	49.57	51.06	51.06	49.57	44.09	45.09	47.08	45.09	34.12	33.62	39.11	46.08	46.08	48.57	49.57	36.11	47.58	48.57	47.58	35.61	32.12	31.62	34.62	32.62	36.11	36.11	40.60					42.18
ม.ค.-17				38.58	32.09	28.09	30.09	31.09	28.09	27.59	28.59	29.59	37.08	39.58	43.57	42.07	32.09	40.08	40.58	44.07	38.58	41.08	35.58	39.58	42.57	44.57	29.09	29.09	40.58	41.58	44.07	36.40
ก.พ.-17	45.57	45.07	35.08	43.57	46.57	44.07	40.58	40.58	37.08	42.07	37.58	31.09	37.58	44.07	46.07	46.57	44.07	44.57	46.07	45.57	45.57	43.57	50.56	40.58	49.06	45.07	44.57	42.07				43.02
มี.ค.-17	44.07	47.56	47.56	47.56	45.07	45.57	40.58	35.08	31.09	32.09	43.07	46.57	51.06	49.06	48.06	47.56	49.56	48.56	51.55	49.06	51.55	52.55	48.06	47.06	53.05	55.54	30.09	49.56	32.09	54.05	53.55	46.05
เม.ย.-17	44.07	49.06	48.56	52.05	36.08	45.07	51.55	55.04	54.55	52.55	52.55	52.05	54.05	55.54	53.05	50.06	44.57	56.04	52.05	54.05	56.54	56.04	56.54	57.04	54.05	55.54	55.54	55.54	56.04	55.54		52.37
พ.ค.-17	55.54	53.55	52.05	50.06	42.07	55.04	49.06	56.04	48.06	48.56	50.56	39.08	54.05	43.07	46.57	48.59	32.13	50.58	45.10	55.56	54.07	53.57	43.61	52.57	53.07	43.61	55.06	49.59	41.11	45.60	53.57	49.06
มิ.ย.-17	50.58	52.07	51.08	43.11	45.60	48.09	44.60	49.09	49.59	49.09	49.59	55.06	52.57	46.60	55.56	54.56	54.56	46.10	51.08	51.58	48.59	52.07	54.07	55.06	48.59	53.57	53.57	54.07	51.08	47.09		50.60
ก.ค.-17	49.59	54.07	47.59	42.11	45.10	50.08	45.60	43.11	51.58	49.09	42.11	49.59	47.59	44.60	48.09	50.58	34.63	32.13	39.62	41.11	47.09	51.08	52.57	51.08	42.11	38.12	48.09	47.09	48.09	49.59	48.09	46.16
ส.ค.-17	39.62	44.10	39.62	46.10	41.61	40.61	50.08	53.07	56.55	57.55	52.57	55.06	54.56	53.07	42.11	37.62	34.13	41.11	52.57	47.09	53.57	56.06	54.07	50.58	53.07	48.59						48.26

ตารางผนวกที่ 13 อุณหภูมิสูงสุดภายใน Robo-logger ที่ระดับน้ำขึ้นสูงสุดในพื้นที่ศึกษา A ตัวที่ 3

A H3 Max																																
เดือน/ปี	วันที่																															เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
เม.ย.-16	42.13	41.63	48.59	35.15	35.65	48.59	43.62	46.60	46.10	46.60	47.59	51.57	49.08	51.57	47.10	42.13	34.16	39.14	48.09	50.08	46.60	45.61	45.61	46.10	46.10	46.60	46.10	45.61	47.10	45.11		45.19
พ.ค.-16	53.55	45.11	42.13	45.61	49.08	47.59	48.59	48.09	45.61	31.62	49.57	49.07	50.56	49.57	52.55	50.06	54.04	46.58	55.04	54.04	46.08	53.05	49.57	49.57	50.06	50.06	51.56	49.07	46.08	39.60	46.58	48.37
มิ.ย.-16	41.10	47.08	47.58	51.06	54.54	53.05	55.04	52.05	54.54	54.54	51.56	40.60	52.05	49.07	48.57	48.57	48.57	36.61	52.55	51.06	42.59	52.55	50.06	45.09	48.07	51.06	47.58	42.59	38.61	38.11		48.20
ก.ค.-16	40.60	38.11	44.59	50.06	47.08	43.59	47.58	51.06	50.56	36.11	49.07	49.07	41.60	47.58	52.55	51.06	54.04	54.54	52.05	51.56	44.59	53.05	48.07	54.04	52.05	48.07	51.56	48.07	36.11	44.09	49.07	47.78
ส.ค.-16	51.06	49.57	49.57	49.57	42.10	50.06	47.08	49.07	50.56	47.58	47.08	37.11	37.61	43.59	41.10	47.58	48.57	49.07	46.08	48.07	52.55	52.05	52.05	46.58	49.07	41.10	42.10	42.10	44.09	49.57	50.56	46.90
ก.ย.-16	51.56	48.07	50.06	47.08	49.07	50.56	39.11	41.10	39.60	45.58	38.61	32.62	35.11	38.61	49.57	52.55	53.55	54.04	51.56	45.09	41.60	41.10	41.60	34.62	33.62	45.58	47.08	47.08	52.05	52.05		44.98
ต.ค.-16	49.57	51.06	51.06	49.57	44.09	45.09	47.08	45.09	34.12	33.62	39.11	46.08	46.08	48.57	49.57	36.11	47.58	48.57	47.58	35.61	32.12	31.62	34.62	32.62	36.11	36.11	40.60					42.18
ม.ก.-17				38.58	32.09	28.09	30.09	31.09	28.09	27.59	28.59	29.59	37.08	39.58	43.57	42.07	32.09	40.08	40.58	44.07	38.58	41.08	35.58	39.58	42.57	44.57	29.09	29.09	40.58	41.58	44.07	36.40
ก.พ.-17	45.57	45.07	35.08	43.57	46.57	44.07	40.58	40.58	37.08	42.07	37.58	31.09	37.58	44.07	46.07	46.57	44.07	44.57	46.07	45.57	45.57	43.57	50.56	40.58	49.06	45.07	44.57	42.07				43.02
มี.ค.-17	44.07	47.56	47.56	47.56	45.07	45.57	40.58	35.08	31.09	32.09	43.07	46.57	51.06	49.06	48.06	47.56	49.56	48.56	51.55	49.06	51.55	52.55	48.06	47.06	53.05	55.54	30.09	49.56	32.09	54.05	53.55	46.05
เม.ย.-17	44.07	49.06	48.56	52.05	36.08	45.07	51.55	55.04	54.55	52.55	52.55	52.05	54.05	55.54	53.05	50.06	44.57	56.04	52.05	54.05	56.54	56.04	56.54	57.04	54.05	55.54	55.54	55.54	56.04	55.54		52.37
พ.ค.-17	55.54	53.55	52.05	50.06	42.07	55.04	49.06	56.04	48.06	48.56	50.56	39.08	54.05	43.07	46.57	48.59	32.13	50.58	45.10	55.56	54.07	53.57	43.61	52.57	53.07	43.61	55.06	49.59	41.11	45.60	53.57	49.06
มิ.ย.-17	50.58	52.07	51.08	43.11	45.60	48.09	44.60	49.09	49.59	49.09	49.59	55.06	52.57	46.60	55.56	54.56	54.56	46.10	51.08	51.58	48.59	52.07	54.07	55.06	48.59	53.57	53.57	54.07	51.08	47.09		50.60
ก.ค.-17	49.59	54.07	47.59	42.11	45.10	50.08	45.60	43.11	51.58	49.09	42.11	49.59	47.59	44.60	48.09	50.58	34.63	32.13	39.62	41.11	47.09	51.08	52.57	51.08	42.11	38.12	48.09	47.09	48.09	49.59	48.09	46.16
ส.ค.-17	39.62	44.10	39.62	46.10	41.61	40.61	50.08	53.07	56.55	57.55	52.57	55.06	54.56	53.07	42.11	37.62	34.13	41.11	52.57	47.09	53.57	56.06	54.07	50.58	53.07	48.59						48.26

ตารางผนวกที่ 14 อุณหภูมิสูงสุดภายใน Robo-logger ที่ระดับน้ำขึ้นสูงสุดในพื้นที่ศึกษา A เฉลี่ย 3 ตัว

เดือนปี	วันที่																															เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
เม.ย.-16	45.09	45.58	50.06	40.60	42.26	50.89	47.24	49.07	48.57	49.40	50.23	53.37	50.89	53.54	39.40	47.24	37.28	44.75	49.23	51.05	49.07	48.90	48.24	48.90	49.07	49.40	48.90	48.40	49.23			48.17
พ.ค.-16	54.36	49.40	47.24	47.57	51.55	51.05	51.05	50.89	47.57	36.62	47.27	47.10	48.10	48.10	50.09	48.76	51.58	43.12	51.58	51.25	43.95	50.42	47.93	47.43	47.93	47.93	48.26	46.94	44.11	38.46	43.45	47.78
มิ.ย.-16	37.13	43.45	44.94	47.43	51.75	49.76	51.75	49.26	51.75	51.41	48.76	39.13	48.76	43.61	42.95	45.77	44.78	36.14	48.76	48.76	41.12	49.92	47.27	43.62	45.77	48.76	45.94	40.63	34.81	34.97		45.30
ก.ค.-16	36.97	37.30	42.12	47.43	45.11	42.12	45.44	48.43	47.60	35.30	46.11	45.94	36.47	42.29	49.26	48.10	51.08	51.91	49.26	49.26	43.28	49.42	45.77	50.75	50.25	46.27	48.59	43.28	33.64	42.29	47.27	45.11
ส.ค.-16	48.26	47.77	47.77	47.60	40.96	48.26	45.44	47.27	48.10	45.61	42.12	34.14	35.47	38.63	36.80	43.28	45.77	46.60	43.95	45.94	50.59	49.92	50.09	45.94	48.43	39.13	38.80	41.12	41.95	46.94	48.26	44.55
ก.ย.-16	49.59	46.27	47.93	46.27	48.10	49.09	35.80	38.46	35.80	46.27	36.97	32.48	34.31	36.97	47.10	50.92	51.91	52.74	50.59	43.95	41.12	41.12	42.12	33.14	33.31	43.62	45.44	44.94	50.09	50.92		43.58
ต.ค.-16	48.60	50.25	50.25	48.60	43.78	45.28	46.77	45.61	34.81	33.81	36.97	44.45	44.78	47.43	48.43	35.97	46.60	48.10	47.27	34.31	32.48	31.98	33.97	32.31	35.97	40.79	39.96					41.83
ม.ค.-17				40.43	29.95	28.29	30.12	30.79	27.95	27.79	29.79	29.45	33.62	38.78	44.26	42.93	31.29	40.44	41.93	45.75	39.27	42.60	33.12	40.44	38.28	40.44	29.29	28.95	39.61	42.60	45.42	36.20
ก.พ.-17	46.09	46.75	34.78	44.42	47.58	45.26	42.43	41.93	34.95	34.62	32.45	29.95	36.61	44.92	46.92	47.74	45.25	45.59	47.25	45.75	45.42	42.10	49.08	36.61	43.43	41.44	43.93	43.10				42.37
มี.ค.-17	45.25	47.41	48.41	47.58	44.92	45.26	40.77	34.45	31.12	31.79	37.44	40.77	50.07	48.58	47.91	46.92	49.24	46.09	51.40	49.41	51.56	52.23	45.59	43.43	52.23	54.22	30.45	49.24	31.95	54.38	53.39	45.27
เม.ย.-17	44.92	49.24	47.75	50.90	35.61	45.75	50.07	53.39	52.89	51.07	51.23	51.07	52.72	54.55	51.73	48.91	43.10	55.71	50.90	51.73	54.55	53.23	53.56	54.55	52.89	53.72	54.05	52.89	54.88	54.55		51.07
พ.ค.-17	54.56	52.56	51.07	49.07	43.09	52.56	45.58	54.56	47.58	49.57	48.08	37.10	51.57	40.59	47.58	44.12	33.18	53.10	49.62	58.56	62.53	58.56	48.62	56.57	54.59	46.14	60.05	54.59	44.64	48.62	58.56	50.23
มิ.ย.-17	50.91	52.24	51.58	44.44	46.93	49.42	46.27	50.08	49.26	48.92	50.25	55.55	53.56	47.93	55.88	55.72	55.88	45.61	52.73	53.56	49.26	53.56	55.39	56.38	49.25	53.23	54.06	54.23	53.56	48.76		51.48
ก.ค.-17	51.91	54.89	52.57	42.12	45.61	50.91	45.61	43.78	51.74	49.59	42.45	49.75	48.43	46.27	46.60	50.58	37.80	33.48	38.96	41.79	48.76	51.74	54.23	51.41	41.95	38.30	46.93	47.76	47.60	50.08	48.59	46.84
ต.ค.-17	43.11	47.10	40.62	46.60	42.45	40.79	50.91	52.41	57.54	57.87	54.56	55.55	55.05	53.40	43.28	40.46	35.31	46.76	52.57	47.76	54.23	56.38	53.40	51.24	51.74	48.76						49.23

ตารางผนวกที่ 15 อุณหภูมิสูงสุดภายใน Robo-logger ที่ระดับลงปานกลางในพื้นที่ศึกษา A ตัวที่ 1

เดือนปี	A MI Max																															เฉลี่ย
	วันที่																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
เม.ย.-16	42.10	42.59	45.09	40.60	42.59	47.58	44.59	44.59	44.09	45.58	46.08	50.06	47.58	50.06	46.08	44.59	37.11	45.09	45.58	48.57	44.59	45.09	44.59	45.09	45.09	46.08	45.09	45.09	46.58	46.58		45.13
พ.ค.-16	51.56	47.08	46.58	44.59	47.08	47.58	47.08	46.58	47.08	31.13	45.58	46.08	46.58	47.07	49.06	47.57	51.55	37.12	51.55	51.55	43.59	49.06	47.07	45.08	46.08	47.07	48.07	46.08	42.60	37.61	41.10	45.92
มิ.ย.-16	34.62	42.10	44.09	46.58	52.54	49.06	50.55	48.56	51.05	50.05	47.57	37.61	46.58	39.61	42.10	44.59	44.59	35.12	48.56	48.56	41.10	49.56	46.08	41.60	44.09	47.57	45.08	39.11	32.63	36.12		44.23
ก.ค.-16	35.62	36.62	41.60	46.58	44.09	41.60	44.59	47.57	47.07	34.62	44.59	43.59	33.62	41.10	48.07	48.07	51.55	52.54	48.07	48.56	42.10	48.56	44.59	50.55	49.56	45.08	46.08	42.60	32.63	42.60	48.07	44.26
ส.ค.-16	47.57	47.57	47.57	47.57	40.60	47.57	44.09	45.58	46.58	44.59	35.12	32.13	36.12	39.61	39.11	43.09	45.08	46.58	43.09	45.08	50.55	49.56	49.56	45.58	47.07	33.62	38.11	37.61	43.09	47.07	47.57	43.67
ก.ย.-16	49.56	45.58	47.57	45.58	48.07	49.06	32.63	36.62	33.13	37.61	34.62	32.13	31.63	36.12	47.07	52.54	52.54	53.53	51.05	43.09	40.60	41.10	35.62	32.13	32.63	34.62	45.58	45.08	51.05	52.04		42.34
ต.ค.-16	47.07	52.04	51.05	48.56	43.59	45.08	45.58	46.08	32.13	31.63	34.12	45.58	46.08	48.07	49.56	35.62	47.07	48.56	48.07	33.13	32.13	31.63	32.63	31.63	35.12	45.08	39.61					41.72
ม.ค.-17				40.13	28.65	28.65	29.15	30.15	28.15	28.15	29.15	29.15	30.65	31.15	33.65	34.15	29.65	37.14	39.64	43.62	36.64	39.64	30.15	37.14	31.65	33.65	29.15	29.15	32.15	38.64	41.13	33.22
ก.พ.-17	42.13	44.12	33.65	42.13	45.61	43.62	40.13	38.14	32.15	30.65	29.65	29.65	30.65	41.13	44.12	45.12	42.63	44.12	45.61	43.12	43.62	39.64	43.62	34.15	40.13	34.15	32.15	32.15				38.85
มี.ค.-17	41.63	45.12	46.11	46.11	42.13	42.63	38.14	33.15	31.15	31.15	34.15	37.14	34.65	45.61	45.12	44.12	46.11	43.12	48.60	47.11	48.60	49.60	42.13	40.13	51.09	51.59	30.65	46.11	31.15	52.08	50.59	42.48
เม.ย.-17	43.12	47.61	44.12	47.61	33.15	43.62	36.64	49.60	49.10	48.10	47.61	47.61	49.60	52.08	48.60	45.61	40.63	53.08	47.11	47.61	51.59	50.59	51.59	51.59	50.09	51.09	51.59	49.60	53.08	51.59		47.82
พ.ค.-17	50.59	48.60	47.11	44.62	40.13	51.09	44.62	51.59	45.61	46.61	47.11	37.14	49.60	39.64	44.62	46.588	32.127	47.584	44.596	54.052	56.538	51.068	44.098	50.073	52.063	44.098	56.041	52.56	40.609	45.094	51.565	47.01
มิ.ย.-17	47.58	48.58	46.59	37.62	44.10	46.59	42.10	47.58	46.09	46.09	48.08	53.06	50.57	48.08	52.56	53.06	53.56	44.10	50.57	50.07	45.09	50.57	52.06	54.05	50.07	50.07	50.57	53.06	52.56	47.09		48.73
ก.ค.-17	49.08	53.56	49.08	40.11	44.60	48.08	44.10	41.61	48.08	46.09	41.11	47.58	46.09	45.09	45.59	46.59	32.63	33.63	37.12	40.11	46.59	49.08	51.57	48.58	40.11	38.61	44.60	46.09	44.10	47.58	43.60	44.53
ส.ค.-17	39.11	42.60	41.11	43.60	41.11	38.61	48.58	50.07	56.54	57.04	51.57	53.06	54.05	47.58	42.10	38.12	33.63	44.60	50.57	46.09	51.57	53.56	51.57	49.08	49.58	49.08						47.08

ตารางผนวกที่ 16 อุณหภูมิสูงสุดภายใน Robo-logger ที่ระดับलगปานกลางในพื้นที่ศึกษา A ตัวที่ 2

เดือนปี	A M2 Max																															เฉลี่ย
	วันที่																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
เม.ย.-16	43.10	44.59	47.08	36.62	38.61	48.08	47.58	47.58	48.08	48.58	49.57	52.06	50.07	52.06	47.08	44.59	35.62	42.60	49.07	51.06	48.58	48.58	48.08	48.08	48.08	48.08	47.58	47.58	47.08	47.58		46.77
พ.ค.-16	54.05	44.59	41.60	46.09	51.56	50.57	50.07	49.57	47.08	31.60	43.57	44.57	45.56	46.56	48.05	48.55	49.54	40.08	49.05	49.05	42.57	48.05	46.56	44.07	45.56	45.06	47.06	43.07	42.07	37.59	43.07	45.68
มิ.ย.-16	37.59	41.08	43.57	46.06	50.04	48.05	49.05	47.55	50.04	49.54	46.56	37.59	46.56	42.57	41.58	43.07	43.07	36.09	48.55	47.55	40.58	48.05	44.07	41.08	43.07	47.06	46.06	41.08	32.60	35.59		43.83
ก.ค.-16	36.59	36.59	41.58	45.56	44.07	41.08	43.07	47.55	46.06	34.09	45.06	44.07	35.59	42.07	46.56	45.56	49.54	50.54	47.06	47.06	42.07	46.56	44.07	49.05	49.05	43.57	46.56	39.08	34.09	42.07	47.06	43.63
ส.ค.-16	46.56	45.56	46.56	45.56	41.08	46.56	43.07	45.06	46.06	46.06	40.08	32.10	35.09	39.58	37.59	41.08	43.07	44.57	41.08	43.07	49.05	49.05	48.05	43.57	45.06	35.09	38.09	38.58	41.58	44.57	45.56	42.83
ก.ย.-16	47.06	43.57	46.06	44.07	46.06	47.06	35.59	38.09	33.10	39.08	36.59	32.60	31.60	37.09	45.06	49.54	50.04	52.03	49.05	43.07	40.08	39.58	34.09	32.10	32.10	41.08	43.07	43.57	49.05	50.04		41.70
ต.ค.-16	49.54	48.05	49.54	47.06	42.57	44.07	46.06	44.07	32.60	31.60	35.09	41.08	43.57	45.06	47.55	36.09	45.56	47.06	46.06	33.10	31.60	31.60	32.10	31.60	36.59	43.07	38.58					40.76
พ.ย.-17				39.10	28.61	28.61	29.11	31.11	28.11	28.11	29.11	29.11	33.11	41.60	44.10	41.10	32.61	42.10	41.10	45.09	40.10	42.60	33.11	41.10	37.60	43.10	29.11	29.11	43.60	41.60	45.59	36.37
ก.พ.-17	45.59	46.09	34.61	42.10	47.09	44.59	40.60	41.10	35.61	32.11	29.61	29.61	38.10	42.60	47.59	46.09	43.10	44.59	46.09	44.59	45.59	41.10	50.58	34.61	45.59	42.10	43.10	38.60				41.53
มี.ค.-17	39.60	46.59	46.59	47.09	42.60	43.10	39.10	32.61	30.61	31.11	35.61	42.60	49.09	45.59	44.59	43.60	45.59	43.10	50.58	48.09	49.58	50.08	44.10	42.60	48.59	52.58	30.61	47.59	32.11	51.58	51.08	43.48
เม.ย.-17	44.59	47.59	45.59	49.09	36.11	44.10	47.09	49.58	50.58	47.09	47.59	47.09	49.58	52.58	48.59	45.09	41.10	53.57	47.59	49.58	52.58	52.58	54.07	54.07	50.08	51.08	51.08	50.58	53.08	54.07		48.90
พ.ค.-17	50.58	48.59	47.59	45.59	41.10	52.08	46.09	53.57	46.09	46.59	49.58	38.60	50.08	40.10	45.09	46.58	31.62	49.57	43.09	55.04	47.08	52.05	46.08	52.05	52.05	42.10	54.54	48.07	39.11	44.59	52.05	47.00
มิ.ย.-17	49.07	49.07	46.58	37.11	44.59	47.58	44.09	49.07	48.07	47.08	47.58	53.05	52.55	45.09	54.04	54.04	53.05	43.09	49.07	50.56	45.58	51.56	53.55	54.54	46.58	51.06	51.56	52.05	50.56	45.58		48.90
ก.ค.-17	47.58	52.05	44.09	40.10	45.58	49.57	44.09	43.09	50.06	49.57	40.60	48.07	47.08	44.59	46.08	48.07	33.62	31.62	35.61	40.10	44.59	50.06	52.05	49.57	40.60	36.61	44.09	47.08	45.58	47.58	43.09	44.58
ส.ค.-17	38.11	41.60	38.61	44.09	40.10	39.60	49.07	51.06	56.53	56.53	54.04	54.54	54.04	50.06	37.61	35.11	33.62	38.61	51.06	45.58	51.56	54.54	51.06	50.06	50.06	53.05						46.92

ตารางผนวกที่ 17 อุณหภูมิสูงสุดภายใน Robo-logger ที่ระดับलगปานกลางในพื้นที่ศึกษา A ตัวที่ 3

เดือนปี	วันที่																															เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
เม.ย.-16	41.66	41.66	42.65	34.18	33.68	44.64	41.66	45.14	45.14	45.64	46.64	48.62	46.64	48.62	44.64	40.16	33.68	39.66	44.15	46.14	44.64	44.64	44.15	44.64	45.64	45.64	45.64	44.64	45.64	45.64		43.53
พ.ค.-16	49.62	41.16	39.17	43.15	46.64	46.64	47.13	47.63	48.62																							45.53
มิ.ย.-16																																
ก.ค.-16																																
ส.ค.-16																																
ก.ย.-16																																
ต.ค.-16																																
ม.ก.-17				40.08	29.60	28.60	30.10	31.09	28.10	28.10	29.60	30.10	35.59	43.58	42.58	41.08	32.09	40.58	41.58	44.08	39.58	42.08	34.09	40.08	38.59	42.58	29.10	29.10	43.08	41.08	42.58	36.37
ก.พ.-17	42.58	43.58	33.09	41.08	44.08	43.08	40.58	42.58	38.59	31.59	29.60	29.60	39.58	41.08	43.58	44.08	41.58	42.58	44.08	40.58	41.08	35.59	47.07	34.09	36.59	42.08	41.58	41.58			39.89	
มี.ค.-17	41.58	44.57	45.07	42.58	40.58	41.08	37.09	31.59	30.60	31.59	32.59	34.09	45.57	44.08	43.58	42.08	45.07	42.58	46.07	44.57	47.07	46.57	34.09	39.09	44.57	48.56	30.60	45.57	31.09	49.06	48.07	41.00
เม.ย.-17	41.58	46.07	44.57	45.57	35.09	41.58	47.07	44.57	47.07	46.07	46.07	46.07	47.57	48.56	46.57	44.08	40.08	50.56	45.57	46.07	48.56	48.07	49.06	48.07	47.57	48.07	49.06	46.57	50.06	49.56		46.17
พ.ค.-17	48.56	47.07	46.07	42.58	40.58	49.06	45.57	50.06	43.58	44.08	46.57	36.59	47.07	38.59	42.58	45.06	31.60	47.06	42.07	52.53	52.03	50.04	44.07	49.54	50.04	42.07	53.03	47.06	38.58	43.07	50.04	45.37
มิ.ย.-17	47.06	47.55	43.57	35.09	43.07	46.06	42.57	48.05	45.56	44.07	46.56	52.03	51.04	45.06	52.03	51.53	50.54	42.57	48.55	48.55	45.56	49.05	50.04	51.53	45.06	49.05	49.05	50.54	49.05	44.57		47.15
ก.ค.-17	49.05	50.04	44.07	40.08	44.07	47.06	41.58	42.57	48.05	48.05	40.08	47.55	45.56	42.57	45.56	46.56	31.60	30.60	35.59	40.58	44.07	48.55	49.05	47.55	40.58	37.09	43.07	45.56	44.07	45.56	43.07	43.52
ส.ค.-17	34.09	37.59	36.59	41.58	39.08	39.58	47.55	49.54	53.52	54.02	52.03	51.53	51.04	51.53	35.59	34.09	32.10	38.58	48.05	43.07	50.04	52.03	49.54	47.06	49.05	48.05						44.87

ตารางผนวกที่ 18 อุณหภูมิสูงสุดภายใน Robo-logger ที่ระดับลงปานกลางในพื้นที่ศึกษา A เฉลี่ย 3 ตัว

เดือน/ปี	A M Max																															เฉลี่ย
	วันที่																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
เม.ย.-16	42.28	42.95	44.94	37.13	38.29	46.77	44.61	45.77	45.77	46.60	47.43	50.25	48.09	50.25	45.94	43.11	35.47	42.45	46.27	48.59	45.94	46.10	45.60	45.94	46.27	46.60	46.10	45.77	46.43	46.60		45.14
พ.ค.-16	51.74	44.28	42.45	44.61	48.42	48.26	48.09	47.93	47.59	31.36	44.57	45.32	46.07	46.81	48.56	48.06	50.54	38.60	50.30	50.30	43.08	48.56	46.81	44.58	45.82	46.07	47.56	44.57	42.33	37.60	42.09	45.58
มิ.ย.-16	36.10	41.59	43.83	46.32	51.29	48.56	49.80	48.06	50.54	49.80	47.06	37.60	46.57	41.09	41.84	43.83	43.83	35.61	48.56	48.06	40.84	48.80	45.07	41.34	43.58	47.31	45.57	40.09	32.61	35.85		44.03
ก.ค.-16	36.10	36.60	41.59	46.07	44.08	41.34	43.83	47.56	46.57	34.36	44.82	43.83	34.61	41.59	47.31	46.81	50.54	51.54	47.56	47.81	42.09	47.56	44.33	49.80	49.30	44.33	46.32	40.84	33.36	42.33	47.56	43.95
ส.ค.-16	47.06	46.57	47.06	46.57	40.84	47.06	43.58	45.32	46.32	45.32	37.60	32.11	35.61	39.59	38.35	42.08	44.08	45.57	42.08	44.08	49.80	49.30	48.80	44.57	46.07	34.36	38.10	38.10	42.33	45.82	46.57	43.25
ก.ย.-16	48.31	44.57	46.81	44.82	47.06	48.06	34.11	37.35	33.11	38.35	35.61	32.36	31.61	36.60	46.07	51.04	51.29	52.78	50.05	43.08	40.34	40.34	34.86	32.11	32.36	37.85	44.33	44.33	50.05	51.04		42.02
ต.ค.-16	48.31	50.05	50.30	47.81	43.08	44.58	45.82	45.07	32.36	31.61	34.61	43.33	44.82	46.56	48.56	35.85	46.32	47.81	47.06	33.11	31.86	31.61	32.36	31.61	35.85	44.08	39.10					41.24
ม.ค.-17				39.77	28.95	28.62	29.45	30.79	28.12	28.12	29.29	29.45	33.12	38.78	40.11	38.78	31.45	39.94	40.77	44.26	38.78	41.44	32.45	39.44	35.95	39.77	29.12	29.12	39.61	40.44	43.10	35.32
ก.พ.-17	43.43	44.60	33.78	41.77	45.59	43.76	40.44	40.61	35.45	31.45	29.62	29.62	36.11	41.60	45.09	45.09	42.43	43.76	45.26	42.77	43.43	38.78	47.09	34.28	40.77	39.44	38.94	37.44			40.09	
มี.ค.-17	40.94	45.43	45.93	45.26	41.77	42.27	38.11	32.45	30.79	31.29	34.12	37.94	43.10	45.09	44.43	43.27	45.59	42.93	48.42	46.59	48.42	48.75	40.10	40.61	48.08	50.91	30.62	46.42	31.45	50.91	49.91	42.32
เม.ย.-17	43.10	47.09	44.76	47.42	34.78	43.10	43.60	47.92	48.92	47.09	47.09	46.92	48.92	51.07	47.92	44.93	40.61	52.40	46.76	47.75	50.91	50.41	51.57	51.24	49.25	50.08	50.58	48.92	52.07	51.74		47.63
พ.ค.-17	49.91	48.08	46.92	44.26	40.61	50.74	45.43	51.74	45.09	45.76	47.75	37.44	48.92	39.44	44.10	46.08	31.78	48.07	43.25	53.87	51.88	51.05	44.75	50.56	51.39	42.76	54.54	49.23	39.43	44.25	51.22	46.46
มิ.ย.-17	47.90	48.40	45.58	36.61	43.92	46.74	42.92	48.23	46.57	45.74	47.40	52.71	51.39	46.08	52.88	52.88	52.38	43.25	49.40	49.73	45.41	50.39	51.88	53.38	47.24	50.06	50.39	51.88	50.72	45.74		48.26
ก.ค.-17	48.57	51.88	45.74	40.10	44.75	48.23	43.25	42.42	48.73	47.90	40.60	47.74	46.24	44.08	45.74	47.07	32.61	31.95	36.11	40.26	45.08	49.23	50.89	48.57	40.43	37.44	43.92	46.24	44.58	46.91	43.25	44.21
ส.ค.-17	37.10	40.60	38.77	43.09	40.10	39.27	48.40	50.23	55.53	55.86	52.55	53.04	53.04	49.73	38.43	35.77	33.11	40.60	49.89	44.91	51.05	53.38	50.72	48.73	49.56	50.06					46.29	

ตารางผนวกที่ 19 อุณหภูมิสูงสุดภายใน Robo-logger ที่ระดับลงต่ำสุดในพื้นที่ศึกษา A ตัวที่ 1

เดือนปี	A LI Max																															เฉลี่ย	
	วันที่																																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
เม.ย.-16	42.09	41.60	44.08	37.11	34.12	44.58	42.59	44.08	43.59	44.08	44.08	46.57	44.58	47.07	43.59	42.09	34.12	37.61	42.09	43.59	42.09	42.59	41.60	42.09	42.59	42.59	42.59	42.09	42.09	42.59			42.21
พ.ค.-16	45.08	40.60	36.12	34.12	41.60	41.60	43.59	44.08	51.54	32.11	44.59	44.59	44.09	46.08	45.58	46.08	36.10	46.58	47.58	40.10	46.58	44.59	45.08	45.58	45.58	43.59	43.59	41.59	36.60	38.10		42.81	
มิ.ย.-16	33.11	39.60	41.09	43.09	47.58	45.58	47.08	47.08	47.58	48.07	46.08	36.60	45.58	38.10	37.10	42.09	42.09	34.61	44.59	46.58	39.60	46.58	43.59	41.59	44.09	45.58	43.09	37.10	33.11	31.61		41.97	
ก.ค.-16	34.11	35.61	38.60	45.08	42.09	39.10	42.59	46.08	43.09	34.11	42.09	43.09	32.61	36.60	43.09	42.59	46.58	46.58	45.58	46.58	41.09	45.08	42.09	47.08	47.58	43.59	42.59	34.11	31.61	38.60	44.59	41.41	
ส.ค.-16	43.59	44.59	45.08	44.59	39.10	46.08	44.09	45.08	45.58	43.09	34.61	32.11	32.61	33.61	34.61	38.10	42.09	44.59	40.60	44.09	48.07	46.08	47.58	44.59	44.59	33.11	34.11	35.11	37.60	43.59	45.58	41.22	
ก.ย.-16	46.08	43.09	45.58	45.08	45.08	46.58	32.61	33.11	33.11	34.61	33.61	31.61	30.61	34.61	43.59	48.07	49.07	50.07	49.07	39.10	38.60	40.10	33.11	32.61	32.61	36.10	38.60	41.09	47.08	48.07		40.08	
ต.ค.-16	44.09	47.58	47.58	46.08	40.60	43.59	44.59	35.61	31.61	31.61	32.11	35.61	38.60	43.59	46.08	35.11	44.59	46.58	44.59	32.61	32.11	32.11	32.61	32.11	33.11	37.60	35.11					38.78	
ม.ค.-17				38.60	28.62	28.12	28.12	30.12	27.62	27.62	28.62	28.62	29.12	29.12	32.12	31.12	28.62	36.11	38.60	40.59	35.11	37.60	29.62	35.61	30.62	29.12	29.12	28.62	29.62	34.61	34.11	31.62	
ก.พ.-17	41.09	43.58	33.12	40.59	42.09	40.09	35.11	35.61	30.12	29.62	29.62	29.12	29.12	39.10	42.58	43.58	40.09	40.09	41.59	39.60	39.60	33.12	37.10	30.12	31.62	31.12	31.62	32.62			36.16		
มี.ค.-17	37.60	41.59	40.59	43.58	42.09	42.58	38.10	32.62	30.12	30.12	31.62	34.11	44.57	46.06	45.57	44.57	47.06	40.59	47.06	46.06	48.05	46.06	38.60	36.61	39.10	46.56	30.12	47.06	31.12	51.53	50.54	41.02	
เม.ย.-17	43.58	46.56	44.57	47.56	33.61	43.58	34.61	39.10	43.58	49.05	49.54	50.04	50.04	52.03	49.54	47.56	41.09	52.52	48.55	48.05	49.54	44.08	47.06	48.55	49.05	51.03	52.52	51.03	52.52	52.03		47.07	
พ.ค.-17	51.53	50.04	48.55	44.57	40.09	51.03	44.57	52.03	44.08	44.08	48.05	36.11	50.54	39.60	46.06	48.05	30.62	49.042	44.074	54.497	56.479	54.497	45.565	51.523	52.515	43.576	54.993	53.506	40.093	44.571	54.993	47.40	
มิ.ย.-17	50.03	51.03	41.59	34.61	46.06	48.55	42.58	49.54	50.53	49.04	49.54	53.51	53.51	50.53	54.50	54.00	43.58	51.03	52.02	47.06	52.52	53.01	55.49	51.03	51.52	50.53	53.51	52.52	50.03		49.90		
ก.ค.-17	51.52	52.52	47.06	41.09	46.56	48.55	44.57	43.58	52.52	51.52	42.08	49.04	49.04	44.07	45.57	46.56	31.12	31.12	38.10	40.09	47.06	52.02	50.53	48.55	40.09	38.10	44.57	46.06	47.06	45.57	42.08	45.10	
ส.ค.-17	35.11	36.11	36.61	38.60	39.60	39.60	51.03	52.52	56.48	56.97	53.51	53.51	54.00	52.02	33.61	34.11	31.12	39.10	51.03	42.08	53.51	54.00	52.52	51.03	50.53	49.54						46.07	

ตารางผนวกที่ 20 อุณหภูมิสูงสุดภายใน Robo-logger ที่ระดับลงต่ำสุดในพื้นที่ศึกษา A ตัวที่ 2

เดือน/ปี	วันที่																															เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
ม.ย.-16	37.59	37.09	40.08	32.10	31.60	34.59	32.60	39.08	38.58	40.58	41.58	43.07	43.07	44.07	41.08	40.08	32.60	32.60	35.59	38.09	37.09	37.59	37.09	38.58	40.08	40.58	41.08	40.08	39.58	40.58		38.27
พ.ค.-16	43.57	36.59	32.60	33.10	37.09	38.09	40.08	40.58	46.56	31.12	45.57	45.57	46.06	45.07	47.06	46.06	49.04	37.11	49.04	49.04	42.08	49.04	46.56	46.56	47.06	47.06	45.57	45.57	42.58	37.60	36.61	42.75
มี.ย.-16	33.61	41.59	44.57	46.06	46.56	49.54	51.03	48.55	50.53	50.53	48.05	37.60	46.56	36.61	37.60	45.57	45.07	35.11	47.55	48.05	40.09	49.54	46.06	43.58	45.57	47.55	45.07	38.60	31.62	31.62		43.65
ก.ค.-16	34.61	36.61	41.59	47.06	44.57	41.09	45.07	47.06	47.06	34.61	43.58	43.08	32.12	35.11	43.08	45.57	49.54	48.05	48.55	49.04	43.08	48.55	45.07	49.04	48.55	44.57	40.59	34.11	31.12	39.60	45.07	42.79
ส.ค.-16	46.06	47.55	47.06	46.06	40.09	47.55	45.57	47.06	46.06	42.08	34.11	31.12	34.61	34.11	35.11	40.09	44.57	47.06	43.58	45.07	49.54	48.05	48.55	43.58	42.58	33.12	36.61	34.11	41.09	46.06	46.56	42.40
ก.ย.-16	48.55	45.07	47.06	45.57	47.06	46.56	32.62	34.11	32.12	34.61	33.61	31.62	30.62	35.61	45.57	49.54	50.03	51.03	48.55	41.09	39.10	40.09	33.12	31.62	31.62	34.61	41.09	43.58	48.55	49.04		40.77
ค.ค.-16	45.57	48.05	48.05	46.56	40.59	38.10	42.08	42.58	31.12	30.62	31.62	35.61	40.59	45.07	47.06	35.11	45.57	46.06	44.57	31.62	31.12	31.12	31.62	31.12	31.12	41.09	36.61					38.89
ม.ค.-17				39.63	28.16	28.16	28.66	30.16	27.66	27.66	28.16	28.16	29.16	33.15	41.62	39.13	29.16	38.13	39.63	42.11	37.64	39.13	30.66	36.64	32.65	30.16	28.66	28.66	32.15	40.13	43.11	33.50
ก.พ.-17	43.11	45.59	33.65	41.62	45.10	42.61	38.63	37.64	30.16	29.16	29.16	28.66	30.66	42.61	45.10	45.10	42.11	43.11	44.60	42.61	41.62	34.15	42.61	30.66	35.15	35.64	42.11	39.63				38.66
มี.ค.-17	43.11	45.10	46.09	45.10	40.62	42.61	33.15	31.16	30.16	30.16	33.15	34.65	47.58	47.58	46.59	45.10	46.59	41.62	49.07	47.58	50.56	50.56	37.14	38.13	51.05	52.54	29.66	48.57	31.66	51.05	51.05	42.54
เม.ย.-17	44.60	47.08	45.10	49.56	35.15	44.60	39.13	51.55	53.03	50.56	50.56	51.05	52.04	52.04	51.05	48.57	41.62	54.03	50.06	49.56	52.54	52.04	52.54	53.03	50.56	53.03	53.03	52.04	53.53	52.04		49.51
พ.ค.-17	51.55	52.04	51.05	42.11	39.63	51.55	47.08	52.04	45.59	48.08	51.05	37.14	52.54	39.63	46.59	50.07	31.11	51.56	44.59	56.04	39.10	53.55	47.08	52.56	53.55	44.09	55.54	53.05	42.09	47.58	55.54	47.90
มี.ย.-17	51.56	51.56	47.58	36.60	46.58	50.56	46.08	52.06	51.56	50.07	51.06	56.04	56.04	49.07	56.04	55.54	55.04	44.59	46.58	49.07	48.07	54.55	55.54	56.54	52.56	54.05	54.05	54.55	54.55	48.57		51.21
ก.ค.-17	41.09	52.06	49.57	41.59	49.07	52.06	48.57	45.58	54.05	53.05	44.09	51.06	50.56	45.08	48.07	49.07	34.11	31.61	33.11	40.10	49.07	54.55	54.05	52.56	41.59	39.10	47.08	51.06	49.07	49.07	38.60	46.43
ส.ค.-17	34.61	37.60	40.60	45.08	41.59	42.09	52.56	56.04	58.53	58.53	55.04	55.54	55.04	42.59	33.61	33.61	32.61	39.10	49.57	46.58	55.04	57.03	52.56	53.05	53.55	57.03						47.65

ตารางผนวกที่ 21 อุณหภูมิสูงสุดภายในตัว Robo-logger ที่ระดับลงต่ำสุดในพื้นที่ศึกษา A ตัวที่ 3

เดือน/ปี	วันที่																															เฉลี่ย	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
เม.ย.-16	44.09	44.59	47.58	35.61	35.61	46.08	41.09	48.07	48.07	48.57	49.07	51.06	48.57	51.56	48.57	42.59	34.61	39.60	46.58	48.07	48.07	47.58	47.58	48.07	48.57	48.57	48.07	48.57	48.07	49.07		46.06	
พ.ค.-16	50.56	42.59	42.09	43.59	49.07	50.07	50.07	47.08	31.60	46.54	46.05	47.54	46.54	49.03	48.03	49.52	39.08	50.51	50.02	44.06	49.52	46.54	46.54	47.54	47.04	46.54	45.55	43.06	38.08	37.09	45.84		
มี.ย.-16	33.60	40.57	45.55	46.05	50.51	50.02	51.01	48.53	51.01	51.01	47.54	37.59	45.55	34.60	35.59	43.56	42.56	35.59	48.03	47.54	41.57	49.52	47.04	42.56	45.05	47.54	45.55	38.58	32.10	31.60	43.57		
ก.ค.-16	33.10	37.59	42.56	47.54	45.55	41.57	45.55	47.04	47.54	34.60	39.58	42.56	33.10	40.57	47.54	47.54	50.51	49.52	49.52	49.03	43.56	50.02	45.55	50.02	48.53	44.55	46.54	42.56	31.60	39.58	46.54	43.91	
ธ.ค.-16	47.04	46.54	46.54	46.54	40.08	47.04	45.05	46.54	46.05	44.06	37.09	32.10	32.60	32.60	33.10	40.57	45.05	44.06	43.56	45.55	49.03	48.53	49.03	45.55	47.54	35.09	36.59	40.08	43.06	47.54	44.55	42.85	
ก.ย.-16	49.03	45.55	48.53	44.55	47.04	48.03	32.60	32.60	33.60	40.57	34.60	32.10	33.10	35.09	46.54	49.03	50.51	51.01	49.03	45.05	40.57	40.08	37.59	32.10	32.10	46.05	46.05	45.55	49.52	50.02		42.26	
ส.ค.-16	48.53	48.53	48.53	46.54	43.56	45.05	45.55	44.06	32.10	31.60	37.59	44.55	45.05	46.54	47.04	35.59	46.05	46.54	45.55	32.60	31.60	31.60	32.10	31.60	36.09	44.06	39.08				41.01		
ม.ค.-17				38.11	28.61	28.61	28.61	28.11	28.11	28.11	28.11	28.61	29.11	29.11	29.11	31.11	32.11	28.61	33.61	36.61	40.61	34.61	38.61	29.11	36.61	31.11	29.61	29.11	29.11	30.11	31.61	36.11	31.52
ก.พ.-17	39.11	43.10	31.61	42.60	43.10	41.11	38.61	36.11	30.61	29.61	29.61	29.61	29.61	34.11	40.11	42.60	41.11	42.11	43.60	41.61	43.10	36.11	36.11	36.11	30.11	31.61	30.61	31.11	31.11			36.41	
มี.ค.-17	32.11	41.61	44.10	44.10	42.11	42.60	38.61	32.11	30.61	30.61	31.61	33.61	45.60	44.60	44.10	43.60	46.10	41.11	47.60	47.10	48.10	47.10	42.11	39.61	35.11	41.61	30.61	43.60	30.61	50.10	50.10	40.72	
เม.ย.-17	44.60	46.60	44.10	45.10	33.11	43.10	33.61	35.11	46.10	46.10	47.10	47.60	47.60	50.10	47.10	45.60	39.11	52.09	47.60	46.60	49.60	49.10	47.10	46.60	45.60	46.60	48.10	45.60	49.60	49.60		45.52	
พ.ค.-17	48.10	47.10	46.10	43.10	39.61	46.60	39.61	47.10	42.60	41.11	43.60	34.11	45.60	36.61	44.60	48.53	31.60	47.04	42.07	53.00	47.54	49.52	41.07	47.04	51.01	41.07	49.52	49.03	39.08	42.07	50.02	44.35	
มี.ย.-17	47.54	47.54	46.54	33.60	41.07	44.55	40.08	46.05	47.04	46.54	47.54	52.50	49.52	45.55	52.50	51.51	52.00	44.55	46.54	45.55	43.06	49.03	51.51	52.50	48.53	50.02	50.51	50.02	50.02	44.06	47.25		
ก.ค.-17	44.55	52.00	40.57	38.58	43.06	46.54	43.56	39.58	48.53	47.04	38.58	47.54	44.06	42.07	47.04	48.03	32.10	31.10	34.10	38.08	44.06	48.03	50.51	50.51	38.58	36.09	46.54	45.05	46.54	47.54	45.05	43.39	
ส.ค.-17	34.10	37.09	36.09	41.57	37.59	37.59	45.55	50.51	53.99	55.97	49.52	52.00	49.52	46.54	33.10	32.60	31.10	36.09	43.56	43.56	50.02	53.49	49.52	47.54	50.51	53.49					44.32		

ตารางผนวกที่ 22 อุณหภูมิสูงสุดภายในตัว Robo-logger ที่ระดับลงต่ำสุดในพื้นที่ศึกษา A เฉลี่ย 3 ตัว

เดือนปี	A L Max																															เฉลี่ย
	วันที่																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
เม.ย.-16	41.26	41.09	43.91	34.94	33.77	41.75	38.76	43.75	43.41	44.41	44.91	46.90	45.41	47.56	44.41	41.59	33.77	36.60	41.42	43.25	42.42	42.58	42.09	42.92	43.75	43.91	43.91	43.58	43.25	44.08		42.18
พ.ค.-16	46.40	39.93	36.93	36.93	42.58	43.25	44.58	44.91	48.39	31.61	45.56	45.40	46.06	45.23	47.39	46.56	48.21	37.43	48.71	48.88	42.08	48.38	45.90	46.06	46.72	46.56	45.23	44.90	42.41	37.43	37.26	43.80
มี.ย.-16	33.44	40.59	43.74	45.07	48.22	48.38	49.71	48.05	49.71	49.87	47.22	37.26	45.90	36.43	36.27	43.74	43.24	35.10	46.72	47.39	40.42	48.55	45.56	42.58	44.90	46.89	44.57	38.09	32.28	31.61		43.07
ก.ค.-16	33.94	36.60	40.92	46.56	44.07	40.59	44.40	46.72	45.89	34.44	41.75	42.91	32.61	37.43	44.57	45.23	48.88	48.05	47.88	48.22	42.58	47.88	44.24	48.71	48.22	44.24	43.24	36.93	31.44	39.26	45.40	42.70
ส.ค.-16	45.56	46.23	46.23	45.73	39.76	46.89	44.90	46.23	45.90	43.08	35.27	31.78	33.27	33.44	34.27	39.59	43.90	45.23	42.58	44.90	48.88	47.55	48.38	44.57	44.90	33.77	35.77	36.43	40.58	45.73	45.56	42.16
ก.ย.-16	47.88	44.57	47.06	45.07	46.39	47.06	32.61	33.27	32.94	36.60	33.94	31.78	31.44	35.10	45.23	48.88	49.87	50.70	48.88	41.75	39.42	40.09	34.60	32.11	32.11	38.92	41.91	43.41	48.38	49.04		41.03
ต.ค.-16	46.06	48.05	48.05	46.39	41.58	42.25	44.07	40.75	31.61	31.28	33.77	38.59	41.41	45.07	46.72	35.27	45.40	46.39	44.90	32.28	31.61	31.61	32.11	31.61	33.44	40.92	36.93					39.56
ม.ค.-17				38.78	28.46	28.30	28.46	29.46	27.80	27.80	28.46	28.63	29.13	30.46	34.95	34.12	28.80	35.95	38.28	41.10	35.79	38.45	29.80	36.29	31.46	29.63	28.96	28.80	30.63	35.45	37.78	32.21
ก.พ.-17	41.10	44.09	32.79	41.60	43.43	41.27	37.45	36.45	30.30	29.46	29.46	29.13	29.80	38.61	42.59	43.76	41.10	41.77	43.26	41.27	41.44	34.46	38.61	30.30	32.79	32.46	34.95	34.45				37.08
มี.ค.-17	37.61	42.76	43.59	44.26	41.60	42.60	36.62	31.96	30.30	30.30	32.13	34.12	45.92	46.08	45.42	44.42	46.58	41.10	47.91	46.91	48.90	47.91	39.28	38.12	41.75	46.90	30.13	46.41	31.13	50.89	50.56	41.43
เม.ย.-17	44.26	46.75	44.59	47.41	33.96	43.76	35.78	41.92	47.57	48.57	49.07	49.56	49.89	51.39	49.23	47.24	40.60	52.88	48.74	48.07	50.56	48.41	48.90	49.39	48.40	50.22	51.22	49.56	51.88	51.22		47.37
พ.ค.-17	50.39	49.73	48.57	43.26	39.78	49.73	43.75	50.39	44.09	44.42	47.57	35.79	49.56	38.61	45.75	48.88	31.11	49.21	43.58	54.51	47.70	52.52	44.57	50.37	52.36	42.91	53.35	51.86	40.42	44.74	53.52	46.55
มี.ย.-17	49.71	50.04	45.23	34.94	44.57	47.89	42.91	49.21	49.71	48.55	49.38	54.01	53.02	48.38	54.35	53.68	53.68	44.24	48.05	48.88	46.06	52.03	53.35	54.84	50.70	51.86	51.70	52.69	52.36	47.55		49.45
ก.ค.-17	45.72	52.19	45.73	40.42	46.23	49.05	45.57	42.91	51.70	50.54	41.58	49.21	47.89	43.74	46.89	47.89	32.44	31.28	35.10	39.42	46.73	51.53	51.70	50.54	40.09	37.76	46.06	47.39	47.56	47.39	41.91	44.97
ส.ค.-17	34.60	36.93	37.76	41.75	39.59	39.76	49.71	53.02	56.33	57.16	52.69	53.68	52.86	47.05	33.44	33.44	31.61	38.10	48.05	44.07	52.86	54.84	51.53	50.54	51.53	53.35						46.01

ตารางผนวกที่ 23 อุณหภูมิสูงสุดภายใน Robo-logger ที่ระดับน้ำขึ้นสูงสุดในพื้นที่ศึกษา B ตัวที่ 1

BHI Max																																
เดือน/ปี	วันที่																															เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
เม.ย.-16	44.08	44.58	48.06	37.61	34.12	41.09	42.59	46.07	47.56	47.06	49.05	50.54	49.55	51.53	47.56	47.06	36.11	37.11	41.59	47.06	44.08	46.07	45.57	47.06	47.06	47.06	47.56	46.07	45.57	47.56		45.12
พ.ค.-16	50.54	45.57	39.10	38.60	45.57	45.07	47.06	47.56	44.08	31.61	47.58	47.08	47.08	48.07	50.56	49.57	49.57	42.09	49.07	50.07	42.59	49.57	47.08	47.58	48.07	48.07	45.58	45.08	43.09	37.60	37.10	45.38
มิ.ย.-16	32.61	38.10	40.60	42.59	48.07	47.08	48.07	49.57	49.07	51.06	48.07	37.60	47.58	41.59	36.10	39.60	41.09	34.11	46.58	49.07	41.59	48.57	43.09	43.09	46.08	46.08	44.09	38.10	33.11	32.61	42.82	
ก.ค.-16	34.11	35.11	38.60	45.58	43.09	40.10	43.09	48.07	44.59	34.11	40.60	44.59	32.61	34.11	43.59	45.58	49.57	52.06	47.08	46.58	42.09	46.58	42.09	49.57	51.06	46.58	44.59	45.58	31.61	36.60	44.59	42.70
ส.ค.-16	45.08	44.59	46.58	46.08	39.10	47.58	45.58	46.58	46.08	43.09	36.10	32.61	31.61	35.11	35.11	39.10	42.59	45.08	39.60	46.08	50.07	47.08	48.57	47.58	49.07	40.10	32.61	38.10	35.61	41.09	44.09	42.17
ก.ย.-16	46.58	42.09	47.58	46.58	46.58	48.07	33.11	34.61	35.11	47.08	36.10	31.61	34.11	34.11	43.59	47.58	48.57	51.06	51.56	39.60	41.09	43.09	42.59	42.59	43.59	38.10	42.09	43.59	43.59	43.59	42.31	
ต.ค.-16	51.56	49.57	49.57	47.08	43.09	46.08	50.07	47.58	35.11	36.60	34.61	39.10	39.60	44.59	47.58	35.61	45.08	49.07	46.08	34.11	32.61	32.61	35.11	32.61	35.11	41.09	37.10				41.41	
ม.ค.-17				44.13	28.68	28.68	30.18	30.68	28.18	28.18	28.68	29.18	29.18	31.18	37.66	39.16	29.68	38.66	41.15	42.64	39.16	40.15	30.68	37.16	32.18	31.18	29.68	29.18	30.68	40.15	42.64	33.88
ก.พ.-17	42.64	44.63	34.17	42.14	43.64	42.64	40.65	38.66	30.68	30.18	29.68	29.68	30.68	42.64	44.13	43.64	42.14	42.64	43.14	36.67	38.66	33.18	43.14	31.18	34.17	33.68	40.15	39.65			38.17	
มี.ค.-17	45.13	43.64	45.13	44.63	42.64	43.14	37.66	31.68	30.68	30.68	31.68	32.68	41.15	45.62	45.62	45.13	47.61	42.14	48.60	47.61	50.09	50.09	35.17	34.17	48.60	50.09	31.18	46.12	32.68	51.58	52.08	42.09
เม.ย.-17	45.13	47.61	46.12	48.11	35.17	47.11	37.66	49.60	48.60	46.62	49.10	50.09	50.59	52.57	51.08	48.11	41.15	54.56	49.10	48.11	51.08	47.11	44.63	45.13	47.11	51.08	52.08	50.09	53.56	53.07	48.04	
พ.ค.-17	53.07	51.08	49.60	38.66	39.65	49.60	43.14	51.58	42.64	50.09	49.10	35.17	51.58	39.16	47.11	52.01	34.07	53.00	45.54	55.99	50.02	54.99	40.55	49.52	54.00	43.54	52.01	53.00	42.05	45.54	53.00	47.42
มิ.ย.-17	53.50	54.99	55.49	44.04	45.04	49.02	44.54	50.52	53.00	52.51	49.52	57.48	54.50	51.51	57.98	55.99	55.49	49.02	50.02	50.52	49.02	52.01	55.49	57.48	49.02	54.99	55.49	53.50	50.02	46.03	51.92	
ก.ค.-17	47.03	55.49	47.53	42.05	43.54	49.52	48.03	42.55	54.00	48.03	41.55	51.01	48.03	45.54	50.52	51.51	42.55	36.06	36.06	39.56	47.53	51.01	54.00	52.01	41.05	37.56	51.51	50.02	51.01	53.50	53.50	47.19
ส.ค.-17	38.56	43.54	40.55	44.54	43.54	40.05	50.52	54.00	58.47	57.98	50.02	54.00	51.51	48.03	37.56	36.06	35.07	40.55	48.03	46.03	54.00	56.98	54.00	52.01	55.49	42.05					47.43	

ตารางผนวกที่ 24 อุณหภูมิสูงสุดภายใน Robo-logger ที่ระดับน้ำขึ้นสูงสุดในพื้นที่ศึกษา B ตัวที่ 2

B H2 Max																																
เดือน/ปี	วันที่																															เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
เม.ย.-16	45.59	44.60	47.08	35.63	34.13	46.59	46.09	49.57	50.07	50.07	51.56	54.54	51.56	56.52	51.06	46.09	35.13	36.63	46.09	49.07	47.58	50.07	49.07	50.56	50.56	50.56	50.07	49.57	48.58	51.56		47.53
พ.ค.-16	55.53	43.10	38.12	37.62	51.06	49.07	51.56	51.06	48.08	31.62	51.04	51.04	52.03	48.56	54.02	53.52	53.52	38.60	55.51	56.50	42.59	55.01	50.05	52.53	53.03	53.52	50.54	51.54	47.56	39.60	44.08	48.75
มิ.ย.-16	33.61	41.09	44.58	48.06	55.01	54.02	56.00	54.52	55.01	57.00	54.02	39.10	52.53	40.10	36.11	44.08	47.06	35.11	51.04	55.01	44.58	55.51	50.05	47.56	50.54	54.02	49.55	40.10	34.61	32.12		47.06
ก.ค.-16	33.61	37.60	42.09	52.03	47.06	43.08	50.05	54.02	51.04	36.61	48.56	46.07	33.12	35.11	46.07	47.06	53.52	56.00	53.03	53.52	45.57	51.54	47.06	54.02	54.02	49.55	49.05	49.55	32.12	39.60	47.06	46.40
ส.ค.-16	50.05	50.54	52.03	51.54	41.59	53.52	50.54	53.03	52.53	48.56	39.10	33.12	31.12	38.10	38.10	42.59	49.55	50.54	44.58	49.05	55.51	52.03	55.01	51.54	53.52	36.11	32.62	40.10	38.60	47.06	49.55	46.17
ก.ย.-16	52.53	46.07	50.54	49.55	50.05	54.52	33.61	34.61	35.61	39.10	33.12	31.62	32.62	36.11	47.56	51.54	54.52	55.01	54.52	44.08	41.09	44.08	38.60	32.62	33.12	41.09	45.07	44.58	50.54	52.53		43.67
ต.ค.-16	53.03	52.53	49.55	49.55	43.58	49.05	48.06	50.05	32.12	33.61	32.12	39.60	43.08	48.06	49.55	36.61	48.06	49.55	49.05	34.11	32.12	32.12	33.12	31.62	31.62	42.59	38.60					41.95
ม.ก.-17				41.61	28.64	28.64	29.64	31.13	27.64	28.14	29.14	28.64	29.64	37.62	41.61	41.11	29.64	39.62	42.11	44.10	40.61	42.11	30.63	39.62	34.63	32.13	29.14	29.14	32.13	40.61	43.60	34.75
ก.พ.-17	43.11	45.60	33.63	42.61	44.10	43.11	41.11	39.62	33.13	29.64	29.64	29.14	31.13	43.60	45.10	45.10	42.11	42.61	43.11	43.60	43.60	36.13	45.60	31.63	36.13	35.63	39.62	37.62			39.17	
มี.ค.-17	44.60	42.61	44.60	45.60	44.60	44.60	40.11	34.63	30.63	30.63	32.13	33.63	48.08	47.09	46.59	46.59	49.08	43.60	49.08	50.07	51.57	51.07	41.11	39.12	49.08	47.59	30.13	47.09	32.13	52.56	54.05	43.36
เม.ย.-17	46.09	48.08	47.59	46.59	35.13	47.09	42.61	48.58	52.06	48.58	49.58	50.57	51.07	53.56	51.07	49.58	42.11	56.54	51.07	51.07	54.55	53.06	53.56	51.57	47.59	50.57	51.57	48.58	53.56	54.05		49.57
พ.ค.-17	54.55	52.56	51.07	44.60	41.11	49.58	41.11	52.06	45.10	50.57	49.08	34.13	51.57	36.13	48.08	50.56	33.11	47.58	43.59	54.05	49.07	53.55	39.10	47.08	53.55	41.59	49.57	50.56	40.10	42.09	49.07	46.63
มิ.ย.-17	49.57	49.07	49.07	33.61	40.60	43.09	40.10	46.08	47.08	48.57	47.58	55.54	52.06	48.57	56.54	55.54	53.05	46.58	47.58	50.56	43.59	48.07	52.06	54.55	47.08	52.56	52.56	51.56	47.08	42.59		48.40
ก.ค.-17	45.08	55.54	46.58	39.60	41.09	45.58	43.09	40.10	49.57	47.08	39.60	49.57	45.58	41.59	51.06	49.07	38.60	31.11	37.10	38.10	43.59	47.58	51.56	51.06	40.10	36.60	49.07	47.58	48.07	48.07	46.08	44.65
ส.ค.-17	42.59	34.61	35.11	40.10	39.10	38.10	45.08	51.06	56.04	57.03	48.07	52.56	50.07	46.58	40.60	36.10	32.11	37.60	49.07	42.59	51.06	54.55	52.06	48.07	52.06	42.09						45.16

ตารางผนวกที่ 25 อุณหภูมิสูงสุดภายใน Robo-logger ที่ระดับน้ำขึ้นสูงสุดในพื้นที่ศึกษา B ตัวที่ 3

B H3 Max																																		
เดือน/ปี	วันที่																															เฉลี่ย		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
เม.ย.-16	43.54	38.55	39.55	34.07	32.57	36.56	41.55	47.02	48.02	47.52	49.01	51.50	49.01	53.49	47.52	43.54	33.57	34.56	41.55	43.54	45.03	47.02	46.03	47.52	47.52	47.02	47.02	46.52	46.03	47.52				44.11
พ.ค.-16	52.99	40.55	35.06	36.06	43.54	45.53	49.01	48.02	45.03	31.62	49.07	49.07	49.57	48.07	52.05	52.05	53.05	35.11	52.55	55.04	45.09	53.55	50.06	51.06	50.56	51.06	50.06	50.56	46.58	39.11	36.11			46.67
มิ.ย.-16	33.62	43.09	46.08	49.07	54.54	53.55	55.04	53.05	55.53	55.04	51.56	39.11	48.07	35.11	34.62	44.09	44.59	36.11	51.06	53.55	44.09	54.54	49.57	47.08	48.57	52.55	49.57	39.11	32.62	31.62				46.19
ก.ค.-16	35.61	38.11	43.09	51.06	47.08	43.59	49.57	52.05	49.57	36.11	45.09	37.11	32.12	33.12	44.59	46.08	54.04	53.05	51.56	52.55	45.09	51.06	47.08	52.05	51.56	48.07	45.09	40.60	31.62	36.61	44.59			44.79
ส.ค.-16	49.07	50.56	51.56	49.57	41.60	52.05	49.07	50.56	49.07	42.59	34.12	32.12	31.12	35.11	35.61	41.60	48.07	50.06	45.09	47.08	53.55	51.56	52.05	48.57	50.06	34.62	32.12	38.61	41.10	47.58	48.57			44.65
ก.ย.-16	51.56	46.08	49.07	47.08	49.07	51.06	32.62	32.62	33.62	39.60	32.62	31.12	31.12	34.12	47.58	51.06	53.55	53.55	52.55	45.09	40.60	43.59	36.61	32.62	32.62	38.11	46.08	44.09	50.06	51.06				42.67
ต.ค.-16	47.08	50.06	49.07	48.07	43.09	47.58	46.08	47.58	31.62	32.12	31.62	43.59	41.60	49.07	49.07	36.61	47.58	48.07	48.07	32.62	32.12	31.62	32.62	31.62	31.62	43.59	38.61							41.19
ม.ค.-17				40.57	35.08	29.09	30.09	32.09	27.59	28.09	32.09	29.59	36.08	44.06	44.06	41.57	32.09	42.56	45.55	46.55	42.07	46.05	39.07	45.05	42.56	44.06	39.07	32.09	42.07	45.05	45.05			38.54
ก.พ.-17	42.56	45.05	33.09	46.05	47.54	46.55	44.56	44.06	39.57	38.08	39.57	39.57	43.06	45.05	45.55	45.05	45.55	46.05	47.54	44.56	46.05	39.57	47.54	35.08	37.58	43.06	42.07	44.06						42.99
มี.ค.-17	46.05	43.06	47.54	46.05	44.06	44.56	41.07	37.58	31.09	31.59	32.59	33.59	46.55	44.56	44.56	45.05	47.05	43.56	48.04	49.53	49.53	49.53	44.56	43.56	49.53	44.56	34.09	45.55	34.09	50.03	50.53			43.33
เม.ย.-17	46.05	49.04	46.55	44.56	34.58	47.05	44.06	46.05	47.05	45.55	46.55	47.54	48.04	51.03	47.54	48.04	39.57	54.51	48.54	48.54	52.02	50.53	51.52	51.03	46.05	47.05	47.05	44.56	52.02	51.52				47.46
พ.ค.-17	51.03	50.03	48.54	43.56	43.06	51.03	42.07	49.04	42.56	49.53	43.56	34.09	45.55	35.58	46.55	49.55	33.12	51.54	45.07	57.49	53.52	56.50	40.10	50.05	54.52	43.58	53.03	52.53	41.09	45.57	55.51			47.05
มิ.ย.-17	52.53	53.03	48.06	35.11	41.09	48.56	44.58	50.54	52.03	51.04	50.05	58.48	56.00	49.05	57.99	56.50	57.00	48.56	51.04	50.54	45.57	51.04	56.00	58.98	49.55	54.52	56.00	55.51	51.54	45.57				51.20
ก.ค.-17	49.55	56.50	38.60	41.09	44.08	46.57	45.07	43.58	53.52	49.55	41.09	51.54	48.06	44.58	50.54	49.55	35.11	31.62	37.60	35.61	43.58	53.03	54.52	52.03	40.59	36.61	50.54	49.55	50.54	51.04	46.07			45.86
ส.ค.-17	36.61	35.11	36.61	41.09	40.10	39.60	50.05	56.00	59.97	58.98	49.05	55.01	52.53	49.55	38.10	35.61	31.62	37.60	49.55	45.57	55.51	57.00	55.01	50.54	55.51	43.08								46.73

ตารางผนวกที่ 26 อุณหภูมิสูงสุดภายใน Robo-logger ที่ระดับน้ำขึ้นสูงสุดในพื้นที่ศึกษา B เฉลี่ย 3 ตัว

เดือน/ปี	BH Max																															เฉลี่ย
	วันที่																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
เม.ย.-16	44.40	42.58	44.90	35.77	33.61	41.41	43.41	47.55	48.55	48.22	49.87	52.19	50.04	53.85	48.71	45.56	34.94	36.10	43.08	46.56	45.56	47.72	46.89	48.38	48.38	48.22	48.22	47.39	46.72	48.88		45.59
พ.ค.-16	53.02	43.07	37.43	37.43	46.72	46.56	49.21	48.88	45.73	31.62	49.23	49.06	49.56	48.23	52.21	51.71	52.05	38.60	52.38	53.87	43.42	52.71	49.06	50.39	50.55	50.88	48.73	49.06	45.74	38.77	39.10	46.93
มิ.ย.-16	33.28	40.76	43.75	46.57	52.54	51.55	53.04	52.38	53.21	54.37	51.22	38.60	49.39	38.93	35.61	42.59	44.25	35.11	49.56	52.54	43.42	52.87	47.57	45.91	48.40	50.88	47.73	39.10	33.45	32.12	45.36	
ก.ค.-16	34.44	36.94	41.26	49.56	45.74	42.26	47.57	51.38	48.40	35.61	44.75	42.59	32.61	34.11	44.75	46.24	52.38	53.70	50.55	50.88	44.25	49.72	45.41	51.88	52.21	48.07	46.24	45.24	31.78	37.60	45.41	44.63
ส.ค.-16	48.07	48.56	50.06	49.06	40.76	51.05	48.40	50.06	49.23	44.75	36.44	32.61	31.28	36.11	36.27	41.09	46.74	48.56	43.09	47.40	53.04	50.22	51.88	49.23	50.89	36.94	32.45	38.93	38.44	45.24	47.40	44.33
ก.ย.-16	50.22	44.75	49.06	47.74	48.56	51.22	33.11	33.95	34.78	41.93	33.95	31.45	32.61	34.78	46.24	50.06	52.21	53.21	52.88	42.92	40.93	43.59	39.27	35.94	36.44	39.10	44.42	44.08	48.06	49.06	42.88	
ต.ค.-16	50.55	50.72	49.40	48.23	43.25	47.57	48.07	48.40	32.95	34.11	32.78	40.76	41.43	47.24	48.73	36.27	46.91	48.90	47.74	33.61	32.28	32.12	33.61	31.95	32.78	42.42	38.10				41.51	
ม.ค.-17				42.10	30.80	28.80	29.97	31.30	27.80	28.14	29.97	29.14	31.63	37.62	41.11	40.61	30.47	40.28	42.94	44.43	40.61	42.77	33.46	40.61	36.46	35.79	32.63	30.14	34.96	41.94	43.77	35.72
ก.พ.-17	42.77	45.09	33.63	43.60	45.09	44.10	42.11	40.78	34.46	32.63	32.96	32.80	34.96	43.77	44.93	44.60	43.27	43.77	44.60	41.61	42.77	36.29	45.43	32.63	35.96	37.45	40.61	40.44			40.11	
มี.ค.-17	45.26	43.10	45.76	45.42	43.77	44.10	39.61	34.63	30.80	30.97	32.13	33.30	45.26	45.76	45.59	45.59	47.91	43.10	48.57	49.07	50.40	50.23	40.28	38.95	49.07	47.41	31.80	46.25	32.96	51.39	52.22	42.92
เม.ย.-17	45.76	48.24	46.75	46.42	34.96	47.08	41.44	48.08	49.24	46.92	48.41	49.40	49.90	52.38	49.90	48.57	40.94	55.20	49.57	49.24	52.55	50.23	49.90	49.24	46.92	49.57	50.23	47.74	53.05	52.88	48.36	
พ.ค.-17	52.88	51.23	49.73	42.27	41.28	50.07	42.10	50.89	43.43	50.07	47.25	34.46	49.57	36.95	47.25	50.71	33.43	50.70	44.73	55.84	50.87	55.01	39.92	48.88	54.02	42.91	51.53	52.03	41.08	44.40	52.53	47.03
มิ.ย.-17	51.87	52.36	50.87	37.59	42.24	46.89	43.07	49.05	50.70	50.71	49.05	57.17	54.19	49.71	57.50	56.01	55.18	48.05	49.54	50.54	46.06	50.37	54.52	57.00	48.55	54.02	54.68	53.52	49.54	44.73	50.51	
ก.ค.-17	47.22	55.84	44.24	40.91	42.91	47.22	45.40	42.08	52.36	48.22	40.75	50.71	47.22	43.90	50.71	50.04	38.75	32.93	36.92	37.76	44.90	50.54	53.36	51.70	40.58	36.92	50.37	49.05	49.88	50.87	48.55	45.90
ส.ค.-17	39.25	37.75	37.42	41.91	40.91	39.25	48.55	53.69	58.16	58.00	49.05	53.85	51.37	48.05	38.75	35.93	32.93	38.59	48.88	44.73	53.52	56.17	53.69	50.21	54.35	42.41					46.44	

ตารางผนวกที่ 27 อุณหภูมิสูงสุดภายใน Robo-logger ที่ระดับน้ำลางปานกลางในพื้นที่ศึกษา B ตัวที่ 1

เดือน/ปี	BMI Max																															เฉลี่ย
	วันที่																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
เม.ย.-16	48.07	48.57	50.06	43.09	38.61	47.58	48.07	50.56	51.56	50.56	52.05	53.55	51.56	54.54	51.56	51.56	43.59	46.58	47.08	48.07	50.06	51.06	51.06	51.56	51.56	51.56	50.56	50.56	49.57	52.55		49.56
พ.ค.-16	53.55	51.06	44.59	44.59	47.08	52.05	51.56	51.56	47.58	31.62	48.55	48.55	48.55	46.57	49.55	47.56	51.04	34.12	50.04	51.04	42.59	52.03	49.55	49.05	50.04	48.55	47.56	46.57	45.57	38.11	34.12	46.92
มิ.ย.-16	32.62	40.10	45.07	46.57	54.51	51.04	52.53	51.53	53.02	53.02	50.54	37.61	44.08	33.12	33.12	42.09	43.09	36.11	49.05	47.56	41.09	52.53	46.57	44.08	48.06	50.54	48.06	36.61	31.62	31.62	44.24	
ก.ค.-16	32.12	38.11	42.59	49.55	46.57	42.59	45.57	50.54	47.56	35.61	42.59	35.12	31.62	32.12	41.59	44.58	51.04	48.55	50.54	50.04	44.58	48.06	44.08	51.53	51.53	45.57	34.12	33.12	31.62	36.11	43.58	42.66
ส.ค.-16	46.07	48.06	50.04	49.05	41.59	50.04	47.06	49.05	47.56	36.11	32.62	31.62	30.63	31.62	35.12	39.10	44.08	45.57	42.09	47.06	52.03	50.54	50.54	38.60	44.58	33.12	32.12	33.12	41.09	44.08	46.07	42.26
ก.ย.-16	49.05	44.08	47.56	45.57	50.04	48.55	31.12	32.12	32.12	35.12	32.12	31.12	30.13	33.12	45.57	49.05	53.02	54.51	52.03	40.60	39.10	41.59	33.62	32.62	32.62	34.12	37.61	43.58	49.05	47.56		40.94
ต.ค.-16	46.57	49.55	48.55	44.58	41.59	43.58	42.59	45.07	31.62	31.12	31.62	35.12	39.60	46.07	48.55	34.62	47.06	47.56	47.06	32.12	31.62	31.62	32.12	31.62	31.12	42.59	33.12				39.56	
ม.ค.-17				41.61	28.63	28.13	29.63	30.63	27.63	28.63	29.63	28.63	29.63	39.11	43.10	41.11	31.13	41.11	44.60	46.09	40.11	44.10	31.63	41.11	36.12	35.12	29.13	28.63	35.12	43.60	45.10	35.67
ก.พ.-17	43.60	45.60	33.12	45.10	46.59	45.60	43.60	42.11	34.62	29.63	29.13	29.13	33.12	45.10	46.59	46.59	45.10	45.60	47.09	46.09	46.09	39.61	46.59	31.63	35.12	37.62	37.62	39.11			40.59	
มี.ค.-17	45.10	43.60	47.59	47.09	47.09	47.09	43.60	40.61	34.62	30.63	33.62	40.11	48.09	48.09	48.59	48.59	50.58	46.09	50.08	50.58	52.07	51.57	47.09	48.59	51.08	45.60	30.13	46.59	33.62	52.57	53.56	45.29
เม.ย.-17	47.09	48.59	48.09	45.60	35.62	47.09	45.60	47.09	49.58	49.08	52.07	52.57	52.07	53.07	51.57	52.57	43.10	56.55	53.07	53.07	54.56	54.06	54.06	50.08	49.58	50.08	51.57	46.59	52.57	54.06		50.01
พ.ค.-17	54.06	53.56	52.57	49.08	45.10	51.57	43.10	51.57	44.10	51.08	45.10	35.12	48.59	36.12	48.59	48.57	33.12	51.06	44.09	56.53	49.57	49.07	42.59	52.05	53.55	44.09	55.04	51.06	41.60	47.08	56.03	47.88
มิ.ย.-17	51.56	51.06	41.60	33.62	44.09	50.06	46.58	51.56	52.05	50.06	50.06	57.03	56.03	47.08	56.03	55.53	56.03	46.58	48.07	46.58	40.10	52.05	55.04	57.52	49.07	53.55	54.54	55.04	52.55	44.59		50.18
ก.ค.-17	51.06	53.05	41.60	40.10	44.59	45.09	45.58	44.59	53.55	49.07	42.59	50.06	48.57	45.58	48.07	48.57	32.62	30.62	33.62	35.61	44.59	50.56	53.55	51.06	40.10	36.61	48.07	47.58	48.57	46.58	37.11	44.79
ส.ค.-17	34.62	34.62	36.11	39.60	41.10	40.60	51.06	55.04	57.52	57.52	50.06	54.54	53.05	49.57	35.61	33.62	31.62	36.11	49.57	45.09	50.06	55.53	53.05	50.56	52.05	43.59						45.83

ตารางผนวกที่ 28 อุณหภูมิสูงสุดภายใน Robo-logger ที่ระดับน้ำลงปานกลางในพื้นที่ศึกษา B ตัวที่ 2

A M2 Max																																	
เดือนปี	วันที่																															เฉลี่ย	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
เม.ย.-16	40.56	39.56	41.55	35.07	32.07	35.07	37.06	40.06	41.55	42.05	42.55	45.04	43.55	47.04	42.55	42.55	33.57	33.07	36.56	37.56	37.56	39.06	39.06	41.05	41.55	41.55	42.05	41.05	41.05	42.05			39.82
พ.ค.-16	45.04	40.06	33.57	32.57	37.56	38.06	40.56	41.05	38.06	31.57	51.50	51.00	51.50	48.51	52.99	51.50	51.50	41.05	51.50	52.99	41.05	51.99	49.01	51.99	52.49	51.99	49.01	49.51	46.52	40.05	46.52	45.56	
มิ.ย.-16	38.06	43.04	44.53	49.51	51.00	50.01	51.99	51.99	51.50	54.48	52.49	40.05	52.99	51.00	44.04	46.52	45.53	35.56	49.51	51.50	43.04	51.50	48.02	47.52	50.50	50.01	47.52	41.05	43.04	36.56		47.13	
ก.ค.-16	38.06	37.06	42.04	49.51	46.52	42.04	46.52	51.99	48.02	36.06	45.53	50.01	36.06	40.05	46.03	44.04	51.00	53.49	51.00	50.50	44.53	51.50	46.52	52.49	52.49	50.01	48.02	44.53	33.57	39.55	44.53	45.59	
ส.ค.-16	49.01	48.51	49.51	50.01	41.05	50.50	50.01	51.50	50.50	48.51	47.02	33.57	35.06	40.05	39.05	46.03	47.52	49.51	44.04	50.50	53.49	49.51	52.49	50.01	51.50	35.56	35.56	38.06	37.56	46.03	49.51	45.83	
ก.ย.-16	50.50	46.52	51.00	50.50	48.51	51.50	38.06	43.04	37.06	44.04	35.06	32.07	32.57	39.55	46.52	50.50	51.99	52.99	52.49	41.55	41.55	43.54	39.05	32.57	33.07	39.05	43.54	43.04	49.01	50.50		43.70	
ต.ค.-16	52.49	51.00	50.01	49.01	44.53	46.52	49.51	49.01	32.07	34.56	32.07	40.05	41.55	47.52	47.52	36.56	47.02	50.01	48.02	35.06	32.07	32.07	33.07	31.57	32.07	39.55	39.55					41.63	
ม.ค.-17																																	
ก.พ.-17																																	
มี.ค.-17																																	
เม.ย.-17																																	
พ.ค.-17																	49.05	31.12	49.05	43.58	55.01	36.61	42.59	41.09	50.54	48.06	43.58	54.51	48.06	42.09	43.09	52.53	45.66
มิ.ย.-17	49.05	48.06	41.59	32.62	44.08	46.57	43.58	48.55	50.04	49.05	49.05	56.00	51.53	47.56	56.49	54.51	54.51	44.58	36.61	44.58	39.10	50.54	53.02	55.50	48.06	52.03	53.02	53.52	51.04	43.09		48.25	
ก.ค.-17	40.10	50.54	35.12	38.60	38.60	42.59	44.08	41.09	51.04	49.05	43.09	51.04	46.57	42.09	48.06	47.06	31.62	30.63	30.63	34.62	42.59	47.06	52.53	51.53	40.10	37.11	48.06	45.57	47.56	40.60	33.62	42.66	
ส.ค.-17	32.62	32.62	32.62	39.60	39.10	39.60	48.55	50.54	57.48	57.48	49.05	53.02	50.54	38.11	32.62	32.62	31.12	33.62	46.07	44.08	48.55	54.51	52.53	49.55	52.03	42.09						43.86	

ตารางผนวกที่ 29 อุณหภูมิสูงสุดภายใน Robo-logger ที่ระดับน้ำลงปานกลางในพื้นที่ศึกษา B ตัวที่ 3

B M3 Max																																
เดือน/ปี	วันที่																															เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
เม.ย.-16	41.09	34.61	34.61	33.12	32.62	35.11	41.09	46.57	48.06	48.56	49.05	51.54	48.56	51.54	46.07	40.10	33.12	33.61	41.09	41.59	46.57	46.57	47.56	48.06	48.56	48.56	48.06	47.56	46.07	48.06		43.58
พ.ค.-16	53.03	34.61	34.11	33.61	46.57	48.56	49.55	50.05	47.06																							44.13
มิ.ย.-16																																
ก.ค.-16																																
ส.ค.-16																																
ก.ย.-16																																
ต.ค.-16																																
ม.ค.-17																																
ก.พ.-17																																
มี.ค.-17																																
เม.ย.-17																																
พ.ค.-17																51.07	32.06	51.57	44.12	56.03	55.53	53.55	42.62	51.57	53.05	44.12	55.04	50.08	44.61	46.60	54.05	49.14
มิ.ย.-17	51.07	51.07	47.59	36.65	46.60	50.08	47.10	51.07	51.57	50.57	51.07	54.54	53.05	47.10	56.03	54.05	54.05	45.61	49.58	47.10	47.10	53.05	54.05	55.04	50.57	54.05	53.55	52.06	52.06	48.59	50.52	
ก.ค.-17	50.08	54.54	42.62	40.63	44.61	50.57	46.60	42.62	52.06	47.59	42.13	50.08	48.09	47.10	45.11	47.59	36.65	32.16	34.65	39.14	48.09	50.57	53.55	49.08	40.63	38.14	46.10	48.59	48.59	49.08	45.11	45.55
ส.ค.-17	33.656	37.644	39.636	43.617	43.120	39.636	50.573	53.054	56.028	57.019	52.558	54.541	54.541	47.594	34.155	33.656	32.159	37.644	51.069	49.580	55.533	55.533	52.062	51.069	54.046	46.103					46.76	

ตารางผนวกที่ 30 อุณหภูมิสูงสุดภายใน Robo-logger ที่ระดับน้ำตงปานกลางในพื้นที่ศึกษา B เฉลี่ย 3 ตัว

เดือน/ปี	B M Max																															เฉลี่ย
	วันที่																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
เม.ย.-16	43.24	40.91	42.08	37.09	34.43	39.25	42.08	45.73	47.06	47.06	47.89	50.04	47.89	51.04	46.73	44.73	36.76	37.75	41.58	42.41	44.73	45.56	45.89	46.89	47.22	47.22	46.89	46.39	45.56	47.55		44.32
พ.ค.-16	50.54	41.91	37.42	36.92	43.74	46.22	47.22	47.55	44.23	31.60	50.03	49.78	50.03	47.54	51.27	49.53	51.27	37.58	50.77	52.01	41.82	52.01	49.28	50.52	51.27	50.27	48.29	48.04	46.05	39.08	40.32	46.26
มิ.ย.-16	35.34	41.57	44.80	48.04	52.76	50.52	52.26	51.76	52.26	53.75	51.52	38.83	48.53	42.06	38.58	44.31	44.31	35.84	49.28	49.53	42.07	52.01	47.29	45.80	49.28	50.27	47.79	38.83	37.33	34.09		45.69
ก.ค.-16	35.09	37.58	42.32	49.53	46.55	42.32	46.05	51.27	47.79	35.84	44.06	42.56	33.84	36.09	43.81	44.31	51.02	51.02	50.77	50.27	44.56	49.78	45.30	52.01	52.01	47.79	41.07	38.83	32.59	37.83	44.06	44.13
ส.ค.-16	47.54	48.29	49.78	49.53	41.32	50.27	48.53	50.27	49.03	42.31	39.82	32.59	32.84	35.84	37.08	42.56	45.80	47.54	43.06	48.78	52.76	50.02	51.52	44.31	48.04	34.34	33.84	35.59	39.33	45.05	47.79	44.04
ก.ย.-16	49.78	45.30	49.28	48.04	49.28	50.03	34.59	37.58	34.59	39.58	33.59	31.60	31.35	36.34	46.05	49.78	52.51	53.75	52.26	41.07	40.32	42.56	36.34	32.59	32.84	36.59	40.57	43.31	49.03	49.03		42.32
ต.ค.-16	49.53	50.27	49.28	46.79	43.06	45.05	46.05	47.04	31.85	32.84	31.85	37.58	40.57	46.79	48.04	35.59	47.04	48.78	47.54	33.59	31.85	31.85	32.59	31.60	31.60	41.07	36.34					40.59
ม.ก.-17				41.61	28.63	28.13	29.63	30.63	27.63	28.63	29.63	28.63	29.63	39.11	43.10	41.11	31.13	41.11	44.60	46.09	40.11	44.10	31.63	41.11	36.12	35.12	29.13	28.63	35.12	43.60	45.10	35.67
ก.พ.-17	43.60	45.60	33.12	45.10	46.59	45.60	43.60	42.11	34.62	29.63	29.13	29.13	33.12	45.10	46.59	46.59	45.10	45.60	47.09	46.09	46.09	39.61	46.59	31.63	35.12	37.62	37.62	39.11			40.59	
มี.ค.-17	45.10	43.60	47.59	47.09	47.09	47.09	43.60	40.61	34.62	30.63	33.62	40.11	48.09	48.09	48.59	48.59	50.58	46.09	50.08	50.58	52.07	51.57	47.09	48.59	51.08	45.60	30.13	46.59	33.62	52.57	53.56	45.29
เม.ย.-17	47.09	48.59	48.09	45.60	35.62	47.09	45.60	47.09	49.58	49.08	52.07	52.57	52.07	53.07	51.57	52.57	43.10	56.55	53.07	53.07	54.56	54.06	54.06	50.08	49.58	50.08	51.57	46.59	52.57	54.06		50.01
พ.ค.-17	54.06	53.56	52.57	49.08	45.10	51.57	43.10	51.57	44.10	51.08	45.10	35.12	48.59	36.12	48.59	49.56	32.30	50.56	43.93	55.85	47.24	48.40	42.10	51.39	51.55	43.93	54.86	49.73	42.77	45.59	54.20	47.52
มิ.ย.-17	50.56	50.06	43.59	34.29	44.92	48.90	45.75	50.39	51.22	49.90	50.06	55.85	53.54	47.24	56.18	54.70	54.86	45.59	44.75	46.08	42.10	51.88	54.04	56.02	49.23	53.21	53.70	53.54	51.88	45.42		49.65
ก.ค.-17	47.08	52.71	39.78	39.78	42.60	46.08	45.42	42.77	52.21	48.57	42.60	50.39	47.74	44.92	47.08	47.74	33.63	31.13	32.96	36.46	45.09	49.40	53.21	50.56	40.28	37.29	47.41	47.24	48.24	45.42	38.61	44.34
ส.ค.-17	33.63	34.96	36.12	40.94	41.11	39.95	50.06	52.88	57.01	57.34	50.56	54.03	52.71	45.09	34.13	33.30	31.63	35.79	48.90	46.25	51.38	55.19	52.55	50.39	52.71	43.93						45.48

ตารางผนวกที่ 31 อุณหภูมิสูงสุดภายใน Robo-logger ที่ระดับน้ำลงต่ำสุดในพื้นที่ศึกษา B ตัวที่ 1

B L1 Max																																	
เดือน/ปี	วันที่																															เฉลี่ย	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
เม.ย.-16	45.08	44.09	47.07	34.62	36.62	45.08	47.57	50.05	49.56	49.56	50.55	51.55	50.05	51.55	48.56	46.08	35.62	41.10	46.08	49.06	48.56	50.05	49.06	49.06	49.56	49.56	49.06	48.56	48.07	50.05		47.04	
พ.ค.-16	52.04	43.59	38.61	43.09	48.07	49.06	50.55	50.55	48.07	31.16	45.61	45.61	47.10	48.09	48.09	48.59	53.05	32.66	50.57	51.07	44.12	49.58	48.09	46.60	46.60	46.60	46.60	46.10	43.62	37.15	33.66	45.61	
มิ.ย.-16	32.16	40.63	43.12	46.10	54.05	49.08	50.57	49.58	51.57	50.57	47.10	37.64	41.13	33.16	33.16	41.63	41.13	34.65	48.09	49.08	41.63	51.07	45.61	43.12	44.12	49.08	46.60	36.65	31.66	31.16		43.16	
ก.ค.-16	33.16	37.15	41.13	46.60	44.12	41.63	45.61	48.09	47.10	34.65	42.13	33.66	31.16	31.66	41.13	44.61	51.57	51.07	48.59	49.08	42.62	47.10	44.12	51.07	51.07	45.11	35.15	32.66	31.16	36.15	44.61	42.09	
ส.ค.-16	45.61	47.59	48.59	48.59	41.13	48.09	46.10	46.60	45.11	34.65	32.16	31.16	30.66	31.66	34.16	37.15	44.61	44.12	42.62	43.62	50.57	50.08	49.08	44.12	46.10	32.66	31.66	35.15	42.13	44.12	45.61	41.78	
ก.ย.-16	48.59	44.61	47.10	44.12	50.57	48.09	31.16	31.66	32.16	33.66	31.66	30.66	30.66	33.16	45.61	51.07	52.56	52.56	51.07	45.61	41.63	43.62	32.16	32.16	32.16	34.16	45.61	43.62	49.08	48.59		41.30	
ต.ค.-16	47.10	51.57	51.07	45.11	45.11	49.58	45.61	46.60	31.16	30.66	31.16	36.15	42.13	46.60	49.58	36.15	47.10	50.08	49.08	31.66	31.66	31.16	31.66	31.16	32.16	42.62	36.15					40.73	
ม.ก.-17				40.02	28.53	28.03	29.03	28.53	27.53	27.53	28.03	28.53	29.03	29.03	30.03	31.02	28.03	31.52	41.02	42.02	36.52	38.02	29.03	36.52	30.03	29.03	29.03	29.03	29.03	29.53	31.02	32.02	31.33
ก.พ.-17	43.01	46.51	32.52	44.01	45.51	44.01	40.02	38.02	30.03	29.53	29.53	29.03	29.03	31.02	45.01	45.51	44.51	45.01	45.51	44.01	44.01	36.02	39.02	30.03	30.52	30.03	30.52	31.02				37.59	
มี.ค.-17	41.02	45.01	47.51	46.51	45.51	45.51	41.02	35.52	31.02	30.03	32.52	36.02	49.50	49.00	48.51	48.01	50.00	44.01	50.00	48.51	51.00	51.00	43.01	44.51	43.01	50.00	30.52	49.00	31.02	54.00	52.50	44.01	
เม.ย.-17	44.51	48.51	47.51	46.51	35.52	45.51	32.52	45.01	49.50	50.00	51.50	51.50	51.00	53.50	51.00	49.50	42.51	54.99	51.00	50.50	53.50	52.50	51.50	51.00	49.50	51.50	52.50	48.51	53.50	53.00		48.97	
พ.ค.-17	53.00	52.00	50.50	47.01	41.52	51.50	44.01	51.50	44.01	45.51	47.51	36.02	50.00	38.52	47.01	48.06	31.62	46.57	42.59	53.03	39.60	39.60	41.10	49.05	52.53	43.59	54.02	47.56	42.59	43.59	51.04	45.99	
มิ.ย.-17	46.57	45.58	37.11	32.62	40.60	44.08	43.09	47.56	46.57	45.08	48.56	54.51	49.55	44.58	55.01	53.03	52.03	44.58	41.60	40.10	36.12	47.56	50.54	53.03	48.56	52.53	51.04	50.54	50.54	40.60	46.45		
ก.ค.-17	47.56	45.58	34.12	38.11	38.11	43.59	39.11	40.10	47.07	46.57	39.60	49.55	44.08	41.60	46.07	46.57	31.62	30.63	30.63	35.12	41.10	45.58	50.05	48.06	39.60	37.61	44.58	44.58	45.08	38.61	33.62	41.41	
ส.ค.-17	33.12	32.62	36.12	36.12	39.60	38.11	46.57	50.05	55.01	56.50	49.55	53.03	52.03	44.08	33.12	32.62	31.62	33.62	44.08	42.09	47.07	52.03	51.04	47.56	51.54	42.59						43.52	

ตารางผนวกที่ 32 อุณหภูมิสูงสุดภายใน Robo-logger ที่ระดับน้ำล่งต่ำสุดในพื้นที่ศึกษา B ตัวที่ 2

B L2 Max																																	
เดือน/ปี	วันที่																															เฉลี่ย	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
เม.ย.-16	42.08	40.59	39.10	32.62	32.12	37.60	42.58	45.07	45.07	45.57	46.56	48.55	46.56	50.53	45.07	42.08	32.62	33.12	41.59	43.08	43.08	44.07	43.58	45.07	45.07	45.07	43.58	44.07	45.57				42.55
พ.ค.-16	49.04	39.60	33.61	36.61	41.59	43.58	45.57	46.06	43.58	31.57	48.53	49.03	49.53	48.53	50.52	49.03	52.02	39.56	51.52	52.02	43.05	50.52	48.03	49.03	49.53	49.03	47.04	47.54	44.54	38.56	38.06		45.36
มิ.ย.-16	34.57	41.55	44.05	46.04	51.52	49.53	51.02	49.03	51.02	51.52	49.53	38.56	48.53	39.06	40.56	45.04	46.04	35.07	47.54	49.53	41.05	50.03	47.04	45.04	47.04	49.03	45.54	38.56	33.57	34.57			44.69
ก.ค.-16	38.56	37.06	41.55	48.03	45.04	42.05	46.54	48.53	47.04	35.57	43.05	45.04	33.57	38.56	46.04	46.54	51.52	50.52	49.53	49.53	43.55	49.03	45.04	50.03	50.03	46.04	46.04	36.06	32.57	40.06	46.54		44.16
ส.ค.-16	47.54	47.54	48.03	48.03	40.56	49.03	47.04	49.03	48.53	43.55	37.06	31.57	34.07	39.56	39.06	44.05	46.54	48.53	44.05	48.03	51.02	49.53	50.52	46.54	47.04	33.07	33.57	36.06	40.56	47.04	48.03		44.01
ก.ย.-16	49.53	45.54	48.53	47.54	49.03	50.52	33.57	35.07	33.07	33.57	34.57	32.07	31.07	36.06	47.04	52.02	51.52	53.51	51.52	43.05	41.05	41.55	32.07	32.07	32.07	38.06	45.04	44.05	48.53	52.02			42.16
ต.ค.-16	52.02	51.52	50.52	49.03	43.55	46.54	46.04	44.54	31.07	31.07	33.07	39.06	43.55	47.54	48.53	36.06	47.04	49.53	47.04	33.07	31.57	31.57	32.07	31.07	32.07	42.05	37.06					41.03	
ม.ค.-17				38.13	28.13	28.13	28.13	28.63	27.63	27.63	28.13	28.63	28.63	29.13	30.63	30.63	29.13	32.13	42.12	43.12	38.13	40.12	28.63	38.13	32.13	29.13	29.13	28.63	29.13	31.13	37.63		31.81
ก.พ.-17	41.62	45.12	33.13	43.12	44.62	44.12	39.62	38.13	30.13	29.63	29.13	29.13	29.13	33.13	44.12	43.62	42.62	43.12	43.12	39.62	41.62	32.13	40.62	29.63	30.63	30.13	30.63	30.63				36.86	
มี.ค.-17	40.12	41.62	45.12	45.12	43.62	44.12	40.12	34.13	30.13	30.13	30.63	32.13	45.12	45.62	45.12	45.12	48.11	44.62	48.61	50.11	50.61	49.61	37.63	36.63	38.63	46.12	30.13	46.62	30.63	52.61	52.61	41.99	
เม.ย.-17	47.12	49.11	48.11	45.12	36.13	47.12	32.63	42.12	43.12	45.62	48.61	49.11	49.61	53.11	49.11	48.61	41.12	55.60	49.61	48.61	52.61	48.61	39.62	43.62	46.12	49.11	51.61	47.12	52.61	52.61		47.10	
พ.ค.-17	52.61	51.61	49.11	44.12	43.12	49.61	41.62	48.61	42.62	45.12	46.12	35.63	48.61	35.63	47.12	51.52	32.07	52.02	44.54	57.99	46.04	49.53	41.55	51.52	56.00	44.54	57.00	52.02	43.55	46.04	56.00	47.20	
มิ.ย.-17	53.01	53.01	48.03	34.07	47.04	50.03	47.04	52.52	51.02	50.03	52.02	57.99	55.50	48.53	59.48	57.00	57.00	48.53	48.03	45.54	43.05	52.02	55.01	57.99	52.02	55.50	56.00	55.01	53.51	47.54		51.44	
ก.ค.-17	51.02	56.00	41.05	40.56	44.05	48.53	46.04	42.55	53.51	49.03	41.05	52.52	47.54	47.04	49.03	51.02	34.57	31.07	35.07	36.56	43.55	50.52	54.51	52.02	40.56	37.56	48.53	48.53	49.03	50.03	38.06	45.51	
ส.ค.-17	33.57	35.07	38.06	44.05	41.55	39.56	51.02	54.51	58.49	58.99	51.02	56.00	54.01	48.53	33.57	33.07	31.57	34.57	46.54	45.04	54.51	57.49	54.01	50.52	55.01	42.05						46.24	

ตารางผนวกที่ 33 อุณหภูมิสูงสุดภายใน Robo-logger ที่ระดับน้ำลงต่ำสุดในพื้นที่ศึกษา B ตัวที่ 3

B L3 Max																																				
เดือน/ปี	วันที่																															เฉลี่ย				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31					
เม.ย.-16	38.10	33.11	33.61	32.61	32.61	34.61	38.60	46.58	47.58	48.57	49.57	51.06	48.57	51.56	45.58	38.10	33.11	33.61	40.10	42.59	45.08	47.08	48.57	49.07	48.57	48.57	47.58	48.07	45.58	48.57				43.22		
พ.ค.-16	50.56	34.11	33.61	34.11	45.58	49.57	49.07	49.07	46.58	31.62	49.55	49.05	50.54	49.05	53.03	52.53	52.53	37.61	53.52	53.52	45.08	53.52	51.04	51.04	51.04	52.03	50.05	50.05	47.56	39.60	36.61			46.85		
มิ.ย.-16	35.12	42.59	46.07	48.06	56.00	53.03	55.01	53.52	55.50	55.50	52.03	40.10	50.54	36.61	39.11	44.58	47.56	36.12	50.05	53.03	43.09	54.02	49.55	47.56	48.06	53.03	50.05	40.10	33.12	34.12				46.76		
ก.ค.-16	37.11	38.61	43.09	51.54	47.56	44.58	50.05	52.53	50.54	36.61	47.07	46.07	32.62	34.12	43.59	48.56	53.52	53.03	52.53	53.03	46.07	51.54	47.07	53.03	53.52	48.56	44.58	35.12	32.12	39.11	45.58			45.57		
ส.ค.-16	48.06	50.05	52.03	50.54	42.59	52.03	49.55	51.54	50.54	43.09	34.12	32.12	32.12	39.11	39.11	42.59	47.56	51.04	45.58	48.56	53.52	52.03	53.03	47.07	51.04	33.62	32.62	36.12	42.59	47.07	49.05			45.15		
ก.ย.-16	51.54	46.57	49.55	48.06	51.04	51.54	32.62	33.62	33.12	34.62	32.12	32.62	31.13	37.11	47.56	51.04	53.52	55.01	53.03	45.58	41.60	44.08	33.62	32.62	32.62	38.11	43.59	44.58	49.55	51.04				42.75		
ต.ค.-16	47.07	51.54	49.55	49.05	43.59	48.56	45.58	46.07	31.62	31.62	32.12	35.12	41.60	46.07	49.05	37.11	47.07	49.55	48.06	32.62	32.12	32.12	32.62	31.62	33.12	42.09	37.11							40.87		
ม.ค.-17																																				
ก.พ.-17																																				
มี.ค.-17																																				
เม.ย.-17																																				
พ.ค.-17																	48.51	32.57	50.01	42.54	55.47	46.03	49.51	36.06	49.01	54.48	42.04	53.49	47.52	40.55	43.54	51.99		46.46		
มิ.ย.-17	49.51	50.01	44.04	33.07	37.56	46.52	38.55	48.51	49.01	48.02	47.02	55.47	51.99	46.03	57.95	55.47	54.48	45.53	47.52	39.55	38.55	48.51	52.49	56.47	47.52	52.99	52.99	53.98	50.50	44.04			48.13			
ก.ค.-17	47.02	53.98	35.06	39.55	38.55	43.04	42.54	39.55	50.01	47.02	39.05	51.50	45.03	42.04	48.51	49.51	31.57	30.07	32.57	35.56	40.55	50.50	52.49	50.01	40.05	36.56	48.51	45.53	47.02	48.51	40.05		43.28			
ส.ค.-17	32.57	33.07	34.07	36.06	35.06	37.56	48.02	51.50	57.46	58.45	52.49	55.47	52.49	49.51	32.57	32.57	31.07	33.07	46.03	44.53	51.50	54.98	52.99	48.51	52.99	45.53							44.62			

ตารางผนวกที่ 34 อุณหภูมิสูงสุดภายใน Robo-logger ที่ระดับน้ำล่างต่ำสุดในพื้นที่ศึกษา B เฉลี่ย 3 ตัว

เดือน/ปี	B L Max																															เฉลี่ย
	วันที่																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
เม.ย.-16	41.76	39.26	39.93	33.28	33.78	39.10	42.92	47.23	47.40	47.90	48.89	50.38	48.39	51.21	46.40	42.09	33.78	35.94	42.59	44.91	45.58	47.07	47.07	47.73	47.73	47.73	47.23	46.74	45.91	48.06		44.27
พ.ค.-16	50.55	39.10	35.28	37.94	45.08	47.40	48.40	48.56	46.07	31.45	47.90	47.90	49.06	48.56	50.55	50.05	52.53	36.61	51.87	52.20	44.08	51.21	49.05	48.89	49.06	49.22	47.89	47.90	45.24	38.44	36.11	45.94
มิ.ย.-16	33.95	41.59	44.41	46.73	53.86	50.55	52.20	50.71	52.70	52.53	49.55	38.77	46.74	36.28	37.61	43.75	44.91	35.28	48.56	50.55	41.92	51.70	47.40	45.24	46.40	50.38	47.40	38.44	32.78	33.28		44.87
ก.ค.-16	36.28	37.61	41.92	48.72	45.57	42.75	47.40	49.72	48.23	35.61	44.08	41.59	32.45	34.78	43.59	46.57	52.20	51.54	50.21	50.55	44.08	49.22	45.41	51.37	51.54	46.57	41.92	34.61	31.95	38.44	45.58	43.94
ส.ค.-16	47.07	48.39	49.55	49.05	41.43	49.72	47.56	49.06	48.06	40.43	34.45	31.62	32.28	36.77	37.44	41.26	46.24	47.90	44.08	46.74	51.71	50.55	50.88	45.91	48.06	33.12	32.62	35.78	41.76	46.07	47.56	43.65
ก.ย.-16	49.88	45.57	48.39	46.57	50.21	50.05	32.45	33.45	32.78	33.95	32.78	31.79	30.95	35.44	46.74	51.38	52.53	53.69	51.87	44.74	41.43	43.08	32.62	32.28	32.28	36.78	44.75	44.08	49.06	50.55		42.07
ต.ค.-16	48.73	51.54	50.38	47.73	44.08	48.23	45.74	45.74	31.29	31.12	32.12	36.78	42.42	46.74	49.06	36.44	47.07	49.72	48.06	32.45	31.79	31.62	32.12	31.29	32.45	42.26	36.77					40.88
ม.ค.-17				39.07	28.33	28.08	28.58	28.58	27.58	27.58	28.08	28.58	28.83	29.08	30.33	30.83	28.58	31.83	41.57	42.57	37.32	39.07	28.83	37.32	31.08	29.08	29.08	28.83	29.33	31.08	34.83	31.57
ก.พ.-17	42.32	45.81	32.83	43.57	45.06	44.07	39.82	38.07	30.08	29.58	29.33	29.08	29.08	32.08	44.57	44.57	43.57	44.07	44.32	41.82	42.82	34.08	39.82	29.83	30.58	30.08	30.58	30.83				37.22
มี.ค.-17	40.57	43.32	46.31	45.81	44.57	44.81	40.57	34.82	30.58	30.08	31.58	34.08	47.31	47.31	47.06	46.56	49.06	44.32	49.31	49.31	50.81	50.31	40.32	40.57	40.82	48.06	30.33	47.81	30.83	53.30	52.55	43.00
เม.ย.-17	45.81	48.81	47.81	45.81	35.82	46.31	32.58	43.57	46.31	47.81	50.06	50.31	50.31	53.30	50.06	49.06	41.82	55.30	50.31	49.56	53.05	50.56	45.56	47.31	47.81	50.31	52.05	47.81	53.05	52.80		48.03
พ.ค.-17	52.80	51.80	49.81	45.56	42.32	50.56	42.82	50.06	43.32	45.31	46.81	35.82	49.31	37.07	47.06	49.36	32.09	49.53	43.23	55.50	43.89	46.21	39.57	49.86	54.34	43.39	54.83	49.03	42.23	44.39	53.01	46.48
มิ.ย.-17	49.70	49.53	43.06	33.25	41.73	46.88	42.89	49.53	48.87	47.71	49.20	55.99	52.35	46.38	57.48	55.16	54.50	46.21	45.72	41.73	39.24	49.37	52.68	55.83	49.36	53.67	53.34	53.18	51.52	44.06		48.67
ก.ค.-17	48.54	51.85	36.75	39.41	40.24	45.05	42.56	40.73	50.20	47.54	39.90	51.19	45.55	43.56	47.87	49.03	32.59	30.59	32.75	35.75	41.73	48.87	52.35	50.03	40.07	37.24	47.21	46.21	47.04	45.72	37.24	43.40
ส.ค.-17	33.09	33.59	36.08	38.74	38.74	38.41	48.54	52.02	56.99	57.98	51.02	54.83	52.84	47.37	33.09	32.75	31.42	33.75	45.55	43.89	51.02	54.83	52.68	48.87	53.18	43.39						44.79

ตารางผนวกที่ 35 อุณหภูมิตัวสุดท้ายใน Robo-logger ที่ระดับน้ำขึ้นสูงสุดในพื้นที่ศึกษา A ตัวที่ 1

AHI Min																																		
เดือน/ปี	วันที่																															เฉลี่ย		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
เมษ-16	28.11	28.61	29.11	28.11	28.11	28.61	28.11	28.11	28.11	28.11	28.11	27.61	28.11	29.61	29.11	29.61	29.11	29.11	28.61	28.61	29.11	28.61	28.11	28.61	28.61	28.61	29.11	29.61	29.61	28.11		28.62		
พค-16	28.61	29.11	29.61	29.61	29.11	29.11	29.61	29.11	29.11	22.13	25.13	31.13	28.63	30.13	29.13	30.13	27.63	27.13	29.63	28.13	29.13	29.13	29.13	30.13	29.63	30.63	30.63	29.63	29.13	27.13	29.13	28.88		
มิย-16	28.63	28.13	28.63	29.13	28.63	29.13	27.63	28.13	28.13	28.63	28.63	28.63	28.63	28.63	28.63	28.13	27.63	28.13	28.63	26.63	27.13	29.63	29.13	29.13	28.13	28.13	27.63	27.63	28.13	27.63		28.32		
กค-16	28.13	27.13	28.13	28.13	28.13	27.13	27.63	28.13	27.63	28.13	28.63	28.63	27.13	28.63	28.13	28.63	29.63	25.63	26.63	27.13	28.13	28.63	28.13	29.63	29.13	27.63	28.13	28.13	28.13	27.13	26.63	27.95		
สค-16	27.63	28.13	29.63	27.63	27.63	28.13	27.63	27.13	28.63	28.13	27.63	27.63	27.63	28.13	28.13	28.13	28.13	28.13	28.63	28.13	28.63	28.13	28.13	28.13	26.63	29.13	29.13	27.63	27.63	27.63	28.13	28.13	28.05	
กย-16	27.13	27.63	27.63	28.13	27.63	28.63	27.63	26.13	28.13	28.63	26.63	25.13	25.63	27.13	27.63	28.13	28.13	25.63	28.13	27.63	26.13	26.13	26.63	27.13	27.13	27.63	27.63	27.13	27.13	27.13		27.23		
ตค-16	27.63	26.63	26.63	27.63	26.63	27.13	26.63	26.63	27.63	27.63	26.63	25.63	27.63	27.63	27.63	26.63	28.13	28.13	28.63	28.13	28.13	27.13	28.13	26.63	27.63	26.63	27.63					27.32		
มก-17				25.11	25.11	25.11	26.11	25.61	24.61	25.61	25.11	25.61	25.11	26.61	26.11	25.61	25.61	25.61	25.61	25.61	26.61	25.11	25.61	24.11	25.11	25.61	26.11	24.61	23.61	24.11	24.61	24.11	25.27	
กพ-17	25.11	26.61	25.61	26.61	26.61	27.11	26.61	25.61	26.61	25.61	24.61	22.61	22.11	24.11	24.61	24.11	25.11	25.61	27.11	27.61	27.61	27.61	27.61	28.11	27.61	27.11	27.11	26.11	26.61			26.00		
มีค-17	26.61	25.61	26.61	27.61	28.11	28.11	27.61	27.11	27.11	26.61	27.11	27.11	27.61	27.61	28.11	27.11	27.61	27.61	27.61	29.11	29.11	29.11	29.11	29.11	29.11	29.11	28.11	26.61	28.61	26.11	28.11	27.61	27.69	
เมษ-17	26.61	27.11	27.11	29.11	28.11	28.11	28.61	29.11	29.11	28.61	28.11	28.61	28.61	28.11	28.61	29.11	28.61	29.61	29.61	29.61	26.61	27.11	28.61	29.61	29.11	29.11	29.11	27.11	28.61	29.61		28.49		
พค-17	30.61	30.11	30.11	27.61	26.61	28.61	29.11	29.11	28.61	28.11	28.11	28.11	28.61	28.61	28.11	28.19	27.69	29.19	27.69	29.19	27.69	29.19	29.19	29.19	28.19	26.69	27.19	26.69	28.19	29.69	27.69	27.69	28.19	28.41
มิย-17	28.19	28.19	27.69	28.19	27.69	27.69	27.69	28.19	27.69	28.69	25.69	26.19	27.19	27.19	27.69	27.69	28.19	27.19	27.19	27.19	27.69	27.19	27.19	27.19	27.19	28.19	28.19	28.19	28.19	27.69	26.69	27.19		27.59
กค-17	27.19	28.19	27.19	26.69	27.69	27.19	27.69	27.69	26.69	25.19	27.19	26.19	27.19	26.19	27.69	26.69	27.19	26.19	26.19	25.69	26.69	26.69	27.19	27.19	26.69	26.19	26.19	26.69	27.19	27.19	27.19		26.88	
สค-17	27.19	27.69	27.69	27.69	27.19	26.69	27.69	27.19	27.19	27.69	26.19	27.19	27.19	27.69	26.69	26.69	26.19	26.19	27.19	27.19	27.19	27.69	27.69	27.69	27.19	29.69							27.26	

ตารางผนวกที่ 36 อุณหภูมิค่าสุดท้ายใน Robo-logger ที่ระดับน้ำขึ้นสูงสุดในพื้นที่ศึกษา A ตัวที่ 2

A H2 Min																																	
เดือน/ปี	วันที่																															เฉลี่ย	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
เม.ย.-16	28.63	28.63	29.63	27.63	28.13	28.63	28.13	28.13	28.13	28.13	28.63	28.13	28.63	30.13	30.13	29.63	29.13	29.13	28.63	29.13	29.13	29.13	28.63	29.13	28.63	29.63	29.13	30.13	30.13	28.63		28.92	
พ.ค.-16	29.13	29.63	29.13	29.13	29.13	29.13	30.13	29.63	27.13	22.19	25.19	30.19	28.19	29.19	29.69	28.69	27.19	26.69	29.19	28.19	28.19	29.69	29.19	30.19	29.69	30.68	30.19	29.69	28.69	27.19	28.69	28.67	
มิ.ย.-16	28.19	27.69	28.19	28.69	28.19	28.69	28.19	28.19	28.19	28.69	28.19	27.69	27.69	28.19	28.19	27.69	27.19	27.19	28.19	26.69	26.69	29.19	28.69	29.19	28.69	27.69	27.19	27.19	27.19		27.95		
ก.ค.-16	27.69	26.69	27.69	27.69	28.19	27.19	27.69	27.69	27.19	27.69	27.69	27.69	26.69	28.19	27.69	28.19	28.69	25.69	25.69	27.19	27.19	27.69	27.69	28.19	28.69	27.19	27.69	27.69	26.69	26.19	27.46		
ส.ค.-16	26.69	28.19	29.69	27.19	26.69	27.69	27.69	26.69	28.19	27.19	27.19	27.19	27.69	28.19	28.19	28.19	28.19	28.69	27.19	27.69	27.69	27.19	26.19	28.19	28.19	27.19	27.69	27.19	27.69	28.19	27.64		
ก.ย.-16	27.69	26.69	26.69	27.19	26.69	27.69	27.19	25.69	27.69	27.19	26.19	24.69	25.19	26.69	27.69	27.69	27.19	25.19	27.19	26.69	25.69	25.19	25.69	26.69	26.69	27.19	27.19	27.19	26.69	26.69	26.65		
ต.ค.-16	26.69	26.19	26.19	26.19	26.19	26.19	26.19	25.69	27.19	26.69	26.69	25.19	26.69	27.19	27.19	26.19	27.69	27.69	28.19	27.69	27.69	26.69	27.69	26.19	27.19	26.19	27.19				26.76		
ม.ค.-17				25.17	24.67	24.67	25.67	24.67	24.17	25.17	24.67	25.17	25.17	26.17	25.17	25.17	25.17	25.17	25.17	25.67	25.17	26.17	25.17	24.67	25.67	25.67	24.17	23.17	23.67	23.67	23.17	24.90	
ก.พ.-17	24.17	25.17	24.17	25.17	25.17	26.67	26.17	25.17	25.17	24.67	23.67	22.17	22.67	23.17	23.67	23.67	23.67	25.17	26.17	26.67	26.67	27.17	27.67	26.67	26.67	25.67	25.67				25.19		
มี.ค.-17	25.67	24.67	26.17	27.67	28.17	27.67	27.17	26.67	26.67	26.67	26.67	26.67	26.67	27.17	27.17	26.17	27.17	27.17	27.67	28.67	28.67	28.67	28.67	28.67	28.17	28.67	27.17	25.67	27.67	25.17	27.67	27.17	27.15
เม.ย.-17	26.17	27.17	28.67	29.67	28.17	26.67	28.17	28.17	28.17	28.17	27.67	27.67	27.67	27.67	28.67	29.67	29.17	30.17	29.17	28.67	26.17	26.67	28.17	28.17	28.67	28.17	28.17	28.17	27.67	30.17		28.19	
พ.ค.-17	30.67	30.67	30.67	27.17	26.17	27.17	28.17	28.17	28.17	28.17	27.17	27.67	27.67	29.67	28.17	29.13	27.63	29.13	27.63	29.13	28.63	28.63	28.63	26.63	27.13	26.63	27.63	30.13	28.13	29.13	28.13	28.31	
มิ.ย.-17	28.13	28.13	28.13	28.13	27.63	27.63	28.13	28.13	28.63	28.63	25.63	25.63	27.63	26.13	26.63	27.13	27.63	27.13	27.13	27.13	27.13	27.13	26.63	27.63	28.13	28.13	28.63	27.63	26.63	27.13		27.48	
ก.ค.-17	27.13	27.63	27.13	26.63	27.63	27.13	27.63	27.13	26.63	25.13	26.63	26.13	27.13	26.13	27.13	27.13	27.13	26.13	26.13	25.63	26.13	26.63	26.63	27.13	27.63	27.13	26.63	26.63	27.63	26.63	26.79		
ส.ค.-17	27.13	27.63	27.63	27.63	27.13	27.13	27.13	27.63	27.13	27.13	25.63	27.13	27.13	27.63	26.13	26.63	26.63	26.63	25.63	26.63	26.63	27.13	27.13	27.13	27.13	30.13					27.11		

ตารางผนวกที่ 37 อุณหภูมิค่าสุดท้ายใน Robo-logger ที่ระดับน้ำขึ้นสูงสุดในพื้นที่ศึกษา A ตัวที่ 3

A H3 Min																																
เดือน/ปี	วันที่																															เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
เม.ย.-16	27.17	27.17	27.17	26.67	27.17	27.67	27.17	27.67	27.67	27.67	27.67	28.17	28.66	29.16	28.17	28.17	28.66	28.17	28.17	28.66	28.17	28.17	28.17	29.16	28.17	29.66	29.16	29.66	29.66	27.67		28.15
พ.ค.-16	28.66	28.17	28.17	28.17	28.17	28.66	29.66	29.16	26.17	21.62	25.12	30.62	28.12	29.62	29.62	28.62	27.12	27.12	29.12	28.12	28.62	28.62	28.12	28.62	29.12	30.62	29.62	28.62	28.62	26.62	28.62	28.25
มิ.ย.-16	27.62	27.62	28.12	28.62	28.12	28.62	27.12	27.62	28.12	28.12	28.12	28.12	28.12	28.12	27.62	27.12	27.12	28.12	25.62	26.62	29.12	29.12	27.62	27.62	27.62	27.62	27.62	27.62	27.62		27.81	
ก.ค.-16	28.12	26.62	27.62	28.12	27.12	27.12	27.62	27.12	26.62	27.62	28.62	28.12	26.62	28.12	27.62	27.62	29.12	25.12	25.62	26.62	27.62	27.12	27.12	28.62	28.62	27.12	28.12	28.12	27.12	27.12	26.12	27.41
ส.ค.-16	27.12	27.62	28.62	27.12	27.12	27.12	27.12	27.12	28.12	27.62	27.62	27.12	27.62	27.62	27.62	27.62	27.62	27.62	28.12	27.62	27.62	28.12	27.62	26.62	28.62	28.62	27.12	27.12	27.12	27.62	27.62	27.57
ก.ย.-16	28.12	27.12	27.62	27.12	27.62	28.12	27.12	25.12	27.62	27.62	26.12	24.62	25.62	26.62	27.12	27.62	28.12	25.12	27.62	26.62	25.62	25.62	25.62	26.62	27.12	27.12	27.12	26.62	27.12	26.62		26.79
ต.ค.-16	27.12	26.12	26.12	26.62	26.12	26.62	26.12	26.12	26.12	27.12	27.12	26.62	25.12	27.12	27.12	27.12	26.12	27.62	28.12	28.12	27.62	28.12	26.62	27.62	26.62	27.12	27.12					26.90
ม.ค.-17				24.09	24.59	25.09	25.59	24.59	24.09	25.09	24.59	25.09	24.59	25.59	25.59	24.59	24.59	24.59	24.09	25.59	23.09	24.09	22.09	24.09	24.09	24.59	22.09	23.09	23.59	23.59	23.59	24.28
ก.พ.-17	24.09	24.59	24.59	25.59	25.59	26.09	25.59	23.59	25.09	24.59	23.59	21.09	21.59	22.59	23.09	24.09	24.09	25.09	26.09	27.09	26.59	27.09	27.59	26.59	27.09	27.09	26.59	25.59				24.98
มี.ค.-17	25.59	25.09	26.09	26.59	27.59	27.59	27.09	26.59	26.09	26.09	26.59	27.09	27.09	27.09	27.59	26.59	27.09	27.09	27.09	28.59	28.09	29.09	28.59	28.09	28.09	27.59	25.09	27.59	25.09	27.59	27.09	27.04
เม.ย.-17	25.59	26.09	26.59	27.09	27.09	27.09	28.09	29.09	28.59	28.09	28.09	28.09	27.59	27.59	27.09	27.59	27.59	29.09	29.09	28.59	26.09	28.09	28.59	29.09	29.09	28.59	29.09	26.09	27.09	28.59		27.80
พ.ค.-17	30.09	29.59	29.09	26.59	26.09	27.09	28.09	28.59	28.09	27.59	27.59	27.59	27.59	28.09	27.09	29.13	27.63	29.63	28.13	29.63	29.13	29.63	28.63	27.13	27.63	27.13	28.13	29.63	28.13	28.13	28.63	28.22
มิ.ย.-17	28.63	28.63	28.63	28.63	28.13	28.13	28.63	28.63	29.13	29.13	26.13	26.63	27.63	27.63	28.13	28.13	28.13	27.63	27.63	28.13	27.63	27.63	27.13	28.13	28.63	28.13	28.63	28.13	27.13	27.63		28.03
ก.ค.-17	28.13	28.13	27.63	27.13	28.13	27.63	27.63	27.63	26.63	25.63	27.13	26.63	27.63	26.63	27.63	27.13	27.63	26.13	26.13	26.13	26.63	26.63	27.13	27.63	27.63	27.13	26.63	27.13	28.13	27.63	27.13	27.18
ส.ค.-17	27.63	28.13	28.13	28.13	27.63	27.13	28.13	27.13	27.63	27.63	26.13	26.63	27.63	28.13	26.63	27.13	27.13	26.13	27.13	27.13	27.13	27.13	28.13	27.63	27.63	29.63						27.48

ตารางผนวกที่ 38 อุณหภูมิค่าสุดท้ายใน Robo-logger ที่ระดับน้ำขึ้นสูงสุดในพื้นที่ศึกษา A เฉลี่ย 3 ตัว

เดือนปี	A H Min																															เฉลี่ย
	วันที่																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
เม.ย.-16	27.97	28.13	28.63	27.47	27.80	28.30	27.80	27.97	27.97	27.97	28.13	27.97	28.47	29.63	29.13	29.13	28.97	28.80	28.47	28.80	28.80	28.63	28.30	28.97	28.47	29.30	29.13	29.80	29.80	28.13		28.56
พ.ค.-16	28.80	28.97	28.97	28.97	28.80	28.97	29.80	29.30	27.47	21.98	25.15	30.65	28.31	29.65	29.48	29.15	27.31	26.98	29.31	28.15	28.65	29.15	28.81	29.65	29.48	30.65	30.15	29.31	28.81	26.98	28.81	28.60
มิ.ย.-16	28.15	27.81	28.31	28.81	28.31	28.81	27.65	27.98	28.15	28.48	28.31	28.15	28.15	28.31	28.31	27.81	27.31	27.48	28.31	26.31	26.81	29.31	28.98	28.65	28.15	27.81	27.48	27.48	27.65	27.48		28.02
ก.ค.-16	27.98	26.81	27.81	27.98	27.81	27.15	27.65	27.65	27.15	27.81	28.31	28.15	26.81	28.31	27.81	28.15	29.15	25.48	25.98	26.98	27.65	27.81	27.65	28.81	28.81	27.31	27.98	27.98	27.65	26.98	26.31	27.61
ส.ค.-16	27.15	27.98	29.31	27.31	27.15	27.65	27.48	26.98	28.31	27.65	27.48	27.31	27.48	27.81	27.98	27.98	27.98	27.98	28.48	27.65	27.98	27.98	27.65	26.48	28.65	28.65	27.31	27.48	27.31	27.81	27.98	27.75
ก.ย.-16	27.65	27.15	27.31	27.48	27.31	28.15	27.31	25.65	27.81	27.81	26.31	24.81	25.48	26.81	27.48	27.81	27.81	25.31	27.65	26.98	25.81	25.65	25.98	26.81	26.98	27.31	27.31	26.98	26.98	26.81		26.89
ต.ค.-16	27.15	26.31	26.31	26.81	26.31	26.65	26.31	26.15	27.31	27.15	26.65	25.31	27.15	27.31	27.31	26.31	27.81	27.98	28.31	27.81	27.98	26.81	27.81	26.48	27.31	26.65	27.31					26.99
พ.ย.-17				24.79	24.79	24.96	25.79	24.96	24.29	25.29	24.79	25.29	24.96	26.12	25.62	25.12	25.12	25.12	24.96	25.96	24.46	25.29	23.79	24.62	25.12	25.46	23.62	23.29	23.79	23.95	23.62	24.82
ก.พ.-17	24.46	25.46	24.79	25.79	25.79	26.62	26.12	24.79	25.62	24.96	23.95	21.95	22.12	23.29	23.79	23.95	24.29	25.29	26.46	27.12	26.96	27.29	27.79	26.96	27.12	26.79	25.46	25.96				25.39
มี.ค.-17	25.96	25.12	26.29	27.29	27.95	27.79	27.29	26.79	26.62	26.46	26.79	26.96	27.12	27.29	27.62	26.62	27.29	27.29	27.45	28.79	28.62	28.95	28.79	28.45	28.62	27.62	25.79	27.95	25.46	27.79	27.29	27.29
เม.ย.-17	26.12	26.79	27.45	28.62	27.79	27.29	28.29	28.79	28.62	28.29	27.95	28.12	27.95	27.79	28.12	28.79	28.45	29.62	29.29	28.95	26.29	27.29	28.45	28.95	28.95	28.62	28.79	27.12	27.79	29.45		28.16
พ.ค.-17	30.45	30.12	29.95	27.12	26.29	27.62	28.45	28.62	28.29	27.95	27.62	27.79	27.95	28.79	27.79	28.82	27.65	29.32	27.82	29.32	28.98	29.15	28.48	26.82	27.32	26.82	27.98	29.82	27.98	28.32	28.32	28.31
มิ.ย.-17	28.32	28.32	28.15	28.32	27.82	27.82	28.15	28.32	28.48	28.82	25.82	26.15	27.48	26.98	27.48	27.65	27.98	27.32	27.32	27.82	27.32	27.32	26.98	27.98	28.32	28.15	28.48	27.82	26.82	27.32		27.70
ก.ค.-17	27.48	27.98	27.32	26.82	27.82	27.32	27.65	27.48	26.65	25.32	26.98	26.32	27.32	26.32	27.48	26.98	27.32	26.15	26.15	25.82	26.48	26.65	26.98	27.32	27.32	26.82	26.48	26.82	27.82	27.15	26.98	26.95
ส.ค.-17	27.32	27.82	27.82	27.82	27.32	26.98	27.82	27.15	27.48	27.48	25.98	26.98	27.32	27.82	26.48	26.82	26.65	25.98	26.98	26.98	27.15	26.98	27.65	27.48	27.32	29.82						27.29

ตารางผนวกที่ 39 อุณหภูมิค่าสุดภายใน Robo-logger ที่ระดับน้ำตงปานกลางในพื้นที่ศึกษา A ตัวที่ 1

เดือนปี	AMI Min																															เฉลี่ย	
	วันที่																																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
เม.ย.-16	27.62	27.62	28.62	27.62	27.62	28.12	27.12	27.62	27.62	27.62	28.12	27.12	28.12	29.12	28.62	29.12	28.62	28.62	28.12	28.12	28.12	28.62	28.12	28.12	28.12	28.62	28.62	30.12	30.12	27.62		28.24	
พ.ค.-16	28.62	28.62	28.12	28.62	28.62	29.12	29.62	29.12	26.62	22.13	25.63	30.63	28.13	29.13	30.13	28.63	27.63	27.13	29.13	28.13	29.13	29.13	29.63	30.13	29.63	31.13	31.13	29.63	28.63	26.63	28.13	28.60	
มิ.ย.-16	28.13	28.13	28.13	28.63	27.63	29.13	28.63	27.63	27.63	28.13	28.13	28.13	28.13	28.13	28.13	28.13	27.13	27.13	28.63	26.63	26.13	28.63	29.63	29.13	28.13	27.13	26.63	27.13	27.63	27.63		27.93	
ก.ค.-16	27.63	27.13	27.63	27.63	28.63	27.13	27.63	27.63	27.63	27.63	28.13	27.63	27.13	27.63	27.63	27.63	27.63	28.13	25.63	25.63	26.63	27.63	28.63	27.13	28.13	28.63	26.63	27.13	27.63	27.63	27.13	26.13	27.44
ส.ค.-16	27.13	28.13	28.63	27.63	26.63	27.13	27.13	26.13	27.63	27.13	27.13	26.63	27.63	27.63	28.13	28.13	28.13	28.13	28.63	27.13	27.63	27.13	27.13	26.13	28.13	28.63	27.13	27.13	26.63	27.63	28.13	27.49	
ก.ย.-16	27.13	26.63	26.63	27.13	26.63	28.13	27.13	25.63	27.13	27.13	26.13	25.13	25.63	26.63	27.13	27.63	27.13	24.63	27.63	26.63	25.63	25.63	25.63	26.63	27.63	27.13	27.13	27.13	26.63	26.63		26.65	
ต.ค.-16	27.13	26.13	26.13	26.63	26.13	26.13	25.63	26.13	27.13	26.63	26.63	25.63	26.63	27.63	27.13	26.13	28.13	28.13	28.13	28.13	27.63	27.63	26.63	27.63	26.13	27.13	25.63	27.13				26.80	
ม.ก.-17				24.65	24.65	24.65	25.66	25.15	24.15	25.15	25.15	25.15	25.15	25.15	26.16	25.15	24.65	25.15	24.65	24.15	24.65	23.65	24.65	24.15	25.15	25.66	25.66	22.65	22.65	23.15	23.15	22.65	24.55
ก.พ.-17	24.15	25.15	24.15	25.15	24.65	26.66	26.16	24.65	25.66	24.15	22.65	21.65	22.15	22.15	22.15	22.65	23.65	25.15	26.66	26.66	26.66	27.15	27.65	26.66	26.66	26.66	25.15	25.66				24.94	
มี.ค.-17	25.66	24.65	26.16	27.15	27.65	27.65	27.15	26.66	26.66	26.66	27.15	27.15	27.15	27.15	27.65	26.16	27.15	27.15	27.15	28.15	28.15	28.65	28.15	28.15	28.65	27.15	25.15	27.15	25.15	27.65	27.15	27.07	
เม.ย.-17	25.66	27.65	27.65	29.65	28.15	26.16	28.15	28.65	28.15	28.15	28.15	27.65	27.15	27.65	27.65	28.65	28.65	30.15	29.15	28.65	26.16	27.65	28.15	28.15	28.65	28.15	28.15	27.65	27.15	29.65		28.04	
พ.ค.-17	31.15	31.15	30.15	27.15	26.16	27.15	28.65	28.15	28.15	28.15	27.15	27.15	27.65	28.65	28.15	28.63	27.63	29.13	27.63	29.13	29.13	29.13	28.63	26.63	27.13	26.63	28.13	30.13	28.13	28.63	28.13	28.30	
มิ.ย.-17	28.13	28.13	27.63	28.13	27.63	27.63	28.13	28.13	28.13	28.63	25.63	26.13	27.63	27.13	26.63	27.63	27.63	26.63	26.63	27.13	27.63	27.13	27.13	26.63	28.13	28.13	27.63	28.63	27.13	26.63	26.63		27.45
ก.ค.-17	27.63	27.63	27.13	26.63	27.63	27.13	27.63	27.13	26.63	25.13	27.13	25.63	27.63	25.63	26.63	26.63	26.63	27.13	25.63	26.13	25.63	26.13	26.63	27.13	27.13	27.63	26.63	26.63	26.63	26.63	26.63	26.76	
ส.ค.-17	27.13	27.63	27.63	27.63	27.13	26.63	27.63	27.13	27.13	28.13	26.13	26.63	27.63	27.63	26.63	26.13	26.13	26.13	26.63	26.63	27.13	26.63	27.13	27.13	26.63	30.13						27.11	

ตารางผนวกที่ 40 อุณหภูมิค่าสุดท้ายใน Robo-logger ที่ระดับน้ำลงปานกลางในพื้นที่ศึกษา A ตัวที่ 2

เดือน/ปี	A M2 Min																															เฉลี่ย	
	วันที่																																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
เม.ย.-16	27.63	28.13	28.63	27.63	27.63	28.13	27.63	28.13	28.13	28.13	28.63	28.63	29.63	30.63	29.13	29.13	29.13	28.63	28.63	29.13	28.63	29.13	28.63	29.13	29.13	29.63	29.63	30.63	30.63	28.13		28.81	
พ.ค.-16	29.13	29.13	29.13	29.13	28.63	29.13	31.13	29.63	31.13	22.10	25.10	30.60	27.60	28.60	29.60	28.10	27.10	27.10	28.60	27.60	28.60	28.60	28.10	29.10	29.10	30.10	30.10	29.10	28.10	26.60	28.60	28.53	
มิ.ย.-16	27.60	27.60	28.10	28.60	27.60	28.60	27.60	27.10	27.10	27.60	28.10	28.10	27.60	28.10	28.10	27.60	27.10	27.10	28.10	25.60	26.10	29.10	28.60	28.60	27.60	27.10	27.10	26.60	27.60	27.10		27.62	
ก.ค.-16	27.60	26.60	28.10	27.60	27.60	27.10	27.60	27.10	26.60	27.60	28.10	28.10	26.60	28.10	27.10	27.60	27.60	25.60	25.60	26.60	27.10	27.60	27.10	28.10	28.10	26.60	27.10	27.60	27.10	26.10	25.60	27.18	
ส.ค.-16	26.60	27.60	29.10	27.10	26.60	27.10	27.10	26.10	27.60	27.10	27.10	26.60	27.60	27.60	27.60	27.60	27.60	27.10	28.10	27.10	28.10	27.10	27.10	27.10	26.10	28.10	28.60	27.10	27.10	26.60	27.60	27.33	
ก.ย.-16	26.60	26.60	26.60	26.60	26.60	28.10	27.10	25.10	27.10	27.10	26.10	24.60	25.10	26.60	27.10	27.60	27.60	24.60	27.10	26.60	25.60	25.10	25.60	26.10	27.10	26.60	26.60	26.60	26.60	26.60		26.43	
ต.ค.-16	26.10	26.10	26.10	26.60	26.10	26.10	25.60	25.60	26.60	26.60	26.60	25.10	26.60	26.60	27.10	26.10	27.60	28.10	28.10	28.10	27.60	26.10	27.60	26.10	27.10	25.60	26.60					26.60	
ม.ท.-17				25.11	24.61	24.61	25.61	25.11	24.11	25.11	25.11	25.11	25.11	25.11	25.61	25.11	25.11	25.11	24.61	25.11	26.61	24.11	25.11	23.11	24.11	25.11	25.11	23.11	22.61	23.11	23.61	22.61	24.63
ก.พ.-17	24.61	25.11	24.61	25.61	25.11	26.11	25.61	24.11	25.61	24.61	23.61	22.11	21.61	23.11	23.61	23.61	23.61	25.11	26.11	26.61	26.61	27.11	28.11	26.61	26.61	26.61	25.61	25.61				25.11	
มี.ค.-17	25.61	24.61	26.11	27.11	28.11	27.61	27.11	26.61	26.61	26.61	27.11	27.11	27.11	27.11	27.61	26.61	27.11	27.61	27.61	28.61	28.11	28.61	28.11	28.11	28.61	27.11	25.61	27.61	25.61	27.61	27.61	27.18	
เม.ย.-17	26.61	26.61	26.61	28.61	27.11	26.61	28.11	28.11	28.61	28.11	28.11	28.11	27.61	27.61	28.11	29.11	28.11	30.11	29.11	29.11	26.11	26.61	28.61	28.61	28.61	28.61	28.61	28.61	29.11	27.11	27.61	29.61	28.03
พ.ค.-17	31.11	30.61	30.11	27.11	26.11	27.11	28.11	28.61	28.61	28.11	27.11	27.61	27.61	28.61	28.11	29.12	27.62	29.62	27.62	29.12	28.62	28.62	28.62	28.62	26.62	27.62	26.62	28.12	30.12	27.62	28.62	28.62	28.31
มิ.ย.-17	28.62	28.12	27.62	28.12	27.62	27.62	28.12	28.12	29.12	29.12	26.12	26.62	28.62	26.62	27.12	27.62	27.12	26.62	26.62	27.12	27.12	27.12	27.12	26.62	28.12	28.12	28.12	29.12	27.62	26.62	26.62	27.59	
ก.ค.-17	27.62	27.62	27.12	26.62	27.62	27.12	27.62	27.12	26.62	25.12	26.62	25.62	27.62	25.62	26.62	27.12	27.12	25.62	25.62	25.12	25.62	26.62	26.12	27.12	28.12	27.62	26.62	26.12	27.12	26.62	26.62	26.69	
ส.ค.-17	27.12	27.62	27.62	27.62	27.12	26.62	27.62	27.12	27.62	27.62	26.12	26.62	27.62	27.62	26.12	26.62	26.12	25.62	26.62	26.62	26.62	27.12	27.12	27.12	24.12	23.62	25.62					26.70	

ตารางผนวกที่ 41 อุณหภูมิตัวสุดท้ายใน Robo-logger ที่ระดับน้ำลงปานกลางในพื้นที่ศึกษา A ตัวที่ 3

เดือน/ปี	วันที่																															เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
เม.ย.-16	27.69	27.69	28.19	26.69	27.19	27.69	27.19	27.69	28.19	27.69	28.69	28.69	29.19	29.69	29.19	28.69	28.69	28.19	28.19	28.69	28.69	28.69	28.19	29.69	28.69	29.69	29.69	30.19	30.19	27.69		28.50
พ.ค.-16	29.19	28.19	28.19	28.69	28.69	28.69	30.19	29.69	30.68																							29.13
มิ.ย.-16																																
ก.ค.-16																																
ส.ค.-16																																
ก.ย.-16																																
ต.ย.-16																																
ม.ค.-17				25.10	25.10	25.10	25.60	25.10	24.60	25.60	25.10	25.60	25.10	26.10	26.10	25.10	25.10	25.10	25.60	26.10	24.60	25.10	24.60	25.60	26.10	26.10	24.60	23.60	24.10	24.10	23.60	25.11
ก.พ.-17	24.60	26.10	25.10	26.10	25.60	26.10	26.10	25.60	26.10	25.10	24.10	23.10	23.10	23.10	24.10	23.60	24.60	25.60	26.60	27.10	26.60	27.60	28.10	27.10	27.10	27.10	26.10	26.10			25.61	
มี.ค.-17	26.10	25.60	27.10	28.60	28.10	27.60	27.60	26.60	26.60	26.60	27.10	27.10	27.60	27.60	27.60	27.10	27.60	27.60	28.10	29.60	28.60	28.60	29.60	28.60	28.60	27.10	26.10	27.60	25.60	28.10	27.60	27.53
เม.ย.-17	26.10	27.10	27.10	28.60	27.60	27.10	28.60	28.60	28.60	28.60	28.10	28.60	28.10	28.10	29.10	29.60	29.10	30.10	30.10	29.60	26.60	27.10	29.10	28.60	28.60	28.60	28.60	26.60	27.60	29.60		28.31
พ.ค.-17	30.10	30.60	30.10	27.60	26.10	27.10	28.60	28.60	28.60	27.60	27.60	27.60	28.60	29.10	28.60	29.10	27.60	29.10	27.60	29.10	28.60	28.60	28.60	26.60	27.60	27.10	28.10	29.60	27.60	28.10	28.60	28.32
มิ.ย.-17	28.10	28.10	27.60	28.10	28.10	27.60	28.10	28.10	29.10	28.60	27.60	26.10	27.60	25.60	26.60	28.10	27.10	27.10	27.10	27.60	27.60	27.10	27.10	28.10	28.10	27.60	28.60	28.10	26.60	27.10		27.60
ก.ค.-17	27.60	27.60	27.10	26.60	27.60	27.10	27.10	27.10	26.60	25.10	27.10	26.10	28.10	25.60	27.10	27.10	27.10	25.60	26.10	25.60	26.10	26.60	26.10	26.60	26.10	27.10	28.10	27.60	27.10	26.60	27.60	26.83
ส.ค.-17	27.10	27.60	27.60	27.60	27.60	26.60	27.60	27.10	27.10	27.10	25.60	26.10	26.60	27.60	26.10	26.60	27.10	25.60	26.60	27.10	27.10	27.60	27.60	27.10	27.10	30.10					27.10	

ตารางผนวกที่ 42 อุณหภูมิค่าสุดท้ายใน Robo-logger ที่ระดับน้ำลงปานกลางในพื้นที่ศึกษา A เฉลี่ย 3 ตัว

เดือนปี	AMMn																															เฉลี่ย		
	วันที่																																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
เม.ย.-16	27.65	27.81	28.48	27.31	27.48	27.98	27.31	27.81	27.98	27.81	28.48	28.15	28.98	29.81	28.98	28.98	28.81	28.48	28.31	28.65	28.48	28.81	28.31	28.98	28.65	29.31	29.31	30.31	30.31	27.81	28.52			
พ.ค.-16	28.98	28.65	28.48	28.81	28.65	28.98	30.31	29.48	29.48	22.12	25.37	30.61	27.87	28.87	29.87	28.37	27.37	27.12	28.87	27.87	28.87	28.87	28.87	29.62	29.37	30.61	30.61	29.37	28.37	26.62	28.37	28.57		
มิ.ย.-16	27.87	27.87	28.12	28.62	27.62	28.87	28.12	27.37	27.37	27.87	28.12	28.12	27.87	28.12	28.12	27.87	27.12	27.12	28.37	26.12	26.12	28.87	29.12	28.87	27.87	27.12	26.87	26.87	27.62	27.37	27.77			
ก.ค.-16	27.62	26.87	27.87	27.62	28.12	27.12	27.62	27.37	27.12	27.62	28.12	27.87	26.87	27.87	27.37	27.62	27.87	25.62	25.62	26.62	27.37	28.12	27.12	28.12	28.37	26.62	27.12	27.62	27.37	26.62	25.87	27.31		
ส.ค.-16	26.87	27.87	28.87	27.37	26.62	27.12	27.12	26.12	27.62	27.12	27.12	26.62	27.62	27.62	27.87	27.87	27.87	27.62	28.37	27.12	27.87	27.12	27.12	26.12	28.12	28.62	27.12	27.12	26.62	27.62	27.87	27.41		
ก.ย.-16	26.87	26.62	26.62	26.87	26.62	28.12	27.12	25.37	27.12	27.12	26.12	24.87	25.37	26.62	27.12	27.62	27.37	24.62	27.37	26.62	25.62	25.37	25.62	26.37	27.37	26.87	26.87	26.87	26.62	26.62	26.54			
ต.ค.-16	26.62	26.12	26.12	26.62	26.12	26.12	25.62	25.87	26.87	26.62	26.62	25.37	26.62	27.12	27.12	26.12	27.87	28.12	28.12	27.87	27.62	26.37	27.62	26.12	27.12	25.62	26.87				26.70			
ม.ค.-17				24.95	24.79	24.79	25.62	25.12	24.29	25.29	25.12	25.29	25.12	26.12	25.62	24.95	25.12	24.79	24.95	25.79	24.12	24.95	23.95	24.95	25.62	25.62	23.45	22.95	23.45	23.62	22.95	24.76		
ก.พ.-17	24.45	25.45	24.62	25.62	25.12	26.29	25.95	24.79	25.79	24.62	23.45	22.29	22.29	22.79	23.29	23.29	23.95	25.29	26.45	26.79	26.62	27.29	27.95	26.79	26.79	26.79	25.62	25.79			25.22			
มี.ค.-17	25.79	24.95	26.45	27.62	27.95	27.62	27.29	26.62	26.62	26.62	27.12	27.12	27.29	27.29	27.62	26.62	27.29	27.45	27.62	28.79	28.29	28.62	28.62	28.29	28.62	28.45	28.62	27.12	25.62	27.45	25.45	27.79	27.45	27.26
เม.ย.-17	26.12	27.12	27.12	28.95	27.62	26.62	28.29	28.45	28.45	28.29	28.12	28.12	27.62	27.79	28.29	29.12	28.62	30.12	29.45	29.12	26.29	27.12	28.62	28.45	28.62	28.45	28.62	27.12	27.45	29.62	28.13			
พ.ค.-17	30.79	30.79	30.12	27.29	26.12	27.12	28.45	28.45	28.45	27.95	27.29	27.45	27.95	28.79	28.29	28.95	27.62	29.28	27.62	29.12	28.78	28.78	28.62	26.62	27.45	26.79	28.12	29.95	27.78	28.45	28.45	28.31		
มิ.ย.-17	28.28	28.12	27.62	28.12	27.78	27.62	28.12	28.12	28.78	28.78	26.45	26.29	27.95	26.45	26.79	27.78	27.28	26.79	26.79	27.29	27.45	27.12	26.79	28.12	28.12	27.78	28.78	27.62	26.62	26.79	27.55			
ก.ค.-17	27.62	27.62	27.12	26.62	27.62	27.12	27.45	27.12	26.62	25.12	26.95	25.79	27.78	25.62	26.79	26.95	27.12	25.62	25.95	25.45	25.95	26.62	26.45	27.12	27.95	27.29	26.79	26.45	27.45	26.79	26.62	26.76		
ส.ค.-17	27.12	27.62	27.62	27.62	27.29	26.62	27.62	27.12	27.29	27.62	25.95	26.45	27.28	27.62	26.29	26.45	26.45	25.79	26.62	26.79	27.12	27.12	27.29	26.12	25.79	28.62					26.97			

ตารางผนวกที่ 43 อุณหภูมิค่าสุดท้ายใน Robo-logger ที่ระดับน้ำลงต่ำสุดในพื้นที่ศึกษา A ตัวที่ 1

เดือน/ปี	วัน																															เฉลี่ย	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
เม.ย.-16	28.13	28.13	28.63	27.63	28.13	28.63	28.13	28.13	28.63	28.13	28.63	29.13	29.63	30.13	29.13	29.13	29.13	28.63	28.63	29.13	29.13	29.13	28.63	29.13	29.13	29.63	29.63	30.63	30.63	28.63		28.93	
พ.ค.-16	29.63	28.63	29.13	29.13	29.13	29.13	30.63	29.63	31.13	22.61	25.61	31.11	30.61	30.61	30.61	29.61	28.11	28.11	30.61	29.11	28.61	30.11	30.61	30.61	30.11	31.11	31.61	30.61	30.11	28.11	29.61	29.49	
มิ.ย.-16	29.11	28.61	29.11	29.61	29.61	30.61	30.11	30.11	29.11	30.11	29.11	29.11	28.61	29.11	29.11	29.11	28.11	28.11	29.11	29.11	27.61	30.11	29.61	30.11	30.11	28.11	27.61	27.61	28.11	28.11	29.06		
ก.ค.-16	28.61	27.61	28.11	29.11	29.61	29.11	28.61	29.11	27.61	28.61	28.61	28.61	27.61	28.61	28.11	28.61	28.61	27.11	26.61	28.11	29.11	30.11	27.61	28.61	28.11	27.61	28.11	28.11	28.61	28.11	27.61	28.34	
ส.ค.-16	28.11	28.61	29.11	28.11	27.61	28.11	28.11	27.11	28.11	27.61	28.11	27.61	28.11	28.11	28.61	28.61	28.61	29.11	29.11	28.11	28.61	28.61	28.11	27.11	28.61	28.61	27.61	28.11	28.11	28.61	29.11	28.26	
ก.ย.-16	28.11	28.11	27.61	27.61	28.11	28.61	27.61	26.11	28.11	28.11	26.61	25.61	25.61	27.61	28.61	28.11	28.11	25.61	28.11	27.61	26.11	26.11	26.11	27.11	27.61	27.61	28.11	28.11	28.11	27.11	27.40		
ต.อ.-16	28.11	26.61	26.61	27.61	27.11	27.11	26.61	27.61	27.61	27.61	27.11	26.11	28.11	28.61	28.11	26.61	28.11	28.11	28.61	28.11	28.61	27.11	28.11	27.11	27.61	26.61	27.61				27.52		
ม.ก.-17				24.62	25.12	25.12	25.62	25.12	24.62	25.12	24.62	25.12	25.12	25.62	25.12	25.62	25.12	25.12	24.62	24.62	26.12	27.12	26.12	25.12	24.62	25.12	25.12	23.62	23.12	23.62	23.62	23.12	24.91
ก.พ.-17	24.62	26.12	24.62	25.62	25.62	26.62	25.62	24.12	25.12	24.62	23.62	22.12	22.12	23.12	23.62	24.12	23.62	26.62	27.12	27.12	27.12	27.12	26.62	27.62	26.62	26.62	26.62	26.62	25.62	25.62		25.30	
มี.ค.-17	26.12	25.12	27.62	28.62	28.62	28.12	27.62	26.62	26.62	26.12	26.62	26.62	26.62	27.12	27.62	27.12	27.12	28.12	29.12	29.62	29.12	29.12	29.12	28.62	28.12	27.12	25.62	27.62	26.12	28.12	28.12	27.54	
เม.ย.-17	26.62	29.62	29.62	29.62	28.62	27.12	27.62	28.12	28.12	28.12	28.12	28.12	27.62	29.12	30.12	30.12	30.12	30.62	30.62	30.12	29.12	28.62	28.62	28.12	28.62	28.62	28.62	28.62	28.62	28.12	30.62	28.85	
พ.ค.-17	31.12	31.12	31.12	29.62	28.12	28.62	28.62	28.62	29.12	28.12	28.62	28.12	28.12	30.12	29.12	29.62	27.62	29.12	27.62	29.12	28.62	28.62	28.12	26.62	27.12	26.62	27.62	29.62	28.12	29.12	28.62	28.72	
มิ.ย.-17	28.62	27.62	27.62	27.62	27.62	27.62	27.62	27.62	28.62	29.12	26.62	26.12	28.62	25.62	26.62	27.62	26.62	26.12	26.12	26.12	27.12	26.62	26.12	28.12	28.12	27.62	29.12	27.62	26.12	26.62	27.31		
ก.ค.-17	27.12	27.12	27.12	26.12	26.62	26.62	27.12	27.12	26.12	24.62	26.62	25.12	28.12	25.12	26.62	27.62	27.12	25.62	25.12	25.12	25.62	26.12	25.62	26.62	27.62	27.62	27.12	26.12	26.62	26.12	26.43		
ส.ค.-17	26.62	27.12	27.12	27.12	27.12	26.62	28.12	27.12	26.62	27.12	25.62	26.62	27.62	27.12	26.12	25.62	26.12	25.12	26.12	26.12	26.62	26.62	27.12	26.62	26.12	29.62					26.76		

ตารางผนวกที่ 44 อุณหภูมิต่ำสุดภายใน Robo-logger ที่ระดับน้ำลงต่ำสุดในพื้นที่ศึกษา A ตัวที่ 2

เดือนปี	A L2 Min																															เฉลี่ย	
	วันที่																																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
เม.ย.-16	28.10	27.60	28.10	27.60	28.10	28.10	27.60	28.10	28.60	29.10	29.60	29.60	29.10	29.10	29.10	29.60	29.10	28.60	28.60	29.60	29.10	29.60	29.60	29.60	29.60	30.10	30.60	31.10	30.60	28.10			29.03
พ.ค.-16	29.60	28.60	29.10	28.60	29.10	29.10	30.10	30.60	28.10	22.12	25.12	30.62	29.12	29.62	29.62	29.12	27.62	27.12	30.12	28.62	28.12	29.62	30.12	30.62	30.62	31.12	31.12	30.12	29.62	27.12	28.62		28.99
มิ.ย.-16	28.62	27.62	28.62	29.12	28.62	30.12	29.62	29.62	28.62	29.62	29.12	28.12	28.12	28.62	28.12	28.62	27.12	27.62	29.12	28.12	27.62	29.12	29.62	29.62	29.62	27.62	27.12	27.12	27.62	27.62		28.52	
ก.ค.-16	27.62	27.12	28.12	28.12	28.62	28.62	28.12	28.62	27.12	27.62	27.62	27.62	27.62	27.62	27.62	28.12	27.62	26.12	26.12	27.62	27.62	28.62	27.62	27.62	27.62	27.12	27.62	27.62	28.12	27.12	26.62	27.64	
ส.ค.-16	27.12	28.62	29.12	27.62	27.12	27.12	27.62	26.12	27.62	27.12	27.12	27.12	27.12	27.62	27.62	28.12	28.12	28.62	28.62	29.12	27.62	28.12	27.62	27.62	26.62	28.12	28.12	27.12	27.62	27.12	28.12	28.62	27.73
ก.ย.-16	27.12	26.62	27.12	27.12	27.12	28.12	27.12	25.12	27.12	27.12	27.12	26.12	24.62	25.12	27.12	27.62	27.62	27.12	25.12	27.62	26.62	25.62	25.12	25.62	26.62	26.62	27.12	27.12	27.12	26.62	26.62		26.62
ต.ค.-16	27.12	26.12	26.12	26.62	26.62	26.12	25.62	26.62	27.12	26.62	26.12	25.12	27.12	27.62	27.62	26.12	28.12	27.62	27.62	27.62	27.62	26.62	27.12	26.12	26.62	26.12	27.12					26.77	
ม.ค.-17				24.16	24.16	24.16	25.16	24.66	23.66	24.66	24.16	24.66	24.16	25.16	24.66	24.66	24.16	24.16	24.16	25.16	24.16	25.16	23.66	24.16	24.66	25.16	23.16	22.16	22.66	22.66	22.66	24.14	
ก.พ.-17	23.66	24.66	23.66	24.66	23.66	25.66	25.16	23.66	24.66	23.66	23.16	21.66	21.66	22.16	22.66	22.66	23.16	24.66	25.66	26.16	26.16	26.66	26.66	25.66	25.66	25.66	24.66	25.16				24.38	
มี.ค.-17	25.16	24.16	25.66	27.66	27.16	26.66	26.66	25.66	25.66	25.66	26.16	26.16	26.16	26.16	26.66	25.66	26.66	26.66	27.16	28.66	27.66	27.66	27.16	27.16	27.66	26.66	24.66	26.66	24.66	26.66	26.66	26.44	
เม.ย.-17	25.66	27.16	27.16	28.66	27.66	26.16	27.16	27.66	27.16	27.16	27.16	26.66	26.66	28.16	29.16	28.66	29.66	29.16	28.66	26.16	25.66	27.16	27.16	27.66	27.66	27.66	26.66	26.66	26.66	29.16		27.48	
พ.ค.-17	30.66	30.16	29.66	26.66	25.66	26.66	27.16	27.66	27.66	27.66	27.16	27.16	27.16	28.66	27.66	31.11	29.11	31.11	29.61	31.11	30.11	29.61	30.61	28.11	28.61	28.61	30.61	31.61	29.11	31.11	30.61	28.97	
มิ.ย.-17	30.61	29.61	29.11	29.11	29.11	29.11	29.11	29.11	30.11	30.61	30.11	30.11	30.61	27.11	28.11	30.11	27.61	27.61	28.11	28.61	28.61	28.61	28.11	30.61	30.11	30.11	30.61	30.11	28.61	28.11		29.24	
ก.ค.-17	28.61	28.61	28.61	27.61	28.61	28.61	28.61	28.61	28.61	26.11	28.61	27.61	30.11	27.61	28.11	28.61	28.61	26.61	26.61	26.61	27.11	27.61	27.61	29.11	29.61	29.11	28.61	27.11	28.11	27.11	27.61	28.08	
ส.ค.-17	28.11	28.61	28.11	28.61	28.61	28.11	29.61	29.11	29.11	29.11	26.61	28.11	29.11	28.11	27.11	27.61	27.61	26.61	27.61	27.61	29.11	28.61	29.11	28.11	27.61	30.61						28.32	

ตารางผนวกที่ 45 อุณหภูมิค่าสุดภายใน Robo-logger ที่ระดับน้ำลงต่ำสุดในพื้นที่ศึกษา A ตัวที่ 3

เดือนปี	AL3 Mn																															เฉลี่ย	
	วันที่																																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
เมษ-16	27.61	27.61	27.61	27.11	27.61	28.11	27.61	27.61	28.11	28.11	28.11	29.11	29.61	30.61	29.61	28.61	29.11	28.61	28.11	29.61	29.11	29.11	29.11	29.61	29.11	30.11	29.61	30.61	30.11	28.61		28.78	
พค-16	29.61	28.11	28.61	28.61	28.61	29.11	30.61	29.61	31.11	22.11	25.61	30.10	28.11	29.61	30.10	29.11	27.11	27.11	29.61	28.11	28.11	29.11	29.61	30.60	30.60	31.10	30.60	29.61	28.61	27.11	27.61	28.82	
มิย-16	28.11	28.61	27.61	29.11	28.11	29.11	28.11	28.11	27.61	28.11	28.61	28.11	27.61	28.11	28.11	28.11	27.61	27.11	28.11	27.11	26.11	28.61	29.11	29.11	28.11	27.11	27.11	27.11	27.61	27.61		27.96	
กค-16	28.11	27.11	27.11	28.11	28.61	27.61	27.61	28.61	27.11	27.61	27.61	27.61	27.11	27.61	27.61	28.11	28.11	26.11	26.11	27.11	27.61	28.61	27.61	28.11	28.11	26.61	27.61	27.11	28.11	27.61	26.11	27.54	
สค-16	26.61	27.11	28.11	27.61	26.61	27.61	28.11	26.11	27.61	27.11	27.11	27.11	27.11	27.61	28.11	28.11	28.61	28.61	28.61	27.61	27.61	27.61	27.61	27.61	26.11	28.11	28.11	27.11	27.61	27.11	28.11	28.61	27.57
กย-16	27.11	26.61	27.11	27.11	26.61	27.61	27.11	25.61	27.11	27.61	26.11	25.11	25.61	26.61	27.11	27.61	27.11	24.61	27.11	26.61	25.61	25.11	25.61	26.61	27.11	27.11	27.11	26.61	26.61	26.61		26.57	
ตค-16	27.11	26.11	26.11	26.11	26.11	26.11	25.61	26.11	27.11	26.61	26.61	25.11	26.61	27.61	27.11	26.11	27.61	27.61	28.11	27.11	27.61	26.11	27.11	26.11	27.11	26.11	27.11	26.11				26.66	
มก-17				24.61	25.61	25.11	26.61	25.61	25.11	25.61	25.61	25.61	25.61	26.61	25.61	26.11	25.61	25.11	25.11	25.11	26.11	26.61	26.11	24.11	24.61	25.61	26.11	24.11	23.61	24.11	24.11	23.61	25.29
กพ-17	24.61	26.11	24.61	26.11	26.61	26.61	26.61	25.11	26.11	25.11	24.11	22.61	22.11	23.11	23.61	24.11	24.61	27.61	27.61	27.61	27.61	27.61	27.61	28.11	27.11	27.11	27.11	26.11	26.11			25.77	
มีค-17	26.11	26.11	27.61	28.61	28.61	28.61	28.11	27.11	27.11	27.11	27.11	27.61	27.11	27.61	28.11	27.11	27.61	27.61	29.61	29.61	29.61	29.61	29.11	29.11	28.61	28.11	26.11	28.11	25.61	28.11	28.11	27.89	
เมษ-17	26.61	30.11	28.61	29.61	28.11	27.11	28.61	28.61	28.61	28.61	28.61	28.11	28.11	28.61	30.11	30.61	30.11	30.61	30.11	30.11	29.61	27.11	28.61	28.61	29.11	29.11	28.61	28.61	28.11	30.61		28.93	
พค-17	31.11	31.11	31.11	30.11	28.11	28.61	28.61	29.11	29.11	28.11	28.61	27.61	28.61	29.61	28.61	30.10	28.11	30.10	29.61	29.61	29.61	29.61	29.61	27.61	28.11	28.11	30.10	30.60	28.61	30.10	29.61	29.27	
มิย-17	29.61	28.61	28.61	28.61	29.11	28.11	28.61	28.61	29.61	29.11	28.61	29.11	28.61	26.61	28.11	28.11	28.11	27.11	27.11	28.11	28.11	28.11	27.61	29.11	28.61	29.11	29.11	29.11	28.11	27.61		28.42	
กค-17	28.11	28.11	28.11	27.11	28.11	27.61	28.11	27.61	28.11	26.61	28.11	27.61	29.11	26.61	27.11	27.61	27.61	26.11	26.11	26.11	26.61	27.61	27.11	28.11	28.61	28.61	27.61	26.61	27.61	27.11	27.11	27.49	
สค-17	27.61	28.11	28.11	28.11	28.11	27.61	28.61	28.61	28.11	28.61	26.61	28.11	28.61	27.61	26.61	27.11	27.11	26.61	27.61	27.61	27.61	28.11	28.11	27.11	27.11	30.10						27.82	

ตารางผนวกที่ 46 อุณหภูมิต่ำสุดภายใน Robo-logger ที่ระดับน้ำลงต่ำสุดในพื้นที่ศึกษา A เฉลี่ย 3 ตัว

เดือน/ปี	A L Min																															เฉลี่ย
	วันที่																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
เม.ย.-16	27.95	27.78	28.11	27.45	27.95	28.28	27.78	27.95	28.45	28.45	28.78	29.28	29.45	29.95	29.28	29.11	29.11	28.61	28.45	29.45	29.11	29.28	29.11	29.45	29.28	29.95	29.95	30.78	30.45	28.45		28.91
พ.ค.-16	29.61	28.45	28.95	28.78	28.95	29.11	30.45	29.95	30.11	22.28	25.45	30.61	29.28	29.95	30.11	29.28	27.61	27.45	30.11	28.61	28.28	29.61	30.11	30.61	30.44	31.11	31.11	30.11	29.45	27.45	28.61	29.10
มิ.ย.-16	28.61	28.28	28.45	29.28	28.78	29.95	29.28	29.28	28.45	29.28	28.95	28.45	28.11	28.61	28.45	28.61	27.61	27.61	28.78	28.11	27.11	29.28	29.45	29.61	29.28	27.61	27.28	27.28	27.78	27.78		28.51
ก.ค.-16	28.11	27.28	27.78	28.45	28.95	28.45	28.11	28.78	27.28	27.95	27.95	27.95	27.45	27.95	27.78	28.28	28.11	26.45	26.28	27.61	28.11	29.11	27.61	28.11	27.95	27.11	27.78	27.61	28.28	27.61	26.78	27.84
ส.ค.-16	27.28	28.11	28.78	27.78	27.11	27.61	27.95	26.45	27.78	27.28	27.45	27.28	27.61	27.78	28.28	28.28	28.61	28.78	28.95	27.78	28.11	27.95	27.78	26.61	28.28	28.28	27.28	27.78	27.45	28.28	28.78	27.86
ก.ย.-16	27.45	27.11	27.28	27.28	27.28	28.11	27.28	25.61	27.45	27.61	26.28	25.11	25.45	27.11	27.78	27.78	27.45	25.11	27.61	26.95	25.78	25.45	25.78	26.78	27.11	27.28	27.45	27.28	27.11	26.78		26.86
ต.ค.-16	27.45	26.28	26.28	26.78	26.61	26.45	25.95	26.78	27.28	26.95	26.61	25.45	27.28	27.95	27.61	26.28	27.95	27.78	28.11	27.61	27.95	26.61	27.45	26.45	27.11	26.28	27.28					26.98
ม.ค.-17				24.47	24.97	24.80	25.80	25.13	24.47	25.13	24.80	25.13	24.97	25.80	25.13	25.47	24.97	24.63	24.63	25.80	25.97	25.80	24.30	24.47	25.13	25.47	23.63	22.96	23.47	23.47	23.13	24.78
ก.พ.-17	24.30	25.63	24.30	25.47	25.30	26.30	25.80	24.30	25.30	24.47	23.63	22.13	21.96	22.80	23.30	23.63	23.80	26.30	26.80	26.97	26.97	26.80	27.47	26.47	26.47	26.47	25.47	25.63				25.15
มี.ค.-17	25.80	25.13	26.97	28.30	28.13	27.80	27.47	26.47	26.47	26.30	26.63	26.80	26.63	26.97	27.47	26.63	27.13	27.47	28.63	29.30	28.80	28.80	28.46	28.30	28.13	27.30	25.47	27.47	25.47	27.63	27.63	27.29
เม.ย.-17	26.30	28.96	28.46	29.30	28.13	26.80	27.80	28.13	27.96	27.96	27.96	27.80	27.47	28.13	29.46	29.96	29.63	30.30	29.96	29.63	28.30	27.13	28.13	27.96	28.46	28.46	28.30	27.97	27.63	30.13		28.42
พ.ค.-17	30.96	30.80	30.63	28.80	27.30	27.97	28.13	28.46	28.63	27.96	28.13	27.63	27.96	29.46	28.46	30.28	28.28	30.11	28.95	29.95	29.45	29.28	29.45	27.45	27.95	27.78	29.45	30.61	28.61	30.11	29.61	28.99
มิ.ย.-17	29.61	28.61	28.45	28.45	28.61	28.28	28.45	28.45	29.45	29.61	28.45	28.45	29.28	26.45	27.61	28.61	27.45	26.95	27.11	27.61	27.95	27.78	27.28	29.28	28.95	28.95	29.61	28.95	27.61	27.45		28.32
ก.ค.-17	27.95	27.95	27.95	26.95	27.78	27.61	27.95	27.78	27.61	25.78	27.78	26.78	29.11	26.45	27.28	27.95	27.78	26.11	25.95	25.95	26.45	27.11	26.78	27.95	28.61	28.45	27.78	26.61	27.45	26.78	26.95	27.33
ส.ค.-17	27.45	27.95	27.78	27.95	27.95	27.45	28.78	28.28	27.95	28.28	26.28	27.61	28.45	27.61	26.61	26.78	26.95	26.11	27.11	27.11	27.78	27.78	28.11	27.28	26.95	30.11						27.63

ตารางผนวกที่ 47 อุณหภูมิต่ำสุดภายใน Robo-logger ที่ระดับน้ำขึ้นสูงสุดในพื้นที่ศึกษา B ตัวที่ 1

BHI Min																																
เดือน/ปี	วันที่																															เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
เม.ย.-16	28.63	28.13	28.63	27.63	28.13	28.13	27.63	28.13	28.13	28.13	28.63	28.13	28.63	29.63	29.13	29.63	29.13	28.63	28.63	29.13	28.63	28.63	29.13	28.63	29.13	28.63	29.13	29.63	29.13	28.13		28.64
พ.ค.-16	29.13	29.13	28.63	29.13	29.13	29.13	30.13	29.13	30.63	22.11	25.61	30.61	28.61	29.61	29.61	28.61	27.11	27.11	29.11	28.11	28.61	29.11	28.61	29.11	29.11	30.11	30.11	29.11	28.61	27.61	29.11	28.70
มิ.ย.-16	28.11	28.11	28.61	28.61	28.11	28.61	28.11	28.11	28.11	28.11	28.61	28.11	28.11	28.11	28.11	28.11	27.61	27.61	28.11	26.11	26.61	29.11	28.61	28.61	28.11	27.61	27.11	27.11	27.61	27.61	27.98	
ก.ค.-16	28.11	27.11	28.11	28.11	28.11	27.11	27.61	27.61	27.61	27.61	28.11	28.11	26.61	28.11	28.11	28.61	29.11	25.61	26.11	27.11	27.61	27.11	28.11	29.11	29.11	27.61	27.61	27.61	27.61	26.61	27.69	
ส.ค.-16	27.11	28.11	29.11	27.61	27.11	28.11	27.61	27.11	28.11	27.61	27.61	27.11	27.61	27.61	28.11	28.11	28.11	28.61	28.61	28.11	27.61	28.11	28.11	27.11	28.61	28.61	27.61	27.61	26.61	27.61	27.82	
ก.ย.-16	27.61	27.11	27.61	27.11	27.11	28.11	27.11	25.61	27.61	28.11	26.61	25.11	25.11	27.11	27.61	28.11	27.11	25.11	27.11	27.11	26.11	25.61	26.11	27.11	27.61	27.61	27.61	27.11	27.11	26.61	26.93	
ต.ค.-16	27.11	26.11	26.11	27.11	26.61	26.61	26.61	26.11	27.61	27.61	26.61	25.61	27.61	28.11	27.61	26.61	28.11	28.61	28.11	27.61	27.61	27.11	27.61	27.61	27.61	27.61	27.61				27.22	
ม.ค.-17				25.19	25.69	25.69	26.19	25.69	25.19	25.69	25.19	25.69	25.69	26.69	25.69	26.19	25.69	25.69	25.69	27.19	26.19	26.19	24.69	25.69	25.69	25.69	24.19	23.69	24.19	24.19	23.69	25.45
ก.พ.-17	24.69	26.69	24.69	26.19	25.69	26.69	26.19	25.19	25.69	25.19	24.19	22.69	22.69	23.69	23.69	24.19	24.69	26.19	26.69	27.19	27.19	27.19	27.69	26.69	27.19	27.19	26.19	26.19			25.65	
มี.ค.-17	26.19	25.69	28.18	29.18	29.18	28.18	27.69	27.19	27.19	26.69	27.19	27.69	27.19	27.19	28.18	27.19	27.69	28.18	29.18	29.68	29.68	29.18	28.68	28.68	28.18	26.19	27.69	26.69	28.18	28.68	27.91	
เม.ย.-17	27.19	29.18	29.18	29.68	28.68	27.69	28.18	28.18	28.68	28.68	28.18	28.68	28.18	28.68	30.18	30.18	30.18	30.68	30.68	30.68	27.69	27.19	29.18	28.68	28.68	28.68	28.68	28.18	29.68		28.90	
พ.ค.-17	30.68	31.18	31.18	28.18	27.19	29.18	29.18	29.18	28.68	28.18	28.18	28.68	29.68	29.18	29.07	28.07	29.57	28.57	30.07	29.57	29.57	29.07	27.07	27.57	27.57	28.57	30.07	29.07	29.57	29.57	29.05	
มิ.ย.-17	29.07	28.57	29.07	29.07	28.07	28.57	28.57	28.57	29.07	29.57	28.07	28.07	28.57	27.57	28.07	29.07	28.07	28.07	27.57	28.57	28.57	28.07	28.07	28.57	29.07	28.57	29.07	28.57	27.57	28.07	28.47	
ก.ค.-17	28.57	28.57	28.57	27.07	28.07	28.07	28.07	28.57	27.57	26.57	28.07	26.57	28.07	27.07	27.57	27.57	28.07	26.57	26.57	26.57	27.07	27.07	28.07	28.07	28.07	27.07	27.07	28.57	28.07	28.07	27.64	
ส.ค.-17	28.07	28.57	28.07	28.57	28.07	27.57	28.57	28.07	28.07	28.07	27.07	27.57	28.07	28.57	27.07	27.57	27.57	26.57	27.57	27.57	28.07	27.57	28.07	28.07	28.07	30.07					27.96	

ตารางผนวกที่ 48 อุณหภูมิค่าสุดท้ายใน Robo-logger ที่ระดับน้ำขึ้นสูงสุดในพื้นที่ศึกษา B ตัวที่ 2

B H2 Min																																	
เดือน/ปี	วันที่																															เฉลี่ย	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
เม.ย.-16	28.14	28.14	27.64	27.14	27.64	28.14	27.14	27.64	28.14	28.64	28.14	29.14	29.64	30.14	29.64	29.14	28.64	28.14	28.14	30.14	28.64	29.14	28.64	29.64	29.14	30.14	29.64	30.64	30.64	28.64			28.81
พ.ค.-16	30.14	28.14	28.64	28.64	28.64	29.14	30.64	29.64	26.14	22.12	25.62	31.12	28.62	29.12	29.62	28.62	27.62	27.62	29.12	28.62	28.12	29.62	30.12	29.62	30.12	29.62	30.62	30.12	28.62	27.62	28.12	28.71	
มิ.ย.-16	28.62	28.62	27.62	29.12	28.62	29.62	29.12	28.62	28.62	28.62	29.12	28.12	27.62	28.12	28.12	28.12	27.62	27.62	28.12	27.12	27.12	29.12	29.12	29.62	29.12	27.12	26.62	27.12	27.62	27.62	28.24		
ก.ค.-16	28.12	27.12	27.62	27.62	28.12	27.62	28.12	28.62	26.62	27.62	27.62	27.62	27.62	28.12	27.62	28.12	28.62	26.12	26.12	27.62	27.62	28.62	27.12	28.12	28.12	26.62	27.12	27.12	27.62	27.12	27.12	27.57	
ส.ค.-16	27.12	28.12	28.12	28.12	26.62	27.62	27.62	26.62	27.62	27.12	27.12	27.12	27.62	27.62	28.12	28.12	28.12	28.62	29.12	27.62	27.62	27.62	27.12	26.62	27.62	28.12	27.12	27.62	27.12	27.62	28.12	27.62	
ก.ย.-16	27.62	26.62	27.12	26.62	26.62	27.62	27.12	25.12	27.12	27.12	26.12	25.12	25.12	26.62	27.12	27.62	27.12	24.62	27.12	26.62	25.62	25.12	25.62	26.62	27.12	27.12	27.62	27.12	26.62	26.62		26.57	
ต.ค.-16	27.12	26.12	26.12	26.62	26.12	26.12	26.12	26.12	27.12	26.62	26.62	25.12	27.12	27.62	27.12	26.62	27.62	27.62	27.12	27.12	27.62	26.12	27.12	26.12	27.12	26.12	27.12					26.72	
ม.ก.-17				24.64	24.64	24.64	26.14	25.14	24.14	25.14	24.64	25.14	25.14	25.64	25.14	25.14	25.14	24.64	24.64	25.64	24.14	24.64	23.64	24.64	25.14	25.64	23.64	22.64	23.14	23.64	22.64	24.60	
ก.พ.-17	24.14	25.64	24.14	25.14	24.64	26.14	25.14	24.14	25.64	24.14	23.14	22.14	22.14	22.64	23.14	23.14	23.64	25.14	26.14	26.64	26.64	27.14	27.14	26.14	26.14	26.64	25.64	25.64			24.92		
มี.ค.-17	25.64	24.64	26.64	28.14	28.64	27.14	27.14	26.64	26.64	26.14	26.64	26.64	26.64	26.64	27.14	26.14	27.14	27.14	28.14	29.14	28.64	28.64	28.14	27.64	28.14	26.64	25.14	27.14	25.14	27.64	27.14	27.06	
เม.ย.-17	26.14	27.14	28.14	29.14	27.14	26.14	27.64	27.64	27.64	27.64	27.64	27.14	27.14	27.14	29.14	29.64	29.14	29.64	29.64	29.64	29.14	26.64	26.14	27.64	28.14	28.14	28.14	28.14	26.14	27.14	29.14	27.85	
พ.ค.-17	30.13	30.63	30.13	27.14	26.14	27.64	28.14	28.14	28.14	28.14	27.14	27.14	27.64	28.64	28.14	28.11	28.11	29.11	27.61	29.61	29.11	29.11	28.61	26.61	27.11	27.11	28.11	29.61	28.11	28.11	28.61	28.25	
มิ.ย.-17	28.61	28.61	28.61	28.11	28.11	28.11	28.11	28.11	28.61	28.61	27.61	26.61	27.61	27.11	27.61	28.61	27.61	27.61	27.11	28.11	27.61	27.61	27.11	28.11	28.11	27.61	28.11	28.11	27.11	27.61	27.88		
ก.ค.-17	27.61	28.11	27.61	27.11	27.61	27.61	27.61	27.61	27.11	25.61	27.61	26.61	27.11	26.61	27.11	27.11	27.61	26.11	26.11	26.11	26.61	27.11	27.61	27.11	28.11	27.61	26.61	26.61	27.61	27.61	27.16		
ส.ค.-17	27.61	28.11	28.11	28.11	27.61	27.11	27.61	27.61	27.61	27.61	26.11	26.61	27.11	28.11	26.61	27.61	27.11	26.11	27.11	27.11	27.11	27.11	27.61	27.61	27.11	27.61	29.11					27.42	

ตารางผนวกที่ 48 อุณหภูมิค่าสุดท้ายใน Robo-logger ที่ระดับน้ำขึ้นสูงสุดในพื้นที่ศึกษา B ตัวที่ 3

เดือน/ปี	วันที่																															เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
เม.ย.-16	28.57	28.07	28.07	27.57	28.07	28.57	28.07	28.07	28.57	29.07	29.07	29.07	29.57	29.57	29.07	29.07	28.57	28.57	29.57	29.07	29.57	29.57	30.07	29.57	30.57	30.07	30.57	30.57	28.07		29.06	
พ.ค.-16	30.07	29.07	28.57	29.07	29.07	29.57	30.57	30.57	30.57	22.12	25.62	31.62	28.62	29.12	29.62	29.12	28.62	28.12	29.12	28.62	28.62	30.12	30.12	30.12	30.62	31.12	31.12	31.12	29.62	28.62	29.12	29.28
มิ.ย.-16	29.12	28.12	29.12	29.12	28.62	29.62	29.12	29.12	29.12	29.62	30.12	28.62	28.12	28.12	28.62	28.62	28.12	27.62	28.62	26.62	27.12	30.12	29.62	29.62	29.62	27.62	27.62	27.12	27.62	27.62	28.59	
ก.ค.-16	28.12	27.12	28.12	28.12	28.12	28.12	28.62	29.62	27.62	28.12	28.12	28.12	27.62	28.12	28.12	28.12	28.62	25.62	26.62	27.62	27.62	28.62	27.62	28.12	27.62	27.12	27.62	27.62	27.62	26.62	26.62	27.78
ส.ค.-16	27.62	28.62	28.62	28.62	27.12	28.12	28.12	26.62	27.62	27.62	27.12	27.12	27.62	27.62	28.12	28.62	28.62	28.62	29.12	28.62	28.12	27.62	27.62	27.12	28.12	28.62	27.62	27.62	27.12	28.12	28.62	27.95
ก.ย.-16	27.62	27.62	27.12	27.12	27.12	27.62	27.12	25.62	27.12	27.12	26.62	25.12	25.62	27.12	27.62	28.12	27.62	25.12	27.62	27.12	26.12	25.62	25.62	26.62	27.12	27.62	27.62	27.12	27.12		26.91	
ต.ค.-16	27.12	26.62	26.12	26.62	26.62	26.12	26.12	26.12	27.12	27.12	26.62	25.62	27.12	27.62	27.62	26.62	27.62	27.62	28.12	27.62	28.12	26.62	27.62	26.62	27.12	26.12	27.12				26.94	
ม.ค.-17				25.59	25.09	25.09	25.09	25.09	24.59	25.09	25.59	25.59	25.59	27.09	26.59	25.59	25.09	26.59	25.59	26.59	26.09	25.59	23.59	24.09	25.09	26.09	25.09	24.09	24.59	24.09	25.31	
ก.พ.-17	26.09	25.59	25.59	25.59	26.59	26.59	26.09	25.09	26.09	26.09	25.09	23.09	23.09	24.59	25.09	25.09	24.59	25.09	26.59	27.09	27.09	27.09	27.09	28.09	27.09	27.09	27.59	26.09	26.09		25.90	
มี.ค.-17	26.09	25.59	26.59	28.09	28.09	28.09	27.59	27.09	26.59	26.59	27.09	27.09	27.09	27.09	27.59	27.09	27.59	27.59	27.59	29.09	28.59	29.09	28.59	28.09	28.59	28.09	26.59	27.59	25.59	27.59	27.59	27.46
เม.ย.-17	26.59	27.09	27.59	27.59	27.59	28.09	28.59	28.59	28.09	28.09	28.09	28.09	28.09	28.09	28.09	28.09	28.09	29.09	29.09	29.09	26.59	27.59	28.09	28.59	28.59	29.09	28.59	27.59	28.09	28.59	28.09	28.09
พ.ค.-17	29.59	29.59	29.59	27.09	26.09	28.59	28.59	29.09	28.09	27.59	27.59	28.09	28.09	28.09	27.59	30.12	28.12	30.12	28.12	29.12	29.12	29.12	28.62	27.12	27.12	27.62	28.12	30.12	28.62	29.62	29.62	28.49
มิ.ย.-17	29.62	28.62	28.62	28.12	28.62	28.62	28.12	28.62	28.62	29.12	29.12	27.12	28.12	26.12	27.12	28.62	27.12	27.12	27.62	27.62	28.12	27.62	27.12	28.62	28.62	28.12	28.12	28.12	27.12	27.62	28.06	
ก.ค.-17	27.12	28.12	27.62	27.12	27.62	27.62	27.62	27.62	27.12	25.12	27.62	26.62	29.12	27.12	27.12	28.12	27.62	26.62	26.12	25.62	26.12	27.12	27.12	26.62	28.12	28.62	27.62	26.62	27.62	27.12	27.24	
ส.ค.-17	27.62	28.12	27.62	28.12	27.62	27.62	28.12	27.62	27.62	28.12	26.12	27.62	28.12	27.62	26.62	26.62	26.62	26.12	27.12	27.12	27.62	27.12	27.62	27.12	30.12					27.49		

ตารางผนวกที่ 50 อุณหภูมิต่ำสุดภายใน Robo-logger ที่ระดับน้ำขึ้นสูงสุดในพื้นที่ศึกษา B เฉลี่ย 3 ตัว

เดือน/ปี	BH Min																															เฉลี่ย
	วันที่																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
เม.ย.-16	28.45	28.11	28.11	27.45	27.95	28.28	27.61	27.95	28.28	28.61	28.61	28.78	29.11	29.78	29.45	29.28	28.95	28.45	28.45	29.61	28.78	29.11	28.95	29.61	29.11	29.95	29.61	30.28	30.11	28.28	28.84	
พ.ค.-16	29.78	28.78	28.61	28.95	28.95	29.28	30.44	29.78	29.11	22.12	25.62	31.12	28.62	29.28	29.62	28.79	27.79	27.62	29.12	28.45	28.45	29.62	29.62	29.62	29.95	30.28	30.62	30.12	28.95	27.95	28.79	28.90
มิ.ย.-16	28.62	28.29	28.45	28.95	28.45	29.28	28.79	28.62	28.62	28.79	29.28	28.29	27.95	28.12	28.29	28.29	27.79	27.62	28.29	26.62	26.95	29.45	29.12	29.28	28.95	27.45	27.12	27.12	27.62	27.62	28.27	
ก.ค.-16	28.12	27.12	27.95	27.95	28.12	27.62	28.12	28.62	27.29	27.79	27.95	27.95	27.29	28.12	27.95	28.29	28.79	25.79	26.29	27.45	27.62	28.12	27.62	28.45	28.29	27.12	27.45	27.45	27.62	27.12	26.79	27.68
ส.ค.-16	27.29	28.29	28.62	28.12	26.95	27.95	27.79	26.79	27.79	27.45	27.29	27.12	27.62	27.62	28.12	28.29	28.29	28.62	28.95	28.12	27.79	27.79	27.62	26.95	28.12	28.45	27.45	27.62	26.95	27.79	28.12	27.80
ก.ย.-16	27.62	27.12	27.29	26.95	26.95	27.79	27.12	25.45	27.29	27.45	26.45	25.12	25.29	26.95	27.45	27.95	27.29	24.95	27.29	26.95	25.95	25.45	25.79	26.79	27.29	27.45	27.62	27.29	26.95	26.79	26.80	
ต.ค.-16	27.12	26.29	26.12	26.79	26.45	26.29	26.29	26.12	27.29	27.12	26.62	25.45	27.29	27.79	27.45	26.62	27.79	27.95	27.79	27.45	27.79	26.62	27.45	26.79	27.29	26.62	27.29				26.96	
ม.ค.-17				25.14	25.14	25.14	25.80	25.31	24.64	25.31	25.14	25.47	25.47	26.47	25.81	25.64	25.31	25.64	25.31	26.47	25.47	25.47	23.97	24.81	25.31	25.81	24.30	23.47	23.97	24.14	23.47	25.12
ก.พ.-17	24.97	25.97	24.80	25.64	25.64	26.47	25.80	24.81	25.81	25.14	24.14	22.64	22.64	23.64	23.97	24.14	24.30	25.47	26.47	26.97	26.97	27.14	27.64	26.64	26.80	27.14	25.97	25.97			25.49	
มี.ค.-17	25.97	25.31	27.14	28.47	28.64	27.80	27.47	26.97	26.80	26.47	26.97	27.14	26.97	26.97	27.64	26.80	27.47	27.64	28.30	29.30	28.97	28.97	28.47	28.14	28.47	27.64	25.97	27.47	25.80	27.80	27.80	27.48
เม.ย.-17	26.64	27.80	28.30	28.80	27.80	27.14	27.97	28.14	28.30	28.14	27.97	28.14	27.80	27.97	29.14	29.30	29.14	29.80	29.80	29.64	26.97	26.97	28.30	28.47	28.47	28.64	28.47	27.47	27.80	29.14	28.28	
พ.ค.-17	30.14	30.47	30.30	27.47	26.47	28.47	28.64	28.80	28.47	28.14	27.64	27.64	28.14	28.80	28.30	29.10	28.10	29.60	28.10	29.60	29.27	29.27	28.77	26.94	27.27	27.44	28.27	29.93	28.60	29.10	29.27	28.60
มิ.ย.-17	29.10	28.60	28.77	28.44	28.27	28.44	28.27	28.44	28.77	29.10	28.27	27.27	28.10	26.94	27.60	28.77	27.60	27.60	27.44	28.10	28.10	27.77	27.44	28.44	28.60	28.10	28.44	28.27	27.27	27.77	28.14	
ก.ค.-17	27.77	28.27	27.94	27.10	27.77	27.77	27.77	27.94	27.27	25.77	27.77	26.60	28.10	26.94	27.27	27.60	27.77	26.44	26.27	26.10	26.60	27.10	27.60	27.27	28.10	27.77	27.10	26.77	27.94	27.60	27.60	27.34
ส.ค.-17	27.77	28.27	27.94	28.27	27.77	27.44	28.10	27.77	27.77	27.94	26.44	27.27	27.77	28.10	26.77	27.27	27.10	26.27	27.27	27.27	27.60	27.44	27.77	27.44	27.60	29.77					27.62	

ตารางผนวกที่ 51 อุณหภูมิค่าสุดท้ายใน Robo-logger ที่ระดับน้ำลงปานกลางในพื้นที่ศึกษา B ตัวที่ 1

เดือนปี	B M I Min																															เฉลี่ย	
	วันที่																																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
เม.ย.-16	29.62	29.12	29.12	28.62	28.12	28.62	28.12	28.12	28.62	28.62	28.62	29.12	29.12	30.12	29.62	29.62	30.12	29.62	29.12	29.12	29.12	29.12	28.62	29.12	29.12	29.12	29.62	30.62	30.62	29.12			29.17
พ.ค.-16	29.62	29.62	29.62	29.62	29.12	29.62	30.12	29.62	31.12	22.13	25.63	31.12	29.13	29.13	29.63	28.63	29.63	28.13	29.63	29.13	28.13	29.63	29.63	30.13	29.63	31.12	31.12	30.63	30.13	29.63	28.63	29.30	
มิ.ย.-16	29.13	29.13	27.63	29.13	29.13	29.13	29.63	30.63	30.13	30.13	30.63	28.63	27.63	28.13	28.13	28.63	28.63	27.63	28.13	28.13	28.13	29.13	29.13	29.13	30.13	28.63	28.63	27.13	27.63	27.63		28.78	
ก.ค.-16	27.63	27.13	27.63	28.13	28.13	28.63	28.63	29.63	26.13	28.13	28.13	27.63	27.63	27.63	27.63	27.63	27.13	26.63	26.63	27.63	27.63	29.13	27.13	27.63	26.63	27.13	27.13	27.13	27.13	26.63	26.63	27.55	
ส.ค.-16	27.63	27.13	28.13	28.63	27.63	28.13	28.63	26.13	27.63	27.63	27.13	27.13	27.63	27.63	28.63	28.13	28.13	28.13	28.63	28.63	27.63	27.13	27.13	27.13	27.63	28.13	27.13	27.63	27.13	28.13	27.63	27.72	
ก.ย.-16	28.13	27.13	26.13	26.63	26.63	27.63	26.63	25.13	27.13	27.13	26.13	24.63	25.13	26.63	27.13	28.13	27.13	24.63	27.13	26.63	25.63	25.13	25.63	26.63	27.13	27.13	27.63	28.13	27.13	26.13		26.60	
ต.ค.-16	27.13	26.63	26.13	26.63	26.13	26.13	26.13	26.63	26.63	27.13	26.63	24.63	27.13	27.63	27.13	26.13	27.13	27.13	27.63	27.63	27.63	26.13	26.63	26.13	26.63	26.13	27.13					26.68	
ม.ค.-17				24.13	24.63	25.13	25.63	25.13	24.63	25.13	25.13	25.13	24.63	26.13	25.63	25.13	25.13	25.13	25.13	25.13	25.13	25.13	26.13	24.13	25.63	26.13	26.63	26.63	25.63	25.63		25.59	
ก.พ.-17	25.13	26.63	25.13	25.63	25.63	26.13	26.13	25.63	26.13	24.63	23.63	22.63	23.13	23.63	24.13	24.13	24.13	25.13	27.13	27.63	27.63	27.63	28.13	26.63	26.63	26.63	25.63	25.63				25.59	
มี.ค.-17	25.63	25.13	26.63	27.63	28.13	28.63	28.13	27.63	27.13	26.63	26.63	27.13	27.13	27.63	27.63	27.13	27.63	27.63	27.63	27.63	28.13	29.13	29.13	29.13	29.13	29.13	29.13	29.13	29.13	29.13	29.13	27.60	
เม.ย.-17	26.63	27.63	28.13	29.63	27.63	28.13	28.63	28.63	28.63	28.13	28.63	28.13	28.13	28.13	28.63	29.13	29.13	29.63	29.63	29.63	26.63	26.63	28.63	29.13	29.13	28.63	29.13	27.13	28.63	29.63		28.46	
พ.ค.-17	30.63	30.63	30.13	27.63	26.63	28.13	28.63	29.13	28.63	28.13	27.63	27.63	28.13	28.63	28.13	30.62	28.12	30.12	28.62	29.62	29.62	29.12	29.62	27.62	27.62	28.62	28.62	30.62	29.12	30.12	29.62	28.90	
มิ.ย.-17	29.62	29.12	29.12	28.62	29.12	29.12	28.62	28.62	29.12	29.12	29.12	28.12	28.62	26.62	27.62	28.62	27.62	27.12	27.62	28.12	28.12	28.12	28.12	28.12	28.12	29.12	29.12	28.62	29.12	27.62	27.62	28.44	
ก.ค.-17	27.62	28.12	27.62	27.12	28.12	28.62	28.12	28.12	28.12	25.62	27.62	27.12	29.12	27.62	27.62	28.62	27.62	26.62	26.12	26.12	26.12	27.62	27.62	27.62	28.62	28.62	28.12	27.12	27.62	27.12	27.12	27.57	
ส.ค.-17	27.62	28.12	28.12	28.12	28.12	27.62	28.12	28.12	27.62	28.62	26.12	27.62	28.12	28.12	27.62	27.12	27.12	26.12	27.12	28.12	28.12	27.62	28.62	28.12	27.12							27.81	

ตารางผนวกที่ 52 อุณหภูมิต่ำสุดภายใน Robo-logger ที่ระดับน้ำลงปานกลางในพื้นที่ศึกษา B ครั้งที่ 2

B M2 Min																																				
เดือนปี	วันที่																															เฉลี่ย				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31					
เม.ย.-16	28.57	28.07	28.07	27.57	27.57	28.07	27.57	28.07	28.07	28.07	28.57	29.07	29.07	30.07	29.57	29.07	29.07	28.57	28.07	29.07	28.57	28.57	28.57	29.57	28.57	29.57	29.57	30.07	30.07	28.07				28.71		
พ.ค.-16	29.07	28.57	28.57	28.57	28.57	29.07	30.07	29.57	30.07	22.57	25.57	31.07	29.07	29.57	30.57	29.57	28.07	27.57	29.57	29.07	29.07	29.07	30.07	29.07	29.57	30.57	30.07	29.57	29.07	28.07	29.07	28.07	29.07	28.96		
มิ.ย.-16	28.07	28.57	29.07	29.07	29.07	29.57	29.07	28.57	28.57	29.07	29.07	29.07	29.07	29.07	29.07	28.57	27.57	28.07	29.07	27.57	27.07	29.57	29.07	28.57	28.57	28.57	28.07	28.07	28.07	28.07	28.07			28.62		
ก.ค.-16	28.57	27.57	28.57	28.57	28.57	28.07	28.07	28.07	28.07	28.07	29.07	29.07	27.57	28.57	28.57	29.07	29.57	26.57	26.57	28.07	28.57	29.07	28.07	29.07	29.07	28.07	28.57	28.57	28.07	28.07	28.07	27.57		28.32		
ส.ค.-16	28.07	28.57	29.07	27.57	27.57	28.57	27.57	28.07	29.07	28.07	28.57	28.07	28.07	28.07	28.57	28.07	28.57	28.57	28.57	28.07	28.57	28.57	28.57	27.57	29.07	29.07	28.07	28.07	27.57	28.57	28.07	28.07		28.30		
ก.ย.-16	28.07	28.07	28.07	27.57	27.57	28.57	27.57	26.07	28.07	28.07	26.57	25.07	25.57	27.07	28.07	28.07	28.07	25.57	28.57	27.57	26.57	26.07	26.07	27.07	27.57	27.57	27.57	27.57	28.07	27.57			27.32			
ต.ค.-16	27.57	26.57	27.07	27.07	26.57	27.07	26.57	26.57	27.57	27.57	26.57	26.07	27.07	28.07	27.57	27.07	28.57	28.57	28.57	28.07	28.57	27.07	28.07	27.07	27.57	26.57	27.57							27.37		
ม.ค.-17																																				
ก.พ.-17																																				
มี.ค.-17																																				
เม.ย.-17																																				
พ.ค.-17																	30.63	28.13	30.13	28.13	29.13	29.63	29.13	29.63	27.13	27.63	28.13	29.63	30.13	28.63	30.13	29.13		29.06		
มิ.ย.-17	30.13	28.63	28.63	28.13	29.13	28.63	28.63	28.13	29.13	28.63	28.63	29.13	28.63	26.13	28.13	28.63	28.13	27.13	27.63	27.13	28.13	27.63	28.13	27.63	28.13	27.63	28.63	28.63	28.63	27.63	27.63			28.28		
ก.ค.-17	27.13	27.63	27.13	27.13	27.63	28.13	27.63	27.63	28.13	25.13	27.63	27.63	29.13	26.63	27.63	28.63	27.63	26.63	26.13	26.13	25.63	27.63	27.63	27.63	27.13	27.63	28.13	27.13	27.63	26.63	27.13			27.32		
ส.ค.-17	27.13	27.63	27.63	28.13	28.13	27.63	28.13	28.63	27.63	27.63	27.13	27.63	28.13	27.63	27.63	26.63	26.63	26.13	26.63	27.63	27.63	27.13	28.63	27.63	26.63	30.13								27.61		

ตารางผนวกที่ 53 อุณหภูมิค่าสุดท้ายใน Robo-logger ที่ระดับน้ำลงปานกลางในพื้นที่ศึกษา B ตัวที่ 3

B M3 Min																																		
เดือนปี	วันที่																															เฉลี่ย		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
เม.ย.-16	29.12	28.12	28.12	27.62	28.12	28.12	27.62	28.12	29.12	30.12	29.62	30.12	30.62	30.12	28.62	29.62	28.62	29.12	30.62	29.62	30.12	30.12	30.62	30.12	30.62	30.62	31.12	30.62	28.62				29.45	
พ.ค.-16	29.62	28.62	29.12	29.12	29.62	30.12	31.12	31.12	29.62																									29.79
มิ.ย.-16																																		
ก.ค.-16																																		
ส.ค.-16																																		
ก.ย.-16																																		
ต.ค.-16																																		
ม.ค.-17																																		
ก.พ.-17																																		
มี.ค.-17																																		
เม.ย.-17																																		
พ.ค.-17																29.66	27.67	29.66	28.66	29.16	29.16	29.16	28.66	27.17	27.67	27.67	29.66	30.66	29.16	30.16	30.16	29.01		
มิ.ย.-17	28.66	28.17	28.17	27.67	28.17	28.17	28.66	28.17	28.66	29.16	28.66	29.16	29.16	25.67	26.67	28.66	27.17	26.67	27.17	27.17	25.67	26.17	25.67	26.17	26.67	27.17	26.67	28.17	27.67	26.67	26.17	27.17	27.02	
ก.ค.-17	27.67	27.67	28.17	26.67	27.17	27.17	27.67	27.67	27.17	25.67	28.66	26.67	28.66	26.67	26.67	27.17	27.17	25.67	26.17	25.67	26.17	26.67	27.17	26.67	28.17	27.67	26.67	26.17	27.17	26.67	26.67	27.02		
ส.ค.-17	27.17	27.67	27.67	27.67	27.67	27.17	28.17	27.67	27.67	28.17	26.17	27.17	27.67	27.17	26.67	26.67	26.17	25.67	27.17	27.17	27.67	27.17	27.67	27.17	26.67	30.16						27.34		

ตารางผนวกที่ 54 อุณหภูมิต่ำสุดภายใน Robo-logger ที่ระดับน้ำลงปานกลางในพื้นที่ศึกษา B เฉลี่ย 3 ตัว

B M Min																																	
เดือน/ปี	วันที่																															เฉลี่ย	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
เม.ย.-16	29.11	28.44	28.44	27.94	27.94	28.27	27.77	28.11	28.61	28.94	28.94	29.44	29.44	30.27	29.77	29.11	29.61	28.94	28.77	29.61	29.11	29.27	29.11	29.77	29.27	29.77	29.94	30.60	30.44	28.61		29.11	
พ.ค.-16	29.44	28.94	29.11	29.11	29.11	29.60	30.44	30.10	30.27	22.35	25.60	31.10	29.10	29.35	30.10	29.10	28.85	27.85	29.60	29.10	28.60	29.35	29.85	29.60	29.60	30.85	30.60	30.10	29.60	28.85	28.85	29.16	
มี.ย.-16	28.60	28.85	28.35	29.10	29.10	29.35	29.35	29.60	29.35	29.60	29.85	28.85	28.35	28.60	28.60	28.60	28.10	27.85	28.60	27.85	27.60	29.35	29.10	28.85	29.35	28.60	28.35	27.60	27.85	27.85	28.70		
ก.ค.-16	28.10	27.35	28.10	28.35	28.35	28.35	28.85	27.10	28.10	28.60	28.35	27.60	28.10	28.10	28.35	28.35	26.60	26.60	27.85	28.10	29.10	27.60	28.35	27.85	27.60	27.85	27.85	27.60	27.35	27.10	27.93		
ส.ค.-16	27.85	27.85	28.60	28.10	27.60	28.35	28.10	27.10	28.35	27.85	27.85	27.60	27.85	27.85	28.60	28.10	28.35	28.35	28.60	28.35	28.10	27.85	27.85	27.35	28.35	28.60	27.60	27.85	27.35	28.35	27.85	28.01	
ก.ย.-16	28.10	27.60	27.10	27.10	27.10	28.10	27.10	25.60	27.60	27.60	26.35	24.85	25.35	26.85	27.60	28.10	27.60	25.10	27.85	27.10	26.10	25.60	25.85	26.85	27.35	27.35	27.60	27.85	27.60	26.85	26.96		
ต.ค.-16	27.35	26.60	26.60	26.85	26.35	26.60	26.35	26.60	27.10	27.35	26.60	25.35	27.10	27.85	27.35	26.60	27.85	27.85	28.10	27.85	28.10	26.60	27.35	26.60	27.10	26.35	27.35				27.03		
ม.ค.-17				24.13	24.63	25.13	25.63	25.13	24.63	25.13	25.13	25.13	24.63	26.13	25.63	25.13	25.13	25.13	25.13	25.13	27.13	25.13	26.13	24.13	25.63	26.13	26.63	24.63	23.13	23.63	24.13	23.13	25.04
ก.พ.-17	25.13	26.63	25.13	25.63	25.63	26.13	26.13	25.63	26.13	24.63	23.63	22.63	23.13	23.63	24.13	24.13	24.13	25.13	27.13	27.63	27.63	27.63	28.13	26.63	26.63	26.63	25.63	25.63				25.59	
มี.ค.-17	25.63	25.13	26.63	27.63	28.13	28.63	28.13	27.63	27.13	26.63	26.63	27.13	27.13	27.63	27.63	27.13	27.63	27.63	28.13	29.13	29.13	29.13	29.13	29.13	29.13	29.13	27.63	26.13	27.13	26.13	27.63	28.13	27.60
เม.ย.-17	26.63	27.63	28.13	29.63	27.63	28.13	28.63	28.63	28.63	28.13	28.63	28.13	28.13	28.13	28.63	29.13	29.13	29.63	29.63	29.63	26.63	26.63	28.63	29.13	29.13	28.63	29.13	27.13	28.63	29.63		28.46	
พ.ค.-17	30.63	30.63	30.13	27.63	26.63	28.13	28.63	29.13	28.63	28.13	27.63	27.63	28.13	28.63	28.13	30.30	27.97	29.97	28.47	29.30	29.47	29.14	29.30	27.31	27.64	28.14	29.30	30.47	28.97	30.14	29.64	28.84	
มี.ย.-17	29.47	28.64	28.64	28.14	28.80	28.64	28.64	28.31	28.97	28.97	28.80	28.80	28.80	26.14	27.47	28.64	27.64	26.97	27.47	27.64	28.14	27.81	27.97	28.30	28.80	28.64	28.80	28.64	27.47	27.47		28.25	
ก.ค.-17	27.47	27.81	27.64	26.97	27.64	27.97	27.81	27.81	27.81	25.47	27.97	27.14	28.97	26.97	27.31	28.14	27.47	26.31	26.14	25.97	25.97	27.31	27.47	27.14	28.14	27.97	27.64	26.81	27.47	26.81	26.97	27.31	
ส.ค.-17	27.31	27.81	27.81	27.97	27.97	27.47	28.14	28.14	27.64	28.14	26.47	27.47	27.97	27.64	27.31	26.81	26.64	25.97	26.97	27.64	27.81	27.31	28.30	27.64	26.81	30.14						27.59	

ตารางผนวกที่ 55 อุณหภูมิต่ำสุดภายใน Robo-logger ที่ระดับน้ำลงต่ำสุดในพื้นที่ศึกษา B ตัวที่ 1

BLI Min																																
เดือน/ปี	วันที่																															เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
เม.ย.-16	28.63	28.63	28.63	27.63	27.63	28.13	27.63	27.63	28.13	28.13	28.63	30.13	30.13	30.63	29.63	29.13	28.63	28.63	28.13	29.13	28.63	28.63	28.13	29.63	28.63	29.63	30.13	31.13	31.13	30.63		29.00
พ.ค.-16	30.13	29.13	28.63	28.63	28.63	28.63	30.63	29.63	26.63	21.66	25.17	30.66	29.16	29.16	28.66	28.17	28.66	27.67	29.66	28.17	27.67	29.66	29.16	30.16	29.16	31.16	30.66	30.16	29.66	28.66	28.66	28.78
มิ.ย.-16	28.66	27.67	28.66	29.16	28.66	30.16	28.66	29.66	29.66	29.66	29.66	28.17	27.67	27.67	27.67	28.17	27.67	27.17	28.17	27.67	27.17	29.66	29.16	29.16	29.66	27.67	28.17	26.67	27.17	27.17	28.40	
ก.ค.-16	27.17	26.67	27.67	28.17	28.17	28.17	28.17	29.16	26.17	27.67	27.67	27.17	27.17	27.67	27.17	27.67	27.17	25.67	26.17	27.17	27.17	29.16	26.67	27.67	26.67	26.17	26.67	27.17	27.17	26.17	26.17	27.25
ส.ค.-16	27.17	27.67	28.17	28.17	26.67	27.67	28.17	25.67	27.17	27.17	26.67	26.67	27.17	27.17	27.67	27.67	28.17	27.67	28.66	28.66	27.67	27.17	27.17	26.17	27.17	26.17	27.17	27.17	26.67	27.67	27.67	27.41
ก.ย.-16	27.67	26.67	26.17	26.17	26.67	27.17	26.67	24.67	26.67	26.67	25.67	24.67	24.67	26.67	26.67	27.67	26.67	24.17	26.67	26.17	25.17	24.67	25.17	26.17	26.67	26.67	27.17	27.67	26.67	26.17	26.23	
ต.ค.-16	26.17	26.17	25.67	26.17	26.17	25.67	25.67	26.17	26.67	26.17	26.17	24.67	26.67	27.17	26.67	26.17	27.17	27.17	27.67	27.17	27.17	25.67	27.17	25.67	26.17	25.67	26.17				26.33	
ม.ก.-17				24.03	24.53	25.03	25.53	25.03	24.03	24.53	24.53	24.53	24.53	25.53	25.03	25.03	24.53	24.53	24.03	25.53	26.53	25.53	25.03	25.03	25.03	23.53	22.53	23.03	23.03	22.53	24.54	
ก.พ.-17	24.03	25.53	24.03	25.03	25.03	26.53	25.53	24.03	25.03	23.53	23.53	22.03	21.53	22.53	22.53	23.03	23.53	27.03	27.03	27.03	27.03	27.03	27.03	27.03	26.03	26.03	26.03	25.03	25.03		24.90	
มี.ค.-17	25.03	24.53	26.53	28.03	28.53	28.03	27.53	26.53	26.53	26.03	26.53	26.53	26.53	26.53	27.03	26.53	27.03	27.03	28.53	29.03	29.03	28.53	28.53	28.03	28.03	27.53	25.53	27.53	25.53	27.53	27.03	27.14
เม.ย.-17	26.03	29.53	29.03	29.03	28.53	27.03	28.03	27.53	27.53	27.53	27.53	27.03	27.03	29.03	30.03	30.03	30.03	30.03	30.03	29.53	28.03	26.03	28.03	28.03	28.03	28.03	28.03	28.03	27.53	30.52	28.26	
พ.ค.-17	30.52	30.52	30.52	29.03	27.03	27.53	28.53	28.53	28.03	27.53	28.03	27.03	28.03	29.53	28.03	30.63	28.13	30.63	29.13	29.63	29.63	29.63	27.13	27.63	28.63	30.13	30.63	29.13	30.63	29.63	28.98	
มิ.ย.-17	29.63	29.63	29.63	29.13	29.63	29.13	28.63	28.63	29.63	29.13	29.13	29.63	28.63	26.13	27.63	28.63	27.13	27.13	27.63	28.13	28.13	28.13	28.63	28.13	29.13	28.63	29.13	29.63	27.63	27.63	28.58	
ก.ค.-17	27.63	28.13	27.63	27.13	28.13	29.13	27.63	28.63	28.13	26.13	28.63	27.63	29.63	28.13	28.63	29.13	28.13	26.63	26.63	26.13	26.13	27.63	28.13	27.63	28.13	28.63	28.63	27.63	28.13	27.13	27.13	27.82
ส.ค.-17	27.63	28.13	28.13	28.63	28.63	27.63	28.63	28.63	28.13	28.13	26.13	28.63	28.63	28.13	27.63	27.13	27.13	26.13	27.13	28.13	28.13	27.63	29.13	28.13	27.13						27.99	

ตารางผนวกที่ 56 อุณหภูมิต่ำสุดภายใน Robo-logger ที่ระดับน้ำลงต่ำสุดในพื้นที่ศึกษา B ตัวที่ 2

เดือน/ปี	B L2 Min																															เฉลี่ย
	วันที่																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
เม.ย.-16	28.12	27.62	27.62	27.12	27.12	27.62	27.12	27.62	28.12	29.12	28.62	29.12	29.62	29.12	29.12	28.62	28.62	28.12	28.12	29.62	28.62	29.12	29.12	29.62	29.62	30.12	30.12	30.62	30.12	28.12		28.70
พ.ค.-16	29.12	28.62	28.12	28.62	29.12	29.62	30.12	30.12	30.62	21.57	25.07	30.57	29.57	29.57	29.07	27.07	27.07	29.57	28.57	28.57	29.07	29.57	30.07	29.57	30.57	31.07	30.57	28.57	27.57	28.57	28.88	
มิ.ย.-16	28.07	27.57	28.57	29.07	28.57	30.57	29.07	29.07	28.07	28.57	28.57	28.07	27.57	28.07	28.07	28.07	27.57	28.57	28.57	26.57	26.57	29.57	28.57	29.57	29.07	27.07	26.57	27.07	27.57	27.57	28.21	
ก.ค.-16	28.07	27.07	28.07	28.07	29.57	28.07	28.07	28.07	27.57	27.57	27.57	27.57	26.57	28.07	27.57	28.57	28.07	26.57	26.07	28.07	28.07	29.57	27.57	28.07	28.57	27.07	27.57	27.57	28.07	27.57	27.07	27.80
ส.ค.-16	27.07	28.07	29.07	27.57	27.07	27.07	27.57	26.57	27.57	27.57	27.07	27.07	27.57	27.57	28.07	28.07	28.07	28.57	28.57	27.57	27.57	27.57	27.57	26.57	28.07	28.07	27.07	27.57	27.07	28.07	28.07	27.64
ก.ย.-16	27.57	26.57	27.07	27.07	26.57	28.07	27.07	25.57	27.07	27.57	26.07	25.07	25.07	27.07	27.57	27.57	27.07	24.57	27.57	26.57	25.57	25.57	25.57	26.57	27.07	27.57	27.07	27.07	27.07	26.07	26.66	
ต.ค.-16	27.07	26.07	26.07	26.57	26.07	26.07	27.07	27.07	26.57	26.57	25.07	27.07	27.57	27.07	26.07	27.57	27.57	27.57	27.57	27.57	27.57	26.57	27.07	26.07	27.07	26.07	27.07				26.74	
ม.ค.-17				23.63	24.63	24.63	25.63	24.63	24.13	24.63	24.63	25.13	24.63	25.63	25.13	24.63	24.63	24.63	24.13	24.63	25.63	24.63	23.63	23.63	24.63	25.13	23.63	22.63	23.13	23.13	22.63	24.36
ก.พ.-17	23.63	25.63	24.13	25.13	24.63	25.63	25.13	23.13	25.13	24.13	23.63	22.13	21.13	22.63	22.63	23.13	23.13	26.63	26.63	26.13	26.13	26.63	26.63	26.13	26.13	26.13	25.13	25.13			24.72	
มี.ค.-17	25.13	24.63	27.13	28.13	28.13	27.13	26.63	26.63	26.13	26.13	26.63	26.63	26.63	26.63	27.13	26.13	26.63	27.63	28.63	28.63	28.13	28.13	28.13	27.63	27.13	27.13	25.13	26.63	25.13	27.63	27.13	26.94
เม.ย.-17	26.13	29.13	28.13	28.63	27.63	26.13	27.63	27.13	27.63	27.63	27.63	27.63	27.13	27.63	29.63	29.63	29.63	30.13	29.63	29.13	28.13	26.13	27.63	27.63	28.13	27.63	27.63	27.13	28.63		28.00	
พ.ค.-17	30.63	30.13	30.63	28.63	26.63	27.13	28.13	28.13	27.63	27.63	27.13	27.13	27.13	28.63	28.13	25.07	25.07	26.57	27.07	28.07	29.07	28.57	29.07	27.07	27.07	25.07	27.57	30.57	28.57	30.57	29.07	27.99
มิ.ย.-17	30.07	29.07	28.07	28.07	28.57	28.07	28.57	28.57	29.07	29.07	29.07	29.07	28.57	25.57	27.07	28.57	27.07	26.57	26.57	27.07	27.57	27.57	27.57	27.57	28.57	28.57	28.57	28.57	28.57	27.07	28.07	28.07
ก.ค.-17	27.07	28.07	27.07	26.57	27.57	27.07	27.57	28.07	27.57	26.07	28.07	26.57	29.57	27.07	27.07	27.57	27.57	26.07	26.07	26.07	25.57	27.07	27.57	27.07	28.07	28.07	28.07	26.57	27.07	27.07	27.07	27.22
ส.ค.-17	27.57	28.07	27.57	27.57	27.57	27.07	28.07	28.07	27.57	28.57	25.57	27.57	28.07	27.57	27.07	26.57	26.57	26.07	26.57	26.57	27.57	27.57	27.07	28.07	27.07	26.57	30.07				27.44	

ตารางผนวกที่ 57 อุณหภูมิต่ำสุดภายใน Robo-logger ที่ระดับน้ำลงต่ำสุดในพื้นที่ศึกษา B ตัวที่ 3

เดือน/ปี	วันที่																															เฉลี่ย	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
เม.ย.-16	29.11	28.61	28.61	27.61	28.11	28.61	28.11	28.61	29.61	30.11	30.11	30.61	30.61	30.61	30.11	29.61	30.11	29.11	30.11	31.11	30.11	30.61	30.61	31.11	31.11	31.11	31.11	31.61	31.61	29.61		29.93	
พ.ค.-16	30.11	29.61	29.61	29.61	30.61	30.61	31.11	31.61	31.61	22.12	25.63	31.13	29.13	29.63	29.63	29.13	27.63	27.63	29.13	28.63	28.13	30.13	30.13	30.13	30.63	31.62	31.62	30.63	30.13	28.13	29.13	29.13	29.49
มิ.ย.-16	29.13	28.13	29.13	29.63	29.13	30.63	29.63	29.63	30.13	29.63	29.63	28.63	28.13	28.63	28.63	28.63	27.63	27.63	28.63	27.63	27.63	29.63	29.63	29.63	30.13	28.13	27.63	27.13	28.13	27.63		28.79	
ก.ค.-16	28.13	27.13	28.13	27.63	28.13	28.63	28.13	29.63	27.63	28.13	27.63	28.13	27.63	28.13	28.13	28.13	27.63	26.13	26.13	27.63	28.13	29.13	27.13	28.13	27.13	26.63	27.63	27.63	27.63	26.63	27.13	27.72	
ส.ค.-16	27.63	28.63	29.13	28.13	26.63	27.63	27.63	26.63	28.13	27.63	27.13	27.13	28.13	28.13	28.13	28.63	29.13	28.63	29.13	28.13	28.13	27.63	27.63	26.63	28.13	28.63	27.63	27.63	27.13	28.13	28.63	27.93	
ก.ย.-16	27.63	27.13	27.13	26.63	27.13	28.13	27.13	25.63	27.13	27.13	26.13	25.13	25.63	27.63	28.13	28.13	27.63	24.63	27.13	26.63	26.13	25.63	25.63	26.63	27.13	27.13	27.13	28.13	27.13	27.13	26.84		
ต.ค.-16	27.13	26.63	26.63	26.63	26.63	26.13	26.63	27.13	27.13	27.13	27.13	25.63	27.13	27.13	27.63	26.63	27.63	27.63	27.63	27.63	27.13	27.63	26.13	27.63	26.13	27.13	26.13	27.13			26.92		
ม.ก.-17																																	
ก.พ.-17																																	
มี.ค.-17																																	
เม.ย.-17																																	
พ.ค.-17																	30.07	28.07	29.57	29.07	29.57	29.57	29.07	29.07	27.57	27.07	28.07	30.07	30.57	29.07	30.07	29.17	
มิ.ย.-17	29.57	28.07	28.57	28.07	29.07	28.07	28.07	28.07	28.57	28.07	28.57	28.57	27.57	27.57	28.07	28.57	27.07	27.57	28.07	27.57	28.57	27.57	27.57	27.57	28.07	28.07	27.57	28.57	27.57	27.57	28.07		
ก.ค.-17	27.57	27.57	27.07	27.07	27.57	27.07	27.07	27.57	27.57	26.57	28.57	27.57	29.57	27.07	27.57	27.57	27.57	26.57	26.57	26.07	26.57	27.57	27.57	27.07	28.07	28.57	27.57	26.57	27.57	27.07	27.38		
ส.ค.-17	27.57	27.57	27.57	27.57	27.57	27.57	28.57	28.07	28.07	28.07	26.57	28.07	28.07	28.07	27.07	27.07	26.57	26.07	27.57	27.07	28.07	27.07	28.07	27.07	27.07	30.07					27.61		

ตารางผนวกที่ 58 อุณหภูมิต่ำสุดภายใน Robo-logger ที่ระดับน้ำลงต่ำสุดในพื้นที่ศึกษา B เฉลี่ย 3 ตัว

เดือน/ปี	B L Min																															เฉลี่ย
	วันที่																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
เม.ย.-16	28.62	28.29	28.29	27.46	27.62	28.12	27.62	27.96	28.62	29.12	29.12	29.95	30.12	30.12	29.62	29.12	29.12	28.62	28.79	29.95	29.12	29.45	29.29	30.12	29.79	30.29	30.45	31.12	30.95	29.45		29.21
พ.ค.-16	29.79	29.12	28.79	28.95	29.45	29.62	30.62	30.45	29.62	21.79	25.29	30.79	29.29	29.45	29.29	28.79	27.79	27.46	29.45	28.46	28.12	29.62	29.62	30.12	29.79	31.12	31.12	30.45	29.45	28.12	28.79	29.05
มิ.ย.-16	28.62	27.79	28.79	29.29	28.79	30.45	29.12	29.45	29.29	29.29	29.29	28.29	27.79	28.12	28.12	28.29	27.62	27.46	28.46	27.62	27.12	29.62	29.12	29.45	29.62	27.62	27.46	26.96	27.62	27.46		28.47
ก.ค.-16	27.79	26.96	27.96	27.96	28.62	28.29	28.12	28.95	27.12	27.79	27.62	27.62	27.12	27.96	27.62	28.12	27.62	26.12	26.12	27.62	27.79	29.29	27.12	27.96	27.46	26.62	27.29	27.46	27.62	26.79	26.79	27.59
ส.ค.-16	27.29	28.12	28.79	27.96	26.79	27.46	27.79	26.29	27.62	27.46	26.96	26.96	27.62	27.62	27.96	28.12	28.46	28.29	28.79	28.12	27.79	27.46	27.46	26.46	26.79	28.29	27.29	27.46	26.96	27.96	28.12	27.66
ก.ย.-16	27.62	26.79	26.79	26.62	26.79	27.79	26.96	25.29	26.96	27.12	25.96	24.96	25.12	27.12	27.46	27.79	27.12	24.46	27.12	26.46	25.62	25.29	25.46	26.46	26.96	27.12	27.12	27.62	26.96	26.46		26.58
ต.ค.-16	26.79	26.29	26.12	26.46	26.29	25.96	26.12	26.79	26.96	26.62	26.62	25.12	26.96	27.29	27.12	26.29	27.46	27.46	27.62	27.29	27.46	26.12	27.29	25.96	26.79	25.96	26.79					26.67
ม.ค.-17				23.83	24.58	24.83	25.58	24.83	24.08	24.58	24.58	24.83	24.58	25.58	25.08	24.83	24.58	24.58	24.08	25.08	26.08	25.08	24.33	24.33	24.83	25.08	23.58	22.58	23.08	23.08	22.58	24.45
ก.พ.-17	23.83	25.58	24.08	25.08	24.83	26.08	25.33	23.58	25.08	23.83	23.58	22.08	21.33	22.58	22.58	23.08	23.33	26.83	26.83	26.58	26.58	26.83	26.83	26.08	26.08	26.08	26.08	25.08	25.08			24.81
มี.ค.-17	25.08	24.58	26.83	28.08	28.33	27.58	27.08	26.58	26.33	26.08	26.58	26.58	26.58	26.58	27.08	26.33	26.83	27.33	28.58	28.83	28.58	28.33	28.33	27.83	27.58	27.33	25.33	27.08	25.33	27.58	27.08	27.04
เม.ย.-17	26.08	29.33	28.58	28.83	28.08	26.58	27.83	27.33	27.58	27.58	27.58	27.58	27.08	27.33	29.33	29.83	29.83	30.08	29.83	29.33	28.08	26.08	27.83	27.83	28.08	27.83	27.83	27.83	27.33	29.58		28.13
พ.ค.-17	30.58	30.33	30.58	28.83	26.83	27.33	28.33	28.33	27.83	27.58	27.58	27.08	27.58	29.08	28.08	28.59	27.09	28.92	28.42	28.92	29.42	29.09	29.26	27.26	27.26	27.26	29.26	30.59	28.92	30.42	29.59	28.59
มิ.ย.-17	29.76	28.92	28.76	28.42	29.09	28.42	28.42	28.42	29.09	28.76	28.92	29.09	28.26	26.43	27.59	28.59	27.09	27.09	27.43	27.59	28.09	27.76	27.93	28.09	28.59	28.42	28.42	28.92	27.43	27.43		28.24
ก.ค.-17	27.43	27.92	27.26	26.93	27.76	27.76	27.43	28.09	27.76	26.26	28.42	27.26	29.59	27.43	27.76	28.09	27.76	26.43	26.43	26.09	26.09	27.43	27.76	27.26	28.09	28.42	28.09	26.93	27.59	27.09	27.09	27.47
ส.ค.-17	27.59	27.92	27.76	27.93	27.93	27.43	28.42	28.26	27.92	28.26	26.09	28.09	28.26	27.92	27.26	26.93	26.76	26.09	27.09	27.59	27.92	27.26	28.42	27.43	26.93	30.26						27.68

ตารางผนวกที่ 59 อุณหภูมิอากาศสูงสุดที่ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยา

Air Max. Temperature																																
เดือน/ปี	วันที่																															เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
เม.ย.-16	33.3	33.4	33.5	34	35	34.6	34.2	34	34.3	34.2	35.2	35.2	35.5	35.2	34.7	34.3	34.6	34.3	35.5	35.5	36	35.5	34.2	34.3	34.4	34.2	35.8	36	35.5	35		34.7
พ.ค.-16	33.8	36.2	35.8	35	35.5	35.5	35.5	36	36.2	35.6	36.8	36	35.5	35.5	38	36.1	34	34.8	34.5	35.5	35.5	35	34	33.5	33.5	34.3	34	33.5	32.5	32	35	
มิ.ย.-16	34	33.5	34	33.6	34	34	34	34.5	33.3	33.4	33.4	34	33.5	32.6	33.5	32.8	32.3	33	33	34	33.5	31.8	33	33	34	32	32	33	33.5	32.2	33.3	
ก.ค.-16	32	31.2	32.5	32.2	32.3	33.5	32.5	32.6	32.5	30.2	33.4	32.7	32.5	32.6	33	33	33	33.5	33	32.5	32.2	33.5	33.2	32.8	33	32.2	33.2	33	33	31.8	34	32.7
ส.ค.-16	33	33	33.7	33.2	32.4	32.3	32.5	33	33	33.4	32.9	33.1	32.5	32.7	33.2	34	33.2	33.4	33.5	33.5	34	33.5	33.5	32.5	32.5	33.5	34	33.2	32.5	33	33.1	
ก.ย.-16	33.5	32.7	32.8	33.6	32.3	32.5	32.5	33	33.2	32	32.6	31.5	28.5	31.5	32.5	33	33	33	32.6	33	31	32.5	32	31	31.5	33.5	33.2	32.5	33	33	32.4	
ต.ค.-16	33	33	33	33	32.6	31	32.2	32.4	33	32	32.5	32.6	33.5	33.5	33.6	32	33.5	33	33	32.6	32.4	33	33.5	32.5	30.8	33	32.6	33.5	32.5	31.5	32.5	32.7
ม.ค.-17	30	32.5	31.5	31.2	33.7	31.4	30.5	28.5	28.5	27	29.7	30.8	30.9	32.2	33	34	33.7	32.8	32.5	33	33	32	32	32.5	32.6	32.8	33.8	33	31.4	32.2	32	31.8
ก.พ.-17	33.7	33.7	29	34	33.2	33	31	31	33	35.5	33.5	31.5	32.5	32.5	35	34.8	33.4	33	34	33.5	33	32.8	32	31	32	32	32.5				32.8	
มี.ค.-17	35.2	33.5	34.1	33.5	33.5	32.6	33.5	32.5	32.5	32.5	32.7	32.4	32.2	32.5	32.9	33	33.2	33	33.2	32.5	34	34	34.2	32.6	33	33.2	27.8	34.3	30	32	32.9	
เม.ย.-17	31.8	33	34	35	32	33	30.5	31.8	33.6	33	32.8	33.4	33.2	33.6	34	34	32.8	33.7	34	33.8	34.3	33.5	34	35	35.2	34.5	34.5	34.7	33.7	34.8	33.6	
พ.ค.-17	34.2	34.5	34.5	35	33.2	34.5	34	34	33	33.4	35	32	32.8	32.2	32.3	32	30	32.8	32	32.2	32	32.5	32.6	32.5	32.5	32	31	32	30.7	32	33	32.8
มิ.ย.-17	32.5	32.9	33.3	32.8	33	32.1	31	31	32.3	32.2	32.6	32.5	32.5	32.5	32.8	33.8	33	32	32.5	32	33.4	32.8	33	32	32	32.5	33	32.4	32.9	32	32.5	
ก.ค.-17	32	32.5	33	31.6	32	31.9	32	32	32.2	31.6	31.7	31.8	31.8	32	31.8	30.8	31.2	31.3	30.5	30.6	31.8	31.1	31.7	31.8	30.1	29.8	31.2	33.2	31.6	31.8	32.2	31.6
ส.ค.-17	33.6	32.4	31.6	31.8	31.2	31.3	31.8	31.8	32.4	32.4	31.7	32	31.8	32.2	32.2	32	31	32.3	32.1	31.7	31.4	31.8	31.6	31.2	31.4	31.9	30.6	31.5	31.2	31.9	31.8	31.8

ตารางผนวกที่ 60 อุณหภูมิอากาศต่ำสุดที่ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยา

Air Min. Temperature																																
เดือน/ปี	วันที่																															เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
เม.ย.-16	27	26	26	27.9	28	28	28	27	27	27	27	27.9	27.5	28	28	28	28	28	28	29.5	29.5	28	28	27.6	28	27.8	28	28	29	26.5		27.7
พ.ค.-16	27	28	28	28	28	28.5	29.3	30	29	28	28	28	28.2	28.5	28.5	29.7	24.3	25.5	27.6	27.4	28	30.5	27.5	28.8	27.5	27.3	27.4	28	28	29	25.5	28
มิ.ย.-16	28	26.5	26.5	26.8	27.5	26	26	24	26	27.9	28	27.6	27	28	29	27	27	24.3	26.5	27	23	24.3	27	27.3	27	26.5	26	26	26.5	27		26.6
ก.ค.-16	27	27	24.3	-	27	26.9	25.5	26	24.5	24	27.3	27	25.7	24.9	26.5	26	26	25	23.5	24	24	25.5	25	25.3	24.5	24.5	25.2	26.7	24	24	25.8	25.4
ส.ค.-16	27.5	26.5	26.5	27.5	27.3	25	26.2	27	27.5	26.5	26.7	26	27	27.5	27.8	27	27	27	27.5	28.5	27.5	27.5	27	26	25	28.5	27.5	24.7	27	24.8	26	26.8
ก.ย.-16	25.8	28	26.8	27	25.5	27	28	27	25	27	27	25	24.4	24	27.3	27	26	24.9	23.5	24.5	25	24.3	24	24	25.7	25.5	25.2	25	26.5	26		25.7
ต.ค.-16	25	25.4	25.5	25	24	23.8	25.5	25	25.4	25	26.3	26.2	24.5	25	25.5	25	25.2	25.5	25.9	27	26	27	26.5	27	26	25.5	25	25	25.2	23.5	25.4	25.4
ม.ค.-17	22.2	24.5	25.7	25.4	25	23.4	25.5	25.2	24.5	23.5	23	22	24.2	23.9	25.5	25	24	24	24.5	24.2	25.5	24.5	24.9	23	24.3	25	24.4	24	20	20	21.5	23.9
ก.พ.-17	21.6	23.5	24.5	22	24	22.5	23	23	23.4	23	21	24	23	22.7	23.9	24	19.7	21.2	23	23.6	23	22.8	24.8	25.5	25	26	25					23.3
มี.ค.-17	24	24.2	23	24.5	26	25	25	26.5	26.2	27	26.5	26.3	25.8	26.5	26.8	27	27.2	27	26.4	27	27.2	27	26.6	26	26	27	25	25.5	27.5	25		26
เม.ย.-17	25.8	25	25.4	25	24.7	25	23.5	26.5	26.8	27	27.5	28	27.6	26.2	26	27.5	26.8	26.8	27	27.2	27	27	27.5	28	28.2	28.4	27.8	27.8	25.7	25.8		26.6
พ.ค.-17	28	28.5	28.9	28.4	25	25.5	26.5	26.7	27.8	28	25.4	25.2	25.2	26.4	25	25	25	25	27.5	26.4	27	27	27.9	27	23.9	26	26	25.5	25	26.5	25.6	26.3
มิ.ย.-17	27.2	28.5	27.4	25	27	27.2	27.5	24.4	28	26.8	26.5	27.5	27.8	27	27.2	26.8	26	27	25	25	27	24.8	26.8	27.5	27.6	27	25	27	27	25.5		26.7
ก.ค.-17	26	26	27.4	27	25	27	26.5	26	27.5	25.3	25	25.9	24.5	26.8	26.7	28	26.1	26	25	23.4	25.7	25.7	26.2	25.2	24.2	27.6	27.4	26	27.2	28.3	28	26.2
ส.ค.-17	28.2	28.5	28.4	28.1	26	27	25	27.9	26.8	27	26.2	28.1	27.4	28	27	25.9	27.6	25.1	27	25.8	28.1	27.9	28.1	25	27.6	26.3	25	25.5	25.5	26	24.1	26.8

ตารางผนวกที่ 61 ตารางแสดงอัตราการตายของ *I. nucleus* เมื่ออุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้น

Temperature (degree Celsius) and mortality (%) Of oyster <i>Isognomon nucleus</i>														
Mortality	LT50 1	LT50 2	LT50 3	LT50 4	LT50 5	LT50 6	LT50 7	LT50 8	LT50 9	LT50 10	LT50 11	LT50 12	LT50 13	Average
1	48.65	48.66	41.18	45.02	45.54	44.76	46.14	46.11	45.21	44.77	41.29	51.14	50.08	46.04
2	49.26	49.31	42.61	45.98	46.57	46.01	47.05	47.02	46.25	45.85	42.74	51.46	50.64	46.98
3	49.65	49.72	43.53	46.59	47.23	46.80	47.63	47.59	46.91	46.53	43.66	51.67	51.00	47.58
4	49.94	50.03	44.21	47.06	47.72	47.40	48.07	48.03	47.41	47.04	44.35	51.82	51.27	48.03
5	50.18	50.28	44.77	47.43	48.12	47.89	48.42	48.38	47.81	47.46	44.91	51.95	51.49	48.39
6	50.38	50.49	45.24	47.75	48.47	48.30	48.72	48.68	48.16	47.82	45.39	52.05	51.68	48.70
7	50.56	50.68	45.66	48.03	48.77	48.66	48.99	48.94	48.46	48.13	45.81	52.14	51.84	48.98
8	50.72	50.85	46.03	48.28	49.04	48.99	49.23	49.18	48.73	48.41	46.19	52.23	51.99	49.22
9	50.86	51.00	46.37	48.51	49.28	49.28	49.44	49.39	48.98	48.66	46.53	52.30	52.13	49.44
10	51.00	51.14	46.68	48.72	49.50	49.56	49.64	49.59	49.20	48.89	46.84	52.37	52.25	49.64
15	51.55	51.72	47.97	49.58	50.44	50.68	50.46	50.40	50.14	49.86	48.15	52.66	52.76	50.49
20	51.99	52.18	49.00	50.27	51.18	51.58	51.11	51.05	50.89	50.63	49.18	52.89	53.16	51.16
25	52.36	52.58	49.88	50.87	51.81	52.34	51.67	51.61	51.52	51.29	50.07	53.09	53.51	51.74
30	52.70	52.94	50.67	51.40	52.38	53.03	52.17	52.11	52.10	51.88	50.87	53.26	53.82	52.26
35	53.02	53.27	51.40	51.89	52.91	53.67	52.64	52.57	52.63	52.43	51.61	53.43	54.11	52.74
40	53.31	53.58	52.10	52.36	53.41	54.28	53.08	53.01	53.13	52.95	52.31	53.58	54.39	53.19
45	53.60	53.88	52.77	52.81	53.90	54.86	53.51	53.44	53.62	53.45	52.99	53.73	54.65	53.63
50	53.88	54.18	53.43	53.25	54.37	55.44	53.93	53.86	54.10	53.95	53.65	53.88	54.91	54.06
55	54.17	54.48	54.10	53.70	54.85	56.02	54.35	54.27	54.58	54.44	54.32	54.03	55.17	54.50
60	54.45	54.78	54.77	54.15	55.34	56.60	54.78	54.70	55.07	54.95	55.00	54.18	55.44	54.94
65	54.75	55.09	55.46	54.62	55.84	57.21	55.22	55.14	55.58	55.47	55.70	54.33	55.71	55.39
70	55.06	55.42	56.20	55.11	56.36	57.85	55.69	55.60	56.11	56.02	56.44	54.49	56.00	55.87
75	55.40	55.78	56.99	55.64	56.94	58.54	56.19	56.10	56.68	56.61	57.24	54.67	56.31	56.39
80	55.78	56.17	57.87	56.23	57.57	59.31	56.75	56.66	57.32	57.27	58.13	54.87	56.66	56.97
85	56.22	56.63	58.89	56.92	58.31	60.20	57.40	57.31	58.06	58.04	59.16	55.10	57.07	57.64
90	56.77	57.22	60.19	57.79	59.24	61.33	58.02	58.12	59.00	59.00	60.46	55.38	57.57	58.47
91	56.90	57.36	60.50	58.00	59.47	61.60	58.42	58.32	59.23	59.24	60.78	55.45	57.70	58.69
92	57.05	57.51	60.84	58.23	59.71	61.89	58.63	58.54	59.47	59.49	61.12	55.53	57.83	58.91
93	57.21	57.68	61.21	58.48	59.98	62.22	58.87	58.77	59.74	59.77	61.50	55.61	57.98	59.15
94	57.38	57.86	61.62	58.76	60.28	62.58	59.14	59.03	60.05	60.08	61.92	55.70	58.14	59.43
95	57.59	58.08	62.10	59.08	60.62	62.99	59.44	59.33	60.39	60.44	62.39	55.81	58.33	59.74
96	57.82	58.33	62.66	59.45	61.02	63.48	59.79	59.69	60.79	60.85	62.96	55.94	58.55	60.10
97	58.12	58.64	63.34	59.91	61.52	64.08	60.23	60.12	61.29	61.37	63.65	56.09	58.82	60.55
98	58.51	59.05	64.25	60.53	62.17	64.87	60.81	60.70	61.95	62.05	64.57	56.29	59.18	61.15
99	59.12	59.69	65.69	61.49	63.21	66.12	61.72	61.60	62.99	63.12	66.02	56.61	59.75	62.09

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

- ชื่อ-สกุล นางสาว ชญานิศ มีโกคา
- วัน เดือน ปีเกิด 21 ธันวาคม 2533 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร
- ที่อยู่ 78 ซอยลาดพร้าว 83 แขวงคลองเจ้าคุณสิงห์ เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร 10310
- ประวัติการศึกษา ปีการศึกษา 2551 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมปลาย จากโรงเรียน จุฬารัตนราชวิทยาลัย ชลบุรี
- ปีการศึกษา 2555 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- ประสบการณ์การทำงานและผลงานวิจัย
- พ.ศ. 2558 Ganmanee, M., Chayanid, M., Pakamon, K. and Williams, G.A. 2015. "Studied on using of Robo-Logger technique measuring *In Situ* inside shell temperature of rocky shore limpet." 2nd *International Symposium on Agriculture Technology*. Oral full paper: 113-116.
- พ.ศ. 2558 Prempramote, J., Chayanid M., Sujitra S. and Ganmanee, G. 2015. "Impacts of the PTT GC oil spill on intertidal rocky shore invertebrate in Ao Phrao, Samed island." 2nd *International Symposium on Agricultural Technology*. Oral full paper: 117-120.
- พ.ศ. 2558 Prempramote, J., Chayanid M., Sujitra S. and Ganmanee, G. 2015. "Determination of 1-Hydroxyrene and 2-Naphthol in intertidal rocky shore macrobenthos following oil spill at Ao Prao, Samed Island." *The 4th The 4th International Conference on Integration of Science and Technology*. Oral full paper: 74.
- พ.ศ. 2559 ชญานิศ มีโกคา และมณฑล แก่นมณี. (2559). "การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับการใช้โรบ็อตอ็อกเกอร์ในการวัดอุณหภูมิภายในเปลือกของหอยสองฝา ในเขตน้ำขึ้นน้ำลงของหาดหินในประเทศไทย" *เอกสารประกอบการประชุมวิทยาศาสตร์ทางทะเล ครั้งที่ 4 ณ ศูนย์ประชุมนานาชาติฉลองสิริราชสมบัติ 60 ปี*. 10-12 มิถุนายน 2557. หน้า 245-254

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้