



การประยุกต์ใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายชนิดของไลเคน ค่า Index of Atmospheric Purity (IAP) ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ และ โลหะหนัก เพื่อติดตามคุณภาพอากาศในบริเวณแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ จังหวัดนครนายก

APPLICATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN LICHEN SPECIES DIVERSITY INDEX OF ATMOSPHERIC PURITY (IAP) CARBONMONNOXIDE AND HEAVY METAL FOR

เกษศิริ ศิริกุล

บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การประยุกต์ใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายชนิดของไลเคน ค่า Index of Atmospheric Purity (IAP) ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และ โลหะหนัก เพื่อติดตามคุณภาพอากาศในบริเวณแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ จังหวัดนครนายก



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมและการจัดการทรัพยากร
คณะพัฒนธรรมสิ่งแวดล้อมและการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

APPLICATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN LICHEN SPECIES
DIVERSITY INDEX OF ATMOSPHERIC PURITY (IAP) CARBONMONNOXIDE
AND HEAVY METAL FOR MONITORING AIR QUALTIY IN NATURE- BASED
TOURISM NAKORN NAYOK PROVINCE



A Thesis Submitted in partial Fulfillment of Requirements
for MASTER OF SCIENCE (Environmental Technology & Resources Management)
Faculty of Environmental Culture and Ecotourism Srinakharinwirot University

2018

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การประยุกต์ใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายชนิดของไลเคน ค่า Index of Atmospheric Purity (IAP) ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ และ โลหะหนัก เพื่อติดตามคุณภาพอากาศในบริเวณแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ จังหวัดนครนายก

ของ

เกษศิริ ศิริกุล

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมและการจัดการทรัพยากร
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัญจน์ ศิลป์ประสิทธิ์)

..... ประธาน
(อาจารย์ ดร.สันทนา นาคะพงศ์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทนายท ศรียาภัย)

ชื่อเรื่อง	การประยุกต์ใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายของไลเคน ค่า Index of Atmospheric Purity (IAP) ปริมาณก๊าซ คาร์บอนมอนอกไซด์ และ โลหะหนัก เพื่อติดตามคุณภาพอากาศ ในบริเวณแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ จังหวัดนครนายก
ผู้วิจัย	เกษศิริ ศิริกุล
ปริญญา	วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2561
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กัญจน์ ศิลป์ประสิทธิ์

งานวิจัยครั้งนี้ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับตัวบ่งชี้คุณภาพอากาศ โดยการประยุกต์ใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายของไลเคน ดัชนีความบริสุทธิ์ของอากาศ ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) และโลหะหนักในไลเคน เพื่อบ่งชี้คุณภาพอากาศในบริเวณแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติจังหวัดนครนายกโดยสำรวจไลเคน ช่วงฤดูฝน ในพื้นที่สองกลุ่มคือพื้นที่ชุมชน และพื้นที่แหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ นำข้อมูลไลเคนมาคำนวณค่าความหลากหลายทางชีวภาพ และ ค่าดัชนีความบริสุทธิ์ของอากาศ (IAP) โดยเปรียบเทียบกับค่าปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ในแต่ละพื้นที่ จากการศึกษาพบว่าไลเคนทั้งสิ้น 20 สกุล โดยในแหล่งธรรมชาติจะพบชนิด Arthracothecium มากที่สุด ขณะที่ในแหล่งชุมชนจะพบชนิด Arthracothecium มากที่สุดเช่นเดียวกัน จากการศึกษาความหลากหลายทางชนิดของไลเคนพบว่าแหล่งธรรมชาติมีค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของไลเคน ค่าความหลากหลาย (S) ค่าความสม่ำเสมอ สอดคล้องกับค่าคุณภาพอากาศ IAP และ ปริมาณ CO ซึ่งค่านี้เกิดในไลเคนกับค่าดัชนีความหลากหลายของไลเคน มีความสัมพันธ์ทางสถิติที่ระดับ 0.05 แบบแปรผันตรง ค่าเพียร์สันเท่ากับ เท่ากับ 0.95 ยิ่งไปกว่านั้นยังพบว่าบริเวณแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติที่นิยมนั้นมีค่าคุณภาพอากาศใกล้เคียงกับพื้นที่ชุมชน

คำสำคัญ : โลหะหนัก;ค่าดัชนีความบริสุทธิ์คุณภาพอากาศ;ไลเคน;สถานที่ท่องเที่ยวจังหวัดนครนายก;ค่าบอนมอนอกไซด์

Title	APPLICATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN LICHEN SPECIES DIVERSITY INDEX OF ATMOSPHERIC PURITY (IAP) CARBONMONNOXIDE AND HEAVY METAL FOR MONITORING AIR QUALITY IN NATURE- BASED TOURISM NAKORN NAYOK PROVINCE
Author	KASTSIRI SILIKUL
Degree	MASTER OF SCIENCE
Academic Year	2018
Thesis Advisor	Assistant Professor KUN SILPRASIT

This research studied the air quality indicators by applying the relationship between a variety of lichens. The air purity index measured the amount of Carbon monoxide (CO) and heavy metals in lichens to indicate the air quality in the natural tourist areas of Nakhon Nayok Province by exploring lichens during the rainy season, in two types of areas, community areas and natural tourist areas. Using lichen data to calculate biodiversity and air purity index (IAP) by comparing with the amount of carbon monoxide (CO) in each area. The study found that there were twenty lichens in which the natural sources were found. This mostly consisted of Arthracothecium, while in the community it was found that the same species of Arthracothecium was similarly prevalent. The study found that natural sources had lichen biodiversity index values, including a variety of values (s), consistency values consistent with IAP air quality and CO content, nickel values in lichens and the lichen diversity index. There was also a statistically significant relationship at 0.05 level with a Pearson value equal to 0.95. Moreover, it was found that the popular natural tourist area with good air quality values close to community areas.

Keyword : Heavy metals; Air purity index lichen; Tourist Nakhon Nayok province; Carbon monoxide

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เรื่องการศึกษาการประยุกต์ใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายชนิดของไลเคน ค่า Index of Atmospheric Purity (IAP) ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ และ โลหะหนัก เพื่อติดตามคุณภาพอากาศในบริเวณแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ จังหวัดนครนายก

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัญจน์ ศิลป์ประสิทธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้สละเวลาเพื่อมาให้คำปรึกษาการวางแผนการทำวิจัย อำนวยความสะดวกในการลงพื้นที่ ที่ทำการศึกษและในการทำการทดลอง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทนายท ศรียาภัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทรพงษ์ เกริกสกุล อาจารย์ ดร. พนม สุทธิศักดิ์โสภณ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำในการปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆ จนสมบูรณ์

อาจารย์ ดร.สันทนา นาคะพงษ์ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกจากมหาวิทยาลัยรามคำแหง ซึ่งให้เกียรติมาเป็นประธานคณะกรรมการสอบปากเปล่า ท่านได้ให้คำแนะนำในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์จนสมบูรณ์

นักศึกษาคณะวัฒนธรรมสิ่งแวดล้อมและการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒทุกท่านที่ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการศึกษาตลอดมา

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยฉบับนี้ จะมีประโยชน์อยู่ไม่น้อย ขอขอบความกตัญญู กตเวทิตาคุณ แต่บิดา มารดา และผู้มีพระคุณทุกท่าน สำหรับข้อบกพร่องต่างๆ ที่เกิดขึ้น ผู้วิจัยขอน้อมรับผิดและยินดีรับฟังคำแนะนำ ดีชมจากทุกท่านที่ได้เข้ามาศึกษางานวิจัยและเพื่อพัฒนางานวิจัยต่อไป

เกษศิริ ศิริกุล

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูปภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ภูมิหลัง	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ความสำคัญของการวิจัย	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	3
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม.....	5
2.1 แนวคิดเกี่ยวกับไลเคน.....	5
2.2 การจำแนกชนิดของไลเคน (Lichen identification).....	5
2.3 การระบุชนิดของไลเคน	6
2.6 แหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติในจังหวัดนครนายก	17
2.7 ผลการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา.....	21
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	25
3.1 สถานที่ดำเนินงานวิจัย	26

3.2 วัสดุและอุปกรณ์.....	26
3.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติ	28
3.4 แผนการวิจัยและการเก็บข้อมูล ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา	29
บทที่ 4 ผลการวิจัย	34
4.1 ความหลากหลายชนิดของไลเคน	34
4.1.1) ศูนย์การแพทย์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ.....	34
4.1.2) หอพักนักศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์	37
4.1.3) น้ำตกสาริกา.....	40
4.1.4) น้ำตกลานรัก.....	43
4.1.5) อ่างเก็บน้ำคลองโสด	46
<i>Phyiscia dimidiata</i>	47
4.2 ดัชนีความหลากหลายของไลเคน	50
4.3 ค่าความชื้นในบริเวณที่เก็บไลเคน	55
4.5 ชนิดของไลเคน	58
4.6 ค่าความชื้น	59
4.7 ค่าดัชนีบ่งชี้คุณภาพอากาศ IAP ในบริเวณที่เก็บไลเคน	60
4.8 ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ในบริเวณที่เก็บไลเคน	61
4.9 ดัชนีวัดค่าความสม่ำเสมอไลเคน.....	62
4.10 การศึกษาปริมาณโลหะหนักในไลเคน	62
4.11 การหาความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายของไลเคน และค่าดัชนีบ่งชี้คุณภาพอากาศ (IAP) ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) และแร่ธาตุโลหะหนัก ด้วยสหสัมพันธ์ correlation	67
4.12 ใช้ความหลากหลายของไลเคนเป็นฐานข้อมูลในการติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพอากาศในแหล่งท่องเที่ยว	73
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	74

5.1 บทสรุป	74
5.2 ข้อเสนอแนะ	75
5.3 ข้อจำกัด	75
5.4 วิจารณ์ผลการทดลอง	75
บรรณานุกรม	77
ประวัติผู้เขียน	80



สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1 คุณภาพอากาศตามกรมควบคุมมลพิษ	15
ตาราง 2 เกณฑ์คุณภาพอากาศ	16
ตาราง 3 การเลือกจำนวนต้นไม้	29
ตาราง 4 การเลือกขนาดพื้นที่	30
ตาราง 5 แสดงชนิดไลเคนที่พบบริเวณ ศูนย์การแพทย์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ ในปี 2559 และปี 2560	35
ตาราง 6 แสดงชนิดไลเคนที่พบบริเวณ หอพักนักศึกษา ในปี 2559 และ ปี 2560	38
ตาราง 7 แสดงชนิดไลเคนกลุ่มครัสโตสที่พบ บริเวณน้ำตกสาริกา ในปี 2559 และ ปี 2560	40
ตาราง 8 แสดงชนิดไลเคนที่พบในบริเวณ อ่างเก็บน้ำคลองโสด	46
ตาราง 9 แสดงความหลากหลายทางชีวภาพของไลเคน	48
ตาราง 10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหลากหลายของไลเคนและไลเห่นัก ปี 2559 ...	67
ตาราง 11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหลากหลายของไลเคนและไลเห่นัก ปี 2560 ...	70

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 ลักษณะการเจริญเติบโตของ <i>Pyrenula oxysporiza</i>	6
ภาพประกอบ 2 ลักษณะการเจริญเติบโตของ <i>Graphis</i> sp.	6
ภาพประกอบ 3 ลักษณะรูปแบบการเจริญเติบโตของโฟลิโอส <i>Parmotrema tinctorum</i>	7
ภาพประกอบ 4 ลักษณะรูปแบบการเจริญเติบโตของฟรูติโคส <i>Usnea</i> sp	7
ภาพประกอบ 5 ลักษณะรูปแบบการเจริญเติบโต <i>Phyllopsora furfuracea</i>	7
ภาพประกอบ 6 แอโพทีเซียแบบจาน (disc-like apothecia)	8
ภาพประกอบ 7 แอโพทีเซียแบบริมฝีปากหรือลายเส้น (lirellate apothecia)	8
ภาพประกอบ 8 เพอริทีเซีย (perithecia)	9
ภาพประกอบ 9 ซอริเดีย (soredia) มีลักษณะเป็นกระจุก.....	9
ภาพประกอบ 10 ขน (cilia) มีลักษณะคล้ายขนสัตว์ทั่วไปบริเวณขอบของโลป	10
ภาพประกอบ 11 โครงสร้างภายในของทัลลัสไลเคน	11
ภาพประกอบ 12 องค์ประกอบของอากาศ.....	15
ภาพประกอบ 13 อ่างเก็บน้ำคดงโปด	19
ภาพประกอบ 14 น้ำตกสาริกา.....	19
ภาพประกอบ 15 น้ำตกลานรักหรือน้ำตกลาดหินกอง	20
ภาพประกอบ 16 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์	20
ภาพประกอบ 17 สถิตินักท่องเที่ยวจังหวัดนครนายก	21
ภาพประกอบ 18 แผนที่แหล่งท่องเที่ยวในจังหวัดนครนายก	26
ภาพประกอบ 19 วิธีการสุ่มเลือกต้นไม้	29
ภาพประกอบ 20 การเก็บตัวอย่างไลเคน	31
ภาพประกอบ 21 แสดงความหลากหลายทางชีวภาพของไลเคน.....	49

ภาพประกอบ 22 ดัชนีความหลากหลายของไลเคน บริเวณศูนย์การแพทย์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ ปี 2559 และ 2560	50
ภาพประกอบ 23 ดัชนีความหลากหลายของไลเคน บริเวณหอพักนักศึกษา ปี 2559 และ 2560	51
ภาพประกอบ 24 ดัชนีความหลากหลายของไลเคน บริเวณน้ำตกสาริกา ปี 2559 และ 2560	52
ภาพประกอบ 25 ดัชนีความหลากหลายของไลเคน บริเวณน้ำตกลานรัก ปี 2559 และ 2560	53
ภาพประกอบ 26 ดัชนีความหลากหลายของไลเคน บริเวณอ่างเก็บน้ำคลองโสด ปี 2559 และ 2560	54
ภาพประกอบ 27 ค่าความชื้นบริเวณศูนย์การแพทย์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ ปี 2559 และ 2560	55
ภาพประกอบ 28 ค่าความชื้นบริเวณหอพักนักศึกษา ปี 2559 และ 2560	55
ภาพประกอบ 29 ค่าความชื้นบริเวณน้ำตกสาริกาในปี 2559 และ 2560	56
ภาพประกอบ 30 ค่าความชื้นบริเวณน้ำตกลานรัก ปี 2559 และ 2560	56
ภาพประกอบ 31 ค่าความชื้นบริเวณอ่างเก็บน้ำคลองโสด ปี 2559 และ 2560	57
ภาพประกอบ 32 กราฟแสดงถึงค่าดัชนีความหลากหลายทางชนิดของไลเคนที่พบในพื้นที่ศึกษา	57
ภาพประกอบ 33 ชนิดของไลเคน.....	58
ภาพประกอบ 34 กราฟแสดงถึงค่าความชื้นปี 2559 และ 2560	59
ภาพประกอบ 35 กราฟแสดงค่าดัชนีบ่งชี้คุณภาพอากาศปี 2559 และ 2560	60
ภาพประกอบ 36 กราฟแสดงปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์บริเวณพื้นที่ศึกษาในปี 2559 และ 2560	61
ภาพประกอบ 37 กราฟแสดงถึงดัชนีวัดค่าความสม่ำเสมอ	62
ภาพประกอบ 38 ปริมาณไลเณห่นักที่พบในไลเคนบริเวณศูนย์แพทย์ปี 2559	63
ภาพประกอบ 39 ปริมาณไลเณห่นักที่พบในไลเคนบริเวณศูนย์แพทย์ปี 2560	63
ภาพประกอบ 40 ปริมาณไลเณห่นักที่พบในไลเคนบริเวณหอพัก 2559	64

ภาพประกอบ 41 ปริมาณโลหะหนักที่พบในไลเคนบริเวณหอดักปี 2560.....	64
ภาพประกอบ 42 ปริมาณโลหะหนักที่พบในไลเคนบริเวณน้ำตกสาริกา 2559.....	65
ภาพประกอบ 43 ปริมาณโลหะหนักที่พบในไลเคนบริเวณน้ำตกสาริกา 2560.....	65
ภาพประกอบ 44 ปริมาณโลหะหนักที่พบในไลเคนบริเวณน้ำตกลานรักปี 2559.....	66
ภาพประกอบ 45 ปริมาณโลหะหนักที่พบในไลเคนบริเวณน้ำตกลานรักปี 2560.....	66



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ภูมิหลัง

จังหวัดนครนายก เป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ติดกับกรุงเทพมหานคร และมีแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ เช่น ภูเขา น้ำตก เขื่อน เป็นจังหวัดที่มีขนาดไม่ใหญ่มาก การเดินทางค่อนข้างสะดวกเหมาะสำหรับการท่องเที่ยวหรือพักผ่อน จึงทำให้มีนักท่องเที่ยวจำนวนมาก ทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติเข้ามาท่องเที่ยวที่จังหวัดนี้ อย่างไรก็ตามการเพิ่มขึ้นของจำนวนนักท่องเที่ยวอาจส่งผลกระทบต่อธรรมชาติไม่ทางตรงก็ทางอ้อม เพราะการใช้พื้นที่อย่างไม่อนุรักษ์ และไม่คำนึงถึงผลที่ตามมา ทำให้สถานที่ท่องเที่ยวทางธรรมชาติเสื่อมโทรมลงจนคุณภาพอากาศไม่ได้มาตรฐาน

เนื่องจากจังหวัดนครนายกเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำ มีเทือกเขาตดพญาเย็น (เขาใหญ่) คลุมพื้นที่บางส่วนของจังหวัดสระบุรี นครนายก นครราชสีมา ปราจีนบุรี สระแก้ว และบุรีรัมย์ ทำให้พื้นที่ของจังหวัดนี้มีความ อุดมสมบูรณ์ มีป่าดงพญาเย็น-เขาใหญ่ มีบทบาทสำคัญต่อการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพทั้งในระดับประเทศและระดับโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นแหล่งสงวนระบบนิเวศตามธรรมชาติอันหลากหลาย ตั้งแต่ป่าดงดิบชื้น ป่าดงดิบเขา ป่าดงดิบแล้ง ไปจนถึงป่าเบญจพรรณ และป่าเต็งรัง นอกจากนี้ยังมีทุ่งหญ้าเขตร้อนกระจายตัวอยู่ทั่วไป รวมทั้งป่าบนเขาหินปูน และป่าริมห้วยลำธาร ดังนั้นความหลากหลายชนิดของสิ่งมีชีวิตจึงมีจำนวนมาก

โดยเฉพาะไลเคนซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่สำคัญในระบบนิเวศ มีความสัมพันธ์ที่หลากหลายกับสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ ในระบบนิเวศ และไลเคนยังสามารถเป็นสิ่งที่ใช้ในการชี้วัดความอุดมสมบูรณ์ของสภาพป่าได้ จึงควรมีการศึกษาเพื่อใช้เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพอากาศ

ไลเคนสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดคุณภาพทางอากาศได้ ซึ่งพบว่าไลเคนเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความไวต่อมลพิษทางอากาศ โดยเฉพาะคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) ก๊าซฟลูออไรด์ (Fluorides) และสารเคมีที่มีฤทธิ์เป็นสารออกซิไดซ์สูง เช่น โอโซน ไลเคนแต่ละชนิดมีความทนทานต่อมลพิษทางอากาศ ไม่เท่ากัน ซึ่งทำให้สามารถใช้ไลเคนเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพอากาศได้ในเบื้องต้น หากบริเวณสถานที่ที่อาศัยเช่น ต้นไม้ แผ่นหิน แผ่นไม้ เป็นต้น มีไลเคนเกิดขึ้นซึ่งแบ่งประเภทลักษณะการเกิดขึ้นของไลเคนตามธรรมชาติที่ทนทานต่อระดับมลภาวะไม่เท่ากันได้ (Wirth, 1988) อีกทั้งไลเคน ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในหลายด้าน เช่น ด้าน การแพทย์ อาหาร อุตสาหกรรม เป็นต้น

มลพิษทางอากาศ หมายถึง อากาศที่มีสิ่งเจือปน (contaminant) เช่น ฝุ่นผง (dust) ควัน flumes) ก๊าซต่าง ๆ (gases) ละอองไอน้ำ (mist) กลิ่น (odors) ควัน (smoke) ไอน้ำ (vapor) ฯลฯ

อยู่ในลักษณะปริมาณ และระยะเวลาที่นานพอที่จะทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ หรือสัตว์หรือทำลายทรัพย์สินของมนุษย์หรือสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ (พัฒนา มูลพฤกษ์, 2546)

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสำรวจความหลากหลายชนิดของไลเคน และวิเคราะห์หาไลเคนหลัก ในบริเวณแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ จังหวัดนครนายก
2. หาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหลากหลายของไลเคน ดัชนีบ่งชี้คุณภาพอากาศ (IAP) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และไลเคนหลัก เพื่อใช้เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพอากาศในบริเวณแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ จังหวัดนครนายก
3. ใช้ความหลากหลายของไลเคนเป็นฐานข้อมูลเพื่อหาแนวทางในการติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพอากาศในแหล่งท่องเที่ยว

1.3 ความสำคัญของการวิจัย

การศึกษาวิจัย การประยุกต์ใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายของไลเคน และค่าดัชนีบ่งชี้คุณภาพอากาศ (IAP) กับก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) เพื่อบ่งชี้คุณภาพอากาศในบริเวณแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ จังหวัดนครนายก ครั้งนี้ ทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ของชนิดไลเคนและค่าดัชนีบ่งชี้คุณภาพอากาศ และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ใน อ่างเก็บน้ำคลองโสด น้ำตกสาริกา น้ำตกลานรักหรือน้ำตกลาดหินกองมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ ซึ่งผลจากการศึกษานี้สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการบ่งชี้คุณภาพอากาศ ณ บริเวณนั้นได้

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยชิ้นนี้ได้ทำการสำรวจและศึกษาความหลากหลายของไลเคนในบริเวณแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติจังหวัดนครนายก โดยศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของไลเคนกับดัชนีบ่งชี้คุณภาพอากาศ (IAP) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และไลเคนหลักที่ปนเปื้อนอยู่ในพื้นที่ทำการวิจัย เพื่อนำข้อมูลความหลากหลายของไลเคนที่พบในพื้นที่มาเป็นข้อมูลปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม และข้อมูลทางนิเวศวิทยา และนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยมีเงื่อนไขการทดลองดังต่อไปนี้

- 1.4.1) ทำการวิเคราะห์คุณภาพอากาศ ได้แก่ ความชื้น (moisture) ค่าคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และค่าไลเคนหลักในไลเคนที่พบในบริเวณพื้นที่ศึกษา

1.4.2) สำรวจและศึกษาความหลากหลายของไลเคนบริเวณแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ จังหวัดนครนายก ซึ่งได้แก่ อ่างเก็บน้ำคลองโสด น้ำตกสาริกา น้ำตกลานรักหรือน้ำตกลาดหินกอง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ โดยมีการสุ่มต้นไม้ที่ใช้ศึกษา จะต้องเป็นชนิดเดียวกันและมีขนาดใกล้เคียงกัน

1.4.3) จำแนกชนิดไลเคนโดยการระบุสปีชีส์ที่พบ ด้วยหนังสือคู่มือการจำแนกไลเคน เพื่อเป็น ฐานข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพของไลเคนในบริเวณแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ จังหวัดนครนายก

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ในการสำรวจความหลากหลายไลเคนครั้งนี้สามารถบอกถึงความหลากหลายของชนิดไลเคน ในแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ จังหวัดนครนายก นอกจากไลเคนสามารถบ่งชี้คุณภาพอากาศได้แล้ว ยังสามารถบ่งชี้ถึงสภาพอากาศที่เปลี่ยนไปของแต่ละสถานที่ด้วย เพราะฉะนั้นไลเคนจึงมีความสำคัญกับสถานที่ท่องเที่ยวทางธรรมชาติมาก โดยเราสามารถรับรู้ถึงการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของอากาศ ณ สถานที่ท่องเที่ยวทางธรรมชาติได้จาก ไลเคน ดังนั้นเราสามารถนำข้อมูลจากตรงนี้ไปช่วยในการดูแลรักษารวมไปถึงการอนุรักษ์และพัฒนาสถานที่ท่องเที่ยวไปในทิศทางที่ดีขึ้นได้

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ไลเคน (lichen) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่เกิดจากการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตสองสิ่งคือของรา กับสาหร่าย ซึ่งราทำหน้าที่เก็บความชื้นและป้องกันอันตรายให้สาหร่าย ส่วนสาหร่ายทำหน้าที่สร้างอาหารดังนั้นทั้งราและสาหร่ายต่างเอื้อประโยชน์ซึ่งกันและกันอย่างลงตัว

2. สถานที่ท่องเที่ยว หมายถึง สถานที่ที่มีคนเข้าไปเพื่อพักผ่อนหย่อนใจ ทำกิจกรรมสันทนาการ หรือเพื่อหาความรู้

3. ดัชนีความบริสุทธิ์ของอากาศ (IAP) หมายถึง ค่าที่ได้มาจากการวิเคราะห์ข้อมูลความบริสุทธิ์ของอากาศจากความหลากหลายของไลเคน โดยใช้วิธีการคำนวณตามสูตรของ Shannon-Weiner diversity index (Ludwig and Reynolds, 1986 และ Chao and Shen, 2003)

4. ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ หมายถึง ค่าที่บ่งชี้เชิงคุณภาพในความหลากหลายทางชีวภาพมากหรือน้อย

5. ดัชนีชี้วัดเชิงนิเวศวิทยา (Ecological index) หมายถึง ค่าที่บ่งชี้ความสัมพันธ์ทางนิเวศวิทยาของสิ่งมีชีวิตในการวิจัยนี้คือ ค่าเฉลี่ยของจำนวนไลเคนอื่น ๆ ที่พบรอบ ๆ ไลเคนที่สนใจในพื้นที่นั้น ๆ

6. โลหะหนัก คือ ธาตุที่มีน้ำหนักมากกว่าน้ำ 5 เท่า หรือมีความถ่วงจำเพาะตั้งแต่ 5 ขึ้นไป เช่น แคดเมียม โครเมียม ปรอท ตะกั่ว เป็นต้น ธาตุโลหะหนักเหล่านี้ บางชนิดมีประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมบางชนิดมีประโยชน์ต่อร่างกาย แต่บางชนิดก็เป็นพิษต่อร่างกาย



บทที่ 2

บททวนวรรณกรรม

การประยุกต์ใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายชนิดของไลเคน ค่า Index of Atmospheric Purity (IAP) และ ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ เพื่อติดตามคุณภาพอากาศในบริเวณแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ จังหวัดนครนายก

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับไลเคน

ไลเคนเป็นสิ่งมีชีวิตที่เกิดจากการอยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัยระหว่าง รา และสาหร่าย โดยราทำหน้าที่ช่วยปกป้องสาหร่ายจากความแห้งแล้ง ส่วนสาหร่ายทำหน้าที่สร้างอาหาร โดยการสังเคราะห์ด้วยแสง (วนารักษ์ และคณะ. 2550) ทะเล แนวคลื่นกระเซ็น สูงขึ้นไปถึงเขาหิมาจา จากแนวเส้นศูนย์สูตรไปถึงชายขอบขั้วโลก และ จากป่าดิบเขตร้อนชื้น ไปถึงทะเลทราย (สรณรัชฎ์ กาญจนะวณิช, 2553)

รา (fungi) เป็นสิ่งมีชีวิตในกลุ่มของยูแคริโอต (eukaryote) ไม่มีคลอโรฟิลล์ (chlorophyll) จัดเป็นพวกสิ่งมีชีวิตที่ได้อาหารจากสารอินทรีย์ (heterotroph) เพื่อการเจริญเติบโต ลักษณะโครงสร้างส่วนใหญ่เป็นเส้นใยเรียกว่า (hypha(สมจิตร อยู่เป็นสุข, 2552)

สาหร่าย (Algae) เป็นสิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารได้เอง โดยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเช่นเดียวกับพืชชั้นสูง ในบรรดาสสิ่งมีชีวิตที่สังเคราะห์ด้วยตัวเอง พบว่าสาหร่ายประมาณ 50-60 เปอร์เซ็นต์ (วันเพ็ญ ภูติจันทร์, 2549)

2.2 การจำแนกชนิดของไลเคน (Lichen identification)

การจำแนกชนิด (species) ของไลเคน นิยมใช้ชนิดของราเป็นหลัก เช่น โครงสร้างที่ใช้เก็บสปอร์ ลักษณะของสปอร์ ได้แก่ ขนาด สี เป็นต้น รวมทั้งโครงสร้างภายในซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะที่เกิดขึ้นจากการอยู่ร่วมกันของราและสาหร่ายเท่านั้น ลักษณะเหล่านี้ไม่พบในสาหร่ายและราเมื่ออยู่โดยลำพังและที่สำคัญคือ การจำแนกโดยใช้สารธรรมชาติที่ไลเคนสร้างขึ้น ซึ่งแตกต่างกันในไลเคนแต่ละชนิด การจำแนกไลเคน แต่ละชนิดจึงใช้เวลาและต้องใช้ความละเอียดสูง เนื่องจากต้องดูโครงสร้างภายใน รวมทั้งวิเคราะห์สารเคมี (สารธรรมชาติ) ที่ไลเคนสร้าง (กัณฑ์ นุญประกอบ, 2557)

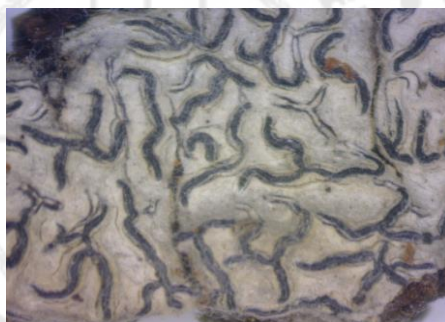
2.3 การระบุชนิดของไลเคน

2.3.1 คัดแยกกลุ่มไลเคนจากรูปแบบการเติบโต

2.3.1.1) ครัสโตส (crustose) มีลักษณะเป็นแผ่นแบนเกาะติดแน่นตามที่เกาะอาศัย (substrates)



ภาพประกอบ 1 ลักษณะการเจริญเติบโตของ *Pyrenula oxisporiza*



ภาพประกอบ 2 ลักษณะการเจริญเติบโตของ *Graphis* sp.

2.3.1.2) โฟลิโอส (Foliose) มีลักษณะคล้ายแผ่นใบ มีชั้นผิว 2 ด้าน ด้านบนสัมผัสอากาศ ด้านล่างมีส่วนที่คล้ายราก แต่เกิดจากเส้นใยของรา เรียกว่า ไรซีน (Rhizine) ใช้เกาะกับวัตถุ



ภาพประกอบ 3 ลักษณะรูปแบบการเจริญเติบโตของฟลิโอส *Parmotrema tinctorum*

2.3.1.3) ฟรุติโคส (Fruticose) หรือพวงพุ่มกอ มีลักษณะเป็นกิ่งก้านหรือเส้นสายมีลักษณะคล้าย รากฝอย กับรากแขนงแต่อยู่ในอากาศ



ภาพประกอบ 4 ลักษณะรูปแบบการเจริญเติบโตของฟรุติโคส *Usnea sp*

2.3.1.4) สแควมูโลส (Squamulose) มีลักษณะเป็นเกล็ดเล็ก ๆ คล้ายเกล็ดปลา



ภาพประกอบ 5 ลักษณะรูปแบบการเจริญเติบโต *Phyllopsora furfuracea*



ภาพประกอบ 6 แอโพทีเซียแบบจาน (disc-like apothecia)

2.3.2 คัดแยกกลุ่มไลเคนจากโครงสร้างสืบพันธุ์ภายนอก

ไลเคนในหนึ่งกลุ่มสร้างโครงสร้างสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (sexual reproductive structure) หลายแบบ บางชนิดสร้างแอโพทีเซียแบบจาน (disc-like apothecia) บางชนิดสร้างแอโพทีเซียแบบริมฝีปากหรือลายเส้น (lirellate apothecia) และบางชนิดสร้างแบบเพอริทีเซีย (perithecia) ดังภาพด้านล่าง การแยกกลุ่มไลเคนแบบนี้เป็นการช่วยย่อยความหลากหลายของไลเคนลงไปอีกชั้น เนื่องจากไลเคนแต่ละชนิดมีโครงสร้างสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศเพียงแบบใดหรือแบบหนึ่งเท่านั้น (หน่วยวิจัยไลเคน, 2556)



ภาพประกอบ 7 แอโพทีเซียแบบริมฝีปากหรือลายเส้น (lirellate apothecia)



ภาพประกอบ 8 เพอริทีเซีย (perithecia)

2.3.3 วิเคราะห์ลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายนอก

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายนอกที่สามารถมองเห็นด้วยตา ได้แก่ สี ลักษณะของแทลลัส ขนาดลักษณะของโลป โครงสร้างสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศหรือแบบไม่อาศัยเพศ ขน (cilia) ที่ขอบโลปหรือไม่มี rhizine หรือ holdfast หรือ ไม่มี อื่น ๆ (หน่วยวิจัยไลเคน, 2556)



ภาพประกอบ 9 ซอริเดีย (soredia) มีลักษณะเป็นกระจุก



ไอซีเดีย (isidia) มีลักษณะเป็นหน่อหรือแท่ง



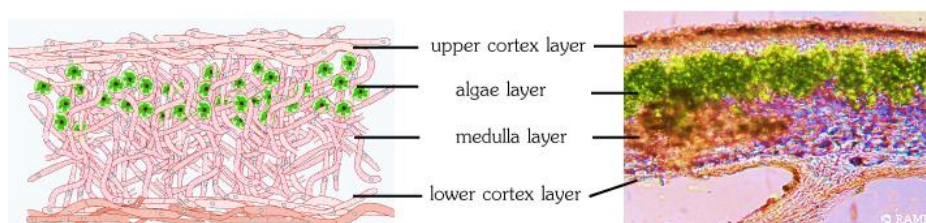
ภาพประกอบ 10 ขน (cilia) มีลักษณะคล้ายขนสัตว์ทั่วไปบริเวณขอบของโลป

2.3.4 วิเคราะห์ลักษณะโครงสร้างภายในของแทลลัส

1. ชั้นคอร์เทกซ์ (cortex) เป็นชั้นผิวนอกที่เกิดจากเส้นไฮฟีสานตัวกันอย่างหนาแน่น ซึ่งชั้นนี้ ทำหน้าที่ช่วยปกป้องสาหร่ายจากแสงแดดที่รุนแรงและสภาพแวดล้อมอื่นๆ ที่ไม่เหมาะสม
2. ชั้นสาหร่าย (algae layer) ประกอบด้วย สาหร่ายเรียงตัวอัดกันเป็นชั้น
3. ชั้นเมดูลา (medulla) เป็นชั้นที่เส้นใยของราประสานกันอย่างหลวม ๆ ถัดลงมา จากชั้นของสาหร่าย เป็นชั้นที่หนาที่สุดของแทลลัส มีลักษณะเป็น เส้นใยไฮฟี ถักทอกันเป็นชั้นที่ มีความสามารถในการกักเก็บน้ำและธาตุอาหารต่างๆ
4. ชั้นโลเวอร์คอร์เทกซ์ (Lower cortex) ด้านล่างเป็นชั้นที่ประกอบด้วยเส้นใยของรา ประสานกันค่อนข้างแน่นและมีเส้นใยของราพัฒนาเป็นไรซีน (rhizine) ใช้ยึดเกาะกับวัตถุ โลเคน บางชนิดไม่มีชั้นนี้ โดยเฉพาะไลเคนในกลุ่มคลัสโตส (หน่วยวิจัยไลเคน, 2556)

2.3.5 วิเคราะห์ลักษณะภายในของโครงสร้างสืบพันธุ์

สิ่งที่ต้องพิจารณาของลักษณะภายในของโครงสร้างสืบพันธุ์ คือ สปอร์ (ขนาด, สี,



รูปร่าง) ลักษณะของ exciple (สี, รูปร่าง, ขอบมีสาหร่าย/ไม่มี) หยดน้ำมันอื่น (หน่วยวิจัยไลเคน, 2556)

ภาพประกอบ 11 โครงสร้างภายในของทัตลัสไลเคน

(ก) thallus stratified หรือ heteromerous (ข) Thallus nonstratified

ที่มา: <http://joomlas.ru.ac.th/lichen/index.php/lichen>

2.3.6 ทดสอบสารเคมี

การทดสอบสารเคมีเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่สามารถบ่งชี้ถึงชนิดไลเคนได้ นักอนุกรมวิธานส่วนใหญ่ใช้วิธีการ spot test และ TLC (Thin Layer Chromatography) เพื่อให้ทราบถึงชนิดของสารเคมีในไลเคน (หน่วยวิจัยไลเคน, 2556)

2.3.7 วิเคราะห์หาชนิดไลเคนโดยใช้คู่มือการจัดจำแนก (Key)

การเทียบข้อมูลกับคู่มือการจัดจำแนก คู่มือการจัดจำแนกไลเคนเหล่านี้มีให้เลือกหลากหลายทั้งหนังสือของไทยและต่างประเทศ เช่น ไลเคนแห่งเกาะแสมสาร จากยอดเขาถึงชายทะเล การศึกษาครัสโตสไลเคน วงศ์ฟิสเซียซิดิ ในประเทศไทย ระบบทางอนุกรมวิธานและความหลากหลายทางชีวภาพของไลเคน วงศ์กราฟิดาซิดิ ณ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จังหวัดเลย ความหลากหลายทางชีวภาพของไลเคนแบบแผ่นใบ และแบบเส้นสายที่พบ ณ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ Lichens of North America Seychelles Lichen Guide อื่น ๆ (หน่วยวิจัยไลเคน, 2556)

2.3.8 ตรวจสอบชนิดจากความแตกต่างของ DNA (phylogeny)

การวิเคราะห์ชนิดของไลเคนจากความแตกต่างของ DNA เป็นเทคนิคขั้นสูง ผู้ที่จะสามารถใช้วิธีนี้ได้ต้องเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญการใช้เป็นอย่างดี วิธีการนี้สามารถแยกชนิดของไลเคนได้ชัดเจนที่สุด มีความจำเป็นมากสำหรับไลเคนบางชนิดที่ไม่สามารถใช้คู่มือทั่วไปในการจัดจำแนกได้ และส่วนใหญ่ถูกนำมาใช้เพื่อยืนยันชนิดของไลเคนชนิดใหม่ของโลก (new species) ถึงแม้ว่าวิธีการนี้จะเทคนิคขั้นสุดยอดสำหรับการบ่งชี้ชนิดของไลเคน แต่นักอนุกรมวิธานส่วนใหญ่เลือกใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา กายวิภาควิทยาและสารเคมีในไลเคน ในการจำแนกชนิดไลเคน เนื่องจากลักษณะดังกล่าวนี้สามารถให้ข้อมูลเพียงพอต่อการนำไปใช้จัดจำแนกชนิดของไลเคนโดยส่วนใหญ่ (หน่วยวิจัยไลเคน, 2556)

2.3.8.1) ที่เกาะอาศัย (substrates)

ไลเคนสามารถเติบโตอยู่บนพื้นที่เกาะอาศัย ในธรรมชาติได้อย่างหลากหลายโดยที่ไม่ทำอันตรายใด ๆ ต่อพื้นที่ยึดเกาะเหล่านั้น การดำรงชีวิตแบบนี้เรียกว่า อิงอาศัย (epiphyte) ยกเว้นไลเคนบางชนิดดำรงชีวิตแบบปรสิต (parasite) ด้วยการเติบโตอยู่บนไลเคนชนิดอื่น ไลเคนส่วนใหญ่พบเติบโตอยู่บนเปลือกไม้ เรียกว่า corticolous lichen บางชนิดเติบโตบนหิน เรียกว่า saxicolous lichen บางชนิดเติบโตบนดิน เรียกว่า tericolous lichen บางชนิดเติบโตบนใบ เรียกว่า foliicolous lichen บางชนิดเติบโตบนมอสส์ เรียกว่า muscicolous lichen และบางชนิดเติบโตในชั้นหิน เรียกว่า lignicolous lichen นอกจากนี้ไลเคนยังสามารถเติบโตบนวัสดุสังเคราะห์ได้อีกด้วย เช่น ขวด กระเบื้อง แผ่นโลหะ แผ่นยางสังเคราะห์ ฯลฯ (สุริย์พร เจริญประเสริฐ, 2552)

2.3.8.2) สีของไลเคน (Lichen coloring)

สีของไลเคนขึ้นอยู่กับหลายองค์ประกอบ เช่น ชนิดสาหร่ายที่เป็นส่วนประกอบ ชนิดสารในไลเคน ไลเคนที่มีสาหร่ายสีเขียวเป็นส่วนประกอบ (chlorolichen) ส่วนมากจะมีสีเขียวอ่อน เขียวเทาหรือเขียว บางครั้งจะพบไลเคนสีดำ (umbilicaria) น้ำตาล เหลืองหรือส้มได้ (telaschistes และ xanthanaria) หรือไลเคนที่มีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน เป็นส่วนประกอบ (cyanolichens) สีของไลเคนมีความสัมพันธ์กับที่เกาะอาศัย เช่น ไลเคนติดแน่นบนหินปูน (calcareous rock) ที่พบมักเป็นสีขาวหรือสีส้ม บนหินแก้ว (siliceous rocks) หรือเปลือกไม้ที่มีความเป็นกรด ไลเคนเปียกจะมีสีเทาหรือเหลืองเขียว สภาพแวดล้อม สีของไลเคนจะเข้มมากขึ้นเมื่อไลเคนเปียกหรือชื้น เมื่อไลเคนเปียกจะมีสีเขียวเด่นชัดกว่าไลเคนที่แห้ง ไลเคนที่มีแผ่นพื้นฐานสีเหลืองหรือส้ม หมายถึงการอยู่ในที่มีแสงแดดจัด และมีที่เกาะอาศัยที่มีปริมาณไนโตรเจนสูง (nitrophilous lichens) เช่น หลังกา ผนังหรือรั้ว (สุริย์พร เจริญประเสริฐ, 2552)

2.3.8.3) การดำรงชีวิต (Lichen survival)

การเจริญเติบโตของไลเคนเกิดขึ้นจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของสาหร่ายโดยมีน้ำที่ได้จากชั้นบรรยากาศในสภาพหมอก ฝน และน้ำค้างเป็นวัตถุดิบ ไลเคนมีขนาดแผ่นพื้นฐานแตกต่างกันไปตั้งแต่เล็กกว่าหนึ่งตารางมิลลิเมตรจนถึงยาวหลายเมตร ห้อยลงจากกิ่งไม้ หรือเกาะอาศัยเปลือกไม้หรือพืชอื่นๆ หรือแม้กระทั่งบนดินและหิน ซึ่งส่วนมากอาศัยผิวหน้าหิน (epilithic) และใต้ผิวหิน (endolithic) ในเขตร้อนและ กึ่งร้อน ไลเคนหลายชนิดที่เกิดบนผิวใบพืช (foliicolous lichen) จะมีการเจริญเติบโตค่อนข้างรวดเร็ว แม้ว่าไลเคนส่วนใหญ่จะอยู่บนดิน มีส่วนน้อยในธารน้ำและชายฝั่งทะเล ไลเคนส่วนมากเจริญเติบโตขยายจากขอบ ยกเว้นไลเคนในกลุ่ม umbilicate ที่เจริญจากตรงกลาง ไลเคนแบบพุ่มกอหรือแบบเส้นสายเจริญตรงปลายยอด ปลายกิ่งหรือปลาย podetia ตรงกลางอาจเจริญโดยมีความหนาเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และมักจะเป็นที่เกิดของโครงสร้างสืบพันธุ์ เช่น apothecia, perithecia, pycnidia โดยทั่วไปไลเคนมีการเจริญเติบโตค่อนข้างช้า โดยเฉพาะไลเคนที่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่รุนแรง เช่น ทะเลทราย ขั้วโลกเหนือ จุลไลเคนอาจมีการเจริญเติบโตน้อยกว่าหนึ่งมิลลิเมตรต่อปี (สุริย์พร เจริญประเสริฐ, 2552)

แทลลัสของไลเคนไม่มีโครงสร้างหรืออุปกรณ์ในการป้องกันการสูญเสียน้ำเหมือนพืชชั้นสูง ดังนั้นการสังเคราะห์ด้วยแสงของไลเคนเกิดขึ้นในตอนเช้าที่แทลลัสมีน้ำเท่านั้น ในตอนบ่ายสภาพของน้ำในอากาศมีน้อยลง ส่งผลให้น้ำในแทลลัสของไลเคนลดลงไปด้วย สภาพเช่นนี้ทำให้ไลเคนพักตัว ไลเคนบางชนิดเมื่อสภาพอากาศแห้งแล้งสามารถพักตัวได้หลายเดือน และเมื่อได้รับน้ำแทลลัสของไลเคนจะฟื้นตัวกลับมาอีกครั้ง กระบวนการหายใจเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว และมีแสงสว่างการสังเคราะห์ด้วยแสงจะเกิดได้ตามปกติ ช่วงกลางคืนแทลลัสของไลเคนจะซับน้ำจากบรรยากาศและตัวเมื่อใกล้สว่าง และเมื่อแสงแดดปรากฏขึ้น การสังเคราะห์ด้วยแสงจะเกิดขึ้นทันที เวลาบ่ายเมื่ออุณหภูมิของอากาศสูงความชื้นในแทลลัสลดลง ไลเคนจะพักตัว ดังนั้นจะเห็นว่าช่วงระยะเวลาในการนำคาร์บอนไดออกไซด์ (co2) มาใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นช่วงเวลาสั้นๆ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ไลเคนเจริญเติบโตช้ากว่าพืชชั้นสูงอื่น ๆ (กัณท์ธีรย์ บุญประกอบ, 2557)

2.3.9 การจำแนกไลเคนตามหลักอนุกรมวิธาน

การจำแนกชนิด (species) ของไลเคน นิยมใช้ชนิดของราเป็นหลัก เช่น โครงสร้างที่ใช้เก็บสปอร์ ลักษณะของสปอร์ ได้แก่ ขนาด สี เป็นต้น รวมทั้งโครงสร้างภายในซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะที่เกิดขึ้นจากการอยู่ร่วมกันของราและสาหร่ายเท่านั้น ลักษณะเหล่านี้ไม่พบในสาหร่ายและราเมื่ออยู่โดยลำพังและที่สำคัญคือการจำแนกโดยใช้สารธรรมชาติที่ไลเคนสร้างขึ้น ซึ่งแตกต่างกันในไลเคนแต่ละชนิด การจำแนกไลเคนแต่ละชนิดจึงใช้เวลาและต้องให้ความละเอียดสูง เนื่องจากต้องดูโครงสร้างภายใน รวมทั้งวิเคราะห์สารเคมี (สารธรรมชาติ) ที่ไลเคนสร้าง (กัณฐิรีย์ บุญประกอบ, 2557) 2.3.10 ไลเคนในเมืองไทย

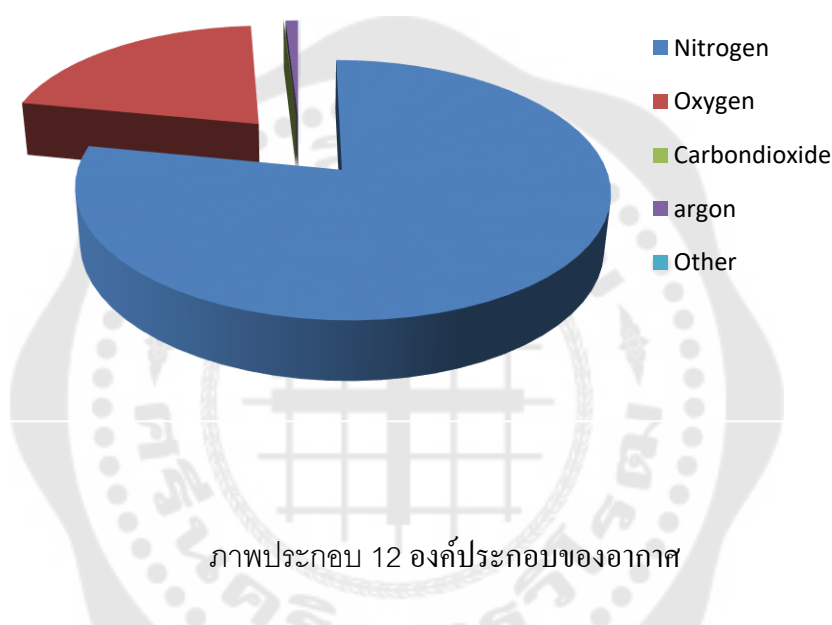
นักไลเคนวิทยา (Lichenologist) ประเมินว่าโลกนี้มีไลเคนประมาณ 17,000-25,000 ชนิด ความแตกต่างของไลเคนขึ้นอยู่กับชนิดของรา ส่วนไลเคนในประเทศไทยสำรวจพบแล้วประมาณ 1,700 ชนิด และคาดว่าจะมีไลเคนมากกว่า 2,000 ชนิด เนื่องจากประเทศไทยอยู่ในเขตร้อน ซึ่งมีความหลากหลายทางชีวภาพสูง แต่การศึกษาไลเคนอย่างจริงจังของไทยเริ่มเมื่อประมาณ พ.ศ. 2530 ซึ่งยังมีการค้นพบไลเคนชนิดใหม่ของโลกอยู่เรื่อย ๆ และเป็นที่ยอมรับกันว่าไลเคนในเขตร้อนซึ่งต่างจากที่อื่น ยังรอการสำรวจและศึกษาวิจัยอีกมาก ส่วนในต่างประเทศมีการศึกษาวิจัยไลเคนมานานนับร้อยปี ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับไลเคน ในต่างประเทศ เช่น อิตาลี มีจำนวน 2,316 ชนิด อังกฤษ 2,225 ชนิด โปแลนด์ 1,327 ชนิด ญี่ปุ่น 1,557 ชนิด และออสเตรเลีย 3,075 ชนิด เป็นต้น ((กัณฐิรีย์ บุญประกอบ, 2557)

2.4 มลพิษของอากาศมลพิษของอากาศ

อากาศที่มีสิ่งแปลกปลอม เช่น ฝุ่น อนุภาคของโลหะ สารกัมมันตรังสี แก๊สคาร์บอนมอนนอกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และออกไซด์ของไนโตรเจน เป็นต้น อันเป็นผลสืบเนื่องมาจากกิจกรรมบางอย่างของมนุษย์ ก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและทรัพย์สินสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติได้กำหนดคุณภาพอากาศในเกณฑ์มาตรฐานไว้ไม่เกิน 330 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรในเวลา 24 ชั่วโมง สมบัติของอากาศมีคุณสมบัติเฉพาะตัวคือเป็นสาร มีมวล มีตัวตน ต้องการที่อยู่และสัมผัสได้ อากาศจะไหลจากบริเวณที่มีความกดอากาศสูงไปยังบริเวณที่มีความกดอากาศต่ำ (ศิริพรต ผลสินธุ์, 2534)

2.5 องค์ประกอบของอากาศ

องค์ประกอบของอากาศ เป็นสิ่งที่มีอยู่ในสถานะที่เป็นแก๊ส มีส่วนประกอบต่างๆ คือ ก๊าซออกซิเจน (oxygen) เป็นส่วนประกอบอยู่ในอากาศประมาณร้อยละ 21 โดยปริมาตร ไนโตรเจน (nitrogen) ร้อยละ 78.09 คาร์บอนไดออกไซด์ (carbondioxide) ร้อยละ 0.03 ก๊าซเฉื่อย (inert gas) ร้อยละ 0.1 เป็นแก๊สที่ไม่มีความว่องไวต่อปฏิกิริยาทางเคมีใด ๆ เช่น อาร์กอน (Ar) มีอยู่ในอากาศมากที่สุดในกลุ่มของ แก๊สเฉื่อยด้วยกัน มีอยู่ประมาณร้อยละ 0.09 โดยปริมาตร ฮีเลียม(He) นีออน(Ne) คริปทอน(Kr) และซีนอน (Xe) ((เป็นคําคัด หุ้มเกี๊ยน, 2546)



ที่มา: <http://www.adsorptra.com>

2.5.1 คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)

คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) เกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ของเครื่องยนต์เชื้อเพลิงจากแร่ เชื้อเพลิงจึงเป็นสารพิษที่พบปริมาณในท้องถนน ก๊าซนี้จะทำให้ร่างกายขาดออกซิเจน เพราะมันจะไปแย่งจับเม็ดเลือดแดงแทนออกซิเจนของเหลว เรียกว่า อากาศเหลว มีลักษณะเป็นของเหลวไม่มีสี อากาศมีความหนาแน่น มีความดัน มีความชื้นและมีระดับอุณหภูมิ (สุชีลา ตุลยะเสถียร, 2544)

ตาราง 1 คุณภาพอากาศตามกรมควบคุมมลพิษ

สารพิษ	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นใน เวลา	ค่ามาตรฐาน
1. ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO)	1 ชม.	ไม่เกิน 30 ppm. (34.2 มก. /ลบ.ม.)
2. ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO ₂)	1 ชม.	ไม่เกิน 0.17 ppm. (0.32 มก. /ลบ.ม.)
3. ก๊าซโอโซน (O ₃)	1 ชม.	ไม่เกิน 0.10 ppm. (0.20 มก. /ลบ.ม.)
4. ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂)	1 ชม.	ไม่เกิน 0.3 ppm. (0.14 มก. /ลบ.ม.)
5. ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน	1 วัน	ไม่เกิน 0.33 มก. /ลบ.ม.
6. ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	1 วัน	ไม่เกิน 0.12 มก. /ลบ.ม.
7. ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน	1 วัน	ไม่เกิน 0.05 มก. /ลบ.ม.

ที่มา: <http://www.psu10725.com>

2.5.2 ฝุ่นละออง

เป็นมลสารที่อยู่ในสภาพของแข็ง หรือของเหลวที่อุณหภูมิและความดันปกติและอาจมีขนาดตั้งแต่ 0.1 – 2.0 ไมครอน (หนึ่งไมครอนเท่ากับหนึ่งในล้านเมตร) ซึ่งได้แก่ ฝุ่น (ตะกั่วจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงของรถยนต์ซึ่งจะออกมาในรูปอนุภาคฝุ่น) คาร์บอน ไอควัน หมอก ละอองน้ำ (สุริยา ตูลยะเสถียร, 2544)

ตาราง 2 เกณฑ์คุณภาพอากาศ

ดัชนีคุณภาพอากาศ (AQI)	ความหมาย
0-50	คุณภาพดี
51-100	คุณภาพปานกลาง
101-200	มีผลกระทบต่อสุขภาพ
201-300	มีผลต่อสุขภาพมาก
มากกว่า 300	อันตราย

ที่มา: <http://www.psu10725.com>

2.5.3 อุณหภูมิ

อุณหภูมิ มีผลต่ออัตราของปฏิกิริยาทางเคมีในสิ่งมีชีวิต ซึ่งผลกระทบของอุณหภูมิ ต่อสิ่งมีชีวิต ปรากฏให้เห็นได้หลายประการด้วยกันและอาจแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้เป็น 3 กลุ่มด้วยกันคือ (1) ผลกระทบต่อการเจริญเติบโต (2) ผลกระทบในด้านการทำลาย (3) ผลกระทบที่ก่อให้เกิดการปรับตัวเปลี่ยนแปลงรูปร่างและระบบสรีระ (ดอกรัก, 2552) ไลเคนสามารถขึ้นได้ในบริเวณที่มีแสง ความชื้น และปัจจัยดำรงชีวิตอื่นๆ เหมือนกับพืช แต่สิ่งหนึ่งที่ไลเคนทำไม่ได้เหมือนพืช คือ ทนมลภาวะอากาศ ในขณะที่ผิวใบของพืชจะมีลักษณะคล้ายขี้ผึ้งเคลือบอยู่(wax) และผิวเคลือบคิวทิน (cuticle) ไลเคนสามารถเจริญเติบโตโดยรับอาหารคือน้ำและแร่ธาตุ ซึ่งน้ำ และ แร่ธาตุที่ไลเคนได้รับนั้นถ้ามีการปะปนมลพิษ ไลเคนก็จะได้รับมลพิษนั้นด้วย มลพิษจากอากาศจึงเข้าไปภายในเซลล์ได้ง่าย และมันสามารถทำลายคลอโรฟิลล์ของสาหร่าย ซึ่งเป็นส่วนประกอบของไลเคน เมื่อได้รับมลพิษมาก ๆ จนไม่สามารถทนทานได้ อย่างไรก็ตามแม้ว่าไลเคนส่วนใหญ่จะอ่อนไหวต่อมลพิษ แต่ก็มีความหลากหลายชนิดที่ทนทานได้บ้าง และบางชนิดทนทานได้ดีมาก ความสามารถในการทนทานมลพิษในระดับต่างกันของไลเคนชนิดต่าง ๆ ทำให้สามารถใช้ไลเคนตรวจสอบระดับมลภาวะได้ ซึ่งชนิดและจำนวนของไลเคนนั้นสามารถบ่งบอกถึงคุณภาพอากาศของสิ่งแวดล้อมได้ (กัณฐรีย์ บุญประกอบ, 2557)

2.5.5 ไลเคนกับมลพิษอากาศในเมืองใหญ่

การที่ไลเคนเติบโตโดยใช้ น้ำและแร่ธาตุจากอากาศ จึงอ่อนไหวต่อมลพิษทางอากาศ และนิยมใช้บ่งชี้คุณภาพอากาศอย่างกว้างขวางมานาน เนื่องจากประหยัดและมีประสิทธิภาพ ในอดีตพบว่าการตายของคนด้วยมะเร็งปอดเกิดขึ้นในพื้นที่ที่มีความหลากหลายของไลเคนน้อย ส่วนพื้นที่ ๆ มีความหลากหลายของไลเคนมาก การตายด้วยมะเร็งปอดมีจำนวนน้อยกว่า ((กัณฐรีย์ บุญประกอบ, 2557) ในเขตอุตสาหกรรมหรือเขตชุมชนเมืองขนาดใหญ่ที่มีคนอยู่หนาแน่น มักจะมีมลพิษทางอากาศสูง เนื่องจากการจราจรที่คับคั่ง เป็นต้น เราไม่สามารถมองเห็นสารพิษในอากาศได้ แต่สามารถสังเกตได้จากการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตในบริเวณนั้น ไลเคนไม่ทนต่อสารมลพิษในอากาศ เช่น ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ โอโซน และโลหะหนัก ดังนั้นจึงพบไลเคนน้อยมากหรือไม่พบเลยในบริเวณที่มีอากาศเสีย หรือพบในสภาพที่ไม่สมบูรณ์ เหตุนี้เองจึงมีการนำไลเคนมาใช้เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพอากาศว่าดีหรือไม่ โดยดูจากชนิดและปริมาณไลเคนที่พบในแต่ละบริเวณ (วนารักษ์ ไซพันธ์แก้ว, 2551)

2.6 แหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติในจังหวัดนครนายก

2.6.1 ที่ตั้งและอาณาเขต

จังหวัดนครนายกตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกของประเทศไทยห่างจากกรุงเทพมหานครประมาณ 107 กิโลเมตร มีเนื้อที่ประมาณ 2,122 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 1,326,250 ไร่มีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดใกล้เคียงดังนี้

ทิศเหนือ ติดต่อกับ จังหวัดสระบุรี และจังหวัดนครราชสีมา

ทิศใต้ ติดต่อกับ จังหวัดฉะเชิงเทรา และจังหวัดปราจีนบุรี

ทิศตะวันออก ติดต่อกับ จังหวัดนครราชสีมา และจังหวัดปราจีนบุรี

ทิศตะวันตก ติดต่อกับ จังหวัดปทุมธานี

ลักษณะภูมิประเทศของจังหวัดนครนายก ส่วนหนึ่งของจังหวัดอยู่ในเขตอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ทางตอนเหนือและตะวันออกเป็นภูเขาสูงชันในเขตอำเภอบ้านนา อำเภอเมือง-นครนายก ปากพลี ส่วนทางตอนกลางและตอนใต้เป็นที่ราบ อันทกว้างใหญ่เป็นส่วนหนึ่งของ ที่ราบสามเหลี่ยมลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา ที่เรียกว่า“ที่ราบกรุงเทพ” ลักษณะดินเป็นดินปนทรายและดินเหนียวเหมาะแก่การ ทำนา ทำสวนผลไม้ และการอยู่อาศัย (สำนักพัฒนาอูตุนิยมวิทยา, 2560) สภาพภูมิอากาศของจังหวัดนครนายกมี 3 ฤดูกาลที่แตกต่างกัน คือ ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคม ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคมมีสภาพอากาศที่แห้งแล้ง และชุ่มชื้นสลับกันอย่างเห็นได้ชัด มี อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 27-28 องศาเซลเซียส (สำนักพัฒนาอูตุนิยมวิทยา, 2560)

2.6.2 อ่างเก็บน้ำคลองโสด

ตั้งอยู่ตำบลพรหมณี อำเภอเมืองนครนายก จังหวัดนครนายกละติจูด N 14° 17' 21.77" และลองจิจูดE 101° 11' 41.24" ซึ่งอ่างเก็บน้ำนี้เป็นโครงการพระราชดำริเพื่อใช้ในกิจการโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า(จปร.) และเพื่อการอุปโภคบริโภคแก่ประชาชน รวมถึงการเกษตรอีกด้วย



ภาพประกอบ 13 อ่างเก็บน้ำคลองโสด

2.6.3 น้ำตกสาริกา

ตั้งอยู่ที่ตำบลสาริกา อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก ละติจูด N $14^{\circ} 18' 14.76''$ และลองจิจูด E $101^{\circ} 15' 28.89''$ ในแนวเขตอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ เป็นส่วนหนึ่งของลำห้วยสาริกา มีต้นน้ำอยู่บนบริเวณเขาสาริกาที่ติดต่อกับเขาแก้ว มีความสูงถึง 9 ชั้น ซึ่งในแต่ละชั้นของน้ำตกก็จะมีชั้นหินธรรมชาติรองรับน้ำและกลายเป็นแอ่งน้ำ ขนาดเล็ก ๆ อยู่ทั่วบริเวณชั้นของน้ำตกซึ่งบางแห่งมีขนาดกว้างและน้ำไม่ลึกมากทำให้เรา สามารถลงไปชุ่มฉ่ำกับสายน้ำตกแห่งนี้ได้แบบสบาย



ภาพประกอบ 14 น้ำตกสาริกา

2.6.4 น้ำตกลานรักหรือน้ำตกตาดหินกอง

น้ำตกลานรักเป็นอีกแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติที่สำคัญแห่งหนึ่งในจังหวัดนครนายก น้ำตกลานรักเดิมมีชื่อว่า น้ำตกตาดหินกอง ตั้งอยู่ตำบลสาริกา อำเภอเมือง ละติจูด N $14^{\circ} 17' 22.02''$ และลองจิจูด E $101^{\circ} 14' 56.74''$ พื้นที่ด้านข้างของน้ำตกแห่งนี้เป็นเขตที่ทำการอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ภายในยังมีน้ำตกขนาดเล็ก มีชั้นเดียวและเป็นน้ำตกอีกแห่งหนึ่งที่ได้รับคามนิยมในการท่องเที่ยว

ภาพประกอบ 15 น้ำตกลานรักหรือน้ำตกลาดหินกอง

2.6.5 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ ที่ตั้ง 107 หมู่ที่ 6 ถนนรังสิต-นครนายก คลอง 16 อำเภอองครักษ์ จังหวัดนครนายก 26120 อยู่ละติจูด N 14° 06' 23.27" และลองจิจูด E 100° 59' 00.37" (มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 2558) เป็นสถานศึกษาที่เป็นพื้นที่ชุมชน

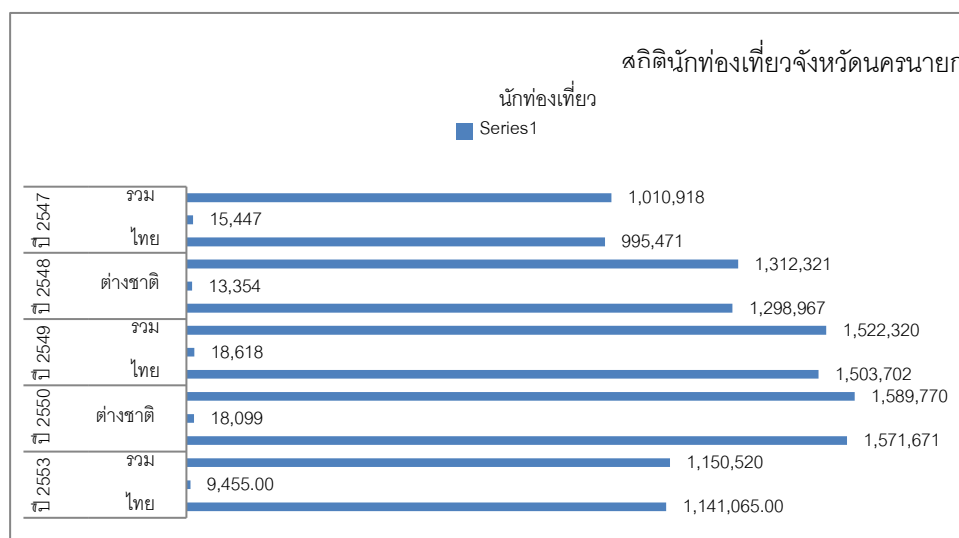


เนื่องจากมีผู้คนสนใจ เพราะในบริเวณรั้วมหาวิทยาลัย มีโรงพยาบาลศูนย์การแพทย์สมเด็จพระเทพฯ และบริเวณรอบ ๆ ก็มีแหล่งที่อยู่อาศัย

ภาพประกอบ 16 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์

2.6.6 สถิตินักท่องเที่ยวจังหวัดนครนายก

สถิตินักท่องเที่ยวที่เข้ามาท่องเที่ยวจังหวัดนครนายกในปี พ.ศ. 2549 2550 และ 2553 มีการเพิ่มขึ้นของนักท่องเที่ยวตามภาพที่ 17 แต่ทั้งนี้ยังขาดการควบคุมอัตราการของนักท่องเที่ยว เนื่องจากการที่มีนักท่องเที่ยวเข้าไปในพื้นที่เขตรธรรมชาติมากเกินไป อาจส่งผลถึงระบบนิเวศในบริเวณนั้นได้ แต่อย่างไรก็ตามสามารถสังเกตได้ว่าระบบนิเวศ หรือแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ บริเวณนั้น มีการเปลี่ยนแปลงหรือเสื่อมโทรมลงได้จากการสังเกตความหลากหลายของไลเคน



ภาพประกอบ 17 สถิตินักท่องเที่ยวจังหวังนครนายก

ที่มา: ("สถิตินักท่องเที่ยวจังหวังนครนายก,")

2.7 ผลการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา

(กัญจน์ ศิลป์ประสิทธิ์, 2016) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องความหลากหลายของไลเคนบริเวณแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ เชื้อนขุนด่านปราการชล จังหวัดนครนายก จากการวิจัยสำรวจไลเคนในพื้นที่ดังกล่าว สามารถพบไลเคนกลุ่ม ครัสโตสไลเคน (crustose) เป็นจำนวนมาก ขณะที่พบกลุ่มโฟลิโอส (foliose) เพียงชนิดเดียวคือ *Leptogium* sp. และไม่พบไลเคนในกลุ่มฟรูทิ

โคส (fruticose) นอกจากนี้ไลเคนในสกุล *Pertusaria* sp. ถูกพบมากที่สุดในทุกจุดท่องเที่ยวของ เขื่อนขุนด่าน 17 ปราณารชล อย่างไรก็ตามการหาความสัมพันธ์ของชนิดพันธุ์ไม้กับชนิดไลเคนที่อิงอาศัย จะให้แนวทางส่งเสริมจัดการ สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรป่าไม้ เพื่อการอนุรักษ์ไลเคนได้ นอกจากนี้ ชนิดไลเคนที่พบในแหล่งท่องเที่ยว อาจสามารถบ่งบอกผลกระทบของการท่องเที่ยวที่มีต่อ สภาพแวดล้อมได้

(หนูเดือน เมืองแสน, 2556) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง ความหลากหลายชนิดของไลเคนใน ป่าชุมชนและโบราณสถานแห่งนคร ชัยบุรีนทร์ โดยการใช้วิธีของ Shannon–Weiner diversity index หาค่าความหลากหลาย ความสม่ำเสมอ และการกระจายของชนิดไลเคน ซึ่งจากแต่ละพื้นที่ ที่ทำการสำรวจ พบว่าความหลากหลายของไลเคนที่มากที่สุด พบในป่าชุมชนบ้านซับไทรทอง และ ป่าที่มีค่าความหลากหลายน้อยที่สุดคือ ป่าชุมชนอาลอ หมู่บ้านอาลอ ตำบลนาดี อำเภอ เมือง จังหวัดสุรินทร์ ส่วนค่าความสม่ำเสมอของชนิดไลเคนบนเปลือกไม้ ในแต่ละป่าชุมชน มีค่า ใกล้เคียง 1 แสดงค่า การกระจายของชนิดไลเคนที่พบในป่าชุมชนมีการกระจายที่สม่ำเสมอและมี ค่าไม่แตกต่างกันของแต่ละป่าชุมชน

(เวชศาสตร์ พลเยี่ยม, 2552) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องไลเคนในสวนสาธารณะ กรุงเทพมหานคร และการชี้วัดคุณภาพสิ่งแวดล้อม ไลเคนถูกใช้เป็นตัวชี้วัดที่มีประสิทธิภาพในการ ตรวจวัดคุณภาพอากาศ การสำรวจไลเคนครั้งนี้จึงมี วัตถุประสงค์เพื่อสำรวจความหลากหลายทาง ชีวภาพของไลเคนในเขตเมืองที่มีมลพิษทางอากาศ โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างไลเคนจาก เก็บไล เคนได้ทั้งสิ้น 54 ตัวอย่าง จัดจำแนกตามหลัก อนุกรมวิธานได้ 27 ชนิด 16 สกุล 9 วงศ์ ซึ่งครั้งนี้ มีไลเคนที่สำรวจพบเพิ่มขึ้นจากในอดีตหลายชนิด โดยมีไลเคนอีก หลายชนิดยังระบุชื่อไม่ได้ ไล เคนที่พบแพร่กระจายได้ดีส่วนใหญ่เป็นพวกทนทานมลพิษทางอากาศสูง ได้แก่ *Pyxine coccinea*, *Anthracotheceum subglobosum* และ *Trypethelium eluteriae* ส่วนกลุ่มทนทานปานกลางจะ พบได้ในเขตใกล้ถนนเมือง ปัจจัยที่มีผลต่อการแพร่กระจายของไลเคนในสวนต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับ ภูมิอากาศ คุณสมบัติของเปลือกไม้ และมลพิษทางอากาศ การอยู่รอดของไลเคนในสวนสาธารณะ อาจชี้วัดการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ รวมทั้งมนุษย์ ที่ จำเป็นต้องติดตามเฝ้าระวังในระยะยาว ต่อไป

(วนารักษ์ ไซพันธ์แก้ว, 2551) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องความหลากหลายของไลเคน และ ชนิดที่เป็นตัวบ่งชี้ในการตรวจสอบผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ ในบริเวณที่ลุ่มที่ถูกรวบรวนใน เขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย คือสำรวจความหลากหลายของไลเคนในบริเวณที่ลุ่มที่ถูก รวบรวนใน 7 จังหวัดในภาคเหนือ ตอนบนของประเทศไทย เพื่อศึกษาความหลากหลายของไลเคน

ในเขตตัวเมืองที่มีมลพิษอากาศสูง และ บริเวณนอกตัวเมืองที่มีมลพิษอากาศต่ำ คัดเลือกหาชนิดของไลเคนที่เหมาะสมในการใช้เป็นตัวบ่งชี้ทาง ชีวภาพในการตรวจสอบผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ รวมพื้นที่ศึกษาทั้งสิ้น 32 แห่ง เป็นพื้นที่ศึกษา ในเขตตัวเมือง 7 แห่ง และนอกเขตตัวเมือง 25 แห่ง พบว่าในเขตตัวเมืองมีจำนวนชนิดและความถี่ของไลเคนน้อยกว่าในเขตนอกตัวเมือง จากการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ชนิดและความถี่ของไลเคนกลุ่มพอลิโอสที่พบ สามารถจัดกลุ่มพื้นที่ศึกษาได้ 5 กลุ่ม โดยไลเคนในวงศ์ Physciaceae และ Parmeliaceae ทำให้มีการแบ่งออกเป็นกลุ่มดังกล่าว จำนวนประชากรในพื้นที่ซึ่งใช้แทนปริมาณของสารมลพิษในอากาศ ปริมาณน้ำฝน และสภาพทางภูมิศาสตร์มีผลต่อจำนวนและชนิดของไลเคนที่พบ ผู้สนใจอาจเป็นปัจจัย หลักที่มีผลต่อการกระจายตัวของไลเคนในพื้นที่ศึกษามากกว่าก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์

(วันวิสา พิลิก, 2556) ได้ศึกษาความหลากหลายของไลเคนในสังคมพืชอุทยานแห่งชาติแม่วงก์ พบตัวอย่างไลเคน จำนวน 411 ตัวอย่างสามารถจำแนกไลเคนได้ 76 ชนิด 30 สกุล 15 วงศ์ วงศ์ที่มีความหลากหลายชนิดมากที่สุด 5 วงศ์ ได้แก่ Physciaceae, Graphidaceae, Parmeliaceae, Trypetheliaceae และ Usneaceae จากการสำรวจความหลากหลายชนิดของไลเคนพบว่า ชนิดของไลเคนที่พบในสังคมพืช ป่าดิบแล้งและป่าเบญจพรรณ มีความคล้ายคลึงกันมาก โดยมีค่าดัชนีความคล้ายคลึงเท่ากับ 50.75 เนื่องจากสภาพป่าทั้งสองมีความคล้ายคลึงกันของสภาพภูมิอากาศ ซึ่งจากการทำการวิจัยครั้งนี้พบว่า สังคมพืชป่าดิบแล้งมีความหลากหลายของชนิดพรรณไม้มากที่สุดและป่าเบญจพรรณมีความหลากหลายของชนิดไลเคนมากที่สุด

(วิไลลักษณ์ ชุ่มสไตอินน์, 2553) ได้ศึกษาความหลากหลายของไลเคนและการใช้ประโยชน์ สวนรุกชาติภูแปก อำเภอภูเรือ จังหวัดเลย จากการสำรวจชนิดของไลเคนในเขตสวนรุกชาติภูแปก พบไลเคนทั้งหมด 17 วงศ์ 34 สกุล 48 ชนิดประกอบด้วยไลเคนกลุ่มครัสโตสจำนวน 22 สกุล 30 ชนิดไลเคนกลุ่มโพลิโอส จำนวน 10 สกุล 15 ชนิด และไลเคนกลุ่มฟรุติโคสจำนวน 2 สกุล 3 ชนิด โดยมีค่าดัชนี ความหลากหลายอยู่ที่ระหว่าง 2.84-3.12 ค่าดัชนีการกระจายตัวอยู่ที่ระหว่าง 0.62-0.68 และ ความหลากหลายของชนิดอยู่ที่ระหว่าง 27.34 ซึ่งพบว่าในป่าดิบชื้นมีความหลากหลายของไลเคนสูงที่สุด ป่าเต็งรัง ป่าสนเขา ป่าเบญจพรรณ และป่าดิบเขา ตามลำดับ จากการตรวจสอบหาความสัมพันธ์ของปัจจัยทางกายภาพมีผลต่อดัชนีความหลากหลาย จำนวนและปริมาณของไลเคน พบว่าดัชนีความหลากหลายของ ไลเคนในพื้นที่สวนรุกชาติภูแปก ไม่มีความสัมพันธ์กับลักษณะเปลือกไม้ เส้นรอบวง และทิศทางการพบไลเคนอย่างมีนัยสำคัญ

(สัมฤทธิ์ เล็งเล็ก, 2558) ได้ศึกษาสถานภาพของไลเคนในป่าเต็งรัง ณ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจความหลากหลายและสถานภาพของไลเคน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนการจัดการทรัพยากร ซึ่งทำโดยวางแผนสำรวจขนาด 10x10 ซม.2 ในทิศตะวันออกและทิศตะวันตก บนพันธุ์ไม้จำนวนทั้งหมด 22 ต้น ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 4.5 ซม. ที่ระดับ ความสูง 130 ซม. รวมทั้งหมด 44 แปลง ทำการบันทึกชนิด จำนวนแทลลัส พื้นที่ปกคลุมของแทลลัสทุกแปลงสำรวจ ผลการศึกษาพบไลเคนทั้งหมด 306 แทลลัส ประกอบด้วย 24 สกุล 34 ชนิด ดัชนีความสำคัญ(importance value index, IVI) บ่งชี้ว่าไลเคนที่มีสถานภาพสำคัญมากมี 5 ชนิด ได้แก่ *Bulbothrix isidiza*, *Laurera benguelensis*, *Protoparmelia isidiata*, *Dirinaria applanata* และ *Graphis handelii* ส่วนสถานภาพสำคัญ สำคัญปานกลาง และสำคัญน้อยมากพบ 12.10 และ 7 ชนิดตามลำดับ โดยไลเคนที่มีสถานภาพเหมาะสมต่อการนำมาพัฒนามาใช้ประโยชน์ได้แก่ *Bulbothrix isidiza* และ *Dirinaria applanata* เนื่องจากมีโครงสร้างของประชากรที่ประกอบด้วยแทลลัสขนาดเล็กจำนวนมาก จึงอาจเติบโตขึ้นมาทดแทนแทลลัสขนาดใหญ่ที่อายุมากและตายไปในอนาคต ส่วนสถานภาพสำคัญน้อยมาก เช่น *Buelia pleiotera* และ *Glyphis scyphulifera* อาจจะต้องใช้กลยุทธ์ในการอนุรักษ์ที่เหมาะสมต่อการรักษาไว้ซึ่งพันธุกรรมที่มีคุณค่า

(Cecilia Estrabou, 2010) ได้ศึกษาไลเคนในเมืองคอร์โดบา, อาร์เจนตินา รวมจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด 341 จุด ในพื้นที่ของเมือง 24x24 กิโลเมตร เลือกต้นไม้จำนวน 3 ชนิดต่อแปลงตัวอย่าง และประมาณค่าความถี่ของชนิดพันธุ์ไลเคน ที่มีขนาดลำต้น 1.5 เมตร และคำนวณค่าดัชนีบ่งชี้คุณภาพ Index of Atmospheric Purity (IAP) ตัวเลขในแผนที่แสดงค่าของชนิดไลเคน และ ค่า (IAP) ผู้วิจัยได้อธิบายไลเคนไว้ทั้งหมด 9 ชนิด โดยชนิดที่พบบ่อยที่สุดคือ *Physcia undulata* และ *Physcia endochryscea* นอกจากนี้ทั้งสองสายพันธุ์มีความโดดเด่นในเรื่องดัชนีชี้วัดที่สูงสุด โดยทั่วไปอากาศที่อยู่ในเมืองจะมีทั้งคุณภาพอากาศที่ ปานกลาง ซึ่งบางพื้นที่จะมีคุณภาพอากาศอยู่ในเกณฑ์ดีและดีมาก ที่แสดงได้จากค่า IAP สูงสุดและจำนวนของสายพันธุ์

(Abida Begum and HariKrishna 2010) ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการสำรวจคุณภาพอากาศในพื้นที่ ตอนใต้ ของ เมืองบังกาลอร์ โดยใช้ไลเคนเป็นตัวบ่งชี้ความหลากหลายทางชีวภาพ และบ่งชี้มลพิษทางอากาศ การเก็บตัวอย่างได้ดำเนินงานใน 4 พื้นที่คือ Koramangala, Madivala Marker, Bannerughatta national park และ Bommasandra โดยเลือกเก็บไลเคนที่ต้นปาล์มที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 50-70 เซนติเมตร และ สูง 0.5-0.7 เซนติเมตร ไลเคนถูกนำมาวิเคราะห์ความ

เข้มข้นของไลเคนได้แก่ แคดเมียม โครเมียม ทองแดง เหล็ก นิกเกิล ตะกั่ว สังกะสี พบว่ามีไลเคนจะสะสมมากในไลเคนที่เจริญในเขตอุตสาหกรรม ในเมืองBommasandra รองลงมาคือเขตจรรยาณาแน เมืองMadivala เขตบ้านเรือนเมือง Koramangala และ เขตอุทยานแห่งชาติเมือง Bannerughata ตามลำดับ จากการศึกษาชนิดของไลเคนที่เติบโตได้เด่นชัดในแต่ละพื้นที่พบว่า เขตอุตสาหกรรม เมืองBommasandra จะพบไลเคนสายพันธุ์ Foraminella ambigua เติบโตมากที่สุด และได้รับการสะสมไลเคนหนักมากที่สุด ในเขตจรรยาณาแน เมืองMadivala พบว่า ไลเคนสายพันธุ์ Parmelia capera จะมีไลเคนหนักที่พบที่สุด ในเขตบ้านเรือน เมืองKoramangala จะพบไลเคนสายพันธุ์ Xanthoria parietina มีไลเคนหนักมากที่สุด และในเขตอุทยานแห่งชาติ เมืองBannerughatta national park พบไลเคนสายพันธุ์ Hypogymnia physodes มากที่สุด การศึกษาครั้งนี้ทำให้พบ ชนิดและจำนวนไลเคนที่เป็นสามารถใช้เป็นเอกลักษณ์บ่งชี้การปนเปื้อนไลเคนในอากาศแต่ละพื้นที่ได้

(Cigdem Vardara, 2013) ได้ศึกษาตัวอย่าง ไลเคน Pseudevernia furfuracea (L.) Zopf ซึ่งถูกนำมาใช้เป็นดัชนีชี้วัดในการประเมินมลพิษทางอากาศในจังหวัดภาคกลางของ อินเดีย, ไทเทรี พื้นที่การศึกษาที่โดดเด่นด้วยการปรากฏตัวของกิจกรรมทางด้านอุตสาหกรรมมากมาย เช่น โรงงานเหล็ก และการสร้างเรือไลเคนอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลและทางเคมี ในการศึกษาครั้งนี้ได้ดำเนินการในช่วงฤดูร้อน และฤดูฝนของปี 2005 ตัวอย่างไลเคน P furfuracea ได้สัมผัสกับสารมลพิษต่าง ๆ ใน 12 สถานที่ ผลการศึกษาพบว่ามีส่วนผสมของสารมลพิษที่สะท้อนให้เห็นถึงการปรากฏตัวของความเสียหายดีเอ็นเอ ค่าเฉลี่ยของความแตกต่างที่ได้รับ 45.0% ในช่วงเวลาที่เปียกและ 64.6% สำหรับอัตราส่วนค่าสูงสุด ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าไลเคนชนิด P furfuracea โดยใช้เครื่องมือ AFLP ซึ่งเทคนิคของเครื่องหมายดีเอ็นเอ ที่มีราคาถูกและเชื่อถือได้ จึงเป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับการศึกษาพันธุกรรมชนิดไลเคน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 สถานที่ดำเนินงานวิจัย



ภาพประกอบ 18 แผนที่แหล่งท่องเที่ยวในจังหวัดนครนายก

ที่มา: ("แผนที่แหล่งท่องเที่ยวในจังหวัดนครนายก,")

อ่างเก็บน้ำคลองโสด
น้ำตกสรีการ
น้ำตกลานรักหรือน้ำตกลาดหินกอง
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์

3.2 วัสดุและอุปกรณ์

วิธีการเก็บไลเคนใช้เครื่องมือ Global Positioning System (GPS) สำหรับบันทึกพิกัด ต้นไม้ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นต้นไม้ชนิดเดียวกัน ขนาดใกล้เคียงกัน ถ่ายภาพไลเคนบนต้นไม้และต้นไม้ที่ไลเคนอิงอาศัย ใช้มีดตัดส่วนที่ไลเคนยึดเกาะหรือลอกเฉพาะไลเคน ท่อกระดาษใส่ถุงซิปล็อค บันทึกลักษณะต่าง ๆ การกระจายตัวอย่างของไลเคน ด้วยวิธีการทำเครื่องหมายเลข

รหัสแต่ละตัวอย่างที่เก็บได้ ถ่ายภาพเพื่อนำมาส่งกล้องสเตอริโอ เพื่อจำแนกชนิดและโครงสร้าง สืบพันธุ์

3.2.1 อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

3.2.1.1 อุปกรณ์

- เครื่องแก้วต่าง ๆ เช่น ปีกเกอร์ ขวดรูปชมพู่ ขวดปรับปริมาตร กรวยกรอง
- กระดาษกรอง whatman เบอร์ 1

3.2.1.2 เครื่องมือ

- เครื่องชั่งสาร
- เครื่อง shaker
- เครื่องเซนติฟิวต์
- เครื่อง Atomic Adsorption Spectrophotometer ของ Agilent รุ่น 280 FS

3.2.1.3 สารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย

- กรดไนตริกเข้มข้น (Nitric acid, HNO_3)
- น้ำปราศจากไอออน (Deionization Water)
- สารละลายมาตรฐานทองแดง (Cu) 1000 ppm
- สารละลายมาตรฐานแมงกานีส (Mn) 1000 ppm
- สารละลายมาตรฐานนิกเกิล (Ni) 1000 ppm
- สารละลายมาตรฐานตะกั่ว (Pb) 1000 ppm

3.2.2 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง

ทำการสกัดโลหะหนักจากไลเคน โดยชั่งตัวอย่างไลเคน 1 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ ขนาด 125 มิลลิลิตร และเติมกรดไนตริกที่ความเข้มข้น 1% ลงในขวดให้เป็น 125 มิลลิลิตร นำไป เขย่าด้วยเครื่อง shaker 180 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง จากนั้นนำไปเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยง 6,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที เพื่อแยกชั้นระหว่างส่วนที่เป็นของแข็งกับของเหลว นำส่วนที่เป็นของเหลวไปกรองต่อด้วยกระดาษกรอง whatman เบอร์ 1 จะได้สารละลายตัวอย่าง ในห้องปฏิบัติการ ก่อนนำตัวอย่างที่ได้จากการสกัดไปวิเคราะห์การ ปนเปื้อนโลหะหนักด้วยเครื่อง Atomic adsorption spectrophotometer (AAS)

3.2.3 ขั้นตอนการเตรียมกราฟมาตรฐานของโลหะแต่ละชนิด

เตรียมกราฟมาตรฐานของโลหะหนักแต่ละชนิด โดยนำสารละลายมาตรฐาน ความเข้มข้น 1000 มิลลิกรัม/ลิตร มาเจือจางด้วย 1% กรดไนตริก ให้มีความเข้มข้นต่าง ๆ

การคำนวณปริมาณความเข้มข้นโลหะหนัก (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) สามารถคำนวณได้จากการนำความเข้มข้นของโลหะหนักที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง AAS (มิลลิกรัม/ลิตร) คูณกับปริมาตรของสารตัวอย่าง (ลิตร) และนำไปหารด้วยน้ำหนักของตัวอย่างไลเคน (กิโลกรัม) หรือแสดงสูตรได้ดังนี้

$$\frac{\text{ความเข้มข้นของโลหะหนัก (mg/L)} \times \text{ปริมาตรของสารตัวอย่าง (L)}}{\text{น้ำหนักของตัวอย่าง (kg)}}$$

3.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติ

การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ (Correlation) ด้วยโปรแกรม SPSS โดยใช้วิธีการวิเคราะห์แบบ Anova ทำการทดสอบหาความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างมากกว่า 2 กลุ่มขึ้นไป โดยใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One Way Anova) เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มตัวอย่าง หากพบว่ามีความแตกต่างระหว่างกลุ่มตัวอย่าง จึงทำการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยใช้วิธี Dunnett T3 เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณโลหะหนักในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุด และวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson Correlation coefficient) เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างโลหะหนักแต่ละชนิด ในโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS

3.3.1 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ (Correlation) ด้วยโปรแกรม SPSS

- 1) วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มตัวอย่าง หากพบว่ามีความแตกต่างระหว่างกลุ่มตัวอย่าง จึงทำการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยใช้วิธี Dunnett T3
- 2) วิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณโลหะหนักในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุด
- 3) วิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson Correlation coefficient)
- 4) วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างโลหะหนักแต่ละชนิด

3.4 แผนการวิจัยและการเก็บข้อมูล ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา

เริ่มการวางแผนการในการเก็บไลเคน เพื่อบ่งชี้คุณภาพสิ่งแวดล้อมในบริเวณแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ จังหวัดนครนายก ได้มีการเก็บตัวอย่างไลเคนในช่วงฤดูฝน คือระหว่างเดือนมิถุนายน-กรกฎาคม 2559 และเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน 2560

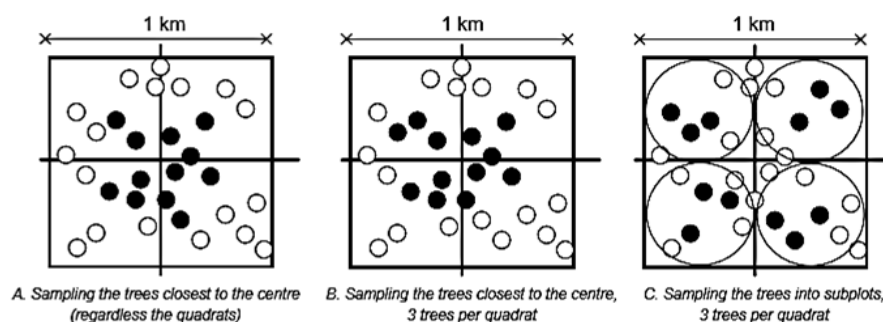
3.4.1 การเก็บข้อมูลไลเคน

3.4.1.1) ต้นไม้ที่ทำการศึกษาไลเคนในบริเวณนั้น ควรมีขนาดใกล้เคียงกัน และระดับความสูงประมาณ 1 เมตร จากพื้น จำนวนต้นไม้ในการสุ่มตัวอย่างครั้งนี้คือ 4-6 ต้น

ตาราง 3 การเลือกจำนวนต้นไม้

Size of sampling unit	0.25x0.25 km	0.5x0.5 km	1x1 km
Number	3-4	4-6	6-12

ที่มา: J(J. Asta, 2002.)3.4.1.2) บริเวณที่เก็บตัวอย่าง ได้แก่ อ่างเก็บน้ำคลองโบริด น้ำตกลานรัก



น้ำตกสาริกา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์

ภาพประกอบ 19 วิธีการสุ่มเลือกต้นไม้

ที่มา: (J. Asta, 2002.)3.4.1.3) การเลือกพื้นที่สำรวจ ขนาดพื้นที่ 500 × 500 เมตร

ตาราง 4 การเลือกขนาดพื้นที่

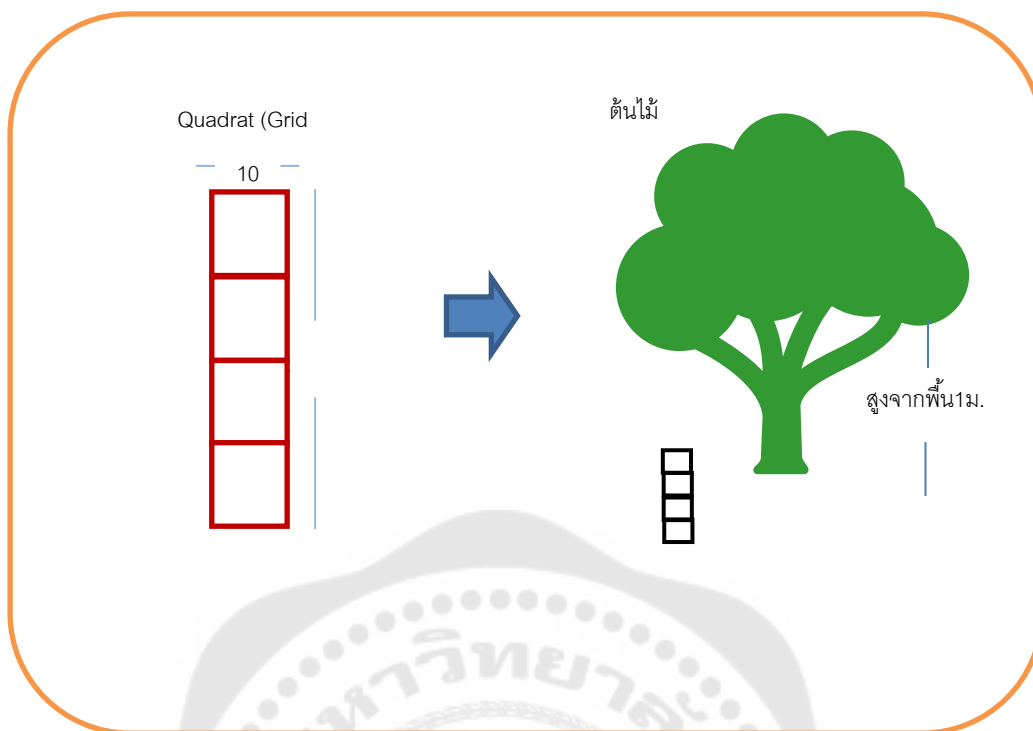
	>5 km ²	>5-100 km ²	>100-1000 km ²	>1000 km ²
Distinct perurbation occurring (gradient studie)	0.25x0.25	0.5x0.5 to 6x6	1x1 to 12x12	Unusual
Before After	0.25x0.25	0.5x0.5 to 6x6	1x1 to 12x12	Unusual
No distinct perturbation occurring	0.25x0.25 to 0.5x0.5	0.5x0.5 to 6x6	3x3 to 12x12	>9x9

ที่มา (J. Asta, 2002.)3.4.1.4)

จุดบันทึกลักษณะ ต่างๆ การกระจายตัวของไลเคน ทำการเก็บรักษาตัวอย่างไลเคน ทำหมายเลขรหัสแต่ละตัวอย่างๆ ที่เก็บได้ถ่ายภาพ เพื่อให้เห็นลักษณะของไลเคนและโครงสร้าง สืบพันธุ์

3.4.1.5) เก็บรวบรวมข้อมูลไลเคนโดย การใช้ควอตแดรต ขนาด 10x10 เซนติเมตร วางควอตแดรตบนเปลือกไม้ให้มีความสูงเหนือพื้นดิน 1 เมตร (EUROPEAN GUIDELINE) (J. Asta et al., 2002) จากนั้นใช้มีดตัดส่วนของไลเคนยึดเกาะหรือลอกเฉพาะไลเคน ห่อด้วยทิชชู ใส่ซองซีป

3.4.1.6) นำภาพถ่ายที่ได้มาประมวลผลด้วยการเปรียบเทียบกับรูป และนำมาส่ง กล้องสแตนด์ออล เพื่อจำแนกสปีชีส์อนุกรมวิธาน เพื่อจำแนกในลำดับสกุล



ภาพประกอบ 20 การเก็บตัวอย่างไลเคน

3.4.2 การเก็บข้อมูลปัจจัยสิ่งแวดล้อม

3.4.2.1) เก็บข้อมูลพิกัดทางภูมิศาสตร์ โดยใช้เครื่อง GPS MAP 62s ในระบบ UTM (x-utm และ y-utm) และใช้ Garmin Base Camp ver4.2.5 ในการแสดงแผนที่สำหรับข้อมูลใน Google Earth version 7.1.2.2041 ซึ่งพิกัดทิศทางที่พบไลเคน บันทึกพิกัด ทิศทางที่พบไลเคนโดยใช้เข็มทิศ

3.4.2.2) วัดค่าก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ วัดอุณหภูมิ และความชื้น โดยใช้เครื่อง CO meter + Humidity/Temp Model: COH-9902SD

3.4.3 การจำแนกชนิดของไลเคนสามารถจำแนกชนิดไลเคน โดยใช้โครงสร้างภายนอก เช่น ประเภทของแทลลัส ลี โครงสร้างสืบพันธุ์ เป็นต้น โดยใช้คู่มือการจำแนกชนิดของไลเคน (สรณรัชฎ์ กาญจนะวณิช. 2553) และโครงสร้างภายในโดยใช้กล้องสเตอริโอ โครงสร้างสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (soredia หรือ isidia) มีขน (cilia) ที่ขอบใบ หรือไม่มี มี rhizine หรือ holdfast หรือไม่มี อื่น ๆ ส่วนการวิเคราะห์ลักษณะภายในของโครงสร้างสืบพันธุ์ ลักษณะภายในของโครงสร้างสืบพันธุ์ สปอร์ (ขนาด, สี, รูปร่าง), paraphysis, ลักษณะของ exciple (สี, รูปร่าง, ขอบมีสาหร่าย/ไม่มี) หยดน้ำมัน

3.4.4 การวิเคราะห์ทางนิเวศวิทยา

3.4.4.1) การวิเคราะห์ข้อมูล ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของ Shannon-Wiener (Shannon-Wiener's Index, H) เป็นดัชนีที่ใช้บ่งชี้ระดับความหลากหลาย ในพื้นที่สำรวจ โดยใช้วิธีการคำนวณตามสูตรของ Shannon–Weiner diversity index (Ludwig and Reynolds, 1986 และ Chao and Shen, 2003)

$$E_H = H/H_{max} = H/\ln S$$

H = ดัชนีความหลากหลายทางชนิดของโลเคน

S = จำนวนชนิด

i = ชนิดโลเคน

Pi = สัดส่วนระหว่างจำนวน ตัวอย่างของสิ่งมีชีวิต i ต่อจำนวนตัวอย่างทั้งหมดของทุกชนิดที่พบ (i = 1, 2, 3...)

n = จำนวนของชนิดโลเคนในสถานที่นั้น

ที่มา : การวิเคราะห์ ดัชนีการกระจายตัวของ Shannon-Wiener (Shannon-Wiener's Evenness Index EH)

3.4.4.1) การวิเคราะห์ข้อมูลการวิเคราะห์ดัชนีการกระจายตัวของ Shannon-Wiener (Shannon-Wiener's Evenness Index EH)

$$H = - \sum_{i=1}^S (P_i)(\ln P_i)$$

EH = ค่าการกระจายตัว มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 (ค่ามากที่สุดคือ 1 หมายความว่ามีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ)

S = จำนวนชนิดทั้งหมดของโลเคน

H = ดัชนีความหลากหลาย

Pi = จำนวนชนิดที่ i ต่อจำนวนทั้งหมด

3.4.4.3) การวิเคราะห์ข้อมูลความบริสุทธิ์ของอากาศ ณ จุดนั้นโดยใช้วิธีการคำนวณตามสูตรของ Shannon–Weiner diversity index (Ludwig and Reynolds, 1986 และ Chao and Shen, 2003)

$$IAP = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^n Q_i f_i$$

i = ชนิดไลเคน

n = จำนวนของชนิดไลเคนในสถานที่นั้น

Q = ค่าเฉลี่ยของจำนวนที่พบไลเคน (PULAK DAS, 2013) หรือ จำนวนไลเคนที่พบในแต่ละพื้นที่ต่อจำนวนทั้งหมดของพื้นที่

F = จำนวนของ quadrat ที่พบชนิดนั้นต่อจำนวน quadrat ทั้งหมด

3.4.4.4) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายชนิดของไลเคน ค่า Index of Atmospheric Purity (IAP) ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และสภาพกายภาพของอากาศบริเวณต่างๆ

ทำการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ในส่วน correlation function โดยพิจารณาค่าดัชนีความสัมพันธ์ และ นัยสำคัญ p-value ที่ 95 %

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การศึกษาการประยุกต์ใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายชนิดของไลเคน ค่า Index of Atmospheric Purity (IAP) และ ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ เพื่อติดตามคุณภาพอากาศในบริเวณแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ จังหวัดนครนายก ทั้งหมด 4 พื้นที่ อ่างเก็บน้ำคลองโสด น้ำตกสาริกา น้ำตกลานรักหรือน้ำตกลาดหินกอง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ (ศูนย์การแพทย์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ และหอพักนักศึกษา) ได้ทำการสำรวจ และทำการเก็บรวบรวมตัวอย่าง ไลเคนในช่วงฤดูฝน คือระหว่างเดือนมิถุนายน-กรกฎาคม 2559 และเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน 2560

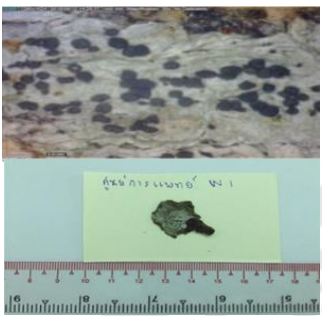
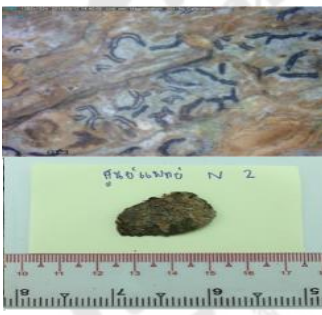
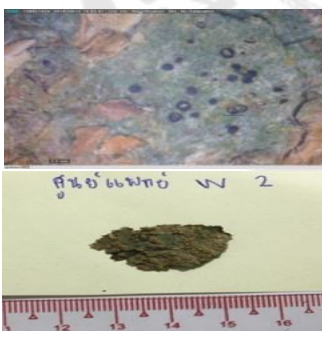
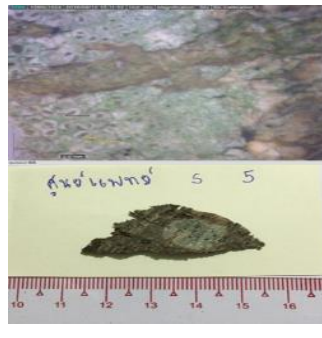
4.1 ความหลากหลายชนิดของไลเคน

4.1.1) ศูนย์การแพทย์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ

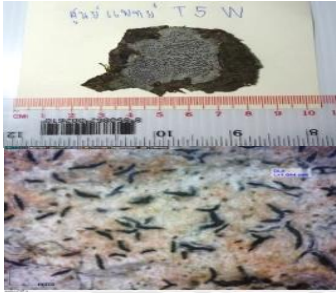
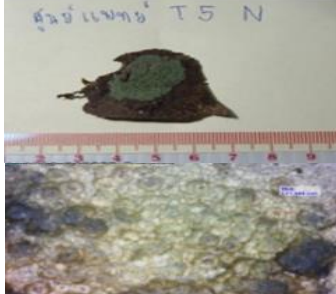
จากการสำรวจไลเคนบริเวณศูนย์การแพทย์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ ในปี 2559 สามารถจำแนกชนิดไลเคนได้ทั้งหมด 5 วงศ์ 7 สกุล ประกอบด้วยไลเคนกลุ่มครัสโตสจำนวน 5 วงศ์ 5 สกุล ชนิดที่พบมากที่สุดคือ Anthracothecium (*Anthracothecium doleschallii*) รองลงมาคือ Pyrenulaceae (*Pyrenula subacutalis* Upreti) *Graphis subassimalis* (*Graphis* sp.3) และ *Lecanora* (*Lecanora argentata* (Ach.) Degel.) ตามลำดับ กลุ่มโพลิโอส จำนวน 1 วงศ์ 1 สกุล *Pyxine* (*Pyxine cocoes* (Swartz) Ny)

ในปี 2560 สามารถจำแนกชนิดไลเคนได้ทั้งหมด 7 วงศ์ 7 สกุล ประกอบด้วยไลเคนกลุ่มครัสโตสจำนวน 7 วงศ์ 5 สกุล ชนิดที่พบมากที่สุดคือ *Anthracothecium* (*Anthracothecium doleschallii*) รองลงมาคือ *Graphidaceae* (*Graphis albissima* Müll. Arg.) และ *Physciaceae* (*Amandinea punctata* (Hoffm.) Coppins & Scheid.) ตามลำดับ ไลเคนกลุ่มครัสโตสเป็นกลุ่มไลเคนที่ถูกพบมากที่สุดและชนิดที่พบคือ *Anthracothecium* (*Anthracothecium doleschallii*) มีลักษณะไลเคนประเภทดวงหรือผง แผ่นสีขาวเทา แตกระแหง ผลกลมมนฟูขึ้นมาคล้ายภูเขาไฟ ขนาดเล็กมาก สีน้ำตาลเข้ม หรือดำ เห็นรูสปอร์ตรงกลางได้ชัด มีการกระจายตัวได้ทั่วไปทั้งในและนอกเมือง

ตาราง 5 แสดงชนิดไลเคนที่พบบริเวณ ศูนย์การแพทย์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ ในปี 2559 และปี 2560

รูปแบบการเจริญเติบโต	รูปภาพไลเคนที่พบบริเวณศูนย์แพทย์ฯ	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์ (Family)	ลักษณะ
ไลเคนกลุ่มครัสโตส		<i>Amandinea punctata</i> (Hoffm.) Coppins & Scheid.	Physciaceae	สีเขียวขาวอมเทา เจริญบนเปลือกไม้ลักษณะบางแบนเรียบ แอสโคมาตา แบบแอฟที่สีเขียวถ้วย ป่าโล่ง แสงส่องถึง ความชื้นน้อยมาก
ไลเคนกลุ่มครัสโตส		<i>Graphis</i> sp.3	Graphidaceae	สีขาวซีดๆ ผิวขรุขระและแตกเป็นร่องขนาดเล็ก ไม่เงามัน ลักษณะเป็นรูปเส้น
ไลเคนกลุ่มครัสโตส		<i>Buellia proximata</i> H. Magn.	Physciaceae	สีขาวอมเทาถึงเทาอ่อน ลักษณะผิวขรุขระถึงแตกกระแหง ลักษณะเป็นรูปถ้วย
ไลเคนกลุ่มครัสโตส		<i>Lecanora argentata</i> (Ach.) Degel.	Lecanoraceae	สีขาวนวล หยาดคล้ายหูดขนาดเล็กอัดกันแน่น ไม่เงามันแต่กร้าวเป็นริ้วบางๆ บนเปลือกไม้ ในป่าดิบแล้งเป็นที่โล่ง แสงส่องถึงเล็กน้อย ความชื้นปานกลาง

ตาราง 5 ต่อ

รูปแบบการเจริญเติบโต	รูปภาพไลเคนที่พบบริเวณศูนย์แพทย์ฯ	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์ (Family)	ลักษณะ
ไลเคนกลุ่มครัสโตส		<i>Graphis albissima</i> Müll. Arg.	Graphidaceae	แทลลัสสีเทาอมเขียว ผิวเรียบไม่มันวาวรูปลายเส้นสีดำเป็นมันเงาปากปิดอาจพบอยู่เดี่ยวๆ
ไลเคนกลุ่มครัสโตส		<i>Anthracothecium doleschallii</i>	Pyrenulaceae	ไลเคนประเภทดวง/ผง แผ่นสีขาวเทา แตกกระแหง ผลกลมมน ผุดขึ้นมาคล้ายภูเขาไฟขนาดเล็กมาก สีน้ำตาลเข้ม หรือดำ เห็นรูสปอร์ตรงกลางได้ชัด
ไลเคนกลุ่มครัสโตส		<i>Graphi tenuirima</i> (Shirley) A.W.Archer	Graphidaceae	แทลลัสแบบครัสโตส สีขาวซีด ผิวบางเรียบ อาจแตกเป็นริ้วขนาดเล็กหรือรูปลายเส้น สั้นสีดำ ไม่มันเงา ปากเปิดแบบเส้นเดี่ยว
ไลเคนกลุ่มครัสโตส		<i>Pyrenula anomala</i> (Ach.) A. Massal.	Pyrenulaceae	สีเขียวเหลือง ส่วนใหญ่ ผิวเรียบสะท้อนแสงชั้นคอร์เท็กซ์ สีเหลืองใส อาศัยบนเปลือกไม้ในป่าเบญจพรรณ อากาศถ่ายเทสะดวกส่วนเจริญพันธุ์รูปตุ่ม (ภูเขาไฟ)

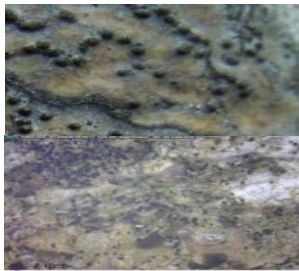
ตาราง 5 ต่อ

รูปแบบการเจริญเติบโต	รูปภาพไลเคนที่พบบริเวณศูนย์แพทย์ฯ	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์ (Family)	ลักษณะ
ไลเคนกลุ่มโฟลิโอส		<i>Pyxine cocoas</i> (Swartz) Nyl.	Physciaceae	ไลเคนประเภทใบ ผืนใบสีเขียวเทา หรือเทาซีด ขึ้นติดบนวัตถุที่เกาะ ปลายแผ่นใบมักเกยซ้อนทับกัน และมีลักษณะคล้ายผ้าสีขาวหรือผลึกเกล็ดน้ำแข็งเกาะอยู่

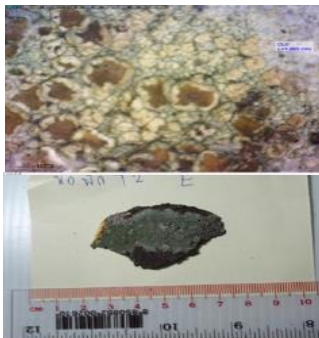
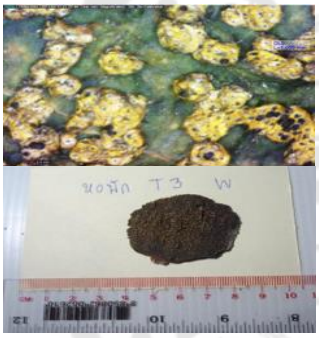
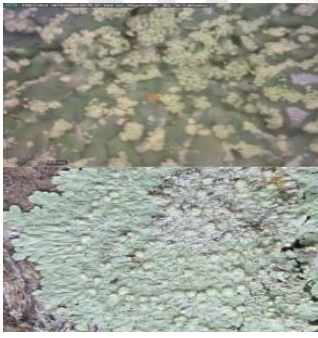
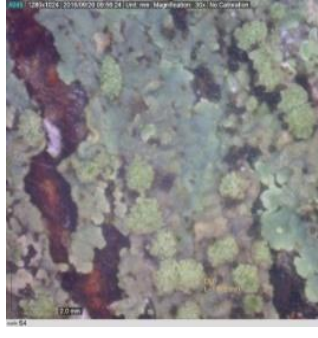
4.1.2) หอพักนักศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์

จากการสำรวจไลเคนบริเวณ หอพักนักศึกษา ในปี 2559 สามารถจำแนกชนิดไลเคนได้ทั้งหมด 6 วงศ์ 7 สกุล ประกอบด้วยไลเคนกลุ่มครัสโตสจำนวน 5 วงศ์ 5 สกุล ชนิดที่พบมากที่สุด คือ *Anthracotheicum* (*Anthracotheicum goaense* A. Singh) รองลงมา คือ Lecanoraceae (*Lecanora* sp.5) และ Trypetheliaceae (*Trypethelium tropicum* (Ach.) Müll. Arg.) ตามลำดับ กลุ่มโฟลิโอส จำนวน 1 วงศ์ 2 สกุล วงศ์กลุ่มโฟลิโอส Physciaceae (*Physcia dimidiata* (Arnold) Nyl.) Physciaceae (*Pyxine cocoas* (Swartz) Nyl.) ตามลำดับ ปี 2560 สามารถจำแนกชนิดไลเคนได้ทั้งหมด 3 วงศ์ 3 สกุล ประกอบด้วย ไลเคน กลุ่มครัสโตสจำนวน วงศ์ 3 สกุล ชนิดที่พบมากที่สุด คือ Trypetheliaceae (*Trypethelium tropicum* (Ach.) Müll. Arg.) รองลงมาคือ Lecanoraceae (*Lecanora* sp.5) ตามลำดับวงศ์กลุ่มโฟลิโอส Physciaceae (*Physcia dimidiata* (Arnold) Nyl.)

ตาราง 6 แสดงชนิดไลเคนที่พบบริเวณ หอพักนักศึกษา ในปี 2559 และ ปี 2560

รูปแบบการเจริญเติบโต	รูปภาพไลเคนที่พบบริเวณหอพักนักศึกษา	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์ (Family)	ลักษณะ
ไลเคนกลุ่มครัสโตส		<i>Trypethelium tropicum</i> (Ach.) Müll. Arg.	Trypetheliaceae	แทลลัส สีเขียวมะกอก ถึงเขียวเหลือง ส่วนใหญ่ ผิวเรียบ เนื้อเยื่อโตรมาสีดำส่วนเจริญพันธุ์รูปตุ่ม สภาพที่อยู่อาศัยบนเปลือกไม้
ไลเคนกลุ่มครัสโตส		<i>Anthracothecium goaense</i> A. Singh	Anthracothecium	แทลลัส แบบครัสโตส สีเขียวปนเหลือง ส่วนใหญ่ ผิวเรียบ
ไลเคนกลุ่มครัสโตส		<i>Physcia dimidiata</i> (Arnold) Nyl.	Physciaceae	แทลลัส สีเทาถึงเทาอมเขียวบนเปลือกไม้ ไรซินสีขาวถึงน้ำตาล แบบแตกแขนง พบในป่าเบญจพรรณ
ไลเคนกลุ่มครัสโตส		<i>Anthracothecium prasinum</i> (Eschw.) R.C. Harris	Pyrenulaceae	แทลลัส สีเขียวมะกอก ถึงสีเขียวเข้ม ส่วนเจริญพันธุ์ รูปตุ่ม(ภูเขาไฟ) สภาพที่อยู่อาศัยบนเปลือกไม้

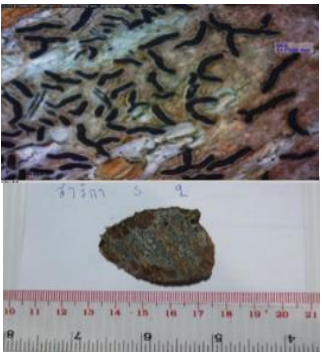
ตาราง 7 ต่อ

รูปแบบการเจริญเติบโต	รูปภาพไลเคนที่พบบริเวณหอพักนักศึกษา	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์ (Family)	ลักษณะ
ไลเคนกลุ่มครัสโตส		<i>Lecanora</i> sp.5	Lecanoraceae	แทลลัส แบบครัสโตส สีเขียวอมเหลืองถึงสีเขียวเข้ม ผิวหน้าขรุขระ เป็นขุยถึงหลุด ล่อน หน้าจานสีเหลืองอมส้มถึงสีเหลืองอมน้ำตาล
ไลเคนกลุ่มครัสโตส		<i>Trypethelium eluteriae</i>	Trypetheliaceae	แทลลัส สีเหลืองเขียว เนื้อเยื่อโตรมาสตี เหลือง ส่วนเจริญพันธุ์ รูปตุ่ม ในป่าเต็งรัง ซึ่งเป็นที่โล่ง มีความชื้นแสงสูง ความชื้นน้อย
ไลเคนกลุ่มโฟลิโอส		<i>Physcia dimidiata</i> (Arnold) Nyl.	Physciaceae	แทลลัส สีเทาถึงเทาอมเขียวบนเปลือกไม้ ไรซิน สีขาวถึงน้ำตาล แบบแตกแขนง พบในป่าเบญจพรรณ
ไลเคนกลุ่มโฟลิโอส		<i>Pyxine coccinea</i> (Swartz) Nyl.	Physciaceae	ไลเคนประเภทใบ ผืนใบสีเขียวเทา หรือเทาซีด ขึ้นติดบนวัตถุที่เกาะปลายแผ่นใบมักเกยซ้อนทับกัน และมีลักษณะคล้ายผ้าสีขาว

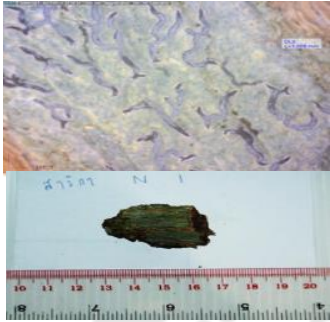
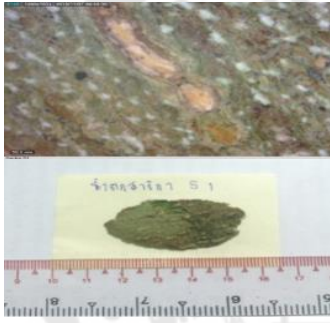
4.1.3) น้ำตกสาริกา

จากการสำรวจไลเคนบริเวณน้ำตกสาริกา ในปี 2559 สามารถจำแนกชนิดไลเคนได้ทั้งหมด 7 วงศ์ 11 สกุล ประกอบด้วยไลเคนกลุ่มครัสโตสจำนวน 5 วงศ์ 9 สกุล ชนิดที่พบบมากที่สุดคือ Arthoniaceae (*Cryptothecia rubrocincta*) รองลงมาคือ กลุ่มโพลิโอส จำนวน 2 วงศ์ 2 สกุล Parmeliaceae (*Parmotrema praesorediosum* (Nyl.)) รองลงมาคือ Physciaceae (*Pyxine coccinea* (Swartz) Nyl.) ปี 2560 สามารถจำแนกชนิดไลเคนได้ทั้งหมด 5 วงศ์ 7 สกุล ประกอบด้วยไลเคน กลุ่มครัสโตสจำนวน 5 วงศ์ 5 สกุล ชนิดที่พบบมากที่สุดคือ Arthoniaceae (*Cryptothecia rubrocincta*) รองลงมาคือ Graphidaceae (*Graphis albissima* Müll. Arg.) และ Physciaceae (*Amandinea punctata* (Hoffm.) Coppins & Scheid.) ตามลำดับ

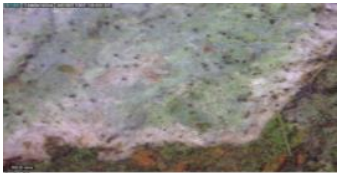
ตาราง 7 แสดงชนิดไลเคนกลุ่มครัสโตสที่พบ บริเวณน้ำตกสาริกาในปี 2559 และ ปี 2560

รูปแบบการเจริญเติบโต	รูปภาพไลเคนที่พบบริเวณน้ำตกสาริกา	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์ (Family)	ลักษณะ
ไลเคนกลุ่มครัสโตส		<i>Graphis immersella</i> Müll. Arg.	Graphidaceae	แทลลัส สีขาวอมเทา ผิวเรียบไม่เงามันการเจริญเติบโตครัสโตส ส่วนเจริญพันธุ์รูปเส้นในป่าดิบแล้ง
ไลเคนกลุ่มครัสโตส		<i>Graphis tenuirima</i> (Shirley) A.W.Archer	Graphidaceae	แทลลัส สีขาวซีด ผิวบางเรียบแฉโฟที่เขียว รูปลายเส้น สั้น สีดำ ไม่มันเงา ปากเปิดแบบเส้นเดี่ยว ไม่แตกสาขา

ตาราง 7 ต่อ

รูปแบบการเจริญเติบโต	รูปภาพไลเคนที่พบบริเวณน้ำตกสาริกา	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์ (Family)	ลักษณะ
ไลเคนกลุ่มครัสโตส		<i>Leiorreuma melanostalzans</i> (Leight.) A.W. Archer	Graphidaceae	แทลลัส แบบครัสโตส สีเขียวหรือเขียวอมเทา ผิวเรียบ สะท้อนแสง แอโพที่เขียวรูปเส้นคู่ เส้นยาวเรียว
ไลเคนกลุ่มครัสโตส		<i>Cryptothecia</i> sp.3	Arthoniaceae	แทลลัส แบบครัสโตส สีเขียวอ่อนถึงสีเขียวเข้ม ผิวหน้าเป็นขุยและฝุ่นผง
ไลเคนกลุ่มครัสโตส		<i>Platygramme pudica</i> (Mont. & Bosch) M. Nakan. & Kashiw.	Graphidaceae	แทลลัส แบบครัสโตส สีน้ำตาลอ่อน เรียบ เป็นมันเงา แอโพที่เขียวรูปลายเส้น แบบเส้นเดี่ยว
ไลเคนกลุ่มครัสโตส		<i>Opegrapha</i> sp.1	Roccellaceae	แทลลัส สีเขียวถึงน้ำตาล แอโพที่เขียวรูปเส้นคู่คล้ายริมฝีปาก สีดำ

ตาราง 7 ต่อ

รูปแบบการเจริญเติบโต	รูปภาพไลเคนที่พบบริเวณน้ำตกสาริกา	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์ (Family)	ลักษณะ
ไลเคนกลุ่มครัสโตส	 	<i>Cryptothecia rubrocincta</i>	Arthoniaceae	แทลลัส สีขาวไปจนถึงสีเขียวอมเหลืองที่เติบโตบนเปลือกไม้หรือใบไม้
ไลเคนกลุ่มครัสโตส	 	<i>Opegrapha ilgate</i> (Ach.) Ach.	Roccellaceae	แทลลัส สีเขียวอมเทาถึงขาวอมเทา ผิวเรียบ เส้นเดี่ยว ถึงแตก ส่วนเจริญพันธุ์รูปเส้นสภาพที่อยู่อาศัย เปลือกไม้
ไลเคนกลุ่มโฟลิโอส	 	<i>Parmotrema resorediosum</i> (Nyl.) Hale	Parmeliaceae	แทลลัส แบบโฟลิโอส สีเขียวอมเทาเรียบถึงย่น ไม่มีขนเซลล์
ไลเคนกลุ่มโฟลิโอส	 	<i>Pyxine coes</i> (Swartz) Nyl.	Physciaceae	ไลเคนประเภทใบผื่นใบสีเขียวเทาหรือเทาซีด ขึ้นติดบนวัตถุที่เกาะปกคลุมแผ่นใบมักเกยซ้อนทับกัน

ตาราง 7 ต่อ

รูปแบบการเจริญเติบโต	รูปภาพไลเคนที่พบบริเวณน้ำตกสาริกา	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์ (Family)	ลักษณะ
ไลเคนกลุ่มโฟลิโอส		<i>Parmotrema praesorediosum</i> (Nyl.) Hale	Parmeliaceae	แทลลัสแบบโฟลิโอส สีเขียวอมเทา เรียบถึงยับย่น ไม่มีขนเซลล์

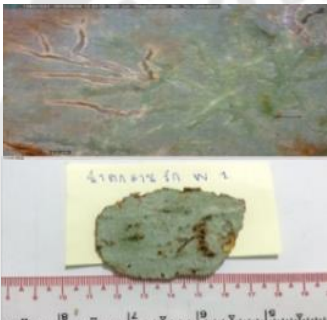
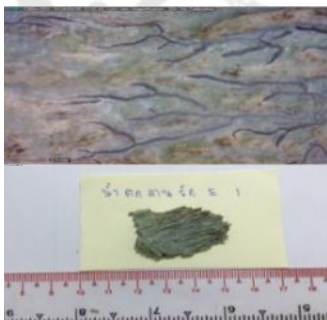
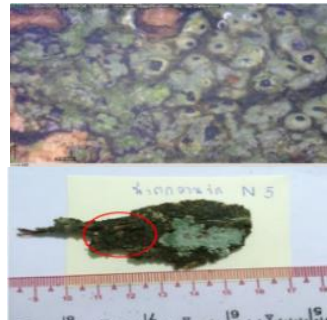
4.1.4 น้ำตกลานรัก

จากการสำรวจไลเคนบริเวณน้ำตกลานรัก ในปี 2559 และ 2560 สามารถจำแนกชนิดไลเคนได้ทั้งหมด 7 วงศ์ 9 สกุล ซึ่งเป็นไลเคนกลุ่มครัสโตส ชนิดที่พบมากที่สุดคือ Thelotremaaceae (*Chapsa* sp.) Arthoniaceae (*Arthonia circumalbicans* Nyl) Graphidaceae (*Leiorreuma melanostalazans* (Leight.) A.W. Archer) ต่อมาลำดับ Thelotremaaceae (*Chapsa* sp.) แทลลัส สีขาวส่วนใหญ่ผิวเรียบผิว แตกคล้ายปูผ่ายเป็นจุดๆ ส่วนเจริญพันธุ์ เป็นแบบถ้วย พบในป่าดิบแล้ง (dry evergreen forest) เป็นที่โล่ง แสงส่องถึงเล็กน้อย ความชื้นปานกลาง คาดว่าน่าจะเป็นไลเคนสกุล *Chapsa* ซึ่งเป็นไลเคนที่แพร่กระจายทั่วโลก รวมทั้งประเทศไทย

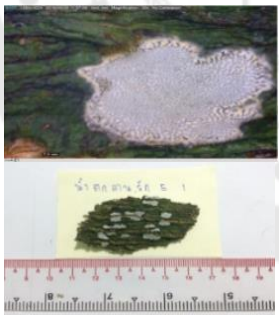
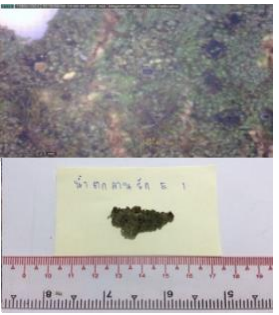
ตาราง 8 สำรวจไลเคนบริเวณน้ำตกลานรัก

รูปแบบการเจริญเติบโต	รูปภาพไลเคนที่พบบริเวณน้ำตกลานรัก	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์ (Family)	ลักษณะ
กลุ่มไลเคนครัสโตส		<i>Opegrapha vulgate</i> (Ach.) Ach.	Roccellaceae	สีเขียวอมเทาถึงขาวอมเทา ผิวเรียบ เป็นมันเงา รูปเส้นคู่คล้ายริมฝีปาก สีดำ เส้นตรง มักไม่แตกแขนง

ตาราง 8 ต่อ

รูปแบบการเจริญเติบโต	รูปภาพไลเคนที่พบบริเวณน้ำตกกลานรัก	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์ (Family)	ลักษณะ
ไลเคน กลุ่มครัสโตส		<i>Chapsa</i> sp.	Thelotrema ataceae	แทลลัส สีขาวส่วนใหญ่มืดเขียวปนเขียว แตกคล้ายปูยแผ่เป็นจุดๆ
ไลเคน กลุ่มครัสโตส		<i>Phaeographis</i> sp.1 <i>Phaeographis</i>	Graphidaceae	แทลลัส สีเขียวอมเหลืองอ่อน ผิวเรียบ เป็นเงามันเล็กน้อย ส่วนเจริญพันธุ์รูปเส้นอาศัย บนเปลือกไม้
ไลเคน กลุ่มครัสโตส		<i>Leiorreuma</i> <i>melanostalazans</i> (Leight.) A.W. Archer	Graphidaceae	แทลลัส แบบครัสโตส สีเขียวหรือเขียวอมเทา ผิวเรียบ รูปเส้นคู่คล้ายริมฝีปาก
ไลเคน กลุ่มครัสโตส		<i>Pyrenula</i> <i>macularis</i> (Zahlbr.) R.C. Harris	Pyrenulaceae	สีเหลืองถึงน้ำตาลอมเหลือง ส่วนใหญ่ผิวเรียบ

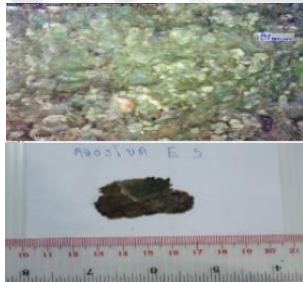
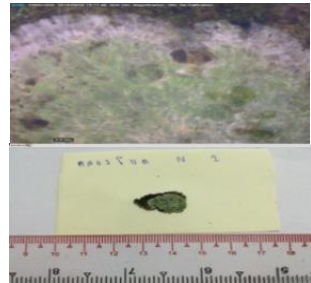
ตาราง 8 ต่อ

รูปแบบการเจริญเติบโต	รูปภาพไลเคนที่พบบริเวณน้ำตกกลานรัก	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์ (Family)	ลักษณะ
ไลเคน กลุ่มครัสโตส		<i>Arthonia circumalbicans</i> Nyl	Arthoniaceae	แทลลัส แบบครัสโตส สีขาวเขียว ส่วนใหญ่ผิวเรียบ ส่วนเจริญพันธุ์ รูปถ้วย
ไลเคน กลุ่มครัสโตส		<i>Porina eminentior</i> (Nyl.) P.M. McCarthy	Porinaceae	แทลลัส สีเขียวถึงสีเทา ผิวเรียบ ถึงขรุขระ
ไลเคน กลุ่มครัสโตส		<i>Sarcographa labyrinthica</i> (Ach.) Mull.Arg.	Graphidaceae	แทลลัส สีเขียวอมเทาถึงสีเขียวมะกอก ส่วนใหญ่ผิวเรียบ แอโพที่เขียวรูปเส้นคู่ คล้ายริมฝีปาก สีขาว
ไลเคน กลุ่มครัสโตส		<i>Malmidea aurigera</i> (Fée) Kalb, Rivas Plata & Lumbsch	Malmideaceae	แทลลัส สีเขียวอ่อนถึงสีเขียวเข้มอมเทา ผิวแทลลัสเป็นปุ่ม

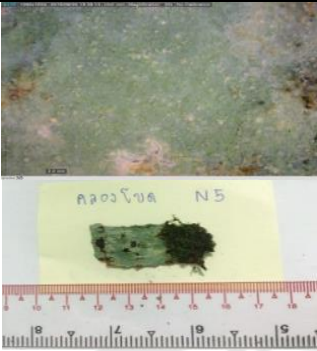
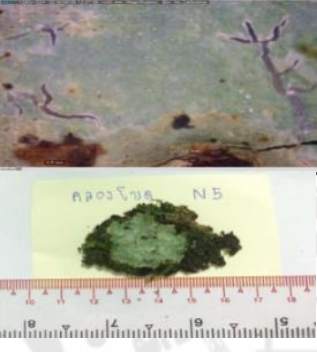
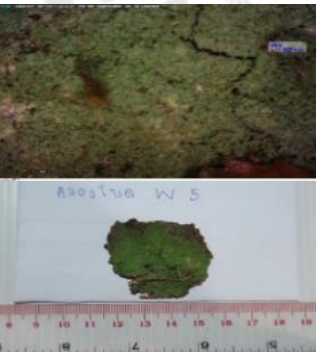
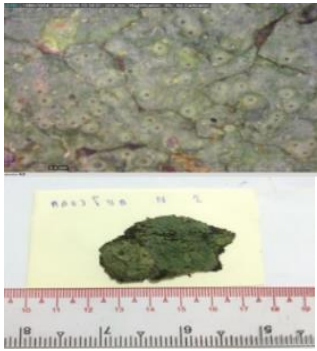
4.1.5 อ่างเก็บน้ำคลองโสด

จากการสำรวจไลเคนบริเวณศูนย์อ่างเก็บน้ำคลองโสด ในปี 2559 สามารถจำแนกชนิดไลเคนได้ทั้งหมด 5 วงศ์ 6 สกุล ประกอบด้วยไลเคนกลุ่มครัสโตสจำนวนทั้งหมด ซึ่งชนิดที่พบบ่อยมากที่สุดคือ *Porina nuculastrum* (Mull.Arg.) R.C. Harris วงศ์ Porinaceae มีลักษณะ แทลลัสเป็นสีเขียวอมเทา เงามันผิวเรียบจนถึงยับย่นเล็กน้อย ส่วนเจริญพันธุ์รูปตุ่ม (ภูเขาไฟ) *Phaeographis* sp.1 *Phaeographis* วงศ์ Graphidaceae ลักษณะแทลลัส สีเขียวอมเหลืองอ่อน ผิวเรียบ เป็นเงามันเล็กน้อย ส่วนเจริญพันธุ์ รูปเส้นอาศัย บนเปลือกไม้ ปี 2560 สามารถจำแนกชนิดไลเคนได้ทั้งหมด 5 วงศ์ 6 ซึ่งชนิดที่พบบ่อยมากที่สุดคือ *Cryptothecia rubrocincta* Arthoniaceae แทลลัส สีขาวไปจนถึงสีเขียวอมเหลืองที่เติบโตบนเปลือกไม้ไม่หรือใบไม้ รองลงมาคือ *Porina nuculastrum* (Mull.Arg.) R.C. Harris วงศ์ Porinaceae ไลเคนทั้งหมดที่พบจัดอยู่ในกลุ่มครัสโตสจำนวนทั้งหมด

ตาราง 8 แสดงชนิดไลเคนที่พบในบริเวณ อ่างเก็บน้ำคลองโสด

รูปแบบการเจริญเติบโต	รูปภาพไลเคนที่พบบริเวณอ่างเก็บน้ำ	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์ (Family)	ลักษณะ
ไลเคนกลุ่มครัสโตส		<i>Porina nuculastrum</i> (Mull.Arg.) R.C. Harris	Porinaceae	แทลลัส สีเขียวอมเทา เป็นเงามันผิวเรียบ จนถึงยับย่นเล็กน้อย ส่วนเจริญพันธุ์รูปตุ่ม (ภูเขาไฟ)
ไลเคนกลุ่มครัสโตส		<i>Cryptothecia rubrocincta</i>	Arthoniaceae	แทลลัส สีขาวไปจนถึงสีเขียวอมเหลืองที่เติบโตบนเปลือกไม้ไม่หรือใบไม้

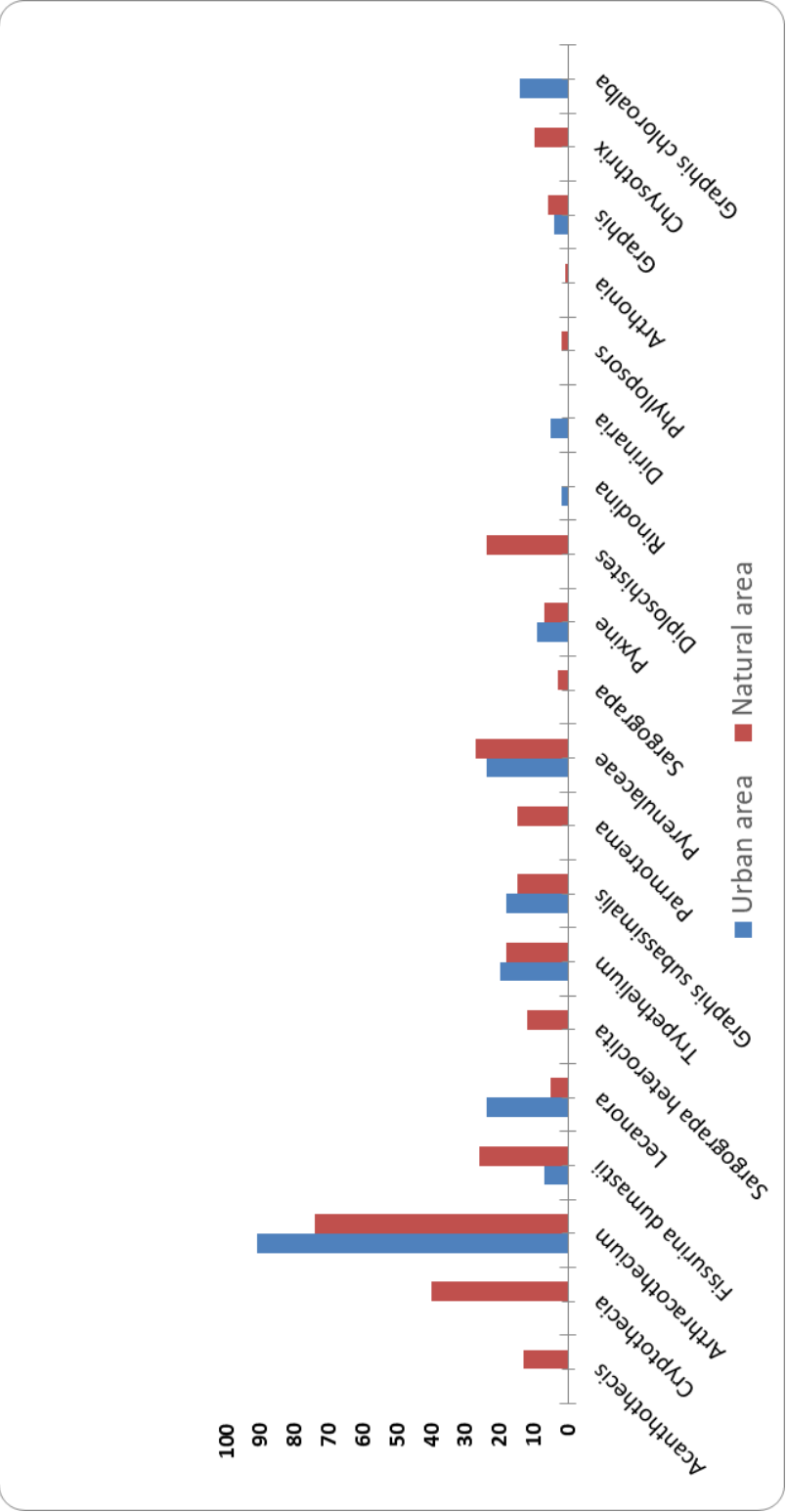
ตาราง 8 ต่อ

รูปแบบการเจริญเติบโต	รูปภาพไลเคนที่พบบริเวณอ่างเก็บน้ำฯ	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์(Family)	ลักษณะ
ไลเคน กลุ่มครัสโตส		<i>Chapsa</i> sp.	Thelotremataceae	แทลลัส สีขาวส่วนใหญ่ ผิวเรียบ ผิว แตกคล้ายปูย ฝ้ายเป็นจุดๆ
ไลเคน กลุ่มครัสโตส		<i>Phaeographis</i> sp.1	Graphidaceae	แทลลัส สีเขียวอมเหลือง อ่อน ผิวเรียบ เป็นเงามัน เล็กน้อย ส่วนเจริญพันธุ์ รูปเส้นอาศัย บนเปลือกไม้
ไลเคน กลุ่มครัสโตส		<i>Physcia dimidiata</i>	Physciaceae	ใบขนาดเล็ก ขอบใบหยักละเอียด ไลเคนสกุลนี้ส่วนใหญ่ไม่ทน มลภาวะ แต่ชนิดที่พบในกรุงเทพฯ ค่อนข้าง ทนทาน
ไลเคน กลุ่มครัสโตส		<i>Porina</i> sp.1	Porinaceae	แทลลัส แบบครัสโตส สีเขียว เป็นเงามันผิวเรียบ จนถึงยับย่นเล็กน้อย สะท้อนแสง รูปตุ่ม ส่วนเจริญพันธุ์ (ภูเขาไฟ)

ตาราง 9 แสดงความหลากหลายทางชีวภาพของไลเคน

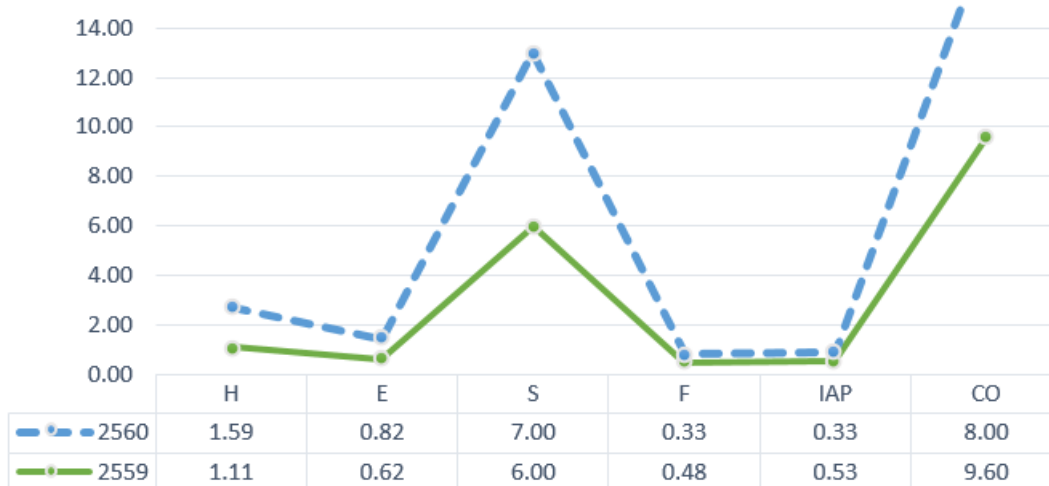
code	Urban area				Natural area					
	Lichen	ศูนย์ แพทย์ฯ	หอพัก	Total	น้ำตก	สาริกา	น้ำตก	ลานรัก	อ่างเก็บ น้ำฯ	Total
sp1	<i>Acanthothecis</i> sp			0			13			13
sp2	<i>Cryptothecia</i> sp			0	30			10		40
sp3	<i>Arthracotheicum</i> sp	28	63	91	6	36		32		74
sp4	<i>Fissurina dumastii</i> sp	7		7		23		3		26
sp5	<i>Lecanora</i> sp	3	21	24	5					5
sp6	<i>Sargograpa heteroclite</i> sp			0				12		12
sp7	<i>Trypethelium</i> sp		20	20				18		18
sp8	<i>Graphis subassimalis</i> sp	18		18			6	9		15
sp9	<i>Parmotrema</i> sp			0	11			4		15
sp10	<i>Pyrenulaceae</i> sp	22	2	24			6	21		27
sp11	<i>Sargograpa</i> sp			0	3					3
sp12	<i>Pyxine</i> sp		9	9	7					7
sp13	<i>Diploschistes</i> sp			0	2			22		24
sp14	<i>Rinodina</i> sp		2	2						0
sp15	<i>Dirinaria</i> sp		5	5						0
sp16	<i>Phyllopsors</i> sp			0				2		2
sp17	<i>Arthonia</i> sp			0			1			1
sp18	<i>Graphis</i> sp	4		4				6		6
sp19	<i>Chrysothrix</i> sp			0	9			1		10
sp20	<i>Graphis chloroalba</i> sp	14		14						0

ภาพประกอบ 21 แสดงความหลากหลายทางชีวภาพของไคเคน



4.2 ดัชนีความหลากหลายของไลเคน

ดัชนีความหลากหลายของไลเคน บริเวณศูนย์แพทย์ฯ



ภาพประกอบ 22 ดัชนีความหลากหลายของไลเคน บริเวณศูนย์การแพทย์สมเด็จพระเทพ
รัตนราชสุดาฯ ปี 2559 และ 2560

H = ดัชนีความหลากหลาย

E = ค่าการกระจายตัว

S = ค่าความหลากหลายชนิด

F = ดัชนีค่าความสม่ำเสมอไลเคน

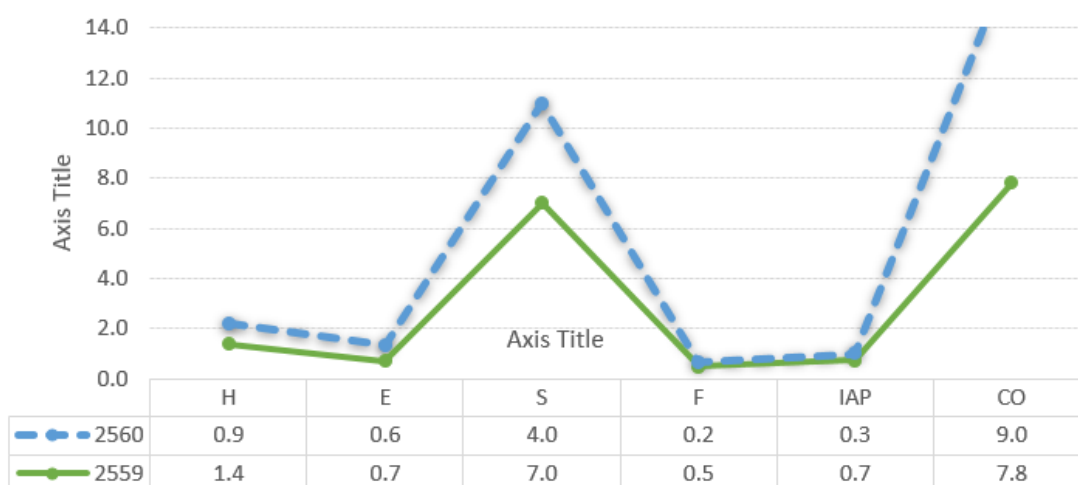
IAP = ค่าดัชนีบ่งชี้คุณภาพอากาศ

Co = ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์

จากภาพแสดงให้เห็นว่า ในปี 2559 พบดัชนีความหลากหลายชนิดและค่าความสม่ำเสมอของไลเคน ที่ระดับ 1.11 0.62 และ 6.00 ตามลำดับ ปี 2560 ที่ระดับ 1.59 0.82 และ 7.00 ตามลำดับ ซึ่งพบว่าในปี 2559 มีระดับที่น้อยกว่า ปี 2560 อย่างชัดเจน

ดังนั้นจึงสามารถใช้ไลเคนเป็นตัวชี้วัดคุณภาพทางอากาศได้ ซึ่งพบว่าไลเคนเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความไวต่อมลพิษทางอากาศ โดยเฉพาะคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO)

ดัชนีความหลากหลายชนิดและ ค่าความสม่ำเสมอของไลเคนบริเวณหอพักฯ



ภาพประกอบ 23 ดัชนีความหลากหลายของไลเคน บริเวณหอพักนักศึกษา ปี 2559 และ 2560

H = ดัชนีความหลากหลาย

E = ค่าการกระจายตัว

S = ค่าความหลากหลายชนิด

F = ดัชนีค่าความสม่ำเสมอไลเคน

IAP = ค่าดัชนีบ่งชี้คุณภาพอากาศ

Co = ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์

จากภาพในปี 2559 พบว่า ดัชนีความหลากหลายชนิดและค่าความสม่ำเสมอของไลเคน ที่ระดับ 1.4 0.7 และ 7.0 ตามลำดับ ปี 2560 ที่ระดับ 0.9 0.6 และ 4.0 ตามลำดับ ซึ่งพบว่าในปี 2559 มีระดับที่มากกว่า ปี 2560 อย่างชัดเจน



ภาพประกอบ 24 ดัชนีความหลากหลายของไลเคน บริเวณน้ำตกสาริกา ปี 2559 และ 2560

H = ดัชนีความหลากหลาย

E = ค่าการกระจายตัว

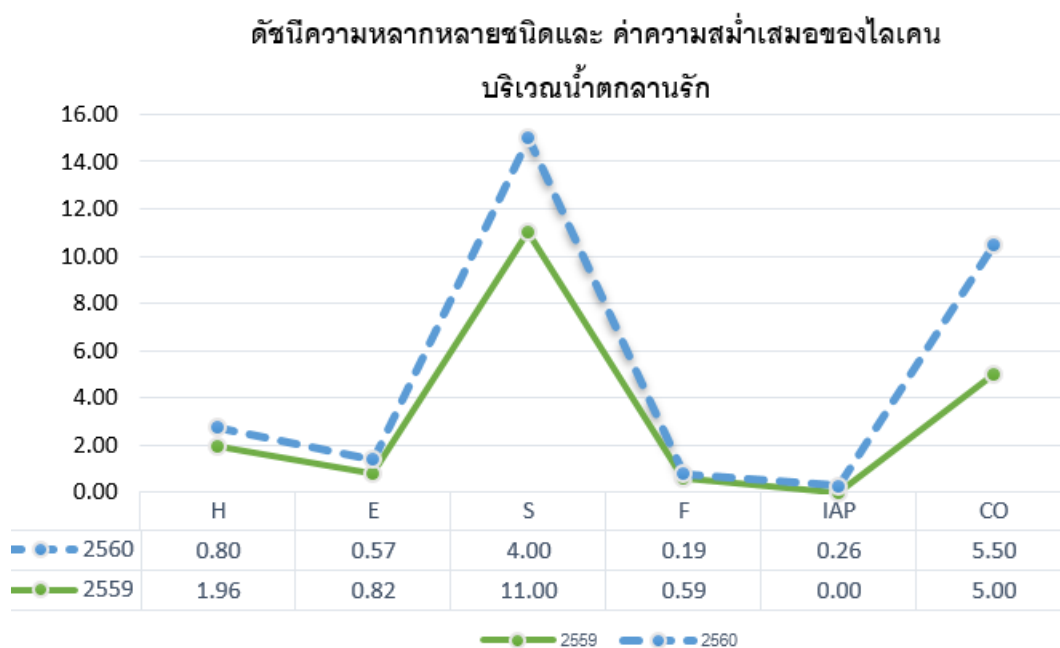
S = ค่าความหลากหลายชนิด

F = ดัชนีค่าความสม่ำเสมอไลเคน

IAP = ค่าดัชนีบ่งชี้คุณภาพอากาศ

Co = ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์

ในปี 2559 พบดัชนีความหลากหลายชนิด และค่าความสม่ำเสมอของไลเคนที่ระดับ 0.53 0.33 และ 5.00 ตามลำดับและ ในปี 2560 พบดัชนีความหลากหลายชนิดและค่าความสม่ำเสมอของไลเคนที่ระดับ 1.75 0.84 และ 8.00 ตามลำดับ ซึ่งพบว่าในปี 2559 มีระดับที่น้อยกว่า ปี 2560 อย่างชัดเจน



ภาพประกอบ 25 ดัชนีความหลากหลายของไลเคน บริเวณน้ำตกลานรัก ปี 2559 และ 2560

H = ดัชนีความหลากหลาย

E = ค่าการกระจายตัว

S = ค่าความหลากหลายชนิด

F = ดัชนีค่าความสม่ำเสมอไลเคน

IAP = ค่าดัชนีบ่งชี้คุณภาพอากาศ

Co = ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์

จากภาพประกอบพบว่าในปี 2559 พบดัชนีความหลากหลาย ชนิด และค่าความสม่ำเสมอของไลเคน ที่ระดับ 1.96 0.82 และ 11.00 ตามลำดับ ในปี 2560 ที่ระดับ 0.80 0.57 และ 7.00 ตามลำดับ ซึ่งพบว่าในปี 2559 มีระดับที่มากกว่า ปี 2560 อย่างชัดเจน



ภาพประกอบ 26 ดัชนีความหลากหลายของไลเคน บริเวณอ่างเก็บน้ำคลองโสด ปี 2559 และ 2560

H = ดัชนีความหลากหลาย

E = ค่าการกระจายตัว

S = ค่าความหลากหลายชนิด

F = ดัชนีค่าความสม่ำเสมอไลเคน

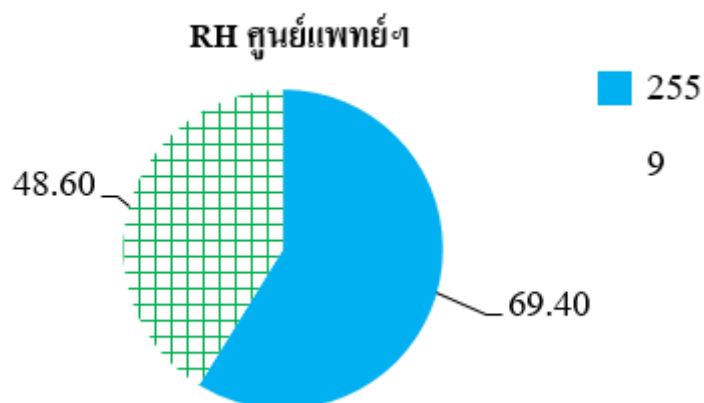
IAP = ค่าดัชนีบ่งชี้คุณภาพอากาศ

Co = ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์

ในปี 2559 พบว่า ดัชนีความหลากหลาย ชนิด และค่าความสม่ำเสมอของไลเคน ที่ระดับ 1.38 0.86 และ 5.00 ตามลำดับ ปี 2560 ที่ระดับ 0.57 0.52 และ 3.00 ตามลำดับ ซึ่งพบว่าในปี 2559 มีระดับที่มากกว่า ปี 2560 อย่างชัดเจน

4.3 ค่าความชื้นในบริเวณที่เก็บไลเคน

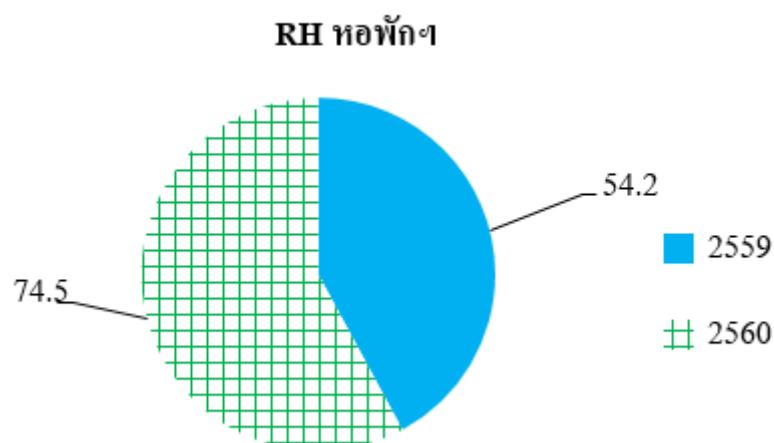
4.3.1) ศูนย์การแพทย์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ



ภาพประกอบ 27 ค่าความชื้นบริเวณศูนย์การแพทย์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ ปี 2559 และ 2560

จากภาพแสดงให้เห็นว่า ในปี 2559 พบค่าความชื้นที่ระดับ 69.40 ซึ่งมีค่าความชื้นมากกว่า ปี 2560 ที่ระดับ 48.60

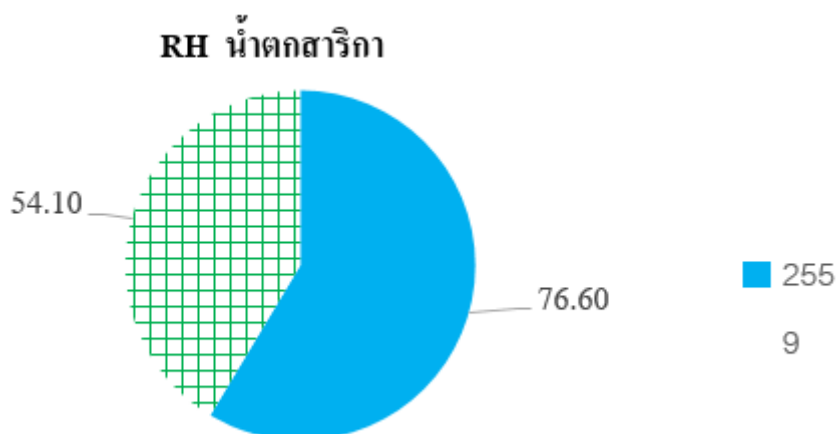
4.3.2) หอพักนักศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์



ภาพประกอบ 28 ค่าความชื้นบริเวณหอพักนักศึกษา ปี 2559 และ 2560

จากแผนภูมิแท่งแสดงให้เห็นว่าในปี 2559 พบว่าค่าความชื้นที่ระดับ 54.2 ซึ่งมีความชื้นน้อยกว่า ปี 2560 ซึ่งพบความชื้นที่ระดับ 74.5

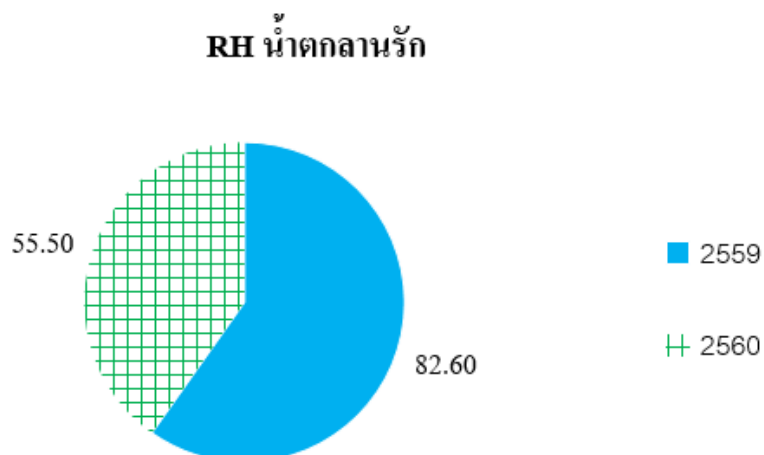
4.3.3) ค่าความชื้นบริเวณน้ำตกสาริกาในปี 2559 และ 2560



ภาพประกอบ 29 ค่าความชื้นบริเวณน้ำตกสาริกาในปี 2559 และ 2560

จากภาพพบว่า ในปี 2559 บริเวณน้ำตกสาริกาพบค่าความชื้นที่ระดับ 76.60 ซึ่งมีค่าสูงกว่าในปี 2560 ที่มีความชื้นที่ระดับ 54.10 เป็นอย่างมาก

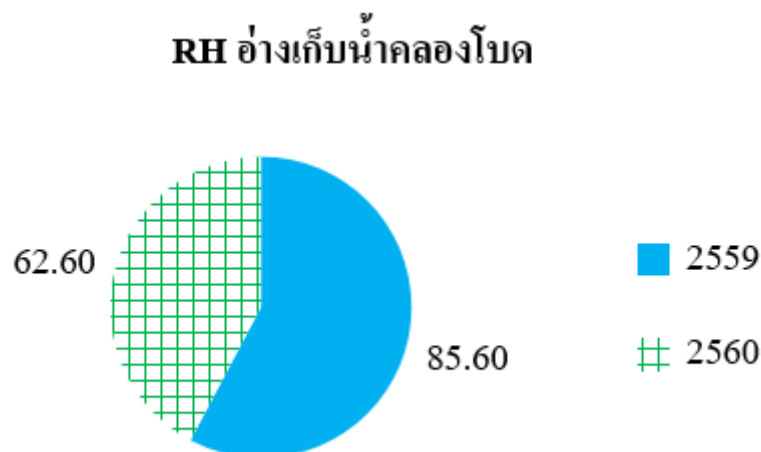
4.3.3) ค่าความชื้นบริเวณน้ำตกลานรักในปี 2559 และ 2560



ภาพประกอบ 30 ค่าความชื้นบริเวณน้ำตกลานรัก ปี 2559 และ 2560

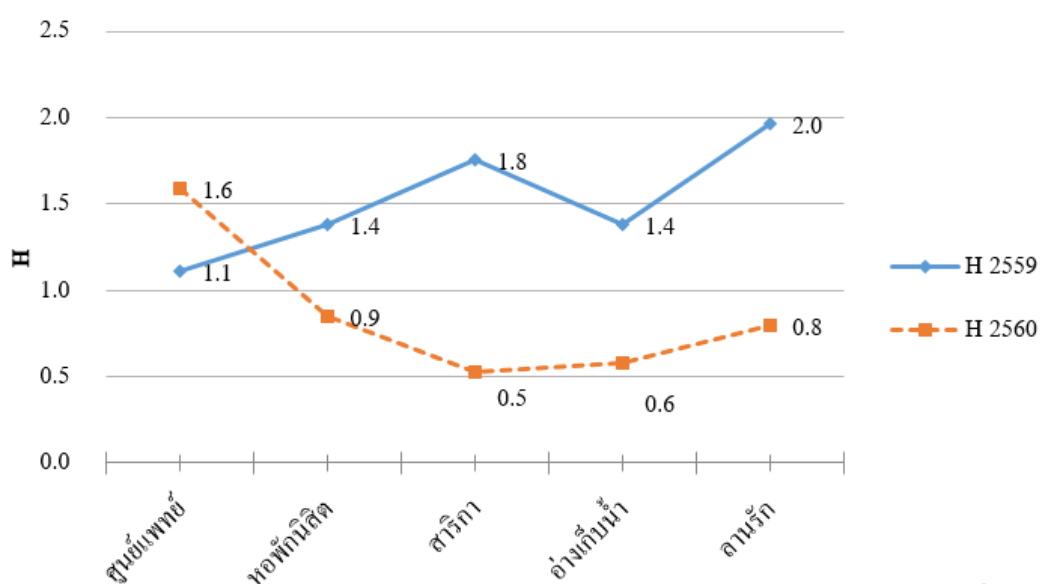
จากภาพประกอบจะเห็นได้ว่า ปี 2559 พบว่าค่าความชื้นที่ระดับ 82.60 ซึ่งมีค่าความชื้นที่มากกว่า ปี 2560 ซึ่งมีค่าความชื้นที่ระดับ 55.50

4.3.3) ค่าความชื้นบริเวณอ่างเก็บน้ำคลองโสด ในปี 2559 และ 2560



ภาพประกอบ 31 ค่าความชื้นบริเวณอ่างเก็บน้ำคลองโสด ปี 2559 และ 2560

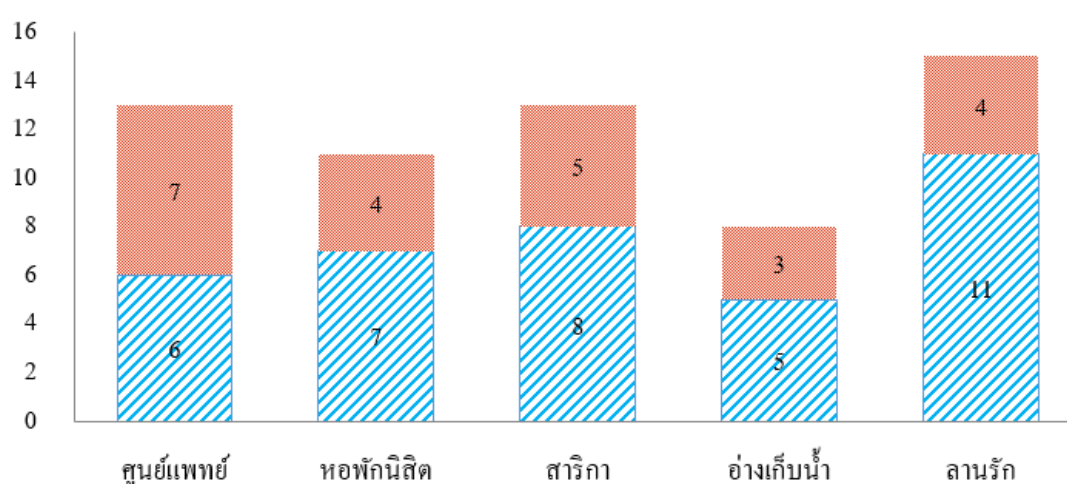
พบว่าในปี 2559 พบว่าค่าความชื้นที่ระดับ 85.60 ซึ่งมีค่าความชื้นที่มากกว่า ปี 2560 ที่ระดับ 62.60



ภาพประกอบ 32 กราฟแสดงถึงค่าดัชนีความหลากหลายทางชนิดของไลเคนที่พบในพื้นที่ศึกษา

จากการศึกษาความหลากหลายของชนิดไลเคนในแหล่งชุมชนและแหล่งธรรมชาติ พบว่า ในปี 2559 บริเวณน้ำตกลานรัก พบไลเคนมากที่สุด รองลงมา น้ำตกสาริกา อ่างเก็บน้ำคลองโสด หอพักนิสิต และศูนย์การแพทย์ฯ ระดับ 1.96, 1.75, 1.38, 1.37 และ 1.11 ตามลำดับ ในปี 2560 พบบริเวณศูนย์การแพทย์ฯ มีค่าดัชนีความหลากหลายของไลเคนมากที่สุดที่ระดับ 1.59 รองมา หอพักนิสิต อ่างเก็บน้ำคลองโสด น้ำตกลานรัก และน้ำตกสาริกา ที่ระดับ 0.85, 0.80, 0.57 และ 0.52 ตามลำดับ ในปี 2559 ไลเคนที่พบมากที่สุดคือ บริเวณน้ำตก ลานรัก

4.5 ชนิดของไลเคน



ภาพประกอบ 33 ชนิดของไลเคน

จากกราฟแสดงให้เห็นว่าในปี พ.ศ.2559 พบชนิดของไลเคนมากที่สุดบริเวณน้ำตกลานรัก 11 ชนิดต่างจากบริเวณอ่างเก็บน้ำคลองโสดที่พบชนิดของไลเคนเพียง 5 ชนิดเท่านั้น

ในปี พ.ศ.2560 บริเวณศูนย์แพทย์พบชนิดของไลเคนมากที่สุด 7 ชนิด และพบน้อยที่สุดเพียง 3 ชนิดบริเวณอ่างเก็บน้ำคลองโสด

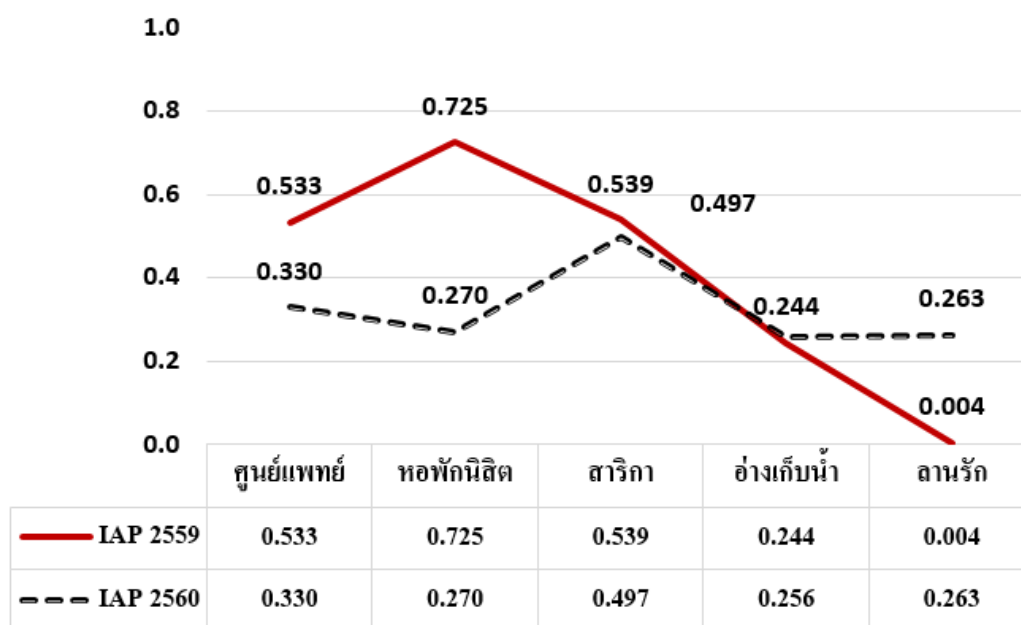
4.6 ค่าความชื้น



ภาพประกอบ 34 กราฟแสดงถึงค่าความชื้นปี 2559 และ 2560

จากกราฟแสดงให้เห็นว่าค่าความชื้นของพื้นที่ศึกษาในปี พ.ศ.2559 กับค่าความชื้นของพื้นที่ที่ทำการศึกษานปี พ.ศ. 2560 พบปริมาณความชื้นในพื้นที่อ่างเก็บน้ำในปี พ.ศ. 2559 มากที่สุดที่ระดับ 85.6 และน้อยที่สุดในพื้นที่หอพักนิสิต ที่ระดับ 54.1 และในปี พ.ศ. 2560 ปริมาณความชื้นพบมากที่สุดในพื้นที่หอพักนิสิตที่ระดับ 74.5 และในพื้นที่ศูนย์แพทย์พบค่าความชื้นที่ระดับน้อยที่สุดที่ 48.6

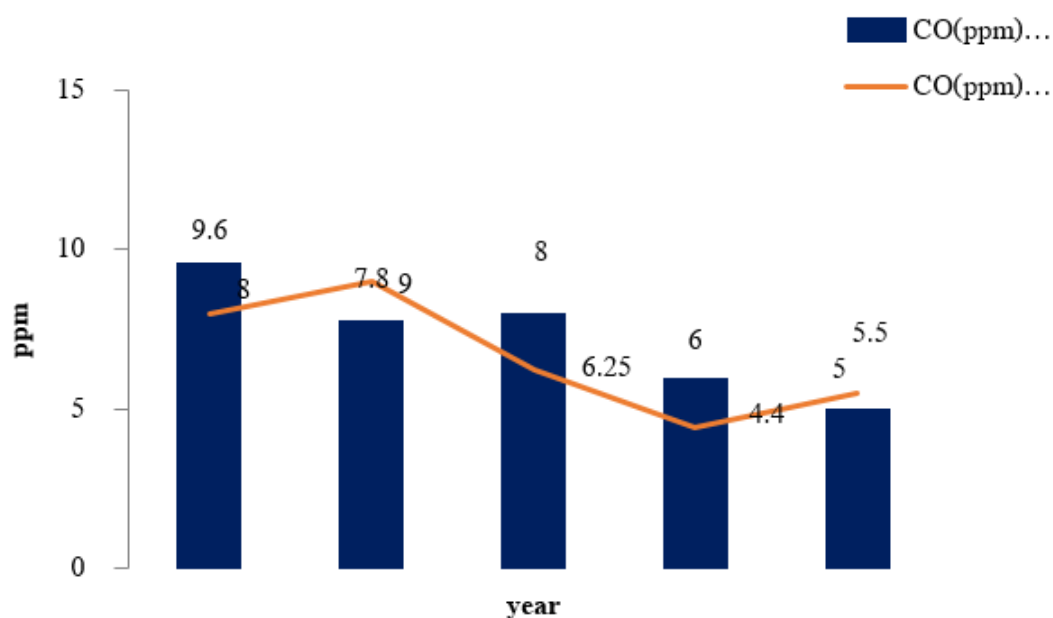
4.7 ค่าดัชนีบ่งชี้คุณภาพอากาศ IAP ในบริเวณที่เก็บไลเคน



ภาพประกอบ 35 กราฟแสดงค่าดัชนีบ่งชี้คุณภาพอากาศปี 2559 และ 2560

จากกราฟแสดงให้เห็นค่าดัชนีบ่งชี้คุณภาพอากาศในปีพ.ศ. 2559 พบว่า ในบริเวณหอพักนิสิต น้ำตกสาริกา และศูนย์แพทย์ ซึ่งมีค่าดัชนีบ่งชี้คุณภาพมากกว่าบริเวณอื่นที่ระดับ 0.725 0.539 และ 0.533 ตามลำดับ และในปีพ.ศ.2560 พบค่าดัชนีบ่งชี้คุณภาพอากาศมากที่สุดที่บริเวณน้ำตกสาริกาที่ระดับ 0.497 รองลงมาคือบริเวณศูนย์แพทย์ ที่ระดับ 0.330 และน้อยที่สุดบริเวณอ่างเก็บน้ำคลองโสดที่ระดับ 0.244

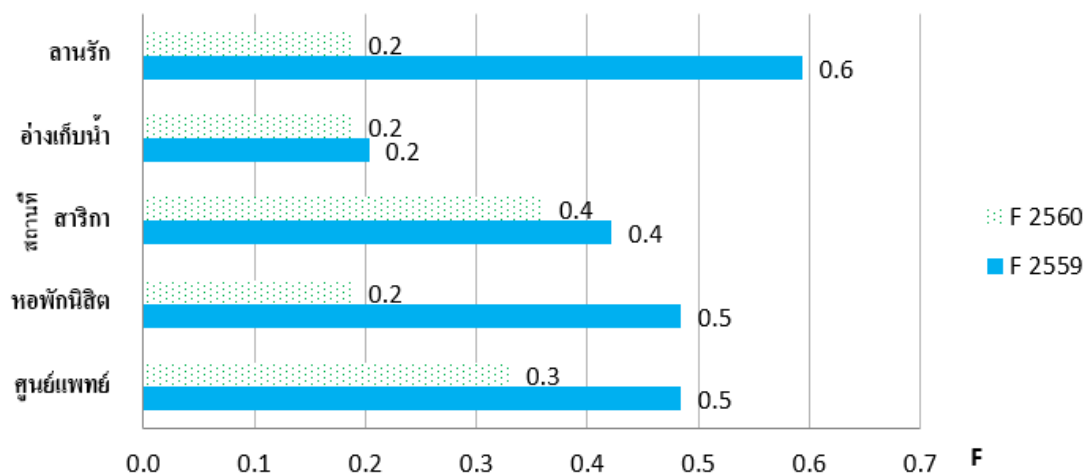
4.8 ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ในบริเวณที่เก็บไล่เคน



ภาพประกอบ 36 กราฟแสดงปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์บริเวณพื้นที่ศึกษาในปี 2559 และ 2560

ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) เป็นก๊าซที่ไม่มีกลิ่น ไม่มีสี เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง เช่น ก๊าซโพรเพน, ก๊าซโซลีน, น้ำมันก๊าด เป็นต้น จากระถางยนต์ เรือยนต์ เต้าเผา หรือเครื่องทำความร้อนต่างๆ จากการศึกษาวเคราะห์ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ปี พ.ศ. 2559 กับ พ.ศ. 2560 พบว่าในปี พ.ศ. 2559 บริเวณที่พบปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) มากที่สุด คือ ศูนย์แพทย์ในปริมาณ 9.6 (ppm) และน้อยที่สุดคือ น้ำตกลานรัก ในปริมาณ 5 ppm และในปี พ.ศ. 2560 บริเวณที่พบปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) มากที่สุด คือน้ำตกสาริกา 6.25 ppm และน้อยที่สุดคือ อ่างเก็บน้ำ ในปริมาณ 4.4 ppm

4.9 ดัชนีวัดค่าความสม่ำเสมอไลเคน



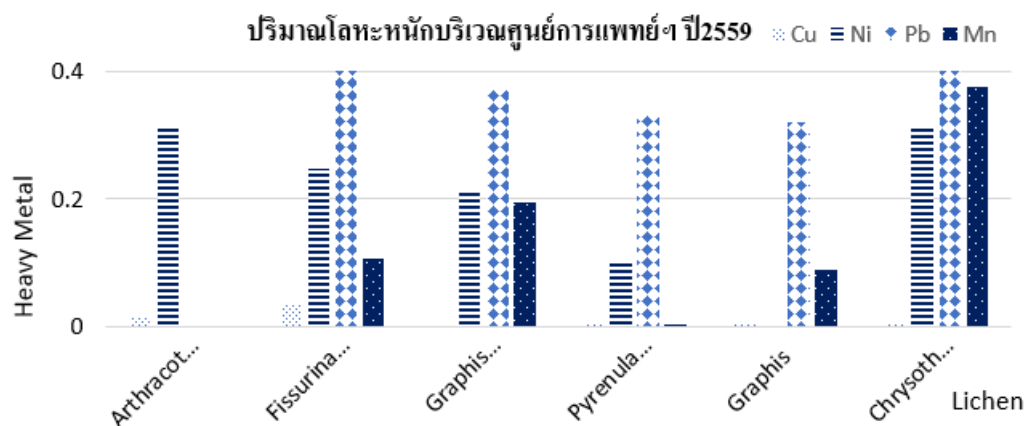
ภาพประกอบ 37 กราฟแสดงถึงดัชนีวัดค่าความสม่ำเสมอ

ผลการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของไลเคนปรากฏผลดังภาพประกอบที่ 39 การคำนวณค่าดัชนีความหลากหลาย ของแต่ละพื้นที่ และแต่ละปีพบว่า ในปี พ.ศ. 2559 น้ำตก ลานรัก มีค่าความหลากหลายทางชนิดของไลเคนมากที่สุด ($F = 2.024687$) และแปลงที่น้อยสุด หอพัก ($F = 1.548443$) ปี พ.ศ. 2560 น้ำตกลานรักมีค่าความหลากหลายทางชนิดของไลเคนมากที่สุด ($F = 1.961623$) และแปลงที่น้อยสุด ศูนย์แพทย์ ($F = 1.111867$)

4.10 การศึกษาปริมาณไลเคนในไลเคน

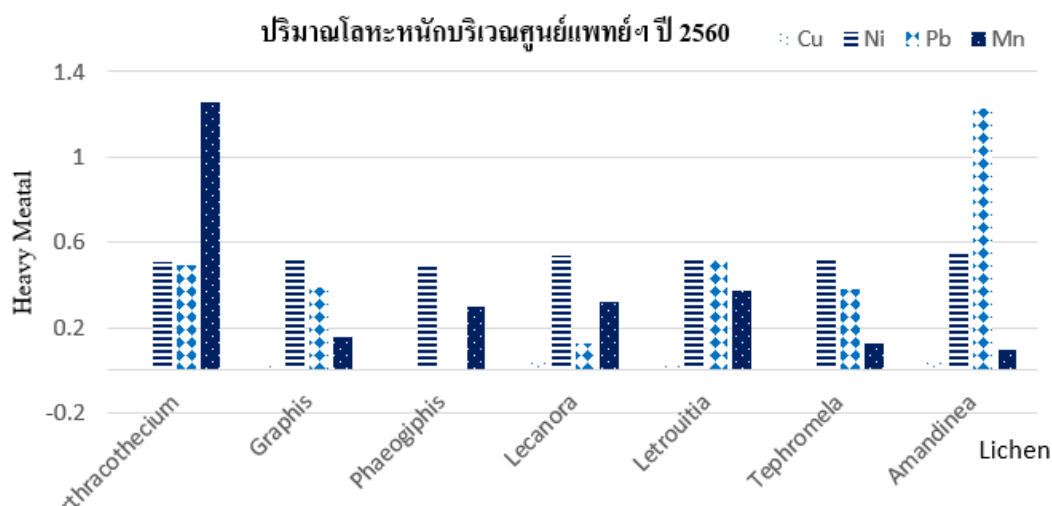
ไลเคนเป็นสิ่งมีชีวิตที่เกิดจากการอยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัยของเห็ดราและสาหร่าย โดยเห็ดราจะใช้ความชื้นและก๊าซออกซิเจนจากสาหร่ายในการดำรงชีวิต ส่วนสาหร่ายจะใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เห็ดราผลิตจากการสังเคราะห์แสงในการดำรงชีวิต (สรณรัชฎ์ กาญจนะวณิชย์, 2553) ไลเคนจะอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพอากาศ จึงมีการใช้ไลเคนเป็นดัชนีในการบ่งชี้คุณภาพอากาศ ซึ่งไลเคนแต่ละชนิดจะมีแหล่งที่อยู่และความทนต่อสภาพอากาศที่แตกต่างกัน มีความเจริญเติบโตไม่เหมือนกัน ดังนั้นจึงใช้ไลเคนเป็นดัชนีวัดคุณภาพอากาศในบริเวณนั้นได้ ผลกระทบของมลพิษต่อไลเคนสามารถปรากฏอยู่ได้นาน จึงแสดงให้เห็นสภาพอากาศโดยรวมในบริเวณนั้น ถึงแม้กิจกรรมที่สร้างมลพิษจะไม่ได้เกิดขึ้นในขณะสำรวจก็ตาม

4.10.1 ปริมาณโลหะหนักบริเวณศูนย์แพทย์ฯ ปี 2559 และ 2560



ภาพประกอบ 38 ปริมาณโลหะหนักที่พบในไลเคนบริเวณศูนย์แพทย์ปี 2559

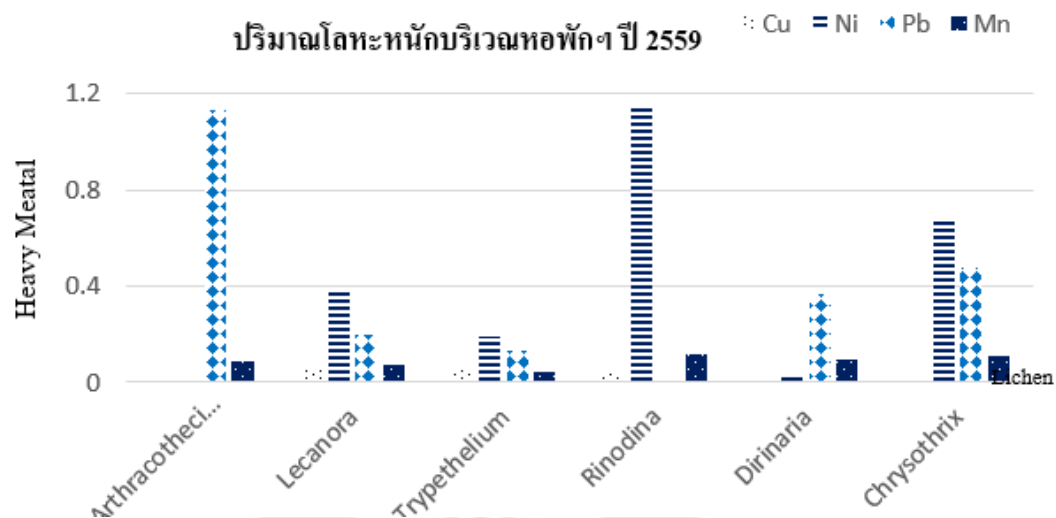
ปริมาณโลหะหนักที่พบในไลเคนบริเวณศูนย์แพทย์ปี 2559 สปีชีส์ที่พบมากที่สุดคือ Chrysothrix ซึ่งมีโลหะหนักจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ Pb Ni Mn Cu ตามลำดับ



ภาพประกอบ 39 ปริมาณโลหะหนักที่พบในไลเคนบริเวณศูนย์แพทย์ปี 2560

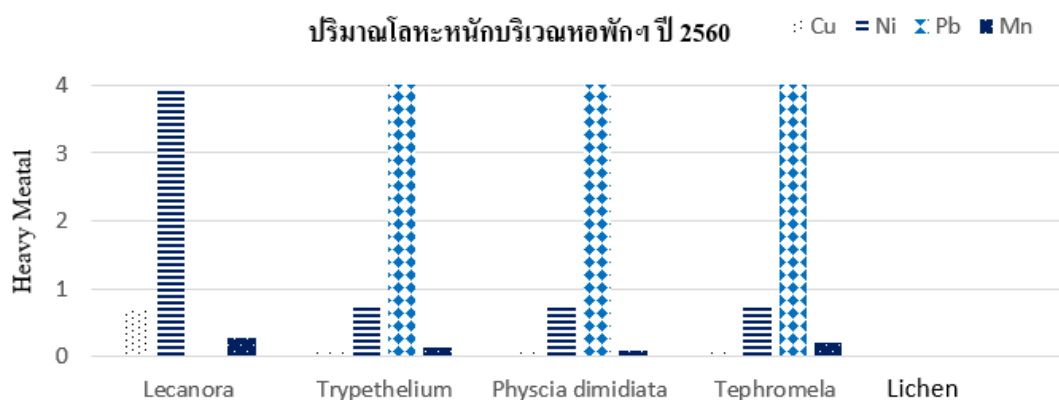
ปริมาณโลหะหนักที่พบในไลเคนบริเวณศูนย์แพทย์ปี 2560 ที่พบมากที่สุดคือ Arthracothedum และ Amandinea ซึ่งมีโลหะหนักที่มีความใกล้เคียงกัน

4.10.2 ปริมาณโลหะหนักบริเวณหอพักนักศึกษาปี 2559 และ 2560



ภาพประกอบ 40 ปริมาณโลหะหนักที่พบในไลเคนบริเวณหอพัก 2559

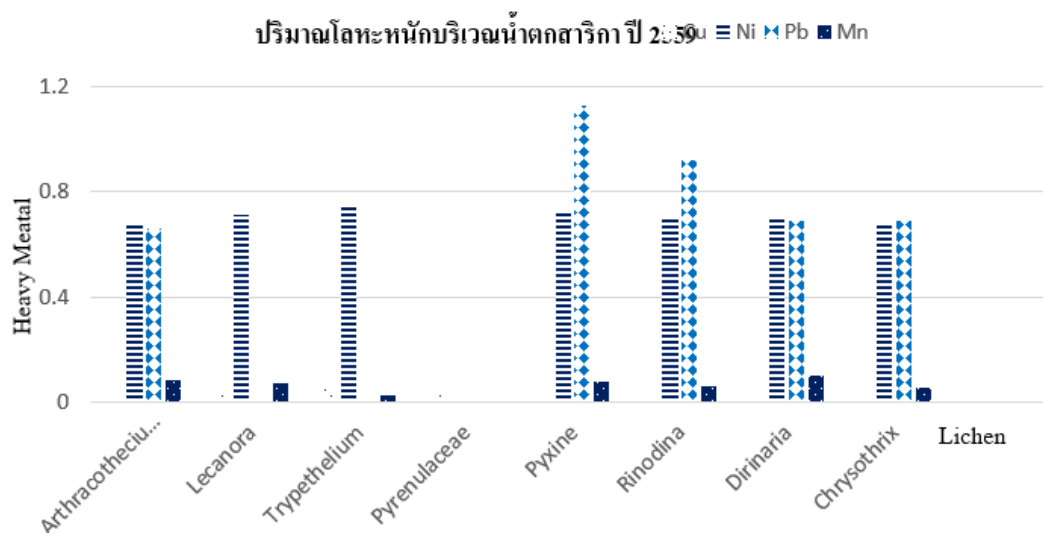
ปริมาณโลหะหนักที่พบในไลเคนบริเวณหอพัก 2559 ที่พบมากที่สุดคือ Arthrothedum และ Chrysothrix ซึ่งมีโลหะหนักที่มีความใกล้เคียงกัน



ภาพประกอบ 41 ปริมาณโลหะหนักที่พบในไลเคนบริเวณหอพักปี 2560

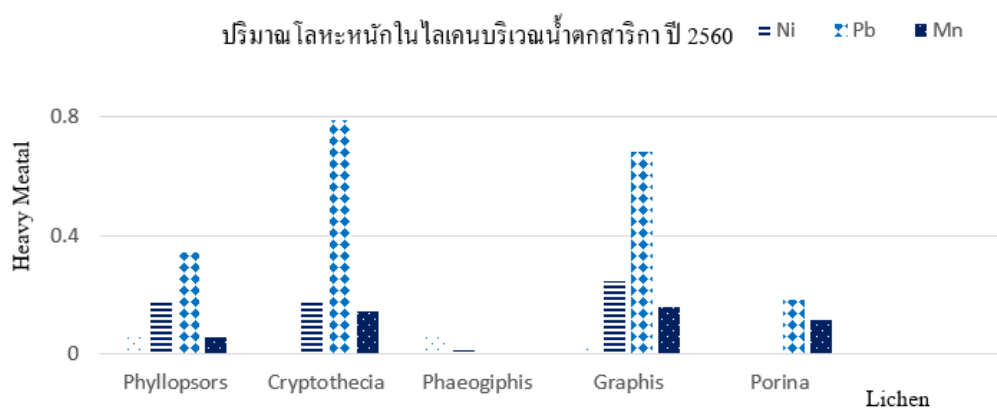
ปริมาณโลหะหนักที่พบในไลเคนบริเวณหอพักปี 2560 ทั้งหมดคือ Lecanora Trypethelium Physcia dimidiata และ Tephromela ซึ่งมีโลหะหนักที่มีความใกล้เคียงกัน และเป็นบริเวณที่พบโลหะหนักมากที่สุด

4.10.3 ปริมาณโลหะหนักบริเวณน้ำตกสาริกา ปี 2559 และ 2560



ภาพประกอบ 42 ปริมาณโลหะหนักที่พบในไลเคนบริเวณน้ำตกสาริกา 2559

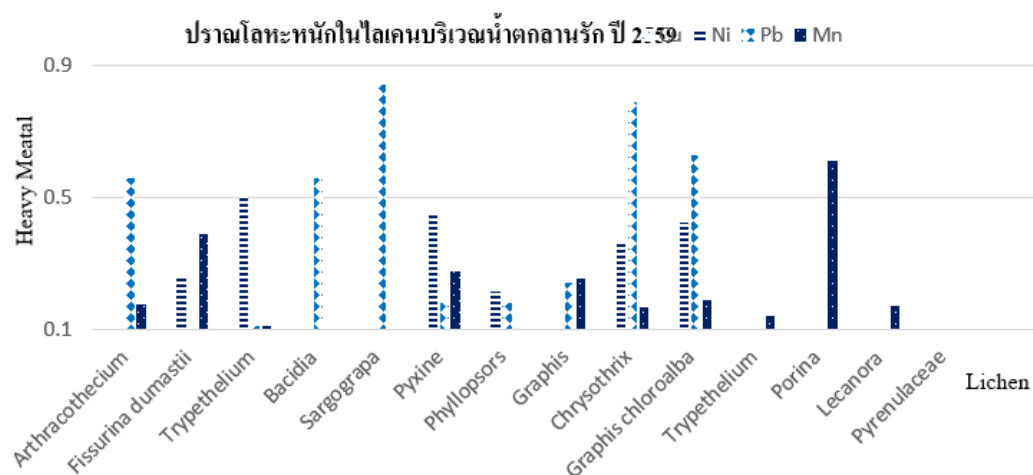
ปริมาณโลหะหนักที่พบในไลเคนบริเวณน้ำตกสาริกา 2559 ที่พบมากที่สุดคือ Rinodina ซึ่งมีโลหะหนัก Pb มากที่สุด



ภาพประกอบ 43 ปริมาณโลหะหนักที่พบในไลเคนบริเวณน้ำตกสาริกา 2560

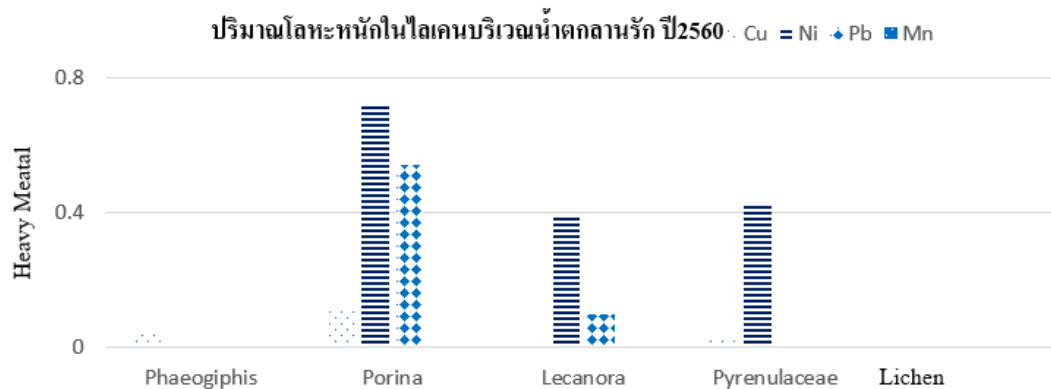
ปริมาณโลหะหนักที่พบในไลเคนบริเวณน้ำตกสาริกา 2560 ที่พบมากที่สุดคือ Cryptothecia ซึ่งมีโลหะหนัก Pb มากที่สุด

4.10.4 ปริมาณโลหะหนักบริเวณน้ำตกลานรัก ปี 2559 และ 2560



ภาพประกอบ 44 ปริมาณโลหะหนักที่พบในไลเคนบริเวณน้ำตกลานรักปี 2559

ปริมาณโลหะหนักที่พบในไลเคนบริเวณน้ำตกลานรักปี 2559 ที่พบมากที่สุดคือ Chrysothrix



ภาพประกอบ 45 ปริมาณโลหะหนักที่พบในไลเคนบริเวณน้ำตกลานรักปี 2560

ปริมาณโลหะหนักที่พบในไลเคนบริเวณน้ำตกลานรักปี 2560 ที่พบมากที่สุดคือ Porina

4.11 การหาความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายของไลเคน และค่าดัชนีบ่งชี้คุณภาพอากาศ (IAP) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และแร่ธาตุโลหะหนัก ด้วยสหสัมพันธ์ correlation

ตาราง 10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหลากหลายของไลเคนและโลหะหนัก ปี 2559

ค่า	ค่า	Hค่า	Eค่า	Sค่า	Fค่า	IAPค่า	COค่า	Rhค่า	Roadค่า	Communityค่า	Mnค่า	Pbค่า	Niค่า	Cuค่า
Hค่า	Pearson's Correlationค่า Sig. (2-tailed)ค่า Nค่า	1.00ค่า 0.920ค่า 5ค่า	0.70ค่า 0.192ค่า 5ค่า	0.86ค่า 0.059ค่า 5ค่า	0.36ค่า 0.546ค่า 5ค่า	0.58ค่า 0.307ค่า 5ค่า	0.69ค่า 0.194ค่า 5ค่า	0.44ค่า 0.453ค่า 5ค่า	0.21ค่า 0.734ค่า 5ค่า	0.76ค่า 0.136ค่า 5ค่า	0.11ค่า 0.863ค่า 5ค่า	0.54ค่า 0.349ค่า 5ค่า	0.34ค่า 0.575ค่า 5ค่า	0.19ค่า 0.764ค่า 5ค่า
Eค่า	Pearson's Correlationค่า Sig. (2-tailed)ค่า Nค่า	0.70ค่า 0.192ค่า 5ค่า	1.00ค่า 0.192ค่า 5ค่า	0.25ค่า 0.685ค่า 5ค่า	-0.41ค่า 0.488ค่า 5ค่า	-0.54ค่า 0.345ค่า 5ค่า	-0.75ค่า 0.147ค่า 5ค่า	0.70ค่า 0.193ค่า 5ค่า	0.46ค่า 0.439ค่า 5ค่า	0.24ค่า 0.698ค่า 5ค่า	-0.12ค่า 0.842ค่า 5ค่า	0.60ค่า 0.282ค่า 5ค่า	0.22ค่า 0.719ค่า 5ค่า	-0.05ค่า 0.939ค่า 5ค่า
Sค่า	Pearson's Correlationค่า Sig. (2-tailed)ค่า Nค่า	0.86ค่า 0.059ค่า 5ค่า	0.25ค่า 0.685ค่า 5ค่า	1.00ค่า 0.059ค่า 5ค่า	0.77ค่า 0.125ค่า 5ค่า	-0.49ค่า 0.402ค่า 5ค่า	-0.49ค่า 0.401ค่า 5ค่า	0.16ค่า 0.791ค่า 5ค่า	0.08ค่า 0.903ค่า 5ค่า	0.85ค่า 0.071ค่า 5ค่า	0.06ค่า 0.927ค่า 5ค่า	0.22ค่า 0.718ค่า 5ค่า	0.19ค่า 0.759ค่า 5ค่า	0.20ค่า 0.744ค่า 5ค่า
Fค่า	Pearson's Correlationค่า Sig. (2-tailed)ค่า Nค่า	0.36ค่า 0.546ค่า 5ค่า	-0.41ค่า 0.488ค่า 5ค่า	0.77ค่า 0.125ค่า 5ค่า	1.00ค่า 0.954ค่า 5ค่า	-0.04ค่า 0.954ค่า 5ค่า	0.06ค่า 0.92ค่า 5ค่า	-0.35ค่า 0.561ค่า 5ค่า	-0.3ค่า 0.624ค่า 5ค่า	0.63ค่า 0.257ค่า 5ค่า	0.04ค่า 0.943ค่า 5ค่า	-0.13ค่า 0.831ค่า 5ค่า	0.12ค่า 0.849ค่า 5ค่า	0.31ค่า 0.615ค่า 5ค่า
IAPค่า	Pearson's Correlationค่า Sig. (2-tailed)ค่า Nค่า	-0.58ค่า 0.307ค่า 5ค่า	-0.54ค่า 0.345ค่า 5ค่า	-0.49ค่า 0.402ค่า 5ค่า	-0.04ค่า 0.954ค่า 5ค่า	1.0ค่า 0.954ค่า 5ค่า	0.82ค่า 0.09ค่า 5ค่า	-0.83ค่า 0.079ค่า 5ค่า	-0.83ค่า 0.081ค่า 5ค่า	-0.5ค่า 0.387ค่า 5ค่า	-0.68ค่า 0.204ค่า 5ค่า	0.03ค่า 0.956ค่า 5ค่า	0.51ค่า 0.38ค่า 5ค่า	0.65ค่า 0.234ค่า 5ค่า
COค่า	Pearson's Correlationค่า Sig. (2-tailed)ค่า Nค่า	-0.69ค่า 0.194ค่า 5ค่า	-0.75ค่า 0.147ค่า 5ค่า	-0.49ค่า 0.401ค่า 5ค่า	0.06ค่า 0.920ค่า 5ค่า	0.82ค่า 0.090ค่า 5ค่า	1.00ค่า 0.090ค่า 5ค่า	-0.59ค่า 0.293ค่า 5ค่า	-0.82ค่า 0.092ค่า 5ค่า	-0.25ค่า 0.687ค่า 5ค่า	-0.43ค่า 0.468ค่า 5ค่า	-0.01ค่า 0.988ค่า 5ค่า	0.29ค่า 0.63ค่า 5ค่า	0.21ค่า 0.729ค่า 5ค่า

ตาราง 10 ต่อ

ธาตุ	ธาตุ	H ₂	E ₂	S ₂	F ₂	IAP ₂	CO ₂	Rh ₂	Road ₂	Community ₂	Mn ₂	Pb ₂	Ni ₂	Cu ₂
Rh ₂	Pearson's Correlation Sig. (2-tailed) N ₂	0.44 0.453 5	0.7 0.193 5	0.16 0.791 5	-0.35 0.561 5	-0.83 0.079 5	-0.59 0.293 5	1.00 0.239 5	0.65 0.239 5	0.42 0.482 5	0.38 0.525 5	0.34 0.579 5	-0.26 0.668 5	-0.71 0.179 5
Road ₂	Pearson's Correlation Sig. (2-tailed) N ₂	0.21 0.734 5	0.46 0.439 5	0.08 0.903 5	-0.3 0.624 5	-0.83 0.081 5	-0.82 0.092 5	0.65 0.239 5	1.00 0.239 5	-0.05 0.932 5	0.80 0.102 5	-0.38 0.53 5	-0.76 0.139 5	-0.66 0.229 5
Community ₂	Pearson's Correlation Sig. (2-tailed) N ₂	0.76 0.136 5	0.24 0.698 5	0.85 0.071 5	0.63 0.257 5	-0.50 0.387 5	-0.25 0.687 5	0.42 0.482 5	-0.50 0.932 5	1.00 0.992 5	-0.01 0.992 5	0.47 0.425 5	0.26 0.679 5	-0.70 0.909 5
Mn ₂	Pearson's Correlation Sig. (2-tailed) N ₂	-0.11 0.863 5	-0.12 0.842 5	0.06 0.927 5	0.04 0.943 5	-0.68 0.204 5	-0.43 0.468 5	0.38 0.525 5	0.8 0.102 5	-0.01 0.992 5	1.00 0.992 5	-0.72 0.166 5	-0.97 0.008 5	-0.78 0.12 5
Pb ₂	Pearson's Correlation Sig. (2-tailed) N ₂	0.54 0.349 5	0.60 0.282 5	0.22 0.718 5	-0.13 0.831 5	0.03 0.956 5	-0.01 0.988 5	0.34 0.579 5	-0.38 0.53 5	0.47 0.425 5	-0.72 0.166 5	1.00 0.992 5	0.82 0.092 5	0.30 0.627 5

ตาราง 10 ต่อ

ธาตุ	ธาตุ	H ₀	E ₀	S ₀	F ₀	IAP ₀	CO ₀	Rh ₀	Road ₀	Community ₀	Mn ₀	Pb ₀	Ni ₀	Cu ₀
Ni	Pearson Correlation	0.34	0.22	0.19	0.12	0.51	0.29	-0.26	-0.76	0.26	-0.97	0.82	1.00	0.76
	Sig. (2-tailed)	0.575	0.719	0.759	0.849	0.38	0.63	0.668	0.139	0.679	0.088	0.092	0.13	0.2
N		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Cu	Pearson Correlation	0.19	-0.05	0.2	0.31	0.65	0.21	-0.71	-0.66	-0.07	-0.78	0.3	0.76	1.00
	Sig. (2-tailed)	0.764	0.939	0.744	0.615	0.234	0.729	0.179	0.229	0.909	0.12	0.627	0.132	0.13
N		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

		H	E	S	F	IAP	CO	Rh	Road	Comunity	Mn	Pb	Ni	Cu
Ni	Pearson Correlation	0.95	0.52	0.89	0.51	-0.02	0.43	-0.58	-0.30	-0.03	0.48	-0.16	1.00	-0.61
	Sig. (2-tailed)	0.013	0.371	0.044	0.382	0.980	0.474	0.305	0.629	0.960	0.412	0.802	0	0.279
	N	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Cu	Pearson Correlation	-0.36	0.11	-0.43	-0.50	-0.30	0.25	0.57	-0.01	0.24	0.17	0.58	-0.61	1.00
	Sig. (2-tailed)	0.55	0.858	0.468	0.388	0.623	0.687	0.318	0.982	0.701	0.786	0.305	0.379	0
	N	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

4.12 ใช้ความหลากหลายของไลเคนเป็นฐานข้อมูลในการติดตามการเปลี่ยนแปลง คุณภาพอากาศในแหล่งท่องเที่ยว

สามารถใช้ความหลากหลายของชนิดไลเคนบ่งชี้คุณภาพอากาศในบริเวณต่างๆ ในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ โดยหาความสัมพันธ์ของปริมาณ CO และจำนวนประชากรไลเคนแต่ละชนิดทำให้ทราบไลเคน ชนิดที่บ่งชี้ปริมาณ CO ได้ นอกจากนี้การเปรียบเทียบดัชนี ความหลากหลายทางชีวภาพของแต่ละพื้นที่สามารถบ่งชี้คุณภาพอากาศได้เบื้องต้น สังเกตถึงการเปลี่ยนแปลงไปของธรรมชาติได้จากไลเคน ดังนั้นข้อมูลจากตรงนี้นำมาพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติไปในทิศทางที่ดีขึ้นได้

ใช้ความหลากหลายของชนิดไลเคนบ่งชี้คุณภาพอากาศในบริเวณต่างๆ ในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ โดยหาความสัมพันธ์ของปริมาณ CO และจำนวนประชากรไลเคนแต่ละชนิดทำให้ทราบไลเคน ชนิดที่บ่งชี้ปริมาณ CO ได้ นอกจากนี้การเปรียบเทียบดัชนี ความหลากหลายทางชีวภาพของแต่ละพื้นที่สามารถบ่งชี้คุณภาพอากาศได้เบื้องต้น สังเกตถึงการเปลี่ยนแปลงไป ของธรรมชาติได้จากไลเคน ดังนั้นข้อมูลจากตรงนี้นำมา พัฒนาสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติไปในทิศทางที่ดีขึ้นได้

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 บทสรุป

การประยุกต์ใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายชนิดของไลเคน ค่า Index of Atmospheric Purity (IAP) และ ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ เพื่อติดตามคุณภาพอากาศในบริเวณแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ จังหวัดนครนายก มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อสำรวจความหลากหลายชนิดของไลเคน และวิเคราะห์หาไลเคนหลัก ในบริเวณแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ จังหวัดนครนายก 2) หาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหลากหลายของไลเคน ดัชนีบ่งชี้คุณภาพอากาศ (IAP) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และไลเคนหลัก เพื่อให้เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพอากาศในบริเวณแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ จังหวัดนครนายก 3) ใช้ความหลากหลายของไลเคนเป็นฐานข้อมูลเพื่อหาแนวทางในการติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพอากาศในแหล่งท่องเที่ยว โดยผลสรุปมีดังต่อไปนี้

5.1.1 จากการศึกษความหลากหลายของชนิดไลเคนในแหล่งชุมชนและแหล่งธรรมชาติ พบว่า ในปี 2559 บริเวณน้ำตกลานรัก พบไลเคนมากที่สุด รองลงมา น้ำตกสาริกา 1.96, 1.75 ตามลำดับ แหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติที่ทำการสำรวจคือ น้ำตกสาริกา น้ำตกลานรัก และอ่างเก็บน้ำคลองโสด ซึ่งชนิดไลเคนที่พบ Pb มากที่สุด Pyxine 1.13 Sargograpa 0.84 Arthracothecium 0.77 ตามลำดับ

5.1.2 การวิเคราะห์คุณภาพอากาศด้วยค่า IAP ของไลเคน จากความหลากหลายของไลเคนจากการศึกษาพบว่า ในแหล่งชุมชน มีค่าเฉลี่ย IAP น้อยกว่าแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ ซึ่งสามารถบ่งบอกได้ว่าแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติมีคุณภาพอากาศดีกว่าแหล่งชุมชน แต่จะพบว่าค่าเฉลี่ย IAP ของทั้งสองแหล่ง แตกต่างกันไม่มาก เนื่องจากพื้นที่ที่ทำการศึกษาในแหล่งชุมชน ไม่ได้อยู่ในเมืองใหญ่ที่มีประชากรอาศัยอยู่มากซึ่งเป็นสาเหตุหลักของมลพิษทางอากาศ เช่น การเผาไหม้จากท่อไอเสียรถยนต์ โรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น ส่งผลให้ค่า IAP ใกล้เคียงกัน

ค่าคาร์บอนมอนอกไซด์ ปี 2559 และ 2560 ในแหล่งชุมชนมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 9.6 และ 9 ppmตามลำดับ และในแหล่งท่องเที่ยวมีค่าเฉลี่ยมากที่สุดที่ 8 และ 6.25 ppm ตามลำดับ

ผลการศึกษาพบว่า Ni ในไลเคนกับค่าดัชนีความหลากหลายของไลเคน มีความสัมพันธ์ทางสถิติที่ระดับ 0.05 แบบแปรผันตรง ค่าเพียร์สันเท่ากับ เท่ากับ 0.95

จากการศึกษาพบว่าในแหล่งชุมชนมีไลเคน 2 กลุ่มด้วยกัน คือครัสโตส และโพลิโอส แต่แหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติส่วนใหญ่พบอยู่ในกลุ่ม ครัสโตส ซึ่งไลเคนหลักในแหล่งชุมชนพบ Pb Ni Cu Mn มีค่าเฉลี่ย 4.024 1.815 4.019 0.375 ตามลำดับ แสดงว่าแหล่งชุมชนนั้นมีค่าไลเคนหลักที่มากกว่าแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ

5.1.3 ความหลากหลายของไลเคนที่พบมากที่สุดในแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติคือน้ำตกลานรัก ปี 2559 และ 2560 ค่าเฉลี่ยมากที่สุดที่ 1.96 และ 0.79 ตามลำดับ ซึ่งสามารถนำมาเป็นฐานข้อมูลเพื่อหาแนวทางในการติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพอากาศในแหล่งท่องเที่ยวได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรมีการนำตัวอย่างไลเคนที่ไม่มีการปนเปื้อนของไลเคนหลักมาเป็นตัวเปรียบเทียบกับไลเคนตัวอย่างที่เก็บมาจากในแต่ละพื้นที่ เพื่อที่จะได้ทราบถึงไลเคนหลักที่อยู่ในอากาศและบอกได้ว่ามีปริมาณไลเคนหลักที่ตรวจวัดได้อย่างไร

5.2.2 ไลเคนบางชนิดเป็นตัวเฝ้าระวังคุณภาพอากาศและอาจสัมพันธ์กับการปนเปื้อนไลเคนหลักในพื้นที่ได้ จึงต้องมีการศึกษาไลเคนในเชิงลึกต่อไป

5.2.3 ในการศึกษาครั้งต่อไป ควรตรวจวัดค่าไลเคนหลักที่มากขึ้น เพื่อสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพอากาศให้ชัดเจน

5.3 ข้อจำกัด

5.3.1 การเก็บไลเคนในแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ มีการเก็บในพื้นที่ที่มีคนสัญจรและใช้ประโยชน์ จึงอาจทำให้ข้อมูลมีความคล้ยคลึงกับแหล่งชุมชน

5.4 วิจารณ์ผลการทดลอง

ความหลากหลายของไลเคนและความสัมพันธ์กับคุณภาพอากาศบริเวณศูนย์แพทย์พบปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) มากที่สุด โดยบริเวณนี้พบไลเคนกลุ่มครัสโตส (crustose) ซึ่งมีคุณสมบัติ ทนทานมากที่สุด จากการศึกษานี้ทำให้สมมติฐานที่ว่าในพื้นที่บริเวณในเมืองหรือพื้นที่ที่มีประชากรอาศัยอยู่ จะมีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) สูงคุณภาพอากาศไม่ดี แต่ในความเป็นจริงกลับมีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) เทียบเท่า

กับ สถานที่ตามธรรมชาติ จึงทำให้สามารถพบกลุ่มไโคเคนเดียวกันที่มีคุณสมบัติทนทานต่อสภาพอากาศที่มลพิษสูง ซึ่งในพื้นที่สำรวจทั้งสองที่นี้มีคุณภาพอากาศที่ใกล้เคียงกัน โดยปัจจัยที่เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องคาดว่าเกิดมาจากการใช้ทรัพยากรทางธรรมชาติของมนุษย์ เพื่อนำข้อมูลความหลากหลายของไโคเคนที่พบในพื้นที่มาเป็นข้อมูลปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมและข้อมูลทางนิเวศวิทยา และนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยมีเงื่อนไขการทดลองดังต่อไปนี้



บรรณานุกรม

- Abida Begum and HariKrishna (2010). Monitoring Air pollution using lichens species in South
Bangalore. *Karnataka. International Journal of ChemTech Research CODEN(USA): IJCRGG*, 2, 255-260.
- Cecilia Estrabou. (2010). Air quality monitoring system using lichens as bioindicators in Central Argentina. *Environ Monit Assess* (2011).
- Cigdem Vardara, E. e. a. (2013). .Air-quality biomonitoring: Assessment of genotoxicity of airpollution in the Province of Kayseri. *Biotechnology Section*.
- J. Asta, W. E. (2002.). *European Guideline for Mapping Lichen Diversity as an Indicator of Environment Stress*.
- Wirth, V. (1988). Phytosociological approaches to Air Pollution Monitoring with Lichens. 30, 91–107.
- กัญจน์ ศิลป์ประสิทธิ์. (2016). ความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายของไลเคนกับชนิดไม้ บริเวณแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ เชื้อขุนด่านปราการชล จังหวัดนครนายก *Journal of Srinakharinwirot University (Journal of Science and Technology)*.
- กัณฑ์รีย์ บุญประกอบ. (2557). ไลเคน: ชีวิตดีดีที่ถูกมองข้าม. *วารสารวิทยาศาสตร์ มศว*, 30, 7.
- ดอกรัก, ม. (2552). นิเวศวิทยาป่าไม้ *Forest ecology* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: กองทุนจัดพิมพ์ตำราคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปิ่นศักดิ์ ชุมเกษียณ. (2546). วิทยาศาสตร์1. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.
- แผนที่แหล่งท่องเที่ยวในจังหวัดนครนายก. www.folktraval.com/archive/nakornnayok.html
- พัฒนา มุลพฤษ. (2546). อนามัยสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยมหิดล: กรุงเทพฯ
- วนารักษ์ ไซพันธ์แก้ว. (2551). คู่มือนักสำรวจไลเคน (พิมพ์ครั้งที่ 2). เชียงใหม่: ปริติชเคาน์ซิล.
- วันเพ็ญ ภูติจันทร์. (2549). วิทยาศาสตร์หาย *Phycology* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- วันวิสา พิลิก. (2556). ความหลากหลายของไลเคนในสังคมพืชอุทยานแห่งชาติแม่วงก์. In: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิไลลักษณ์ ชูมสไตอินน์. (2553). ความหลากหลายของไลเคนและการใช้ประโยชน์ ณ สวนรุกชาติภู

- แปก อำเภอกู่เรือ จังหวัดเลย. In: มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.
- เวชศาสตร์ พลเยี่ยม. (2552). งานวิจัยเรื่องไคเคนในสวนสาธารณะกรุงเทพมหานคร และการชี้วัด
คุณภาพสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพฯ.
- ศิริพรต ผลสินธุ์. (2534). ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม *Life and environment* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ ดี.
ดี. บุ๊คส์โตร.
- สถิตินักท่องเที่ยวจังหวัดนครนายก. : www.tat8.com/download/stat01.xls
- สมจิตร อยู่เป็นสุข. (2552). ราวิทยา *Mycology*. เชียงใหม่ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สรณวัฏ์ กาญจนะวณิช. (2553). นักสืบสายลม : มือสำรวจไคเคนกรุงเทพฯ ตรวจคุณภาพอากาศ
เมือง (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ มูลนิธิโลกสีเขียว.
- สัมฤทธิ์ เสงี่ยม. (2558). สถานภาพของไคเคนในป่าเต็งรัง ณ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่.
Proceedings of the 9th Botanical Conference of Thailand, ครั้งที่ 9.
- สำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา, ศ. (2560). ลักษณะภูมิประเทศของจังหวัดนครนายก
<http://climate.tmd.go.th/>
- สุธิลา ตูลยะเสถียร. (2544). มลพิษสิ่งแวดล้อม (ปัญหาสังคมไทย) กรุงเทพฯ รวมสาส์น.
- สุรีย์พร เจริญประเสริฐ. (2552). ไคเคนเบื้องต้น. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- หน่วยวิจัยไคเคน. (2556). คู่มือนักธรรมชาติวิทยาฉบับกระเป๋ ไคเคนในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่.
กรุงเทพฯ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- หนูเดือน เมืองแสน. (2556). ความหลากหลายชนิดของไคเคนในป่าชุมชนและโบราณสถานแห่งนคร
ชัยบุรินทร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	เกษศิริ ศิริกุล
วัน เดือน ปี เกิด	16 มิถุนายน 2533
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลแก่ง จังหวัดระยอง
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2561 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาวิชาเทคโนโลยี สิ่งแวดล้อมและการจัดการทรัพยากร คณะพัฒนธรรมสิ่งแวดล้อมและ การท่องเที่ยวเชิงนิเวศ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ที่อยู่ปัจจุบัน	35 หมู่ 10 ต.คลองด่าน อ.บางบ่อ จ.สมุทรปราการ

