บทที่ 5
อภิปรายผลการศึกษา

จากการศึกษาพบไลเคนทั้งหมด 13 วงศ์ 24 สกุล 43 ชนิด มีไลเคนบางชนิดกระจายตัวอยู่ในทุกพื้นที่ศึกษา ได้แก่ *Dirinaria picta* และ *Pyxine cocoes* ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Saipunkaew *et al.* (2005) และ Saipunkaew *et al.* (2007) ที่พบว่า *Dirinaria picta* และ *Pyxine cocoes* มีการกระจายตัวกว้างในพื้นที่ที่มีระดับความสูง 250 - 400 เมตรจากระดับน้ำทะเลในบริเวณภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย โดยพบ *Dirinaria picta* และ *Pyxine cocoes* ทั้งในพื้นที่เขตตัวเมืองและพื้นที่เกษตรกรรม โดย *Dirinaria picta* มักพบได้ในบริเวณชานเมืองและชุมชนขนาดเล็ก ซึ่งลักษณะของพื้นที่ที่ทำการศึกษาบริเวณโรงไฟฟ้าแม่เมาะเป็นชุมชนที่มีขนาดเล็ก ส่วน *Pyxine cocoes* มีการกระจายตัวกว้าง มักพบในพื้นที่เขตเมืองที่ได้รับผลกระทบจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์มาก ในการศึกษานี้สำรวจพบไลเคนชนิด *Parmotrema tinctorum* ในพื้นที่ศึกษาที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 300 - 400 เมตร ซึ่งจากการศึกษาของ Saipunkaew *et al.* (2005) ไม่พบไลเคนชนิดนี้บนลำต้นของต้นไม้ในพื้นที่ราบที่ทำการสำรวจแต่พบในบริเวณพื้นที่สูง

จากการศึกษาพบไลเคนในกลุ่มครัสโตสมีจำนวนชนิดมากกว่าไลเคนในกลุ่มโฟลิโอสในทุกพื้นที่ศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Pomphueak (2005) ที่ทำการศึกษาไลเคนในเขตตัวเมืองและนอกตัวเมืองจังหวัดลำปาง และการศึกษาของ Buaruang *et al.* (2005) ที่ทำการสำรวจไลเคนบนเกาะครามและเกาะแสมสาร ซึ่งพบจำนวนชนิดของครัสโตสมีมากกว่าโฟลิโอส ทั้งนี้เนื่องจากโครงสร้างทัลลัสของครัสโตสไม่ซับซ้อน แบนราบติดกับที่วัตถุยึดเกาะและเจริญเติบโตได้ดี ส่วนโฟลิโอสที่พบในพื้นที่ศึกษาเกาะครามและเกาะแสมสาร มีโครงสร้างใกล้เคียงกับครัสโตส เช่น *Dirinaria applanata* และ *Pyxine cocoes* ซึ่งยึดติดแน่นกับที่เกาะอาศัยและยังเป็นไลเคนชนิดบุกเบิก จึงสามารถเจริญในสภาพแวดล้อมที่รุนแรงได้ นอกจากนี้จากการศึกษาของ Saipunkaew *et al.* (2005) พบว่าระดับความสูงจากน้ำทะเลของพื้นที่ มีอิทธิพลต่อจำนวนของโฟลิโอสไลเคนและครัสโตสไลเคนที่พบ พื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 600 เมตร ขึ้นไป จะพบไลเคนกลุ่มโฟลิโอสจำนวนเพิ่มขึ้น ส่วนพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 250 - 400 เมตร พบไลเคนกลุ่มครัสโตสเป็นกลุ่มเด่น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในครั้งนี้ที่พบไลเคนในกลุ่มครัสโตสมากกว่ากว่าโฟลิโอสในพื้นที่ที่สำรวจ ซึ่งมีความสูงจากระดับน้ำทะเล 300 – 400 เมตร

จากการจัดกลุ่มพื้นที่ศึกษาโดยใช้ข้อมูลชนิดและความถี่ของไลเคน สามารถจัดกลุ่มพื้นที่ศึกษาได้เป็น 3 กลุ่ม ดังภาพ 4.2 และภาพ 4.3 ได้แก่ กลุ่ม 1 บ้านแม่ทะ พบไลเคน *Cryptothecia* sp., *Dirinaria picta* และ *Pyxine cocoes* มีความถี่สูง กลุ่ม 2 ประกอบด้วยหมู่บ้านป่าไม้ บ้านสบเมาะ บ้านสบป้าด และบ้านดง พบไลเคนชนิด *Chrysothrix xanthina, Dirinaria picta, Pyxine cocoes* และ *Arthonia tumidula* มีความถี่สูงและเป็นกลุ่มที่ทนทาน (Saipunkaew *et al.*, 2005; Saipunkaew *et al.*, 2007) ในขณะที่กลุ่ม 3 ประกอบด้วยหมู่บ้านแม่จาง บ้านปางป๋วย บ้านสบจาง บ้านกอรวก และบ้านท่าสี พบไลเคนชนิด *Dirinaria picta, Parmotrema praesorediosum, Parmotrema tinctorum, Laurera subbenguelensis, Laurera* sp.2, *Lecanographa* sp., *Lecanora leprosa* และ *Trypethelium eluteriae* มีความถี่สูงกว่ากลุ่ม 2 ซึ่งเป็นไลเคนกลุ่มที่พบได้ในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากมนุษย์น้อยกว่า (Saipunkaew *et al.*, 2005; Saipunkaew *et al.*, 2007) โดยเฉพาะ *Dirinaria picta* พบในความถี่สูงกว่ากลุ่ม 1 และ 2 มาก ไลเคนชนิดนี้พบได้บ่อยในเขตนอกตัวเมือง แต่ไม่พบในเขตตัวเมืองที่ได้รับผลกระทบจากมลพิษอากาศ (Saipunkaew *et al.*, 2007) นอกจากนี้ในกลุ่ม 3 ยังพบไลเคนหลายชนิดที่ไม่พบในกลุ่ม 1 และกลุ่ม 2 จากการจัดกลุ่มพื้นที่ศึกษานี้ พบ *Hyperphyscia adglutinata* ซึ่งเป็นไลเคนที่ทนทานต่อมลพิษอากาศ ในกลุ่ม 1 และ 2 และพบในพื้นที่ศึกษาเพียงหนึ่งแห่งในกลุ่ม 3 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Saipunkaew *et al.* (2005) ซึ่งพบ *Hyperphyscia adglutinata* มีการกระจายตัวกว้างในพื้นที่ราบของภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย และมีการกระจายตัวสูงในพื้นที่เขตตัวเมืองและอุตสาหกรรม นอกจากนี้ Saipunkaew *et al.* (2007) ยังพบ *Hyperphyscia adglutinata* มีการกระจายตัวสูงในพื้นที่เขตเมืองที่มีจำนวนประชากรสูง

สำหรับไลเคนชนิด *Chrysothrix xanthina* พบในทุกพื้นที่ศึกษา ยกเว้นพื้นที่ศึกษาที่ 5 บ้านแม่จาง โดยพบความถี่ในกลุ่ม 2 สูงกว่า กลุ่ม 3 และกลุ่ม 1 ตามลำดับ จากการศึกษาของ Saipunkaew *et al.* (2005) ในพื้นที่เมืองและรอบเมืองเชียงใหม่ จะพบไลเคนชนิด *Chrysothrix xanthina* กระจายตัวทั้งพื้นที่สูงและพื้นที่ราบ ซึ่งในพื้นที่สูงนั้นจะพบในป่าที่เกิดไฟป่าเป็นประจำ เป็นไลเคนชนิดที่ทนทาน ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้พบไลเคนชนิดนี้ทั้งบนลำต้นของต้นมะม่วงและตามรั้วบ้านที่ทำจากไม้

ในกลุ่ม 3 พบความถี่ของไลเคนชนิด *Parmotrema praesorediosum* และ *Parmotrema tinctorum* สูงกว่ากลุ่ม 2 โดยเฉพาะบ้านท่าสี และไม่พบไลเคนชนิดนี้ในกลุ่ม 1 ซึ่งจากการศึกษาของ Saipunkaew *et al.* (2005) พบว่าไลเคนในวงศ์ Parmeliaceae มีความสัมพันธ์กับระดับความสูงจากน้ำทะเล โดยพบมากในพื้นที่สูงซึ่งมีปริมาณน้ำฝนและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูงกว่าพื้นที่ราบ โดยพบไลเคนชนิด *Parmotrema tinctorum* บนต้นไม้ที่ระดับความสูง 1 – 1.5 เมตร

เหนือพื้นดิน ในพื้นป่าที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลมากกว่า 420 เมตร และไม่พบในพื้นที่ราบอื่นที่ทำการสำรวจ แสดงให้เห็นว่าไลเคนชนิดนี้อาจถูกจำกัดด้วยมลพิษอากาศ หรือการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมของถิ่นอาศัยเดิม และจากการศึกษาของ Saipunkaew *et al.* (2007) พบไลเคนในสกุล *Parmotrema* ยกเว้น *P. praesorediosum* ในพื้นที่ราบที่มีปริมาณน้ำฝนสูง แสดงให้เห็นว่า ความชื้นเป็นปัจจัยที่สำคัญในการเจริญเติบโตของไลเคนกลุ่มนี้ ซึ่งข้อมูลการจัดกลุ่มพื้นที่ศึกษาในครั้งนี้ พบว่าพื้นที่กลุ่ม 3 ซึ่งส่วนใหญ่เป็นหมู่บ้านที่อยู่ใกล้ภูเขา อาจมีความชื้นสูงกว่าพื้นที่กลุ่ม 2 ซึ่งส่วนใหญ่เป็นหมู่บ้านในพื้นที่ราบที่ถูกรบกวนมากกว่า โดยเฉพาะบ้านท่าสีซึ่งพบไลเคนในสกุล *Parmotrema* นี้ มากกว่าพื้นที่อื่นๆ เป็นบริเวณที่อยู่ติดกับภูเขาและพื้นที่ป่า ซึ่งอาจมีการกระจายตัวของไลเคนชนิดนี้จากภูเขาลงมายังบริเวณดังกล่าว

จากการศึกษาค่าดัชนีความหลากหลายของแชนนอนวีเนอร์ (Shannon – Wiener's Diversity Index: H′) ค่าความสม่ำเสมอ (Evenness: E) และความหลากชนิดของไลเคน (species richness) ในหมู่บ้านบริเวณรอบโรงไฟฟ้าแม่เมาะ พบว่าบ้านกอรวกซึ่งตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของโรงไฟฟ้า มีค่าดัชนีความหลากหลายของไลเคนและจำนวนชนิดของไลเคนมากที่สุด รองลงมาคือ บ้านสบป้าด บ้านแม่ทะ บ้านดง บ้านท่าสี ส่วนบ้านสบจางซึ่งตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของโรงไฟฟ้าเช่นกันกับบ้านกอรวก แต่มีค่าดัชนีความหลากหลายของไลเคนและมีจำนวนชนิดของไลเคนน้อยที่สุด (ตาราง 4.4) ปัจจัยที่มีผลต่อความหลากหลายของไลเคนมีหลายประการร่วมกัน ซึ่งระยะห่างจากแหล่งกำเนิดมลพิษ และทิศทางลมก็เป็นปัจจัยสำคัญ เนื่องจากเมื่อระยะห่างจากโรงไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น ความเข้มข้นของมลพิษก็จะลดลงตามลำดับ (Riga-Karandios and Karandios, 1998) นอกจากนี้ลมยังสามารถพัดพาสารมลพิษในอากาศไปสู่ไลเคนที่อยู่ในพื้นที่ศึกษาบริเวณรอบๆได้ (Garty *et al.*, 2003) ทำให้พื้นที่ศึกษาที่มีระยะห่างและแต่ละทิศทางได้รับผลกระทบจากมลพิษแตกต่างกันไป เมื่อทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความหลากหลายของไลเคนและจำนวนชนิดของไลเคนกับระยะห่างจากโรงไฟฟ้า พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ภาคผนวก ค) อย่างไรก็ตาม เมื่อทัลลัสของไลเคนเปียกน้ำหรืออยู่ในสภาพที่มีความชื้น ไลเคนจะมีอัตราเมตาบอลิซึมและกระบวนการต่าง ๆ ภายในเซลล์เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ไม่ทนทานต่อมลพิษอากาศ (VDI, 1995) ในฤดูฝนประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2552) ดังนั้นพื้นที่ศึกษาที่อยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของโรงไฟฟ้าน่าจะเป็นทิศที่ไลเคนได้รับผลกระทบมากที่สุด หากลมได้พัดพาเอาสารมลพิษจากโรงไฟฟ้าไปด้วย บ้านสบจางที่ตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของโรงไฟฟ้า ถึงแม้จะอยู่ในระยะทางที่ไกลออกมา แต่ก็อาจได้รับผลกระทบดังกล่าว นอกจากนี้จากสภาพที่ตั้งของบ้านสบจางซึ่งอยู่ใกล้กับอ่างเก็บน้ำแม่จาง ซึ่งเป็นแหล่งน้ำ

ขนาดใหญ่ ไลเคนบริเวณดังกล่าวอาจได้รับความชื้นที่พัดพามาจากแหล่งน้ำในช่วงฤดูมรสุมเช่นกัน จึงทำให้ไลเคนไม่ทนทาน จึงพบดัชนีความหลากหลายของไลเคนและจำนวนชนิดของไลเคนน้อยที่สุด แต่เมื่อตรวจสอบชนิดของไลเคนที่พบในบ้านสบจาง พบ *Dirinaria picta* เป็นชนิดเด่น และพบ *Lecanographa* sp. มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่อื่นๆ นอกจากนี้พบไลเคนที่บ่งชี้ถึงสภาพแวดล้อมที่ชื้นเช่น *Porina* (Wolseley and Aquirre-Hudson, 1997) ซึ่งอาจบ่งบอกถึงสภาพของพื้นที่ในอดีตว่าอาจมีกลุ่มสังคมไลเคนที่หลากหลายมาก่อน ส่วนบ้านกอรวกซึ่งตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของโรงไฟฟ้าเช่นกัน กลับพบดัชนีความหลากหลายของไลเคนและจำนวนชนิดของไลเคนมากที่สุด อาจเนื่องจากบ้านกอรวกตั้งอยู่ห่างจากโรงไฟฟ้าออกมา ทำให้โอกาสในการได้รับผลกระทบน้อยกว่า ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของแสงรวี (2551) ที่ได้ศึกษาความหลากหลายของไลเคนบริเวณรอบโรงไฟฟ้าแม่เมาะ พบว่าดัชนีความหลากหลายของไลเคนมีค่าต่ำสุดในพื้นที่หมู่บ้านสบเมาะ ซึ่งตั้งอยู่ใกล้โรงไฟฟ้ามากที่สุด และดัชนีความหลากหลายของไลเคนมีค่าสูงสุดในพื้นที่หมู่บ้านดงซึ่งตั้งอยู่ทางเหนือและมีระยะห่างจากโรงไฟฟ้าออกไป นอกจากนี้ Pomphueak (2005) ยังพบว่าความหลากหลายของไลเคนมีค่าต่ำสุดในเขตตัวเมืองลำปางที่มีมลพิษจากการจราจรสูง ในขณะที่ค่าความหลากหลายของไลเคนสูงสุดในหมู่บ้านขนาดเล็กในเขตชนบทซึ่งเป็นพื้นที่เกษตรกรรมที่อยู่ห่างจากตัวเมืองออกมา นอกจากนี้ Saipunkaew *et al.* (2005) พบความหลากหลายของไลเคนสูงสุดในพื้นที่ป่า และความหลากหลายของไลเคนต่ำสุดในพื้นที่เมืองและพื้นที่เกษตรกรรมของเมืองเชียงใหม่และรอบเมืองเชียงใหม่ Saipunkaew *et al.* (2007) พบว่าในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย พบความหลากหลายของไลเคนต่ำสุดในตัวเมือง ซึ่งเป็นบริเวณที่มีประชากรมากที่สุด

จากผลการศึกษาค่า pH เปลือกไม้ของต้นมะม่วงที่วัดได้ในพื้นที่ศึกษา มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.67 – 5.23 สำหรับการเปลี่ยนแปลงค่า pH เปลือกไม้ มีสาเหตุมาจากก๊าซซัลเฟอร์-ไดออกไซด์และมลพิษอื่นๆ ของอุตสาหกรรม ส่งผลให้ pH เปลือกไม้มีค่าต่ำ ส่วนค่า pH เปลือกไม้สูง เนื่องจากมีการสะสมไนโตรเจนจากแอมโมเนีย (van Herk, 2001; Frati *et al.*, 2008) ทั้งก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และแอมโมเนีย มีผลต่อค่า pH ของเปลือกไม้ โดยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จะมีผลต่อความเป็นกรด – ด่างของเปลือกไม้มากกว่าแอมโมเนีย (van Dobben and ter Braak, 1998) อย่างไรก็ตามจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่า pH เปลือกไม้ที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ ไม่มีความสัมพันธ์กับดัชนีความหลากหลายของไลเคนที่พบ และไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในพื้นที่ศึกษา จากการศึกษาของ Subsri and Saipunkaew (2002) ซึ่งทำการศึกษา pH เปลือกไม้ของต้นมะม่วงในพื้นที่เขตเมืองและพื้นที่รอบเมืองเชียงใหม่ พบว่า pH เปลือกไม้มีค่าเท่ากับ 5.0 – 5.3 โดยพื้นที่เขตเมืองมีค่า pH ของต้นมะม่วงต่ำกว่าพื้นที่รอบเมือง และ

ได้เสนอว่าค่า pH เปลือกมะม่วงเกี่ยวข้องกับความหนาแน่นของการจราจร โดยค่า pH จะเพิ่มขึ้นเมื่อระยะห่างจากถนนเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่การศึกษาของ Pomphueak (2005) ที่ได้ศึกษาค่า pH เปลือกไม้ของต้นมะม่วงในเขตอำเภอเมืองลำปาง พบว่าค่า pH เปลือกไม้มีค่าเท่ากับ 5.22 - 5.74 โดยค่า pH ต่ำสุดพบในเขตที่มีมลพิษน้อยสุด และค่า pH สูงสุดพบในเขตที่มีมลพิษมากสุด และได้พบว่า pH เปลือกไม้ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในพื้นที่ศึกษา เนื่องจากปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ตรวจวัดได้มีค่าต่ำ

จากการศึกษาทิศทางบนต้นมะม่วงที่พบไลเคนมากที่สุด ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า ทิศเหนือของต้นมะม่วงที่ทำการศึกษาเป็นด้านที่มีไลเคนเจริญอยู่มากที่สุด อันดับต่อมาคือ ทิศตะวันตก - เฉียงเหนือ ส่วนในทิศใต้ ทิศตะวันออกเฉียงใต้ และทิศตะวันตกเฉียงใต้พบน้อย (ภาพ 4.6) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Saipunkaew *et al.* (2007) ที่พบไลเคนมากบนลำต้นไม้ทางทิศตะวันออกและทิศเหนือ แต่พบน้อยในทิศตะวันตกและทิศใต้ ซึ่งคาดว่าเนื่องจากในทิศตะวันตกและทิศใต้ ได้รับแสงปริมาณมากในช่วงบ่าย อาจเป็นสาเหตุทำให้ความชื้นบนวัตถุที่ไลเคนเกาะอยู่ต่ำ ในขณะที่การศึกษาของปาลี (2545) พบไลเคนเจริญอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของต้นไม้มากที่สุด จากการศึกษาครั้งนี้เมื่อแยกพิจารณาทิศทางบนต้นมะม่วงที่พบไลเคนในแต่ละพื้นที่รอบโรงไฟฟ้าแม่เมาะ พบว่าแนวโน้มการเจริญของไลเคนบนต้นมะม่วงมีมากในทิศทางที่หลีกหนีจากทิศที่หันเข้าสู่โรงไฟฟ้าแม่เมาะ (ภาพ 4.7) เช่น บ้านสบเมาะ ซึ่งตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของโรงไฟฟ้า และห่างจากโรงไฟฟ้าเพียง 5 กิโลเมตร พบไลเคนเจริญอยู่ในทิศตะวันตกของต้นมะม่วงมากที่สุด ส่วนทิศตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งเป็นด้านที่หันเข้าสู่โรงไฟฟ้านั้น จากการสำรวจไม่พบไลเคนเจริญอยู่เลย ในทำนองเดียวกันบ้านสบจาง ซึ่งเป็นหมู่บ้านที่ตั้งอยู่ทางทิศตะวันออก-เฉียงเหนือของโรงไฟฟ้า ถึงแม้ว่าจะมีระยะห่างจากโรงไฟฟ้ามากถึง 12 กิโลเมตรก็ตาม ก็ยังพบว่าทิศทางบนต้นมะม่วงที่พบไลเคนมากที่สุด คือทิศเหนือ ส่วนทิศตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งเป็นด้านที่หันเข้าสู่โรงไฟฟ้า จากการสำรวจก็ไม่พบไลเคนเจริญอยู่เช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของแสงรวี (2551) ที่พบไลเคนเจริญบนต้นไม้ในทิศที่หลีกหนีจากทิศที่หันเข้าสู่โรงไฟฟ้า

จากการตรวจวัดปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ในแต่ละพื้นที่ศึกษา พบว่าในฤดูแล้งค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์สูงสุดที่บ้านแม่จาง และค่าต่ำสุดที่บ้านสบป้าด (ตาราง 4.6) ที่เป็นเช่นนั้นอาจเนื่องมาจากระยะห่างจากแหล่งกำเนิดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และทิศทางลม โดยในช่วงปลายเดือนกุมภาพันธ์ที่ได้ทำการเก็บตัวอย่างอากาศของฤดูแล้ง พบว่ามีลมตะวันตกเฉียงเหนือ ลมตะวันตกและลมตะวันตกเฉียงใต้ พัดผ่านพื้นที่จังหวัดลำปาง (ภาพ 3.6 ก–ฉ: ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ, 2552) ทำให้บ้านแม่จางที่ตั้งอยู่ใกล้โรงไฟฟ้ามากที่สุดเพียง 4 กิโลเมตร อยู่ใต้ลม จึงพบค่าสูงสุด ในขณะที่บ้านสบป้าดแม้ว่าจะอยู่ใกล้โรงไฟฟ้าเพียง 5 กิโลเมตร

แต่ตั้งอยู่ทางทิศใต้ของโรงไฟฟ้า จึงทำให้บ้านสบป้าดไม่อยู่ในแนวที่ลมพัดผ่าน จึงมีค่าต่ำสุด และจากการตรวจวัดปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ของฤดูฝน พบว่าค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในแต่ละพื้นที่ศึกษา มีค่าต่ำมากและใกล้เคียงกัน ซึ่งค่าสูงสุดพบที่บ้านปางป๋วย และค่าต่ำสุดพบที่บ้านป่าไม้ ที่เป็นเช่นนั้นอาจเนื่องมาจากทิศทางลม โดยในช่วงกลางเดือนกรกฎาคม ที่ได้ทำการเก็บตัวอย่างอากาศของฤดูฝน พบว่ามีลมตะวันตกเฉียงเหนือ ลมตะวันตก และลมตะวันตกเฉียงใต้ พัดผ่านพื้นที่จังหวัดลำปาง (ภาพ 3.6 ก–ฉ: ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ, 2552) บ้านป่าไม้ซึ่งตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของโรงไฟฟ้าจึงเป็นพื้นที่เหนือลมของฤดูฝน ในขณะที่บ้านปางป๋วยซึ่งตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกของโรงไฟฟ้า อาจได้รับมลพิษจากลมที่พัดพาไป สำหรับความเข้มข้นเฉลี่ยของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ตรวจวัดได้จากการศึกษาครั้งนี้ ทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝน มีค่าอยู่ในช่วง 0.51 - 8.65 ppbv ซึ่งมีค่าต่ำมาก จากการศึกษาของ Pomphueak (2005) ที่ทำการตรวจวัดปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเขตอำเภอเมืองจังหวัดลำปาง โดยใช้หลอดโพลีเอทธีลีน ใช้ 20 % TEA เป็นสารดูดซับ และตรวจวัดเป็นเวลา 14 วัน พบปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เท่ากับ 7.88 – 52.57 $\mu g/m^3$ (3 – 20 ppbv) ในขณะที่ Kasper-Giebl and Puxbaum (1999) ทำการตรวจวัดปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเขตเมือง Vienna (Austria) โดยใช้หลอดโพลีเอทธีลีน ใช้ 20 % TEA เป็นสารดูดซับและตรวจวัดเป็นเวลา 7 – 49 วัน พบปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เท่ากับ 8 – 14 $\mu g/m^3$ (3 – 5 ppbv) ถึงแม้ว่าการตรวจวัดปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากการศึกษานี้ เป็นการตรวจวัดด้วยเทคนิคการเก็บตัวอย่างแบบแพสซีฟ ซึ่งทำการตรวจวัดเป็นเวลา 7 วัน แต่ค่าที่ตรวจได้ ก็มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กรมควบคุมมลพิษกำหนด คือค่ามาตรฐานก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นในเวลา 24 ชั่วโมง ไม่เกิน 120 ppb (กรมควบคุมมลพิษ, 2552)

สำหรับค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ตรวจวัดได้ในฤดูแล้งมีค่าสูงกว่าในฤดูฝน (ภาพ 4.9) จากข้อมูลรายงานคุณภาพอากาศแสดงผลการตรวจวัดก๊าซซัลเฟอร์-ไดออกไซด์เฉลี่ย 24 ชั่วโมง ณ เวลา 09.00 น. ของโรงไฟฟ้าแม่เมาะ พบว่าในช่วง 21 – 28 กุมภาพันธ์ 2552 ที่ทำการเก็บตัวอย่างอากาศของฤดูแล้ง มีค่าเท่ากับ 0 – 9 $\mu g/m^3$ (0 – 3 ppbv) และในช่วง 5 – 12 กรกฎาคม 2552 ที่ทำการเก็บตัวอย่างอากาศของฤดูฝน มีค่าเท่ากับ 0 – 3 $\mu g/m^3$ (0 – 1 ppbv) (หน่วยงานสารสนเทศโรงไฟฟ้าแม่เมาะ, 2552) ในขณะที่ข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษที่สถานีสบป้าด อ. แม่เมาะ ในช่วง 21 – 28 กุมภาพันธ์ 2552 ที่ทำการเก็บตัวอย่างอากาศของฤดูแล้ง พบก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ มีค่าเท่ากับ 0 – 0.9 ppb และในช่วง 5 – 12 กรกฎาคม 2552 ที่ทำการเก็บตัวอย่างอากาศของฤดูฝน มีค่าเท่ากับ 0 – 3.1 ppb (กรมควบคุมมลพิษ, 2552) จากข้อมูลการตรวจวัดในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าฤดูแล้งมีปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์สูงกว่าฤดูฝน

ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Siniarovina and Engardt (Saipunkaew *et al.*, 2007) พบว่าปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในจังหวัดลำปางในช่วงเดือนธันวาคมซึ่งเป็นฤดูหนาว (ฤดูแล้ง) มีก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์สูงกว่าเดือนกรกฎาคมซึ่งเป็นฤดูฝน เนื่องจากในช่วงฤดูฝนมีการชะล้างสารมลพิษต่างๆ ในบรรยากาศออกไป

จากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของก๊าซซัลเฟอร์-ไดออกไซด์กับค่าดัชนีความหลากหลายของไลเคนในแต่ละพื้นที่ศึกษา พบว่าค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝนไม่มีความสัมพันธ์กับดัชนีความหลากหลายของไลเคนในแต่ละพื้นที่ศึกษาอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ดังภาพ 4.10 และภาพ 4.11 ตามลำดับ ถึงแม้ว่าค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และค่าดัชนีความหลากหลายของไลเคนจะไม่มีความสัมพันธ์กัน แต่ก็พอเห็นแนวโน้มว่า ถ้าหากความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในพื้นที่เพิ่มขึ้น ค่าดัชนีความหลากหลายของไลเคนในพื้นที่มีแนวโน้มที่จะลดลง การศึกษาของ van Dobben *et al.* (2001), Giordani *et al.* (2002), Loppi *et al.* (2002) และ Loppi *et al.* (2004) พบว่าก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความหลากหลายของไลเคน โดยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และไนโตรเจน-ไดออกไซด์ส่งผลลบต่อความหลากหลายของไลเคน ซึ่งชนิดและดัชนีความหลากหลายของไลเคนเพิ่มขึ้น เมื่อปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศลดลง และจากการศึกษาของ Giordani (2007) พบว่าความหลากหลายของไลเคนมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝน และอุณหภูมิเฉลี่ยต่อปี ส่วนก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เป็นก๊าซหลักที่มีอิทธิพลต่อความหลากหลายของไลเคนในเขตตัวเมือง สำหรับพื้นที่ป่า การเก็บเกี่ยวของป่า (harvesting) และไฟป่ามีผลต่อความหลากหลายของไลเคน อย่างไรก็ตามจากการศึกษาของ Pomphueak (2005) ที่ใช้ไลเคนประเมินคุณภาพอากาศในเขตตัวเมืองและรอบเมืองจังหวัดลำปาง พบว่าค่าความหลากหลายของไลเคนและความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้เนื่องจากค่าความเข้มข้นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ตรวจวัดได้มีค่าต่ำเพราะไม่มีแหล่งที่เป็นแหล่งมลพิษหลักที่ปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ แต่ค่าความหลากหลายของไลเคนและความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากมีแหล่งมลพิษหลักที่ปล่อยออกมาอยู่ในเมือง ดังนั้นก๊าซที่มีผลต่อค่าความหลากหลายของไลเคนมากกว่าในพื้นที่ที่ทำการศึกษาที่ตัวเมืองลำปาง คือก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่าไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์กับดัชนีความหลากหลายของไลเคนในพื้นที่ศึกษา ซึ่งสาเหตุยังไม่ชัดเจนทั้งนี้มีหลายปัจจัยที่อาจเกี่ยวข้อง เช่น ปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ตรวจวัดได้ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา ไม่มีความแตกต่างกันมากนักในแต่ละพื้นที่ศึกษาและมี

ปริมาณต่ำ แม้จะมีแหล่งหลักที่ปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ก็ตาม หรือช่วงเวลาในการตรวจวัดสั้นเพียง 7 วัน ตรวจวัดเพียง 1 ครั้ง/ฤดูกาล หรือการตรวจวัดเพียงจุดเดียวในแต่ละพื้นที่ศึกษา ซึ่งอาจไม่ครอบคลุมช่วงเวลาและพื้นที่ทั้งหมดของพื้นที่ศึกษาในครั้งนี้

การใช้ไลเคนเป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพสำหรับการติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศโดยการศึกษาความหลากหลายของไลเคนและการตรวจวัดปริมาณมลพิษในพื้นที่ สามารถบ่งชี้บริเวณที่ได้รับผลกระทบจากมลพิษทางอากาศได้ สำหรับการศึกษาครั้งนี้ควรมีการเพิ่มความถี่และระยะเวลาของการตรวจวัดปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในพื้นที่ศึกษาให้มากขึ้น และมีจำนวนจุดตรวจวัดในแต่ละพื้นที่ศึกษาหลายจุดมากขึ้น เพื่อจะได้ข้อมูลที่ครอบคลุมทั้งด้านเวลาและพื้นที่ได้มากขึ้น อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์ที่สะสมในไลเคน ก็มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งเพื่อจะนำข้อมูลที่ได้นั้น มาใช้ร่วมกับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในบรรยากาศ รวมทั้งการศึกษาความหลากหลายของไลเคนในพื้นที่ เพื่อได้ข้อสรุปที่ถูกต้องและชัดเจนยิ่งขึ้นต่อไป