

## บทที่ 2

### บททวนเอกสาร

#### 2.1 สาหร่าย

สาหร่ายเป็นสิ่งมีชีวิตที่ทำหน้าที่เป็นผู้ผลิตที่สำคัญในสายใยอาหารของระบบนิเวศโดยเฉพาะในระบบนิเวศน้ำจืดและน้ำเค็ม โดยสามารถสร้างอาหารเองได้เนื่องจากมีคลอโรฟิลล์เช่นเดียวกับพืช แต่ยังไม่มีการลำต้นและใบที่แท้จริง สาหร่ายเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความหลากหลายสูงและจากการใช้ขนาดของสาหร่ายเป็นเกณฑ์ในการแบ่งสามารถแบ่งสาหร่ายออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ กลุ่มสาหร่ายขนาดใหญ่ (macroalgae) เป็นสาหร่ายที่มีหลายเซลล์ อาจมีลักษณะเป็นเส้นสาย (filament) โคลโลนี (colony) หรือทัลลัส (thallus) มีขนาดใหญ่ สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ส่วนสาหร่ายอีกกลุ่มคือ กลุ่มสาหร่ายขนาดเล็ก (microalgae) ที่จำเป็นจะต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ในการศึกษา (กาญจนภรณ์ และคณะ, 2549)

สาหร่ายที่เจริญในแหล่งน้ำ (aquatic Algae) แบ่งออกเป็นสาหร่ายที่เจริญในแหล่งน้ำนิ่ง (standing water) เช่น ทะเลสาบ หนอง บึง และสาหร่ายที่เจริญในแหล่งน้ำไหล (running water) เช่น แม่น้ำ ลำคลอง น้ำตก โดยสาหร่ายที่พบในแหล่งน้ำไหลจะมีการปรับตัวให้มีโครงสร้างของทัลลัสให้สามารถยึดเกาะบนวัตถุใต้น้ำได้ดี โดยโครงสร้างดังกล่าวเรียกว่า Holdfast ช่วยป้องกันไม่ให้เกิดการหลุดลอยไปกับกระแสน้ำ (ยูวดี และคณะ, 2547) สาหร่ายเหล่านี้จัดอยู่ในกลุ่มของสาหร่ายที่มีการยึดเกาะ (attached algae) อาจยึดเกาะกับพืชในน้ำ (epiphytic algae) หรือยึดเกาะกับดิน หรือก้อนหินใต้น้ำ (epipellic algae) (ศิริเพ็ญ, 2555)

#### 2.1.1 สาหร่ายน้ำจืดขนาดใหญ่ที่กินได้ในประเทศไทยและการกระจายตัว

แหล่งน้ำธรรมชาติในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยพบการกระจายตัวของสาหร่ายขนาดใหญ่ที่กินได้ทั้งในแหล่งน้ำนิ่งและแหล่งน้ำไหล สาหร่ายน้ำจืดขนาดใหญ่ที่นำกินเป็นอาหารและใช้ประโยชน์มีทั้งหมด 3 ชนิด ได้แก่ สาหร่ายไถ สาหร่ายเตา และสาหร่ายลอน โดยสาหร่ายไถพบการกระจายตัวเป็นจำนวนมากในแม่น้ำโขงบริเวณอำเภอเชียงของ อำเภอเชียงแสน อำเภอเวียงแก่น จังหวัดเชียงราย (ศิริวรรณ และประเสริฐ, 2544; สรจักร และยูวดี, 2552) ในแม่น้ำน่านบริเวณอำเภอเชียงกลาง อำเภอบัว อำเภอท่าวังผาและอำเภอมืองน่าน จังหวัดน่าน (ยูวดี และคณะ, 2547) และในลำน้ำสาขาของแม่น้ำน่านอีกสองลำน้ำ คือ ห้วยน้ำยาว บริเวณอำเภอท่าวังผา และลำน้ำยาว อำเภอบัว จังหวัดน่าน (สุรเชษฐ์, 2553) นอกจากนี้ยังมีการสำรวจพบสาหร่ายไถกระจายตัวอยู่ในแหล่งน้ำอื่นๆอีก ได้แก่ แม่น้ำแม่สา จังหวัดเชียงใหม่ บริเวณ

น้ำตกแจ้ซ้อนและแม่น้ำวัง จังหวัดลำปาง หมู่บ้านจีน จังหวัดแม่ฮ่องสอน และแหล่งน้ำอื่นๆใน จังหวัดอุบลราชธานี (Thiamdao *et al.*, 2012a) ส่วนสาหร่ายลอนพบการกระจายตัวในแม่น้ำน่าน จังหวัดน่าน ประปนอยู่กับสาหร่ายไค ส่วนสาหร่ายเตาในธรรมชาติพบการกระจายตัวทั้งในระบบ นิเวศน้ำนิ่งและน้ำไหลตามแหล่งน้ำทั่วไปในแถบภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ ไทย (ยูวดี และคณะ, 2547) โดยปัจจัยสิ่งแวดล้อมหลักที่ส่งผลต่อการกระจายตัวของสาหร่ายขนาด ใหญ่ในแม่น้ำได้แก่ กระแสน้ำ ชนิดของวัตถุยึดเกาะ อุณหภูมิ และแสง นอกจากนี้ยังมีปัจจัยด้าน สารอาหาร การถูกรบกวนและการถูกกินโดยสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่สามารถทำให้การกระจายตัวมี การเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น (Biggs, 1996)

สาหร่ายไค เป็นชื่อเรียกท้องถิ่นของสาหร่ายสีเขียวขนาดใหญ่ที่นำมาบริโภคเป็นอาหารและ แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆเพื่อนำมาขายในชุมชนในแถบลุ่มแม่น้ำโขง อำเภอเชียงของ จังหวัด เชียงรายและลุ่มแม่น้ำน่านตอนบน จังหวัดน่าน ในการศึกษาของดาวประกาย (2553) เกี่ยวกับการนำ สาหร่ายไคมาใช้ประโยชน์โดยกลุ่มสตรีสหกรณ์บ้านหนองบัว อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน ซึ่งถือ เป็นกลุ่มผู้แปรรูปผลิตภัณฑ์สาหร่ายไคและมีการจำหน่ายผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายไคซึ่งผลกำไรที่ได้ถือ เป็นการสร้างรายได้เสริมให้กับสมาชิกภายในชุมชนได้อีกทางหนึ่ง จากการศึกษาวิเคราะห์คุณค่าทาง โภชนาการของสาหร่ายไคที่พบในแหล่งน้ำธรรมชาติพบว่า สาหร่ายไคมีคุณค่าทางอาหารสูง ทั้ง ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน วิตามิน และเกลือแร่หลายชนิด (ยูวดี และคณะ, 2547) และ จากการศึกษาประสิทธิภาพการผลิตแคโรทีนอยด์และคุณค่าทางโภชนาการของสาหร่ายไคของ ทวีศักดิ์ และศิริเพ็ญ (2553) โดยการเพาะเลี้ยงแบบหมวมวลในบ่อซีเมนต์ระบบน้ำวนโดยใช้น้ำทิ้งจาก โรงอาหารที่มีการเติมฟอสเฟตพบว่า การเพิ่มฟอสเฟตมีผลต่อการเพิ่มการผลิตแคโรทีนอยด์ใน สาหร่ายไคโดยมีปริมาณแคโรทีนอยด์สูงกว่าสาหร่ายไคในธรรมชาติ

สาหร่ายไคในธรรมชาติจัดอยู่ในกลุ่มสาหร่ายสีเขียว (Division Chlorophyta) ประกอบด้วย สาหร่าย 2 สกุล ได้แก่ สกุล *Cladophora* และ *Microspora*

สาหร่ายสกุล *Cladophora* พบทั้งในแหล่งน้ำจืด น้ำกร่อยและน้ำเค็มซึ่งสิ่งมีชีวิตอื่นใช้เป็น แหล่งที่อยู่อาศัยและที่หลบภัยด้วยลักษณะการเจริญขึ้นปกคลุมตะกอนพื้นท้องน้ำรวมถึงเป็นแหล่ง อาหารที่สำคัญ โดยเฉพาะในกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่เนื่องจากเป็นแหล่งเจริญของ ไดอะตอมที่ยึดเกาะบนเส้นสาหร่ายและมีการสะสมของเศษซากตะกอนต่างๆที่เป็นอาหารของสัตว์น้ำ (Preston and Moore, 1989; Benenati *et al.*, 1998; Zulkifly *et al.*, 2013) ลักษณะเซลล์สาหร่าย *Cladophora* ประกอบด้วยหลายนิวเคลียสในหนึ่งเซลล์ (multinucleate) มีรูปร่างเป็นทรงกระบอกยาว เรียงต่อกันเป็นเส้นสาย (filamentous) อาจมีการแตกแขนงหรือไม่ก็มีได้ (branched or unbranched filaments) การแตกแขนงที่พบส่วนใหญ่เป็นแบบแตกแขนงที่ละ 1 คู่ (dichotomous branching)

ภายในเซลล์มีไพลีนอยด์ คลอโรพลาสต์สานเป็นร่างแห (reticulate chloroplast) ซึ่งมีผนังหุ้ม (Parietal) เมื่อเซลล์อายุมากคลอโรพลาสต์จะสานเป็นร่างแหอยู่ตามด้านข้างของเซลล์ มีลักษณะ ทัลลัส 2 แบบ คือ แบบที่ 1 เป็นฐานยึดติดกับพื้นผิวของวัตถุที่ยึดเกาะเรียกว่า Rhizoidal Cell (Johnson *et al.*, 1996) โครงสร้างที่ใช้ยึดเกาะเรียกว่า Holdfast และแบบที่ 2 เป็นทัลลัสที่มีลักษณะ คล้ายลำต้นเรียกว่า Caudal Cell จะเจริญเป็นเส้นสายแตกแขนงออกไป มีการสืบพันธุ์ทั้งแบบอาศัย เพศและแบบไม่อาศัยเพศ วงจรชีวิตเป็นแบบสลับ (diplohaplontic) (Dodd and Gudder, 1992) สาหร่ายไก่อที่พบในแม่น้ำน่านทั้งสาหร่าย *Cladophora* และ *Microspora* มีการเจริญปะปนกันและ เจริญขึ้นปกคลุมพื้นที่ท้องน้ำซึ่งอาจมีการเจริญได้ยาวถึง 10 m (สุรเชษฐ์, 2553)

สาหร่ายสกุล *Microspora* ลักษณะเซลล์เป็นแบบมีหลายนิวเคลียสในหนึ่งเซลล์ รูปร่างของ เซลล์มีทั้งเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าและสี่เหลี่ยมจัตุรัส เซลล์เรียงตัวกันเป็นเส้นสายไม่มีการแตก แขนง ภายในเซลล์มีคลอโรพลาสต์สานเป็นร่างแห ไม่มีไพลีนอยด์ ผนังเซลล์ที่กั้นระหว่างแต่ละ เซลล์มีลักษณะเป็นแบบ H-shaped เกิดจากกระบวนการแบ่งเซลล์ที่อยู่ติดกัน การสืบพันธุ์มีทั้งแบบอาศัยเพศและแบบไม่อาศัยเพศ ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมจะมีการ สร้างอะคินีทีขึ้น (ยูวดี และคณะ, 2547) จากลักษณะที่เป็นเส้นสายของสาหร่าย *Cladophora* และ *Microspora* ซึ่งถือเป็นรูปแบบที่มีการปรับตัว (Adaptive form) ของสาหร่ายที่พบในแหล่งน้ำไหลและ มีการเจริญของความยาวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วซึ่งช่วยเพิ่มพื้นที่ในการสัมผัสกับน้ำพร้อมกับเพิ่มปริมาณ น้ำที่ไหลผ่านมากขึ้นดังนั้นจึงพบสาหร่ายเหล่านี้มีการเจริญขึ้นปกคลุมพื้นที่ท้องน้ำเป็นจำนวนมากใน แหล่งน้ำต่างๆของโลก (Cambral and Aboal, 1992)

สาหร่ายไก่อที่พบในแม่น้ำน่านและแม่น้ำโขงมีการกระจายตัวเป็นจำนวนมากในช่วงฤดูหนาว จนถึงต้นฤดูร้อน โดยในแม่น้ำน่าน บริเวณจังหวัดน่านพบเป็นจำนวนมากในช่วงเดือนตุลาคมถึง เดือนมีนาคมของอีกปี เป็นระยะเวลาประมาณ 4 ถึง 5 เดือน ส่วนแม่น้ำโขง บริเวณอำเภอเชียงแสน เวียงแก่นและเชียงของ จังหวัดเชียงรายจะพบในช่วงเวลาไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับสภาพสิ่งแวดล้อมในแต่ละ ปี และสามารถพบได้ในช่วงประมาณ 3 ถึง 4 เดือน (ยูวดี และคณะ, 2547; ศิริเพ็ญ, 2555)

การศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบการกระจายตัวของสาหร่ายไก่อในลุ่มน้ำน่านตอนบนของจังหวัด น่าน (สุรเชษฐ์, 2553) สาหร่ายสกุล *Cladophora* และ *Microspora* มีรูปแบบการกระจายตัวที่แตกต่าง กัน โดยที่สาหร่าย *Cladophora* มีการกระจายตัวอยู่ในบริเวณที่มีความลึกน้อยกว่า 0.5 m และอยู่ใน บริเวณที่น้ำไหลค่อนข้างเร็ว ปริมาณหนาแน่นบริเวณริมฝั่งของลำน้ำที่มีความลึกของลำน้ำไม่มากนัก และค่อยๆลดปริมาณลงบริเวณกลางลำน้ำ โดยมีตะกอนพื้นท้องน้ำเป็นหินและกรวด ส่วนสาหร่าย *Microspora* มีการกระจายตัวอยู่บริเวณที่ลึกกว่าบริเวณที่พบสาหร่าย *Cladophora* และมีกระแสน้ำไม่ เร็วมากนัก โดยมีการกระจายตัวอยู่ทั่วลำน้ำ แต่จะพบมากบริเวณกลางลำน้ำ และค่อยๆลดปริมาณลง

บริเวณริมฝั่ง ตะกอนพื้นท้องน้ำเป็นทั้งหิน กรวด และทราย จากสภาพแวดล้อมดังกล่าวทำให้ สาหร่ายทั้งสองสกุลมีการเจริญอยู่แยกกันค่อนข้างชัดเจน โดยปัจจัยที่มีผลต่อการกระจายตัวที่ แตกต่างกันของสาหร่ายทั้งสองสกุลคือ ความลึกและความเร็วกระแสน้ำ

สาหร่ายไถในแม่น้ำน่านในอำเภอเชียงกลาง อำเภอปัว อำเภอท่าวังผาและอำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน พบในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิ น้ำ 20.0-27.0 °C ค่า pH 7.00-8.00 เจริญอยู่ในบริเวณที่ น้ำใสและมีสารอาหารอยู่ในระดับน้อยถึงปานกลาง (ยุวดี และคณะ, 2547) ส่วนสาหร่ายไถที่พบใน ลำน้ำสาขาของแม่น้ำน่านอีกสองลำน้ำ คือ ห้วยน้ำยาวบริเวณอำเภอท่าวังผาและลำน้ำยาวในอำเภอปัว เจริญในบริเวณที่มีอุณหภูมิ น้ำ 19.8-27.1 °C ค่า pH 7.00-8.58 ค่าความเป็นด่างของน้ำ 62-171 mgL<sup>-1</sup> ปริมาณแอมโมเนีย 0.39-75.53 µg<sup>-1</sup> ปริมาณไนเตรท 50.67-887.51 µg<sup>-1</sup> ปริมาณออร์โทฟอสเฟต 50.45-346.99 µg<sup>-1</sup> ความลึกของลำน้ำ 0.23-0.61 m และความเร็วกระแสน้ำ 0.44-1.22 ms<sup>-1</sup> (สุรเชษฐ์, 2553)

สาหร่ายไถในแม่น้ำโขงในอำเภอเชียงของ เชียงแสน เวียงแก่น จังหวัดเชียงรายพบใน สภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิ น้ำ 21.1-28.3 °C ค่า pH 7.53-8.40 ค่าการนำไฟฟ้า 283.0-549.0 µScm<sup>-1</sup> ปริมาณของแข็งทั้งหมด 140.0-275.0 mgL<sup>-1</sup> ความเร็วของกระแสน้ำ 0.22-0.96 ms<sup>-1</sup> ปริมาณออกซิเจน ละลายน้ำ 7.20-9.20 mgL<sup>-1</sup> ปริมาณแอมโมเนีย 0.08-1.05 mgL<sup>-1</sup> ปริมาณไนเตรท 0.20-1.60 mgL<sup>-1</sup> และฟอสฟอรัสละลายน้ำ 0.07-0.67 mgL<sup>-1</sup> (ศรีวรรณ และประเสริฐ, 2544; สรฉัตร และยุวดี, 2552)

สาหร่ายไถที่พบในแม่น้ำโขงบริเวณสามเหลี่ยมทองคำ จังหวัดเชียงราย เป็นสาหร่าย *Aegagropila linnaei* Kützing ส่วนสาหร่ายไถที่พบในแหล่งน้ำอื่นๆของภาคเหนือและภาค ตะวันออกเฉียงเหนือเป็นสาหร่าย *Cladophora glomerata* (L.) Kützing สาหร่ายทั้งสองเจริญในแหล่ง น้ำที่มีสารอาหารน้อยจนถึงปานกลาง (Thiamdao et al., 2012a)

ผลการศึกษาการเจริญเติบโตของสาหร่าย *Cladophora* บนตัวกรองของโรงบำบัดน้ำเสียโดย Catherine (2011) พบว่า สาหร่าย *Cladophora glomerata* สามารถใช้เป็นตัวบ่งบอกถึงการเกิด Eutrophication ในแหล่งน้ำได้ เนื่องจากสาหร่าย *Cladophora* สามารถดูดซึมฟอสฟอรัสและ ไนโตรเจนรวมถึงสารในกลุ่มโลหะหนักเช่น เหล็ก แบริยม เซเลเนียมและแมงกานีสที่มีอยู่ในน้ำเสีย ได้ดังนั้นจึงสามารถนำสาหร่าย *Cladophora* มาใช้เป็นตัวกรองในการบำบัดน้ำเสียได้อีกทางหนึ่ง และอัตราการเจริญของสาหร่าย *Cladophora* ยังมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล (seasonal growth rate changes) อีกด้วย

จากลักษณะของเส้นสาหร่าย *Cladophora* ที่มีเซลล์โลสเป็นองค์ประกอบถึงร้อยละ 15 ของมวลชีวภาพจึงทำให้เส้นสาหร่ายมีความเหนียวมากโดยเฉพาะเส้นสาหร่ายในสภาพที่ผ่านการทำให้ แห้งแล้วจะมีความทนทานต่อแรงดึงมากกว่าสภาพที่เปียก ประกอบกับลักษณะพื้นผิวที่สามารถ

นำไฟฟ้าได้ ดังนั้นจึงมีการศึกษาเพื่อพัฒนาเป็น paper-based batteries ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมซึ่งถือเป็นการนำสาหร่ายขนาดใหญ่ไปใช้เป็นประโยชน์ในอีกทางหนึ่ง ส่วนในภาคอุตสาหกรรมมีการให้ความสนใจเพิ่มมากขึ้นเกี่ยวกับเซลล์โลสในเส้นสาหร่าย *Cladophora* ที่มีพื้นที่ผิวมากกว่าเซลล์โลสทั่วไปที่ได้จากธรรมชาติซึ่งช่วยในการแลกเปลี่ยนไอออนได้ดียิ่งขึ้นจึงคาดว่าในอนาคตเซลล์โลสที่ได้จากสาหร่าย *Cladophora* จะกลายเป็นทรัพยากรทางเลือกหนึ่งที่จะถูกนำมาใช้ในภาคอุตสาหกรรมเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังมีรายงานถึงการนำสาหร่าย *Cladophora* ไปใช้พัฒนาเป็นยาปฏิชีวนะแอมพิซิลินแต่เป็นกลุ่ม ที่เจริญอยู่ในแหล่งน้ำเค็ม (Gordon *et al.*, 1985; Johnson *et al.*, 1996; Mhraryan *et al.*, 2008; Nyström *et al.*, 2009; Zulkifly *et al.*, 2013)

สาหร่ายลอน หรือดอกหิน เป็นสาหร่ายน้ำจืดขนาดใหญ่ที่พบเจริญอยู่ร่วมกับสาหร่ายไถในแม่น้ำลำธาร จัดอยู่ในกลุ่มของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Division Cyanophyta) อยู่ในสกุล *Nostochopsis* มีลักษณะเป็นสาหร่ายยึดเกาะตามหินหรือตามส่วนต่างๆของพืชที่จมอยู่ในน้ำเช่น กิ่งไม้หรือใบไม้ เมื่ออายุมากขึ้นอาจมีการหลุดล่อนลอยอิสระเป็นโคโลนีในน้ำ ผิวของสาหร่ายมีลักษณะเป็นเมือกหุ้ม ทดลัสมีรูปร่างเป็นก้อนเมือกภายในมีเส้นสายพันกระจุกรวมกันเป็นจำนวนมาก (ยุวดีและคณะ, 2547) สาหร่ายในสกุล *Nostochopsis* พบการกระจายตัวตามแหล่งน้ำจืดและน้ำเค็มต่างๆทั่วโลกทั้งในเขตร้อนแถบเส้นศูนย์สูตรของโลกทั้งในหนองน้ำ คลอง แม่น้ำ ทะเลสาบ รวมถึงบริเวณน้ำตก นอกจากนี้ยังมีรายงานการพบในเขตอบอุ่นแต่มีการพบน้อยมากในบางแห่งของทวีปยุโรป (Horatio, 1869; Aziz, 2008) ในประเทศไทยพบการกระจายตัวในช่วงฤดูหนาวและฤดูร้อนตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายนในแม่น้ำลำธารของจังหวัดน่านในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิ 20.0-27.0 °C ค่า pH 7.00-8.00 มีสารอาหารน้อยจนถึงปานกลาง และความเร็วกระแส 2.00-3.00 ms<sup>-1</sup> พบในบริเวณที่มีแสงส่องถึง คุณภาพน้ำอยู่ในระดับปานกลางจนถึงดี ชาวบ้านนิยมนำสาหร่ายชนิดนี้มาปรุงเป็นอาหารพื้นบ้าน และนำไปใช้ในการทำยารักษาโรคกระเพาะอาหารและแก้อ่อนใน (ยุวดีและคณะ, 2547; Thiamdao *et al.*, 2012b) โดยภายในสาหร่ายลอนปริมาณ 100 g มีโปรตีน 20.26-43.52 % ไขมัน 0.00-1.56 % โยอาหาร 2.70-43.00 % มีวิตามินต่างๆ ได้แก่ วิตามินเอ วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 มีแร่ธาตุ เช่น แคลเซียม เหล็ก และยังมีประกอบด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น เมไทโอนีน ไลซีน โพรลีน ซีรีน ไทโรซีน อะลานีน อยู่อย่างครบถ้วน และยังมีกรดไขมันกลุ่มแคโรทีนอยด์ ที่มีคุณสมบัติต่อต้านสารอนุมูลอิสระที่เป็นสาเหตุของการเกิดโรคมะเร็ง รวมไปถึงช่วยป้องกันการเกิดโรคกระเพาะอาหารได้อีกด้วย (เอกพงศ์, 2557; บัณฑิต, 2552)

สาหร่ายเตา หรือเทียน้ำ เป็นสาหร่ายในสกุล *Spirogyra* จัดอยู่ในกลุ่มสาหร่ายสีเขียว (Division Chlorophyta) เป็นสาหร่ายยึดเกาะหรือลอยอิสระ มีลักษณะเป็นเส้นสายคล้ายเส้นผมมีสีเขียวเห็นได้ชัดเจนบริเวณผิวน้ำ ผิวสัมผัสค่อนข้างลื่น เซลล์มีรูปร่างเป็นทรงกระบอก ความยาว

ของเซลล์อาจเท่ากับความกว้างหรือยาวกว่าหลายเท่า ภายในเซลล์มีแวคคิวโอลขนาดใหญ่ มีหลายนิวเคลียสภายในหนึ่งเซลล์ คลอโรพลาสต์มีลักษณะม้วนเป็นเกลียว มีพลาตินอยด์เรียงเป็นแถวตลอดสายและมีผนังเซลล์หนา การสืบพันธุ์มีทั้งแบบอาศัยเพศและแบบไม่อาศัยเพศ สำหรับชนิดนี้นิยมนำมาบริโภคเป็นอาหารพื้นบ้านและแปรรูปเป็นสินค้าหลากหลายชนิดทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยมีรายงานการพบสาหร่ายเตาในแหล่งน้ำจืดของจังหวัดน่าน เชียงราย และชุมชนบ้านนาควา อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ ซึ่งมีการปลูกสาหร่ายเตาแบบนาข้าว และสาหร่ายเตาสามารถเจริญได้ตลอดทั้งปี ส่วนในธรรมชาติมักพบสาหร่ายเตาเจริญในแหล่งน้ำนิ่งบริเวณที่มีน้ำใส อุณหภูมิ น้ำ 15.0-27.0 °C ค่า pH 6.00-7.80 เจริญในแหล่งน้ำที่มีสารอาหารปานกลางจึงทำให้พบในบริเวณที่มีชุมชนอาศัยอยู่หรือมีการทำการเกษตรกรรมซึ่งมีการได้รับสารอาหารจากกิจกรรมของทั้งสองบริเวณ (ยูวดี และคณะ, 2547; สรจักร และยูวดี , 2552)

## 2.2 การกระจายตัวของประชากร (Population distribution)

สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีรูปแบบของการกระจายตัวแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ เนื่องจากปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมต่างๆ ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ การศึกษาขนาดประชากรทำให้ทราบถึงจำนวนประชากรของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้น โดยนิยมศึกษาจำนวนประชากรต่อหน่วยพื้นที่หรือต่อหน่วยปริมาตร ซึ่งมีการวัด 2 แบบ (นิตยา, 2546) คือ

1. การวัดค่าความหนาแน่นต่อหน่วยพื้นที่ทั้งหมด (crude density) เป็นการวัดจำนวนประชากรต่อพื้นที่สำรวจทั้งหมด เป็นค่าที่นิยมนำมาใช้กัน เนื่องจากสามารถคำนวณได้ง่าย

2. การวัดค่าความหนาแน่นต่อหน่วยที่อยู่อาศัย (specific density หรือ ecological density) เป็นการวัดจำนวนประชากรต่อพื้นที่ที่สิ่งมีชีวิตที่ศึกษามีการใช้ประโยชน์อย่างแท้จริง

วิธีการประเมินค่าความหนาแน่นของประชากรมีหลากหลายวิธีการ ซึ่งการนำไปใช้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของสิ่งมีชีวิตที่ทำการศึกษา ในการศึกษาที่นิยมการวางแปลงแบบสุ่ม (sample plots หรือ quadrat sampling method) ซึ่งใช้ได้กับสิ่งมีชีวิตที่อยู่นิ่ง โดยจะใช้กรอบนับจำนวนประชากร (quadrat) ในการหาจำนวนประชากรในหนึ่งหน่วยพื้นที่

การเปลี่ยนแปลงของประชากรในธรรมชาติเป็นผลมาจากการตอบสนองต่อปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงแล้วส่งผลต่ออัตราการเกิด การตาย และการอพยพเข้าหรือออกของสิ่งมีชีวิต โดยการเปลี่ยนแปลงสามารถเกิดขึ้นได้หลายแบบ ได้แก่

1. การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล (seasonal fluctuation) เป็นการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยสภาพแวดล้อมในแต่ละพื้นที่ตามฤดูกาล ทั้งสภาพอากาศ แหล่งอาหาร และปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับพืชและสัตว์ ส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงของพฤติกรรมของสิ่งมีชีวิต

2. การเปลี่ยนแปลงอย่างสุ่ม (Random fluctuation) เป็นการเปลี่ยนแปลงของประชากรที่เกิดขึ้นในระบบนิเวศที่ถูกทำให้เสถียรสมดุล เช่น การบุกรุกทำลายพื้นที่ป่า หรือการทำลายพื้นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต ส่งผลให้ประชากรในพื้นที่ดังกล่าวมีการลดลงเรื่อยๆ

3. การเปลี่ยนแปลงเป็นวัฏจักร (Cyclic fluctuation) เป็นการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรที่มีการเพิ่มขึ้นหรือลดลงในระยะเวลาที่แน่นอน โดยมีปัจจัยจากสิ่งแวดล้อมภายนอกและปัจจัยจากภายในตัวสิ่งมีชีวิตเองเป็นควบคุมการเปลี่ยนแปลงที่เกิด

### 2.3 แม่น้ำยมและจังหวัดพะเยา

2.3.1 แม่น้ำยม เป็นแม่น้ำสายสำคัญสายหนึ่งในภาคเหนือ มีต้นกำเนิดจากป่าต้นน้ำดอยภูลังกาของเทือกเขาผีปันน้ำอยู่ในเขตอำเภอปง เป็นเทือกเขารอยต่อระหว่างจังหวัดน่านกับจังหวัดพะเยา ลักษณะป่าไม้เป็นป่าดิบ แม่น้ำยมเกิดจากแม่น้ำสาขาสองสายคือ แม่น้ำจิม และแม่น้ำควรวไหลมารวมกันที่บ้านบุญยืน อำเภอปง จังหวัดพะเยา จากนั้นไหลผ่านอำเภอเชียงม่วน จังหวัดพะเยา แพร่ น่าน ลำปาง ตาก กำแพงเพชร สุโขทัย พิษณุโลก พิจิตร แล้วไหลไปรวมกับแม่น้ำน่านที่บ้านเกยชัย อำเภอชุมแสง จังหวัดนครสวรรค์ จากนั้นจึงรวมกับแม่น้ำวัง และแม่น้ำปิง กลายเป็นแม่น้ำเจ้าพระยา ความยาวของแม่น้ำยมที่ไหลผ่านจังหวัดพะเยาซึ่งเป็นบริเวณต้นน้ำ มีความยาวประมาณ 550 km

พื้นที่ลุ่มน้ำยมแบ่งออกเป็นลุ่มน้ำยมตอนบนและลุ่มน้ำยมตอนล่าง โดยพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบนมีลักษณะเป็นป่าดิบชื้น ป่าเบญจพรรณ และป่าสักทอง มีพื้นที่ประมาณ 40,000 ไร่ เป็นที่อยู่ของสัตว์ป่าหลายชนิดรวมถึงสัตว์ป่าหายากเช่น นกยูง ไก่ฟ้า เก้ง เสียงผา เป็นต้น ส่วนลุ่มน้ำยมตอนล่างเป็นที่ราบลุ่มน้ำขนาดใหญ่ รองรับน้ำจากแม่น้ำยมและแม่น้ำสาขาที่ไหลมารวมกัน ทำพื้นที่ดังกล่าวให้มีความหลากหลายทางชีวภาพสูงทั้งชนิดพันธุ์ปลา สัตว์น้ำ นกน้ำ และพืชน้ำ

แม่น้ำยมเป็นแม่น้ำที่ไหลผ่านชุมชนและได้รับผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์เช่นเดียวกับแหล่งน้ำอื่นๆทั่วโลกที่มีการนำน้ำมาใช้ประโยชน์ ส่งผลให้คุณภาพของน้ำมีสภาพแย่ง สาเหตุหลักที่ส่งผลต่อการเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำมากที่สุดคือ ของเสียที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำจากภาคอุตสาหกรรม เกษตรกรรม และจากชุมชน ซึ่งฤดูกาลเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีส่วนสำคัญที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในแต่ละฤดู โดยเฉพาะปัจจัยด้านสารอาหาร สุกยาและเคซา (2543) ได้ทำการศึกษาคุณภาพน้ำในแม่น้ำยมในแต่ละฤดูกาล โดยทำการข้อมูลในเดือนมกราคม เมษายนและกรกฎาคม โดยให้แต่ละเดือนเป็นตัวแทนฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝนตามลำดับ มีจุดศึกษา 13 สถานี ตั้งแต่ต้นแม่น้ำยม อำเภอปง จังหวัดพะเยาจนถึงอำเภอชุมแสง จังหวัดนครสวรรค์ จุดศึกษาทั้งหมดครอบคลุมพื้นที่ 6 จังหวัด ได้แก่จังหวัดพะเยา แพร่ สุโขทัย พิษณุโลก พิจิตรและนครสวรรค์ พบว่า ปัจจัยที่ทำการศึกษาที่มีค่าเกินมาตรฐานในทุกฤดูกาลได้แก่ ความโปร่งแสงของ

น้ำ ปริมาณไนเตรทและฟอสเฟต ส่วนในฤดูฝนมีคุณภาพน้ำบางปัจจัยมีค่าเกินมาตรฐานเพิ่มขึ้นคือ ความขุ่นและปริมาณของแข็งแขวนลอย โดยมีสาเหตุจากการชะล้างโดยน้ำฝนทำให้สารอาหารไหลลงสู่แม่น้ำเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นคุณภาพน้ำแม่น้ำยมจึงจัดอยู่ในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 ในฤดูหนาวและฤดูร้อน ส่วนในฤดูฝนจัดอยู่ในประเภทที่ 3 ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำของแม่น้ำยมส่งผลให้สภาพทางระบบนิเวศเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ทำให้ปริมาณสัตว์น้ำลดลงและส่งผลกระทบต่อการทำประมงน้ำจืดบริเวณแม่น้ำยม รวมถึงส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนจากการเป็นผู้บริโภคลำดับสุดท้ายในห่วงโซ่อาหารที่มีการสะสมสารพิษในระบบนิเวศแหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อนของเสียจากภาคอุตสาหกรรมและเกษตรกรรมเพิ่มมากขึ้น (สำนักงานจังหวัดพะเยา, 2557) โดยในด้านของปริมาณน้ำในแม่น้ำยมจะมีการเพิ่มขึ้นสูงสุดในช่วงฤดูฝนจึงทำให้ความลึกของลำน้ำมีการเพิ่มขึ้นมากกว่าในฤดูร้อนและฤดูหนาว (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2556)

**2.3.2 ลักษณะภูมิประเทศของจังหวัดพะเยา** สภาพพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบสูงและภูเขา ที่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลตั้งแต่ 300-1,550 m มีเทือกเขาอยู่ทางด้านทิศตะวันตก ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ทิศตะวันออกเฉียงใต้ และตอนกลางของจังหวัด มีพื้นที่รวมประมาณ 6,335 km<sup>2</sup> หรือประมาณ 3,960,000 ไร่ ลักษณะของป่าบนภูเขาเป็นป่าดงดิบและป่าเบญจพรรณ

พื้นที่ของจังหวัดพะเยาตั้งอยู่ในบริเวณของสองลุ่มแม่น้ำคือ ลุ่มแม่น้ำโขงและลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา ส่วนที่อยู่ในลุ่มแม่น้ำโขงคือ อำเภอเมือง อำเภอดอกคำใต้ อำเภอจุน อำเภอปง อำเภอเชียงคำ และอำเภอแม่ใจ ซึ่งเป็นต้นกำเนิดของธารน้ำต่างๆที่ไหลลงสู่แม่น้ำอิงที่เป็นแม่น้ำสายสำคัญของจังหวัดพะเยา แม่น้ำอิงจะไหลไปบรรจบกับแม่น้ำโขงในอำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย พื้นที่ส่วนที่อยู่ในลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาคือ อำเภอเชียงม่วน และอำเภอปง ซึ่งเป็นต้นกำเนิดแม่น้ำยม

สภาพภูมิอากาศของจังหวัดพะเยาแบ่งออกเป็น 3 ฤดู คือ ฤดูร้อน อยู่ในช่วงเดือนมีนาคมถึงเมษายน อากาศร้อนสูงสุดในเดือนเมษายน อุณหภูมิอากาศสูงสุดที่เคยวัดได้คือ 42 °C ฤดูฝนอยู่ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม มีฝนตกชุกในเดือนพฤษภาคมถึงกันยายน ฤดูหนาวอยู่ในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์ อากาศหนาวจัดในเดือนธันวาคมและมกราคม อุณหภูมิอากาศต่ำสุดเฉลี่ยตลอดปีวัดได้ 20.2 °C (สำนักงานจังหวัดพะเยา, 2557)

## 2.4 สมมติฐานการวิจัย

2.4.1 ลักษณะและปัจจัยของสาหร่ายขนาดใหญ่ รวมทั้งคุณภาพน้ำและลักษณะตะกอนพื้นท้องน้ำแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.4.2 การกระจายตัวของสาหร่ายขนาดใหญ่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับคุณภาพน้ำและลักษณะตะกอนพื้นท้องน้ำ