

บทที่ 1

บทนำ

ในช่วง 50 ปีที่ผ่านมา การอุตสาหกรรมและเกษตรกรรมของประเทศได้พัฒนาเพิ่มขึ้นอย่างมากมาย ทำให้สิ่งมีชีวิตต้องพบกับมลพิษสิ่งแวดล้อมหลากหลายชนิด ทั้งโลหะหนัก ยาปราบศัตรูพืชและสารมลพิษอื่นๆ สารพิษเหล่านี้มีผลไปรบกวนสมดุลของระบบนิเวศ ทำให้เกิดความเครียด (Environmental Stress) ขึ้นแก่สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ซึ่งหากมีระดับรุนแรง อาจทำให้เกิดการสูญเสียชีวิตและมีการสูญพันธุ์ของบางสปีชีส์ออกจากระบบนิเวศ

การป้องกันไม่ให้ระบบนิเวศถูกทำลาย จำเป็นต้องหาวิธีที่สามารถตรวจพบความเครียดในสิ่งแวดล้อมได้อย่างรวดเร็ว (Sensitive) ทำให้สามารถจำแนกชนิดของความเครียดและทำการป้องกันแก้ไขได้ ก่อนที่ความเครียดนั้นจะก่อให้เกิดความเสียหายขึ้นกับระบบนิเวศนั้นอย่างรุนแรงจนไม่สามารถฟื้นตัวขึ้นมาใหม่ได้ (Clarke, 1994)

การตรวจสอบผลของความเครียดเนื่องจากสิ่งแวดล้อมโดยวิธีทางชีววิทยาในการศึกษาที่ผ่านมา ส่วนใหญ่ได้แก่การศึกษาความเป็นพิษอย่างเฉียบพลัน (Acute Toxicity – LC_{50}/LD_{50}) ความเป็นพิษเรื้อรัง (Lethal Effects) และการศึกษาพารามิเตอร์ของช่วงชีวิต (Life History) เช่น การมีชีวิตอยู่รอด (Survival) และจำนวนลูกต่อครอก (Fecundity) (Graham *et al.*, 1993; Clarke, 1994) อย่างไรก็ตาม วิธีดังกล่าวจะตรวจพบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระบบนิเวศได้ ก็ต่อเมื่อความเครียดได้มีผลต่อการมีชีวิตอยู่รอดของประชากร¹แล้วหรือมีการตายของประชากรเกิดขึ้น (Clarke, 1992) นอกจากนี้วิธีดังกล่าวยังไม่มีประสิทธิภาพในทางปฏิบัติอย่างแท้จริง เนื่องจากการศึกษาในห้องทดลอง ทำให้ขาดปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่มีอยู่จริงในระบบนิเวศ เช่น ผู้ล่า การแข่งขัน

¹ คือประชากรตามความหมายของนิเวศวิทยา หมายถึงสิ่งมีชีวิตสปีชีส์เดียวกันในระบบนิเวศ มิใช่ประชากรในความหมายทางสถิติ

ดังนั้นการศึกษาที่ผ่านมาส่วนใหญ่จึงมักสนใจศึกษาปัจจัยที่ทำให้เกิดความเครียดแต่เพียงปัจจัยเดียว และเพิกเฉยปัจจัยอื่น ๆ ที่มีอยู่ในระบบนิเวศตามธรรมชาติที่สามารถก่อให้เกิดผลของความเครียดได้ร่วมกัน (Clarke, 1994) รวมทั้งประชากรที่ใช้ศึกษาในห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ได้มาจากการเพาะเลี้ยง ทำให้มีองค์ประกอบทางพันธุกรรมไม่หลากหลายเหมือนดังเช่นประชากรที่มีอยู่จริงในธรรมชาติ การตอบสนองต่อความเครียดทางสิ่งแวดล้อมของประชากรในห้องปฏิบัติการจึงอาจแตกต่างจากประชากรที่แท้จริงในธรรมชาติ ซึ่งหากนำผลที่ได้มาจากห้องปฏิบัติการมาทำนายการตอบสนองของประชากรในธรรมชาติ อาจก่อให้เกิดผลเสียหายอย่างรุนแรง (Clarke, 1994)

การตรวจสอบผลของความเครียดจากสิ่งแวดล้อมในระบบนิเวศโดยวิธีทางชีววิทยาอีควิวรีหนึ่ง ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้กันในหมู่นักวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การศึกษาความอุดมสมบูรณ์และความหลากหลายของสปีชีส์ในระบบนิเวศ (Species Abundance and Diversity) แม้วิธีนี้จะอ่อนไหว (Sensitive) ต่อความเครียดจากสิ่งแวดล้อม แต่ไม่สามารถนำมาใช้ทำนายความเสียหายของระบบนิเวศได้ ส่วนใหญ่จึงมักใช้ตรวจสอบความเสียหายที่เกิดขึ้นแล้วในระบบนิเวศแทน (Graham *et al.*, 1993)

เมื่อไม่นานมานี้ นักวิทยาศาสตร์ได้พยายามค้นหาวิธีเพื่อใช้ตรวจสอบความเครียดจากสิ่งแวดล้อมในระดับสิ่งมีชีวิตแต่ละตัวและระดับประชากร แทนที่ดัชนีเก่าที่มีอยู่เดิมซึ่งเกี่ยวข้องกับระดับชุมชน (Community) และระบบนิเวศ (Moriarty, 1988; Karr, 1991) และได้ค้นพบดัชนีอันใหม่ ได้แก่ การใช้ความไม่สมดุลง่ายๆ หรือความไม่สมมาตรที่ไม่สม่ำเสมอหรือ Fluctuating Asymmetry (FA) เป็นตัวบ่งชี้เสถียรภาพการพัฒนารูปร่างของประชากรที่ได้รับความเครียดจากสิ่งแวดล้อมในระบบนิเวศ

Fluctuating Asymmetry (FA) คือค่าความเบี่ยงเบนออกจากสมมาตรทั้งสองข้าง (ซ้ายและขวา) ของลักษณะโครงสร้าง (Traits) ในสิ่งมีชีวิตที่มีสมมาตรสองข้าง (Bilateral Symmetry)

(Van Valen, 1962) ทั้งนี้ในสภาพปกติ พัฒนาการของทั้งสองด้าน (ชายและขวา) ของ สิ่งมีชีวิตที่มีสมมาตร 2 ข้างควรมีขนาดเท่ากันและสมมาตรกันทุกประการ เนื่องจากถูกควบคุมด้วยยีนชุดเดียวกัน หากมีความเบี่ยงเบนหรือความแตกต่างระหว่างด้านทั้งสองเกิดขึ้น คาดว่าเป็นผลมาจากเสถียรภาพการพัฒนากการ (Developmental Stability) มีค่าลดลง ทำให้พัฒนาการของทั้งสองด้านเกิดขึ้นไม่เท่ากัน ทำให้ทั้งสองด้านมีความแตกต่างกันหรือเบี่ยงเบนไปจากสมมาตรทั้งสองข้าง (Van Valen, 1962) หรือคือค่า FA นั้นเอง เนื่องจากความเครียดจะไปรบกวนกระบวนการพัฒนาการซึ่งมักเกิดในระยะต้นของช่วงชีวิต ดังนั้น FA จึงจัดว่าเป็นดัชนีที่ไว (Sensitive) ในการประเมินผลที่เกิดจากความเครียดได้ดีกว่าพารามิเตอร์ต่างๆในช่วงชีวิต เช่น การมีชีวิตอยู่รอด จำนวนลูกต่อครอก (Clarke, 1992) ทำให้สามารถฟื้นฟูระบบนิเวศได้ทันที จากนั้นยังสามารถใช้ตรวจสอบอีกครั้งหนึ่งหลังจากระบบนิเวศนั้นได้รับการฟื้นฟูแล้ว (Graham *et al.*, 1993) นอกจากนี้คุณสมบัติที่สำคัญอีกประการหนึ่งของ FA คือสามารถใช้ประเมินผลของความเครียดร่วมที่เกิดจากความเครียดชนิดอื่นหรือปัจจัยอื่นๆในระบบนิเวศรวมอยู่ด้วย ซึ่งไม่สามารถหรือยากที่ศึกษาโดยวิธีการอื่น ๆ ในประชากรในธรรมชาติ (Clarke, 1994)

FA เดิมถูกใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ความเครียดทางพันธุกรรม เช่น การผ่านเหล่า การผสมในพวกเดียวกัน (Mather, 1953) ต่อมาได้ถูกนำมาใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ความเครียดในประชากรธรรมชาติและมีการใช้กันอย่างแพร่หลายทั่วไปเพื่อใช้ประเมินผลของความเครียดจากสิ่งแวดล้อมที่มีต่อสิ่งมีชีวิต ตัวอย่างเช่น Valentine และ Soulé (1973) และ Valentine *et al.* (1973) ใช้ FA บ่งชี้ความเครียดของปลาเนื่องจากมลภาวะและมลพิษในอ่าวเม็กซิโกและแคลิฟอร์เนียประเทศสหรัฐอเมริกา ขณะที่ Zakharov และ Yablokov (1990) ใช้ FA ตรวจสอบผลของ DDT และ PCB ที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นในทะเลบอลติกที่มีต่อแมวน้ำสีเทา (Grey Seal-*Halichoerus grypus*) และ Pankakoski *et al.* (1992) ใช้ FA ประเมินผลของความเครียดเนื่องจากตะกั่วจากโรงงานหลอมตะกั่วที่มีต่อกระเต (Common

Shrew) ในประเทศสวีเดน นอกจากนี้ Kieser (1992) ยังใช้ FA เป็นดัชนีบ่งชี้ความเครียดของทารกที่มีแม่ค่อมแอลกอฮอล์

ในปี ค.ศ. 1990 ได้มีการประชุมเกี่ยวกับผลของความเครียดจากสิ่งแวดล้อมที่มีต่อสิ่งมีชีวิต ซึ่งจัดขึ้นที่มอสโคว์ ประเทศรัสเซีย นักวิทยาศาสตร์จากหลายประเทศซึ่งมีความคิดในการนำเอา FA มาใช้ในการศึกษาทางด้านพิษนิเวศวิทยา (Ecotoxicology) และเพื่อประเมินความเสี่ยงเนื่องจากมลพิษสิ่งแวดล้อมได้มาร่วมประชุมกันและเริ่มทำโครงการในยูเครน (1991) Puget Sound (1992) และรัสเซีย (1992) โครงการนี้ทำการศึกษาในสิ่งมีชีวิตหลากหลายสปีชีส์ทั้งอาศัยอยู่ในน้ำและบนบก ความเครียดทางสิ่งแวดล้อมที่ใช้ในการศึกษามีทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์จากโรงงานผลิตสารเคมีไปจนถึงสารกัมมันตภาพรังสีที่รั่วมาจากโรงไฟฟ้าปรมาณูที่เชอร์โนบีล วิธีการทดสอบมีทั้งการศึกษา FA การศึกษาการเบี่ยงเบนของลักษณะภายนอก (Phenodeviants) การศึกษาทางด้านพยาธิวิทยา (Pathohistology) การตรวจจำนวนโครโมโซม (Aneuploidy) และการตรวจคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll Fluorescence) ผลจากการศึกษาพบว่าสิ่งมีชีวิตที่ได้รับความเครียดมีระดับ FA เพิ่มขึ้น มีการเบี่ยงเบนของลักษณะภายนอกเพิ่มขึ้น มีการเปลี่ยนแปลงของ Chlorophyll Fluorescence และเซลล์ที่ผิดปกติมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น (Working Group of the International Biotest Foundation อ้างอยู่ใน Graham *et al.*, 1993)

ผลจากการศึกษาโครงการดังกล่าวทำให้ Graham *et al.* (1993) เสนอว่า FA สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ความเครียดจากสิ่งแวดล้อมที่มีต่อสิ่งมีชีวิตได้ ข้อเสนอนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์อื่นๆอีกหลายท่านที่ยืนยันว่า FA เป็นดัชนีที่ไวในการใช้ประเมินความเครียดจากสิ่งแวดล้อมที่มีสิ่งมีชีวิต (Valentine *et al.*, 1973; Valentine and Soulé, 1973; Pankakoski, 1985; 1992; Zakharov and Yablokov, 1990; Clarke, 1992; 1994; Alados *et al.*, 1993; Freeman *et al.*, 1994; Carbonell and Telleriá, 1998)

ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงมีจุดประสงค์ในการใช้ FA เป็นดัชนีบ่งชี้ความเครียดจากสิ่งแวดล้อมในแหล่งน้ำในประเทศไทย ดังต่อไปนี้

1. เพื่อใช้ FA ตรวจสอบวัดผลของความเครียดในแหล่งน้ำชนิดต่างๆที่มีต่อปลากริมข้างลาย (*Trichopsis vittatus*) ปลากระดี่หม้อ (*Trichogaster trichopterus*) ปลาชิวหนวดยาว (*Esomus metallicus*) และปลาสลิค (*Trichogaster pectoralis*)
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบ FA ของปลาทั้ง 4 สปีชีส์และหาปลาสปีชีส์ที่อ่อนไหว (Sensitive) ต่อความเครียดในสิ่งแวดล้อม เพื่อใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ (Indicator) ความเครียดในแหล่งน้ำ
3. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ FA เป็นดัชนีบ่งชี้ผลของความเครียดในสัตว์น้ำ

ชำนาญกหอสมุด