

บทคัดย่อ

ต้นโกงกางใบใหญ่ (*Rhizophora mucronata* Lam.) เป็นพืชที่พบได้ทั่วไปในพื้นที่ป่าชายเลนซึ่งเป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการเผชิญกับปัญหาการปนเปื้อนโลหะหนัก การศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยา และกลไกการทนต่อสภาพปนเปื้อนโลหะหนักโดยเฉพาะอย่างยิ่งโลหะหนักที่พบได้ทั่วไป และเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น ทองแดงและสังกะสีจึงมีความสำคัญต่อการทำความเข้าใจกลไกที่ทำให้พืชชนิดนี้ทนต่อสภาพที่มีโลหะหนักมากเกินไป รวมถึงการประเมินผลกระทบของการปนเปื้อนโลหะหนักในพืชป่าชายเลน การทดลองที่ 1 ถูกแบ่งเป็น 5 ชุด การทดลอง ได้แก่ ชุดควบคุม, ชุดทองแดง 50 มิลลิกรัม (CuCl_2), ชุดทองแดง 100 มิลลิกรัม, ชุดสังกะสี 50 มิลลิกรัม (ZnCl_2) และ ชุดสังกะสี 100 มิลลิกรัม หลังจากการทดลอง 3 และ 7 วัน รากและใบถูกนำมาวัดการสะสมของทองแดงและสังกะสี, ประสิทธิภาพการสังเคราะห์ด้วยแสง, กิจกรรมของเอนไซม์ superoxide dismutase และ peroxidase, ปริมาณ non-protein thiols, การสะสมอนุมูลอิสระ (reactive oxygen species) และ lipid peroxidation พบว่า *R. mucronata* มีการจำกัดการขนส่งทองแดงและสังกะสีที่จะถูกส่งไปที่ใบ และสะสมไว้ที่รากทำให้ใบไม่ได้รับความเสียหายอย่างไรก็ตามปริมาณโลหะหนักที่สูงในรากไม่เหนี่ยวนำให้เกิดความเครียดออกซิเดชันหรือการกระตุ้นระบบต้านอนุมูลอิสระเนื่องจากโลหะหนักส่วนใหญ่ถูกเก็บไว้ที่ผนังเซลล์จึงสรุปได้ว่าต้นกล้า *R. mucronata* สามารถสะสมและจำกัดการขนส่งโลหะหนักเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายแก่ส่วนที่ใช้ในกระบวนการการสังเคราะห์ด้วยแสง การทดลองที่ 2 แบ่งเป็น 3 ชุด การทดลอง ได้แก่ ชุดควบคุม, ชุดทองแดง 100 มิลลิกรัม และ ชุดสังกะสี 100 มิลลิกรัม หลังจากการทดลอง 1 และ 5 วัน วัดกิจกรรมการสังเคราะห์ด้วยแสง การสะสมอนุมูลอิสระ (reactive oxygen species) และ lipid peroxidation และติดตามการแสดงออกของยีน phytochelatase พบว่าการแสดงออกของยีนนี้ถูกยับยั้งเมื่อ ต้นกล้า *R. mucronata* ได้รับโลหะหนักทองแดง ส่งผลให้เกิดการยับยั้งการสังเคราะห์ด้วยแสงและการแสดงออกของอาการเกิดพิษจากโลหะหนัก เช่น ลำต้นโค้งงอและใบเหี่ยว ส่วนต้นกล้า *R. mucronata* ได้รับโลหะหนักสังกะสีถึงแม้จะมีการแสดงออกของยีนนี้ลดลงในวันแรกแต่สามารถเพิ่มการแสดงออกของยีนนี้ได้ในวันที่ 5 และไม่มีอาการตอบสนองทางสรีรวิทยา แสดงให้เห็นว่า phytochelatase มีบทบาทสำคัญต่อการทนพิษจากโลหะหนักใน ต้นกล้า *R. mucronata*

คำสำคัญ : *Rhizophora mucronata*, copper, zinc, phytotoxicity, trace metal tolerance, phytochelatase

Abstract

Rhizophora mucronata is a common mangrove growing in habitats subjected to heavy metal (HM) contamination. Understanding their physiological responses to copper (Cu) and zinc (Zn) excess and underlying tolerance mechanisms is crucial to assess impacts of metal pollution on mangrove community. In the first experiment, seedlings were treated with Cu or Zn (0, 50 or 100 mg per plant) by means of a single addition. At day 3 and 7, Cu and Zn accumulation, photosynthetic efficiency, superoxide dismutase and peroxidase activity, non-protein thiols, reactive oxygen species and lipid peroxidation in roots and leaves were measured. *R. mucronata* restricted Cu and Zn translocation, thus accumulated HM mainly in roots while kept the leaves unaffected. However, high root HM did not induce oxidative stress nor anti-oxidative defense as HM were largely deposited in cell wall. We concluded that HM tolerance strategies of *R. mucronata* seedlings are exclusion and restriction of translocation to the vital photosynthetic tissue. The second experiment consists of three treatments: controls, 100 mg Cu and 100 mg Zn. After 1 and 5 day, photosynthetic activity, total reactive oxygen species and lipid peroxidation were measured and the expression of phytochelatase synthase (*pcs*) was assessed. Cu-treated plants showed a significant decrease in transcripts encoding phytochelatase synthase, a reduction in photosynthetic efficiency and phytotoxicity symptoms such as bent stem and wilted leaves. On the other hand, Zn-treated *R. mucronata* showed a down-regulation of *pcs* on day 1 but the expression was recovered on day 5 and there was no alteration in physiological features in this treatment. The results suggest that phytochelatase plays a critical role in heavy metal tolerance in *R. mucronata*.

Keywords: *Rhizophora mucronata*, copper, zinc, phytotoxicity, trace metal tolerance, phytochelatase