

## บทคัดย่อ

แบคทีเรียกลุ่มส่งเสริมการเจริญของพืช (plant growth promoting rhizobacteria; PGPR) 6 isolates (1RER2, 25R463, 27RER2, 39SHR, 53S462 และ 65R471) ที่คัดกรองจาก 521 โคลินีของแบคทีเรียซึ่งคัดแยกจากดินที่ปนเปื้อนด้วยแคดเมียมของบริเวณแม่ดาว อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ถูกลำนำมาสืบหาผลกระทบบของแคดเมียม ตะกั่ว และสังกะสี ต่อคุณลักษณะการสร้างสารที่ส่งเสริมความเจริญของพืช (PGP traits) และศึกษาผลของ PGPR ที่คัดเลือกต่อการเจริญและการดูดซับโลหะหนักของหญ้าแฝกเมื่อทดลองภายใต้สภาวะ axenic culture และเมื่อทดลองโดยปลูกลงในกระถาง ผลการวิจัยพบว่า ทั้ง 6 isolates ที่คัดเลือกเป็น PGPR ที่ทนทานต่อโลหะหนัก และยังคงรักษาคุณสมบัติของ PGP ได้ในสภาวะของความเครียดจากโลหะหนัก โดยเฉพาะ 53S462 และ 65R471 ที่มีความสามารถสร้าง indole-3-acetic acid และ siderophore ได้สูง แต่การสลายฟอสเฟต การสร้าง gibberellin และ 1-aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase มีค่าลดลง เมื่อเทียบกับภาวะที่ไม่มีโลหะหนัก ( $p < 0.05$ ) การตรวจสอบลำดับเบสและวิเคราะห์ 16S rDNA ชี้แนะว่าทั้ง 53S462 และ 65R471 เป็น PGPR ในกลุ่ม *Pseudomonas* sp. ภายใต้สภาวะที่มีการปนเปื้อนของโลหะหนัก ทั้งสอง isolate ของ PGPR สามารถอยู่และเจริญในบริเวณรากและส่งเสริมการเจริญของหญ้าแฝกตอน (*Vetiveria nemoralis* พันธุ์ราชบุรี) โดย 65R471 และ 1RER2 สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซับทั้งแคดเมียมและสังกะสีของหญ้าแฝกเมื่อทดลองภายใต้สภาวะ axenic culture ส่วนการทดลองในกระถาง ที่ปลูกหญ้าแฝกลงดินที่ผสมด้วยแคดเมียม ตะกั่ว และสังกะสี 3 ชนิดร่วมกัน พบว่า ทั้ง 53S462 และ 65R471 ช่วยส่งเสริมการดูดซับสังกะสีของหญ้าแฝก โดยดักจับไว้ที่ส่วนรากเป็นหลัก และสามารถลดการเคลื่อนย้ายของสังกะสีจากรากสู่ยอด ดังมีค่า transportation factor (TF) ของสังกะสีลดลง ( $p < 0.05$ ) นอกจากนี้ 65R471 ยังสามารถเพิ่มค่า TF ของแคดเมียม เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับ 53S462 และกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับ PGPR ( $p < 0.05$ )

จากคุณลักษณะและความสามารถอันหลากหลาย 65R471 ที่คัดเลือกได้จึงเป็น PGPR isolate ที่เหมาะสมสำหรับการประยุกต์ใช้ร่วมกับหญ้าแฝกในเชิงพฤษบำบัดเพื่อดักจับโลหะหนัก สำหรับการศึกษาศึกษาและวิจัยต่อยอดในอนาคต

## Abstract

Six isolates (1RER2, 25R463, 27RER2, 39SHR, 53S462, and 65R471) of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) were obtained by screening of 521 colonies of bacteria isolated from heavily cadmium-contaminated soil at of Mae-Taew site, Mae-Sot district in Tak province. The quantification of plant growth promoting (PGP) traits of the six isolates under heavy metal stress was evaluated. The effects of the selected PGPR on promoting vetiver growth and heavy metal uptake were also investigated using both the axenic culture and the pot experiment. The results revealed that all six selected isolates of PGPR possessed the capability of cadmium-, lead- and zinc-tolerance, while still maintained most of their PGP traits under the heavy metal stress. In particular, 53S462 and 65R471 isolates significantly increased the indole-3-acetic acid and siderophores production ( $p < 0.05$ ) while decreased the phosphate solubilization, gibberellin and 1-aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase production ( $p < 0.05$ ). Analysis of 16S rDNA partial sequencing suggested that 53S462 and 65R471 belong to the genus of *Pseudomonas*. Both isolates of PGPR exhibited the capability of root colonization and growth promotion of the inoculated host plant, *V. nemoralis* (Ratcahburu ecotype), when grown under heavy metal stress. Under axenic culture, the inoculated 65R471 and 1RER2 enhanced the efficiency of cadmium and zinc uptake of the vetiver. However, in the pot experiment, when the vetiver was grown under the soil spiked with the mixture of cadmium, lead and zinc, the inoculation of 53S462 and 65R471 enhanced only the zinc uptake, with the bulk content of zinc remained in roots. In addition, both inoculants could reduce the movement of zinc from roots to shoots as suggested by the lower transportation factor (TF) value of zinc. Moreover, 65R471 could significantly enhanced the TF of cadmium compared to 53S462 inoculation and the un-inoculated control group ( $p < 0.05$ ).

Owing to its wide multifarious actions, the metal resistant 65R471 might serve as a good candidate for metal sequestration and growth-promoting bioinoculant for vetivers in phytoremediating heavy metal contaminated soil for future studies.