

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถก่อกลายพันธุ์และวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของสารก่อกลายพันธุ์ในน้ำเสียและอากาศภายในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตมียางในจังหวัดสงขลา โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การทดสอบความสามารถก่อกลายพันธุ์ของตัวอย่างน้ำเสียและฝุ่นในอากาศด้วยวิธี Ames' test ซึ่งใช้ *Salmonella typhimurium* สายพันธุ์ TA98 และ TA100 ในการทดสอบทั้งในสถานะที่มีและไม่มีกรวยสลวยด้วยเอนไซม์จากตับหนู (S9 mixture) และการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของสารก่อกลายพันธุ์ในตัวอย่างน้ำเสียด้วยวิธีโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (high performance liquid chromatography, HPLC) คณะผู้วิจัยได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตมียางในจังหวัดสงขลา จำนวน 3 แห่ง โดยเก็บจากทุกบ่อบำบัดของโรงงานทุกวันติดต่อกัน 5 วันในช่วงฤดูร้อน (เดือนเมษายน) ของปี พ.ศ. 2551

ผลการทดสอบความสามารถก่อกลายพันธุ์ของน้ำเสียที่ระดับความเข้มข้นปกติ ไม่พบตัวอย่างใดที่สามารถก่อกลายพันธุ์ได้ แต่ที่ระดับความเข้มข้น 50 เท่าขึ้นไปของความเข้มข้นปกติ พบว่าน้ำเสียจากบ่อบำบัดทุกบ่อของโรงงานทั้ง 3 แห่งมีฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ต่อ *S. typhimurium* สายพันธุ์ TA 98 ทั้งในสถานะปกติและสถานะที่มีการย่อยสลวยด้วยเอนไซม์จากตับหนู ฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์นี้สัมพันธ์โดยตรงกับความเข้มข้นของน้ำเสียที่ทดสอบ สรุปได้ว่าน้ำเสียมีสารเคมีที่ก่อให้เกิดการกลายพันธุ์แบบเพิ่มหรือลดจำนวนคู่เบสของ DNA (frameshift mutation)

ผลการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของสารก่อการกลายพันธุ์ พบสารประกอบ tetramethyl thiuram disulphide (TMTD) และ zinc dimethyldithiocarbamate (ZDMC) โดยมีปริมาณสารประกอบ TMTD ในตัวอย่างน้ำเสียอยู่ระหว่าง ตรวจไม่พบ-0.004 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีปริมาณสารประกอบ ZDMC อยู่ระหว่าง ตรวจไม่พบ-0.078 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อนำสารเคมีทั้งสองมาวิเคราะห์ความสามารถก่อกลายพันธุ์ พบว่าสารประกอบ TMTD มีฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ต่อ *S. typhimurium* สายพันธุ์ TA 98 ในสถานะที่มีการย่อยสลวยด้วยเอนไซม์จากตับหนู และสารประกอบ ZDMC มีฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ต่อ *S. typhimurium* สายพันธุ์ TA 98 ทั้งในสถานะที่มีและไม่มีกรวยสลวยด้วยเอนไซม์จากตับหนู แสดงว่าฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์มาจากสารประกอบ ZDMC ซึ่งเป็นเมแทบอลิท์ที่เปลี่ยนรูปมาจาก TMTD ซึ่งทำปฏิกิริยากับ zinc oxide ในกระบวนการวัลคาไนซาย

ผลการศึกษาความสามารถก่อกลายพันธุ์ของตัวอย่างสกัดจากสารแขวนลอยในบรรยากาศการทำงานของคนงานในสายการผลิตของโรงงานผลิตมียางซึ่งมีอยู่ 3 แผนก คือ แผนก compounding แผนก production และแผนก packing ด้วยเชื้อแบคทีเรีย *Salmonella typhimurium* สายพันธุ์ TA 98 และ TA 100 ไม่พบตัวอย่างใดที่มีฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ แสดงว่าไม่มี

สารเคมีที่ก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ทั้งแบบ frameshift mutation และแบบ base-pair substitution mutation ทั้งด้วยตัวมันเอง (direct mutation) และจากเมแทบอลิท์ที่อาจเกิดขึ้นหลังจากผ่านการย่อยสลายด้วยเอนไซม์จากตับหนู (indirect mutation)

นอกจากนี้ คณะผู้วิจัยยังได้วิเคราะห์ความสามารถก่อกลายพันธุ์ของตัวอย่างน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมน้ำยางข้นซึ่งเป็นอุตสาหกรรมต้นน้ำของการผลิตยางมียาง พบว่าทุกตัวอย่างที่เก็บจากโรงงานผลิตน้ำยางข้นจำนวน 5 แห่งในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อนไม่มีฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์เลย แต่เมื่อนำตัวอย่างสกัดมาทำให้เข้มข้น 50 เท่าของความเข้มข้นปกติ พบเพียง 2-3 ตัวอย่างจากโรงงานน้ำยางข้น 2 แห่งมีฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ต่อเชื้อ *S. typhimurium* สายพันธุ์ TA 98 ได้แสดงว่าน้ำเสียบางตัวอย่างมีสารก่อกลายพันธุ์แบบ frameshift mutation เช่นเดียวกัน ซึ่งอาจมาจากสารประกอบ TMTD ที่มีการเติมในน้ำยางข้นด้วย

การศึกษานี้สรุปได้ว่า ไม่พบฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ในตัวอย่างน้ำเสียและในบรรยากาศการทำงานของคนงานในโรงงานอุตสาหกรรมยางผลิตมียาง แสดงว่ายังมีความปลอดภัยต่อสุขภาพของมนุษย์ ระบบนิเวศ และสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตาม พบฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ในตัวอย่างน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตยางมียางเมื่อทำให้ตัวอย่างเข้มข้น 50 เท่าขึ้นไปของความเข้มข้นปกติ แสดงว่าตัวอย่างน้ำเสียมีสารก่อกลายพันธุ์ปริมาณน้อยปนเปื้อนอยู่ด้วย สารก่อกลายพันธุ์นี้เป็นชนิดที่ทำให้เกิดการกลายพันธุ์แบบเพิ่มหรือลดจำนวนคู่เบสของ DNA (frameshift mutation) และพบว่ามีอย่างน้อย 2 ชนิด ได้แก่ TMTD และ ZDMC นอกจากนี้ ยังไม่พบฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์ในตัวอย่างน้ำเสียส่วนใหญ่ของโรงงานผลิตน้ำยางข้นด้วย แสดงว่ายังมีความปลอดภัยต่อสุขภาพของมนุษย์ ระบบนิเวศ และสิ่งแวดล้อม เช่นเดียวกัน

ABSTRACT

The objectives of this study were to investigate the mutagenicity of wastewater and working atmospheric environment within rubber glove manufacturing plants in Songkhla province and to identify and quantitate mutagens present in the wastewater. The study was divided into two parts including conducting a short-term bacterial mutagenicity test on *S. typhimurium* (Ames' test) strains TA98 and TA100 with and without rat liver enzyme (S9 mixture) and identification of mutagens in the wastewater with a high performance liquid chromatograph (HPLC). Wastewater samples were taken daily from every treatment pond of 3 manufacturing plants for 5 consecutive days during dry season of the year 2008.

At a normal concentration, all the samples were found not mutagenic for both strains of *S. typhimurium*. However, when the samples were concentrated to 50 folds or more, they were found mutagenic to *S. typhimurium* strain TA98 in a dose-dependent manner with and without metabolic activation, indicating a frameshift mutation was induced by certain chemicals present in the wastewater.

Analysis of the wastewater samples with a high performance liquid chromatograph (HPLC) found peaks of tetramethy thiuram disulfide (TMTD) and zinc dimethyldithiocarbamate (ZDMC) at concentrations between not detected-0.004 mg/L and not detected-0.078 mg/L. It was found that TMTD was mutagenic to *S. typhimurium* strain TA98 with metabolic activation and ZDMC was mutagenic to *S. typhimurium* strain TA98 with and without metabolic activation. ZDMC was a product of a reaction between TMTD and zinc oxide in the vulcanization of rubber.

Result of a mutagenicity test on air particulate matters in a working atmospheric environment of workers in 3 departments of the rubber glove manufacturing plants, including compounding, production and packing departments, indicated that there was neither frameshift mutagen nor base-pair substitution mutagen.

In addition, wastewater samples from 5 rubber latex manufacturing plants were also tested for mutagenicity. All samples were found negative to the test. However, 2-3 samples from 2 factories were found mutagenic after they were concentrated to 50 folds, indicating that a frameshift mutagen, probably TMTD, present in the samples.

In conclusion, no mutagenic effect was found in wastewater samples and working atmosphere samples of workers in rubber glove manufacturing plants, indicating that they were still safe for human health, ecosystem and the environment. However, mutagenic effect of the wastewater

samples was found if they were concentrated 50 folds, indicating that small quantity of mutagens existed in the samples. These mutagens caused frameshift mutation and at least two of them were identified as TMTD and ZDMC. In addition, no mutagenic effect was found in most wastewater samples of rubber latex production plants, indicating that they were also safe for human health, ecosystem and the environment.