บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

ผลจากการศึกษาศักยภาพการก่อการกลายพันธุ์ของสารโพลีไซคบิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนจากตัวอย่างฝุ่นละอองในเขตกรุงเทพมหานคร ได้แก่ สถานีการเคหะชุมชนดินแดง สถานีการไฟฟ้าย่อยธนบุรี สถานีโรงเรียนบดินทรเดชา และสถานีการเคหะชุมชนคลองจั่น ในช่วงปี พ.ศ.2549-2552

1. วิเคราะห์ความเข้มข้นของฝุ่น PM_{10} บริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศที่เก็บตัวอย่าง พบว่าความเข้มข้นฝุ่น PM_{10} มีค่าอยู่ในช่วง 0.019-0.145 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นฝุ่น PM_{10} โดยใช้สถิติ Independent samples T-test พบว่าบริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศริมถนน ที่สถานีการเคหะชุมชนดินแดง มีค่าความเข้มข้นฝุ่น PM_{10} สูงกว่าที่สถานีการไฟฟ้าย่อยธนบุรีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p<0.05$ (ค่าความเข้มข้นฝุ่น PM_{10} อยู่ในช่วง 0.037-0.137 และ 0.035-0.090 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ) และบริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศบริเวณชุมชน สถานีโรงเรียนบดินทรเดชาและสถานีการเคหะชุมชนคลองจั่น ความเข้มข้นฝุ่น PM_{10} ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p<0.05$ (ค่าความเข้มข้นฝุ่น PM_{10} อยู่ในช่วง 0.025-0.138 และ 0.019-0.145 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ)

2. วิเคราะห์ความเข้มข้นสารโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนในสารสกัดจากตัวอย่างฝุ่นละออง พบว่าปริมาณ PAHs ทั้งหมดในแต่ละสถานี มีค่าในช่วง 111.5-2569.5 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเข้มข้น PAHs โดยใช้สถิติ Independent samples T-test พบว่าสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศริมถนน ที่สถานีการเคหะชุมชนดินแดง มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้น PAHs สูงกว่าที่สถานีการไฟฟ้าย่อยธนบุรีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p<0.05$ (1259.7±820.0 และ 363.6±207.1 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ) และสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศบริเวณชุมชน สถานีโรงเรียนบดินทรเดชาและสถานีการเคหะชุมชนคลองจั่น ความเข้มข้นฝุ่น PM_{10} ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p<0.05$ (684.0±227.8 และ 642.3±204.2 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ) และทำการวิเคราะห์ความเข้มข้นของสาร

PAHs ที่จัดเป็นสารก่อการกลายพันธุ์ พบว่าสาร PAHs ชนิดที่ถูกจัดเป็นสารก่อมะเร็งและก่อการกลายพันธุ์ที่พบในตัวอย่างสารสกัดจากฝุ่นละอองที่มีปริมาณสูงในแต่ละสถานี ได้แก่ Dibenzo(a,h)anthracene และ Benzo(k)fluoranthene ซึ่งจัดเป็นสารก่อการกลายพันธุ์ชนิดไม่รุนแรง

3. การทดสอบความสามารถในการก่อการกลายพันธุ์ของสารโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนโดยวิธี Ames test ทำการทดสอบเชื้อ *Samonella typhimurium* สายพันธุ์ TA98, TA100, DMST2069 และ ATCC13311 เบื้องต้นและทดสอบคุณสมบัติ Histidine requirement, rfa mutation และ R-factor พบว่าเชื้อทั้ง 4 สายพันธุ์ ยังคงมีคุณสมบัติในการนำไปทดสอบการก่อการกลายพันธุ์ และเมื่อทำการวิเคราะห์ความสามารถในการก่อการกลายพันธุ์โดยใช้ดัชนีการก่อการกลายพันธุ์ (MI) พบว่า เมื่อทดสอบกับเชื้อทั้ง 4 สายพันธุ์ ค่าดัชนีการก่อการกลายพันธุ์มีค่าน้อยกว่า 2 เท่า ของจำนวนการกลายพันธุ์ของแบคทีเรียที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ แสดงว่าสารสกัดจากตัวอย่างฝุ่นละอองในทุกๆสถานี ไม่มีฤทธิ์ในการก่อการกลายพันธุ์ทั้งแบบการเคลื่อนรหัสพันธุกรรมจากการเพิ่ม-ลดจำนวนคู่เบสในดีเอ็นเอ (Frameshift mutation) และแบบการแทนที่คู่เบสด้วยคู่เบสอีกชนิด แต่จำนวนคู่เบสยังเท่าเดิม (Base-pair substitution) และพบว่าสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศบริเวณริมถนน มีค่าดัชนีการก่อการกลายพันธุ์สูงกว่าสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศบริเวณชุมชนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p<0.05$ แสดงให้เห็นว่าบริเวณริมถนนเป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการได้รับสารที่มีฤทธิ์ก่อการกลายพันธุ์มากกว่าบริเวณอื่นๆ

4. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีการก่อการกลายพันธุ์ของสารสกัดจากตัวอย่างฝุ่นละอองในแต่ละสถานี ช่วงปี พ.ศ.2549-2552 พบว่าที่สถานีการเคหะชุมชนดินแดงมีการเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีการก่อการกลายพันธุ์ที่สูงเพิ่มขึ้นแตกต่างจากช่วงอื่นๆ คือเดือนพฤศจิกายน ทำให้ในช่วงฤดูหนาว พื้นที่การเคหะชุมชนดินแดงเป็นบริเวณที่มีความเสี่ยงต่อการได้รับสารก่อการกลายพันธุ์มากกว่าบริเวณสถานีอื่นๆ

5. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของดัชนีการก่อการกลายพันธุ์กับความเข้มข้นของสารโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนชนิดที่มีความสามารถในการก่อการกลายพันธุ์ พบว่า Benzo(a)anthracene เป็นสารที่มีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีการก่อการกลายพันธุ์สูงสุด รองลงมาคือ Benzo(b)fluoranthene, Benzo(a)pyrene, Dibenzo(a,h)anthracene, Benzo(k)fluoranthene

และ Indeno(1,2,3-cd)pyrene ตามลำดับ และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) อยู่ในระดับปานกลางไปจนถึงระดับน้อย

6. วิเคราะห์ผลของปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงต่อศักยภาพในการก่อการกลายพันธุ์ของสารโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน ในช่วงปี พ.ศ.2549-2552 พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงประเภทน้ำมันเบนซินออกเทน 91 และเบนซินออกเทน 95 ลดลงร้อยละ 36 และ 88 ตามลำดับ และมีการใช้แก๊สโซฮอล์ 91 และแก๊สโซฮอล์ 95 เพิ่มขึ้นร้อยละ 93 และ 60 ตามลำดับ มีการใช้น้ำมันดีเซล ลดลงร้อยละ 45 และมีการใช้แก๊สแอลพีจี เพิ่มขึ้นร้อยละ 29 (กรมธุรกิจพลังงาน, 2553) แต่จากผลการวิจัยพบว่าค่าดัชนีการก่อการกลายพันธุ์ และปริมาณความเข้มข้นของสาร PAHs ในแต่ละสถานี ระหว่างปี พ.ศ.2549-2552 ไม่ได้มีความแตกต่างกันมากนัก แต่อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงไปใช้เชื้อเพลิงที่เป็นพลังงานทางเลือกพวกแก๊สโซฮอล์และแก๊สแอลพีจี ทำให้การเผาไหม้ของเครื่องยนต์สมบูรณ์ขึ้น การปลดปล่อยสารไฮโดรคาร์บอนและฝุ่นละอองจากท่อไอเสียลดลงส่งผลให้มลพิษทางอากาศลดน้อยลง

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. จากการเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง PM_{10} ควรมีการเก็บตัวอย่างให้ครอบคลุมเป็นรายเดือน เพื่อที่จะได้ทราบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงศักยภาพในการก่อการกลายพันธุ์ของสารโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนได้อย่างชัดเจนและละเอียดยิ่งขึ้น

2. ในการทดสอบความสามารถในการก่อการกลายพันธุ์โดยวิธี Ames test ควรมีการทำการทดสอบในสภาวะที่มีการกระตุ้นด้วยเอนไซม์จากตับหนู (S9) เพื่อเป็นการจำลองการเกิดเมแทบอลิซึม (metabolism) ในร่างกายคนที่ได้รับสารเข้าไป แต่เนื่องจากในการวิจัยครั้งนี้ค่าดัชนีการก่อการกลายพันธุ์ที่ทดสอบในแต่ละตัวอย่างมีค่าน้อยกว่า 2 ซึ่งถือว่าไม่มีฤทธิ์ในการก่อการกลายพันธุ์ จึงไม่ได้ทดสอบในสภาวะที่กระตุ้นด้วยเอนไซม์จากตับหนู (S9) เข้าไป

3. ควรศึกษาความสัมพันธ์ของค่าดัชนีการก่อการกลายพันธุ์กับสารโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนชนิดอื่นๆเพิ่มเติม เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ละเอียดเพิ่มมากขึ้น