

การศึกษาประสิทธิภาพในการดูดซับสารระเหยเบนซีนโดยเทคนิคการเก็บตัวอย่างแบบพาสซีฟ

Benzene Adsorption Efficiency by Passive Sampling Technique

อรณิชา แก้วเทศ กนกวรรณ สังข์ทอง และ ชลดา ธีรการุณวงศ์*

สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ จ.นครสวรรค์ 60000

*Email: chonlada.d@nsru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพในการดูดซับสารระเหยเบนซีนโดยเทคนิคการเก็บตัวอย่างแบบพาสซีฟแล้ววิเคราะห์ผลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี จากผลการศึกษาพบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการดูดซับคือ ถ่านกัมมันต์ปริมาณ 4 กรัม อะซิโตนปริมาตร 10 มิลลิลิตร และระยะเวลาในการสกัด 15 นาที โดยมีค่าร้อยละการคืนกลับของการสกัดเท่ากับ 91.46 ส่วนสภาวะที่เหมาะสมของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี คือ อุณหภูมิส่วนฉีดสารคอลัมน์ และเครื่องตรวจจับ เท่ากับ 55, 150, 150 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งใช้เวลาในการวิเคราะห์ทั้งสิ้น 3.00 นาที เมื่อนำหลอดดูดซับไปเก็บตัวอย่างบริเวณพื้นที่สำรวจ พบว่าเบนซีนมีความเข้มข้นในช่วง 0.86-3.26 มิลลิกรัมต่อลิตร

คำสำคัญ: การเก็บตัวอย่างแบบพาสซีฟ แก๊สโครมาโทกราฟี ถ่านกัมมันต์

Abstract

This research study was to construct the adsorption tube for benzene absorption by passive sampling technique. The qualitative and quantitative were analysed by using gas chromatograph technique. The results showed that the optimum conditions for adsorption tube was obtained by using the activated carbon of 4 gram with 10 mL acetone extracted and the extraction time was 15 minutes. The percentage of the recovery of extraction was 91.46. The injection temperature, column temperature and detector temperature were evaluated to obtain the suitable conditions of gas chromatograph. From the results, the injection temperature, column temperature and detector temperature were 55, 150, 150 °C, respectively, with the analysis time of 3.00 minutes. Moreover, it was found that the benzene concentration was found in the range 0.86 to 3.26 milligrams per liter.

Keywords: Passive Sampling, Gas Chromatography, Activated Carbon

บทนำ

ปัญหามลพิษทางอากาศเป็นภาวะที่อากาศมีสารมลพิษอินทรีย์เจือปนในปริมาณสูงกว่าระดับปกติเป็นเวลานานซึ่งเกิดจากการปล่อยสารระเหยอินทรีย์จากกิจกรรมของมนุษย์ ดังนั้นผลกระทบที่ตามมาก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพมนุษย์ สัตว์ พืช และทรัพย์สิน ซึ่งปัญหาเหล่านี้อาจเกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติ และเกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น ฝุ่นละออง ก๊าซธรรมชาติโดยทั่วไป อากาศเสียที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติเป็นอันตรายต่อมนุษย์น้อยมาก เพราะมีแหล่งกำเนิดอยู่ไกลมีความเข้มข้นและปริมาณน้อย กรณีที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ได้แก่ มลพิษจากท่อไอเสียของรถยนต์ มลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม มลพิษจากกระบวนการผลิต มลพิษจากกิจกรรมด้านการเกษตรและมลพิษจากการระเหยของก๊าซบางชนิดส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตมากกว่าเนื่องจากมีความเข้มข้นสูง จากการสำรวจจากกรมอนามัยสิ่งแวดล้อม พบว่า สารระเหยอินทรีย์เกินมาตรฐานเกือบทุกจังหวัด จึงถือว่าสารระเหยอินทรีย์ในบรรยากาศ ได้แก่ เบนซีน คลอโรฟอร์ม 1,3- บิวทาไดอิน และ 1,2-ไดคลอโรอีเทน เป็นสารมลพิษอินทรีย์ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระดับประเทศ จากรายงานของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมพบว่า ปริมาณสารระเหยอินทรีย์ในบรรยากาศมีค่าเกินมาตรฐานที่กำหนดไว้อย่างต่อเนื่องมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551 (กรมควบคุมมลพิษ, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2556; กองอนามัยสิ่งแวดล้อม, สำนักงานอนามัย, 2556; กรมอนามัย, สำนักงานอนามัยสิ่งแวดล้อม, 2555; พงศ์เทพ วิวรรณเดชะ, 2551; วิวัฒน์ เอกบุรณวัฒน์, ม.ป.ป.)

จังหวัดนครสวรรค์ซึ่งถือว่าเป็นประตูเข้าสู่ภาคเหนือจึงมีการจราจรที่หนาแน่น สารพิษจำพวกสารอินทรีย์ระเหยง่ายที่ปล่อยออกมาจากยานพาหนะซึ่งส่งผลกระทบต่อชีวิตและความเป็นอยู่ของคนในจังหวัดนครสวรรค์ ประกอบกับการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างรวดเร็วของประเทศไทยทำให้มียานพาหนะประเภทรถยนต์ส่วนบุคคล รถจักรยานยนต์ รถโดยสารสาธารณะ และรถบรรทุก ที่เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก จึงทำให้เกิดปัญหามลภาวะทางอากาศเป็นพิษ จากการปล่อยสารระเหยอินทรีย์จากท่อไอเสียของยานพาหนะ ซึ่งส่งผลกระทบต่อมนุษย์ที่รุนแรง ปัญหามลภาวะทางอากาศเป็นพิษจึงเป็นปัญหาเร่งด่วนที่ทุกภาคส่วนต้องให้ความสำคัญและร่วมมือกันแก้ไข ในงานวิจัยนี้ ผู้ทำการวิจัยได้เลือกศึกษาภายในบริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์เป็นมหาวิทยาลัยที่มีชื่อเสียงในจังหวัดนครสวรรค์ ดังนั้นจึงมีนักศึกษาเข้ามาศึกษาต่อและมีบุคลากรเป็นจำนวนมากซึ่งในการเดินทางมามหาวิทยาลัยส่วนใหญ่ใช้รถยนต์และรถจักรยานยนต์เป็นพาหนะ ส่งผลให้เกิดปัญหาจราจรติดขัด และปัญหามลพิษทางอากาศจากท่อไอเสียรถยนต์ และนอกจากมลพิษทางอากาศที่มาจากท่อไอเสียของรถแล้วปัญหามลพิษทางอากาศยังมาจากการเรียนการสอนอีกด้วย คือ อาคาร 13 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งประกอบไปด้วย

ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งต้องใช้สารเคมีในการทดลอง ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพของบุคลากร และนักศึกษาภายในมหาวิทยาลัยอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

ปัจจุบันการตรวจสอบและการวิเคราะห์สารระเหยอินทรีย์ในอากาศส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นการใช้เครื่องมือเก็บอากาศที่ซับซ้อน เช่นการเก็บอากาศโดยเทคนิคแอกทีฟ แต่เทคนิคนี้มีข้อเสีย คือ เครื่องมือสำหรับการเก็บอากาศมีราคาสูงเนื่องจากส่วนประกอบของเครื่องมือต้องนำเข้าจากต่างประเทศ และต้องใช้ไฟฟ้าในการเก็บตัวอย่าง เพราะต้องใช้ปั๊มในการดูดอากาศส่งผลให้ต้นทุนในการวิเคราะห์สูงขึ้น (พงศ์เทพ วิวรรณเดชะ, 2551) อย่างไรก็ตาม ยังมีอีกเทคนิคหนึ่งที่สามารถวิเคราะห์คุณภาพอากาศได้ คือ การเก็บตัวอย่างโดยเทคนิคพาสซีฟ ซึ่งเป็นเทคนิคการเก็บอากาศที่ไม่ต้องใช้ปั๊มในการดูดอากาศแต่ใช้หลักการการแพร่กระจายของอากาศเข้าสู่ตัวดูดซับ ดังนั้นการวิเคราะห์อากาศด้วยเทคนิคพาสซีฟจึงมีต้นทุนในการวิเคราะห์ต่ำ และหลอดดูดซับสามารถผลิตขึ้นเองได้โดยใช้วัสดุที่มีอยู่ในท้องถิ่นจึงเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการตรวจสอบคุณภาพอากาศในระดับท้องถิ่นซึ่งใช้งบประมาณในการวิเคราะห์ต่ำและได้ผลการวิเคราะห์อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (จรรยา อินทมณี และจันทิมา ชังสิริพร, 2551; จรรยา อินทมณี และจัญญ์ บุญกาจน์, 2551; ยุวรัตน์ เงินเย็น, 2550)

ดังนั้นงานวิจัยนี้ศึกษาการสร้างหลอดดูดซับสารระเหยเบนซีนในอากาศด้วยเทคนิคพาสซีฟ โดยศึกษาผลของตัวแปรต่างๆ คือ ปริมาณตัวดูดซับ เวลาที่ใช้ในการสกัด ปริมาณของตัวสกัด และศึกษาประสิทธิภาพของหลอดดูดซับสารระเหยเบนซีน โดยใช้ถ่านกัมมันต์เป็นตัวดูดซับ (กรมควบคุมมลพิษ, ม.ป.ป.; จันทนา ธีระรัมย์, 2550) โดยเก็บตัวอย่างบริเวณภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ทั้งภายในและภายนอกอาคาร จากนั้นนำไปวิเคราะห์เชิงคุณภาพ และเชิงปริมาณด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การศึกษาเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี

1.1 การศึกษาสภาวะเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี

การวิเคราะห์โระเหยเบนซีนด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี-เฟลมไอออไนเซชัน (Agilent, Column DB-1, 15 m x 0.25 mm id, 0.25 μ m) ทำโดยปรับสภาวะของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีประกอบด้วย อุณหภูมิของคอลัมน์ อุณหภูมิของส่วนฉีดสารตัวอย่าง และอุณหภูมิของเครื่องตรวจจับทั้งหมด 3 สภาวะ (มาลีณี จินะสาม และมณฑา มากมี, 2555; วิญญู จิตสัมพันธเวช และคณะ, 2550; Abdulrahman, Hosien, Mazieh & Farideh, 2011; Gallego, Roca, Perales & Guardino, 2010) จากนั้นนำสารละลายผสมระหว่างเบนซีนและอะซิโตน ร้อยละ 40:60 โดยปริมาตร ปริมาตร 1 ไมโครลิตร

ฉีดวิเคราะห์เพื่อศึกษาเวลาริเทนชันและพื้นที่ใต้พีค สภาวะที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ สภาวะที่ 1 อุณหภูมิของคอลัมน์ 50 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของส่วนฉีดสารตัวอย่าง 150 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของเครื่องตรวจจับ 150 องศาเซลเซียส สภาวะที่ 2 อุณหภูมิของคอลัมน์ 55 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของส่วนฉีดสารตัวอย่าง 150 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของเครื่องตรวจจับ 150 องศาเซลเซียส และสภาวะที่ 3 อุณหภูมิของคอลัมน์ 60 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของส่วนฉีดสารตัวอย่าง 150 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของเครื่องตรวจจับ 150 องศาเซลเซียส และศึกษาความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์

2. การสร้างหลอดดูดซับและสภาวะที่เหมาะสมการดูดซับเบนซีน

นำหลอดแก้วที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.0 เซนติเมตร ยาว 10 เซนติเมตร มาบรรจุถ่านกัมมันต์ซึ่งใช้เป็นตัวดูดซับสารระเหยอินทรีย์ในอากาศ หลังจากนั้นปิดทับด้วยสำลีทั้งส่วนหัวและส่วนท้าย เพื่อทำหน้าที่เป็นตัวกรองอนุภาคที่ปนเปื้อนอยู่ในอากาศ

2.1 ปริมาณถ่านกัมมันต์

นำหลอดแก้ว ยาว 10 เซนติเมตร จำนวน 15 หลอด มาปิดด้วยสำลีด้านหนึ่งแล้วบรรจุถ่านกัมมันต์ซึ่งใช้เป็นตัวดูดซับ ปริมาณ 1, 2, 3, 4 และ 5 กรัมจากนั้นปิดด้วยสำลี (3 ชั้น) แล้วนำหลอดดูดซับที่เตรียมได้ไปวางในระบบปิด ซึ่งภายในบรรจุสารละลายมาตรฐานเบนซีน ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำถ่านกัมมันต์มาสกัดสารละลายเบนซีนออกด้วยตัวทำละลายอะซิโตน ปริมาตร 10 มิลลิลิตร โดยนำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าความถี่สูงที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 10 นาที แล้วกรองสารละลายด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 เก็บสารที่สกัดได้ใส่ขวดเก็บสารตัวอย่างปิดฝาให้สนิท แล้วนำไปวิเคราะห์เชิงคุณภาพและเชิงปริมาณด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี

2.2 ปริมาณของตัวทำละลาย

นำหลอดแก้ว จำนวน 15 หลอด มาบรรจุถ่านกัมมันต์ซึ่งใช้เป็นตัวดูดซับ ปริมาณ 4 กรัม จากนั้นปิดทับด้วยสำลี แล้วนำหลอดดูดซับที่เตรียมได้ไปวางในระบบปิด ซึ่งภายในบรรจุสารละลายมาตรฐานเบนซีน ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำถ่านกัมมันต์มาสกัดสารละลายเบนซีนด้วยตัวทำละลายอะซิโตน ปริมาตร 5, 10, 15, 20 และ 25 มิลลิลิตร (3 ชั้น) โดยนำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าความถี่สูงที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 10 นาที แล้วกรองสารละลายด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 เก็บสารที่สกัดได้ใส่ขวดเก็บสารตัวอย่างปิดฝาให้สนิท แล้วนำไปวิเคราะห์เชิงคุณภาพและเชิงปริมาณด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี

2.3 ระยะเวลาในการสกัด

นำหลอดแก้ว จำนวน 12 หลอด มาบรรจุถ่านกัมมันต์ซึ่งใช้เป็นตัวดูดซับ ปริมาณ 4 กรัม จากนั้น ปิดทับด้วยสำลี แล้วนำหลอดดูดซับที่เตรียมได้ไปวางในระบบปิด ซึ่งภายในบรรจุสารละลายมาตรฐานเบนซีน ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำถ่านกัมมันต์มาสกัด สารละลายเบนซีนด้วยตัวทำละลายอะซิโตน ปริมาตร 10 มิลลิลิตร โดยนำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าความถี่ สูงที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 5, 10, 15, 20 นาที (3 ซ้ำ) แล้วกรองสารละลายด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 เก็บสารที่สกัดได้ใส่ขวดเก็บสารตัวอย่างปิดฝาให้สนิท แล้วนำไปวิเคราะห์เชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี

2.4 ระยะเวลาในการดูดซับ

นำหลอดแก้ว จำนวน 21 หลอด มาบรรจุถ่านกัมมันต์ซึ่งใช้เป็นตัวดูดซับ ปริมาณ 4 กรัม จากนั้น ปิดทับด้วยสำลี แล้วนำหลอดดูดซับที่เตรียมได้ไปวางในระบบปิด ซึ่งภายในบรรจุสารละลายมาตรฐานเบนซีน ปริมาตร 25 มิลลิลิตร ทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 7 วัน โดยทำการเก็บตัวอย่างเป็นเวลา 7 วัน (3 ซ้ำ) จากนั้นนำถ่านกัมมันต์มาสกัดสารละลายเบนซีนด้วยตัวทำละลายอะซิโตน ปริมาตร 10 มิลลิลิตร โดย นำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าความถี่สูงที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 15 นาที แล้วกรองสารละลายด้วย กระดาษกรองเบอร์ 1 เก็บสารที่สกัดได้ใส่ขวดเก็บสารตัวอย่างปิดฝาให้สนิท แล้วนำไปวิเคราะห์เชิง คุณภาพและเชิงปริมาณด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี (กรมควบคุมมลพิษ, ม.ป.ป.)

2.5 ศึกษาค่าร้อยละการได้คืนกลับของเทคนิคการสกัด

นำหลอดแก้ว จำนวน 7 หลอด มาบรรจุถ่านกัมมันต์ซึ่งใช้เป็นตัวดูดซับ ปริมาณ 4 กรัม จากนั้น ปิดทับด้วยสำลี แล้วนำหลอดดูดซับที่เตรียมได้ไปวางในระบบปิด ซึ่งภายในบรรจุสารละลายมาตรฐานเบนซีนเข้มข้น 900 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำถ่านกัม มนต์มาสกัดสารละลายเบนซีนด้วยตัวทำละลายอะซิโตน ปริมาตร 10 มิลลิลิตร โดยนำไปเขย่าด้วยเครื่อง เขย่าความถี่สูงที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 15 นาที แล้วกรองสารละลายด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 เก็บ สารที่สกัดได้ใส่ขวดเก็บสารตัวอย่างปิดฝาให้สนิท แล้วนำไปวิเคราะห์เชิงคุณภาพและเชิงปริมาณด้วย เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีและคำนวณความค่าร้อยละคืนกลับจากสมการ

$$\% \text{Recovery} = \left(\frac{(C_{\text{sample}} + C_{\text{std}}) - C_{\text{std}}}{C_{\text{std}}} \right) \times 100$$

โดยที่ C_{sample} หมายถึง ความเข้มข้นของสารตัวอย่าง

C_{std} หมายถึง ความเข้มข้นของสารมาตรฐาน

3. การติดตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่างสารระเหยอินทรีย์จากพื้นที่สำรวจ

นำกล่องกระดาษมาเจาะรู ทั้งหมด 21 รู แล้วนำหลอดดูดซับที่บรรจุผ่านกัมมันต์ซึ่งเป็นตัวดูดซับ ปริมาณ 4 กรัม วางลงในกล่อง จากนั้นนำอุปกรณ์ดังกล่าวไปติดตั้งบริเวณหน้าลิฟท์ของชั้น 3 และ ชั้น 4 อาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ และบริเวณประตูทางเข้าโรงแรมต้นน้ำและประตูทางเข้าหน้ามหาวิทยาลัย เก็บ ตัวอย่างเป็นระยะเวลา 7 วัน (3 ชั่วโมง) ตั้งแต่วันที่ 15 – 21 สิงหาคม พ.ศ. 2556 และ ตั้งแต่วันที่ 2 – 9 กันยายน 2556 แล้วกรองสารละลายด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 เก็บสารที่สกัดได้ใส่ขวดเก็บสารตัวอย่างปิด ฝาให้สนิท แล้วนำไปวิเคราะห์เชิงคุณภาพและเชิงปริมาณด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี

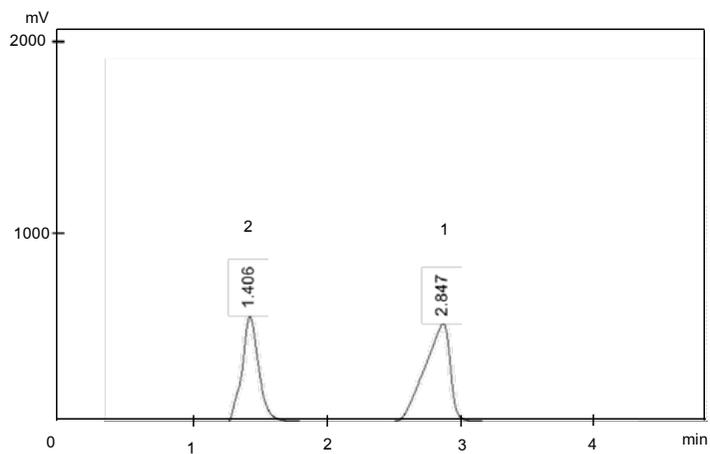
สรุปผลการวิจัย

1. ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี

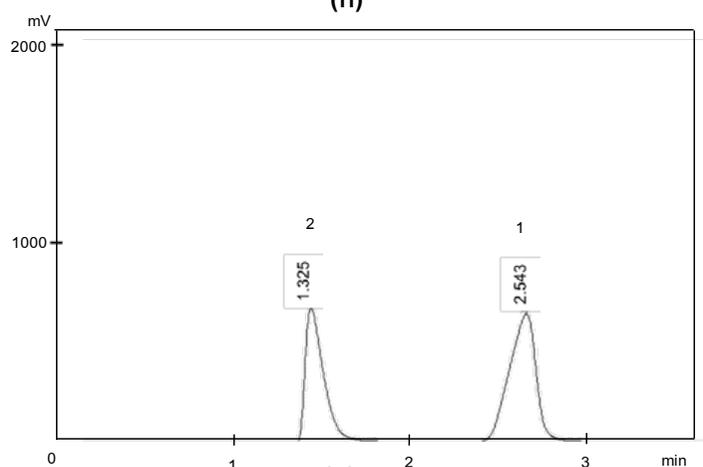
จากผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี พบว่า ที่สภาวะ อุณหภูมิของ คอลัมน์ ส่วนฉีดสาร และตัวตรวจวัดที่ 50, 150 และ 150 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ตัวอย่าง แล้วโครมาโทแกรมของสารระเหยเบนซีนกับอะซิโตนมีระยะระหว่างพีคแยกกันอย่างชัดเจนแต่ต้องใช้เวลา ในการวิเคราะห์ถึง 4 นาทีทำให้เสียเวลาในการวิเคราะห์ และมีความไวในการตรวจวัดต่ำ ส่วนที่สภาวะ อุณหภูมิของคอลัมน์ ส่วนฉีดสาร และตัวตรวจวัดที่ 60, 150 และ 150 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เมื่อ วิเคราะห์ตัวอย่างแล้ว โครมาโทแกรมของสารระเหยเบนซีนกับอะซิโตนใช้เวลาในการวิเคราะห์น้อย และมี พีคเกิดตำแหน่งใกล้เคียงกัน ทำให้เมื่อวิเคราะห์ตัวอย่างจริงในพื้นที่สำรวจเกิดพีคของสารระเหยอินทรีย์ชนิด อื่นๆที่ปนเปื้อนอยู่เกิดการซ้อนทับพีคของสารที่ต้องการวิเคราะห์ซึ่งทำให้ผลการวิเคราะห์ไม่ถูกต้อง ส่วน ที่สภาวะ อุณหภูมิของคอลัมน์ ส่วนฉีดสาร และตัวตรวจวัดที่ 55, 150 และ 150 องศาเซลเซียส ตามลำดับ พีคของเบนซีนอยู่ห่างจากพีคของอะซิโตน ใช้เวลาในการวิเคราะห์ 3 นาทีและให้สัญญาณการตรวจวัดสูง ที่สุด ดังนั้นสภาวะนี้จึงเป็นสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์สารระเหยเบนซีนในอากาศ (ตารางที่ 1 และ รูปที่ 1)

ตารางที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ได้พีคและสภาวะต่างๆของเครื่องแก๊ส โครมาโทกราฟี

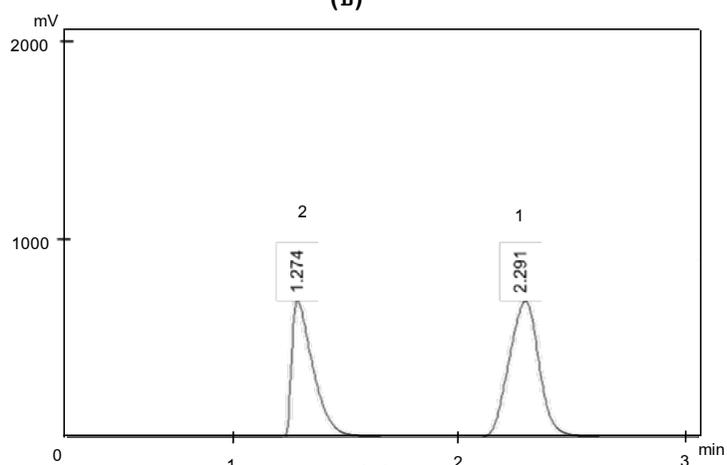
สภาวะที่อุณหภูมิส่วนฉีดสาร/คอลัมน์ /เครื่องตรวจวัด (องศาเซลเซียส)	โครมาโทแกรมของเบนซีน	
	เวลาริเทนชัน (นาที)	พื้นที่ได้พีค (มิลลิโวลต์)
1 50/150/150	2.847	6862790
2 55/150/150	2.543	6773790
3 60/150/150	2.291	6396087



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 1 แสดงโครมาโทแกรมของเบนซีน เมื่ออุณหภูมิของส่วนฉีดสาร/คอลัมน์/เครื่องตรวจจับ เท่ากับ (ก) 50/150/150 (ข) 55/150/150 (ค) 60/150/150 โดย 1 คือ เบนซีน และ 2 คือ อะซีโตน

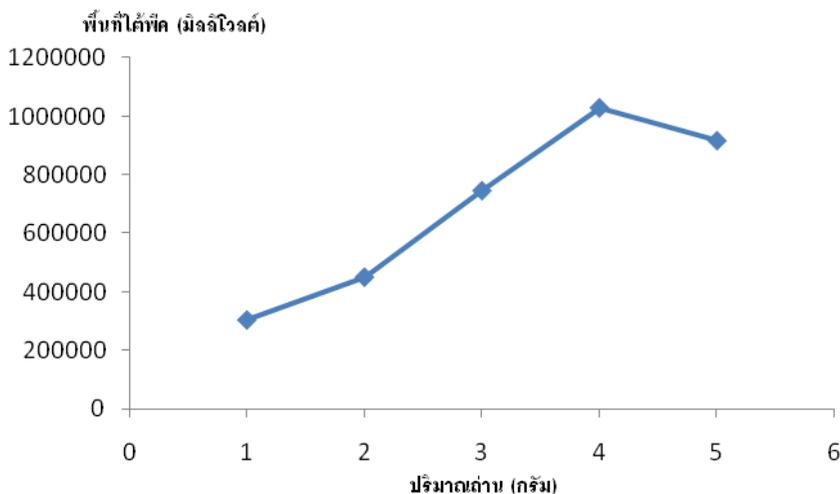
2. การศึกษาความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์

จากผลการทดลองพบว่าเมื่อนำสารละลายมาตรฐานเบนซีน เข้มข้นร้อยละ 99.7 ฉีดวิเคราะห์ที่สภาวะอุณหภูมิคอลัมน์ 55 องศาเซลเซียส อุณหภูมิส่วนฉีดสาร 150 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเครื่องตรวจจับ 150 องศาเซลเซียส เป็นจำนวน 7 ซ้ำ แล้วบันทึกเวลาริเทนชันและพื้นที่ใต้พีคเพื่อนำไปคำนวณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าร้อยละการเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ จากผลการทดลองพบว่าค่าร้อยละการเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ในการศึกษาความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ด้วยการวัดซ้ำมีค่าร้อยละการเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์อยู่ในช่วง 0.85-1.05

3. การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการดูดซับสารระเหยเบนซีน

3.1 ปริมาณถ่านกัมมันต์

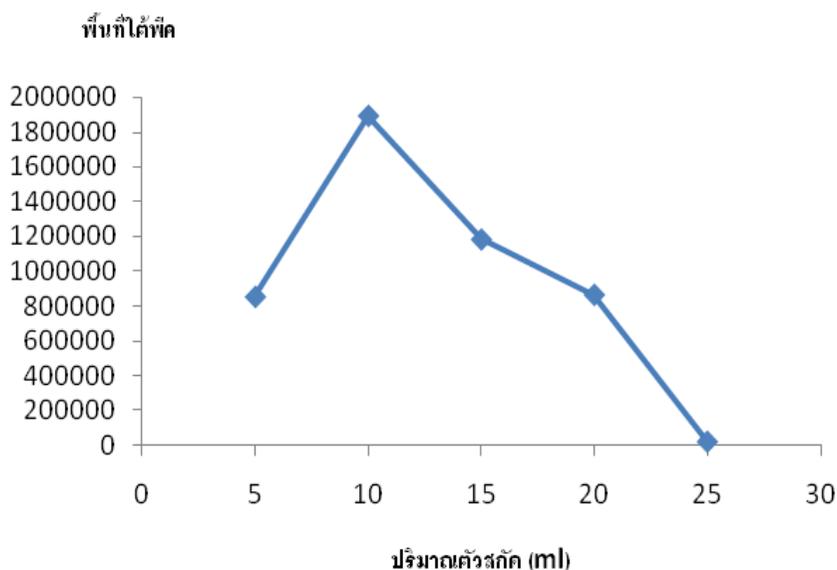
จากผลการทดลองในรูปที่ 2 พบว่า ปริมาณถ่านกัมมันต์ที่บรรจุในหลอดแก้วปริมาณ 1, 2, 3 และ 4 กรัม จะมีพื้นที่ใต้พีคเท่ากับ 2.5×10^5 , 4.1×10^5 , 7.9×10^5 และ 1.1×10^6 มิลลิโวลต์ ตามลำดับ ส่วนถ่านกัมมันต์ที่มีปริมาณ 5 กรัม จะมีพื้นที่ใต้พีคลดลงเท่ากับ 9.0×10^5 มิลลิโวลต์ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปริมาณถ่านกัมมันต์ที่ 1, 2, 3 และ 4 กรัม จะสามารถดูดซับสารระเหยเบนซีนได้เพิ่มมากขึ้นตามลำดับ ส่วนปริมาณถ่านกัมมันต์ที่ 5 กรัม พบว่าพื้นที่ใต้พีคของเบนซีนจะมีค่าลดลง แม้ว่าปริมาณตัวดูดซับจะเพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณของถ่านกัมมันต์ไม่สมดุลกับความยาวและเส้นผ่านศูนย์กลางของหลอดดูดซับ ดังนั้นจึงเลือกศึกษาปริมาณถ่านกัมมันต์ที่ 4 กรัมเนื่องจาก มีประสิทธิภาพในการดูดซับสูงที่สุด



รูปที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณถ่านกัมมันต์และพื้นที่ใต้พีค

4. ปริมาณตัวทำละลาย

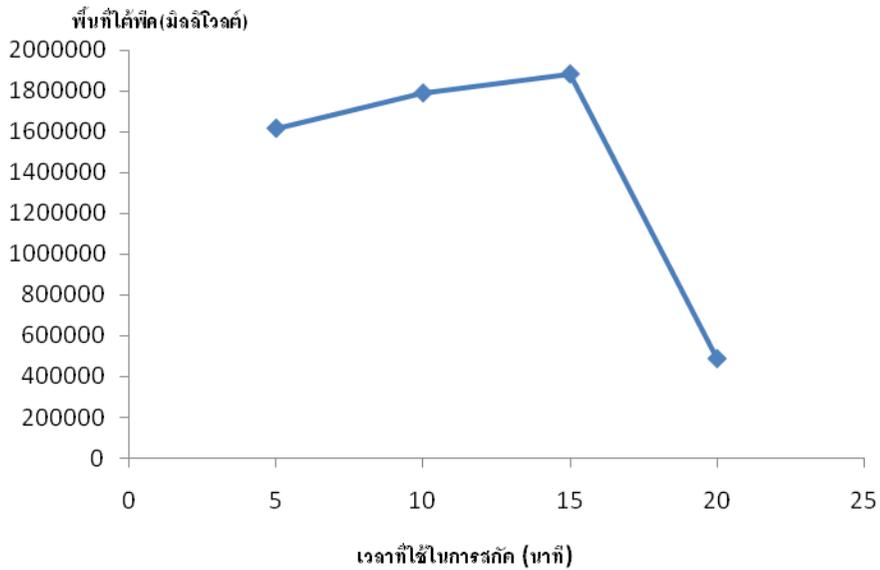
จากผลการทดลองพบว่า เมื่อใช้ปริมาณอะซิโตน 5 มิลลิลิตรเป็นตัวทำละลาย เนื่องจาก ในขั้นตอนการสกัดอะซิโตนเกิดการระเหยจึงจำเป็นต้องเติมปริมาณตัวสกัดเพิ่มเข้าไปอีกเพื่อให้สามารถนำตัวอย่างไปวิเคราะห์ได้ส่งผลให้เบนซีนส่วนหนึ่งระเหยไปพร้อมกับตัวทำละลาย ส่วนที่ปริมาตรอะซิโตนเท่ากับ 10 มิลลิลิตร จะมีพื้นที่ใต้พีคสูงสุด และเมื่อใช้อะซิโตนปริมาตร 15, 20 และ 25 มิลลิลิตร พบว่าพื้นที่ใต้พีคจะมีค่าลดลง เนื่องจาก เกิดความไม่สมดุลระหว่างปริมาณตัวดูดซับและปริมาณตัวสกัด กล่าวคือเป็นการเติมตัวทำละลายมากเกินไป ดังนั้นในการทดลองนี้จึงเลือกใช้ปริมาณตัวสกัดปริมาตร 10 มิลลิลิตร เป็นตัวสกัด (รูปที่ 3)



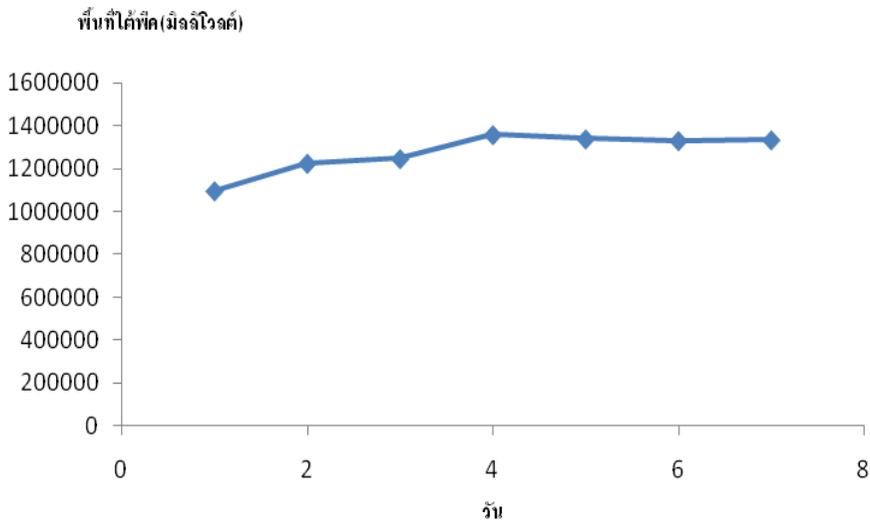
รูปที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอะซิโตนและพื้นที่ใต้พีค

4.1 ระยะเวลาในการสกัด

จากผลการทดลองในรูปที่ 4 พบว่า เมื่อระยะเวลาในการสกัดเบนซีนเพิ่มขึ้นจาก 5 10 และ 15 นาที พื้นที่ใต้พีคจะมีค่าเพิ่มขึ้น และเมื่อเพิ่มเวลาในการสกัดเป็น 20 นาที พื้นที่ใต้พีคจะลดลง เนื่องจากจุดเดือดมีผลกับเวลาในการสกัด หากใช้เวลาในการสกัดเพิ่มขึ้นความร้อนจากเครื่องเขย่าความถี่สูงจะทำให้สารตัวอย่างเกิดการสลายตัว ดังนั้นระยะเวลาในการสกัดที่ 15 นาที จึงเป็นสภาวะที่เหมาะสม เพราะสามารถสกัดสารระเหยเบนซีน ออกจากตัวดูดซับได้ดีที่สุด



รูปที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ไถ่พืดและเวลาที่ใช้ในการรกก



รูปที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการดูดซับเบนซีนและพื้นที่ไถ่พืด

4.2 ระยะเวลาในการดูดซับ

จากผลการทดลองในภาพที่ 5 พบว่า หลอดดูดซับที่ผลิตขึ้นมีประสิทธิภาพในการดูดซับสารระเหยเบนซีนทั้ง 7 วัน ซึ่งในการเก็บตัวอย่างจริง ในแต่ละครั้งอาจใช้เวลา 7 วัน, 14 วัน หรือมากกว่านี้

หลอดดูดซับที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในการดูดซับเบนซีน ซึ่งในการเก็บตัวอย่างจริง โดยพบความเข้มข้นอยู่ในช่วง 2.43 – 2.53 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.3 ค่าร้อยละการคืนกลับของเทคนิค

เมื่อนำหลอดดูดซับ 7 หลอด ที่เตรียมไว้ ไปวางในระบบปิด ทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำตัวอย่างมาสกัดสารละลายเบนซีนออกจากตัวดูดซับด้วยอะซิโตน เป็นระยะเวลา 15 นาที แล้วกรองสารละลายด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 เก็บสารที่สกัดได้ใส่ขวดเก็บสารตัวอย่างปิดฝาให้สนิท แล้วนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟ จากนั้น คำนวณค่าร้อยละคืนกลับจากการสกัด จากผลการทดลองพบว่า ได้ค่าร้อยละการคืนกลับเฉลี่ยของเบนซีนเท่ากับร้อยละ 91.46 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ดีสำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณเบนซีน

4.4 ผลการวิเคราะห์สารระเหยอินทรีย์จากพื้นที่สำรวจ

เป็นการศึกษาประสิทธิภาพเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศแบบพาสซีฟ โดยใช้ ถ่านกัมมันต์เป็นตัวดูดซับ และใช้ปริมาณถ่านกัมมันต์ 4 กรัม บรรจุลงในหลอดดูดซับหลังจากนั้นนำอุปกรณ์เก็บตัวอย่างไปติดตั้งที่ ชั้น 3 สาขาวิชาเคมี ชั้น 4 สาขาวิชาชีววิทยา ตึกคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประตูทางเข้าโรงแรมต้นน้ำ และ ประตูทางเข้าหน้ามหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ พบว่า เก็บตัวอย่างอากาศบริเวณ 3 สาขาวิชาเคมี พบว่า สารระเหยเบนซีนที่หลอดดูดซับที่ผลิตขึ้นจะสามารถดูดซับสารระเหยเบนซีนมีความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ 1.08 และ 1.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งจะเห็นว่าในแต่ละวันจะดูดซับสารระเหยเบนซีนได้ความเข้มข้นที่แตกต่างกันเนื่องจากปัจจัยที่เกี่ยวข้องระหว่างการดูดซับ เช่น ปฏิบัติการทางเคมีที่ใช้ เบนซีน อุณหภูมิของวันที่ทำการเก็บตัวอย่าง ความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งถ้าหากอุณหภูมิต่ำจะทำให้มีความชื้นสัมพัทธ์สูง ส่งผลให้เบนซีนระเหยได้ยาก จึงสามารถดูดซับสารระเหยเบนซีนได้น้อยกว่าวันที่มีอุณหภูมิสูง และมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ นอกจากนี้ยังมีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง คือ ทิศทางของลมและความเร็วลม ถ้าหากทิศทางของลมพัดไม่ตรงกับบริเวณที่ตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศจึงทำให้สามารถดูดซับสารระเหยอินทรีย์ได้น้อย ส่วนความเร็วของลมถ้าหากลมมีความเร็วมากเกินไปจะทำให้ตัวดูดซับของอุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศดูดซับสารระเหยอินทรีย์ได้น้อย เนื่องจาก สารระเหยอินทรีย์มีเวลาสัมผัสกับตัวดูดซับน้อย ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Pyta (2006) ว่า อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และทิศทางลม มีผลต่อการเก็บตัวอย่างแบบพาสซีฟสารระเหยเบนซีนที่หลอดดูดซับที่ผลิตขึ้นจะสามารถดูดซับสารระเหยเบนซีนมีความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ 1.14 และ 1.88 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งจะเห็นว่าในแต่ละวันจะดูดซับสารระเหยเบนซีนได้ความเข้มข้นที่แตกต่างกัน เนื่องจากในวันที่ทำการเก็บตัวอย่างมีลมพัดแรง สภาพอากาศแปรปรวน อุณหภูมิต่ำ และมีความชื้นสัมพัทธ์สูง จึงส่งผลให้ตรวจพบสารระเหยอินทรีย์ในปริมาณ

ที่ต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Pyta (2006) ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์สารระเหยเบนซีนจากพื้นที่สำรวจ

ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์สารระเหยเบนซีนจากพื้นที่สำรวจ

วันที่	ความเข้มข้น (มิลลิกรัมต่อลิตร)			
	ชั้น 3 สาขาวิชา เคมี	ชั้น 4 สาขาวิชา ชีววิทยา	ประตูทางเข้า โรงแรมต้นน้ำ	ประตูทางเข้าหน้า มรภ.นว.
1	0.864	1.22	2.648	3.26
2	0.994	1.00	1.804	1.45
3	0.981	1.03	1.618	1.83
4	0.898	0.95	1.28	1.67
5	0.913	0.92	1.51	1.49
6	0.999	0.99	1.046	2.46
7	1.076	0.96	1.142	1.88
ค่าเฉลี่ย	0.960714	1.01	1.578286	2.005714

อภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาการสร้างหลอดดูดซับและศึกษาประสิทธิภาพของหลอดดูดซับสารระเหยเบนซีนซึ่งหลอดดูดซับประกอบด้วย หลอดแก้วที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร และความยาว 10 เซนติเมตร จากนั้นนำไปดูดซับสารระเหยเบนซีน จากพื้นที่สำรวจภายในและภายนอกอาคาร แล้วนำไปวิเคราะห์ความเข้มข้นด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีโดยใช้เฟลมไอออไนเซชันเป็นเครื่องตรวจวัดผลการศึกษาสถานะของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีโดยใช้เฟลมไอออไนเซชันเป็นเครื่องตรวจวัด พบว่า ใช้อุณหภูมิส่วนคอลัมน์ อุณหภูมิส่วนฉีดสาร และอุณหภูมิเครื่องตรวจวัด เท่ากับ 55, 150, 150 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งเวลาริเทนชันของเบนซีน เท่ากับ 2.543 ให้พื้นที่ใต้พีคเท่ากับ 6773790 มิลลิโวลต์ และใช้เวลาในการวิเคราะห์เท่ากับ 3 นาที

ผลการศึกษาสถานะที่เหมาะสมในการสร้างหลอดดูดซับ พบว่า สถานะที่เหมาะสมในการดูดซับคือ ถ่านกัมมันต์ ปริมาณ 4 กรัม อะซิโตนเป็นตัวสกัดปริมาตร 10 มิลลิลิตร และใช้ระยะเวลาในการสกัดเท่ากับ 15 นาที ให้ค่าร้อยละการคืนกลับในการสกัดสารระเหยเบนซีน เท่ากับร้อยละ 91.46 เมื่อนำหลอดดูดซับไปดูดซับสารระเหยอินทรีย์จากบริเวณพื้นที่สำรวจ คือ บริเวณชั้น 3 สาขาเคมี บริเวณชั้น 4 สาขา

ชีววิทยา บริเวณประตูทางเข้าโรงแรมต้นน้ำ และบริเวณประตูทางเข้าหน้ามหาวิทยาลัย พบว่าสามารถตรวจวัดความเข้มข้นเฉลี่ยของสารระเหยเบนซีน เท่ากับ 1.076, 0.96, 1.142 และ 1.88 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2556). *สถานการณ์สารอินทรีย์ระเหยง่ายในบรรยากาศ*. กรุงเทพมหานคร: วารสารสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย.
- กรมควบคุมมลพิษ. (ม.ป.ป.). *การออกแบบการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์*. สืบค้นเมื่อ 25 กรกฎาคม 2556. จาก http://www.pcd.go.th/info_serv/Datasmell/design_absorbtion.html
- กรมอนามัย. สำนักงานอนามัยสิ่งแวดล้อม. (2555). *ความเป็นพิษของเบนซีนสารอินทรีย์ระเหยง่ายในบรรยากาศ*. กรุงเทพมหานคร: สำนักงาน.
- กองอนามัยสิ่งแวดล้อม. สำนักงานอนามัย. (ม.ป.ป.). *มลพิษทางอากาศ*. สืบค้นเมื่อ 15 มิถุนายน 2556. จาก <http://web.ku.ac.th/schoolnet/snet6/envi3/monpit-a/monpit-a.html>
- จันทนา ระวีธรรมย์. (2550). การประยุกต์ใช้ Activated carbon ในการตรวจพิสูจน์น้ำมันเชื้อเพลิง. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัย ศิลปากร*.
- จรรยา อินทมณี และ จันทิมา ชั่งสิริพร. (2551). การเตรียมหลอดดูดซับจากถ่านกัมมันต์กะลามะพร้าว สำหรับการวิเคราะห์สารระเหยอินทรีย์. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*.
- จรรยา อินทมณี และ จริญญา บุญกาจน์. (2551). การศึกษาการฟื้นฟูสภาพถ่านกัมมันต์จากขี้เลื่อยยางพารา ในการดูดซับโทลูอีน. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*.
- พงศ์เทพ วิวรรณเดชะ. (2551). *คู่มือการเฝ้าระวังผลกระทบต่อสุขภาพจากสารอินทรีย์*. สืบค้นเมื่อ 26 กรกฎาคม 2556. จาก <http://www3.med.cmu.ac.th>
- มาลินี จินะสาม และ มณฑา มากมี. (2555). *การเตรียมหลอดดูดซับเพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์สารระเหยอินทรีย์* (รายงานการวิจัย). นครสวรรค์: สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.
- ยุวรัตน์ เงินเย็น. (2550). ถ่านกัมมันต์จากไม้: การเตรียม การปรับปรุงคุณสมบัติ และการดูดซับ. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยขอนแก่น*.
- วิวัฒน์ เอกบูรณวัฒน์. (ม.ป.ป.). *เบนซีน*. สืบค้นเมื่อ 15 มิถุนายน 2557. จาก <http://library.uru.ac.th/benzene.html>.

- วิญญู จิตสัมพันธเวช และคณะ. (2550). เทคนิคการวิเคราะห์ปริมาณสาร BTEX จากอุปกรณ์เก็บอากาศแบบพาสซีฟ. *วารสารวิจัยและพัฒนา มจร ฉบับพิเศษ*, 30(4), 633-640.
- สำนักงานอนามัยสิ่งแวดล้อม. กรมอนามัย. กระทรวงสาธารณสุข. (2555). *ความเป็นพิษของเบนซีน สารอินทรีย์ระเหยง่ายในบรรยากาศ*. กรุงเทพมหานคร: กระทรวง.
- Abdulrahman, B., Hosien, M., Mazieh, S., & Farideh, G. (2011). Determination of benzene, toluene and xylene (BTX) concentrations in air using HPLC developed method compared to gas chromatography. *International Journal of Occupational hygiene*, 3(1), 12-17.
- Gallego, E., Roca, F. J., Perales, J. F. & Guardino, X. (2010). Comparative study of the adsorption performance of a multi-sorbent bed (Carbotrap, Carboxen 569) and a Tenax TA adsorbent tube for the analysis of volatile organic compounds (VOCs). *Talanta*, 81(3), 916-924.
- Pyta, H. (2006). BTX air pollution in Zabrze, Poland. *Polish Journal of Environmental Study*, 15(5), 785-791.