

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิเคราะห์หาปริมาณ เอทิลีน ออกไซด์ ที่เหลือค้างในสายพลาสติกต่าง ๆ ที่ใช้ทางการแพทย์ แม้จะมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน เช่นการใช้ก๊าซโครมาโตกราฟีอินฟาร์ - เรด สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ฯ วิธีเหล่านี้ก็ไม่ไช่เป็นวิธีที่เหมาะสมจะใช้ในห้องปฏิบัติการเล็ก ๆ ชรรคาค่าทั่ว ๆ ไปได้ เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่ไม่แพร่หลาย และต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก การวิจัยนี้จึงได้ทำการคิดค้น คัดแปลง แก้ไข และปรับปรุงวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณของเอทิลีน ออกไซด์ ขึ้นมาใหม่ เพื่อให้เป็นวิธีที่สะดวก ประหยัดสามารถนำมาใช้ในห้องปฏิบัติการทั่วไปได้โดยง่าย

จากการศึกษา ค้นคว้าถึงรายละเอียด และวิธีการต่าง ๆ พบว่าวิธีของ Lacomme and Chaigneau ในการหาปริมาณของเอทิลีน ออกไซด์ ในพลาสติก โดยใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ เป็นวิธีที่เหมาะสมกับการที่จะนำมาใช้ในห้องปฏิบัติการเล็ก ๆ ชรรคาค่าได้ดี แต่เมื่อได้ทำการทดลองตามวิธีการดังกล่าว กลับไม่ได้ผลดีเท่าที่ควรคือสามารถวิเคราะห์เอทิลีน ออกไซด์ได้โดยเฉลี่ยเพียง 50 % เท่านั้น จึงได้ทำการศึกษา ปรับปรุง แก้ไขสภาวะต่าง ๆ ในแต่ละขั้นตอนของการทดลองใหม่ โดยคงหลักการวิธีเดิมไว้ เพราะเห็นว่าเป็นหลักการและ วิธีการที่ดี สมเหตุสมผล ง่าย และสะดวกต่อการทำอยู่แล้ว

สภาวะต่าง ๆ ที่ได้ทำการปรับปรุง แก้ไขและคัดแปลงใหม่เพื่อให้เหมาะสมได้แก่ การปรับปรุงเกี่ยวกับระยะเวลาที่เหมาะสมในการกลั่นเพื่อแยกเอทิลีน ออกไซด์ ออกจากสารตัวอย่าง ซึ่งเดิมใช้เวลาจนถึง 45 - 60 นาที จากการทดลองพบว่า เอทิลีน ออกไซด์ สามารถออกจากสารตัวอย่างพลาสติกได้ง่าย และรวดเร็วมาก ถ้าเตรียมตัวอย่างให้มีพื้นที่ผิวมากที่สุดที่จะทำได้ ซึ่ง Lacomme and Chaigneau



ไม่ไกลลาถึงเลย โดยดำเตรียมตัวอย่างโดยการตัดแบ่งครึ่งตามยาวของสายแล้ว จึงตัดออกเป็นท่อน ๆ โดยตัดตามแนวเฉียงเป็นมุมประมาณ 45 องศา ยาวท่อนละ ประมาณ 2 - 3 ซม. จะใช้เวลาในการกลั่นแยกเอทริลีน ออกไซด์ ออกจากตัวอย่าง เหล่านี้เพียง 20 นาที ก็เป็นการเพียงพอ

สำหรับอัตราความเร็วของอากาศที่ผ่านเครื่องมือเพื่อเป็นตัวพาพาเอทริลีน ออกไซด์ ที่กลั่นได้ไปยังภาชนะเก็บ ก็มีความสำคัญและสัมพันธ์กับปริมาณของเอทริลีน ออกไซด์ที่วิเคราะห์ได้ จากการทดลองโดยใช้อัตราความเร็วของอากาศตามวิธีของ Critchfield and Johnson คือให้อากาศผ่านในอัตราความเร็ว 10 มล./นาที จะดีกว่าวิธีของ Lacomme and Chaigneau ซึ่งไม่เห็นความสำคัญของอากาศที่ผ่านนี้ โดยให้ผ่านในอัตราความเร็วเท่าใดก็ได้ แต่ให้คงที่และสม่ำเสมอ วิธีหลังนี้พบว่า เอทริลีน ออกไซด์ จะไปอยู่ในภาชนะเก็บก๊าซไบบที่สองมากกว่าไบบแรก ดังนั้นโอกาส การสูญหายของเอทริลีน ออกไซด์ โดยอาจเลยผ่านภาชนะไบบที่สองไปอาจเกิดขึ้นได้ และภาชนะไบบแรกก็จะไม่มีควมหมาย การให้อากาศผ่านช้าลง เพื่อให้ภาชนะไบบแรก ตักก๊าซเอทริลีน ออกไซด์ ไว้ให้ได้มากที่สุด จึงควรเป็นวิธีที่ดีกว่า และป้องกันการ สูญหายของเอทริลีน ออกไซด์ ได้มากกว่า

ผลในคานอัตราความเร็วของอากาศที่ผ่านเครื่องนี้จะขึ้นกับขนาดของ เครื่องมือในการกลั่นด้วย คือถ้าระยะทางหรือพื้นที่ที่ก๊าซจะผ่านได้จากตัวเครื่องควบแน่น ไปยังภาชนะเก็บห่างกันมาก การใช้อัตราความเร็วของอากาศในการพาพาชคอน ข้างเร็วอาจจะเป็นผลดี คือช่วยเร่งพาเอทริลีน ออกไซด์ ไปสู่ภาชนะเก็บเร็วขึ้น แต่ถ้าระยะทางนั้นน้อยเมื่อใช้อัตราความเร็วของอากาศในการพาพาชเร็วมาก เอทริลีน ออกไซด์ ก็จะถูกพาเลยผ่านภาชนะเก็บไปได้ เขาใจว่า เครื่องมือของ Lacomme and Chaigneau อาจมีพื้นที่ในการพาพาชมากกว่าเครื่องมือที่เตรียมขึ้น นี้ก็เป็นได้ โดยเครื่องมือกลั่นที่เตรียมขึ้นนี้ใช้แท่งแก้วขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 ซม. และยาววัดจากตัวเครื่องควบแน่นถึงภาชนะเก็บก๊าซไบบแรก 20 ซม. ระยะระหว่าง

ภาชนะเก็บก๊าซโบแรกและโบที่สอง 15 ช.ม.

ในคานระยะเวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาออกซิเคชัน ระหว่างเอทิลีน ไกลคอล กับสารละลายเปอร์ไอโอเทท ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขใหม่ให้ใช้เวลา 20 นาที โดยคอยเขย่าเป็นพัก ๆ เคมี Lacomme จะใช้เพียง 15 นาที เท่านั้น ซึ่งไม่เป็นการเพียงพอในการที่จะให้ปฏิกิริยานี้เกิดได้อย่างสมบูรณ์ ในสภาพและสภาวะอากาศ ของประเทศไทย

เกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีระหว่างสารละลาย พอร์มาดีไฮด์ กับ โซเดียมโครมาโตเปท ในกรตก่ามะถัน ได้ทำการปรับปรุง และตัดแปลงวิธีของ Lacomme and Chaigneau ใหม่หมด โดยใช้ความเข้มข้นของสารละลายในการทำ ให้เกิดสีตาม Macfacyen คือ ให้ความเข้มข้นของโซเดียมโครมาโตเปท เป็น 1.5 - 2.0 มก. ต่อ มล. ของปริมาตรของสารละลายทั้งหมด และความเข้มข้นของ กรตก่ามะถันเป็น 9.0 - 10.0 M ใช้วิธีการในการทำปฏิกิริยาการเกิดสี โดย ใช้สารละลายโซเดียมโครมาโตเปทนี้ ลงจากบuret เร็ว ๆ พร้อมกับเขย่าไปด้วย อย่างรวดเร็ว ใช้ระยะเวลาในการทำให้สารละลายที่เกิดสีนี้ร้อนที่ 100°C. เพื่อให้ ปฏิกิริยาการเกิดสีเกิดได้อย่างสมบูรณ์ เป็นเวลา 25 นาที และระยะเวลาตั้งแต่หลัง การทำให้สารละลายร้อน จนถึงอ่านค่า absorbance เท่ากับ 28 - 35 นาที ซึ่ง จะเป็นระยะเวลาที่ค่า absorbance คงตัวมากที่สุด ตามวิธีของ Lacomme เมื่อทดลองทำแล้ว ปรากฏว่า ผลที่ได้ไม่คอยคงที่ และสี ที่เกิดขึ้นนี้ก็ไม่คงที่แน่นอน ผิดกับวิธีที่ได้ปรับปรุงใหม่นี้ ซึ่งได้ผลแน่นอน และเท่ากันทุกครั้ง (ดูตารางที่ 13 และ 14)

นอกจากนี้ ยังพบว่าที่สำคัญอีกประการหนึ่งในการทำปฏิกิริยาการเกิดสี คือ ภาชนะที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาควรจะมีปากกว้างพอสมควร ซึ่งเดิมใช้ Volumetric flask ขนาด 10 มล. ในการใส่สารละลาย เพื่อทำปฏิกิริยาการเกิดสี พบว่า

สีของ blank ที่ได้ จะมีสีเหลืองของไอโอดีนเกิดขึ้น และสีของสารละลายก็มีสีมืดไป โดยมีสีเหลืองของไอโอดีน ปนอยู่ด้วย (ทดสอบด้วยการใช้สารละลายแป้งหยาบๆ จะเกิดสีน้ำเงินขึ้น) แม้จะได้ทำการปรับปรุงอัตราความเร็วในการใช้สารละลายจากบuret แล้วก็ตาม ผลก็ยังไม่มีสีขึ้น จึงได้ทดลองเปลี่ยนใช้หลอดแก้ว ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ประมาณ 0.5 นิ้ว ความจุ 15 - 20 มล. พบว่า ในช่วงแรกของปฏิกิริยาจะมีสีเหลืองของไอโอดีนเกิดขึ้นเล็กน้อย แต่เมื่อเขย่าอย่างรวดเร็ว และเติมสารละลาย การเกิดสีลงไปเรื่อยๆ สีเหลืองของไอโอดีนที่เกิดขึ้นจะหายไป เข้าใจว่าไอโอดีนนี้เกิดจากไอโอไดค์ ซึ่งเป็นผลจากปฏิกิริยาระหว่างไอโอเดท และ เปอร์ไอโอเดท ที่เหลือกับ โซเดียม ซัลไฟท์ ซึ่งเมื่อถูกกับกรดกำมะถันในสารละลายโครมาโตเปท จึงเกิดปฏิกิริยาเป็นไอโอดีน ทำให้สารละลายมีสีเหลืองเกิดขึ้นดังกล่าว ถ้าภาชนะที่ใช้ทำปฏิกิริยามีปากแคบ โอกาสที่ไอโอดีนที่เกิดขึ้นจะระเหยไปจึงเป็นไปได้ยากหรือมองอีก ด้านหนึ่งภาชนะปากแคบการเขย่าเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาเป็นไปได้น้อยและไม่สะดวกเท่ากับ ภาชนะปากกว้าง การที่ไอโอดีนที่เกิดขึ้นจะถูกทำปฏิกิริยาเป็น ไอโอไดค์ จึงยากกว่า ภาชนะปากกว้าง

วิธีการของ Lacomme ในการทำปฏิกิริยาการเกิดสี โดยการใส่สารละลายโครมาโตเปท ลงไปในหลอดแก้วที่แช่ในน้ำแข็งที่ละลายแล้วยังเกิดสีเหลืองของไอโอดีนได้ง่าย แม้จะเขย่าอย่างใดสีเหลืองของไอโอดีนก็ยังคงอยู่ อาจเป็นเพราะในสารละลายที่เย็น การสูญหายของไอโอดีนจะยากกว่า การที่ทำปฏิกิริยาโดยไม่แช่ในน้ำแข็ง ซึ่งจะเกิดความร้อนขึ้นและช่วยไล่ไอโอดีนออกได้บ้าง ทั้งยังช่วยย่นระยะเวลาที่ใช้ในการทำให้ปฏิกิริยาการเกิดสี เกิดอย่างสมบูรณ์ด้วย ดังตารางที่ 11

จากการคิดค้น ปรับปรุง และแก้ไข คัดแปลงต่าง ๆ นี้ จึงทำให้ได้วิธีการวิเคราะห์เอทิลีน ออกไซด์ ที่มีประสิทธิภาพ ง่าย สะดวก ไม่แพ้วิธีอื่น สามารถจะวิเคราะห์เอทิลีน ออกไซด์ ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และเหมาะที่จะนำมาใช้

ในห้องปฏิบัติการเล็ก ๆ ทั่วไปได้ดี ทั้งยังมีภาวะไหวรูดี้ก (sensitivity) สูง สามารถวิเคราะห์เอทริลีน ออกไซด์ ได้ถึง 0.002 มก./กรัมของตัวอย่าง หรือ 2 ppm.

ได้นำเอาวิธีการวิเคราะห์ที่ได้ปรับปรุง คิดค้นขึ้นมาใหม่มาทำการวิเคราะห์หาปริมาณของเอทริลีน ออกไซด์ ที่เหลือค้างในสายให้น้ำเกลือที่ใช้กันอยู่ตามโรงพยาบาลต่าง ๆ โดยนำตัวอย่างสายให้น้ำเกลือของบริษัทที่นิยมใช้กันเป็นส่วนมาก มา 6 บริษัท ใช้ตัวอย่างในการวิเคราะห์ทั้งหมด 24 ตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์พบว่าสายให้น้ำเกลือที่พร้อมจะนำมาใช้กับคนไข้ ตามโรงพยาบาลต่าง ๆ ยังคงมีปริมาณของเอทริลีน ออกไซด์อยู่ ปริมาณมากที่สุดที่ตรวจพบคือปริมาณ 56 ppm. และปริมาณน้อยที่สุดคือ 8 ppm.

การวิจัยนี้ สามารถจะนำไปใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณของเอทริลีน ออกไซด์ ที่เหลือค้างในสายพลาสติกอื่น ๆ เช่น สายให้เลือด โดยทำการวิเคราะห์ในลักษณะและวิธีแบบเดียวกัน และเป็นแนวทางในการที่จะศึกษา คิดค้น หรือดัดแปลงวิธี เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณของเอทริลีน ออกไซด์ ในสารประกอบอื่น ๆ ได้ด้วย ซึ่งนับเป็นประโยชน์ที่สำคัญของการวิจัยนี้