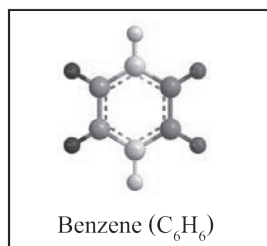


เบนซีน : มหันตภัยร้ายที่คุณอาจคาดไม่ถึง

ทวีสิน นาวรัตน์^{1*}

การค้นพบเบนซีน Benzene (C₆H₆)



เบนซีน เป็นสารประกอบแอโรมาติกตัวแรกที่ถูกค้นพบ แอโรมาติกมาจากคำว่าแอโรมา (Aroma) ในภาษากรีก แปลว่า กลิ่นหอม เพราะเบนซีนมีกลิ่นหอมเฉพาะตัวจึงเรียกสารประกอบนี้ว่าสารประกอบแอโรมาติก ปัจจุบันนักเคมีรู้จักโมเลกุลนี้เป็นอย่างดี แต่อย่างไรก็ตามเบนซีนมีประวัติศาสตร์ที่ยาวไกลและน่าสนใจยิ่ง โดยเฉพาะความพยายามในการอธิบายโครงสร้างของโมเลกุลนี้ นับจากครั้งแรกที่เบนซีนถูกค้นพบ ในปี ค.ศ. 1825 โดยนักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษชื่อ Michael Faraday [1,2] เขาได้ทำการแยกสารประกอบบริสุทธิ์ชนิดหนึ่งจากแก๊สที่ใช้จุดให้ความสว่างที่ได้จากไขของวาฟ พบว่าสารประกอบนี้มีจุดเดือด 80°C ซึ่งเมื่อนำไปวิเคราะห์หาธาตุที่เป็นองค์ประกอบพบว่าประกอบด้วยธาตุคาร์บอนและธาตุไฮโดรเจนในอัตราส่วน 1:1 ซึ่งมีสูตรอย่างง่ายคือ CH เขาจึงตั้งชื่อสารประกอบนี้ว่า Carbureted hydrogen ต่อมาในปี ค.ศ. 1834 เก้าปีหลังจากสารประกอบชนิดนี้ถูกค้นพบ มีนักเคมีชาวเยอรมันชื่อ Eilhard Mitscherlich [3,4,5] ได้ทำการสังเคราะห์สารประกอบชนิดเดียวกันนี้ขึ้นจากการให้ความร้อนกรดเบนโซอิกกับปูนขาว และพบว่าสูตรอย่างง่ายคือ CH เช่นเดียวกัน นอกจากนี้เขายังสามารถหามวลโมเลกุลของสารประกอบนี้ได้เท่ากับ 78 ดังนั้นสูตรโมเลกุลของสารประกอบชนิดนี้ก็คือ C₆H₆ ขณะเดียวกันก็ยังสามารถแยกสารประกอบนี้ได้จากก่ายาน (Gum benzoin) ดังนั้น Mitscherlich

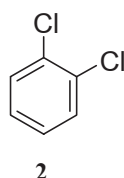
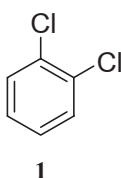
¹ โปรแกรมวิชาเคมีและเคมีประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

* Corresponding author: ktaweessin@yahoo.co.uk

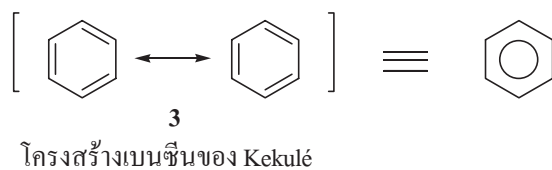
จึงให้ชื่อสารประกอบนี้ว่า เบนซีน (Benzin) และส่งต้นฉบับเพื่อลงตีพิมพ์เรื่องที่เกิดขึ้นในวารสาร Annalen der Pharmacie แต่ชื่อเบนซีนไม่ได้รับการยอมรับจากนักเคมีท่านอื่นมากนัก เนื่องจากมีความคล้ายคลึงกับชื่อของสารประกอบประเภทแอลคาลอยด์ในส่วนของคำลงท้าย เช่น ควินิน (Quinine) อาจทำให้เข้าใจผิดได้ Liebig's บรรณาธิการของวารสารเสนอให้ใช้ชื่อ เบนซอล (Benzol) แทน ซึ่งคำว่า -öl มาจากภาษาเยอรมัน หมายความว่า น้ำมัน อย่างไรก็ตามนักเคมีชาวฝรั่งเศสและอังกฤษเปลี่ยนมาใช้คำว่า เบนซีน (Benzene) แทนเพื่อไม่ให้สับสนกับสารประกอบประเภทแอลกอฮอล์ที่ลงท้ายด้วย -ol และประกอบกับคำลงท้าย -ene ใช้สำหรับสารประกอบที่มีพันธะคู่ ต่อมาในปี ค.ศ. 1837 มีนักเคมีชาวฝรั่งเศสอีกท่านหนึ่งชื่อ Auguste Laurent ได้เสนอชื่อของสารประกอบนี้ว่า pheno ซึ่งมาจากภาษากรีกคือ phainen แปลว่า ส่องสว่าง โดยให้เหตุผลว่าสารประกอบดังกล่าวถูกค้นพบจากแก๊สที่ช่วยให้แสงสว่าง ถึงแม้ชื่อนี้ไม่เป็นที่ยอมรับกันมากนัก แต่ปัจจุบันก็ยังคงใช้ชื่อ phenyl ในการเรียกหมู่ C_6H_5- (เบนซีนที่มีไฮโดรเจนถูกแทนที่หนึ่งอะตอม) ปัจจุบันเรารู้จักสารประกอบชนิดนี้กันในชื่อ เบนซีน

ถึงแม้ว่านักเคมีจะรู้จักสารประกอบเบนซีนกันอย่างกว้างขวาง แต่อย่างไรก็ตามโครงสร้างโมเลกุลนี้ก็ยังคงเป็นความลับอยู่จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1866 นักเคมีชาวเยอรมันชื่อ Friedrich August Kekulé [6,7] ได้เสนอโครงสร้างของเบนซีนว่ามีโครงสร้างเป็นวงที่ประกอบด้วยพันธะเดี่ยวสลับกับพันธะคู่ Kekulé กล่าวว่าโครงสร้างนี้ได้จากความฝันครั้งหนึ่งของเขา โดยเขาฝันว่าอะตอมจำนวนมากกำลังกระโดดโลดเต้นไปมาแล้วเริ่มจับกลุ่มเรียงตัวเป็นเส้นยาวเหมือนงู แต่มีงูตัวหนึ่งกำลังกินหางตัวเองทำให้เห็นเป็นวงกลม เมื่อเขาตกใจตื่นเขาจึงสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการ์บอนหกอะตอมจับตัวกันในลักษณะวงแหวนของเบนซีนโดยมีพันธะคู่สลับกับพันธะเดี่ยว

จากสมมติฐานของ Kekulé ทำให้ทำนายได้ว่าสาร 1,2-dichlorobenzene มีโครงสร้างแบบ 1 และ 2 ที่แตกต่างกัน ดังภาพ



แต่จากการทดลองพบว่ามีเพียงโครงสร้างเดียว [8] ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าภาพโครงสร้างที่แสดงการเรโซแนนซ์ของเบนซีน (3) ของ Kekulé ได้อธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ

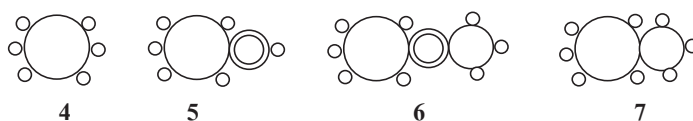


ต่อมาได้มีการทำการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐานของ Kekulé ด้วยวิธีต่างๆ ได้แก่

1. การวัดค่าการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ (X-ray diffraction) เพื่อหาความยาวพันธะระหว่างคาร์บอน-คาร์บอนทั้งหมดของวง
2. การวัดค่ามุมระหว่างพันธะของคาร์บอนแต่ละอะตอม
3. เปรียบเทียบค่า Heat of hydrogenation โดยทำการเปรียบเทียบระหว่างเบนซีนกับสารประกอบพวงไฮโดรเจนได้แก่ สารไฮโดรเจน สาร 1,3-ไฮโดรเจนไดอิน และ 1,3,5-ไฮโดรเจนไตรอิน

จากการทดลองทำให้เกิดข้อสรุปว่าโครงสร้างของเบนซีนเป็นไปตามสมมติฐานของ Kekulé

ความจริงอีกด้านหนึ่งที่ยังไม่ถูกกล่าวถึงกันมากนัก จากบทความเรื่องฝันที่เป็นจริง [9] และข้อมูลจากเอกสารอ้างอิง [10,11] ทำให้สรุปได้ว่าแท้จริงแล้วผู้ที่เสนอสูตรโครงสร้างของเบนซีนเป็นคนแรกคือ Jan Josef Loschmidt นักวิทยาศาสตร์ชาวออสเตรีย ซึ่งได้ตีพิมพ์งานวิจัยในวารสาร Chemische Studien ในปี ค.ศ. 1861 [12] โดยเสนอสูตรเคมี 368 สูตร ที่มีทั้งโครงสร้างและองค์ประกอบ ในจำนวนสูตรโครงสร้างทั้งหมดที่เขาเสนอ มีสูตรของเบนซีนรวมอยู่ด้วย เขาแทนอะตอมด้วยวงกลม โดยให้วงกลมใหญ่แทนอะตอมของคาร์บอนและวงกลมเล็กแทนอะตอมของไฮโดรเจน ดังแสดงในโครงสร้างที่ 4 นอกจากนี้เขายังได้เสนอโครงสร้างของสารประกอบเอโรมาติกตัวอื่นๆ อีกได้แก่ ฟีนอล (5) อะนิซอล (6) และ โทลูอิน (7) ถึงแม้ว่าโครงสร้างที่เขาเสนอไม่ได้แสดงให้เห็นว่าพันธะคู่ในวงอยู่กันอย่างไรและไฮโดรเจนต่อกับคาร์บอนอย่างไร แต่ก็ต้องนับว่า Loschmidt เป็นคนแรกที่เสนอว่าเบนซีนมีโครงสร้างเป็นวง



สมบัติของเบนซีน

เบนซีน [13] เป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง สี ไม่มีสี มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว ละลายน้ำได้เล็กน้อย ระเหยและติดไฟง่าย เกิดได้ทั้งจากการเปลี่ยนแปลงทางธรรมชาติ และกระบวนการผลิตหรือการสังเคราะห์ เนื่องจากมีสมบัติเป็นตัวทำละลายที่ดีมากจึงมีการนำมาใช้อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมผลิตสี หมึกพิมพ์ สารเคมีกำจัดแมลง และการผลิตสารเคมีอื่นๆ

เบนซีนกับน้ำมันเบนซิน

เบนซีน (Benzene) *ไม่ใช่* น้ำมันเบนซินเพียงแค่มือถือพ้องกันเท่านั้น น้ำมันเบนซินแท้จริงแล้วคือ แก๊สโซลีน (Gasoline) หรือเรียกย่อๆว่า แก๊ส (Gas) [14] ในประเทศสหรัฐอเมริกาและแคนาดาเรียกว่า แก๊สโซลีน ขณะที่ประเทศอังกฤษเรียกว่าเพโตรล (Petrol ย่อมาจาก Petroleum spirit) เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับใช้กับเครื่องยนต์สันดาปภายในชนิดเบนซิน สำหรับประเทศไทยเรียกน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดนี้ว่าเบนซิน (Benzin, Bensin) เช่นเดียวกับประเทศเยอรมัน และสแกนดิเนเวีย ส่วนเบนซินนั้นเป็นเพียงสารเอโรมาติกไฮโดรคาร์บอนตัวหนึ่งจากสารที่มีเป็นร้อยๆ ตัวในน้ำมันดิบที่ถูกขุดเจาะแล้วสุบขึ้นมากลั่นลำดับส่วนเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ต่างๆ จากสารประกอบที่มีจุดเดือดสูง (หนัก) ไปจนถึงจุดเดือดต่ำ (เบา) สำหรับแก๊สโซลีนจัดอยู่ในพวกที่ไม่หนักมากนัก

เบนซีนมลพิษทางอากาศ

เนื่องจากในธรรมชาติเบนซีนเป็นองค์ประกอบของสารปิโตรเลียม จึงทำให้เบนซีนมีโอกาสปนเปื้อนในน้ำมันเบนซิน (แก๊สโซลีน) ได้ ทั้งนี้มีข้อมูลว่าในน้ำมันเบนซินมีเบนซีนปนเปื้อนอยู่น้อยกว่า 1 ถึง 5 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตร [15] จึงเป็นไปได้อย่างมากที่จะพบเบนซีนจากไอเสียของเครื่องยนต์และสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิง จากผลการวิจัย [16] การตรวจหาสารมลพิษ เบนซีน โทลูอิน และไซลีน ในไอเสียจากรถยนต์ที่ใช้น้ำมัน ทั้งในกลุ่มรถยนต์เก่าและใหม่ทั้งที่มีการติดตั้งและไม่ติดตั้งแคตตาไลติกคอนเวอร์เตอร์ (เป็นอุปกรณ์หนึ่งในระบบระบายไอเสียของเครื่องยนต์หัวฉีดยุคใหม่ มีวัตถุประสงค์หลักในการช่วยลดมลพิษในไอเสียก่อนไหลเข้าสู่หม้อพักไบแรก เมื่อไอเสียไหลผ่านรังผึ้งที่เคลือบสารพิเศษไว้ จะเปลี่ยนไฮโดรคาร์บอน คาร์บอนมอนอกไซด์ และไนโตรเจนออกไซด์ที่เป็นพิษให้กลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ในโตรเจนและไอน้ำที่ไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม) พบว่าค่าความเข้มข้นของเบนซีน โทลูอิน และไซลีน จะมากที่สุดที่รถยนต์เก่าที่ไม่มีการติดตั้งแคตตาไลติกคอนเวอร์เตอร์คือ มีค่าเท่ากับ 12.11 ส่วนในล้านส่วน อย่างไรก็ตามจากรายงานวิจัยนี้ยังพบอีกว่าการติดตั้งแคตตาไลติกคอนเวอร์เตอร์ไม่ได้มีความสัมพันธ์กับระดับความเข้มข้นของสารมลพิษที่ออกมาจากไอเสียของเครื่องยนต์ที่ระดับนัยสำคัญ (α) 0.05 นอกจากนี้ Appel และคณะ [17] รายงานว่าทั้งในบุหรี่ยี่ห้อเองและบุหรี่ยี่ห้ออื่นจะมีระดับเบนซีนไม่ต่างกัน คือมีค่าเฉลี่ย 68 ± 11 ไมโครกรัมต่อกรัมของบุหรี่ยี่ห้อหนึ่งมวน

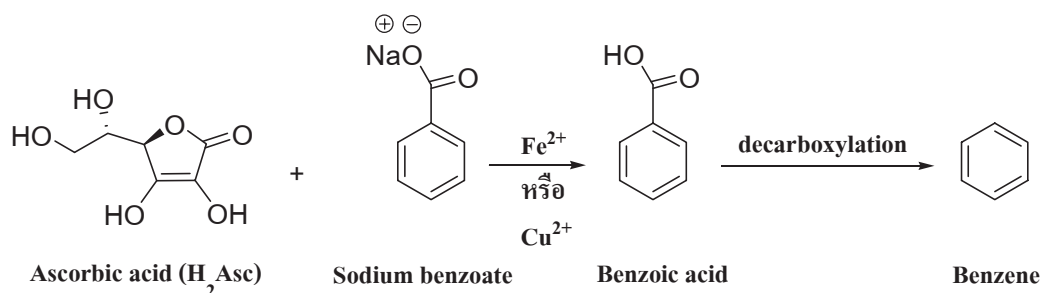
เมื่อไม่นานมานี้มีรายงานผลการวิจัยจากสถาบันวิจัยจุฬาภรณ์ ซึ่งสมเด็จพระเจ้าลูกเธอ เจ้าฟ้าจุฬาภรณวลัยลักษณ์ อัครราชกุมารี ทรงเป็นหนึ่งในคณะผู้วิจัย [18] ระบุว่าคนงานจากการปฏิบัติงานในวัดที่ได้รับควันธูป ซึ่งมีสารก่อมะเร็ง อย่างน้อย 3 ชนิด ได้แก่ สารเบนซีน สาร 1,3-บิวทาไดอิน และสารพอลิไซคลิกแอโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (PAH) เมื่อทำการตรวจวัดความผิดปกติของสารพันธุกรรม ดีเอ็นเอ พบว่า ระดับการแตกหักของดีเอ็นเอ และ 8-OHdG ในเม็ดเลือดขาวของคนงานที่ได้รับควันธูปจากการปฏิบัติงานในวัดสูงกว่าคนงานในหน่วยงานที่ไม่มีการจุดธูปประมาณ 2 เท่า นอกจากนี้ความสามารถในการซ่อมแซมความผิดปกติของสารพันธุกรรมดีเอ็นเอของคนงานที่ได้รับควันธูปในวัดยังลดลง และจากการวิจัยยังพบว่าความผิดปกติของสารพันธุกรรม มีความสัมพันธ์กับระดับการได้รับสารเบนซีน สาร 1,3-บิวทาไดอิน และสารพีเอเอชจากควันธูป ผลการวิจัยดังกล่าว ชี้ให้เห็นว่าควันธูปเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ดังนั้นการสูดดมควันธูปเป็นระยะเวลานานทำให้มีความเสี่ยงต่อการได้รับสารก่อมะเร็งที่ทำให้เกิดความผิดปกติต่างๆ ของสารพันธุกรรม และศักยภาพในการซ่อมแซมความผิดปกติของดีเอ็นเอลดลง ซึ่งความผิดปกติเหล่านี้เป็นกลไกส่วนหนึ่งทำให้เกิดโรคมะเร็ง ทั้งนี้ระดับปริมาณสูงสุดของเบนซีนที่กระจายตัวอยู่ในอากาศบริเวณที่ทำงานโดยไม่ก่อให้เกิดอันตรายต้องไม่เกิน 1 ส่วนในล้านส่วน [13]

ผลงานวิจัยนี้สรุปได้ว่า ควันธูปเป็นอันตราย ซึ่งเป็นทำนองเดียวกันกับความรู้เดิมที่ว่าควันบุหรี่ทำให้เกิดโรคมะเร็ง และถึงแม้ขณะนี้ยังไม่มีการวิจัยระบุถึงรูปไว้ควันแต่ในอนาคตอันใกล้ก็คงมีการวิจัยติดตามมา ซึ่งอาจนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงในทางที่ทำให้คุณภาพชีวิตดีขึ้น

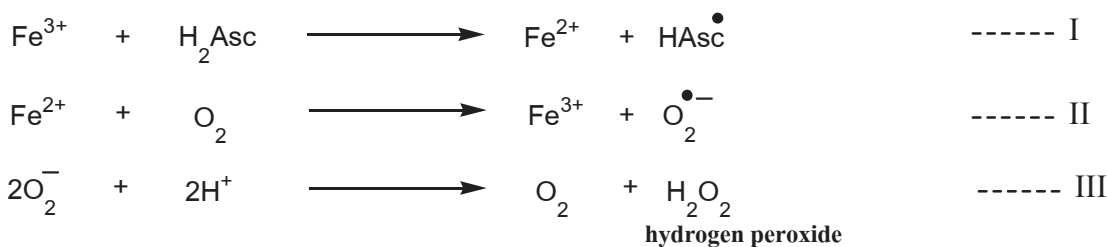
เบนซีนในเครื่องดื่ม

การเกิดเบนซีนในเครื่องดื่มชนิดไม่มีแอลกอฮอล์ หรือ Soft drink และน้ำผลไม้ เกิดจากปฏิกิริยาการสูญเสียคาร์บอนไดออกไซด์ (Decarboxylation) ของกรดเบนโซอิกซึ่งเกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างโซเดียมเบนโซเอท

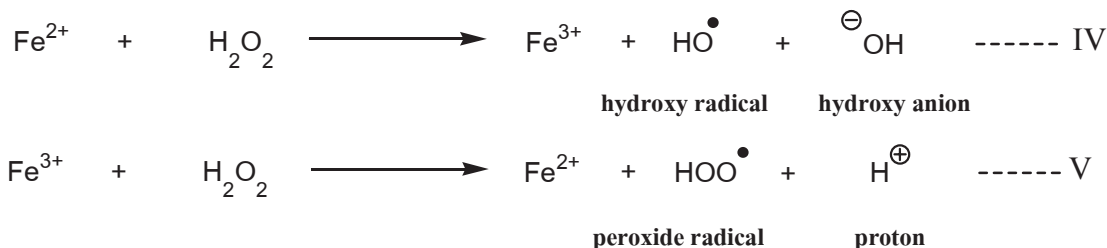
ที่อาจจะมียูเรแล้วตามธรรมชาติหรือมาจากสารกันบูด กับ วิตามินซี (Ascorbic acid) โดยมีโลหะแทรนซิชัน เช่น เหล็ก และทองแดง (มักพบในน้ำ) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ดังสมการ



มีรายงานวิจัยเกี่ยวกับการเกิดเบนซีนในเครื่องดื่มชนิดไม่มีแอลกอฮอล์จำนวนหนึ่ง [19,20] ผลจากการวิจัยสรุปได้ว่า วิตามินซีจะทำหน้าที่เป็น Reducing agent ในการรีดิวซ์โลหะแทรนซิชัน เช่น เหล็ก (Fe^{3+}) ให้กลายเป็น Fe^{2+} จากนั้น Fe^{2+} จะเข้าทำปฏิกิริยากับออกซิเจนได้เป็นซูเปอร์ออกไซด์แอนไอออนเรดิคัล ($\text{O}_2^{\bullet-}$) ซึ่งจะรวมตัวกับโปรตอนเกิดเป็นไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ดังสมการ I-III



ปฏิกิริยาเกิดต่อโดย Fe^{2+} ถูกออกซิไดส์ด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่เกิดจากสมการที่ I-III ได้เป็น Fe^{3+} นอกจากนี้ยังเกิด ไฮดรอกซิล แรดิคัล และไฮดรอกซิล แอนไอออน ดังสมการที่ IV จากนั้น Fe^{3+} ที่เกิดขึ้นจะถูกรีดิวซ์กลับไปเป็น Fe^{2+} พร้อมกับได้ เปอร์ออกไซด์ แรดิคัล กับ โปรตอน ซึ่งก็คือ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ปฏิกิริยานี้เรียกว่า ปฏิกิริยาเฟนตอน (Fenton reaction) [21,22] ดังสมการ



ปฏิกิริยาจะเกิดต่อไปเรื่อยๆ จนวิตามินซีถูกใช้หมด ไฮดรอกซิล แรดิคัลที่เกิดขึ้นจะเข้าทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เกิดปฏิกิริยาการสูญเสียคาร์บอนไดออกไซด์ดังกล่าวข้างต้น นำไปสู่ผลิตภัณฑ์คือเบนซีน และจากการทดลองยังพบว่า ปฏิกิริยาการเกิดเบนซีน จะเกิดได้ดีที่สุดที่ pH 2 และจะลดลงอย่างมากเมื่อ pH เพิ่มขึ้นจาก pH 3 ถึง pH 5 และปฏิกิริยานี้จะไม่เกิดที่ pH 7 นั้นแสดงว่าเครื่องดื่มที่มีความเป็นกรดสูงก็่น่าจะมีโอกาสที่จะเกิดสารเบนซีนได้สูง ขณะเดียวกันก็พบว่า กรดมะนาว (Citric acid) ซึ่งเป็นกรดที่พบได้ในผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว เช่น ส้ม มะนาว เป็นต้น ก็สามารถเกิดปฏิกิริยาได้เช่นเดียวกันกับวิตามินซีแต่ช้ากว่า

วิตามินซีอาจมาจากเครื่องดื่มที่สกัดจากธรรมชาติหรือเติมเข้าไปเพื่อใช้เป็นสารกันการเกิดออกซิเดชันในเครื่องดื่ม และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ก็อาจจะมีอยู่แล้วในธรรมชาติ อย่างไรก็ตามโดยปกติแล้วจะนิยมใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นสารกันบูด (Antimicrobial agent) ในอาหารและเครื่องดื่ม

การเกิดเบนซีนในเครื่องดื่มอาจเกิดจากปัจจัย [23] ดังต่อไปนี้

1. ส่วนผสมที่มีวิตามินซี และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์แสดงให้เห็นว่าสามารถเพิ่มความเข้มข้นของเบนซีนได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสถานะในการทำปฏิกิริยาดังเช่น ความร้อนหรือแสง

2. สารเคมีอื่นๆ เช่น สารให้ความหวาน กรดอีริทริทอริก (Erythorbic acid) ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของวิตามินซี สารเอทิลีนไดอะมีนเตตระอะซีติก แอซิด (Ethylene diamine tetraacetic acid, EDTA) ซึ่งทำหน้าที่เป็นสารจับโลหะ และออกซิเจน ล้วนมีส่วนในการเกิดเบนซีนทั้งสิ้น ดังนี้

2.1 สารให้ความหวานอาจจะช่วยยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดเบนซีน ซึ่งพบว่าไม่พบเบนซีนในเครื่องดื่มลดความอ้วน

2.2 กรดอีริทริทอริกทำหน้าที่เหมือนวิตามินซีคือ เป็นตัวทำให้เกิดเบนซีน

2.3 สารเอทิลีนไดอะมีนเตตระอะซีติก แอซิด อาจเป็นตัวยับยั้งปฏิกิริยานี้

2.4 การแทนที่ออกซิเจนที่อาจมีอยู่ในน้ำหรือในบรรจุภัณฑ์ด้วยคาร์บอนไดออกไซด์หรือไนโตรเจนอาจช่วยยับยั้งการเกิดเบนซีน

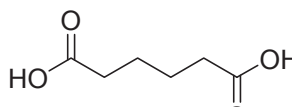
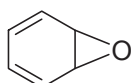
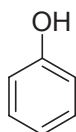
อย่างไรก็ตามระดับปริมาณสูงสุดของเบนซีนในน้ำดื่มที่ไม่เป็นอันตราย คือไม่เกิน 0.005 มิลลิกรัมต่อลิตร [13]

เนื่องจากเครื่องดื่มชนิดที่ไม่มีแอลกอฮอล์นี้เป็นที่นิยมบริโภคมากในประเทศไทยอีกทั้งยังทำรายได้จากการส่งออกได้ปีละหลายล้านบาท ข้อมูลจากเอกสารอ้างอิง [24] ระบุว่า *ยังไม่เคย*มีรายงานการสำรวจเบนซีนในเครื่องดื่มที่จำหน่ายในประเทศ ดังนั้นควรมีการทำการสำรวจและศึกษาวิจัยเกี่ยวกับกระบวนการเกิดเบนซีนในเครื่องดื่มที่วางจำหน่ายในประเทศ โดยเฉพาะน้ำผลไม้ที่วางจำหน่ายทั่วไปในท้องตลาด เพื่อเป็นการเฝ้าระวังด้านความปลอดภัยแก่ผู้บริโภค และป้องกันการเกิดปัญหาทางการค้าในอนาคต

เบนซีนเป็นสารก่อมะเร็ง

รายงานที่แสดงให้เห็นถึงความเกี่ยวข้องระหว่างเบนซีนกับการเกิดมะเร็งเม็ดเลือดขาวได้ถูกตีพิมพ์ครั้งแรกในปี ค.ศ.1928 โดย Delore และ Borgomano [25,26] ตั้งแต่นั้นเป็นต้นมาก็ได้มีการศึกษาวิจัยกันอย่างกว้างขวาง [27-31] จนนำไปสู่ข้อสรุปที่ว่าเบนซีนเป็นสารก่อมะเร็งโดยเป็นพิษต่อสารพันธุกรรมทำให้เกิดมะเร็งเม็ดเลือดขาว รายงานจากคณะกรรมการวิชาการ ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครราชสีมา และศูนย์ข้อมูลพิษวิทยา [32,33] ระบุว่า เมื่อเบนซีนเข้าสู่ร่างกายจะกระจายตัวในเลือดอย่างรวดเร็วและถูกเมตาโบไลต์ (Metabolized) ที่

ดับไปเป็นสารตัวกลาง (Metabolites) เช่น ฟีนอล (8) เบนซีนออกไซด์ (9) และกรดมิวโคนิก (10) เป็นต้น ซึ่งสารตัวกลางบางตัวจะกลายสภาพไปเป็นสารก่อมะเร็งที่มีความไวต่อความผิดปกติทางพันธุกรรม (Mutation) ผลทางพิษวิทยาเมื่อได้รับสารเบนซีนเข้าสู่ร่างกายทั้งแบบเฉียบพลันและแบบเรื้อรัง ได้แก่ ทำให้เกิดการระคายเคืองและพุพอง พิษต่อระบบประสาท ทำให้ปวดศีรษะ มึนงง คลื่นไส้ อาเจียน ชักหมดสติ และเสียชีวิตได้ พิษต่อระบบเลือด ทำลายไขกระดูกทำให้จำนวนเม็ดเลือดขาวและเกล็ดเลือดต่ำ ก่อให้เกิดภาวะโลหิตจางแบบ Aplastic anemia



บทสรุป

เบนซีนมีประวัติศาสตร์มายาวไกลและน่าสนใจยิ่ง หากแต่มันก็มีความน่าสะพรึงกลัวไม่น้อยไปกว่าความงดงามของโมเลกุลของมัน

เราๆ ท่านๆ อาจจะทราบกันมานานแล้วว่าเบนซีนเป็นสารก่อมะเร็งซึ่งสามารถปนเปื้อนมากับอาหารรมควัน อาหารปิ้งย่างที่ไหม้ดำ และจากเขม่าควันรถ จากรายงานการวิจัยยังพบอีกว่าเบนซีนสามารถปนเปื้อนมาจากการเกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีระหว่างวัตถุดิบเสียบกับวิตามินซี หรือ กรดมะนาว ซึ่งอาจมีการปนเปื้อนอยู่ในอาหารและเครื่องดื่มที่เราทานบริโภคกันอยู่ทุกเมื่อเชื่อวัน นอกจากนี้จากผลการวิจัยยังพบว่าในควันธูปมีสารก่อมะเร็งอย่างน้อย 3 ชนิด ซึ่งหนึ่งในนั้นก็คือเบนซีน จะเห็นได้ว่าเบนซีนไม่ได้อยู่ห่างไกลจากตัวเราเลย ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง ควรมีการสนับสนุนให้มีการวิจัยเกี่ยวกับการปนเปื้อนหรือกระบวนการเกิดเบนซีน จากเครื่องอุปโภคบริโภคกันอย่างจริงจัง เพื่อเป็นการลดอัตราการเสี่ยงต่อการได้รับสารพิษชนิดนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] Faraday, M. (1825). On New Compounds of Carbon and Hydrogen and on Certain Other Products Obtained during the Decomposition of Oil by Heat. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**. **115**, 440-466.
- [2] Kaiser, R. (1968). Bicarburet of Hydrogen. Reappraisal of the Discovery of Benzene in 1825 with the Analytical Methods of 1968. **Angewandte Chemie International Edition in English**. **7** (5), 345-350.
- [3] Partington, J.R. (1964). **A History of Chemistry**. London: Macmillan&Co.
- [4] Mischerlich, E. (1834). Ueber das Benzol und die Sauren der Oel-und Talgarten. **Annalen der Pharmacie**. **9** (1), 39-48.
- [5] Science Encyclopedia. (n.d.). **Phenyl group**. Retrieved August 24, 2009, from <http://science.jrank.org/pages/5133/Phenyl-Group.html>

- [6] Kekulé, F.A. (1858). Ueber die Constitution und die Metamorphosen der chemischen Verbindungen und über die chemische Natur des Kohlenstoffs. **Annalen der Chemie und Pharmacie**. **106** (2), 129-159.
- [7] Kekulé, F.A. (1865). Sur laconstitution des substances aromatiques. **Bulletin de la Societe Chimique de Paris**. **3** (2), 98-110.
- [8] Wade, L.G, JR. (1991). **Organic chemistry** (2nd Ed.). Englewood cliffs : N.J. Prentice Hall.
- [9] สุทัศน์ ยกส้าน. (2549, 4 กันยายน). **ฝันที่เป็นจริง**. มติชนออนไลน์. สืบค้นเมื่อ 4 มิถุนายน, 2552, จาก <http://www.manager.co.th/Science/ViewNews.aspx?NewsID=9490000112249>
- [10] Couper, A.S. (1858). On a New Chemical Theory. **Philosophical Magazine**. **16**, 104-116.
- [11] Wiswesser, W.J. (1989). J.J. Loschmidt (1821-1895) : A Forgotten Genius. **Aldrichimica Acta**. **22**, 17-18.
- [12] Bader, A. (1992). Josef Loschmidt, the Father of Molecular Modeling. **Royal Institution Proceedings**. **64**, 197-205.
- [13] U.S. Department of Health and Human Services. (n.d.). **ToxGuide™ for Benzene C₆H₆**. Retrieved August 25, 2009, from <http://www.atsdr.cdc.gov/toxguides/toxguide-3pdf>
- [14] วิถีพิเศษ สารานุกรมเสรี. (ม.ป.ป.). **แก๊สโซลีน**. สืบค้นเมื่อ 17 สิงหาคม 2552 จาก <http://th.wikipedia.org/wiki/แก๊สโซลีน>
- [15] International Agency for Research on Cancer (IARC). (1982). Benzene. **IARC Sumaries & Evaluations**. **29**, 93. Retrieved May 25, 2009, from <http://www.inchem.org/documents/iarc/vol29/benzene.html>
- [16] ชีรวัดน์ ทิตยสีแสง. (2543). **เบนซีน โทลูอิน และไซลีนในไอเสียจากรถยนต์ที่ใช้น้ำมัน**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม. บัณฑิตวิทยาลัย. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.
- [17] Appel, B.R., Guirguis, G., Kim, I.S., Garbin, O., Fracchia, M., Flessel, C.P., Kizer, K.W., Book, S.A. and Warriner, T.E. (1990). Benzene, benzo(a)pyrene, and lead in smoke from tobacco products other than cigarettes. **Am J Public Health**. **80**, 560-564.
- [18] Navasumri, P., Arayasiri, M., Tin Hiang, O.M., Leechawengwongs, M., Promvijit, J., Choonvisase, S., Chantchaemsai, S., Nakngam, N., Mahidol, C. and Ruchirawat, M. (2008). Potential health effects of exposure to carcinogenic compounds in incense smoke in temple workers. **Chemico-Biological Inteactions**, **173**, 19-31.
- [19] Gardner, L.K. and Lawrence, G.D. (1993). Benzene Production from Decarboxylation of Benzoic Acid in the Presence of Ascorbic Acid and a Transition-Metal Catalyst. **J Agric. Food Chem**. **41**(5), 693-695.
- [20] Bernhardt, R. (2007). **The Generation of benzene in Soft Drinks: Sodium Benzoate in the Presence of Ascorbic Acid**. Retrieved May 25, 2009, from Marian College Web site <http://www.marian.edu/chemphys/symposium07/RyanBernhardtBenzeneS07.pdf>
- [21] Wikipedia, the free encyclopedia. (n.d.). **Fenton's reagent**. Retrieved September, 23, 2009, from http://en.wikipedia.org/wiki/Fenton's_reagent
- [22] Kehrner, J.P. (2000). The Haber-Weiss reaction and mechanisms of toxicity. **Toxicology**. **149** (1), 43-50.

- [23] AIB international. (n.d.). **Production of Benzene from ascorbic acid and Sodium Benzoate**. Retrieved June 20, 2009, from <https://www.aibonline.org/researchandtechnical/white%20papers/Benzene-March2006.pdf>
- [24] สถาบันอาหาร. (ม.ป.ป.). **Early Warning Report อเมริกาพบสารก่อมะเร็ง Benzene ในเครื่องดื่ม**. สืบค้นเมื่อ 16 กุมภาพันธ์, 2552, จาก <http://www.nfi.or.th>
- [25] Delore, P. and Borgomano, C. (1928). Luecemie ague au cours de l'intoxication benzenique: sur l'origine toxique de certaines leucemies aiguës et leurs relations avec les anemies graves. **J.Med. Lyon.** **9**, 227-233.
- [26] Austin, H., Delzell E; Cole P. (1988). Benzene and leukemia. **Am. J. Epidemiology.** **127**, 419-439.
- [27] Brett, S.M., Rodricks, J.V. and Chinchilli, V.M.(1989). Review and update of leukemia risk potentially associated with occupational exposure to benzene. **Environ Health Perspect.** **82**, 267-281.
- [28] Holmberg, B. and Lundberg, P. (1985). Benzene: Standards, Occurrence, and Exposure. **AJIM.** **7**, 375-383.
- [29] Goldstein, B.D. (1977). Hematotoxicity in humans. **J. Toxicol Environ Health Suppl.** **2**, 69-105.
- [30] Snyder, R. and Kalf, G.F. (1994). A Perspective on Benzene Leukomogenesis. **Critical Reviews in Toxicology.** **24**, 177-209.
- [31] Swaen, G.M.H. and Meijers, J.M.M. (1989). Risk assessment of Leukemia and Occupational Exposure to Benzene. **BJIM.** **46**, 826-830.
- [32] ประสงค์ คุณานุวัฒน์ชัยเดช และ ไมตรี สุทธจิตต์. (ม.ป.ป.). **สารอินทรีย์ไฮโดรคาร์บอนและสุขภาพ**. สืบค้นเมื่อ 26, เมษายน, 2552 จาก http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc_toxic/a_tx_2_001c.asp?info_id=120
- [33] คณะกรรมการวิชาการ, ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครราชสีมา. (2550, มีนาคม). **สารเบนซีน ภัยอันตรายใกล้ตัว**. สืบค้นเมื่อ 20 มกราคม, 2552, จาก <http://www.konayutthaya.com/jpo/files/disease/benzene.pdf>