Review Article

บทปฏิทัศน์

บุหรี่อิเล็กทรอนิกส์

วีรวรรณ เล็กสกุลไชย

ภาควิชาพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

บทคัดย่อ บุหรี่อิเล็กทรอนิกส์เป็นสินค้าที่ผู้ผลิตโฆษณาว่าเป็นบุหรี่ที่ปลอดภัยต่อสุขภาพ แต่องค์การอนามัยโลกไม่แน่ใจในข้ออ้างนี้ จึงให้มีการศึกษาวิจัยความเป็นพิษของบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ซึ่งเกือบทั้งหมดทำโดยบริษัทผู้ผลิตบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์ดูเหมือนจะสนับสนุนว่า บุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ปลอดภัยต่อสุขภาพ แต่ในการนำไปใช้จริงโดยเฉพาะสำหรับบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์รุ่นใหม่ที่เพิ่มสารปรุงแต่งในตลับนิโคติน ความเป็นพิษต่อสุขภาพอาจมีมากกว่าที่ปรากฏในงานวิจัย บุหรี่อิเล็กทรอนิกส์จึงยังคงเป็นสินค้าห้ามนำเข้าและห้ามจำหน่ายในหลายประเทศ รวมทั้งในประเทศไทย

คำสำคัญ: **บุหรี่อิเล็กทรอนิกส์, ความเป็นพิษ, สารปรุงแต่ง**

บทนำ

บุหรี่จัดเป็นสิ่งเสพติดที่ได้รับการยกเว้นให้ซื้อ-ขายและเสพได้ทั่วโลก แต่เสรีภาพในการซื้อ-ขายและเสพหรือสูบบุหรี่ถูกจำกัดมากขึ้นเรื่อย ๆ นับตั้งแต่ ค.ศ. 1950 ที่พบว่าการสูบบุหรี่ทำให้เกิดมะเร็งปอด[1] โดยมีข้อมูลเชิงประจักษ์ (evidence based) ยืนยันความเป็นพิษของการสูบบุหรี่ (active smoking) จากกระทรวงสาธารณสุขของสหรัฐอเมริกา[2] เสรีภาพในการซื้อและสูบบุหรี่ถูกจำกัดมากขึ้นเมื่อข้อมูลเชิงประจักษ์จำนวนมากยืนยันความเป็นพิษของการสูดดมควันบุหรี่ในสิ่งแวดล้อมหรือควันบุหรี่มือสอง (environmental tobacco smoke-ETS- or passive smoke or second hand smoke)[3-10] การสูบบุหรี่และการสูดควันบุหรี่ในสิ่งแวดล้อมเป็นสาเหตุที่ป้องกันได้ของอาการเจ็บป่วยและเสียชีวิตของประชากรโลก ทำให้เกือบทุกประเทศมีการตรากฎหมายขึ้นเพื่อควบคุมการสูบบุหรี่ ประเทศไทยมีกฎหมายควบคุมผลิตภัณฑ์ยาสูบ ในรูปกฎกระทรวงและพระราชบัญญัติ (พ.ร.บ.)[11-14] โดย พ.ร.บ. ฉบับที่ใช้อยู่ปัจจุบันคือฉบับ พ.ศ. 2535 ประกาศแก้ไขเพิ่มเติมโดยรัฐมนตรีว่าการ(รมว.)กระทรวงสาธารณสุขเมื่อวันที่ 5 มกราคม 2554 โดยมีข้อบังคับดังนี้ ห้ามขายบุหรี่ให้เด็กและเยาวชนอายุต่ำกว่า 18 ปี แก้ไขใหม่เป็นห้ามขายให้แก่ผู้มีอายุต่ำกว่า 20 ปี และคำว่า “บุหรี่” ให้รวมผลิตภัณฑ์ที่มีนิโคตินเป็นองค์ประกอบทั้งหมด แก้ไขเพิ่มเติม ห้ามขายโดยใช้เครื่อง ห้ามขายทางอินเทอร์เน็ต ห้ามแบ่งขาย พ.ร.บ. ระบุห้ามแสดงซองบุหรี่ ณ จุดขาย ห้ามโฆษณาบุหรี่ แก้ไขเพิ่มเติม ให้รวมถึงห้ามลดราคาเพื่อประโยชน์ในการส่งเสริมการขาย รวม

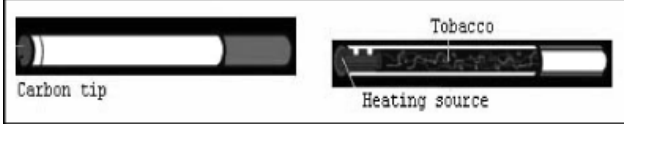
ทั้งวิธีการอื่นใดตามที่ รมว.สาธารณสุขกำหนด[12] และใช้มาตรการขึ้นภาษีบุหรี่ ทำให้บุหรี่มีราคาแพง เพื่อลดจำนวนผู้สูบบุหรี่และลดการนำเข้าบุหรี่จากต่างประเทศ ใน พ.ร.บ. พ.ศ. 2535 ยังมีส่วนคุ้มครองผู้ไม่สูบบุหรี่ โดยกำหนดเขตห้ามสูบบุหรี่ เพื่อลดการได้รับพิษจาก ETS[13] การสูบบุหรี่จึงกลายเป็นกิจกรรมที่มีข้อจำกัดทั้งสถานที่และโอกาสในการเข้าถึง ความตระหนักถึงพิษจากควันบุหรี่ในสิ่งแวดล้อมหรือ ETS ทำให้ผู้สูบบุหรี่ไม่เพียงถูกจำกัดสถานที่สูบโดยกฎหมาย ยังถูกรังเกียจหรือควบคุมบริเวณที่สูบจากบุคคลที่อยู่ร่วมในสังคมและร่วมบ้าน หรือถูกควบคุมโดยกฎหรือระเบียบสังคมด้วย และถูกควบคุมโดยมโนธรรมของผู้สูบเองที่ตระหนักถึงการสร้างมลพิษให้กับบุคคลรอบข้างโดยเฉพาะญาติมิตร บริเวณที่สามารถสูบบุหรี่ได้จึงถูกจำกัดตั้งแต่ระดับสาธารณะ ไปถึงระดับชุมชนและระดับครัวเรือน[10]

เนื่องจากนิโคติน (nicotine) ในบุหรี่มีฤทธิ์เป็นสารเสพติด การติดบุหรี่จึงเป็นการสูบเพื่อขจัดอาการถอนยา (withdrawal signs) เช่น ง่วงนอน สมองมึนทึบ ขาดสมาธิ เครียด หงุดหงิด ฉุนเฉียว และหลงลืม อาการเหล่านี้เกิดขึ้นเมื่อร่างกายของผู้สูบบุหรี่มีปริมาณนิโคตินลดลงอย่างมาก จึงเกิดความอยากสูบบุหรี่ ดังนั้นความต้องการสูบบุหรี่จึงขึ้นกับปริมาณนิโคตินที่เหลือในร่างกาย[4,15-18] ซึ่งไม่เลือกเวลาและสถานที่ ต่างจากกฎหมายและกฎสังคมที่ควบคุมสถานที่สูบ หน่วยงานสาธารณสุขและบริษัทผลิตยา (pharmaceutical manufacture) พยายามหาแนวทางรักษาภาวะติดบุหรี่หรือใช้เลิกบุหรี่ มีการผลิตนิโคตินในรูปแบบต่าง ๆ ที่ไม่ก่อให้เกิดควัน (smokeless) เช่น หมากฝรั่ง (gum) ลูกอม (lollipop) หรือแผ่นแปะ (patch) เพื่อใช้เป็นนิโคตินทดแทน (nicotine replacement therapy, NRT) แต่ส่วนใหญ่ให้ผลการรักษาไม่ดี[19] ทั้งนี้ส่วนหนึ่งเป็นเพราะ ผู้สูบบุหรี่ส่วนมากเคยชินกับนิสัยการคีบบุหรี่สูบและการอมควันบุหรี่ขณะสูบบุหรี่ และติดกลิ่นและรสของบุหรี่ ซึ่งการใช้นิโคตินทดแทนเหล่านี้ไม่สามารถทดแทนได้[18, 20] บริษัทผู้ผลิตบุหรี่จึงได้พัฒนาบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์เพื่อเป็น “NRT” ที่ให้ความรู้สึกคล้ายการสูบบุหรี่ออกจำหน่าย เพื่อให้เป็นที่ประจักษ์ทางวิทยาศาสตร์และได้รับการยอมรับทั่วโลก บริษัทผู้ผลิตบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ได้ศึกษาวิจัยเปรียบเทียบผลต่อสุขภาพของบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์กับของบุหรี่ที่ใช้กันทั่วไป ในบทความนี้ได้รวบรวมผลงานวิจัยเหล่านี้ เพื่อให้ความรู้และความเข้าใจในผลต่อสุขภาพของบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์อย่างสมเหตุสมผล

วิวัฒนาการของบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์

บุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ (electric cigarette, electronic cigarette (e-cigarette), electrically heated cigarette (EHC)) คือ บุหรี่ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี (battery) เพื่อให้เกิดไอระเหยของนิโคติน การพัฒนาบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ยุคแรกโดยบริษัท R.J Reynolds ในสหรัฐอเมริกา ในชื่อ Eclipse เมื่อ ค.ศ. 1994 (พ.ศ. 2537) ยังไม่ใช้แบตเตอรี ยังคงใช้กระดาษมวนบุหรี่เช่นเดียวกับบุหรี่ทั่วไป แต่ในมวนบุหรี่มีแท่งถ่าน (carbon tip) อยู่ในปลายด้านที่จุดไฟ คั่นระหว่างใบยาสูบ (tobacco) และส่วนที่ใช้ดูดหรือ mouth piece (รูปที่ 1) เมื่อติดไฟจะเกิดการเผาไหม้แท่งถ่านแทนใบยาสูบ เมื่อแท่งถ่านร้อนจะส่งความร้อนให้ใบยาสูบจนเกิดควันภายในมวน บุหรี่ที่ผู้สูบดูดเข้าไปในปาก ควันที่เกิดขึ้นที่ปลายด้านจุดไฟจึงน้อยและเป็นผลจากการเผาไหม้แท่งถ่าน จึงน่าจะมีปริมาณสารพิษจากใบยาสูบลดลง แต่ยังคงมีสารพิษที่เกิดจากการเผาไหม้ของกระดาษมวนบุหรี่[21]

ใน ค.ศ. 1998 (พ.ศ. 2541) บริษัท Philip Morris ในสหรัฐอเมริกาผลิตบุหรี่ในชื่อการค้า Accord (รูปที่ 2)



รูปที่ 1 บุหรี่ Eclipse[21]

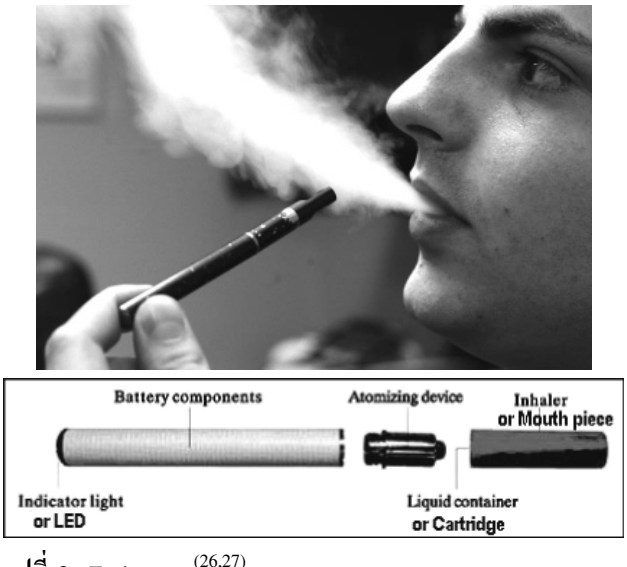
รูปที่ 2 บุหรี่ Accord[21]

ภายในมวนบุหรี่มีแผงวงจรรับรู้ไอน้ำจากปากของผู้สูบขณะดูดบุหรี่ด้าน mouth piece เมื่อมีไอน้ำผ่านเข้าไปสัมผัสกับแผงวงจร ขณะที่ปลายอีกด้านของบุหรี่กดอยู่ในตัวก่อความร้อน (heater) จะทำให้เกิดพลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรีในตัวก่อความร้อนไปทำให้ใบยาสูบในมวนบุหรี่ร้อนและเกิดควันภายในมวนบุหรี่ให้ผู้สูบดูดเข้าปาก การสูบบุหรี่ Accord ต้องยกสูบพร้อมกับตัวก่อความร้อน เมื่อดึงบุหรี่ออกจากตัวก่อความร้อน หรือเมื่อไม่มีไอน้ำผ่านแผงวงจร บุหรี่จะดับทันที จึงไม่มีควันออกจากปลายด้านนี้เข้าสู่สิ่งแวดล้อม[21]

บุหรี่ทั้งสองชนิดข้างต้นไม่ได้รับความนิยมเท่าบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ที่ผลิตโดยแพทย์ชาวจีนในเมืองปักกิ่งชื่อ Hon Lik เมื่อ ค.ศ. 2003 (พ.ศ. 2546) ในชื่อการค้าว่า Ruyan ในภาษาจีน แปลเป็นไทยว่า “เหมือนการสูบ (resemble smoking)” เพราะให้ความรู้สึกเหมือนสูบบุหรี่แบบเดิม (conventional/traditional cigarette) คือมีการคีบมวนบุหรี่ มีสีแดงคล้ายเปลวไฟที่ปลายด้านตรงข้ามกับส่วนที่นำเข้าปาก และสูบโดยดูดควันเข้าปาก บุหรี่อิเล็กทรอนิกส์แบบนี้ได้รับการยอมรับและขายตั้งแต่ ค.ศ. 2004 (พ.ศ. 2547) จนถึงปัจจุบัน โดยมีบริษัทหลายแห่งทั่วโลกนำไปพัฒนาและผลิต-จำหน่ายในหลายรูปแบบและคุณภาพ[21-26]

โครงสร้างของบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์แบบนี้ใช้วัสดุคงทนเช่นโพลีเมอร์ (polymer) แทนกระดาษม้วนบุหรี่ ใช้นิโคตินบริสุทธิ์ (pure nicotine) ละลายใน glycerol หรือ propylene glycol บรรจุในตลับ (liquid container or cartridge) แทนใบยาสูบ และมีหลอดไฟ (light-emitting diode, LED) อยู่ที่ปลายด้านตรงข้ามกับด้านที่นำเข้าปาก (inhaler or mouth piece) ซึ่งจะเกิดแสงสว่างคล้ายเปลวไฟขณะสูบ ไม่ใช้เปลวไฟจริง จึงปลอดภัยจากอัคคีภัย ไม่ก่อให้เกิดขี้เถ้าหรือขี้บุหรี่ (ash) ไม่มีก้นบุหรี่ (cigarette butt) ปลายด้านที่อยู่ตรงข้ามกับ mouth piece จะไม่มีเปลวไฟจึงไม่มีควันเกิดขึ้นที่ปลายด้านนี้[21-27] ทำให้บริษัทผู้ผลิตเรียกบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์รุ่นนี้ว่าเป็น “บุหรี่ไร้ควัน (smokeless cigarette)” อย่างหนึ่ง (รูปที่ 3) ซึ่งคำว่า บุหรี่ไร้ควัน โดยความหมายที่ใช้กันทั่วไปจะหมายถึง การได้นิโคตินจากใบยาสูบโดยไม่ผ่านการสูบเช่น การเคี้ยวใบยาสูบ (chewing tobacco) หรือการสูดยาเส้น (snuffing)[28]

จากรูปที่ 3 มวนบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์แบบนี้จะแบ่งเป็น 3 ตอนคือ ส่วนของแบตเตอรี (battery components) และ LED, ส่วนทำให้เกิดไอ (atomizing device) และส่วน mouth piece ที่มีตลับนิโคตินหรือ liquid container อยู่ภายใน ปัจจุบันมีบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์แบบ 2 ตอนด้วย โดยรวมส่วนที่ใช้สูบเป็นชิ้นเดียวกับส่วนที่ทำให้เกิดไอ[26,27] การทำงานของบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์แบบนี้จะเริ่มเมื่อผู้สูบดูดบุหรี่ แผงวงจรในมวนบุหรี่จะทำให้แบตเตอรีทำงานส่งพลังงานไฟฟ้าไปทำให้ LED สว่างคล้ายเกิดเปลวไฟ และส่งกระแสไฟฟ้าไปทำให้ atomizer ทำงานส่งความร้อนไปทำให้นิโคตินในตลับระเหยกลายเป็นไอในมวนบุหรี่ ซึ่งจะถูกดูดเข้าไปในปากของผู้สูบ ถ้าผู้สูบไม่พ่นเอาควันที่ดูดเข้าไปออกไป



รูปที่ 3 E-cigarette[26,27]

ในสิ่งแวดล้อม จะไม่มีควันบุหรี่เกิดขึ้นในสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ เลย ตลับของนิโคตินบริสุทธิ์มีการพัฒนาเป็นแบบมีนิโคตินปริมาณต่างๆ เพื่อหวังที่จะให้ผู้ต้องการเลิกสูบบุหรี่ค่อย ๆ ลดปริมาณนิโคตินที่ได้รับเข้าสู่ร่างกายจนสามารถเลิกบุหรี่ได้ แต่วิวัฒนาการในระยะหลังกลับเป็นการเพิ่มสารปรุงแต่งกลิ่นและรส (favorite and additive) ลงในตลับผสมกับนิโคตินบริสุทธิ์[20-23,26,27] เพื่อดึงดูดลูกค้าและเพิ่มยอดขาย เป้าหมายเดิมในการใช้เป็นเครื่องมือเลิกบุหรี่ จึงเปลี่ยนเป็นการประชาสัมพันธ์ให้ใช้เป็นบุหรี่ทดแทนสำหรับสูบในสถานที่ห้ามสูบถ้ากฎหมายของประเทศนั้นยอมรับบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ หรือใช้สูบในบ้านและสำนักงาน เพื่อลดความรังเกียจของผู้อยู่ร่วมในสถานที่นั้น ส่อเจตนาที่แท้จริงของบริษัทผู้ผลิตบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ที่ไม่ใช่เพื่อลดจำนวนผู้สูบบุหรี่ แต่เป็นการรักษาลูกค้าหรือเพิ่มจำนวนผู้สูบบุหรี่ องค์กรด้านสาธารณสุขรวมถึง WHO เล็งเห็นเจตนาที่แท้จริงของบริษัทผู้ผลิตบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ จึงไม่ยอมรับการโฆษณาประชาสัมพันธ์ด้านความปลอดภัยต่อสุขภาพของบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ตามที่บริษัทผู้ผลิตกล่าวอ้างจนกว่าจะมีข้อมูลที่เชื่อถือได้ยืนยันชัดเจน[29]

ลักษณะการก่อควันบุหรี่

การสูบบุหรี่ธรรมดา ผู้สูบต้องจุดไฟที่ปลายด้านหนึ่งของบุหรี่ ซึ่งจะทำให้เกิดการเผาไหม้กระดาษมวนบุหรี่และการเผาไหม้ของไส้ในซึ่งเป็นใบยาสูบผสม (blended tobacco) ที่มีสารปนเปื้อนและบุหรี่บางชนิดมีสารปรุงแต่งผสมรสและกลิ่นด้วย ที่ปลายบุหรี่ด้านติดไฟนี้จะเกิดควันเรียกว่า side stream smoke ซึ่งจะลอยในอากาศของสิ่งแวดล้อมรอบตัวผู้สูบให้ผู้ที่อยู่ในบริเวณนั้นหายใจเข้าไปอย่างไม่ตั้งใจ (involuntary smoking) เป็นควันบุหรี่ที่ได้รับเข้าสู่ร่างกายโดยไม่ต้องสูบ (passive smoke) หรือเป็นควันบุหรี่มือสอง (second hand smoke) ที่ปลายด้านติดไฟนี้ยังก่อให้เกิดเขม่าหรือขี้บุหรี่ (ash) ที่ต้องเขี่ยทิ้งในถาดหรือภาชนะรองรับหรือลงพื้น ซึ่งจะมีสารก่อพิษในรูปอนุภาคแขวนลอยในอากาศที่สามารถหายใจเข้าไปได้ (respirable suspended particle, RSP) ผู้สูบจะต้องดูดปลายบุหรี่ด้านตรงข้ามกับด้านที่ติดไฟหรือส่วน mouth piece ซึ่งอาจมีตัวกรอง (filter) หรือเป็นบุหรี่ก้นกรอง เพื่อลดปริมาณ RSP ที่ได้รับเข้าสู่ร่างกาย เมื่อผู้สูบดูดบุหรี่ที่ติดไฟ จะได้ควันเข้าไปในปาก เรียกควันส่วนนี้ว่า main stream smoke ซึ่งสารในควันส่วนนี้จะแพร่เข้าไปตามเยื่อบุโพรงจมูกและปาก และควันส่วนนี้จะถูกดูดเข้าไปในปอดของผู้สูบลึกหรือตื้นตามแรงดูดของผู้สูบ นอกจากนี้ ผู้สูบอาจเลือกพ่นควันส่วนนี้บางส่วนออกไปในสิ่งแวดล้อมปนกับ side stream smoke กลายเป็นควันบุหรี่ในสิ่งแวดล้อม เป็นพิษต่อผู้ที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมนั้น[30-32] จากภาพที่ 3 การสูบบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ผู้สูบจะได้ main stream smoke โดยไม่ก่อให้เกิด side stream smoke แต่จะเกิด ETS จากการพ่น main stream smoke ออกมาจากปากของผู้สูบได้ ซึ่งการพ่นควันออกจากปากของผู้สูบเป็นอีกความเคยชินหนึ่งที่ผู้สูบคุ้นเคยและปรารถนา นอกเหนือจากการคีบบุหรี่ การเห็นเปลวไฟหรือแสงสีแดงที่ปลายบุหรี่ และการดูดบุหรี่ที่ NRT อย่างหมากฝรั่งหรือแผ่นแปะไม่มี[18,20]

องค์ประกอบของควันบุหรี่

บุหรี่ธรรมดาเมื่อติดไฟจะเกิดควันและขี้บุหรี่ สารเคมีที่พบในควันบุหรี่ธรรมดามีมากกว่า 4,000 ชนิด แบ่งตามสถานะเป็นก๊าซ (vapor/gas) เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2), คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO), ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) และสถานะเป็นอนุภาคแขวนลอยในอากาศที่สามารถหายใจเข้าไปได้ (RSP) เช่น นิโคติน, ฟอร์มาลดีไฮด์ (formaldehyde), อัลดีไฮด์ (aldehyde), เอโครลีน (acrolein), เบนซีน (benzene), ไฮโดรเจนไซยาไนด์ (HCN), polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH), nitrosamine, และ aromatic amines สารเคมีเหล่านี้บางอย่างเป็นสารที่มาจากใบยาสูบ บางอย่างเป็นสารปนเปื้อนบนใบยาสูบที่มาจากดิน น้ำ อากาศ และสารเคมีที่ผู้ปลูกฉีดพ่นต้นยาสูบ เช่น ปุ๋ย ยาฆ่าแมลง

และโลหะหนัก บางอย่างเป็นสารที่บริษัทผู้ผลิตบุหรี่เติมเข้าไปเพื่อปรุงแต่งกลิ่นและรสเช่นเมนทอล (menthol) หรือช็อกโกแลต (chocolate) และบางอย่างเกิดจากการเผาไหม้ (combustion) หรือจากการแปรสภาพของสารโดยความร้อน (pyrolytic compound) เช่น ฟอร์มาลดีไฮด์จากการเผาไหม้ cellulose ของกระดาษมวนบุหรี่ หรือจากการเผาไหม้สารกลุ่ม polysaccharide เช่นน้ำตาลหรือช็อกโกแลตที่เติมในบุหรี่[32-35]

ความเป็นพิษของควันบุหรี่นิยมศึกษาปริมาณ CO ทั้งในรูป CO ในควันบุหรี่และในรูป carboxy hemoglobin ในเลือดของผู้สูบบุหรี่และผู้หายใจเอา ETS เข้าไป ซึ่งจะสะท้อนถึงพิษของควันบุหรี่ต่อภาวะขาดออกซิเจนของร่างกาย ศึกษาปริมาณนิโคตินและเมตาโบไลต์ของนิโคตินในเลือดและปัสสาวะ เพื่อดูพิษของนิโคตินต่อร่างกาย ศึกษาการก่อระคายเคืองของสารก่อระคายเคืองเช่น ฟอร์มาลดีไฮด์, ไฮโดรเจนไซยาไนด์ (HCN), ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (sulfur dioxide) ด้วยการศึกษากระบวนการอักเสบระดับเซลล์และเนื้อเยื่อของสัตว์ทดลอง การก่อพิษระดับเซลล์ในหลอดทดลอง (cytotoxicity test) และศึกษาการก่อมะเร็งของสารก่อมะเร็งในควันบุหรี่และในปัสสาวะของสัตว์ทดลองและของผู้สูบหรือได้รับควันบุหรี่ โดยประเมินความสามารถในการก่อพิษต่อยีนหรือสารพันธุกรรม (genotoxicity) หรือการก่อให้เกิดการกลายพันธ์ (mutagenesis) รวมทั้งศึกษาการก่อมะเร็งระดับเนื้อเยื่อในสัตว์ทดลอง ด้วยการศึกษาการแปรสภาพของเซลล์หรือความผิดปรกติในการแบ่งตัวของเซลล์[36-48]

งานวิจัยเปรียบเทียบสารพิษใน ETS จากการสูบบุหรี่ธรรมดาและการสูบบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์

การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณสารพิษจากควันบุหรี่ในสถานที่ปิด (indoor) มีระบบระบายอากาศ (ventilation) ที่จำกัด ทั้งการให้คนสูบและให้เครื่องสูบ (smoking machine) โดยการเก็บตัวอย่างอากาศในห้องหรือบริเวณที่ศึกษาก่อนจัดให้มีการสูบบุหรี่เป็นค่าเบื้องต้น (baseline) ขณะสูบบุหรี่ และหลังสูบบุหรี่มาเปรียบเทียบกัน พบว่า ถ้ากำหนดให้ปริมาณนิโคตินและสารพิษจากควันบุหรี่ตกค้างในสิ่งแวดล้อมของการสูบบุหรี่ธรรมดาเป็นร้อยละ 100 ปริมาณนิโคตินและสารพิษจากควันบุหรี่ทั้งในรูปแก๊สและอนุภาพแขวนลอย (RSP) ที่ตกค้างในสิ่งแวดล้อมของการสูบบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ถ้าผู้สูบไม่พ่นควันออกจากปากจะน้อยมากถึงไม่พบเลย หรือเทียบเท่ากับปริมาณที่พบก่อนมีการสูบบุหรี่ในบริเวณนั้น ปริมาณที่ตรวจวิเคราะห์ได้มีค่าน้อยกว่าร้อยละ 13[49] ของปริมาณที่พบใน ETS จากการสูบบุหรี่ธรรมดา ปริมาณคาร์บอนมอนนอกไซด์ใน ETS จะมีปริมาณน้อยกว่าที่พบในการสูบบุหรี่ธรรมดาถึงร้อยละ 20[50] เชื่อว่าเป็นเพราะอุณหภูมิที่ใช้ในการสูบบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ (600°C) ต่ำกว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการสูบบุหรี่ธรรมดา (950°C)[51] การดักเอาสารพิษในควันบุหรี่ไปศึกษาความก่อพิษต่อเซลล์และสารพันธุกรรม ก็พบว่า จากควันบุหรี่ที่ได้จากการสูบบุหรี่ไฟฟ้าโดยเครื่องสูบ ให้ปริมาณสารพิษน้อยกว่าบุหรี่ธรรมดามากกว่าร้อยละ 50 ก่อพิษต่อเซลล์น้อยกว่าบุหรี่ธรรมดาร้อยละ 40 และสารก่อมะเร็งน้อยกว่าบุหรี่ธรรมดาร้อยละ 90[52-54]

งานวิจัยเปรียบเทียบสารพิษในควันบุหรี่จากการสูบบุหรี่ธรรมดาและการสูบบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์

การศึกษาสารพิษและความเป็นพิษของควันบุหรี่ที่ผู้สูบได้รับหรือ main stream smoke สามารถทำโดยการใช้เครื่องสูบ (smoking machine) แล้วเก็บควันไปตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารในควัน ตรวจวิเคราะห์การก่อการอักเสบระคายเคืองและการก่อมะเร็งในเซลล์เพาะเลี้ยง (cell line) หรือใช้เครื่องดูดบุหรี่เข้าไปในกรงที่มีสัตว์ทดลองอย่างเช่น หนู rat อยู่แล้วเก็บเลือดของสัตว์ทดลองนั้นไปศึกษาชนิดและปริมาณของสารพิษและเก็บชิ้นเนื้อไปศึกษาผลการก่อพิษหรือการตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของสารพิษและการก่อพิษในกลุ่มอาสาสมัครที่สูบบุหรี่ตามชนิด

และสภาวะที่กำหนด การศึกษาเปรียบเทียบระหว่างผลการสูบบุหรี่ธรรมดาและการสูบบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์โดยบริษัทผู้ผลิตบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ จะใช้บุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ชนิดนิโคตินบริสุทธิ์ ไม่มีสารปรุงแต่ง

ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณนิโคตินในควันบุหรี่ไม่ขึ้นกับชนิดของบุหรี่ที่สูบ แต่จะขึ้นกับปริมาณนิโคตินในมวนบุหรี่นั้นและรูปแบบการสูบได้แก่ จำนวนบุหรี่ที่สูบ จำนวนครั้งของการดูดบุหรี่แต่ละมวน (number of puffing) หรือความบ่อยในการดูดบุหรี่ (frequency of puffing) และความลึกของการดูดควันบุหรี่เข้าไป (depth of inhalation) ความต้องการรักษาปริมาณนิโคตินในร่างกาย (nicotine titration) ของผู้สูบเพื่อกดภาวะถอนยา จะทำให้ผู้สูบบุหรี่ไม่ว่าจะเป็นบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์หรือบุหรี่ธรรมดาปรับเปลี่ยนวิธีการสูบหากต้องสูบบุหรี่ที่มีปริมาณนิโคตินต่ำเช่น ดูดบุหรี่บ่อยขึ้น ดูดบุหรี่แล้วสูดควันเข้าไปให้ลึกหรือมากขึ้น หรือเพิ่มจำนวนบุหรี่ที่สูบ เรียกว่าเกิดพฤติกรรมชดเชย (compensation)[1,15,17,18]

งานวิจัยเปรียบเทียบระหว่างบุหรี่ธรรมดากับบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ชนิดนิโคตินบริสุทธิ์ไม่มีสารปรุงแต่งพบว่า 2/3 ชนิดของสารพิษในควันบุหรี่ได้แก่ acrolein, aldehyde, benzene, CO_2, CO, HCN, NO_2, formaldehyde, nicotine, pesticides, polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH), และ tobacco-specific N-nitrosamines (TSNAs) จากการสูบบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์เกิดขึ้นน้อยกว่าจากการสูบบุหรี่ธรรมดาถึงร้อยละ 80 แม้แต่ใน Eclipse และ Accord ที่ใช้กระดาษมวนบุหรี่ก็พบว่า เพียงฟอร์มาลดีไฮด์เท่านั้นที่มีปริมาณมากกว่าในควันบุหรี่ธรรมดา ซึ่งได้รับการปรับแก้ไขอย่างได้ผลโดยการเติม ammonia ลงในกระดาษมวนบุหรี่ ปริมาณสารพิษที่ลดลงในควันบุหรี่จากบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์น่าจะเกิดจากการที่ไม่มีสารปนเปื้อนที่มากับใบยาสูบ ไม่มีสารพิษจากการเผาไหม้กระดาษและใบยาสูบ ไม่มีขี้เถ้าหรือขี้บุหรี่ จึงน่าจะมีปริมาณสารก่อพิษในรูปอนุภาคแขวนลอยในอากาศที่สามารถหายใจเข้าไปได้ (RSP) น้อย อุณหภูมิที่ใช้ก่อให้เกิดไอระเหยของบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์เพียง 600˚C ซึ่งต่ำกว่าความร้อนจากการเผาไหม้มวนบุหรี่ของบุหรี่ธรรมดาที่อุณหภูมิสูงถึง 950˚C และควันของบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์เมื่อถูกดูดเข้าปากของผู้สูบจะถูกเจือจางด้วยน้ำในช่องปาก[51,55-57]

ผลต่อสุขภาพที่ศึกษาในเซลล์เพาะเลี้ยงและในสัตว์ทดลอง มีการศึกษาผลการสัมผัสควันในระบบหายใจทั้งในระยะสั้น (acute) และระยะยาว (subchronic) นานสุด 90 วัน พบว่า main stream smoke ของบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ชนิดนิโคตินบริสุทธิ์ปราศจากสารปรุงแต่งมีความเป็นพิษน้อยกว่าควันของบุหรี่ธรรมดาทั้งในรูปการก่อพิษกับเซลล์ (cytotoxicity) ด้วยวิธี neutral red uptake และการก่อพิษต่อยีน (genotoxicity) หรือการก่อการกลายพันธ์ (mutation) ด้วยวิธี Ames test หรือ Salmonella reverse mutation assay หรือการทำ mouse lymphoma thymidine kinase assay[51,52,58]

งานวิจัยในสัตว์ทดลองพบว่า ผลการระคายเคืองและการเหนี่ยวนำให้เกิดมะเร็งในทางเดินหายใจของหนู rat ที่สัมผัสกับ main stream ของบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ดูเหมือนจะน้อยกว่าของบุหรี่ธรรมดา ผลต่อสุขภาพในสัตว์ทดลองมีความไม่ชัดเจนและไม่คงที่ (consistent) หรือไม่มีนัยสำคัญอย่างชัดเจน ตัวอย่างเช่น ในหนู rat ที่ให้สูดดม main stream smoke ของบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์เทียบกับของบุหรี่ธรรมดา พบว่า main stream smoke ของบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ส่งผลให้หนูจำนวนหนึ่งมีน้ำหนักของหัวใจมากขึ้น สัมพันธ์กับปริมาณ carboxy hemoglobin ในเลือด ซึ่งบ่งชี้ว่ามีภาวะขาดออกซิเจน โดยจำนวนหนูที่พบความผิดปรกตินี้ในหนูที่สูดควันบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์น้อยกว่าจำนวนหนูที่สูดควันบุหรี่ธรรมดาไม่มากนัก หนูที่หายใจ main stream smoke ของบุหรี่ธรรมดาเพียงบางตัวเท่านั้นที่พบว่า มีการเพิ่มขึ้นของอัตราการหายใจ ซึ่งบ่งชี้ภาวะระคายเคืองทางเดินหายใจ ซึ่งไม่พบในกรณีของบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ ผลงานวิจัยที่ยังไม่ชัดเจนนี้เชื่อว่าเป็นเพราะ หนูทดลองเมื่อต้องสัมผัสกับควันบุหรี่ อาการระคายเคืองตาและจมูก จะ

ทำให้หนูทดลองพยายามเลี่ยงการสัมผัสควัน ปริมาณควันที่หนูทดลองหายใจเข้าไปจึงไม่คงที่ขึ้นกับพฤติกรรมการเลี่ยงสัมผัสควันของหนูแต่ละตัว[51,59-61]

ในคนที่สูบบุหรี่ งานวิจัยที่ทำโดยบริษัทผู้ผลิตบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ทำโดยการแบ่งผู้สูบบุหรี่ออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ให้สูบบุหรี่ธรรมดาต่อไปเรื่อย ๆ ในช่วงที่เป็นอาสาสมัครในการวิจัย กลุ่มที่ 2 บังคับให้เปลี่ยน (forced switching) ไปสูบบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ชนิดนิโคตินบริสุทธิ์ไม่มีสารปรุงแต่งในช่วงที่เป็นอาสาสมัครในการวิจัย และกลุ่มที่ 3 ให้งดสูบบุหรี่ในช่วงที่เป็นอาสาสมัครในการวิจัย ระยะเวลาศึกษามีทั้งระยะสั้น 8 วันติดต่อกัน หรือระยะยาว 12 สัปดาห์ติดต่อกัน มีการวิจัยทั้งแบบกำหนดจำนวนบุหรี่ที่สูบต่อวัน และแบบไม่จำกัดจำนวนบุหรี่ที่สูบแต่กำหนดจำนวนมากที่สุดที่สามารถสูบได้ต่อวัน ผลการตรวจสารพิษในเลือดและปัสสาวะพบว่า กลุ่มที่เปลี่ยนไปสูบบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์และกลุ่มที่ต้องงดบุหรี่มีสารพิษในเลือดและปัสสาวะใกล้เคียงกัน ค่าที่ตรวจวิเคราะห์ได้ในสองกลุ่มนี้ทุกสารต่ำกว่าค่าเบื้องต้นที่วิเคราะห์ได้ก่อนอาสาสมัครเข้าสู่การแบ่งกลุ่มวิจัย (baseline) และได้ค่าต่ำกว่าค่าที่ตรวจพบในกลุ่มที่สูบบุหรี่ธรรมดาร้อยละ 16-77 และถ้าปรับลดปริมาณสารพิษในเลือดและปัสสาวะจากผลของการสูบบุหรี่ธรรมดามานานหรือผลจากการสะสมของสารพิษเหล่านี้ก่อนหน้าที่จะเป็นอาสาสมัครในการวิจัย จะพบการลดลงของปริมาณสารพิษในกลุ่มที่เปลี่ยนมาสูบบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์เทียบกับในกลุ่มที่ยังคงสูบบุหรี่ธรรมดามากถึงร้อยละ 47-90 ผลงานวิจัยน่าจะบ่งชี้ว่า การสูบบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ปลอดภัยต่อสุขภาพมากกว่าการสูบบุหรี่ธรรมดา แต่มีปัจจัยที่ต้องพิจารณาคือ ชนิดของบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ศึกษาเป็นชนิดนิโคตินบริสุทธิ์ ไม่มีสารปรุงแต่ง ซึ่งต่างจากบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ที่ขายในปัจจุบัน ความเคยชินของกลุ่มผู้สูบบุหรี่ในการวิจัยต่อบุหรี่ธรรมดามากกว่าต่อบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์อาจมีผลต่อจำนวนบุหรี่ที่สูบและพฤติกรรมการสูบบุหรี่ในขณะเป็นอาสาสมัครในการวิจัยได้ การไม่คุ้นเคยกับบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ในช่วงสั้น ๆ ของงานวิจัยอาจทำให้สูบบุหรี่น้อยลง จึงได้รับสารพิษเข้าสู่ร่างกายลดลง[50,51,62,63]

ความพึงพอใจของผู้สูบบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์

บริษัทผู้ผลิตบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ในอังกฤษได้สำรวจความพึงพอใจของผู้สูบบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ผ่านการตอบแบบสอบถามในระบบ online ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงมิถุนายน พ.ศ. 2552 ผลการสำรวจพบว่า ร้อยละ 72 ของผู้ตอบแบบสำรวจอยู่ในสหรัฐอเมริกา ร้อยละ 17 อยู่ในอังกฤษ และร้อยละ 4 อยู่ในประเทศในทวีปยุโรปอื่น ๆ ร้อยละ 79 ของผู้ตอบแบบสำรวจเป็นผู้ที่สูบบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์มาไม่นาน (น้อยกว่า 6 เดือน) ร้อยละ 21 ของผู้ตอบแบบสอบถามเป็นผู้สูบทั้งบุหรี่ธรรมดาและบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ขึ้นกับสถานที่ ร้อยละ 87 ของผู้ตอบแบบสำรวจเป็นผู้ที่เคยพยายามเลิกสูบบุหรี่โดยการใช้ NRT แต่ไม่ได้ผล ร้อยละ 94 ของผู้ตอบแบบสอบถามมีความพอใจในการสูบบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ ที่เหลืออีกร้อยละ 6 พอใจกับการสูบบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์พอ ๆ กับการสูบบุหรี่ธรรมดา ไม่มีผู้ตอบแบบสอบถามที่รู้สึกไม่ดีกับการสูบบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์เลย ร้อยละ 98 ของผู้ตอบแบบสอบถามรู้สึกว่าการสูบบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ทำให้มีอาการไอน้อยกว่าการสูบบุหรี่ธรรมดา ร้อยละ 88 ของผู้ตอบแบบสอบถามรู้สึกว่า การสูบบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์มีผลให้อาการเหนื่อยจากการออกกำลังกายลดลงเมื่อเทียบกับการสูบบุหรี่ธรรมดา ร้อยละ 82 ของผู้ตอบแบบสอบถามมีความรู้สึกว่า การรับรู้กลิ่นดีขึ้นหลังจากเปลี่ยนมาใช้บุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ และร้อยละ 77 ของผู้ตอบแบบสอบถามมีความรู้สึกว่า การรับรู้รสชาติอาหารดีขึ้นเมื่อเปลี่ยนมาใช้บุหรี่อิเล็กทรอนิกส์[64]

ผลการสำรวจนี้แม้จะยังไม่ได้ตีพิมพ์อย่างเป็นทางการ รายงานเบื้องต้น (draft) ที่นำเสนอ online ก็ได้รับการวิจารณ์ถึงความน่าเชื่อถือ เนื่องจากการสำรวจนี้ตอบโดยผู้ที่ตั้งใจหรือเลือกสูบบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์เอง จึงน่าจะมีความลำเอียงในการตอบแบบสอบถาม การ

เปรียบเทียบเกิดขึ้นระหว่างการสูบบุหรี่ธรรมดากับการสูบบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ ไม่ได้เปรียบเทียบผลต่อสุขภาพในผู้ที่ไม่เคยสูบบุหรี่และผู้สูบบุหรี่ที่สามารถเลิกบุหรี่ได้ นอกจากนี้ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนหนึ่งยังคงสูบบุหรี่ธรรมดาคู่ไปกับการสูบบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ ผลต่อสุขภาพในกลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามที่สูบทั้งบุหรี่ธรรมดาและบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์อาจไม่ใช่คำตอบที่บ่งชี้ความปลอดภัยต่อสุขภาพของบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ แต่เป็นการเปรียบเทียบผลต่อสุขภาพที่เกิดขึ้นจากการต้องอยู่ในภาวะอยากบุหรี่ในสถานที่ห้ามสูบกับผลต่อสุขภาพที่เกิดขึ้นเมื่อสามารถสูบบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ได้ในสถานที่ห้ามสูบหรือไม่ต้องทนต่อภาวะอยากบุหรี่ก็ได้[64]

ปัจจัยทางกฎหมายและการค้า

บุหรี่อิเล็กทรอนิกส์มีจำหน่ายในเอเชียและยุโรปตั้งแต่ ค.ศ. 2004 และแพร่หลายไปทั่วโลกผ่านระบบ online ใน ค.ศ. 2008 องค์การอนามัยโลก (world health organization, WHO)[29] เริ่มตีพิมพ์บทความแสดงว่าไม่แน่ใจในความปลอดภัยต่อสุขภาพของการสูบบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ที่บริษัทผู้ผลิตบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์กล่าวอ้าง ทำให้หลายประเทศเช่น ออสเตรเลีย บลาซิล แคนาดา ปานามา สิงคโปร์ และไทย ตรากฎหมายกำหนดให้ บุหรี่อิเล็กทรอนิกส์เป็นสินค้าต้องห้ามในการนำเข้าประเทศและการจำหน่ายในประเทศ บางประเทศเช่นฟินแลนด์ เนเธอร์แลนด์ และนอร์เวย์ แม้จะกำหนดให้บุหรี่อิเล็กทรอนิกส์เป็นสินค้าต้องห้ามในการนำเข้าประเทศและการจำหน่ายภายในประเทศ แต่ด้วยเงื่อนไขทางการค้าระหว่างประเทศ จึงต้องเปิดช่องทางให้มีการจำหน่ายภายในเขตเศรษฐกิจยุโรป (European economic area) ได้ ในประเทศเดนมาร์ค และนิวซีแลนด์จัดบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์เป็นเวชภัณฑ์ควบคุมที่ต้องขออนุญาตนำเข้าและจำหน่ายภายในประเทศ ในประเทศอังกฤษและอิตาลีอนุญาตให้จำหน่ายบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ภายในประเทศได้เช่นเดียวกับบุหรี่ทั่วไป แม้จะยังไม่มีการห้ามนำเข้าและจำหน่ายในสหรัฐอเมริกา แต่องค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกา (USA food and drug administration, FDA) ก็ออกหนังสือเตือนบริษัทผู้ผลิตบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ ห้ามโฆษณาด้านความปลอดภัยต่อสุขภาพของบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ จนกว่าจะได้ศึกษาวิจัยอย่างประจักษ์ชัด[23]

วิจารณ์

บุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ที่ผลิตขึ้นในช่วงแรก มีวัตถุประสงค์เพื่อลดอันตรายต่อสุขภาพของผู้สูบและผู้ที่ต้องสูดควันบุหรี่ในสิ่งแวดล้อม ลดอาการเจ็บป่วยและการเสียชีวิตจากพิษของสารในควันบุหรี่ เป็นบุหรี่แบบไร้ควันที่ปลายด้านตรงข้ามกับด้านที่นำเข้าปาก (mouth piece, inhaler) หรือไม่มี side stream smoke และอาจไม่มี ETS เลยถ้าผู้สูบไม่พ่นควันที่ดูดเข้าไปออกทางปากและจมูก ซึ่งควันส่วนนี้ ผู้สูบบุหรี่ธรรมดาก็สามารถกักไว้ในปากและดูดเข้าไปได้หมดเช่นกัน แต่ผู้สูบก็เลือกที่จะพ่นออกสู่สิ่งแวดล้อม เป็นนิสัยเคยชินที่น่าจะพบในการสูบบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ด้วย ความสามารถที่จะสูบในสถานที่ห้ามสูบได้ น่าจะเป็นเพราะการไม่เห็นควันที่ปลายด้านตรงข้ามกับด้าน mouth piece และไม่มีเปลวไฟ แต่ไม่น่าจะเป็นเพราะการปราศจาก ETS เพราะผู้สูบก็ยังเคยชินกับการพ่นควันออกจากปากหรือจมูกไม่มากก็น้อย ผู้ที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมเดียวกับผู้สูบบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์จึงยังคงเสี่ยงต่อการได้รับพิษจากการสูดควันบุหรี่มือสองเช่นเดิม

บุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ในปัจจุบัน มีการเพิ่มสารปรุงแต่งรสและกลิ่น และสามารถโฆษณาผ่านระบบ online ทั้งรูปร่างมวนบุหรี่ รส และกลิ่น มีผลจูงใจเยาวชนจำนวนมากที่อยู่ในสังคม online และจูงใจผู้หญิงที่สนใจในรูป รส และกลิ่นที่ปรุงแต่งให้เป็นลูกค้ารายใหม่ได้จำนวนมากขึ้น ผู้สูบบุหรี่ก็ถูกจูงใจด้วยรสและกลิ่นที่เลียนแบบบุหรี่ธรรมดา แต่มีข้อได้เปรียบตามที่ถูกกล่าวอ้างว่า บุหรี่อิเล็กทรอนิกส์สามารถสูบในสถานที่ห้ามสูบได้ และสามารถซื้อได้ในราคาที่ถูกกว่าบุหรี่ธรรมดา จึงเลือกสูบบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์เช่นกัน สารปรุง

แต่งกลิ่นและรสที่เติมในตลับบรรจุนิโคตินของบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์นอกจากจะมีผลต่อการจูงใจผู้บริโภคให้เลือกสูบบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์แล้ว ยังเป็นสารที่ก่อให้เกิดพิษด้วย โดยเฉพาะเมื่อสารเหล่านี้ผ่านความร้อนจากการทำให้กลายเป็นไอระเหย ซึ่งในงานวิจัยที่บริษัทผู้ผลิตบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์รายงานเลือกที่จะใช้บุหรี่อิเล็กทรอนิกส์แบบไม่มีสารปรุงแต่ง จึงไม่สามารถสรุปความปลอดภัยจากสารปรุงแต่งที่เติมเข้าไปในตลับนิโคตินได้

ตลาดการค้าบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ในปัจจุบันส่วนใหญ่ผ่านระบบ online ซึ่งยากต่อการควบคุมการสั่งซื้อและการนำเข้า กระทรวงสาธารณสุข ประเทศไทยกำลังจะเพิ่มเติมกฎหมายการห้ามการขายบุหรี่ผ่านระบบ online หรือ internet ซึ่งถ้ามีผลบังคับใช้อย่างจริงจังจะช่วยป้องกันการสั่งซื้อและนำเข้าบุหรี่ได้ระดับหนึ่ง บุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ที่จำหน่ายในระบบ online จะอ้างว่าราคาถูกกว่าบุหรี่ธรรมดาถึงร้อยละ 75 ส่วนหนึ่งอาจเป็นเพราะ มวนบุหรี่เป็นวัสดุที่ใช้ซ้ำ ไม่มอดไหม้ไปกับการสูบแต่ละครั้ง แต่อีกส่วนหนึ่งน่าจะเป็นเพราะการขายผ่านระบบ online หรือการลักลอบขาย จะไม่มีภาษีประกอบในราคา ทำให้ราคาถูกกว่าบุหรี่ธรรมดา การใช้มาตรการภาษีเพื่อควบคุมการสูบบุหรี่ธรรมดา จึงใช้ไม่ได้ผลกับบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ที่จำหน่ายผ่านระบบonline หรือลักลอบจำหน่าย

กฎหมายการค้าระหว่างประเทศ เขตการค้าเสรี (free trade area, FTA) หรือเขตปลอดภาษี (duty free) แม้จะเป็นประโยชน์ในด้านการนำเข้า-ส่งออกสินค้าระหว่างประเทศ แต่สำหรับบุหรี่และสินค้าที่เป็นพิษกับสุขภาพอย่าง เช่น เหล้า เหล่านี้มีผลให้การห้ามจำหน่ายภายในประเทศและกฎหมายห้ามนำเข้าประเทศต้องถูกผ่อนปรน ยกเว้น และขาดประสิทธิภาพในการบังคับใช้ ดังเช่นกรณีกฎหมายควบคุมบุหรี่อิเล็กทรอนิกส์ที่ต้องผ่อนปรนในเขตเศรษฐกิจยุโรปตามกฎหมายของประเทศฟินแลนด์ เนเธอร์แลนด์ และนอร์เวย์

เอกสารอ้างอิง

1. Hoffmann D, Hoffmann I. The changing cigarette, 1950-1995. J Toxi col Environ Health 1997; 50(4):307-64.
2. Office on smoking and health. U.S. Department of health and human services. The health consequences of smoking: a report of the surgeon general. Washington, DC: U.S. Department of health and human services; 2004.
3. U.S. Department of Health and Human Services. The health consequences of involuntary smoking. A report of the surgeon general. Washington, DC: U.S. Department of Health and Human Services. Publication No (PHS) 87-8398. 1986.
4. U.S. Department of Health and Human Services. Nicotine addiction. The health consequences of smoking. A report of the surgeon general. Washington, DC: U.S. Department of Health and Human Services. Publication No (PHS) 1988;32-33:601-602.
5. Office of Environmental Health Hazard Assessment. Final report. Health effects of exposure to environmental tobacco smoke. California Environmental Protection Agency (Cal/EPA). Sacramento, California; 1997.
6. Centers for Disease Control and Prevention, Coordinating Center for Health Promotion, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, Office on Smoking and Health. U.S. Department of health and human services. The health consequences of involuntary exposure to tobacco smoke: a report of the surgeon general. Rockville, MD: U.S. Department of Health and Human Services; 2006.
7. Lee PN, Chamberlain J, Alderson MR. Relationship of passive smoking to risk of lung cancer and other smoking-associated diseases. Br J Cancer 1986; 54:97-105.
8. Eriksen MP, LeMaistre CA, Newell GR. Health hazards of passive smoking. Annu Rev Public Health 1988; 9:47-70.
9. Merletti F, Richiardi L, Boffetta P. Health effects of passive smoking. Med Lav 1998; 89(2):149-63.
10. Rushton L. Health impact of environmental tobacco smoke in the home. Rev Environ Health 2004; 19(3-4):291-309.
11. พระราชบัญญัติคุ้มครองผู้บริโภค พ.ศ. 2522 คำสั่งคณะกรรมการว่าด้วยการโฆษณาที่ 2/2532 เรื่อง ห้ามการโฆษณาบุหรี่ ตามความในมาตรา 24(3) ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 106, ตอนที่ 25 (ลงวันที่ 3 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2532).
12. พระราชบัญญัติควบคุมผลิตภัณฑ์ยาสูบ พ.ศ. 2535. ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 109, ตอนที่ 38 (ลงวันที่

5 เมษายน พ.ศ. 2535).
13. พระราชบัญญัติคุ้มครองสุขภาพของผู้ไม่สูบบุหรี่ พ.ศ. 2535. ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 109, ตอนที่ 40 (ลงวันที่ 7 เมษายน พ.ศ. 2535).
14. Vateesatokit P. Tobacco control in Thailand. Mahidol Journal 1997; 4(2):73-84.
15. Henningfield JE, Benowitz NL. Cigarettes and addiction. BMJ 1995; 310:1082-3.
16. Baker TB, Brandon TH, Chassin L. Motivational influences on cigarette smoking. Annu Rev Psychol 2004; 55:463-91.
17. Bridges RB, Humble JW, Turbek JA, Rehm SR. Smoking history, cigarette yield and smoking behavior as determinants of smoke exposure. Eur J Respir Dis Suppl 1986; 146:129-37.
18. Scherer G. Smoking behaviour and compensation: a review of the literature. Psychopharmacology (Berl) 1999; 145(1):1-20.
19. Institute of medicine. Clearing the smoke: assessing the science base for tobacco harm reduction. Washington, DC: National academy press; 2001.
20. Associated Newspapers. Mail online. The electric cigarette that gives you a nicotine hit and gets round the smoking ban. [online] 2008 [cited 2010 Dec 13]; Available from: URL: http://www.dailymail. co.uk/sciencetech/article-1019621/The-electric-cigarette-gives-nicotine-hit-gets-round-smoking-ban.html#ixzz1AhPFgRQ8.
21. NOVA online. Anatomy of a cigarette. [online] October 2001 [cited 2011 Jan 7]; Available from: URL: http://www.pbs.org/wgbh/nova/cigarette/anat_text.html.
22. Anonymous. Electronic cigarette source - get the facts. [on line] 2009 [cited 2010 Dec 13]; Available from: URL: http:www.electroniccigarettesource.com.
23. Wikipedia. Electronic cigarette. [online] [cited 2010 Dec 13]; Available from: URL: http:www.en.wikipedia.org/wiki/electronic_cigarette.
24. Anonymous. Safer smoke electric cigarette. [online] 2008 [cited 2010 Dec 13]; Available from: URL: http:www.safersmoker.com.
25. Adams B. As state smoking ban nears, company touts e-cigarettes. Wisconsin State Journal E-cig article. [online] 2001 [cited 2011 January 14]; Available from: URL: http://www.host.madison.com/.../article_e7038332-4a95-5530-a501-d135f120ad2c.html
26. ECIG 101. [online] [cited 2011 January 14]; Available from: URL: http://www.ecigarette101.com/
27. National Fire Protection Association (NFPA). Fire safe Cigarettes. The coalition for fire-safe cigarettes. [online] [cited 2011 Jan 7]; Available from: URL: http:www.firesafecigarette.org.
28. Farlex, Inc. Smokeless cigarette. [online] [cited 2010 Dec 13]; Available from: URL: http://medical-dictionary.thefreedictionary.com/smokeless+tobacco
29. O'Leary TA, Laniel S. Marketers of electronic cigarettes should halt unproved therapy claims. News release. Geneva: Tobacco Free Initiative WHO; 2008.
30. Baker R, Proctor CJ. The origins and properties of environmental tobacco smoke. Environ Int 1990; 16: 231-45.
31. Hoffmann D, Haley NJ, Adams JD, Brunnemann KD. Tobacco side stream smoke: uptake by nonsmokers. Prev Med 1984; 13(6):608-17.
32. Baker RR, Pereira da Silva JR, Smith G. The effect of tobacco ingredients on smoke chemistry. Part I: Flavourings and additives. Food Chem Toxicol 2004; 42 Suppl: S3-37.
33. Baker RR, Massey ED, Smith G. An overview of the effects of tobacco ingredients on smoke chemistry and toxicity. Food Chem Toxicol 2004; 42 Suppl: S53-83.
34. Roemer E, Stabbert R, Rustemeier K, Veltel DJ, Meisgen TJ, Reininghaus W, et al. Chemical composition, cytotoxicity and mutagenicity of smoke from US commercial and reference cigarettes smoked under two sets of machine smoking conditions. Toxicology 2004; 195:31-52.
35. Rustemeier K, Stabbert R, Haussmann HJ, Roemer E, Carmines EL. Evaluation of the potential effects of ingredients added to cigarettes. Part 2: chemical composition of mainstream smoke. Food Chem Toxicol 2002; 40(1):93-104.
36. WHO Study group on tobacco product regulation. Guiding principles for the development of tobacco research and testing capacity and proposed protocols for the initiation of tobacco product testing. Geneva, Switzerland: WHO Document production services; 2004.
37. Ayer HE, Yeager DW. Irritants in cigarette smoke plumes. Am J Public Health 1982; 72:1283-5.
38. Bernert JT, Gordon SM, Jain RB, Brinkman MC, Sosnoff CS, Seyler TH, et al. Increases in tobacco exposure biomarkers measured in non-smokers exposed to sidestream cigarette smoke under controlled conditions. Biomarkers 2009; 14(2):82-93.
39. Cassee FR, Arts JH, Groten JP, Feron VJ. Sensory irritation to mixtures of formaldehyde, acrolein, and acetaldehyde in rats. Arch Toxicol 1996; 70:329-37.
40. Coggins CR, Fouillet XL, Lam R, Morgan KT. Cigarette smoke induced pathology of the rat respiratory tract: a comparison of the effects of the particulate and vapour phases. Toxicology 1980; 16:83-101.
41. Eidelman D, Saetta MP, Ghezzo H, Wang NS, Hoidal

JR, King M, et al. Cellularity of the alveolar walls in smokers and its relation to alveolar destruction. Functional implications. Am Rev Respir Dis 1990; 141:1547-52.
42. Friedrichs B, Miert E, Vanscheeuwijck P. Lung inflammation in rats following subchronic exposure to cigarette mainstream smoke. Exp Lung Res 2006; 32: 151-79.
43. Roemer E, Anton HJ, Kindt R. Cell proliferation in the respiratory tract of the rat after acute inhalation of formaldehyde or acrolein. J Appl Toxicol 1993; 13: 103-7.
44. Terashima T, Klut ME, English D, Hards J, Hogg JC, van Eeden SF. Cigarette smoking causes sequestration of polymorphonuclear leukocytes released from the bone marrow in lung microvessels. Am J Respir Cell Mol Biol 1999; 20:171-7.
45. Torikai K,Yoshida S, Takahashi H. Effects of temperature, atmosphere and pH on the generation of smoke compounds during tobacco pyrolysis. Food Chem Toxicol 2004; 42:1409-17.
46. Vanscheeuwijck PM, Teredesai A, Terpstra PM, Verbeeck J, Kuhl P, Gerstenberg B, et al. Evaluation of the potential effects of ingredients added to cigarettes. Part 4: Subchronic inhalation toxicity. Food Chem Toxicol 2002; 40:113-31.
47. White JL, Conner BT, Perfetti TA, Bombick BR, Avalos JT, Fowler KW, et al. Effect of pyrolysis temperature on the mutagenicity of tobacco smoke condensate. Food Chem Toxicol 2001; 39:499-505.
48. Wilmer JW, Woutersen RA, Appelman LM, Leeman WR, Feron VJ. Subchronic (13-week) inhalation toxicity study of formaldehyde in male rats: 8-Hour intermittent versus 8-hour continuous exposures. Toxicol Let 1989; 47:287-93.
49. Frost-Pineda K, Zedler BK, Liang Q, Roethig HJ. Environmental tobacco smoke (ETS) evaluation of a third-generation electrically heated cigarette smoking system (EHCSS). Regul Toxicol Pharmacol 2008; 52(2): 118-21.
50. Roethig HJ, Zedler BK, Kinser RD, Feng S, Nelson BL, Liang Q. Short-term clinical exposure evaluation of a second-generation electrically heated cigarette smoking system. J Clin Pharmacol 2007; 47(4):518-30.
51. Patskan G, Reininghaus W. Toxicological evaluation of an electrically heated cigarette. Part 1: Overview of technical concepts and summary of findings. J Appl Toxicol 2003; 23(5):323-8.
52. Roemer E, Stabbert R, Veltel D, Müller BP, Meisgen TJ, Schramke H, et al. Reduced toxicological activity of cigarette smoke by the addition of ammonium magnesium phosphate to the paper of an electrically heated cigarette: smoke chemistry and in vitro cytotoxicity and genotoxicity. Toxicol In Vitro 2008; 22(3):671-81.
53. Tricker AR, Schorp MK, Urban H-J, Leyden D, Hagedorn H-W, Engl J, et al. Comparison of environmental tobacco smoke (ETS) concentrations generated by an electrically heated cigarette smoking system and a conventional cigarette. Inhal Toxicol 2009; 21:62-77.
54. Werley MS, Freelin SA, Wrenn SE, Gerstenberg B, Roemer E, Schramke H, et al. Smoke chemistry, in vitro and in vivo toxicology evaluations of the electrically heated cigarette smoking system series K. Regul Toxicol Pharmacol 2008; 52(2):122-39.
55. Stabbert R, Voncken P, Rustemeier K, Haussmann HJ, Roemer E, Schaffernicht H, et al. Toxicological evaluation of an electrically heated cigarette. Part 2: Chemical composition of mainstream smoke. J Appl Toxicol 2003; 23(5):329-39.
56. Moennikes O, VanscheeuwijcK PM, Friedrichs B, Anskeit E, Patskan GJ. Reduced toxicological activity of cigarette smoke by the addition of ammonia magnesium phosphaye to the paper of an electrically heated cigarette: Subchronic inhalation toxicology. Inhal Toxicol 2008; 20:647-63.
57. Roethig HJ, Kinser RD, Lau RW, Walk RA, Wang N. Short-term exposure evaluation of adult smokers switching from conventional to first-generation electrically heated cigarettes during controlled smoking. J Clin Pharmacol 2005; 45(2):133-45.
58. Tewes FJ, Meisgen TJ, Veltel DJ, Roemer E, Patskan G. Toxicological evaluation of an electrically heated cigarette. Part 3: Genotoxicity and cytotoxicity of mainstream smoke. J Appl Toxicol 2003; 23(5):341-8.
59. Terpstra PM, Teredesai A, Vanscheeuwijck PM, Verbeeck J, Schepers G, Radtke F, et al. Toxicological evaluation of an electrically heated cigarette. Part 4: Subchronic inhalation toxicology. J Appl Toxicol 2003; 23(5):349-62.
60. Ayres PH, Hayes JR, Higuchi MA, Mosberg AT, Sagartz JW. Subchronic inhalation by rats of mainstream smoke from a cigarette that primarily heats tobacco compared to a cigarette that burns tobacco. Inhal Toxicol 2001; 13:149-86.
61. Coggins CRE, Ayres PH, Mosberg AT, Burger GT, Sagartz J, Hayes AW. Comparative inhalation study in rats, using a second prototype of a cigarette that heats rather than burns tobacco. Inhal Toxicol 1989;

1:197-226.

62. Frost-Pineda K, Zedler BK, Oliveri D, Feng S, Liang Q, Roethig HJ. Short-term clinical exposure evaluation of a third-generation electrically heated cigarette smoking system (EHCSS) in adult smokers. Regul Toxicol Pharmacol 2008; 52(2):104-10.
63. Frost-Pineda K, Zedler BK, Oliveri D, Liang Q, Feng S, Roethig HJ. 12-week clinical exposure evaluation of a third-generation electrically heated cigarette smoking system (EHCSS) in adult smokers. Regul Toxicol Pharmacol 2008; 52(2):111-7.
64. Heavner K, Dunworth J, Bergen P, Nissen C, Phillips CV. Electronic cigarettes (e-cigarettes) as potential tobacco harm reduction products: results of an online survey of e-cigarette users (Draft). [online] 2009 [cited 2010 Dec 13]; Available from: URL: http:www.tobaccoharmreduction.org/wpaper/011.htm

Abstract **Electronic Cigarette**

Veeravan Lekskulchai
Department of Pathology, Faculty of Medicine, Srinakharinwirot University

Journal of Health Science **2012; 21:181-93.**

Electronic cigarette is a product that has been claimed to be safe for health. However, the World Health Organization (WHO) has informed that this claim may not be unacceptable unless supported by scientific evidence. The electronic cigarette manufacturers extensively carried out research to confirm the non-toxicity of their product. Nevertheless, recently available electronic cigarettes have various additives added which most likely increase toxicity especially after being heated. Thus, electronic cigarette are still prohibited for importing and selling in many countries including Thailand.

Key words: **Electronic cigarette, toxicity, additive**