

สารเคมีในห้องปฏิบัติการ อันตรายที่ไม่ควรมองข้าม

ดวงฤดี จังตระกุล

คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002

Laboratory Chemicals: Unignorable Threat

Duangrudee Changtrakul

Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand, 40002

โลกปัจจุบันกำลังประสบปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากการใช้เทคโนโลยีและทรัพยากรธรรมชาติอย่างฟุ่มเฟือย ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบตามมาในด้านการขาดแคลนพลังงานและการเกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากการใช้และปลดปล่อยสารเคมีและสารอันตรายสู่สิ่งแวดล้อม โดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์ จากอันตรายของมลพิษที่เกิดขึ้น ทำให้ประชากรทั่วโลกหันมาให้ความสนใจและตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อทั้งมนุษย์และสิ่งมีชีวิตบนโลก

บุคลากรที่ทำงานเกี่ยวข้องกับสารเคมีทั้งที่อยู่ตามสถานศึกษาทั้งในระดับมัธยมศึกษาและอุดมศึกษา ห้องปฏิบัติการตามโรงพยาบาลต่างๆ และตามโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น บุคลากรเหล่านี้จะต้องตระหนักอยู่เสมอว่าสารเคมีทุกชนิดเป็นสารอันตราย บางชนิดอาจมีอันตรายมาก เช่น สามารถทำให้เกิดการระเบิด ไฟไหม้ หรือการระคายเคืองต่างๆ จากการสัมผัส สูดดมสารเคมีบางชนิดได้ นอกจากนี้การได้รับปริมาณน้อยแต่ต่อเนื่องอาจส่งผลต่อสุขภาพในระยะยาว และมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ ดังนั้นบุคลากรเหล่านี้จึงจำเป็นต้องเข้าใจถึงพิษภัยของสารเคมีที่ตนเองเกี่ยวข้องด้วย

อันตรายจากสารเคมีในรูปแบบต่างๆ

สารเคมีมีอันตรายและทำให้เกิดผลกระทบที่แตกต่างกันได้ตามวิธีการและลักษณะของการสัมผัสสาร ผลกระทบของสารเคมีอาจก่อให้เกิดผลอย่างเฉียบพลันหรือเรื้อรังขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและระยะเวลาของการสัมผัส การตอบสนองต่อสารเคมีที่รับเข้าไปของแต่ละคน มีความแตกต่างกันมาก การที่บุคคลได้รับสารเคมีปริมาณหนึ่ง ในช่วงระยะเวลาเท่ากัน แต่อาจเกิดการตอบสนองที่แตกต่างกันได้ อาจมีทั้งที่ได้รับผลกระทบอย่างรุนแรง เพียงเล็กน้อย หรือในขณะที่บางคนอาจ

ไม่ได้รับผลกระทบใดๆ เลย ความไวในการตอบสนองของแต่ละบุคคลอาจขึ้นอยู่กับอายุ เพศ และสภาวะสุขภาพ เด็กๆ จะมีความไวต่อพิษของสารเคมีและเกิดอาการเร็วกว่าผู้ใหญ่ อาจจำแนกผลกระทบของสารเคมีต่อสุขภาพเป็นกลุ่มๆ ได้ดังนี้

1. **การระคายเคือง** เกิดจากการที่ส่วนของร่างกาย เช่น ผิวหนัง ตาและทางเดินหายใจ สัมผัสสารเคมี เช่น กรด ต่าง แอมโมเนีย ฟอรั่มัลดีไฮด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เป็นต้น
2. **การแพ้สารเคมี** เกิดจากการสัมผัสกับสารเคมี ที่แม้จะมีความเข้มข้นต่ำและเริ่มแรกอาจยังไม่มีอาการแพ้ แต่เมื่อสัมผัสอย่างสม่ำเสมอถึงแม้ว่าจะมีปริมาณต่ำ ร่างกายก็อาจแพ้สารเคมีได้ เช่น น้ำมัน กรดโครมิก ทำให้เกิดการแพ้ที่ผิวหนัง ส่วนฟอรั่มัลดีไฮด์ทำให้เกิดอาการแพ้ต่อทางเดินหายใจ เป็นต้น
3. **การหมดสติจากการขาดออกซิเจน** สารเคมีบางตัวเมื่อสูดดมหรือสัมผัสกับร่างกายจะขัดขวางความสามารถของเซลล์ที่จะรับออกซิเจนจึงอาจทำให้ถึงตายได้ เช่น คาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรเจนไซยาไนด์ หรือไฮโดรเจนซัลไฟด์^{2,3,4} เป็นต้น
4. **การ่วงซึมและหมดสติ** การสัมผัสสารเคมีบางชนิด เช่น เอทิลแอลกอฮอล์ โพรพิลแอลกอฮอล์ อะซีโตน อะเซทิลีน ไฮโดรคาร์บอนและเอทิลอีเทอร์ เป็นต้น สารเหล่านี้จะกดระบบประสาทส่วนกลาง ทำให้เกิดอาการมึนเมาคล้ายคนเมาเหล้าและง่วงซึม การได้รับสารที่มีความเข้มข้นสูง อาจจะทำให้เกิดอาการหมดสติหรืออาจทำให้เสียชีวิตได้⁵
5. **การเกิดพิษภายในร่างกาย** การที่อวัยวะในร่างกายตั้งแต่หนึ่งระบบขึ้นไปมีปฏิกิริยาตอบสนองต่อสารเคมี แล้วทำให้เกิดพิษ จะไม่เกิดเฉพาะอวัยวะใดอวัยวะหนึ่งของร่างกายเท่านั้นแต่จะส่งผลกระทบต่อการทำงานภายใน

ร่างกายแทบทุกระบบ หรืออาจทำให้เกิดโรคได้ เช่น

ตับ จะทำหน้าที่กำจัดความเป็นพิษของสารในเลือด โดยการเปลี่ยนให้เป็นสารที่มันอันตรายน้อยลง และทำให้สารนั้นสามารถละลายน้ำได้ก่อนที่จะขับออกจากร่างกาย อย่างไรก็ตามมีสารเคมีบางชนิดเป็นอันตรายต่อดับ แต่ขึ้นอยู่กับปริมาณและความถี่ของการสัมผัส การที่เนื้อเยื่อตับได้รับสารเคมีชนิดเดิมซ้ำๆ จะก่อให้เกิดอาการตับแข็ง และทำให้ตับทำหน้าที่ลดลง เช่น การสัมผัสสารตัวทำละลายจำพวก แอลกอฮอล์, คาร์บอนเตตราคลอไรด์⁶

ไต เป็นส่วนหนึ่งของระบบขับถ่ายปัสสาวะ มีหน้าที่ในการขับถ่ายของเสียและสารพิษออกจากร่างกาย สารเคมีที่ทำลายเนื้อเยื่อของไต จะทำให้ไตทำหน้าที่ขับถ่ายของเสียได้ไม่เต็มที่และนำไปสู่อาการไตวายได้ เช่น คาร์บอนเตตราคลอไรด์ เอทิลีนไกลคอล คาร์บอนไดซัลไฟด์^{7,9} เป็นต้น

ระบบประสาท พบว่าการสัมผัสกับสารเคมีตัวทำละลาย เช่น คลอโรฟอร์ม เมทานอล ไซลีน จะทำให้เกิดอาการระคายเคืองตาและจมูก คลื่นไส้ ปวดศีรษะ สำหรับรายที่มีอาการรุนแรงมากจะทำให้เกิดอาการชักได้ ส่วนแมงกานีสจะทำให้เกิดอาการคล้ายโรค Parkinson ได้ นอกจากนี้ยังมีโลหะหนักและสารเคมีอีกมากมายที่เป็นพิษต่อระบบประสาท เช่น ตะกั่ว สารหนู (Arsenic) คาร์บอนมอนอกไซด์ สารประกอบของไซยาไนด์^{10,11} เป็นต้น

การได้รับสารเคมีบางชนิดเป็นเวลานานอาจเป็นเหตุให้เกิดการเจริญเติบโตของเซลล์ผิดปกติจนไม่สามารถควบคุมทำให้เกิดเป็นมะเร็ง ภาวะที่เป็นมะเร็งจะแตกต่างกันไป และอาจไม่เกิดในบริเวณสัมผัสกับสารเคมีก็ได้ เช่น สารหนู ซึ่งเป็นองค์ประกอบของน้ำยาที่ใช้รักษาเนื้อไม้ และยากำจัดแมลง สามารถทำให้เกิดมะเร็งที่ปอด ผิวหนัง กระเพาะปัสสาวะ ตับ และไตได้ เบนซีนสามารถก่อให้เกิดมะเร็งเม็ดเลือดขาว ส่วนโครเมียมสามารถก่อให้เกิดมะเร็งที่ปอด มะเร็งโพรงจมูก และไซนัส^{11,12} เป็นต้น

ระบบบริหารจัดการสารเคมีในห้องปฏิบัติการ

จากข้อมูลดังกล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าอันตรายจากสารเคมีนั้นมีมากมาย ดังนั้นควรมีระบบการบริหารจัดการสารเคมีในห้องปฏิบัติการที่ดี เพื่อป้องกันและลดการเกิดมลพิษทั้งภายในห้องปฏิบัติการและสิ่งแวดล้อมภายนอก และเพื่อให้บุคลากรที่ต้องปฏิบัติหน้าที่ในห้องปฏิบัติการมีความมั่นใจในความปลอดภัยของสุขภาพซึ่งระบบการบริหารจัดการสารเคมีในห้องปฏิบัติการควรประกอบด้วย

1. ระบบการจัดเก็บสารเคมี

เพื่อความปลอดภัย ผู้ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับสารเคมีควรมีความรู้เกี่ยวกับสมบัติของสารเคมี และทราบว่าสารเคมี

ชนิดใดบ้างที่เข้ากันไม่ได้เพื่อให้สามารถใช้งานและจัดเก็บสารเคมีได้อย่างปลอดภัย ควรแยกสารเคมีเป็นกลุ่มตามสมบัติของสารเคมีและจัดเก็บโดยแยกสารเคมีที่เข้ากันไม่ได้ (incompatible chemicals) ออกจากกัน

สารเคมีที่เข้ากันไม่ได้ หมายถึง สารเคมีที่อยู่เดี่ยวๆ อาจไม่เกิดอันตราย แต่เมื่อทำปฏิกิริยากันกับสารเคมีอีกชนิดหนึ่งแล้วก่อให้เกิดอันตรายร้ายแรงได้ เช่น ทำให้เกิดสารที่ไวไฟ ก๊าซพิษ หรือก่อให้เกิดระเบิดได้ ตัวอย่างสารเคมีที่เข้ากันไม่ได้ (ตารางที่ 1)

สารเคมีที่มีคุณสมบัติคล้ายกัน ถูกจำแนกออกเป็นกลุ่มและมีสัญลักษณ์สากลเฉพาะกลุ่มการจัดเก็บสารเคมีและวัตถุอันตรายตามระบบมาตรฐานของ United Nations (UN) และระบบ EEC (European Economic Community)¹⁴ และสัญลักษณ์มีดังนี้



: วัตถุระเบิดได้ (E : Explosive) หมายถึงสารเคมีที่เกิดปฏิกิริยาแล้วให้ความร้อนและแก๊สอย่างรวดเร็ว สามารถระเบิดได้ เช่น ไน

โตรกลีเซอริน ยูเรียไนเตรท กรดพิคริก



: วัตถุไวไฟสูงมาก (F+ : Extremely Flammable) หมายถึงของเหลวที่มีจุดวาบไฟต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียสและจุดเดือดไม่เกิน 35 องศาเซลเซียส เช่น ไดเอทิลอีเธอร์ คาร์บอนไดซัลไฟด์

: วัตถุไวไฟมาก (F : Highly Flammable) หมายถึงของเหลวที่มีจุดวาบไฟต่ำกว่า 21 องศาเซลเซียส และไม่ใช้สารไวไฟสูงมาก เช่น น้ำมันเบนซิน อะซิโตน เอทานอล



: สารออกซิไดซิ่ง (O : Oxidizing) หมายถึงสารเคมีซึ่งโดยปกติไม่ลุกไหม้เอง แต่เมื่อสัมผัสกับสารซึ่งลุกไหม้ได้สามารถให้ออกซิเจน แล้วเร่งการลุกไหม้ได้ เช่น โปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนต กรดเปอร์คลอริก ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ไฮโอไดน

: สารพิษ (T+T : Toxic) หมายถึงสารเคมีที่สูดดม กลืนกิน หรือดูดซึมผ่านผิวหนังปริมาณเพียงเล็กน้อยจะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ หรืออาจถึงตายได้ เช่น โปแตสเซียมไซยาไนด์ เมทานอล เมอคิวริกคลอไรด์



: สารอันตราย (Xn : Harmful) หมายถึงสารเคมีที่สูดดม กลืนกิน หรือซึมผ่านผิวหนังอาจก่อให้เกิดอันตรายและผลเสียต่อสุขภาพแบบเฉียบพลัน หรือเรื้อรัง เช่น ลูกเหม็น (แนพทาลีน) คลอโรฟอร์ม ไซลีน

ตารางที่ 1 ตัวอย่างสารเคมีที่เข้ากันไม่ได้

สารเคมี	
เกลืออัลคาไล (โซเดียม ไฮดรอกไซด์ ลิเทียม แมกนีเซียม แคลเซียม)	คาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนเตตระคลอไรด์ และสารกำจัดศัตรูพืช คลอรีนเตเตไฮโดรคาร์บอน กรดอิสระหรือฮาโลเจน
ปุ๋ยแอมโมเนีย	ปรอท คลอรีน คลอรีนผง (Calcium hypochlorite) ไอโอดีน ไฮโดรเจนฟลูออไรด์
ทองแดง	อะเซทิลีน ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์
คลอเรท	เกลือของแอมโมเนีย กรด โลหะ ผุนแป้ง กำมะถัน
คลอรีน	แอมโมเนีย อะเซทิลีน บิวเทน ก๊าซไฮโดรเลียม ไฮโดรเจน
ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	ทองแดง โครเมียม เหล็ก โลหะหรือเกลือของโลหะ ของเหลวไวไฟ สารที่เผาไหม้ได้
สารประกอบไฮโดรคาร์บอน (เบนซีน บิวเทน โพรเพน ก๊าซโซลีน น้ำมันสน)	ฟลูออรีน คลอรีน โบรมีน กรดโครมิก โซเดียมเปอร์ออกไซด์
กรดไนตริก	กรดน้ำส้ม ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ของเหลวไวไฟ ก๊าซไวไฟ
ออกซิเจน	น้ำมัน น้ำมันหล่อลื่น ไฮโดรเจน ของเหลวของแข็งและก๊าซไวไฟ
กรดเปอร์คลอริก	อะซิติกแอนไฮไดรด์ อัลกอฮอล์ น้ำมัน สารประกอบอินทรีย์ของเอมีน แอนติออกซิแดนท์
กรดซัลฟูริก	คลอเรท เปอร์คลอเรท เปอร์แมงกานेट

ที่มา : ดัดแปลงจาก <http://she.cpportal.net/Default.aspx?tabid=1525>¹³



: สารระคายเคือง (Xi : Corrosive) สารเคมีที่หากผิวหนังหรือเยื่อเมือกสัมผัสสารนี้ซ้ำๆ กันหรือเป็นเวลานาน อาจก่อให้เกิดอาการบวมหรืออาการแพ้ เช่น กรดแลคติก แคลเซียมไฮดรอกไซด์ ลิเทียมไฮดรอกไซด์



: สารกัดกร่อน (C : Corrosive) สารที่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิต และกัดกร่อนอุปกรณ์ปฏิบัติการ เช่น กรดซัลฟูริก กรดไนตริก โซดาไฟ



: สารที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม (N : Dangerous for the environment) สารเคมีที่ปล่อยสู่สภาพแวดล้อม จะทำให้เกิดความเสียหายต่อองค์ประกอบของสิ่งแวดล้อมได้ทันที เช่น ปรอท ตะกั่ว แคดเมียม



: สารกัมมันตรังสี (Radioactive) คือสารเคมีที่สามารถปล่อยรังสี ซึ่งส่งผลกระทบต่ออวัยวะต่างๆ ของร่างกาย ดังนั้นถ้าไม่จำเป็น ควรหลีกเลี่ยงการสัมผัส ทั้งคน เครื่องมือ และสิ่งแวดล้อม และไม่ควรจัดเก็บใกล้บริเวณที่ทำงาน เช่น ไอโอดีน-131 โคบอลต์-60 ยูเรเนียม-233

2. **สถานที่สำหรับเก็บสารเคมี** ควรเก็บสารเคมีแยกออกจากห้องที่ต้องปฏิบัติงานเป็นประจำ ห้องต้องไม่โดนแดดโดยตรง ชั้นวางสารเคมีต้องแข็งแรงและมีระบบการระบายอากาศที่ดี เป็นห้องที่มีคิติดมิกูญแจปิดล็อกไว้ตลอดเวลา และเพื่อความปลอดภัยต้องมีระบบกำหนดผู้มีสิทธิ์เข้าไปในห้องเก็บสารเคมีด้วย

3. **การจัดการของเสียที่เกิดจากสารเคมี** เพื่อลดการเกิดมลภาวะเป็นพิษและสารเคมีที่จะปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อม โดยทั่วไปต้องจำแนกประเภทของเสียก่อน เพื่อให้ทราบแหล่งที่มาของของเสียและง่ายต่อการบำบัดก่อนปล่อยสู่ระบบน้ำทิ้งของชุมชน ของเสียบางประเภทอาจบำบัดได้ในหน่วยงานหรือบางประเภทอาจส่งให้หน่วยงานจากภายนอกบำบัด แต่อย่างไรก็ตามควรใช้เทคนิคการป้องกันและลดการเกิดมลพิษได้แก่ การลดปริมาณของเสียในห้องปฏิบัติการ การนำของเสียกลับมาใช้ใหม่อีกครั้ง และการกำจัดของเสียซึ่งได้แก่การฝังกลบ การฝังเผาเชื้อและการเผาในเตา (incineration)¹⁵ เป็นต้น

4. **การจัดระบบความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ** มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อให้มีหลักประกันความปลอดภัยในการทำงานของบุคลากรในห้องปฏิบัติการ ระบบความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ เช่น การจัดสภาพแวดล้อมภายในห้อง

ปฏิบัติการให้เหมาะกับการปฏิบัติงาน มีอุปกรณ์ป้องกันเฉพาะบุคคล เช่น แว่นตา ผ้าปิดจมูก เสื้อกาวน์ มีชุดปฐมพยาบาลเบื้องต้น มีระบบสัญญาณเตือนภัยและระบบดับเพลิง มีการฝึกอบรมด้านความปลอดภัย มีเอกสารคู่มือการใช้ Material Safety Data Sheet (MSDS) ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นเกี่ยวกับสารเคมีแต่ละชนิด ที่บอกถึงคุณสมบัติ ความเป็นพิษ ผลกระทบต่อสุขภาพเมื่อได้รับสัมผัส และแนวทางการรักษาเบื้องต้นเมื่อได้รับอันตรายจากสารเคมี เป็นต้น

จะเห็นได้ว่าสารเคมีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ทุกชนิดเป็นสารอันตราย หากผู้ใช้ไม่มีความรู้ ความเข้าใจและไม่ตระหนักถึงอันตรายที่จะเกิดขึ้นก็อาจส่งผลเสียโดยตรงต่อสุขภาพส่วนตัวและมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ ดังนั้นการจัดการสารเคมีเพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ต้องอาศัยความร่วมมือจากบุคลากรในหน่วยงาน โดยให้ความรู้เกี่ยวกับประเภทของสารเคมี การจัดการสารเคมีอันตรายและของเสียที่เกิดจากสารเคมีในห้องปฏิบัติการ ระบบความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ นอกจากนี้ยังต้องสร้างและปลูกฝังจิตสำนึกในการป้องกันและรักษาสิ่งแวดล้อมและตระหนักถึงอันตรายของสารเคมีที่ปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งที่ทุกคนที่เกี่ยวข้องควรคำนึงถึงเพื่อให้ทุกชีวิตปลอดภัยจากสารเคมี

เอกสารอ้างอิง

1. Lawrie CA. Different dietary patterns in relation to age and the consequences for intake of food chemicals. Food Addit Contam 1998; 15 Suppl: 75-81.
2. Tvedt B, Skyberg K, Aaserud O, Hobbesland A, Mathiesen T. Brain damage caused by hydrogen sulfide: a follow-up study of six patients. Am J Ind Med 1991; 20: 91-101.
3. Kao LW, Nanagas KA. Carbon monoxide poisoning. Emerg Med Clin North Am 2004; 22: 985-1018.
4. Peddy SB, Rigby MR, Shaffner DH. Acute cyanide poisoning. Pediatr Crit Care Med 2006; 7: 79-82.
5. สมาคมส่งเสริมความปลอดภัยและอนามัยในการทำงาน (ประเทศไทย). ความปลอดภัยและสุขภาพอนามัยในการใช้

6. American Liver Foundation. Chemical and Drug Induced Liver Injury. [online] [Cited February 26, 2007] Available from : <http://www.liverfoundation.org/db/articles/1056>
7. U.S. Department of Labor Occupational Safety & Health Administration. Safety and Health Topics: Carbon Disulfide. [online] 2003. [Cited February 27, 2007] Available from : http://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_225500.html
8. U.S. Environmental Protection Agency. Carbon tetrachloride. [online] 2006. [Cited February 26, 2007] Available from : <http://www.epa.gov/ttn/atw/hlthef/carbonte.html>
9. Wikipedia the free encyclopedia. Ethylene glycol. [online] 2007. [Cited February 26, 2007] Available from : http://en.wikipedia.org/wiki/Ethylene_glycol
10. Viaene MK. Overview of the neurotoxic effects in solvent-exposed workers. Arch Public Health 2002; 60: 217-32.
11. Grandjean P, Landrigan PJ. Developmental neurotoxicity of industrial chemicals. The Lancet 2006; 368(9553): 2167-78.
12. Beyond the Flames. Major Chemicals Found at The Wade Property. [online] 2000. [Cited February 26, 2007] Available from : <http://inquirer.philly.com/specials/2000/fire/found.asp>
13. สำนักความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อมข้อมูล. สารเคมีที่เข้ากันไม่ได้ (Incompatible Chemicals). [ออนไลน์] [อ้างเมื่อ 23 กุมภาพันธ์ 2550] เข้าถึงได้จาก : <http://she.cpportal.net/Default.aspx?tabid=1525>
14. ศูนย์ปฏิบัติการด้านพลังงาน สิ่งแวดล้อม ความปลอดภัย และสุขภาพ (Energy Environment Safety and Health) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. สัญลักษณ์แสดงอันตรายในระบบมาตรฐานของ UN และระบบ EEC [ออนไลน์] [อ้างเมื่อ 23 กุมภาพันธ์ 2550] เข้าถึงได้จาก : http://www.eesh.kmutt.ac.th/html/detail_intro.htm
15. สุชาติ ไชยสวัสดิ์. ห้องปฏิบัติการสะอาด. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ เนื่องในโอกาส สถาปนาคณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. 2549: 1-24.

