

บทที่ 6

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองสามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

6.1 ผลการพัฒนากระบวนการใช้เซลล์มะเร็งบางชนิดในการตรวจสอบการออกฤทธิ์ของเอสโตรเจนและสารออกฤทธิ์คล้ายเอสโตรเจน

จากเซลล์ 3 เซลล์สายใช้เป็นโมเดลตรวจสอบการออกฤทธิ์ของเอสโตรเจนและสารออกฤทธิ์คล้ายเอสโตรเจนคัดเลือกใช้ MCF-7 (มะเร็งเต้านมมนุษย์) และคัดลอก HeLa (มะเร็งปากมดลูกมนุษย์) และ MDA-MB-231 (มะเร็งเต้านมมนุษย์) คือเซลล์ MCF-7 มีความชัดเจนในการตอบสนองต่อกระตุ้นของ 17β -estradiol (E2) มากกว่าเซลล์อีกสองเซลล์โดยสามารถแสดงฤทธิ์สองด้าน (biphasic activity) คือ มีฤทธิ์กระตุ้นการแบ่งตัวของเซลล์ที่ความเข้มข้นน้อยและยับยั้งเมื่อความเข้มข้นมากขึ้น

ได้นำเซลล์ MCF-7 ไปทดสอบสารมาตรฐาน aldrin และ endrin ซึ่งสามารถออกฤทธิ์ได้คล้ายเอสโตรเจนที่ระดับความเข้มข้น 50-250 nM และ 50-1000 nM ตามลำดับในการทดลองนี้ และการออกฤทธิ์ของฮอร์โมนมาตรฐาน 17β -estradiol สามารถออกฤทธิ์กระตุ้นให้เซลล์เพิ่มจำนวนที่ระดับความเข้มข้น 10^{-18} - 10^{-5} M

ผลการตรวจสอบกลไกการออกฤทธิ์ของสารมาตรฐานคือ 17β -estradiol, aldrin และ endrin พบว่ามีการออกฤทธิ์โดยผ่านวิถี estrogen receptor (ER) ส่งผลให้เซลล์เพิ่มจำนวน

6.2 ผลการตรวจสอบสารออกฤทธิ์คล้ายเอสโตรเจนที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำธรรมชาติ

ผลการตรวจสอบสารออกฤทธิ์คล้ายเอสโตรเจนที่ปนเปื้อนในตัวอย่างน้ำที่เก็บมาจากแหล่งในจังหวัดเชียงใหม่ สามารถสรุปได้ดังนี้

ตัวอย่างน้ำทิ้งฟาร์มสุกร น้ำทิ้งฟาร์มวัว และน้ำทิ้งฟาร์มกบ เมื่อนำมาทดสอบกับเซลล์ MCF-7 สามารถออกฤทธิ์ได้คล้ายเอสโตรเจนที่ระดับความเข้มข้นเดียวกันคือ 10^{-10} - 10^{-14} μ l/ml ในการทดลองนี้ ยกเว้นตัวอย่างน้ำเสียบ่อบำบัดโรงพยาบาลสามารถออกฤทธิ์ได้คล้ายเอสโตรเจนที่ระดับความเข้มข้น 10^{-10} - 10^{-14} μ l/ml และแสดงความเป็นพิษที่ระดับความเข้มข้น 10^{-10} - 10^{-10} μ l/ml

ผลการตรวจสอบกลไกการออกฤทธิ์ของสารออกฤทธิ์คล้ายเอสโตรเจนในน้ำทิ้งฟาร์มสุกร, น้ำทิ้งฟาร์มวัว และน้ำทิ้งฟาร์มกบ พบว่ามีระดับการแสดงออกของยีนผ่านวิถี estrogen receptor (ER) ส่งผลให้เซลล์เพิ่มจำนวน ยกเว้นตัวอย่างน้ำเสียบ่อบำบัดโรงพยาบาลที่ออกฤทธิ์โดยผ่านวิถี *TFRC* ส่งผลให้เซลล์เพิ่มจำนวน

6.3 ผลการตรวจสอบในผลิตภัณฑ์ที่ใช้อุปโภคบริโภคในชีวิตประจำวันบางชนิด

ผลการตรวจสอบสารออกฤทธิ์คล้ายเอสโตรเจนที่ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ที่ใช้อุปโภคในชีวิตประจำวันบางชนิดซึ่งเป็นตัวอย่างที่จัดหามาจากแหล่งต่างๆ ในจังหวัดเชียงใหม่ สามารถสรุปผลการตรวจสอบได้ดังนี้

ผลการตรวจสอบพบว่าตัวอย่างสมุนไพรบำรุงกำลัง, สารสกัดกวาวเครือขาว และ น้ำมะพร้าวอ่อนสามารถออกฤทธิ์ได้คล้ายเอสโตรเจนในระดับความเข้มข้นที่ 10^{-14} - 10^{-4} , 10^{-8} - 10^{-4} และ 10^{-14} - 10^{-10} $\mu\text{g/ml}$ ตามลำดับ ยกเว้นตัวอย่างน้ำใบบัวบกที่ไม่แสดงฤทธิ์เอสโตรเจนแต่กลับแสดงความเป็นพิษต่อเซลล์เมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้น

6.4 ข้อเสนอแนะวิจัย

- ก. เทคนิคการใช้เซลล์มะเร็งของมนุษย์ที่มี ER สามารถพัฒนาใช้ในห้วงปฏิบัติการเพื่อตรวจสอบการออกฤทธิ์โดยรวมของการปนเปื้อนของเอสโตรเจนและสารออกฤทธิ์คล้ายเอสโตรเจนจากธรรมชาติได้
- ข. เทคนิคที่มีรายละเอียดอื่นๆ ควรนำมาประยุกต์ร่วมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจสอบ เช่น การใช้ซีรัม การใช้เซลล์เชื้อสายมะเร็งชนิดอื่นที่ตอบสนองต่อเอสโตรเจน เป็นต้น
- ค. ควรมีการตรวจสอบยีนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องในวิถีเอสโตรเจนเพื่อศึกษากลไกการออกฤทธิ์ให้รอบด้านและครบถ้วน
- ง. การประเมินการออกฤทธิ์โดยรวมเช่นนี้ ควรพัฒนากระบวนการให้สามารถเปรียบเทียบฤทธิ์ในเชิงปริมาณกับฮอร์โมนมาตรฐาน (17β -estradiol) เพื่อประโยชน์ในการประเมินความเสี่ยงต่อการได้รับสัมผัสต่อสารพิษที่ปนเปื้อนในน้ำธรรมชาติได้
- จ. การประเมินตามกระบวนการทางชีวภาพเช่นนี้ เป็นการประเมินผลของสารปนเปื้อนต่อสิ่งมีชีวิตได้ลึกซึ้งถึงระดับเซลล์และกลไกการออกฤทธิ์ต่อสิ่งมีชีวิต โดยสามารถเป็นขั้นตอนการประเมินฤทธิ์ที่ยืนยันผลได้ในตัวเองหรืออาจใช้ควบคู่กับการวิเคราะห์ปริมาณสารปนเปื้อนทางเคมี ซึ่งต้องใช้วิธีการที่ซับซ้อนกว่า