การทดสอบความเป็นพิษของน้ำกระชายคั้นด้วยวิธีไมโครนิวเคลียสในหนูขาวเพศผู้

Toxicity Study of *Boesenbergia Rotunda* (L.) Mansf. Juice by Using Micronucleus Test in Male Wistar Rat

จุรีพร อุปธิ และ ไพวรรณ สุดวรรค์*

Jureeporn U-pathi and Paiwan Sudwan*

ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

Department of Anatomy, Faculty of Medicine, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

**Corresponding author: pasudwan@med.cmu.ac.th*

บทคัดย่อ

Boesenbergia rotunda (L.) Mansf. หรือ กระชาย เป็นพืชสมุนไพรไทยที่นำเหง้าหรือรากมาใช้ทำอาหาร ใช้ในการรักษาโรคกันอย่างแพร่หลายและได้รับการกล่าวถึงในสรรพคุณทางด้านส่งเสริมสุขภาพและเสริมสมรรถภาพทางเพศ อย่างไรก็ตาม วิธีการนำมาใช้อย่างปลอดภัยและข้อมูลเกี่ยวกับความเป็นพิษของกระชายนั้นยังมีอยู่น้อยมาก วัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้เพื่อประเมินความเป็นพิษของน้ำกระชายคั้นด้วยวิธีการทดสอบไมโครนิวเคลียสในไขกระดูกและในเลือดหนูขาวเพศผู้ จำนวน 32 ตัว แบ่งเป็น 4 กลุ่มเท่าๆ กัน คือ หนูขาวกลุ่มควบคุมได้รับน้ำกลั่น 1 มิลลิลิตรต่อวัน และหนูกลุ่มทดลองได้รับการป้อนด้วยน้ำกระชายคั้นขนาด 60, 120 และ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อวัน เป็นระยะเวลา 30 วัน จากนั้นจึงทำการสลบหนูและเก็บตัวอย่างเลือดและเซลล์ไขกระดูก ผลการศึกษาพบว่า ในไขกระดูกมีจำนวนไมโครนิวเคลียสใน normochromatic erythrocytes (MNNCE) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (*P<0.05*) แต่จำนวน polychromatic erythrocytes (PCE) ไมโครนิวเคลียสใน polychromatic erythrocytes (MNPCE) normochromatic erythrocytes (NCE) และค่าอัตราส่วนของ PCE ต่อเม็ดเลือดแดงทั้งหมด ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ การทดสอบในเลือด ไม่พบไมโครนิวเคลียสใน PCE และไม่มีความแตกต่างกันของไมโครนิวเคลียสในเซลล์เม็ดเลือดแดง จึงสามารถสรุปได้ว่า น้ำกระชายคั้นไม่ก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อการสร้างเซลล์เม็ดเลือดแดงด้วยเทคนิคการประเมินไมโครนิวเคลียส

ABSTRACT

Boesenbergia rotunda (L.) Mansf. or Krachai is a Thai traditional plant. This fresh rhizome is widely used for cooking and treatment of several diseases and is mentioned in health promotion and as an aphrodisiac. However, there is very little information on it's toxicity and safety. The objective of this study was to evaluate the toxicity of *B. rotunda* juice by using bone marrow and peripheral blood micronucleus assays. The thirty-two male Wistar rats were equally divided into four groups: A control group received distilled water 1 ml/day and the experimental groups were orally administrated with *B. rotunda* juice at the doses of 60, 120 and 600 mg/kg bw/day for 30 days. Rats were sacrificed and blood and bone marrow were collected. The results revealed that the bone marrow significantly increased (*p<0.05*) in micronucleated normochromatic erythrocytes (MNNCEs), whilst polychromatic erythrocytes (PCEs), micronucleated polychromatic erythrocytes (MNPCEs), normochromatic erythrocytes (NCEs) and PCEs/total erythrocytes ratio did not significantly change. In the blood test, micronuclei in PCEs were not found and there were no differences in micronucleus of reticulocytes. It could be concluded that *B. rotunda* juice is not toxic in erythropoiesis which was discovered by micronucleus assay technique.

คำสำคัญ: กระชาย, ความเป็นพิษ, การทดสอบไมโครนิวเคลียส, ไขกระดูก, เลือด

Keywords: *Boesenbergia rotunda*, toxicity, micronucleus test, bone marrow, blood

บทนำ

กระชายเป็นพืชในวงศ์ Zingiberaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Boesenbergia rotunda* (L.) Mansf. (Larsen, 1996) เป็นพืชสมุนไพรไทยและเครื่องเทศที่สำคัญ โดยส่วนที่นำมาใช้ประโยชน์คือเหง้าหรือราก (rhizomes) โดยใช้รักษาโรคเกี่ยวกับลำไส้ แก้กลากเกลื้อน แก้ใจสั่น ขับปัสสาวะ แต่สรรพคุณของกระชายที่ได้รับความสนใจมากกว่าด้านอื่น คือ บำรุงกำลังและเพิ่มสมรรถภาพทางเพศ (วุฒิ, 2540) จากการศึกษาฤทธิ์ของกระชายต่อระบบสืบพันธุ์ พบว่าสารสกัดจากกระชายมีผลทำให้น้ำหนักของอัณฑะ และเส้นผ่านศูนย์กลางของ seminiferous tubule เพิ่มขึ้น (Sudwan *et al*., 2007) และพบว่าน้ำกระชายคั้นสามารถเพิ่มความสามารถในการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าของอสุจิ จำนวนปกติของอสุจิ และเพิ่มความถี่ของระยะ 7 และ 8 ของท่อที่สร้างอสุจิในหนุ่มวัยเจริญพันธุ์ (Yotarlai *et al*., 2011) กระชายมีฤทธิ์ด้านเภสัชวิทยาในการต้านเชื้อแบคทีเรีย (Voravuthikunchai *et al*., 2005) ยับยั้งการก่อกลายพันธุ์ (Trakoontivakorn *et al*., 2001) ต้านการอักเสบ (Tewtrakul *et al*., 2009) และต้านอนุมูลอิสระ (Shindo *et al*., 2006) และมีองค์ประกอบทางพฤกษเคมีที่มีสารในกลุ่ม chalcones และ flavanones (bin Jantan *et al*., 2001) ปัจจุบันมีการใช้กระชายเป็นสมุนไพรเพื่อสรรพคุณทางยาหรือส่งเสริมสุขภาพอย่างแพร่หลาย จึงทำให้มีการกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อศึกษาถึงสรรพคุณดังกล่าว อย่างไรก็ตาม การศึกษาเกี่ยวกับการทดสอบความเป็นพิษของกระชายนั้นยังมีไม่มากนัก

การทดสอบไมโครนิวเคลียสเป็นการทดสอบระยะสั้น (short-term test) ทำได้ง่าย ให้ผลรวดเร็ว แม่นยำ ประหยัด และสามารถทำได้ในห้องปฏิบัติการทั่วไป (ไมตรี, 2534) สามารถศึกษาได้ทั้งใน *in vitro* และ *in vivo* โดยการทดสอบไมโครนิวเคลียสในไขกระดูกของหนูขาว เป็นการศึกษาในเซลล์ polychromatic erythrocytes (PCE) ซึ่งเป็นเซลล์เม็ดเลือดแดงที่ยังไม่เจริญเต็มที่ เมื่อนำไปย้อมด้วย Wright's stain จะติดสีน้ำเงินหรือม่วงจางและมีขนาดใหญ่กว่า normochromatic erythrocytes (NCE) ซึ่งเป็นเม็ดเลือดแดงที่สมบูรณ์กว่าและย้อมติดสีแดงจางหรือสีเหลือง (Krishna and Hayashi, 2000) การเพิ่มจำนวนของไมโครนิวเคลียสในการทดสอบสารจะเป็นตัวบ่งชี้ว่าสารนั้นทำให้เกิดความเสียหายต่อโครโมโซม (Shin *et al*., 2012) ไมโครนิวเคลียสมีลักษณะเป็นก้อนกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1-2 μm มีขอบเขตชัดเจนและเรียบ ติดสีเช่นเดียวกับนิวเคลียสหลักแต่มีขนาดเล็กกว่า ในคนปกติสามารถพบไมโครนิวเคลียสได้ร้อยละ 0.5-1.5 และพบ 1-2 ไมโครนิวเคลียสต่อ 1 เซลล์เท่านั้น แต่จะพบมากในคนที่ตัดม้ามออกหรือไม่มีม้ามแต่กำเนิด (ประสิทธิ์, 2550) การศึกษาค่าอัตราส่วนของจำนวน PCEs ต่อ NCEs (Gandhi *et al*., 1995) หรือค่าอัตราส่วนของจำนวน PCEs ต่อจำนวนเม็ดเลือดแดงทั้งหมด (total erythrocytes) ที่แสดงถึงความเป็นพิษ (cytotoxicity) ของสารที่ใช้ทดสอบต่อระบบการสร้างเม็ดเลือดในไขกระดูก เมื่อมีอัตราส่วนของ PCEs ต่อจำนวนเม็ดเลือดแดงลดลง (Holden *et al*., 1997) ส่วนการศึกษาจำนวนไมโครนิวเคลียสที่เกิดในเซลล์เม็ดเลือดแดงในเลือดนั้น จะศึกษาใน PCEs และเซลล์เม็ดเลือดแดงโตเต็มที่ (reticulocytes) จากการสเมียร์เลือด (blood smear) เพื่อให้เกิดความมั่นใจในสรรพคุณของกระชายควบคู่กับความปลอดภัย ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาความเป็นพิษของการบริโภคน้ำกระชายในหนูขาวเพศผู้ด้วยวิธีทดสอบไมโครนิวเคลียส (micronucleus test) ของเซลล์เม็ดเลือดแดงในเซลล์ไขกระดูกและเลือด

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมน้ำกระชาย

น้ำกระชายที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ได้มาจากเหง้ากระชายสดในจังหวัดเชียงใหม่ นำมาล้างทำความสะอาด ชั่งน้ำหนัก หั่นให้เป็นชิ้นเล็กๆ แล้วปั่นด้วยเครื่องปั่นแยกกาก วัดปริมาตรและเก็บไว้ในขวดสีชา นำไปแช่ตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4°C โดยการเตรียมน้ำกระชายคั้นจะเตรียมทุกๆ 3 วัน นำค่าน้ำหนักของเหง้ากระชายสดและปริมาตรของน้ำกระชายคั้นมาคำนวณความเข้มข้นและนำมาเจือจางด้วยน้ำกลั่น

2. กลุ่มสัตว์ทดลองที่ใช้ในการศึกษา

สัตว์ทดลองที่ใช้คือ Wistar rat (*Rattus norvegicus*) เพศผู้ อายุ 6 สัปดาห์ น้ำหนัก 180-220 กรัม จำนวน 32 ตัว จากสำนักสัตว์ทดลองแห่งชาติ ศาลายา มหาวิทยาลัยมหิดล ก่อนทำการทดลองได้นำหนูขาวมาเลี้ยงไว้ในห้องเลี้ยงสัตว์ทดลอง 1 สัปดาห์ นำมาเลี้ยงในกรงๆ ละ 2-3 ตัว ในห้องที่มีอุณหภูมิ 25 ± 2 °C ควบคุมแสงไฟฟ้าคือ สว่าง 12 ชั่วโมง และมืด 12 ชั่วโมง ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูป (CP. Mice feed No. 082) และน้ำตามปกติตลอดระยะทำการทดลองตามมาตรฐานการดูแลสัตว์ทดลองตามหนังสืออนุมัติการใช้สัตว์ คณะแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ หมายเลขโครงการ 11/2551 ทำการชั่งน้ำหนักทุก 3 วัน พร้อมทั้งสังเกตพฤติกรรมและลักษณะโดยทั่วไปของหนูในแต่ละวัน

3. การแบ่งกลุ่มหนูทดลอง

นำหนูขาวมาแบ่งเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 8 ตัว และทำการป้อนสารทางปาก โดยกลุ่มที่ 1 ได้รับน้ำกลั่นปริมาตร 1 มิลลิลิตร/ตัว/วัน ส่วนกลุ่มที่ 2, 3 และ 4 ได้รับน้ำกระชายคั้นที่ขนาด 60,120 และ 600 มิลลิกรัม/กิโลกรัม น้ำหนักตัว ตามลำดับ เป็นเวลา 30 วันติดต่อกัน

4. การทดสอบความเป็นพิษของน้ำกระชายคั้นต่อเซลล์เม็ดเลือดแดงในไขกระดูก

ทำการสลบหนู ใช้กรรไกรตัดขาและชำแหละกระดูก femur ออกมา เลาะเอากล้ามเนื้อออก ตัดปลายกระดูกทั้งสองข้าง ชะล้างโพรงไขกระดูกด้วย fetal calf serum ในปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง นำไปปั่นที่ 1000 รอบ/นาที นาน 10 นาที ดูดเอา supernatant มา smear บนสไลด์สะอาดด้วยวิธี squash technique ทิ้งสไลด์ให้แห้ง ตรึงด้วย methanol ย้อมด้วย Wright rapid stain ทิ้งไว้ให้แห้งอีกครั้ง ปิดกระจกปิดสไลด์ด้วย permount แล้วนำมาตรวจวิเคราะห์เซลล์เม็ดเลือดแดงภายใต้กล้องจุลทรรศน์

5. **การทดสอบความเป็นพิษของน้ำกระชายคั้นต่อเซลล์เม็ดเลือดแดงในเลือด**

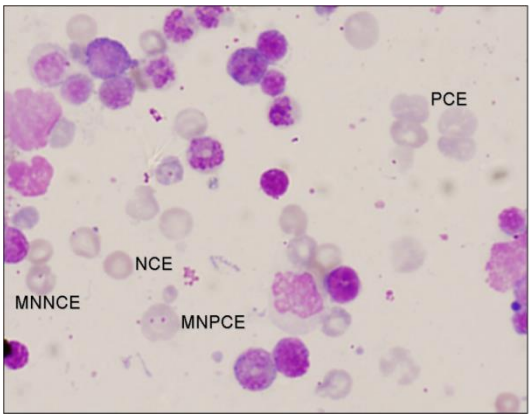
เก็บตัวอย่างเลือดจากหัวใจห้องล่างซ้าย นำเลือดมาหยดลงบนสไลด์สะอาด ทำการสเมียร์เลือด ทิ้งสไลด์ให้แห้ง ตรึงด้วย methanol ย้อมด้วย Wright Rapid Stain ทิ้งไว้ให้แห้งอีกครั้ง ปิดกระจกปิดสไลด์ด้วย permount แล้วนำมาตรวจวิเคราะห์เซลล์เม็ดเลือดแดงภายใต้กล้องจุลทรรศน์

6. **การตรวจนับจำนวนไมโครนิวเคลียส**

นำสไลด์เซลล์ไขกระดูกและเซลล์เม็ดเลือดแดงของหนูแต่ละตัวมาตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (ยี่ห้อ Olympus รุ่น AX 70) ที่ต่อกับคอมพิวเตอร์และมีโปรแกรมถ่ายภาพ DP Manager ทำการถ่ายภาพที่กำลังขยายเลนส์วัตถุ 40x นำภาพเซลล์ไขกระดูกที่ได้มานับจำนวนเซลล์ PCE และเซลล์ NCE เซลล์ PCE ที่มีไมโครนิวเคลียส (MNPCE) และเซลล์ NCE ที่มีไมโครนิวเคลียส (MNNCE) จำนวนทั้งสิ้น 2000 เซลล์ (รูปที่ 1) ส่วนภาพของเซลล์ในเลือดทำการนับเซลล์ PCE และ reticulocytes นับจำนวนเซลล์ที่มีไมโครนิวเคลียสในเซลล์ PCE (MNPCE) และใน reticulocytes จำนวนทั้งสิ้น 2000 เซลล์ ด้วยโปรแกรม Image tool เวอร์ชั่น 3.0 หลังจากนั้นจึงคำนวณหาค่า PCE/total erythrocytes ratio ในไขกระดูกและค่า PCE/ total erythrocytes ratio ในเลือด

7. **การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ**

วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของจำนวนไมโครนิวเคลียสในไขกระดูกและในเซลล์เม็ดเลือดแดงของหนูแต่ละกลุ่มด้วย One-way ANOVA ตามด้วย Tukey และกรณีข้อมูลมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน จะใช้การทดสอบ Kruskal Wallis ตามด้วย Mann-Whitney Test โดยใช้โปรแกรม SPSS เวอร์ชั่น 17.0



รูปที่ 1 Polychromatic erythrocytes (PCE), ไมโครนิวเคลียสใน polychromatic erythrocytes (MNPCE), normochromatic erythrocytes (NCE) และไมโครนิวเคลียสใน normochromatic erythrocytes (MNNCE) ในไขกระดูกของหนูขาวเพศผู้ที่ได้รับน้ำกระชายคั้น (เลนส์วัตถุ 40 X)

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการศึกษาพบว่า หนูมีพฤติกรรมทั่วไป น้ำหนัก การกินอาหารและน้ำอยู่ในภาวะปกติ ไม่พบหนูเสียชีวิตตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา แสดงให้เห็นว่า น้ำกระชายคั้นเป็นสารที่ไม่เป็นอันตรายต่อหนูขาวถึงแม้จะได้รับเป็นเวลาติดต่อกันนานถึง 30 วันและรับในปริมาณสูงกว่าภาวะที่คนบริโภคปกติถึง 5 เท่า คือ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อวัน (Sudwan *et al*., 2007)

การทดสอบความเป็นพิษของน้ำกระชายคั้นต่อเซลล์ PCE และ NCE ในไขกระดูกพบว่าหนูขาวที่ได้รับน้ำกระชายคั้นทุกกลุ่มมีจำนวน PCE MNPCE และ NCE ไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุม แต่มีจำนวน MNNCE และ MNNCE/NCE มากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) (ตารางที่ 1) ซึ่ง NCE เป็นเซลล์เม็ดเลือดแดงที่เจริญกว่า PCE และพร้อมจะเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเลือดภายในร่างกาย (Krishna and Hayashi, 2000; Tortora and Derrickson, 2010) อย่างไรก็ตามค่าอัตราส่วนของ PCE ต่อ total erythrocytes (PCE/ total erythrocytes ratio) ที่ใช้บ่งชี้ความเป็นพิษของสารต่อเซลล์กลับไม่พบความแตกต่างจากกลุ่มควบคุม อีกทั้งการทดสอบความเป็นพิษของน้ำกระชายคั้นในเซลล์เม็ดเลือดแดงในเลือด พบว่า PCE, MNPCE, reticulocyte และ MN-reticulocyte ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 2) และพบว่ามีจำนวนไมโครนิวเคลียสของเซลล์เม็ดเลือดแดงในเลือดลดลงเมื่อเทียบกับจำนวนไมโครนิวเคลียสในเซลล์เม็ดเลือดแดงในไขกระดูก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเซลล์เม็ดเลือดแดงที่มีไมโครนิวเคลียสเหล่านี้ถูกกำจัดโดยการทำหน้าที่ของม้าม (Schlegel and MacGregor, 1984)

การศึกษานี้ยังพบว่ามีไมโครนิวเคลียสอยู่ใน reticulocyte ซึ่งส่วนใหญ่เป็นไมโครนิวเคลียสที่รูปร่างกลมที่มีขนาดใหญ่หรือมีรูปร่างคล้ายพระจันทร์เสี้ยวอาจเนื่องมาจากม้ามไม่สามารถกำจัดเซลล์เม็ดเลือดแดงที่มีไมโครนิวเคลียสขนาดใหญ่เหล่านี้ได้ และที่คงพบเซลล์ PCE ในเลือดก็ยังอยู่ในช่วงเกณฑ์ปกติที่สามารถพบได้ประมาณร้อยละ 2 (Holden *et al*., 1997)

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย (X) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของจำนวน PCE MNPCE NCE MNNCE และ PCE/total erythrocytes ratio ในไขกระดูกของหนูขาวเพศผู้ที่ได้รับน้ำกระชายคั้นที่ความเข้มข้นต่างกัน

ความเข้มข้น (mg/kg)	MNPCE	PCE	MNPCE/PCE	MNNCE	NCE	MNNCE/NCE	PCE/ total erythrocytes
0	51.25±31.29	1029.25±122.94	0.05±0.29	36.75±25.65	882.75±138.31	0.04±0.03	0.38±0.23
60	116.25±115.51	1063.25±334.68	0.11±0.16	104.75±129.90*	715.75±275.79	0.15±0.21*	0.48±0.26
120	115.75±106.66	869.89±220.53	0.13±0.13	174.50±116.33*	799.88±170.43	0.22±0.15*	0.50±0.27
600	143.75±124.90	969.94±148.60	0.15±0.16	101.00±65.81*	785.88±153.07	0.13±0.14*	0.44±0.17

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P > 0.05)

PCE = polychromatic erythrocytes; MNPCE = micronucleated polychromatic erythrocytes

NCE = normochromatic erythrocytes; MNNCE = micronucleated normochromatic erythrocytes

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย (X) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของจำนวน PCE MNPCE reticulocyte MN-reticulocyte และ PCE/total erythrocytes ratio ในไขกระดูกของหนูขาวเพศผู้ที่ได้รับน้ำกระชายคั้นที่ความเข้มข้นต่างกัน

ความเข้มข้น (mg/kg)	จำนวน MNPCE	จำนวน PCE	MN-reticulocyte	total reticulocyte	PCE/total erythrocytes
0	0.00	19.12±6.27	2.63±2.20	1978.25±6.09	0.01±0.00
60	0.00	21.88±8.13	2.63±2.33	1975.50±9.49	0.01±0.00
120	0.00	19.62±6.59	1.63±3.07	1978.75±5.70	0.01±0.00
600	0.00	18.38±7.91	1.75±2.05	1979.88±7.92	0.01±0.00

PCE = polychromatic erythrocytes; MNPCE = micronucleated polychromatic erythrocytes

MN-reticulocyte = micronucleated reticulocyte

จากการศึกษาเป็นที่น่าสังเกตว่าไมโครนิวเคลียสที่พบในเซลล์ของไขกระดูกส่วนใหญ่มีจำนวน 1 และ 2 อันในหนึ่งเซลล์ และไม่พบ MNPCE ในเลือดของหนูทุกกลุ่ม รวมทั้งค่า PCE/ total erythrocytes ratio ที่ใช้บ่งชี้ความเป็นพิษของสารต่อเซลล์ในกลุ่มทดลองก็ไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุม และการศึกษาที่ผ่านมามีการป้อนกระชายที่สกัดด้วยเอทานอล ขนาด 60, 120 และ 240 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อวัน เป็นเวลา 60 วัน (Saraithong *et al*., 2010) รวมทั้งการป้อนสาร pinocembrin และ pinostrobin ที่สกัดได้จากกระชายให้กับหนูขาว (Charoensin *et al*., 2010) ก็ไม่พบความเป็นพิษในหนูขาวโดยใช้วิธีป้อนทางปากให้กับสัตว์ทดลอง ซึ่งเป็นการบริโภคกระชายเช่นเดียวกับคน ดังนั้นการศึกษานี้จึงเป็นอีกฐานข้อมูลหนึ่งที่สนับสนุนว่าการใช้กระชายสดในรูปแบบคั้นไม่มีพิษต่อสัตว์ทดลอง จึงสามารถใช้ในการบริโภคสดหรือเป็นเครื่องเคียงกับอาหารในขนาดดังกล่าวได้อย่างปลอดภัย และสามารถประยุกต์วิธีการตรวจไมโครนิวเคลียสในเลือดดังกล่าวมาใช้เพื่อคัดกรองความเป็นพิษของการใช้พืชสมุนไพรเพื่อหาความผิดปกติเบื้องต้นควบคู่กับการตรวจในไขกระดูกจึงเป็นสิ่งที่ควรพิจารณาใช้ควบคู่กัน

สรุปผลการทดลอง

น้ำกระชายคั้นไม่มีพิษต่อเซลล์เม็ดเลือดแดงในไขกระดูกและในเลือดของหนูขาว แม้จะกินที่ระดับความเข้มข้นสูงถึง 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว ต่อเนื่องกันถึง 30 วัน จึงใช้เป็นพืชสมุนไพรที่รับประทานสดในสภาวะปกติได้อย่างปลอดภัย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) รหัส MRG5180115 สำหรับทุนอุดหนุนการวิจัย คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้ทุนสนับสนุนการเผยแพร่ผลงานวิจัย ห้องปฏิบัติการวิจัย 1 ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ และศูนย์เครื่องมือวิจัยทางวิทยาศาสตร์การแพทย์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่เอื้อเฟื้อวัสดุอุปกรณ์และสถานที่ที่ใช้ในการวิจัย ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการเลี้ยงสัตว์ทดลอง และคุณทองคำ ตายะ สำหรับความช่วยเหลือในการใช้เครื่องมือในการถ่ายภาพ

เอกสารอ้างอิง

ประสิทธิ์ ชนะรัตน์. โลหิตวิทยา. แขนงวิชาจุลทรรศนศาสตร์คลินิก ภาควิชาเทคนิคการแพทย์ คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2550;หน้า 98

ไมตรี สุทธจิตต์. การวัดผลและประเมินความเสี่ยงของสารพิษที่ทดสอบได้โดยวิธีระยะสั้น. การประชุมเชิงปฏิบัติการ การทดสอบสารก่อกลายพันธุ์ สารก่อมะเร็งและสารก่อวิกรูป. คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2534;หน้า 109-37

วุฒิ วุฒิธรรมเวช. สารานุกรมสมุนไพร รวมหลักเภสัชกรรมไทย. โอเดียนสโตร์. กรุงเทพมหานคร. 2540;หน้า 72

bin Jantan I, Basni I, Ahmad AS, Ali NAM, Ahmad AR, Ibrahim H. Constituents of the rhizome oils of *Boesenbergia pandurata* (Roxb.) Schlecht from Malaysia, Indonesia and Thailand. Flavour Fragr. J. 2001;16:110-2.

Charoensin S, Punvittayagul C, Pompimon W, Mevatee U, Wongpoomchai R. Toxicological and clastogenic evaluation of pinocembrin and pinostrobin isolated from *Boesenbergia pandurata* in Wistar rats. Thai J Toxicology. 2010;25:29-40.

Gandhi G, Chowdhury JB, Sareen PK, Dhillon VPS. Genotoxic effects of deltamethrin in the mouse bone marrow micronucleus assay. Mutat Res. 1995;346(4):203-6.

Holden HE, Majeska JB, Studwell D. A direct comparison of mouse and rat bone marrow and blood as target tissues in the micronucleus assay. Mutat Res.1997;391:87-89.

Krishna G, Hayashi M. In vivo rodent micronucleus assay: protocol, conduct and data interpretation. Mutat Res. 2000;455:155-66.

Larsen K A. Preliminary checklist of the Zingiberaceae of Thailand. Thai For. Bull. (Bot.).1996;24:35-49

Saraithong P, Saenphet S, Saenphet K. Safety Evaluation of Ethanol Extracts from *Bosenbergia rotunda* (L.) Mansf. in Male Rats. Trends Res Sci Technol. 2010;2(1):19-22.

Schlegel R, MacGregor JT. The persistence of micronucleated erythrocytes in the peripheral circulation of normal and splenectomized Fischer 344 rats: implications for cytogenetic screening. Mutat Res.1984;127(2):169-74.

Shin IS, Seo CS, Lee MY, Ha HK, Huh JI, Shin HK. In vitro and in vivo evaluation of the genotoxicity of *Gumiganghwal-tang*, a traditional herbal prescription. J Ethnopharmacol. 2012;141(1):350-6.

Shindo K, Kato M, Kinoshita A, Kobayashi A, Koike Y. Analysis of antioxidant activities contained in the *Boesenbergia pandurata* Schult. Rhizome. Biosci Biotechnol Biochem. 2006;70(9):2281-4.

Sudwan P, Saenphet K, Aritajat S, Sitasuwan N. Effects of *Boesenbergia rotunda* (L.) Mansf. on sexual behaviour of male rats. Asian J Androl. 2007;9(6):849-55.

Tewtrakul S, Subhadhirasakul S, Karalai C, Ponglimanont C, Cheenpracha S. Anti-inflammatory effects of compounds from *Kaempferia parviflora* and *Boesenbergia pandurata*. Food Chem. 2009;115(2):534-8.

Tortora GJ, Derrickson B. Essentials of anatomy and physiology. 8th ed. John Wiley & Sons, Kent. 2010.

Trakoontivakorn G, Nakahara K, Shinmoto H, et al. Structural analysis of a novel antimutagenic compound, 4-hydroxypanduratin A, and the antimutagenic activity of flavonoids in a Thai spice, fingerroot (*Boesenbergia pandurata* Schult) against mutagenic heterocyclic amines. J Agric Food Chem. 2001;49(6),3046-50.

Voravuthikunchai S, Phongpaichit S, Subhadhirasakul S. Evaluation of antibacterial activities of medicinal plants widely used among AIDS patients in Thailand. Pharm. Biol. 2005:43(8):701-6.

Yotarlai S, Chaisuksunt V, Saenphet K, Sudwan P. Effects of *Boesenbergia rotunda* juice on sperm qualities in male rats. J. Med. Plant. Res. 2011;5(16)3861-7.