

RISK ASSESSMENT OF ARSENIC VIA CONSUMPTION OF RHIZOMES OF  
SELECTED MEDICINAL PLANTS IN FAMILY ZINGIBERACEAE USING @RISK  
PROGRAM

CHOMKAMON UBONNUCH 5137913 PYPH/D

Ph.D. (PHYTOPHARMACEUTICAL SCIENCES)

THESIS ADVISORY COMMITTEE: NONGLUCK RUANGWISES, Ph.D.,  
WANDEE GRITSANAPAN, Ph.D., SUTHEP RUANGWISES, Ph.D.

ABSTRACT

Many Zingiberaceous rhizomes have been used for consumption and treatment of diseases, but they were rarely considered regarding arsenic accumulation. Therefore, the human health risk associated with ingesting arsenic through consumption of Zingiberaceous rhizomes cultivated in Thailand was studied. The raw herbal materials were collected from different regions from December 2011 to January 2013. A selection of six well known species, 16 samples from each, for a total of 96 samples, was analyzed: *Alpinia galanga* (Khaa), *Boesenbergia rotunda* (Kra-chaai), *Curcuma longa* (Khaminchan), *Curcuma zedoaria* (Khamin-oi), *Zingiber cassumunar* (Plai) and *Zingiber officinale* (Ginger). The samples were analyzed by atomic absorption spectrometry interfaced with the hydride generation system (HG-AAS). The concentrations of inorganic arsenic based on dry weight were  $48.8 \pm 7.0$ ,  $66.3 \pm 12.7$ ,  $25.5 \pm 5.0$ ,  $38.7 \pm 4.7$ ,  $71.2 \pm 11.6$  and  $38.5 \pm 5.5$  ng/g, respectively. Among these, Plai and Krachai exhibited high levels of total arsenic and inorganic arsenic accumulation. The estimated hazard quotient (HQ) and cancer risk (CR) were obtained by deterministic risk assessment (DRA) and probabilistic risk assessment (PRA) approach through the same model of lifetime average daily dose (LADD) for calculation. The estimated CR based on a 95% probability of edible and medicinal rhizomes, ranged from  $5.5 \times 10^{-6}$  to  $3.8 \times 10^{-5}$  and  $4.8 \times 10^{-8}$  to  $1.0 \times 10^{-7}$ , respectively. The probability of CR fell within an acceptable range of  $10^{-6}$ - $10^{-4}$ . Moreover, the HQ used to evaluate the non-carcinogenic risk, the values for food and medicinal rhizomes based on 95% probability of exposure, ranged from 0.012 to 0.062 and  $1.1 \times 10^{-4}$  to  $2.3 \times 10^{-4}$ , respectively. All values were below unity, indicating that rhizome consumption contributed only a little to non-carcinogenic risk. The comparative results between DRA and PRA approaches were slightly different.

KEY WORDS: RISK ASSESSMENT / ARSENIC / CONSUMPTION / RHIZOME /  
ZINGIBERACEAE

245 pages

การประเมินความเสี่ยงจากการได้รับสารหนู โดยการบริโภคเหง้าพืชวงศ์ Zingiberaceae บางชนิดที่ใช้ประโยชน์ทางยา โดยใช้โปรแกรม @RISK

RISK ASSESSMENT OF ARSENIC VIA CONSUMPTION OF RHIZOMES OF SELECTED MEDICINAL PLANTS IN FAMILY ZINGIBERACEAE USING @RISK PROGRAM

ชมกมล อุบลนุช 5137913 PYPH/D

ปร.ด. (วิทยาการพฤษศาสตร์)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์: นงลักษณ์ เรืองวิเศษ, Ph.D., วันดี กฤษณพันธ์, Ph.D., สุเทพ เรืองวิเศษ, Ph.D.

#### บทคัดย่อ

เหง้าพืชหลายชนิดถูกนำมาใช้เป็นอาหารและยารักษาโรค แต่มักไม่มีการพิจารณาถึงปริมาณสารหนูที่สะสมอยู่ในเหง้าเหล่านั้น ดังนั้นในการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการบริโภคเหง้าพืชในวงศ์ Zingiberaceae ที่ปลูกในประเทศไทย จึงได้คัดเลือกเหง้าพืชที่เป็นที่รู้จักทั้งหมด 6 ชนิด ได้แก่ ข่า กระชาย ขมิ้นชัน ขมิ้นอ้อย ไพล และ ขิง โดยเก็บตัวอย่างเหง้าพืช 16 ตัวอย่างต่อชนิดจากแต่ละภาค รวมทั้งหมด 96 ตัวอย่าง ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างคือช่วงเดือนธันวาคม 2554 ถึง มกราคม 2556 การวิเคราะห์หาปริมาณสารหนูในตัวอย่างใช้เครื่องไฮดรเจนอะตอมิกแอบซอร์ปชัน สเปกโทรสโกปี (Hydride generator atomic absorption spectroscopy, HG-AAS) พบว่าค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของสารหนูอนินทรีย์ในเหง้าแห้งของพืชแต่ละชนิดมีค่าเท่ากับ  $48.8 \pm 7.0$ ,  $66.3 \pm 12.7$ ,  $25.5 \pm 5.0$ ,  $38.7 \pm 4.7$ ,  $71.2 \pm 11.6$  และ  $38.5 \pm 5.5$  ng/g ตามลำดับ พบปริมาณสารหนูรวม และ สารหนูอนินทรีย์สูงสุดในเหง้าไพล และเหง้ากระชาย การประเมินความเสี่ยงของสารที่ไม่ก่อให้เกิดมะเร็ง (Hazard quotient, HQ) และ การประเมินความเสี่ยงของสารที่ก่อให้เกิดมะเร็ง (Cancer risk, CR) ใช้การประเมิน 2 วิธี ได้แก่ การประเมินความเสี่ยงเชิงกำหนด (Deterministic risk assessment, DRA) และ การประเมินความเสี่ยงเชิงความน่าจะเป็น (Probabilistic risk assessment, PRA) โดยทั้ง 2 วิธีจะใช้โมเดลการที่ได้รับสารตลอดช่วงชีวิต (Lifetime average daily dose, LADD) ในการคำนวณเหมือนกัน เมื่อประเมินด้วยวิธี PRA เปรอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 พบว่า CR ของเหง้าเมื่อบริโภคเป็นอาหารและเป็นยา มีค่าระหว่าง  $5.5 \times 10^{-6}$ - $3.8 \times 10^{-5}$  และ  $4.8 \times 10^{-8}$ - $1.0 \times 10^{-7}$  ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วง  $10^{-6}$ - $10^{-4}$  ที่ยอมรับได้ นอกจากนี้ พบว่า HQ ของเหง้าเมื่อบริโภคเป็นอาหารและเป็นยา มีค่าระหว่าง 0.012-0.062 และ  $1.1 \times 10^{-4}$ - $2.3 \times 10^{-4}$  ตามลำดับ ซึ่งทุกค่าต่ำกว่า 1 แสดงว่ามีความเสี่ยงน้อยมากจนแทบจะไม่มีความเสี่ยงจากสารที่ไม่ก่อให้เกิดมะเร็ง เมื่อเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ที่ได้ระหว่าง DRA และ PRA พบว่าค่าที่ได้ใกล้เคียงกัน