



ประเมินความเสี่ยงสารหนูของการบริโภคชาสมุนไพรชนิดของ

นันทนา ลิทธิชัย*

สิริชัย กระป๋อง*

สารินี เลนะพันธ์*

จิราณูช แจ่มทวีกุล*

สุณีย์ แสงเขียว*

สุเทพ เรืองวิเศษ**

จิตรา ชัยวัฒน์

ศศิวิมล พัฒเสมอ*

สุภาณี ดวงธีรปรีชา*

เยาวลักษณ์ วรรณะพิศิษฐ์*

ปิยวัฒน์ สายพันธุ์**

บทคัดย่อ

การบริโภคชาสมุนไพรเป็นที่นิยมในปัจจุบันเพราะเชื่อว่ามีผลดีต่อสุขภาพ. อย่างไรก็ตามวัตถุดิบสมุนไพรที่ผลิตเป็นชาไม่มีโอกาสปนเปื้อนสารพิษจากสิ่งแวดล้อม เช่น สารหนู. การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความเสี่ยงการปนเปื้อนสารหนูในชาสมุนไพรชนิดของ ๘ ชนิด ได้แก่ ชากระเจียบ, ชาขิง, ชาดอกคำฝอย, ชาชุมเห็ดเทศ, ชาใบหม่อน, ชามะขามแขก, ชารางจืด และชาหญ้าหนวดแมว. วิธีการศึกษาส่วนแรกใช้แบบสัมภาษณ์ที่จัดทำขึ้น ไปสัมภาษณ์ผู้ที่บริโภคชาสมุนไพรทั้งในส่วนกลางและส่วนภูมิภาค; ส่วนที่ ๒ เป็นการหาปริมาณสารหนูที่ปนเปื้อนทั้งในรูปปริมาณรวม และปริมาณสารหนูอนินทรีย์ โดยใช้เทคนิค atomic absorption spectrophotometry. จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าเมื่อประเมินความเสี่ยงทั้งแบบกำหนดและแบบความน่าจะเป็น ค่าความเสี่ยงของสารที่ไม่ก่อให้เกิดมะเร็ง และค่าความเสี่ยงของสารที่ก่อให้เกิดมะเร็ง อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้. ส่วนค่าความเสี่ยงของสารที่ก่อให้เกิดมะเร็งโดยใช้ค่าการกระจายของความน่าจะเป็นตาม Monte Carlo analysis ด้วยโปรแกรม @RISK 4.5.5 พบว่าชาทั้ง ๘ ชนิด อาจทำให้เกิดมะเร็งได้ตั้งแต่ ๑ ถึง ๘ คนใน ๑๐,๐๐๐,๐๐๐ คน (ค่าที่ถือว่ามีความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งจากการได้รับสารหนูคือ ๑ ใน ๑,๐๐๐,๐๐๐ คน) ทำให้สรุปได้ว่าการบริโภคชาสมุนไพรชนิดของทั้ง ๘ ชนิดในการศึกษานี้ไม่มีความเสี่ยงการเกิดมะเร็งเนื่องจากการได้รับสารหนู.

คำสำคัญ: ความเสี่ยงการปนเปื้อนสารหนู, ชาสมุนไพรชนิดของ, การบริโภคชาสมุนไพร, อะตอมมิกแอบซอร์บชันสเปกโตรโฟโตเมตรี

ภูมิหลังและเหตุผล

ชาสมุนไพรเป็นผลิตภัณฑ์สมุนไพรที่นิยมบริโภคเพราะเชื่อว่ามีผลดีต่อสุขภาพ. ชาสมุนไพรมีการผลิตทั้งในโรงงานผลิตยาแผนโบราณ, โรงพยาบาลของรัฐ และชุมชนระดับท้องถิ่น.

*สำนักยาและวัตถุเสพติด กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข

**ภาควิชาสัตวแพทย์สาธารณสุข คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ถิ่น. ผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรบางชนิดได้ขึ้นทะเบียนตำรับเป็นยาจัดอยู่ในประเภทยาสมุนไพร แต่หลายชนิดมิได้ขึ้นทะเบียนตำรับเพียงแต่แจ้งสรรพคุณทางยาไว้. วัตถุดิบสมุนไพรที่ผลิตเป็นชานั้นมาจากแหล่งปลูกต่างกัน จากทั้งในประเทศและนำเข้าจากต่างประเทศ. วัตถุดิบเหล่านี้มีโอกาสปนเปื้อนจากโลหะหนักที่เป็นสารพิษ เช่น สารหนู ตะกั่ว เนื่องจากปัญหามลพิษในดิน น้ำ และอากาศ^๑. สารหนูอนินทรีย์

มีความเป็นพิษสูง ทำให้เกิดพิษแบบเฉียบพลันต่อระบบทางเดินอาหาร ระบบหัวใจและหลอดเลือด และทำให้เกิดภาวะพิษเรื้อรัง ตลอดจนเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์^๒. สถาบันโรคผิวหนังรายงานการพบโรคพิษสารหนูในผู้ป่วยที่มีประวัติกินยาสมุนไพรหรือยาต้มแผนโบราณที่เจือสารหนู^๓. จากการศึกษาตัวอย่างชา ๔๗ ตัวอย่าง ที่ผลิตจาก ๑๘ จังหวัดในสาธารณรัฐประชาชนจีน พบปริมาณสารหนู ๔.๑๘ ไมโครกรัมต่อกรัมของชาสมุนไพร และสารหนูอนินทรีย์ ๒๒๖ นาโนกรัมต่อกรัม^๔. สำหรับประเทศไทย สำนักงานและวัตถุเสพติด กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ สํารวจการปนเปื้อนของโลหะหนักในผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรภายใต้โครงการสร้างหลักประกันคุณภาพและมาตรฐานด้านยา ในปีงบประมาณ ๒๕๔๗ ถึง ๒๕๔๙ ได้ตรวจวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักโดยใช้เทคนิค Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrophotometry และเตรียมตัวอย่างโดยย่อยสลายชาสมุนไพรด้วย microwave สมรรถนะสูงพบว่าในตัวอย่างชาสมุนไพรทั้งหมด ๖๒ ตัวอย่าง มี ๕ ตัวอย่างที่มีปริมาณสารหนูมากกว่า ๔ ส่วนในล้านส่วน คิดเป็นร้อยละ ๘.๑. ตำรามาตรฐานยาสมุนไพรไทย กำหนดให้การปนเปื้อนของสารหนูต้องไม่เกิน ๔ ส่วนในล้านส่วน^๕. ปริมาณสารหนูที่ผิดมาตรฐานมี ๑ ตัวอย่าง พบว่าสูงถึง ๓,๗๔๐ ส่วนในล้านส่วนของชาสมุนไพร. อย่างไรก็ตามการศึกษาในครั้งนั้นเป็นการศึกษาในด้านคุณภาพของชาสมุนไพร มิได้ประเมินการได้รับสารของผู้บริโภคจึงไม่สามารถประเมินความเสี่ยงของผู้บริโภคได้.

คณะผู้ศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะประเมินการได้รับสารของผู้บริโภค โดยสำรวจพฤติกรรมการบริโภคชาสมุนไพรชนิดของ และวิเคราะห์ปริมาณสารหนูปนเปื้อนทั้งในรูปแบบของปริมาณสารหนูรวม และปริมาณสารหนู อนินทรีย์ในน้ำชาสมุนไพรที่บริโภค และประเมินความเสี่ยงแบบเชิงกำหนดและแบบเชิงความน่าจะเป็น^๖ เพื่อประเมินค่าความเสี่ยงสารหนูในการทำให้เกิดมะเร็งเทียบกับค่าความเสี่ยงที่ยอมรับได้ขององค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมสหรัฐอเมริกา^๗

ระเบียบวิธีศึกษา

การศึกษาวัดแบ่งเป็น ๒ ส่วน คือการศึกษาวัดเชิงพรรณนา (ส่วนที่ ๑ และ ๒) และการศึกษาวัดเชิงทดลอง (ส่วนที่ ๓, ๔ และ ๕).

ส่วนที่ ๑ การคัดเลือกชนิดของชาสมุนไพรชนิดของ

เกณฑ์พิจารณาคัดเลือกชาสมุนไพรชนิดของเพื่อศึกษามีดังนี้

๑. คัดเลือกชาสมุนไพรที่มีโอกาสปนเปื้อนสารหนู.
๒. คัดเลือกชนิดชาสมุนไพรจากข้อมูลผลการสำรวจการปนเปื้อนของโลหะหนักในผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรของสำนักงานและวัตถุเสพติด.
๓. คัดเลือกชาสมุนไพรที่มีเลหะเบียนยา.
๔. คัดเลือกชาสมุนไพรที่นิยมบริโภคจากข้อมูลการตอบแบบสัมภาษณ์.

จากเกณฑ์ดังกล่าวข้างต้นคณะผู้วิจัยจึงคัดเลือกชาสมุนไพรชนิดของได้ ๘ ชนิด คือ ชากระเจี๊ยบ ชาชิง ชาดอกคำฝอย ชาชุมเห็ดเทศ ชาใบหม่อน ชามะขามแขก ชารางจืด และชาหญ้าหนวดแมว เพื่อใช้สำรวจการปนเปื้อนสารหนู.

ส่วนที่ ๒ การสำรวจพฤติกรรมการบริโภคชาสมุนไพร

วิธีการสำรวจพฤติกรรมการบริโภคชาสมุนไพรของประชาชนให้ครอบคลุมทั่วประเทศ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้ข้อมูลของการบริโภคชาสมุนไพรที่มีการแจ้งสรรพคุณ.

เขตพื้นที่การสำรวจ

๑. ส่วนกลาง เป็นการสำรวจในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ได้แก่ นนทบุรี ปทุมธานี สมุทรปราการ เป็นต้น.
๒. ส่วนภูมิภาค เป็นการสำรวจในเขตพื้นที่รับผิดชอบของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่มีโรงพยาบาลของรัฐซึ่งผลิตชาสมุนไพรโดยครอบคลุมพื้นที่ภาคเหนือ ๑๑ จังหวัด ได้แก่ เชียงใหม่ ลำพูน ลำปาง แม่ฮ่องสอน แพร่ น่าน ตาก พิษณุโลก เพชรบูรณ์ สุโขทัย และอุตรดิตถ์; ภาคกลางและภาคเหนือตอนล่าง ๘ จังหวัด คือ นครสวรรค์ กำแพงเพชร อุทัยธานี พิจิตร ชัยนาท สิงห์บุรี อ่างทอง และลพบุรี; ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ๑๑ จังหวัด คือ นครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ ชัยภูมิ ขอนแก่น สกลนคร กาฬสินธุ์ ร้อยเอ็ด มหาสารคาม นครพนม และมุกดาหาร; ภาคตะวันออก ๔ จังหวัด คือ ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด; ภาคกลางและภาคใต้ตอนบน ๘ จังหวัด คือ กาญจนบุรี สุพรรณบุรี ราชบุรี นครปฐม เพชรบุรี สมุทรสาคร สมุทรสงคราม และประจวบคีรีขันธ์.

วิธีการสำรวจ

๑. ส่วนกลาง โดยส่งเจ้าหน้าที่ที่ได้รับการอบรมเพื่อทำความเข้าใจในแบบสัมภาษณ์ที่จัดทำขึ้น ซึ่งได้มีการทดสอบเบื้องต้นกับเจ้าหน้าที่สำนักงานและวัตถุประสงค์ ๑๖ คน. แบบสอบถามได้ผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงของข้อมูลโดยผู้เชี่ยวชาญ และตรวจสอบความเที่ยงของเครื่องมือโดยมีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบัค ๐.๗๘ แล้วนำแบบสัมภาษณ์ดังกล่าวไปสัมภาษณ์ผู้ที่บริโภคชาสมุนไพรสมุนไพรสมุนไพรแห่งชาติ ครั้งที่ ๓ ณ ศูนย์แสดงสินค้าและการประชุม อิมแพ็ค เมืองทองธานี ในช่วงวันที่ ๓๐ สิงหาคม - ๓ กันยายน พ.ศ. ๒๕๔๙ และผู้บริโภคในพื้นที่อื่น ๆ ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล จำนวน ๖๐๐ ชุด.

๒. ส่วนภูมิภาค โดยส่งแบบสัมภาษณ์ ไปสัมภาษณ์ผู้บริโภคชาสมุนไพรในเขตรับผิดชอบของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ ทั้ง ๘ แห่ง จำนวนศูนย์ ละอย่างน้อย ๓๐๐ ชุด โดยจัดส่งข้อมูลทางไปรษณีย์ ให้สำนักงานและวัตถุประสงค์ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ในเดือนธันวาคม พ.ศ. ๒๕๔๙.

ส่วนที่ ๓ การสุ่มตัวอย่างชาสมุนไพร

สุ่มเก็บตัวอย่างชาสมุนไพรครอบคลุมพื้นที่ทั่วประเทศเพื่อให้ได้จำนวนตัวอย่างที่เป็นตัวแทนในการวิเคราะห์ผลทางสถิติ.

เขตพื้นที่สุ่มตัวอย่าง

๑. ส่วนกลาง โดยการสุ่มซื้อจากร้านค้าที่จำหน่ายชาสมุนไพรชนิดซองในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล จากผู้ผลิตที่เป็นองค์กรเอกชน บริษัทฯ และโรงพยาบาลของรัฐ และเลือกชาสมุนไพรที่นิยมบริโภคจากการศึกษาเบื้องต้นและมีโอกาสพบเห็นสารหนูสูง จำนวน ๘ ชนิด คือ ชากระเจียบ ชาชิง ชาดอกคำฝอย ชาชุมเห็ดเทศ ชาใบหม่อน ชามะขามแขก ชารางจืด และชาหญ้าหนวดแมว.

๒. ส่วนภูมิภาค เป็นการเก็บตัวอย่างชาสมุนไพรจากผู้ผลิตที่เป็นองค์กรเอกชนและโรงพยาบาลของรัฐ ในเขตพื้นที่ที่อยู่ในความดูแลของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ครอบคลุม ๔๒ จังหวัด ดังที่ได้กล่าวไว้ในส่วนที่ ๒.

วิธีการสุ่มเก็บตัวอย่าง

๑. ส่วนกลาง ใช้วิธีสุ่มซื้อตัวอย่างชาสมุนไพรชนิดซองทั้ง ๘ ชนิด ชนิดละอย่างน้อย ๕๐ ซองจากร้านค้าปลีก.

๒. ส่วนภูมิภาค ใช้วิธีการขอความร่วมมือในการดำเนินงานตามโครงการประเมินความเสี่ยงสารพิษของการบริโภคชาสมุนไพรชนิดซอง จากศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ทั้ง ๘ แห่ง โดยส่งตัวอย่างชาสมุนไพรที่มีการผลิตในแต่ละพื้นที่ ชนิดละอย่างน้อย ๕๐ ซอง ให้สำนักงานและวัตถุประสงค์ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ทางไปรษณีย์.

ลักษณะและแหล่งที่มาของตัวอย่าง

ตัวอย่างได้จากแหล่งผลิตที่เป็นโรงพยาบาลรัฐ ๓๕ แห่ง องค์กรเอกชน ๑๔ แห่ง โดยจำนวนตัวอย่างชาหมายถึง ชาชนิดเดียวกันแต่มาจากแหล่งผลิตต่างกัน หรือมาจากแหล่งผลิตเดียวกันแต่ต่างรุ่นผลิต.

การตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารหนูรวมในชาสมุนไพรชนิดซอง ๘ ชนิด ใช้วิธีการที่บรรยายไว้ในส่วนที่ ๔ หากตรวจพบปริมาณสารหนูรวมในตัวอย่างใดก็นำตัวอย่างนั้นมาวิเคราะห์โดยวิธีการที่บรรยายไว้ในส่วนที่ ๕ เพื่อหาอัตราส่วนระหว่างสารหนูอนินทรีย์กับสารหนูรวม แล้วนำอัตราส่วนดังกล่าวมาคำนวณหาปริมาณสารหนูอนินทรีย์ในน้ำชา.

ส่วนที่ ๔ การตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารหนูรวม

เครื่องมือและอุปกรณ์

๑. เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer, Graphite Furnace รุ่น SIMAA 6000 Perkin Elmer พร้อมหลอดกำเนิดแสงสำหรับวิเคราะห์ธาตุสารหนู และหลอดกราฟไฟต์.

๒. เครื่องแก้ว ได้แก่ volumetric flask, หลอดดูดสารละลาย, ถ้วยแก้วปากนก เป็นต้น; class A

๓. ขวดพลาสติกสำหรับบรรจุสารละลายตัวอย่าง ชนิด high density polyethylene (HDPE). เครื่องแก้วและขวดพลาสติกก่อนใช้งาน ใส่แช่ไว้ในสารละลายกรดไนตริก ๑๐% v/v ทั้งไว้ค้างคืน แล้วล้างด้วยน้ำหลาย ๆ ครั้ง ผึ่งให้แห้ง และเก็บในที่ปราศจากฝุ่นละออง.

๔. แก๊สอาร์กอนบริสุทธิ์ร้อยละ ๙๙.๙๙๕.

สารเคมีและสารมาตรฐาน

๑. กรดไนตริกเข้มข้น (๖๕%) ชนิดเกรดวิเคราะห์ของบริษัท Merck.

๒. สารละลายพัลลาเดียม ไนเตรต (Pd ๑.๐๐๐ g/l) AA Grade (Fluka).

๓. สารละลายมาตรฐานสารหนู AA Grade ความเข้มข้น ๑๐๐ ส่วนในล้านส่วน (Perkin Elmer).

๔. น้ำที่เตรียมสารละลายมาตรฐาน เตรียมสารละลายตัวอย่าง และล้างเครื่องแก้วหรือขวดพลาสติกเป็นน้ำอัลตราเพียว ที่มีความต้านทานอย่างน้อย ๑๖ เมกะโอห์ม (Mohm) หรือน้ำกลั่น ๓ ครั้ง.

การเตรียมกรดไนตริก ๐.๒% v/v

นำกรดไนตริกเข้มข้น ๐.๒ มิลลิลิตร มาเจือจางและปรับปริมาตรด้วยน้ำจนครบ ๑๐๐ มิลลิลิตร.

การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

เตรียมสารละลายมาตรฐานสารหนูความเข้มข้น ๕๐ ส่วนในล้านส่วน (พีพีบี) โดยนำสารละลายมาตรฐานสารหนูความเข้มข้น ๑๐๐ ส่วนในล้านส่วน (พีพีเอ็ม) มาเจือจางและปรับปริมาตรด้วยกรดไนตริก ๐.๒% v/v.

การเตรียมสารละลายตัวอย่าง

นำตัวอย่างชาสมุนไพร ๑ ซอง (น้ำหนักประมาณ ๒ กรัม) แช่ในน้ำต้มเดือดใหม่ ๆ ๒๐๐ มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ ๒๐ นาที อุณหภูมิของน้ำชาจะลดลงเหลือประมาณ ๕๐ °ซ กรองด้วยกระดาษกรอง.

การเตรียมสารละลายไร้สาร (reagent blank)

นำน้ำต้มเดือดใหม่ ๆ ๒๐๐ มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ ๒๐ นาที ให้อุณหภูมิลดลงเหลือประมาณ ๕๐ °ซ กรองด้วยกระดาษกรอง.

วิธีวิเคราะห์

ก่อนวิเคราะห์หาปริมาณสารหนูในสารละลายตัวอย่างต้องตรวจสอบการ align tip ตามวิธีการที่ระบุในคู่มือ วิธีใช้เครื่องทดสอบความไว (instrument optimization) และทดสอบการปนเปื้อน.

สภาวะการทดสอบ

Element	Asenic
Lamp	Electrodeless discharge lamp (EDL) current 380 mA
Slit	0.7 nm
Wavelength	193.7 nm
Injection volume	20 µm
Matrix modifier	Palladium 5 µg
Pyrolysis temperature	1,200 °ซ.
Atomization temperature	2,200 °ซ.
Atomization time	3 sec

- ทดสอบความไวของเครื่องมือให้ได้สัญญาณสูงสุด ที่สมมาตร และได้ค่า absorbance อยู่ในช่วง $\pm$ ร้อยละ ๒๐ ของค่าที่ผู้ผลิตเครื่องมือกำหนดไว้ โดยนำสารละลายมาตรฐานสารหนูความเข้มข้น ๕๐ ส่วนในล้านส่วนมาวัดค่า absorbance ควรได้ค่า integrated peak area เท่ากับ ๐.๑๑ หรือคำนวณค่า characteristic mass จะได้เท่ากับ ๔๐.๐ พิโคกรัม ต่อ integrated peak area ๐.๐๐๔๔.

- ทดสอบการปนเปื้อนโดยใช้น้ำ (reagent blank) แทนสารละลายตัวอย่าง และวัดค่าอำนาจการดูดซึม ซึ่งไม่ควรมีค่า integrated peak area มากกว่า ๐.๐๒ ถ้ายังคงมากกว่าให้ตรวจสอบการ align tip หรืออุปกรณ์อื่น ๆ ที่อาจทำให้เกิดการปนเปื้อนได้ แล้วทดสอบใหม่. ถ้าค่า absorbance ยังคงมากอยู่ แสดงว่ายังคงมีการปนเปื้อน ให้เตรียมตัวอย่างเพื่อทดสอบใหม่ทั้งหมด.

- สร้างกราฟมาตรฐานจากสารละลายมาตรฐานสารหนูความเข้มข้น ๕๐ ส่วนในล้านส่วน สร้างกราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า absorbance และความเข้มข้นของสารหนู ๕, ๑๐, ๒๐, ๓๕ และ ๕๐ ส่วนในล้านส่วน โดยตั้งระบบการทำงานของเครื่องให้เจือจางสารละลายมาตรฐานอัตโนมัติ และกำหนดให้ความเป็นเส้นตรงของกราฟมาตรฐานอย่างน้อยเท่ากับ ๐.๙๙๕.

- วิเคราะห์หาปริมาณสารหนูในสารละลายไร้สารและสารละลายตัวอย่าง โดยฉีดสารละลายไร้สาร และสารละลายตัวอย่าง อย่างละ ๒๐ ไมโครลิตร แล้วนำไปวัดค่า absorbance ตามสภาวะการทดสอบที่กำหนดไว้ ซึ่งเครื่องจะคำนวณ กลับมาเป็นปริมาณสารหนู (พีพีบี) โดยเทียบกับกราฟมาตรฐาน.

ส่วนที่ ๕ การตรวจวิเคราะห์หาอัตราส่วนระหว่างสารหนูอินทรีย์กับสารหนูรวม เพื่อหาปริมาณสารหนูอินทรีย์^๔

เครื่องมือและอุปกรณ์

๑. เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer รุ่น AAnalyst 300 Perkin Elmer equipped with an autosampler AS 90 and flow injection system FIAS 400 พร้อมหลอดกำเนิดแสงสำหรับวิเคราะห์ธาตุสารหนู.

๒. แผ่นกรองไนลอน ขนาดรูกรอง ๐.๔๕ ไมครอนเมตร (nylon membrane filter) Vertical[®]

๓. เครื่องแก้ว ได้แก่ volumetric flask, pipet, ถ้วยแก้วปากนก เป็นต้น, class A

๔. เครื่องแก้วก่อนใช้งานแช่ในสารละลายกรดไนตริก ๑๐% v/v ทั้งค้างคืนไว้ แล้วล้างด้วยน้ำหลาย ๆ ครั้งผึ่งให้แห้งและเก็บในที่ปราศจากฝุ่นละออง.

๕. ก๊าซอาร์กอนความบริสุทธิ์ร้อยละ ๙๙.๙๙๕.

สารเคมีและสารมาตรฐาน

๑. กรดไนตริกชนิดปราศจากปรอท, กรดเปอร์คลอริก, กรดเกลือ, ไฮโดรซัน, โซเดียมโบโรไฮไดรด์, กรดไฮโดรโบรมิก และโซเดียมไฮดรอกไซด์. ทั้งหมดเป็นชนิดเกรดวิเคราะห์ของบริษัท Merck.

๒. กรดอาร์เซนิก ความเข้มข้นของสารหนู ๑,๐๐๐ ส่วนในล้านส่วน (Merck).

๓. น้ำที่ใช้เตรียมสารละลายมาตรฐาน เตรียมสารละลายตัวอย่าง และล้างเครื่องแก้วหรือขวดพลาสติกใช้น้ำชนิดอัลตราเพียว ที่มีความต้านทานอย่างน้อย ๑๖ เมกะโห์ม (Mohm) หรือน้ำกลั่น ๓ ครั้ง.

การเตรียมสารละลายเคมี

เตรียมน้ำยาดั้วรีดิวซ์โดยละลายไฮโดรซัน ๑.๕ กรัม ในน้ำและปรับปริมาตรจนครบ ๑๐๐ มิลลิลิตร แล้วดูดสารละลาย ๑ มิลลิลิตรใส่ผสมกับกรดไฮโดรโบรมิก ๒ มิลลิลิตร.

การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

เตรียมน้ำยาดั้วรีดิวซ์มาตรฐานสารหนูความเข้มข้น ๕ พีพีบี โดยนำกรดอาร์เซนิกความเข้มข้นของสารหนู ๑,๐๐๐ ส่วนใน

ล้านส่วน มาเจือจางและปรับปริมาตรด้วยน้ำ.

การเตรียมสารละลายตัวอย่าง

ใช้ชาสมุนไพรชนิดของ ๑ ซอง แช่น้ำต้มเดือด ๒๐๐ มิลลิลิตร ประมาณ ๒๐ นาที แล้วนำซองชาออกทิ้ง. จากนั้นนำน้ำชาที่ได้มาระเหยบนเตาแผ่นร้อน โดยใช้อุณหภูมิประมาณ ๖๐-๗๕ °ซ จนเหลือปริมาตรประมาณ ๐.๕ มิลลิลิตร. ตั้งตัวอย่างไว้จนมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง. ถ่ายตัวอย่างใส่ในหลอดทดลองขนาด ๕๐ มิลลิลิตร เติมน้ำยาดั้วรีดิวซ์ ๓ มิลลิลิตร เขย่า (vortex) ๓๐ วินาที สกัดสารหนูอินทรีย์โดยเติมคลอโรฟอร์ม ๑๐ มิลลิลิตร เขย่า ๓ นาที, ปั่นเหวี่ยง ๒,๐๐๐ รอบต่อนาทีเป็นเวลา ๕ นาที เพื่อแยกชั้นคลอโรฟอร์มจากชั้นที่เป็นน้ำ. ดูดชั้นคลอโรฟอร์มใส่ในหลอดทดลองขนาด ๕๐ มิลลิลิตร สกัดสารหนูอินทรีย์ด้วยคลอโรฟอร์ม ๑๐ มิลลิลิตร อีก ๒ ครั้ง แล้วรวมคลอโรฟอร์มที่สกัดได้ในหลอดทดลองขนาด ๕๐ มิลลิลิตร ปั่นเหวี่ยง ๒,๐๐๐ รอบต่อนาทีเป็นเวลา ๕ นาที เพื่อแยกชั้นคลอโรฟอร์มจากชั้นที่เป็นน้ำ.

สกัดสารหนูอินทรีย์จากชั้นคลอโรฟอร์มโดยเติมกรดเกลือ ๐.๑ โมลาร์ (๐.๑ M HCl) ๑๐ มิลลิลิตร เขย่า ๓ นาที ปั่นเหวี่ยงที่ ๒,๐๐๐ รอบต่อนาที เป็นเวลา ๓ นาที ดูดชั้นที่เป็นน้ำใส่ในถ้วยปากนกขนาด ๒๕๐ มิลลิลิตร สกัดสารหนูอินทรีย์จากชั้นคลอโรฟอร์มด้วยกรดเกลือ ๐.๑ โมลาร์ ๑๐ มิลลิลิตร อีก ๒ ครั้ง. นำไประเหยแห้งบนเตาแผ่นร้อนโดยใช้อุณหภูมิประมาณ ๖๐-๗๕ °ซ จนเกือบแห้ง. ย่อยสลายส่วนตกค้างที่ได้ด้วยสารผสมของกรดไนตริกและกรดเปอร์คลอริก (อัตราส่วน ๑๐ ต่อ ๑) ๑๐ มิลลิลิตร ระเหยแห้งบนเตาแผ่นร้อนโดยใช้อุณหภูมิประมาณ ๖๐-๗๕ °ซ จนเหลือปริมาตรประมาณ ๑ มิลลิลิตร. เติมน้ำ ๕ มิลลิลิตร ปิเปตสารละลายที่ได้ volumetric flask ขนาด ๑๐ มิลลิลิตร. กรองตัวอย่างก่อนวิเคราะห์หาปริมาณสารหนูในสารละลายตัวอย่างโดยเทียบกับกราฟมาตรฐานและใช้สภาวะของเครื่องมือดังนี้

สภาวะการทดสอบ

Atomic absorption spectrophotometric conditions

Element	Arsenic
Lamp	EDL current 380 mA
Slit	0.7 nm

Wavelength 193.7 nm

Loop sample 0.5 ml

Hydride generation

Quartz cell 16 cm × 0.7 cm

Heating Electrothermal

Cell temperature 900 °C

Carrier gas flow rate Argon, 50-100 ml/min

Reducing agent 0.2% w/v sodium borohydride in
0.0125 M sodium hydroxide

Reducing agent flow rate 5-7 ml/min

Hydrochloric acid 9-11 ml/min

(10% v/v) flow rate

การหาค่าร้อยละการกลับคืน (% recovery) ของสารหนูอินทรีย์

การหาค่าร้อยละการกลับคืน (% recovery) ของสารหนูอินทรีย์ใช้วิธี Standard addition โดยใช้ชาสมุนไพรชนิดของจำนวน ๑ ซอง แช่น้ำต้มเดือด ๒๐๐ มิลลิลิตร, แบ่งตัวอย่างน้ำชาเป็น ๒ ส่วนส่วนละ ๑๐๐ มิลลิลิตร. ส่วนที่ ๑ วิเคราะห์หาปริมาณสารหนูอินทรีย์ในตัวอย่างน้ำชา. ส่วนที่ ๒ เติมสารละลายมาตรฐานสารหนู ๒๕๐ ไมโครกรัมสำหรับชาชุมเห็ดเทศและชาดอกคำฝอย, และ ๑๐๐ ไมโครกรัมสำหรับชากระเจียบในน้ำชาที่ซังได้ แล้วจึงนำไประเหยบนเตาแผ่นร้อนโดยใช้อุณหภูมิประมาณ ๖๐-๗๕ °ซ จนเหลือปริมาตรประมาณ ๐.๕ มิลลิลิตร, สกัดสารหนูอินทรีย์จากตัวอย่างโดยใช้วิธีเดียวกับที่สกัดจากตัวอย่างชาสมุนไพร แล้วคำนวณค่าร้อยละการกลับคืนสารหนูอินทรีย์.

วิธีประเมินความเสี่ยงสารหนู

การประเมินความเสี่ยงสารหนูใช้ทั้งวิธีการประเมินความเสี่ยงแบบเชิงกำหนด และเชิงความน่าจะเป็น^๖ โดยแบบเชิงกำหนดนั้นใช้ทั้งวิธี central tendency estimate (CTE) ซึ่งเลือกค่าของตัวแปรจากค่าเฉลี่ย และ reasonable maximum estimate (RME) ซึ่งเลือกค่าตัวแปรจากค่าส่วนบนของเปอร์เซ็นต์ไทล์. ในที่นี้เลือกใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ ๙๕ ตามคำแนะนำของ USEPA (1997a)^๗. สำหรับการประเมินแบบเชิงความน่าจะเป็นได้ใช้วิธี Monte Carlo Analysis^{๖, ๑๐} ด้วย

โปรแกรม @RISK 4.5.5 ของบริษัท palisade สหรัฐอเมริกา^{๑๑} โดยในการทดสอบเพื่อให้ได้รูปแบบการกระจายของข้อมูลที่เหมาะสมได้เลือกวิธี Anderson-Darling statistic เลือกชนิดการสุ่มตัวอย่างแบบ Latin Hypercube และกำหนดจำนวนรอบที่ใช้คำนวณ คือ ๑๐,๐๐๐ รอบ (iterations).

ในการคำนวณค่าของสารที่ไม่ก่อให้เกิดมะเร็ง Hazard quotient (HQ) และสารที่ก่อให้เกิดมะเร็ง Cancer risk (CR) ใช้ค่า reference dose (RfD) สำหรับสารหนูเท่ากับ ๐.๐๐๐๓ มก./กก./วัน และค่า cancer slope factor (CSF) เท่ากับ ๑.๕ มก./กก./วัน^{๒,๗} โดยแทนที่ค่าปริมาณที่ได้รับสารตลอดช่วงชีวิต (Lifetime average daily dose, LADD) ในสมการ

$$HQ = LADD/RfD ; CR = LADD \times CSF$$

สำหรับ LADD คำนวณจากข้อมูลการบริโภคและความเข้มข้นของสารหนูในตัวอย่างชาจากสมการ

$$LADD = C \times IR \times ED \times AF/BW \times AT \text{ (มก./กก./วัน)}$$

เมื่อ C = ความเข้มข้นของสาร (มก./ก.); IR = ปริมาณการบริโภค (ก./วัน); ED = ระยะเวลาที่ได้รับสาร (Exposure duration, วัน); AF = Absorption factor โดยทั่วไปกำหนดเป็น ๑; BW = น้ำหนักตัว (กก.);

AT = averaging time ระยะเวลาเฉลี่ยที่ได้รับสารตลอดช่วงชีวิตกำหนดเป็น ๒๕,๕๕๐ วัน.

ผลการศึกษา

ผลการศึกษาข้อมูลแบบสัมภาษณ์

สถานที่เก็บข้อมูลและจำนวนแบบสัมภาษณ์: ส่วนกลาง (กรุงเทพฯ และปริมณฑล) ได้รับคืนครบ ๖๐๐ ชุด (ร้อยละ ๑๐๐); ส่วนภูมิภาคได้รับคืน ๘๘๔ ชุด (ร้อยละ ๔๙.๑๑).

จำนวนผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ของโครงการฯ มีทั้งสิ้น ๑,๔๘๔ คน. ในจำนวนนี้พบว่าผู้บริโภคชาสมุนไพรที่นำมาศึกษาทั้ง ๘ ชนิด จำนวน ๑,๓๔๕ คน (ร้อยละ ๙๐) และบริโภคชาสมุนไพรชนิดอื่น ๑๓๙ คน (ร้อยละ ๑๐).

ระยะเวลาเก็บข้อมูล: กรกฎาคม-ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๔๙

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป: ผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ทั้งหมดจำนวน ๑,๔๘๔ คน เป็นชาย ๔๔๙ คน อายุ ๑๖-๗๘ ปี เป็นหญิง ๑,๐๓๕ คน อายุ ๑๗-๗๕ ปี ส่วนใหญ่มีอายุอยู่ใน

ช่วง ๔๑-๕๐ ปี ผู้ตอบแบบสัมภาษณ์มีน้ำหนักตัวระหว่าง ๓๔-๑๐๑ กิโลกรัม .

ประเภทของชาสมุนไพรชนิดของ: ชาสมุนไพรชนิดของ ๘ ชนิด ที่นำมาศึกษาพบว่ามีลักษณะเป็นผงบรรจุอยู่ในซองเยื่อกระดาษปิดสนิท. มีผู้บริโภคชาดอกคำฝอยมากที่สุดจำนวน ๔๑๖ ข้อมูล (ร้อยละ ๒๖), รองลงมาคือ ชาชิงและชาใบหม่อน โดยบริโภคแต่ละชนิดจำนวนละ ๒๙๑ ข้อมูล (ร้อยละ ๑๘), บริโภคชากระเจี๊ยบจำนวน ๑๕๒ ข้อมูล (ร้อยละ ๙) และบริโภคชารางจืดจำนวน ๑๔๔ ข้อมูล (ร้อยละ ๙), บริโภคชาขมิ้นชันจำนวน ๑๒๒ ข้อมูล (ร้อยละ ๘), บริโภคชาชุม

เห็ดเทศจำนวน ๑๐๑ ข้อมูล (ร้อยละ ๖), และบริโภคชาหญ้าหนวดแมวจำนวน ๑๐๐ ข้อมูล (ร้อยละ ๖) (ตารางที่ ๑).

ข้อมูลการบริโภคชาสมุนไพร: ผู้บริโภคชาสมุนไพรทั้ง ๘ ชนิดมีระยะเวลาการบริโภคชาแต่ละชนิดมาก่อนตอบแบบสัมภาษณ์โดยมีระยะเวลาการบริโภคเฉลี่ย ๔๐๓.๗๒ วัน โดยผู้บริโภคได้บริโภคชามาเป็นระยะเวลา ๑ ปี มากที่สุด. สำหรับปริมาณน้ำที่ใช้ชงชาสมุนไพรพบว่าผู้บริโภคใช้น้ำในการชงชาแต่ละครั้งตั้งแต่ครึ่งแก้ว- ๖ แก้ว (๑ แก้ว เท่ากับ ๒๐๐ มิลลิลิตร) คิดค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำที่ใช้ในการชงชาแต่ละครั้งเท่ากับ ๑.๑๒ แก้ว โดยมีผู้บริโภคส่วนใหญ่ใช้ปริมาณน้ำ ๑ แก้ว ใน

ตารางที่ ๑ สรุปข้อมูลของผู้บริโภคชาสมุนไพรชนิดของ ๘ ชนิด

ชนิดชาสมุนไพร	จำนวนข้อมูล	น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)		ระยะเวลาที่บริโภคชา (วัน)		ปริมาณน้ำที่ใช้ชงชา (แก้ว)*		จำนวนที่บริโภคต่อวัน (ซอง)	
		ต่ำสุด-สูงสุด	เฉลี่ย	ต่ำสุด-สูงสุด	เฉลี่ย	ต่ำสุด-สูงสุด	เฉลี่ย	ต่ำสุด-สูงสุด	เฉลี่ย
ชากระเจี๊ยบ	๑๕๒	๓๘-๙๗	๕๗.๒๓	๙-๓๖๕๐	๓๔๔.๒๗	๑-๕	๑.๑๔	๐.๑๔-๓	๐.๕๙
ชาชิง	๒๙๑	๓๘-๙๖	๕๘.๔๘	๗-๓๖๕๐	๔๗๔.๕๑	๑/๒-๕	๑.๑๒	๐.๑๔-๓	๐.๕๘
ชาชุมเห็ดเทศ	๑๐๑	๓๔-๘๒	๕๗.๒๑	๒-๒๑๔๐	๒๔๑.๔๕	๑-๓	๑.๐๔	๐.๑๔-๕	๐.๙๐
ชาดอกคำฝอย	๔๑๖	๓๘-๙๐	๕๗.๓๗	๓-๗๖๖๕	๔๑๙.๖๕	๑/๒-๖	๑.๑๒	๐.๑๔-๑๐	๐.๘๑
ชาใบหม่อน	๒๙๑	๓๘-๑๐๐	๕๙.๒๘	๗-๒๑๔๐	๔๙๐.๙๑	๑/๒-๖	๑.๒๔	๐.๑๔-๓	๐.๗๑
ชาขมิ้นชัน	๑๒๒	๓๘-๙๐	๕๕.๖๑	๗-๑๘๓๕	๓๑๓.๙๖	๑/๒-๒	๑.๐๖	๐.๑๔-๓	๐.๖๔
ชารางจืด	๑๔๔	๓๘-๘๒	๕๗.๗๓	๓-๓๖๕๐	๓๓๖.๑๗	๑-๕	๑.๑๑	๐.๑๔-๓	๐.๗๐
ชาหญ้าหนวดแมว	๑๐๐	๓๙-๑๐๑	๕๖.๘๐	๓-๒๕๕๕	๓๓๘.๕๗	๑-๔	๑.๐๗	๐.๑๔-๓	๐.๙๙
รวม	๑,๖๑๗	๓๔-๑๐๑	๕๘.๒๗	๓-๗๖๖๕	๔๐๓.๗๒	๑/๒-๖	๑.๑๒	๐.๑๔-๑๐	๐.๗๒

*๑ แก้วเท่ากับ ๒๐๐ มิลลิลิตร

ตารางที่ ๒ ผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารหนูรวม ในชาสมุนไพรชนิดของ ๘ ชนิด

ชนิดชาสมุนไพร	จำนวนตัวอย่าง	ปริมาณสารหนูรวม* (มก./๒๐๐ มล.)	
		ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
ชากระเจี๊ยบ	๑๐	ND	<๑ (๐.๒๓)
ชาชิง	๙	ND	ND
ชาชุมเห็ดเทศ	๑๕	ND	<๑ (๐.๙๖)
ชาดอกคำฝอย	๕๒	ND	๒๗๓.๒
ชาใบหม่อน	๑๒	ND	ND
ชาขมิ้นชัน	๕	ND	ND
ชารางจืด	๒๗	ND	ND
ชาหญ้าหนวดแมว	๑๗	ND	ND

*ค่าขีดจำกัดของการหาเชิงปริมาณ (Limit of Quantitation) เท่ากับ ๑ ไมโครกรัม/๒๐๐ มิลลิลิตร; ND เท่ากับ ตรวจไม่พบในน้ำชาจำนวน ๒๐๐ มิลลิลิตร.

ตารางที่ ๓ การกลับคืนสารหนูนินทรีย์ในตัวอย่างชาสมุนไพรชนิดของ ๓ ชนิด

ตัวอย่าง	ปริมาณสารหนูนินทรีย์ ที่เดิม (มคก.)	ปริมาณสารหนูนินทรีย์ ที่พบ (มคก. $\pm$ SD)	% การกลับ
ชาชุมเห็ดเทศ (n = ๓)	๒๕๐	๑๙๗.๙ $\pm$ ๒.๘๑	๗๙.๑๕
ชาดอกคำฝอย (n = ๓)	๒๕๐	๑๙๕.๖ $\pm$ ๓.๖	๗๘.๒๒
ชากระเจียบ (n = ๓)	๑๐๐	๗๒.๗๕ $\pm$ ๑.๘๑	๗๒.๗๕

ตารางที่ ๔ ปริมาณสารหนุรวม, สารหนูนินทรีย์ และอัตราส่วนระหว่างสารหนูนินทรีย์กับสารหนุรวม ในตัวอย่างชาสมุนไพรชนิดของ ๓ ชนิด

ตัวอย่าง	ปริมาณสารหนุรวม (มคก.)	ปริมาณสารหนูนินทรีย์ (มคก.)	อัตราส่วนสารหนูนินทรีย์ / สารหนุรวม (%)
ชาชุมเห็ดเทศ (๓ ชอง)	๑.๙๑๓*	๐.๑๘๕*	๙.๖๙
ชาดอกคำฝอย (๓ ชอง)	๑.๙๗๙*	๐.๒๐๕*	๑๓.๘๕
ชากระเจียบ (๔ ชอง)	๐.๓๙๓	๐.๐๕๒	๑๓.๒๓

*ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง ๒ ซ้ำ

การชงชา และจำนวนชาสมุนไพรที่บริโภคตั้งแต่ ๑ ชองต่อสัปดาห์จนถึงวันละ ๑๐ ชอง โดยเฉลี่ยบริโภค ๐.๗๒ ชองต่อวัน โดยผู้บริโภคส่วนใหญ่บริโภคชาวันละ ๑ ชอง (ตารางที่ ๑).

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารหนุรวมในชาสมุนไพรชนิดของ

จากการตรวจวิเคราะห์ชาสมุนไพรชนิดของ ๘ ชนิด พบว่าชากระเจียบ ๑๐ ตัวอย่าง ตรวจพบสารหนุรวมใน ๑ ตัวอย่าง (ร้อยละ ๑๐), ชาชุมเห็ดเทศ ๑๕ ตัวอย่าง ตรวจพบสารหนุรวมใน ๒ ตัวอย่าง (ร้อยละ ๑๓.๓๓), ชาดอกคำฝอย ๕๒ ตัวอย่าง ตรวจพบสารหนุรวม ๖ ตัวอย่าง (ร้อยละ ๑๑.๕๔) โดยมีปริมาณสารหนุรวมสูงสุดเท่ากับ ๐.๒๓ ไมโครกรัม/๒๐๐ มิลลิลิตร, ๐.๓๖ ไมโครกรัม/๒๐๐ มิลลิลิตร และ ๒๗๓.๒ ไมโครกรัม/๒๐๐ มิลลิลิตร ตามลำดับ. สำหรับชาชิงช้าใบหม่อน ชามะขามแขก ชารางจืด และชาหญ้าหนวดแมว ตรวจไม่พบสารหนุรวม (ตารางที่ ๒).

ผลการวิเคราะห์หาอัตราส่วนระหว่าง สารหนูนินทรีย์กับสารหนุรวมในชาสมุนไพรชนิดของ ๓ ชนิด

ตัวอย่างชาสมุนไพรที่ตรวจพบสารหนุจะนำมาเพียง ๑

ตัวอย่างเพื่อหาอัตราส่วนระหว่างสารหนูนินทรีย์ กับปริมาณสารหนุรวม. จากการทดลองพบว่าค่าร้อยละการเก็บคืนของสารหนูนินทรีย์ในชาสมุนไพรชนิดของ ๓ ชนิด คือ ชาชุมเห็ดเทศ ชาดอกคำฝอย และชากระเจียบ มีค่าเท่ากับร้อยละ ๗๙.๑๕, ๗๘.๒๒ และ ๗๒.๗๕ ตามลำดับ (ตารางที่ ๓).

อัตราส่วนระหว่างสารหนูนินทรีย์กับสารหนุรวมในชาสมุนไพรชนิดของ ๓ ชนิด มีค่าเท่ากับร้อยละ ๙.๖๙, ๑๓.๘๕ และ ๑๓.๒๓ ตามลำดับ (ตารางที่ ๔). ดังนั้นเมื่อนำอัตราส่วนดังกล่าวมาคำนวณหาปริมาณสารหนูนินทรีย์สูงสุดในชากระเจียบ ชาชุมเห็ดเทศ และชาดอกคำฝอย พบว่ามีค่าเท่ากับ ๐.๐๓, ๐.๐๙ และ ๓๗.๘๔ ไมโครกรัม/๒๐๐ มิลลิลิตร ตามลำดับ.

ผลการประเมินความเสี่ยงสารหนุในการบริโภคชาสมุนไพรชนิดของ

จากข้อมูลการบริโภคและความเข้มข้นของสารหนุในตัวอย่างชาทั้ง ๘ ชนิด ที่ศึกษาในครั้งนี้ สามารถเลือกตัวแปรเพื่อนำมาคำนวณปริมาณที่ได้รับสารหนุตลอดช่วงชีวิต (LADD) ในชาแต่ละชนิด แล้วคำนวณค่าความเสี่ยงในการประเมินแบบเชิงกำหนดดังสรุปในตารางที่ ๕

ตารางที่ ๕ ปริมาณที่ได้รับสารหนุ่ตลอดช่วงชีวิต (LADD), Hazard quotient (HQ) และ cancer risk (CR)

ชนิดชา	LADD		HQ		CR	
	CTE*	RME*	CTE	RME	CTE	RME
ชาหญ้าหนวดแมว	๘.๖๑E-๐๘	๙.๕๕E-๐๗	๐.๐๐๐๒๘๗	๐.๐๐๓๑๘๖	๑.๒๙E-๐๗	๑.๔๔E-๐๖
ชารางจืด	๑.๑๔E-๐๗	๓.๒๖E-๐๗	๐.๐๐๐๓๘๐	๐.๐๐๑๐๘๖	๑.๗๑E-๐๗	๔.๘๙E-๐๗
ชามะขามแขก	๒.๔๓E-๐๘	๑.๖๔E-๐๗	๐.๐๐๐๐๘๑	๐.๐๐๐๕๔๕	๓.๖๕E-๐๘	๒.๔๕E-๐๗
ชาดอกคำฝอย	๒.๑๓E-๐๗	๑.๑๘E-๐๖	๐.๐๐๐๗๑๐	๐.๐๐๓๙๒๙	๓.๑๙E-๐๗	๑.๗๗E-๐๖
ชาชุมเห็ดเทศ	๖.๔๕E-๐๘	๖.๖๕E-๐๗	๐.๐๐๐๒๑๕	๐.๐๐๒๒๑๘	๙.๖๘E-๐๘	๙.๙๘E-๐๗
ชาชิง	๖.๖๗E-๐๘	๒.๐๗E-๐๗	๐.๐๐๐๒๒๒	๐.๐๐๐๖๙๐	๑.๐๐E-๐๗	๓.๑๑E-๐๗
ชากระเจี๊ยบ	๓.๕๔E-๐๘	๑.๔๐E-๐๗	๐.๐๐๐๑๑๘	๐.๐๐๐๔๖๗	๕.๓๑E-๐๘	๒.๑๐E-๐๗
ชาใบหม่อน	๑.๗๔E-๐๗	๘.๕๗E-๐๗	๐.๐๐๐๕๘๒	๐.๐๐๒๘๕๗	๒.๖๒E-๐๗	๑.๒๙E-๐๖

*CTE = Central tendency estimate, RME = Reasonable maximum estimate

ตารางที่ ๖ Hazard quotient (HQ) จากการประเมินแบบเชิงความน่าจะเป็น

ชนิดชา/ค่าสถิติ	HQ					
	ค่าเฉลี่ย	เปอร์เซ็นต์ไทล์ ที่ ๒๕	เปอร์เซ็นต์ไทล์ ที่ ๕๐	เปอร์เซ็นต์ไทล์ ที่ ๙๐	เปอร์เซ็นต์ไทล์ ที่ ๙๕	ค่าสูงสุด
ชาหญ้าหนวดแมว	๐.๐๐๐๓	๑.๙๒E-๐๖	๔.๐๐E-๐๕	๐.๐๐๐๕๙	๐.๐๐๑๒	๐.๐๓๓
ชารางจืด	๐.๐๐๐๓๖	๖.๑๓E-๐๖	๒.๐๕E-๐๕	๐.๐๐๐๓๘	๐.๐๐๑	๐.๑๖
ชามะขามแขก	๙.๐๐E-๐๕	๑.๑๑E-๐๕	๒.๙๒E-๐๕	๑.๙๐E-๐๔	๓.๔๐E-๐๔	๐.๐๐๙
ชาดอกคำฝอย	๐.๐๐๐๓๒	๑.๕๖E-๐๕	๕.๒๒E-๐๕	๐.๐๐๐๕๘	๐.๐๐๑๘	๐.๐๕
ชาชุมเห็ดเทศ	๐.๐๐๐๑๗	๖.๙๔E-๐๖	๒.๒๐E-๐๕	๐.๐๐๐๒๗	๐.๐๐๐๕๘	๐.๑๒
ชาชิง	๐.๐๐๐๒๔	๑.๑๘E-๐๕	๓.๓๓E-๐๖	๐.๐๐๐๓๕	๐.๐๐๐๗๘	๐.๐๗
ชากระเจี๊ยบ	๐.๐๐๐๒๘	๙.๓๔E-๐๖	๓.๓๘E-๐๕	๐.๐๐๐๔๗	๐.๐๐๐๙๙	๐.๐๘
ชาใบหม่อน	๐.๐๐๐๔๕	๓.๖๖E-๐๕	๐.๐๐๐๑	๐.๐๐๐๘๘	๐.๐๐๑๖	๐.๑๗

ตารางที่ ๗ ความเสี่ยงมะเร็ง (cancer risk) จากการประเมินแบบเชิงความน่าจะเป็น

ชนิดชา/ค่าสถิติ	ความเสี่ยงมะเร็ง (CR)					
	ค่าเฉลี่ย	เปอร์เซ็นต์ไทล์ ที่ ๒๕	เปอร์เซ็นต์ไทล์ ที่ ๕๐	เปอร์เซ็นต์ไทล์ ที่ ๙๐	เปอร์เซ็นต์ไทล์ ที่ ๙๕	ค่าสูงสุด
ชาหญ้าหนวดแมว	๑.๓๙E-๐๗	๘.๗E-๐๘	๑.๘๐E-๐๘	๒.๖๗E-๐๗	๕.๔๔E-๐๗	๑.๕E-๐๖
ชารางจืด	๑.๖๖E-๐๗	๒.๘E-๐๘	๙.๒๑E-๐๘	๑.๗๑E-๐๗	๔.๖๕E-๐๗	๗.๒E-๐๕
ชามะขามแขก	๔.๐๕E-๐๘	๕E-๐๘	๑.๓๒E-๐๘	๘.๘๐E-๐๘	๑.๕๓E-๐๗	๔.๑E-๐๖
ชาดอกคำฝอย	๑.๔๖E-๐๗	๗E-๐๘	๒.๓๕E-๐๘	๒.๖๑E-๐๗	๕.๒๙E-๐๗	๒.๓E-๐๕
ชาชุมเห็ดเทศ	๗.๔๘E-๐๘	๓.๑๒E-๐๘	๑.๐๓E-๐๘	๑.๒๓E-๐๗	๒.๖๒E-๐๗	๕.๒๕E-๐๕
ชาชิง	๑.๐๗E-๐๗	๕.๓E-๐๘	๑.๕๐E-๐๘	๑.๕๖E-๐๗	๓.๕๓E-๐๗	๓.๓๔E-๐๕
ชากระเจี๊ยบ	๑.๒๖E-๐๗	๔.๒E-๐๘	๑.๕๒E-๐๘	๒.๑๑E-๐๗	๔.๕๕E-๐๗	๓.๖๙E-๐๕
ชาใบหม่อน	๒.๐๓E-๐๗	๑.๖๕E-๐๘	๔.๙๑E-๐๘	๓.๙๗E-๐๗	๗.๑๔E-๐๗	๗.๗E-๐๕

ตารางที่ ๘ เปรียบเทียบค่า (HQ) ที่ได้จากการประเมินแบบเชิงกำหนดและเชิงความน่าจะเป็น

ชนิดชา	HQ			
	DRA*		PRA*	
	CTE	RME	Mean	95 th percentile
ชาหญ้าหนวดแมว	๐.๐๐๐๒๘๗	๐.๐๐๓๑๙๕๙	๐.๐๐๐๓	๐.๐๐๑๒
ชารางจืด	๐.๐๐๐๓๘๐	๐.๐๐๑๐๘๕๗	๐.๐๐๐๓๖	๐.๐๐๑
ชามะขามแขก	๐.๐๐๐๐๘๑	๐.๐๐๐๕๔๕๑	๐.๐๐๐๐๙	๐.๐๐๐๓๔
ชาดอกคำฝอย	๐.๐๐๐๗๑๐	๐.๐๐๓๙๒๘๖	๐.๐๐๐๓๒	๐.๐๐๑๘
ชาชุมเห็ดเทศ	๐.๐๐๐๒๑๕	๐.๐๐๒๒๑๗๙	๐.๐๐๐๑๗	๐.๐๐๐๕๘
ชาชิง	๐.๐๐๐๒๒๒	๐.๐๐๐๖๙๐๕	๐.๐๐๐๒๔	๐.๐๐๐๗๘
ชากระเจียว	๐.๐๐๐๑๑๘	๐.๐๐๐๔๖๗	๐.๐๐๐๒๘	๐.๐๐๐๙๙
ชาใบหม่อน	๐.๐๐๐๕๘๒	๐.๐๐๒๘๙๗๑	๐.๐๐๐๔๕	๐.๐๐๑๖

*DRA = Deterministic risk assessment, PRA = Probabilistic risk assessment

ตารางที่ ๙ เปรียบเทียบค่า (CR) ที่ได้จากการประเมินแบบเชิงกำหนดและเชิงความน่าจะเป็น

ชนิดชา	CR			
	DRA		PRA	
	CTE	RME	Mean	95 th percentile
ชาหญ้าหนวดแมว	๑.๒๙E-๐๗	๑.๔๔E-๐๖	๑.๓๙E-๐๗	๕.๔๔E-๐๗
ชารางจืด	๑.๗๑E-๐๗	๔.๘๙E-๐๗	๑.๖๖E-๐๗	๔.๖๕E-๐๗
ชามะขามแขก	๓.๖๕E-๐๘	๒.๔๕E-๐๗	๔.๐๕E-๐๘	๑.๕๓E-๐๗
ชาดอกคำฝอย	๓.๑๙E-๐๗	๑.๗๗E-๐๖	๑.๔๖E-๐๗	๕.๒๙E-๐๗
ชาชุมเห็ดเทศ	๙.๖๘E-๐๘	๙.๙๘E-๐๗	๗.๔๘E-๐๘	๒.๖๒E-๐๗
ชาชิง	๑.๐๐E-๐๗	๓.๑๑E-๐๗	๑.๐๗E-๐๗	๓.๕๓E-๐๗
ชากระเจียว	๕.๓๑E-๐๘	๒.๑E-๐๗	๑.๒๖E-๐๗	๔.๔๕E-๐๗
ชาใบหม่อน	๒.๖๒E-๐๗	๑.๒๙E-๐๖	๒.๐๓E-๐๗	๗.๑๔E-๐๗

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบเชิงความน่าจะเป็นในการศึกษาครั้งนี้ได้ค่าความเสี่ยงจากการบริโภคชาทั้ง ๘ ชนิด ดังแสดงในตารางที่ ๖-๗

การประเมินแบบเชิงความน่าจะเป็นได้ใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ ๙๕ ตามข้อเสนอแนะของ USEPA (๑๙๙๗a) และแสดงรายละเอียดเปรียบเทียบการประเมินค่า HQ และ CR ไว้ในตารางที่ ๘-๙.

วิจารณ์

การสำรวจพฤติกรรมการบริโภคชาสมุนไพร

ในการกระจายแบบสัมภาษณ์ในส่วนภูมิภาคจากศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ได้รับแบบสัมภาษณ์กลับคืนเพียงร้อยละ ๔๙.๑๑ เนื่องจากโรงพยาบาลที่อยู่ในเขตพื้นที่รับผิดชอบของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นั้นไม่มีการผลิตชาสมุนไพร, บาง

แห่งไม่ได้รับแบบสอบถามคืนจากโรงพยาบาลในเขตพื้นที่รับผิดชอบ. สำหรับในส่วนกลางได้รับแบบสัมภาษณ์กลับคืนร้อยละ ๑๐๐ และกลุ่มผู้ที่ตอบแบบสัมภาษณ์ในส่วนกลางมีอายุในช่วง ๒๑-๓๐ ปี ซึ่งเป็นกลุ่มประชากรที่มีอายุน้อย แต่จากการประมวลข้อมูลทั้งส่วนกลางและส่วนภูมิภาคในภายหลังพบว่าผู้นิยมบริโภคชาสมุนไพรมีอายุระหว่าง ๔๑-๕๐ ปี. นอกจากนี้พบว่าผู้นิยมบริโภคชาชนิดอื่น ๆ นอกเหนือจากชา ๘ ชนิด ที่คัดเลือกมาศึกษาวิจัย เช่น ชาแปะก๊วย ชาเห็ดหลินจือ ชาหญ้าปักกิ่ง ปัญหาจากการตอบแบบสัมภาษณ์ไม่ครบถ้วน เช่น ไม่แจ้งน้ำหนักตัว, ไม่ระบุระยะเวลาบริโภคชาและปริมาณน้ำที่ใช้ชงชา ทำให้ไม่สามารถนำข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ฉบับนั้นมาใช้ได้. แบบสัมภาษณ์บางฉบับให้ข้อมูลการดื่มชาหลายชนิดโดยไม่ได้แจกแจงรายละเอียดของการบริโภคชาทุกชนิด และบางฉบับสัมภาษณ์ผู้ที่ไม่ดื่มชาหรือดื่มชาที่เป็นเครื่องดื่มมิใช่ชาสมุนไพรที่แจ้งสรรพคุณ เช่น ชาเย็น ชาเขียว ชาจีน. หลายรายดื่มชาสมุนไพรที่เป็นสูตรผสม เช่น ชาพิตเน่ ชาสลิ้มมิ่ง. ดังนั้นเจ้าหน้าที่ผู้สำรวจควรเข้าใจเนื้อหาของแบบสัมภาษณ์อย่างถูกต้อง และควรแยกชุดแบบสัมภาษณ์สำหรับชาสมุนไพรแต่ละชนิดเพื่อลดความสับสนของผู้ให้ข้อมูล.

จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าผู้บริโภคมีวิธีชงชาที่แตกต่างกันในแง่ของเวลาที่ใช้ในการแช่ชงชาและจำนวนครั้งของน้ำที่เติม เช่น แช่ชงชาในน้ำ ๑ แก้วเป็นเวลา ๓ นาทีแล้วทิ้งชงชาก่อนดื่ม หรือแช่ชงชาในน้ำ ๑ แก้วเป็นเวลา ๑ ชั่วโมงแล้วดื่มไปเรื่อย ๆ หรือแช่ชงชาทิ้งไว้โดยไม่ได้อาของชาออกแล้วเติมน้ำเมื่อดื่มหมด ดังนั้นผู้ผลิตควรแนะนำผู้บริโภคชาสมุนไพรในแง่ของระยะเวลาการแช่ชงชา และปริมาณน้ำที่ใช้ในการชงชา เนื่องจากการแช่ชงชานานเกินไปอาจทำให้ผู้บริโภคเสี่ยงต่อการได้รับโลหะหนักเช่น สารหนู ที่ปนเปื้อนในชาสมุนไพร นอกจากนี้ยังทำให้กลิ่น รส ของชาสมุนไพรเปลี่ยนไปได้.

ปริมาณสารหนูรวมในชาสมุนไพรชนิดของ

วิธีการเตรียมสารละลายตัวอย่างในการหาปริมาณสารหนูรวมในผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรชนิดของได้จากการทดลองชงชาสมุนไพร ๑ ชง ด้วยน้ำร้อน ๑ แก้ว (ประมาณ ๒๐๐ มิลลิลิตร) แล้วตั้งทิ้งไว้ประมาณ ๒๐ นาที อุณหภูมิของน้ำชาจะลดลง

เหลือประมาณ ๕๐ ๑ ซ ซึ่งสอดคล้องกับวิธีชงชาที่แจ้งไว้บนฉลากผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่ การเลือกใช้เทคนิค Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrophotometry (GFAAS) ซึ่งสามารถวัดความเข้มข้นของสารหนูได้ต่ำสุด ๐.๐๐๕ ส่วนในล้านส่วน เนื่องจาก ผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรมีหลากหลายชนิดและไม่ทราบปริมาณสารหนูที่อาจปนเปื้อนอยู่ว่ามีปริมาณมากหรือน้อยเพียงใด.

การตรวจพบปริมาณสารหนูรวมสูงในชาสมุนไพรคาดว่าเกิดจากแหล่งปลูกที่อาจมีการปนเปื้อนจากแหล่งน้ำ ดิน สารเคมี ยาฆ่าแมลงและศัตรูพืช สภาพแวดล้อม การเก็บเกี่ยว. ดังนั้นผู้ผลิตควรคำนึงถึงหลักเกณฑ์ที่ดีในการปลูกและเก็บเกี่ยว (Good Agricultural Practice). การเก็บรักษาและการทำให้แห้งควรอยู่ในสถานที่ที่ถูกสุขอนามัย ปราศจากฝุ่นละออง และเชื้อโรค.

การประเมินความเสี่ยงสารหนูในการบริโภคชาสมุนไพรชนิดของ

ผลการประเมินแบบเชิงความน่าจะเป็นที่ได้จาก USEPA (๑๙๙๗) แนะนำให้ใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ ๙๕ ในการอธิบายผลในการประเมินความเสี่ยงกับประชากรโดยทั่วไป และกำหนดระดับที่ยอมรับได้ในช่วง ๑๐^{-๔} ถึง ๑๐^{-๖}. จากการเปรียบเทียบการประเมินค่า HQ และ CR พบว่า ค่า HQ ที่ประเมินทั้งแบบเชิงกำหนด และแบบเชิงความน่าจะเป็นอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้. ส่วนค่า CR ที่ประเมินแบบเชิงกำหนดนั้นส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ยกเว้นในการประเมินโดยใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ ๙๕ (Reasonable maximum estimate) พบว่าค่าความเสี่ยงที่คำนวณได้ในชาดอกคำฝอย คือ ๑.๗๗ × ๑๐^{-๖} และในชาใบหม่อน คือ ๑.๒๙ × ๑๐^{-๖} ซึ่งใกล้เคียงกับค่าที่ยอมรับได้มาก ซึ่งเกิดจากการใช้ค่าตัวแปรน้ำหนักตัวที่สูง (๘๐ กิโลกรัม) ในสมการเป็นตัวหารและความเข้มข้นที่สูงในชาทั้ง ๒ ชนิด. แต่เมื่อประเมินโดยใช้ค่าการกระจายของความน่าจะเป็นด้วย Monte Carlo analysis พบว่าชาทั้ง ๘ ชนิดอาจทำให้เกิดมะเร็งได้ตั้งแต่ ๑ ถึง ๘ คนใน ๑๐,๐๐๐,๐๐๐ คน ซึ่งค่าที่ยอมรับได้ตั้งไว้เพียงเพิ่มขึ้น ๑ ใน ๑,๐๐๐,๐๐๐ คน. ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการประเมินความเสี่ยงในเชิงความน่าจะเป็นควบคู่ไปกับการประเมินความเสี่ยงในเชิงกำหนดจะช่วยวิเคราะห์ความไม่แน่นอนของตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อค่าความ

เสี่ยงที่เกิดขึ้นได้ .

สรุป

การประเมินความเสี่ยงสารพิษของการบริโภคชาสมุนไพรชนิดของ ๘ ชนิด คือ ชากระเจียบ ชาชิง ชาดอกคำฝอย ชาชุมเห็ดเทศ ชาใบหม่อน ชามะขามแขก ชารางจืด และชาหญ้าหนวดแมว พบว่าเมื่อประเมินความเสี่ยงทั้งแบบเชิงกำหนดและแบบเชิงความน่าจะเป็น ค่าความเสี่ยงของสารที่ไม่ก่อให้เกิดมะเร็ง (Hazardquotient) และค่าความเสี่ยงของสารที่ก่อให้เกิดมะเร็ง (cancer risk) อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ส่วนค่าความเสี่ยงของสารที่ก่อให้เกิดมะเร็ง โดยใช้ค่าการกระจายของความน่าจะเป็น (Probabilistic risk assessment) โดย Monte Carlo analysis ด้วยโปรแกรม @RISK 4.5.5 พบว่าชาทั้ง ๘ ชนิด อาจทำให้เกิดมะเร็งได้ตั้งแต่ ๑ ถึง ๘ คนใน ๑๐,๐๐๐,๐๐๐ คน ซึ่งต่ำกว่าค่าที่ยอมรับได้ที่ตั้งไว้คือ ๑ ใน ๑,๐๐๐,๐๐๐ คน จึงสรุปได้ว่าการบริโภคชาสมุนไพรชนิดของทั้ง ๘ ชนิดในการศึกษานี้ไม่มีความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งจากการได้รับสารพิษ.

กิตติกรรมประกาศ

เภสัชกรหญิงยุพดี พยัคฆพันธ์, เภสัชกรหญิงดวงพร อภิกันตพันธ์ และเภสัชกรหญิงโรจนา โกวิทวัฒนพงศ์ ได้กรุณาให้คำปรึกษา.

ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์เชียงใหม่, ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์พิษณุโลก, ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครสวรรค์, ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครราชสีมา, ศูนย์วิทยาศาสตร์

การแพทย์ขอนแก่น, ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ชลบุรี, ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์สมุทรสงคราม และศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์สงขลา ได้ช่วยกระจายและรวบรวมแบบสัมภาษณ์รวมทั้งจัดหาตัวอย่างการศึกษา.

เอกสารอ้างอิง

๑. Smet De PAGM, Keller K, Hänsel R, Chandler RF. Adverse effects of herbal drugs. New York: Springer- Verlag; 1992. p. 34-43.
๒. Arsenic Compounds. [cited 2008 February 4]. Available from: <http://www.epa.gov/safewater/arsenic/index.html>.
๓. Piampongsant T. Chronic environmental arsenic poisoning. Int J Dermatol 1999;38:401-10.
๔. Yuan C, Gao E, He B, Jiang G. Arsenic species and leaching characters in tea (Camellia sinensis). Food Chem Toxicol 2007;45:2381-9.
๕. Supplement to Thai Herbal Pharmacopoeia. 2nd Ed. Bangkok: Prachachon Co., Ltd; 2007. p. 5.
๖. USEPA. Risk characterization handbook. Science Policy Council. US Environmental Protection Agency. USEPA 100-B-00-002. Washington, DC. , USA; 2000.
๗. USEPA. Exposure Factors Handbook. US Environmental Protection Agency. USEPA/600/8-89/043. Washington, D.C. USA; 1997a.
๘. Bodenseewerk Perkin-Elmer GmbH. The THGA graphite furnace: techniques and recommended conditions. Federal Republic of Germany: Ueberlingen; 1991.
๙. Munoz O, Velez D, Montoro R. Optimization of the solubilization, extraction and determination of inorganic arsenic [As(III)] [As(V)] in seafood products by acid digestion, solvent extraction and hydride generation atomic absorption spectrometry. Analyst 1999;124:601-7.
๑๐. USEPA. Guiding principles for Monte Carlo analysis. Office of Research and development, Risk Assessment Forum. USEPA/630/R-97/001. Washington, DC. USA; 1997b.
๑๑. Palisade Co. Guide to Using @RISK Risk Analysis and Simulation Add-In for Microsoft® ExcelVersion 4.5. Palisade Corporation, NY USA; 2005.

Abstract**Risk Assessment of Arsenic Consumed in Commercial Herbal Tea Sachets**

Nantana Sittichai*, Chitra Chaiyawat*, Sirichai Krabesri*, Sasiwimon Patasema*, Sarinee Lenapun*, Supanee Duangteraprecha*, Jiranuch Jamtaweekul*, Yaovalak Wattanapisit*, Sunee Sangkiew*, Piyawat Saipan**, Suthep Ruangwises†

*Bureau of Drugs and Narcotics, Department of Medical Sciences, Ministry of Public Health

†Department of Veterinary Public Health, Faculty of Veterinary Medicine, Chulalongkorn University

Nowadays, consumption of herbal tea has become very popular among Thai people since it is believed that drinking herbal tea is good for health. However, some herbal raw materials used in the manufacture of herbal tea may be contaminated with toxic elements such as arsenic. The main objective of the study was to determine the risk of arsenic contamination in eight kinds of herbal tea sachets, namely, rosella tea, *Cassia alata* tea, safflower tea, ginger tea, *Morus alba* tea, senna tea, *Thunbergia laurifolia* tea and *Orthosiphon aristatus* tea. The procedures of the study comprised both a survey of herbal tea consumption in Thai people and a quantitative determination of arsenic content in herbal tea sachets. A survey of herbal tea consumption in Thai people was carried out by using a questionnaire. The total arsenic and inorganic arsenic in the selected herbal tea sachets was quantitatively determined by using atomic absorption spectrophotometry. The risk assessment described in terms of hazard quotient (HQ) and cancer risk (CR) was calculated using both deterministic and probabilistic risk assessment. As a result, both HQ and CR values of risk assessment for arsenic contamination in eight kinds of herbal tea sachets remained within acceptance criteria. For probabilistic risk assessment by @RISK® software, the cancer risk values were 1 to 8 in 10,000,000. Generally, the criteria of cancer risk value should not exceed 1 in 1,000,000. From this study, it can be concluded that the consumption of the eight herbal tea sachets does not put one at risk of developing cancer as a result of arsenic intake.

Key words: risk assessment of arsenic contamination, herbal tea sachets, herbal tea consumption, determination of arsenic content, atomic absorption spectrophotometry