

การศึกษาปริมาณเถ้า เถ้าที่ไม่ละลายในกรด และไซยาไนด์ตกค้างในพืชบริเวณใกล้เหมืองแร่ทองคำ

The Study of Total Ash, Acid-insoluble Ash and Cyanide Contaminants in Plants Nearby Gold Mine

ลักขณา เจริญใจ^{1*,2} ฟามีรา มะดากะ^{1,2} ปฐมาภรณ์ ปฐมภาค^{1,2} และ วรวรรณ สายงาม^{1,2}

Laksana Charoenchai^{1*,2} Fameera Madaka^{1,2} Pathamaporn Pathompak^{1,2} and Worawan Saingam^{1,2}

^{1*,1} อาจารย์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ตำบลหลักหก อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี 12000

²นักวิจัย ศูนย์ความร่วมมือทางวิชาการ ไทย-จีน คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ตำบลหลักหก อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี 12000

^{1*,1} Faculty of Pharmacy, Rangsit University, Lkhok, Muang Pathum Thani, 12000.

²Sino-Thai Traditional Medicine Research Center, cooperation between Rangsit University, Harbin Institute of Technology and Heilongjiang University of Chinese Medicine, Rangsit University, Lkhok, Muang Pathum Thani, 12000.

*Corresponding author, E mail: laksana.c@rsu.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาปริมาณเถ้ารวม เถ้าที่ไม่ละลายในกรดและไซยาไนด์ตกค้างในพืชบริเวณใกล้เหมืองแร่ทองคำ เป็นการวิจัยเชิงสำรวจเพื่อสำรวจด้านสิ่งแวดล้อม มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปริมาณเถ้ารวม ปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรด และปริมาณไซยาไนด์รวม ในตัวอย่างพืชจากอำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก และอำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ ตัวอย่างพืชในการศึกษานี้มีจำนวน 82 ตัวอย่าง แบ่งตามส่วนที่ใช้เป็น 4 กลุ่ม คือ ใบ ลำต้น ผล เหง้าและราก จำนวน 30, 21, 22 และ 9 ตัวอย่างตามลำดับ วิธีการหาปริมาณเถ้ารวมและปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรดอ้างอิงจากเภสัชตำรับประเทศไทยและข้อกำหนดในการควบคุมคุณภาพพืชสมุนไพรขององค์การอนามัยโลก วิเคราะห์ปริมาณไซยาไนด์รวมใช้หลักการกลั่นในสารละลายกรดเพื่อให้เกิดก๊าซไฮโดรเจนไซยาไนด์ และเก็บสารประกอบในสารละลายค้างเข้มข้นมาวัดค่าการดูดกลืนแสง ผลการศึกษาพบปริมาณเถ้ารวมสูงสุดในพืชส่วนลำต้นทุกตัวอย่าง รองลงมาคือส่วนเหง้าและราก อยู่ในช่วงร้อยละ 8.52-27.89 และ 3.04-16.61 โดยน้ำหนักตามลำดับ และมีปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรดมากกว่าร้อยละ 1 โดยน้ำหนักจำนวน 16 ตัวอย่าง (ร้อยละ 76.19) และจำนวน 6 ตัวอย่าง (ร้อยละ 66.67) ตามลำดับ ตัวอย่างพืชที่ไม่มีการสร้างสารประกอบไซยาโนเจนิกไกลโคไซด์โดยธรรมชาติ แต่ตรวจพบปริมาณไซยาไนด์ค่อนข้างสูง คือ กะทกรก กระจ่าง หูปากควาย ผักบุ้ง บอน และต้นข้าว โดยมีค่า 0.91-17.71 มก./กก.

คำสำคัญ: เถ้า เถ้าที่ไม่ละลายในกรด ไซยาไนด์รวม

Abstract

The study of total ash, acid-insoluble ash and cyanide contaminants in plants nearby gold mine was a survey research for environmental surveillance. The objectives of this study were to determine the total ash, acid-insoluble ash and total cyanide contents in plant samples from Tubkhal District, Pichit Province, Nern-Ma-Praang District, Phitsanulok Province and Wang-Pong District, Phetchabun Province. A total number of 82 plant samples were collected and categorized into 4 subgroups: leaves, stems and whole plants, fruits and rhizomes, and roots (30, 21, 22 and 9 samples, respectively). The total ash, acid-insoluble ash were determined according to the methods described in the *Thai Herbal Pharmacopoeia* and quality control methods for herb materials of World Health Organization (WHO). Total cyanide was determined using distillation in acid and trapping hydrogen cyanide gas in concentrated basic solution. Then the absorbance of the solutions was measured. The results found that the highest total ash contents were in all stems and whole plants, and secondly in rhizomes and roots. The total ash contents were in the range of 8.52-27.89 and 3.04-16.61 %w/w. The acid-insoluble ash was found more than 1.0 %w/w in 16 of stem parts (76.19%) and 6 of rhizome and roots (66.67%), respectively. Plant samples that did not naturally synthesize cyanogenic glycosides showed relatively high total cyanide contents which were scarletfruit passionflower, kaempfer, crowfoot grass, swamp morning glory, caladium and rice. The total cyanide contents were in the range of 0.91-17.71 mg/kg.

Keywords: ash, acid-insoluble ash, total cyanide

1. บทนำ

ประเทศไทยได้มีการพัฒนาแหล่งแร่ทองคำมาอย่างต่อเนื่อง สายแร่ทองคำมีกระจายอยู่ในหลายพื้นที่ของประเทศไทย เช่น เลย เพชรบูรณ์ พิจิตร ปราจีนบุรี แม้ว่าอุตสาหกรรมเหมืองแร่ทองคำจะสร้างรายได้ให้กับประชาชนในพื้นที่และมีมูลค่าทางเศรษฐกิจมหาศาลในระดับประเทศ แต่ของเสียจากอุตสาหกรรมเหมืองแร่ทองคำโดยเฉพาะไซยาไนด์และสารมลพิษกลุ่มโลหะหนักมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอันได้แก่ ดิน น้ำ พืช สัตว์ อากาศในพื้นที่ใกล้เคียงเหมืองแร่ และส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ (ปริยา จารูวาระกูล, 2550)

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจเพื่อตรวจสอบปริมาณเถ้ารวม เถ้าที่ไม่ละลายในกรดและ

ไซยาไนด์รวมทั้งอาจตกค้างในพืชบริเวณใกล้เคียงเหมืองแร่ทองคำ เพื่อประเมินความเสี่ยงและกำหนดมาตรการป้องกันเพื่อลดผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนในพื้นที่ นอกจากนี้บริเวณพื้นที่ในการศึกษาส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม การศึกษาเบื้องต้นนี้จึงเลือกศึกษาในพืชที่เป็นอาหารของประชาชนเป็นหลักและพืชอื่นที่อยู่ใกล้เคียงเหมืองแร่และบ่อทิ้งกากแร่

ไซยาไนด์ที่อาจตกค้างในพืชมาจากสารประกอบไซยาไนด์ที่ใช้ในกระบวนการแต่งแร่ หากตรวจพบในพืชอาจเกิดจากการรั่วซึมจากเหมืองสู่สิ่งแวดล้อม เนื่องจากของเสียไซยาไนด์นี้ควรจะถูกกักเก็บและบำบัดในกระบวนการทำเหมืองแร่ ส่วนปริมาณเถ้ารวมและเถ้าที่ไม่ละลายในกรดเป็นข้อกำหนดหนึ่งในการตรวจสอบวัตถุที่เป็นพืชสมุนไพร ซึ่งปริมาณ

เถ้ารวมแสดงถึงปริมาณสารอนินทรีย์ เช่น calcium oxalate เถ้าที่ไม่ละลายในกรด แสดงถึงการปนเปื้อนของสารอนินทรีย์ เช่น จากดิน ทราย ผลการศึกษาจะเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการประเมินการปนเปื้อนจากสารอนินทรีย์

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อตรวจสอบปริมาณเถ้ารวมและปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรดในตัวอย่างพืช

2.2 เพื่อวิเคราะห์ปริมาณไซยาไนด์รวมในตัวอย่างพืช

3. อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่เก็บตัวอย่างพืชในการศึกษานี้ คือ ตำบลเขาเจ็ดยอด อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร บริเวณหมู่ 3 และหมู่ 9 ที่อยู่ด้านทิศเหนือของเหมือง และหมู่ 4 หมู่ 6 หมู่ 8 ที่อยู่ด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ และตะวันตกเฉียงใต้ของเหมืองในระยะ 2-10 กิโลเมตร อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก และตำบลท้ายดง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างคือ เดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2557

ตัวอย่างพืชแบ่งตามส่วนของพืชที่ใช้ศึกษาดังนี้ ส่วนใบและกิ่งได้แก่ ขี้เหล็ก กระถิน ขอบ สะเดา กะเพรา โหระพา ถ่อน ลำไย น้อยหน่า และขนุน ส่วนทั้งต้น ได้แก่ ตำลึง ผักบุ้ง มะระจีนก ข้าว บัว บอน หญาปากควาย และกะทกรก ส่วนผลได้แก่ ปอบิด พริก ขอบ กระถิน กล้วย ส้มโอ น้ำเต้าต้น ฝรั่งขึ้นก พัก ข้าว มะละกอ เชอร์รี่ไทย มะขม มะนาว ข้าวสาร ข้าวโพด และรวงข้าว ส่วนเหง้าและราก ได้แก่ ตะไคร้ ข่า หน่อไม้ กระชาย มันห่านาติ และมันสำปะหลัง ตัวอย่างพืชเปรียบเทียบกับพืชบางชนิดซื้อจากร้าน เช่น ปอบิด จากไทรโยค และด่านเจดีย์สามองค์ จังหวัด

กาญจนบุรี หรือเก็บในพื้นที่จังหวัดแพร่ ตรัง ปทุมธานี และกรุงเทพมหานคร

ตัวอย่างพืชที่เก็บนำมาล้างทำความสะอาดอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 °ซ บด ชั่งน้ำหนัก และนำไปวิเคราะห์ปริมาณเถ้ารวม ปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรด และปริมาณไซยาไนด์รวม

3.1 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้ารวม

ชั่งน้ำหนักพืช 1 กรัม (n=3) ใส่ถ้วยเผา (ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 120 °ซ และมีน้ำหนักคงที่) เเผาบนเตาให้ความร้อนจนดำและไม่มีควัน แล้วเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 500 °ซ เป็นเวลา 5 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักเถ้ารวมที่ได้ คำนวณปริมาณเถ้ารวมเป็นร้อยละของน้ำหนักแห้งของพืชที่ชั่งเมื่อเริ่มต้น

3.2 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรด

ชั่งน้ำหนักเถ้ารวมและถ้วยเผา ก่อนนำมาต้มกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 10%w/v ปริมาณ 25 มล. เป็นเวลา 5 นาที (n=3) กรองผ่านกระดาษกรองไร้เถ้า แล้วล้างเถ้าด้วยน้ำร้อนจนกระดาษลิตมัสเป็นกลาง นำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 110 °ซ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 500 °ซ เป็นเวลา 5 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักเถ้าที่ได้ คำนวณปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรดเป็นร้อยละของน้ำหนักแห้งของพืชที่ชั่งเมื่อเริ่มต้น (WHO, 2007; Thai Herbal Pharmacopoeia, 2009)

3.3 การวิเคราะห์ปริมาณไซยาไนด์รวม

ชั่งตัวอย่างพืช 15-20 กรัม (n=2) ใส่ขวดกลั่นกลมขนาด 500 มล. เติมน้ำกลั่น 200 มล. เติมกรดซัลฟามิก 2 กรัม แล้วเติมน้ำกลั่นฟริกความเข้มข้น 50%v/v ปริมาตร 20 มล. เติมน้ำกลั่นกลั่นเชื่อมคลอไรด์

ความเข้มข้น 1.47 โมลาร์ ปริมาณ 25 มล. ปิดขวดทันที แล้วเปิดก๊าซไนโตรเจนให้มีฟองสม่ำเสมอ ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 °C เป็นเวลา 90 นาที คัดก๊าซไฮโดรเจนไซยาไนด์ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 N ปริมาณ 10 มล. จากนั้นนำสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ได้ปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออนให้ครบ 100 มล. (ปารมี เพ็งปรีชา และคณะ, 2552) วิเคราะห์ปริมาณไซยาไนด์ในตัวอย่างโดยใช้สารละลาย ninhydrin (จันราทิพย์ คล้ายพรหม และคณะ, 2012; Ma, & Dasgupta, 2010)

เตรียมสารละลายโพตัสซียมไซยาไนด์ ความเข้มข้น 500 มก./ลิตร และเจือจางเป็นความเข้มข้น 100 มก./ลิตร ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 N เพื่อเตรียมเป็นสารละลายมาตรฐานความเข้มข้น 0.05, 0.1, 0.3, 0.5, 1.0, 2.0 มก./ลิตร (n=2)

นำสารละลายโพตัสซียมไซยาไนด์ 0.05-2.0 มก./ลิตรที่เตรียมและสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์จากการกลั่นตัวอย่างพืชปริมาณ 50 µl ใส่ใน 96-well plate (n=4) แล้วเติมสารละลาย ninhydrin ความเข้มข้น 0.08 mol/L สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ความเข้มข้น 0.8 mol/L ปริมาณอย่างละ 50 µl จะได้สารละลายสีน้ำตาล สีแดง ทิ้งไว้ 30 นาที จากนั้นเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 2 mol/L ปริมาตร 50 µl จะได้สารละลายสีน้ำเงิน นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตรด้วยเครื่อง Microplate reader (Biorad[®]) ปริมาณไซยาไนด์ (มก./กก.) คำนวณจากสูตร

$$\frac{\text{ปริมาณไซยาไนด์ที่วิเคราะห์ได้ (mgCN/L)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างพืช (กรัม)}}$$

4. ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์

ตัวอย่างพืชในการศึกษานี้ แบ่งเป็น 4 กลุ่มตามส่วนของพืชที่นำมาศึกษา ส่วนใบจำนวน 30 ตัวอย่าง ลำต้นและทั้งต้นจำนวน 21 ตัวอย่าง ผลจำนวน 22 ตัวอย่าง เหง้าและรากจำนวน 9 ตัวอย่าง ผลการตรวจสอบปริมาณเถ้ารวม เถ้าที่ไม่ละลายในกรด แสดงเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละโดยน้ำหนัก (ตารางที่ 1) ข้อกำหนดที่อ้างอิงจากเกสรตัวรับกำหนดค่าปริมาณเถ้ารวมไว้แตกต่างกันขึ้นกับชนิดและส่วนของพืช เช่น ส่วนใบไม่เกินร้อยละ 6 โดยน้ำหนัก ส่วนผลไม่ควรเกินช่วงร้อยละ 2 ถึง 12 โดยน้ำหนัก และส่วนลำต้นและเหง้าไม่ควรเกินช่วงร้อยละ 7 ถึง 9 โดยน้ำหนัก สำหรับข้อกำหนดของปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรดโดยทั่วไปค่านี้น้อยกว่าร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก ผลการตรวจสอบพบว่าพืชส่วนใบ ลำต้น ผล เหง้าและราก มีปริมาณเถ้ารวมอยู่ในช่วงร้อยละ 4.96-14.34, 8.52-27.89, 1.40-8.58 และ 3.04-16.61 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ โดยพืชส่วนใบมีจำนวน 26 ตัวอย่างที่มีปริมาณเถ้ารวมมากกว่าร้อยละ 6 โดยน้ำหนัก ส่วนลำต้นทุกตัวอย่างมีปริมาณเถ้ารวมมากกว่าร้อยละ 7 โดยน้ำหนัก ส่วนผลยังมีค่าที่อยู่ในเกณฑ์แม้ว่าพืชบางชนิดอาจจะมีค่าค่อนข้างสูง ส่วนเหง้าและรากมีจำนวน 3 ตัวอย่างที่มีค่ามากกว่าร้อยละ 7 โดยน้ำหนัก และ 5 ตัวอย่างที่มีค่ามากกว่าร้อยละ 9 โดยน้ำหนัก

ผลการตรวจสอบปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรดพบว่าพืชส่วนใบ ลำต้น ผล เหง้าและราก มีปริมาณอยู่ในช่วงร้อยละ 0.02-2.83, 0.06-16.63, 0.03-6.30, 0.08-5.77 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ โดยพืชส่วนใบมีจำนวน 3 ตัวอย่าง ส่วนลำต้นจำนวน 16 ตัวอย่าง ส่วนผลจำนวน 2 ตัวอย่าง และส่วนเหง้าและราก จำนวน 6 ตัวอย่าง ตามลำดับ ที่มีปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรดมากกว่าร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก

ผลการตรวจสอบปริมาณไซยาไนด์รวมในพืช พบว่า พืชส่วนใหญ่ ลำต้น ผล เหง้าและราก มีปริมาณอยู่ในช่วง 0.20-0.63, 0.20-17.33, 0.09-0.77 และ 0.26-8.63 มก./กก. ตามลำดับ (ตารางที่ 2) แต่พืชบางชนิดที่มีไซยาไนด์อยู่แล้วในธรรมชาติในรูป cyanogenic glycosides เช่น มันสำปะหลัง มันห้านาติ และหน่อไม้ พบปริมาณไซยาไนด์ในช่วง 18.21-23.82 มก./กก. ซึ่งไม่ได้มีการกำหนดเกณฑ์ในพืช ตัวอย่างที่พบปริมาณสูงเป็นพืชไม้เถาที่มีการทอดยอดและแช่ในบริเวณน้ำขัง เช่น ผักบุ้ง มะระขี้นก และกะทกรก

สำหรับพืชตัวอย่างเปรียบเทียบในการศึกษานี้มี 6 ชนิด คือ ปอปัด ขี้เหล็ก กระถิน ขอ ตำลึง และพริก ดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่าพืชส่วนใหญ่ ลำต้น และผล มีปริมาณเถ้ารวมอยู่ในช่วงร้อยละ 6.29-12.40, 13.88-22.63 และ 5.29-8.92 โดยน้ำหนักตามลำดับ ปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรดอยู่ในช่วงร้อยละ 0.01-0.18, 0.38-1.85 และ 0.03-0.23 โดยน้ำหนักตามลำดับ และปริมาณไซยาไนด์อยู่ในช่วง 0.30-0.71, 0.36-0.79 และ 0.44-0.65 มก./กก. ตามลำดับ

5. การอภิปรายผล

ผลการตรวจสอบปริมาณเถ้ารวมพบว่า พืชส่วนใหญ่ลำต้นและทั้งต้นส่วนใหญ่มีปริมาณเถ้ารวมสูงกว่าเกณฑ์ รองลงมาคือพืชส่วนเหง้าและราก ส่วนใบ และส่วนผลตามลำดับ ส่วนปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรดพบว่ามีผลเช่นเดียวกันทั้งในด้านจำนวนตัวอย่างที่พบค่ามากกว่าเกณฑ์และค่าปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรดที่ค่อนข้างสูงมาก ซึ่งค่าที่สูงนี้อาจเนื่องมาจากการใช้ปุ๋ยเคมีหรือการสะสมของสารอนินทรีย์ที่ตกค้างในดิน และน้ำบริเวณที่พืชนั้นเจริญอยู่ สำหรับพืชชนิดอื่นที่ไม่ควรพบปริมาณเถ้าสูงเช่นพืชส่วนใบ และส่วนผล การพบค่าสูงในการศึกษานี้จึงเป็นข้อสังเกตของภาวะ

คุกคามต่อสิ่งแวดล้อมที่กำลังเกิดขึ้น มีรายงานการวิจัยการศึกษาธาตุปริมาณน้อยในถ่านหินซึ่งรายงานผลความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเถ้ากับธาตุบางชนิด เช่น แคลเซียม ตะกั่ว แมงกานีส (ฐปณี อุ่นอารีย์กุล, 2543) ผู้วิจัยจึงมีสมมติฐานว่าปริมาณเถ้ารวมและเถ้าที่ไม่ละลายในกรดในพืชอาจมีความสัมพันธ์กับปริมาณโลหะหนักในพืช แต่ในการศึกษานี้มีผลการวิเคราะห์โลหะหนักไม่ครบจึงยังไม่ได้รายงานไว้ในครั้งนี้

นอกจากนี้ผลการศึกษาในตัวอย่างพืชเปรียบเทียบ พบว่า มีค่าเฉลี่ยปริมาณเถ้ารวมและเถ้าที่ไม่ละลายในกรดไม่แตกต่างจากตัวอย่างพืชบริเวณใกล้เหมืองแร่ทองคำ แม้ว่าโดยส่วนใหญ่จะมีปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรดน้อยกว่า มีเพียงหนึ่งตัวอย่างที่มีค่ามากกว่าร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก เนื่องจากพืชตัวอย่างนั้นปลูกริมถนนอาจได้รับผลกระทบจากฝุ่น คาร์บอน และไอเสียจากรถยนต์ ค่าเฉลี่ยปริมาณไซยาไนด์ในตัวอย่างพืชเปรียบเทียบไม่แตกต่างจากตัวอย่างพืชบริเวณใกล้เหมืองแร่ทองคำเช่นเดียวกัน

ความเป็นพิษของไซยาไนด์ต่อมนุษย์นั้นอยู่ในรูปก๊าซไฮโดรเจนไซยาไนด์ การเกิดพิษเฉียบพลันมีผลทำให้ร่างกายไม่สามารถใช้ออกซิเจนได้ การหายใจหยุดชะงักและเสียชีวิต ความเข้มข้นของก๊าซไฮโดรเจนไซยาไนด์ตั้งแต่ 110-270 ppm ทำให้เสียชีวิตภายในระยะเวลา 10-60 นาที ส่วนพิษเรื้อรังเกิดจากการได้รับในปริมาณน้อยเป็นเวลานานทำให้มีอาการปวดศีรษะ กล้ามเนื้ออ่อนแรง อาเจียน ตาพร่า หายใจติดขัด เป็นต้น ซึ่งระดับความเข้มข้นในเลือดที่อาจทำให้เกิดอาการเหล่านี้ได้มีค่ามากกว่า 0.05 ppm การแก้ไขพิษเบื้องต้นทำได้โดยการให้สารละลาย amyl nitrite และรับประทานสาร sodium thiosulfate (จุฑารัตน์ อาชวรัตน์ถาวร, 2547)

แม้ว่าปริมาณไซยาไนด์รวมที่ตรวจพบในพืชมีค่าน้อยแต่การได้รับในปริมาณน้อยและสะสมเป็นเวลานานอาจทำให้เกิดพิษได้ จึงควรแนะนำให้ประชาชนหลีกเลี่ยงการบริโภคพืชอาหารนั้น ข้อจำกัดในการวิเคราะห์ปริมาณไซยาไนด์ในการศึกษาครั้งนี้คือตัวอย่างพืชที่เก็บในพื้นที่เป็นพืชสด และใช้ระยะเวลาในการขนส่งมาที่ห้องปฏิบัติการซึ่งมีโอกาสเน่าเสียง่ายจึงจำเป็นต้องมีการเตรียมตัวอย่างโดยอบแห้ง ทำให้มีการสลายไซยาไนด์บางส่วน รวมถึงเทคนิคการกลั่นและเก็บสารประกอบไซยาไนด์อาจทำให้ได้สารปริมาณลดลง วิธีการทดสอบนี้มีค่าขีดจำกัดในการตรวจสอบ (limit of detection) ที่ความเข้มข้น 0.2 mg CN/L นอกจากนี้สารไซยาไนด์ สามารถสลายได้โดยธรรมชาติขึ้นกับอุณหภูมิ และสภาพความเป็นกรดต่าง

พืชบางชนิดที่มีการสร้างสารประกอบ cyanogenic glycosides เช่น มันสำปะหลัง (*Manihot esculenta* (L.) Crantz) มันห้านาที (*Manihot esculenta* (L.) Crantz) และหน่อไม้ ซึ่งตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ได้จากไผ่ตง (*Dendrocalamus asper* (Schultes f.) Backer ex Heyne) มันห้านาทีและมันสำปะหลังมีชื่อพฤกษศาสตร์ชื่อเดียวกัน มันห้านาทีเป็นชื่อท้องถิ่น สารประกอบ cyanogenic glycosides ในมันสำปะหลังเป็นสาร Linamarin และในไผ่คือสาร Taxiphyllin (Food Standards Australia New Zealand, 2004) ซึ่งสารประกอบ cyanogenic glycosides ในพืชจะถูกย่อยด้วยเอนไซม์ beta glycosidase ได้เป็นน้ำตาลสารประกอบ cyanohydrin ซึ่งจะสลายต่อไปเป็นก๊าซไฮโดรเจนไซยาไนด์ที่เป็นพิษ และสารประกอบ อัลดีไฮด์หรือลิโดน โดยเฉพาะเมื่อรับประทานดิบ ผลการวิเคราะห์ในพืชเหล่านี้จึงพบปริมาณไซยาไนด์ที่สูงกว่าพืชชนิดอื่น ในการศึกษาครั้งนี้พืชดังกล่าวเป็นตัวอย่าง

ควบคุมเชิงบวก (positive control) ของวิธีวิเคราะห์ปริมาณไซยาไนด์ ในรายงานของ Food Standards Australia New Zealand 2004 ระบุปริมาณไซยาไนด์ในมันสำปะหลังอยู่ในช่วง 15-40 มก./กก. อีกรายงานเป็นผลการวิเคราะห์มันสำปะหลังจากชลบุรีพบปริมาณไซยาไนด์ 51.8 มก./กก. พบในช่วง 3.05-341.2 มก./กก. ในไผ่ตงจากจังหวัดน่าน สระแก้ว และปราจีนบุรี อยู่ในช่วง 3.05-341.2 มก./กก. (ปารมี เฝ้าปริชา และคณะ, 2552) แต่ผลการวิเคราะห์ในครั้งนี้มีค่าน้อยกว่าที่มีรายงานไว้ อาจเนื่องจากสาเหตุหลายประการ ได้แก่ ข้อจำกัดของการเตรียมตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์ดังได้กล่าวไปแล้ว อายุของพืช ส่วนที่นำมาศึกษา เช่น หน่อ หรือ หน่อส่วนยอด ส่วนกลาง ส่วนโคนหรือเปลือก รวมถึงพื้นที่ที่เก็บตัวอย่างด้วย

พืชอื่นที่มีรายงานผลการศึกษามีปริมาณไซยาไนด์ เช่น กระชายดำ ลูกยอ และหญ้าปากควาย ซึ่งในรายงานตรวจไม่พบไซยาไนด์ในพืชเหล่านี้ (ปารมี เฝ้าปริชา และคณะ, 2552) แต่ในการศึกษาครั้งนี้พบปริมาณไซยาไนด์ จึงเป็นข้อสังเกตที่ประชาชนในพื้นที่ควรเฝ้าระวังผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต

6. บทสรุป

ผลการศึกษามีปริมาณต่ำ แต่ที่ไม่ละลายในกรด และไซยาไนด์รวมในพืชบริเวณใกล้เคียงเมืองแร่ทองคำ กรณศึกษาที่อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตรนี้พบว่า จากจำนวนพืชที่ศึกษา 82 ตัวอย่าง มีจำนวน 55 ตัวอย่าง (ร้อยละ 67.07) และ 27 ตัวอย่าง (ร้อยละ 32.93) ที่มีปริมาณต่ำรวมและต่ำที่ไม่ละลายในกรดมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ส่วนปริมาณไซยาไนด์ในพืชกลุ่มที่ไม่มีการสร้างสารประกอบ cyanogenic glycosides ในธรรมชาตินั้น พบปริมาณค่อนข้างสูงในพืชบางชนิด คือ กะทกรก กระชาย หญ้าปากควาย

ผักบุ้ง มะระจีนก บอน และต้นข้าวบางตัวอย่าง จึงควรมีการเฝ้าระวังโดยเฉพาะพืชอาหาร

7. ข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาจำเป็นต้องมีการเปรียบเทียบกับตัวอย่างพืชชนิดเดียวกันเพิ่มเติมที่ปลูกในพื้นที่อื่นที่ห่างจากเหมืองแร่ทองคำ รวมถึงผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักบางชนิดในพืช

8. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณประชาชนในพื้นที่ ต. เขาเจ็ดลูกที่ให้ความอนุเคราะห์ตัวอย่าง คณะทำงานกลุ่มย่อยเพื่อแก้ไขปัญหาจากการดำเนินกิจการเหมืองแร่ทองคำจังหวัดพิจิตร ซึ่งประกอบด้วย ตัวแทนของประชาชน ข้าราชการในพื้นที่ ตัวแทนจากผู้ประกอบการเหมืองแร่ทองคำจังหวัดพิจิตร ทหาร และนักวิชาการจากมหาวิทยาลัยรังสิต เกษตรศาสตร์ และศิลปการ

9. เอกสารอ้างอิง

จันราทิพย์ คล้ายพรหม เสาวลักษณ์ ศรีอุบล รมฤทธิ์นา โควงศ์ และรมย์ธีรา เชื้อโชติ. (2012). การวิเคราะห์หาปริมาณไซยาไนด์อิสระในตัวอย่างไวน์ด้วยเทคนิคสเปกโตรโฟโตเมทรี. Proceeding of NESTC. 55-62.

จุฑารัตน์ อาชวรัตน์ถาวร. (2546). รายงานวิชาการฉบับที่ สอพ. 4/2547 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไซยาไนด์. สำนักอุตสาหกรรมพื้นฐาน กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่. 1-53.

ฐปณี อุณารักษ์กุล. (2543). การศึกษาหาปริมาณน้อยในถ่านหินแหล่งแม่ทะ แหล่งแม่ละเมาและแหล่งกันตัง. กองวิเคราะห์ กรมทรัพยากรธรณี. 1-36.

ปารมี เพ็งปรีชา พิลาวรรณ ห้อยแก้ว วิมลวรรณ ชอบเสร็จ วิรัตน์ มีสุข ทิพชา จุลหวิ พอร์จูน และลักขมิ ปลั่งแสงมาศ. (2552). รายงานการวิจัยการตรวจปริมาณไซยาไนด์ในพืชสมุนไพรและการใช้พืชที่มีไซยาไนด์เป็นสารกำจัดแมลง. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 1-71.

ปรีชา จารูวาระกุล. (2550). รายงานวิชาการฉบับที่ สอพ. 3/2550 ไซยาไนด์กับอุตสาหกรรมเหมืองแร่ทองคำ. สำนักอุตสาหกรรมพื้นฐาน กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่. 1-53.

Department of Medical Sciences, Ministry of Public Health. (2009). Thai Herbal Pharmacopoeia. Vol. III General Notice. 5. Office of National Buddhism Press. Bangkok, Thailand.

Food Standards Australia New Zealand. (2004). Cyanogenic glycosides in Cassava and bamboo shoots. A Human Health Risk Assessment. Technical Report Series No.28. 1-24.

Ma, J. & Dasgupta, P.K. (2010). Recent developments in cyanide detection: A review. Analytica Chimica Acta. 673: 117-125.

World Health Organization. (2007). Quality control methods for herbal materials. 1-173.

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยร้อยละโดยน้ำหนักของปริมาณเถ้ารวมและเถ้าที่ไม่ละลายในกรดในตัวอย่งพืช

ส่วนใบ			ลำต้น/ทั้งต้น			ส่วนผล			เหง้าราก/ลำต้นใต้ดิน		
ตัวอย่างพืช	เถ้ารวม*	เถ้าที่ไม่ละลายในกรด*	ตัวอย่างพืช	เถ้ารวม*	เถ้าที่ไม่ละลายในกรด*	ตัวอย่างพืช	เถ้ารวม*	เถ้าที่ไม่ละลายในกรด*	ตัวอย่างพืช	เถ้ารวม*	เถ้าที่ไม่ละลายในกรด*
ขี้เหล็ก 1	4.96 ± 0.06	0.10 ± 0.04	คำสึง 1	18.58 ± 0.20	1.49 ± 0.07	ปอติด 1	7.00 ± 0.08	0.17 ± 0.02	ตะไคร้ 1	7.96 ± 0.18	1.48 ± 0.01
ขี้เหล็ก 2	6.42 ± 0.07	0.07 ± 0.08	คำสึง 2	27.89 ± 0.15	2.96 ± 0.10	ปอติด 2	6.76 ± 0.04	0.15 ± 0.03	ตะไคร้ 2	8.98 ± 0.09	1.55 ± 0.04
ขี้เหล็ก 3	7.48 ± 0.05	0.09 ± 0.08	ผักบุ้ง 1	10.94 ± 0.34	0.15 ± 0.04	พริก 1	7.02 ± 0.08	0.03 ± 0.01	หน่อไม้ 1	10.24 ± 0.53	0.63 ± 0.04
ขี้เหล็ก 4	6.97 ± 0.04	0.02 ± 0.02	ผักบุ้ง 2	11.46 ± 0.09	0.06 ± 0.00	ขมิ้น 1	7.32 ± 0.24	0.03 ± 0.01	หน่อไม้ 2	10.05 ± 0.08	1.11 ± 0.03
ขี้เหล็ก 5	6.57 ± 0.04	0.05 ± 0.05	มะระขี้นก 1	13.96 ± 0.21	0.48 ± 0.03	กระถิน 1	5.30 ± 0.04	0.20 ± 0.04	กระชาย 1	10.61 ± 0.11	3.25 ± 0.07
ขี้เหล็ก 6	8.01 ± 0.06	0.15 ± 0.03	มะระขี้นก 2	14.76 ± 0.08	0.96 ± 0.03	กระถิน 4	5.32 ± 0.02	0.19 ± 0.02	กระชาย 2	16.61 ± 0.25	5.77 ± 0.20
กระถิน 1	9.71 ± 0.08	0.30 ± 0.01	ต้นข้าว 1	21.39 ± 0.68	13.29 ± 0.26	กระถิน 10	5.16 ± 0.02	0.27 ± 0.02	ข่า (เหง้า)	7.19 ± 0.03	3.20 ± 0.02
กระถิน 2	6.73 ± 0.10	0.23 ± 0.06	ต้นข้าว 2	21.33 ± 0.44	12.66 ± 0.34	กระถิน 11	5.69 ± 0.02	0.27 ± 0.02	มันห่านฟ้า	9.60 ± 0.83	0.35 ± 0.01
กระถิน 3	6.37 ± 0.12	0.23 ± 0.01	ต้นข้าว 3	26.75 ± 0.62	16.63 ± 0.70	กระถิน 12	5.72 ± 0.13	0.17 ± 0.01	มันสำปะหลัง	3.04 ± 0.04	0.08 ± 0.00
กระถิน 4	8.00 ± 0.06	0.21 ± 0.03	ต้นข้าว 4	13.73 ± 0.55	8.23 ± 0.47	ข้าวสาร	0.32 ± 0.03	0.05 ± 0.00			
กระถิน 5	6.54 ± 0.09	0.02 ± 0.01	ต้นข้าว 5	16.34 ± 0.30	11.99 ± 0.60	ข้าวโพด	1.40 ± 0.02	0.08 ± 0.01			
กระถิน 6	7.80 ± 0.05	0.22 ± 0.06	ต้นข้าว 6.1	19.59 ± 0.52	12.92 ± 0.30	รวงข้าว 1	6.39 ± 0.25	4.65 ± 0.19			
กระถิน 7	6.58 ± 0.06	0.19 ± 0.04	ต้นข้าว 6.2	19.29 ± 0.56	11.20 ± 0.44	รวงข้าว 2	8.09 ± 0.37	6.30 ± 0.24			
กระถิน 9	6.83 ± 0.02	0.12 ± 0.01	ต้นข้าว 7	18.96 ± 0.15	13.41 ± 0.52	กล้วยน้ำว้าดิบ	6.52 ± 0.29	0.31 ± 0.01			
กระถิน 10	5.69 ± 0.02	0.27 ± 0.02	ต้นข้าว 8	18.09 ± 0.26	9.75 ± 0.21	ส้มโอ	5.15 ± 0.17	0.08 ± 0.02			
กระถิน 11	8.67 ± 0.03	0.47 ± 0.04	บัว	13.42 ± 0.18	1.12 ± 0.04	น้ำเต้าดิบ	4.88 ± 0.18	0.04 ± 0.01			
กระถิน 12	9.20 ± 0.03	0.09 ± 0.02	บอน	14.46 ± 0.26	0.56 ± 0.03	ฝรั่งจีน	6.21 ± 0.03	0.07 ± 0.00			
กระถิน 13	6.33 ± 0.04	0.13 ± 0.03	หญ้าปากคาว 1	8.52 ± 0.29	5.01 ± 0.42	ฟักข้าว	8.58 ± 0.40	0.16 ± 0.01			
กระถิน 14	8.22 ± 0.03	0.40 ± 0.05	หญ้าปากคาว 2	14.96 ± 0.56	5.71 ± 0.32	มะละกอ	7.11 ± 0.29	0.12 ± 0.01			
ขมิ้น 1	13.30 ± 0.02	0.25 ± 0.05	กะทกรก 1	12.81 ± 0.19	1.26 ± 0.12	ผลเชอร์รี่ไทย	6.21 ± 0.04	0.11 ± 0.02			
ขมิ้น 2	12.15 ± 0.03	1.41 ± 0.05	กะทกรก 2	17.08 ± 0.67	2.62 ± 0.22	มะขาม	6.20 ± 0.04	0.08 ± 0.01			
สะเดา 1	5.95 ± 0.05	0.21 ± 0.09				มะนาว	5.62 ± 0.07	0.08 ± 0.01			
สะเดา 2	12.20 ± 0.03	0.33 ± 0.02									
กะเพรา 1	10.94 ± 0.03	0.14 ± 0.04									
กะเพรา 2	11.70 ± 0.04	0.48 ± 0.03									
โหระพา	14.34 ± 0.15	0.52 ± 0.01									
ถั่วลิสง	5.88 ± 0.07	1.27 ± 0.02									
ลำไย	6.50 ± 0.13	0.46 ± 0.02									
น้อยหน่า	7.51 ± 0.07	0.19 ± 0.03									
ขนุน	10.29 ± 0.22	2.83 ± 0.21									

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยร้อยละโดยน้ำหนักจากการทดสอบ 3 ซ้ำ

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยปริมาณไขมันในสัตว์เคี้ยวเอื้องในตัวอย่างพืช

ส่วนใบ		ลำต้น / ทั้งต้น		ส่วนผล		เหง้า / ลำต้นใต้ดิน	
ตัวอย่างพืช	มก./กก.*	ตัวอย่างพืช	มก./กก.*	ตัวอย่างพืช	มก./กก.*	ตัวอย่างพืช	มก./กก.*
ขี้เหล็ก 1	0.33 ± 0.09	เถาเลื้อย 1	0.61 ± 0.03	ปอขี้เหล็ก 2	0.39 ± 0.08	ตะไคร้ 1	0.28 ± 0.00
ขี้เหล็ก 2	0.47 ± 0.14	เถาเลื้อย 2	0.62 ± 0.08	พริก 1	0.53 ± 0.01	ตะไคร้ 2	0.27 ± 0.00
ขี้เหล็ก 4	0.44 ± 0.14	ผักบุ้ง 1	1.01 ± 0.02	ขมิ้น 1	0.52 ± 0.01	หน่อไม้ 1	20.79 ± 0.11
ขี้เหล็ก 5	0.39 ± 0.11	ผักบุ้ง 2	1.03 ± 0.03	กระถิน 1	0.50 ± 0.08	หน่อไม้ 2	23.82 ± 0.01
ขี้เหล็ก 6	0.39 ± 0.07	มะระขี้นก 1	0.56 ± 0.05	กระถิน 4	0.38 ± 0.07	กระชาย 1	8.63 ± 0.93
กระถิน 1	0.50 ± 0.08	มะระขี้นก 2	1.07 ± 0.12	ฝักกระถิน 10	0.30 ± 0.01	กระชาย 2	4.12 ± 0.58
กระถิน 2	0.40 ± 0.15	ต้นข้าว 1	0.91 ± 0.02	ฝักกระถิน 11	0.15 ± 0.00	ข่า (เหง้า)	0.26 ± 0.01
กระถิน 3	0.34 ± 0.05	ต้นข้าว 2	0.59 ± 0.01	ฝักกระถิน 12	0.54 ± 0.01	มันห่านาที่	23.74 ± 0.14
กระถิน 4	0.39 ± 0.10	ต้นข้าว 3	1.02 ± 0.12	ข้าวสาร	0.22 ± 0.00	มันสำปะหลัง	18.21 ± 0.27
กระถิน 5	0.38 ± 0.07	ต้นข้าว 4	0.51 ± 0.03	ข้าวโพด	0.21 ± 0.00		
กระถิน 6	0.40 ± 0.07	ต้นข้าว 5	0.39 ± 0.01	รวงข้าว 1	0.41 ± 0.00		
กระถิน 7	0.31 ± 0.02	ต้นข้าว 6.1	0.42 ± 0.01	รวงข้าว 2	0.42 ± 0.01		
กระถิน 9	0.54 ± 0.00	ต้นข้าว 6.2	0.47 ± 0.01	กล้วยน้ำว้าดิบ	0.37 ± 0.01		
กระถิน 10	0.56 ± 0.00	ต้นข้าว 7	0.40 ± 0.00	ส้มโอ	0.54 ± 0.00		
กระถิน 11	0.63 ± 0.15	ต้นข้าว 8	0.40 ± 0.01	น้ำเต้าต้น	0.40 ± 0.00		
กระถิน 12	0.56 ± 0.01	บัว	0.63 ± 0.03	ฝรั่งจีน	0.77 ± 0.01		
กระถิน 13	0.20 ± 0.00	บอน	1.29 ± 0.06	ฟักข้าว	0.39 ± 0.00		
กระถิน 14	0.55 ± 0.00	หญ้าปากคอก 1	0.20 ± 0.01	มะละกอ	0.37 ± 0.00		
ขมิ้น 1	0.48 ± 0.00	หญ้าปากคอก 2	3.49 ± 0.14	ผลเชอร์รี่ไทย	0.09 ± 0.01		
ขมิ้น 2	0.56 ± 0.01	กะทกรก 1	17.71 ± 0.37	มะยม	0.53 ± 0.00		
สะเดา 1	0.55 ± 0.01	กะทกรก 2	17.33 ± 0.17	มะนาว	0.54 ± 0.01		
สะเดา 2	0.21 ± 0.00						
กะเพรา 1	0.26 ± 0.00						
กะเพรา 2	0.46 ± 0.00						
โหระพา	0.26 ± 0.00						
ถั่วลิสง	0.54 ± 0.00						
ลำไย	0.22 ± 0.00						
น้อยหน่า	0.51 ± 0.03						
ขนุน	0.41 ± 0.01						

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยจากการทดสอบ 3 ซ้ำ

พืช เช่น หน่อไม้ มันสำปะหลัง มันห่านาที่ เป็นพืชที่พบสารประกอบไขมันในสัตว์เคี้ยวเอื้องไม่ได้วิเคราะห์ปริมาณไขมันในปอขี้เหล็ก 1 และขี้เหล็ก 3 เนื่องจากปริมาณไม่พอ

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยร้อยละโดยน้ำหนักของปริมาณไขมันรวม เถ้าที่ไม่ละลายในกรด ปริมาณไขมันในสัตว์เคี้ยวเอื้องในตัวอย่างพืชเปรียบเทียบ

ตัวอย่าง	ไขมันรวม	เถ้าที่ไม่ละลายในกรด	ไขมันในสัตว์ (มก./กก.)	ตัวอย่าง	ไขมันรวม	เถ้าที่ไม่ละลายในกรด	ไขมันในสัตว์ (มก./กก.)
ใบขี้เหล็ก A	7.59 ± 0.22	0.01 ± 0.01	0.35 ± 0.01	ปอขี้เหล็ก A	8.92 ± 0.07	0.23 ± 0.06	0.44 ± 0.07
ใบขี้เหล็ก B	6.83 ± 0.11	0.02 ± 0.02	0.34 ± 0.01	ปอขี้เหล็ก B	6.89 ± 0.23	0.08 ± 0.02	0.44 ± 0.06
ใบกระถิน B	7.56 ± 0.28	0.07 ± 0.03	0.30 ± 0.02	กระถิน E	5.29 ± 0.10	0.10 ± 0.08	-
ใบกระถิน C	7.08 ± 0.01	0.15 ± 0.03	0.57 ± 0.06	พริก A	7.54 ± 0.38	0.03 ± 0.01	-
ใบกระถิน D	6.29 ± 0.04	0.04 ± 0.02	0.71 ± 0.11	พริก B	7.65 ± 0.27	0.03 ± 0.01	0.65 ± 0.00
ใบขมิ้น A	12.40 ± 0.03	0.18 ± 0.04	0.37 ± 0.00				
เถาเลื้อย A	22.63 ± 0.01	1.85 ± 0.07	0.79 ± 0.13				
เถาเลื้อย B	13.88 ± 0.24	0.38 ± 0.02	0.36 ± 0.00				

หมายเหตุ ไม่ได้วิเคราะห์ปริมาณไขมันในกระถิน E และพริก A เนื่องจากปริมาณไม่พอ