



ผลึกแคลเซียมออกซาเลตและปริมาณออกซาเลต
ในพืชผักบางชนิดในจังหวัดหนองคาย
Calcium Oxalate Crystals and Oxalate Content
in some Vegetables from Nong Khai Province

นฤมล ผิวเพื่อน¹

บทคัดย่อ

ศึกษาการมีผลึกแคลเซียมออกซาเลตในใบพืชผักที่นำมาบริโภคในจังหวัดหนองคาย จำนวน 20 ชนิด โดยการตัดตามขวางใบพืชสดและศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง พบพืชที่มีการสะสมผลึกแคลเซียมออกซาเลตจำนวน 12 ชนิด โดยรูปร่างของผลึกที่พบมี 5 แบบ ได้แก่ ผลึกรูปดาว ผลึกรูปเข็ม ผลึกรูปปริซึม ผลึกรูปแท่ง และผลึกรูปเม็ดทราย เปรียบเทียบความหนาแน่นของผลึกในใบลำดับที่ 1-5 ของพืช 3 ชนิด ได้แก่ ผักขม ปอ และผักไหม โดยการทำให้ใบใสและนับจำนวนผลึกต่อตารางมิลลิเมตร พบว่าความหนาแน่นของผลึกมีแนวโน้มลดลงในใบพืชที่มีอายุมากกว่า และจากการศึกษาปริมาณออกซาเลตทั้งหมดในส่วนที่นำมาบริโภคในพืช 16 ชนิด พบว่าพืชเกือบทุกชนิดมีปริมาณออกซาเลตทั้งหมดมากกว่า 100 มิลลิกรัม/100 กรัม ยกเว้นสะระแหน่ ที่มีปริมาณออกซาเลตทั้งหมดเพียง 26.40 มิลลิกรัม/100 กรัม นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณออกซาเลตในพืชบางชนิดมีมากถึงแม้ว่าจะไม่พบผลึกแคลเซียมออกซาเลตในใบ

¹ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์และวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น วิทยาเขตหนองคาย อ.เมือง จ.หนองคาย 43000

ABSTRACT

The presence of calcium oxalate crystals in twenty vegetables from Nong Khai Province was studied through transverse sections of fresh leaves followed by observation under light microscope. Calcium oxalate crystals were found in twelve plant species. Of these, five types of calcium oxalate crystals were observed; druses, raphides, prisms, styloid and crystal sands. Crystals density (number/mm²) in leaves from the first to the fifth leaves of three selected species; *Amaranthus gracilis* Desf., *Corchorus olitorius* L. and *Sarcostemma secamone* (L.) Bennet., was evaluated by clearing technique. The result showed that the density of crystals decreased in older leaves. Total oxalate in edible parts of sixteen species was analyzed. Most of plants species contained total oxalate more than 100 mg/100 g, except in peppermint (*Mentha cordifolia*) which contained total oxalate only 26.40 mg/100g. Moreover, some species without crystals found contained higher total oxalate content than the species in which crystals observed.

คำสำคัญ: ปริมาณออกซาเลตทั้งหมด ผลึก ผักพื้นบ้าน

Keywords: Total oxalate, Crystals, Indigenous vegetables

บทนำ

สารออกซาเลตเป็นสารสำคัญที่ก่อให้เกิดก้อนนิ่วในทางเดินปัสสาวะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งก้อนนิ่วที่เป็นสารแคลเซียมออกซาเลตซึ่งพบมากถึงร้อยละ 75 ของนิ่วในทางเดินปัสสาวะ (Hesse and Siener, 1997) การได้รับสารออกซาเลตเข้าไปในร่างกายเกิดขึ้นได้โดยตรงจากการบริโภคอาหารที่มีสารออกซาเลต โดยสารออกซาเลตในปริมาณมากที่ได้รับจะทำปฏิกิริยากับ ionizable calcium เกิดเป็นผลึกแคลเซียมออกซาเลตตกตะกอนที่กรวยไต (Ramathibodi Poison Center, 2003) ดังนั้นพฤติกรรมการบริโภคอาหารจึงมีส่วนสำคัญกับการเกิดโรคนี้ในทางเดินปัสสาวะด้วยการบริโภคอาหารที่มีปริมาณออกซาเลตสูงก็เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้มีอัตราการเกิดนิ่วได้สูงขึ้นหรือมีความเสี่ยงต่อการเป็นโรคนี้ในทางเดินปัสสาวะได้มากขึ้นด้วยเช่นกัน (Holmes and Assimios, 2004) ผลึก

แคลเซียมออกซาเลตจากพืชที่บริโภคเข้าไปนั้นยังมีผลโดยตรงทำให้เกิดอาการระคายเคืองกับเยื่อทางเดินอาหาร จนเกิดอาการบวมและอักเสบได้ (Bradberry and Vale, 2007) เช่น ผลึกรูปเข็มที่พบในบอนและวุ้นหนึ่ นอกจากนั้นการที่ออกซาเลตทำปฏิกิริยากับ ionizable calcium ทำให้ปริมาณ ionized calcium ลดลงจนส่งผลให้เกิดอาการ hypocalcemia (การมีแคลเซียมในเลือดต่ำ) ได้อีกด้วย (Ramathibodi Poison Center, 2003)

พืชผักก็เป็นอาหารอีกกลุ่มหนึ่งที่มีสารออกซาเลต ซึ่งจะมีมากน้อยแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดพืชพันธุ์ สภาพการปลูก ฤดูกาล อายุ และส่วนของพืชด้วย เช่น พืชที่จัดอยู่ในวงศ์ Polygonaceae, Amaranthaceae และ Chenopodiaceae เป็นพืชกลุ่มที่มีปริมาณสารออกซาเลตสูงโดยเฉพาะอย่างยิ่งในใบและลำต้น (Siener et al., 2006) โดยสารออกซา

เลตที่มีในพืชนั้นมีอยู่ 2 รูปแบบ ได้แก่ สารออกซาเลตที่ละลายน้ำ (soluble oxalate) และสารออกซาเลตที่ไม่ละลายน้ำ (insoluble oxalate) ซึ่งส่วนใหญ่จะถูกเก็บสะสมในเนื้อเยื่อพืชในรูปของผลึกแคลเซียมออกซาเลต (Massey, 2007) โดยรูปร่างของผลึกที่จัดว่าเป็นผลึกของสารแคลเซียมออกซาเลตมีหลายรูปแบบ ได้แก่ รูปเข็ม (raphide) รูปดาว (druse) รูปปริซึม (prismatic) รูปเม็ดทราย (crystal sand) และ รูปแท่ง (styloid) (Esau, 1962; Franceschi and Nakata, 2005) รูปร่างของผลึกและการกระจายของผลึกแคลเซียมออกซาเลตในพืชนั้นเป็นลักษณะทางพันธุกรรมและสามารถนำมาใช้ในการระบุพืชบางกลุ่มได้ (Nakata, 2002; 2003) ส่วนปริมาณของผลึกแคลเซียมออกซาเลตที่พบนั้นสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณแคลเซียมในสภาวะปลูก โดย Jäuregui-Zúñiga et al. (2005) พบว่าการเพิ่มปริมาณแคลเซียมในอาหารที่ใช้ปลูกมีผลให้มีการสะสมผลึกในถั่วแขก (*Phaseolus vulgaris* L.) ในปริมาณที่มากขึ้นด้วย ในทำนองเดียวกัน ถ้ามีปริมาณผลึกแคลเซียมออกซาเลตอยู่มาก ในพืชนั้นก็จะมีสารออกซาเลตอยู่มากด้วยเช่นกัน (Nakata and McConn, 2007)

อย่างไรก็ตามพืชผักก็ถือเป็นอาหารที่มีประโยชน์ทั้งมีวิตามิน แร่ธาตุ และมีใยอาหารสูง และเป็นอาหารหลักของคนไทยในทุกภูมิภาครวมทั้งในจังหวัดหนองคายซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรทั้งพืชและสัตว์ รวมทั้งการได้รับอิทธิพลจากวัฒนธรรมการบริโภคอาหารจากชาวไทยเชื้อสายเวียดนามที่เป็นประชากรส่วนมากของจังหวัด ทำให้เป็นจังหวัดหนึ่งที่มีผักโดยเฉพาะอย่างยิ่งผักสดเป็นส่วนประกอบหรือเครื่องเคียงของอาหารขึ้นชื่อหลากหลายชนิด เช่น แหนมเนือง กระยอสด หมูตะไคร้ เป็นต้น นอกจากนี้การบริโภคผักทั้งที่นิยมรับประทานเป็นผักสุกซึ่งการต้มให้สุกหรือลวกจะช่วยลดปริมาณ

สารออกซาเลตได้เป็นบางส่วน (Oscarsson and Savage, 2007) และส่วนที่นิยมรับประทานเป็นผักสดซึ่งจะไม่สามารถลดปริมาณของสารออกซาเลตที่มีในพืชได้

จากปัญหานี้ทำให้ที่ผ่านมามีผู้สนใจสำรวจการมีผลึกแคลเซียมออกซาเลตในผักพื้นบ้านบางชนิด เช่น สุกิราและคณะ (2549) ที่ตรวจหาผลึกแคลเซียมออกซาเลตในผักพื้นบ้านจำนวน 20 ชนิด รวมทั้ง กัญจนและภัทริยา (2540) ที่มีการตรวจหาผลึกแคลเซียมออกซาเลตในพืชผักพื้นเมืองของภาคตะวันออกเฉียงเหนือจำนวน 22 ชนิด แต่ข้อมูลที่ได้จากการศึกษากียังไม่ครอบคลุมชนิดพืชผักทั้งหมดที่มีการนำมาบริโภคและยังขาดข้อมูลในเชิงปริมาณที่จะสามารถนำไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน ดังนั้นในการศึกษารั้งนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อสำรวจการมีผลึกและปริมาณผลึกแคลเซียมออกซาเลต และตรวจวัดปริมาณออกซาเลตทั้งหมดในพืชผักบางชนิดที่นำมาบริโภคในเขตจังหวัดหนองคาย ผลจากการศึกษานอกจากจะเป็นการได้ข้อมูลเพิ่มเติมจากที่เคยมีผู้ศึกษาในพืชผักพื้นบ้านบางชนิดแล้วยัง สามารถใช้เป็นแนวทางในการเลือกบริโภคผักแต่ละชนิดซึ่งอาจช่วยลดปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคนี้วในทางเดินปัสสาวะ

วิธีการศึกษา

1. ตัวอย่างพืชผักที่ใช้ในการศึกษา

ตัวอย่างพืชที่นำมาศึกษาได้มาจากการสำรวจชนิดผักที่วางขายในตลาดสด 4 แห่งในจังหวัดหนองคาย ได้แก่ ตลาดแจ้งสว่าง ตลาดชัยพร ตลาดโพธิ์ชัย และตลาดเวียงคุก โดยตัวอย่างพืชผักบางชนิดแสดงในรูปที่ 1 และพืชผักทุกชนิดที่นำมาศึกษาแสดงในตารางที่ 1 เก็บรักษาตัวอย่างก่อนวิเคราะห์ในตู้เย็นและใช้ตัวอย่างที่มีอายุหลังการเก็บเกี่ยวประมาณ 1-3

วัน ช่วงระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างพืชผักคือ ระหว่าง เดือนมิถุนายน-พฤศจิกายน 2552

2. การศึกษาผลึกแคลเซียมออกซาเลต

ศึกษาการมีผลึกและชนิดของผลึกโดยการตัดตามขวางใบพืชด้วยใบมีดโกนโดยไม่ผ่านการย้อมสีแล้วนำไปศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง จากนั้นนำพืชที่มีผลึกขนาดใหญ่และเห็นได้ชัดเจนซึ่งมีอยู่ 3 ชนิด ได้แก่ ผักขม ปอ และผักไหม ไปศึกษาเปรียบเทียบความหนาแน่นของผลึกในใบลำดับที่ 1-5 จากปลายยอด โดยวิธีการทำให้ใสด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) โดยไม่มีการย้อมสี (ดัดแปลงจาก Lersten and Curtis, 2001) และนับจำนวนผลึกภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยแต่ละชนิดจะนับจำนวน 5 ซ้ำ ๆ ละ 5 พื้นที่ ความหนาแน่นของผลึกคำนวณได้จาก ความหนาแน่น = จำนวนผลึก/พื้นที่ 1 ตารางมิลลิเมตร จากนั้นบันทึกภาพผลึกจากกล้องจุลทรรศน์ ZEISS รุ่น AXIOSTAR

3. การหาปริมาณออกซาเลตทั้งหมด (total oxalate)

นำพืชที่ศึกษาไปทำการวิเคราะห์หาปริมาณออกซาเลตทั้งหมด โดยวิธีการของ Munro and Bassir (1969) ซึ่งมีหลักการวิเคราะห์ประกอบด้วย การสกัดออกซาเลตจากตัวอย่างพืชด้วยกรดไฮโดรคลอริก (HCl) โดยให้ความร้อนที่ 40-50 องศาเซลเซียส แล้วทำการตกตะกอนออกซาเลตออกจากสารที่สกัดได้ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ (CaCl_2) จากนั้นแยกตะกอนแคลเซียมออกซาเลตออกมาแล้วละลายด้วยกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) ในขั้นสุดท้ายทำการวิเคราะห์หาปริมาณออกซาเลตโดยใช้เทคนิคการไตเตรตโดยอาศัยปฏิกิริยารีดอกซ์ด้วยโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (KMnO_4) และเพื่อการเปรียบเทียบปริมาณออกซาเลตในพืชแต่ละชนิด พืชที่นำมาวิเคราะห์หาปริมาณออกซาเลตทั้งหมดจึงเป็นชนิดที่เก็บในช่วงฤดูกาลเดียวกัน คือ

ช่วงเดือนกันยายน ปี พ.ศ. 2552 โดยส่วนของพืชที่นำไปวิเคราะห์ขึ้นอยู่กับส่วนที่นิยมนำมาบริโภค ได้แก่ ใบ หรือ ใบและยอดอ่อน และในการวิเคราะห์ใช้ตัวอย่างพืชสด 300 กรัม

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผลการศึกษา

จากการศึกษาการมีผลึกในส่วนของใบพืชผักจำนวน 20 ชนิด พบผลึกแคลเซียมออกซาเลตในใบพืช 12 ชนิด แต่ไม่พบผลึกแคลเซียมออกซาเลตในใบพืช 8 ชนิด ได้แก่ ผักกาดกวางตุ้ง ผักกาดหอม สะระแหน่ มะระขี้นก แมงลัก โหระพา ผักหวานป่า และกะเพรา รูปร่างของผลึกแคลเซียมออกซาเลตที่พบมี 5 แบบ ได้แก่ ผลึกรูปดาว รูปปริมิซึม รูปเข็ม รูปแท่ง และรูปเม็ดทราย

นอกจากนี้ยังพบผลึกซิลิกาในใบของพืช 1 ชนิด คือ ผักหวานป่า การมีผลึกและรูปร่างของผลึกที่พบแสดงดังตารางที่ 1 และรูปที่ 2

เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาในครั้งนี้กับรายงานการศึกษาของ กัญญาและภักขิยา (2540) ที่ศึกษาการมีผลึกแคลเซียมออกซาเลตในพืชผักพื้นเมืองของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าผลการศึกษามีความสอดคล้องกันบางส่วน กล่าวคือ พบผลึกแคลเซียมออกซาเลตในพืชที่อยู่ในสกุลเดียวกัน ได้แก่ ผักโขม (*Amaranthus gracilis* Desf.) และผักโขม (*Amaranthus lividus* L.) รวมทั้งในผักเม็กและกะทกรก ทั้งในด้านการมีผลึกและรูปร่างของผลึกที่พบ ยกเว้นในผักอีฮิ้น (*Monochoria vaginalis*) ซึ่งรายงานการศึกษาดังกล่าวได้รายงานว่าไม่พบผลึก แต่ในการศึกษครั้งนี้พบผลึกรูปเข็มในเซลล์ชั้นมีโซฟิลล์ (mesophyll) ของใบ ทั้งนี้การสะสมผลึกอาจแตกต่างกันไปได้ขึ้นอยู่กับปริมาณแคลเซียมในดินที่ปลูก เนื่องจากรูปร่างและขนาดของผลึกสามารถแปรผันตามปริมาณความเข้มข้นของแคลเซียมในสภาพแวดล้อม

ของพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลิกรูปดาวซึ่งผลิจะมี ผลิจะหายไปเมื่อพืชอยู่ในสภาวะขาดแคลเซียม
ขนาดใหญ่ขึ้นเมื่อมีปริมาณแคลเซียมมาก และขนาด (Nakata, 2003)
ของผลิจะเล็กลงเมื่อปริมาณของแคลเซียมลดลง และ



รูปที่ 1 ผักบางชนิดที่นำมาศึกษาการมีผลิแคลเซียมออกซาเลต: a. *Amaranthus gracilis* (ผักขม); b. *Basella alba* (ผักปลัง); c. *Brassica* sp. (ผักกาดกวางตุ้ง); d. *Corchorus olitorius* (ปอ); e. *Garcinia cowa* (ชะมวง); f. *Houttuynia cordata* (ผักคาวทอง); g. *Lactuca sativa* (ผักกาดหอม); h. *Melientha suavis* (ผักหวานป่า); i. *Mentha cordifolia* (สะระแหน่); j. *Monochoria vaginalis* (ผักอีฮิน); k. *Neptunia oleraceae* (ผักกะเจด) และ l. *Sarcostemma secamone* (ผักไหม)

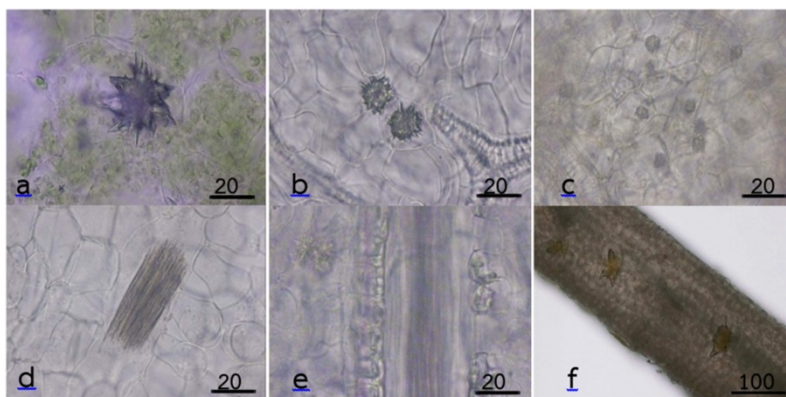
ตารางที่ 1 ชนิดของผลิแคลเซียมออกซาเลตและปริมาณออกซาเลตทั้งหมดในพืชแต่ละชนิด

ลำดับ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อท้องถิ่น	ชนิดของผลิ แคลเซียมออกซาเลต	ออกซาเลตทั้งหมด (มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักแห้ง)
1	<i>Amaranthus gracilis</i> Desf.	ผักขม	รูปดาว	@
2	<i>Basella alba</i> L.	ผักปลัง	รูปดาวและรูปรีซึม	129.14
3	<i>Brassica</i> sp.	ผักกาดกวางตุ้ง	-	154.00
4	<i>Corchorus olitorius</i> L.	ปอ	รูปดาว	@
5	<i>Garcinia cowa</i> Roxb.	ชะมวง	รูปดาว	536.58
6	<i>Houttuynia cordata</i> Thunb.	ผักคาวทอง	รูปดาว	105.60
7	<i>Lactuca sativa</i> L.	ผักกาดหอม	-	131.13
8	<i>Limnophila geoffrayi</i> Bonati	ผักกะแยง	รูปดาว	299.20
9	<i>Melientha suavis</i> Pierre	ผักหวานป่า	-	@
10	<i>Mentha cordifolia</i> Opiz ex Fresen	สะระแหน่	-	26.40
11	<i>Momordica charantia</i> L.	มะระขี้นก	-	175.56
12	<i>Monochoria vaginalis</i> (Burm.f.) C. Presl ex Kunth	ผักอีฮิน	รูปเข็มและรูปดาว	301.84
13	<i>Neptunia oleraceae</i> Lour.	กะเจด	รูปรีซึมและรูปไม้ด	506.00
ทราย				

ตารางที่ 1 ชนิดของผลึกแคลเซียมออกซาเลตและปริมาณออกซาเลตทั้งหมดในพืชแต่ละชนิด (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อท้องถิ่น	ชนิดของผลึก แคลเซียมออกซาเลต	ออกซาเลตทั้งหมด (มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักแห้ง)
14	<i>Ocimum americanum</i> L.	แมงลัก	-	277.68
15	<i>O. basilicum</i> L.	โหระพา	-	219.39
16	<i>O. sanctum</i> L.	กะเพรา	-	263.29
17	<i>Passiflora foetida</i> L.	กะทกรก	รูปดาว	348.68
18	<i>Sarcostemma secamone</i> (L.) Bennet.	ผักไหม	รูปดาว	@
19	<i>Sesbania grandiflora</i> (L.) Desv.	แคบ้าน	รูปแท่ง	132.00
20	<i>Syzygium gratum</i> (Wight) S.N. Mitra var. <i>gratum</i>	ผักเม็ก	รูปปริซึม	774.44

หมายเหตุ: @ หมายถึง ไม่มีผลวิเคราะห์ปริมาณออกซาเลตทั้งหมด เนื่องจากไม่มีตัวอย่างพืชในช่วงเดือนกันยายน 2552



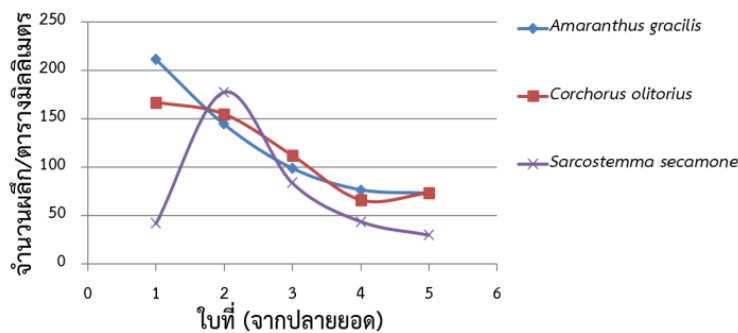
รูปที่ 2 ผลึกที่พบในใบพืชผักที่ศึกษา: a. ผลึกรูปดาวในใบผักปลัง; b. ผลึกรูปดาวในใบผักไหม; c. ผลึกรูปดาวในใบผักคาวตอง; d. ผลึกรูปเข็มที่อยู่รวมกันเป็นมัดในเซลล์ของใบผักอีฮิน; e. ผลึกรูปปริซึมในใบผักกะเจต; f. ผลึกซิลิกาในใบผักหวานป่า

ผลการศึกษาเปรียบเทียบความหนาแน่นของผลึกระหว่างใบอ่อนและใบแก่ในพืช 3 ชนิด ได้แก่ ผักขม ปอ และผักไหม ทั้งนี้เนื่องจากในพืชทั้ง 3 ชนิดนี้มีผลึกรูปดาวที่มีขนาดใหญ่ สามารถมองเห็นผลึกได้ชัดเจนภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ซึ่งจะทำให้ค่าที่ได้จากการนับมีความถูกต้องมากกว่าในชนิดอื่น ๆ ผลจากการเปรียบเทียบดังแสดงในรูปที่ 3 จะเห็นได้ว่าความหนาแน่นของผลึกแคลเซียมออกซาเลตในใบอ่อนมีมากกว่าในใบแก่ ยกเว้นในใบของผักไหม

(*Sarcostemma secamone*) ที่พบว่าใบในลำดับที่ 1 มีปริมาณผลึกน้อยกว่าในใบลำดับที่ 2 ซึ่งข้อมูลจากการศึกษาในครั้งนี้ไม่เพียงพอที่จะนำมาใช้อธิบายถึงสาเหตุของความแตกต่างในกรณีนี้ได้ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาโดยเฉลี่ยแล้วพบว่าความหนาแน่นของผลึกในใบอ่อนมีแนวโน้มมากกว่าความหนาแน่นในใบแก่ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของกัญญาและภัทรียา (2540) รายงานการศึกษาของ Nakata and McConn (2007) พบว่าหากพืชมีปริมาณผลึกแคลเซียมออกซา

เลตมากพืชนั้นก็จะมีปริมาณสารออกซาเลตมากด้วยเช่นกัน นอกจากนี้แล้วการศึกษาในผักขม (*Spinacia oleracea* L.) และ *Colocasia esculenta* (L.) Schott ยังพบว่าปริมาณออกซาเลตทั้งหมดและออกซาเลตที่ละลายน้ำ (soluble oxalate) ในใบอ่อนมีมากกว่าในใบแก่และในต้นพืชที่มีอายุน้อยกว่าจะมีปริมาณของออกซาเลตมากกว่าในพืชที่อายุมากขึ้น

(Kitchen and Burns, 2006; Oscarsson and Savage, 2007) ดังนั้นจากผลการศึกษาเปรียบเทียบความหนาแน่นของผลึกระหว่างใบที่ 1 ถึงใบที่ 5 ในครั้งนี้ จึงอาจกล่าวได้ว่า เมื่อเปรียบเทียบใบพืชต้นเดียวกันในปริมาณที่เท่ากันแล้วในใบอ่อนของพืชจะมีปริมาณของสารออกซาเลตมากกว่าในใบแก่



รูปที่ 3 ความหนาแน่นของผลึกในใบที่ 1-5 ของพืช 3 ชนิด

ผลการศึกษาปริมาณของสารออกซาเลตทั้งหมดในพืชส่วนที่นำมาบริโภคเพื่อให้ทราบปริมาณของสารออกซาเลตที่จะได้รับเมื่อรับประทานผักชนิดนั้น ๆ ตามปกติ พบว่าในพืชทั้ง 16 ชนิดที่นำมาศึกษานั้น เกือบทุกชนิด ยกเว้นสะระแหน่ มีปริมาณสารออกซาเลตทั้งหมดมากกว่า 100 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง ซึ่งถือว่าเป็นปริมาณที่ค่อนข้างสูง นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ปริมาณออกซาเลตทั้งหมดในใบของผักกาดกวางตุ้ง และผักกาดหอมในครั้งนี้กับการวิเคราะห์ของ Judprasong et al. (2006) พบว่ามีปริมาณแตกต่างกัน โดยค่าปริมาณออกซาเลตในพืชทั้ง 2 ชนิดในการศึกษาครั้งนี้มีค่า 154 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง และ 131.13 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าค่าที่วัดได้ในรายงานดังกล่าว ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากวิธีการในการวิเคราะห์ซึ่งมีผลต่อปริมาณของสารออกซาเลตที่วัดได้ เพราะแต่ละวิธีก็จะมี ความ

ไวต่อการวัด ปริมาณของสารแตกต่างกัน (Chamjangali et al., 2009) รวมทั้งสภาวะการปลูกพืชก็มีผลต่อการสะสมของสารออกซาเลตที่แตกต่างกันไปด้วย เช่น ปริมาณของไนโตรเจน (Zhang et al., 2005) ปริมาณของแคลเซียม (Zindler-Frank et al., 2001; Smith et al., 2009) การถูกทำลายจากศัตรูพืช (Molano-Flores, 2001) และปริมาณแสง (Nakata, 2003) เป็นต้น

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการมีผลึกและปริมาณสารออกซาเลตทั้งหมดในพืชทั้ง 16 ชนิด (ตารางที่ 1) จะเห็นได้ว่าพืชที่มีการสะสมผลึกส่วนใหญ่จะมีปริมาณสารออกซาเลตสูง ยกเว้นผักปลัง แคบ่าน และพลูควาว ซึ่งมีปริมาณของสารออกซาเลตที่ต่ำกว่าพืชบางชนิดที่ตรวจไม่พบผลึกในส่วนของใบ ซึ่งจากข้อมูลนี้จะเห็นได้ว่าการมีผลึกสามารถบอกได้เบื้องต้นว่าพืชชนิดนั้นมีปริมาณของสารออกซาเลตสูง แต่การตรวจไม่พบผลึกไม่สามารถบอกได้ว่าพืชชนิดนั้นมี

ปริมาณของสารออกซาเลตน้อยหรือน้อยกว่าชนิดที่ตรวจพบผลึก ทั้งนี้เนื่องจากสารออกซาเลตในพืชชนิดนั้นอาจอยู่ในรูปของออกซาเลตที่ละลายน้ำมากกว่าในรูปของผลึกแคลเซียมออกซาเลตนั่นเอง

ปริมาณของออกซาเลตที่มีผลต่อปริมาณการดูดซึมแคลเซียมและการก่อให้เกิดนิ่วในทางเดินปัสสาวะได้มากกว่านั้นเป็นส่วนของออกซาเลตที่ละลายน้ำโดยออกซาเลตไปรวมตัวกับแคลเซียมไอออนกลายเป็นผลึกแคลเซียมออกซาเลตที่ไม่ละลายน้ำ แม้ข้อมูลในการศึกษาค้างนี้จะไม่สามารถบอกได้ว่าในพืชแต่ละชนิดมีปริมาณของออกซาเลตที่ไม่ละลายน้ำอยู่มากน้อยเพียงใดเนื่องจากปริมาณสารออกซาเลตที่วิเคราะห์ในการศึกษานี้เป็นปริมาณของออกซาเลตทั้งหมดซึ่งประกอบด้วยปริมาณออกซาเลตที่ละลายน้ำและออกซาเลตที่ไม่ละลายน้ำ และพืชแต่ละชนิดจะมีร้อยละของออกซาเลตที่ละลายน้ำ (% soluble oxalate) ที่แตกต่างกัน (Judprasong et al., 2006) แต่อย่างไรก็ตามจากผลการศึกษาที่พบว่าในพืชบางชนิดที่ไม่พบการสะสมของผลึกแต่กลับมีปริมาณออกซาเลตทั้งหมดสูง เช่น แมงลัก โหระพา และกะเพรา ที่มีปริมาณออกซาเลตทั้งหมดสูงกว่า 200 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักแห้ง นั้น อาจเป็นไปได้ว่าปริมาณออกซาเลตเกือบทั้งหมดที่วัดได้เป็นปริมาณของออกซาเลตที่ละลายน้ำ ดังนั้นเพื่อหลีกเลี่ยงการได้รับสารออกซาเลตในปริมาณที่เป็นอันตรายต่อร่างกายโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับผู้ที่มีความเสี่ยงหรือมีประวัติของโรคที่เกี่ยวข้องกับการดูดซึมแคลเซียมได้น้อยและนิ่วในไต ควรเลือกวิธีการในการบริโภคที่สามารถลดปริมาณสารออกซาเลตที่จะได้รับ ซึ่งได้แก่ การต้มผักในน้ำเดือดและเทน้ำที่ใช้ต้มทิ้งไป หรือการนำผักชนิดนั้นๆ ไปประกอบอาหารร่วมกับนมสดหรือผลิตภัณฑ์นม ซึ่งจะช่วยลดปริมาณของออกซาเลตที่ร่างกายจะได้รับลงได้ (Oscarsson and Savage, 2007; Mårtensson and

Savage, 2008; Savage et al., 2009; Moreau and Savage, 2009)

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาในครั้งนี้สรุปได้ว่า ใบอ่อนของพืชมีการสะสมสารออกซาเลตในปริมาณมากกว่าใบแก่ และพืชที่ตรวจพบผลึกส่วนใหญ่จะมีปริมาณสารออกซาเลตสูงด้วยเช่นกัน แต่การตรวจไม่พบผลึกแคลเซียมออกซาเลตไม่สามารถบอกได้ว่าพืชนั้นมีปริมาณสารออกซาเลตอยู่ในปริมาณที่ตรวจพบว่ามี การสะสมผลึกแคลเซียมออกซาเลต

ในการวิจัยครั้งนี้ยังขาดผลการวิจัยในเชิงเปรียบเทียบข้อมูลของพืชแต่ละชนิดที่ปลูกในสภาวะการปลูกที่ต่างกันที่อาจมีผลต่อปริมาณสารออกซาเลตที่สะสมในพืชที่แตกต่างกัน ซึ่งน่าจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการปลูกพืชผักให้มีปริมาณสารออกซาเลตต่ำเพื่อสุขภาพที่ดียิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนจากทุนอุดหนุนโครงการพัฒนานักวิจัยใหม่ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2551

เอกสารอ้างอิง

- กัญญา โปะเงิน และ ภทริยา สุทธิเชื่อนาค. (2540). การตรวจหาผลึกแคลเซียมออกซาเลตในผักพื้นเมืองของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. ใน: รายงานการประชุมวิชาการพืชผักแห่งชาติ ครั้งที่ 15. สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.
- สุทธิรา ชุมกระโทก คมกริช วงศ์ภาคี อุษา กลิ่นหอม และ พงนิย์ ไม้หอม. (2549). การตรวจหาผลึกแคลเซียมออกซาเลตในผักพื้นบ้าน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 37(6)(พิเศษ): 189-192.

- Bradberry, S. and Vale, A. (2007). Plants. *Medicine* 35: 649-651.
- Chamjangali, M.A., Sharif-Razavian, L., Yousefi, M. and Amin, A.H. (2009). Determination of trace amounts of oxalate in vegetable and water samples using a new kinetic-catalytic reaction system. *Spectrochimica Acta Part A* 73: 112-116.
- Esau, K. (1962). *Anatomy of Seed Plants*. 3rd ed. U.S.A.: John Wiley & Sons, Inc. pp. 39-41.
- Franceschi, V.R. and Nakata, P.A. (2005). Calcium oxalate in plants: formation and function. *Annual Review of Plant Biology* 56: 41-71.
- Hesse, A. and Siener, R. (1997). Current aspects of epidemiology and nutrition in urinary stone disease. *World Journal of Urology* 15: 165-171.
- Holmes, R. P. and Assimos, D. G. (2004). The impact of dietary oxalate on kidney stone formation. *Urology Research* 32: 311-316.
- Jäuregui-Zúñiga, D., Ferrer, M.A., Calderón, A.A., Muñoz, R. and Moreno, A. (2005). Heavy metal stress reduces the deposition of calcium oxalate crystals in leaves of *Phaseolus vulgaris*. *Journal of Plant Physiology* 162: 1183-1187.
- Judprasong, K., Charoenkiatkul, S., Sungpuag, P., Vasanachitt, K. and Nakjamonong, Y. (2006). Total and soluble oxalate contents in Thai vegetables, cereal grains and legume seeds and their changes after cooking. *Journal of Food Composition and Analysis* 19: 340-347.
- Kitchen, J.W. and Burns, E.E. (2006). The effect of maturity on the oxalate content of spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Journal of Food Science* 30: 589-593.
- Lersten, M.R. and Curtis, J.D. (2001). Idioblast and other unusual internal foliar secretory structures in Scrophulariaceae. *Plant Systematics and Evolution* 227: 63-73.
- Massey, L. K. (2007). Food oxalate: factors affecting measurement, biological variation, and bioavailability. *Journal of the American Dietetic Association* 107: 1191-1194.
- Molano-Flores, B. (2001). Herbivory and calcium concentrations affect calcium oxalate crystals formation in leaves of *Sida* (Malvaceae). *Annals of Botany* 88: 387-391.
- Moreau, A.-G. and Savage, G.P. (2009). Oxalate content of purslane leaves and the effect of combining them with yoghurt or coconut products. *Journal of Food Composition and Analysis* 22: 303-306.
- Munro, A. and Bassir, O. (1969). Oxalate in Nigerian vegetables. *W. Afr. J Biol. Appl. Chem.* 12: 14-18.
- Mårtensson, L. and Savage, G.P. (2008). Composition and bioavailability of oxalates in baked taro (*Colocasia esculenta* var. Schott) leaves eaten with cows milk and cows milk and coconut milk. *International Journal of Food Science and Technology* 43: 2213-2218.
- Nakata, P.A. (2002). Calcium oxalate crystal morphology. *Trends in Plant Science* 7: 324.
- Nakata, P.A. (2003). Advances in our understanding of calcium oxalate crystal formation and function in plants. *Plant Science* 164: 901-909.
- Nakata, P.A. and McConn, M.M. (2007). Calcium oxalate content affects the nutritional availability of calcium from *Medicago truncatula* leaves. *Plant Science* 172: 958-961.
- Oscarsson, K. V. and Savage, G. P. (2007). Composition and availability of soluble and insoluble oxalates in raw and cooked taro (*Colocasia*

- esculenta* var. Schott) leaves. Food Chemistry 101: 559-562.
- Ramathibodi Poison Center. (2003). ภาวะเป็นพิษจากพืช. แหล่งข้อมูล: <http://www2.ra.mahidol.ac.th/poisoncenter/pois-cov/Plant.html>. ค้นเมื่อ วันที่ 20 พฤษภาคม 2553.
- Savage, G.P., Mårtensson, L. and Sedcole, J.R. (2009). Composition of oxalates in baked taro (*Colocasia esculenta* var. Schott) leaves cooked alone or with additions of cows milk or coconut milk. Journal of Food Composition and Analysis 22: 83-86.
- Siener, R., Hönow, R., Seidler, A., Voss, S. and Hesse, A. (2006). Oxalate contents of species of the Polygonaceae, Amaranthaceae and Chenopodiaceae families. Food Chemistry 98: 220-224.
- Smith, K.T., Shortle, W.C., Connolly, J.H., Minocha, R. and Jellison, J. (2009). Calcium fertilization increases the concentration of calcium in sapwood and calcium oxalate in foliage of red spruce. Environmental and Experimental Botany 67: 277-283.
- Zhang, Y., Lin, X., Zhang, Y., Zheng, S.J. and Du, S. (2005). Effects of Nitrogen levels and nitrate/ammonium ratios on oxalate concentrations of different forms in edible parts of spinach. Journal of Plant Nutrition 28: 2011-2025.
- Zindler-Frank, E., Hönow, R. and Hesse, A. (2001). Calcium and oxalate of the leaves of *Phaseolus vulgaris* at different calcium supply in relation to calcium oxalate crystal formation. Journal of Plant Physiology 158: 139-144.

