

การศึกษาสัณฐานวิทยาของออกซาเลตและปริมาณออกซาเลตในผักกับลาบบางชนิด ในจังหวัดเชียงราย

Morphological study of oxalate and oxalate content in some vegetables with spicy minced meat salad from Chiang Rai Province

สุนทรี กรโอชาเลิศ^{1*}, ประเสริฐ ไวยะกา¹, บรรพต จอมสุวรรณ¹ และฐิตินันท์ วรรณโน¹

Soonthre Kornochalert^{1*}, Prasert Waiyaka¹, Banthod Chomsawan¹, and Thitinan Wanno¹

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย 80 หมู่ 9 ตำบลบ้านดู่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย 57000

¹ Faculty of Science and Technology, Chiang Rai Rajabhat University, 80 Moo 9 Ban Du Subdistrict, Muang District, Chiang Rai Province 57000

*Corresponding author E-mail: soonthre.kor@crru.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาสัณฐานวิทยาของออกซาเลตและปริมาณออกซาเลตในผักกับลาบบางชนิด ในจังหวัดเชียงราย ได้แก่ เหงือกปลาหมอ บัวบก ผักเป๊ต ผักชีฝรั่ง คาวตอง ผักแพว ดีปลากั้ง ข้าวพลู เล็บครุฑ และมะกอก โดยศึกษา ลักษณะสัณฐานวิทยาของออกซาเลตด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscopy, SEM) และวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงเคมีด้วยเทคนิคการกระจายพลังงานของรังสีเอกซ์ (Energy Dispersive X-ray Spectrometer ; EDS) พบลักษณะสัณฐานวิทยาของแคลเซียมออกซาเลตที่เป็นผลึก 4 รูปแบบ ได้แก่ ผลึกรูปดาว (บัวบก ผักเป๊ต ผักชีฝรั่ง ผักแพว เล็บครุฑ และมะกอก) ผลึกรูปเข็ม (ดีปลากั้ง) ผลึกรูปทรงหลายเหลี่ยม (ข้าวพลู) และผลึกรูปแท่ง (เหงือกปลาหมอ) และพบผลึกแมกนีเซียมออกซาเลตใน คาวตองซึ่งมีรูปผลึกแบบรูปทรงหลายเหลี่ยม การหาปริมาณออกซาเลตโดยวิธี Spectrophotometric พบว่า มะกอกมีปริมาณออกซาเลตมากที่สุด (1.81 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) รองลงมา คือ ผักแพว (1.44 มิลลิกรัมต่อ มิลลิลิตร) และผักชีฝรั่ง (1.44 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ตามลำดับ และเล็บครุฑมีปริมาณออกซาเลตน้อยที่สุด (0.14 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)

คำสำคัญ : ผลึกออกซาเลต ปริมาณออกซาเลต ผลึกแมกนีเซียมออกซาเลต คาวตอง

Abstract

Some vegetables with spicy minced meat salad from Chiang Rai province, including *Acanthus ebracteatus* Vahl, *Centella asiatica* (L.) Urb., *Eleutherococcus trifolius* (L.) S.Y.Hu, *Eryngium foetidum* L., *Houttuynia cordata* Thunb., *Persicaria odorata* (Lour.) Soják, *Phlogacanthus pulcherrimus* T. Anderson, *Piper sarmentosum* Roxb., *Polyscias fruticosa* (L.) Harms, and *Spondias pinnata* (L. f.) Kurz, were investigated the morphology of oxalate crystals and oxalate content using a scanning electron microscope (SEM) equipped with an energy dispersive X-ray spectrometer (EDS). Four calcium oxalate crystal types were found (species of vegetables) including: (1) druses crystal (*Centella asiatica* (L.) Urb., *Eleutherococcus trifolius* (L.) S. Y. Hu, *Eryngium foetidum* Linn., *Persicaria odorata* (Lour.) Sajak, *Polyscias fruticosa* (L.) Harms, and *Spondias pinnata* (L. f.) Kurz), (2) raphides crystal (*Phlogacanthus pulcherrimus* T.

Anderson), (3) prismatic crystal (*Piper sarmentosum* Roxb.), and (4) styloid crystal (*Acanthus ebracteatus* Vahl.). Magnesium oxalate crystals were found only in *Houttuynia cordata* Thunb. species and showed Prismatic crystal form. The spectrophotometric method estimated the oxalate content of ten vegetable species. *Spondias pinnata* (L. f.) Kurz was found to contain the highest oxalate content (1.81 mg/ml), followed by *Persicaria odorata* (Lour.) Sajak (1.44 mg/ml) and *Eryngium foetidum* Linn (1.44 mg/ml), respectively. The lowest oxalate content contained in *Polyscias fruticosa* (L.) Harms (0.14 mg/ml).

Keywords : Oxalate Crystals, Oxalate Content, Magnesium oxalate crystals, *Houttuynia cordata* Thunb.

บทนำ

ผักกึ๋บลาบเป็นผักพื้นบ้านที่นิยมนำมารับประทานคู่กันกับลาบ เพื่อเสริมให้ลาบมีความอร่อยมากขึ้น ซึ่งอุดมไปด้วยแร่ธาตุและวิตามินต่าง ๆ หากร่างกายขาดแร่ธาตุหรือวิตามินบางชนิด อาจส่งผลกระทบต่อการทำงานของร่างกาย นอกจากนี้ผักกึ๋บลายังช่วยในการขับสารพิษออกจากร่างกาย และเพิ่มกากอาหารให้ขับถ่ายได้ดียิ่งขึ้น ผักกึ๋บลายังมีสารที่ก่อตัวในเนื้อเยื่อพืชที่สะสมในรูปของผลึก เช่น แคลเซียมออกซาเลต ซึ่งเกิดจากรวมตัวกันระหว่างกรดออกซาลิกและแคลเซียม กลายเป็นผลึกที่อยู่เดี่ยว ๆ หรือ รวมกันเป็นกลุ่ม (สุทธิรา และคณะ, 2549) ทั้งนี้รูปร่าง ขนาด และจำนวนของผลึก จะแตกต่างกันในแต่ละชนิดของพืช สามารถจำแนกผลึกตามลักษณะทางสัณฐานวิทยาได้ 5 รูปแบบ ได้แก่ ผลึกรูปทรงหลายเหลี่ยม (Prismatic) ผลึกรูปดาว (Druses) ผลึกรูปแท่ง (Styloids) ผลึกรูปเข็ม (Raphides) และผลึกรูปเม็ดทราย (Crystal sand) ซึ่งคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ของผลึกในพืชได้รับอิทธิพลจากปัจจัยแวดล้อมต่าง ๆ เช่น แสง อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ความเข้มข้นของไอออน เป็นต้น (Webb, 1999) นอกจากนี้มีรายงานทางการแพทย์พบว่าผลึกแคลเซียมออกซาเลตเป็นองค์ประกอบทางเคมีที่มีมากที่สุดในกลุ่มที่ก่อโรคนิ่วที่เกิดในทางเดินปัสสาวะ ส่วนสารออกซาเลตเป็นเกลือของกรดออกซาลิกที่ยับยั้งการดูดซึมแคลเซียม หากบริโภคอาหารที่มีออกซาเลตสูง จะขับออกมาในปัสสาวะ และอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคนิ่วในไตได้ โดยสารออกซาเลตในพืชนั้นมีอยู่ 2 รูปแบบ ได้แก่ สารออกซาเลตที่ละลายน้ำ (Na^+ , K^+ , NH_4^+) และสารออกซาเลตที่ไม่ละลายน้ำ (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+}) (Mishra, et al., 2017) ส่วนใหญ่พืชมีสารออกซาเลตในรูปที่ไม่ละลายน้ำ มักถูกเก็บสะสมในเนื้อเยื่อพืช มากกว่าสารออกซาเลตที่ละลายน้ำ แต่ปริมาณของชนิดละลายน้ำแม้จะน้อยกว่า แต่ก็มีผลต่อสุขภาพมากกว่า เพราะสามารถดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดโรคนิ่ว ดังนั้นการศึกษาเพื่อตรวจหาผลึกออกซาเลตและปริมาณออกซาเลตในผักกึ๋บลาบสามารถใช้เป็นแนวทางในการเลือกบริโภคผักแต่ละชนิด ซึ่งอาจช่วยลดปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคนิ่วในทางเดินปัสสาวะ

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ตัวอย่างผักกึ๋บลาบที่ใช้ในการวิจัย

ตัวอย่างผักกึ๋บลาบทั้ง 10 ชนิด ได้มาจากบ้านเมืองชุม ตำบลเมืองชุม อำเภอเวียงชัย จังหวัดเชียงราย โดยการเก็บตัวอย่างโครงสร้างของใบ (ภาพที่ 1) ระหว่างเดือนสิงหาคม ถึง เดือนตุลาคม 2563 เดือนละ 1 ครั้ง และเก็บรักษาตัวอย่างก่อนวิเคราะห์ด้วยการแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 วัน



ภาพที่ 1 ลักษณะสัณฐานวิทยาของใบผักกับลาบ 10 ชนิด (ก) เหงือกปลาหมอ (ข) บัวบก (ค) ผักแปม (ง) ผักชีฝรั่ง (จ) คาวตอง (ฉ) ผักแพว (ช) ตีปลากั้ง (ซ) ข้าวหลาม (ฌ) เล็บครุฑ และ (ญ) มะกอก (1 ช่อ เท่ากับ 1 เซนติเมตร)

2. การศึกษาสัณฐานวิทยาของออกซาเลตภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (He, *et al.*, 2012)

2.1 ตัดตามขวางใบผักกับลาบแต่ละชนิด ด้วยวิธี Free hand section โดยนำใบมาฉีกให้แบน แล้ววางบนแผ่นสไลด์ ตัดใบด้วยใบมีดโกนให้มีความสม่ำเสมอและมีความบางมากที่สุด คัดเลือกชิ้นเนื้อเยื่อที่มีความบางภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (กล้องจุลทรรศน์แบบสามมิติ) และแช่ชิ้นเนื้อเยื่อในน้ำกลั่น

2.2 ย้ายชิ้นเนื้อเยื่อไปแช่เพื่อคงสภาพเนื้อเยื่อ (Fixing) ในน้ำยาสูตร Formalin–Acetic acid–Alcohol (FAA) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง และดึงน้ำออกจากเนื้อเยื่อด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 70 และ 95 ตามลำดับ โดยใช้เวลา 30 นาที ในแต่ละความเข้มข้น

2.3 นำตัวอย่างเนื้อเยื่อพืชแต่ละชนิดติดบน Stub ด้วยเทปกาวยาคาร์บอนแล้วเคลือบด้วยโลหะหนัก (ทองบริสุทธิ์) เป็นเวลา 60 วินาที

2.4 ติดตั้ง Stub บนกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ใช้ศักย์เร่งอิเล็กตรอนไปบนผิวของตัวอย่างที่ 10 kV และบันทึกภาพที่กำลังขยายต่าง ๆ โดยศึกษาบริเวณเนื้อเยื่อผิว (Epidermis) เนื้อเยื่อมีโซฟิลล์ (Mesophyll) และกลุ่มมัดท่อลำเลียง (Vascular bundle) ของเนื้อเยื่อพืชแต่ละชนิด

2.5 วิเคราะห์ธาตุในผลึกออกซาเลตโดยใช้เทคนิคการกระจายพลังงานของรังสีเอกซ์ (EDS) ที่ศักย์เร่ง 10 kV

3. การหาปริมาณออกซาเลต โดยวิธี Spectrophotometric เป็นวิธีที่สะดวกและแม่นยำในการวิเคราะห์ปริมาณออกซาเลต เช่นเดียวกับวิธีไทเทรตด้วยสารละลายเปอร์แมงกาเนต แต่สามารถดำเนินการได้ภายในระยะเวลาที่สั้นกว่า (Mishra, *et al.*, 2017)

3.1 เตรียมสารละลายมาตรฐานกรดออกซาลิก ที่ความเข้มข้น 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 และ 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ผสมกับ 0.003 M โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 2 มิลลิลิตร และ 2 N กรดซัลฟิวริก 5 มิลลิลิตร ในแต่ละความเข้มข้นของกรดออกซาลิก ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 10 นาที

3.2 เตรียม Blank โดยเติม 0.003 M โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 2 มิลลิลิตร 2 N กรดซัลฟิวริก 5 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 10 นาที

3.3 ชั่งตัวอย่างใบพืชแต่ละชนิดแบบใบสด จำนวน 0.5 กรัม จากนั้นใช้กรรไกรตัดให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วใส่ในบีกเกอร์ เติม 0.25 N กรดไฮโดรคลอริก ปริมาตร 30 มิลลิลิตร แล้วให้ความร้อนเป็นเวลา 15 นาที ปรับปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตร โดยเติม 0.25 N กรดไฮโดรคลอริก

3.4 เตรียมสารสกัดจากใบตัวอย่างพืชแต่ละชนิด ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ผสม 0.003 M โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 2 มิลลิลิตร และ 2 N กรดซัลฟิวริก 5 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 10 นาที

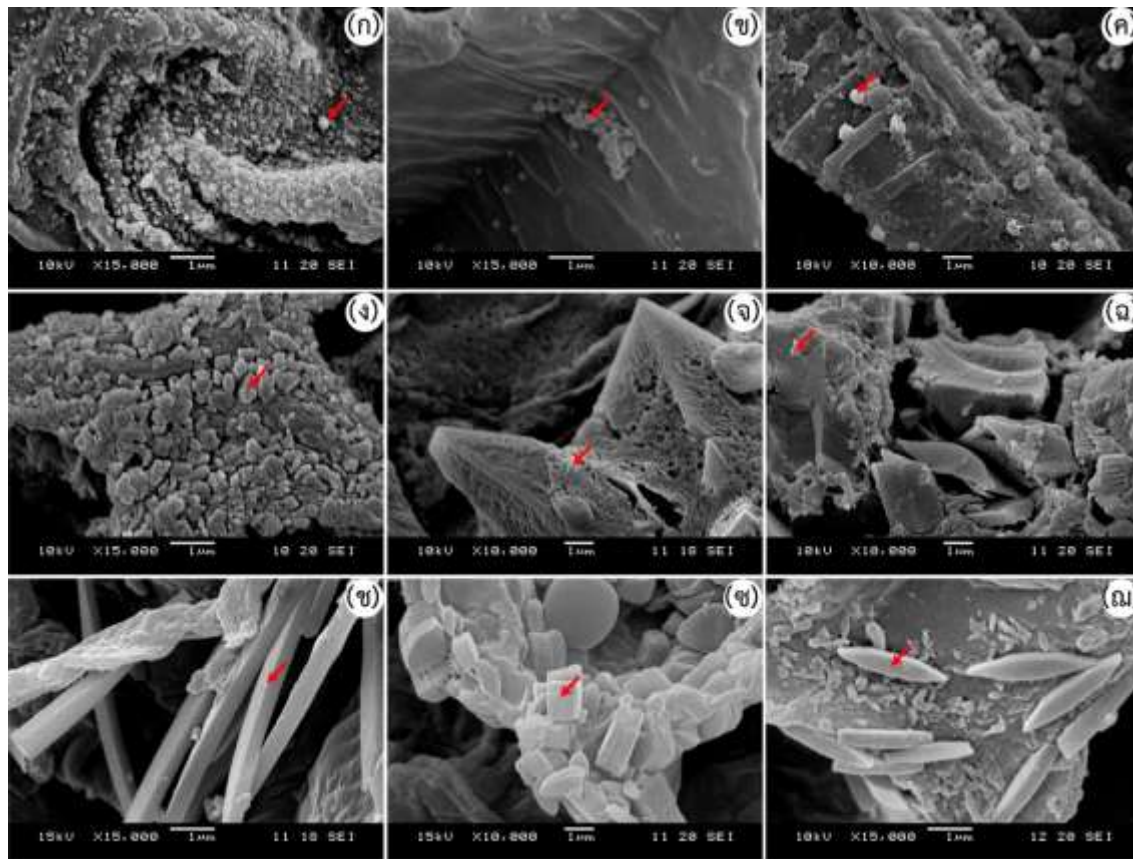
3.5 วัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานกรดออกซาลิกและสารสกัดตัวอย่างใบผักกับลาบแต่ละชนิด โดยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 528 นาโนเมตร และคำนวณปริมาณออกซาลेट จากสมการมาตรฐาน $y = 0.5285x + 0.1088$; $R^2 = 0.9137$

ผลการวิจัย

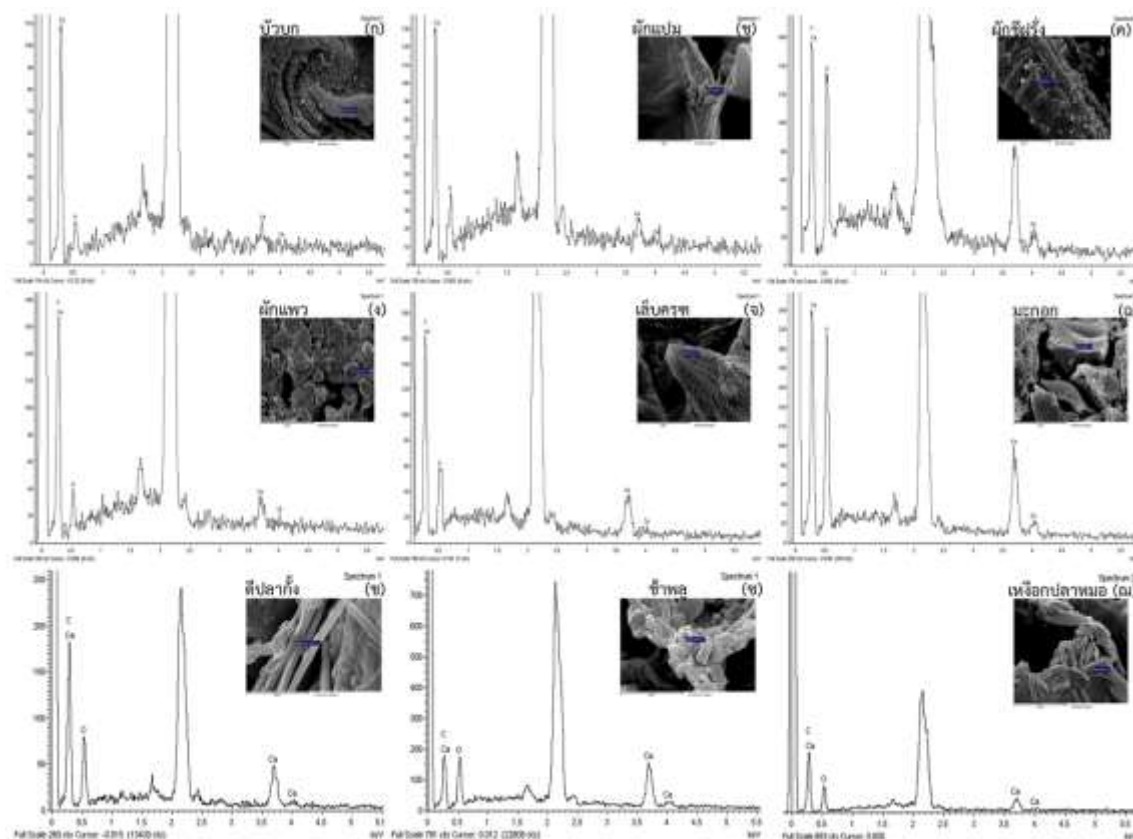
การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของผลึกออกซาลेटภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) พบผลึกแคลเซียมออกซาลेट 4 รูปแบบ ได้แก่ ผลึกรูปดาว (6 ชนิด) ผลึกรูปเข็ม (1 ชนิด) ผลึกรูปทรงหลายเหลี่ยม (1 ชนิด) และผลึกรูปแท่ง (1 ชนิด) (ตารางที่ 1 และ ภาพที่ 2) โดยพบบริเวณกลุ่มมัดท่อลำเลียง (Vascular bundle) และมีไซฟิลล์ (Mesophyll) ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงเคมีด้วย EDS บนผลึกออกซาลेटในผักกับลาบ พบว่าโดยส่วนใหญ่แล้วส่วนประกอบของผลึกออกซาลेटในผักกับลาบ 9 ชนิด มีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบดังแสดงในภาพที่ 3 พบแคลเซียมที่ตำแหน่งของพีค 3.60 keV และออกซิเจนที่ตำแหน่ง 0.52 keV ซึ่งน่าจะเป็นแคลเซียมออกซาลेट ส่วนควตองพบธาตุแมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบในผลึก แสดงว่าผลึกที่พบในควตองเป็นผลึกแมกนีเซียมออกซาลेटรูปทรงหลายเหลี่ยม (ภาพที่ 4)

ตารางที่ 1 การจัดจำแนกประเภทของผลึกแคลเซียมออกซาลेटภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

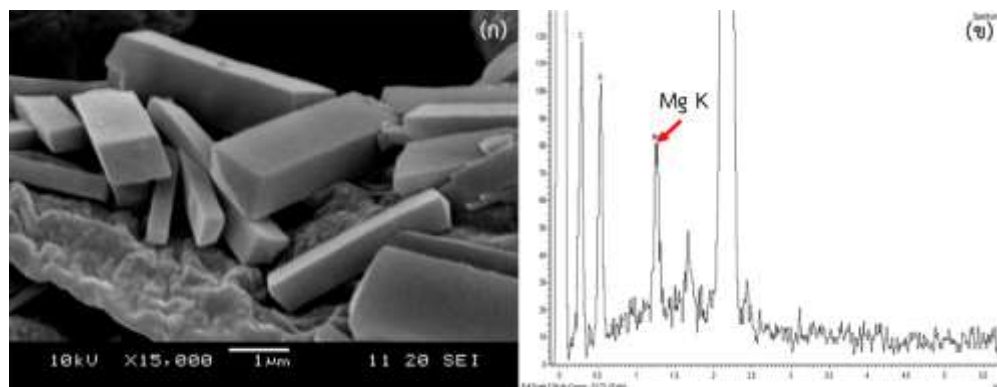
ชื่อวงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อไทย	ประเภทของ ผลึกแคลเซียมออกซาลेट
Acanthaceae	1. <i>Acanthus ebracteatus</i> Vahl	เหงือกปลาหมอ	ผลึกรูปแท่ง
	2. <i>Phlogacanthus pulcherrimus</i> T. Anderson	ดีปลากิ่ง	ผลึกรูปเข็ม
Anacardiaceae	3. <i>Spondias pinnata</i> (L. f.) Kurz	มะกอก	ผลึกรูปดาว
Apiaceae	4. <i>Centella asiatica</i> (L.) Urb.	บัวบก	ผลึกรูปดาว
	5. <i>Eryngium foetidum</i> L.	ผักชีฝรั่ง	ผลึกรูปดาว
Araliaceae	6. <i>Eleutherococcus trifolius</i> (L.) S.Y.Hu	ผักแปม	ผลึกรูปดาว
	7. <i>Polyscias fruticosa</i> (L.) Harms	เล็บครุฑ	ผลึกรูปดาว
Piperaceae	8. <i>Piper sarmentosum</i> Roxb	ข้าพลุ	ผลึกรูปทรงหลายเหลี่ยม
Polygonaceae	9. <i>Persicaria odorata</i> (Lour.) Soják	ผักแพว	ผลึกรูปดาว
Saururaceae	10. <i>Houttuynia cordata</i> Thunb.	ควตอง	-



ภาพที่ 2 ผลึกแคลเซียมออกซาลेटรูปแบบต่าง ๆ (ก) – (ง) ผลึกรูปดาว (บัวบก ผักแปม ผักชีฝรั่ง ผักแพว เล็บครุฑ และมะกอก) (ข) ผลึกรูปเข็ม (ติปลากั้ง) (ช) ผลึกรูปทรงหลายเหลี่ยม (ข้าวหลาม) และ (ฌ) ผลึกรูปแท่ง (เหือกปลาหมอ)



ภาพที่ 3 SEM-EDS สเปกตรัมจากผลึกออกซาเลตที่มีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบ (ก) บัวบก (ข) ผักแปม (ค) ผักชีฝรั่ง (ง) ผักแพว (จ) เล็บครุฑ (ฉ) มะกอก (ช) ตีปลากั้ง (ซ) ข้าวหลาม และ (ณ) เหงือกปลาหมอ



ภาพที่ 4 ผลึกแมกนีเซียมออกซาเลตของควดตอง (ก) ภาพ SEM แสดงลักษณะของผลึกรูปทรงหลายเหลี่ยม และ (ข) SEM-EDS สเปกตรัมแสดงธาตุแมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบในผลึก

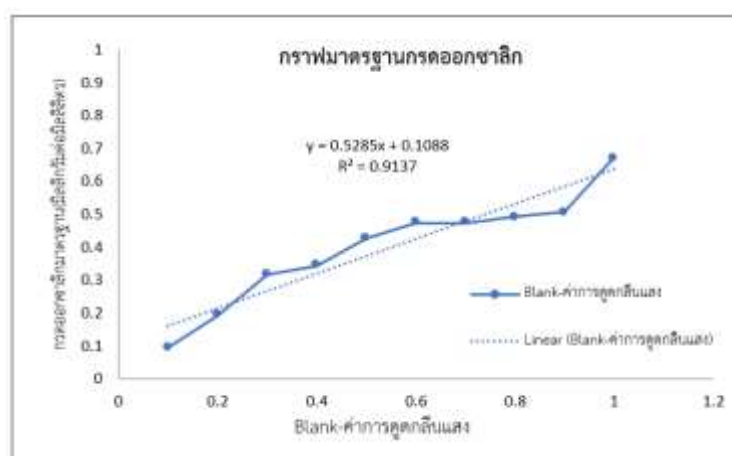
การหาปริมาณออกซาเลต

การวัดค่าดูดกลืนแสงของกรดออกซาลิกมาตรฐานที่ความเข้มข้น 0.1, 0.2, 0.3,..., 1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยวิธีการ Spectrophotometric ที่ความยาวคลื่น 528 นาโนเมตร เพื่อใช้ในการคำนวณหากราฟมาตรฐานของกรดออกซาลิกเพื่อใช้เปรียบเทียบหาปริมาณออกซาเลตในพืชตัวอย่าง (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 การคำนวณการหากราฟมาตรฐานของกรดออกซาลิก

กรดออกซาลิก (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)	ค่าเฉลี่ยของ ค่าดูดกลืนแสง	Blank – ค่าดูดกลืนแสง
Blank	1.824	0
0.1	1.730	0.094
0.2	1.630	0.194
0.3	1.507	0.317
0.4	1.480	0.344
0.5	1.398	0.426
0.6	1.351	0.473
0.7	1.350	0.474
0.8	1.332	0.492
0.9	1.316	0.508
1.0	1.151	0.673

การหาปริมาณออกซาเลตต้องใช้กราฟมาตรฐานที่ได้จากการอ้างอิงผลการทดลองในการหาค่ากรดออกซาลิก ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 กราฟมาตรฐานกรดออกซาลิก

จากกราฟมาตรฐานที่ได้ข้างต้นสามารถคำนวณหาปริมาณออกซาเลตในผักกับลาบ 10 ชนิด จากสมการการคำนวณ ดังนี้ (ตารางที่ 3)

$$y = 0.5285x + 0.1088$$

y แทน ค่า Blank – ค่าดูดกลืนแสง ของพืชตัวอย่าง

x แทน ปริมาณออกซาเลต

ตารางที่ 3 ปริมาณออกซาเลตในผักกับลาบ 10 ชนิด

ผักกับลาบ	ค่าเฉลี่ยของ ค่าดูดกลืนแสง	Blank – ค่าดูดกลืนแสง	ปริมาณออกซาเลต (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)
เหงือกปลาหมอ	1.031±0.410	0.793	1.29
ติปลากั้ง	1.160±0.321	0.664	1.05
มะกอก	0.759±0.353	1.065	1.81
บัวบก	1.063±0.181	0.761	1.23
ผักชีฝรั่ง	0.955±0.335	0.869	1.44
ผักแปม	0.985±0.376	0.839	1.38
เล็บครุฑ	1.639±0.176	0.185	0.14
ข้าพลุ	1.173±0.184	0.651	1.03
ผักแพว	0.952±0.357	0.872	1.44
ควาตอง	1.573±0.105	0.251	0.27

วิจารณ์ผล

จากผลการวิจัยครั้งนี้พบว่าการศึกษาสัณฐานวิทยาของออกซาเลตและปริมาณออกซาเลตด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดในผักกับลาบทั้ง 10 ชนิด สามารถจัดจำแนกประเภทของผลึกแคลเซียมออกซาเลตได้แตกต่างกัน อีกทั้งการใช้เทคนิค SEM-EDS บอกชนิดของธาตุที่เป็นองค์ประกอบของผลึก ทำให้สามารถวิเคราะห์ว่าผลึกที่พบเป็นผลึกแคลเซียมออกซาเลต (ยูปติ, 2562) และ การใช้เทคนิค SEM-EDS ยังพบว่าควาตองเป็นพืชชนิดเดียวที่ไม่พบแคลเซียมเป็นองค์ประกอบของผลึก แต่พบแมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบหลักของผลึกแทน และมีรูปร่างผลึกเป็นรูปทรงหลายเหลี่ยม (Prismatic) ซึ่งแตกต่างจากรายงานของ นฤมล (2557) ที่พบผลึกแคลเซียมออกซาเลตรูปดาว (Druses) ในควาตองภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง แสดงให้เห็นว่าการใช้เทคนิค SEM-EDS สามารถช่วยบอกชนิดของธาตุที่เป็นองค์ประกอบของผลึกได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้ในรายงานของ วารุณี (2558) ได้กล่าวว่าปัจจัยทางพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม สามารถกำหนดรูปร่างและขนาดของผลึกแคลเซียมออกซาเลตได้ ซึ่งแสดงให้เห็นจากผลการวิจัยครั้งนี้ในควาตอง เมื่อเปรียบเทียบกับรายงานของ นฤมล (2557) ที่ศึกษาผลึกออกซาเลตของควาตอง ในจังหวัดหนองคาย พบว่าควาตองมีรูปร่างของผลึกที่ต่างกัน อีกทั้งความหลากหลายของผลึกแคลเซียมออกซาเลตอาจถูกควบคุมโดยยีน สอดคล้องกับผลการวิจัยครั้งนี้ที่พบว่าพืชในวงศ์เดียวกัน อาจมีรูปร่างของผลึกแคลเซียมออกซาเลตที่แตกต่างกันได้ เช่น ติปลากั้งและเหงือกปลาหมอ ซึ่งอยู่ในวงศ์ Acanthaceae พบว่าติปลากั้งพบผลึกรูปเข็ม ส่วนเหงือกปลาหมอพบผลึกรูปแท่ง นอกเหนือจากนี้การสะสมของผลึกแคลเซียมออกซาเลตอาจแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม เช่น ปริมาณแคลเซียมในสภาพแวดล้อมที่พืชอาศัยอยู่ ชนิดของดิน ฤดูกาล สภาพการเจริญเติบโต (Boonmalai, *et al.*, 2019)

การหาปริมาณออกซาเลตในงานวิจัยครั้งนี้เลือกใช้โครงสร้างของพืชที่เป็นส่วนของใบ ซึ่งเป็นโครงสร้างที่คนส่วนใหญ่ในจังหวัดเชียงรายนิยมนำมาบริโภคเคียงกับลาบ และสามารถพบได้ตลอดทั้งปี สอดคล้องกับรายงานของ Misha, *et al.* (2017) ซึ่งศึกษาหาปริมาณออกซาเลตในทุกโครงสร้างของพืช พบว่าใบเป็นโครงสร้างที่มีปริมาณออกซาเลตมากที่สุด อีกทั้งยังพบว่าปริมาณออกซาเลตที่ควรรับประทานในแต่ละวันควรไม่เกิน 40–50 มิลลิกรัมต่อวัน ทั้งนี้ปริมาณของออกซาเลตยังมีผลต่อการดูดซึมแคลเซียมและอาจก่อให้เกิดนิ่วในทางเดินปัสสาวะได้

ซึ่งแหล่งที่มาของออกซาเลต อาจต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่น ๆ ด้วย ได้แก่ ปริมาณ ความถี่ในการบริโภคพืชชนิดนั้น ๆ และการดูดซึมของร่างกาย (พจน์ และคณะ, 2538) จากการวิจัยในครั้งนี้พบว่ามะกอกมีปริมาณออกซาเลตมากที่สุด หากรับประทานในปริมาณมาก และบ่อยครั้ง อาจมีแนวโน้มทำให้เกิดการสะสมออกซาเลตตกค้างในร่างกาย นอกจากนี้ปริมาณออกซาเลตที่สะสมในพืชอาจแตกต่างกันขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ เช่น สภาพของดิน ฤดูกาล ปริมาณ แคลเซียม ปริมาณแสง ตลอดจนชนิดของพืชด้วย (นฤมล, 2557)

สรุปผล

จากการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของออกซาเลตจากส่วนของใบผักกับลาบจำนวน 10 ชนิด บริเวณบ้านเมืองชุม อำเภอเวียงชัย จังหวัดเชียงราย ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด และเทคนิคการกระจายพลังงานของรังสีเอกซ์ พบผลึกออกซาเลต 4 รูปแบบ ได้แก่ ผลึกรูปดาว ผลึกรูปเข็ม ผลึกรูปทรงหลายเหลี่ยม และผลึกรูปแท่ง ซึ่งส่วนประกอบของผลึกมี 2 ชนิด คือ แคลเซียมออกซาเลตพบในบัวบก ผักแปม ผักชีฝรั่ง ผักแพว เล็บครุฑ มะกอก ดีปลากั้ง ข้าวปลู และเหงือกปลาหมอ และแมกนีเซียมออกซาเลตพบในควาตอง ส่วนปริมาณออกซาเลตที่วิเคราะห์ด้วยวิธี Spectrophotometric มีค่าอยู่ระหว่าง 0.14–1.81 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งมะกอกมีปริมาณออกซาเลตมากที่สุด รองลงมา คือ ผักแพว และผักชีฝรั่ง ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโปรแกรมวิทยาศาสตรชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย และศูนย์วิจัยและบริการจุลทรรศน์อิเล็กตรอน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย เชียงใหม่ ที่ได้อำนวยความสะดวกในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- นฤมล ผิวเผื่อน. 2557. ผลึกแคลเซียมออกซาเลตและปริมาณออกซาเลตในพืชผักบางชนิดใน จังหวัดหนองคาย. วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 42 (4), 820–829.
- พจน์ ศรีบุญลือ วิฑูรย์ ประสงค์วัฒนา และ สุนทร สุวรรณไตรย์. 2538. ปริมาณแคลเซียมออกซาเลตในพืชผักที่นิยมบริโภคกันในเขตจังหวัดขอนแก่น. รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- ยุพดี เผ่าพันธ์. 2562. เทคนิคทางกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope) และการวิเคราะห์ธาตุด้วยเครื่อง Energy Dispersive X-ray Spectrometer สำหรับผลึกในพืช. รายงานการวิจัยฝ่ายเครื่องมือและวิจัยทางวิทยาศาสตร์. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- วารุณี ณ ลำปาง. 2558. การศึกษาเปรียบเทียบผลึกแคลเซียมออกซาเลตในผักพื้นเมืองจากอำเภอมือง จังหวัด เชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- สุทธิรา ชุมกระโทก คมกริช วงศ์ภาคำ อุษา กลิ่นหอม และพจน์ย์ ไม้หอม. 2549. การตรวจหาผลึกแคลเซียมออกซาเลตในผักพื้นบ้าน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 37 (6), 189–192.
- Boonmalai, A., Sangchaimongkonlap, K. and Bhudsri, K. 2019. Determination of oxalate in vegetable samples using a low cost electrode by potentiometric microtitration method. Phranakhon Rajabhat Research Journal (Science and Technology). 14 (2), 148–160.

- He, H., Bleby, T. M., Veneklaas, E. J., Lambers, H. and Kuo, J. 2012. Morphologies and elemental compositions of calcium crystals in phyllodes and branchlets of *Acacia robeorum* (Leguminosae: Mimosoideae). *Annals of Botany*. 109, 887–896.
- Mishra, P., Mishra, N., Musale, B., Samal, P. and Swain, P. 2017. Determination of seasonal and developmental variation in oxalate content of *Anagallis arvensis* plant by titration and spectrophotometric method. *The Pharma Innovation*. 6 (6), 105-111.
- Webb, M. A. 1999. Cell-Mediated Crystallization of Calcium Oxalate in Plants. *The Plant Cell*. 11, 751–761.