การดูดซึมสังกะสีของต้น Cyanotis tuberosa Schul.f.

(The Uptake of Zine in Cyanotis tuberosa Schul.f.)

โดย

สมด.
เลขหมู่ QK495.C92 พ42 2530
เลขทะเบียน 032831
14 ต.ค. 2536

ผศ.ดร.พิกุล วณิชาภิชาติ
ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่

ได้รับความสนับสนุนจากเงินรายได้คณะวิทยาศาสตร์
ปีงบประมาณ 2529

การดูดซึมสังกะสีของต้น Cyanotis tuberosa Schul.f.)

(The Uptake of Zine in Cyanotis tuberosa Schul.f.)

==========

บทคัดย่อ

Cyanotis tuberosa Schul.f. เป็นพันธุ์ไม้ชนิดหนึ่งซึ่งเจริญเติบโตดีบนแหล่งแร่สังกะสีที่เหมืองแม่สอด อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ลักษณะเด่นของพืชชนิดนี้คือใบจะเปลี่ยนสีตามฤดูกาล จากการศึกษาการสะสมสังกะสีของพืชชนิดนี้ พบว่า พืชสะสมสังกะสีไว้ในรากมากกว่าในใบ และปริมาณการสะสมขึ้นกับปริมาณสังกะสีที่มีอยู่ในดิน

จากการสังเกตพืชที่ปลูกในห้องปฏิบัติการพบว่า การเปลี่ยนสีของใบนั้นน่าจะขึ้นกับปริมาณแสงแดดและน้ำที่พืชได้รับ ภายใต้เงื่อนไขของปริมาณสังกะสีที่พืชสะสมซึ่งจะต้องมากพอระดับหนึ่ง เนื่องจากไม่พบพืชชนิดนี้นอกบริเวณเหมืองแร่ จึงพอจะสรุปได้ว่าพืชชนิดนี้อาจเป็นพืชตัวชี้แหล่งแร่สังกะสีได้

==========

Abstract

Cyanotis tuberosa Schul.f. is found to grow well on a zinc ore deposit at Ampur Maesod, Tak province. Changes in plant leaf color, in accord with changes of seasons, make it more interesting than other plant species grown in the same area. This project was to investigate zinc uptake into the plant. It was found that zinc accumulation in the roots was greater than that in the leaves. There also appeared a good correlation between the amount of zinc found in plants and in soil samples collected at the same area.

Observations made from plants grown in this laboratory suggested that, under a limit of zinc accumulation, color changing in plant leaves depended on the amount of direct sunlight and soil moisture. The evidence that no Cyanotis tuberosa Schul.f. was found outside the area implied that the plant may be employed as an indicator for zinc ore deposit.

==========

บทนำ

ปัจจุบันได้มีการพัฒนาด้านการสำรวจหาแหล่งแร่โดยอาศัยพืชเป็นตัวชี้(Indicator plants) วิธีนี้ได้เริ่มเป็นที่สนใจกันแพร่หลายในบางประเทศแถบยุโรป อเมริกา อัฟริกาแถบหมู่เกาะในมหาสมุทรแปซิฟิก ประเทศออสเตรเลีย และรัสเซีย ส่วนในเอเชียมีหลักฐานการสังเกตลักษณะของพืชที่ขึ้นบนแหล่งแร่โดยชาวจีนตั้งแต่ศตวรรษที่ 8 นอกจากนี้ ประเทศอินเดีย ประเทศแถบตะวันออกกลาง และประเทศมาเลเซียก็ได้เริ่มสำรวจหาพืชตัวชี้กันบ้างแล้ว

การหาพืชตัวชี้ (Indicator plants) นอกจากทำโดยการสำรวจพืชที่เจริญงอกงามได้บนแหล่งแร่แล้ว ในบางครั้งได้จากการศึกษามลภาวะในพืชที่อยู่ใกล้กับแหล่งแร่(1) มีผู้พบว่าพืชบางชนิดอาจเป็นตัวชี้แหล่งแร่ได้มากกว่าหนึ่งแหล่ง (6,7) เมื่อพืชชนิดนั้นมีการสะสมแร่ธาตุในปริมาณที่สูงเกินความต้องการ จะมีการปรับตัวและเปลี่ยนแปลงเชิงสรีรวิทยา ยังผลให้มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะภายนอกที่สังเกตุได้ เช่น ลำต้นแคระแกร็นกว่าปกติ(4) หรือการเปลี่ยนสีของดอก(2) เป็นต้น นอกจากพืชแล้วได้มีการศึกษาสปอร์ของแบคทีเรียซึ่งอาจใช้เป็นตัวชี้เหมืองทองได้(5)

ด้วยสภาพทางภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกัน พืชตัวชี้ในประเทศไทยอาจมีสายพันธุ์ที่ต่างจากพืชซึ่งต่างประเทศได้ศึกษา จึงเป็นสิ่งน่าสนใจสำหรับผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานด้านการสำรวจหาแหล่งแร่ แต่ไม่ปรากฏว่ามีการศึกษาเรื่องนี้อย่างจริงจัง งานวิจัยนี้จึงได้เริ่มขึ้นโดยการศึกษาพืช Cyanotis Tuberosa Schul.f. ซึ่งเจริญเติบโตได้ดีในบริเวณเหมืองสังกะสี อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ลักษณะเด่นของพืช คือ ใบจะมีสีแดงอมม่วงในฤดูร้อนและเปลี่ยนเป็นสีเขียวในฤดูฝน จึงได้วิเคราะห์หาปริมาณสังกะสีในพืชและในดินที่เก็บตัวอย่างพืช เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสังกะสีที่พบในพืชและในดิน ขณะเดียวกันได้พยายามศึกษาถึงสาเหตุเบื้องต้นของการเปลี่ยนของใบ เพื่อเป็นแนวทางในการใช้พืชช่วยงานด้านสำรวจแหล่งแร่ซึ่งได้พบข้อมูลที่เป็นประโยชน์ระดับหนึ่ง

วัสดุและอุปกรณ์

ต้น Cyanotis tuberosa Schul.f. และดินบริเวณที่พืชเจริญเติบโต กรดเปอร์คลอริค กรดไนตริก และเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer

วิธีการทดลอง

การเก็บและเตรียมตัวอย่างพืช

เก็บพืชและดินที่เหมืองแม่สอด จังหวัดตาก โดยขุดทั้งดินและพืชขึ้นพร้อมกันเพื่อไม่ให้รากถูกทำลาย เก็บตัวอย่างที่ระดับความสูงทุก ๆ 10 เมตร ระหว่างเมตรที่ 520 ถึงเมตรที่ 649 เหนือ

ระดับน้ำทะเล แล้วบรรจุถุงเพื่อนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ รวมเวลาที่พืชอยู่ในถุงไม่เกิน 5 วัน เนื่องจากพืชมีใบหนาลักษณะต่าง ๆ ของพืชจึงไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ในกรณีที่ไม่มีพืชตัวอย่างให้เก็บตามระดับที่ต้องการและจำเป็นต้องเลื่อนตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างไปเล็กน้อย ระดับที่เก็บดินตัวอย่างจะเปลี่ยนแปลงตามด้วย และในบางกรณีที่ไม่อาจหาพืชในบริเวณใกล้เคียงได้ จะเก็บเฉพาะตัวอย่างดินไว้เพื่อเป็นข้อมูลเปรียบเทียบ

แยกส่วนของพืชเป็นใบ รากและลำต้น ล้างดินที่ติดมากับพืชด้วยน้ำประปา แล้วล้างอีกครั้งด้วยน้ำกลั่น ซับน้ำที่ติดค้างอยู่แล้วผึ่งไว้ในที่ที่สะอาดก่อนนำไปชั่งเพื่อหาน้ำหนักสด ต่อจากนั้นทำการอบตัวอย่างที่อุณหภูมิ 100 เซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เมื่อตัวอย่างเย็นเท่าอุณหภูมิห้องจึงนำไปชั่งอีกครั้งเพื่อหาน้ำหนักแห้ง แล้วคำนวณความชื้นสัมพัทธ์จากข้อมูลทั้งสอง

การย่อยด้วยกรด

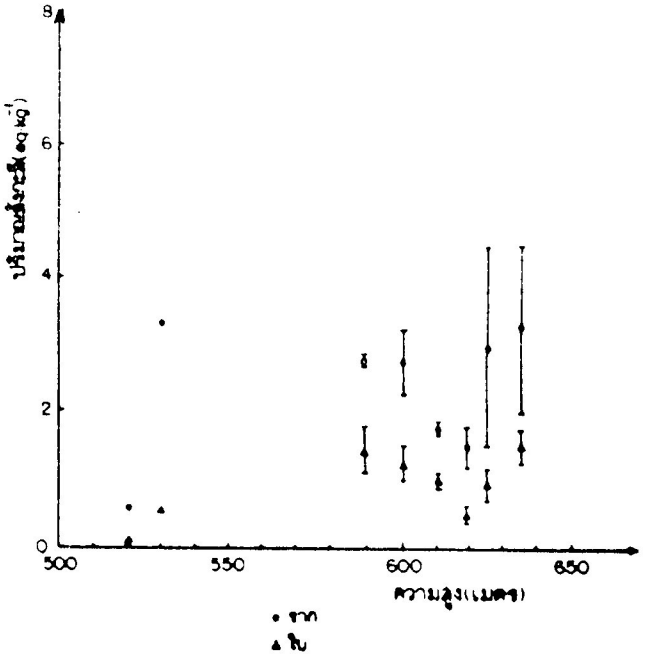
การย่อยเนื้อเยื่อพืชด้วยกรดได้ใช้วิธีเดียวกันกับ Raymond et.al.(8) เจือจางสารละลายที่ได้จากการย่อยโดยเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรสุทธิ 250 มิลลิลิตร กรองแล้วนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer การทดลองนี้พบว่าเนื้อเยื่อพืชแทนที่น้ำน้อยกว่า 1% ของปริมาตรทั้งหมด วิธีการดังกล่าวจึงใช้ได้เมื่อเทียบกับความแปรปรวนของผลการทดลองซึ่งมีความผิดพลาดสูงกว่ามาก ส่วนการเตรียมตัวอย่างดินนั้นได้ใช้วิธีเดียวกันกับการเตรียมตัวอย่างพืช โดยได้เลือกเศษไม้และใบไม้แห้งออกก่อนการย่อยด้วยกรด

อนึ่ง เนื่องจากไม่ปรากฏพบพืชชนิดนี้ขึ้นนอกแหล่งแร่ที่กำลังเก็บตัวอย่าง จึงไม่มีการเปรียบเทียบผลการทดลองกับพืชนอกแหล่งแร่

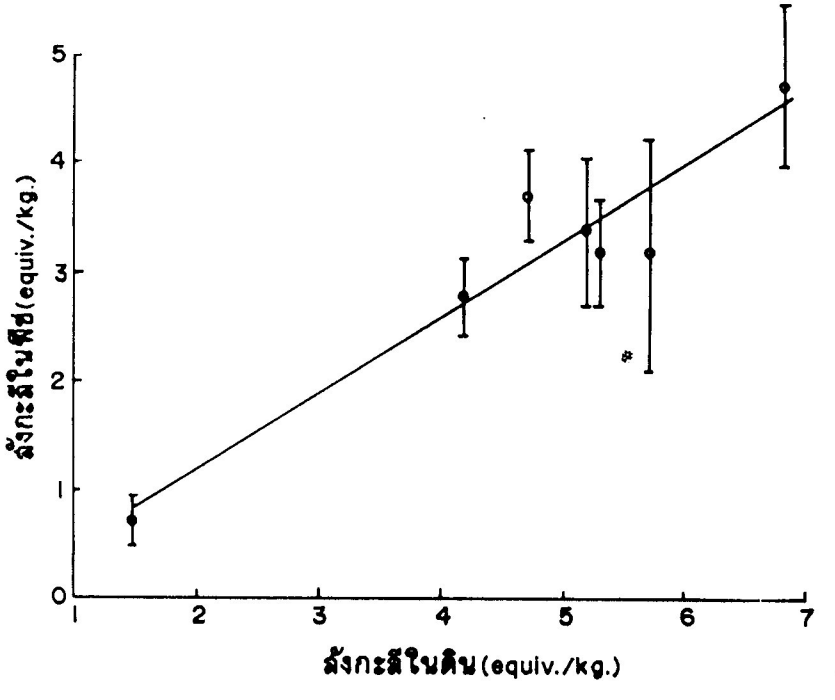
ผลการทดลอง

การดูดซึมสังกะสีของพืช

เพื่อให้การเปรียบเทียบผลได้มาตรฐานเดียวกัน ข้อมูลจากการวิเคราะห์นี้จึงถูกนำเสนอในหน่วย Equivalent/kg ของมวลแห้ง โดยเก็บตัวอย่าง 3 ครั้ง คือ เดือนกรกฎาคม เดือนสิงหาคม และเดือนกันยายนในปีเดียวกัน จากผลการวิเคราะห์ปริมาณสังกะสีที่สะสมในราก และในใบพบว่าพืชทุกต้นมีปริมาณสังกะสีอยู่ในรากสูงกว่าในใบ และปริมาณสังกะสีที่สะสมในพืชมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับความสูงของเหมือง (รูปที่ 1) ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยของใบ รากและดิน คือ 94.7 ± 1.0, 56.0 ± 15.6 และ 2.2 ± 0.8 ตามลำดับ



รูปที่ 1 แสดงปริมาณสังกะสีในรากและใบในพืช เทียบกับความสูง เหนือระดับน้ำทะเล



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างสังกะสีในดินและในพืชที่ขึ้นบริเวณดินตัวอย่าง

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสังกะสีในดินและพืช

เมื่อรวมปริมาณสังกะสีในใบและในรากพืชเข้าด้วยกันแล้วเปรียบเทียบกับปริมาณสังกะสีในดิน พบว่าที่แต่ละระดับความสูงมีความสัมพันธ์เชิงเส้นต่อกัน กล่าวคือพืชที่ขึ้นในบริเวณที่มีปริมาณสังกะสีในดินสูงจะสะสมสังกะสีไว้ในปริมาณสูงด้วย (รูปที่ 2) พึงสังเกตว่าข้อมูลบางตำแหน่งได้จากการวิเคราะห์เพียงครั้งเดียว เนื่องจากไม่สามารถหาพืชที่ตำแหน่งเดิมได้ และข้อมูลมีความแปรปรวนสูงระหว่างตำแหน่ง 620-650 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเก็บตัวอย่างทั้งสามครั้งกระทำในช่วงเวลาต่างกัน หปริมาณน้ำฝนระหว่างเดือนสิงหาคมถึงเดือนกันยายนทำให้สังกะสีในดินถูกชะล้างบ้าง อย่างไรก็ดีปริมาณสังกะสีในดินยังมีแนวโน้มสูงกว่าปริมาณที่พบในพืช

สรุปผลและวิจารณ์

จากการเปรียบเทียบปริมาณสังกะสีที่ระดับต่าง ๆ ของเหมืองแร่กับที่สะสมในต้น Cyanotis tuberosa Schul.f. ที่ขึ้นในบริเวณเดียวกันพบว่า ปริมาณที่พบในพืชมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณในดินคล้ายคลึงกันกับผลที่กลุ่มนักวิจัยของ Keleopertsis(7) ได้ศึกษาและเนื่องจากไม่พบพืชชนิดนี้นอกแหล่งแร่สังกะสี จึงสรุปว่า Cyanotis tuberosa Schul.f. น่าจะเป็นพืชตัวชี้แหล่งแร่สังกะสีในประเทศไทยได้

การที่พืชชนิดนี้เก็บสังกะสีไว้ในรากมากกว่าใบ อาจเป็นเพราะความทนทานต่อสังกะสีของใบมีน้อยกว่า จากการสังเกตพืชชนิดนี้ซึ่งปลูกด้วยดินที่นำมาจากเหมืองแร่พบว่าใบล่างสุดของพืชจะค่อย ๆ เหี่ยวเฉาและร่วงลงดินภายหลังการเจริญเติบโตไปได้ระยะหนึ่งทั้ง ๆ ที่ใบอื่น ๆ ที่อยู่เหนือขึ้นไปยังมีการเติบโตดี จึงเป็นได้ว่าเมื่อใบสะสมสังกะสีไว้ปริมาณหนึ่งซึ่งมากเกินพอพืชจะมีการทำลายส่วนที่เกินออก ถือว่าเป็นการปรับตัวรูปแบบหนึ่งในอีกหลายรูปแบบที่ Ernst(3) ได้รวบรวมไว้

นอกจากนี้ได้พยายามวิเคราะห์หาสาเหตุของการเปลี่ยนสีของใบ จากสีแดงอมม่วงเป็นสีเขียวด้วย โดยการคัดเลือกพืชที่มีทั้งใบสีแดงอมม่วงและในสีเขียวปนกันอยู่ในต้นเดียวกัน เมื่อวิเคราะห์ตามวิธีที่กล่าวมาข้างต้น พบว่าใบสีแดงอมม่วงมีแนวโน้มของการสะสมสังกะสีได้มากกว่าแต่ยังไม่เด่นชัด ทั้งนี้อาจเนื่องจากความแปรปรวนของตัวอย่างที่ได้จากต่างระดับความสูง และการเก็บตัวอย่างยังน้อยไป อย่างไรก็ดีเมื่อทดลองปลูกพืชชนิดนี้ในห้องปฏิบัติการโดยการสังเกตุปริมาณน้ำและแสง พบว่าเมื่อให้แสงที่เท่ากันและให้น้ำวันละครั้งติดต่อกันเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ใบของพืชจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวมากขึ้น และเมื่อหยุดการให้น้ำเป็นเวลา 1 สัปดาห์ต่อมา ใบของพืชเริ่มเปลี่ยนเป็นสีแดงอมม่วง จากการทดลองลดปริมาณแสงที่ให้แก่พืชและงดการให้น้ำด้วยเป็นเวลาหนึ่งสัปดาห์ พบว่าใบของพืชเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเขียวมากขึ้น แสดงว่าไม่ว่าพืชจะได้น้ำมากหรือน้อยก็ตามหากไม่ได้รับแสงที่เพียงพอใบของพืชจะไม่เปลี่ยนเป็นสีแดงอมม่วง นอกจากนี้ได้มีการเปรียบเทียบพืชที่ปลูกในร่มและได้น้ำทุก 2 วันกับพืชที่ปลูกภายใต้

แสงอาทิตย์เป็นเวลา 6 ชั่วโมงติดต่อกันในหนึ่งวัน และได้รับน้ำ 6 วันต่อครั้งเป็นเวลา 2 - 3 เดือน ภายใต้สภาพดินอย่างเดียวกัน (ดินที่มีสังกะสีปนอยู่ถึง 30 %) ผลปรากฏว่าพืชที่ปลูกในสภาพที่มีแดดและได้รับน้ำน้อยมีใบเป็นสีแดงอมม่วงเข้มและสมบูรณ์กว่า ขณะที่พืชที่ปลูกในร่มและได้น้ำมากมีใบเป็นสีเขียวหมดทั้งต้น

แม้ว่าการทดลองดังกล่าวจะชี้ให้เห็นว่าการเปลี่ยนสีสรรค์ของใบถูกกำหนดด้วยปริมาณน้ำและแสงโดยตรง แต่การเปลี่ยนสีช้าหรือเร็วจะเกี่ยวข้องกับปริมาณสังกะสีในพืชด้วย เหตุผลสนับสนุนได้จากการสังเกตพืชที่ปลูกในห้องปฏิบัติการซึ่งพบว่าการเปลี่ยนแปลงสีของใบในระยะหลัง ๆ จะไม่ชัดเจน กล่าวคือใบจะไม่ค่อยมีการเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีแดงอมม่วง แม้ว่าจะปล่อยให้พืชขาดน้ำมานานถึง 2-3 สัปดาห์ นอกจากนี้การเติบโตของพืชจะช้าลงเรื่อย ๆ และความสมบูรณ์ของใบลดลงคือจากใบกว้างและอวบน้ำกลายเป็นใบที่แคบเรียวบางและลำต้นแคระแกร็น ทั้งนี้อาจเนื่องจากปริมาณสังกะสีในดินลดลงและพืชจะรอดอยู่ได้อีกระยะหนึ่งโดยอาศัยสังกะสีที่สะสมในราก จึงมีความเป็นไปได้สูงว่าน่าจะมีขีดจำกัดหนึ่งของปริมาณสังกะสีในดินซึ่งเป็นตัวกำหนดความอยู่รอดของพืช มิฉะนั้นแล้วน่าจะพบต้นไม้ชนิดนี้นอกบริเวณแหล่งแร่บ้าง และเมื่อพืชได้รับปริมาณสังกะสีที่เพียงพอจะสามารถตอบสนองต่อการขาดน้ำหรือแสงได้รวดเร็ว จึงน่าจะมีการศึกษาขีดจำกัดของปริมาณสังกะสีที่ช่วยให้พืชอยู่รอดได้ ซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่องานด้านการสำรวจแหล่งแร่ระดับหนึ่ง

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่และพนักงานบริษัทผาแดงอินดัสทรี ซึ่งเป็นเจ้าของประทานบัตรเหมืองแม่สอด จังหวัดตาก ในความร่วมมือช่วยเหลือเก็บตัวอย่างพืชและดิน ขอขอบคุณ ผศ.ธงชัย พึ่งรัศมี และ ผศ.ดร.สุรพล อารีย์กุล อาจารย์ภาควิชาเหมืองแร่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำปรึกษา ทั้งมีส่วนผลักดันให้เกิดการวิจัยทางด้านนี้ ขอขอบคุณ รศ.พวง เพ็ญ ศิริรักษ์ ผู้ได้ช่วยหาชื่อทางวิทยาศาสตร์ของพืชให้ ส่วนหนึ่งของงานวิจัยครั้งนี้ได้รับเงินสนับสนุนจากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ซึ่งผู้วิจัยขอขอบคุณเป็นอย่างสูง

เอกสารอ้างอิง

(1). Bollingberg, H.J., and Cooke, Jr. H.R. (1985). Use of Seaweed and Slope Sediments in Fjord Prospecting for Lead-Zinc Deposits near Maarmorilik, West Greenland. J. Geochem. Explor. 23: 253-263.

(2). Cannon, H.L. (1979). " Advances in Botanical Methods of Prospecting for Minerals Part 2 - Advances in Geobotanical Methods"In Geophysics and Geochemistry in the Search for Metallic Ores : Proceedings an International Symposium held in ottawa, Canada. In Oct. 1977. p.397-409, Ed. Peter J Kood.

(3). Ernst, W. (1972). Ecophysiological Studies on Heavy Metal Plants in South Central Africa. Kirkia, 8, Pt 2: 125-145

(4). Jacobsen, W.B.G. (1967). The Influence of the Copper Content of the Soil on Trees and Shrubs of Molly South Hill, Mangula. Kirkia, 6:Pt 1: 63-84.

(5). Watterson, J.R. (1985). A Procedure for Estimating Bacillus Cereus Spores in Soil and Stream-Sediment Samples - A Potential Exploration Technique. J. Geochem. Explor., 23: 243-252.

(6). Kelepertsis, A.E., and Andrulakis, I. (1983). Geobotany - Biogeochemistry for Mineral Exploration of Sulphide Deposits in Northern Greece. Heavy-Metal Accumulation by Rumex acetosella L. and Minuartia verna (L.) Hiern. J. Geochem. Explor, 18: 267-274.

(7). Kelopertsis, A.E., Andrulakis, I., and Reeves, R.D. (1985). Rumex acetosella L. and Minuartia verna (l.) Hiern as Geobotanical and Biogeochemical Indicators for Ore Deposits in Northern Greece. J. Geochem. Explor. 23: 203-212.

(8). Raymond L.C. and R.G. Taylor. (1975). A Geochemical-Geobotanical Study of the Siberia Tin - Copper Lode in the Emuford District of the Herberton Tinfield, North Queensland. Proc. Australas. Inst. Min. Metal. 255: 7-12.