

# ลักษณะพื้นฐานและกายวิภาคของแก่นตะวัน (*Helianthus tuberosus* L.) ที่ปลูกในประเทศไทย Morphological and Anatomical Characteristics of Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) in Thailand

สุดารัตน์ คำพา<sup>1</sup> ปรียา พวงสำลี หวังสมนึก<sup>1</sup> สนั่น จอกลอย<sup>2</sup> พินิจ หวังสมนึก<sup>1</sup>  
และอรันต์ พัฒนทัย<sup>2</sup>

Sudarat Khampa<sup>1</sup>, Preeya Puangsomlee Wangsomnuk<sup>1</sup>, Sanan Jokloy<sup>2</sup>,  
Pinich Wangsomnuk<sup>1</sup> and Aran Pattanothai<sup>2</sup>

## Abstract

Plants of *Helianthus tuberosus* L. were grown for morphological and anatomical studies under field condition at Department of Plant Science and Agricultural Resources, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University. The results showed that this plant was an annual herb with a stem height of 100-160 cm height and produced stem tubers. Leaves were opposite phyllotaxies, ovate and often coarsely toothed. The composite flowers were 6-8 cm in diameter with yellow disc and ray floret. Anatomical structure were investigated under a compound microscope and a scanning electron microscope (SEM). For stem, there were trichomes on an epidermal layer and phloem fiber in vascular bundles. Trichomes and glands were found on leaves. This capitulate sessile attached itself directly to the organ surface without stalk. Pollen grain was classified as prolate-spheroidal and echinate with perforate at spine base.

**Key word:** Jerusalem artichoke, morphology, anatomy, pollen

## บทคัดย่อ

การศึกษาลักษณะวิทยาและกายวิภาคของแก่นตะวันที่ปลูกในแปลงทดลอง ณ ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น พบว่าแก่นตะวันเป็นพืชล้มลุก ลำต้นสูง 100 ถึง 160 เซนติเมตร มีลำต้นใต้ดินสะสมอาหาร ใบเป็นใบเดี่ยวรูปหอก มีการเรียงตัวแบบตรงข้ามสลับฉาก (opposite decussate) ขอบใบจักเป็นฟันเลื่อย ออกดอกเป็นช่อมีดอกย่อยเรียงชิดกันแน่น (composite flower) ช่อดอกและดอกย่อยสีเหลือง การศึกษาลักษณะทางกายวิภาคภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิด compound microscope และ scanning electron microscope (SEM) พบว่า ลำต้นพบ trichome จำนวนมากที่เนื้อเยื่อ

<sup>1</sup> ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002

<sup>1</sup> Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

<sup>2</sup> ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002

<sup>2</sup> Department of Plant Science and Agricultural Resources, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

ชั้นนอกสุด ที่มีท่อลำเลียงพบ phloem fiber ไม่มีการสร้าง trichome และต่อม (gland) ชนิด (capitate sessile) ซึ่งเป็นต่อมที่ไม่มีก้านและเจริญมาจากเซลล์ผิวโดยตรง ละอองเรณูมีรูปร่างเป็นแบบ prolate-spheroidal ผิวเรณูเป็นแบบ achenate ที่โคนหนามมี perforate

**คำสำคัญ:** แก่นตะวัน สัตถฐานวิทยา กายวิภาควิทยา ละอองเรณู

## บทนำ

แก่นตะวัน (*Helianthus tuberosus* L.) เป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ Asteraceae มีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกาเหนือ ปัจจุบันมีการปลูกทั่วไปในประเทศสหรัฐอเมริกา แคนาดา ฝรั่งเศส อิตาลี รัสเซีย จีนตอนเหนือ อินเดีย ประเทศในแถบแอฟริกากลางและทางตอนใต้ของประเทศออสเตรเลีย (Vervelide, 1996) แก่นตะวันเป็นพืชที่อยู่ในสกุลเดียวกันกับทานตะวัน แต่มีความแตกต่างจากทานตะวัน คือ มีลำต้นใต้ดินสะสมอาหารในรูป fructan ซึ่งประกอบไปด้วยโอลิโกฟรุคโทส (oligofructose) และอินนูลิน (innulin) โดยสารดังกล่าวได้มีการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตน้ำเชื่อมความหวานสูง (high fructose syrup) ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและยา เนื่องจากอินนูลินมีโมเลกุลขนาดใหญ่และไม่สามารถย่อยได้ในระบบการย่อยอาหารของคนและสัตว์ แต่จุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่สามารถย่อยสารอินนูลินได้ ทำให้สามารถเจริญแข่งขันกับเชื้อก่อโรค แก่นตะวันจึงสามารถช่วยลดปริมาณของจุลินทรีย์ก่อโรคได้ นอกจากนี้ยังมีการนำแก่นตะวันไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ และเป็นพืชพลังงานทดแทน (Baldini et al., 2004, Monti et al., 2005)

แก่นตะวันเป็นพืชชนิดใหม่ของไทย ขณะนี้นักวิจัยของมหาวิทยาลัยขอนแก่นได้ดำเนินการวิจัยเพื่อหาเทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสมภายใต้เงื่อนไขการผลิตแก่นตะวันในประเทศไทย แต่ยังคงขาดข้อมูลเกี่ยวกับแก่นตะวันในประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งงานวิจัยพื้นฐานด้านชีววิทยาพืชที่จะนำไปสู่ความเข้าใจพืชชนิดนี้ ดังนั้นการศึกษาชีววิทยาของแก่นตะวัน ทั้งทางด้านสัตถฐานวิทยา กายวิภาควิทยา และการเจริญเติบโต งานวิจัยพื้นฐานจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะนำไปสู่การพัฒนาพืชนี้ให้มีศักยภาพเป็นพืชเศรษฐกิจต่อไปในอนาคต

## อุปกรณ์และวิธีการ

แก่นตะวันที่ใช้ในการศึกษาเป็นแก่นตะวันที่ปลูกในแปลงทดลอง ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เพื่อนำมาศึกษาลักษณะทางสัตถฐานวิทยาของลำต้น ใบ ดอก และผล และการศึกษาทางกายวิภาค โดยสุม่นำตัวอย่างของลำต้นและใบ มาจัดทำสไลด์ด้วยเทคนิค free-hand section และย้อมด้วยสี safrain ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ นำสไลด์มาศึกษาลักษณะโครงสร้างภายในและผิวใบภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิด compound microscope และบันทึกโครงสร้างที่ปรากฏ ศึกษาลักษณะของขนบนลำต้นและใบ โดยนำส่วนของลำต้นและใบ มาตรึงตัวอย่างด้วย FAA 70 เปอร์เซ็นต์ และดึงน้ำออกด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ ความเข้มข้น 80 90 95 และ 100 เปอร์เซ็นต์ นาน 30 นาที ตามลำดับ ทำแห้งด้วยวิธี CPD (critical point drying) ส่วนละอองเรณูทำให้แห้ง ก่อนนำไปเคลือบด้วยทองและศึกษาตัวอย่างภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด (SEM, scanning electron microscope) ยี่ห้อ LOE รุ่น 1450 VP บันทึกลักษณะผิวใบ เนื้อเยื่อตัดตามขวาง และรูปร่างและผิวของละอองเรณู

## ผลการศึกษาและวิจารณ์

### ลักษณะทางสัตถฐานวิทยาของแก่นตะวัน

จากการศึกษาลักษณะทั่วไปของแก่นตะวันพบว่า แก่นตะวันเป็นไม้ล้มลุก ลำต้นสูง 100 ถึง 160 เซนติเมตร มีลำต้นใต้ดินสะสมอาหาร ใบเป็นใบเดี่ยว รูปหอก กว้าง 6-10 เซนติเมตร ยาว 10-18 เซนติเมตร ปลายใบเรียวแหลม ฐานใบรูปสอบเรียว (attenuate) ขอบใบจักเป็นฟันเลื่อย (acuminate) ผิวใบทั้งด้านบน

และด้านล่างมีขนสั้นแข็ง เส้นแขนงใบ 6-9 คู่ เนื้อใบบาง ก้านใบยาว 2-4 เซนติเมตร ใบมีการเรียงตัวแบบตรงข้าม สลับจาก (opposite decussate) ผิวด้านบนอกมีขนยาว แน่น ลำต้นเหนือดินมีลักษณะกลม สีเขียวหรือสีม่วง มีขนยาวแข็ง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.6-2 เซนติเมตร (Fig. 1 A) ลำต้นใต้ดินมีสีน้ำตาลอ่อน ไม่มีขน ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 2-6 เซนติเมตร ยาว 6-10 เซนติเมตร (Fig.1 B) ออกดอกเป็นช่อมีดอกย่อยเรียงชิดกันแน่น (composite flower) (Fig.1 A) ช่อดอกมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 6-8 เซนติเมตร อยู่เป็นช่อรวมแบบช่อกระจุก (centrifugal inflorescence) ยาว 40-60 เซนติเมตร ฐานช่อดอกรูปกรวย ไม่มีขน เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.7-1.0 เซนติเมตร วงใบประดับ 5 ชั้น รูปแถบแกมใบหอก (Fig.1 C) ชั้นที่ 1 และ 2 ยาว 1-1.5 เซนติเมตร กว้าง 2-3 มิลลิเมตร ผิวด้านบนอกมีขนยาวแน่น ขอบเป็นขนครุย ชั้นที่ 3 และ 4 ยาว 0.8-1 เซนติเมตร กว้าง 2-3 มิลลิเมตร ผิวด้านบนอกมีขนยาวแน่น ขอบเป็นขนครุย ชั้นที่ 4 ยาว 1-1.2 เซนติเมตร กว้าง 1 มิลลิเมตรขอบบางใสเป็น

ขนครุย ผิวด้านบนอกมีขนยาวแน่น แพนพัส (pappus) เป็น ขนแข็งจำนวน 2 อัน ยาว 2-3 มิลลิเมตร ดอกวงนอก รูปปลีสีเหลือง มี 8-12 ดอก หลอดกลีบดอกยาว 1 มิลลิเมตร ปลายกลีบเชื่อมกันเป็นแผ่น มี 3 แฉก กลีบดอกยาว 3-4 เซนติเมตร เกสรเพศเมีย มีก้านเกสร ยาว 5 มิลลิเมตร ยอดเกสรยาว 1-2 มิลลิเมตร รังไข่ รูปทรงกระบอกยาว 3-4 มิลลิเมตร ผิวบนอกมีขนสั้นแข็ง (Fig. 1 D) ดอกวงในรูปหลอดสีเหลือง มี 50-60 ดอก หลอดกลีบดอกยาว 3-4 มิลลิเมตร ปลายแยกเป็น 5 แฉก ยาว 1 มิลลิเมตร เกสรเพศผู้ มีก้านชูอับเรณู ยาว 3-4 มิลลิเมตร อับเรณูยาว 5-6 มิลลิเมตร เกสรเพศเมีย มีก้านเกสรยาว 5-6 มิลลิเมตร ยอดเกสร ยาว 1-2 มิลลิเมตร รังไข่รูปทรงกระบอกยาว 5-6 มิลลิเมตร ผิวบนอกมีขนสั้นแข็ง (Fig.1 E) ผลเป็นแบบอะคีน (achene) รูปทรงกลมปลายเรียวยาว มีสัน 4 สัน ผิวบนอกมีขนสั้นแน่น ยาว 5-8 มิลลิเมตร กว้าง 2-3 มิลลิเมตร สีน้ำตาลอ่อน มีลายสีน้ำตาลเข้ม (Fig. 1 F)

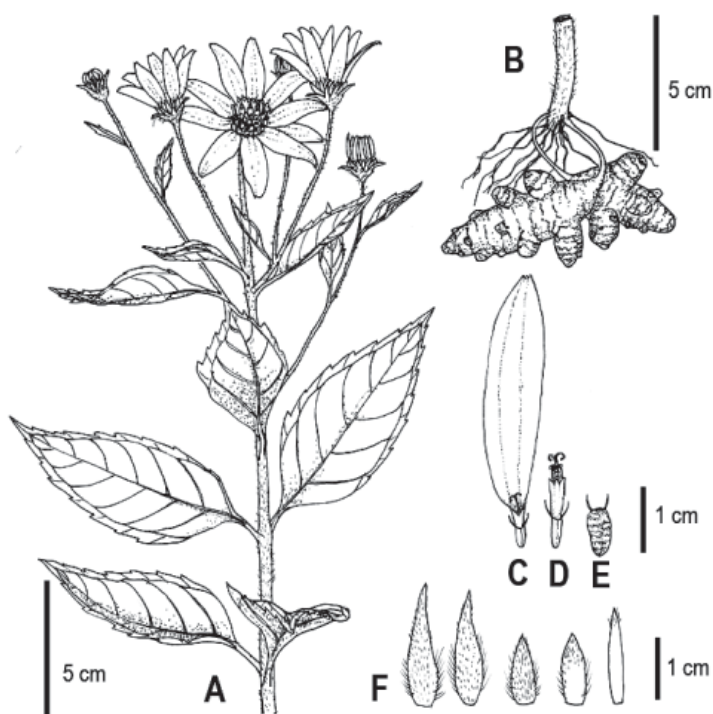


Fig.1 Morphology of Jerusalem artichoke (A) inflorescence and leaves (B) tuber (C and D) flowers (E) fruit (F) bracts

### ลักษณะทางกายวิภาคของโครงสร้างแก่นตะวัน

การศึกษาลักษณะทางกายวิภาคภายใต้กล้อง compound microscope และกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด พบว่า โครงสร้างของลำต้นเหนือดินมีการเจริญชั้นแรก (primary growth) ประกอบด้วยชั้น epidermis ที่เซลล์จัดเรียงกันเพียงชั้นเดียว มี trichome 2 แบบ คือ (1) ขนหลายเซลล์เรียงเป็นแถวเดียว เซลล์ที่โคนเป็นรูปสี่เหลี่ยม 4-5 เซลล์ เรียงกันคล้ายรูปเจดีย์ เซลล์ปลายสุดยาวและเรียวแหลม (2) ขนหลายเซลล์เรียงแถวเดียว ขนาดเล็ก เซลล์ที่โคนมี 4-5 เซลล์ เรียงกันเป็นรูปขอบขนาน (Fig. 2 A, C และ D) ถัดเข้าไปเป็นชั้น cortex ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ parenchyma ที่พบคลอโรพลาสต์ภายในเซลล์ และ collenchyma กลุ่มท่อลำเลียงแยกเป็นกลุ่มๆ เรียงในแนวรัศมี ประกอบไปด้วย phloem fibers, primary phloem, vascular cambium และ primary

xylem และไส้ไม้ (pith) ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อที่อยู่ชั้นในสุดของลำต้น พบเฉพาะเนื้อเยื่อ parenchyma (Fig. 2 B) ลำต้นใต้ดินมีการเจริญชั้นแรก ประกอบด้วยชั้น epidermis ที่เซลล์จัดเรียงกันเพียงชั้นเดียวไม่มี trichome ถัดเข้าไปเป็นชั้น cortex ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ parenchyma และ collenchyma กลุ่มท่อลำเลียงแยกเป็นกลุ่มๆ เรียงเชื่อมต่อกันเป็นวง ประกอบไปด้วย phloem fibers, primary phloem, vascular cambium และ primary xylem โดยพบว่า ผนังของ collenchyma และ phloem fibers บางกว่าลำต้นเหนือดิน และไส้ไม้ ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อที่อยู่ชั้นในสุดของลำต้น พบเนื้อเยื่อ parenchyma ซึ่งจะพบว่า ชั้นนี้มีขนาดใหญ่กว่าไส้ไม้ของลำต้นเหนือดิน แสดงว่า แก่นตะวันมีการสะสมอาหารที่ชั้นไส้ไม้ของลำต้นใต้ดิน (Fig. 3)

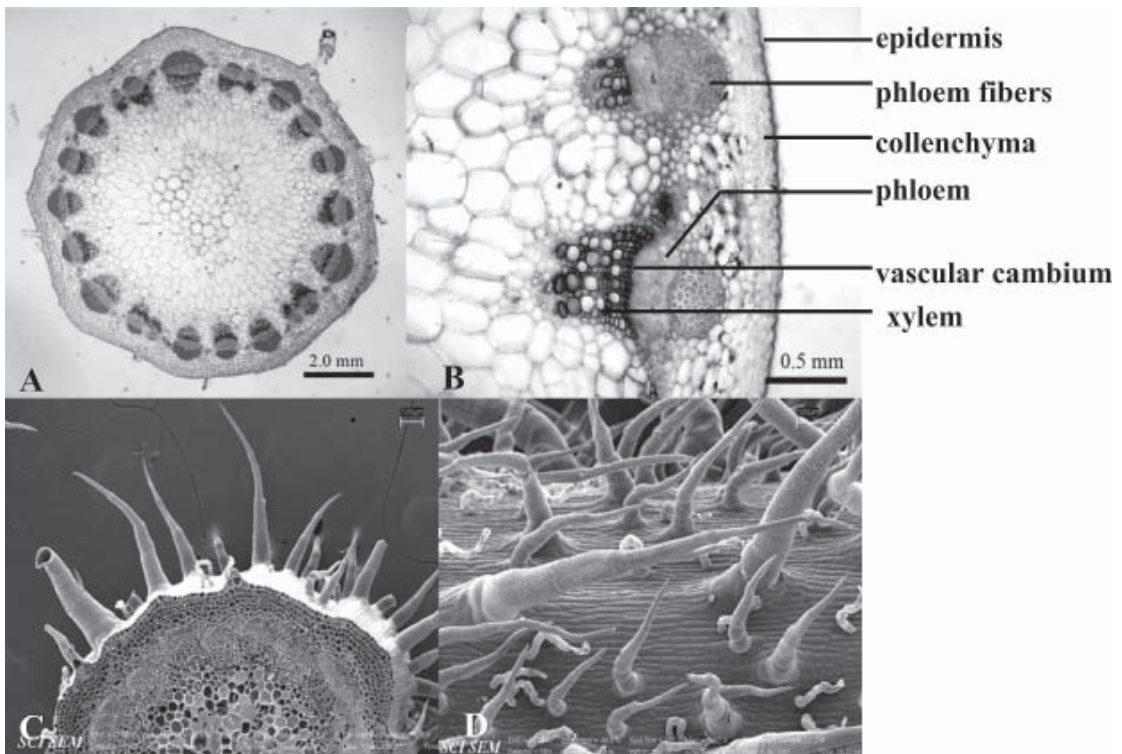


Fig. 2 Cross section of Jerusalem artichoke stems (A, B and C) stem (D) trichome

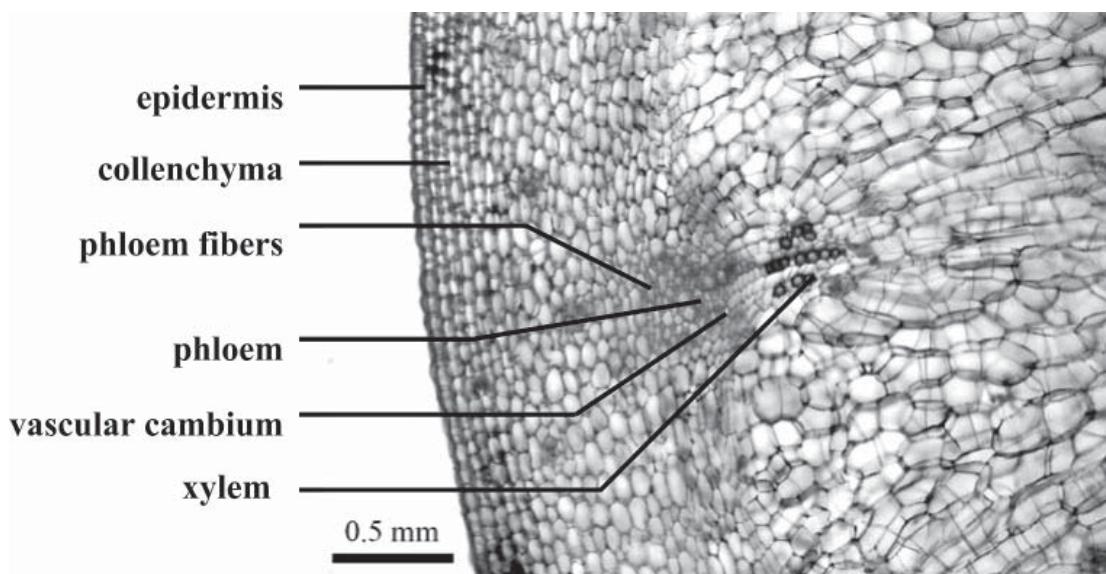


Fig. 3 Cross section of Jerusalem artichoke tuber

จากภาพตัดตามขวางแผ่นใบตรง รูปร่างของเส้นใบด้านล่างโค้งออกคล้ายรูปตัวยู (U-shape) ด้านบนโค้งขึ้นคล้ายรูปตัววี (V-shape) แคบกว่าด้านล่าง (Fig. 4 A และ B) ระบบเนื้อเยื่อลำเลียง บริเวณเส้นกลางใบมีมัดท่อลำเลียงแบบท่อลำเลียงเคียงข้าง เส้นใบย่อยมีมัดท่อลำเลียง 1 ชั้น ชั้นมีโซฟิลล์ (mesophyll) ไม่มีเนื้อเยื่อชั้นรองจากผิว เซลล์พาลิเสด (palisade cell) รูปทรงกระบอกเรียง 1 ชั้น เซลล์สฟองจี (spongy cell) รูปร่างไม่แน่นอน เรียงไม่เป็นระเบียบมีช่องว่างระหว่างเซลล์มาก ขอบในมน โค้งลงเล็กน้อย ไม่มีเซลล์เส้นใย (Fig. 4 C, D และ E) เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบน (upper epidermis) มีรูปร่างไม่แน่นอน ผนังหยาบโค้ง ปากใบแบบแอนอโมไซติก (anomocytic) อยู่ในระดับเดียวกับกับเนื้อเยื่อชั้นผิว (Fig. 5 C และ D) มี trichome

2 แบบ ที่มีลักษณะเช่นเดียวกันกับที่พบในลำต้นเหนือดิน (Fig. 5 A และ B) เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านล่าง (lower epidermis) มีรูปร่างไม่แน่นอน ผนังหยาบโค้งกว่าผิวใบ ด้านบนปากใบแบบแอนอโมไซติก (anomocytic) อยู่ในระดับเดียวกับกับเนื้อเยื่อชั้นผิว (Fig. 6 C และ D) มี trichome 2 แบบ เช่นเดียวกับผิวใบด้านบน และต่อม (gland) ชนิด capitate sessile ซึ่งเป็นต่อมที่ไม่มีก้านและเจริญมาจากเซลล์ผิวโดยตรง (Fig. 6 A และ B)

การศึกษาละอองเรณู พบว่า เรณูเป็นเม็ดเดี่ยว สมมาตรแบบรัศมี มีขั้วแบบ isopolar รูปร่างละอองเรณูเป็นแบบ prolate-spheroidal มีความยาวตามแนวเส้นศูนย์สูตร (equatorial) 20-25 ไมโครเมตร ผิวเรณูเป็นแบบ achenate หนามที่ผิวเรณูยาว 5-7 ไมโครเมตร ที่โคนหนามมี perforate (Fig. 7)

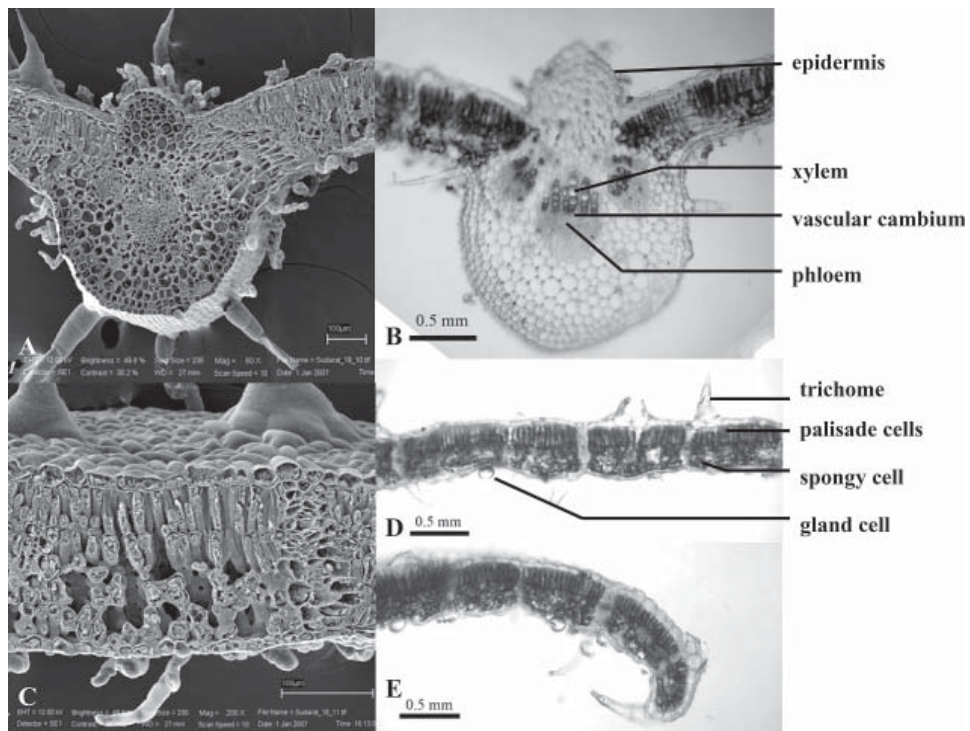


Fig. 4 Cross section of Jerusalem artichoke leaves (A and B) midrib (C, D and E) leaf blade

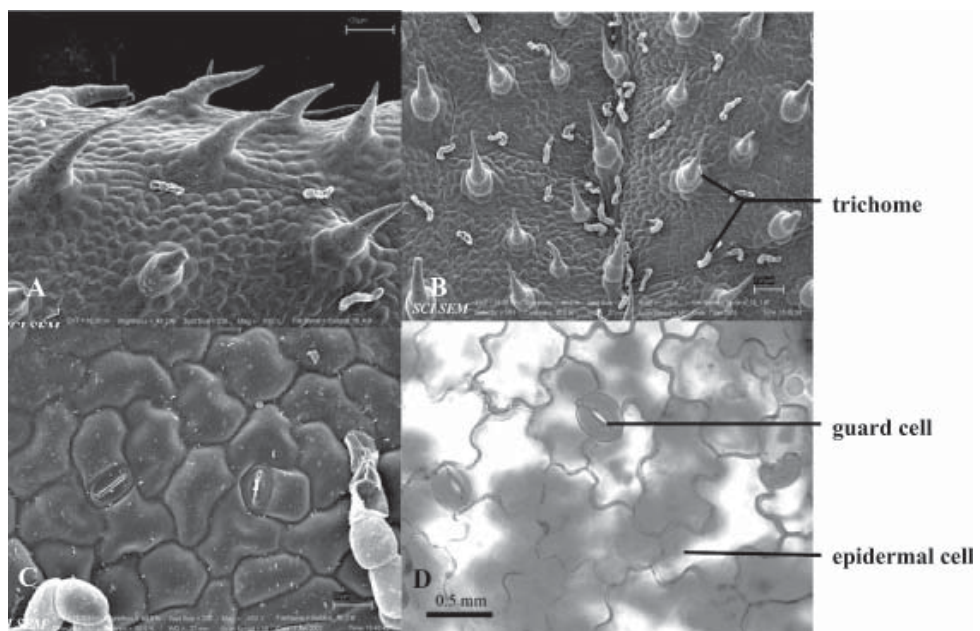


Fig. 5 Upper epidermis of Jerusalem artichoke (A and B) trichome (C and D) epidermal cells and guard cells

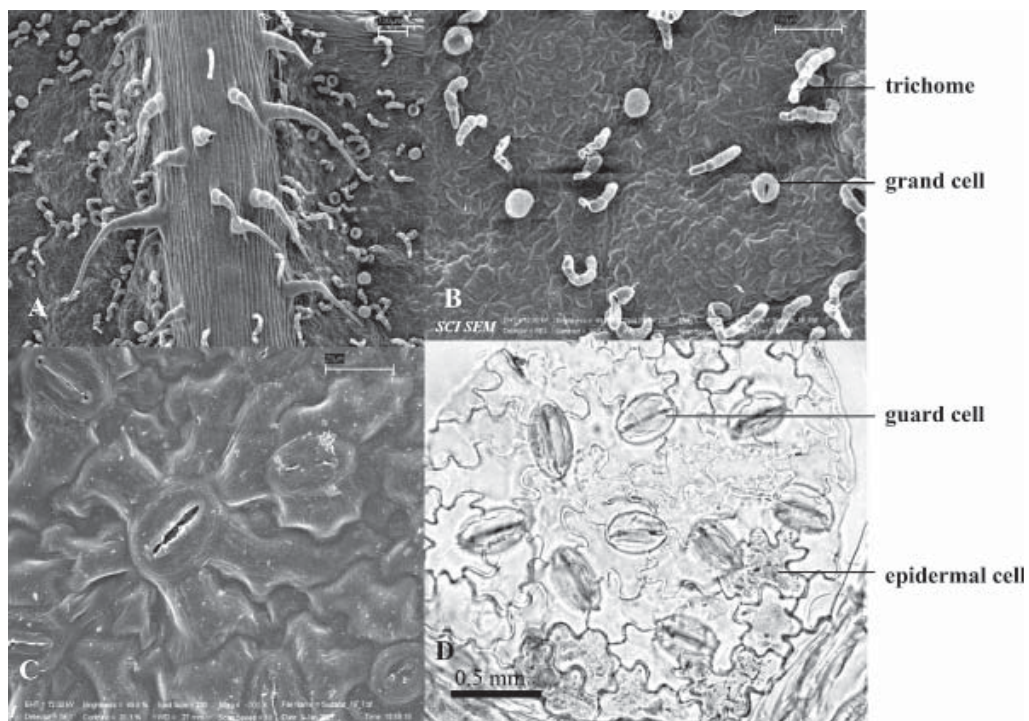


Fig. 6 Lower epidermis of Jerusalem artichoke (A) trichome (B) trichome and capitulate sessile gland (C and D) epidermal cells and guard cells

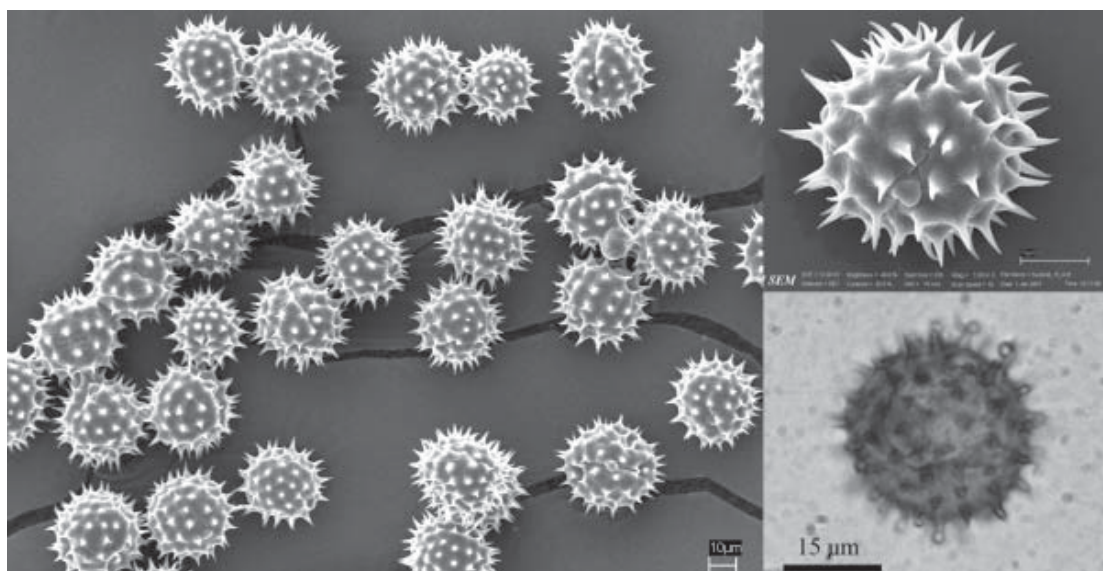


Fig. 7 Jerusalem artichoke pollen grain

## สรุปผลการศึกษา

แก่นตะวันเป็นไม้ล้มลุก มีลำต้นใต้ดินสะสมอาหาร ใบเป็นใบเดี่ยวรูปหอก ขอบจักฟันเลื่อย มีการเรียงตัวแบบตรงข้ามสลับฉาก (opposite decussate) ทั้งลำต้นและใบมีขนยาวแน่น ลำต้นสูง 100 ถึง 160 เซนติเมตร ดอกเป็นช่อมีดอกย่อยเรียงชิดกันแน่น (composite flower) ดอกสีเหลือง มี 60-80 ดอกต่อช่อ ผลเป็นแบบอะคีน (achene) รูปทรงกลมปลายเรียวยาว สีนํ้าตาลอ่อน มีลายสีนํ้าตาลเข้ม

การศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของลำต้น แก่นตะวัน โครงสร้างของลำต้นเหนือดินและลำต้นสะสมอาหารมีการเจริญขึ้นแรก (primary growth) ลำต้นเหนือดินพบ trichome 2 แบบ ที่พบในลำต้นสะสมอาหารชั้น cortex ของลำต้นทั้ง 2 ชนิด ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ parenchyma และ collenchyma กลุ่มท่อลำเลียงแยกเป็นกลุ่มๆ เรียงในแนวรัศมี ประกอบไปด้วย phloem fibers, primary phloem, vascular cambium และ primary xylem และไส้ไม้ (pith) นอกจากนี้ยังพบว่า ชั้นนี้มีขนาดใหญ่กว่าไส้ไม้ของลำต้นเหนือดิน และผนังของ collenchyma และ phloem fibers บางกว่าลำต้นเหนือดิน

ลักษณะทางกายวิภาคของแผ่นใบ พบเซลล์พาลิเสด (palisade cell) รูปทรงกระบอกเรียง 1 ชั้น ขอบใบมน โคนงเล็กน้อย เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบนและชั้นล่าง มีรูปร่างไม่แน่นอน ผนังหยาบโค้ง มี trichome 2 แบบ แต่เนื้อเยื่อผิวชั้นล่างพบต่อม (gland) ชนิด capitate sessile

ละอองเรณูของแก่นตะวันเป็นเม็ดเดี่ยวสมมาตรแบบรัศมี มีขั้วแบบ isopolar รูปร่างละอองเรณูเป็นแบบ prolate-spheroidal ผิวเรณูเป็นแบบ achenate ที่โคนหนามมี perforate

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้ความอนุเคราะห์สายพันธุ์แก่นตะวันสำหรับการศึกษา ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและกายวิภาควิทยา ขอขอบคุณภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น สำหรับสถานที่และอุปกรณ์ตลอดการศึกษาวิจัยขอขอบคุณโครงการเมธีวิจัยอาวุโส ศ. ดร. อารันต์ พัฒนอินทร์ และทุนสนับสนุนการวิจัยของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้ทุนในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง

- Baldinie, M., F. Danuso, M. Turi and G.P. Vannozzi. 2004. Evaluation of new and clones of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) for inulin and sugar yield from stolk and tuber. Industrial Crops and Products. 19: 25-40.
- Monti, A., M.T. Amaducci and G. Venturi. 2005. Grpwth reaponse, leaf gas exchange and Fructans accumunation of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) as affected by different water regimes. European Journal of Agronomy. 23: 136-145.
- Vervelide, G.J. 1996. *Helianthus tuberosus* L. ใน M. Flach and F. Rumawas (Editors): ทรัพยากรพืชในภูมิภาคตะวันออกเฉียงใต้ ลำดับที่ 9. พืชที่ให้คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เมล็ด. สหประชาพันธ์ นนทบุรี. หน้า 134-138.