

## ลักษณะมัดท่อลำเลียงของอ้อยพันธุ์ที่มีระดับความต้านทานการหักล้มของลำต้นที่แตกต่างกัน Vascular Bundle Traits of Sugarcane Lines with Different Stem Lodging Resistant Levels

สุภาพร จำกุดลิง<sup>1</sup>, วุฒิพนธ์ ท่าพริก<sup>1</sup>, วรศิริกุลญา ธาราธิมา<sup>2</sup>, พัชริน ส่งศรี<sup>3</sup>, นันทวุฒิ จงรังกลาง<sup>3\*</sup>  
Supaporn Jumkudling<sup>1</sup>, Wutipon Thaprik<sup>1</sup>, Worasitikulya Taratima<sup>2</sup>, Patcharin Songsri<sup>3</sup>,  
Nuntawoot Jongrungklang<sup>3\*</sup>

Received: 23 June 2017; Accepted: 20 October 2017

### บทคัดย่อ

การหักล้มของอ้อยทำให้ความหวานและผลผลิตลดลง ซึ่งการหักล้มของอ้อยอาจจะเกี่ยวข้องกับกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงในลำต้น โดยเนื้อเยื่อลำเลียงจะทำหน้าที่ให้โครงสร้างลำต้นเกิดความแข็งแรง ดังนั้น วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้เพื่อศึกษาจำนวนและขนาดมัดท่อลำเลียงของลำต้นอ้อยพันธุ์ที่มีระดับการหักล้มที่แตกต่างกัน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ ใช้อ้อย 6 พันธุ์ที่มีความต้านทานการหักล้มแตกต่างกันเป็นกรรมวิธีทดลอง พันธุ์ที่ต้านทานการหักล้ม จำนวน 3 พันธุ์ ได้แก่ KK3, MP02-665 และ K88-92 พันธุ์ไม่ต้านทานการหักล้ม ได้แก่พันธุ์ MP07-309, MP1 และ MP3 ตรวจวัดจำนวนและขนาดมัดท่อลำเลียง พบว่า พันธุ์อ้อยที่มีความต้านทานการหักล้มทางลำต้นต่างกันมีจำนวนของมัดท่อลำเลียงและขนาดของมัดท่อลำเลียงแตกต่างกันด้วย โดยพันธุ์ที่ต้านทานการหักล้มมีจำนวนมัดท่อลำเลียงหรือมีขนาดมัดท่อลำเลียงที่บริเวณโคนและกลางลำต้นมากกว่าพันธุ์ที่ไม่ต้านทานการหักล้ม ซึ่งในพันธุ์ที่ต้านทานการหักล้มมีความเด่นของทั้ง 2 ลักษณะแตกต่างกัน กล่าวคือ พันธุ์ KK3 ต้านทานการหักล้มโดยมีจำนวนมัดท่อลำเลียงที่บริเวณโคนลำต้นมาก ส่วนพันธุ์ MP02-665 และ K88-92 มีมัดท่อลำเลียงขนาดใหญ่ทั้งบริเวณโคนและกลางลำต้น ความเข้าใจในข้อมูลเหล่านี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาพันธุ์อ้อยให้ต้านทานการหักล้มของลำต้น ซึ่งจะเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยทั้งในแง่การจัดการแปลงและการเก็บเกี่ยวอ้อยต่อไป

คำสำคัญ: สเกลอเรนจิม่า ไฟเบอร์ ปล้อง ลิกนิน

### Abstract

Lodging of sugarcane results in decreased yield of Commercial Cane Sugar (CCS). It may involve the vascular tissue which plays an important role in supporting stalk strength. Therefore, the objectives of this study were to investigate number and size of vascular bundles in cane stalk with different stalk lodging levels. A Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replications was used. Six sugarcane lines with different lodging levels were assigned as treatments, three cane lines, KK3, MP02-665 and K88-92 were defined as a lodging resistant line and MP07-309, MP1 and MP3 were defined as lodging susceptible lines. The number and size of vascular bundles were measured. Vascular bundle numbers and size of six sugarcane lines with different stalk lodging resistant levels were different. Lodging resistant lines revealed higher number and bigger size of vascular bundle at base and middle of stem positions than the susceptible lines. Among the lodging resistant cultivar had also difference in 2 lodging resistant traits. KK3 had high vascular bundle numbers at the bottom position, whereas MP02-665 and K88-92 were the line which had large size of vascular bundle at base and middle of stem positions. The understanding of this might be useful for developing a stalk lodging resistant sugarcane cultivar. Further, it would increase the production efficiency both of the management and harvesting aspects.

**Keywords:** sclerenchyma, fiber, internodes, lignin

## บทนำ

การหักล้มเป็นปัญหาที่สำคัญประการหนึ่งที่ทำให้ผลผลิตอ้อยลดลงร้อยละ 11-15 คุณภาพความหวาน (commercial cane sugar; CCS) ลดลงร้อยละ 3-12 และผลผลิตน้ำตาลลดลงร้อยละ 15-35<sup>1-3</sup> อ้อยที่มีอัตราการเจริญเติบโตดีอาจทำให้อ้อยหักล้มได้ง่ายกว่าอ้อยเจริญเติบโตช้า โดยการหักล้มของอ้อยมีทั้งที่หักล้มอันเกิดจากราก (root lodging) และหักล้มอันเกิดจากลำต้น (stem lodging)<sup>3</sup> ซึ่งวิธีการแก้ไขปัญหาการหักล้มอันเกิดจากรากสามารถทำได้โดยการปลูกอ้อยให้ลึกและพูนโคนซึ่งจะช่วยลดการหักล้มและยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการงอกของอ้อยด้วย<sup>4</sup> อีกทั้งพันธุ์อ้อยที่มีลักษณะต้นเตี้ย ลำใหญ่ และมีจำนวนใบน้อยสามารถต้านทานการหักล้มจากรากได้<sup>5</sup> อย่างไรก็ตาม การหักล้มอันเกิดจากลำต้นยังไม่มียุทธศาสตร์ทางเกษตรกรรมที่ช่วยลดปัญหานี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แนวทางการลดปัญหานี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพทางหนึ่งคือ การใช้พันธุ์ต้านทานการหักล้ม ซึ่งการจะพัฒนาพันธุ์ให้ประสบความสำเร็จนั้น จำเป็นต้องเข้าใจลักษณะทางกายวิภาคที่เกี่ยวข้องกับความแข็งแรงของลำต้นอ้อย เช่น มัดท่อลำเลียง (vascular bundle) การสะสมลิกนิน (lignin) และการจัดเรียงตัวของมัดท่อลำเลียงในอ้อยเป็นข้อมูลสำคัญในการคัดเลือกพันธุ์ต้านทานการหักล้มของอ้อยในระบบการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป

การหักล้มของอ้อยเกี่ยวข้องกับปริมาณของเนื้อเยื่อที่ให้ความแข็งแรง เช่น สเกลอเรนจิม่า (sclerenchyma)<sup>6</sup> ซึ่งเซลล์สเกลอเรนจิม่าเป็นเนื้อเยื่อที่มีผนังหนาและส่วนมากจะสะสมลิกนิน โดยสเกลอเรนจิม่าที่พบบริเวณเนื้อเยื่อลำเลียงส่วนมากคือ ไฟเบอร์ (fiber)<sup>7</sup> ในอ้อยที่ปล้องมีการเจริญเติบโตเต็มที่ พบการสะสมลิกนินที่เซลล์รอบๆ มัดท่อลำเลียง, เนื้อเยื่อชั้นผิว (epidermis), เนื้อเยื่อชั้นรองจากผิว (hypodermis) และเซลล์พาเร็นไคมา (parenchymal cell)<sup>8</sup> แต่อย่างไรก็ตาม ไม่มีการรายงานถึงลักษณะของเนื้อเยื่อที่ให้ความแข็งแรงในพันธุ์อ้อยที่มีความต้านทานการหักล้มทางลำต้นที่แตกต่างกัน<sup>9</sup> พบว่า ความแข็งแรงของลำต้นข้าวโพดมีความสัมพันธ์กับปริมาณลิกนิน และจำนวนของกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงที่เปลือก ( $r=0.72$  และ  $r=0.74$  ตามลำดับ) ส่วนในข้าวฟ่าง ปริมาณสารลิกนินที่สะสมบริเวณผนังเซลล์ (cell wall) แต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกัน โดยพบเซลล์ที่มีการสะสมในเนื้อเยื่อชั้นผิว เนื้อเยื่อชั้นรองจากผิวและมัดท่อลำเลียง การสะสมลิกนินที่เนื้อเยื่อชั้นต่างๆ นี้มีผลต่อความต้านทานการหักล้มในข้าวฟ่าง<sup>10</sup>

ดังนั้น การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาจำนวนและขนาดเนื้อเยื่อลำเลียงของลำต้นอ้อยพันธุ์ที่มีระดับการหัก

ล้มของลำต้นที่แตกต่างกัน ซึ่งข้อมูลจากงานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาพันธุ์ให้ต้านทานต่อการหักล้มอันเกิดจากลำต้นได้

## วิธีการศึกษา

### แผนการทดลองและทรีตเมนต์

ศึกษาลักษณะมัดท่อลำเลียงของอ้อยที่มีการต้านทานการหักล้มที่แตกต่างกันในอ้อยข้ามแสงโดยมีการให้น้ำแบบอาศัยน้ำฝน ปี 2555/2556 ดำเนินการทดลองในสภาพแปลง (field experiment) ในแปลงทดสอบผลผลิตของบริษัทมิตรผล วิจัยพัฒนาอ้อยและน้ำตาลจำกัด อ.กุเวียง จ.ขอนแก่นวางแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ กำหนดให้ทรีตเมนต์คืออ้อย 6 พันธุ์ที่มีความต้านทานการหักล้มแตกต่างกัน โดยพิจารณาข้อมูลการหักล้มของบริษัทมิตรผลวิจัยพัฒนาอ้อยและน้ำตาลจำกัดได้บันทึกไว้ในสถานที่ต่างๆ คือกลุ่มพันธุ์ที่ไม่ต้านทานการหักล้ม ได้แก่พันธุ์ MP07-309, MP1 และ MP3 และกลุ่มพันธุ์ที่ต้านทานการหักล้ม ได้แก่ KK3, MP02-665 และ K88-92

### การปลูกและการดูแลรักษา

เตรียมดินโดยยกร่องให้มีระยะห่างระหว่างร่อง 1.3 เมตร แต่ละแปลงย่อยมี 4 แถว แถวละ 10 เมตร มีระยะปลูกระหว่างท่อน 0.3 เมตร ดูแลรักษาแปลงโดยให้น้ำตามร่องก่อนปลูกและใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ พร้อมปลูก กำจัดวัชพืชโดยใช้จอบและพ่นสารกำจัดวัชพืชหลังปลูกโดยใช้กรัมม็อกโซน อัตรา 400 มิลลิลิตรต่ออัตรารัน อัตรา 2 กิโลกรัมต่อน้ำ 400 ลิตรระหว่างร่องและใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 เมื่ออ้อยอายุ 60 วัน โดยใส่ปุ๋ยสูตร 13-13-21 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่

### การเก็บข้อมูล

เก็บตัวอย่างลำต้นอ้อย จากอ้อยจำนวน 5 กอต่อซ้ำ โดยสุ่มตัวอย่างจำนวน 1 ลำต่อกอ ตัดชิ้นปล้องตัวอย่างแบ่งเป็น 3 ช่วงของลำต้นคือ โคน (ปล้องที่ 1 เนื้อผิวดิน) กลาง (ปล้องที่อยู่กลางลำประมาณปล้องที่ 10-14 เนื้อผิวดิน) และปลาย (ปล้องที่ 1 อยู่ถัดลงมาจากจุดหักธรรมชาติ) แช่ชิ้นตัวอย่างในสารละลายฟอร์มาลินอะซิติกแอลกอฮอล์ (formalin-acetic acid-alcohol, FAA) ประกอบด้วย เอทิลแอลกอฮอล์ (ethyl alcohol 90 %) กรดกลacialอะซิติก (glacial acetic acid 5%) และฟอร์มาลิน (formalin 5%) เพื่อหยุดการทำงานของเอนไซม์และคงสภาพของเซลล์ จากนั้นนำเนื้อเยื่อที่ผ่านการแช่ในสารละลายฟอร์มาลินอะซิติกแอลกอฮอล์เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำมาแช่น้ำ 1-2 ชั่วโมง เพื่อล้างสาร

ละลายฟอรัมาลินอะซิติกแอซิดแอลกอฮอล์ จากนั้นตัดตามขวางตัวอย่างด้วยมือ (free hand section) โดยตัดเนื้อเยื่อแนวรัศมีจากตรงกลางจนถึงส่วนขอบ ตัดตามขวางเนื้อเยื่อโดยให้มีความบางมากที่สุด นำเนื้อเยื่อวางลงบนแผ่นสไลด์และย้อมสี 1% ซาฟรานิน (safranin) ที่ละลายในแอลกอฮอล์ 95% ประมาณ 10-15 นาที จากนั้นพ่นสไลด์ด้วยน้ำกลั่น ปิดสไลด์ด้วยกระดาษปิดสไลด์ (cover glass) แล้วตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (light microscope) กำลังขยายขนาด 10X และ 40X ตามลำดับ เลือกตัวอย่างเนื้อเยื่อที่บางสมบูรณ์ทำเป็นสไลด์ถาวร โดยดึงน้ำออกจากเนื้อเยื่อด้วยแอลกอฮอล์ 50%, 70%, 95%, 100%, แอลกอฮอล์ 100% กับไซลีน (xylene) ในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร และไซลีน ตามลำดับ พ่นสไลด์โดยใช้ดีพีเอกซ์ (DePeX mounting medium; DPX) แล้วปิดด้วยกระดาษปิดสไลด์ จากนั้นตรวจวัดข้อมูลเนื้อเยื่อภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงกำลังขยายขนาด 10X แล้วนับจำนวนมัดท่อลำเลียงตั้งที่ปรากฏภายใต้กล้องของทุกๆชิ้นตัวอย่าง ส่วนขนาดของมัดท่อลำเลียงวัดข้อมูลโดยใช้ความยาวของมัดท่อลำเลียงในแนวภาคตัดขวาง ซึ่งวัดจากส่วนที่ยาวที่สุดของขอบทั้งสองด้าน เปรียบเทียบขนาดตัวอย่างโดยออคูลาร์ไมโครมิเตอร์ (ocular micrometer) และ สเตจ ไมโครมิเตอร์ (stage micrometer) จำนวน 3 ซ้ำ สุ่มวัดขนาดเนื้อเยื่อแต่ละซ้ำจำนวน 3 เนื้อเยื่อ

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนมัดท่อลำเลียงตามแผนการทดลองแบบ RCBD และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference (LSD) ด้วยโปรแกรม Statistix 8 ที่ระดับนัยสำคัญ  $P < 0.05$

### ผลและวิจารณ์ผลการศึกษา

#### จำนวนมัดท่อลำเลียง

อ้อย 6 พันธุ์ ได้แก่กลุ่มพันธุ์ที่ต้านทานการหักล้มและพันธุ์ที่อ่อนแอต่อการหักล้มมีจำนวนมัดท่อลำเลียงที่บริเวณโคนและปลายลำแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่ไม่พบความแตกต่างนี้บริเวณกลางลำต้น อย่างไรก็ตาม พบว่าพันธุ์ KK3 มีจำนวนมัดท่อลำเลียงที่บริเวณโคนลำต้นมากที่สุด (จำนวน 18.8 มัด) และมากกว่าทุกพันธุ์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ (Table 1) ในทางตรงกันข้าม ที่บริเวณส่วนยอดพบว่า พันธุ์ MP07-309 มีจำนวนมัดท่อลำเลียงมากที่สุด (จำนวน 19.5 มัด) และมากกว่าพันธุ์อื่นๆ ซึ่งจำนวนมัดท่อลำเลียงบริเวณโคนลำต้นอาจจะเป็นลักษณะหลักที่เกี่ยวข้องกับการต้านทานการหักล้มของอ้อย โดยในพันธุ์ที่ต้านทานการหักล้มอย่าง KK3 มีจำนวนมัดท่อลำเลียงมากที่บริเวณโคน

ลำต้น ส่วนพันธุ์ที่ต้านทานการหักล้มพันธุ์อื่น เช่น MP02-665 และ K88-92 อาจจะมีลักษณะอื่นมาส่งเสริมการต้านทานการหักล้ม

จำนวนมัดท่อลำเลียงที่บริเวณโคนและกลางลำต้นให้ค่าเฉลี่ยที่ไม่ต่างกันมาก ส่วนบริเวณปลายลำต้นมีค่าเฉลี่ยของจำนวนมัดท่อลำเลียงมากกว่าบริเวณอื่นเล็กน้อย (Figure 2)

ลำต้นอ้อยที่มีจำนวนมัดท่อลำเลียงมาก อาจจะทำให้ความแข็งแรงของลำต้นมากขึ้นด้วย โดยมัดท่อลำเลียงประกอบด้วยเนื้อเยื่อที่ให้ความแข็งแรงอย่างสเกลอแรงคิมการหักล้มของอ้อยเกี่ยวข้องกับปริมาณของเนื้อเยื่อสเกลอแรงคิม<sup>6</sup> ซึ่งประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 2 ชนิด คือ ไฟเบอร์ และสเกลอไรด์ (sclereid)<sup>7</sup> อย่างไรก็ตาม ลักษณะจำนวนของมัดท่อลำเลียงเพียงอย่างเดียวไม่สามารถอธิบายการต้านทานการหักล้มอันเกิดจากลำต้นได้อย่างชัดเจน อาจมีลักษณะอื่นที่เกี่ยวข้องกับความแข็งแรงของลำต้นอ้อยที่มาประกอบกันเพื่อให้อ้อยต้านทานการหักล้ม

#### ขนาดมัดท่อลำเลียง

ขนาดของมัดท่อลำเลียงของอ้อยจำนวน 6 พันธุ์ มีความแตกต่างกันทางสถิติ และพบความแตกต่างนี้ทั้งบริเวณโคน กลาง และปลายของลำต้น โดยบริเวณโคนลำต้นพันธุ์ MP02-665, K88-92 และ MP07-309 มีขนาดของมัดท่อลำเลียงค่อนข้างใหญ่ แต่ในพันธุ์ MP3, MP1 และ KK3 มีขนาดมัดท่อลำเลียงค่อนข้างเล็ก ส่วนบริเวณกลางลำต้น พบว่าพันธุ์ที่มีความโดดเด่นของขนาดมัดท่อลำเลียงใหญ่ ได้แก่ K88-92, KK3, MP02-665 และ MP1 ในขณะที่ส่วนปลายของลำต้นพันธุ์ MP1, MP3 และ KK3 พบขนาดมัดท่อลำเลียงค่อนข้างใหญ่ จะเห็นได้ว่าในพันธุ์ที่ต้านทานการหักล้มมีขนาดมัดท่อลำเลียงที่บริเวณโคนและกลางลำต้นค่อนข้างใหญ่ อย่างไรก็ตาม พันธุ์ที่ต้านทานการหักล้มบางพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกับพันธุ์ที่ไม่ต้านทานการหักล้ม (Table 2), (Figure 1 A1-A8, B1-B6, C1-C6)

เมื่อพิจารณาขนาดของมัดท่อลำเลียงที่บริเวณโคนและกลางลำต้น ซึ่งเป็นบริเวณที่เกี่ยวข้องกับการหักล้มบริเวณลำต้นมากที่สุด พบว่า MP02-665 และ K88-92 มีขนาดของมัดท่อลำเลียงใหญ่ทั้งบริเวณโคนและปลายลำต้น ส่วนพันธุ์ KK3 ซึ่งแม้ว่าเป็นพันธุ์ที่ต้านทานการหักล้ม แต่กลับมีขนาดของเนื้อเยื่อที่ให้ความแข็งแรงในมัดท่อลำเลียงไม่แตกต่างกับพันธุ์อ่อนแอ (Table 2), (Figure 1 A1-A6) แต่หากพิจารณาข้อมูลจำนวนมัดท่อลำเลียงร่วมด้วย การต้านทานการหักล้มของอ้อยพันธุ์ KK3 เป็นผลมาจากจำนวนมัดท่อลำเลียงมากกว่าขนาดของมัดท่อลำเลียง

ซึ่งหากพิจารณาพัฒนาการของขนาดเนื้อเยื่อที่ให้ความแข็งแรงในมัดท่อน้ำเลี้ยง พบว่า ส่วนกลางลำต้นมีเนื้อเยื่อเหล่านี้มากกว่าส่วนโคนและปลายลำต้น ซึ่งลำอ้อยที่เติบโตเต็มที่มีแนวโน้มของจำนวนมัดท่อน้ำเลี้ยงลดลง แต่มีขนาดของมัดท่อน้ำเลี้ยงเพิ่มมากขึ้น ซึ่งบริเวณขนาดมัดท่อน้ำเลี้ยงที่เพิ่มขึ้นนี้ เกิดจากการสะสมลิกนินที่เซลล์รอบๆ กลุ่มท่อน้ำเลี้ยงของอ้อยที่มีปล้องเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว ซึ่งส่งผล

ให้เนื้อเยื่อมีความแข็งแรงมากขึ้น<sup>9</sup> เช่นเดียวกันกับในข้าวโพด ความแข็งแรงของลำต้นมีส่วนเกี่ยวข้องกับจำนวนของกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงที่เปลือก<sup>9</sup> และสอดคล้องกับในข้าวฟ่างซึ่ง<sup>10</sup> รายงานว่าปริมาณสารลิกนินที่สะสมบริเวณผนังเซลล์มัดท่อน้ำเลี้ยงของข้าวฟ่างแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกัน และมีผลต่อความต้านทานการหักล้มในข้าวฟ่าง

**Table 1** Number of vascular bundle in different sampling positions such as base, middle and top of stem positions of six sugarcane lines with different lodging resistant levels.

Stalk lodging levels	Lines	Vascular bundle number (#)		
		Base	Middle	Top
Susceptible lines	MP07-309	12.0 <sup>b</sup>	14.3	19.5 <sup>a</sup>
	MP1	13.8 <sup>b</sup>	16.0	16.8 <sup>b</sup>
	MP3	13.5 <sup>b</sup>	16.3	15.8 <sup>bc</sup>
Resistant lines	MP02-665	13.8 <sup>b</sup>	13.3	17.3 <sup>b</sup>
	K88-92	14.3 <sup>b</sup>	13.0	13.8 <sup>c</sup>
	KK3	18.8 <sup>a</sup>	16.5	17.0 <sup>b</sup>
F-test		**	ns	**
Mean		14.33	14.87	16.66

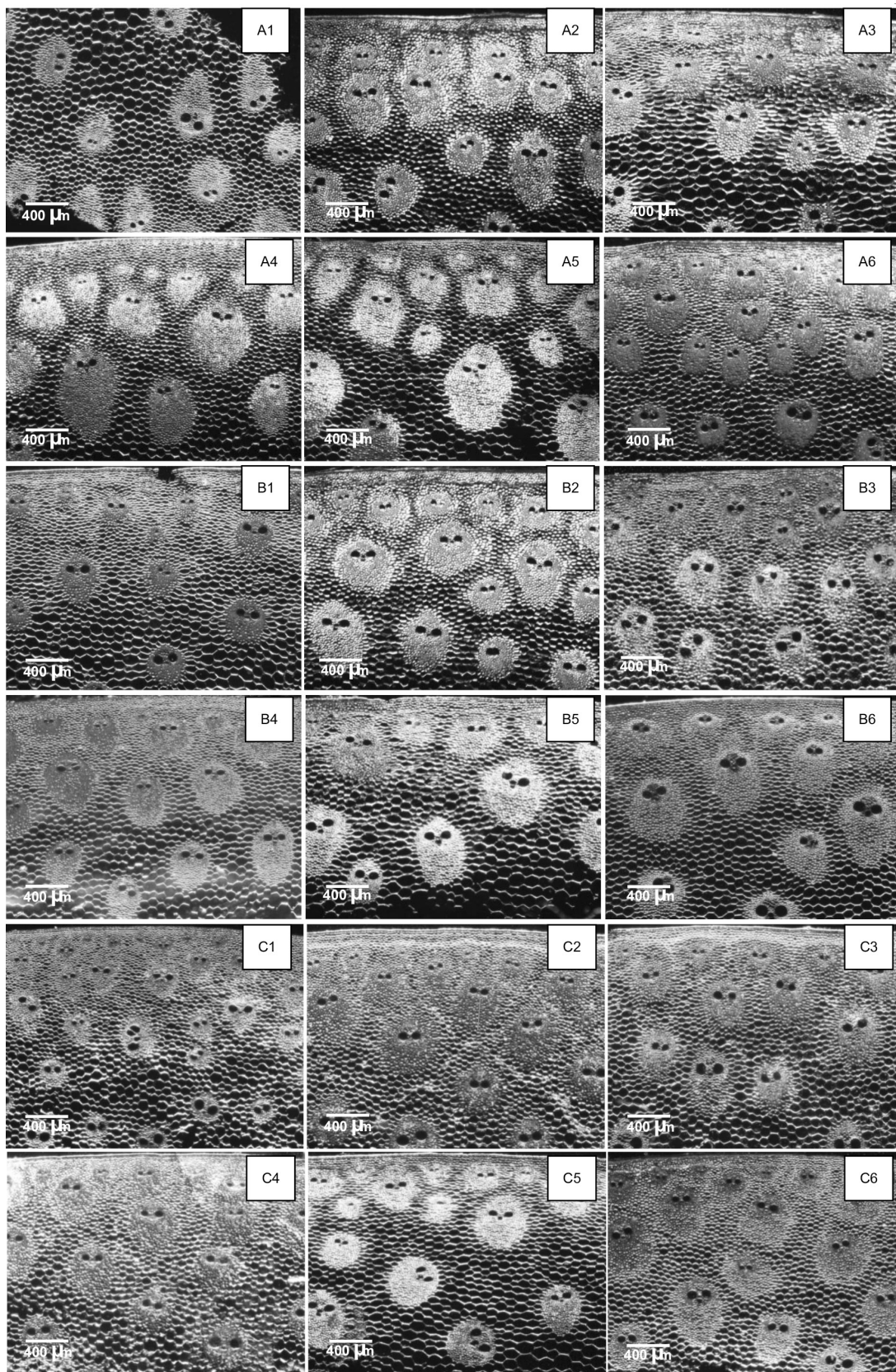
\*\*Means within a column followed by an identical letter are not significantly different at  $P < 0.05$

ns = not significant

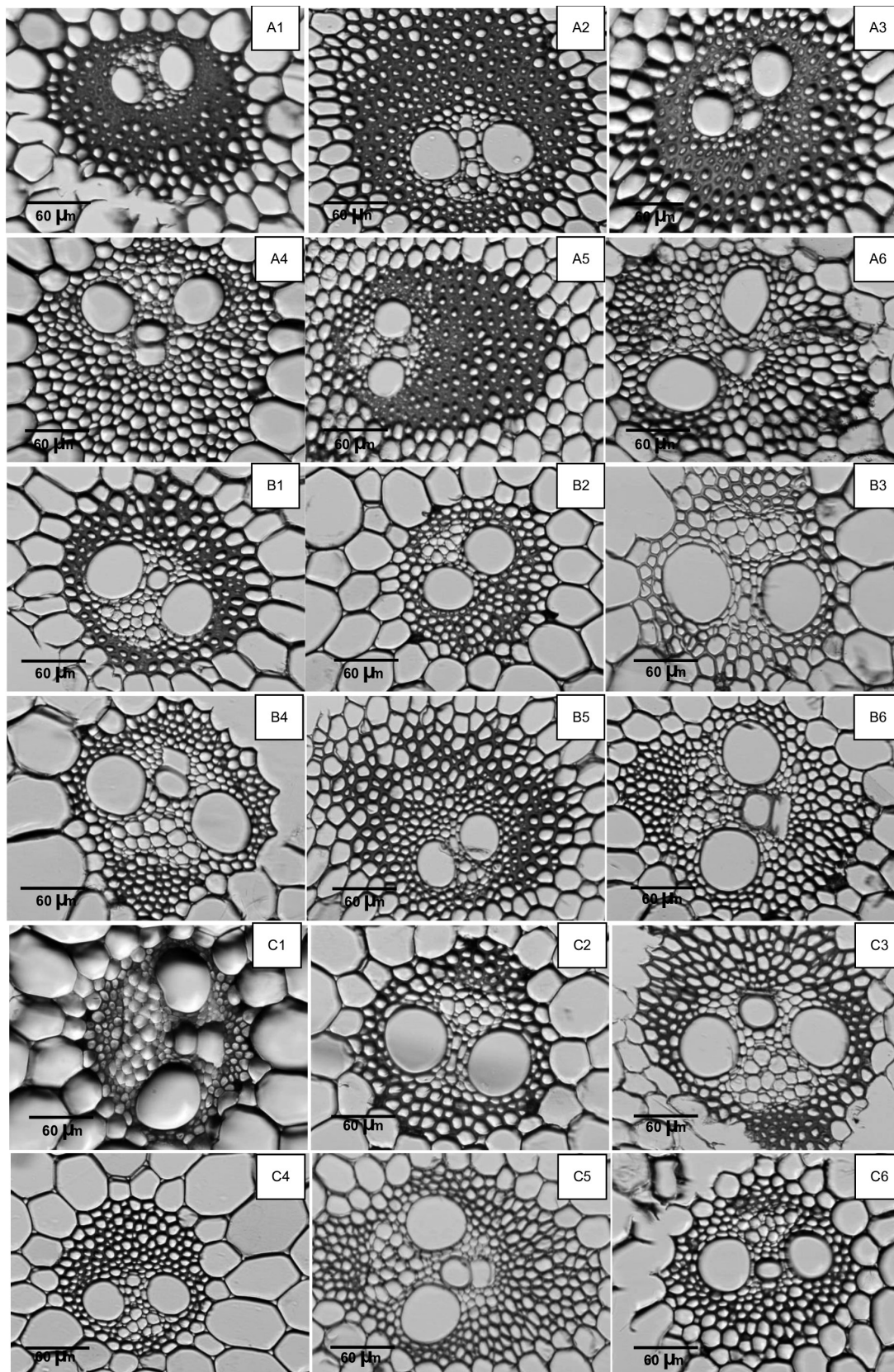
**Table 2** Size of vascular bundle in different sampling positions such as base middle and top of stem of six sugarcane lines with different lodging resistant levels.

Stalk lodging levels	Lines	Vascular bundle size ( $\mu\text{m}$ )		
		Base	Middle	Top
Susceptible lines	MP07-309	236.1 <sup>ab</sup>	161.1 <sup>c</sup>	127.8 <sup>d</sup>
	MP1	205.6 <sup>bc</sup>	236.1 <sup>ab</sup>	236.1 <sup>ab</sup>
	MP3	166.7 <sup>c</sup>	205.6 <sup>b</sup>	244.5 <sup>a</sup>
Resistant lines	MP02-665	261.1 <sup>a</sup>	230.5 <sup>ab</sup>	200.0 <sup>bc</sup>
	K88-92	230.6 <sup>ab</sup>	266.6 <sup>a</sup>	183.3 <sup>c</sup>
	KK3	186.1 <sup>bc</sup>	238.9 <sup>ab</sup>	211.1 <sup>abc</sup>
F-test		**	**	**
Mean		214.4	223.1	200.5

\*\*Means within a column followed by an identical letter are not significantly at  $P < 0.05$



**Figure 1** photographic for cross section of internode (10x) among six sugarcane lines with different lodging resistant levels, A = vascular bundles in base of stem position, B = vascular bundles in middle of stem position and C = vascular bundles in top of stem position, 1, 2, 3, 4, 5 and 6 = sugarcane lines as MP07-309, MP1, MP3, MP02-665, K88-92 and KK3, respectively.



**Figure 2** photographic for cross section of internode (40x) among six sugarcane lines with different lodging resistant levels, A = vascular bundles in base of stem position, B = vascular bundles in middle of stem position and C = vascular bundles in top of stem position, 1, 2, 3, 4, 5 and 6 = sugarcane lines as MP07-309, MP1, MP3, MP02-665, K88-92 and KK3, respectively.

## สรุป

พันธุ์อ้อยที่มีความแตกต่างในแง่ความต้านทานการหักล้มทางลำต้นมีจำนวนของมัดท่อลำเลียงและขนาดท่อลำเลียงแตกต่างกัน โดยพันธุ์ที่ต้านทานการหักล้มของลำต้นมีจำนวนมัดท่อลำเลียงหรือมีขนาดของมัดท่อลำเลียงที่บริเวณกลางลำต้นมากกว่าพันธุ์ที่ไม่ต้านทานการหักล้ม ซึ่งในพันธุ์ที่ต้านทานการหักล้มมีความเด่นของทั้ง 2 ลักษณะแตกต่างกัน กล่าวคือ พันธุ์ KK3 ต้านทานการหักล้มโดยมีจำนวนมัดท่อลำเลียงมาก ส่วนพันธุ์ MP02-665 และ K88-92 มีขนาดของมัดท่อลำเลียงใหญ่ ทั้งบริเวณโคนและปลายลำต้น อย่างไรก็ตาม มีพันธุ์อ้อยที่ไม่ต้านทานการหักล้มบางพันธุ์ที่ยังคงประสบปัญหาการหักล้มอันเกิดจากการล้มบริเวณราก ดังนั้น ควรมีการศึกษาความต้านทานการหักล้มจากลักษณะรากเพื่อความเข้าใจการหักล้มของอ้อยให้ชัดเจน

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากศูนย์วิจัยอ้อยและน้ำตาลภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คณะเกษตรศาสตร์ และกลุ่มวิจัยวิศวกรรมเพื่อพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอขอบคุณ บริษัทมิตรผล วิจัยพัฒนาอ้อยและน้ำตาลจำกัด อ.ภูเวียง จ.ขอนแก่น ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการเก็บข้อมูลตัวอย่างรากอ้อย ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

## เอกสารอ้างอิง

1. Singh G., S.C. Chapman, P.A. Jackson, R.J. Lawn. 1999. Yield accumulation in sugarcane under wet tropical conditions effect of lodging and crop age. Proc. Aust. Soc. Sugar Cane Technol. 21: 240-245.
2. Singh G., S.C. Chapman, P.A. Jackson, R.J. Lawn. 2000. Lodging a major constraint to high yield and CCS in the wet and dry tropics. Proc. Aust. Soc. Sugar Cane Technol. 22: 315-321.
3. Singh G., S.C. Chapman, P.A. Jackson, R.J. Lawn. 2002. Lodging reduces sucrose accumulation of sugarcane in the wet and dry tropics. Aust. J. Agric. Res. 53: 1183-1194.
4. Aslam M., A. Hameed, A. A. Chattha. 2008. Effect of sowing depth and ear thing up on lodging in pre sown sugarcane. Pakistan Sugar J. 23: 20-23.

5. Berding N., A.P. Hurney. 2005. Flowering and lodging, physiological-based traits affecting cane and sugar yield what do we know of their control mechanisms and how do we manage them? Field Crops Res. 92: 261-275.
6. Das U.K. 1936. Nitrogen nutrition of sugarcane. Plant Physiol. 11: 251-317.
7. เทียมใจ คมกฤษ, 2549. ภาควิทยาศาสตร์ของพฤกษศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
8. Cesarinol., A. Pedro, J. L. S. Mayer, A. F. P. Leme, P. Mazzafera. 2012. Enzymatic activity and proteomic profile of class III peroxidases during sugarcane stem development. Plant Physio. Biochem. 55: 66-76.
9. Chang H.S., P.J. Loesch, M.S. Zuber. 1976. Effects of recurrent selection for crushing strength on morphological and anatomical stalk traits in Corn. Crop Sci. 16: 621-625.
10. Schertz K.F., D.T. Rosenow. 1977. Anatomical variation in stalk internodes of Sorghum. Crop Sci. 17: 628-631.