

Aquaporin: โปรตีนส่งผ่านน้ำในต้นยางพารา

เกสริน ถังเงิน และ จริญญา ณรงค์ชวนะ

ห้องปฏิบัติการชีวเคมีและอนุพันธุศาสตร์พืช

ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล



หนึ่งในหัวข้องานวิจัยของห้องปฏิบัติการชีวเคมีและอนุพันธุศาสตร์พืช ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล คือ การศึกษาพันธุศาสตร์โมเลกุลของยีนที่สำคัญของต้นยางพารา โดยที่ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจหลักที่สำคัญมากในประเทศไทย นำรายได้เข้าสู่ประเทศประมาณ 3-4 แสนล้านบาท/ปี ความต้องการใช้ยางธรรมชาติในอุตสาหกรรมต่างๆทั่วโลกมีปริมาณสูงขึ้นทุกปี ในขณะที่พื้นที่ปลูกมีอยู่จำกัด ดังนั้นงานวิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตน้ำยาง ตลอดจนลดปัญหาที่ทำให้ผลผลิตน้ำยางตกต่ำ จึงมีความจำเป็นอย่างมาก สำหรับประเทศไทยปัจจุบันได้มีการขยายพื้นที่ปลูกยางพาราจากภาคใต้ไปทางภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ ซึ่งเป็นพื้นที่ใหม่ค่อนข้างแห้งแล้งสำหรับการปลูกยางพารา จึงมีความจำเป็นเร่งด่วนในการคัดเลือกและปรับปรุงสายพันธุ์ยางที่สามารถปรับตัวให้ผลผลิตสูงในแต่ละพื้นที่ ปัจจุบันเทคโนโลยีชีวภาพพืชมีความก้าวหน้ารวดเร็วมาก ก่อให้เกิดประโยชน์ทั้งในด้านการพัฒนาพืชพันธุ์ดี ตลอดจนการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากพืชมากมาย เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องทั้งด้านการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช การพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ การค้นหายีน และการทำพันธุวิศวกรรมพืชสามารถนำมาประยุกต์ใช้ช่วยในการปฏิรูปการผลิตยางธรรมชาติทั้งในระดับขั้นเพื่อช่วยร่นระยะเวลา แรงงาน และเพิ่มความแม่นยำในขั้นตอนการคัดเลือกพันธุ์ยางใหม่ รวมทั้งใช้พัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลสำหรับการเฝ้าตรวจระวัง และจัดการระบบเพื่อให้ได้ผลผลิตสม่ำเสมอและคุณภาพดีในปริมาณสูงอย่างมีประสิทธิภาพ และในระยะยาวการค้นหายีนที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงพันธุ์ยาง จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้คัดแปลงพันธุกรรมต้นยางพาราเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ให้มีคุณสมบัติตรงตามความต้องการ การศึกษากลไกการควบคุม การแสดงออกของยีนต่างๆ ภายในต้นยางพารา จะช่วยให้เราสามารถเข้าใจลักษณะต่างๆในระดับโมเลกุลของต้นยางพารา ทั้งการเกิดโรค หรืออาการไม่พึงประสงค์ต่างๆ ตลอดจนการควบคุมการไหลของน้ำยางได้ดียิ่งขึ้น ตัวอย่างงานวิจัยหนึ่งในห้องปฏิบัติการนี้ คือ การศึกษาเรื่องของการเกิดอาการเปลือกแห้งชนิดที่เนื้อเยื่อตายถาวร (Trunk Phloem Necrotic, TPN) ซึ่งการเกิดอาการดังกล่าวเป็นปัจจัยที่มีผลโดยตรงต่อการหยุดไหลของน้ำยาง และไม่สามารถให้ผลผลิตน้ำยางได้อีกต่อไป ทำให้เกษตรกรสูญเสียรายได้จำนวนมาก

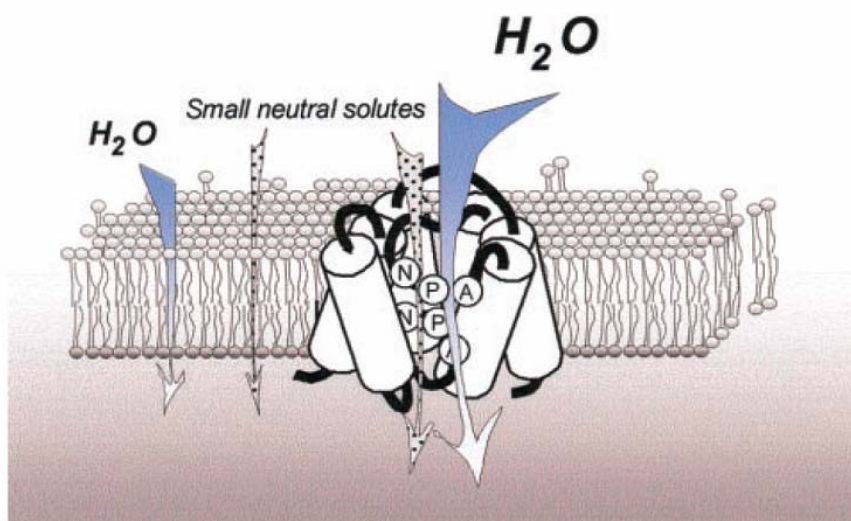


การเกิดอาการเปลือกแห้งแบบ TPN



ภายหลังการลอกเปลือกออกจะพบว่าในต้นที่มีอาการเปลือกแห้งแบบ TPN เนื้อเยื่อภายในลำต้นจะเป็นเนื้อเยื่อตาย เริ่มพบตั้งแต่ที่บริเวณรอยต่อระหว่างรากกับลำต้น และลามขึ้นมาจนถึงบริเวณรอยกรีด ต้นที่แสดงอาการจะไม่สามารถให้น้ำยางได้อีกต่อไป (B) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่ไม่มีอาการจะไม่พบการตายของเนื้อเยื่อดังกล่าว (A)

จากการศึกษา เราพบว่าการเกิดอาการเปลือกแห้ง มีความสัมพันธ์กับการแสดงออกของยีนที่ถอดรหัสเป็นโปรตีนส่งผ่านน้ำ (Aquaporin) ซึ่งโปรตีนส่งผ่านน้ำนี้จะแทรกอยู่ระหว่างเซลล์เมมเบรนของพืช ทำหน้าที่ในการคัดกรองให้เฉพาะโมเลกุลของน้ำและอนุภาคที่มีขนาดเล็กที่ไม่มีประจุ เช่น ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ กลีเซอรอล แอมโมเนียและยูเรีย ผ่านเข้า-ออก ภายในเซลล์ได้ [1]



โปรตีนส่งผ่านน้ำ (Aquaporin)

ที่มา: Maurel and Chrispeels. Plant Physiol. (2001) 125; 135-138.

ผลจากการเปรียบเทียบการแสดงออกของยีนส่งผ่านน้ำในยางพารา พบว่ายีนส่งผ่านน้ำบางไอโซฟอร์มมีการแสดงออกลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ยิ่งในต้นที่มีอาการเปลือกแห้งเมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่ไม่มีอาการเปลือกแห้ง และการแสดงออกของอาการเปลือกแห้งยังมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณน้ำในดิน โดยอาการเปลือกแห้งดังกล่าวจะเกิดขึ้นหลังจากที่ดินมีภาวะแห้งแล้ง และขาดน้ำฝน เป็นระยะเวลานาน ทั้งนี้ระดับการแสดงออกที่ลดลงของยีนส่งผ่านน้ำ จะส่งผลให้ปริมาณโปรตีนที่ทำหน้าที่ส่งผ่านน้ำลดลงเช่นกัน ทั้งนี้เนื่องจากเซลล์ของพืชพยายามที่จะรักษาน้ำภายใน

เซลล์ไว้เพื่อตอบสนองต่อภาวะแห้งแล้งนั่นเอง นอกจากนี้ยังได้เปรียบเทียบยีนส่งผ่านน้ำไอโซฟอร์มอื่นๆ และเปรียบเทียบระหว่างการให้ฮอร์โมนพืช เช่น เอธิลีน ออกซิน จัสโมนิกแอซิด ซาลิไซลิกแอซิด และผลของการกรีดยางซึ่งทำให้เกิดรอยแผล ที่มีต่อการแสดงออกของยีนกลุ่มนี้ในต้นยางพาราด้วย ซึ่งพบว่ายีนแต่ละไอโซฟอร์มมีการแสดงออกที่แตกต่างกันไปในแต่ละสภาวะ [2-4] เทคนิคที่ใช้ในการศึกษา อาทิเช่น การทำ Quantitative Real-time PCR เพื่อศึกษาการแสดงออกของยีน, Western blotting เพื่อศึกษาการแสดงออกของโปรตีน, การทำ *In situ* Hybridization และ Immuno-localization เพื่อหาตำแหน่งที่อยู่ของยีนและโปรตีนในเนื้อเยื่อของพืช ตามลำดับ, การศึกษาหน้าที่ของโปรตีนส่งผ่านน้ำ โดยถ่ายยีนลงในไข่กบและวัดอัตราการผ่านเข้าออกของน้ำ และการโคลนชิ้นส่วนโปรโมเตอร์ของยีนเพื่อศึกษาว่า มีปัจจัยใดบ้างควบคุมการทำงานของยีนได้

นี่เป็นเพียงหนึ่งตัวอย่างในงานวิจัยของห้องปฏิบัติการชีวเคมีและอนุพันธุศาสตร์พืช ยังมีงานวิจัยอีกหลายแง่มุมที่กำลังอยู่ในระหว่างการพัฒนา และรอการค้นพบ เช่น ในโครงการวิจัยยางพารา ยังมีการศึกษาเกี่ยวกับควบคุมการสร้างอนุภาคยาง (Rubber Particle) และการจับตัวเป็นก้อน (coagulation) ของน้ำยาง และอื่นๆ ซึ่งความรู้ที่ได้จะช่วยให้เราอธิบายถึงการทำงานของต้นยางพาราในระดับโมเลกุลได้ดียิ่งขึ้น งานวิจัยนี้เป็นความร่วมมือระหว่างภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ และภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กับ สถาบันเพื่อการวิจัยและพัฒนา (Institute for Research and Development, IRD) ประเทศฝรั่งเศส และ ศูนย์วิจัยยางจะเข้เถรา สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร โดยได้รับทุนวิจัยสนับสนุนจากแหล่งทุนทั้งในและต่างประเทศ



เอกสารอ้างอิง

1. Maurel C., Chrispeels M.J. (2001) Aquaporins: A molecular entry into plant water relations. *Plant Physiol.* 125: 135-138.
2. Tungngoen K., Chrestin H., Sakr S., Kongsawadworakul P., Sookmark U., Narangajavana J. Cloning and characterization of phloemic and latex aquaporin genes from rubber tree and their expression in response to various abiotic stress. In: The RGJ-Ph.D. Congress IX, April 4-6, Jomtien Palm Beach Resort, Pattaya, Chonburi, Thailand (2008).
3. Tungngoen K., Sakr S., Kongsawadworakul P., Sookmark U., Narangajavana J., Chrestin H. Aquaporin genes expression in the trunk phloem and in the latifacers of rubber tree. In: IRRDB annual meetings and international rubber conference, November 13-17, Legend Hotel, Ho Chi Minh City, Vietnam (2006).
4. Tungngoen K., Sakr S., Kongsawadworakul P., Sookmark U., Narangajavana J., Chrestin H. An expression analysis of aquaporin genes in the phloemic tissues of rubber tree. In: The 18th Annual Meeting of the Thai Society for Biotechnology, November 2-3, The Montien Riverside Hotel, Bangkok, Thailand (2006).