

ยางฐานชีวภาพ

ปัจจุบันประเทศในทวีปยุโรปและทวีปอเมริกา กำลังสนใจพืชทางเลือกที่สามารถให้น้ำยางที่มีสมบัติใกล้เคียงกับยางพารา ซึ่งพืชที่ให้น้ำยางมีหลายชนิด ได้แก่ วายูเล่ รัสเซียนแดนดิไลออน และเมื่อเร็วๆ นี้มีรายงานพืชที่ให้น้ำยางในกลุ่มพืชผักกาดหอมด้วย

1. วายูเล่ (Guayule)



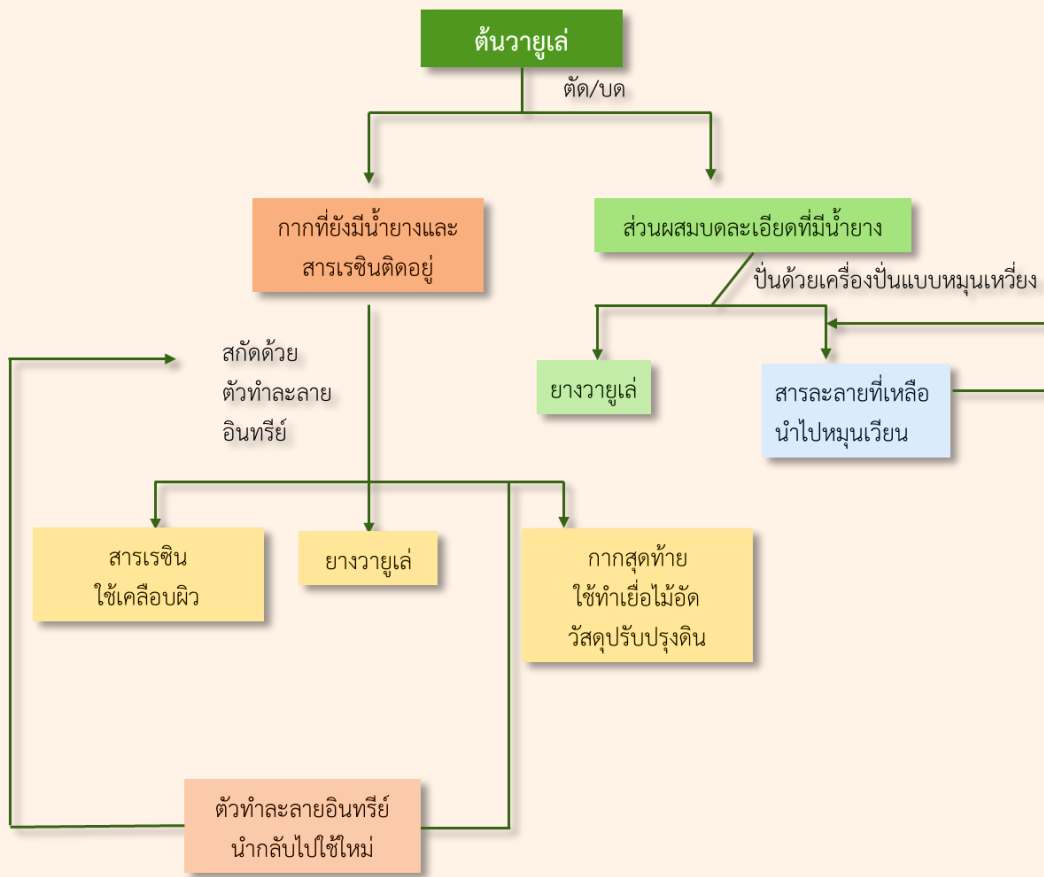
ต้นยางสายพันธุ์วายูเล่ (*Parthenium argentatum* Grey) เป็นพืชที่มีต้นกำเนิดอยู่ในเขตร้อนเป็นพันธุ์พืชพื้นเมืองของรัฐเท็กซัส ประเทศสหรัฐอเมริกา อยู่ในตระกูลเดียวกับดอกทานตะวัน มีลักษณะเป็นทรงพุ่มสูงประมาณ 60-90 เซนติเมตร มีใบเรียวยาว สีขาว ดอกและเมล็ดมีขนาดเล็ก พืชชนิดนี้สามารถทนต่อความแห้งแล้งได้ดี ใช้ระยะเวลาในการปลูก 2-3 ปี จึงสามารถให้ผลผลิตได้ ซึ่งน้ำยางของวายูเล่จะพบในส่วนของลำต้น กิ่ง แขนง และราก แหล่งที่ให้น้ำยาง คือ parenchyma cell¹

กระบวนการผลิต/การสกัดน้ำยาง

การสกัดให้น้ำยางวายูเล่มี 2 ขั้นตอน ขั้นแรกเริ่มจากการนำต้นวายูเล่ที่ชุ่มน้ำมาบด/สับให้ละเอียดผสมเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วกรองแยกออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นส่วนผสมบดละเอียดที่มีน้ำยาง ส่วนที่สองเป็นส่วนกากที่มีน้ำยางกับสารเรซินติดอยู่

นำส่วนแรกที่เป็นส่วนผสมที่บดละเอียดไปปั่นแยกด้วยเครื่องปั่นแบบหมุนเหวี่ยง จะได้น้ำยางสดและมีสารอื่นๆ แยกออกมาด้วย สำหรับส่วนที่เป็นกากที่มีน้ำยางกับสารเรซินติดอยู่นำผ่านกระบวนการสกัดด้วยตัวทำละลายเพื่อแยกกากและน้ำยางให้บริสุทธิ์ขึ้น จะได้น้ำยางสด สารเรซิน สารอื่นๆ และกากสุดท้าย น้ำยางที่ได้จะสามารถนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ ส่วนกากสามารถนำไปผลิตเยื่อไม้อัด วัสดุปรับปรุงดิน หรือนำไปผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ แสดงกระบวนการสกัดน้ำยางดังรูปที่ 1

¹ Parenchyma cell คือ เซลล์ที่อยู่ในเนื้อเยื่อได้เปลือก เป็นส่วนประกอบของเนื้อเยื่อลำเลียง



ที่มา: ดัดแปลงจากวารสารยางพารา ปีที่ 34 ฉบับที่ 1 มกราคม-มีนาคม 2556

รูปที่ 1 กระบวนการสกัดน้ำยางจากต้นวายุเล่

► องค์ประกอบและสมบัติของน้ำยางวายุเล่

น้ำยางวายุเล่มีโครงสร้างทางเคมี คือ cis-1,4-polyisoprene ที่เหมือนยางพารา แต่องค์ประกอบอื่นๆ เช่น โปรตีน กรดอะมิโนในปริมาณที่น้อยกว่ายางพารา องค์ประกอบต่างๆ ของน้ำยางวายุเล่ แสดงดังตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 องค์ประกอบของยางวายุเล่และยางธรรมชาติ [handbook of elastomer]

Property	Guayule		Grade 20 NR, ASTM specification)
	Bulk guayule rubber (FEMA)	Modified FEMA	
Dirt, %	≤ 0.20	≤ 0.20	≤ 0.20
Ash, %	≤ 1.25	≤ 1.25	≤ 1.00
Volatile matter, %	≤ 0.80	≤ 1.50	≤ 0.80
Nitrogen, %	≤ 0.60	a	≤ 0.60
Copper, %	≤ 0.008	≤ 0.008	≤ 0.008
Manganese, %	≤ 0.002	≤ 0.002	≤ 0.0015

Property	Guayule		Grade 20 NR, ASTM specification)
	Bulk guayule rubber (FEMA)	Modified FEMA	
Acetone extract, %	≤ 4.0	≤ 4.0	a
Wallace plasticity, P ₀	≥ 30	≥ 30	≥ 30
Plasticity retention, PRI	≥ 40	≥ 40	≥ 40

^aNo specification

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบปริมาณโปรตีนระหว่างน้ำยางวายุเล่กับน้ำยางพารา^b วิเคราะห์ด้วยวิธี Modified Lowry ตามมาตรฐาน ASTM D5712-05

ชนิดของยาง	ปริมาณโปรตีน (µg/g ยางแห้ง)
น้ำยางพาราชนิดที่ 1	9,363
น้ำยางพาราชนิดที่ 2	9,196
น้ำยางวายุเล่ (Yulex™)	106

^bKatrina Cornish, Jali Williams, Jeffrey A. Martin, Horst Sakreida.D, Thomas Marsh “Commercialization of Guayule latex (Yulex™)” Latex 2006: Frankfurt, Germany, 24-25 January 2006

จากตารางจะเห็นได้ว่า น้ำยางวายุเล่มีปริมาณโปรตีนต่ำกว่าน้ำยางพารา จึงเหมาะที่จะนำน้ำยางวายุเล่มาผลิตผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์

➤ การศึกษาวิจัย/การนำน้ำยางวายุเล่มาใช้งาน

เนื่องจากวายุเล่ให้ยางที่มีลักษณะเหมือนกับยางพารา จึงสามารถนำไปใช้ในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้ เช่น ยางล้อรถยนต์ ท่อยาง อุปกรณ์และถุงมือที่ใช้ทางการแพทย์ เป็นต้น ดังนั้น บริษัทชั้นนำของโลกต่างให้ความสนใจในการศึกษาและวิจัยเพื่อใช้ประโยชน์จากยางที่ผลิตจากวายุเล่ และเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น เพื่อตอบสนองความต้องการและเป็นวัตถุดิบทางเลือกในอนาคต

ใน ค.ศ. 2000 บริษัท Yulex Corporation ได้เริ่มศึกษาวิจัยยางวายุเล่อย่างครบวงจรตั้งแต่การปลูก การเก็บเกี่ยว การสกัดน้ำยางและเรซินเพื่อใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ และนำส่วนที่เป็นของเหลือผลิตเป็นพลังงานชีวมวล ต่อมาใน ค.ศ. 2011 Yulex Corporation ได้ขยายโรงงานผลิตยางธรรมชาติมายังสวนอุตสาหกรรม Lone Butte ในเมือง Chandler ซึ่งอยู่ในรัฐ Arizona ใช้สำหรับผลิตยางธรรมชาติและเรซินที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการสินค้าอุตสาหกรรมและผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ และได้เพิ่มส่วนการผลิตผลิตภัณฑ์ยางจากวายุเล่ในเพื่อใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ นอกจากนี้บริษัทยังได้ทำการผลิตวัตถุดิบประเภทเซลลูโลสเพื่อใช้ในการผลิตพลังงานชีวมวล

ใน ค.ศ. 2012 Yulex Corporation และบริษัท Four D Rubber (ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์จากน้ำยางของสหราชอาณาจักร) ประกาศว่าจะร่วมกันศึกษาการนำน้ำยางวูล์ฟมาผลิตแผ่นยางกันน้ำลายที่ใช้งานทางทันตกรรม (dental dam) ซึ่งบริษัทระบุว่าผลิตภัณฑ์ดังกล่าวไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยงในการแพ้ชนิด Type I²



ในปีเดียวกัน Yulex Corporation และบริษัท Patagonia Inc. ได้ร่วมกันพัฒนาและผลิตชุดดำน้ำที่ทำจากยางวูล์ฟ ซึ่งสามารถผลิตเสื้อดำน้ำที่มีองค์ประกอบของยางวูล์ฟในสัดส่วนร้อยละ 60 และตั้งเป้าผลิตเสื้อดำน้ำที่มีองค์ประกอบที่มาจากพืชให้ได้ร้อยละ 100

ใน ค.ศ. 2012 บริษัท Apollo Vredestein ผู้ผลิตยางล้อชั้นนำของโลก ได้พัฒนายางล้อต้นแบบโดยใช้ยางจากต้นวาลูเล่ (guayule) และต้นรัสเซียแคนดิไลออนเป็นวัตถุดิบภายใต้โครงการ EU-PEARLS (EU-based production and exploitation of alternative rubber and latex sources)³ โดยได้รับเงินสนับสนุนจำนวน 5.9 ล้านยูโร จาก Food, agriculture and fisheries, and biotechnology (KBBE) Theme of the EU's Seventh Framework Programme (FP7) ซึ่งนักวิจัยระบุว่า ยางล้อที่พัฒนาขึ้นนี้น่าจะเป็นที่ต้องการในตลาดโลก และจะทำให้ผู้ผลิตยางในทวีปยุโรปสามารถแข่งขันกับผู้ผลิตยางในทวีปเอเชียได้

ใน ค.ศ. 2013 บริษัท Versalis (ผู้ผลิตเคมีภัณฑ์ในเครือของกลุ่มบริษัท Eni ของอิตาลี) และ Yulex Corporation ร่วมกันผลิตยางจากวาลูเล่ ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่เทคโนโลยีการเก็บเกี่ยวไปจนถึงการสกัดน้ำยาง โดย Versalis จะรับหน้าที่ผลิตวัสดุที่สามารถนำไปใช้งานที่หลากหลาย โดยเป้าหมายหลักคือการนำไปใช้ในการผลิตยางล้อ แต่ในระยะแรกจะมุ่งเน้นไปที่ตลาดกลุ่มสินค้าอุปโภคบริโภคและอุปกรณ์พิเศษทางการแพทย์

ในปีเดียวกัน Yulex Corporation ได้ให้ทุนสนับสนุนแก่มหาวิทยาลัย Arizona (UA) จำนวน 3 ล้านดอลลาร์สหรัฐ เพื่อใช้ในการศึกษาปรับปรุงพันธุ์วาลูเล่เพื่อเพิ่มผลผลิตน้ำยาง และลดรอบระยะเวลาในการปลูก โดยใช้ระยะเวลาดำเนินการโครงการ 5 ปี



ใน ค.ศ. 2013 บริษัท PanAridus ประกาศว่า กรมคุ้มครองพันธุ์พืชของสหรัฐอเมริกาได้ให้การรับรองสิทธิบัตรพันธุ์ยางวาลูเล่ที่บริษัทได้คิดค้นและขยายพันธุ์ จำนวน 8 สายพันธุ์ และในปีต่อมา PanAridus ได้จำหน่ายยางวาลูเล่ให้แก่บริษัท Cooper Tire ซึ่งเป็นผู้ผลิตยางล้อชั้นนำของโลก

ใน ค.ศ. 2014 บริษัท Bridgestone ได้จัดตั้ง Bio-rubber Process Research Center ที่เมือง Mesa ในรัฐ Arizona เพื่อทำหน้าที่ศึกษาและวิจัยยางวาลูเล่

² การแพ้ Type I คือ การแพ้โปรตีน ปฏิกริยาการแพ้ที่เกิดขึ้นทันที เนื่องจาก Immediate hypersensitivity (IgE) ที่ถูกสร้างขึ้นมาจะมีปฏิกริยาเฉพาะเจาะจงต่อสารก่อภูมิแพ้

³ ประเทศที่ร่วมโครงการ EU-PEARLS ได้แก่ สาธารณรัฐเช็ก ฝรั่งเศส เยอรมนี คาซัคสถาน เนเธอร์แลนด์ สเปน สวิตเซอร์แลนด์ และสหรัฐอเมริกา

นอกจากการศึกษาการใช้ยางวายุเล่มมาผลิตผลิตภัณฑ์ยางแล้ว ยังมีการศึกษาการนำเรซินจากวายุเล่มมาผลิตเป็นสารป้องกันรักษาเนื้อไม้อีกด้วย โดยใน ค.ศ. 2001 Nakayama และคณะ ได้ทำการศึกษาการนำเรซินที่ได้จากส่วนที่เหลือจากการสกัด (residue) จากวายุเล่มมาใช้ในการป้องกันแมลงและเชื้อรา

2. รัสเซียแดนดิไลออน (Russian Dandelion, *Teraxacum kok-saghyz*; TKS)

ต้นยางสายพันธุ์รัสเซียแดนดิไลออน (Russian Dandelion) หรือที่รู้จักกันในชื่อ *Taraxacum kok-saghyz* (TKS) เป็นพืชตระกูลเดียวกับดอกทานตะวัน มีน้ำยางที่มีโครงสร้างเป็นแบบ cis-1,4-polyisoprene ที่คล้ายกับน้ำยางพารา แต่มีองค์ประกอบอื่นๆ ในน้ำยางที่แตกต่างกัน

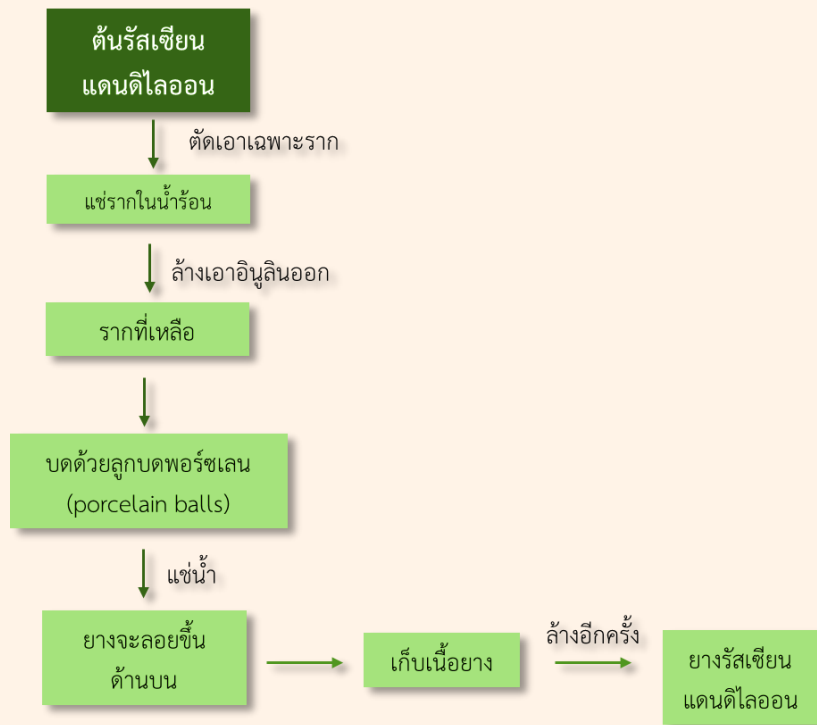
รัสเซียแดนดิไลออนมีถิ่นกำเนิดทางตอนใต้ของประเทศคาซัคสถาน พืชชนิดนี้มีอายุหลายปี มีความสูงประมาณ 30 เซนติเมตร ดอกมีสีเหลือง ใบหยัก มีรากหนาและยาว สามารถให้ผลผลิตได้ 2 ครั้งต่อปี รากของรัสเซียแดนดิไลออนสามารถให้น้ำยางคุณภาพสูง เมื่อนำรากมาสกัดสามารถให้น้ำยางและน้ำตาลเชิงซ้อนกลุ่มอินูลิน (inulin)⁴



► กระบวนการผลิต/การสกัดน้ำยาง

เริ่มจากการนำต้นรัสเซียแดนดิไลออนมาตัดเอาเฉพาะราก แล้วนำรากมาแช่น้ำร้อนเพื่อล้างเอาอินูลินออก นำรากที่ผ่านการล้างมาผ่านการบดด้วยลูกบดพอร์ซเลนเพื่อขูดผิวของรากออก จากนั้นนำรากที่ผ่านการบดแล้วมาแช่น้ำ จะได้น้ำยางแยกชั้นอยู่ด้านบน หลังจากนั้นเก็บน้ำยางแล้วนำมาล้างอีกครั้ง จะได้ยางที่พร้อมจะนำไปใช้ได้ กระบวนการสกัดน้ำยางแสดงดังรูปที่ 2

⁴อินูลิน คือ น้ำตาลเชิงซ้อนเป็นสารที่นำมาใช้ทางเภสัชกรรม สามารถนำมาใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตแอลกอฮอล์



รูปที่ 2 กระบวนการสกัดน้ำยางจากต้นรัสเซียแดนดิไลออน

► องค์ประกอบและสมบัติของน้ำยางรัสเซียแดนดิไลออน

น้ำยางรัสเซียแดนดิไลออนมีน้ำหนักโมเลกุลและสมบัติทางกายภาพที่ใกล้เคียงยางพารา แต่มีโปรตีนสูงกว่ายางพารา มีกรดไขมันเล็กน้อย และมีอินูลินเป็นองค์ประกอบถึงร้อยละ 36 องค์ประกอบต่างๆ แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สมบัติต่างๆ ของยางรัสเซียแดนดิไลออนและยางพารา (NR)

Property	Russian Dandelion	NR
Ash, %	0.8	0.7
Gel, %	0.5	17
Mn , g/mol	1.5×10^6	0.4×10^6

► การศึกษาวิจัย/การนำน้ำยางรัสเซียแดนดิไลออนมาใช้งาน

ใน ค.ศ. 2010 บริษัท Kultevat L.L.C (ผู้พัฒนาจากรัสเซียแดนดิไลออนของสหรัฐอเมริกา) และบริษัท Keygene N.V. (บริษัทด้านเทคโนโลยีชีวภาพของเนเธอร์แลนด์) ได้ร่วมกันพัฒนาสายพันธุ์รัสเซียแดนดิไลออนและกระบวนการผลิตน้ำยางในเชิงพาณิชย์

ใน ค.ศ. 2014 บริษัท Nova-BioRubber Green Technologies ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาสายพันธุ์แดนดิไลออนเพื่อให้ได้ปริมาณน้ำยางสูง รวมถึงวิธีการสกัดแบบไม่ใช้สารละลาย โดยได้รับการจดสิทธิบัตรในสหรัฐอเมริกาในส่วนของ

วิธีการสกัดที่เป็นการบดรากรัสเซียแดนดิไลออนแห้งและแยกยางออกมาด้วยวิธีเชิงกล ซึ่งคณะวิจัยรายงานว่าเทคโนโลยีการสกัดยางจากรัสเซียแดนดิไลออนเป็นเทคโนโลยีสะอาดที่มีต้นทุนการผลิตเพียง 1 ดอลลาร์สหรัฐต่อกิโลกรัม



ใน ค.ศ. 2014 Kultevat ได้รับใบอนุญาตให้ใช้เทคโนโลยีเปลี่ยนยีนพืชเพื่อผลิตน้ำยางแต่เพียงผู้เดียว ซึ่งเทคโนโลยีนี้พัฒนาขึ้นโดยศูนย์พฤกษศาสตร์ Donald Danforth เพื่อใช้ในการควบคุมการแสดงออกของยีนในพืช รวมถึงประยุกต์ใช้ในการผลิตยางจากรัสเซียแดนดิไลออน

Show Commercial โดยความร่วมมือและได้รับรางวัล



ใน ค.ศ. 2014 บริษัท Continental ผู้ผลิตยางล้อชั้นนำของโลก ได้นำยางล้อที่ผลิตจากยางรัสเซียแดนดิไลออนมาจัดแสดงที่งาน Motor Vehicle ที่เมือง Hanover ประเทศเยอรมนี การวิจัยกับ Fraunhofer Institute ของเยอรมนี GreenTec Award 2014

ใน ค.ศ. 2015 บริษัท Mitas ผู้ผลิตยางล้อรถใช้ในการเกษตรชั้นนำของยุโรป ได้มีส่วนร่วมในการดำเนินโครงการ Drive4EU โดยวัตถุประสงค์ของโครงการคือ การหาแหล่งทรัพยากรยางใหม่ที่มีสมบัติเหมือนหรือดีกว่ายางพารา และเป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตยางล้อใช้ในการเกษตรจากยางรัสเซียแดนดิไลออนผสมยางพารา โดย Mitas รับผิดชอบในการทดสอบสมบัติของยางล้อดังกล่าว

3. ผักกาดหอม (Prickly lettuce)

นอกจากวาญูเล่และรัสเซียแดนดิไลออนที่ให้น้ำยางเช่นเดียวกับยางพาราแล้ว ยังมีพืชตระกูลผักกาดหอม (Prickly lettuce) ที่สามารถให้น้ำยางได้ ใน ค.ศ. 2015 Ian Burke และคณะได้ทำการศึกษาลักษณะของพืชผักกาดหอมโดยได้ทำการพิสูจน์ถึงแถบรหัสพันธุกรรมของ ผักกาดหอมเพื่อใช้ในการผลิตยาง นอกจากนี้ ยังมี การวิจัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับพันธุ์พืชตระกูลผักกาดหอมที่สามารถเพาะพันธุ์เพื่อใช้ในการผลิตน้ำยางและอาจกลายเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดใหม่ในฝั่งตะวันตกเฉียงเหนือของภูมิภาคแปซิฟิก



ใน ค.ศ. 2015 Dae-Kyun Ro และ Yang Qu นักวิจัยจากมหาวิทยาลัย Calgary รายงานว่า พืชผักกาดหอมสามารถผลิตน้ำยางสีขาวขุ่น และได้ทำการศึกษาจนทราบเอนไซม์ที่สามารถสังเคราะห์ยางธรรมชาติจากผักกาดหอมได้ ซึ่งถือเป็นการค้นพบโมเดลการสังเคราะห์ยางธรรมชาติเป็นครั้งแรกในช่วงครึ่งศตวรรษที่ผ่านมา คณะวิจัยจึงเลือกใช้ ผักกาดหอมเป็นโมเดลในการศึกษา นอกจากนี้ยังพบว่าผักกาดหอมสามารถผลิตยางที่มีคุณภาพใกล้เคียงกับยางพาราแต่สามารถผลิตยางได้ในปริมาณเล็กน้อยเท่านั้น

ผลการศึกษาวิจัยสมบัติต่างๆ ของพืชที่ให้น้ำยางแต่ละประเภทดังกล่าวข้างต้น สามารถนำมาสรุปเปรียบเทียบกับยางพารา แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบสมบัติยางที่ได้จากพืชที่ให้น้ำยาง

	ยางพารา	วายุเล่	รัสเซียแดนดิไลออน	ผักกาดหอม
โครงสร้าง	cis-1,4-polyisoprene	cis-1,4-polyisoprene	cis-1,4-polyisoprene	cis-1,4-polyisoprene
แหล่งผลิตน้ำยาง	laticifers	parenchyma cells	laticifers	stems
เนื้อยาง	30-40%	3-12%	น้อยกว่า 30%	1.6-2.2%
ระยะเวลาเริ่มให้ผลผลิต	5-7 ปี	2-3 ปี	1 ปี	-
การเก็บผลผลิต	ใช้แรงงานคนในการกรีดยาง	ใช้เครื่องจักร	ใช้เครื่องจักร	-
ผลผลิต	500-3,000 กิโลกรัม/เฮกตาร์/ปี	300-1,000 กิโลกรัม/เฮกตาร์/ปี	150-500 กิโลกรัม/เฮกตาร์/ปี	-
กำลังการผลิต	9,000,000 ตัน/ปี (ค.ศ. 2005)	10,000 ตัน/ปี (ค.ศ. 1910)	3,000 ตัน/ปี (ค.ศ. 1943)	อยู่ระหว่างการศึกษาวิจัย
สมบัติ	ความแข็งแรงเชิงกลสูง ยืดหยุ่นดี	ใกล้เคียงยางพารา แต่มีโปรตีนต่ำกว่า	ใกล้เคียงยางพารา แต่มีโปรตีนสูงกว่า	-
การใช้ประโยชน์	ผลิตภัณฑ์ยางทั่วไป	เหมาะสำหรับถุงมือ ยาง ถูยางอนามัย อุปกรณ์ทางการแพทย์	ผลิตภัณฑ์ยางทั่วไปที่ไม่ใช่ผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์	-

ที่มา: ชญาภา นิมสุวรรณ “ยางธรรมชาติทางเลือก: ยางวายุเล่และยางรัสเซียแดนดิไลออน” การประชุมวิชาการ NAC 2014 และ Jan B. van Beilen and Yves Poirier *TRENDS in Biotechnology* Vol.25 No.11

เอกสารอ้างอิง

1. อารักษ์ จันทูมา. “พืชผลิตยางธรรมชาติรายใหม่ : วายุเล่” วารสารยางพารา สถาบันวิจัยยาง, ปีที่ 34 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม-มีนาคม 2556
2. ชญาภา นิมสุวรรณ. “ยางธรรมชาติทางเลือก: ยางวายุเล่และยางรัสเซียแดนดิไลออน” การประชุมวิชาการ NAC 2014
3. จดหมายข่าวเครือข่ายพัฒนาอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยางและไม้ยางพาราปีที่ 2 ฉบับที่ 2 เมษายน 2558
4. Bhowmick, A.K., “Handbook of Elastomer”, Marcel Dekker Inc., New York, 2001
5. <http://www.bloomberg.com>
6. <http://www.sandiegojack.com>
7. <http://www.rubbernews.com>
8. <http://www.rubberjournalasia.com>
9. <http://www.tirereview.com>

10. <http://www.moderntiredealer.com/channel/retailing/news/story/2015/04/bridgestone-is-honored-for-guayule-research.aspx>
11. <http://www.japantimes.co.jp/news/2014/08/24/world/science-health-world/tire-makers-race-to-turn-dandelions-into-rubber/#.VWLnv9Kqkqk>