

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ปริมาณการผลิตยางธรรมชาติ

ยางธรรมชาติมีการผลิตในประเทศหลัก ๆ คือ ประเทศไทย ประเทศอินโดนีเซีย และประเทศมาเลเซีย ในปัจจุบันประเทศไทยเป็นผู้ที่ผลิตยางธรรมชาติส่งออกเป็นอันดับที่ 1 ของโลกติดต่อกันมาเป็นปีที่ 12 โดยในปี 2544 ผลิตได้ประมาณ 2.3 ล้านตัน แบ่งเป็นยางแผ่นรมควัน 913,552 ตัน ยางแท่ง 845,036 ตัน น้ำยางข้น 456,774 ตัน และยางอื่น ๆ 68,516 ตัน โดยมีมูลค่าการส่งออกในรูปแบบของวัตถุดิบ 60,742 ล้านบาท และผลิตภัณฑ์ยาง 42,026 ล้านบาท ซึ่งรายได้จากการส่งออกมากเป็นอันดับสองรองจากการส่งออกกุ้งกุลาดำ ปัจจุบันการปลูกยางได้มีการกระจายไปยังภาคต่าง ๆ ของประเทศ และมีพื้นที่ในการปลูกยางประมาณ 12.7 ล้านไร่ (สถาบันวิจัยยาง, 2546)

2.2 สมบัติของน้ำยางสด

น้ำยางสดที่ได้จากการกรีดต้นยางพารา จะมีลักษณะเป็นของเหลวสีขาวเหมือนน้ำนม มีสภาพเป็นคอลลอยด์ น้ำยางสดเป็นส่วนหนึ่งของไซโตพลาสซึมในท่อน้ำยาง สามารถทำให้ไหลออกมาจากท่อน้ำยางได้โดยวิธีกรีดหรือเจาะ น้ำยางสดจะมีความหนาแน่นอยู่ระหว่าง 0.975 - 0.980 กรัมต่อมิลลิลิตร มีค่า pH ประมาณ 6.5 - 7.0 ขนาดอนุภาคของเม็ดยางอยู่ระหว่าง 400 - 25,000 Å^o ความหนืดของน้ำยางมีค่าประมาณ 12 - 15 centipoises และอาจมีค่าแปรปรวนขึ้นอยู่กับปริมาณส่วนประกอบในน้ำยาง นอกจากนั้นยังขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ เช่น พันธุ์ยาง อายุของต้นยาง ฤดูกาล และวิธีการกรีด น้ำยางสดอยู่ในสภาวะแขวนลอยและมีประจุเป็นลบจึงผลัดกันตลอดเวลาทำให้คงสภาพอยู่ได้ จนกว่าสภาพแวดล้อมและปัจจัยต่าง ๆ ที่มารบกวน เช่น อุณหภูมิ ความเป็นกรด ซึ่งทำให้เกิดการจับตัวเป็นก้อนของน้ำยาง (Blackley, 1999)

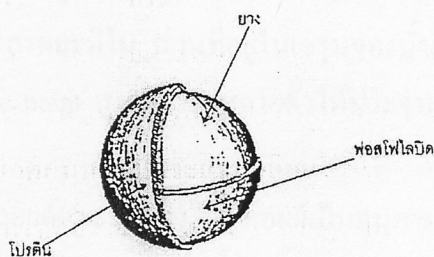
ตารางที่ 2.1 ส่วนประกอบของน้ำยางสด (Blackley, 1999)

| ส่วนประกอบ | ปริมาณ (%) |
|--------------------------|-----------------------|
| สารที่เป็นของแข็งทั้งหมด | 27 - 48 |
| เนื้อยางแห้ง | 25 - 45 |
| สารพวกโปรตีน | 1 - 1.5 |
| สารพวกเรซิน | 1 - 2.5 |
| จีไธ้า | สูงถึง 1 |
| น้ำตาล | 1 |
| น้ำ | ส่วนที่เหลือจนครบ 100 |

2.2.1 ส่วนประกอบของน้ำยาง (Blackley, 1999)

2.2.1.1 ส่วนของเนื้อยาง ซึ่งมีส่วนประกอบหลัก ๆ ดังนี้ คือ

2.2.1.1.1 อนุภาคยาง ถูกห่อหุ้มด้วยสารจำพวกไขมันและโปรตีน โดยโปรตีนนี้จะอยู่ชั้นนอก และอาจมีโลหะบางชนิด เช่น แมกนีเซียม โปแตสเซียม และทองแดง ปะปนอยู่ปริมาณเล็กน้อยประมาณ 0.5% โดยปกติอนุภาคยางจะแขวนลอยในน้ำ ประกอบด้วยสารประกอบพวกไฮโดรคาร์บอน มีชื่อโครงสร้างทางเคมีว่าซิส 1,4 โพลีไอโซพรีน (cis-1,4 polyisoprene) ลักษณะอนุภาคยางเป็นรูปทรงค่อนข้างทรงกลม มีขนาดอนุภาคแตกต่างกันมาก คืออยู่ระหว่าง 0.02μ จนถึง 2μ ($200 \text{ \AA} - 20,000 \text{ \AA}$) อนุภาคยางส่วนใหญ่จะมีขนาดเกิน 0.4μ (4000 \AA) และมีขนาดอนุภาคเฉลี่ยประมาณ 1.2μ เมื่อนำน้ำยางสดมาปั่นด้วยความเร็วสูงพบว่า อนุภาคยางที่มีขนาดใหญ่จะแยกตัวออกจากชั้นน้ำขึ้นมาอยู่ด้านบนซึ่งสามารถแยกเป็นน้ำยางข้น ส่วนอนุภาคที่มีขนาดเล็กจะปนอยู่กับหางน้ำยาง (Skim latex)



รูปที่ 2.1 ลักษณะที่เป็นไปได้ของอนุภาคยางธรรมชาติ (Blackley, 1999)

2.2.1.1.2 โปรตีน(Protein) ส่วนของโปรตีนทั้งหมดที่มีอยู่ในน้ำยาง จะแบ่งเป็น 3 ส่วนด้วยกัน คือ ส่วนที่ห่อหุ้มอยู่ตรงผิวรอบนอกของอนุภาคยางซึ่งมีประมาณ 25% ส่วนที่อยู่ในชั้นน้ำซึ่งมีประมาณ 50% และส่วนของสารลูทอยด์ซึ่งมีประมาณ 25% โปรตีนหลัก ๆ ที่มีอยู่ในน้ำยางมี 2 ประเภท คือ ประเภทแรกเรียกว่า แอลฟา-กลูบูลิน (α -Globulin) เป็นโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงประมาณ 200,000 ซึ่งเป็นโปรตีนที่มีคุณสมบัติเป็น surface-active จะอยู่บนรอยต่อระหว่างน้ำกับอากาศและน้ำมันกับน้ำ ไม่ละลายในน้ำกลั่น แต่ละลายในน้ำกรด ค่าง และเกลือ มีค่า Isoelectric point ที่ pH 4.8 ประเภทที่สองเรียกว่า ฮีวิน (Hevein) เป็นโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำประมาณ 10,000 โปรตีนชนิดนี้จะอยู่ที่อนุภาคของเนื้อยาง และละลายอยู่ในชั้นน้ำ มีค่า Isoelectric point ที่ pH 4.5 ส่วนประกอบของฮีวิน มีกำมะถันอยู่ราว 5% และเป็นประเภท crystalline disulphide linkage เวลานั้นยางบูดเน่า โปรตีนส่วนหนึ่งจะสลายตัวเป็นสารพวกไฮโดรซัลไฟด์ และสารเมอร์แคปแทน ซึ่งทำให้มีกลิ่นเหม็นได้ ฮีวิน มีทั้งประจุบวกและลบอยู่ในโมเลกุล ขึ้นอยู่กับค่า pH ของตัวกลาง โปรตีนชนิดนี้จัดเป็น surfactant ชนิด amphoteric stabiliser ซึ่งจะเกิดการเปลี่ยนแปลงประจุของโปรตีนตามสภาวะแวดล้อม

2.2.1.1.3 ไขมัน (Lipid) ไขมันที่อยู่กับอนุภาคของเม็ดยาง ส่วนใหญ่เป็นพวกฟอสโฟไลปิด (ประมาณ 2.0%) Eicosyl alcohol (ประมาณ 6.0%) พวกลสเตอรอล และเอสเทอร์ของสเตอรอล (ประมาณ 0.4%) ฟอสโฟไลปิดนี้จะอยู่ระหว่างชั้นของโปรตีนและอนุภาคยาง โดยตัวมันเองทำหน้าที่ยึดโปรตีนให้เกาะติดอยู่กับอนุภาคของเม็ดยาง ฟอสโฟไลปิดที่สำคัญของน้ำยางเป็นชนิดเลซิทีน (Lecithin)

2.2.1.2 ส่วนที่ไม่ใช่น้ำยาง ซึ่งมีส่วนประกอบหลัก ๆ ดังนี้

2.2.1.2.1 ส่วนที่เป็นน้ำหรือเซรัม เซรัมของน้ำยางมีความหนาแน่นประมาณ 1.02 กรัมต่อมิลลิลิตร ประกอบด้วยสารชนิดต่าง ๆ คือ คาร์โบไฮเดรตซึ่งเป็นสารพวกแป้งและน้ำตาล มีอยู่ในน้ำยางประมาณ 1% น้ำตาลส่วนใหญ่เป็นชนิด คิวบาชิทอล (Quebarchitol)

2.2.1.2.2 โปรตีนและกรดอะมิโน ส่วนที่อยู่ในเซรัมของน้ำยาง มีค่า Isoelectric point หลายค่า โปรตีนที่มีค่า Isoelectric point สูงสามารถสลายตัวให้ประจุบวกได้ เป็นสาเหตุให้น้ำยางสูญเสียสภาพ

2.2.1.2.3 ส่วนของลูทอยด์และสารอื่น ๆ ลูทอยด์เป็นอนุภาคค่อนข้างกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.5-3.0 ไมครอน หุ้มด้วยเนื้อเยื่อชั้นเดียว สามารถเกิดการออสโมซิส (Osmosis) ได้ง่าย ดังนั้นการเติมน้ำลงในน้ำยางสด จะทำให้ลูทอยด์บวมและแตกง่าย สารอื่น ๆ โดยมาก

เป็นอนุภาคเฟรย์ - วิสลิง (Frey wysssling) เป็นสารที่มีอนุภาคใหญ่กว่ายางแต่ความหนาแน่นน้อยกว่า ประกอบด้วยสารเม็ดสีพวกคาโรทีนอยด์

2.3 การผลิตยาง

น้ำยางสดซึ่งกรีคได้จากต้นยาง จะจับตัวเร็วหรือช้า ขึ้นอยู่กับการจับรวมตัวกันของอนุภาคยาง และสภาพแวดล้อม ซึ่งปัจจัยที่มีผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเช่นนี้เกิดจากตัวน้ำยางเอง เกลือและสารแทนนิน (Tannins) จากเปลือกต้นยาง หรือเกิดจากการเติมกรดลงไปในน้ำยาง การจับตัวของน้ำยางก่อนกำหนดไม่เป็นผลดีต่อการแปรรูป รวมทั้งทำให้ได้ยางราคาไม่ดี เช่น เมื่อฝนตกชาวสวนไม่สามารถเก็บยางใส่ภาชนะได้ทันทำให้สูญเสียรายได้ และเมื่อถึงช่วงฤดูหนาว น้ำยางที่กรีคได้ไม่ค่อยเสถียร จึงมีการใช้สารป้องกันการจับตัวของน้ำยาง (Anti-Coagulant) ซึ่งอาจเป็นแอมโมเนีย โซเดียมซัลไฟด์ ฟอรัมาลีน ซึ่งสารแต่ละตัวจะมีผลต่อคุณภาพของยาง ขึ้นอยู่กับชนิด ปริมาณที่ใช้ และสภาพแวดล้อมของน้ำยางเช่น พันธุ์ยาง ฤดูกาล เป็นต้น

2.3.1 ยางแผ่น (Rubber Sheet)

เมื่อเก็บสะสมน้ำยางได้เป็นปริมาณมากแล้ว ต้องนำน้ำยางไปแปรรูปเพื่อความสะดวกในการขน มีการใช้วิธีทั่วไป คือ การทำเป็นยางแผ่นรมควัน (Ribbed Smoked Sheet) ซึ่งวิธีการผลิตยางแผ่นนี้ มีข้อดีคือ สามารถเก็บยางได้ค่อนข้างนานและยางที่ได้จะมีความยืดหยุ่นสูง (Flexibility) ขั้นตอนการทำยางแผ่น คือ การจับตัวน้ำยาง (Coagulation) การรีดยาง (Milling) การทำให้แห้ง (Drying) และการห่อ (Baling) โดยขั้นตอนการจับตัวน้ำยาง ทำโดยการเติมกรดฟอร์มิกลงในน้ำยางที่เจือจางแล้ว ปริมาณที่ใช้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของน้ำยาง อาจใช้เวลาให้น้ำยางเกิดการจับตัวประมาณ 3 ชั่วโมง การรีดยางทำโดยการนำยางที่จับตัวแล้วผ่านลูกกลิ้งเรียบประมาณ 2 - 3 ครั้ง จากนั้นจึงนำไปผ่านลูกกลิ้งที่มีลวดลายเพื่อเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวจะทำให้ยางแห้งได้เร็วขึ้น การที่จะให้ได้ยางแผ่นที่มีคุณภาพดี ต้องคำนึงความหนา รูปร่าง และความสะอาด โดยในขั้นตอนการรีดยางรวมทั้งการเจือจางน้ำยาง ต้องใช้น้ำที่มีความสะอาด และต้องมีการฉีดน้ำเหนือลูกกลิ้งระหว่างการรีดแผ่นยาง ซึ่งน้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่มีต่อความสะอาดของยางแผ่น ส่วนขั้นตอนการทำให้ยางแห้ง ทำโดยการแขวนยางที่รีดแล้วเป็นเวลา 2 - 3 ชั่วโมง ในที่โล่ง และถ้าทำเป็นยางแผ่นรมควันในตอนหลัง จะนำยางมารมควันในห้องที่มีควันไฟประมาณ 4 - 5 วัน ที่อุณหภูมิ 50 - 60 องศาเซลเซียส แล้วจึงทำการห่อบรรจุ

2.3.2 ยางเครพ (Crepes Rubber)

ยางเครพจะผลิตโดยวิธีการเฉือน (Shearing) หรือการบดขยี้ (Creping) ยางก้อนผ่านลูกกลิ้ง ซึ่งจะมีอัตราการหมุนด้วยความเร็วต่างกัน ทำให้ยางเกิดการเฉือนระหว่างเนื้อยางที่เป็นผิวนอกเกิดการเปิดออก เครื่องจักรที่ใช้เริ่มจากเครื่องมาซิเรเตอร์ (Macerator) ซึ่งลูกกลิ้งจะมีขนาดใหญ่มาก มีร่องลึก และมีอัตราการหมุนต่อรอบต่ำ จากนั้นจึงเป็นเครื่องเครพ (Intermediate Creper) ซึ่งลูกกลิ้งมีร่องตื้นกว่า และมีแรงเฉือนสูง อัตราการใช้น้ำเพื่อทำความสะอาดมีความจำเป็นมาก โดยน้ำที่ใช้ในการทำเครพ ควรมีอย่างน้อยที่สุด 10 ลิตร ต่อน้ำหนักยางที่ได้ 1 กิโลกรัม วัตถุดิบ (Raw Materials) ที่ใช้ทำยางเครพโดยมากเป็นยางก้อนถ้วย (Cup Lump) เศษยาง (Scrap) และยางแผ่นที่มีคุณภาพต่ำซึ่งมีสิ่งเจือปนค่อนข้างสูง ดังนั้นขั้นตอนที่สำคัญในการผลิตยางเครพ คือ การนำยางดิบมาผ่านลูกกลิ้งในเครื่องมาซิเรเตอร์และเครื่องเครพหลาย ๆ ครั้งพร้อมทั้งฉีดน้ำทำความสะอาด เพื่อลดสิ่งเจือปนในยาง อาจมีการเติมเศษยางที่สะอาดลงไปผสมเพื่อปรับปรุงคุณภาพยางเครพ วิธีการทำให้ยางแห้งโดยการนำยางที่ผ่านการเครพหลาย ๆ ครั้ง มาแขวนตามแนวราวบนชั้นแขวนในห้องที่มีอากาศถ่ายเทสะดวก และมีหน้าต่างที่ออกแบบให้สามารถกันแสงแดดได้ โดยใช้เวลาให้แห้งตามธรรมชาติประมาณ 10 วัน แต่ถ้าต้องการให้แห้งเร็วขึ้นก็ใช้วิธีให้ความร้อนผ่านทางท่อที่ร้อน (hot pipes) การผลิตยางเครพตั้งแต่ปี ค.ศ. 1950 เป็นต้นมา มีการใช้วิธีการทำให้แห้งโดยการใช้อากาศร้อนซึ่งใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง ยางที่ผลิตเสร็จแล้วทำการหีบห่อน้ำให้มีน้ำหนักประมาณ 102 กิโลกรัม (Edgar, 1958; Morris, 1964) นอกจากนั้นยังมีการผลิตยางเครพที่มีสีจาง (Pale Crepe) จากน้ำยางสด ยางเครพที่ได้มีสีอ่อน เนื่องจากมีการขจัดเม็ดสีแคโรทีนอยด์ (Carotenoid pigment) ซึ่งเป็นตัวที่ทำให้ยางมีสีเหลืองอ่อน ขั้นตอนที่สำคัญอยู่ที่การใช้สารเคมี และการจับตัวน้ำยางสด ยางส่วนนี้นำมาบดหลาย ๆ ครั้งเพื่อให้ได้สิ่งเจือปนน้อยที่สุด เพื่อให้ได้เกรดยางที่ดียิ่งขึ้น

2.3.3 น้ำยางข้น (Concentrated Latex)

น้ำยางข้นผลิตโดยตรงจากน้ำยางสด โดยนำน้ำยางสดมาทำการเซ็นตริฟิวจ์ หรือวิธีการทำให้เกิดครีม หรือวิธีการระเหยน้ำออก วิธีการการเซ็นตริฟิวจ์ น้ำยางจะเกิดการแยกอนุภาคยางที่เบาออกจากส่วนของเซรุ่มซึ่งหนักกว่าโดยการปั่นน้ำยางด้วยความเร็วสูง ซึ่งจะได้น้ำยางข้นและหางน้ำยาง น้ำยางข้นจะมีเนื้อยางแห้งประมาณ 60% ส่วนหางน้ำยางมีเนื้อยางแห้งประมาณ 5% การนำน้ำยางข้นมาเซ็นตริฟิวจ์อีกครั้งจะได้น้ำยางที่มีเนื้อยางแห้งประมาณ 67% ซึ่งจะมีสมบัติที่พิเศษ และลดค่าใช้จ่ายด้านการขนส่งและการจัดเก็บ ส่วนหางน้ำยางจะนำมาจับตัว และทำเป็นยางสกิมเครพเพื่อใช้งานในผลิตภัณฑ์ที่ไม่ต้องการสมบัติสูงมาก เนื่องจากมีส่วนที่ไม่ใช่ยาง เช่น กรดไขมัน โปรตีน และน้ำตาล ซึ่งมีผลต่อการวัลคาไนซ์ของยางคอมพอนด์ และได้มีการปรับปรุงคุณภาพของ

การผลิตยางสกิมโดยการลดส่วนที่ไม่ใช่ยางลง (Ong, 1974) ต่อมาได้มีการพัฒนาวิธีการปรับปรุงคุณภาพของยางสกิมให้มีสมบัติดีขึ้น เช่น กระบวนการดันลอป (The Dunlop Process) และ กระบวนการไฟร์ สโตน (The Firestone Process) (Morris, 1980)

2.3.4 ยางแท่ง (Block Rubber)

หลักสำคัญในการผลิตยางแท่ง คือ กระบวนการทำยางเป็นชิ้นเล็ก ๆ โดยมีการใช้เครื่องตัดรีด และย่อยยางก้อนให้เป็นเม็ดหรือชิ้นเล็กๆ ล้างให้สะอาด แล้วนำมาอบให้แห้ง อัดเป็นแท่งสี่เหลี่ยมและห่อด้วยพลาสติกโพลีทีน ซึ่งยางดิบที่ใช้ อาจจะเป็นน้ำยางสด ยางก้อนแข็ง หรือเศษยาง (พิชัย, 2527) ก่อนปี พ.ศ. 2508 ยางธรรมชาติโดยส่วนใหญ่จะผลิตในรูปยางแผ่นรมควัน หรือยางเครพ ยางเหล่านี้ได้นำไปใช้สำหรับอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยางเป็นเวลาหลายปี แต่การตัดสินคุณภาพของยางแผ่นทำได้ด้วยสายตา (Visual Grading) ดังนั้นสมบัติที่ได้จึงไม่ค่อยสม่ำเสมอมากนัก ตลอดจนขนาดหีบห่อที่มีน้ำหนักมาก ทำให้ไม่สะดวกในการใช้งาน สิ่งเหล่านี้คือข้อจำกัดของยางแผ่นรมควัน ในขณะที่ยางสังเคราะห์เริ่มมีความก้าวหน้าหลังจากปี พ.ศ. 2483 เป็นต้นมา และสามารถผลิตได้เป็นปริมาณมากสม่ำเสมอมีคุณสมบัติแน่นอนสม่ำเสมอ สามารถเลือกใช้ได้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ยาง รวมทั้งมีขนาดเหมาะสม ยางสังเคราะห์จึงเป็นคู่แข่งสำคัญกับยางธรรมชาติ การผลิตยางธรรมชาติจึงต้องมีการปรับปรุงเพื่อให้สามารถแข่งขันกับยางสังเคราะห์

ก่อนปี พ.ศ. 2506 การแบ่งยางสามารถแยกได้เป็น 31 เกรด โดยใช้การวัดชั้นยางด้วยสายตา ได้รับรองโดยมาตรฐาน “Green Book of the American Manufactures” จัดทำโดย Rubber manufacture association แต่การจัดชั้นยางแบบนี้ยังไม่เป็นที่พอใจของผู้ใช้ยาง ในปี พ.ศ. 2493 สถาบันวิจัยยางของมาเลเซีย ได้เสนอวิธีการ “Technical Classification” ซึ่งวิธีนี้เป็นเทคนิคการวัดสมบัติยางโดยตรงและมีการระบุถึงพฤติกรรมในการวัลคาไนซ์ของยางด้วย (Rubber Research Institute of Malaya, 1965)

ในปี พ.ศ. 2508 สถาบันวิจัยยางมาเลเซีย ได้คิดค้นและเริ่มผลิตยางชนิดใหม่เพื่อแข่งขันกับยางสังเคราะห์ เรียกกยางชนิดนี้ว่า ยางแท่ง ซึ่งใช้ผลการตรวจสอบสมบัติที่จำเป็นของยางตามวิธีมาตรฐานสากล เป็นตัวกำหนดชั้นของยาง แทนที่จะใช้การตรวจดูด้วยสายตาเหมือนยางแผ่นรมควัน ยางชนิดดังกล่าวมี 4 เกรด ใช้ชื่อว่า SMR 5, 10, 20 และ 50 ทั้งนี้โดยใช้วัดดูคิบบจากน้ำยาง ยางแผ่น และเศษยาง เนื่องจากยางแท่งมีคุณสมบัติที่ค่อนข้างแน่นอน เพราะผลิตโดยวิธีการควบคุมคุณภาพมาตรฐาน จึงมีผู้เรียกยางแท่งชนิดต่าง ๆ รวมกันว่า ยาง TSR (Technically Specified Rubber) สมบัติพื้นฐานที่บ่งบอกเกรดของยางแท่ง คือ ปริมาณสิ่งสกปรก (Dirt Content) ซึ่งสมบัตินี้มีผลต่อสมรรถภาพของยางทั้งในกระบวนการผลิตและผลิตภัณฑ์ ในปี พ.ศ. 2516 ประเทศมาเลเซียได้

กำหนดยางแท่งออกเป็น 6 เกรด ซึ่งเกรดนี้มีตั้งแต่ SMR EQ ซึ่งมีความสะอาดของยางสูง มีปริมาณสิ่งสกปรกต่ำกว่า 0.02% จนถึง SMR 50 ซึ่งมีปริมาณสิ่งสกปรกสูงกว่า 0.5% เกรดที่ดีที่สุดคือ STR EQ, 5L และ 5 ซึ่งเตรียมได้จากการจับตัวน้ำยางสด สมบัติอื่นๆ ที่ใช้ควบคุมคุณภาพยางแท่งเพิ่มเติมคือ ปริมาณเถ้า ไนโตรเจน และปริมาณสิ่งระเหย สมบัติที่วัดการออกซิเดชัน คือ ดัชนีความอ่อนตัวของยาง (Plasticity Retention Index, PRI) ซึ่งยางดิบมีค่า PRI มากกว่า 60 จึงจะมีความต้านทานต่อการออกซิเดชันจากความร้อน และวัดความนุ่มของยางได้จาก Wallace plasticity

จุดประสงค์ของการผลิตยางแท่ง คือ เพื่อปรับปรุงวิธีการผลิตยางดิบแบบเก่าที่ไม่มีมาตรฐานการจัดชั้นยางตามหลักวิทยาศาสตร์มาก่อน รวมทั้งแก้ไขวิธีการการจัดชั้นยางซึ่งใช้สายตาให้มีคุณภาพยิ่งขึ้นโดยการทดสอบคุณภาพยางแท่งในห้องปฏิบัติการเพื่อแข่งขันกับยางสังเคราะห์ที่มีการระบุคุณภาพยางค่อนข้างชัดเจนกว่ายางธรรมชาติ อีกทั้งยางแท่งมีขนาดที่เหมาะสมสะดวกในการจัดเก็บและขนส่ง วิธีการผลิตยางแท่งตั้งแต่เริ่มผลิตจนถึงปัจจุบัน มีวิธีดังต่อไปนี้

2.3.4.1 กระบวนการดีแคน (The Decan Process) และกระบวนการกรานา (The Grana Process)

การผลิตยางแท่งทางการค้าครั้งแรกเริ่มในปี ค.ศ. 1962 โดย The Societe Financiere des Caoutchous บนประเทศไอวอรีโคสต์ (Ivory Coast) ทวีปแอฟริกา (Gyss and Fleurot, 1969) โดยหลักสำคัญของกระบวนการดีแคนอยู่บนพื้นฐานของการจับตัวน้ำยางสดที่ความเข้มข้นเริ่มต้น (Initial Concentration) ด้วยกรดในถังทรงกลม (Cylindrical Tanks) ยางก้อนที่จับตัวแล้วจะถูกตัดเป็นแผ่นบาง ๆ โดยเครื่องจักรที่คล้ายเลื่อย จากนั้นทำให้แห้ง และห่อ วิธีการนี้ให้ยางที่มีสมบัติด้านการบ่มเร่งที่ค่อนข้างดี การผลิตยางแบบดีแคนมีลักษณะโดยสรุป คือ

1. มีเทคนิคการกรอง เพื่อให้ยางที่มีความสะอาดสูง
2. มีการจับตัวน้ำยางที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของน้ำยางโดยการเติมกรด
3. มีการใช้ถังทรงกลม และตัดเป็นแผ่นบางด้วยเลื่อยสายพาน

วิธีการกรานา พัฒนาโดยบริษัท Promoci ซึ่งควบคุมกับวิธีการใช้กระบวนการดีแคน โดยน้ำยางสดจะถูกกรองและจับตัว จากนั้นเนียนเป็นแผ่นบาง และบดย่อยด้วยวิธีการดีแคน ยางที่มีเกรดต่ำซึ่งมีปริมาณสิ่งสกปรกสูง จะถูกนำไปบดย่อยและล้างด้วยน้ำปริมาณมาก จากนั้นจึงนำยางไปทำให้แห้ง ยางที่แห้งแล้วก็นำไปอัดเป็นแท่ง ซึ่งสรุปวิธีการสำคัญ 3 ขั้นตอนของกระบวนการกรานาได้ดังนี้ คือ การบดย่อยยาง การทำให้ยางแห้ง และการห่อบรรจุภัณฑ์

2.3.4.2 กระบวนการดีแคน รีมิล (The Decan Remill Process) (Verhaar, 1973)

กระบวนการผลิตแบบดีแคน-กรานา ต่อมาได้พัฒนาเป็นกระบวนการดีแคน รีมิล สำหรับการใช้กับสวนยางที่มีขนาดเล็ก ซึ่งเทคนิคกระบวนการนี้มี 3 ขั้นตอน คือ การบดย่อยยาง การล้างทำความสะอาด (Washing) และใช้ตะแกรงคัดแยก (Screening) ดังรายละเอียดดังนี้

2.3.4.2.1 การบดย่อยยางโดยใช้เครื่องย่อย

นำยางที่จับตัวแล้วมาบดย่อยด้วยเครื่องแกรนูลเตเตอร์ (Granulator) ยางจะถูกฉีกเป็นระหว่างใบมีดที่หมุน (Rotating knives) และขนาดของยางที่ผ่านการตัดแล้วจะถูกหมุนเวียนไปตัดซ้ำจนกระทั่งสามารถผ่านตะแกรงที่รองรับไว้ข้างล่างได้ สำหรับยางดิบที่สกปรกมีการใช้เครื่องแฮมเมอร์มิล (Hammer mill) ในการแปรรูป โดยมีอัตราการหมุนด้วยอัตราเร็วที่สูงจากโรเตอร์ที่เชื่อมติดกับตัวแฮมเมอร์ เครื่องนี้จะแยกยางออกจากสิ่งเจือปนเช่น เศษไม้ ที่โค่นบดออกมาเป็นผงเล็ก ๆ ยางที่มีขนาดเล็กจะแยกออกมาผ่านตะแกรงที่อยู่ข้างใต้เครื่อง มีการฉีดน้ำเพื่อชะล้างเศษผง และป้องกันการอุดตันของตะแกรง

2.3.4.2.2 การล้างทำความสะอาด

ยางที่ผ่านการบดย่อยเป็นชิ้นเล็ก ๆ จะถูกล้างโดยการฉีดน้ำไหลวน (Vortex pump) หรือไฮโดรไซโคลน (Hydrocyclone) ซึ่งตัวปั๊มนี้จะมีโรเตอร์ขนาดเล็กที่มีอัตราเร็วสูง เป็นตัวทำให้น้ำมีแรงพอที่จะทำความสะอาดยางและล้างสิ่งเจือปน จากนั้นยางจะถูกส่งผ่านท่อสู่กระบวนการต่อไป

2.3.4.2.3 การกรองโดยใช้ตะแกรง

สิ่งเจือปนที่มีน้ำหนักมากจะถูกแยกออกจากยางโดยการตกตะกอน ในถังกรอง แต่กระบวนการนำสิ่งเจือปนที่มีน้ำหนักเบาทำโดยการล้างผ่านตะแกรงร้อน ซึ่งตะแกรงนี้มีการสั่นและฉีดน้ำผ่านตลอดเวลา

2.3.4.3 กระบวนการฮีเวอครัมป์ (The Heveacrumb Process)

การทำยางเป็นชิ้นเล็ก ๆ โดยทำให้ยางแยกย่อยออกหรืออีกนัยหนึ่งคือการทำให้อยู่ด้วยสารเคมี การทำยางแบบนี้สถาบันยางฝรั่งเศสเป็นผู้ริเริ่ม โดยพยายามแยกอนุภาคยางในน้ำยางสดออกจากกัน ได้ใช้สารจำพวก Salt Coagulum ทำให้ยางจับตัวเป็นก้อนแล้วจึงแยกยางออกเป็นเม็ด ๆ เมื่อแยกแล้วจึงนำไปเข้าเครื่องแยกหรือตะแกรงกรองอีกครั้ง แล้วจึงอบความร้อน แต่วิธีนี้ยางที่ได้มีสมบัติไม่ดี ไม่เป็นที่นิยม สถาบันวิจัยยางมาเลเซียได้คิดวิธีแยกยางป้องกันยางมาเหนียวติดกันเป็นก้อนโดยใช้น้ำมันมะพร้าว น้ำมันปาล์ม น้ำมันละหุ่ง น้ำมันมะกอก รวมทั้งไขมันอีก

หลายชนิด เพื่อป้องกันยางที่ข่อยแล้วติดกัน ในที่สุดได้สรุปว่าน้ำมันละหุ่งมีสมบัติที่เหมาะสม (Sekhar *et al.*, 1965) วิธีการผลิตยางแบบฮีวีครัมภ์ มีรายละเอียดดังนี้คือ

2.3.4.3.1 การจับตัวน้ำยาง

เมื่อได้น้ำยางสดจากสวน ไม่ต้องเจือจางน้ำ ต้องระวังเรื่องความสะอาด คือ ต้องเน้นความสะอาดมาตั้งแต่เริ่มต้นในการเก็บน้ำยางสด ได้แก่ ถ้วยรองน้ำยาง ถังเก็บน้ำยาง และถังรวมน้ำยางที่ส่งมายังโรงงาน ต้องกรองด้วยตะแกรงกรอง 40 เมช ลงในถังรวมน้ำยาง แล้วเติมโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์เข้มข้น 5% ลงในน้ำยางประมาณ 0.02 – 0.06% โดยน้ำหนักของเนื้อยางแห้ง เพื่อป้องกันยางสีคล้ำ และเติมไฮดรอกซิลามีนไฮโดรคลอไรด์ (Hydroxylamine Hydrochloride) ถ้าต้องการให้ยางมีความหนืดคงที่ แล้วจึงเติมน้ำมันละหุ่ง (Castor oil) ปริมาณ 0.6 – 0.7 % โดยน้ำหนักของเนื้อยางแห้ง เติมกรดฟอร์มิคประมาณไม่เกิน 2% โดยน้ำหนักยางแห้ง การใส่น้ำมันละหุ่งในการผลิตขึ้นอยู่กับความสะอาดและเครื่องจักรที่ใช้ในการบดข่อยดังนี้คือ

- 1) เศษยางก้อน ยางติดเปลือก สามารถล้างและคลุกเคล้าด้วยน้ำมันละหุ่งในบ่อซีเมนต์
- 2) ใส่น้ำมันละหุ่งลงในถ้วยที่รองรับน้ำยางสดโดยตรง โดยเติมด้วยละ 2 – 3 หยด เมื่อยางเกิดการจับตัวก็จะมีน้ำมันละหุ่งอยู่ภายใน
- 3) เศษยางที่ผ่านการข่อยแล้ว ก็จะถูกส่งไปยังเครื่องเครพซึ่งจะมีการฉีดสเปรย์น้ำมันละหุ่ง
- 4) เศษยางหลังจากการล้างจะถูกนำไปเครพ 2 – 4 ครั้ง ผ่านเครื่องเครพซึ่งมีการทาน้ำมันละหุ่งตามแนวยาวของลูกกลิ้ง

2.3.4.3.2 การบดข่อยยาง (Crumb)

เพื่อให้การบดข่อยมีประสิทธิภาพ ยางที่ผ่านการใช้น้ำมันละหุ่ง นำมาเข้าเครื่องจักรช่วยข่อยยาง (Crumber) เครื่องจักรเหล่านี้มีหลายแบบ เช่น อาจเป็นเครื่องเครพที่วางเรียงกันเป็นแนวจำนวน 3-4 เครื่อง ซึ่งช่วยลดขนาดชิ้นยางเป็น 0.05 – 0.28 มิลลิเมตร ลูกกลิ้งแต่ละคู่อยู่ห่างกันตั้งอยู่บนอ่างน้ำล้างยางในแนวเดียวกัน ยางที่ป้อนให้ลูกกลิ้งคู่ที่หนึ่งจะถูกบดและข่อยเป็นชิ้น ๆ แล้วตกลงในอ่างน้ำเพื่อให้มีการล้าง และมีสายพานที่มีตัวดักเพื่อนำยางส่งไปยังลูกกลิ้งคู่ต่อไปเพื่อบดยางให้เล็กลงอีก จนถึงลูกกลิ้งคู่ที่ 4 ซึ่งยางจะมีขนาดเล็กมาก ยางเหล่านี้จะตกลงในถาดอลูมิเนียม ที่มีช่องระบายอากาศผ่านเข้าออกได้ และจะถูกส่งเข้าสู่อบต่อไป

2.3.4.3.3 การล้างและแช่ยาง

สำหรับยางที่จับตัวจากน้ำยางสด เพียงแค่ใช้การฉีดน้ำจากเครื่องครัมภ์ก็เพียงพอ แต่สำหรับยางที่ได้จากพวกเศษยาง การล้างและแช่ยางมีความจำเป็นอย่างมาก การใช้วิธีฮีวีครัมภ์มีประสิทธิภาพอย่างมากในการลดสิ่งสกปรกในยางเนื่องจากยางที่บดข่อยเป็นชิ้น เล็ก ๆ มีพื้นที่ผิวมากสำหรับการล้างอย่างมีประสิทธิภาพ

2.3.4.3.4 การอบแห้ง

การอบแห้งมีความสำคัญมากในกระบวนการซีเวียครัมป์ เนื่องจากยางอาจเกิดการออกซิเดชันได้ โดยใช้อากาศร้อน 80–100 องศาเซลเซียส โดยให้อากาศหมุนเวียนด้วยความเร็ว 15–30 เมตร / นาที ใช้เวลาประมาณ 3–4 ชั่วโมง

2.3.4.4 ยางไดเนท (Dynat Rubber)

ยางไดเนทนี้เป็นการผลิตยางธรรมชาติโดยกลุ่มบริษัท Guthrie Corporation ในประเทศมาเลเซีย ช่วงปี ค.ศ. 1963 – 1970 ผลิตภัณฑ์ยางจะใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องปั้น ยางล้อรถยนต์ที่มีความเร็วสูง และยางที่เน้นสมบัติพิเศษทางด้านไดนามิกส์ การผลิตยางนี้ไม่มีการเติมพวกน้ำมัน มีการใช้เครื่องจักรที่มีการใช้พลังงานต่ำมาก วิธีการสำคัญคือ การตัดยางเป็นเม็ดเล็ก ๆ โดยใช้เครื่องจักรหลัก ๆ เช่น เครื่องตัดโรตารี (Rotary Cutter) เครื่องเพลเลตเตเซอร์ (Pelletiser) และอบแห้ง โดยการนำยางผ่านอากาศร้อน ความร้อนที่ได้อาจมาจากการเผาไหม้ดีเซล แล้วนำยางไปอัดเป็นแท่งขนาด 71 x 35 x 16.5 เซนติเมตร จากนั้นนำไปห่อบรรจุภัณฑ์ อย่างไรก็ตามถ้ายางดิบมีความสกปรกมาก ต้องมีการใช้เครื่องแฮมเมอร์มิล และเครื่องมาซิเรเตอร์ร่วมด้วย เกรดของยางไดเนทมีดังนี้ คือ เกรด Dynat WF ผลิตจากน้ำยางสด เกรด Dynat CL ผลิตจากเศษยาง และเกรด Dynat S ผลิตจากน้ำยางสกิม ซึ่งสมบัติของยางเหล่านี้แสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 สมบัติต่าง ๆ ของยางไดเนท (Verhaar, 1973)

| Parameter | Dynat WF | Dynat CL | Dynat S |
|---------------------------------|----------|----------|---------|
| Dirt content, %- max | 0.03 | 0.05 | 0.03 |
| Ash content, %- max | 0.50 | 0.50 | 1.00 |
| Volatile matter content, %- max | 0.70 | 0.70 | 1.50 |
| Nitrogen content, %- max | 0.70 | 0.70 | 2.70 |
| Copper content, ppm - max | 8.0 | 8.0 | 15.0 |
| Manganese content, ppm - max | 10.0 | 10.0 | 10.0 |

เครื่องจักรที่สำคัญในการผลิตยางโคเนท มีดังนี้

2.3.4.4.1 เครื่องตัดแบบ โรตารีและเครื่องแกรนูลเตเตอร์

เครื่องแกรนูลเตเตอร์ประกอบด้วยแกนหมุนที่มีใบมีดที่ติดคงที่ 3 – 5 อัน ติดอยู่ในห้องสำหรับตัดยาง (Cutting chamber) หมุนไปรอบเป็นวงกลม ครึ่งวงกลมล่างของช่องตัดตะแกรงไว้เพื่อให้ยางที่ย่อยเป็นเม็ดเล็ก ๆ ผ่านออกไปได้ เมื่อเครื่องนี้ทำงานเครื่องปัมน้ำจะฉีดน้ำลงมาตรงใบมีดที่ตัดยางอยู่ตลอดเวลา เพื่อล้างและทำความสะอาดยาง

2.3.4.4.2 เครื่องเพลเลไตเซอร์

เป็นเครื่องรีดยางเป็นเส้นแล้วตัดเป็นเม็ดเล็ก ๆ โดยการเอ็กซ์ทรูดยางออกมาเป็นเส้นแล้วทำการตัด เปลี่ยนจากพวกเศษยางก้อนให้มีขนาดเล็กประมาณ 3.2 มิลลิเมตรเหมาะสำหรับการทำให้ยางแห้งอย่างรวดเร็ว สามารถล้างสิ่งสกปรกควบคู่ไปด้วยที่หัวไดน์ที่เอ็กซ์ทรูดยางออกมา มีดตัดยางอยู่ทั้งในและนอกหัวไดน์ ที่ปล่องเกลียวใกล้กับช่องออกหัวไดน์ ซึ่งยางจะถูกอัดเป็นเส้นออกมานั้น จะมีปล่องมีผนังสองชั้น เพื่อปล่อยน้ำเข้าไปหมุนเวียนระหว่างผนังทั้งสองนี้ และไหลพุ่งออกมากระทบกับยางที่ถูกอัดรีดผ่านไดน์ออกมา เครื่องเพลเลไตเซอร์ ดีกว่าเครื่องแกรนูลเตเตอร์ เพราะยางที่ออกจากเครื่องได้เม็ดเล็ก ๆ ขนาดสม่ำเสมอดีกว่าและแห้งเร็วกว่าเมื่อเทียบกับเม็ดยางที่ใหญ่กว่าที่ผลิตจากเครื่องแกรนูลเตเตอร์

2.3.5 การผลิตยางแท่งในประเทศไทย

ประเทศไทยได้เริ่มทำการผลิตยางแท่ง ซึ่งมีการระบุคุณภาพมาตรฐานทางวิชาการ (Technically Specification Rubber) โดยเรียกชื่อว่า ยางแท่งทีทีอาร์ (TTR, Thai Tested Rubber) มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2511 มีสถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตรเป็นผู้รับผิดชอบได้กำหนดให้ยางแท่งทีทีอาร์ประกอบด้วยชั้นต่าง ๆ 5 ชั้น ได้แก่ 5L, 5, 10, 20 และ 50 (สไนท์, 2538) มีการกำหนดมาตรฐานชั้นยางโดยอาศัยสิ่งสกปรกเป็นเกณฑ์ และมีสมบัติอื่น ๆ ตามที่สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตรกำหนด ดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 มาตรฐานยางแท่งไทย (TTR) ชนิดต่าง ๆ (วราภรณ์, 2538)

| Parameter | TTR 5L | TTR5 | TTR10 | TTR20 | TTR50 |
|-----------------------------|--------|------|-------|-------|-------|
| Dirt 44 μ , max | 0.05 | 0.05 | 0.10 | 0.20 | 0.50 |
| Ash, % wt., max | 0.60 | 0.60 | 0.75 | 1.00 | 1.50 |
| Nitrogen, % wt., max | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 |
| Volatile matter, % wt., max | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 |
| Po, min | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| PRI, %, min | 60 | 60 | 50 | 40 | 30 |
| Lovibond color, max | 6.0 | - | - | - | - |

ปัจจุบันมีการเปลี่ยนชื่อยางแท่งจาก TTR มาเป็น STR (Standard Thai Rubber) มีการกำหนดชั้นยางและขีดจำกัดของมาตรฐานยางแท่งไทยเปลี่ยนแปลงไป ได้แก่ค่าปริมาณสิ่งสกปรกปริมาณแก้ว และค่าความอ่อนตัวเริ่มต้นของยาง ดังแสดงในตารางที่ 2.4 (วราภรณ์, 2538)

ตารางที่ 2.4 มาตรฐานยางแท่งชั้นต่าง ๆ ของประเทศไทยในปัจจุบัน (วราภรณ์, 2538)

| Parameter / Grade | STR | STR | STR5 | STR 5 | STR | STR10CV | STR | STR 20CV |
|--|-------|----------------|----------------|---------------------------------|---------------|---------------------------------|------|----------------------------|
| | XL | 5L | | CV | 10 | | 20 | |
| | Latex | | Latex/Sheets | | Lump / Sheets | | | |
| Dirt retained on 44 μ (max,%wt) | 0.02 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.08 | 0.08 | 0.16 | 0.16 |
| Ash (max,%wt) | 0.40 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.80 | 0.80 |
| Nitrogen *(max,%wt) | 0.50 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 |
| Volatile Matter* (max,%wt) | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 |
| Initial Plasticity (Po),(min) | 35 | 35 | 30 | - | 30 | - | 30 | - |
| Plasticity Retention Index (PRI),(min) | 60 | 60 | 60 | 60 | 50 | 50 | 40 | 40 |
| Colour Lovibond Scale (max) | 4.0 | 6.0 | - | - | - | - | - | - |
| Mooney Viscosity, ML (1+4) 100°C | - | - | - | ** | - | ** | - | ** |
| Colour Coding Marker | blue | light green | light green | White on green background | brown | White on green background | red | White on red background |

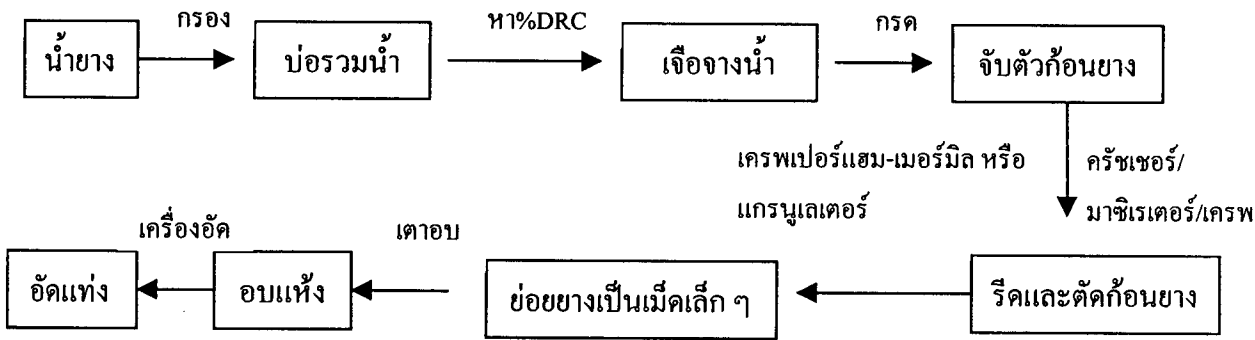
* Producer limit is not more than 0.50%

** Producer limit of 70(+7,-5), 60(+7,-5), 50(+7,-5) for STR 5 CV; 60(+7,-5) for STR 10 CV ; 65(+7,-5) for STR 20 CV

วิธีการผลิตยางแท่งตามมาตรฐานยางแท่งไทย ซึ่งแบ่งเป็นการผลิตจากน้ำยางสด และการผลิตจากยางก้อนจับตัว ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.3.5.1 ขั้นตอนการผลิตยางแท่งจากน้ำยางสด (เสาวนีย์, 2541)

การผลิตยางแท่งจากน้ำยางสด ซึ่งยางแท่งที่ผลิตได้จะมีคุณภาพสูง ซึ่งยางแท่งที่ผลิตจากน้ำยางสด เช่น ยางแท่ง STR XL, STR5L, และ STR 5 เป็นต้น ยางแท่งที่ผลิตได้นี้จะมีปริมาณสิ่งสกปรกและปริมาณเถ้าที่ต่ำมาก มีลำดับขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ขั้นตอนการผลิตยางแท่งจากน้ำยางสด (เสาวนีย์, 2541)

2.3.5.1.1 น้ำยางสดจากสวน

น้ำยางสดที่รวบรวมมาจากสวนยาง จะต้องคำนึงถึงความสะดวกของภาชนะที่ใส่น้ำยางเป็นอย่างมาก น้ำยางสดจากสวนในช่วงที่ฝนตกจะพบปัญหาน้ำยางจับตัวบางส่วนเป็นเม็ดพริกค่อนข้างมาก ทำให้ไม่สามารถกรองสิ่งสกปรกได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใส่สารเคมีป้องกันการจับตัวโดยใช้สาร โซเดียมซัลไฟด์ (Sodium Sulphite) ความเข้มข้น 2-5 เปอร์เซ็นต์ ใส่น้ำในปริมาณ 0.02-0.03 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักต่อปริมาตรลงในถังรวบรวมน้ำยาง การรวบรวมน้ำยางสดลงสู่บ่อจับตัว บ่อรวบรวมน้ำยางสดอาจจะทำด้วยอะลูมิเนียม คอนกรีต หรือปูนด้วยกระเบื้อง น้ำยางที่จะใส่ลงในบ่อนี้จะต้องผ่านการกรองด้วยตะแกรง ขนาดประมาณ 40 หรือ 60 เมช ก่อน เพื่อแยกสิ่งสกปรกออกไป ควรรองก้นบ่อด้วยน้ำสะอาดให้มีความสูงประมาณ 1-2 เซนติเมตร เพื่อป้องกันน้ำยางสดเกิดการจับตัวที่ก้นบ่อรวบรวมน้ำยาง โดยทั่วไปก่อนทำให้น้ำยางเกิดการจับตัว จะต้องเจือจางทำให้น้ำยางมีเปอร์เซ็นต์ของเนื้อยางแห้งประมาณ 15-20 เปอร์เซ็นต์

2.3.5.1.2 การจับตัวก้อนยาง

สารเคมีที่ใช้ให้น้ำยางเกิดการจับตัว ได้แก่ กรดฟอร์มิค หรือกรดอะซิติก และบางครั้งอาจใช้น้ำตาลเป็นสารช่วยทำให้เกิดการจับตัว นอกจากนี้อาจใส่สารเคมีอื่น ๆ เช่น โซเดียมเมตะไบซัลไฟด์ เพื่อฟอกสียางหรือทำให้ยางมีสีเหลืองอ่อน ไม่คล้ำ โดยจะใส่ลงไปใต้น้ำยางก่อนที่จะเติมกรดลงไป สำหรับสารละลายโซเดียมเมตะไบซัลไฟด์ มักจะเตรียมให้เจือจางประมาณ 5-10 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักต่อปริมาตร แล้วใส่ลงไปใต้น้ำยางประมาณ 0.02-0.1 เปอร์เซ็นต์ ต่อเนื้อยางแห้ง หากใช้ปริมาณมากจะทำให้ยางเหนียวขณะอบได้ เมื่อน้ำยางเกิดการจับตัวแล้วให้เติมน้ำลงไปหล่อท่วมยางก้อน เพื่อป้องกันยางถูกออกซิไดซ์ด้วยออกซิเจนในอากาศและล้างกรดที่เหลื้อออก โดยทั่วไปการใช้กรดฟอร์มิคในการให้น้ำยางเกิดการจับตัว ต้องทำให้กรดเจือจางประมาณ 2-5 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักต่อปริมาตร แล้วจึงเติมลงไปใต้น้ำยางประมาณ 0.03-0.10 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักต่อเนื้อยางแห้ง ทำการกวนน้ำยางให้เข้ากับกรดอย่างน้อย 10-15 นาที ขณะจับตัวน้ำยางควรมีค่า pH อยู่ระหว่าง 4.6-4.9

2.3.5.1.3 การรีดและตัดยางก้อนจับตัว

การรีดหรือตัดยางก้อนจับตัวที่แช่น้ำในบ่อจับตัว อาจใช้ป้อนน้ำเพื่อล้างกรดที่เหลื้อออกจากยางก้อนก่อน แล้วป้อนยางเข้าเครื่องรีดและตัดยางให้มีขนาดเล็กลง เช่น การป้อนยางเข้าสู่เครื่องครัชเชอร์ (Crusher) มาซิเรเตอร์ (Macerator) และเครื่องเครพ (Creper) สภาพของก้อนยางที่จับตัวแล้ว อาจสังเกตได้ 2 ลักษณะ คือ ลักษณะที่ 1 เป็นลักษณะที่ยางก้อนจับตัวเป็นก้อนเนื้อแน่น ไม่มีโพรงอากาศ หรือรูพรุนในเนื้อยาง จำเป็นต้องนำยางมาตัดและเข้าเครื่องรีดเป็นแผ่นก่อนด้วยเครื่องครัชเชอร์ มาซิเรเตอร์ หรือเครื่องเครพ แล้วจึงนำยางนั้นเข้าเครื่องย่อยยาง ลักษณะที่ 2 เป็นลักษณะที่ยางมีรูพรุน มีโพรงอากาศสม่ำเสมอตลอด สามารถนำมารีดแผ่นโดยป้อนสู่เครื่องย่อยเครพ แล้วส่งเข้าเครื่องย่อยยางเป็นชิ้นเล็ก ๆ ได้ทันที ยางที่รีดแล้วจะปล่อยลงน้ำ เพื่อล้างกรดที่อาจเหลื้ออยู่ และมีการลำเลียงยาง ด้วยสายพานเพื่อป้อนเข้าสู่เครื่องย่อยในขั้นต่อไป

2.3.5.1.4 การย่อยยางเป็นเม็ดเล็ก ๆ

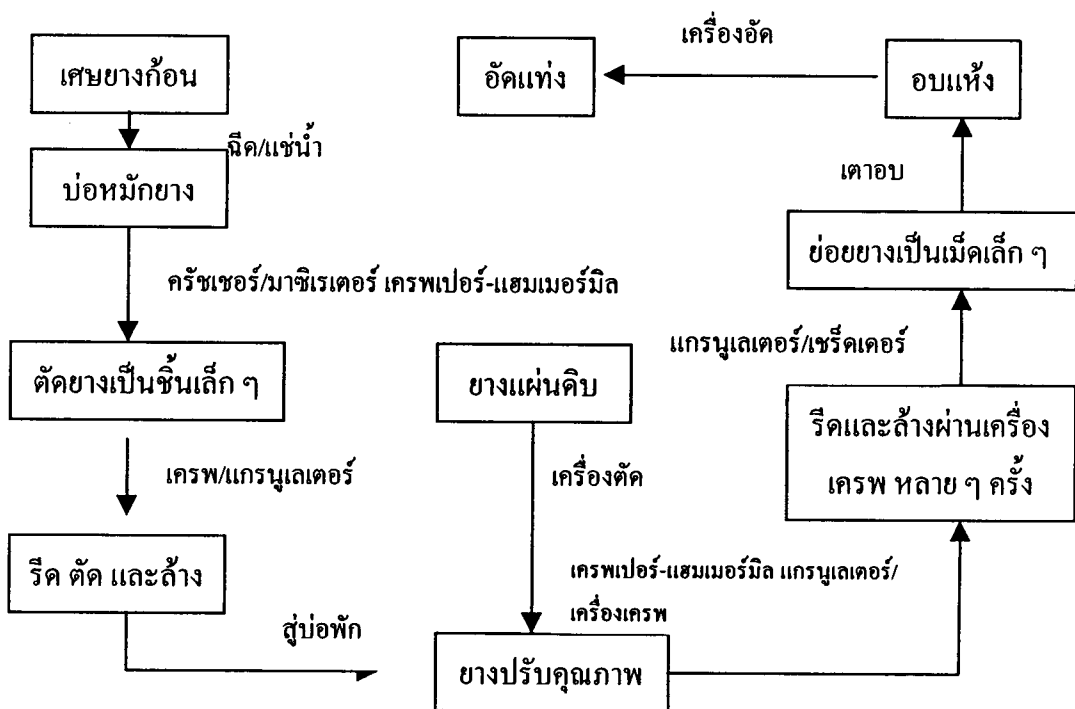
หลังจากป้อนยางแผ่นผ่านเข้าสู่เครื่องเครพ 3-4 ครั้งด้วยสายพานแล้ว จะป้อนยางเข้าสู่เครื่องย่อย เพื่อย่อยยางให้เป็นเม็ดเล็ก ๆ (Crumb) เป็นการเพิ่มพื้นที่ผิว ทำให้สามารถระบายความชื้นออกได้เร็วขณะอบแห้ง เครื่องย่อยยางที่นิยมใช้ ได้แก่ เครื่องแกรนูลเลเตอร์ เครื่องเชรีคเตอร์ เครื่องเครพเปอร์-แฮมเมอร์มิล หรือเครื่องเพเลโตเซอร์ เป็นต้น สำหรับยางย่อยที่ผ่านเครื่องย่อยออกมาเป็นชิ้นเล็ก ๆ อาจมีปัญหาเกิดการติดกันเป็นก้อน ดังนั้นจึงมักมีการสเปรย์ด้วยน้ำมันละหุงปริมาณ 0.03 เปอร์เซ็นต์ ก่อนป้อนยางเข้าเตาอบ

2.3.5.1.5 การอบแห้ง

ยางที่ข่อยเป็นเม็ดเล็ก ๆ แล้ว จะนำมาบรรจุแบบหลวม ๆ ในกระบะ หรือตะกุงบรรจุ ยาง ซึ่งเรียกว่า Trolley ทำให้ยางกระจายในกระบะใส่ยาง ไม้ให้ยางเกาะกันเป็นก้อน เม็ดยางจะทำให้แห้งโดยการไล่น้ำและสิ่งระเหยที่มีอยู่ในยางออกไปด้วยความร้อน ซึ่งความร้อนนี้ได้จากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงในเตาเผาแล้วปล่อยความร้อนออกมาตามท่อ มีพัดลมเป่าเพื่อให้ความร้อนกระจายและถ่ายเททั่วถึงภายในเตา มีท่อระบายความชื้นหรือน้ำออกสู่ภายนอก อุณหภูมิของเตาอบยางให้แห้งอยู่ในช่วง 100-125 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประมาณ 3-4 ชั่วโมง

2.3.5.2 การผลิตยางแท่งจากยางก้อนจับตัว

การผลิตยางแท่งจากยางก้อนจับตัว เป็นยางแท่งที่ผลิตโดยใช้วัตถุดิบประเภทยางแห้ง เช่น ยางก้อนถ้วยและเศษยางต่าง ๆ จำเป็นต้องใช้เครื่องจักรบดข่อยยาง บด ริด และทำความสะอาด ลำดับขั้นตอนและจำนวนเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตจะขึ้นอยู่กับความสกปรกของยาง ขั้นตอนการผลิตแสดงดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ขั้นตอนการผลิตยางแท่งโดยใช้ยางก้อนจับตัว (เสาวนีย์, 2541)

ยางแท่งที่ผลิตโดยใช้วัตถุดิบประเภทยางแห้ง มีขั้นตอนการผลิตมีดังนี้

2.3.5.2.1 การหมักยาง

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต เช่น ยางก้อนจับตัว ยางก้อนถ้วย ยางแผ่นดิบคุณภาพต่ำ และเศษยางตัดทิ้ง จะลำเลียงโดยใช้รถยกหรือสายพาน หมักยางในบ่อพักยางขนาดใหญ่ มีน้ำหล่อเลี้ยงยางอยู่ตลอดเวลา ปล่อยให้ยางก้อนแช่น้ำเป็นเวลา 5-6 วัน เพื่อชะล้างสิ่งสกปรกที่ติดอยู่ในยางให้เกิดการพองตัวและหลุดออกไปได้ง่าย และเป็นการทำใหยางนิ่มเพื่อให้ง่ายต่อการบดอีกทั้งยังเป็น การคลายยางจากที่ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน สำหรับยางก้อนที่มีขนาดใหญ่ จำเป็นต้องตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ก่อน เพื่อให้ทำความสะอาดได้ง่ายมากขึ้น การหมักยางไม่ควรแช่ยางนานเกินไป เพราะจะทำให้ ความอ่อนตัวของยางแรกเริ่ม (Po) และดัชนีความอ่อนตัวหลังอบ (PRI) ของยางต่ำลงได้

2.3.5.2.2 การตัดยางเป็นชิ้นเล็ก ๆ

ยางก้อนจับตัวที่มีขนาดใหญ่ จะต้องนำมาบดหรือตัดทำให้เป็นชิ้นเล็กลงด้วย เครื่องครัชเซอร์ เครื่องมาซิเรเตอร์ หรือเครื่องแฮมเมอร์มิล โดยอาจลำเลียงยางด้วยสายพาน หรือใช้ ตะแกรงคัดยาง เพื่อป้อนยางสู่เครื่องแฮมเมอร์มิล แล้วผ่านยางที่ตัดแล้วลงสู่บ่อหมัก สำหรับเครื่อง แฮมเมอร์มิล มักนิยมใช้เครื่องเครพติดอยู่เหนือเครื่องแฮมเมอร์มิล เพื่อลดกำลังในการทำงานของ เครื่อง โดยเครื่องเครพจะทำหน้าที่รีดยางเป็นชิ้นบางก่อน แล้วจึงส่งเข้าไปในเครื่องแฮมเมอร์มิล เพื่อย่อยยางให้มีขนาดเล็กต่อไป เครื่องมือชนิดนี้เรียก เครื่องเครพเปอร์แฮมเมอร์มิล (Creper-hammer mill)

2.3.5.2.3 การรีด ตัด และล้าง

ยางที่ตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วจะถูกลำเลียงมารีดผ่านเครื่องเครพหลาย ๆ ครั้ง และตัด เป็นชิ้นเล็ก ๆ อีกด้วยเครื่องแกรนูลเตอร์ และปล่อยลงสู่บ่อพักขนาดใหญ่ มีน้ำฉีดอย่างแรงทำให้ ยางหมุนไปรอบ ๆ ยางจะถูกล้างและทำให้สะอาดขึ้น

2.3.5.2.4 การปรับคุณภาพยาง

ยางซึ่งถูกตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ และค่อนข้างสะอาดแล้ว สามารถทำให้มีคุณภาพดีขึ้น โดยนำมาผสมกับยางแผ่นดิบที่ไม่ได้มาตรฐาน แต่มีคุณภาพดีกว่ายางก้อนจับตัว โดยใช้ยางแผ่นใน สัดส่วนที่เหมาะสม (เช่น ยางแผ่น : ยางก้อนจับตัว = 6 : 4) ผสมรวมกับยางก้อนจับตัวที่อยู่ในบ่อ มี การกวนให้ยางผสมกันตลอดเวลา

2.3.5.2.5 การรีด และล้างยางด้วยเครื่องเครพ

ยางก้อนจับตัวที่ผสมยางแผ่นดิบในบ่อน้ำขนาดใหญ่ จะถูกป้อนด้วยตะแกรงเข้าสู่ เครื่องเครพเปอร์แฮมเมอร์มิล เพื่อตัดยางให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ลำเลียงยางที่ตัดแล้วสู่เครื่องเครพ หรือ เครื่องแกรนูลเตอร์ เพื่อรีด ตัด และทำความสะอาดยางอีกหลาย ๆ ครั้ง จนกระทั่งยางสะอาดและ

รีดยางได้เป็นแผ่น (ลายดอกของผิวลูกกลิ้งเครื่องเครพจะเริ่มจากหยาบไปจนถึงละเอียด ส่วนด้านบนของลูกกลิ้งจะมีน้ำฉีดตลอดเวลาเพื่อทำความสะอาดยาง)

2.3.5.2.6 การย่อยยางเป็นเม็ดเล็ก ๆ

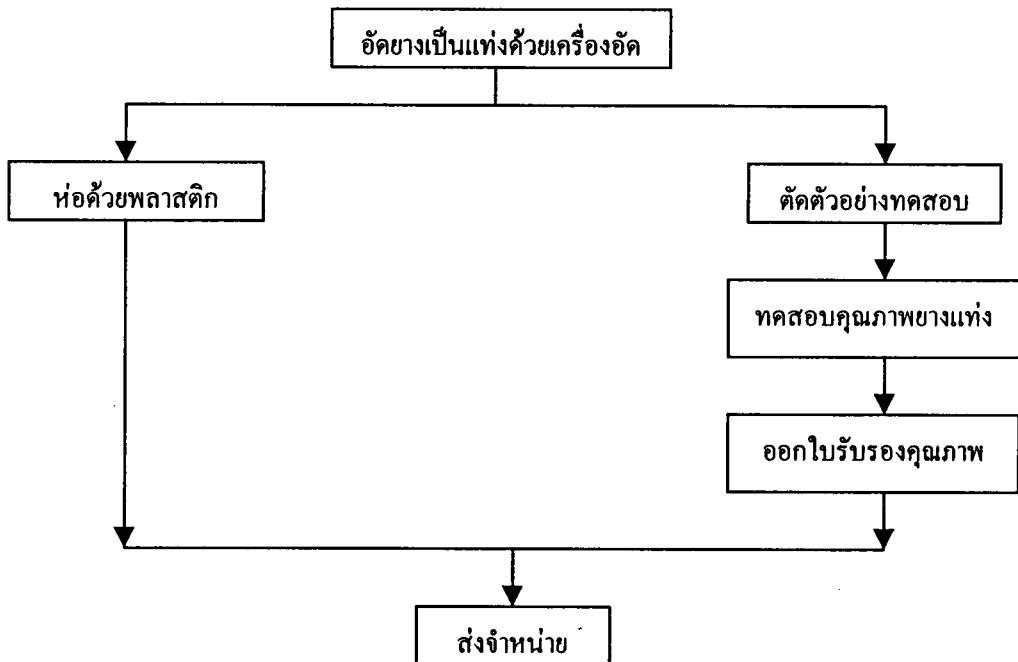
ยางแผ่นที่รีดผ่านเครื่องเครพแล้ว จะถูกป้อนยางเข้าสู่เครื่องย่อยยาง เช่น เครื่องเซรีคเตอร์ หรือเครื่องแกรนูลเตอร์ เพื่อย่อยยางครั้งสุดท้ายให้เป็นเม็ดเล็ก ๆ และปล่อยยางลงสู่บ่อน้ำ (ในบ่อนี้ อาจมีการใส่สารเคมีปรับสภาพยางให้มีสมบัติดีขึ้น) ต่อจากนั้นจะใช้ท่อดูดป้อนยางลงสู่กะบะเพื่อรอบแห้งต่อไป

2.3.5.2.7 การอบแห้ง

ลำเลียงยางที่อยู่ใกะบะใส่ยางเข้าห้องอบยางที่มีอุณหภูมิประมาณ 100 – 125 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-4 ชั่วโมง โดยใช้ความร้อนจากการเผาไหม้น้ำมันในเตา และภายใน ห้องอบยาง มีพัดลมเป่า เพื่อถ่ายเทความร้อน

2.3.5.2.8 การอัดยาง

หลังจากอบยางแห้งแล้ว มีการอัดยางให้เป็นแท่ง แล้วห่อยางด้วยพลาสติก เก็บตัวอย่างยาง เพื่อทดสอบคุณภาพ และออกไปรับรองคุณภาพของยางแท่งก่อนส่งจำหน่าย ดังแสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ขั้นตอนการผลิตยางแท่งหลังอบแห้ง

Central Library Prince of Songkla University

ยางเมื่ออบเสร็จควรปล่อยให้เย็นจนกระทั่งมีอุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส แล้วนำยางมาชั่งให้ได้น้ำหนัก 33.33 กิโลกรัมเพื่ออัดให้เป็นแท่งขนาด 330 x 670 x 170 มิลลิเมตร ด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิก ใช้แรงอัดขนาด 30-70 ตัน เวลาในการอัด 1-4 นาที ยางแท่งเมื่อออกจากเตาอบใหม่ ๆ หรือขณะร้อนจะไม่นิยมนำมาอัดเป็นแท่ง เนื่องจากสมบัติของยางบางอย่างของยางอาจเสียไป เช่น ค่าดัชนีความอ่อนตัวของยาง ยางที่นำมาบรรจุในถุงพลาสติก พอลิเอทิลีน จะมีความชื้นหรือหยดน้ำเล็ก ๆ เกิดขึ้นภายในถุงพลาสติก เป็นสาเหตุของการเกิดราขึ้นที่ยางแท่งได้

2.3.2.5.8 การบรรจุหีบห่อ

ยางแท่งมาตรฐาน มีน้ำหนัก 33.33 กิโลกรัมต่อแท่ง มีขนาด 670 x 330 x 170 มิลลิเมตร โดยทั่วไปบรรจุในถุงพลาสติกพอลิเอทิลีน ขนาด 625 x 900 มิลลิเมตร ถุงพลาสติกที่ใช้บรรจุและห่อยางควรมีความถ่วงจำเพาะ 0.92 จุดหลอมเหลวไม่เกิน 109 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของยางขณะห่อยางควรต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันการเกิดหยดน้ำภายในถุง

2.3.6 สมบัติของยางแท่ง

ยางแท่งเป็นยางธรรมชาติที่ผลิตขึ้นมาโดยมีการระบุคุณภาพมาตรฐานของยางที่แน่นอน เช่นเดียวกับยางสังเคราะห์ ดังนั้นยางแท่งทุกชุด (Lot) ที่ทำการผลิตจะต้องมีการตรวจสอบสมบัติของยางให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด สมบัติที่ทดสอบ ได้แก่ การหาค่าปริมาณสิ่งสกปรก ปริมาณเถ้า ปริมาณไนโตรเจน ความชื้น ความอ่อนตัวเริ่มต้น ดัชนีความอ่อนตัว ความเข้มของสียางและความหนืดของยาง เป็นต้น

2.3.6.1 สิ่งสกปรก (Dirt content)

สิ่งสกปรก หมายถึง ปริมาณสารที่ได้จากการกรองด้วยตะแกรงขนาด 325 เมช หรือ 44 ไมครอน สารที่กรองได้ประกอบด้วย เศษดิน เปลือกไม้ และใบไม้ เป็นต้น โดยปริมาณและชนิดของสิ่งสกปรกที่มีในยาง มีความสำคัญต่อแปรรูปและคุณภาพของยางเป็นอย่างมาก ซึ่งการนำสิ่งสกปรกออกจากยางมีตั้งแต่การคัดเลือกออกด้วยตาเปล่า เช่น เศษดิน เปลือกไม้ และใบไม้ โดยมากจะพบในพวกเศษยาง การกรอง ซึ่งใช้สำหรับน้ำยางสดก่อนการจับตัว และการแช่และล้างน้ำ ซึ่งใช้สำหรับยางที่จับตัวแล้ว โดยการล้างน้ำอาจทำควบคู่ไปกับการตัดย่อยยางเป็นชิ้นเล็ก ๆ ปริมาณสิ่งสกปรกในยางใช้เป็นเกณฑ์ในการแบ่งยางแท่งออกเป็นเกรดต่าง ๆ โดยยางแท่งที่มีปริมาณสิ่งสกปรกต่ำ จะมีคุณภาพดีกว่ายางแท่งเกรดที่มีปริมาณสิ่งสกปรกสูง

2.3.6.2 ปริมาณเถ้า (Ash content)

เถ้าเป็นตัวบ่งชี้ปริมาณแร่ธาตุที่มีอยู่ในยาง เป็นพวกเกลืออนินทรีย์ (Inorganic salt) พวกฟอสเฟตของโปแตสเซียม แมกนีเซียม แคลเซียมและธาตุอื่น ๆ นอกจากนี้อาจเป็นสารพวก ซิลิกา หรือ ซิลิเกตในยาง รวมทั้งเป็นสารที่เกิดจากการปะปนจากภายนอก ปริมาณเถ้าที่สูงในยางเกี่ยวข้องกับปริมาณสิ่งสกปรกที่สูงด้วย อย่างไรก็ตามกรณีที่มีแคลเซียมในน้ำยางสูง ก็ทำให้มีเถ้าสูงด้วย (Nair, 1993) และวิธีการแปรรูปและการเก็บน้ำยางมีผลต่อปริมาณเถ้าด้วย

2.3.6.3 ไนโตรเจน (Nitrogen content)

ไนโตรเจนในยางดิบจะอยู่ในรูปของโปรตีน ดังนั้นปริมาณของไนโตรเจน จึงเป็นตัวบ่งชี้ปริมาณของโปรตีนในยาง ปริมาณไนโตรเจนขึ้นกับชนิดของโปรตีนในยางด้วย หรืออาจเป็นส่วนประกอบของโปรตีน โปรตีนในยางมีผลต่อพฤติกรรมการวัลคาไนซ์ของยาง โดยเฉพาะในยางสกิมที่มีปริมาณไนโตรเจนสูง ยางจะมีพฤติกรรมการวัลคาไนซ์เร็วขึ้น รวมทั้งเกิดการวัลคาไนซ์ก่อนกำหนด (scorch) ได้เร็วขึ้น ส่งผลให้ความปลอดภัยในการแปรรูปน้อยลง

2.3.6.4 ปริมาณสิ่งระเหย (Volatile matter content, VM)

สิ่งระเหยได้ในยาง หมายถึง ความชื้นที่มีอยู่ในยาง ถ้าปริมาณความชื้นในยางสูงจะขึ้นราได้ง่าย มีกลิ่นเหม็น และเกิดปัญหาระหว่างการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ ในกรรมวิธีการผลิตยางแท่ง มีการรีด ตัดและล้างทำความสะอาดยางหลายขั้นตอน ยางจะถูกตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ เพื่ออบให้แห้งแล้วบรรจุหีบห่อ ดังนั้น ปริมาณสิ่งระเหยในยางแท่งจะมีปริมาณน้อยกว่าปริมาณสิ่งระเหยในยางดิบทั่วไป

2.3.6.5 ความอ่อนตัวเริ่มต้นและดัชนีความอ่อนตัวของยาง (Original Wallace Plasticity, Po and Plasticity Retention Index, PRI)

สมบัติที่สำคัญของยางที่จับตัวนอกจากค่าความหนืดมูนี้แล้วคือ Wallace plasticity ซึ่งหมายถึง ค่าความอ่อนตัวเริ่มต้นของยาง เป็นค่าที่ใช้ประมาณขนาดโมเลกุลของยาง ยางที่มีค่าความอ่อนตัวเริ่มต้นของยางสูงแสดงว่ามีขนาดโมเลกุลของยางสูง และยางที่ถูกออกซิไดซ์มากจะนิ่มมีค่าความอ่อนตัวเริ่มต้นของยางต่ำ ส่วนค่าดัชนีความอ่อนตัวของยาง แสดงถึงยางที่ทดสอบนั้นมีค่าความต้านทานต่อการออกซิเดชันที่อุณหภูมิ 140 °C เป็นเวลา 30 นาที ยางที่ทนต่อการถูกออกซิเดชันสูง โมเลกุลของยางจะทนต่อการถูกออกซิไดซ์ หรือเป็นการแสดงความต้านทานของยางดิบต่อการแตกหักของโมเลกุล (breakdown) ของยางที่อุณหภูมิสูง

2.3.5.6 ความหนืดมูนนี่ (Mooney viscosity)

ค่าความหนืดมูนนี่ สามารถใช้ในการบ่งชี้ถึงสมบัติทางด้านการไหล สมบัติทางด้านการคอมเปานด์ และการผสมยาง ค่าความหนืดมูนนี่ในยางอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บได้ ซึ่งเป็นสาเหตุให้ยางธรรมชาติเกิดการแข็งตัวขึ้น เนื่องจากเกิดการเชื่อมโยงระหว่างโมเลกุลยางที่มีกลุ่มอัลดีไฮด์และกลุ่มคาร์บอนิล และเกิดปฏิกิริยาการควบแน่นของอัลดีไฮด์ ในส่วนของสารที่ไม่ใช่ยางและรวมทั้งกรดอะมิโนบางส่วน

2.3.5.7 สียาง

ยางแท่งที่ผลิตจากน้ำยางมีการจัดชั้นซึ่งระบุในการจัดมาตรฐานชั้นยาง โดยการเปรียบเทียบความเข้มของสียางด้วยสีมาตรฐานของโลวิบอนด์ (Lovibond) โดยค่าสีโลวิบอนด์ต่ำจะเป็นสีอ่อน ปัจจัยที่มีผลต่อสีของยางเป็นผลจากกระบวนการเปลี่ยนสีของยางดิบ (Discoloration) เนื่องจากการออกซิไดซ์พอลิฟีนอล (Polyphenol) ในน้ำยางทำปฏิกิริยากับ phenolic substance ในสถานะที่มีออกซิเจนร่วมด้วย ในบางครั้งเนื่องจากการมีส่วนที่ไม่ใช่ยางซึ่งเป็นพวกเม็ดสี โดยเฉพาะพวกคาโรทีนอยด์ เฟรย์ - วิสลิง (Carotenoid Frey - Wyssling) ยางที่มีสีน้ำตาล (Browning of Rubber) ซึ่งเกิดในบางกรณีเกี่ยวข้องกับพวกอะมีน (Amines) และการเปลี่ยนสีในยางเป็นผลมาจากส่วนที่ไม่ใช่ยางในน้ำยาง ซึ่งส่วนนี้แปรตามพันธุ์ยาง นอกจากนี้ สมบัตินี้ยังเป็นผลจากวิธีการแปรรูปยาง ตัวอย่างเช่น การใส่สารป้องกันการจับตัวในน้ำยาง และการเจือจางน้ำยาง รวมทั้งการจับตัวการบ่มยาง และอุณหภูมิการทำให้ยางแห้ง

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Walter and Broeck (1938) ศึกษาวิธีการใช้ค่างในน้ำยางสด ยางที่ได้มีสมบัติด้านการดูดซับน้ำต่ำและมีปริมาณไนโตรเจนต่ำ โดยขั้นตอนในการเตรียมยางเป็นดังนี้ เริ่มด้วยการนำน้ำยางสดจากต้น เต็มโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 กรัมต่อน้ำยางสด 1 กิโลกรัม และให้ความร้อน 60 °C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง นำยางที่ได้มาทำการเซ็นตริฟิวจ์และนำน้ำยางชั้นที่ได้มาเติมน้ำเพื่อให้ได้เนื้อยางแห้ง 30% และทำการเซ็นตริฟิวจ์ซ้ำ 3 ครั้ง จากนั้นนำมาจับตัวโดยใช้กรดฟอร์มิก น้ำยางที่ได้ผ่านเครื่องเครพรีดยางเป็นแผ่นบาง แล้วทำให้แห้ง

Rubber Research Institute of Malaya (1941) รายงานการศึกษา การเตรียมยางที่มีสิ่งเจือปนน้อย ปริมาณไนโตรเจนต่ำและปรับปรุงความต้านทานต่อการดูดซับน้ำ โดยวิธีการไฮโดรไลซิสและการละลายส่วนของโปรตีน ทำได้โดยการใช้ค่างเดิมในน้ำยางสดที่อุณหภูมิสูงกว่าปกติ ซึ่งค่างจะละลายและการขจัดส่วนที่เป็นไนโตรเจน (Nitrogenous Substance) และส่วนที่ไม่ใช่ยางออกไป ยางที่ได้จะมีสมบัติในการดูดซับน้ำที่ต่ำ และมีปริมาณไนโตรเจนที่ค่อนข้างต่ำ

Hubert and Hessels (1945) รายงานถึง กระบวนการสำหรับผลิตน้ำยางที่มีสิ่งเจือปนน้อย และการผลิตยางจับตัวจากน้ำยางดังกล่าว วิธีการนี้มีการใช้สารละลายต่างที่อุณหภูมิสูง โดยนำน้ำยางมาให้ความร้อนและเติมสารละลายต่าง ซึ่งจะทำให้เกิดการสกัดสิ่งเจือปนในน้ำยางออกมาได้ ทำให้ได้น้ำยางที่มีสิ่งเจือปนน้อย เมื่อเทียบกับน้ำยางที่ไม่ใช้วิธีนี้ จากนั้นนำน้ำยางที่ได้ไปจับตัว และผลิตยางแห้ง โดยยางที่ได้มีปริมาณเถ้าและปริมาณไนโตรเจนลดลง อย่างไรก็ตาม ยังมีปัจจัยต่าง ๆ ที่มาเกี่ยวข้องกับวิธีการที่ทำให้ยางมีสิ่งเจือปนน้อย นั่นคือ ระบบการกรีดยาง อายุต้นยาง และอากาศตามฤดูกาล และพบว่า การผลิตยางด้วยวิธีนี้ จะสามารถลดปริมาณไนโตรเจน เหลือเพียง 0.08-0.10% และปริมาณเถ้าเหลือเพียง 0.10%

Lau (1980) รายงานถึง สิ่งที่มีอิทธิพลต่อค่าพลาสติกซิตีของยางดิบที่นำมาใช้ในการผลิตยางแท่ง รวมถึงดัชนีความอ่อนตัวของยางด้วย โดยสรุปว่า สิ่งที่มีอิทธิพลต่อค่าพลาสติกซิตีของยาง (P_0) เช่น พันธุ์ยาง ปริมาณแอมโมเนีย วิธีการจับตัวน้ำยาง ความเข้มข้นของน้ำยาง อุณหภูมิที่ใช้ในการทำให้ยางแห้ง โลหะอ็อกไซด์ เป็นต้น สิ่งที่มีอิทธิพลต่อค่าดัชนีความอ่อนตัวของยาง (PR_1) เช่น ปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการเก็บรักษาน้ำยาง วิธีการจับตัวก้อนยาง อุณหภูมิในการอบยางให้แห้ง การมีโลหะหนัก แสงแดด เป็นต้น

นุชนาถ (2541) กล่าวถึง ยางแห้งที่ได้จากการทำให้น้ำยางจับตัว แยกเอาส่วนของเซรัมออกไปได้มาก ดังนั้น โปรตีนที่เหลืออยู่ จะเป็นโปรตีนที่ติดอยู่กับอนุภาคยาง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโปรตีนชนิดไม่ละลายน้ำ กระบวนการแปรรูปเป็นยางแท่ง จะใช้น้ำในการล้างสิ่งสกปรกตลอดกระบวนการก่อนการอบแห้ง ดังนั้นแม้มีโปรตีนชนิดที่ไม่ละลายน้ำได้เหลืออยู่หลังการจับตัว ก็จะถูกชะล้างไปได้อีกบางส่วน

โสภา (2542) ได้ทดลองการใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และเอนไซม์ออกซิดิคลินลดไนโตรเจนในยางสกิม พบว่า การใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลดไนโตรเจนดีกว่า และเมื่อเวลาการแช่ยางภายหลังการจับตัว และความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เพิ่มขึ้น มีผลทำให้สีจางลง และปริมาณไนโตรเจนลดลง และค่าส่วนใหญ่ที่ใช้ในการแช่ยางสกิมภายหลังการจับตัวสามารถลดปริมาณไนโตรเจนในยางสกิมได้

Beuve *et al* (2000) ได้ศึกษาถึงผลของสารประกอบที่ไม่ใช่ยางที่ละลายน้ำได้และกระบวนการแปรรูปที่มีผลต่อความสมดุลของน้ำกับยางธรรมชาติ โดยกล่าวว่า ยางธรรมชาติซึ่งประกอบด้วย 90% cis-1,4 polyisoprene และ 10% ของส่วนประกอบที่ไม่ใช่ยาง ส่วนประกอบเหล่านี้คือ โปรตีน อีออนเหล็ก และตัวอื่น ๆ ซึ่งมีผลต่อคุณภาพของยาง เนื่องจากส่วนประกอบเหล่านี้เพิ่มความสามารถในการดูดซับน้ำและลดความต้านทานต่อการบ่มเร่งของยาง ผลของส่วนที่ไม่ใช่ยางนี้มีผลต่อสมดุลเทอร์โมไดนามิกส์ของน้ำ - ยาง (water - rubber thermodynamics equilibrium) จากการ

ศึกษาโดยเปรียบเทียบสมบัติด้าน desorption isotherms กับยาง 2 พันธุ์คือ AF 261 และ GT 1 ซึ่งผลการทดลองที่ได้พบว่า แนวโน้มของ desorption isotherms ที่ได้ไม่ขึ้นกับพันธุ์ยาง ปริมาณน้ำที่สมดุลแปรไปตามสภาวะที่ใช้ในการเตรียมตัวอย่าง ซึ่งพบว่ามีค่าแตกต่างกันระหว่างน้ำยางที่ไม่ล้างทำความสะอาด (อาจจับตัวหรือไม่จับตัวด้วยกรด) และน้ำยางที่ล้าง (อาจใช้เอนไซม์โปรตีเอสหรือไม่ใช้) นอกจากนี้ยังพบว่าโปรตีนที่ละลายน้ำได้จะถูกล้างออกมาในขั้นตอนที่ใช้น้ำในการทำควมสะอาดยาง

Chestnutt and James (2000) ได้ศึกษาถึงวิธีการผลิตยางธรรมชาติที่มีคุณภาพสูงซึ่งประกอบด้วยปริมาณสิ่งสกปรกน้อยกว่า 0.03 % และความหนืดมูนิ 60 โดยการผสมระหว่างยางกันด้วย 60% กับยางธรรมชาติที่จับตัวจากน้ำยางสด ซึ่งมีวิธีการคือ นำสิ่งสกปรกออกจากยางกันด้วย ล้างให้สะอาด ทำการลดขนาดอนุภาคยางกันด้วยให้มีขนาดเฉลี่ยน้อยกว่า 35 มิลลิเมตร จากนั้นจับตัวน้ำยางสด และผสมยางกันด้วยที่สะอาดแล้วกับน้ำยางสดที่จับตัวแล้ว โดยใช้ยางกันด้วย 60 % ของการผสม จากนั้นลดขนาดของยางที่ผสมแล้วให้เหลือ 3 มิลลิเมตร นำยางที่ผสมแล้วผ่านอากาศซึ่งใช้ระบบ pneumatic transfer และผสม antioxidant 0.1-0.2% โดยน้ำหนักกับยางขนาดเล็กผ่านอากาศซึ่งใช้ระบบ pneumatic transfer แล้วจึงผ่านยางขนาดเล็กที่ผสมแล้วไปที่ gas-cyclone และ แยกอากาศออกจากยางขนาดเล็กที่ผสมแล้วเพื่อผลิตยางธรรมชาติที่มีคุณภาพสูง