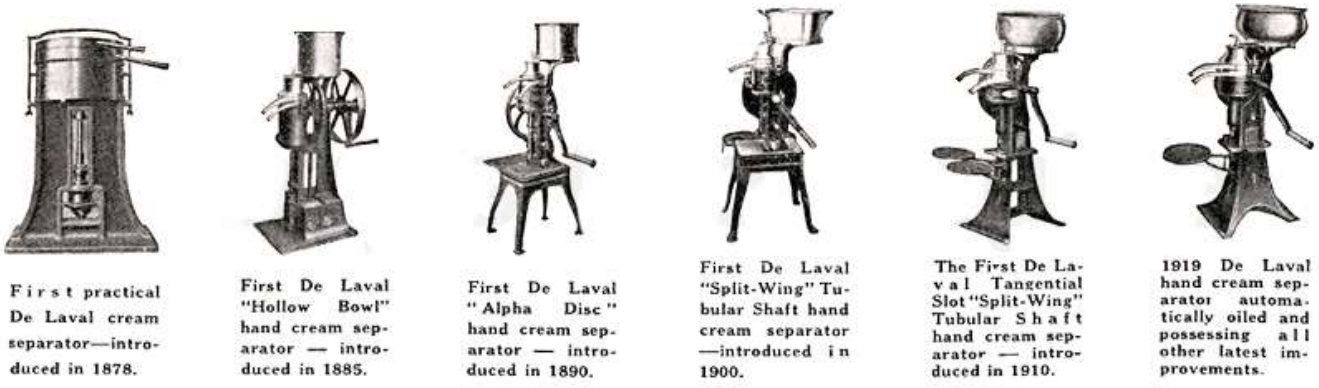
น้ำยางข้นชนิดครีม

เนื่องจากในช่วงปี 2558 ราคายางและน้ำยางธรรมชาติตกต่ำ ทางรัฐบาลจึงได้มีการส่งเสริมให้เกษตรกรสร้างมูลค่าเพิ่มจากผลิตภัณฑ์ชุมชน เช่น การผลิตหมอนยางพาราจากน้ำยาง ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่กำลังเป็นที่นิยมอย่างมากในประเทศจีน น้ำยางที่ใช้ในการผลิตหมอนยางพาราคือน้ำยางข้น (มีปริมาณเนื้อยางประมาณร้อยละ 60) แต่เนื่องจากต้นทุนของการผลิตน้ำยางข้นจากการปั่นน้ำยาง (centrifugation process) ค่อนข้างสูง ดังนั้นทางหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต้องช่วยแนะนำหรือหาวิธีการผลิตทำยางข้นเหมาะสมกับกลุ่มเกษตรกรขนาดเล็ก กระบวนการผลิตน้ำยางขนทางเลือก คือ การผลิตโดยวิธีการทำให้น้ำยางเกิดการแยกชั้นด้วยการเกิดครีม (creaming process) ที่ไม่ตองใชเครื่องจักรหรือเครื่องมือที่มีความซับซอน ใชเงินลงทุนน้อยและมีจุดเดนคือ ใชพลังงานในการผลิตต่ำ เหมาะสำหรับการผลิตระดับกลุมเกษตรกรหรืออุตสาหกรรมขนาดเล็ก

ในช่วงปี ค.ศ. 1878 โดย Carl Gustaf Patrik De Laval ได้ประดิษฐ์เครื่องแยกนมออกเป็นครีมและสกิมอย่างต่อเนื่อง (ดังรูปที่ 1 และ 2) ซึ่งเครื่องนี้ได้ก่อให้เกิดการพัฒนาอุตสาหกรรมนมอย่างใหญ่หลวงและได้มีการนำเครื่องนี้มาใช้ในอุตสาหกรรมน้ำยางเพื่อใช้แยกน้ำยางส่วนที่เป็นครีมและสกิมออกจากกัน เนื่องจากน้ำนมและน้ำยางเป็นคอลลอยด์ (colloid) เหมือนกัน โดยน้ำยางจะมีอนุภาคยางที่มีประจุลบและมีขนาดเล็กกระจายตัวอยู่ในน้ำ



รูปที่ 1 พัฒนาการของเครื่องทำนมของ Carl Gustaf Patrik De Laval

รูปที่ 2 เครื่องทำน้ำนมแบบต่อเนื่อง

วิธีการผลิตน้ำยางข้น

วิธีการผลิตน้ำยางข้นมี 4 วิธี คือ

1. การระเหยเอาน้ำออก วิธีนี้มีการจดสิทธิบัตรเมื่อปี ค.ศ.1924 โดยมีเพียงบริษัทเดียวที่ทำผลิตออกจำหน่าย คือ Revertex Company และน้ำยางที่ได้มีชื่อทางการค้าว่า Revertex วิธีนี้เป็นการแยกเอาน้ำออกแต่เพียงอย่างเดียว จึงได้น้ำยางที่มีของแข็งสูงถึงร้อยละ 70-75 และของแข็งที่ไม่ใช่ยาง (non-rubber substances) อยู่มาก น้ำยางข้นที่ผลิตโดยวิธีนี้เหมาะสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์กาว

2. การปั่นน้ำยาง ได้มีการจดสิทธิบัตรครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1923 โดย Utermark เป็นวิธีการผลิตที่ต้องลงทุนสูง สามารถผลิตน้ำยางข้นได้อย่างรวดเร็ว และเป็นวิธีการที่ใช้กันมากในอุตสาหกรรมปัจจุบัน

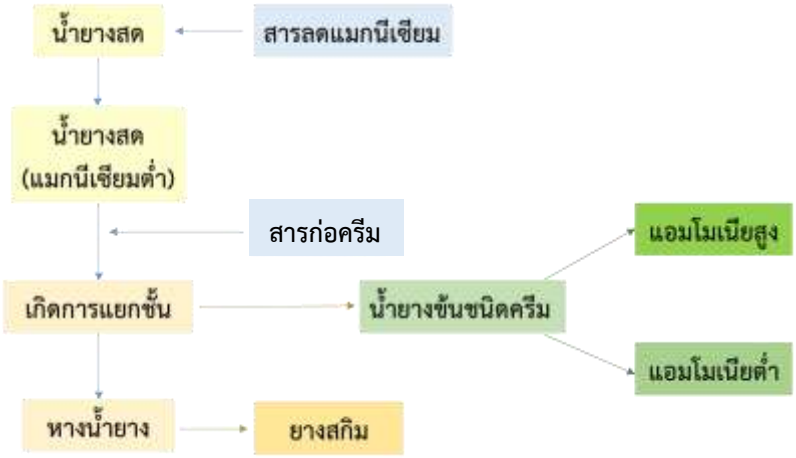
3. การแยกด้วยไฟฟ้า ได้มีการจดสิทธิบัตรครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1941 โดย E. A. Murphy, F. J. Paton และ John Ansell ของบริษัท Dunlop ซึ่งวิธีการนี้ต้องใช้ไฟฟ้าและเมมเบรนในการแยกน้ำยาง แต่สามารถทำการผลิตได้นานต่อเนื่องหลายวัน โดยผลผลิตที่ได้อยู่ที่ 2 แกลลอนต่อชั่วโมง ทำให้ไม่นิยมใช้กับน้ำยางธรรมชาติ แต่สามารถนำไปใช้กับน้ำยางคลอโรพรีนได้

4. การเกิดครีม ได้มีการจดสิทธิบัตรครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1924 โดย Traube เป็นวิธีการผลิตน้ำยางข้นที่ไม่ต้องใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือราคาแพง เหมาะสมกับอุตสาหกรรมขนาดเล็ก

วิธีผลิตน้ำยางข้นแบบครีมอาศัยหลักการที่อนุภาคของยางเบากว่าน้ำ ถ้าตั้งทิ้งไว้อนุภาคของยางจะลอยแยกออกมา เป็นไปตามกฎของ Stokes แต่การที่จะให้อนุภาคของยางแยกออกมาเองค่อนข้างใช้เวลานาน จึงจำเป็นต้องใช้สารก่อครีม (creaming agent) ช่วย ได้แก่ gum bragacarth, sodium aginate, tragon seed gum, ammonium aginate, locust bean gum และ pectin สารก่อครีมเหล่านี้จะไปเคลือบผิวอนุภาคยาง ทำให้การแยกตัวของอนุภาคยางเกิดเป็นครีมอยู่ผิวหน้าน้ำยางได้เร็วขึ้น ขั้นตอนการทำน้ำยางข้นชนิดครีม (ดูรูปที่ 3 และตารางที่ 2 ประกอบ) มีดังนี้

- หาความเข้มข้นของน้ำยางสด
- นำน้ำยางสด (แมกนีเซียมต่ำ) มาใส่สารครีมมิ่ง ปริมาณ 0.3% ในส่วนของน้ำ
- กวนให้สารครีมมิ่งละลาย ตั้งทิ้งไว้ 24-40 ชั่วโมง
- กรองหรือไขชั้นน้ำทิ้ง เหลือเฉพาะชั้นน้ำยาง ก็จะได้น้ำยางข้นชนิดครีม
- ปรับปริมาณเนื้อยางและความเข้มข้นของแอมโมเนียภายหลัง

ความเข้มข้นของเนื้อยางจะสูงประมาณร้อยละ 55 ในช่วงระยะเวลา 18 ชั่วโมง ในการทำน้ำยางข้นโดยวิธีการทำครีม หากต้องการเนื้อยางสูงถึงร้อยละ 60 ต้องตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 4-5 วัน



รูปที่ 1 แผนผังการเตรียมน้ำยางข้นชนิดครีม

ตารางที่ 2 สัดส่วนการผลิตน้ำยางข้นชนิดครีม

Chemicals	Quantity (phr)
Fresh field NR latex (35.08% DRC)	100
HEC (1 wt% in water)	0.4
Ammonium laurate (20 wt% in water)	0.3

การผลิตน้ำยางข้นด้วยวิธีการแตกต่างกันให้สมบัติของน้ำยางข้นที่ใกล้เคียงกัน (ดังตารางที่ 3) แสดงให้เห็นว่าสมบัติของน้ำยางข้นจากการครีม การปั่นน้ำยาง และการแยกไฟฟ้าเป็นไปในทางเดียวกัน แต่น้ำยางข้นที่ได้จากการระเหยจะให้ค่าต่างๆ ที่สูงกว่า ซึ่งเป็นผลเนื่องจากมีส่วนที่ไม่ใช่ยาง (non-rubber substances) อยู่มากกว่า ทำให้น้ำยางข้นมีความเสถียรสูง เมื่อนำไปทำการคอมพาวด์จะสามารถเติมสารตัวเติมได้ในปริมาณมาก แผ่นฟิล์มที่ได้มีความทนต่อความร้อนและออกซิเจนสูง

ตารางที่ 3 สมบัติทั่วไปของน้ำยางข้นจากการผลิตด้วยวิธีต่างๆ

สมบัติ	วิธีการระเหย	การครีม	การปั่น	การแยกด้วยไฟฟ้า
TSC,%	72-75	61-62	61-62	61-62
DRC,%	65-68	59.5-60.5	59.5-60.5	59.5-60.5
KOH No.	0.8-0.9	0.6-0.7	0.6-0.7	0.6-0.7
Ash,%	>1	0.6	0.5	0.5
Nitrogen,%	0.5	0.2	0.2	0.2
Viscosity,Pa.s	6	0.1-0.3	0.1-0.3	0.1-0.3

ชนิดของสารก่อครีม (creaming agent)

ในปี ค.ศ 1824 Hancock ได้ค้นพบวิธีการผลิตน้ำยางข้นชนิดครีม แต่วิธีการเกิดครีมโดยธรรมชาตินี้เกิดได้ช้า จึงได้มีศึกษาหาวิธีการต่างๆ เพื่อทำให้เกิดการครีมเร็วขึ้น ในปี ค.ศ. 1924 Traube ได้จดสิทธิบัตรเกี่ยวกับการเติมสารเคมีเพื่อทำให้เกิดการครีมของน้ำยาง ซึ่งสารที่ทำให้เกิดครีมส่วนใหญ่เป็นสารที่สามารถหาได้ทั่วไปและมีการใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น คาราจีแนน (carrageenan) (เป็นสารที่ได้จากสาหร่าย นิยมใช้เพื่อให้เกิดเจลในผลิตภัณฑ์อาหาร ทำให้อาหารมีความข้นหนืด โดยคาราจีแนนมีคุณสมบัติที่คล้ายเจลาติน แต่ไม่เหนียวและยืดหยุ่นเหมือนเจลาติน ไลเคนิน (lichenin) (เป็นสารที่ได้จาก Iceland moss นำมาใช้เป็นอาหารได้) และยางจากผัก (vegetable mucilage) สารเหล่านี้จะทำให้น้ำยางเกิดการแยกชั้นเป็น 2 ชั้น ชั้นบนคือส่วนของเนื้อยางและชั้นล่างคือเซรั่ม ดังแสดงในรูปที่ 3

รูปที่ 3 การแยกชั้นของน้ำยางข้นชนิดครีม

ต่อมาในปี ค.ศ. 1927 Naugatuk Chemical Company ได้จดสิทธิบัตรให้สาร pectin, Irish moss และ karata gum เป็นสารก่อครีม ในปี ค.ศ. 1927 ได้มีการจดสิทธิบัตรสาร sodium alginate เป็นสารก่อครีมโดยบริษัท General Rubber Company นอกจากนั้นยังมีการจดสิทธิบัตรสารก่อครีมเพิ่มเติม เช่น สาร locust bean gum โดย RPRA ในปี ค.ศ.1934 และ methyl cellulose โดย United State Rubber Co., Ltd. ในปี ค.ศ.1935 และแป้งจากเมล็ดมะขามโดย RPRA ในปีค.ศ.1936 จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1937 ได้มีการจดสิทธิบัตรของสารก่อครีมที่หลากหลาย เช่น polyacrylate, polyvinyl alcohol, kayaku flour, pectates และอื่นๆ ซึ่งสารก่อครีมแต่ละชนิด

เมื่อนำมาใช้งานย่อมใช้ในปริมาณที่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 4 หากใช้สารก่อครีมเกินจุดนี้ การแยกชั้นจะช้าและอาจทำให้ความเข้มข้นของน้ำยางต่ำ

ตารางที่ 4 ความเข้มข้นต่ำสุดของสารก่อครีมที่ทำให้เกิดการแยกชั้นของยาง

สารก่อครีม	% ยางในชั้นน้ำ
Iris moss	0.091
gum tragacanth	0.107
methyl cellulose	0.292
sodium aginate	0.211
locust bean gum	0.135
แป้งจากเมล็ดมะขาม	0.300

ผลของชนิดสารก่อครีมต่อการผลิตน้ำยางข้นชนิดครีม

Hauser, E.A. และ Bradlay Dewey, JR. (ค.ศ. 1941) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความเข้มข้นของสารก่อครีมที่มีผลต่อเนื้อยางทั้งในส่วนที่เป็นครีมและเซรั่มเมื่อตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 5 วัน โดยใช้สารก่อครีม 2 ชนิด คือ locust bean gum และ ammonium alginate มาแช่น้ำก่อนนำไปเติมในน้ำยาง ผลที่ได้ดังตารางที่ 5 โดยความเข้มข้นของสารก่อครีมที่เหมาะสม มีผลต่อค่าปริมาณเนื้อยาง (DRC) ของครีมและสกิม ซึ่งระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารก่อครีมชนิด locust bean gum อยู่ที่ร้อยละ 0.254 และให้ค่า DRC ของครีมเป็นร้อยละ 61.9 และค่า DRC ของสกิมเป็นร้อยละ 1.2 สำหรับระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารก่อครีมชนิด ammonium alginate อยู่ที่ร้อยละ 0.042 ให้ค่า DRC ของครีมเป็นร้อยละ 61.4 และค่า DRC ของสกิมเป็นร้อยละ 5.5

ตารางที่ 5 ผลของความเข้มข้นของสารก่อครีม

สารก่อครีม	% ในชั้นน้ำ	DRC ของครีม	DRC ของสกิม
locust bean gum	0.042	57.8	10.5
	0.085	60.2	4.4
	0.127	60.8	2.0
	0.170	61.3	1.7
	0.212	61.0	1.3
	0.254	61.9	1.2
	0.297	58.2	1.2
	0.382	57.6	1.1
	0.510	53.5	1.1

สารก่อครีม	% ในชั้นน้ำ	DRC ของครีม	DRC ของสกิม
ammonium aginate	0.021	56.3	13.4
	0.042	61.4	5.5
	0.085	60.4	2.0
	0.127	55.9	1.2
	0.170	53.7	0.8
	0.212	46.8	0.8
	0.254	43.6	0.8

S.S. Ochigbo (ค.ศ. 2011) ได้ทำการศึกษาสมบัติของน้ำยางข้นชนิดครีมจากสารก่อครีม 2 ชนิด คือ โซเดียมอัลจิเนต (sodium alginate) กับแป้งจากเมล็ดมะขาม (tamarind seed powder) เปรียบเทียบกับการผลิตน้ำยางข้นจากน้ำยางสด ผลที่ได้จากการทดลอง พบว่า น้ำยางข้นชนิดครีมที่ใช้แป้งจากเมล็ดมะขามจะมีปริมาณเนื้อยางแห้ง (DRC) สูงสุดอยู่ที่ร้อยละ 60.10 ขณะที่การใช้โซเดียมอัลจิเนตจะได้ค่า DRC เพียงร้อยละ 59.10 นอกจากนี้การใช้แป้งจากเมล็ดมะขามเป็นสารก่อครีมยังช่วยให้กักเก็บความชื้นลดลงเป็นร้อยละ 1.13 เมื่อเทียบกับน้ำยางสดและน้ำยางข้นจากการใช้สารโซเดียมอัลจิเนตเป็นสารก่อครีม (ดังตารางที่ 6) ซึ่งการใช้แป้งจากเมล็ดมะขามมีข้อดีหลายประการอีกทั้งยังมีความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม หาได้ง่าย และสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้

ตารางที่ 6 สมบัติของน้ำยางข้นชนิดครีมจากสารก่อครีม 2 ชนิดเทียบกับน้ำยางสด

Latex type	Properties				
	TSCs (%)	DRCs (%)	Moisture (%)	ρ (g/cm^3)	pH
Field latex	41.10	36.20	72.10	1.16	11.15
Latex concentrate/Sodium alginate	61.40	59.10	2.30	0.94	8.96
Latex concentrate/Tamarind seeds	61.50	60.10	1.13	0.94	9.60

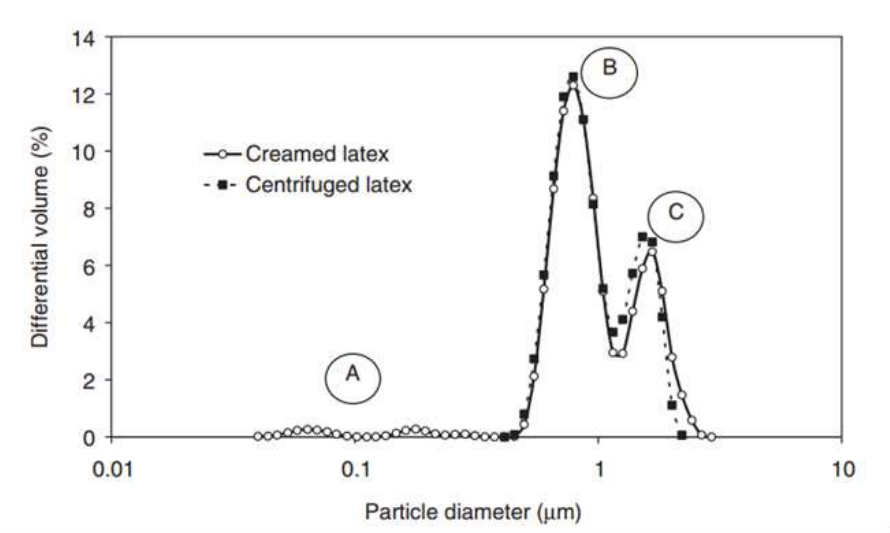
กำจรเดช กิจมั่นเจริญกุล (พ.ศ. 2552) ได้ทำการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อกระบวนการผลิตน้ำยางข้นชนิดครีม โดยการเปรียบเทียบสารก่อครีม 3 ชนิด คือ คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ไฮดรอกซีเอทิลเซลลูโลส และไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลส ทางผู้วิจัยได้ศึกษาผลของชนิดสารก่อครีม ความเข้มข้นของสารก่อครีม เวลา และอุณหภูมิที่มีผลต่อปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยางข้น เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมต่อกระบวนการเกิดครีมของน้ำยางธรรมชาติ น้ำยางข้นที่ได้ทำการวัลคาไนซ์ด้วยกำมะถันและเททระเมทิลไทยูแรมไดซัลไฟด์ น้ำยางวัลคาไนซ์ที่ได้จะทำเป็นฟิล์มและปล่อยให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำมาวัดสมบัติเชิงกลต่างๆ เช่น การทนต่อแรงดึง ค่าของความยืดเมื่อขาด ค่าความแข็ง ค่าความหนาแน่นของการเชื่อมขวาง เลขคลอโรฟอร์มและดัชนีการบวมตัว พบว่า สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการทำน้ำยางข้นชนิดครีม คือ การใช้ไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลส ความเข้มข้นร้อยละ 0.6 ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง สำหรับการวัลคาไนซ์น้ำยางข้นถ้าใช้เททระเมทิลไทยูแรมไดซัลไฟด์ ความเข้มข้น 2 ส่วนในเนื้อยาง 100 ส่วน ทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง จะให้ค่าความทนต่อแรงดึงสูงสุด

อาซีซัน แกสมาน และคณะ (พ.ศ. 2553) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการเตรียมน้ำยางข้นชนิดครีมจากสารก่อครีม hydroxyl ethyl cellulose (HEC) ร่วมกับสบู่แอมโมเนียมลอเรท (ammonium laurate) ซึ่งพบว่า น้ำยางข้นจาก

สารก่อครีม HEC มีค่า TSC ร้อยละ 64.33 และค่า DRC ร้อยละ 63.31 ที่สูงกว่าน้ำยางข้นจากการปั่นน้ำยาง (centrifuged latex) ในขณะที่สมบัติอื่นๆ ของน้ำยางข้นทั้ง 2 ชนิด มีความใกล้เคียงกัน ยกเว้นในส่วนของปริมาณการสกัดโปรตีน ความเสถียรของน้ำยาง (MST) และความหนืดของน้ำยางข้นชนิดครีมจะสูงกว่าน้ำยางข้นจากการปั่นน้ำยาง (ดังตารางที่ 5) นอกจากนี้ขนาดอนุภาคของน้ำยางข้นชนิดครีมจะมีการกระจายตัวของขนาดอนุภาคที่กว้างกว่าน้ำยางข้น จากการปั่นน้ำยาง ดังรูปที่ 4 โดยการกระจายตัวของขนาดอนุภาคจากน้ำยางข้นชนิดครีมอยู่ในช่วงกว้าง คือ 0.040-3.205 mm ในขณะที่น้ำยางข้นจากการปั่นน้ำยาง แสดงให้เห็นการกระจายตัวในช่วงแคบ คือ 0.412-2.423 mm ดังนั้นอนุภาคยางที่มีขนาดเล็กกว่า 0.1 ไมครอน (A ในรูปที่ 4) จึงพบในน้ำยางข้นชนิดครีมร่วมกับส่วนอื่นๆ ของอนุภาคยางขนาดใหญ่ (B และ C ในรูปที่ 4) ในขณะที่น้ำยางข้นจากการปั่นน้ำยางมีเพียงอนุภาคขนาดใหญ่กว่า 0.4 mm (B และ C ในรูปที่ 4)

ตารางที่ 5 สมบัติทั่วไปของน้ำยางข้นชนิดครีมและน้ำยางข้นจากการปั่นน้ำยาง

สมบัติ	น้ำยางข้นชนิดครีม	น้ำยางข้นจากการปั่นน้ำยาง
Total solid content, %	64.33	61.88
Dry rubber content, %	63.31	60.53
Alkalinity, %	0.68	0.69
Volatile fatty acid	0.0131	0.0114
KOH number	0.39	0.40
Magnesium content, ppm	29	27
pH	11.12	11.20
Viscosity (cps) (spin no.2/speed 160 rpm)	114.2	58.7
Extractable protein (µg/g)	317	214
Mechanical stability time (s)	1362	190
Particle size (µm) (mean)	1.091	1.069



รูปที่ 4 การกระจายตัวของอนุภาค

มาตรฐานเกี่ยวกับน้ำยางข้นชนิดครีม

มอก. 980-2552 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เรื่อง น้ำยางข้นธรรมชาติ

ISO 2004-2010, Natural rubber latex concentrate - Centrifuged or creamed, ammonia-preserved types - Specifications

IS 11001-1984, Indian Standard Specifications for double centrifuged natural rubber latex.

IS 13101-1991, Indian Standard Specifications for ammonia preserved creamed natural rubber latex.

ASTM D1076 – 15, Standard Specification for Rubber - Concentrated, Ammonia Preserved, Creamed, and Centrifuged Natural Latex

ตารางที่ 6 สมบัติทั่วไปของน้ำยางข้นชนิดครีมและน้ำยางข้นจากการปั่นน้ำยาง ตาม ISO 2004:2010

Type	Type				
	Type HA	Type LA	Type XA[c]	Type HA Creamed	ชนิด LA Creamed
Total solids content, min.,% (by mass)	61.0 or as agreed between the two parties			65.0	65.0
Dry rubber content, min., % (by mass)	60	60	60	64	64
Non-rubber solids, max.[a], % (by mass)	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
Alkalinity (as NH_3) calculated with respect to the latex	0.6 min.	02.9 max.	0.30-059	0.55 min	0.35 max

Type	Type				
	Type HA	Type LA	Type XA[c]	Type HA Creamed	ชนิด LA Creamed
concentrate, % (by mass)					
Mechanical stability, min. [b], seconds	650	650	650	650	650
Coagulum content, max., % (by mass)	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Copper content, max., mg/kg of total solids	8	8	8	8	8
Manganese content, max., mg/kg of total solids	8	8	8	8	8
Sludge content, max., % (by mass)	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Volatile fatty acid (VFA) number, max	0.06 or as agreed between the two parties				
KOH number, max.	0.07 or as agreed between the two parties				

[a] The difference between the total solids content and the dry rubber content.

[b] The mechanical stability time normally stabilizes within 21 days.

[c] XA is equivalent to medium ammonia (MA) latex.

แหล่งอ้างอิง

1. วราภรณ์ ขจรไชยกุล และคณะ, หลักสูตร “การผลิตและการใช้ประโยชน์น้ำยางข้นชนิดครีม”, ความร่วมมือเครือข่ายนวัตกรรมยางพารา, ฝ่ายวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมยาง การยางแห่งประเทศไทย, 2559
2. บุญธรรม นิธิอุทัยและคณะ. เทคโนโลยีน้ำยางข้น. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 2543.
3. D.C. Blackley “Polymer Latices Science and technology” Vol 2: Types of lattices, 1997.
4. http://www.old-engine.com/delaval.htm
5. http://www.dairyprocessinghandbook.com/chapter/centrifugal-separators-and-milk-standardization
6. http://km.rubber.co.th/index.php?option=com_content&view=article&id=4348:2012-06-05-03-40-16&catid=124:2012-06-05-03-34-48&Itemid=1
7. http://www.academicjournals.org/article/article1380968562_Ochigbo%20et%20al.pdf
8. http://jep.sagepub.com/content/42/5/453.full.pdf+html