แนวทางการลดต้นทุนการแปรรูปยางดิบ

ปรีดิ์เปรม ทัศนกุล และ **จักรี เลื่อนราม**
ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลา สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8 กรมวิชาการเกษตร

การแปรรูปยางดิบเป็นการนำน้ำยางสดหรือยางแห้งเข้าสู่กระบวนการผลิตเป็นยางขั้นกลาง เช่น ยางแผ่นรมควัน ยางแผ่นผึ่งแห้ง ยางเครพ ยางแท่ง และน้ำยางข้น ในการแปรรูปยางดิบแต่ละประเภทจะมีการเลือกใช้ชนิดของวัตถุดิบ และชนิดของเครื่องจักรที่แตกต่างกัน ทั้งนี้มีปัจจัยที่ทำให้ผู้ผลิตแต่ละรายหรือแต่ละโรงงานเลือกที่จะผลิตยางชนิดนั้นๆ คือแหล่งของวัตถุดิบและเงินทุนหมุนเวียน การผลิตที่ได้กำไรย่อมหมายถึงรายได้มากกว่ารายจ่าย แต่ในช่วงที่ราคายางลดลงเทียบเท่ากับต้นทุน ทำให้เกษตรกรชาวสวนยางหลายรายได้รับผลกระทบ การลดต้นทุนการแปรรูปยางดิบเป็นการพลิกวิกฤติให้เป็นโอกาสโดยให้เกษตรกรชาวสวนยางรวมทั้งผู้ประกอบการหาแนวทางในการลดต้นทุนให้ได้อย่างพอเหมาะโดยไม่กระทบต่อคุณภาพยาง ยิ่งในสภาวะที่มีการแข่งขันการค้าในระดับอุตสาหกรรมที่สูงขึ้น ไม่เพียงแต่มุมมองของประเทศไทยที่ผลิตยางส่งออกมากเป็นอันดับหนึ่งของโลกเท่านั้น แต่การเปิดการค้าเสรีจะหมายถึงการนำเข้าสินค้ายางพาราจากต่างประเทศได้อีกด้วย การเพิ่มขีดความสามารถการแข่งขันของผู้ประกอบกิจการโดยการใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพ ไม่ใช้สารปลอมปนใดๆ ใช้สารเคมีเท่าที่จำเป็น กระบวนการผลิตได้มาตรฐาน รวมทั้งการลดปริมาณของเสียให้มากที่สุด จะเป็นการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าและมีประสิทธิภาพสูงสุด นอกจากจะได้คุณภาพของสินค้าที่ได้มาตรฐานแล้ว ยังมีส่วนช่วยในการลดต้นทุนการผลิตได้อีกด้วย เอกสารฉบับนี้ได้สรุปประเด็นใหญ่ๆ ในส่วนของการลดต้นทุนวัตถุดิบ สารเคมี น้ำ และพลังงาน ส่วนการบริหารจัดการแรงงาน การบำรุงรักษาเป็นส่วนที่สำคัญเช่นกันของกระบวนการแปรรูปยาง ไม่ว่าจะเป็นเกษตรกรรายย่อย กลุ่มเกษตรกร โรงงานขนาดเล็กจนถึงระดับอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ จำเป็นต้องดำเนินการให้ครอบคลุม โดยจะขอกล่าวเฉพาะในส่วนการลดต้นทุนวัตถุดิบ สารเคมี น้ำ และพลังงานเท่านั้น เพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำเนินกิจการทางธุรกิจได้พอสมควร

วัตถุดิบ

น้ำยางสด

เป็นวัตถุดิบที่ใช้ในการแปรรูปยางดิบ น้ำยางสดสามารถแปรรูปได้เป็นน้ำยางข้น ยางแผ่นรมควัน ยางแผ่นผึ่งแห้ง ยางเครพ ยางแท่งเกรด STR XL และ STR 5L ซึ่งจัดเป็นอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดใหญ่ แต่สำหรับเกษตรกรที่มีสวนยางขนาดไม่เกิน 25 ไร่ ในการผลิตเป็นยางดิบควรใช้น้ำยางที่มีความสดมากที่สุด นั่นหมายถึงไม่ต้องใช้สารรักษาสภาพน้ำยางโดยที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายใดๆ สำหรับสวนยางที่มีขนาดใหญ่ขึ้นมีความจำเป็นต้องรวบรวมน้ำยางก่อนการแปรรูปจะใช้ระยะเวลานาน หรือการรวบรวมน้ำยางเกินกว่า 6 ชั่วโมง น้ำยางจะเริ่มเสียสภาพทำให้ยางดิบที่ผลิตได้เกิดความเสียหายเมื่อนำไปจำหน่ายจะได้ราคาต่ำ จำเป็นต้องใช้สารรักษาสภาพน้ำยางเท่าที่จำเป็นตามชนิดของยางดิบนั้นๆ และใช้ในปริมาณที่เหมาะสม ไม่ควรใส่ในปริมาณมากเกินกว่าอัตราคำแนะนำ เพราะจะทำสิ้นเปลืองและส่งให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้น การใช้สารเคมีรักษาสภาพน้ำยางเพื่อต้องการผลิตยางให้ได้คุณภาพเมื่อนำไปจำหน่ายก็จะได้ราคาที่สูงขึ้น

ซึ่งเมื่อคำนวณผลต่างของการลงทุนแล้วก็ย่อมได้กำไรอยู่ดี นอกจากใช้น้ำยางที่สดแล้ว น้ำยางต้องสะอาดอีกด้วย หากน้ำยางมีสิ่งเจือปนจำเป็นต้องกรองน้ำยางให้สิ่งสกปรกหลุดออกไปมากที่สุด น้ำยางที่สะอาดจะได้ยางที่มีคุณภาพดี กรณีนำไปผลิตเป็นยางแผ่นรมควันจะได้ยางแผ่นเมื่อนำไปคัดชั้นจะไม่มีรอยคัตติ้งซึ่งทำให้ประหยัดเวลา แรงงาน และไม่สูญเสียเนื้อยาง หรือผลิตเป็นยางอบแห้งหรือยางแผ่นผึ่งแห้งจะสามารถจำหน่ายได้ในราคาที่สูง หรือหากผลิตน้ำยางข้นจะสูญเสียเนื้อยางน้อยที่สุด อย่างไรก็ตาม น้ำยางสดที่จะนำไปผลิตเป็นน้ำยางข้นควรมีปริมาณเนื้อยางแห้งไม่ต่ำกว่า 30% และค่ากรดไขมันระเหยได้ไม่เกิน 0.07% มิเช่นนั้นจะทำให้ไม่สามารถนำน้ำยางนั้นไปปั่นเป็นน้ำยางข้นได้ตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งโรงงานที่ผลิตน้ำยางข้นหลายแห่งมักมีส่วนของการผลิตยางแท่งจากน้ำยางด้วยเพื่อรองรับน้ำยางจากลูกค้าหากเกิดปัญหาด้านกระบวนการผลิตน้ำยางข้นก็สามารถไปผลิตเป็นยางแท่ง STR XL หรือ STR 5L ได้

การเติมน้ำลงในน้ำยางสดจะจำหน่ายได้ในราคาที่ลดลง สำหรับผู้จำหน่ายน้ำยางสดสิ่งที่ต้องย้ำเตือนคือห้ามเติมสารปลอมปนใดๆ ลงไปในน้ำยางโดยเด็ดขาดแม้แต่น้ำก็ไม่ได้ เกษตรกรบางรายคิดว่าการเติมน้ำลงไปทำให้ได้น้ำหนักเพิ่มขึ้นสามารถจำหน่ายได้เพิ่มขึ้น ซึ่งในความเป็นจริงแล้วเกษตรกรจะขาดทุนมากขึ้นไปอีกเนื่องจากโรงงานไม่ต้องการให้มีการปลอมปนสารใดๆ จึงกำหนดการรับซื้อน้ำยางที่วัดปริมาณเปอร์เซ็นต์แล้ว หากวัดเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งหรือที่เรียก DRC ได้ต่ำกว่า 30% จะหักค่าเนื้อยางแห้งเปอร์เซ็นต์ละ 1 บาท ดังนั้น หากเกษตรกรเติมน้ำลงในน้ำยาง แม้จะได้น้ำหนักเพิ่มขึ้นแต่เกษตรกรจะขาดทุนตามตัวอย่างดังนี้ เกษตรกร ก. ขายน้ำยางสดจำนวน 100 กิโลกรัม วัดปริมาณเนื้อยางแห้งได้ 32% เกษตรกรได้เนื้อยางแห้ง 32 กิโลกรัม หากการรับซื้อน้ำยางวันนั้นกิโลกรัมละ 50 บาท เกษตรกร ก. จะได้เงิน 1,600 บาท หากเกษตรกร ก. เติมน้ำลงในน้ำยางเพื่อเพิ่มน้ำหนักจากเดิม 100 กิโลกรัม เพิ่มน้ำอีก 14 กิโลกรัม จะได้น้ำหนักรวม 31.92 กิโลกรัม ลดลงจากเดิม 0.8 กิโลกรัม ผู้ซื้อมักตัดทศนิยมทิ้งจะเหลือเพียง 31 กิโลกรัม ขายได้ 1,550 บาท ขาดทุนไป 50 บาท และยังต้องถูกหักค่าเปอร์เซ็นต์น้ำยางต่ำอีก กิโลกรัมละ 2 บาท น้ำยาง 114 กิโลกรัมจะถูกหัก 228 บาท ถูกหักทั้งหมด 278 บาท จากเงิน 1,600 บาท เกษตรกร ก. จะได้รับเงินเพียง 1,322 บาท เท่านั้น จึงไม่ควรเติมน้ำเพื่อเพิ่มน้ำหนัก ซึ่งนอกจากจะทำให้ขาดทุนแล้วยังต้องเพิ่มภาระในการขนส่ง ค่าสึกหรอของยานพาหนะ และทำให้น้ำยางเสื่อมคุณภาพเร็วขึ้นโดยเฉพาะเมื่อน้ำที่เติมไม่สะอาด แต่หากมีเนื้อยางแห้งสูงกว่า 40% ทางผู้รับซื้อจะให้ราคาน้ำยางที่ระดับ DRC เพียงแค่ 40% เท่านั้น เนื่องจากเกรงว่าผู้ขายอาจเติมสารปลอมปนใด ๆ ลงในน้ำยางได้ (ตารางที่ 1)

การคำนวณหาปริมาณเนื้อยางแห้งในน้ำยางสดเพื่อคิดราคา วิธีไหนจะได้กำไรกว่ากัน การหาปริมาณเนื้อยางแห้ง จำเป็นต้องวัดหรือใช้เพื่อคำนวณการซื้อขาย และใช้คำนวณปริมาณกรดและน้ำที่เติมเพื่อทำยางแผ่น น้ำยางข้นและผลิตยางแท่ง อีกทั้งปัจจุบันตลาดน้ำยางสดมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นตามความต้องการของโรงงานแปรรูปน้ำยางข้น ยางแท่ง ยางแผ่นรมควัน และยางเครพ ทำให้ชาวสวนยางมีทางเลือกในการขายน้ำยางสดโดยตรง เนื่องจากลดต้นทุนและประหยัดเวลา ทั้งนี้น้ำยางสดที่ชาวสวนจะนำมาจำหน่ายจะมีพ่อค้ารับซื้อตามจุดรวบรวมน้ำยางต่างๆ ดังนั้น เกษตรกรที่ต้องการขายน้ำยางสดหรือทำยางแผ่นควรมีความรู้ความเข้าใจในการหาปริมาณเนื้อยางแห้ง ดังนี้

การหาปริมาณเนื้อยางแห้งเป็นค่าของเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งในน้ำยาง โดยเทียบจากน้ำยาง 100 ส่วน วิธีการสามารถกระทำได้หลายวิธีแต่ที่นิยมและเชื่อถือมี 2 วิธี คือวิธีมาตรฐาน และใช้เครื่องวัดความถ่วงจำเพาะ โดยวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการเป็นวิธีที่ถูกต้องแม่นยำเกษตรกรขายได้ในราคาที่กำหนดและยุติธรรม แต่วิธีการหา DRC ด้วยเมโทรแลคจะมีความแม่นยำของ DRC อยู่ที่ 32% – 38% เท่านั้น หากน้ำยางมี DRC สูงกว่า 38% เมโทรแลคจะอ่านได้มากกว่า 38% ในทำนองเดียวกันหากน้ำยางมี DRC ต่ำกว่า 32% เมโทรแลคจะอ่านได้ต่ำกว่า 32% เช่นกัน หมายความว่าถ้าหาก DRC เท่ากับ 30% เมโทรแลคจะอ่านได้ 29% หรือ 28% นั่นหมายถึงทุกปริมาณ

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบราคายางที่เกษตรกรควรได้รับกับราคาที่ลดลงหากเติมน้ำลงในน้ำยางสด

ปริมาณน้ำยางสด (กก.)	% เนื้อยาง	น.น. แห้ง (กก.)	เติมน้ำ (กก.)	ปริมาณน้ำยาง (กก.)	% เนื้อยาง	น.น. แห้ง (กก.)	ราคาน้ำยาง (บาท/กก.)	ได้เงิน (บาท)	หัก/ต่ำ (บาท/กก.)	รวมหัก (บาท)	ได้รับเงิน (บาท)
100	32	32	-	-	-	32	50	1,600	-	-	1,600
100	32	32	6	106	30	31.8	50	1,590	-	-	1,590
											(10)
100	32	32	10	110	29	31.9	50	1,595	1	110	1,485
											(115)
100	32	32	14	114	28	31.9	50	1,596	2	224	1,372
											(228)

หมายเหตุ โรงงานอาจกำหนดไม่รับซื้อน้ำยางที่ % DRC ต่ำกว่า 28
ตัวเลขใน ( ) เป็นค่าขาดทุนที่เกษตรกรได้รับ

เนื้อยางแห้ง 1 กิโลกรัม เกษตรกรจะขาดทุนเท่ากับราคายางต่อ 1 - 2 กิโลกรัมเสมอ เช่นเดียวกับเกษตรกรที่เติมน้ำลงในน้ำยางนอกจากจะถูกหักราคาตามข้อกำหนดของผู้รับซื้อแล้ว เปอร์เซ็นต์ของ DRC ที่ลดลงต่ำกว่า 32% ถ้าหากใช้เมโทรแลควัดหาปริมาณเนื้อยางแห้งเกษตรกรจะขาดทุน 2 เด้ง

ปัจจุบันผู้รับซื้อที่เป็นพ่อค้าคนกลางจะใช้ไมโครเวฟในการหาปริมาณเนื้อยางแห้งอย่างที่ชาวบ้านทั่วไปเข้าใจว่าเป็นการหาค่า DRC แต่จริงๆ แล้วยางที่ผ่านการอบจากไมโครเวฟจะเป็นยางแห้งที่มีการระเหยน้ำออกไปเท่านั้น ค่าที่ได้จึงเป็นค่าปริมาณของแข็งทั้งหมด ผู้รับซื้อส่วนใหญ่ใช้น้ำหนักน้ำยางที่ 8.00 กรัม – 8.50 กรัม หรือ 0.80 กรัม – 0.85 กรัม ทำให้ค่าที่คำนวณได้มีความแตกต่างจากวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการเฉลี่ย 2% - 3% ทำให้เมื่อนำน้ำยางสดไปจำหน่ายเกษตรกรจะขาดทุน 2 - 3 เท่าของราคายางต่อน้ำหนักยาง 1 กิโลกรัมเสมอ อย่างไรก็ตามหากจะใช้ไมโครเวฟในการหา DRC ควรใช้น้ำหนักของน้ำยางสดที่ 9.00 กรัม จะให้ค่าที่ได้ใกล้เคียงกับ DRC ตามมาตรฐานที่สุด

ยางแห้ง

ยางแห้งเป็นยางที่จับตัวแล้วอยู่ในรูปยางก้อนถ้วย ยางก้อน ยางก้นถ้วย เศษยางตามรอยกรีด ยางคัตติ้ง ยางเครพ มีทั้งเป็นยางที่สะอาดและมีสิ่งสกปรกปะปน เช่น ดิน ทราย เปลือกไม้ เป็นต้น ยางแห้งเหล่านี้เป็นวัตถุดิบขั้นต้นในการนำไปแปรรูปเป็นยางเครพ หรือยางแท่งเกรด STR 10 และ STR 20 ยางแห้งที่ขายได้ราคาดีจะเป็นยางที่สะอาดไม่มีสิ่งปลอมปนใดๆ ไม่ว่าจะเป็นดิน ทราย เปลือกไม้ เป็นต้น หากมีการปะปนแล้วมองเห็นเด่นชัดทางโรงงานจะหักราคากิโลกรัมละ 5 – 10 บาท แต่ถ้าเป็นสารปลอมปนชนิดที่ร้ายแรง เช่น ยางตาย ซึ่งเป็นยางที่ผสมสารเคมีและผ่านความร้อนแล้ว เช่น ถุงมือยาง ท่อยาง เป็นต้น เป็นสิ่งปลอมปนที่ถือว่าร้ายแรงเนื่องจากทำความเสียหายให้กับผลิตภัณฑ์ ทางโรงงานจะกำหนดเรียกค่าเสียหายชิ้นละไม่ต่ำกว่า 1,000 บาท และมีมาตรการในการไม่รับซื้อจากเกษตรกรรายนี้อีก

ยางแห้งที่สะอาดในการผลิตยางแท่งจะได้ยางแท่งเกรดสูงคือ STR 10 ซึ่งใช้แรงงาน น้ำ และใช้เครื่องจักรหลักเช่น prebreaker, creper และ

shredder ไม่เกิน 15 ตัว ทำให้ประหยัดทั้งแรงงาน น้ำและพลังงานที่ใช้ หากเป็นยางแห้งที่สกปรกจะต้องมีวิธีการจัดการที่ยุ่งยากขึ้น ใช้พื้นที่ในการดำเนินงานมากขึ้น ใช้น้ำ และพลังงานมากกว่าเท่าตัว โดยเฉพาะเครื่องจักรที่ต้องใช้จำนวนมากขึ้นไม่ต่ำกว่า 22 ตัว อีกทั้งได้ยางที่มีคุณภาพต่ำกว่าคือเป็นยางแท่ง STR 20 ซึ่งในกระบวนการผลิตจะต้องใช้ยางที่มีคุณภาพดีผสมเพื่อให้ได้ยางที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานนั่นหมายถึงต้นทุนวัตถุดิบที่เพิ่มขึ้นอีกครั้ง โรงงานที่ผลิตยางที่มีคุณภาพต่ำจะมีของเสียในปริมาณมากขึ้นเช่น เศษดิน ทราย เปลือกไม้ ยังต้องหาที่ฝังกลบ ส่วนน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากการผลิตจะมีค่าปริมาณสิ่งสกปรกมากกว่ายางที่สะอาดกว่า 3 เท่าตัว ต้องใช้พื้นที่การบำบัดมากกว่าวัตถุดิบยางที่มีความสะอาด รวมทั้งกลิ่นเหม็นที่เกิดขึ้นยังรุนแรงมากกว่ายางที่สะอาดกว่า จำเป็นต้องหาวิธีการจัดการของเสียที่เกิดขึ้น นอกจากนี้ ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้นหลายเท่าตัว

สารเคมี

สารเคมีเป็นตัวที่สำคัญที่ช่วยให้ผลการแปรรูปเป็นยางดิบชนิดต่างๆ มีคุณภาพตามมาตรฐาน การใช้สารเคมีที่ถูกต้อง และที่สำคัญใช้เท่าที่จำเป็นในปริมาณที่เหมาะสม จะเป็นสิ่งที่ช่วยให้ยางดิบมีคุณภาพตรงตามความต้องการของผู้ใช้ หากใช้ในปริมาณที่น้อยเกินไปจะทำให้คุณภาพของวัตถุยางเสียได้ สารเคมีที่ใช้มีทั้งสารรักษาสภาพน้ำยางและสารจับตัวยาง สารรักษาสภาพน้ำยางควรใช้ให้ตรงตามการแปรรูปยางดิบชนิดนั้นๆ เช่น น้ำยางสดที่นำไปผลิตเป็นยางแผ่นรมควัน หรือยางแผ่นอบแห้ง ควรใช้สารรักษาสภาพที่เป็นโซเดียมซัลไฟท์ ในอัตรา 0.05% ต่อน้ำยางสด หมายความว่าน้ำยางสด 100 กิโลกรัมใช้โซเดียมซัลไฟท์ 50 กรัม แต่ถ้าใส่น้อยเกินไปอาจไม่สามารถรักษาสภาพน้ำยางได้ น้ำยางอาจจับตัวเป็นเม็ดหรือเป็นก้อนได้ เมื่อนำไปผลิตเป็นยางแผ่นจะทำให้ผิวไม่สม่ำเสมอ มีฟองอากาศ แผ่นยางด่าง – ดำ จากการที่จับตัวยางที่เริ่มเสียสภาพเร็วกว่ายางปกติ และที่สำคัญเมื่อจำหน่ายก็จะได้ราคาที่ต่ำลง แต่หากใส่มากเกินไปทำให้ยางเหนียวมีสีคล้ำ ผิวยางลื่น นอกจากคุณภาพของยางแผ่นไม่ดีพอแล้ว เมื่อนำไปจำหน่ายจะได้ราคาที่ลดลงกว่ายางที่มีคุณภาพดีกว่าเกือบกิโลกรัมละ 1 บาท อีกทั้งทำให้ต้นทุนของการใช้สารเคมีเพิ่มขึ้นอีก สำหรับต้นทุนของโซเดียมซัลไฟท์ต่อน้ำยางสด 100 กิโลกรัมเท่ากับ 1.80 บาท ทำยางได้ประมาณ 30 แผ่น หรือยางแผ่น 1 กิโลกรัม มีต้นทุนการใช้สารรักษาสภาพ 0.06 บาท ซึ่งหากคำนวณแล้วหากยางแผ่นที่ผลิตตรงตามมาตรฐานและคุณภาพพอจะได้ราคาที่สูงกว่าท้องตลาดทั่วไปกิโลกรัมละ 1 บาท ดังนั้น เมื่อหักต้นทุนแล้วจะมีผลกำไรอยู่ที่กิโลกรัมละ 0.94 บาท ถ้าหากใช้ตามอัตราคำแนะนำข้างต้นจะทำให้ยางแผ่นที่ผลิตได้สีสวย แผ่นไม่เหนียวอีกทั้งจำหน่ายได้ในราคาเทียบเท่ายางแผ่นคุณภาพดี อย่างไรก็ตาม หากเป็นไปได้ในการแปรรูปควรเป็นน้ำยางที่มีความสดมากที่สุด ถ้าเป็นระดับโรงงานอุตสาหกรรมก็ควรใช้สารรักษาสภาพตามความจำเป็นและเหมาะสม

ในการรักษาสภาพน้ำยางสดที่นำไปผลิตเป็นน้ำยางข้น จะใช้แอมโมเนีย (NH_3) ซึ่งอยู่ในรูปก๊าซ เป็นสารเคมีที่แนะนำ เติมในรูปสารละลายในอัตรา 0.01 – 0.05% ต่อน้ำหนักน้ำยางสด ก่อนปั่นน้ำยางควรเติม NH_3 ลงไปอยู่ที่ระดับไม่เกิน 0.4% ซึ่งหากเติมในปริมาณมากเกินไปจะทำให้สิ้นเปลืองและข้อกำหนดตามมาตรฐานสำหรับ NH_3 ในน้ำยางข้นชนิดแอมโมเนียต่ำ (LA) อยู่ที่ระดับไม่เกิน 0.29% และน้ำยางข้นชนิดแอมโมเนียสูง (HA) อยู่ที่ระดับไม่ต่ำกว่า 0.60% ในการปั่นน้ำยางข้นหากมีการใช้แอมโมเนียมากเกินไปจะส่งผลให้ตกค้างอยู่ในหางน้ำยางในปริมาณสูงและจะสิ้นเปลืองกรดที่ใช้ในการจับตัวเนื้อยางซึ่งจะส่งผลให้ต้นทุนการผลิตยางสกิมสูงขึ้น สำหรับยางแท่งเกรด STR XL และ STR 5L แนะนำให้ใช้ NH_3 ในอัตรา 0.05% ร่วมกับกรดบอริกในอัตรา 0.05% สามารถรักษาสภาพน้ำยางสดได้นานถึง 40 ชั่วโมง หากใช้ NH_3 ผลิตยางแผ่นจะทำให้ยางแผ่นสีคล้ำและเหนียวได้ เมื่อนำไปจำหน่ายอาจได้ราคาที่ต่ำกว่ายางแผ่นที่ใช้โซเดียมซัลไฟท์เป็นสารรักษาสภาพน้ำยาง

สารเคมีสำหรับจับตัวยางตามคำแนะนำคือ กรด

ฟอร์มิค เนื่องจากเป็นสารอินทรีย์ระเหยได้ง่าย ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและไม่ตกค้างในยางหากใช้ในอัตราที่แนะนำ กรดฟอร์มิคถ้าใช้จับตัวยางภายในวันเดียวแล้วรีดแผ่น ให้ใช้ในอัตรา 0.6% ต่อน้ำหนักยางแห้ง จะมีต้นทุนการทำแผ่นกิโลกรัมละ 0.31 บาท แต่ถ้าหากจะรีดยางในวันรุ่งขึ้นให้ใช้ในอัตรา 0.4% ต่อน้ำหนักยางแห้ง จะมีต้นทุนการทำแผ่นกิโลกรัมละ 0.21 บาท สามารถลดต้นทุนไปได้ 0.10 บาท ดังนั้นหากทำยางแผ่นได้วันละ 1,000 กิโลกรัม จะสามารถประหยัดกรดไปได้วันละ 100 บาท หรือเดือนละ 3,000 บาท ปีละ 36,000 บาท การทำยางแผ่นโดยรีดในวันรุ่งขึ้น นอกจากจะลดต้นทุนการใช้กรดแล้ว ยังทำให้แผ่นยางมีคุณภาพดีกว่ารีดภายในวันเดียวกัน ส่วนใหญ่เกษตรกรใช้กรดซัลฟูริกในการทำยางแผ่น เนื่องจากมีต้นทุนต่ำกว่าและมักรีบเร่งในการจับตัว ยางแผ่นดิบที่ได้จึงมีความยืดหยุ่นน้อยกว่ายางแผ่นที่จับตัวในวันรุ่งขึ้น กรดซัลฟูริกมีต้นทุนเฉลี่ยกิโลกรัมละ 0.16 บาท แต่มีข้อเสียตรงที่ยางแผ่นมีสีคล้ำ หากใช้มากเกินไปจะทำให้ยางแผ่นเหนียว แห้งช้า โอกาสยางขึ้นรามีมากกว่าการใช้กรดฟอร์มิค โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเกษตรกรนำยางไปตากแดดยิ่งทำให้ยางเสียคุณภาพจะจำหน่ายได้ในราคาของยางคุณภาพคละ ซึ่งมีราคาที่ต่ำกว่ายางที่มีคุณภาพดีกิโลกรัมละ 1.20 บาท นอกจากนี้ น้ำเสียจากการใช้กรดซัลฟูริกที่มีซัลเฟตตกค้างเมื่อทำปฏิกิริยากับสารอินทรีย์ในน้ำจะตกตะกอนของซัลไฟด์ที่มีสีดำ และทำให้ยากต่อการบำบัด กรดซัลฟูริกเป็นกรดแก่ เมื่อนำไปผสมกับน้ำจะเกิดปฏิกิริยารุนแรง มีกลิ่นเหม็นแสบจมูก ซึ่งถ้าจะคิดต้นทุนในการใช้กรดซัลฟูริกในการทำยางซึ่งมีราคาถูกกว่ากรดฟอร์มิคก็จริง แต่หากจะคิดความเสี่ยงของมลภาวะและการจัดการน้ำเสียที่เกิดขึ้น จะทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นได้

น้ำ

น้ำเป็นส่วนประกอบหลักในการแปรรูปยางดิบ น้ำที่เกิดขึ้นจากการแปรรูปมี 2 ส่วน คือ น้ำล้างในโรงงานและน้ำในกระบวนการผลิต น้ำล้างในโรงงานเป็นน้ำที่ใช้ล้างวัสดุอุปกรณ์ ล้างเครื่องมือ ส่วนน้ำในกระบวนการผลิตส่วนใหญ่จะเป็นน้ำที่ใช้ในการผสมยางเพื่อทำการเจือจางและการล้างยางให้มีความสะอาด การใช้น้ำอย่างประหยัดอาจทำให้ได้ยางที่ไม่สะอาด ในทางกลับกัน ถ้าหากใช้น้ำที่ฟุ่มเฟือยจะส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นได้ น้ำที่ใช้อย่างเหมาะสมจะส่งผลต่อคุณภาพยางที่ดีด้วย อย่างไรก็ตาม น้ำเป็นต้นทุนอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญ บางครั้งอาจต้องลงทุนสร้างถังตกตะกอนเพื่อที่จะได้น้ำสะอาด แนวทางการลดต้นทุนจะต้องไม่ใช้น้ำมากเกินไป ให้ใช้ในปริมาณที่เหมาะสมกับกระบวนการผลิตนั้นๆ น้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตยางแผ่นดิบ ยางแผ่นรมควัน น้ำยางข้น และยางแท่ง มีปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ย 2, 3, 4 และ 16 ลบ.ม. ต่อกำลังการผลิตยาง 1 ตัน สำหรับยางแท่ง STR 10 และ STR 20 จะมีปริมาณการใช้น้ำที่แตกต่างกัน ยางแท่ง STR 10 เป็นยางที่สะอาดกว่ามีปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ย 10 ลบ.ม./ยางแท่ง 1 ตัน ในขณะที่ยางแท่ง STR 20 จะมีปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ย 18 ลบ.ม./ยางแท่ง 1 ตัน เป็นต้น (ปรีดิ์เปรม, 2545) สำหรับแนวทางการใช้น้ำในโรงงานน้ำยางข้นและยางแท่ง STR กรมโรงงานอุตสาหกรรมได้ศึกษาในหลักปฏิบัติเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาดสำหรับอุตสาหกรรมรายสาขายางพารา ซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางในการลดต้นทุนได้ (ภาคผนวกที่ 1-7)

สำหรับโรงงานยางแท่งจากข้อมูลของกรมโรงงานปี 2544 พบว่า มีการใช้น้ำมักนำมาจากแหล่งธรรมชาติ เช่น คลอง แม่น้ำ หนอง บึง เป็นต้น โรงงานส่วนใหญ่จึงต้องวางแผนการใช้น้ำเพื่อลดต้นทุนการผลิตเพื่อที่จะได้น้ำที่สะอาด ส่วนค่าใช้จ่ายที่ยังคงมีอยู่คือการปรับสภาพน้ำให้เหมาะแก่การใช้งาน และต้นทุนค่าก่อสร้างการเดินระบบขนถ่ายน้ำเข้าสู่ระบบเท่านั้น โรงงานบางแห่งมีแหล่งที่ตั้งไม่เอื้อต่อการจัดหาแหล่งน้ำธรรมชาติมาใช้จึงต้องหาน้ำดิบจากการประปาส่วนภูมิภาคหรือบ่อน้ำบาดาลซึ่งมีต้นทุนของทรัพยากรน้ำที่ค่อนข้างสูง ทำให้โรงงานสูญเสียศักยภาพการแข่งขันกับโรงงานคู่แข่งที่มีต้นทุนทรัพยากรน้ำต่ำกว่า การปรับปรุงคุณภาพน้ำที่ใช้แล้วเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่จึงมีความจำเป็น อนึ่ง น้ำบาดาลมีทั้งน้ำบาดาลบ่อตื้นและบ่อลึก น้ำบาดาลบ่อลึกและขนาดใหญ่มีต้นทุนการดำเนินการค่อนข้างสูง ส่วนน้ำบาดาลบ่อตื้นมี

ต้นทุนต่ำกว่าแต่ไม่เป็นที่นิยมเนื่องจากไม่สามารถนำน้ำมาใช้ในโรงงานได้อย่างเพียงพออีกทั้งน้ำบาดาลบ่อตื้นมีค่าใช้จ่ายในการปรับสภาพน้ำซึ่งมีปริมาณแร่ธาตุอยู่มาก

พลังงาน

พลังงานเป็นปัจจัยสำคัญในการแปรรูปยางทุกชนิด มีการใช้พลังงานจากกระแสไฟฟ้าและพลังงานจากน้ำมันเชื้อเพลิงในการแปรรูปยางแท่งและน้ำยางข้น ส่วนการผลิตยางแผ่นรมควันจะใช้พลังงานความร้อนจากการเผาไหม้ไม้ฟืน

กระแสไฟฟ้า

ค่ากระแสไฟฟ้าเป็นต้นทุนสำคัญ เนื่องจากกระแสไฟฟ้าใช้ในการขับเคลื่อนเครื่องจักรทุกชนิดในกระบวนการผลิต การผลิตยางแท่งแยกเป็น 2 ประเภท คือ ยางแท่งที่ใช้น้ำยางสดเป็นวัตถุดิบ จะใช้เครื่องจักรในการผลิต 5 ชุด เช่น crusher 1 ชุด creper 3 ชุด shredder 1 ชุด ยังมีในส่วนของเตาอบ และเครื่องอัดแท่งที่ต้องใช้กระแสไฟฟ้า น้ำยางสดเป็นวัตถุดิบที่สะอาด มีสิ่งสกปรกและสิ่งปลอมปนน้อย เครื่องจักรเพียง 5 ชุดดังกล่าว สามารถผลิตได้ยางแท่งเกรด STR XL และ STR 5L ได้ แต่การผลิตยางแท่ง STR 20 คุณภาพของวัตถุดิบจะเป็นตัวกำหนดชนิดและจำนวนเครื่องจักร วัตถุดิบยางที่มีคุณภาพต่ำ เช่น ยางแผ่นรมควันที่ไม่สามารถจัดชั้นได้ ยางก้นถ้วย เศษยางตามรอยกรีด เศษยางที่ตกตามพื้น ยางก้อนถ้วยปนขี้เปลือก ยางเหล่านี้เป็นยางที่มีสิ่งปลอมปนและสกปรกมากจึงต้องใช้เครื่องจักรที่มีกำลังแรงสูง มีประสิทธิภาพในการตัด บด ฉีก และเฉือนสูง และมีจำนวนเครื่องมากขึ้นจนทำให้วัตถุดิบที่สกปรกมีความสะอาดและมีคุณภาพดีขึ้นได้ แต่ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น การเลือกใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพดีและมีสมบัติที่ใกล้เคียงกัน เช่น ยางก้อนถ้วยคุณภาพดี การใช้เครื่องจักรในกระบวนการผลิตก็ใช้จำนวนลดลง ในกระบวนการผลิตสามารถลดเครื่องจักรที่มีกำลังสูง เช่น slab cutter, prebreaker และ creper ลงได้ประมาณ 5 ชุด คิดเป็นกำลังม้าประมาณ 1,675 – 1,000 = 675 HP (462,520 วัตต์) ตามตารางที่ 2

สำหรับโรงงานน้ำยางข้น แนวทางในการลดต้นทุนการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปั่นน้ำยางโดยการติดตั้ง inverter เข้ากับเครื่องปั่นแยกที่ใช้ระบบเกียร์และ

ตารางที่ 2 ชนิดของวัตถุดิบกับจำนวนแรงม้าของเครื่องจักรที่จำเป็นต้องใช้ในกระบวนการผลิตยางแท่ง

วัตถุดิบ	Slab cutter 125 HP	Prebreaker 250 HP	Creper 75 HP	crusher 50 HP	Shredder 125 HP	รวม (HP)
น้ำยางสด [1/]	-	-	x 3 = 225	x 1 = 50	x 1 = 125	400
เศษยางคละ [2/]	x 2 = 250	x 2 = 500	x 9 = 675	-	x 2 = 250	1,675
ยางก้อนถ้วย [3/] คุณภาพดี	x 1 = 125	x 1 = 250	x 1 = 375	-	x 2 = 250	1,000

หมายเหตุ
[1/] เครื่องจักรหลักในกระบวนการผลิตยางแท่ง STR XL และ STR 5L
[2/] เฉพาะจักรหลักในกระบวนการผลิตยางแท่ง STR 20
[3/] เฉพาะจักรหลักในกระบวนการผลิตยางแท่ง STR 10

คลัช ซึ่งในการเปิดเครื่องปั่นครั้งแรกจะสูญเสียพลังงานค่อนข้างมากอันเนื่องจากแรงเสียดทานหน้าคลัช ซึ่ง inverter จะทำหน้าที่ค่อยๆ จ่ายกระแสไฟฟ้าให้เครื่อง ทำให้เครื่องเริ่มหมุนจนกระทั่งได้รอบที่ต้องการโดยที่ไม่เสียพลังงานจากแรงเสียดทานดังกล่าว ทำให้ประหยัดพลังงานลงได้มาก

น้ำมันเชื้อเพลิง

ใช้ในการเผาไหม้เพื่อนำความร้อนจากการเผาไหม้ทำให้ยางแห้ง การแปรรูปยางดิบที่ใช้ความร้อนทำให้ยางแห้งโดยไม่ใช้ควันได้แก่ ยางแท่ง และยางแผ่นอบแห้ง ดังนั้น เชื้อเพลิงที่เผาไหม้จะต้องมีคุณภาพสูง ในอดีตที่ใช้กันทั่วไปได้แก่ น้ำมันดีเซล เนื่องจากมีราคาต่ำกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดอื่น แต่จากสภาวะน้ำมันราคาแพงขึ้นทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น จึงมีการปรับเปลี่ยนเชื้อเพลิงจากน้ำมันดีเซลเป็นแก๊สธรรมชาติแทน ซึ่งปัจจุบันโรงงานยางแท่งได้ใช้แก๊สธรรมชาติ LPG เป็นเชื้อเพลิงแล้วประมาณร้อยละ 90

เชื้อเพลิงในกระบวนการผลิตยางแท่ง สำหรับกระบวนการผลิตที่ใช้เชื้อเพลิงเป็นน้ำมันดีเซลในการอบยางแท่งนั้น ขั้นตอนก่อนการอบยางจะต้องทำให้ยางเป็นเม็ดเล็กๆ ก่อน จากนั้นเมื่อยางผ่านเข้าไปในเตาอบน้ำมันดีเซลจะถูกพ่นออกมาเป็นฝอย และเกิดการเผาไหม้ในห้องเผา ความร้อนจากการเผาไหม้จะถูกดูดแล้วพ่นผ่านเม็ดยางที่บรรจุในกระบะที่บุด้วยตะแกรงสแตนเลสอยู่ด้านล่าง ความร้อนจะทำให้ความชื้นในยางระเหยออกไป ลักษณะดังกล่าวจะดำเนินไปอย่างต่อเนื่องภายในอุโมงค์โดยใช้เวลาประมาณ 3 – 4 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 100°C – 120°C จะทำให้ยาง 3,000 กิโลกรัมแห้งภายใน 1 ชั่วโมง โดยมีอัตราการแลกเปลี่ยนพลังงานจากน้ำมันดีเซล 1 ลิตร ต่อเนื้อยางแห้ง 28.67 กิโลกรัม หรือ 1.06 บาทต่อกิโลกรัมยางแห้ง ซึ่งในปัจจุบันเป็นการผลิตที่มีต้นทุนค่อนข้างสูง เมื่อมีการพัฒนานำก๊าซ LPG มาเป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้แทนน้ำมันดีเซล โดยการปรับเปลี่ยนระบบบางอย่าง พบว่าก๊าซ LPG 42.98 กิโลกรัม สามารถอบยางได้ 1,000 กิโลกรัม คิดเป็นค่าก๊าซ 0.69 บาท ต่อยาง 1 กิโลกรัม หรือลดต้นทุนค่าเชื้อเพลิงลงได้ 0.37 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งเชื้อเพลิงทั้ง 2 ชนิดนี้ใช้ในอุตสาหกรรมยางแท่ง STR หรือยางแท่งชนิดอื่นๆ ในส่วนของโรงงานแปรรูปน้ำยางข้นไม่ได้ใช้เชื้อเพลิงในการแปรรูปเพราะใช้วิธีปั่นแยกด้วยเครื่องปั่น

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบการใช้เชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ ในการแปรรูปยางดิบแต่ละชนิด

ชนิดของเชื้อเพลิง	ราคาจำหน่าย บาท/กก.	ปริมาณที่ใช้ กก./ตัน (DRC)	ค่าใช้จ่าย บาท/กก.	ชนิดของยางแปรรูป
LPG	16.00	42.98	0.69	STR, BLOCK
Diesel	30.33	34.88	1.06	STR, BLOCK
ฟืน	1.00	750	0.90	RSS
Solar* chamber	-	-	-	ADS, Crepe
Solar cell	-	-	-	-

หมายเหตุ * การอบยางด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ใช้ความร้อนมากกว่า 1,000 เมกกะจูล/ตัน สามารถประหยัดเงินได้ประมาณ 1,000 บาท/ตัน

ที่มา : จักรี เลื่อนราม (2556) การศึกษาการใช้พลังงานในการแปรรูปยางดิบชนิดต่าง ๆ

ยกเว้นในส่วนของการผลิตยางแท่งจากหางน้ำยาง (skim block) มีการใช้เชื้อเพลิงในเตาอบเช่นเดียวกับการอบยางแท่งทั่ว ๆ ไป

เชื้อเพลิงในกระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน

ในการผลิตยางแผ่นรมควันจะใช้ไม้ฟืนในการเผาไหม้เพื่อใช้ความร้อนและควัน ฟืนที่ใช้ได้จากไม้ชนิดใดก็ได้ ส่วนมากมักเป็นไม้ฟืนจากไม้ยางพาราที่ได้จากการล้มไม้ที่เป็นยางแก่ไม่สามารถให้ผลผลิตน้ำยางได้ หรือเป็นไม้ตามโครงการปลูกแทนด้วยยางพันธุ์ดี เนื่องจากไม้ยางพาราในปัจจุบันหายากและมีราคาค่อนข้างสูง กิโลกรัมละ 0.80 - 1.00 บาท ทำให้ต้นทุนการรมควันอยู่ที่ประมาณ 0.90 บาทต่อยางแห้ง 1 กิโลกรัม ซึ่งในอนาคตคาดว่าไม้ฟืนจะมีราคาเพิ่มขึ้น ซึ่งจะเป็นปัญหาอุตสาหกรรมการแปรรูปยางแผ่นรมควัน จึงทำให้หลายโรงงานใช้ไม้อื่นที่หาง่ายในพื้นที่ เช่น ไม้เงาะ ไม้เทียม เป็นต้น ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายไปได้ส่วนหนึ่ง ยกเว้นไม้ที่เผาไหม้แล้วมีคราบน้ำมันจะไม่นำมารมควันยางเพราะทำให้แผ่นยางมีคราบน้ำมันเกาะ แต่ในการรมควันยางไม้จากต้นยางพาราจะให้พลังงานความร้อนและอัตราการเผาไม้ที่เหมาะสมที่สุด บางครั้งการซื้อไม้ชนิดอื่นมารมควันนอกจากจะไม่สามารถรมควันได้อย่างมีประสิทธิภาพดีแล้วยังส่งผลให้ต้นทุนการรมควันสูงขึ้นอีกด้วย การรมควันจะใช้อุณหภูมิต่ำกว่าการอบยางแท่งโดยใช้อุณหภูมิประมาณ 50°C – 65°C เวลาประมาณ 3 – 4 วัน ในการทำให้ยางแห้งคิดเป็นปริมาณไม้ฟืน 750 กิโลกรัมต่อการทำให้ยางแห้ง 1,000 กิโลกรัม แต่ทั้งนี้การใช้ไม้ฟืนที่ประหยัดต้นทุนที่สุด กรรมวิธีการผลิตยางแผ่นดิบก่อนรมควันจะต้องได้มาตรฐานเช่นกัน เช่น ความหนาของแผ่นไม่หนาเกินไป หากมีความหนามากกว่า 3.8 มิลลิเมตร จะต้องใช้ระยะเวลาการรมควันที่นานขึ้น ความชื้นของยางแผ่นก่อนรมควันก็เช่นกันหากมีปริมาณความชื้นเกินกว่า 25% จะต้องใช้ระยะเวลาที่นานกว่าการผึ่งยางให้สะเด็ดน้ำและทิ้งไว้ประมาณ 5 ชั่วโมงเพื่อให้ความชื้นลดลงเหลือประมาณ 20% อีกทั้งในห้องรมควันหากไม่มีปล่องระบายความชื้นจะทำให้น้ำที่อยู่ในแผ่นยางระเหยออกไปได้ยากทำให้สิ้นเปลืองไม้ฟืน นอกจากนี้ วิธีการที่จะลดต้นทุนการรมควันทำได้โดยใช้พลังงานทดแทนที่เป็นพลังงานจากธรรมชาติในการอบยางให้แห้งโดยการนำความร้อนจากแสงอาทิตย์มาผ่านตัวกลางที่สามารถเก็บความร้อนแล้วกระจายความร้อนเข้าสู่ตัวโรงอบเพื่อทำให้ยางแห้ง เช่น โรงอบพลังงานแสงอาทิตย์ ยางแผ่นอบแห้งที่ผลิตได้มีคุณภาพดี สีสวย ไม่ขึ้นรา ราคาจำหน่ายได้สูงกว่ายางแผ่นรมควันกิโลกรัมละ 2 บาท นอกจากนี้หากจะนำไปผลิตเป็นยางแผ่นรมควันสามารถลดต้นทุนการผลิตลงได้ 3 เท่า สำหรับพลังงานจากแสงอาทิตย์ซึ่งมีการใช้ในรูปของแผงโซล่าเซลที่ใช้พลังงานความร้อนเก็บไว้ในแบตเตอรี่แล้วนำมาเปลี่ยนเป็นกระแสไฟเพื่อใช้ แนวทางนี้ยังไม่ได้นำมาใช้ในการแปรรูปยางจึงควรมีการศึกษาเพื่อนำมาใช้ในเชิงอุตสาหกรรมให้มากขึ้น

สรุป

การดำเนินการทางธุรกิจหรือการผลิตยางดิบให้มีคุณภาพมาตรฐานย่อมต้องมีการลงทุนในครั้งแรกเพื่อหวังผลกำไรและลดต้นทุนการผลิตในระยะต่อมา น้ำยางสดนำไปแปรรูปได้เป็นยางดิบขั้นกลางทั้งในรูปน้ำยางและยางแห้ง การผลิตยางที่ได้คุณภาพตามมาตรฐานจะต้องเป็นน้ำยางที่สด สะอาด ปราศจากสิ่งเจือปนใดๆ ไม่ว่าจะเป็นการเติมน้ำ เปลือกไม้ ดิน เชือกฟาง หรือสิ่งปลอมปนที่ส่งกระทบต่อคุณภาพยางรวมทั้งยางตายที่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อการนำยางไปขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ มีการใช้สารเคมีที่เหมาะสมตามชนิดการแปรรูปเป็นยางดิบนั้นๆ ส่วนการใช้น้ำ พลังงาน เป็นปัจจัยพื้นฐานในการแปรรูปยางที่ต้องใช้อย่างประหยัดและเหมาะสม สำหรับการบริหารจัดการ แรงงาน การบำรุงรักษา และระบบโลจิสติกส์ ผู้ผลิตย่อมต้องศึกษาหาแนวทางในการลดต้นทุนการผลิต การลดปริมาณของเสีย ลดปริมาณมลภาวะที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต รวมทั้งการจัดการทรัพยากรอย่างคุ้มค่า ย่อมทำให้ผู้ประกอบการสามารถลดต้นทุนการผลิตได้อย่างแน่นอน

บรรณานุกรม

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2544. หลักปฏิบัติเพื่อ

ป้องกันมลพิษ (เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด) สำหรับอุตสาหกรรมรายสาขาอุตสาหกรรมน้ำยางข้น อุตสาหกรรมยางแท่งมาตรฐานเอสทีอาร์ 20. กรมโรงงาน กระทรวงอุตสาหกรรม.

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2554. หลักปฏิบัติเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ) ฉบับปรับปรุงอุตสาหกรรมรายสาขายางพารา. กรมโรงงาน กระทรวงอุตสาหกรรม.

จักรี เลื่อนราม. 2556. การศึกษาการใช้พลังงานในการแปรรูปยางดิบชนิดต่างๆ. เอกสารตีพิมพ์งานวิจัยแปรรูปยางดิบ กลุ่มวิจัย ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา.

ปรีดิ์เปรม ทัศนกุล. 2545. การวิเคราะห์น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมยางดิบ. รายงานผลงานฉบับเต็ม กลุ่มวิจัยการแปรรูปและทดสอบยาง ศูนย์วิจัยยางสงขลา สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 8 จังหวัดสงขลา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ภาคผนวกที่ 1

ค่าปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิตสำหรับอุตสาหกรรมน้ำยางข้น

ปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิต		ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่ามัธยฐาน	ค่าเฉลี่ย ± SD*
การสูญเสียเนื้อยาง (ร้อยละของเนื้อยางแห้งในน้ำยางสด)		1.13	6.55	1.85	2.38 ± 1.63
การใช้แอมโมเนีย (กก./ตันน้ำยางข้น)	HA	11.52	22.83	18.05	18.35 ± 3.82
	MA	13.01	16.73	15.65	15.13 ± 1.56
	LA	7.23	7.50	7.37	7.37 ± 0.14
การใช้ DAP (กก./ตันน้ำยางข้น)		1.35	3.39	2.22	2.16 ± 0.64
การใช้กรดซัลฟูริก (กก./ตันเนื้อยางแห้งในหางน้ำยาง)		171.30	327.00	225.00	239.26 ± 53.00
การใช้น้ำรวม (ลบ.ม./ตันน้ำยางข้น)		0.85	2.89	2.50	2.55 ± 0.95
การใช้น้ำส่วนการผลิตน้ำยางข้น (ลบ.ม./ตันน้ำยางข้น)		0.62	2.42	1.61	1.60 ± 0.65
การใช้ไฟฟ้ารวม (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ตันน้ำยางข้น)		70.94	148.53	82.45	94.94 ± 23.73
การใช้ไฟฟ้าส่วนการผลิตน้ำยางข้น (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ตันน้ำยางข้น)		29.78	95.56	63.98	61.29 ± 18.21
การใช้ไฟฟ้าส่วนการผลิตยางสกิม (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ตันน้ำยางสกิม)		193.07	404.15	279.38	277.20 ± 62.81
การใช้น้ำมันดีเซลในการผลิตยางสกิมบล็อค (ลิตร/ตันยางสกิมบล็อค)		28.00	45.00	31.00	34.67 ± 7.41
ภาระระบบบำบัดน้ำเสีย (กก. BOD/ตันน้ำยางข้น)		3.59	38.00	24.08	19.66 ± 7.53

หมายเหตุ *SD หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิตของโรงงานน้ำยางข้นที่เข้าร่วมโครงการฯ

ที่มา : หลักปฏิบัติเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ) ปี 2554

ภาคผนวกที่ 2

ค่าปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิตสำหรับอุตสาหกรรมยางแท่งมาตรฐานเอสทีอาร์ 20

ปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิต	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่ามัธยฐาน	ค่าเฉลี่ย ± SD*
การสูญเสียเนื้อยาง (ร้อยละของวัตถุดิบ)	0.74	8.32	1.70	3.11 ± 3.08
การใช้น้ำสะอาด (ลบ.ม./ตันยางแท่ง)	0.43	5.00	2.81	2.76 ± 1.63
การใช้น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว (ลบ.ม./ตันยางแท่ง)	11.62	20.15	14.11	15.00 ± 3.35
การใช้ไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ตันยางแท่ง)	149.17	207.08	186.63	182.38 ± 21.96
การใช้น้ำมันดีเซล (ลิตร/ตันยางแท่ง)	25.00	36.73	28.00	29.43 ± 4.48
การใช้ก๊าซ LPG (กก./ตันยางแท่ง)**	-	-	-	42.98
ภาระระบบบำบัดน้ำเสีย (กก. BOD/ตันยางแท่ง)	7.70	23.08	11.91	11.91 ± 8.73

หมายเหตุ *SD หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิตของโรงงานยางแท่งมาตรฐานเอสทีอาร์ 20 ที่เข้าร่วมโครงการฯ

**ข้อมูลการใช้ก๊าซ LPG เป็นข้อมูลที่ได้จากโรงงานจำนวน 1 แห่งเท่านั้น ดังนั้นจึงไม่สามารถนำข้อมูลมาใช้ในการกำหนดค่าปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพการผลิตได้ ใช้เป็นเพียงตัวอย่างที่ชี้วัดประสิทธิภาพการผลิตเท่านั้น

ที่มา : หลักปฏิบัติเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ) ปี 2554

ภาคผนวกที่ 3

เกณฑ์เปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิตสำหรับอุตสาหกรรมยางแท่งมาตรฐานเอสทีอาร์ 20

เกณฑ์เปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิต		หน่วย
1. การสูญเสียเนื้อยาง	0.90	%ของวัตถุดิบ
2. การใช้น้ำ		
2.1 การใช้น้ำสะอาด	3.00	ลูกบาศก์เมตร/ตันยางแท่ง
2.2 การใช้น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว	14.00	ลูกบาศก์เมตร/ตันยางแท่ง
3. การใช้ไฟฟ้า	185.00	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ตันยางแท่ง
4. การใช้เชื้อเพลิง		
4.1 การใช้น้ำมันดีเซล	28.00	ลิตร/ตันยางแท่ง
4.2 การใช้ก๊าซ LPG*	30.00	กิโลกรัม/ตันยางแท่ง
5. ภาระระบบบำบัดน้ำเสีย**	5.00	กิโลกรัม BOD/ตันยางแท่ง

หมายเหตุ * และ ** เป็นเกณฑ์เปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิต ซึ่งกำหนดจากค่ามัธยฐานของข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสำรวจการใช้ทรัพยากรในการผลิตของโรงงานผลิตยางแท่งมาตรฐาน เอสทีอาร์ 20 จำนวน 5 โรงงาน

ที่มา : หลักปฏิบัติเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ) ปี 2554

ภาคผนวกที่ 4

เกณฑ์เปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิตสำหรับอุตสาหกรรมน้ำยางข้น

เกณฑ์เปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิต		หน่วย
1. การสูญเสียเนื้อยาง	1.60	%เนื้อยางแห้งในน้ำยางสด
2. การใช้สารเคมี		
2.1 การใช้แอมโมเนีย		
2.1.1 ผลิต HA	18.00	กิโลกรัม/ตันน้ำยางข้น
2.1.2 ผลิต MA	15.00	กิโลกรัม/ตันน้ำยางข้น
2.1.3 ผลิต LA	7.50	กิโลกรัม/ตันน้ำยางข้น
2.2 การใช้ DAP	2.00	กิโลกรัม/ตันน้ำยางข้น
2.3 การใช้กรดซัลฟูริก	200.00	กิโลกรัม/ตันเนื้อยางแห้งในหางน้ำยาง
3. การใช้น้ำ		
3.1 การใช้น้ำรวม	2.50	ลูกบาศก์เมตร/ตันน้ำยางข้น
3.2 การใช้น้ำส่วนการผลิตน้ำยางข้น	1.60	ลูกบาศก์เมตร/ตันน้ำยางข้น
4. การใช้ไฟฟ้า		
4.1 การใช้ไฟฟ้ารวม	80.00	(กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ตันน้ำยางข้น)
4.2 การใช้ไฟฟ้าส่วนการผลิตน้ำยางข้น	61.00	(กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ตันน้ำยางข้น)
4.3 การใช้ไฟฟ้าส่วนการผลิตยางสกิม	240.00	(กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ตันน้ำยางสกิม)
5. การใช้น้ำมันดีเซลในการผลิตยางสกิมบล็อค	31.00	ลิตร/ตันยางสกิมบล็อค
6. ภาระระบบบำบัดน้ำเสีย	24.00	กิโลกรัม BOD/ตันน้ำยางข้น

ที่มา : หลักปฏิบัติเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ) ปี 2554

ภาคผนวกที่ 5

วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษสำหรับอุตสาหกรรมยางแท่งมาตรฐานเอสทีอาร์ 20

วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพ	ประเด็นที่เกี่ยวข้อง	กำลังการผลิต (ตัน/วัน)	ต้นทุนดำเนินการ (บาท)
1. การติดตั้งตะแกรงรองรับเศษยางที่หล่นจากขั้นตอนการลำเลียง	- การสูญเสียเนื้อยาง	134	100,000 (5 ชุด)
2. การปรับระบบการใช้น้ำในการล้างเศษยาง	- การใช้น้ำ	240	60,000
3. การใช้ก๊าซ LPG เป็นเชื้อเพลิงในการอบยางแท่งทดแทนการใช้น้ำมันดีเซล	- การใช้เชื้อเพลิง	135	1,000,000 (4 หัวเผา)
4. การติดตั้งมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง	- การใช้ไฟฟ้า	260	100,000
5. การติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์	- การใช้ไฟฟ้า	240	250,000

ที่มา : หลักปฏิบัติเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ) ปี 2554

ภาคผนวกที่ 5 (ต่อ)

วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษสำหรับอุตสาหกรรมยางแท่งมาตรฐานเอสทีอาร์ 20

วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพ	ผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ (บาท/ปี)	ระยะเวลาคืนทุน	ประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม
1. การติดตั้งตะแกรงรองรับเศษยางที่หล่นจากขั้นตอนการลำเลียง	226,270	5.30 เดือน	- ลดภาระระบบบำบัดน้ำเสีย
2. การปรับระบบการใช้น้ำในการล้างเศษยาง	38,365	1.56 ปี	- ลดภาระระบบบำบัดน้ำเสีย
3. การใช้ก๊าซ LPG เป็นเชื้อเพลิงในการอบยางแท่งทดแทนการใช้น้ำมันดีเซล	5,484,285	2.19 เดือน	- ลดมลพิษทางอากาศ
4. การติดตั้งมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง	29,737	3.36 ปี	- ลดการใช้ทรัพยากรในขั้นตอนการผลิตไฟฟ้า
5. การติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์	100,488	2.49 ปี	- ลดการใช้ทรัพยากรในขั้นตอนการผลิตไฟฟ้า

ที่มา : หลักปฏิบัติเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ) ปี 2554

ภาคผนวกที่ 6

วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษสำหรับอุตสาหกรรมน้ำยางข้น

วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพ	ประเด็นที่เกี่ยวข้อง	กำลังการผลิต (ตัน/วัน)	ต้นทุนดำเนินการ (บาท)
1. การติดตั้งตะแกรงกรองสิ่งสกปรกในบ่อรับน้ำยางสด แทนการติดตั้งในรางรับน้ำยางสด	- การสูญเสียเนื้อยาง - การใช้น้ำ - ภาระระบบบำบัดน้ำเสีย	23	50,000 (5 ชุด)
2. การใช้ภาชนะรองรับเพื่อรวบรวมน้ำค้างโบลว์ เพื่อผลิตยางสกิม	- การสูญเสียเนื้อยาง - การใช้กรดซัลฟูริก - ภาระระบบบำบัดน้ำเสีย	23	90,000 (2 ชุด)
3. การใช้ Cat-Polymer ในบ่อดักยางทดแทนการเติมกรดซัลฟูริก	- การสูญเสียเนื้อยาง - การใช้กรดซัลฟูริก - ภาระระบบบำบัดน้ำเสีย	5 (ยางสกิมเครพ)	88,500
4. การใช้ท่อกระจายแอมโมเนียแทนท่อปลายเปิดในบ่อเก็บน้ำยางสด	- การใช้แอมโมเนีย	15	56,000 (7 ชุด)
5. การติดตั้งระบบการนำแอมโมเนียกลับมาใช้ประโยชน์	- การใช้แอมโมเนีย	150	131,000
6. การติดตั้งอุโมงลมระเหยแอมโมเนียในหางน้ำยาง	- การใช้กรดซัลฟูริก	110	146,000
7. การใช้ Blower ดูดแอมโมเนีย (เพื่อนำไปบำบัดด้วย wet scrubber) ก่อนลงไปเก็บเศษขี้แป้งและกวาดแห้งด้วยใบยางรีดน้ำ	- การใช้น้ำ - ภาระระบบบำบัดน้ำเสีย	30	60,000
8. การใช้น้ำล้างแผ่นดิสก์ผ่านฝักบัวโดยใช้วาล์วเปิด-ปิดแบบเข่ากระทุ้ง	- การใช้น้ำ - ภาระระบบบำบัดน้ำเสีย	50	48,000 (3 ชุด)
9. การใช้เครื่องล้างแผ่นดิสก์	- การใช้น้ำ - การสูญเสียเนื้อยาง - ภาระระบบบำบัดน้ำเสีย	45	104,000
10. การติดตั้งอินเวอร์เตอร์กับมอเตอร์ของเครื่องปั่นแยก	- การใช้ไฟ - การใช้น้ำ	55	90,000
11. การใช้ก๊าซ LPG เป็นเชื้อเพลิงในการอบยางสกิมบล็อคทดแทนการใช้น้ำมันดีเซล	- การใช้เชื้อเพลิง	40 (ยางสกิมบล็อค)	500,000 (2 หัวเผา)

ที่มา : หลักปฏิบัติเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ) ปี 2554

ภาคผนวกที่ 6 (ต่อ)

วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษสำหรับอุตสาหกรรมน้ำยางข้น

วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพ	ผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ (บาท/ปี)	ระยะเวลาคืนทุน	ประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม
1. การติดตั้งตะแกรงกรองสิ่งสกปรกในบ่อรับน้ำยางสด แทนการติดตั้งในรางรับน้ำยางสด	19,752	2.53 ปี	- ลดการใช้น้ำ - ลดภาระระบบบำบัดน้ำเสีย
2. การใช้ภาชนะรองรับเพื่อรวบรวมน้ำค้างโบลว์ เพื่อผลิตยางสกิม	1,020,600	1.00 เดือน	- ลดภาระระบบบำบัดน้ำเสีย
3. การใช้ Cat-Polymer ในบ่อดักยางทดแทนการเติมกรดซัลฟูริก	318,960	3.30 เดือน	- ลดมลพิษทางอากาศ - ลดภาระระบบบำบัดน้ำเสีย
4. การใช้ท่อกระจายแอมโมเนียแทนท่อปลายเปิดในบ่อเก็บน้ำยางสด	110,093	6.00 เดือน	- ลดมลพิษทางอากาศ
5. การติดตั้งระบบการนำแอมโมเนียกลับมาใช้ประโยชน์	29,496	4.44 ปี	- ลดมลพิษทางอากาศ
6. การติดตั้งอุโมงลมระเหยแอมโมเนียในหางน้ำยาง	94,154	1.55 ปี	- ลดมลพิษทางอากาศ - ลดภาระระบบบำบัดน้ำเสีย
7. การใช้ Blower ดูดแอมโมเนีย (เพื่อนำไปบำบัดด้วย wet scrubber) ก่อนลงไปเก็บเศษขี้แป้งและกวาดแห้งด้วยใบยางรีดน้ำ	17,698	3.39 ปี	- ลดมลพิษทางอากาศ - ลดภาระระบบบำบัดน้ำเสีย
8. การใช้น้ำล้างแผ่นดิสก์ผ่านฝักบัวโดยใช้วาล์วเปิด-ปิดแบบเข่ากระทุ้ง	10,368	4.63 ปี	- ลดภาระระบบบำบัดน้ำเสีย
9. การใช้เครื่องล้างแผ่นดิสก์	30,563	3.40 ปี	- ลดภาระระบบบำบัดน้ำเสีย
10. การติดตั้งอินเวอร์เตอร์กับมอเตอร์ของเครื่องปั่นแยก	20,923	4.30 ปี	- ลดการใช้ทรัพยากรในขั้นตอนการผลิตไฟฟ้าและผ้าเบรก
11. การใช้ก๊าซ LPG เป็นเชื้อเพลิงในการอบยางสกิมบล็อคทดแทนการใช้น้ำมันดีเซล	834,940	7.20 เดือน	- ลดมลพิษทางอากาศ

ที่มา : หลักปฏิบัติเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ) ปี 2554

ภาคผนวกที่ 7

กรณีศึกษาวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษสำหรับอุตสาหกรรมน้ำยางข้นและยางแท่งมาตรฐาน เอสทีอาร์ 20

วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ	ประเด็นเป้าหมาย	กำลังการผลิต (ตัน/วัน)	ต้นทุนดำเนินการ (บาท)	ผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ (บาท/ปี)
1. การติดตั้งเครื่องล้างแผ่นดิสก์	การใช้น้ำ	45 เครื่องปั่นแยก 12 เครื่อง	104,000	30,562
2. การติดตั้งเครื่องอินเวอร์เตอร์กับมอเตอร์ของเครื่องปั่นแยก	การใช้ไฟฟ้า	55 เครื่องปั่นแยก 20 เครื่อง	90,000	20,923
3. การติดตั้งระบบการนำแอมโมเนียนำกลับมาใช้ประโยชน์	การใช้สารเคมี (แอมโมเนีย)	150 เครื่องปั่นแยก 33 เครื่อง	131,000	29,496
4. การติดตั้งอุโมงค์ลมระเหยแอมโมเนียหางน้ำยาง	การใช้สารเคมี (กรดซัลฟูริก)			
- กรณีที่ 1		110 เครื่องปั่นแยก 48 เครื่อง	146,000	94,153
- กรณีที่ 2		45 เครื่องปั่นแยก 12 เครื่อง	118,600	29,450
5. การปรับปรุงระบบการใช้น้ำในการล้างเศษยาง	การใช้น้ำ	240	60,000	38,365

ที่มา : หลักปฏิบัติเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ) ปี 2554

ภาคผนวกที่ 7 (ต่อ)

กรณีศึกษาวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษสำหรับอุตสาหกรรมน้ำยางข้นและยางแท่งมาตรฐาน เอสทีอาร์ 20

วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ	ผลประโยชน์ ค่าปัจจัยหลักที่บ่งชี้ประสิทธิภาพผลิต	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	ประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม
1. การติดตั้งเครื่องล้างแผ่นดิสก์	- การใช้น้ำรวมลดลง 0.05 ลูกบาศก์เมตร/ตันน้ำยางข้น - การใช้น้ำส่วนการผลิตน้ำยางข้นลดลง 0.05 ลูกบาศก์เมตร/ตันน้ำยางข้น	3.40	- ลดภาระระบบบำบัดน้ำเสีย
2. การติดตั้งเครื่องอินเวอร์เตอร์กับมอเตอร์ของเครื่องปั่นแยก	- การใช้ไฟฟ้ารวมลดลง 5.07 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ตันน้ำยางข้น - การใช้ไฟฟ้าส่วนการผลิตน้ำยางข้นลดลง 4.17 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ตันน้ำยางข้น	4.30	- ลดการใช้ทรัพยากรขั้นตอนการผลิตไฟฟ้าและผ้าเบรก
3. การติดตั้งระบบการนำแอมโมเนียนำกลับมาใช้ประโยชน์	- การใช้แอมโมเนียลดลง 0.07 กิโลกรัม/ตันน้ำยางข้น	4.44	- ลดมลพิษทางอากาศ
4. การติดตั้งอุโมงค์ลมระเหยแอมโมเนียหางน้ำยาง			- ลดมลพิษทางอากาศ - ลดภาระระบบบำบัดน้ำเสีย
- กรณีที่ 1	- การใช้กรดซัลฟูริกลดลง 32.32 กิโลกรัม/ตันเนื้อยางแห้งในหางน้ำยาง	1.55	
- กรณีที่ 2	- การใช้กรดซัลฟูริกลดลง 47.23 กิโลกรัม/ตันเนื้อยางแห้งในหางน้ำยาง	4.03	
5. การปรับปรุงระบบการใช้น้ำในการล้างเศษยาง	- การใช้น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วลดลง 17.90 ลูกบาศก์เมตร/ตันยางแท่ง	1.56	- ลดภาระระบบบำบัดน้ำเสีย

ที่มา : หลักปฏิบัติเทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการป้องกันมลพิษ) ปี 2554