

บทที่ 4
ผลการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสีย ระยะเวลาการแข็งตัว และน้ำหนักแห้งของยางแผ่นจากการใช้น้ำส้มควันไม้จากเปลือกมังคุด กรดซัลฟิวริก กรดฟอร์มิก น้ำหมักใบเงาะ กรดซัลฟิวริกผสมน้ำหมักใบเงาะ และกรดฟอร์มิกผสมน้ำหมักใบเงาะ ซึ่งผลการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

4.1 พืชของสารเคมี และวัตถุดิบจากธรรมชาติที่ใช้ในการแข็งตัวของน้ำยางพารา

ก่อนกระบวนการผลิตยางแผ่นจะมีการเตรียมสารเคมี และวัตถุดิบจากธรรมชาติที่ใช้ในการแข็งตัวของน้ำยางพารา ทั้งหมด 6 ชนิด คือ กรดซัลฟิวริก กรดฟอร์มิก น้ำส้มควันไม้จากเปลือกมังคุด น้ำหมักใบเงาะ กรดฟอร์มิกผสมน้ำหมักใบเงาะ และกรดซัลฟิวริกผสมน้ำหมักใบเงาะ ได้ทำการวัดพืชเคชก่อนนำมาผลิตยางแผ่น ผลการทดลองแสดงได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 1 ค่าพืชเคชของสารเคมีและวัตถุดิบจากธรรมชาติที่ใช้ในการแข็งตัวของน้ำยางพารา

สารเคมีและวัตถุดิบจากธรรมชาติที่ใช้ในการแข็งตัวของน้ำยางพารา	ค่าพืชเคช
กรดฟอร์มิก	2.20
กรดซัลฟิวริก	0.86
น้ำส้มควันไม้	3.89
น้ำหมักใบเงาะ	4.86
กรดฟอร์มิกผสมน้ำหมักใบเงาะ	2.82
กรดซัลฟิวริกผสมน้ำหมักใบเงาะ	1.68

จากตารางที่ 1 ค่าพืชเคชของสารเคมีและวัตถุดิบจากธรรมชาติที่ใช้ในการแข็งตัวของน้ำยางพารา ค่าพืชเคชที่มีความเป็นกรดมากที่สุดคือ กรดซัลฟิวริก รองลงมาคือ กรดซัลฟิวริกผสมน้ำหมักใบเงาะ กรดฟอร์มิก กรดฟอร์มิกผสมน้ำหมักใบเงาะ น้ำส้มควันไม้ และน้ำหมักใบเงาะ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.86, 1.68, 2.20, 2.82, 3.89 และ 4.86 ตามลำดับ

4.2 ระยะเวลาการแข่งตัวของยางแผ่น

จากการผลิตยางแผ่นโดยใช้สารเคมีและวัตถุดิบจากธรรมชาติเพื่อทำให้น้ำยางพาราเกิดการแข็งตัว ผลการทดลองพบว่า การผลิตยางแผ่นโดยใช้น้ำส้มควันไม้จากถ่านเปลือกมังคุด โดยใช้อัตราส่วน น้ำยางพารา: น้ำเปล่า: น้ำส้มควันไม้ เท่ากับ 4,000 : 2,000 : 500 มิลลิลิตร ทำให้น้ำยางพาราแข็งตัวได้เร็วที่สุด ผลการทดลองแสดงได้ดังตารางที่ 2 โดยน้ำส้มควันไม้ช่วยให้ยางพาราแข็งตัวเร็วกว่าสารเคมีที่ใช้กันอยู่ทั่วไป ได้แก่ การใช้กรดซัลฟิวริก และกรดฟอร์มิค (อัตราส่วนน้ำยางพารา: น้ำเปล่า: กรดฟอร์มิค เท่ากับ 4,000 : 2,000 : 4 มิลลิลิตร และอัตราส่วนน้ำยางพารา: น้ำเปล่า: กรดฟอร์มิค เท่ากับ 4,000 : 2,000 : 4 มิลลิลิตร) ซึ่งการใช้น้ำส้มควันไม้ กรดซัลฟิวริก และกรดฟอร์มิค ทำให้น้ำยางพาราแข็งตัวด้วยเวลาเฉลี่ยเท่ากับ 25.29, 37.64 และ 45.43 นาที ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม เมื่อผลิตยางแผ่นโดยใช้น้ำส้มควันไม้ในปริมาณที่น้อยกว่าสัดส่วนดังกล่าวข้างต้น ยางพาราจะไม่เกิดการแข็งตัว Santos และคณะ (2003) ได้ศึกษาการใช้กรดควันสำหรับการแข็งตัวของน้ำยางพารา เปรียบเทียบกับการใช้กรดฟอร์มิค 94% กรดอะซิติก ผลการทดลองพบว่ากรดควันสามารถใช้ในการจับตัวของน้ำยางพาราได้ดี และมีลักษณะทางกายภาพ และเคมีไม่ต่างจากกรดฟอร์มิค และกรดอะซิติก นอกจากนี้ Yodthong Baimark และคณะ (2006) ได้ศึกษาการใช้น้ำส้มควันไม้สำหรับใช้เพื่อการแข็งตัว และด้านเชื้อราในการผลิตยางแผ่นธรรมชาติ เปรียบเทียบกับกรดอะซิติก และกรดฟอร์มิค น้ำส้มควันไม้ที่นำมาเปรียบเทียบได้มาจากวัตถุดิบดังนี้ น้ำส้มควันไม้จากกะลามะพร้าว น้ำส้มควันไม้จากไม้ไผ่ และน้ำส้มควันไม้จากไม้ยูคาลิปตัส จากการทดลองพบว่า สมบัติเชิงกลของยางธรรมชาติ ที่ใช้น้ำส้มควันไม้ในการแข็งตัว คล้ายกับการใช้กรดอะซิติก และดีกว่ากรดฟอร์มิค และยังพบอีกว่าน้ำส้มควันไม้ทำให้น้ำยางแผ่นมีคุณสมบัติด้านเชื้อราได้ดีกว่ากรดอะซิติก และกรดฟอร์มิค

การผลิตยางแผ่นโดยการใช้หมักใบเงาะ ผลการทดลองพบว่าน้ำยางพาราไม่เกิดการแข็งตัว จึงนำหมักใบเงาะผสมกับกรดซัลฟิวริก และหมักใบเงาะผสมกรดฟอร์มิค โดยกรดฟอร์มิคผสมหมักใบเงาะ มีระยะเวลาการแข็งตัวเฉลี่ย 38.09 นาที และ กรดซัลฟิวริกผสมหมักใบเงาะ มีระยะเวลาการแข็งตัวเฉลี่ย 31.35 นาที ซึ่งจะมีความเร็วของการแข็งตัวเร็วกว่าการใช้กรดซัลฟิวริก และกรดฟอร์มิค เพียงชนิดเดียว ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ จิตินา และคณะ ที่ทำการทดลองโดยใช้กรดฟอร์มิค กรดฟอร์มิคผสมเปลือกเงาะบด กิ่งเงาะบดและใบเงาะบด เป็นสารช่วยการแข็งตัวในการผลิตยางแผ่น ผลปรากฏว่าส่วนต่างๆ ของเงาะมีผลทำให้น้ำยางแข็งตัวได้เร็วกว่าใช้กรดฟอร์มิคเพียงอย่างเดียว แต่คุณภาพทางด้านสีของยางต่ำกว่ามาตรฐาน จึงทำให้น้ำยางแผ่นที่ผลิตได้มีราคาต่ำ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า สารเคมี และวัตถุดิบจากธรรมชาติที่ใช้ในการแข็งตัวของน้ำยางพารา ทั้ง 6 ชนิด (ยกเว้นหมักใบเงาะ) มีผลต่อการแข็งตัวของน้ำยางพารา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 (P-value = 0.000)

4.3 น้ำหนักแห้งของยางแผ่น

จากการผลิตยางแผ่นโดยใช้สารเคมี และวัตถุดิบจากธรรมชาติเพื่อทำให้น้ำยางพารา เกิดการแข็งตัวในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน หลังจากทำแผ่นยางเสร็จแล้วตากแผ่นยางไว้ในที่ร่มเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ และนำมาชั่งน้ำหนักยางแห้ง ซึ่งได้ทำการทดลอง 3 ครั้ง ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 3

จากตารางที่ 3 น้ำหนักแห้งของยางแผ่น จากการใช้กรดฟอร์มิก กรดฟอร์มิกผสมน้ำหมักใบเงาะ กรดซัลฟิวริก กรดซัลฟิวริกผสมน้ำหมักใบเงาะ และน้ำส้มควันไม้ ทั้ง 3 ครั้งจะมีค่าที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งน้ำหนักแผ่นยางแห้งจากการใช้น้ำส้มควันไม้จะมากกว่าน้ำหนักแผ่นยางแห้งจากการใช้กรดซัลฟิวริก กรดซัลฟิวริกผสมน้ำหมักใบเงาะ กรดฟอร์มิก และกรดฟอร์มิกผสมน้ำหมักใบเงาะ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.94, 0.88, 0.85, 0.84 และ 0.83 กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนลักษณะสีของยางแผ่นที่ใช้น้ำส้มควันไม้ จะมีสีเหลืองแกมดำ ส่วนยางแผ่นที่ได้จากการใช้กรดฟอร์มิก กรดซัลฟิวริก กรดฟอร์มิกผสมน้ำหมักใบเงาะ และกรดซัลฟิวริกผสมน้ำหมักใบเงาะ จะมีสีเหลืองน้ำตาล

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่าสารเคมี และวัตถุดิบจากธรรมชาติที่ใช้ในการแข็งตัวของน้ำยางพารา ทั้ง 5 ชนิด มีผลต่อน้ำหนักแห้งของแผ่นยาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ($P\text{-value} = 0.000$)

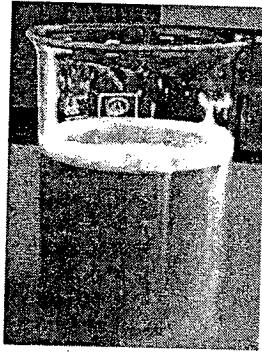
4.4 ลักษณะน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่น

ลักษณะน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่น สามารถแบ่งได้เป็น ลักษณะน้ำเสียทางกายภาพ ได้แก่ กลิ่น สี อุณหภูมิ และของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (TSS) ลักษณะน้ำเสียทางเคมี ได้แก่ pH ออกซิเจนละลายน้ำ (DO), บีโอดี (BOD), ซีโอดี (COD), ไนโตรเจนในรูป TKN, ไนโตรเจนในรูปแอมโมเนีย และปริมาณซัลไฟด์

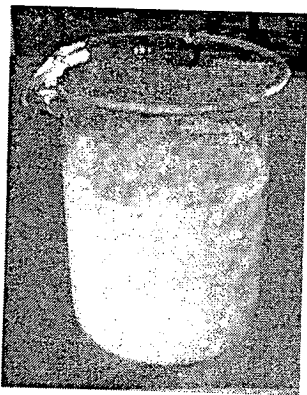
4.4.1 ลักษณะน้ำเสียทางกายภาพ

1) กลิ่นและสี

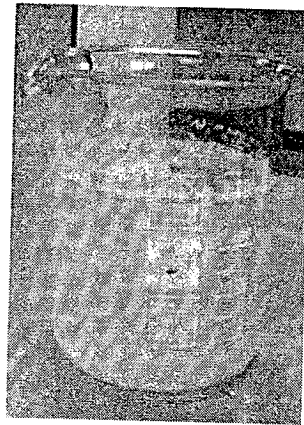
ลักษณะกลิ่นและสีของน้ำเสียที่เกิดจากการผลิตยางแผ่น โดยใช้น้ำส้มควันไม้ กรดซัลฟิวริก กรดฟอร์มิก กรดฟอร์มิกผสมน้ำหมักใบเงาะ และกรดซัลฟิวริกผสมน้ำหมักใบเงาะ จะมีสีและกลิ่นที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 4



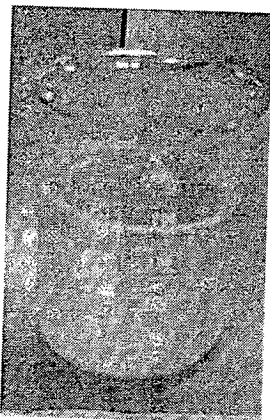
ภาพที่ 5 น้ำเสียจากการใช้น้ำส้มคว้นไม้



ภาพที่ 6 น้ำเสียจากการใช้กรด
ซัลฟิวริก



ภาพที่ 7 น้ำเสียจากการใช้กรด
ฟอร์มิก



ภาพที่ 8 น้ำเสียจากการใช้กรด
ซัลฟิวริกผสมน้ำหมักไบogas



ภาพที่ 9 น้ำเสียจากการใช้กรดฟอร์มิก
ผสมน้ำหมักไบogas

ตารางที่ 3 น้ำหนักแห้งของยางแผ่นจากการผลิตยางแผ่น โดยใช้น้ำส้มควันไม้ กรดฟอร์มิก กรดซัลฟิวริก กรดฟอร์มิกผสมน้ำหมักใบเงาะ และกรดซัลฟิวริกผสมน้ำหมักใบเงาะ

สารเคมีและวัตถุดิบจากธรรมชาติที่ใช้เพื่อการแข็งตัวของน้ำยางพารา	น้ำหนักแห้งของยางแผ่น (กิโลกรัม/แผ่น)										ลักษณะสีของยางแผ่น
	ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ครั้งที่ 3			เฉลี่ย	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
น้ำส้มควันไม้	1.00	1.00	0.90	0.90	0.90	0.90	1.00	1.00	0.90	0.94	เหลืองแกมดำ
กรดฟอร์มิก	0.90	0.80	0.80	0.90	0.90	0.80	0.80	0.80	0.90	0.84	เหลืองน้ำตาล
กรดซัลฟิวริก	0.90	0.90	0.80	1.00	0.90	1.00	0.90	0.80	0.80	0.88	เหลืองน้ำตาล
กรดฟอร์มิกผสมน้ำหมักใบเงาะ	0.90	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.90	0.80	0.90	0.83	เหลืองน้ำตาล
กรดซัลฟิวริกผสมน้ำหมักใบเงาะ	0.90	0.90	0.80	0.80	0.90	0.90	0.80	0.80	0.90	0.85	เหลืองน้ำตาล

ตารางที่ 4 กลิ่นและสีของน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นโดยใช้น้ำส้มควันไม้ กรดฟอร์มิก กรดฟอร์มิกผสมน้ำหมักใบเงาะ กรดซัลฟิวริก และกรดซัลฟิวริกผสมน้ำหมักใบเงาะ

สารเคมีและวัตถุดิบจากธรรมชาติที่ใช้ในการ แปรงตัวของน้ำยางพารา	ลักษณะน้ำเสียทางกายภาพ	
	กลิ่น	สี
น้ำส้มควันไม้	คล้ายควันไฟ	เหลืองขุ่น
กรดฟอร์มิก	เหม็นเปรี้ยว	เหลืองใส
กรดซัลฟิวริก	เหม็นเปรี้ยว	เหลืองใส
กรดฟอร์มิกผสมน้ำหมักใบเงาะ	เหม็นเปรี้ยว	เหลืองใส
กรดซัลฟิวริกผสมน้ำหมักใบเงาะ	เหม็นเปรี้ยว	เหลืองใส

จากตารางที่ 4 กลิ่นน้ำเสียจากการใช้กรดฟอร์มิก กรดฟอร์มิกผสมน้ำหมักใบเงาะ กรดซัลฟิวริก และกรดซัลฟิวริกผสมน้ำหมักใบเงาะ จะมีกลิ่นเหม็นเปรี้ยว น้ำเสียมีสีเหลืองใส ส่วนกลิ่นของน้ำเสียจากการใช้น้ำส้มควันไม้จะมีกลิ่นเหมือนควันไฟ น้ำเสียมีสีเหลืองขุ่น

2) อุณหภูมิ

อุณหภูมิของน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นโดยใช้กรดซัลฟิวริก กรดฟอร์มิกน้ำส้มควันไม้ กรดฟอร์มิกผสมน้ำหมักใบเงาะ และกรดซัลฟิวริกผสมน้ำหมักใบเงาะแสดงได้ดังตารางที่ 5 ซึ่งพบว่า น้ำเสียที่เกิดจากการผลิตยางแผ่นที่มีค่าอุณหภูมิสูงสุด ได้แก่ น้ำส้มควันไม้ รองลงมาคือ กรดซัลฟิวริก กรดซัลฟิวริกผสมน้ำหมักใบเงาะ กรดฟอร์มิกผสมน้ำหมักใบเงาะ และกรดฟอร์มิก มีค่าเท่ากับ 31.31, 31.04, 30.79, 30.58 และ 29.15 องศาเซลเซียส ตามลำดับ การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่าสารเคมี และวัตถุดิบจากธรรมชาติที่ใช้เพื่อการแปรงตัวของน้ำยางพารา ทั้ง 5 ชนิด มีผลต่ออุณหภูมิของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ($P\text{-value} = 0.002$)

ตารางที่ 5 อุณหภูมิของน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นโดยใช้น้ำส้มควันไม้ กรดฟอร์มิก กรดซัลฟิวริก กรดฟอร์มิกผสมน้ำหมักใบเงาะ และกรดซัลฟิวริกผสมน้ำหมักใบเงาะ

สารเคมีและวัตถุดิบจากธรรมชาติที่ใช้เพื่อการแข็งตัวของน้ำยางพารา	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)									เฉลี่ย
	ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ครั้งที่ 3			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
น้ำส้มควันไม้	29.70	30.30	29.60	30.60	30.90	29.80	33.40	33.90	33.60	31.31
กรดฟอร์มิก	29.10	29.70	30.10	29.10	28.90	28.70	28.90	29.30	28.60	29.15
กรดซัลฟิวริก	28.90	29.50	29.00	33.10	32.90	32.60	31.50	30.90	31.00	31.04
กรดฟอร์มิกผสมน้ำหมักใบเงาะ	30.40	30.30	30.10	31.20	31.00	30.40	30.10	30.40	30.30	30.58
กรดซัลฟิวริกผสมน้ำหมักใบเงาะ	30.30	30.40	30.70	31.20	30.90	30.40	30.50	31.00	30.70	30.79

3) ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด

ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดของน้ำเสียที่เกิดจากการผลิตยางแผ่นโดยใช้กรดซัลฟิวริก กรดฟอร์มิค น้ำส้มควันไม้ กรดฟอร์มิคผสมน้ำหมักใบเงาะ และกรดซัลฟิวริกผสมน้ำหมักใบเงาะ แสดงได้ดังตารางที่ 6 พบว่า ค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดจากน้ำเสียของการใช้ น้ำส้มควันไม้ในการเป็นสารช่วยให้ยางพาราแข็งตัวมีค่าสูงกว่าการใช้ กรดซัลฟิวริกผสมน้ำหมักใบเงาะ กรดฟอร์มิค ผสมน้ำหมักใบเงาะ กรดซัลฟิวริก และกรดฟอร์มิคมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,636.20, 669.26, 550.41, 405.18, และ 120.08 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่าสารเคมี และวัตถุดิบจากธรรมชาติที่ใช้ในการแข็งตัวของน้ำยางพารา ทั้ง 5 ชนิด มีผลต่อค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ($P\text{-value} = 0.000$)

4.4.2 ลักษณะน้ำเสียทางเคมี

1) pH

pH ของน้ำเสียจะใช้วัดความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ แสดงได้ดังตารางที่ 7 พิเศษของน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นที่ใช้กรดซัลฟิวริก กรดฟอร์มิค น้ำส้มควันไม้ กรดฟอร์มิคผสมน้ำหมักใบเงาะ และกรดซัลฟิวริกผสมน้ำหมักใบเงาะ ซึ่งน้ำเสียที่มีพีเอชสูงสุด ได้แก่ น้ำเสียจากการใช้กรดฟอร์มิกรองลงมาคือ กรดซัลฟิวริก น้ำส้มควันไม้ กรดฟอร์มิคผสมน้ำหมักใบเงาะ และกรดซัลฟิวริกผสมน้ำหมักใบเงาะ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.65, 4.45, 4.39, 3.76 และ 3.50 ตามลำดับ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่าสารเคมี และวัตถุดิบจากธรรมชาติที่ใช้เพื่อการแข็งตัวของน้ำยางพาราทั้ง 5 ชนิด มีผลต่อค่าพีเอชของน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ($P\text{-value} = 0.000$)

ตารางที่ 6 ของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นโดยใช้น้ำส้มควันไม้ กรดฟอร์มิก กรดซัลฟิวริก กรดฟอร์มิกผสมน้ำหมักใบเงาะ และกรดซัลฟิวริกผสมน้ำหมักใบเงาะ

สารเคมีและวัตถุดิบจากธรรมชาติที่ใช้เพื่อการแข็งตัวของน้ำยางพารา	ค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (มิลลิกรัม/ลิตร)									
	ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ครั้งที่ 3			เฉลี่ย
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
น้ำส้มควันไม้	817.65	1,295.83	1,238.64	1,814.43	3,122.22	2,683.68	1,211.60	1,264.00	1,277.78	1,636.20
กรดฟอร์มิก	103.57	124.83	104.16	59.61	59.19	44.32	206.12	244.44	188.47	126.08
กรดซัลฟิวริก	364.47	164.42	383.72	705.27	678.58	596.00	263.50	264.71	225..98	405.18
กรดฟอร์มิกผสมน้ำหมักใบเงาะ	647.62	537.93	460.00	653.71	610.00	594.23	413.21	504.78	532.19	550.41
กรดซัลฟิวริกผสมน้ำหมักใบเงาะ	882.23	551.16	616.13	803.14	548.08	623.42	810.21	562.56	626.42	669.26

ตารางที่ 7 พีเอชของน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่น โดยใช้น้ำส้มควันไม้ กรดฟอร์มิก กรดซัลฟิวริก กรดฟอร์มิกผสมน้ำหมักใบเงาะ และกรดซัลฟิวริกผสมน้ำหมักใบเงาะ

สารเคมีและวัตถุดิบจากธรรมชาติที่ใช้เพื่อการแข็งตัวของน้ำยางพารา	ค่าพีเอช									
	ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ครั้งที่ 3			เฉลี่ย
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
น้ำส้มควันไม้	4.28	4.31	4.25	4.44	4.50	4.39	4.46	4.50	4.43	4.39
กรดฟอร์มิก	4.78	4.53	4.61	4.91	4.87	4.75	4.47	4.53	4.44	4.65
กรดซัลฟิวริก	4.12	4.31	4.25	4.66	4.67	4.64	4.44	4.50	4.46	4.45
กรดฟอร์มิกผสมน้ำหมักใบเงาะ	3.83	3.80	3.84	3.79	3.80	3.75	3.64	3.71	3.67	3.76
กรดซัลฟิวริกผสมน้ำหมักใบเงาะ	3.52	3.50	3.54	3.51	3.48	3.56	3.41	3.44	3.50	3.50

2) ออกซิเจนละลายน้ำ (DO)

จากการวัดค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำเสีย พบว่า น้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางแผ่นโดยใช้กรดซัลฟิวริก กรดฟอร์มิก น้ำส้มควันไม้ กรดซัลฟิวริกผสมน้ำหมักไบogas กรดฟอร์มิกผสมน้ำหมักไบogas เป็นสารที่ทำให้น้ำยางพาราเกิดการแข็งตัว ไม่มีออกซิเจนละลายอยู่ในน้ำเสียเลย

3) ค่าซีโอดี (COD)

ค่าซีโอดีของน้ำเสีย เป็นปริมาณออกซิเจนทั้งหมดที่ต้องการใช้ในการออกซิไดซ์สารอินทรีย์ในน้ำ ให้กลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำ ซึ่งแสดงได้ดังตารางที่ 8 ค่าซีโอดีในน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นโดยใช้กรดฟอร์มิก จะมีความมากที่สุด รองลงมาคือน้ำส้มควันไม้ กรดซัลฟิวริกผสมน้ำหมักไบogas กรดซัลฟิวริก และกรดฟอร์มิกผสมน้ำหมักไบogas มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26,026.67, 23,822.22, 22,168.89, 21,866.49 และ 20,480.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่าสารเคมี และวัตถุดิบจากธรรมชาติที่ใช้ในการแข็งตัวของน้ำยางพารา ทั้ง 5 ชนิด มีผลต่อค่าซีโอดีในน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ($P\text{-value} = 0.00$)

4) ค่าบีโอดี (BOD)

ค่าบีโอดีของน้ำเสีย เป็นปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน ซึ่งแสดงได้ดังตารางที่ 9 น้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นโดยใช้กรดฟอร์มิก มีค่าบีโอดีมากที่สุด รองลงมา คือน้ำส้มควันไม้ กรดซัลฟิวริกผสมน้ำหมักไบogas กรดซัลฟิวริก และกรดฟอร์มิกผสมน้ำหมักไบogas มีค่าเท่ากับ 15,533.33, 14,666.66, 14,133.33, 13,755.55 และ 12,813.78 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่าสารเคมี และวัตถุดิบจากธรรมชาติที่ใช้ในการแข็งตัวของน้ำยางพารา ทั้ง 5 ชนิด มีผลต่อค่าบีโอดีในน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ($P\text{-value} = 0.00$)

ตารางที่ 8 ซีไอดีในน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นโดยใช้กรดฟอร์มิก กรดซัลฟิวริก น้ำส้มควันไม้ กรดฟอร์มิกผสมน้ำหมักใบเงาะ และกรดซัลฟิวริกผสมน้ำหมักใบเงาะ

สารเคมีและวัตถุดิบจากธรรมชาติ ที่ใช้เพื่อการแข็งตัวของยางพารา	ค่าซีไอดี (มิลลิกรัม/ลิตร)									เฉลี่ย
	ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ครั้งที่ 3			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
น้ำส้มควันไม้	22,400.00	22,400.00	19,200.00	24,000.00	25,600.00	24,000.00	26,880.00	26,880.00	23,040.00	23,822.22
กรดฟอร์มิก	26,880.00	24,960.00	24,960.00	26,880.00	26,880.00	26,880.00	24,960.00	26,880.00	24,960.00	26,026.67
กรดซัลฟิวริก	19,200.00	19,200.00	16,000.00	24,532.80	24,532.80	24,532.80	22,400.00	24,000.00	22,400.00	21,866.49
กรดฟอร์มิกผสมน้ำหมักใบเงาะ	21,200.00	21,120.00	19,200.00	23,040.00	21,120.00	24,960.00	19,200.00	17,200.00	17,280.00	20,480.00
กรดซัลฟิวริกผสมน้ำหมักใบเงาะ	21,120.00	23,040.00	21,120.00	21,120.00	21,120.00	17,200.00	24,960.00	23,040.00	26,800.00	22,168.89

ตารางที่ 9 บีโอดีในน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นโดยใช้น้ำส้มควันไม้ กรดฟอร์มิก กรดซัลฟิวริก กรดฟอร์มิกผสมน้ำหมักใบเงาะ
และกรดซัลฟิวริกผสมน้ำหมักใบเงาะ

สารเคมีและวัตถุดิบจากธรรมชาติ ที่ใช้เพื่อการแข็งตัวของยางพารา	ค่าบีโอดี (มิลลิกรัม/ลิตร)									เฉลี่ย
	ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ครั้งที่ 3			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
น้ำส้มควันไม้	14,600.00	14,200.00	14,200.00	14,000.00	14,000.00	15,200.00	14,400.00	15,800.00	14,000.00	14,666.66
กรดฟอร์มิก	15,800.00	15,200.00	15,400.00	16,000.00	15,000.00	16,000.00	15,000.00	16,200.00	15,200.00	15,533.33
กรดซัลฟิวริก	12,000.00	12,000.00	11,200.00	14,200.00	14,000.00	14,400.00	15,400.00	15,200.00	15,400.00	13,755.55
กรดฟอร์มิกผสมน้ำหมักใบเงาะ	13,200.00	14,000.00	13,200.00	14,000.00	13,000.00	11,500.00	12,600.00	12,000.00	11,400.00	12,813.78
กรดซัลฟิวริกผสมน้ำหมักใบเงาะ	13,200.00	14,000.00	13,800.00	14,000.00	14,200.00	13,000.00	15,000.00	14,600.00	15,400.00	14,133.33

5) ไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น (TKN)

ไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็นในน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นโดยใช้กรดฟอร์มิค กรดซัลฟิวริก น้ำส้มควันไม้ กรดฟอร์มิคผสมน้ำหมักใบเงาะ และกรดซัลฟิวริกผสมน้ำหมักใบเงาะ แสดงได้ดังตารางที่ 10 พบว่า ปริมาณไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็นที่มีค่ามากที่สุดเรียงลำดับจากมากไปน้อย ได้แก่ น้ำส้มควันไม้ กรดซัลฟิวริกผสมน้ำหมักใบเงาะ กรดฟอร์มิคผสมน้ำหมักใบเงาะ กรดซัลฟิวริก และกรดฟอร์มิค ซึ่งมีค่าเท่ากับ 105.13, 73.68, 68.48, 57.17 และ 52.52 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่าสารเคมี และวัตถุดิบจากธรรมชาติที่ใช้ในการแปรรูปยางพารา ทั้ง 5 ชนิด มีผลต่อค่าไนโตรเจนในรูปของทีเคเอ็นในน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ($P\text{-value} = 0.000$)

6) ค่าไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียของน้ำเสีย

ค่าไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียของน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นโดยใช้กรดฟอร์มิค กรดซัลฟิวริก น้ำส้มควันไม้ กรดฟอร์มิคผสมน้ำหมักใบเงาะ และกรดซัลฟิวริกผสมน้ำหมักใบเงาะ แสดงได้ดังตารางที่ 11 ค่าไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียในน้ำเสีย ที่มีค่ามากที่สุด ได้แก่ น้ำเสียจากการใช้น้ำส้มควันไม้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 40.19 มิลลิกรัมต่อลิตร รองลงมาคือ น้ำเสียจากการใช้ กรดฟอร์มิคผสมน้ำหมักใบเงาะ มีค่าเท่ากับ 43.24 มิลลิกรัมต่อลิตร กรดซัลฟิวริกผสมน้ำหมักใบเงาะ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 37.15 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำเสียจากการใช้กรดซัลฟิวริก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.14 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้อยที่สุดคือน้ำเสียจากการใช้กรดฟอร์มิค ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.38 มิลลิกรัมต่อลิตร

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่าสารเคมี และวัตถุดิบจากธรรมชาติที่ใช้ในการแปรรูปยางพารา ทั้ง 5 ชนิด มีผลต่อค่าไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียในน้ำเสียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ($P\text{-value} = 0.000$)

ตารางที่ 10 ไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็นในน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นโดยใช้น้ำส้มควันไม้ กรดฟอร์มิก กรดซัลฟิวริก กรดฟอร์มิกผสมน้ำหมักใบเงาะ และกรดซัลฟิวริกผสมน้ำหมักใบเงาะ

สารเคมีและวัตถุดิบจากธรรมชาติที่ใช้เพื่อการแข็งตัวของน้ำยางพารา	ค่าไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น (มิลลิกรัม/ลิตร)									
	ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ครั้งที่ 3			เฉลี่ย
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
น้ำส้มควันไม้	94.96	99.40	99.12	103.88	145.88	137.48	80.08	85.12	100.24	105.13
กรดฟอร์มิก	50.12	53.48	48.44	53.76	54.44	52.92	55.16	51.24	52.20	52.52
กรดซัลฟิวริก	94.08	79.24	54.88	65.24	61.88	54.60	334.16	37.80	34.72	57.17
กรดฟอร์มิกผสมน้ำหมักใบเงาะ	68.60	58.24	63.56	71.68	65.52	69.16	78.12	68.32	73.08	68.48
กรดซัลฟิวริกผสมน้ำหมักใบเงาะ	69.44	67.76	80.08	70.28	73.92	81.76	66.08	70.56	78.68	73.68

ตารางที่ 11 ไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียในน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นโดยใช้น้ำส้มควันไม้ กรดฟอร์มิก กรดซัลฟิวริก กรดฟอร์มิกผสมน้ำหมักใบเงาะ และกรดซัลฟิวริกผสมน้ำหมักใบเงาะ

สารเคมีและวัตถุดิบจากธรรมชาติที่ใช้เพื่อการแข็งตัวของน้ำยางพารา	ค่าไนโตรเจนในรูปแอมโมเนีย (มิลลิกรัม/ลิตร)									เฉลี่ย
	ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ครั้งที่ 3			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
น้ำส้มควันไม้	44.24	42.00	41.44	22.96	31.36	29.12	50.40	47.04	53.20	40.19
กรดฟอร์มิก	25.20	29.12	23.52	19.04	19.60	19.04	18.48	21.28	16.80	21.38
กรดซัลฟิวริก	38.08	36.40	31.92	24.08	25.76	22.45	15.68	14.56	17.36	25.14
กรดฟอร์มิกผสมน้ำหมักใบเงาะ	44.24	43.12	42.00	42.56	43.12	42.00	44.24	43.68	44.24	43.24
กรดซัลฟิวริกผสมน้ำหมักใบเงาะ	36.96	34.16	38.64	36.40	37.52	39.76	36.40	36.40	38.08	37.15

7) ปริมาณซัลไฟด์ของน้ำเสีย

ปริมาณซัลไฟด์ในน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นโดยใช้กรดฟอร์มิค กรดซัลฟิวริก น้ำส้ม
ควันไม้ กรดฟอร์มิคผสมน้ำหมักใบเงาะ และกรดซัลฟิวริกผสมน้ำหมักใบเงาะ แสดงได้ดังตารางที่ 12

จากตารางที่ 12 ปริมาณซัลไฟด์ที่มีค่ามากที่สุด ได้แก่ กรดฟอร์มิค รองลงมาคือ
กรดซัลฟิวริกผสมน้ำหมักใบเงาะ กรดซัลฟิวริก กรดฟอร์มิคผสมน้ำหมักใบเงาะ และน้ำส้มควันไม้ซึ่งมีค่า
เท่ากับ 3.02, 2.64, 2.58, 2.52 และ 2.42 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า
สารเคมี และวัตถุดิบจากธรรมชาติที่ใช้ในการแข็งตัวของน้ำยางพารา ทั้ง 5 ชนิด ไม่มีผลต่อปริมาณซัลไฟด์
ในน้ำเสีย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ($P\text{-value} = 0.440$)

ตารางที่ 12 ปริมาณซัลไฟต์ในน้ำเสียจากการผลิตยางแผ่นโดยใช้น้ำส้มควันไม้ กรดฟอร์มิก กรดซัลฟิวริก กรดฟอร์มิกผสมน้ำหมักใบเงาะ และกรดซัลฟิวริกผสมน้ำหมักใบเงาะ

สารเคมีและวัตถุดิบจากธรรมชาติที่ใช้เพื่อการแข็งตัวของน้ำยางพารา	ค่าปริมาณซัลไฟต์ (มิลลิกรัม/ลิตร)									
	ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ครั้งที่ 3			เฉลี่ย
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
น้ำส้มควันไม้	2.67	2.00	2.27	2.67	2.40	2.53	2.93	2.40	1.87	2.42
กรดฟอร์มิก	2.67	2.53	2.00	4.13	3.33	5.87	2.27	2.13	2.27	3.02
กรดซัลฟิวริก	2.40	2.67	2.67	3.60	3.87	3.07	1.07	2.00	1.87	2.58
กรดฟอร์มิกผสมน้ำหมักใบเงาะ	2.40	2.67	2.80	2.67	2.13	2.53	2.67	2.27	2.53	2.52
กรดซัลฟิวริกผสมน้ำหมักใบเงาะ	2.67	2.27	2.43	2.80	2.67	2.40	2.67	2.93	2.80	2.64